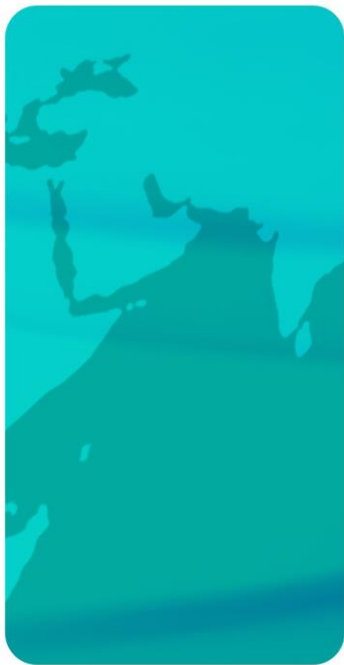


LKS 安全型控制系统产品手册

用自动化改进人们的工作、生活和环境

北京和利时智能技术有限公司

版本：03/2023



LKS 安全型控制系统 产品手册

V1.3 版

2023 年 3 月

版权声明

本手册内容，包括文字、图表、标志、标识、商标、产品型号、软件程序、版面设计及其它内容等，均受《中华人民共和国著作权法》、《中华人民共和国商标法》、《中华人民共和国专利法》及与之适用的国际公约中有关著作权、商标权、专利权或其他财产所有权法律的保护，为北京和利时智能技术有限公司专属所有或持有。

由于本手册中所描述的设备有多种使用方法，用户以及设备使用责任人必须保证每种方法的许可性。对由使用或错误使用这些设备造成的任何直接或间接损失，北京和利时智能技术有限公司将不负法律责任。

由于实际应用时的不确定因素，北京和利时智能技术有限公司不承担直接使用本手册中提供的数据的责任。

本手册仅供商业用户阅读，在未得到北京和利时智能技术有限公司书面授权的情况下，无论出于何种目的和原因，不得以任何形式（包括电子、机械或其它形式）传播或复制本手册的任何内容。违者我公司将依法追究其相关责任。

已核对本手册中的内容、图表与所述硬件设备相符，但误差难以避免，并不能保证完全一致。同时，会定期对手册的内容、图表进行检查、修改和维护，恕不另行通知。

HollySys、和利时、 的字样和徽标均为北京和利时智能技术有限公司的商标或注册商标。

手册中涉及到的其他商标或注册商标属于它们各自的拥有者。

北京和利时智能技术有限公司版权所有。

地址：北京经济技术开发区地盛中路 2 号院

邮编：100176

商务电话：010-5898 1588

产品咨询热线：4008-111-999

传真：010-5898 1558

网址：<http://www.hollysys.com/>

Email: PLC@hollysys.com

新浪微博：<http://weibo.com/hollysysplc>

目录

第 1 章	关于本书	1
1.1	文档更新	1
1.2	文档用途	1
1.3	阅读对象	1
1.4	使用约定	2
1.4.1	菜单命令	2
1.4.2	鼠标指令	2
1.4.3	键盘指令	2
1.4.4	重要信息	2
1.5	产品文档目录	3
1.6	术语	3
1.7	缩略语	3
第 2 章	系统概述	5
2.1	系统特点	5
2.1.1	可用性高	5
2.1.2	响应快	5
2.1.3	容量大	5
2.1.4	维护方便	5
2.2	硬件组成及结构	5
2.3	产品清单	7
2.4	选型与规划	9
2.4.1	电源容量核算和配置	9
2.4.2	以太网网络连接	9
2.4.3	PROFIsafe 网络连接及核算	11
2.4.4	PROFIsafe 总线扫描周期	11
2.5	系统指标	11
2.6	存储和运输	13
2.6.1	存储	13
2.6.2	运输	13
第 3 章	安装与接线	15
3.1	规划布局与安装	15
3.1.1	空间布局	15
3.1.2	背板的安装	15

3.1.3	防混销	19
3.1.4	模块的安装与拆卸	20
3.1.5	QS10.241 电源的安装	22
3.1.6	LKA104 的安装	25
3.1.7	供电盒的安装	26
3.2	系统接线	27
3.2.1	电源接线	27
3.2.2	冗余通讯接线	27
3.2.3	PROFIsafe 网络接线	28
3.2.4	I/O 接线	31
3.3	接地要求	32
第 4 章	系统组态	35
4.1	硬件组态	35
4.2	组态 DP 协议	35
4.2.1	添加 DP 主站设备	35
4.2.2	添加通讯协议	36
4.2.3	添加 PROFIsafe/Profibus-DP 从站	37
4.2.4	修改从站地址	39
4.2.5	从站参数配置	40
4.3	组态 Modbus TCP 协议	44
4.3.1	Modbus TCP 主站协议	44
4.3.2	Modbus TCP 从站协议	51
4.4	系统运行	55
4.4.1	所需设备	55
4.4.2	设备连线	55
4.4.3	网络连接	56
4.4.4	程序示例	58
4.4.5	下装程序	59
4.4.6	运行程序	60
第 5 章	主控单元	61
5.1	LK130 4 槽本地背板模块	61
5.1.1	模块组成	61
5.1.2	安装尺寸	62
5.1.3	技术指标	62
5.2	LK921S 安全型 24V 电源适配模块	63
5.2.1	基本特征	63
5.2.2	原理说明	63
5.2.3	接线说明	64
5.2.4	状态指示灯	64
5.2.5	安装尺寸	65
5.2.6	技术指标	65
5.3	LK220S 安全型主控模块	66

5.3.1	基本特征.....	66
5.3.2	模块外观.....	66
5.3.3	状态指示灯.....	67
5.3.4	接口说明.....	68
5.3.5	钥匙开关.....	70
5.3.6	复位.....	71
5.3.7	掉电保持.....	72
5.3.8	后备电池.....	73
5.3.9	Modbus 通讯设置.....	73
5.3.10	冗余数据区.....	73
5.3.11	技术指标.....	73
5.4	LK249S 安全型主站通信模块.....	75
5.4.1	基本特征.....	75
5.4.2	外观与尺寸.....	75
5.4.3	状态指示灯.....	76
5.4.4	原理说明.....	77
5.4.5	接线端子定义.....	77
5.4.6	诊断功能.....	77
5.4.7	波特率设置.....	78
5.4.8	技术指标.....	78
5.5	LK240S 安全型冗余通讯模块.....	79
5.5.1	基本特征.....	79
5.5.2	外观与尺寸.....	80
5.5.3	状态指示灯.....	81
5.5.4	原理说明.....	82
5.5.5	接线说明.....	82
5.5.6	设置 A/B 系.....	83
5.5.7	主从判定.....	83
5.5.8	主从切换条件.....	83
5.5.9	技术指标.....	84
第 6 章	IO 单元.....	85
6.1	电源模块.....	85
6.1.1	QS10.241 开关电源.....	85
6.2	扩展背板.....	90
6.2.1	接口说明.....	91
6.2.2	通讯地址.....	93
6.2.3	LK117 11 槽 LK 系列 PLC 扩展背板.....	94
6.2.4	LK118 5 槽 LK 系列 PLC 扩展背板.....	95
6.3	通信模块.....	97
6.3.1	LK232S 安全型总线重复器模块.....	97
6.4	IO 模块.....	101
6.4.1	LK610S 安全型 8 通道数字量输入模块.....	101
6.4.2	LK611S 安全型 8 通道数字量输入模块（带线路故障检测功能）.....	114
6.4.3	LK710S 安全型 8 通道数字量输出模块.....	125

6.4.4	LK411S	安全型 8 通道模拟量输入模块.....	134
6.4.5	LK630S	安全型 8 通道数字量输入模块（带 SOE 功能）	143
第 7 章 附件.....			155
7.1	LKA103	电容供电盒模块.....	155
7.1.1		模块外观图	155
7.1.2		安装尺寸	155
7.1.3		安装	155
7.1.4		电池的更换	155
7.1.5		技术指标	156
7.2	LKA104	Profibus-DP 总线连接器	156
7.2.1		外观与尺寸	156
7.2.2		工作原理	157
7.2.3		终端匹配电阻	157
7.2.4		接线说明	158
7.2.5		安装	159
7.2.6		技术指标	159
7.3	LKA105	光纤跳线	159
7.4	LKA106	光纤跳线	160
第 8 章 故障及其处理.....			161
8.1	故障处理机制	161	
8.2	故障排查方式.....	162	
8.2.1		指示灯	162
8.2.2		查看诊断变量组 SysDiagVar	163
8.2.3		查看诊断信息	165
8.2.4		故障排查示例	165
8.3	故障现象及原因	167	
附录 1 非安全型模块.....			171
1.1	LK910	24VDC 电源模块	171
1.1.1		基本特征	171
1.1.2		原理说明	172
1.1.3		使用说明	172
1.1.4		安装尺寸	173
1.1.5		技术指标	174
1.2	LK610	16 通道漏型数字量输入模块.....	175
1.2.1		基本特征	175
1.2.2		原理说明	175
1.2.3		状态指示灯	176
1.2.4		接线说明	176
1.2.5		诊断说明	178
1.2.6		现场电源反向保护	179
1.2.7		参数说明	179

1.2.8	技术指标.....	180
1.3	LK710 16 通道源型数字量输出模块	181
1.3.1	基本特征.....	181
1.3.2	原理说明.....	181
1.3.3	状态指示灯	182
1.3.4	接线说明.....	182
1.3.5	功能说明.....	183
1.3.6	诊断说明.....	185
1.3.7	参数说明.....	186
1.3.8	数据区说明.....	187
1.3.9	技术指标.....	187
1.4	LK720 10~265VAC/5~125VDC 8 路常开继电器输出模块	188
1.4.1	基本特征.....	188
1.4.2	原理说明.....	188
1.4.3	状态指示灯	189
1.4.4	接线说明.....	189
1.4.5	功能说明.....	191
1.4.6	参数说明.....	191
1.4.7	数据区说明.....	191
1.4.8	技术指标.....	191
1.5	LK410 8 通道电压型模拟量输入模块.....	193
1.5.1	基本特征.....	193
1.5.2	原理说明.....	194
1.5.3	状态指示灯	195
1.5.4	接线说明.....	196
1.5.5	功能说明.....	197
1.5.6	诊断说明.....	199
1.5.7	参数说明.....	203
1.5.8	技术指标.....	205
1.6	LK411 8 通道电流型模拟量输入模块.....	206
1.6.1	基本特征.....	206
1.6.2	原理说明.....	206
1.6.3	状态指示灯	207
1.6.4	接线说明.....	208
1.6.5	功能说明.....	210
1.6.6	诊断说明.....	210
1.6.7	参数说明.....	214
1.6.8	技术指标.....	216
1.7	LK412 6 通道隔离模拟量输入模块	217
1.7.1	基本特征.....	217
1.7.2	原理说明.....	218
1.7.3	状态指示灯	219
1.7.4	接线说明.....	220
1.7.5	功能说明.....	221
1.7.6	诊断说明.....	223
1.7.7	参数说明.....	230

1.7.8	技术指标	232
1.8	LK430 6 通道热电阻型模拟量输入模块	233
1.8.1	基本特征	233
1.8.2	原理说明	233
1.8.3	状态指示灯	234
1.8.4	接线说明	235
1.8.5	功能说明	236
1.8.6	诊断说明	238
1.8.7	参数说明	241
1.8.8	技术指标	243
1.9	LK441 8 通道热电偶型模拟量输入模块	244
1.9.1	基本特征	244
1.9.2	原理说明	245
1.9.3	状态指示灯	245
1.9.4	接线说明	247
1.9.5	功能说明	248
1.9.6	诊断说明	249
1.9.7	参数说明	254
1.9.8	技术指标	257
1.10	LK442 6 通道隔离热电偶型模拟量输入模块	259
1.10.1	基本特征	259
1.10.2	原理说明	259
1.10.3	状态指示灯	260
1.10.4	接线说明	261
1.10.5	功能说明	262
1.10.6	诊断说明	264
1.10.7	参数说明	268
1.10.8	技术指标	271
1.11	LK511 4 通道通道间隔离电流型模拟量输出模块	273
1.11.1	基本特征	273
1.11.2	原理说明	273
1.11.3	状态指示灯	274
1.11.4	接线说明	275
1.11.5	数据格式	276
1.11.6	功能说明	277
1.11.7	诊断说明	279
1.11.8	参数说明	280
1.11.9	数据区说明	281
1.11.10	技术指标	281
1.12	LK233 Profibus-DP 总线光电收发器	283
1.12.1	基本特征	283
1.12.2	原理说明	284
1.12.3	终端匹配	285
1.12.4	状态指示灯	286
1.12.5	接线说明	287
1.12.6	技术指标	288

1.13 LK239 Modbus RTU 主从站通讯扩展模块	289
1.13.1 基本特征	289
1.13.2 原理说明	290
1.13.3 状态指示灯	291
1.13.4 接线说明	291
1.13.5 终端匹配	292
1.13.6 Modbus 通讯信息说明	292
1.13.7 组态说明	294
1.13.8 技术指标	313

第1章 关于本书

1.1 文档更新

版本	日期	说明
V1.0	2018.02.02	创建
V1.1	2018.03.30	新增 3.2.3.3 终端匹配电阻设置
V1.2	2018.11.30	功能完善
V1.0	2019.06.13	版权信息更新
V1.1	2019.08.07	LK710S 更新
V1.2	2020.01.17	1、新增 LK630S 2、PROFIsafe 故障自动确认 3、LK610S 新增通道滤波参数
V1.3	2020.06.05	1、LK710S 更新通道故障诊断信息 2、支持继电器类型更新
V1.4	2021.01.25	新增 LK611S、LK410、LK720、LK442
V1.0	2021.03.09	更新 2.1.3 系统容量 更新 2.3 产品清单 6.4.1.8 章节和 6.4.1.9 章节增加有关 DV 值组态的使用说明
V1.1	2022.03.11	更新 Logo
V1.2	2022.07.05	LK611S 更新 ESD 开关规格
V1.3	2023.03.20	描述性修改

1.2 文档用途

本手册主要介绍 LKS 安全型可编程控制器硬件产品的工作原理、主要功能、接线说明、组态设置、技术指标等，帮助用户正确的使用本产品。

1.3 阅读对象

本手册适用于以下人员：

- 工程实施的工程人员；
- 系统维护的技术人员；
- 安装人员。

1.4 使用约定

1.4.1 菜单命令

菜单项的名称均用【】表示，如【复位】、【下装】、【添加设备】等。

窗口、对话框的名字均用“”表示，如“设备库”、“库管理器”、“设备属性”等。

1.4.2 鼠标指令

指向：移动鼠标指针到某个项目上。

按下：按下鼠标左键一次并且不松开。

单击：按下鼠标左键一次并松开。

右击：按下鼠标右键一次并松开。

双击：快速按下鼠标左键两次并松开。

拖动：移动鼠标时按住鼠标左键不放。

1.4.3 键盘指令

键盘上的按键名称均用粗体字表示，如 **Shift**、**Enter**、**Shift+F2** 等。

1.4.4 重要信息



- 危险图标，标识该操作有造成物理伤害或人身伤亡的潜在威胁。



- 电击图标，标识该操作有造成电击伤害的潜在威胁。



- 警告图标，标识该操作有造成软硬件设备故障或损坏的潜在威胁。



- 重要图标，标识需要理解的操作或功能的重要信息。



- 操作图标，标识该对象的打开或操作方法。

SEE ALSO

- 参考图标，标识理解该功能需要参考的页面或内容。

1.5 产品文档目录



LKS 安全型控制系统指令手册



Safety FA-AutoThink 用户手册



LKS 安全型控制系统产品手册

1.6 术语

术语	说明
Profibus-DP	标准总线协议，用于现场层的高速数据传送
PROFIsafe	安全通信协议，描述了安全外围设备和安全控制器间的通信
通道数据质量	通过对通道数据添加若干位质量数据来标识通道数据的有效性
A 系	由该系主控模块的双位置拨动开关决定，冗余系统中 A 系拥有上电时刻高优先级抢主权利
B 系	由该系主控模块的双位置拨动开关决定，冗余系统中 B 系在上电时刻抢主权利优先级低
固件	存储于设备中的 FLASH 芯片中，运行于嵌入式平台上，可由用户通过特定的刷新步骤进行升级的程序

1.7 缩略语

缩写	全称	名称
I/O	Input/Output	输入/输出
AC	Alternating Current	交流电源
DC	Direct Current	直流电源
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	传输控制协议/因特网互联协议
Profibus	Process Field Bus	过程现场总线
AI	Analog Input	模拟量输入
AO	Analog Output	模拟量输出

缩写	全称	名称
DI	Digital Input	开关量输入
DO	Digital Output	开关量输出
TC	Thermocouple assembly	热电偶
RTD	Resistance Temperature Detector	热电阻
RTC	Real-Time Clock	实时时钟
HMI	Human Machine Interface	人机界面
SD	Secure Digital memory card	安全数码卡
PCIe	Peripheral Component Interface express	一种高速通信总线
Modbus TCP	Modbus Transmission Control Protocol	以太网通信协议

第2章 系统概述

LKS 安全型控制系统是和利时公司自主研发的满足安全完整性 SIL2 等级认证的控制系统，具有大容量、可用性高、性能优越、响应快等特点。可广泛应用于轨道交通、石油化工、精细化工、油气长输管道传输、医院安全设备、轨道车辆维修车站及企业 ESD 系统。控制器与 IO 模块等组成控制系统，完成数据采集、逻辑运算、动作输出、人机交互等功能，实现安全保护功能。

2.1 系统特点

2.1.1 可用性高

- (1) 采用双机架冗余结构，包括电源冗余、控制器冗余、网络冗余。
- (2) 冗余模式下，发生单点故障系统仍可正常运行。

2.1.2 响应快

- (1) 冗余切换时间典型值 90 ms。
- (2) 任务调度最小时间片不超过 100 us。
- (3) 系统最快回路控制周期 50 ms。

2.1.3 容量大

- (1) 单控制站可添加 124 个 IO 从站。
- (2) 系统支持的 IO 容量大于 900 点。

2.1.4 维护方便

- (1) 日志读取工具可记录异常操作、故障等日志信息超过 10000 条。
- (2) 通过系统信息指令库和系统状态指令库，分别获取各模块的信息和诊断信息。
- (3) 模块支持热插拔。
- (4) 通过 SD 卡或 Safety FA-AutoThink 软件进行系统升级。
- (5) 兼容 LK 系列通用 IO 模块。

2.2 硬件组成及结构

LKS 安全控制系统为双背板冗余结构，在两个背板上分别安装一套控制单元，分为 A 系和 B 系。每套控制单元由以下几部分组成：



图 1 LKS 控制单元组成示意图

- 1: LK921S 安全型 24V 电源适配模块
- 2: LK220S 安全型主控模块
- 3: LK240S 安全型冗余通讯模块
- 4: LK249S 安全型主站通信模块
- 5: LK130 4 槽本地背板模块

1. 安全型 24V 电源适配模块

双路 24V 直流输入，经冗余处理后转为单路 24V 直流输出，为 4 槽背板提供 24VDC 电源，给背板上的其它模块供电。

2. 安全型主控模块

主控模块 LK220S 支持单机和冗余配置。模块内置两个 10/100 Mbps 以太网接口，连接工程师站和操作员站。可以下装用户程序、升级控制器，也可以作为 Modbus TCP 的主/从站与其它设备通讯。面板有 SD 卡槽，可进行控制器升级。通过面板的钥匙开关实现控制器不同的工作模式。在冗余配置中，两套控制器互为主从关系，当主机发生故障时，自动切换到从机。

3. 安全型冗余通讯模块

用于实现 A、B 系冗余通信，通过同步光纤连接。

4. 安全型主站通信模块

LK249S 模块内置两个 DB9 通信接口，通过 DP 线缆连接到扩展背板 LK117/LK118，建立与 IO 模块的通信连接。LK249S 模块通过背板总线与主控模块进行数据交互。

5. 4 槽本地背板模块

安装 LK220S、LK921S、LK240S 和 LK249S，支持高速本地背板总线，进行各模块间的数据交互。



- SLOT0、SLOT1 均支持安装 LK240S 和 LK249S 模块，双机架 LK240S 和 LK249S 的槽位需保持一致。
- LK220S、LK240S、LK249S、LK921S、LK130 模块需安装于机柜内使用。
- LK220S、LK240S、LK249S、LK921S、LK130 模块设计满足污染等级 2。
- 以上模块应安装在金属机柜内，机柜的 IP 等级不低于 IP41。

以下为 LKS 安全型控制系统的示意图。

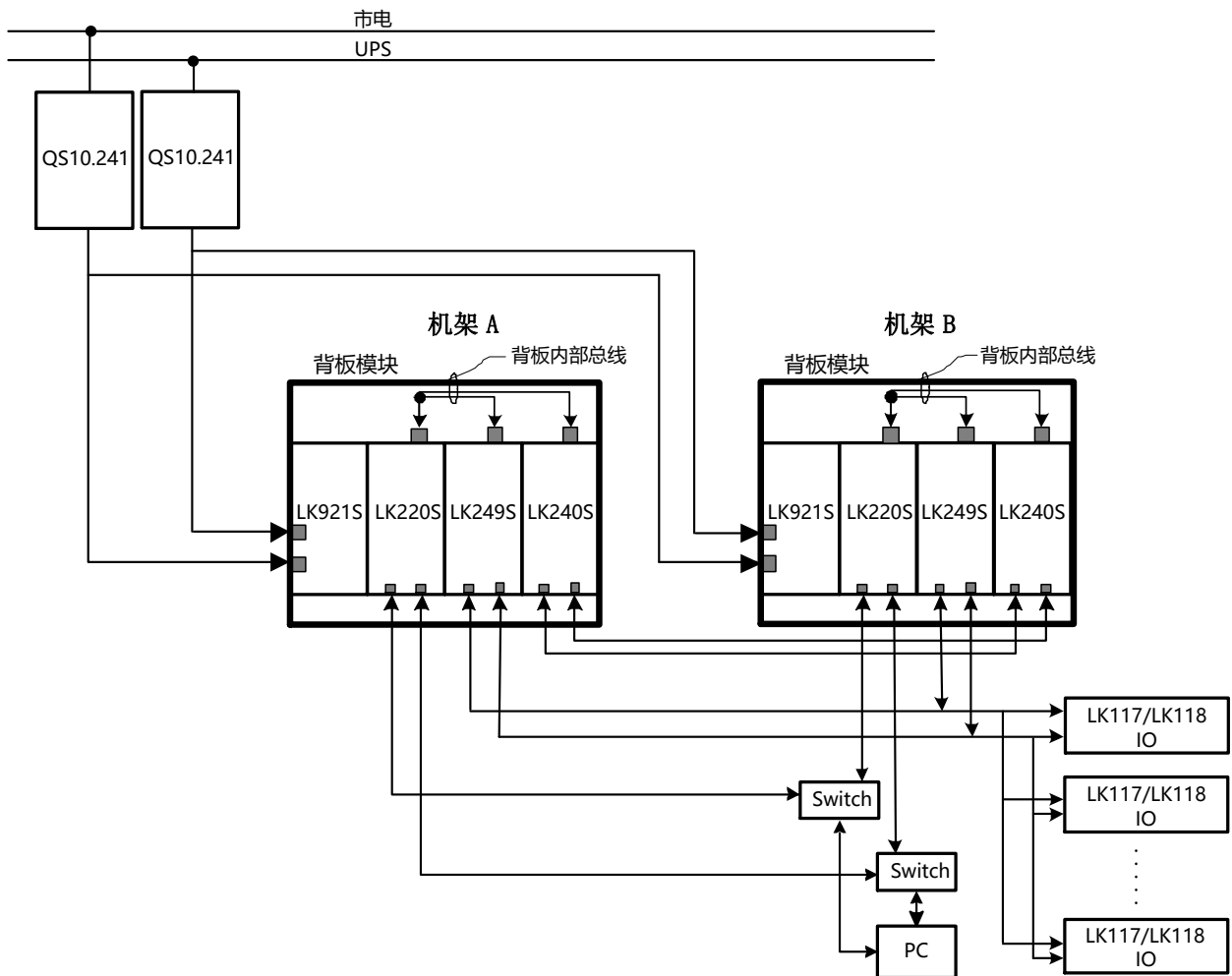


图 2 LKS 安全型控制系统示意图

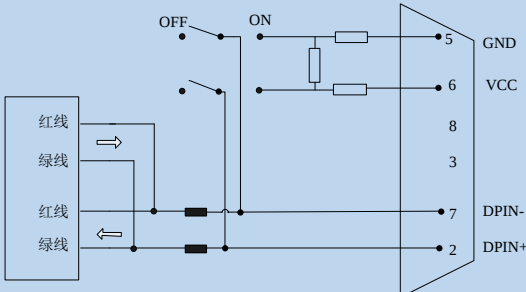
2.3 产品清单

LKS 安全型控制系统硬件产品主要由背板、电源、主控模块、通讯模块、I/O 模块及附件构成，如表 1 所示。

表 1 LKS 系统硬件产品清单

模块类型	型号	规格说明	防湿销
背板	LK117	扩展背板, 11 槽, 385×166×55.5 mm, DP 接口采用 DB9 孔座, I/O 端子可插拔	无
	LK118	扩展背板, 5 槽, 210×166×55.5 mm, DP 接口采用 9 针 D 型插座, I/O 端子可插拔	无
	LK130	4 槽本地背板模块, 235×166×44.3 mm	无
电源	LK921S	安全型 24V 电源适配模块, 输入电压 12~30VDC, 输入端子可独立插拔	无
	QS10.241	开关电源, 交流转直流, 24VDC 输出, 带输出触点	无
主控	LK220S	667MHz, 位指令 0.013 ms/K, 程序存储区 32MB, 掉电保持区 512KB, 支持冗余	无
通讯模块	LK232S	安全型总线重复器模块, 有终端电阻开关	A5
	LK249S	安全型主站通信模块, 双 DB9 母座, 支持热插拔	无
	LK240S	安全型冗余通讯模块, 2 路光纤通信接口, 接口类型 LC 型	无
DI	LK610S	安全型 8 通道数字量输入模块	D0
	LK611S	安全型 8 通道数字量输入模块 (带线路故障检测功能)	D0
AI	LK411S	安全型 8 通道模拟量输入模块	A1
DO	LK710S	安全型 8 通道数字量输出模块, MOSFET 输出, 容量 0.5 A, 10~30 VDC	E0
SOE	LK630S	安全型 8 通道数字量 (带 SOE 功能) 输入模块	D0
附件	LKA103	电容供电盒模块	无
	LKA104	Profibus-DP 总线连接器模块	无
	LKA105	光纤跳线	无

表 2 LKS 专用通讯电缆

连接电缆	规格和用途
	LKA104 Profibus-DP 连接器 D-sub 9 针连接器转两路(进、出)屏蔽双绞线 终端匹配电阻, 滑动开关选择 实现 Profibus-DP 总线信号转接 

连接电缆	规格和用途
	Profibus-DP 通讯扩展电缆 RS485 屏蔽双绞线 2 芯绞和成对 背板间的 Profibus-DP 通讯连接电缆

2.4 选型与规划

2.4.1 电源容量核算和配置

出于安全考虑，建议所有模块的总功耗不超过所选电源功率的 70%。模块的功耗如表 3 所示。本表仅表示 LKS 的系统电源容量，LKS 的现场电源容量（即为现场开关、负载、变送器等现场设备的供电），需要根据各 I/O 通道的具体负载情况而定，参见各 I/O 模块章节。



- 为确保现场与系统间的电气隔离，现场电源必须与系统电源分开，否则现场侧供电异常时，可能会引起系统硬件损坏。
- 系统电源模块必须是经过 UL 认证的并且达到 2 级。

表 3 硬件模块功耗表

模块类型	型号	额定电压	电流 (max.)	功耗
安全型主控模块	LK220S	24 VDC	300 mA	7.2 W
DI	LK610S	24 VDC	50 mA	1.2 W
AI	LK411S	24 VDC	100 mA	2.4 W
DO	LK710S	24 VDC	50 mA	1.2 W
SOE	LK630S	24 VDC	50 mA	1.2 W
通讯模块	LK232S	24 VDC	60 mA	1.44 W
	LK240S	24 VDC	250 mA	6 W
	LK249S	24 VDC	200 mA	4.8 W

2.4.2 以太网连接

LK220S 模块内置的双冗余以太网接口，采用标准 RJ45 接口，传输介质为非屏蔽双绞线。网卡 X1 默认为 128 网段，IP 地址默认为 128.0.0.250，网卡 X2 默认为 129 网段，IP 地址默认为 129.0.0.250。为网络的可靠性考虑，128 网段和 129 网段推荐独立配置交换机。

以太网接口（Ethernet）可以将主控模块连接到工业以太网中，基于标准 TCP/IP 协议或其他协议与外部设备进行通讯，为用户提供了一个开放的分布式自动化网络平台。

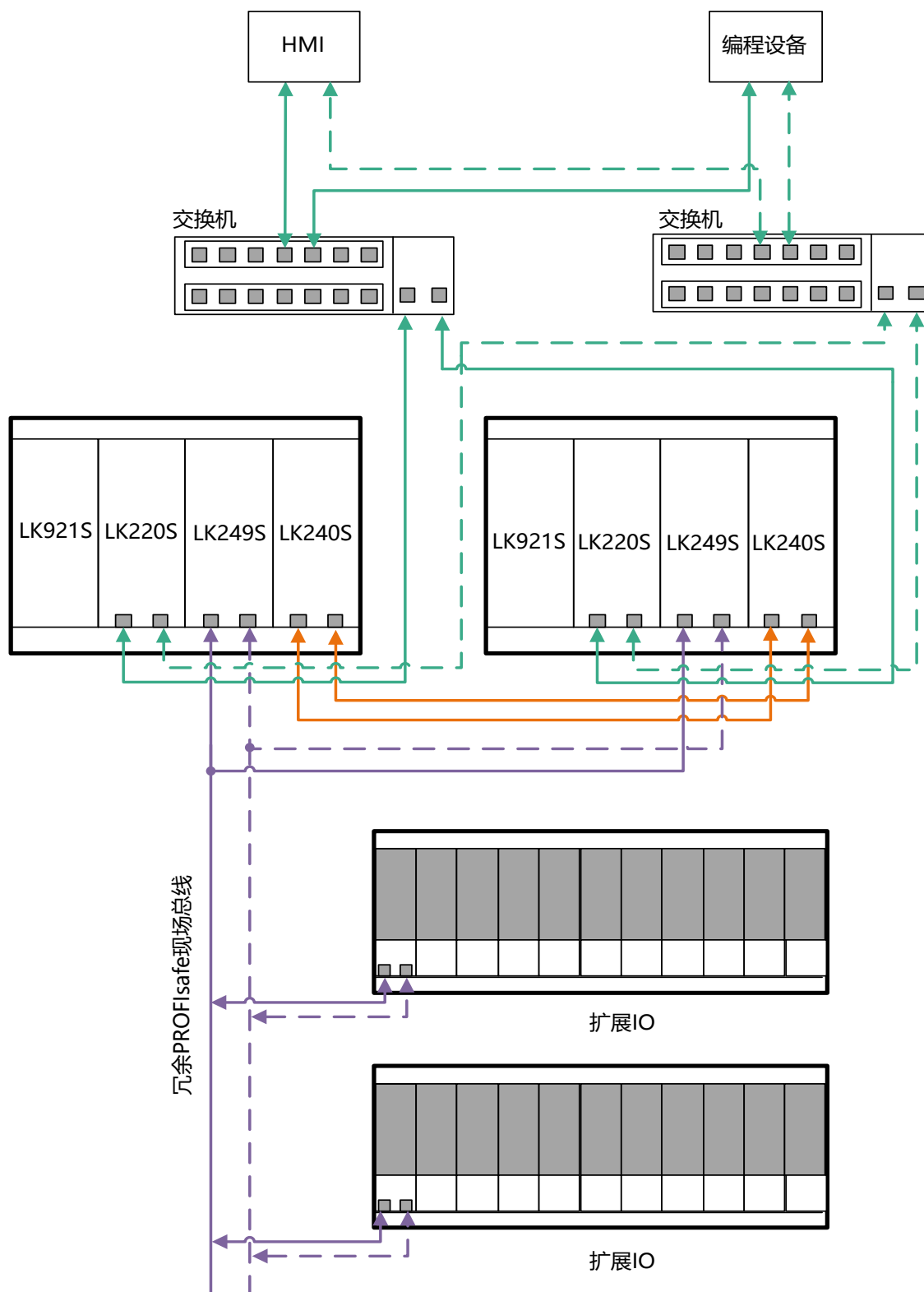


图 3 LKS 系统网络连接

通过以太网连接编程设备，可以进行编程下载和固件升级，连接 HMI 设备对控制器进行远程的实时监控和操作。



- LKS 安全控制系统内部测试环境是在使用交换机情况下进行的。

2.4.3 PROFIsafe 网络连接及核算

如图 3 所示，通过 LK249S 模块的冗余 PROFIsafe 总线接口（DP1、DP2）可级联多个扩展背板实现系统扩展。通过 LKA104 模块级联各背板，通讯速率 187.5 kbps、500 kbps、1.5 Mbps、3 Mbps、6 Mbps 可选，传输介质为屏蔽双绞线电缆。

对于通过 PROFIsafe 扩展的 I/O，在配置 LKS 安全控制系统前，需要仔细核算其节点容量以及估算所有 I/O 的总线扫描周期是否符合具体项目的需求。

节点容量：PROFIsafe 网段上 IO 从站最多为 124 个，节点地址为 2~125。1 固定为控制器地址，2~125 为 I/O 模块地址。

总线扫描周期核算：即使节点容量核算都已经可行，最后还要核算总线扫描周期，以满足特定工程项目应用对速度的要求。

2.4.4 PROFIsafe 总线扫描周期

组态 DP 从站规模时，整个 DP 轮询周期不应超过 150 ms。参见表 4 可大致估算出当前组态规模下的 DP 轮询周期（注：表 4 为单个从站的轮询周期的参考值）。

DP 轮询周期指轮询完所有的从站的总时间。

表 4 单个从站的轮询周期

波特率	模块用时（ms）
187.5kbps	2.2
500kbps	1.2
1.5Mbps 及以上	0.75

2.5 系统指标

表 5 LKS 安全型控制系统通用技术指标

可靠性规格	
AC/DC 电源	电压：额定 AC100V ~ AC240V（均方根值），容差-15% ~ +10%（85VAC ~ 264VAC） 频率：额定 50Hz 或 60Hz，容差-6%~+4%（47Hz~63Hz）
现场电源	24V DC (-15% ~ +20%)
系统电源	24V DC (-15% ~ +20%)
工作环境温度	-40 ℃ ~ +70 ℃, EN60068-2-14, Test Nb
存储环境温度	-40 ℃ ~ +70 ℃, EN60068-2-14, Test Na
相对湿度	5%~95%, no condensation, EN60068-2-30, Test Db
工作海拔	≤2000m
存储海拔	≤3000m

可靠性规格		
电气安全	Meet the requirement of IEC 61131-2, IEC 61010-1, IEC 61010-2-201. Enclosed, SELV/PELV circuits.	
隔离耐压（现场到系统）	500V AC 测试 1min, 漏电流不大于 5mA	
过压等级	II	
IP 保护等级	IEC60529 IP20（防 12mm 以上尺寸的异物进入，不防水）	
污染等级	2 级	
振动	正弦振动（耐久性）	0.5G @ 10 to 150Hz, 3 axis, 20 times per axis, IEC 60068-2-6
	正弦振动（操作）	3.5mm @ 5 to 8.4Hz, 3 axis, 10 times per axis, IEC 60068-2-6
		1G @ 8.4 to 150Hz, 3 axis, 10 times per axis, IEC 60068-2-6
冲击	Half sinusoidal, 15G peak for 11ms, 3 axis, 18 times in total, IEC 60068-2-27	
碰撞	(0.5±0.04)J, 3 times per spot	
EMC	辐射发射	IEC 61131-2, EN 61000-6-4, EN 50121-4
	传导发射	IEC 61131-2, EN 61000-6-4, EN 50121-4
	静电放电	IEC 61000-4-2 Contact discharge ±6 kV, Air discharge ±8 kV.
	射频电磁场辐射抗扰度	IEC61000-4-3 80MHz~1000MHz, 20V/m 1.4GHz~2.0GHz, 10V/m 2.0GHz~6GHz, 5V/m 80 % AM (1 kHz)
	工频磁场抗扰度	IEC 61000-4-8 100 A/m (50 Hz)
	电快速瞬变脉冲群	AC power port: 2kV (5/50 ns, 5 kHz and 100 kHz) 4kV (5/50 ns, 5 kHz and 100 kHz)
		Signal port: 2kV (5/50 ns, 5 kHz and 100 kHz) 2kV (5/50 ns, 5 kHz and 100 kHz), DIO with shielded lines
	浪涌	AC power port: 2kV CM, 1kV DM 4kV CM, 2kV DM
		Signal port: 2kV CM
	射频传导抗扰度	IEC61000-4-6 20V, 150 kHz to 80 MHz 80%AM(1kHz)
	0Hz~150kHz 共模传导抗扰度	AC power port: 1 V to 10 V increasing with 20 dB/decade (1,5 kHz to 15 kHz). 10 V (15 kHz to 150 kHz)
		Signal port: 1 V to 10 V increasing with 20 dB/decade (1,5 kHz to 15 kHz); 10 V (15 kHz to 150 kHz) 10 V (continuous: DC, 16 2/3 Hz, 50 Hz, 150 Hz) 100 V (short duration 1 s: DC, 16 2/3 Hz, 50 Hz)

可靠性规格		
	电压暂降、短时中断	0 % during 0.5 cycle 0 % during 1 cycle
		40 % during 10 cycles
		70 % during 25 cycles
		0 % during 250 cycles

2.6 存储和运输

2.6.1 存储

为使 LKS 硬件在存储过程中保持其性能，应在不开箱的情况下，贮存在仓库中，设备严禁露天放置。最佳的存储环境的要求如下：

1. 存储温度：-40℃~70℃。
2. 相对湿度：5%~95%，无凝结。
3. 存储海拔高度：不高于 3000m（不低于 70kPa 气压）。
4. 仓库内不允许存放各种易燃、易爆、有腐蚀性的气体、物品。
5. 仓库内不允许有强烈的机械震动、冲击和强磁场作用。
6. 包装箱垫离地面不小于 100 mm，距离墙壁、热源、冷源、窗口或空气流通口至少 500 mm。

2.6.2 运输

LKS 硬件产品的运输应严格按照以下规定执行：

1. 运输途中要做好防护措施，包装箱不应受到雨、雪或液体物质的淋袭和机械损伤。
2. 装有模块的箱子符合关于振动、碰撞、冲击的一般性规定。
3. 搬运包装箱时，严禁剧烈震动、碰撞、跌落。
4. 产品的重量：详见表 6。

表 6 LK 硬件模块重量列表

型号	模块名称	重量
LK117	11 槽 LK 系列 PLC 扩展背板模块	1740 g
LK118	5 槽 LK 系列 PLC 扩展背板模块	880 g
LK130	4 槽本地背板模块	940 g
LK220S	安全型主控模块	390 g
LK921S	安全型 24V 电源适配模块	380 g
QS10.241	开关电源	900 g
LK232S	安全型总线重复器模块	170 g
LK240S	安全型冗余通讯模块	370 g

型号	模块名称	重量
LK249S	安全型主站通信模块	370 g
LK610S	安全型 8 通道数字量输入模块	200 g
LK411S	安全型 8 通道模拟量输入模块	190 g
LK630S	安全型 8 通道数字量（带 SOE 功能）输入模块	200 g
LK710S	安全型 8 通道数字量输出模块	200 g
LKA103	电容供电盒模块	20 g
LKA104	Profibus-DP 总线连接器模块	30 g
LKA105	光纤跳线	140 g

第3章 安装与接线

3.1 规划布局与安装

经过上一章节的电源容量规划、网络规划、节点容量规划，综合考虑各方面因素，确定了主控模块、I/O 模块和背板数目和配置后，就可以考虑模块在背板上的布局 and 安装了。

3.1.1 空间布局

放置 LKS 背板时，要考虑留出足够的空间散热和便于工程人员顺利实施接线、布线和安装等操作。

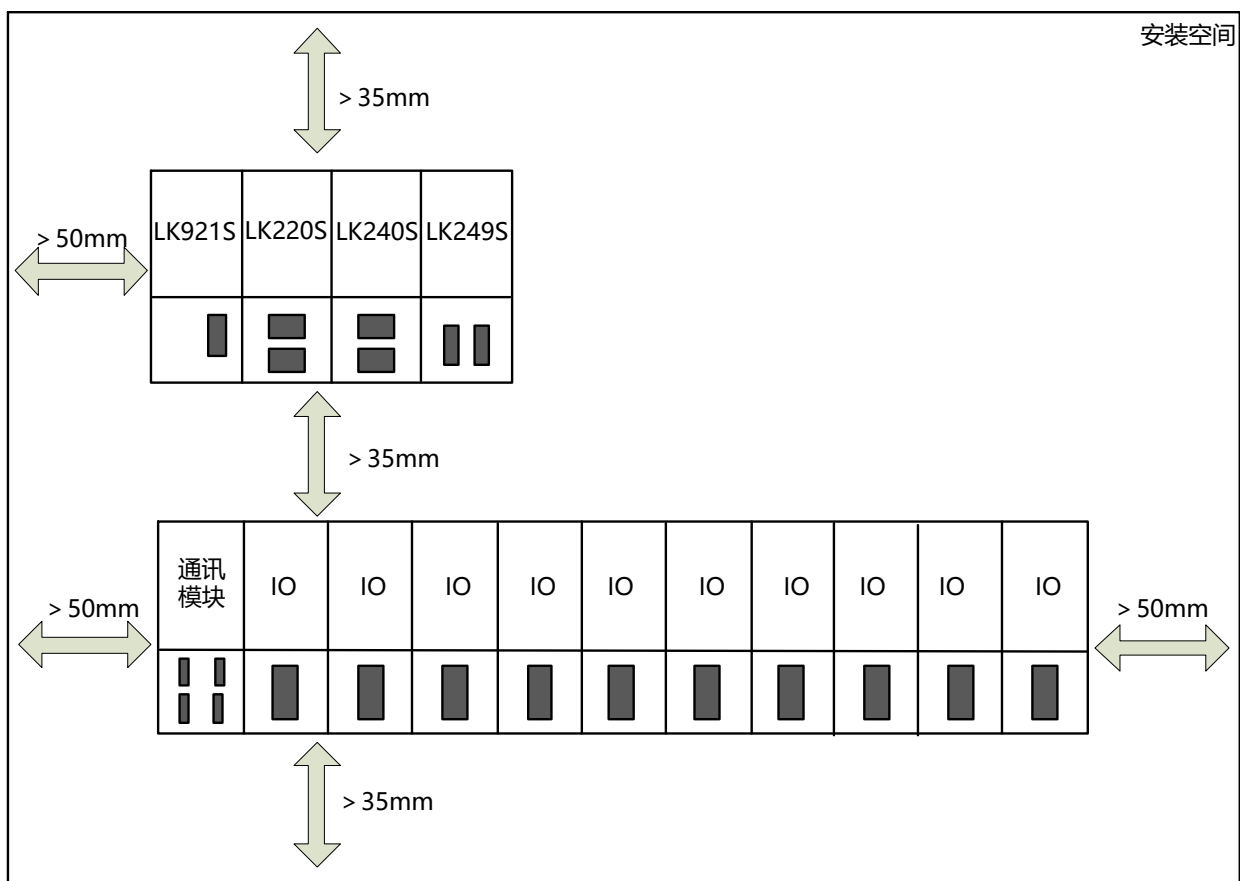


图 4 LKS 背板安装的空间布局要求

3.1.2 背板的安装

3.1.2.1 本地背板的安装

LK130 本地背板为平面安装，上下两端各有一对安装孔，用 M5 螺丝钉固定在安装平面上。安装平面要求光洁、平整，开孔尺寸（单位 mm）如图 5 所示。

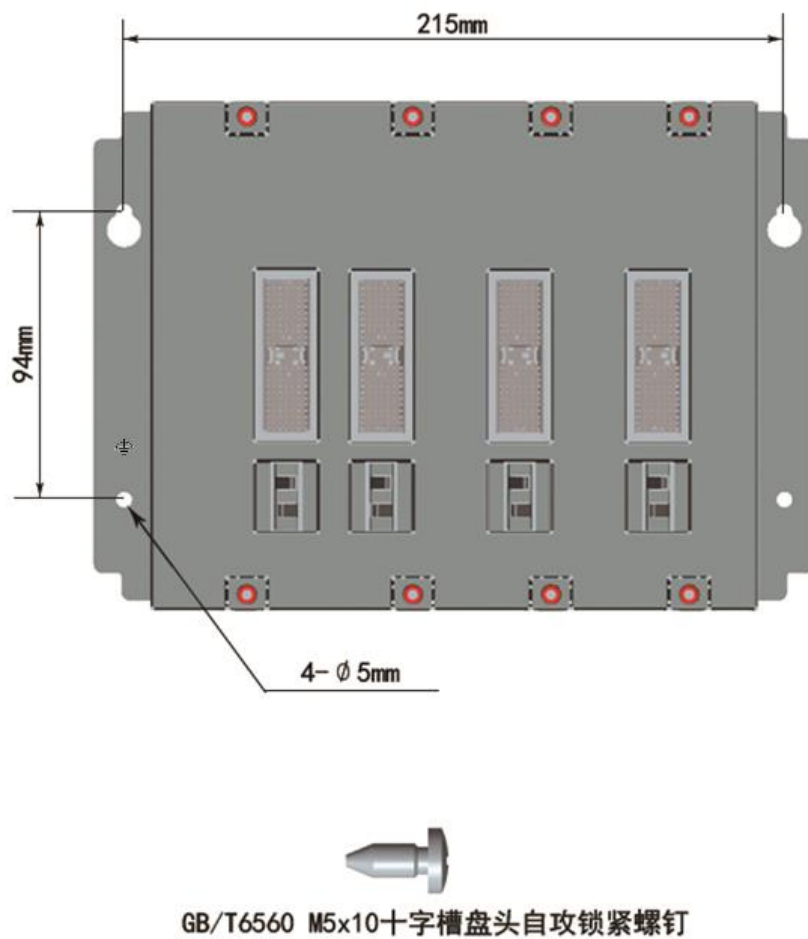


图 5 本地背板上的开孔尺寸

LK130 背板采用螺钉固定，首先根据开孔尺寸，在安装平面上打好 4 个安装孔，孔径 $5\pm 0.5\text{ mm}$ ，具体安装步骤如下：

第1步 选用 M5 十字槽盘头螺钉，拧入安装孔约 $2/3$ 螺纹，使螺钉和安装面之间留下一定空隙。

第2步 将本地背板安装孔对准螺钉套入，轻轻向下推，使安装孔和螺钉套紧后，将螺钉拧紧。

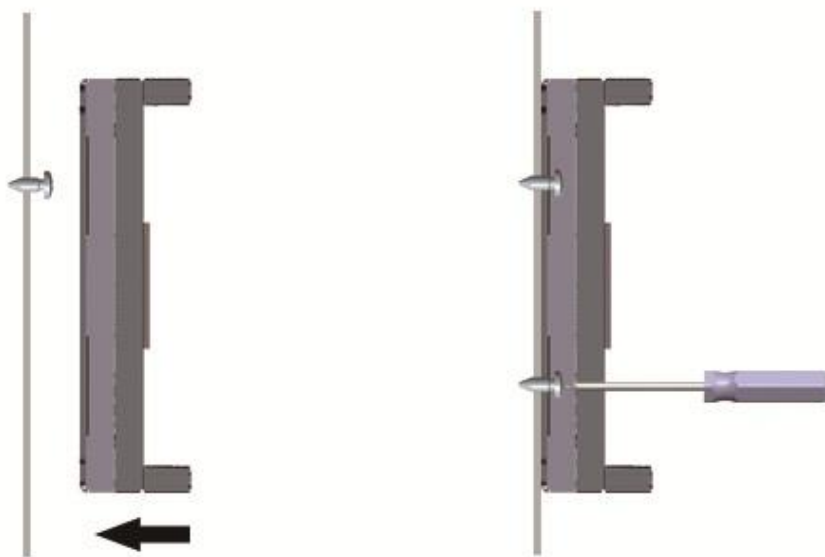


图 6 本地背板的安装示意图

由于所有电气设备在过高环境温度环境下连续工作，均会缩短设备的使用寿命，因此必须认真考虑电气设备的散热问题。

LKS 安全控制系统采用自然对流散热方式，所以对背板的安装方式及安放空间有一定的要求，确保 PLC 设备具有良好的通风散热效果。

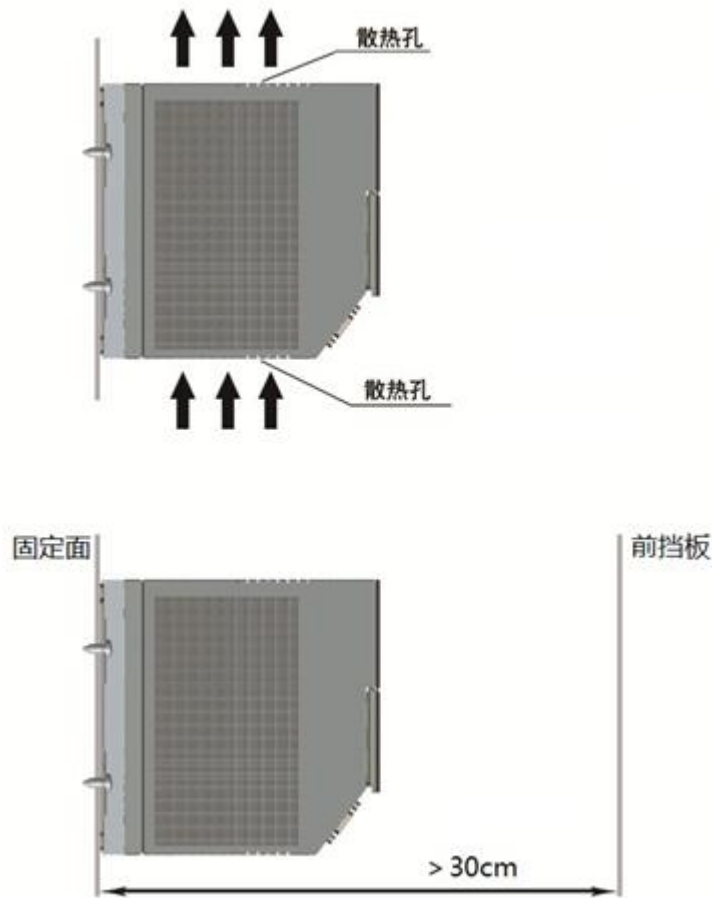


图 7 LKS 背板正确的安装方式

3.1.2.2 扩展背板的安装

LKS 扩展背板为平面安装，两端各有一对安装孔，用 M4 螺钉固定在安装平面上。安装平面要求光洁、平整，开孔尺寸（单位 mm）如图 8 所示。

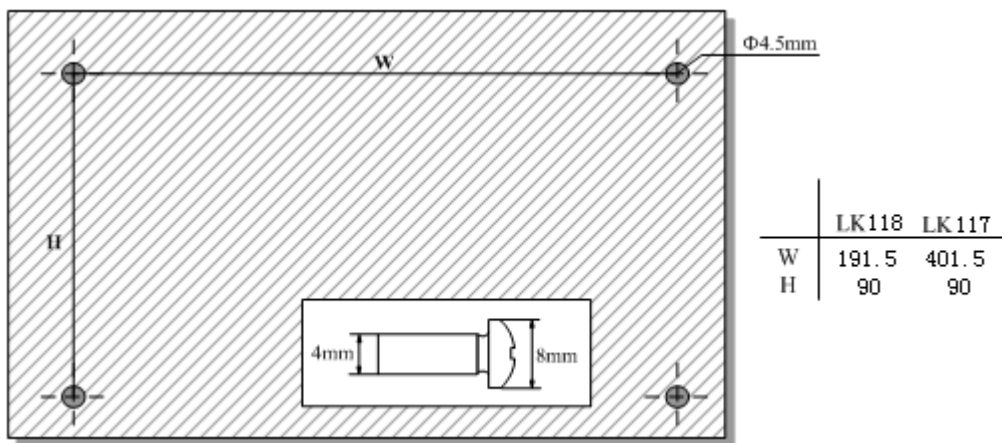


图 8 扩展背板上的开孔尺寸

LKS 扩展背板采用螺钉固定，首先要根据开孔尺寸，在安装平面上打好 4 个安装孔，孔径 4.5 ± 0.5 mm，具体安装步骤如下：

第1步 选用 M4 十字槽盘头螺钉，拧入安装孔约 2/3 螺纹，使螺钉和安装面之间留下一定空隙。

第2步 将扩展背板安装孔对准螺钉套入，轻轻向下推，使安装孔和螺钉套紧后，将螺钉拧紧。

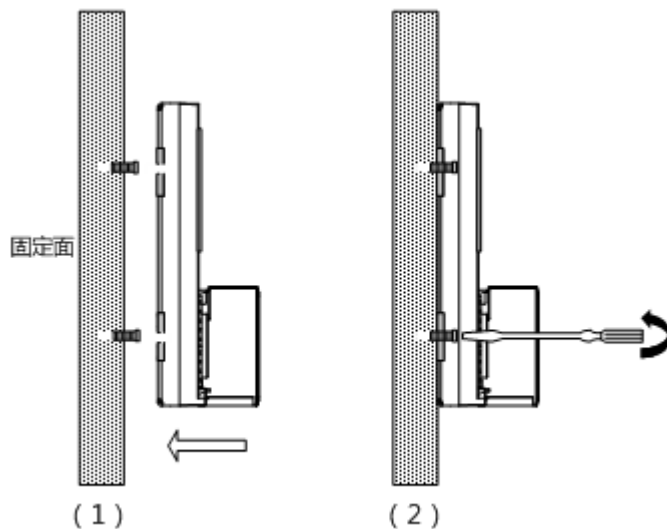


图 9 LKS 扩展背板的安装示意图

3.1.3 防混销

由于 LKS 的 I/O 线由扩展背板引出，而不是从模块本体上引出，所以必须设置防混编码销，防止模块插错槽位时损坏模块。

LKS 的防混销位于模块和扩展背板上。防混销有两位组成，一位是字母 A~F，另一位是数字 0~5，可以提供 36 个编码位置（A0~F5）。

只有 IO 模块和部分通信模块有防混销码，具体的模块和防混销码位置参见表 1。

模块上的防混销为阴模，每类电气兼容的模块唯一分配一个编码，出厂时固定，不可更改；扩展背板上的防混销为阳模，可以旋转，以配合所插入的模块。

以 LK411S 为例，模块的防混销编码为 A1。在安装模块时，需要将背板上的对应槽位的防混销旋转到 A1，与模块的防混销位置对应，才可插入 LK411S 模块，如图 10 所示。

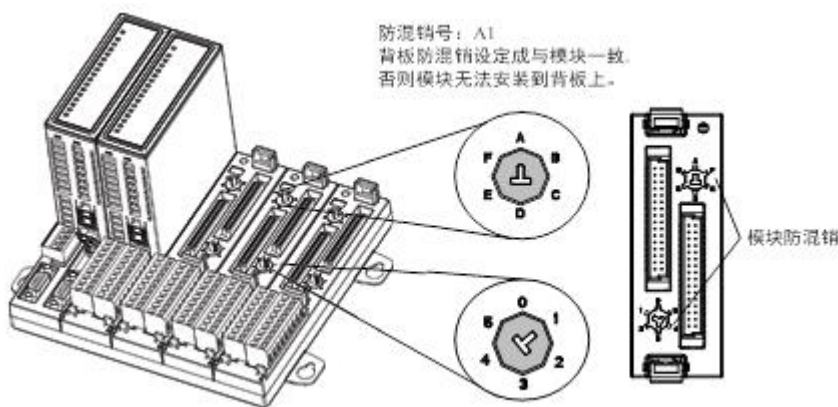


图 10 LKS 模块防混销的设置

3.1.4 模块的安装与拆卸

3.1.4.1 系统模块的安装与拆卸

LK130 背板上的 24V 电源适配模块 LK921S、主控模块 LK220S、DP 主站通信模块 LK249S、冗余通讯模块 LK240S 的安装步骤如图 11 所示。

模块上的导入孔与插槽上下两端的导入柱对齐后，水平插入模块，至完全插入槽位底部。

用十字螺丝刀将上下两端的固定螺丝拧紧即可。



图 11 LKS 模块的安装

■ 安装注意事项：

- 带电安装 LK240S 时，先将同步光纤插好，再将模块插入背板进行安装。
- 安装 LK240S 和 LK249S 时，请确保模块在 A、B 系背板上的位置一致。

拆卸时，松开模块上下两端的螺丝钉，水平将模块拔出，如图 12 所示。



图 12 LKS 模块的拆卸

3.1.4.2 IO 模块的安装与拆卸

IO 模块安装在扩展背板上，正确设定扩展背板上的防混销后，方可进行模块的安装，按图 13 所示的方法插入模块即可。模块安装调试完毕后，在正式投运前还可以用 M3×20 螺钉将每一个模块固定在背板上，每个模块需要一个螺钉，位置在模块顶端。注意拧螺钉时力矩不能过大(3~4kgf-cm)，以免损坏模块。

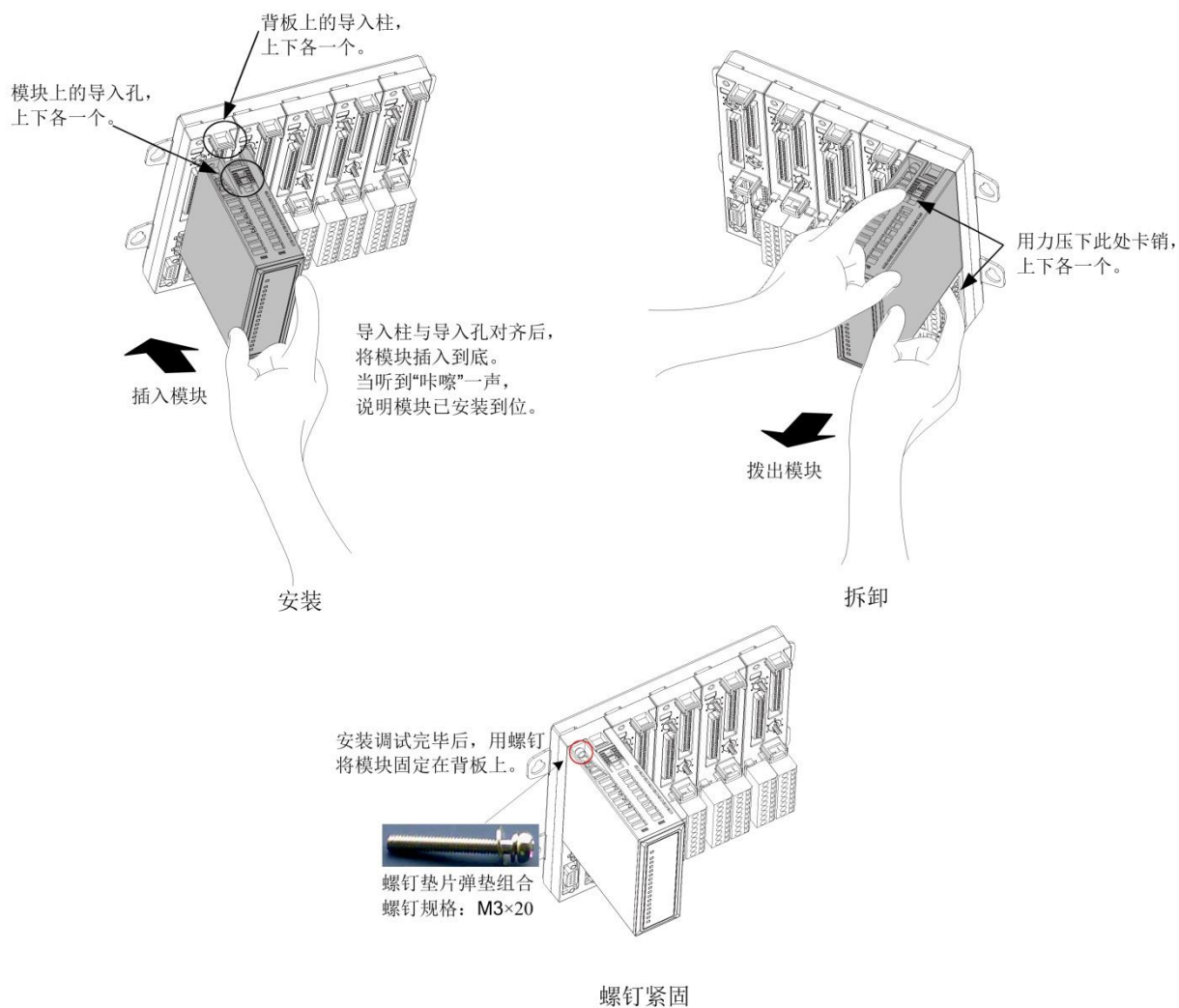


图 13 LKS 系列 IO 模块的安装与拆卸

3.1.5 QS10.241 电源的安装

1. 安装尺寸

电源模块采用 35 mm DIN 导轨, 符合 EN 60715 或 EN 50022 标准, 高度为 7.5 或 15mm。

必须将 DIN 导轨高度增加到单位深度 (117mm), 以计算所需的总安装深度, 安装槽在背面, 安装尺寸如图 14 和图 15 所示。

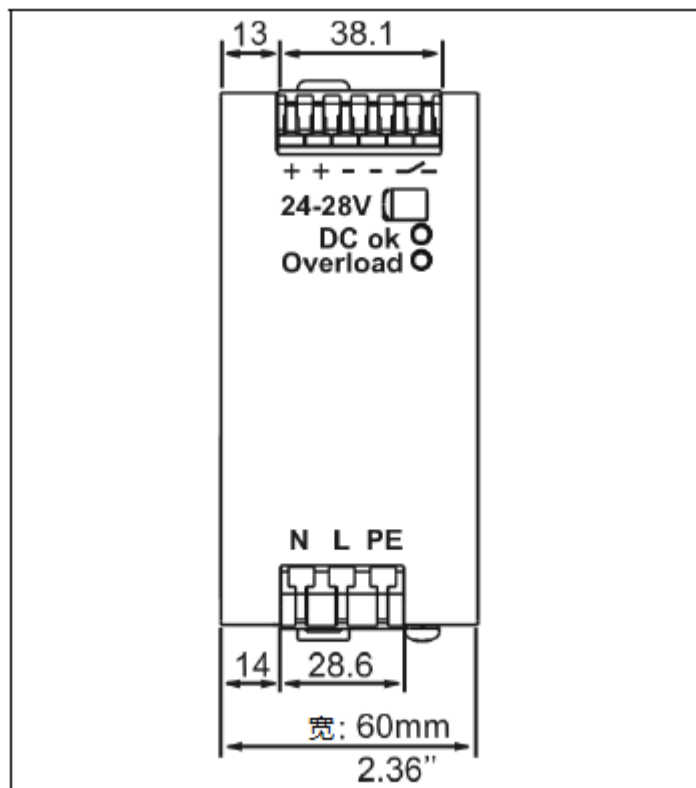


图 14 前视图

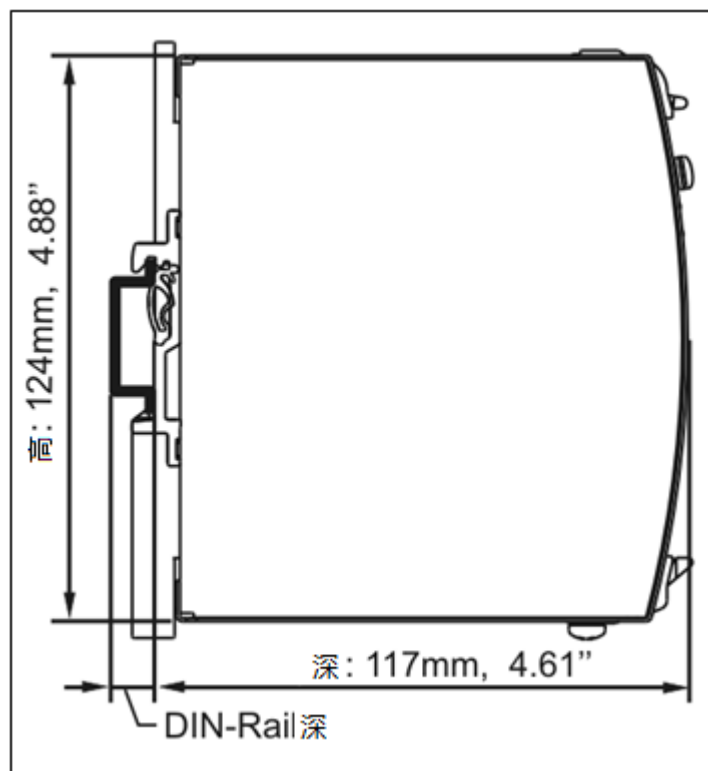


图 15 侧视图

2. 安装方式

■ 壁挂式

您可以使用支架将电源安装到平面上，而不使用 DIN 导轨。

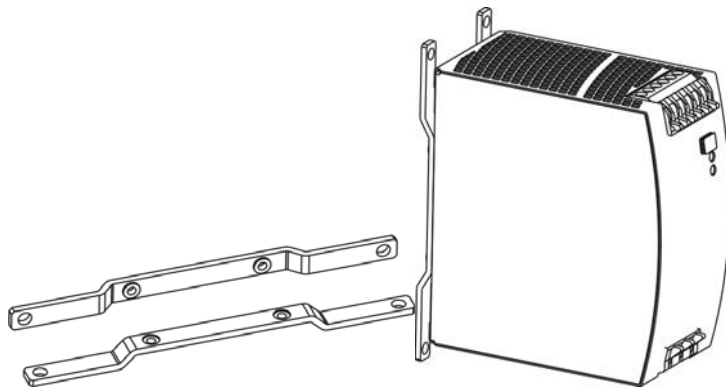
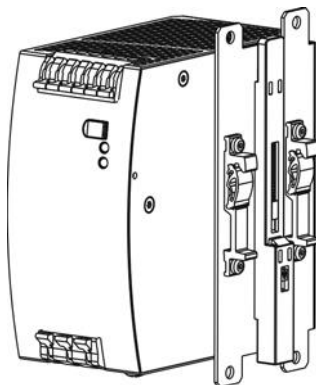


图 16 壁挂式安装支架

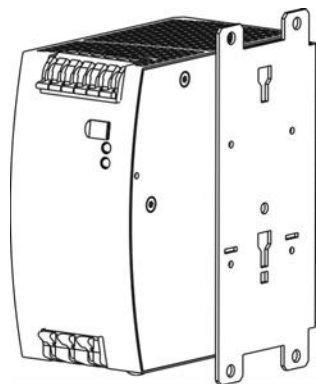
■ 侧安装方式

您可以使用下面的支架将模块侧向安装，可以使用也可以不使用 DIN 导轨。必须拆下两个铝支架和模块的黑色塑料滑块，以便可以安装钢支架。

对于侧面 DIN 导轨安装，拆下的铝支架和黑色塑料滑块需要安装在钢支架上。



(a)



(b)

图 17 无 DIN 导轨支架的侧面安装方式

■ 安装要求

- 模块必须有专业人员进行安装和投入使用。
- 模块不包含可维修的零件。内部保险丝跳闸是由内部缺陷引起。
- 如果在安装或操作期间发生损坏或故障，请立即关闭电源，将设备送到工厂进行检查。
- 模块安装在 DIN 导轨上，使输出端子位于顶部，输入端子位于设备底部。
- 模块设计采用对流冷却，不需要外部风扇。不能阻塞气流，并且不能覆盖通风格栅（例如电缆管道）超过 30%！
- 保持以下安装间隙：当设备在额定功率的 50% 以上持续工作时，建议上面 40mm，底部 20mm，左侧和右侧 5mm 处。如果相邻设备是热源（例如，另一电源），则将该间隙增加到 15mm。
- 建议 AC/DC 电源前配置断路器，规格(一般建议在 1~20A)根据系统功耗计算，并安装在靠近设备的位置。

■ 线缆要求

线径 0.5-6mm² (20-10AWG)，有绝缘要求的线缆型号如：H05 RR-F、H05 RN-F、H05 VV-F、H05 V2V2-F、H05 VVH2-F2。长度小于 2m 时，线径至少是 0.5mm²，长度大于 2m 时，线径至少是 0.75mm²。



避免引起电击，火灾，人身伤害或死亡的危险的操作。

- 电源使用时必须确保正确接地（保护接地）。使用接线端子上的接地端子进行接地连接，不能通过外壳螺钉接地。
- 模块上电工作前，请先关闭电源，防止意外通电损坏设备。
- 遵循所有地方和国家代码，确保接线正确。
- 不要修改或修理设备。
- 请勿在内部存在高压的情况下打开设备。
- 请防止异物进入外壳。
- 不要在潮湿的地方或有湿气或冷凝的地方使用。
- 在上电时和下电后不要触摸，热表面可能导致灼伤。

3.1.6 LKA104 的安装

LKA104 连接器安装在扩展背板和 LK249S 模块上。

DP 电缆接线完成后，将 LKA104 连接器插入到安装位置，安装步骤如下：

第1步将 DB9 插头插入背板或 LK249S 模块上对应的 DB9 孔座中；

第2步用小号螺丝刀拧紧 DB9 插头的固定螺钉。

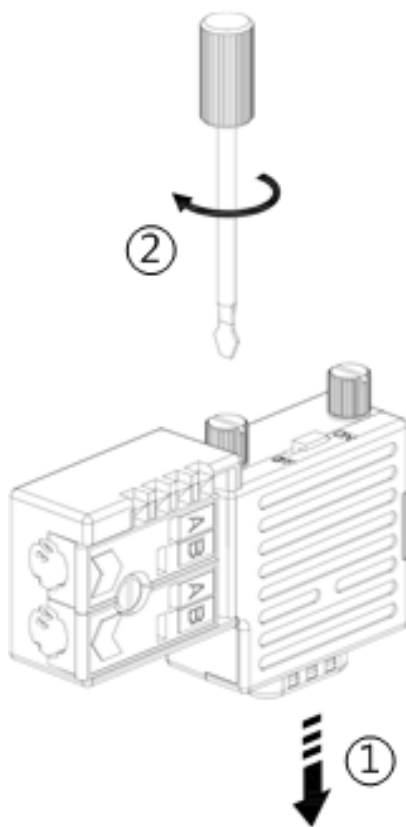


图 18 LKA104 的安装示意图

3.1.7 供电盒的安装

在 LK220S 模块的前面板上有电池插槽，可用来安装 LKA103 电容供电盒，安装步骤如下：

第1步从模块前端握住上下边缘，水平插入电池插槽中。

第2步将电池推入电池仓底，卡扣卡紧后安装到位。



图 19 供电盒的安装

3.2 系统接线

3.2.1 电源接线

LK921S 24V 电源适配模块共有 2 组输入接线端子，每组端子有 3 位，分别连接外部电源的 24V+、24V-，和系统接地线。系统的电源接线如图 20 所示。

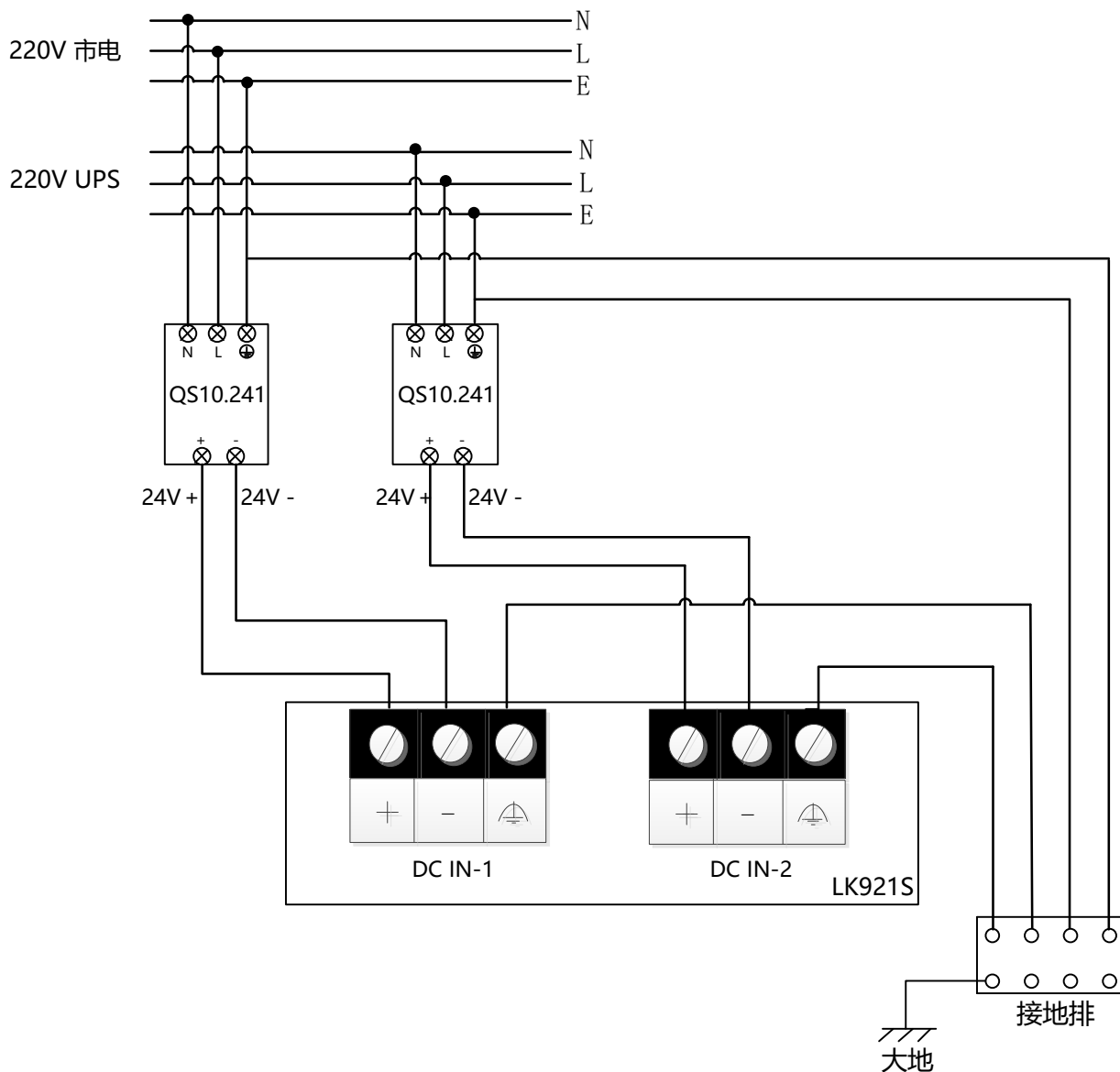


图 20 系统电源的接线

注：符号 ⏏ 是系统的功能地，以释放电磁干扰。

3.2.2 冗余通讯接线

将一组 LKA105 光纤的 LC 接头分别插入主从机架中 LK240S 模块的 FIBER X1 口，另一组同步光纤插入 FIBER X2 口。如图 21 所示。

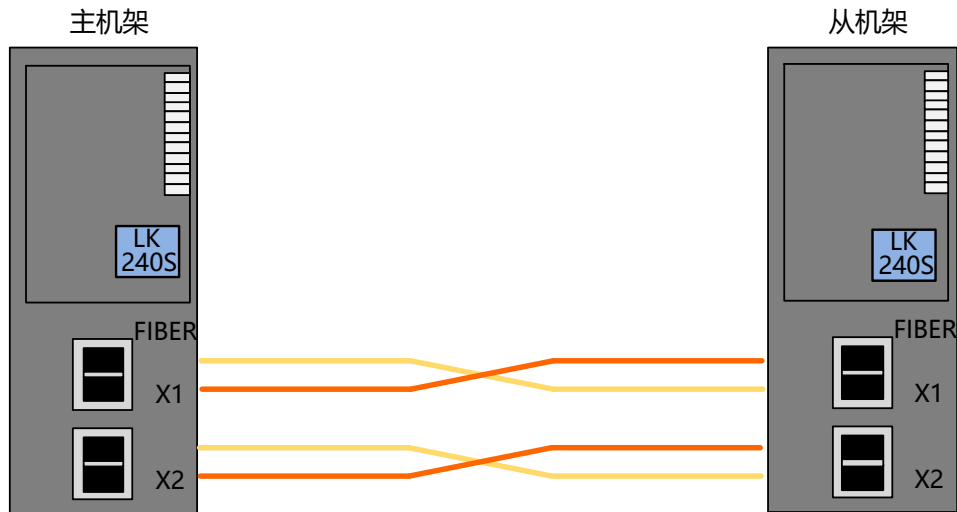


图 21 安全型冗余通讯模块的接线

3.2.3 PROIsafe 网络接线

3.2.3.1 电缆要求

LKS 硬件的网络传输技术采用 RS485 双绞线电缆或者光纤。从工程应用的角度（施工难易度、可维护性、经济性等）和产品现场应用实际情况的角度考虑，传输介质通常采用屏蔽双绞线（类型 A）。

RS485 双绞线电缆传输介质可以选择类型 A（STP）和类型 B（UTP）两种导线，A 为屏蔽双绞线，B 为普通双绞线，如表 7 所示。总线电缆的特征阻抗应在 $100\ \Omega \sim 165\ \Omega$ 之间，电缆电容应该小于 $60\ \text{pF/m}$ ，导线的横截面积大于或等于 $0.22\ \text{mm}^2$ 。

表 7 电缆技术规范

电缆参数	类型 A	类型 B
阻抗	$135 \sim 165\ \Omega$	$100 \sim 130\ \Omega$
电容	$< 30\ \text{pF/m}$	$< 60\ \text{pF/m}$
电阻	$< 110\ \Omega/\text{km}$	未规定
导体横截面积	$\geq 0.34\ \text{mm}^2$ (22AWG)	$\geq 0.22\ \text{mm}^2$ (24 AWG)

铺设电缆时，注意下列规则：

- 请勿扭拧电缆。
- 请勿拉伸电缆。
- 请勿打盘电缆。
- 安装室内电缆时，要遵守表 8 所列的基本限制（d=电缆外径）。

表 8 电缆安装的基本限制

特性	限制
单个弯曲的弯曲半径	$\geq 80\ \text{mm}$ ($10 \times d$)

特性	限制
重复弯曲的弯曲半径	$\geq 160\text{ mm}$ ($20 \times d$)
允许的安装温度范围	$0^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$
允许的工作温度范围	$0^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$

3.2.3.2 电缆的总长度

电缆的总长度（最大可传输距离）取决于传输速度。不同的介质、不同的波特率，信号可传输的距离不同，参见表 9。长距离通讯，可通过 LK232S PROFIsafe 总线重复器延长信号传输距离。线性总线拓扑，任意 2 个节点间最多 3 个重复器，将总线分成四段。

总线重复器除了可以增加网络长度，还可以实现不同网段间的电气隔离，比如连接具有不同地电位的设备时需要隔离。



- 电缆的总长度指从总线网段的第一个节点到最后一个节点的距离。

表 9 双绞线电缆不同传输速率下的最大电缆长度（不加重复器）

参数	单位	值				
数据速率	kbps	187.5	500	1500	3000	6000
电缆类型 A	m	1000	400	200	100	100
电缆类型 B	m	600	200	70	不推荐	不推荐

3.2.3.3 终端匹配电阻设置

PROFIsafe 网络的两端必须设置终端匹配电阻，设置原则如下：

- 每一段 PROFIsafe 网络的首末端均需设置终端匹配电阻。
- PROFIsafe 网段每一端的终端匹配电阻只能设置一处，不可重复设置。



终端匹配电阻设置注意事项：

- 了解每一网段的首末端，以便准确的设置终端匹配电阻。

始端匹配电阻由 LKA104 提供，拨码开关拨到 ON，末端匹配电阻由最后一级扩展背板上 LK232S 提供，设置 J4 为 ON。扩展背板侧 PROFIsafe 的始末端匹配电阻由 LK232S 提供，设置 J5、J6 为 ON，如图 22 所示。

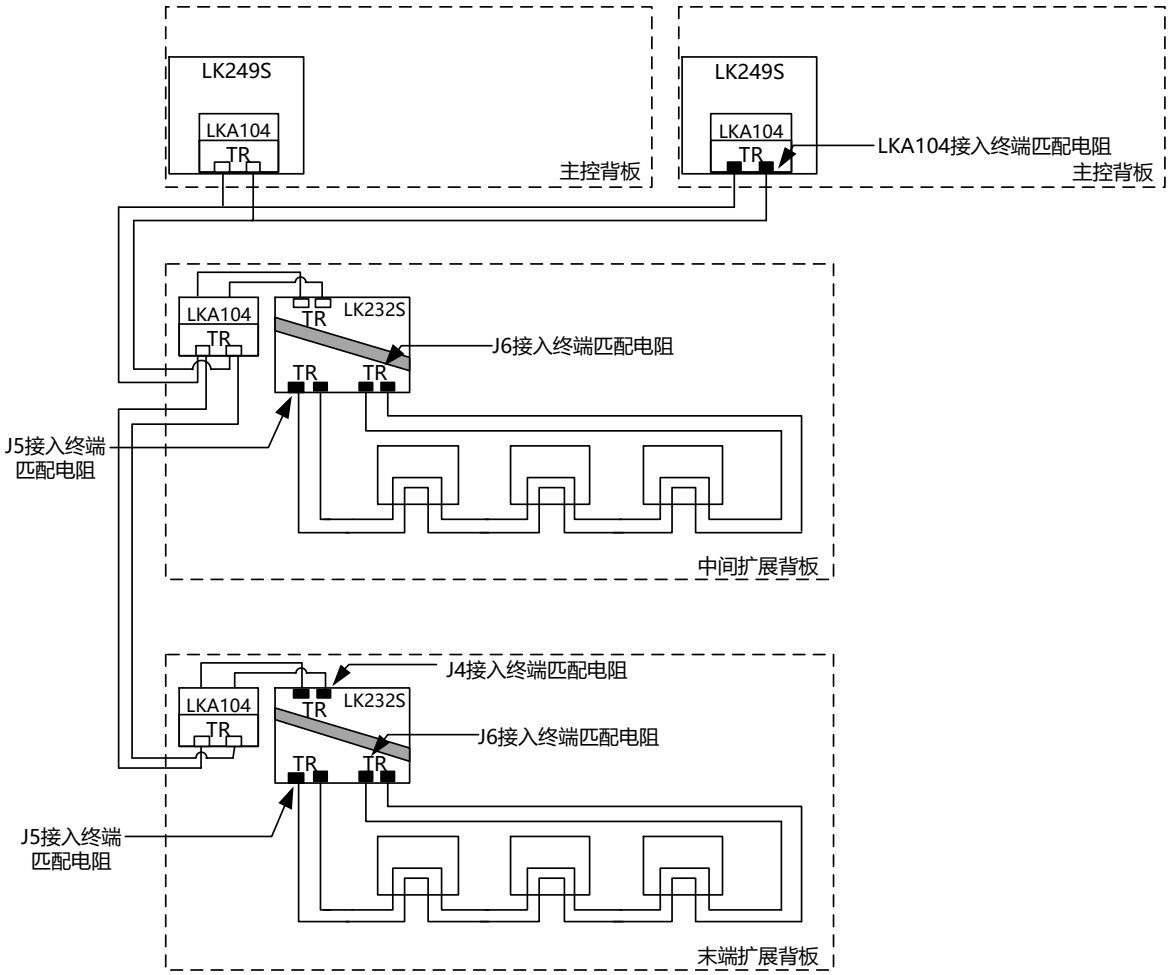


图 22 终端匹配电阻设置示意图

3.2.3.4 LKA104 接线

总线连接器的电缆加工要求如图 23 所示，电缆外径要求不大于 8 mm，否则无法放入连接器的线缆口。

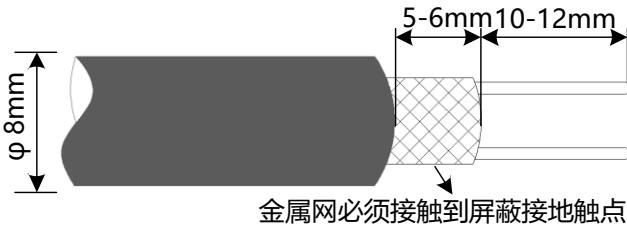


图 23 DP 电缆的加工要求

总线电缆的接线步骤：

- (1) 拧下接线支架固定螺钉，向上抬起接线支架。
- (2) 按照电缆加工标准，留出适宜长度的屏蔽层和线芯。
- (3) 将红色芯缆插入接线支架的 B 线孔，绿色芯缆插入 A 线孔。

- (4) 屏蔽层与接地触点之间可靠连接、固定电缆外皮。
- (5) 向下按下接线支架，使接线支架与下盖金属边缘齐平。注意：下压时，先压紧进线侧接线支架，后压出线侧接线支架，否则，会损坏螺钉安装孔。
- (6) 拧紧支架固定螺钉。

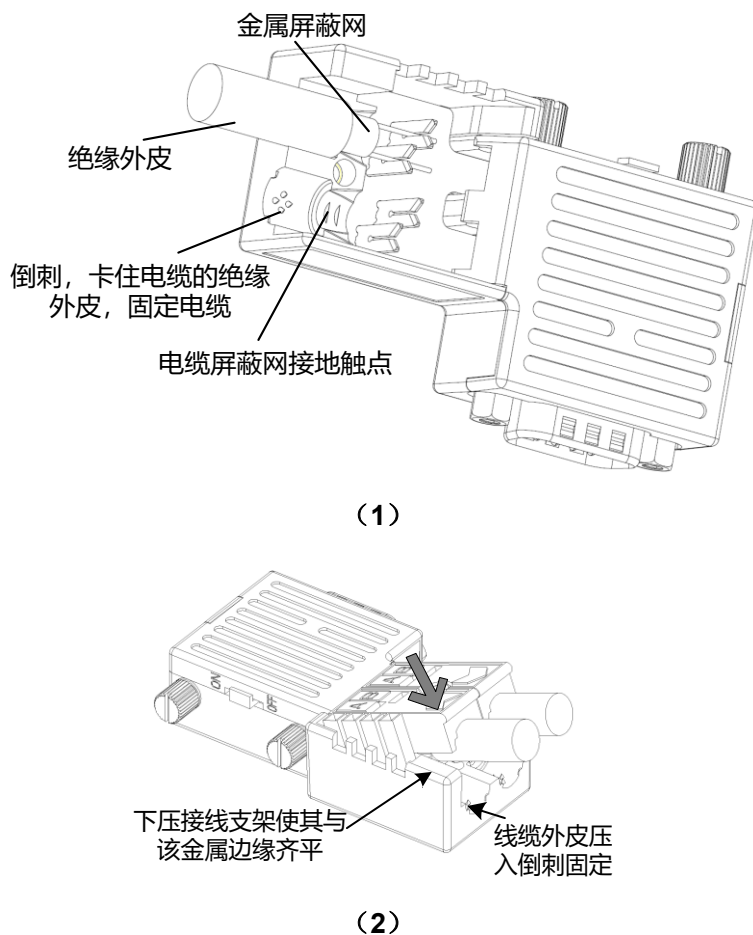


图 24 LKA104 接线示意图

3.2.4 I/O 接线

现场 I/O 信号分为 AI、DI 和 DO 信号。在安全系统中，信号线需采用屏蔽线，屏蔽层必须带金属编织网，并保证屏蔽层可靠接地。

现场 I/O 信号电缆应敷设在带盖的专用电缆槽中，电缆槽道及盖板应保证良好接地。电缆屏蔽层宜选用铜带屏蔽或铝箔屏蔽。屏蔽接地的原则为一侧接地，LKS 安全控制系统推荐屏蔽电缆在控制器一侧（系统侧）接地。

3.2.4.1 I/O 电缆的加工

背板接线端子的孔径 5mm/0.197in，可以适应的线缆线径 AWG28~AWG12/0.08~3.33 mm²，剥线长度为 8~9 mm/0.33in。

首先根据 I/O 模块的接线说明确定现场设备信号与接线端子的对应关系，然后根据信号类型确定电缆类型、根据现场设备位置确定电缆的长度，最后按照加工要求制作信号电缆，如图 25 所示。

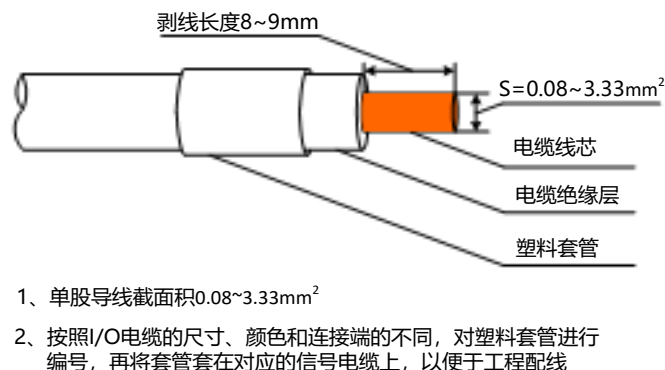


图 25 I/O 电缆的加工要求

3.2.4.2 I/O 接线

对于 LK117/LK118 背板，接线端子固定在背板上，位于模块安装位的正下方，采用双排 18 位新型压力卡接端子（弹簧端子），相比较传统的螺钉端子，接线更加方便。

接线步骤：

第1步用 LKS 专用螺丝刀垂直压入端子右侧的方形孔中，使端子左侧圆形孔中的弹片张开。

第2步将加工好的信号线缆插入圆形端子孔内，完全插入后拔出螺丝刀，弹片自动卡住线缆。

第3步检查线缆连接是否正确，注意不要留裸线在外边以免发生短路危险。

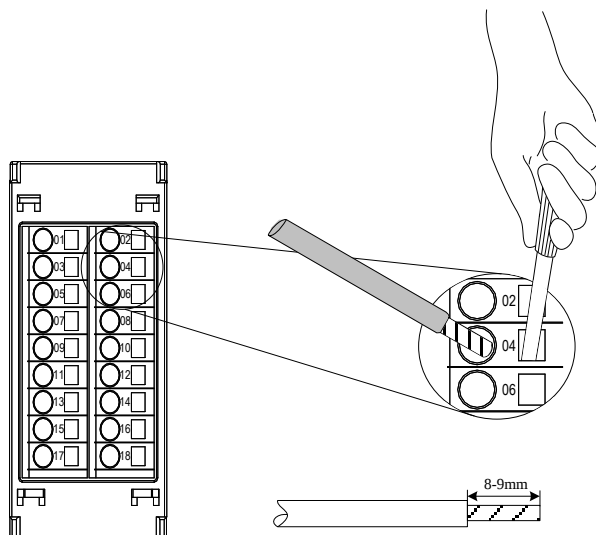


图 26 背板上 I/O 端子的接线方法

3.3 接地要求

一般情况下，接地系统主要有保护地和屏蔽地：

- 保护地：防止设备外壳的静电荷积累、避免造成人身伤害而采取的保护措施。
- 屏蔽地：把信号传输时所受到的干扰屏蔽掉，以提高信号质量。背板外壳要求接地，DP 线缆屏蔽层要求接地。

系统一定要单独接地，不可以将系统地线通过别的设备间接接地。接地线的线径要尽可能的大，最低不能小于 2.5 mm^2 (10 AWG)，接地电阻一般要求小于 4Ω 。

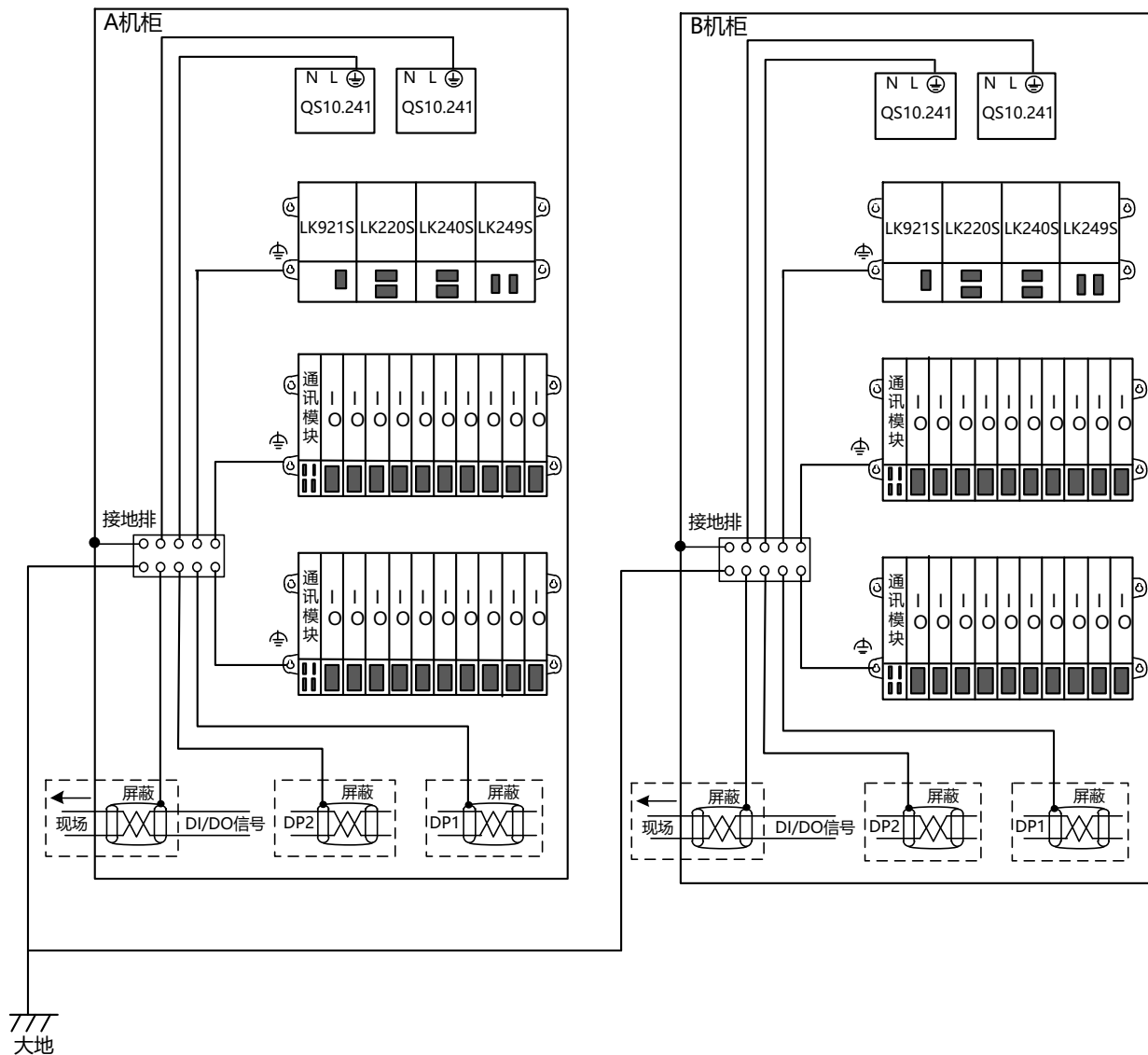


图 27 LKS 安全控制系统的接地

第4章 系统组态

在硬件安装、接线完成后，为了实现控制器的输入、输出和控制功能，需要根据实际工程的硬件结构，在编程软件中对 LKS 安全控制系统硬件进行相应的配置。包括配置 I/O 模块、参数设置、Modbus 通讯设置。

启动 Safety FA-AutoThink 编程软件，新建工程，对工程项目进行配置。这些项目包括任务配置、创建程序、硬件配置等，具体配置详见手册《Safety FA-AutoThink 用户手册》，这里只介绍硬件配置。

4.1 硬件组态

新建 LKS 工程时，缺省添加 LK220S 主控模块，并且默认为冗余配置。所有的硬件组态均在 LK220S 下完成。

4.2 组态 DP 协议

4.2.1 添加 DP 主站设备

通过 LK220S 右键菜单【添加设备】命令，添加 LK249S 安全型主站通信模块。

弹出“添加”对话框，如图 28 所示。选择 LK249S 进行添加。

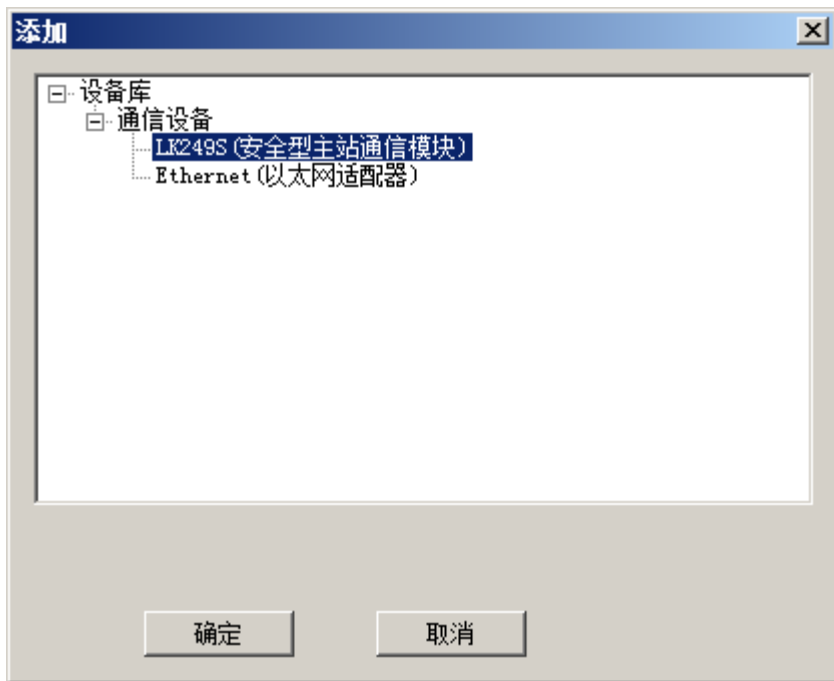


图 28 添加 LK249S 模块



- LK220S 控制器目前最多支持 1 个安全型 DP 主站通信模块和 1 个以太网适配器。

通过 LK249S 右键菜单，可以查看模块的设备信息、进行重命名、协议的添加和模块删除操作。

4.2.2 添加通讯协议

LK249S 可作为 PROFI-safe/Profibus-DP 通信主站，组态时，需要添加主站通信协议。在 LK249S 模块的右键菜单中选择【添加协议】命令，进行通讯协议的添加。

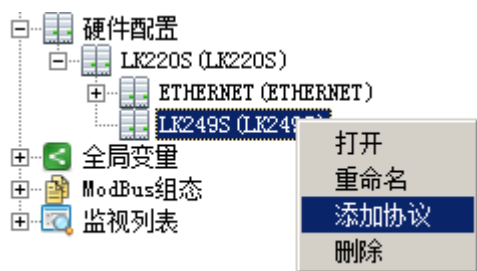


图 29 选择添加协议命令

弹出“添加”对话框，如图 30 所示。

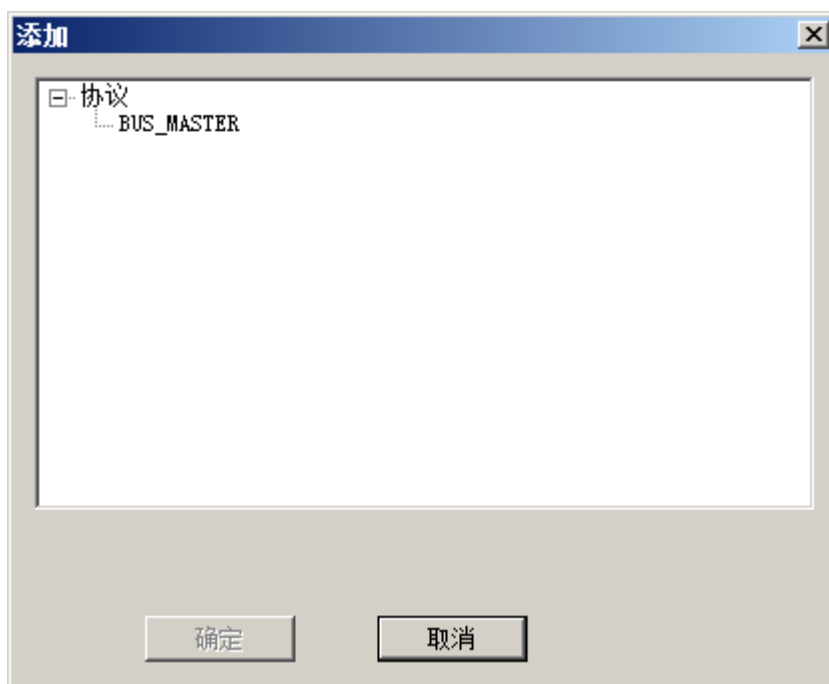


图 30 添加 BUS_MASTER 协议



- 一个 DP 主站通信设备下最多支持一个 BUS_MASTER 协议。

通过 BUS_MASTER 节点的右键菜单，可以查看模块的设备信息、重命名、添加设备以及模块删除操作。

双击 BUS_MASTER 节点，在右侧区域打开该模块的设备信息窗口。

BUS_MASTER (BUS_MASTER)	
设备信息	
项目	内容
协议名称	BUS_MASTER
端口	COM口
波特率	500.00
TSL (0~65535)	200
最小站延时 (0~65535)	11
最大站延时 (0~65535)	100
发送器失败/中继器切换时间 (0~255)	0
建立时间 (0~255)	1
目标循环时间	3416
GAP更新因数	10
重试最大次数 (0~255)	1
最小从站间隔 (0~65535)	50
主站对主站最大请求时间	500
全局总线状态在双口RAM中保存所需最小E	600
DP轮询周期	0
协议	Profibus-DP/PROFIsafe
从站地址范围	2~125
主/从站位置	Profibus-DP 主站/PROFIsafe主站

图 31 BUS_MASTER 信息窗口

在设备信息窗口中，显示通讯主站的参数信息。可以设置端口和波特率。端口选择为 COM 口。设置波特率时，选择不同的波特率，其它总线参数自动切换为最佳值。

4.2.3 添加 PROFIsafe/Profibus-DP 从站

安全型 DP 主站设备下可以添加 PROFIsafe 安全型从站设备也可以添加 Profibus-DP 非安全型从站设备。

4.2.3.1 导入设备描述文件

LK249S 支持第三方设备作为 DP 从站，组态第三方设备前，需要导入设备描述文件，在设备库中生成相应的设备供用户组态使用。

模块对应的设备描述文件均作为系统文件，用户不可任意修改或删除。

导入新的设备描述文件时，需要保证所导入文件的格式和内容正确无误。



- 菜单栏：单击【工程】—【导入设备描述文件...】。

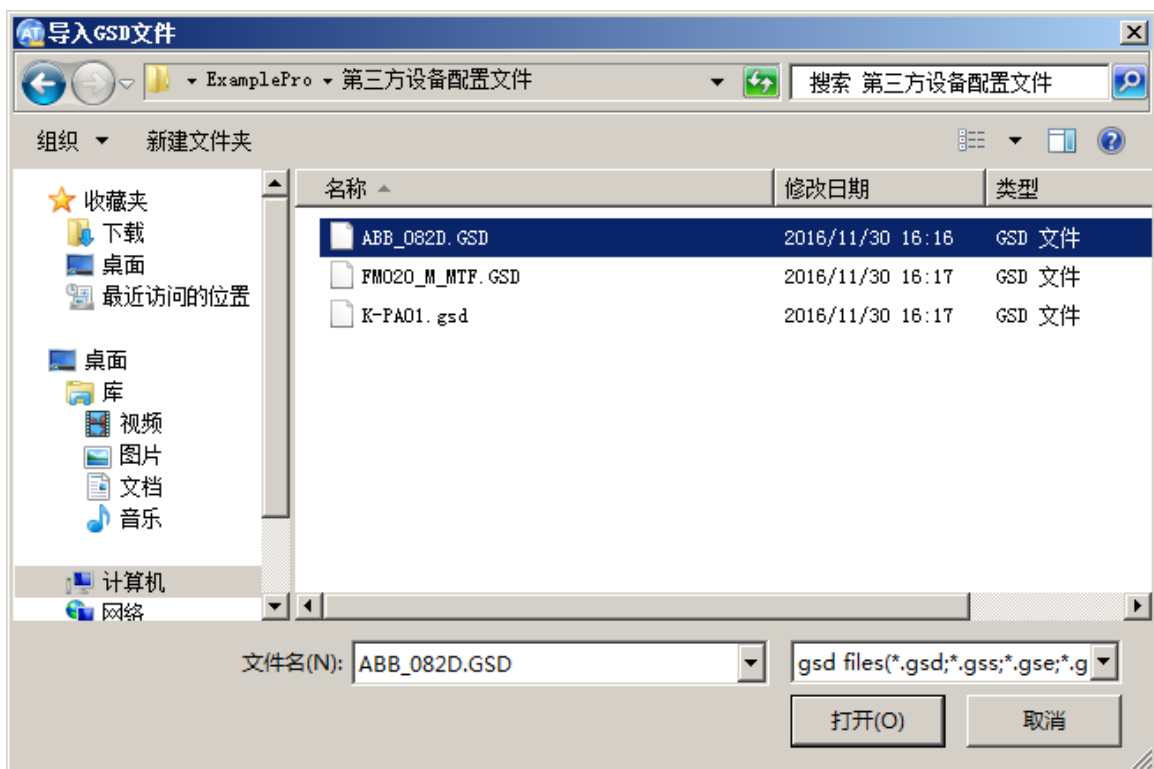


图 32 添加设备描述文件对话框

选择需要导入的 GSD 文件，单击**打开**，该设备被成功导入设备库。

4.2.3.2 添加 PROFIsafe/Profibus-DP 设备

通过【添加设备】命令，进行从站设备的添加，如图 33 所示。



图 33 选择添加设备命令

弹出“添加”对话框，如图 34 所示。Profibus-DP 协议为非安全协议，PROFIsafe 协议为安全协议，根据当前系统是否为安全系统来选择相应的协议模块。地址框中显示默认的从站地址，可进行修改。

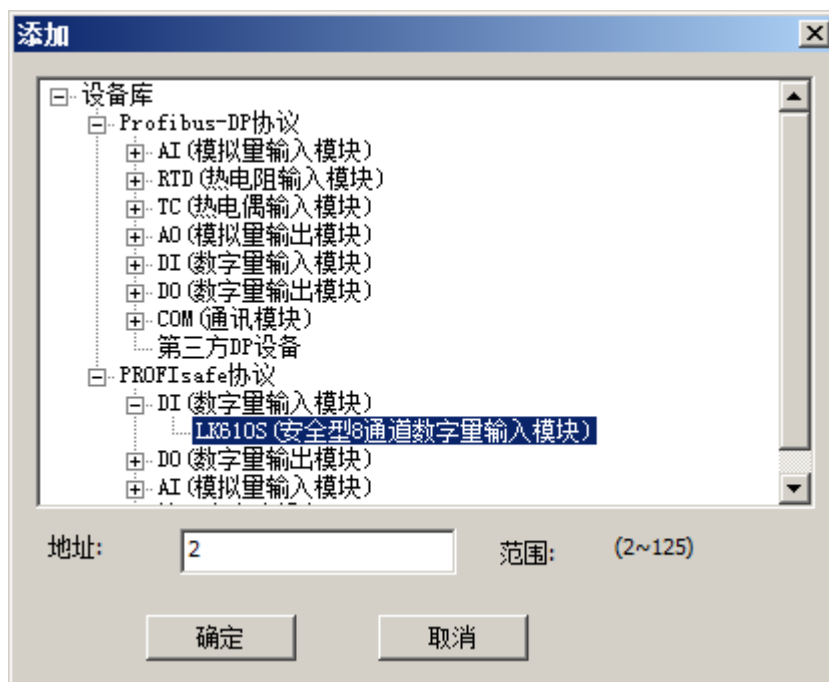


图 34 选择模块

从站命名组成：从站名称（从站地址：模块名称），对于同一模块重复添加时，会在从站名称的后面显示添加的序号。用户可通过右键菜单的【重命名】项修改从站名。

4.2.4 修改从站地址

在从站设备信息窗口中，双击设备地址项蓝色区域，打开地址设置对话框。如图 35 所示。

LKS10S (2: LKS10S)	
设备信息	
项目	内容
模块型号	LKS10S
GSD文件名	LKS10S.gsd
设备描述	安全型8通道数字量输入模块
设备地址	2 (双击配置)
是否组态冗余	否
输入起始地址	IB0
输出起始地址	未配置
设备属性	双击配置
通道数	8DI
最大功耗	50mA@24VDC
工作环境温度	0~60℃

(a)



(b)

图 35 修改从站地址

输入新地址，地址范围 2~125。输入的地址不合法或地址重复时，**确定**按钮不可用。

4.2.5 从站参数配置

双击设备属性项（图 35(a)中蓝色区域），打开“模块属性”对话框，如图 36 所示。

该对话框包含【输入/输出选择】和【用户参数】标签页。

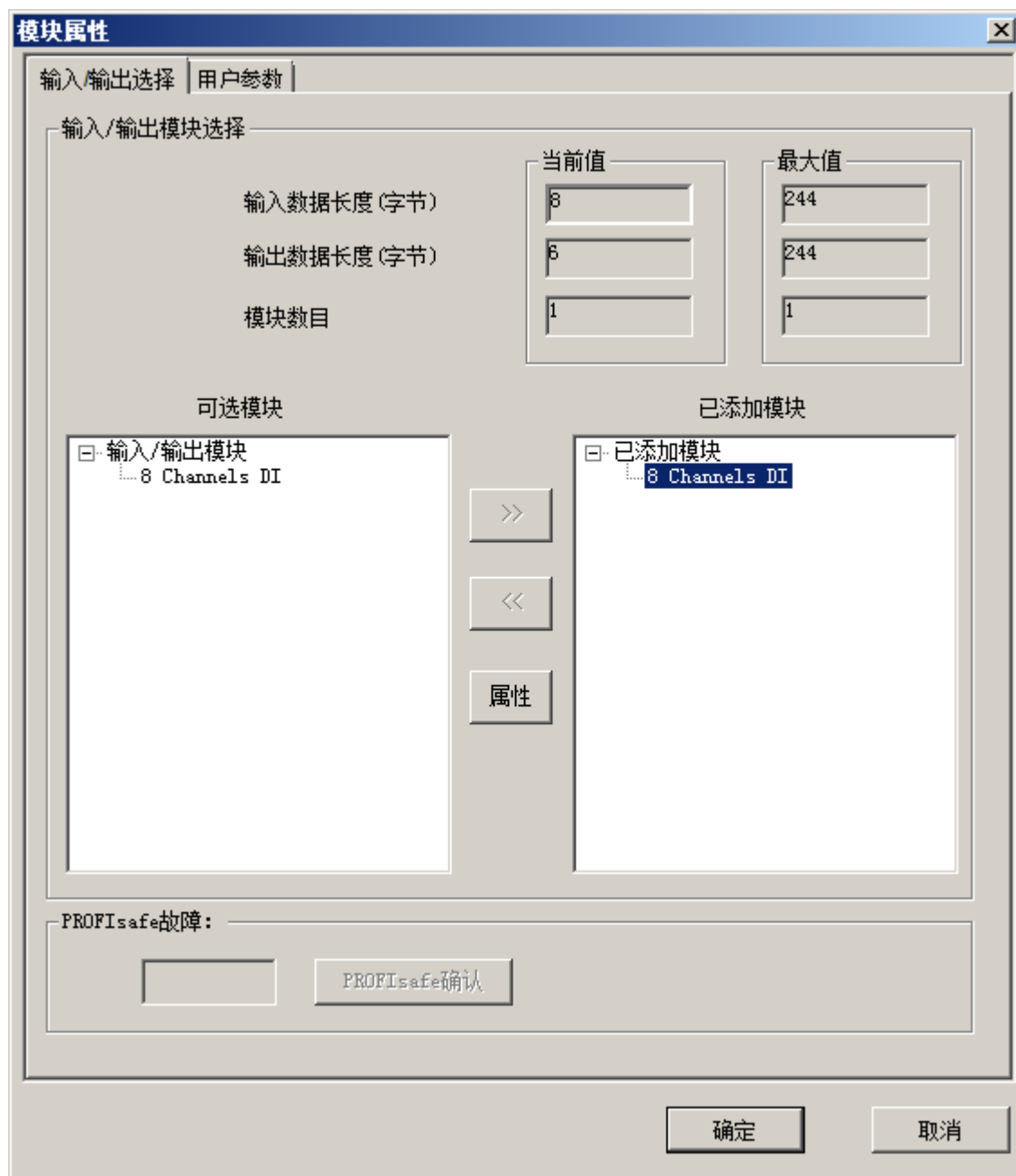


图 36 输入/输出选择标签页

4.2.5.1 子模块属性设置

通过属性查看和配置【已添加模块】中的子模块属性。



图 37 子模块属性窗口

4.2.5.2 用户参数设置

【用户参数】标签页显示用户参数信息，用户可对参数进行配置。



图 38 用户参数设置

- CHn State: 通道使能状态显示，通过勾选**通道使能**项进行设置。

8 Channels DI							
通道号	通道名称	通道类型	通道地址	通道说明	通道使能	安全值模式	安全值
1	DPIO_2_1_2_1	BOOL	%IX0.0		☒	保持	
2	DPIO_2_1_2_2	BOOL	%IX0.1		☒	保持	
3	DPIO_2_1_2_3	BOOL	%IX0.2		☒	保持	
4	DPIO_2_1_2_4	BOOL	%IX0.3		☒	保持	
5	DPIO_2_1_2_5	BOOL	%IX0.4		☒	保持	
6	DPIO_2_1_2_6	BOOL	%IX0.5		☒	保持	
7	DPIO_2_1_2_7	BOOL	%IX0.6		☒	保持	
8	DPIO_2_1_2_8	BOOL	%IX0.7		☒	保持	

图 39 通道使能设置

- CHn Filter Time: 通道滤波时间，None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选。
- Reserved User Parameters n: 预留参数。

4.3 组态 Modbus TCP 协议

4.3.1 Modbus TCP 主站协议

当控制器作 Modbus TCP 主站时，需要进行以下组态。

4.3.1.1 添加主站协议

在【ETHERNET】节点的右键菜单中选择【添加协议】命令，弹出“添加”对话框。选择MODBUSTCP_MASTER 主站协议进行添加。

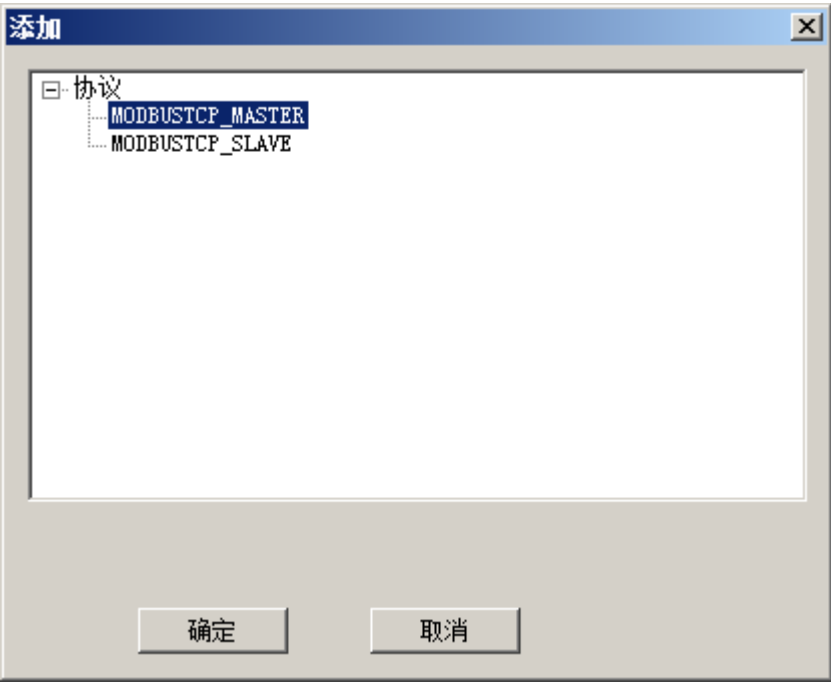


图 40 Modbus TCP 主站协议



- Modbus TCP 主站协议为非安全协议，仅在非安全属性工程中可用。

4.3.1.2 配置 Modbus TCP 主站参数

双击 MODBUSTCP_MASTER 节点打开主站配置窗口。

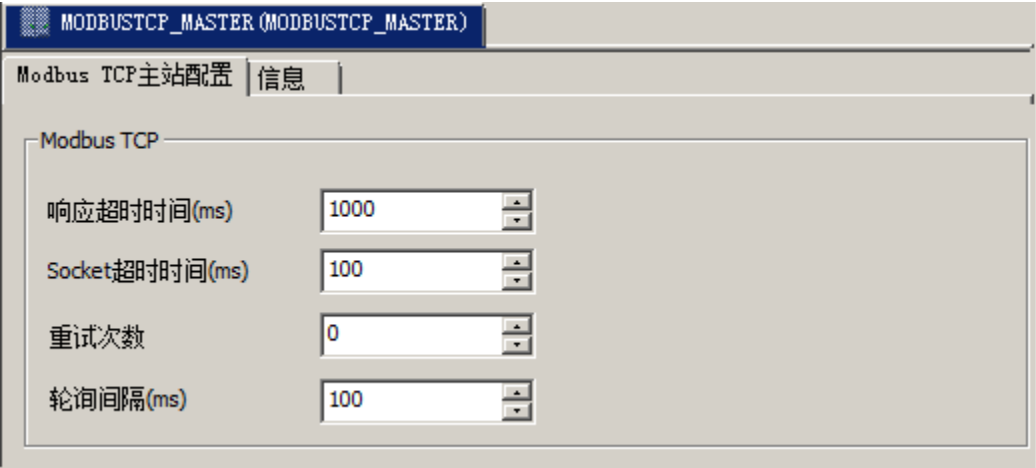


图 41 Modbus TCP 主站配置

表 10 主站参数

参数	参数值	默认值	说明
----	-----	-----	----

参数	参数值	默认值	说明
响应超时时间 (ms)	10~2,147,483,000	1000	主站发送请求帧后所允许的从站延时应答时间
Socket 超时时间 (ms)	10~2,147,483,000	100	TCP/IP 连接 Socket 超时时间
重试次数	0~10	0	应答异常后主站重新发送请求的次数
轮询间隔 (ms)	100~2,147,483,000	100	Modbus _TCP 主站接收到从站应答帧后到发送下一个请求帧的间隔时间, 如果上一帧从站应答超时, 则主站可忽略该间隔时间直接发送请求帧

为保证轮询间隔的有效性, 建议在组态中注意以下几点:

- ☐ 建议与从站通讯时, 尽量使用少的指令个数读取从机数据, 即每条读指令读取较多的数据。
- ☐ 如果组态了从站, 请保证主站与从站的通讯链路正常, 且从站可正常工作; 若从站不存在, 请在组态中删除关于此从站的组态。
- ☐ 轮询间隔最差情况下的理论计算公式为: $80\text{ms} \times \text{当前组态从站下的读指令条数}$ (注: 此为最差值, 若所有从站均正常工作情况下, 不会达到此值)。

4.3.1.3 配置 Modbus TCP 从站参数

控制器为主站时, 可以配置一个或多个从站进行数据通信。在 MODBUSTCP_MASTER 节点的右键菜单中选择【添加设备】命令, 在弹出的对话框中选择从站设备, 如图 42 所示。

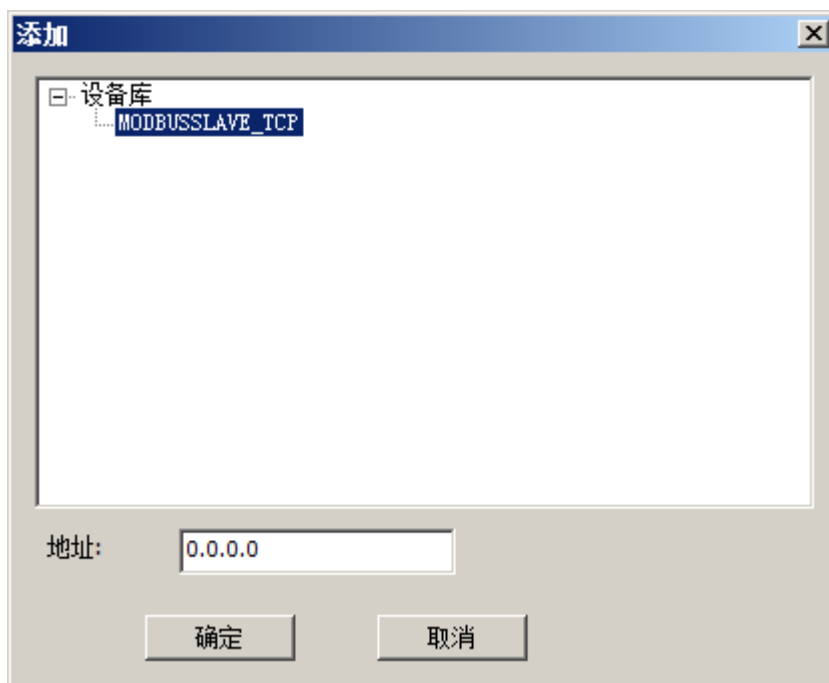


图 42 添加 Modbus TCP 从站

Modbus TCP 主站下可添加 32 个从站，添加的从站缺省显示：从站名（从站地址：设备名称）。

■ Modbus TCP 从站配置

双击 MODBUSSLAVE_TCP 节点打开从站配置窗口。

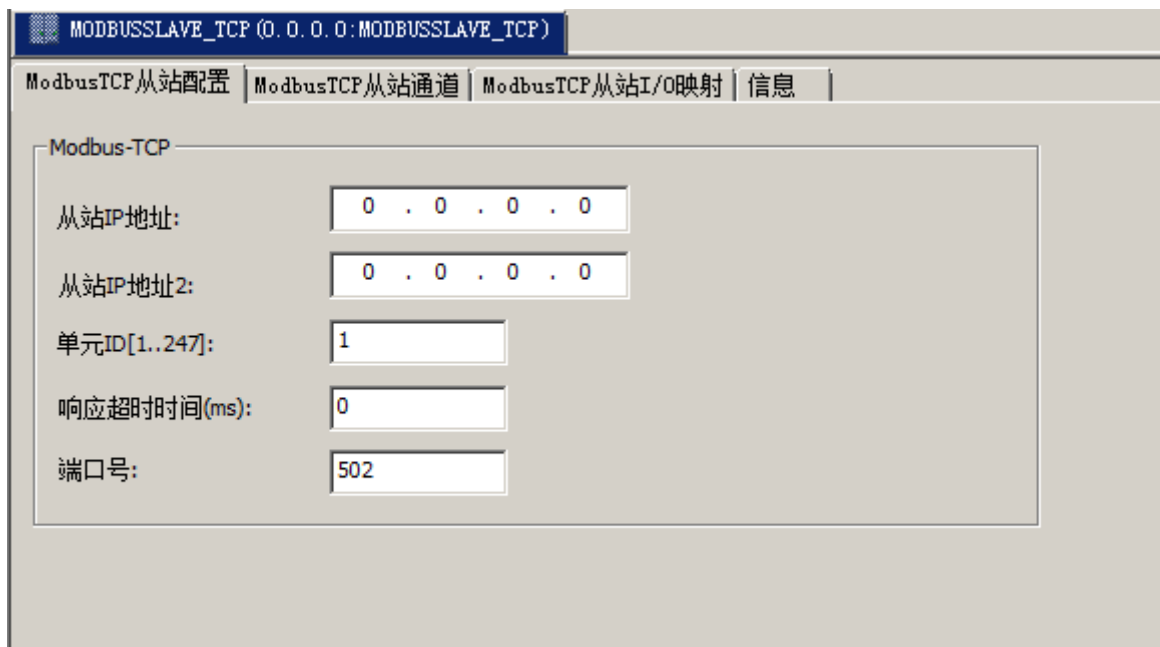


图 43 Modbus TCP 从站配置界面

表 11 从站通讯配置参数

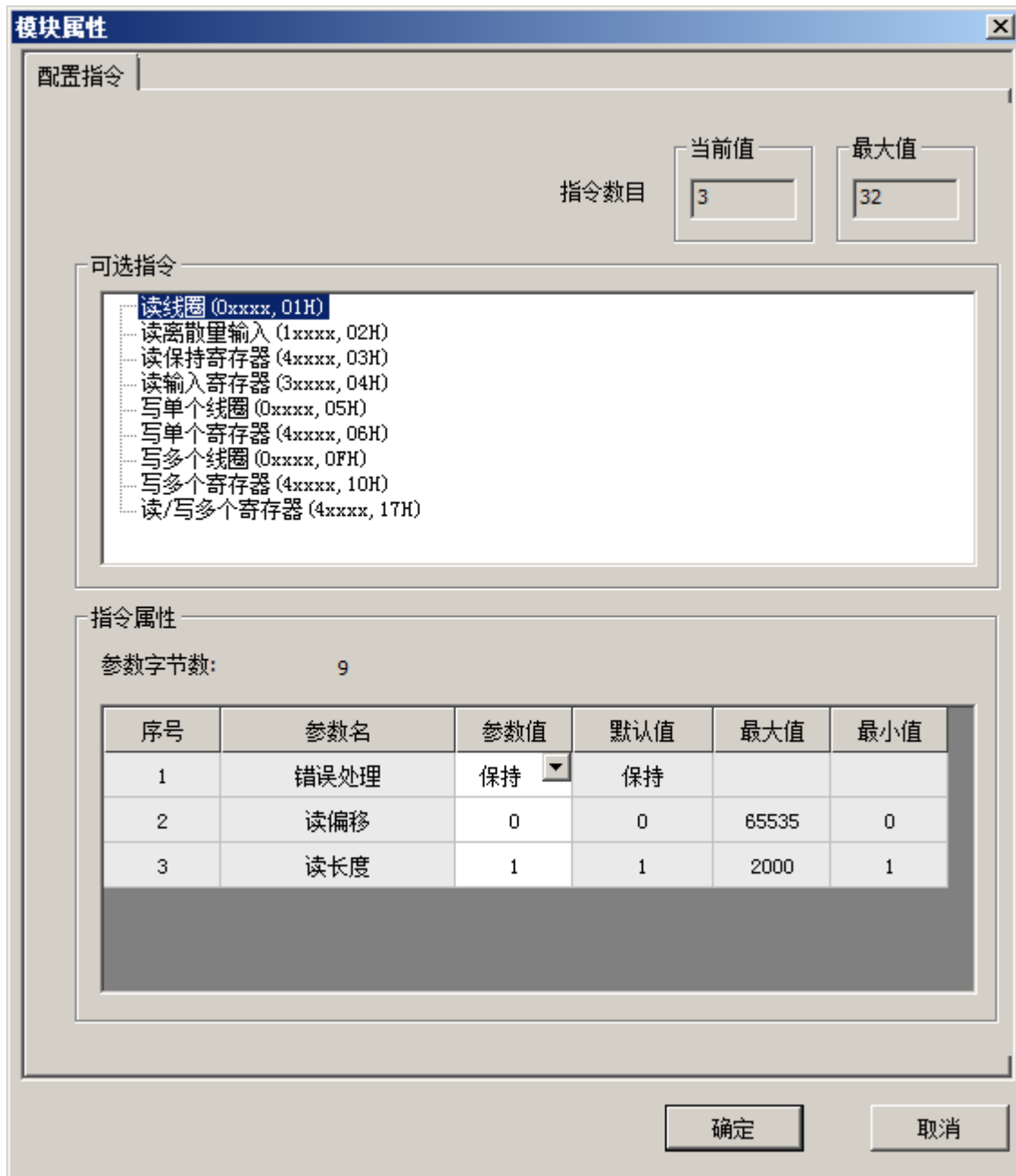
参数	参数值	默认值	说明
从站 IP 地址	根据实际从站 IP 地址进行设置	0.0.0.0	主站请求的从站 IP 地址 可配置两路 IP 地址，选择一路进行连接，另一路作为备用，如第一路连接不成功，则尝试用第二路进行连接
单元 ID	1~247	1	Modbus TCP 协议单元 ID
响应超时时间（ms）	0~2,147,483,000	0	Modbus TCP 主站发送请求帧后所允许的从站延时应答时间。 默认情况：从站默认超时时间为零，此时以主站配置的“响应超时时间”为准；用户可单独配置某一个从站的响应超时时间，如果该参数配置大于零，则该从站的超时时间以当前从站配置为准
端口号	1~65,535	502	Modbus TCP 协议端口

■ 从站指令配置

在【Modbus TCP 从站通道】标签页中，可通过右键菜单的【添加】命令为从站添加指令，如图 44 所示。

MODBUS_SLAVE_TCP (0.0.0.0:MODBUS_SLAVE_TCP)						
Modbus TCP从站配置		Modbus TCP从站通道		Modbus TCP从站I/O映射		
Modbus TCP从站配置		Modbus TCP从站通道		Modbus TCP从站I/O映射		
名称	访问类型	错误处理	读偏移	读长度	写偏移	写长度
Channel 0	读线圈 (0xxxx, 01H)	保持	0	2		
Channel 1	读离散量输入 (1xxxx, 02H)	保持	0	3		
Channel 2	读保持寄存器 (4xxxx, 03H)	保持	0	3		
添加 删除 编辑						

(a)



(b)

图 44 添加从站指令

在**可选指令**列表框中选择指令，指令属性列表框中会显示相关参数，双击参数值项进行设置。最多可添加 32 个指令。

表 12 指令参数

参数	参数值	默认值	说明
错误处理	保持、清零	保持	保持：在应答异常后保持当前数据

参数	参数值	默认值	说明
			清零：在应答异常后将当前数据清零 仅读指令可设置
读/写偏移	0~65,535	0	从站上对应的起始地址偏移值
读/写长度	不同指令长度范围 不同	1	长度数值对应从站相应的通道数量

■ 从站 I/O 映射

配置指令后，在【Modbus TCP 从站 I/O 映射】标签页中会映射相应的 I/O 通道。

- ☐ 每条指令的 Modbus 起始地址=00001+指令读/写偏移地址。
- ☐ 通道名称：初始值为 TCPIO_设备序号_协议序号_四位从站 IP 地址_通道号；用户可以自定义，通过使用通道名称来访问 Modbus 变量。
- ☐ 通道地址：系统自动分配，不支持修改。

MODBUSSLAVE_TCP (0.0.0.0:MODBUSSLAVE_TCP)						
Modbus TCP从站配置		Modbus TCP从站通道	Modbus TCP从站I/O映射	信息		
通道号	Modbus地址	通道名称	通道类型	通道地址	通道说明	
☐	Channel 0					
--	1	000001	TCPIO_1_1_0_0_0_0_1	BOOL	%IX4.0	读线圈 (0xxxx, 01H)
--	2	000002	TCPIO_1_1_0_0_0_0_2_1	BOOL	%IX4.1	读线圈 (0xxxx, 01H)
☐	Channel 1					
--	3	100001	TCPIO_1_1_0_0_0_0_3_1	BOOL	%IX8.0	读离散量输入 (1xxxx, 02H)
--	4	100002	TCPIO_1_1_0_0_0_0_4	BOOL	%IX8.1	读离散量输入 (1xxxx, 02H)
--	5	100003	TCPIO_1_1_0_0_0_0_5	BOOL	%IX8.2	读离散量输入 (1xxxx, 02H)
☐	Channel 2					
--	6	400001	TCPIO_1_1_0_0_0_0_6	WORD	%IW12	读保持寄存器 (4xxxx, 03H)
--	7	400002	TCPIO_1_1_0_0_0_0_7	WORD	%IW14	读保持寄存器 (4xxxx, 03H)
--	8	400003	TCPIO_1_1_0_0_0_0_8	WORD	%IW16	读保持寄存器 (4xxxx, 03H)

图 45 从站 I/O 通道

4.3.1.4 Modbus 指令诊断

当组态了 Modbus 主站指令后，编译通过，在全局变量组 Modbus OrderDiagVar 中生成指令的诊断变量，如图 46 所示。该变量组参数不支持编辑。用户可以根据变量说明列显示的诊断信息描述来查找具体指令。

ModbusOrderDiagVar					
序号	变量名	变量说明	变量类型	初始值	区域
0001	SYS_OrderDiag_0	第1个通信设备 第1条协议 地址0.0.0.0 第1条指令的状态诊断	WORD	0	S区
0002	SYS_OrderDiag_2	第1个通信设备 第1条协议 地址0.0.0.0 第2条指令的状态诊断	WORD	0	S区
0003	SYS_OrderDiag_4	第1个通信设备 第1条协议 地址0.0.0.0 第3条指令的状态诊断	WORD	0	S区

图 46 Modbus 变量诊断信息

在线时，通过指令状态的码值可以诊断指令状态。

表 13 Modbus TCP 主站指令状态码值定义

指令状态码值	含义
0	无错误
2	超时
4	功能码错误
16	单元 ID 不匹配（从站地址错误）
32	TCP 连接失败
33	发送请求报文失败
34	接收确认报文失败
64	发送的数据与接收的数据不匹配
128	单元 ID 不匹配
128+1	从站不支持的功能码
128+2	数据地址溢出
128+3	数据范围溢出
128+4	从站设备故障
128+6	从站设备忙
128+15	从站其它故障

4.3.2 Modbus TCP 从站协议

在安全属性的工程中，LK220S 只能做 Modbus TCP 从站。

4.3.2.1 添加从站协议

右击 ETHERNET 树节点，选择【添加协议】命令，弹出协议添加对话框，如图 47 所示。选择从站协议 MODBUSTCP_SLAVE 进行添加，最多支持 32 个主站同时连接。

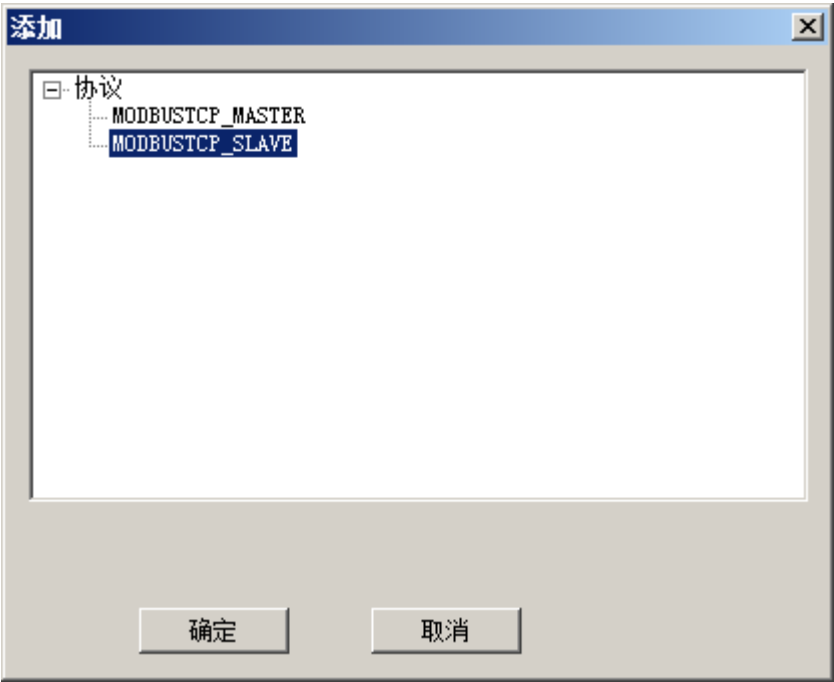


图 47 添加从站协议

4.3.2.2 从站参数配置

双击添加的协议节点，打开从站参数配置界面。



图 48 从站配置界面

表 14 配置参数

参数	参数值	默认值	说明
超时时间（ms）	500~2,147,483,000	2000	从站没有接收到主站发送数据的时间间隔，超过设定的时间，则从站断开与主站的通讯链接

参数	参数值	默认值	说明
从站端口	1~65,535	502	Modbus TCP 协议端口号
单元 ID	1~247	1	Modbus TCP 协议单元 ID

■ RUN 状态时 Modbus 读写属性设置

- ☐ 只读：安全系统中默认为只读。
- ☐ 读写：为非安全设置，可对从站 Modbus 数据进行读写操作。

4.3.2.3 Modbus 变量组态

进行 Modbus 通讯的变量需要在【Modbus 组态】中进行定义，如图 49 所示。变量定义分为四个组：线圈、输入离散量、输入寄存器和保持寄存器，各个组中关联的变量类型也不尽相同。



图 49 Modbus 变量区

在【Modbus 组态】节点下，不同变量组中添加不同数据类型的变量，地址对应关系和填写范围见表 15。

表 15 Modbus 通讯变量设置限制

存储区域	数据类型	存取权限	区内偏移	Modbus 地址
线圈	BOOL	读写	1~65535	000001~065535
输入离散量	BOOL	只读	1~65535	100001~165535
输入寄存器	WORD\DINT\DWORD\REAL	只读	1~65535	300001~365535
保持寄存器	WORD\DINT\DWORD\REAL	读写	1~65535	400001~465535

双击【Modbus 组态】的子节点，打开变量组对话框。如图 50 所示。

线圈						
序号	变量组名	变量名	区内偏移	Modbus 地址 (0xxxxx)	变量类型	在线值
0001	Main	g1	12	000012	BOOL	
0002	Main	g2	13	000013	BOOL	
0003	Main	g3	14	000014	BOOL	

图 50 Modbus 变量编辑窗口

Modbus 变量的添加方式有四种：

(1) 手动添加

通过编辑窗口右键菜单中的【增加变量】命令进行添加。

(2) 通过命令添加

通过【发送到】命令进行添加，对于 PRG 类型 POU 中的变量、【全局变量】组中的变量、通道变量都可以通过变量右键菜单中的【发送到】命令，将变量添加到对应的 Modbus 变量组中。

(3) 复制变量到 Modbus 变量组

复制 PRG 或者【全局变量】组中的变量，粘贴到 Modbus 变量组。

Modbus 变量组中对应的变量属性如下：

■ 变量组名：发送过来的变量组名显示如下。

POU 局部变量：变量所在的 POU（PRG）名。

全局变量组中的变量：【全局变量】节点下的变量组名。

通道变量：显示 Physical。

■ 变量名：

发送过来的变量显示原变量名。

功能块的 BOOL/WORD 类型点项：功能块名称.项名。

■ 区内偏移：按照主站设置的从站访问地址及寄存器类型，在对应的变量组中定义区内偏移，主站通过 Modbus 地址访问从站的 Modbus 通讯数据。对从站进行读写操作。

☐ DWORD、DINT、REAL 型变量的区内偏移地址长度为 2 个字，设置区内偏移地址：n+2，n 为当前已占用地址。如：REAL 型变量 g1、g2，设置 g1 偏移地址为 1，则 g2 地址设置为 3。

☐ DWORD、DINT、REAL 型变量的区内偏移地址不能设置为 65535。

■ Modbus 地址：由寄存器类型和区内偏移组成。

寄存器类型分为以下四种：

☐ 0：线圈

☐ 1：输入离散量

☐ 3：输入寄存器

☐ 4：保持寄存器

(4) 导入和导出 Modbus 变量

在首次批量导入 Modbus 变量之前，需要先从软件中导出 Modbus 变量的模板表格。

■ 导出 Modbus 变量



- 菜单栏：单击【工程】—【导出 Modbus 变量】。



图 51 模板表格

■ 导入 Modbus 变量

将需要进行 Modbus 通讯的变量填入表格后，通过【导入 Modbus 变量】命令将变量表导入到工程中。

填写表格时，每个 sheet 页中的**变量组名**、**变量名**、**区内索引**必填项。变量导入时是清空式导入，即软件会先清空原有的 Modbus 变量，后导入新变量。



- 菜单栏：单击【工程】—【导入 Modbus 变量】。

导入结果会在【信息窗口】中显示。

4.4 系统运行

4.4.1 所需设备

LKS 安全控制系统的基本硬件：本地背板、扩展背板、电源模块、主控模块、通信模块、I/O 模块、连接线缆。

安装了专业编程软件 Safety FA-AutoThink、带有 RJ45 网口的 PC 机。

4.4.2 设备连线

- 现场电源接线和信号接线。详见各 IO 模块接线。
- 背板系统电源接线
 - 本地背板系统电源：由 LK921S 提供，24VDC 系统电源正端接 LK921S 模块的 DC IN—1/2+，负端接 DC IN—1/2 -。
 - 扩展背板系统电源：24VDC 系统电源接到扩展背板电源口，正端接 L+，负端接 M。
- 网络连线：2 根 RJ45 网络电缆，一端接 PC 机网络口，另一端接 LK220S 模块 ETHERNET 接口的 X1、X2。
- -DP 连线：通过 LKA104 连接 A 机架 LK249S 和 B 机架 LK249S 模块，再连接到扩展背板 LK117/LK118。
- 冗余通讯连线：通过两组 LKA105 同步光纤，分别连接主从机架中 LK240S 模块的 FIBER X1，FIBER X2 接口。

若要组建冗余系统，建议的操作步骤为：

- (1) 将冗余系统的网线、DP 线、同步光纤均连接好（保证接线无误）。
- (2) 对单机架进行上电，等待其变为主机。
- (3) 再对另一机架进行上电，等待其变为从机。



- 不建议在双系均做为主机正常工作的情况下，将同步光纤插入组成冗余系统。

4.4.3 网络连接

完成各种配置后，编写用户程序，并进行编译，将编译通过的用户程序下装到主控模块中运行，实现控制目的。

主控模块与编程设备（PC 机）之间通过工业以太网连接，连接步骤如下：

第1步 双击系统任务栏中的**本地连接**网络图标, 弹出“本地连接状态”窗口，如图 52 所示。



图 52 本地连接状态

第2步 单击**属性**按钮，弹出“本地连接属性”窗口，如图 53 所示。



图 53 本地连接属性

第3步选中 **Internet 协议版本 4(TCP/IPv4)**项目，点击**属性**按钮，弹出“Internet 协议版本 (TCP/IPv4)属性”对话框。

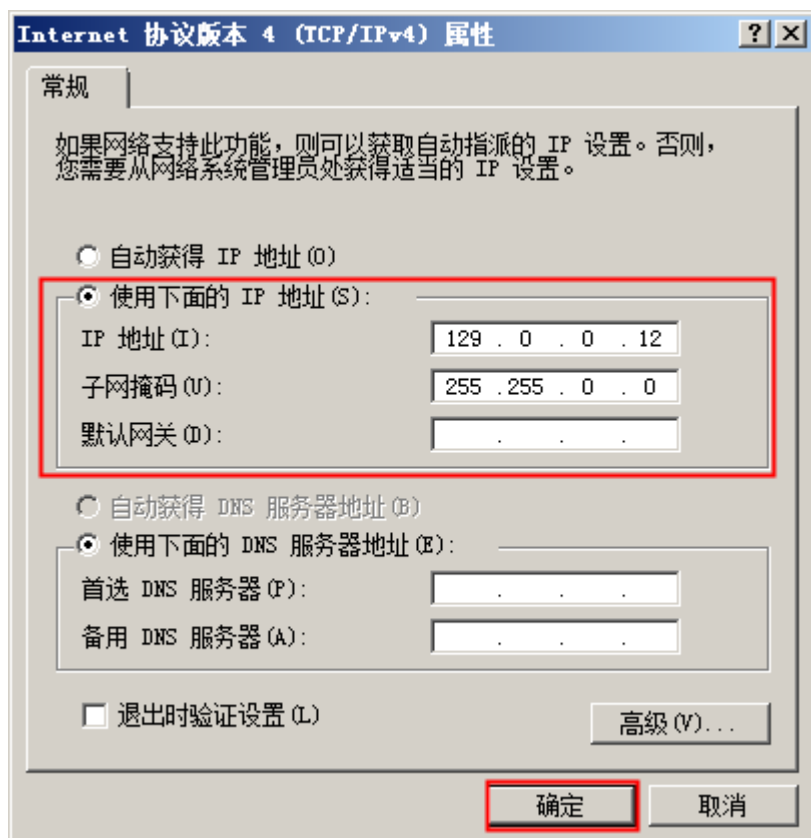


图 54 Internet 协议版本(TCP/IPv4)属性对话框

选中**使用下面的 IP 地址**，在**IP 地址**栏填写 PC 机的 IP 地址。其中，前三位要与控制器的 IP 地址前三位一致（控制器默认以太网 1 IP 为 128.0.0.250，以太网 2 IP 为 129.0.0.250），最后一位任意，不与控制器或其他设备的 IP 地址冲突即可，如 129.0.0.12。点击**子网掩码**栏，自动弹出 255.255.0.0，如图 54 所示。单击**确定**，关闭对话框，此时任务栏上的**本地连接**网络图标变为，表示网络连接成功。

4.4.4 程序示例

组态 P101 泵的启保停逻辑。当启动按钮 K101 按下时，P101 泵启动，当停止按钮 K102 按下时，P101 泵停止。

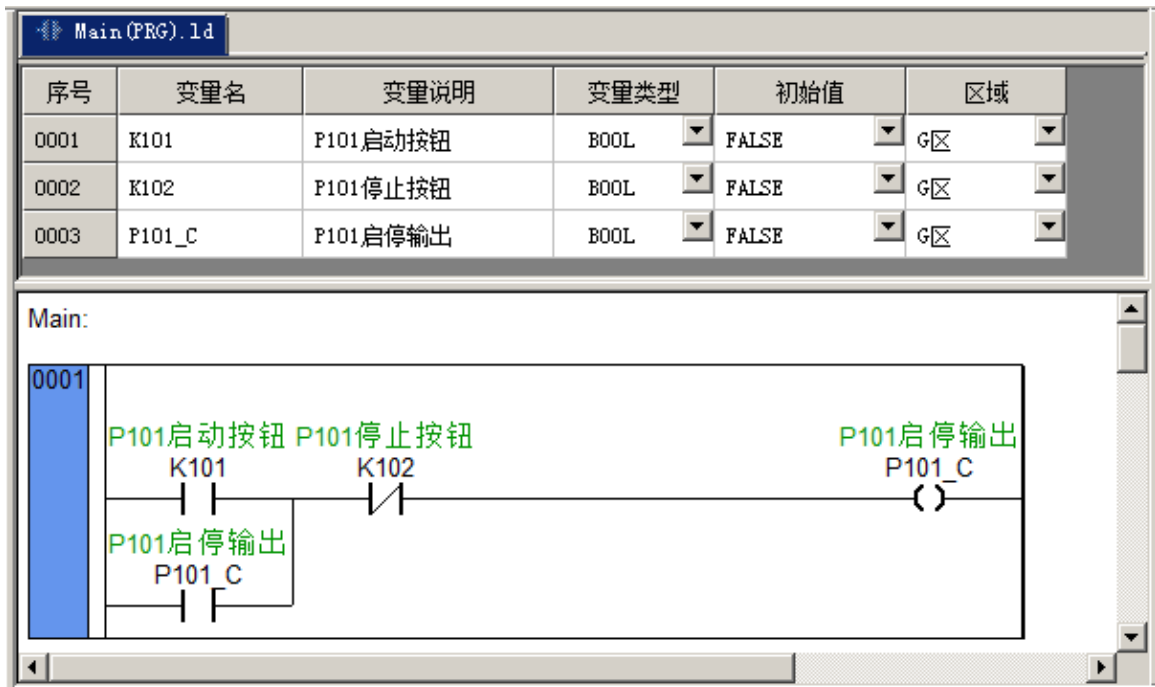


图 55 用户程序组态示例

4.4.5 下装程序

建立网络连接后，就可以从编程设备向控制器中下载用户程序了，主要操作步骤如下：

第1步在 Safety FA-AutoThink 软件菜单栏中选择【在线】—【通讯设置】，如图 56 所示。

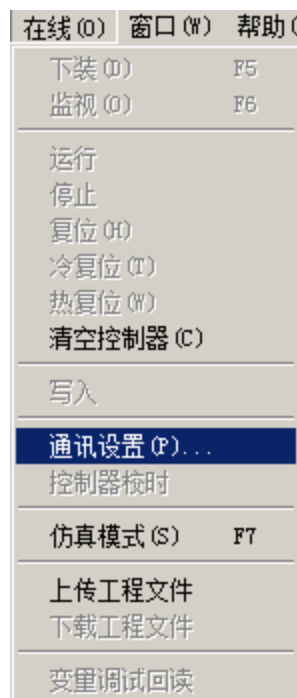


图 56 “在线”菜单

第2步在弹出的“通讯设置”对话框中输入 IP 地址，如 **128.0.0.250**，如图 57 所示。



图 57 通讯参数设置

第3步将控制器面板的钥匙开关置为 **PRG** 或 **REM**，选择菜单栏中的【在线】—【下装】，如图 58 所示。

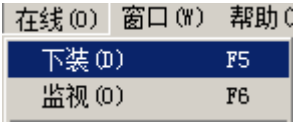


图 58 “选择下装命令”

4.4.6 运行程序

下载完成后，控制器中的用户程序处于停止状态。

启动用户程序，使之运行方法如下：

方法 1: 钥匙开关在 **REM** 时，通过编程软件来控制运行、停止。将控制器面板的钥匙开关拨至 **REM**，选择【在线】—【监视】，进入在线监视，如图 59 所示，运行用户程序。对于启动类型为手动的任务，需要单击【在线】—【运行】使任务运行。**REM** 模式运行的用户程序并没有完全脱离编程软件的控制，允许下装、运行、停止。选择【在线】—【停止】停止程序运行后，还可以修改用户程序并重新下装。

在正式投入运行前，可使用这个方法对用户程序进行在线调试。工程正常运转后，为确保控制器程序不被意外修改，应将钥匙开关拨至 **RUN** 并拔离钥匙，禁止任何操作。

方法 2: 通过钥匙开关来控制，**RUN** 为运行，**PRG** 为停止。将控制器面板的钥匙开关拨至 **RUN**，控制器开始运行用户程序。此时，不能通过编程软件停止用户程序，也不允许修改用户程序。

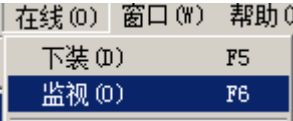


图 59 在线运行

第5章 主控单元

5.1 LK130 4 槽本地背板模块

LK130 共有 4 个针座插槽，用于安装 24V 电源适配模块、主控模块和通讯模块。

配套使用的模块：

- 24V 电源适配模块：LK921S
- 主控模块：LK220S
- 通讯模块：LK240S、LK249S

5.1.1 模块组成

LK130 模块的外观示意图如图 60 所示。



图 60 LK130 背板的示意图

背板插槽从左到右依次如下：

1. 电源适配模块插槽
2. 主控模块插槽
3. 扩展模块插槽 1

4. 扩展模块插槽 2

电源适配模块插槽和主控模块插槽只能插入对应的模块，扩展模块插槽 SLOT0、SLOT1 对配套的通讯模块都支持。

LK130 背板模块支持 PCIE 总线和 RS485 总线，通过 PCIE 总线进行各模块之间的数据交互。RS485 总线进行各模块的状态诊断信息的交互。LK130 模块的内部结构示意图如图 61 所示。

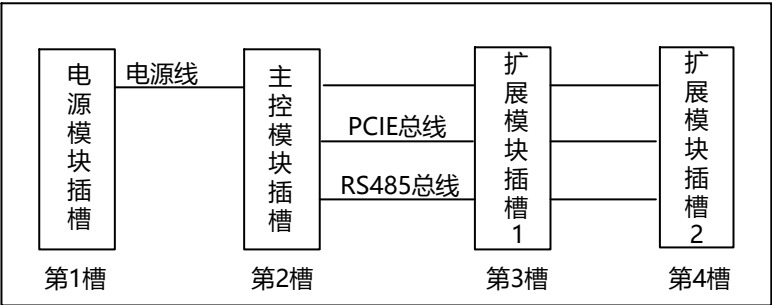


图 61 LK130 背板内部结构示意图

5.1.2 安装尺寸

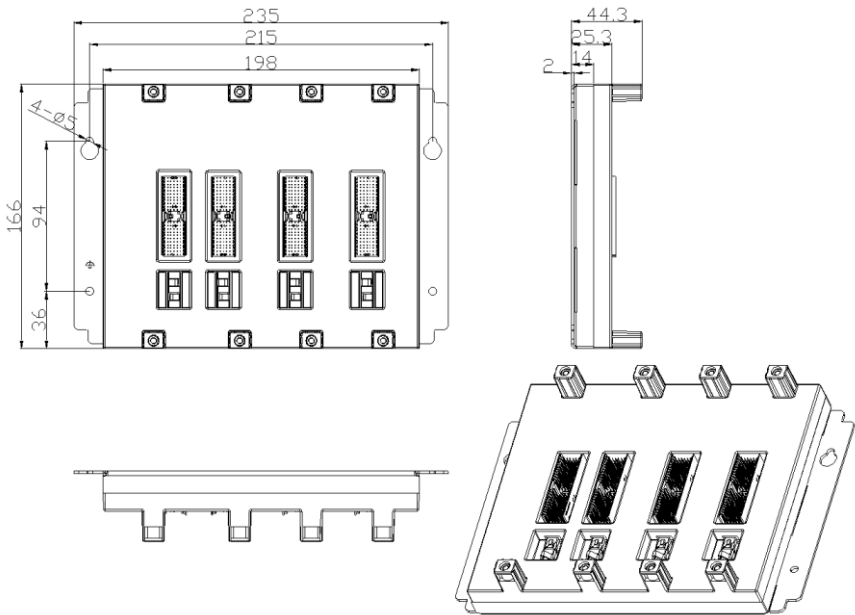


图 62 LK130 背板尺寸

5.1.3 技术指标

LK130 4槽本地背板模块	
接口	
插槽数量	4
物理特性	
安装方式	螺钉孔安装

LK130 4槽本地背板模块

模块尺寸 (W*H*D)

235 mm *166 mm*44.3 mm

5.2 LK921S 安全型 24V 电源适配模块

LK921S 模块为 LKS 安全控制系统的冗余电源适配模块，将两路 24V 直流输入冗余为一 路 24V 直流输出，通过背板 LK130 向主控模块、通讯模块供电。

5.2.1 基本特征

- ☐ 输入电压：24VDC (-15%~+20%)
- ☐ 输入短路保护
- ☐ 支持热插拔
- ☐ 支持防反插



图 63 LK921S 模块外观图

5.2.2 原理说明

LK921S 的两路 24VDC 输入，经过慢断保险管和压敏电阻组成的防护电路，进行短路保护和过电压保护。再通过滤波电路消除干扰信号后，输出一路 24VDC。其中一路输入电路故障后，切换到另一路，输出电压不受影响，实现了安全可靠的冗余供电模式。

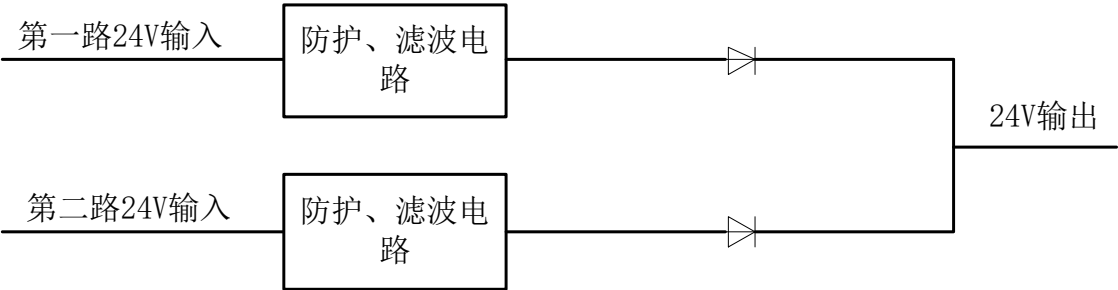


图 64 电源转换模块框图

5.2.3 接线说明

请参见 3.2.1 电源接线。



- 连接线的耐受温度在 70℃ 以上。

5.2.4 状态指示灯

表 16 LK921S 指示灯说明

名称	功能	颜色	状态	说明
DCIN-1	输入电源 1 指示	黄	亮	输入电源 1 正常
			灭	输入电源 1 故障
DCIN-2	输入电源 2 指示	黄	亮	输入电源 2 正常
			灭	输入电源 2 故障
DCOUT	输出电源指示	绿	亮	输出电源正常
			灭	输出电源故障

5.2.5 安装尺寸

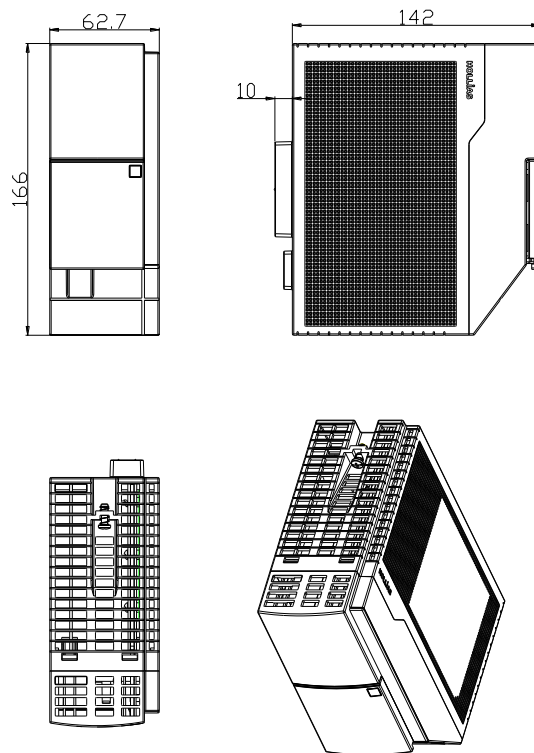


图 65 LK921S 尺寸图

5.2.6 技术指标

LK921S 安全型 24V 电源模块	
电源输入	
数量	2
输入电压	24VDC(-15%~+20%)
输入电流	2A Max.
电源输出	
数量	1
输入输出压降	1V±0.2V（单路电流 2A）
物理特性	
安装方式	背板插槽
模块尺寸（W*H*D）	62.7 mm*166 mm*152 mm±0.5 mm

5.3 LK220S 安全型主控模块

LK220S 为 LKS 系统的主控模块，是系统运算和控制的核心，完成数据运算和通讯功能。主控制器通过以太网与主控室人机交互；通过内部总线与冗余模块、DP 主站通讯模块数据交互。

5.3.1 基本特征

- 支持 SD 卡升级
- 支持双以太网接口
- 支持 Modbus TCP 协议
- 支持安全通信协议（PROFIsafe 协议）
- 支持背板安全通讯协议
- 支持模块周期自检
- 支持热插拔
- 支持掉电保持
- 支持 SOE
- 支持 NTP 校时

5.3.2 模块外观



图 66 LK220S 模块外观图

如图 66 所示，控制器面板上设有：

- 10 个 LED 指示灯，实时指示控制器的运行状态。
- 1 个钥匙开关，切换控制器的工作模式（RUN、PRG、REM）。
- 1 个 SD 卡安装槽。

- 1 个电容盒接口。
- 2 个以太网接口。

5.3.2.1 尺寸

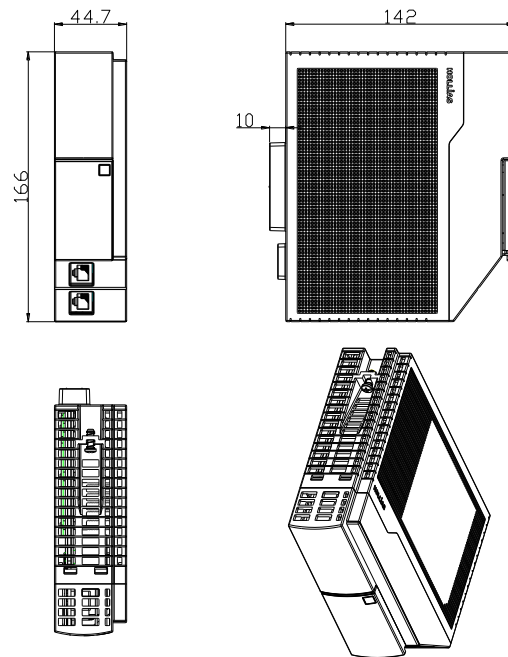


图 67 LK220S 模块尺寸图

5.3.3 状态指示灯

表 17 指示灯说明

名称	功能	颜色	状态	说明	指示灯组合指示
PWR	电源指示	黄	亮	电源正常	
			灭	电源故障	
RUN	工作状态指示	绿	亮	已加载用户工程，但未运行	
			慢闪	用户工程正在运行	
			灭	未加载用户工程	
ERR	模块故障指示	红	亮	模块故障	
			慢闪	模块上电自检过程中	
			灭	无故障	
UPDT	控制器操作状态指示	绿	慢闪	正在通过 Safety FA-AutoThink 工具进行固件升级	通过 Safety FA-AutoThink 工具进

名称	功能	颜色	状态	说明	指示灯组合指示
			快 闪 (一 次)	恢复出厂设置	行固件升级时，UPDT 和 BAT 指示灯一起慢闪
			灭	无相关操作	
BAT	电池状态指示	黄	亮	电量不足或者未插入供电附件	
			灭	电池电量正常	
SDIN	SD 卡指示	绿	亮	SD 卡已插入	
			灭	无 SD 卡插入	
LNK1	第 1 路以太网接口连接指示	绿	亮	第 1 路以太网接口已成功连接	
			灭	第 1 路以太网接口未连接	
ACT1	第 1 路以太网接口收发数据指示	黄	慢闪	第 1 路以太网接口正在收发数据	
			灭	第 1 路以太网接口无收发数据	
LNK2	第 2 路以太网接口连接指示	绿	亮	第 2 路以太网接口已成功连接	
			灭	第 2 路以太网接口未连接	
ACT2	第 2 路以太网接口收发数据指示	黄	慢闪	第 2 路以太网接口正在收发数据	
			灭	第 2 路以太网接口无收发数据	

- 慢闪频率为 1Hz
- 快闪频率为 4Hz



- LK220S 在网络风暴时会通讯中断，当网络风暴消失后恢复通讯。搭建和系统维护时注意，必须杜绝引起网络风暴的事件或操作。
- LKS 系统上电启动过程中，不允许对机架内任何模块做热插拔动作。

5.3.4 接口说明

5.3.4.1 以太网接口

LK220S 主控模块有 2 个以太网接口，以太网接口采用标准 RJ45 插座，通讯速率 10/100 Mbps，传输介质为双绞线。通过以太网连接编程计算机，下装用户程序。

5.3.4.2 SD 卡接口

用户可通过 SD 卡或 Safety FA-AutoThink 工具两种方式进行控制器升级。

- SD 卡升级控制器：

第1步将发行盘中所有文件拷贝到 SD 卡。

第2步再将 SD 卡插入控制器的 SD 卡槽中。

第3步重新上电，固件自动升级。

第4步此时 ERR 指示灯慢闪，当 ERR 灯灭后，固件升级完成。

■ Safety FA-AutoThink 工具升级

在无 SD 卡的情况下，通过 Safety FA-AutoThink 工具进行固件升级。

第1步在 Safety FA-AutoThink 软件中单击菜单栏【工具】—【辅助工具】—【控制器操作】。

第2步打开“控制器操作”窗口，如图 68 所示。与控制器建立连接后，在【固件升级】标签页中，单击路径栏的按钮 ，选择控制器固件.bin 文件后，单击**升级**按钮，弹出升级确认提示框，单击**是**，固件文件被上传到控制器中。

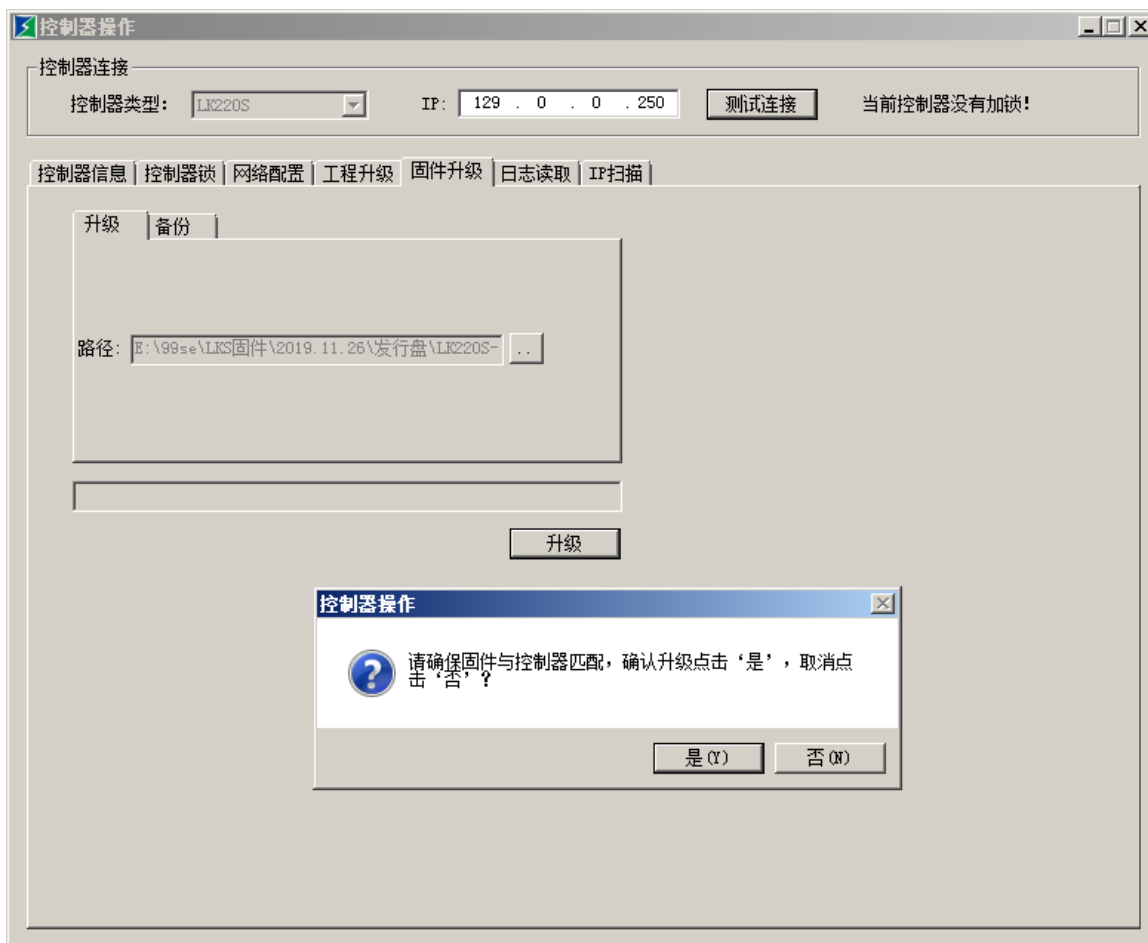


图 68 Safety FA-AutoThink 软件固件升级工具

第3步此时会弹出如图 69 所示的提示框。单击**确定**，开始升级。

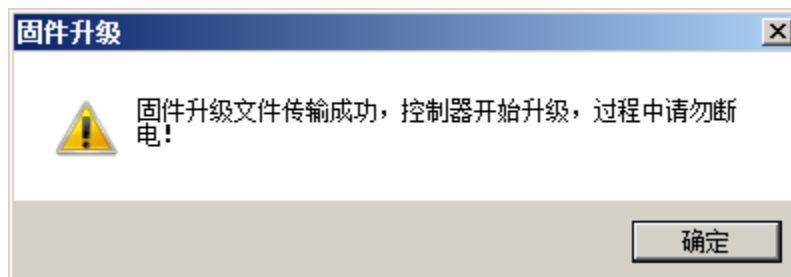


图 69 固件文件传输提示框

第4步此时，UPDT 指示灯与 BAT 指示灯同时慢闪，当 UPDT 灯与 BAT 灯灭时，ERR 指示灯开始慢闪，当 ERR 指示灯灭后，控制器升级完成。

升级完成后控制器自动重启。

■ 固件升级注意事项

- 固件升级时，需要将控制器的钥匙开关拨到 PRG 模式或 REM 模式下并且在 IEC 停止运行状态下进行固件升级。
- SD 卡升级时，建议断开 DP 连接。

5.3.5 钥匙开关

通过钥匙开关可以设置控制器的运行模式。LK220S 主控模块有三种工作模式：RUN 模式、PRG 模式和 REM 模式，通过钥匙开关选择，默认位于“REM”模式。钥匙开关在 RUN、REM 和 PRG 模式下都可以拔出。安全属性工程中，钥匙开关切换至 RUN 位置后，工程各数据区变量恢复为初始值（S 区除外）。

表 18 钥匙开关的定义

钥匙位置	模式类型	定义
RUN	运行模式	控制器执行用户程序，不能修改用户程序，不能通过 Safety FA-AutoThink 操作控制器状态
REM (remote)	远程控制模式	用户可以控制程序的运行和停止，可以修改用户程序，进行用户工程下装、控制器复位、在线写值等操作
PRG (program)	编程模式	控制器停止执行用户程序，不能通过软件运行程序。可以修改用户程序，进行用户工程下装、控制器复位、在线写值等操作

三种工作模式的具体说明如下：

RUN: 运行用户程序，不能通过编程软件停止用户程序，也不允许修改用户程序。

- 使能输出。
- 控制器执行 I/O 扫描和运算任务。
- 人机接口操作软件（即 HMI 软件）可以写变量，编程软件不能写变量。（Modbus TCP 从站需配置后，才可以写变量）。
- 不能进行复位、下装和清除操作。
- 不能通过编程软件远程改变控制器的工作状态。

PRG: (Program) 用户程序停止运行，且不能通过编程软件使之运行。可以进行下装操作。

- 控制器不执行（扫描）任务。
- 创建、修改和删除任务、程序和例程。
- 下装用户程序。
- 复位和清除操作。

- 不能通过编程软件改变控制器的工作状态。

REM: (Remote) 可以通过编程软件控制用户程序的运行和停止。但初始状态约定为：从 **RUN** 模式拨到 **REM** 模式，用户程序保持继续运行；从 **PRG** 模式拨到 **REM** 模式，用户程序保持原停止状态；如果控制器启动前钥匙位置在 **REM**，系统程序启动完成后，运行状态与断电或复位前保持一致。在 **REM** 模式，可以下装用户程序。

- 写变量。
- 复位和清除操作。
- 程序下装。
- 通过编程软件改变控制器的工作状态。

主控制器通过拨动钥匙开关改变 **IEC** 运行状态时，从控制器的 **IEC** 运行状态与主控制器保持一致。例如，当主控制器钥匙开关拨动至 **PRG** 位置时，**IEC** 运算停止，则从控制器的 **IEC** 运算也停止，即使从控制器的钥匙开关不在 **PRG** 位置。



- 下装过程中不允许对钥匙开关进行操作。
- 系统正常运行时，请确保主从控制器钥匙开关位置一致。

5.3.6 复位

钥匙开关复位：把钥匙开关按 **REM→RUN→REM→RUN→REM** 顺序操作（即从 **REM** 位置开始，来回向 **RUN** 位置拨两次再回到 **REM**），该操作如果在 **1.5 s** 之内完成，控制器实现硬件复位操作。

通过 **Safety FA-AutoThink** 编程软件，可进行用户程序的复位操作，分以下几种复位方式。

- **复位：**除掉电保护数据之外的所有数据被恢复成初始值。
- **冷复位：**含掉电保护数据的所有数据恢复成初始值。
- **热复位：**所有数据保持复位前的状态。
- **清空控制器：**将清空 **SD** 或者 **flash** 中的数据。

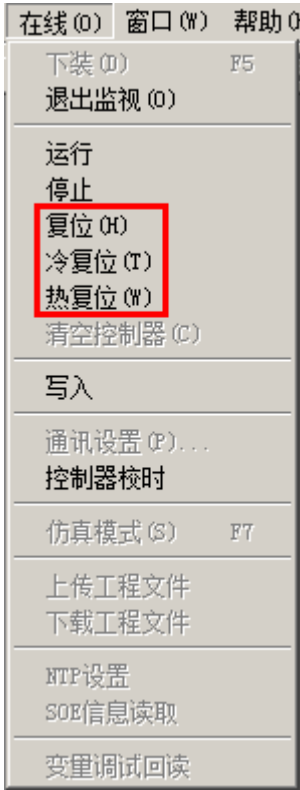


图 70 在线菜单的复位命令



- 系统正常运行时，禁止对主控制器进行复位操作！
- 冗余模式下，通过钥匙开关复位时，复位操作只对本系起作用，如果复位的是主机则会引起主从切换。

恢复出厂设置：把钥匙开关从 **REM**→**PRG**→**REM**→**PRG**→**REM** 顺序操作，该操作如果在 **1.5 s** 之内完成，控制器进入恢复出厂设置操作。**UPDT** 灯和 **BAT** 灯闪烁一次，恢复出厂设置完成，控制器重启。用户数据初始化，清除用户文件、用户逻辑源工程、静态路由表以及控制锁等。

当忘记控制器的 IP 地址时，通过恢复出厂设置来解决此问题。

■ 注意事项

恢复出厂设置时必须断开 IO 连接。



- 恢复出厂设置请在确保本控制器对现场无影响情况下执行此操作。

5.3.7 掉电保持

LK220S 模块提供掉电保持功能。控制器定义在 **R 区(64k Bytes)** 的变量具有掉电保持属性，LK220S 模块对掉电保持型变量的实时数值进行保持。控制器掉电重启后，掉电保持型变量可恢复为掉电前的数值，其它变量则返回初始值。



图 71 掉电保持的设置

5.3.8 后备电池

LK220S 模块的前面板上有后备电池插槽，可供用户插入 LKA103 电容供电盒。后备电池为实时时钟数据提供掉电保持功能。当控制器掉电后，实时时钟数据仍能保持。电容供电最长掉电保持时间 7 天。

当电池电力不足时，“BAT”指示灯会有报警显示。请定期检查并及时更换电池，确保掉电保护功能正常工作。电池的更换请参见章节 7.1.4 电池的更换。

对于系统掉电时不需要保持实时时钟数据的用户，没有必要使用 LKA103。LKA103 是和利时公司的标准产品，只能通过和利时公司进行购买。

5.3.9 Modbus 通讯设置

参见 4.3 组态 Modbus TCP 协议。

5.3.10 冗余数据区

冗余数据包括编译占用的 G 区、M 区、I 区、Q 区及 R 区数据。删除的变量，增量编译时变量区不释放，全编译时才释放占用的数据区。

一个任务周期中，主要时间包括工程组态逻辑的运行时间、控制器输入和输出的刷新时间及冗余数据的时间。可冗余的数据量与冗余数据的时间成正比，与任务周期无线性关系。

当上述时间总和超出设置的任务周期时，会造成控制器运行不稳定。此时，控制器会点亮故障灯，上报 CPU 一般故障 bit7 置 1，同时停止主从机之间的数据冗余。对于该故障，需通过以下任一方式及时处理以消除故障。

- 增大 IEC 任务周期的设置值；
- 优化工程组态逻辑，减少其运行时间；
- 删除工程中未使用的输入、输出点；
- 通过全编译释放占用数据区。

5.3.11 技术指标

LK220S 安全型主控模块	
运算速度	
CPU 主频	667MHz
指令执行速度	典型值 2.5DMIPS/MHz
存储器	
程序存储	32MB（16MB 用于系统，16MB 提供给用户）

LK220S 安全型主控模块	
内存	512MB, 800Mbps, 位宽 32bit
掉电保持存储区 (MRAM)	512KB
扩展存储	SD 卡, 最大支持 32GB
以太网	
10/100M	2 路, 支持 ModbusTCP 协议
实时时钟	
数据格式	年:月:日:时:分:秒, BCD 码
时钟精度	不大于 1 分钟/月@25℃
掉电保持	支持
背板总线	
通讯速度	2.5 Gb/S
带负载能力	1×4 路
防护等级	
模块防护等级	IP20
热插拔	
模块热插拔	支持
单系统规模	
IO 容量	系统支持的 I/O 容量不低于 1000 点
组态容量	
输入变量区 (I 区)	最大空间为 128KB
输出变量区 (Q 区)	最大空间为 128KB
普通变量区 (G 区)	最大空间为 1MB
用户参数变量区 (M 区)	最大空间为 1MB
可组态掉电保持区 (R 区)	最大空间为 64KB
特殊寄存器区 (S 区)	固定为 16KB
供电电源	背板提供
模块功耗(max.)	300mA @24VDC
后备电池	采用电容供电
冗余	
双背板冗余	支持热备冗余
启动时间	
模块上电至用户工程启动的时间	≤60 s
物理特性	
安装方式	背板插槽

LK220S 安全型主控模块

模块尺寸 (W*H*D)

44.7 mm×166 mm×152 mm

5.4 LK249S 安全型主站通信模块

LK249S 是 LKS 安全型控制系统的 DP 主站通信模块。模块有 2 个 DB9 通信接口，支持和利时 PROFIsafe 主站通信协议，最多可连接 124 个从站设备。模块通过 CPCI 高速连接器与背板模块 LK130 连接。

5.4.1 基本特征

- 支持 PROFIsafe 主站通信协议
- 支持热插拔
- 两路 DB9 接口

5.4.2 外观与尺寸

5.4.2.1 外观



图 72 LK249S 模块外观图

如图 72 所示，LK249S 模块面板上设有：

- 5 个 LED 指示灯，实时指示 LK249S 模块的运行状态。
- 2 个 DB9 接口。

5.4.2.2 模块尺寸

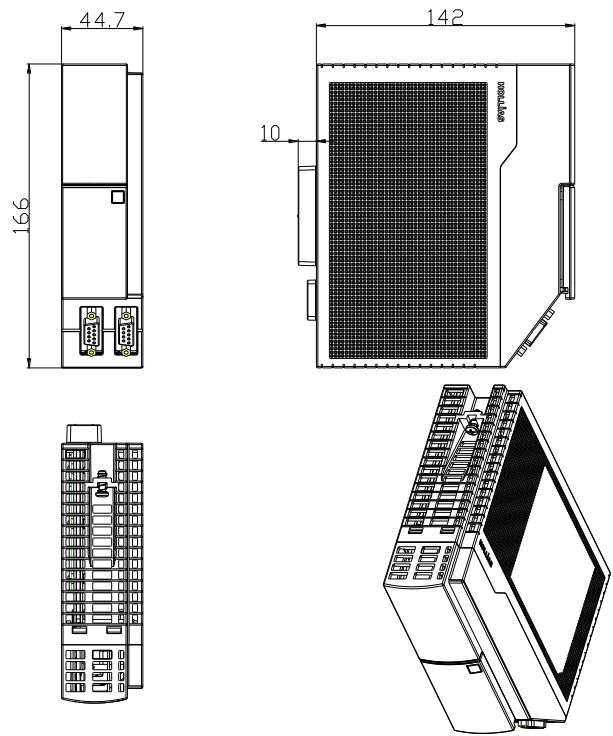


图 73 LK249S 模块尺寸图

5.4.3 状态指示灯

表 19 指示灯说明

名称	功能	颜色	状态	说明
PWR	电源指示	黄	亮	电源工作正常
			灭	电源故障或未上电
RUN	工作状态指示	绿	慢闪	模块工作正常
			亮/灭	模块工作故障
ERR	模块故障指示	红	亮	模块出现故障
			灭	模块无故障
DP1	第 1 路 DP 通信口数据收发指示	绿	快闪	第 1 路 DP 通信口正在收发数据
			灭/亮	第 1 路 DP 通信口无数据收发
DP2	第 2 路 DP 通信口数据收发指示	绿	快闪	第 2 路 DP 通信口正在收发数据
			灭/亮	第 2 路 DP 通信口无数据收发

- 慢闪：频率为 1Hz
- 快闪：频率为 4Hz

5.4.4 原理说明

LK249S 模块的 DB9 接口接收来自 IO 设备的数据后，经过 RS485 转换，将信号处理为底层协议支持的信号，再通过隔离器消除来自现场的干扰信号，将信号传输给 MCU 进行处理。

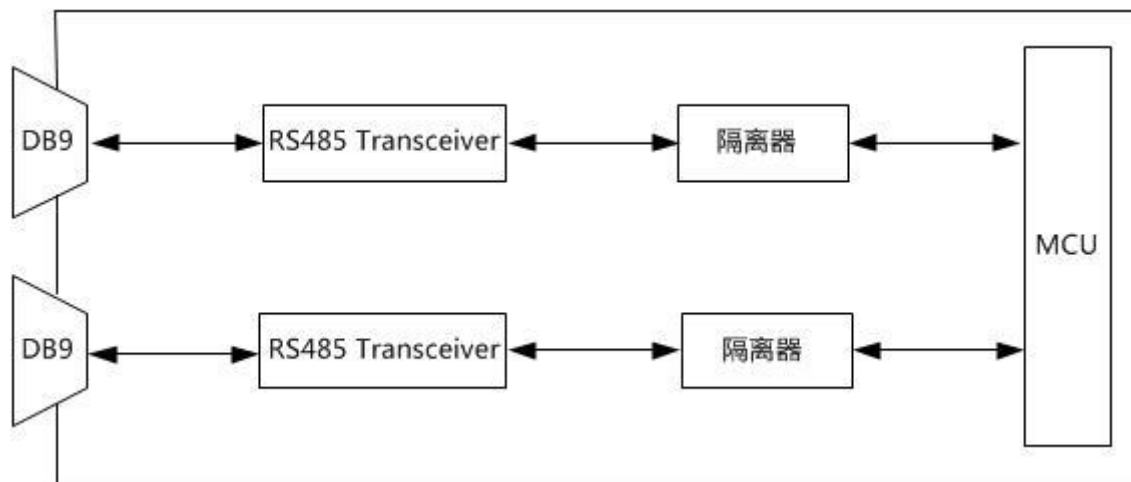


图 74 LK249S 内部原理示意图

主背板上的 DP 主站处于工作状态，从背板上的 DP 主站处于监听状态，DP 主站之间周期性的同步数据。当控制器进行主从切换时，DP 主站也同步进行主从切换。

5.4.5 接线端子定义

LK249S 模块有两个 DB9 接口，互为冗余。

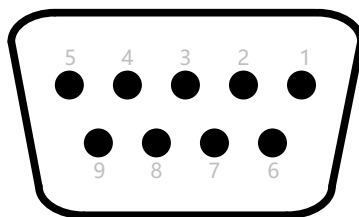


图 75 DB9 接口示意图

表 20 DB9 引脚信号定义

引脚	信号定义	说明
1/4/9	NC	不使用
2、3	DP+	DP 信号正
5	DP1_GND	信号地
6	DP1_5V	5VDC 电源
7、8	DP1-	DP 信号负

5.4.6 诊断功能

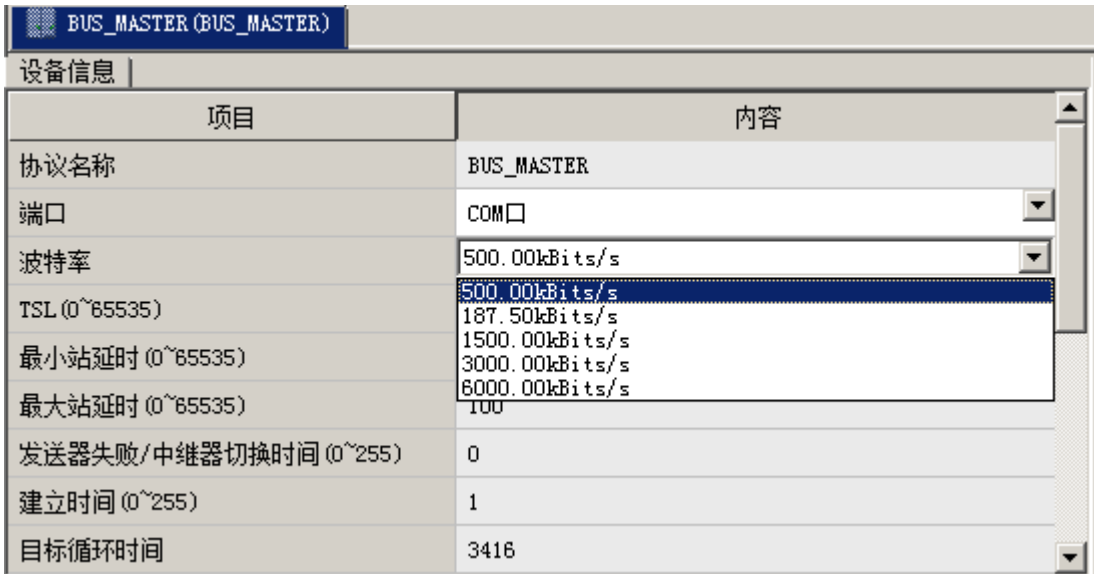
LK249S 支持对以下功能进行诊断：

- 模块状态诊断（模块工作故障）。
- 模块内部故障（FPGA 故障、PCIe 链路故障）。
- 双 DP 链路断线故障。

5.4.7 波特率设置

在 Safety FA-AutoThink 软件中，双击【硬件配置】节点下已组态的 BUS_MASTER 节点，打开“设备信息”窗口，如图 76 所示，可以设置波特率。

波特率是控制器与 IO 设备通讯的速率。可设置值为 187.5kbps、500kbps、1.5Mbps、3Mbps、6Mbps。



BUS_MASTER (BUS_MASTER)	
设备信息	
项目	内容
协议名称	BUS_MASTER
端口	COM□
波特率	500.00kBits/s
TSL (0~65535)	500.00kBits/s
最小站延时 (0~65535)	187.50kBits/s
最大站延时 (0~65535)	1500.00kBits/s
发送器失败/中继器切换时间 (0~255)	3000.00kBits/s
建立时间 (0~255)	6000.00kBits/s
目标循环时间	100
	0
	1
	3416

图 76 BUS_MASTER 设备信息窗口

- 波特率使用注意事项：
 - 当使用 3Mbps 和 6Mbps 波特率时，建议背板间 DP 线缆长度在 30cm 内。
 - 当使用 3Mbps 和 6Mbps 波特率时，最多能级联 6 个扩展背板。

5.4.8 技术指标

LK249S 安全型主站通信模块	
处理器	
CPU 平台	ARM
存储器	
SRAM	片外存储器，512KB，位宽 16bits
DP 总线	
通道数量	2
物理接口	1 个双层 DB9 母座
通信速率	187.5kbps、500 kbps、1.5Mbps、3Mbps、6Mbps

LK249S 安全型主站通信模块	
背板总线	
传输速度	2.5 Gb/S
防护等级	
模块防护等级	IP20
热插拔	
模块热插拔	支持
供电电源	背板提供
模块功耗(max.)	200mA@24V
双网冗余	
DP 总线双网冗余	支持
启动时间	
模块上电至初始化完成的时间	≤10 s
物理特性	
安装方式	背板插槽
模块尺寸 (W*H*D)	44.7 mm×166 mm×152 mm

5.5 LK240S 安全型冗余通讯模块

LK240S 为 LKS 系统的冗余通讯模块，是冗余系统中完成主机架与从机架之间数据同步交互的专用模块。主从机架之间，通过各自的安全型冗余模块以同步光纤作为介质进行冗余通信。模块通过总线连接器与背板模块 LK130 连接。

5.5.1 基本特征

- ☐ 判定控制器主从状态
- ☐ 支持千兆光纤通信
- ☐ 支持 2 路光纤冗余接口
- ☐ LC 接口多模光纤
- ☐ 支持热插拔
- ☐ 采用安全通讯协议

5.5.2 外观与尺寸

5.5.2.1 外观



图 77 LK240S 模块外观图

如图 77 所示，LK240S 模块面板上设有：

- 10 个 LED 指示灯，实时指示 LK240S 模块的运行状态。
- 1 个拨码开关，设置当前控制器的 A/B 系。
- 2 个光纤接口。

5.5.2.2 模块尺寸

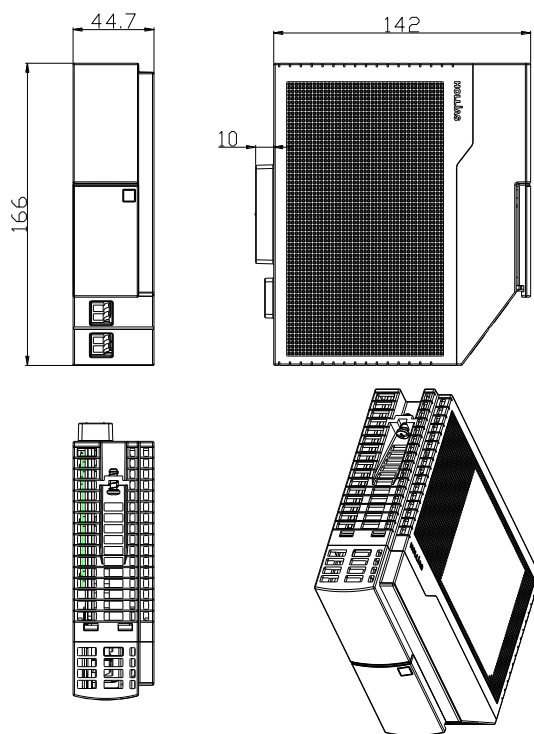


图 78 LK240S 模块尺寸图

5.5.3 状态指示灯

表 21 指示灯说明

名称	功能	颜色	状态	说明
PWR	电源指示	黄	亮	电源正常
			灭	电源故障或未上电
RUN	工作状态指示	绿	亮/灭	固件工作异常
			慢闪	固件工作正常
ERR	模块故障指示	红	亮	模块故障
			灭	模块无故障
RDNT	冗余通信指示	绿	亮/灭	冗余通信故障
			慢闪	冗余通信正常
STDB	CPU 主从状态指示	绿	亮	本系为待机状态（备系）
			灭	本系为工作状态（主系）
			慢闪	本系未确认主备状态
A/B	A/B 机指示	绿	亮	当前控制器为 A 机

名称	功能	颜色	状态	说明
			灭	当前控制器为 B 机
TX1	第 1 组光纤接口发送数据指示	绿	快闪	第 1 组光纤接口正在发送数据
RX1	第 1 组光纤接口接收数据指示	绿	快闪	第 1 组光纤接口正在接收数据
TX2	第 2 组光纤接口发送数据指示	绿	快闪	第 2 组光纤接口正在发送数据
RX2	第 2 组光纤接口接收数据指示	绿	快闪	第 2 组光纤接口正在接收数据

- 慢闪：频率为 1Hz
- 快闪：频率为 4Hz

5.5.4 原理说明

控制器通过专用光纤连接两个安全型冗余通讯模块的光纤接口，进行数据冗余通信。两条链路冗余工作，当一条链路故障，另一条链路无故障时，切到无故障的冗余链路，切换时间不超过 10 ms，从而提高系统连续运行的可靠性。

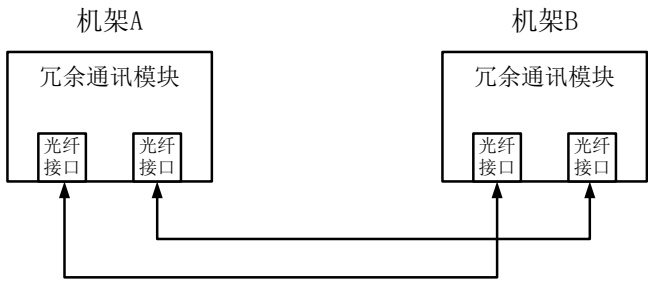


图 79 冗余通信示意图

5.5.5 接线说明

LK240S 安全型冗余通讯模块共有两组同步光纤通讯接口，均为标准 LC 光纤接口，通信速率 1Gbps 以上。每组同步光纤接口包含 TX 和 RX 各一路，与另一机架的安全型冗余模块间交叉连接，一端发送另一端接收。以一组同步光纤接口为例进行说明。如图 80 所示。

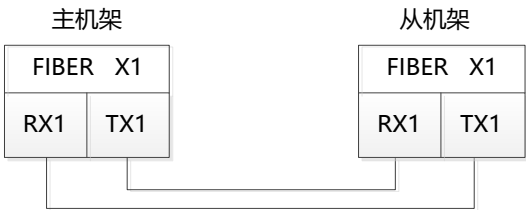


图 80 LK240S 同步光纤连接

表 22 LK240S 的电缆端口定义

端口标识	信号含义
TX1	通道 1 发送端
RX1	通道 1 接收端
TX2	通道 2 发送端

端口标识	信号含义
RX2	通道 2 接收端

5.5.6 设置 A/B 系

可以通过前面板的两位式拨码开关设置当前控制器为 A 机或 B 机。

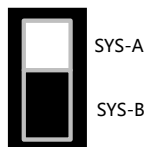


图 81 A/B 系拨码开关示意图

- 拨至 SYS-A 位置，设置当前控制器为 A 机。
- 拨至 SYS-B 位置，设置当前控制器为 B 机。

修改 A/B 系拨码开关后，需要对当前控制器进行断电或硬件复位重启操作之后才能生效。

5.5.7 主从判定

冗余通讯模块上电时，当前无故障的情况下，通过以下原则确定新上电的一系模块做为主机还是备机。判定主从原则（优先级递减）为：

- 先上电的为主机。
- 控制器上次运行状态。当上次冗余正常时，则保持主从状态不变。
- 当双机工程和上次运行状态都相同时，A 机为主机。
- 有工程的模块作为主机。

5.5.8 主从切换条件

当主机发生以下情况时，如果从机工作正常，则进行主从切换。

- 触发主从切换的条件
 - ☐ 主机架掉电
 - ☐ 冗余状态故障（主机架）
 - ☐ 插拔本地背板上模块
 - ☐ 双以太网故障
 - ☐ 双 DP 网故障
 - ☐ 在 Safety FA-AutoThink 中调用 sysMasterSwitchToSlave（主从切换）指令进行切换。



- 通过组态 SET_RTC 功能块对主控制器进行校时，从控制器通过冗余，自动获取设置的 RTC 时钟。SET_RTC 功能块的内容请参见《LKS 安全型控制系统指令手册》。

5.5.9 技术指标

LK240S 安全型冗余通讯模块	
处理器	
CPU 平台	ARM
同步光纤接口	
通道数量	2 路
接口类型	LC 型
介质冗余	支持
背板总线	
通讯速度	2.5Gb/S
防护等级	
模块防护等级	IP20
热插拔	支持
供电电源	背板提供
模块功耗(max.)	250mA@24V
系统性能	
冗余性能	冗余切换时间≤130ms
启动时间	
模块上电至初始化完成的时间	≤10 s
物理特性	
安装方式	背板插槽
模块尺寸 (W*H*D)	44.7 mm×166 mm×152 mm

第6章 IO 单元

6.1 电源模块



- 安全系统中 AC 转 DC 电源必须使用 QS10.241 电源，非安全系统中可选择 LK910 或其它电源模块。

6.1.1 QS10.241 开关电源

6.1.1.1 基本特征

- AC100-240V 宽范围输入
- 效率高达 93.5%
- 输出电压 24VDC
- 带 DC-OK 输出继电器触点
- 150% (360W) 峰值负载能力
- 全功率在 -25° C 和 +60° C 之间
- 快速连接弹簧端子

QS10 DIN 轨电源的最突出的特点是高效率和小尺寸，这是通过同步整流和进一步新颖的设计细节实现的。

短期峰值功率能力为 150%，内置大尺寸输出电容器，这些功能有助于启动电机，充电电容器和吸收反向能量，并且通常允许使用低功率等级的单元。

瞬变和功率浪涌的高抗扰性以及低电磁辐射使得在任何环境中都可以使用。

集成输出功率管理器，宽范围输入电压设计和几乎没有输入浪涌电流，使安装和使用简单。干 DC-OK 触点、绿色 DC-OK 指示灯和红色过载指示灯，使得诊断很容易。

独特的快速连接弹簧端子允许安全，快速的安装。同时，大量的国际认证包适用于各种应用，使模块几乎适用于所有情况。

6.1.1.2 模块外观

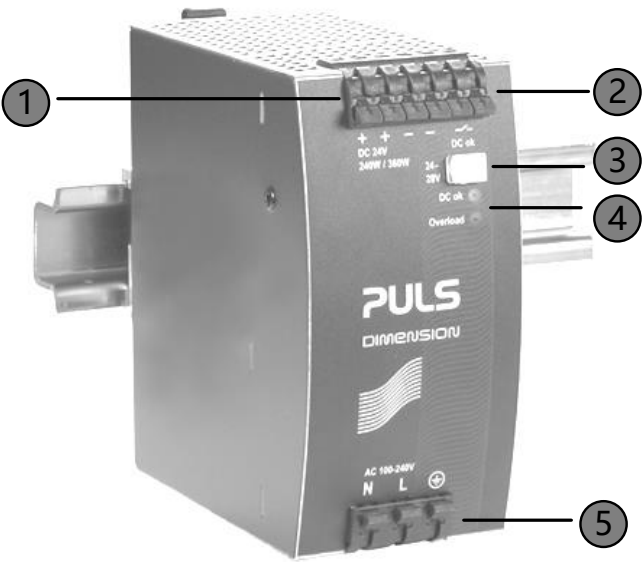


图 82 模块外观图

表 23 接口列表

序号	接口说明
1	2 组直流输出端子
2	DC-OK 继电器触点
3	输出电压调节器，打开盖板调节输出电压，工厂设置：24.1V
4	指示灯
5	交流输入端子

6.1.1.3 原理说明

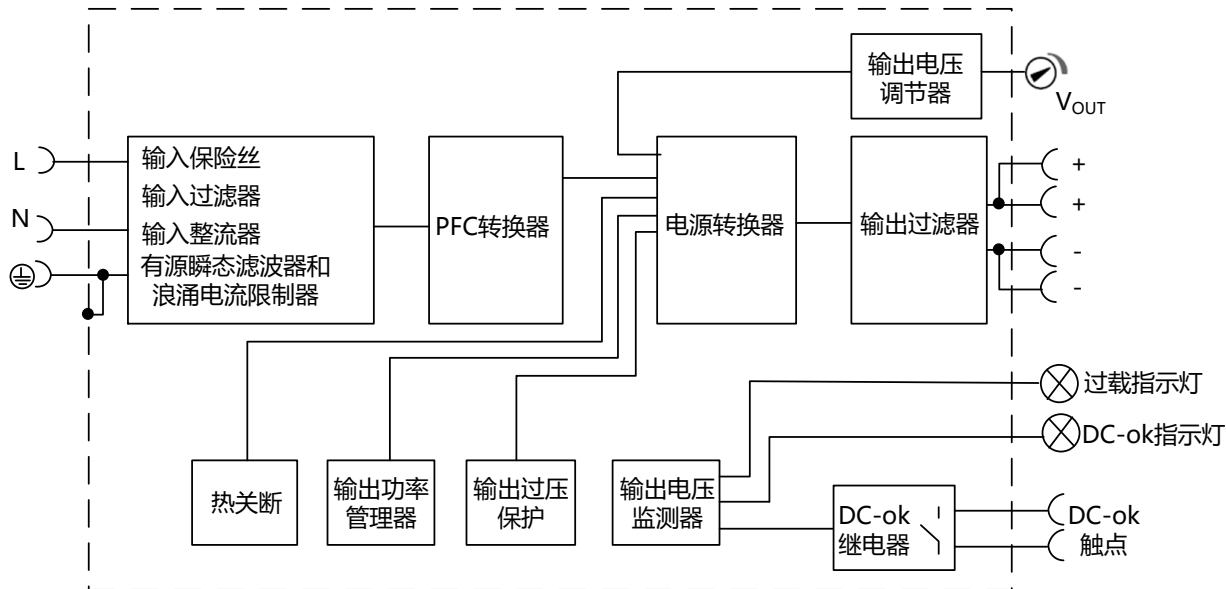


图 83 功能原理图

6.1.1.4 状态指示灯

表 24 指示灯说明

名称	功能	颜色	说明
DC ok	DC-OK 触点状态指示	绿色	当输出电压大于调整输出电压的 90% 时, 指示灯状态为 ON
Overload	过载指示	红色	当输出电压小于调整的输出电压的 90%, 或者输出短路时, 指示灯状态为 ON 当设备过热关断时, 指示灯闪烁

表 25 状态说明

状态	过载指示灯	DC-OK 指示灯	DC-OK 触点
正常工作	OFF	ON	闭合
额定功率	OFF	ON	闭合
过载($V_{OUT} < 90\%$)	ON	OFF	断开
输出短路	ON	OFF	断开
过热关断	闪烁	OFF	断开
没有供电	OFF	OFF	断开

6.1.1.5 端子与接线

1. 输入端子

输入端子为快速连接弹簧端子, 如图 84 所示。

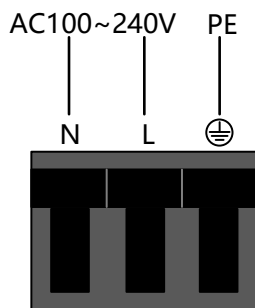


图 84 输入端子

2. 输出端子

输出端子为快速连接弹簧端子，如图 85 所示。

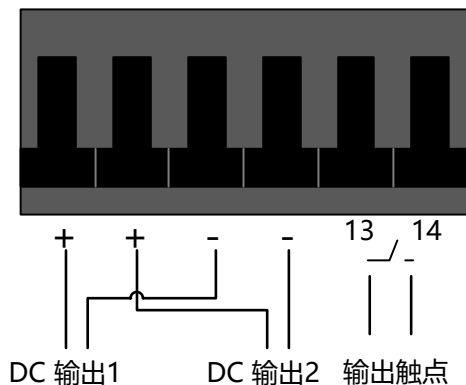


图 85 输出端子

■ 说明

- ☐ 使用适用于最低工作温度的铜电缆：
 - 60° C，环境温度最高可达 45° C
 - 75° C，环境温度最高可达 60° C
 - 90° C，环境温度最高可达 70° C
- ☐ 遵守国家安装规范和安装规定！
- ☐ 确保绞线的所有股线进入端子连接！
- ☐ 在一个连接点（PE 线除外）中允许最多两条具有相同横截面的绞线。
- ☐ 不使用没有 PE 连接的设备。
- ☐ 未使用的端子应牢固拧紧。
- ☐ 允许使用金属护套。

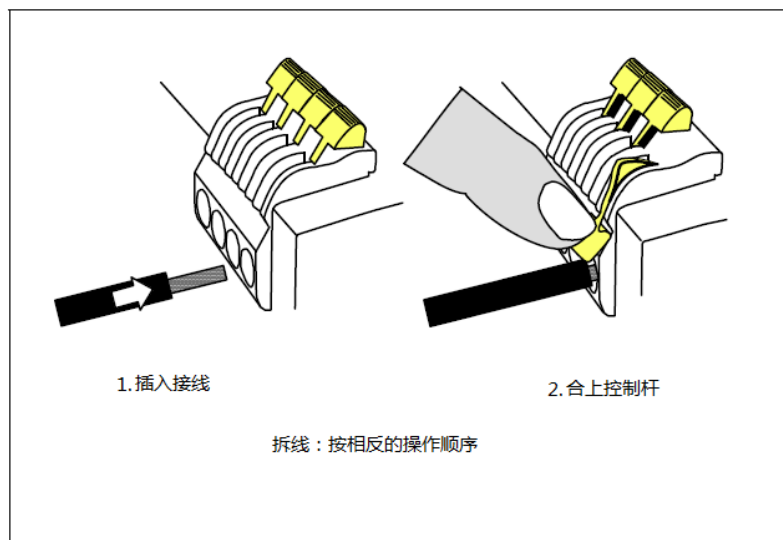


图 86 接线

6.1.1.6 技术指标

QS10.241 开关电源	
AC 输入	
AC 输入	Nom.AC 100~240V
AC 输入范围	Min. 85-276Vac, 连续工作 Min. 60-85Vac, 满功率 200ms, 0 和 85Vac 之间无损坏 Min. 276-300Vac, < 500ms
L 或 N 允许的对地电压	Max. 300Vac
输入频率	50~60Hz $\pm 6\%$
接通电压	Typ. 81Vac, 稳态值
关断电压	Typ. 63Vac, 稳态值 Typ. 55Vac, 动态值
DC 输入	
DC 输入	DC 110-150V, -20%/+25%
DC 输入范围	Min.88~187Vdc, 连续工作
DC 输入电流	Typ. 2.37A, 110Vdc, at 24V, 10A
L/N 允许的对地电压	Max. 375Vdc, IEC 62103
接通电压	Typ. 80Vac, 稳态值
关断电压	Typ. 55Vac, 稳态值
输出	
输出电压	DC 24V
调整范围	Min.24 ~ 28V Max.30V
纹波和噪声电压	Max. 50mVpp, 20Hz ~ 20MHz, 50Oh

QS10.241 开关电源	
输出电流	DC24V, 可持续 10A 电流 DC28V, 可持续 9A 电流 额定电压 24V, 短期可承受 15A, 4s 额定电压 28V, 短期可承受 13.5A, 4s
输出电源	DC24V/28V 可连续提供 240W / 252W DC24V / 28V 可提供额定功率 360W / 378W
输出纹波	< 50mVpp, 20Hz ~ 20MHz
短路电流	短路电流为最大 12.5A
容性负载	7000μF, 包含电源内部
物理属性	
安装方式	导轨或支架安装
模块尺寸 (W*H*D)	60mm x124mm x117mm
重量	900g /1.98lb
环境	
工作温度	-25°C ~ +70°C (-13°F~ 158°F)
储存温度	-40°C ~ +85°C (-40°F ~ 185°F)
湿度	5 ~ 95% r.H.
过电压类别	III, IEC 62103, EN 50178, 海拔高达 2000 米 II, 海拔在 2000 米到 6000 米
污染程度	2 级, IEC 62103, EN 50178, 不导电

6.2 扩展背板

扩展背板用于安装 IO 模块。以 LK117 为例, 如图 87 所示, 左起第 1 槽是通讯模块插槽, 第 2~11 槽是 I/O 模块插槽。每个端子座对应一个 I/O 模块, 通过 I/O 电缆直接连接现场信号。

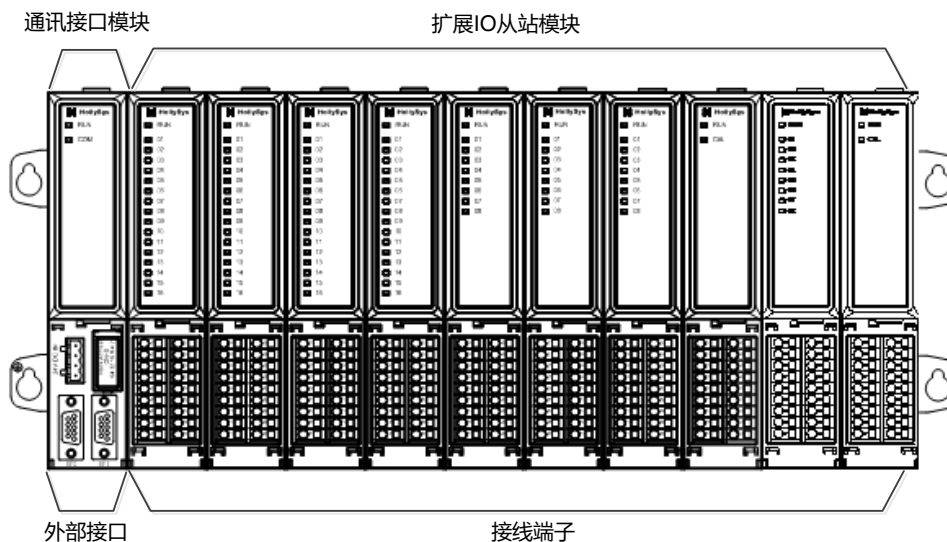


图 87 LK117 背板的结构

如图 88 所示，扩展背板支持冗余 DP 总线。提供 DP 总线输入和输出接口，连接本地背板，扩充 I/O 点数。多个扩展背板级联时采用串接方式，不能多个扩展背板同时连接到一个本地背板。

扩展背板不提供 DP 总线的终端匹配电阻，匹配电阻由通讯模块提供。

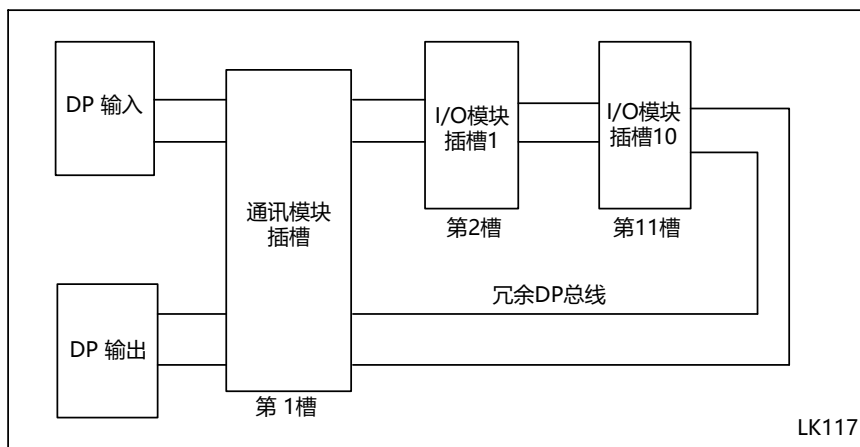


图 88 扩展背板内部结构

6.2.1 接口说明

扩展背板接口分电源接口和通讯接口两部分。

6.2.1.1 24 VDC 电源接口

背板上硬件模块的 24VDC 工作电源，从背板的电源接口引入。

表 26 扩展背板电源连接器信号定义

针序号	端子标识	信号含义
1	L+	24V+
2	L+	24V+
3	M	GND
4	M	GND

6.2.1.2 通讯接口

扩展背板上的 I/O 模块，通过 Profibus-DP 总线接口与本地背板上的控制器进行通讯和数据交换。DP 总线接口为 DB9 孔座。

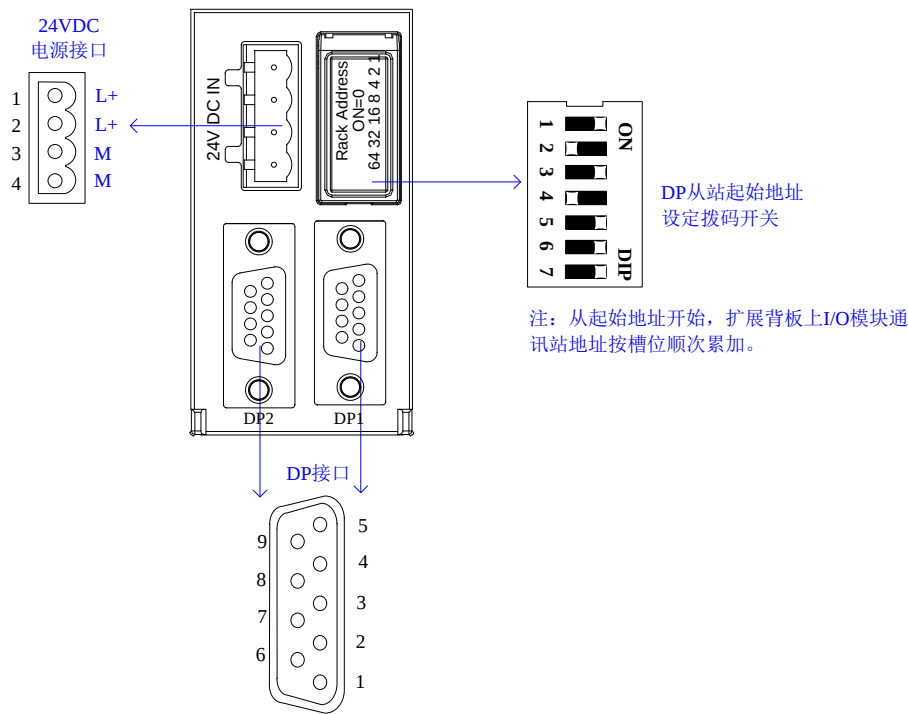


图 89 LK117、LK118 背板的电源和通讯接口

6.2.1.3 Profibus-DP 总线接口

DP 总线接口实现扩展背板 I/O 模块与本地背板控制器之间的通讯联系，采用两个 DB9 孔座连接器。



- 接线时，与 LKA104 Profibus-DP 总线连接器配合使用，通过 LKA104 接入和引出 DP 线缆。

表 27 LK117 背板 DP 连接器信号定义

针序号	信号名称	信号含义
1	空	空

针序号	信号名称	信号含义
2	DPIN+	DP 进线，信号正
3	DPOUT+	DP 出线，信号正
4	空	空
5	GND	电源地
6	+5V	5VDC，由通讯模块提供
7	DPIN-	DP 进线，信号负
8	DPOUT-	DP 出线，信号负
9	空	空

6.2.2 通讯地址

I/O 模块的通讯地址由背板基地址和背板偏移地址组成。

如 LK117，基地址是左起第 1 个 I/O 模块的通讯地址，由背板上的七位拨码开关设置；第 2~11 个 I/O 从站模块的背板偏移地址是 1~10，如图 90 所示。

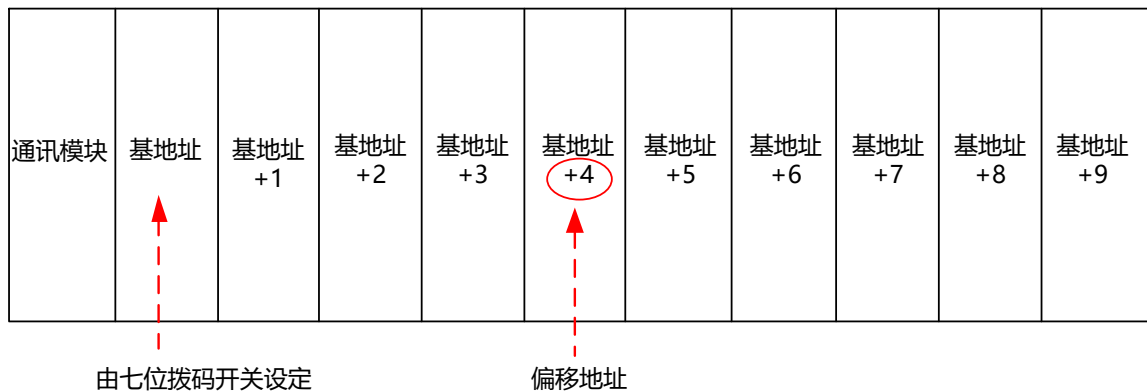


图 90 LK117 背板 I/O 模块通讯站地址的分配

当拨码开关的某位拨码拨向 **ON** 侧，该位为 0；拨向数字侧，该位为 1。七位拨码的从高位到低位排列组合成一个二进制数，该二进制数对应的十进制数值就是背板的基地址。

换算关系如下：

$$\text{基地址} = 64 \times K_7 + 32 \times K_6 + 16 \times K_5 + 8 \times K_4 + 4 \times K_3 + 2 \times K_2 + 1 \times K_1$$

其中：K_i (i=1~7) 表示第 i 位拨码状态

例如：拨码开关从高位到低位依次设定为 0001010，对应的十进制数值 10 就是扩展背板的基地址，则 LK117 背板上 I/O 模块的通讯地址次为：10、11、12、13.....19。

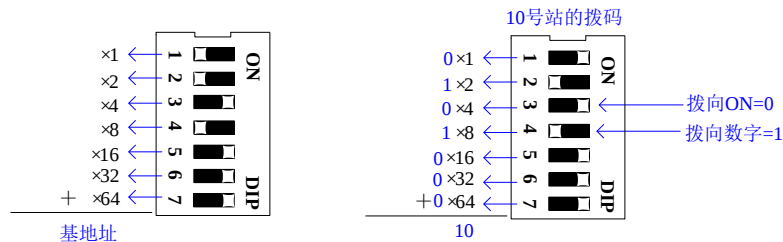


图 91 背板基地址的设定



- 多个背板级联时，不要设置重复的通讯地址。

6.2.3 LK117 11 槽 LK 系列 PLC 扩展背板

6.2.3.1 组成结构

- 1 个通讯槽，10 个 I/O 槽
- 从站基地址拨码
- 冗余 Profibus-DP 总线接口，DB9 孔座
- 支持扩展背板级联
- 24 VDC 系统电源接口，四针插座
- 弹片式接线端子，可插拔

6.2.3.2 安装尺寸

除电源为独立安装外，其余 LKS 硬件模块均安装在背板上。背板为平面安装，两端用 M4 的螺钉固定在安装平面上。

扩展背板上的模块宽度一律为 35 mm，所以对于 LK117 背板，两侧螺钉孔中心的水平间距为 $(35 \times 11 + 16.5)$ mm = 401.5 mm，同侧螺钉孔中心的垂直间距为 90 mm，如图 92 所示。

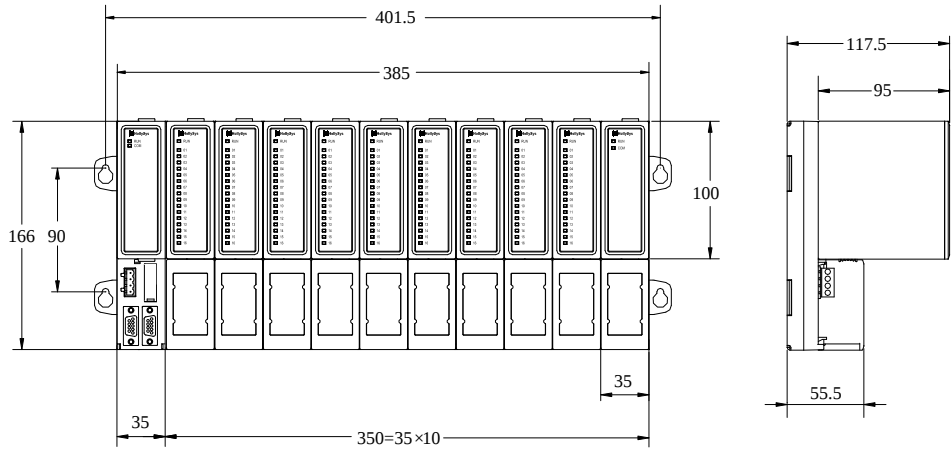


图 92 LK117 背板的安装尺寸

6.2.3.3 技术指标

LK117 11 槽 LK 系列 PLC 扩展背板	
插槽及接口	
槽数	11 槽（1 个通讯槽，10 个 I/O 槽）
Profibus-DP 接口	DB9，孔座，双插座
系统电源口	4 针插座，接 24 VDC 系统电源
隔离耐压	
通道对通道	$\geq 1000 \text{ VAC}@1 \text{ min}$ ，漏电流 5 mA
通道对系统	$\geq 1000 \text{ VAC}@1 \text{ min}$ ，漏电流 5 mA
电气特性	
输入电压	24 VDC（-15%~20%）
终端匹配电阻	无，可由通讯模块提供
物理特性	
安装方式	平面安装
模块尺寸（W*H*D）	385 mm×166 mm×55.5 mm
外壳防护等级	IEC60529 IP20

6.2.4 LK118 5 槽 LK 系列 PLC 扩展背板

6.2.4.1 组成结构

- 1 个通讯槽，4 个 I/O 槽
- 从站基地址拨码
- 冗余 Profibus-DP 总线接口，9 针 D 型插座
- 24VDC 系统电源接口，四针插座
- 支持扩展背板级联
- 可插拔弹片式 I/O 接线端子

LK118 是 5 槽 LK 系列 PLC 扩展背板，如图 93 所示，左起第 1 槽是通讯模块插槽，安装通讯模块；第 2~5 槽是 I/O 模块插槽，安装 4 个 DP 总线接口的 I/O 模块。I/O 模块插槽下方对应的接线端子，用于连接现场 I/O 信号。

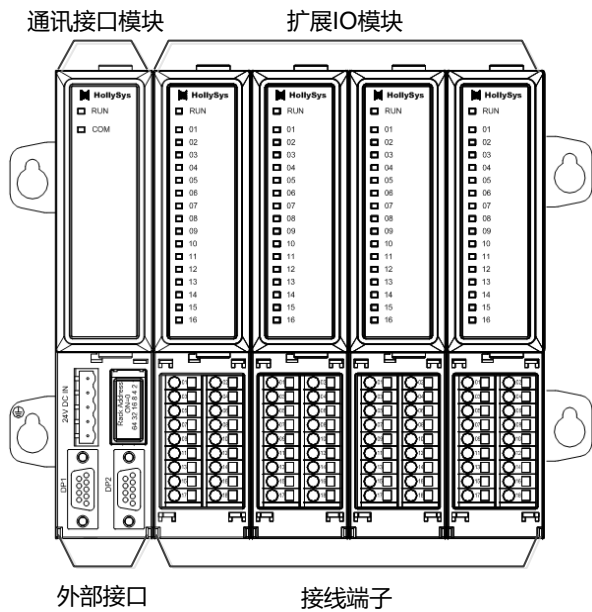


图 93 LK118 背板的结构

LK118 扩展背板内部结构如图 94 所示。

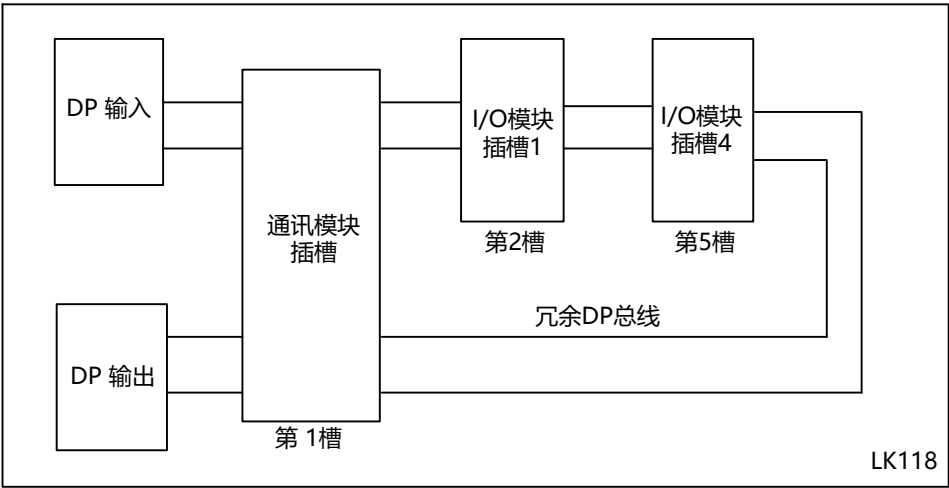


图 94 LK118 扩展背板内部结构

6.2.4.2 安装尺寸

除电源为独立安装外，其余 LK 硬件模块均安装在背板上。背板为平面安装，两端用 M4 的螺钉固定在安装平面上。

扩展背板上的模块宽度一律为 35 mm，所以对于 LK118 背板，两侧螺钉孔中心的水平间距为 $(35 \times 5 + 16.5) \text{ mm} = 191.5 \text{ mm}$ ，同侧螺钉孔中心的垂直间距为 90 mm，如图 95 所示。

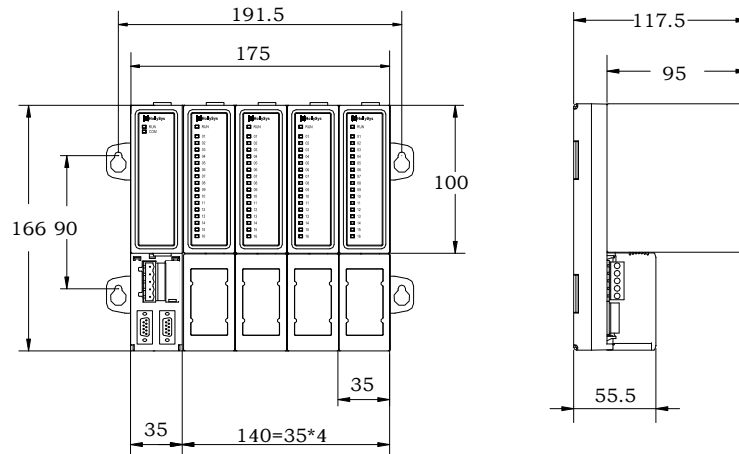


图 95 LK118 背板的安装尺寸

6.2.4.3 技术指标

LK118 5 槽 LK 系列 PLC 扩展背板	
槽数	
槽数	5 槽（1 个通讯槽，4 个 I/O 槽）
Profibus-DP 接口	DB9，孔座，双插座
系统电源口	5 针插座，接 24 VDC 系统电源
隔离耐压	
通道对通道	≥500 VAC@1 min@5 mA
通道对系统	≥500 VAC@1 min@5 mA
电气特性	
输入电压	24 VDC（-15%~20%）
终端匹配电阻	无，可由通讯模块提供
物理特性	
安装方式	平面安装
模块尺寸（W*H*D）	210 mm×166 mm×55.5 mm
外壳防护等级	IEC60529 IP20

6.3 通信模块

6.3.1 LK232S 安全型总线重复器模块

6.3.1.1 基本特征

- 拓展 PROFIsafe 总线的物理长度
- 隔离两段 PROFIsafe 总线

- 安装于扩展背板
- 为 PROFIsafe 总线提供终端匹配电阻
- 支持热插拔

6.3.1.2 原理说明

LK232S 是安全型总线重复器模块，安装在扩展背板左边第 1 槽位上。

由于传输距离过长，或负载过大，会导致在双绞线上传输的信号变差。LK232S 从两路冗余 DP 信号中选取正常工作的一路进行整形放大后输出两路 DP 信号，如图 96 所示。

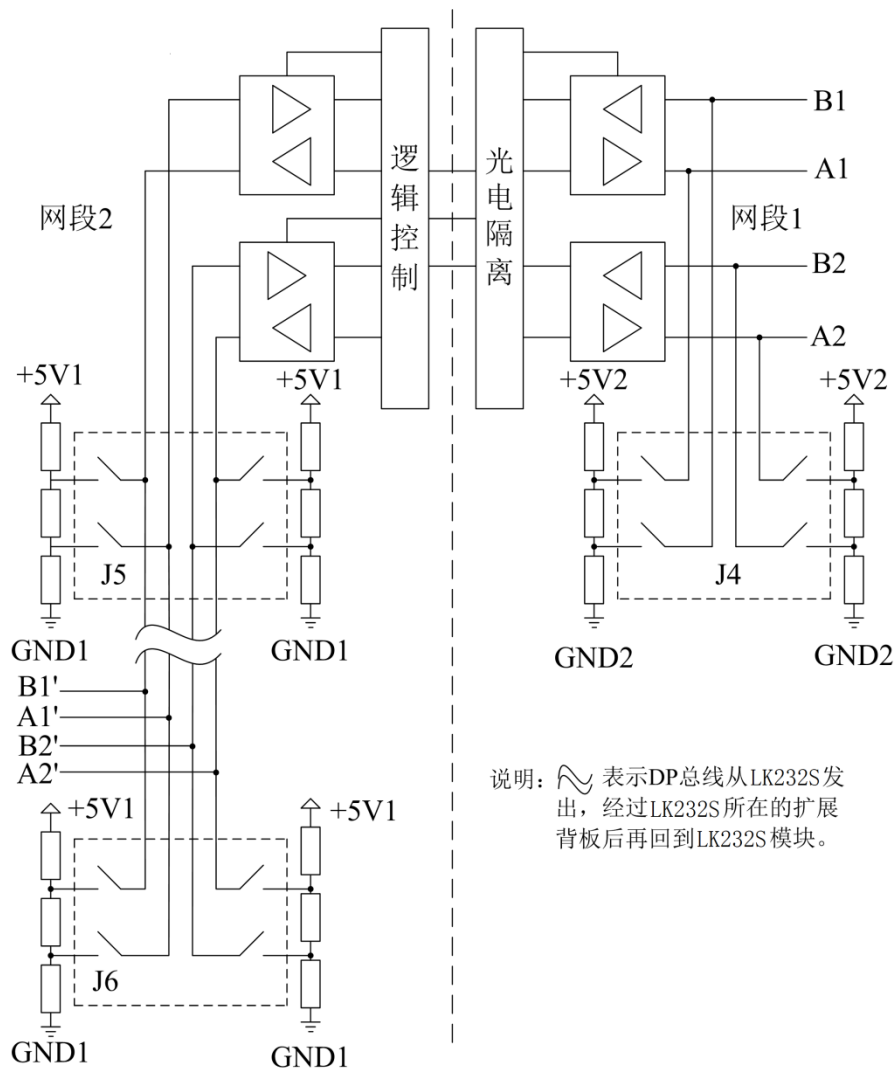


图 96 LK232S 总线转换图

为了避免总线上的干扰在整条总线上传播，通过总线重复器可以隔离两段 PROFIsafe 总线。

LK232S 模块安装在扩展背板最左边的通讯插槽中。防混销编码为 A5。

通过 LK232S 进行 PROFIsafe 总线扩展时，搭配 LKA104 连接器一起使用。

6.3.1.3 终端匹配

LK232S 内置终端匹配拨码开关（J4、J5、J6），如图 97 所示，通过拨码开关设置是否给 DP 总线连接有源匹配电阻网络，出厂设置默认为 J4 断开终端匹配电阻，J5 和 J6 接通终端匹配电阻。

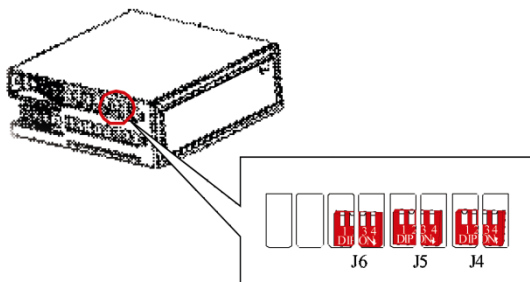


图 97 LK232S 终端匹配拨码开关位置

拨码开关位于模块内部，更改开关位置时不需要拆开外壳，透过外壳的散热孔，用一字小号螺丝刀可方便设定，如图 98 所示。

设置时，每个拨码开关的四位按键要拨成一致。四位按键同时拨向下，为 **ON** 状态，接通终端匹配电阻；四位按键同时拨向上，为 **OFF** 状态，断开终端匹配电阻。

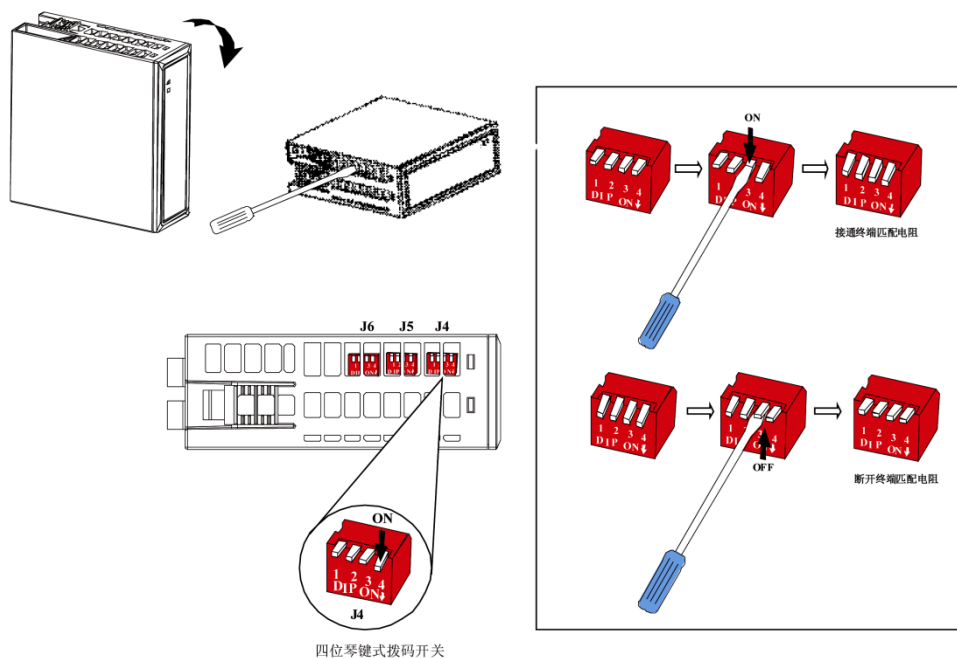


图 98 LK232S 终端匹配拨码开关的设置

6.3.1.4 状态指示灯

LK232S 模块的指示灯定义如表 28 所示，**RUN** 灯显示 LK232S 与控制器的之间的通讯连接；**COM** 灯显示 LK232S 与扩展 I/O 模块之间的通讯连接。

表 28 LK232S 指示灯的定义

名称	状态	说明
----	----	----

名称	状态	说明
RUN (绿)	闪	第 1 段 PROFIsafe 总线没有数据传输
	亮	第 1 段 PROFIsafe 总线有数据传输
	灭	模块未上电或模块坏
COM (黄)	闪	第 2 段 PROFIsafe 总线有数据传输, 数据量越大, 闪烁频率越高
	灭	第 2 段 PROFIsafe 总线没有数据传输



- RUN 灯的闪烁频率: 亮 125 ms, 灭 125 ms。
- COM 灯的闪烁频率: 每传送 30 个数据包闪烁一次。

6.3.1.5 技术指标

LK232S 安全型总线重复器模块	
背板电源	
工作电压	24VDC(-15%~+20%)
功耗	60 mA max.@24 VDC
隔离电压	
DP 与系统隔离电压	500 VAC 测试 1 min., 漏电流 5 mA
通讯	
协议	PROFIsafe
双网冗余	支持
通讯速率	187.5kbps、500 kbps、1.5Mbps、3Mbps、6Mbps
物理特性	
安装方式	插槽安装
安装位置	扩展背板的通讯插槽
模块尺寸 (W*H*D)	35 mm×100 mm×100 mm
带电插拔	支持

6.4 IO 模块

6.4.1 LK610S 安全型 8 通道数字量输入模块

6.4.1.1 基本特征

- 8 通道无极性干接点输入
- 现场电源电压：20.4 VDC~28.8 VDC
- 支持现场电源掉电检测
- 支持电源反向保护
- 通道与系统之间隔离设计
- 支持模块周期自检
- 支持 PROFIsafe 从站协议
- 支持热插拔

6.4.1.2 模块外观



图 99 LK610S 模块外观图

6.4.1.3 原理说明

LK610S 通道通过 Sample circuit 1 和 Sample circuit 2 两个采集电路对现场开关状态进行采集，当两者采集状态都符合设定值时，通道工作正常，任一采集电路异常，将会对采集值置故障标识，从而使上报到控制器的数据安全。

LK610S 现场侧与系统电气隔离，隔离电压 500VAC，以确保现场侧故障时，不影响系统侧工作，现场侧与系统侧需要使用不同的 AC/DC 电源来保证隔离。

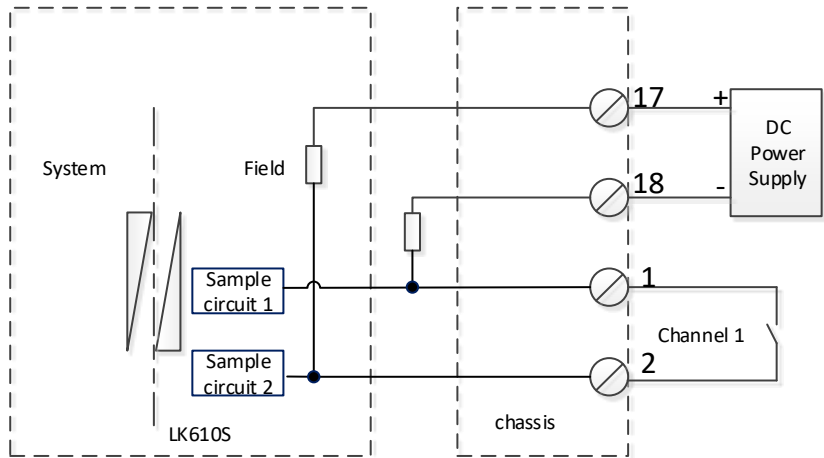


图 100 LK610S 通道接口电路图

6.4.1.4 状态指示灯

表 29 LK610S 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯（绿）	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或自检未通过
	灭	模块未上电
ERR 故障指示灯（红）	亮	模块有故障
	灭	未上电或模块正常
1~8 通道指示灯（黄）	亮	该通道闭合
	灭	该通道断开

运行指示灯的闪烁频率为：4Hz。

6.4.1.5 接线说明

LK610S 安装在扩展背板上，其通道接线在对应的背板端子上进行，接线端子定义如表 30 所示。

表 30 背板接线端子定义

通道	对应的背板接线端子	
通道 1	01	02
通道 2	03	04
通道 3	05	06
通道 4	07	08
通道 5	09	10
通道 6	11	12
通道 7	13	14

通道	对应的背板接线端子	
通道 8	15	16

8 个通道接线方式相同，以通道 1 为例进行说明，接线如图 101 所示。

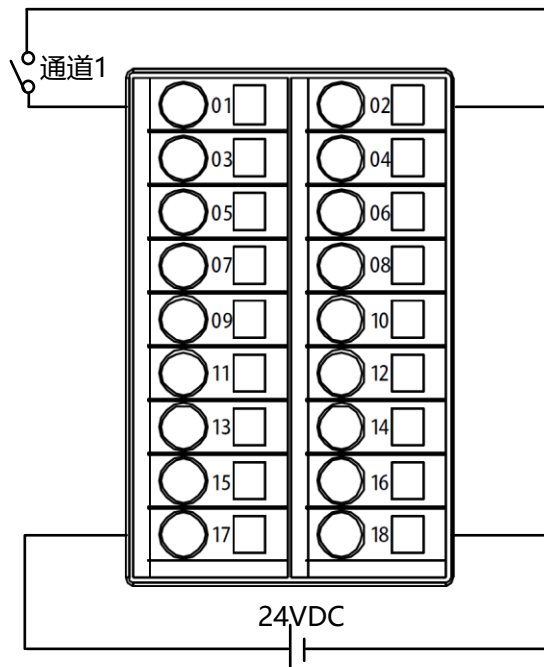


图 101 LK610S 对应背板端子接线图

6.4.1.6 诊断说明

LK610S 的故障诊断分为设备诊断和通道诊断。通过调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDP SlaveState），上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData54 中。

LK610S 相关诊断区 30 个字节。其中，4 字节设备相关诊断，2 字节识别号诊断和 24 字节通道诊断。LK610S 有 8 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDP SlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData30 诊断信息说明如表 31 所示。

表 31 输出参数 DiagData1~ DiagData30 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData4	BYTE	设备相关诊断信息 详见表 32
DiagData5~ DiagData6	BYTE	识别号诊断信息 DiagData5: 值为 0x42，其中，2 代表诊断信息长度为 2 字节 DiagData6: 当有诊断信息上报时，值为 0x01
DiagData7~ DiagData9	BYTE	通道 1 诊断信息 详见表 34
DiagData10~ DiagData12	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData28~ DiagData30	BYTE	通道 8 诊断信息

表 32 设备相关诊断信息说明

输出参数	位	含义
DiagData1	Bit0~ Bit7	=4: 诊断信息长度为 4 字节
DiagData2	Bit7	电源故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit6	MCU 失效(心跳失效故障) =0: 正常 =1: 故障
	Bit5	MCU 可自诊故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0~Bit4	预留
DiagData3	Bit7 ~ Bit6	IO_BUS 网络故障 =0: 网络正常 =1: DP1 网故障 =2: DP2 网故障 =3: 保留
	Bit5 ~ Bit3	预留
	Bit2	开关量现场掉电 0: 无开关量现场掉电故障 1: 开关量现场掉电故障
	Bit1	预留
DiagData4	Bit0	通道故障 =0: 通道正常 =1: 通道故障
	Bit3~Bit7	预留
	Bit2	程序监控故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit1	模块 ADC 回路故障 =0: 正常 =1: 故障
DiagData4	Bit0	电源诊断电路故障 =0: 正常 =1: 故障

表 33 设备相关故障响应

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
电源故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
MCU 失效	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
MCU 可自诊故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
IO_BUS 网络故障	上电诊断和周期性诊断	——	不导向安全，上报诊断信息
开关量现场掉电	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
通道故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
模块 ADC 回路故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
电源诊断电路故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	不导向安全，上报诊断信息

表 34 通道诊断信息说明

诊断字节						含义
位		Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4 ~ Bit 0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值：128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号，十进制在线值：64~71，对应通道 1~8
第三字节	通道数据类型/ 故障类型	001（位）			0	通道故障恢复，十进制在线值：32
					18	通道采集故障，十进制在线值：50

表 35 通道故障响应

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
通道采集故障	上电检测一次和周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值

当发生通信故障或模块故障时，通道导向安全侧，可能的原因及处理措施如下表所示。

表 36 可能的原因及处理措施

故障分类	原因	处理措施
模块故障	电源故障	更换模块
	MCU 失效	
	MCU 可自诊故障	
	通道故障	
	模块 ADC 回路故障	
	电源诊断电路故障	
	通道采集故障	

故障分类	原因	处理措施
	开关量现场掉电	检查现场电源是否正常供电
通信故障	DP 断线	检查 DP 线缆是否插好
	模块没有上电	检查是否正常供电

故障排查方法请参见章节 [6.4.4.6 诊断说明](#) 的相关内容。

6.4.1.7 PROFIsafe 故障状态

当故障恢复后，系统自动进行 PROFIsafe 故障确认。

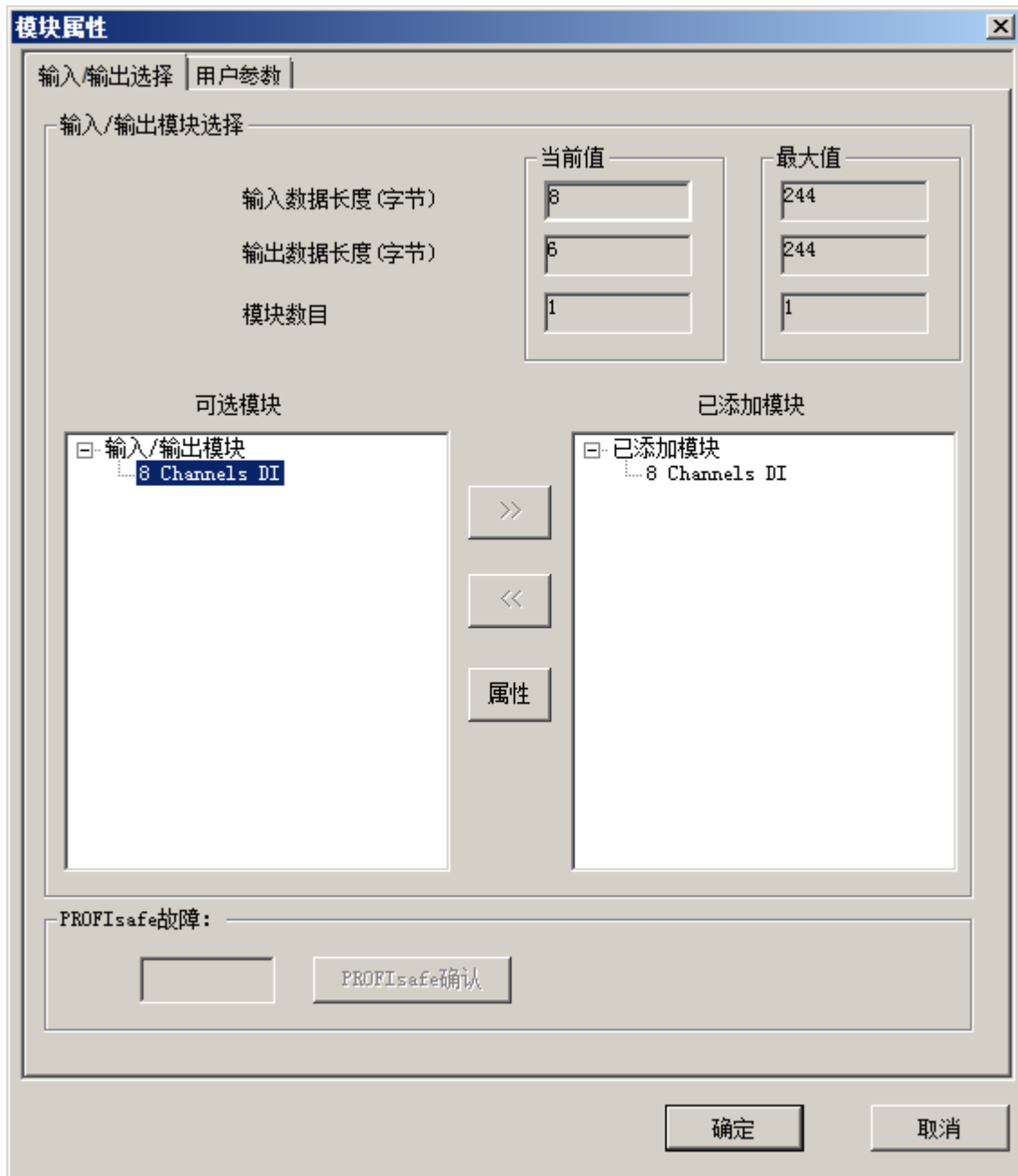


图 102 模块属性对话框

在对话框的左下方显示 PROFIsafe 故障状态。当 PROFIsafe 故障发生时,故障状态显示为 TRUE,此时,系统处于安全态,模块通道采用安全值。当故障恢复时,系统自动确认 PROFIsafe 故障,故障状态变为 FALSE,同时,模块通道恢复正常逻辑输出。

■ 查看 PROFIsafe 故障状态信息

在全局变量组 DPDevVar_Group 中查看 PROFIsafe 故障的状态信息。每个从站模块有两个诊断变量,分别为从站确认状态和从站通信状态。

- ☐ 从站确认状态: 0: 有 PROFIsafe 故障, 1: 无 PROFIsafe 故障。
- ☐ 从站通信状态: 1 Byte, 当为 1 时, 从站通信正常, 为 0 时, 从站通信异常。

DPDevVar_Group					
序号	变量名	变量说明	变量类型	初始值	区域
0001	SYS_DPCConfirm_State_2_1_2	第2个通信设备 第1条协议 地址2 从站确认状态	WORD	0	S区
0002	SYS_DPSlaveCom_State_2_1_2	第2个通信设备 第1条协议 地址2 从站通信状态	BYTE	0	G区
0003	SYS_DPCConfirm_State_2_1_3	第2个通信设备 第1条协议 地址3 从站确认状态	WORD	0	S区
0004	SYS_DPSlaveCom_State_2_1_3	第2个通信设备 第1条协议 地址3 从站通信状态	BYTE	0	G区

图 103 DPDevVar_Group 诊断变量组

6.4.1.8 安全值

通道提供两种安全值模式，当通道故障时，采用对应模式的安全值作为通道实时输出值 DV 参与用户逻辑运算。组态时，请使用章节 6.4.1.9 通道值表决中的 DV 变量进行逻辑组态。

安全值模式：

- 保持：通道故障时，保持上一个周期值。
- 预设：通道故障时，采用用户设定的安全值。

模块的通道信息如图 104 所示。1~8 为通道采集值，9~16 为通道质量位。设置通道安全值模式时，首先勾选“通道使能”，再设置安全值模式。

8 Channels DI							
通道号	通道名称	通道类型	通道地址	通道说明	通道使能	安全值模式	安全值
1	DPIO_2_1_2_1	BOOL	%IX0.0		☒	保持 ▾	
2	DPIO_2_1_2_2	BOOL	%IX0.1		☒	保持 ▾	
3	DPIO_2_1_2_3	BOOL	%IX0.2		☒	保持 ▾	
4	DPIO_2_1_2_4	BOOL	%IX0.3		☒	保持 ▾	
5	DPIO_2_1_2_5	BOOL	%IX0.4		☒	保持 ▾	
6	DPIO_2_1_2_6	BOOL	%IX0.5		☒	保持 ▾	
7	DPIO_2_1_2_7	BOOL	%IX0.6		☒	保持 ▾	
8	DPIO_2_1_2_8	BOOL	%IX0.7		☒	保持 ▾	
9	Q_DPIO_2_1_2_1	BOOL	%IX1.0				
10	Q_DPIO_2_1_2_2	BOOL	%IX1.1				
11	Q_DPIO_2_1_2_3	BOOL	%IX1.2				
12	Q_DPIO_2_1_2_4	BOOL	%IX1.3				
13	Q_DPIO_2_1_2_5	BOOL	%IX1.4				
14	Q_DPIO_2_1_2_6	BOOL	%IX1.5				
15	Q_DPIO_2_1_2_7	BOOL	%IX1.6				
16	Q_DPIO_2_1_2_8	BOOL	%IX1.7				

图 104 设置安全值

6.4.1.9 通道值表决

全局变量组 Q_Profis_DPIO_Group 用于通道实时输出值和通道数据质量位的表决输出，如图 105 所示。组态时，请使用对应通道的 DV 变量参与用户逻辑运算，格式为全局变量组 Q_Profis_DPIO_Group 中对应通道的“变量名”+“.DV”。例如：SYS_Q_Profis_DPIO_2_1_2_1.DV。

Q_Profis_DPIO_Group					
序号	变量名	变量说明	变量类型	初始值	区域
0001	SYS_Q_Profis_DPIO_2_1_2_1		DIPROC		G区
0002	STS_Q_Profis_DPIO_2_1_2_1				
序号	变量名	变量说明	变量类型	初始值	区域
0004	0001 DI	通道上送原始值	BOOL	FALSE	G区
0005	0002 COMSTA	模块通讯状态: 0-通讯异常, 1-通讯正常	BOOL	FALSE	G区
0006	0003 INQ	模块上送通道质量信息: 0-好, 1-坏	BOOL	FALSE	G区
0007	0004 PRFSFSTA	Profisafe状态	BYTE	0	G区
0008	0005 SAFEN	故障安全功能开关	BOOL	FALSE	G区
	0006 SAFVAL	故障安全值	BOOL	FALSE	G区
	0007 DV	通道实时输出值	BOOL	FALSE	G区
	0008 OUTQ	通道数据质量: 0-好, 1-坏	BOOL	FALSE	G区
	0009 DVPrev		BOOL	FALSE	G区

图 105 通道表决变量组

通道实时输出值 DV 和通道数据质量 OUTQ 作为表决输出值, 由变量组中的其它输入变量逻辑运算决定, 变量说明参见表 37。

表 37 变量说明

变量名	数据类型	描述
输入变量	DI/AI	BOOL/WORD 通道采集值, 参与 DV 值表决 对应通道名称变量, 例如: DPIO_2_1_2_1
	COMSTA	BOOL 从站通信状态, 参与质量位输出表决 TRUE: 从站通信正常 FALSE: 从站通信异常
	INQ	BOOL 通道质量位, 参与质量位输出表决 对应通道名称变量, 例如: Q_DPIO_2_1_2_1 TRUE: 通道质量坏 FALSE: 通道质量好
	PRFSFSTA	WORD 从站 Profisafe 状态, 参与质量位输出表决 0: 有 Profisafe 故障 1: 无 Profisafe 故障
	SAFEN	BOOL 对应设置的安全值模式: 保持/预设, 参与 DV 值表决
	SAFVAL	BOOL/WORD 对应设置的安全值
输出变量	DV/AV	BOOL/WORD 通道实时输出值
	OUTQ	BOOL 通道数据质量位
	DVPrev	BOOL/WORD 预留

通道数据质量位 OUTQ 由 COMSTA、INQ 和 PRFSFSTA 三个变量表决输出。

通道实时输出值 DV 由通道数据质量位 OUTQ 和安全值模式表决输出。

- 当通道数据质量位好时, DV 输出通道采集值。
- 当通道数据质量位坏时, DV 输出由设置的安全值模式决定, 当安全值模式为保持, 则 DV 输出上一周期通道采集值。当安全模式为预设, 则 DV 输出安全值。

表 38 表决关系列表

DI/AI	COMSTA	INQ	PRFSFSTA	SAFEN	SAFVAL	DV	OUTQ
*	TRUE	FALSE	1	*	*	DI/AI	FALSE
*	TRUE	TRUE	1	保持	*	DI/AI 上一周期值	TRUE
*	TRUE	TRUE	1	预设	*	SAFVAL	TRUE
*	FALSE	*	*	保持	*	DI/AI 上一周期值	TRUE
*	FALSE	*	*	预设	*	SAFVAL	TRUE
*	TRUE	*	0	保持	*	DI/AI 上一周期值	TRUE
*	TRUE	*	0	预设	*	SAFVAL	TRUE

*代表任意值。

6.4.1.10 参数说明

1. 子模块参数

“模块属性”界面，选中已添加的模块，单击**属性**按钮，打开子模块属性对话框。

子模块属性

名字: 8 Channels DI

配置数据: 0xc2,0x5,0x7,0xc0,0x7

普通用户参数长度(字节): 0

普通用户参数

参数名称	参数值	参数说明
------	-----	------

PROFIsafe用户参数长度(字节): 14

PROFIsafe用户参数

参数名称	参数值	参数说明
[SlotNumber]	1	Unsigned8 1 1-1
F_Check_SeqNr	NoCheck	Bit(0) 0 0-1
F_Check_iPar	No Check	Bit(1) 0 0-0
F_SIL	SIL2	BitArea(2-3) 1 1-1
F_CRC_Length	4 Byte CRC	BitArea(4-5) 2 2-2
F_Block_ID	F-Host/F-Slave	BitArea(3-5) 0 0-0
F_Par_Version	PROFIsafe V1	BitArea(6-7) 0 0-0

图 106 子模块属性对话框

表 39 子模块参数设置

参数名称	含义说明	参数值
SlotNumber	模块槽号	默认值，无需设置
F_Check_SeqNr	报文序列号是否参加 CRC 校验	可选择以下两种方式 Check: PROFIsafe 报文中的序列号字段参与报文 CRC 计算 Nocheck: PROFIsafe 报文中的序列号字段不参与报文 CRC 计算 该参数设置同时适用于 PROFIsafe 主站和 PROFIsafe 从站
F_Check_iPar	i 参数是否参加 CRC 校验	默认值，无需设置
F_SIL	SIL 等级选择	默认值，无需设置
F_CRC_Length	报文 CRC 校验和长度	设置为 4 Byte CRC，该参数设置同时适用于 PROFIsafe 主站和 PROFIsafe 从站
F_Block_ID	模块 ID	默认值，无需设置
F_Par_Version	F 参数版本	默认值，无需设置
F_Source_Add	F-源地址	默认值，无需设置
F_Dest_Add	F-目的地址	默认值，无需设置

参数名称	含义说明	参数值
F_WD_Time	用于监控 PROFIsafe 报文的看门狗时间	默认值，无需设置
F_Par_CRC	F 设备 i 参数 CRC 校验和	默认值，无需设置

2. 用户参数

【用户参数】中设置通道滤波参数。在 Safety FA-AutoThink 组态软件中，双击 BUS_MASTER 节点下已添加的 LK610S 模块，通过双击“设备属性”项打开“模块属性”对话框，如图 107 所示。

模块属性

输入/输出选择

用户参数

用户参数字节数: 17

参数名称	参数值	参数说明
CH4 State	Enable CH	BitArea(0-1) 2 0,2
CH5 State	Enable CH	BitArea(6-7) 2 0,2
CH6 State	Enable CH	BitArea(4-5) 2 0,2
CH7 State	Enable CH	BitArea(2-3) 2 0,2
CH8 State	Enable CH	BitArea(0-1) 2 0,2
CH1 Filter Time	None	Unsigned8 1 1,3,4,5,6,7,8,
CH2 Filter Time	None	Unsigned8 1 1,3,4,5,6,7,8,
CH3 Filter Time	None	Unsigned8 1 1,3,4,5,6,7,8,
CH4 Filter Time	None	Unsigned8 1 1,3,4,5,6,7,8,
CH5 Filter Time	None	Unsigned8 1 1,3,4,5,6,7,8,
CH6 Filter Time	None	Unsigned8 1 1,3,4,5,6,7,8,
CH7 Filter Time	None	Unsigned8 1 1,3,4,5,6,7,8,
CH8 Filter Time	None	Unsigned8 1 1,3,4,5,6,7,8,
Reserved User Parameters 1	0	Unsigned8 0 0-255

确定

取消

图 107 LK610S 用户参数设置

表 40 LK610S 用户参数的定义

参数名称	参数含义	参数取值
CH1~8 State	通道使能状态显示	默认全部使能，可在“设备信息”页面进行使能设置，参见 6.4.1.8 安全值
CH1~8 Filter Time	通道滤波时间	None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选
Reserved User Parameters 1~4	预留参数	无需设置

6.4.1.11 技术指标

LK610S 安全型 8 通道数字量输入模块	
供电电源	
输入电压	24VDC(-15%~+20%)
功耗	现场电源: 100mA @24VDC (max.)
	系统电源: 50mA@24VDC (max.)
电源反向电压保护	支持
电源过压（60VDC）保护	支持（保持在安全状态）
热插拔	支持
输入通道	
通道数	8 通道
触点类型	无极性干接点
通道上传数据格式	2 字节（16 位），第一字节为通道状态，第二字节为通道数据质量，每 1 位代表一个通道，高位在前，低位在后
查询电压	24VDC(-15%~+20%)
去抖动滤波时间 OFF→ON ON→OFF	None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选
	None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选
现场到系统隔离电压	500 VAC@1 min，漏电流不大于 5 mA
通讯	
协议	PROFIsafe
双网冗余	支持
通讯速率	187.5kbps、500 kbps、1.5Mbps、3Mbps、6Mbps
物理特性	
安装位置	扩展背板
模块尺寸（W*H*D）	35 mm×100 mm×100 mm

6.4.2 LK611S 安全型 8 通道数字量输入模块（带线路故障检测功能）

6.4.2.1 基本特征

- 8 通道无极性干接点输入
- 支持 ESD 外部线路诊断
- 现场电源电压：20.4 VDC~28.8 VDC
- 支持现场电源掉电检测
- 支持电源反向保护
- 通道与系统之间隔离设计
- 支持模块周期自检
- 支持 PROFIsafe 从站协议
- 支持热插拔

6.4.2.2 模块外观



图 108 LK611S 模块外观图

6.4.2.3 原理说明

LK611S 通道通过 Sample circuit 1 和 Sample circuit 2 两个采集电路对现场开关状态进行采集，当两者采集状态都符合设定值时，通道工作正常，任一采集电路异常，将会对采集值置故障标识，从而使上报到控制器的数据安全。

现场开关支持带诊断电阻的 ESD 开关，进行外部线路诊断。模块周期性检测外部线路故障，当外部线路发生断线或短路时，也将对采集值置故障标识，从而使上报到控制器的数据安全。

LK611S 现场侧与系统电气隔离，隔离电压 500VAC，以确保现场侧故障时，不影响系统侧工作，现场侧与系统侧需要使用不同的 AC/DC 电源来保证隔离。

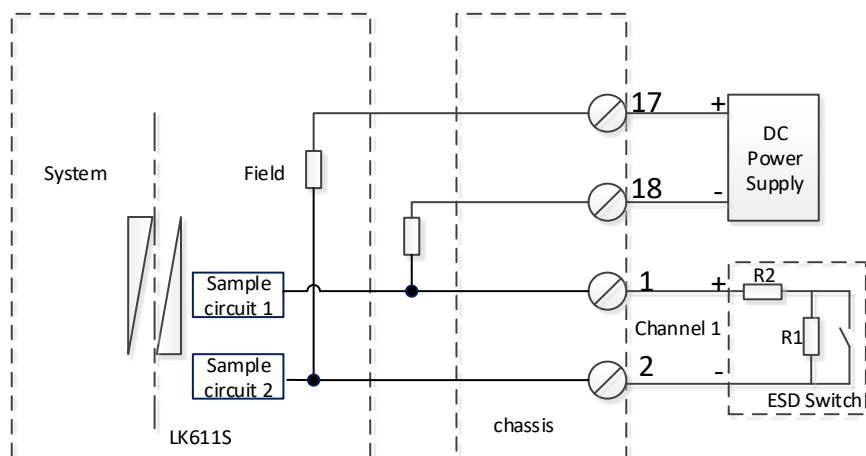


图 109 LK611S 通道接口电路图

6.4.2.4 状态指示灯

表 41 LK611S 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯（绿）	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或自检未通过
	灭	模块未上电或模块故障
ERR 故障指示灯（红）	亮	模块有故障
	灭	未上电或模块正常
1~8 通道指示灯（黄）	亮	该通道闭合
	灭	该通道断开

运行指示灯的闪烁频率为：4Hz。

6.4.2.5 接线说明

LK611S 安装在扩展背板上，其通道接线在对应的背板端子上进行，接线端子定义如表 42 所示。

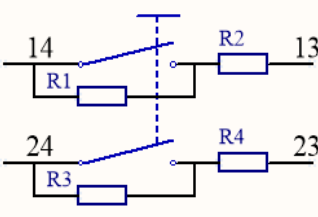
表 42 背板接线端子定义

通道	对应的背板接线端子	
通道 1	01	02
通道 2	03	04
通道 3	05	06
通道 4	07	08
通道 5	09	10

通道	对应的背板接线端子	
通道 6	11	12
通道 7	13	14
通道 8	15	16

通道可接入干节点信号和带外部诊断功能的 ESD 开关，ESD 开关规格如表 43 所示。当加入 ESD 开关信号时，需要根据实际开关规格在 Safety FA-AutoThink 组态软件中配置对应的电阻值。ESD 开关默认值：R1=22 K Ω ，R2=2 K Ω 。

表 43 ESD 开关规格

ESD 开关规格					推荐型号
电路拓扑结构	电阻值				
	R1	R2	R3	R4	
	10 KΩ	1 KΩ	10 KΩ	1 KΩ	FEA(M)2020-24-11
	22 KΩ	2 KΩ	22 KΩ	2 KΩ	FEA(M)2020-24-12
	27 KΩ	2 KΩ	27 KΩ	2 KΩ	FEA(M)2020-24-13
	13.7 KΩ	1 KΩ	13.7 KΩ	1 KΩ	FEA(M)2020-24-14
	22.1 KΩ	2.05 KΩ	22.1 KΩ	2.05 KΩ	

8 个通道接线方式相同，以通道 1、通道 2 为例进行说明。通道 1 接干接点信号，通道 2 接 ESD 开关信号，接线如图 110 所示。

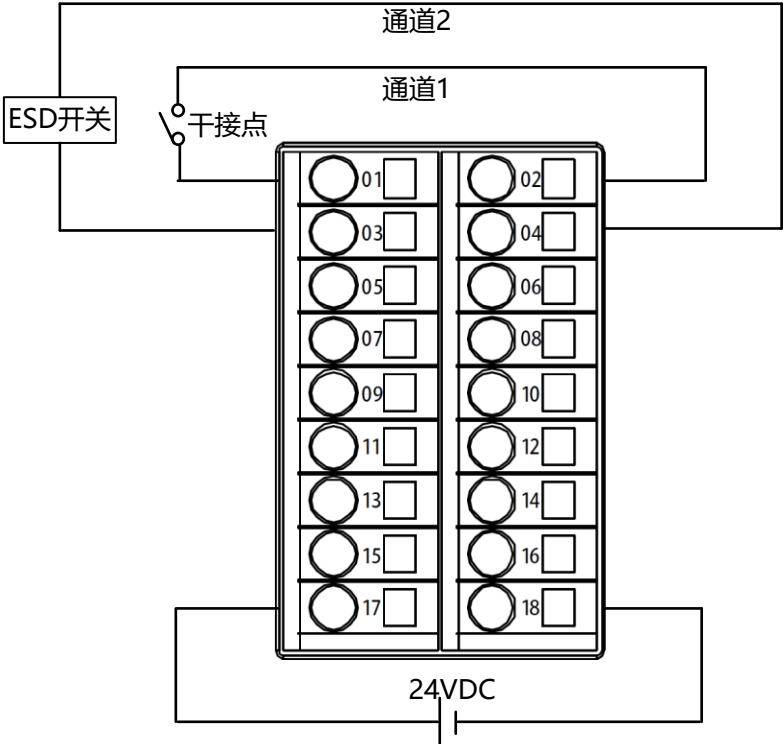


图 110 LK611S 对应背板端子接线图

6.4.2.6 诊断说明

LK611S 的故障诊断分为设备诊断和通道诊断。通过调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDPSlaveState），上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData54 中。

LK611S 相关诊断区 30 个字节。其中，4 字节设备相关诊断，2 字节识别号诊断和 24 字节通道诊断。LK611S 有 8 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDPSlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData30 诊断信息说明如表 44 所示。

表 44 输出参数 DiagData1~ DiagData30 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData4	BYTE	设备相关诊断信息 详见表 45
DiagData5~ DiagData6	BYTE	识别号诊断信息 DiagData5: 值为 0x42，其中，2 代表诊断信息长度为 2 字节 DiagData6: 当有诊断信息上报时，值为 0x01
DiagData7~ DiagData9	BYTE	通道 1 诊断信息 详见表 47
DiagData10~ DiagData12	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData28~ DiagData30	BYTE	通道 8 诊断信息

表 45 设备相关诊断信息说明

输出参数	位	含义
DiagData1	Bit0~ Bit7	=4: 诊断信息长度为 4 字节
DiagData2	Bit7	电源故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit6	MCU 失效(心跳失效故障) =0: 正常 =1: 故障
	Bit5	MCU 可自诊故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0~Bit4	预留
DiagData3	Bit7 ~ Bit6	IO_BUS 网络故障 =0: 网络正常 =1: DP1 网故障 =2: DP2 网故障 =3: 保留
	Bit5 ~ Bit3	预留
	Bit2	开关量现场掉电 0: 无开关量现场掉电故障

输出参数	位	含义
		1: 开关量现场掉电故障
	Bit1	预留
	Bit0	通道故障 =0: 通道正常 =1: 通道故障
DiagData4	Bit3~Bit7	预留
	Bit2	程序监控故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit1	模块 ADC 回路故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0	电源诊断电路故障 =0: 正常 =1: 故障

表 46 设备相关故障响应

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
电源故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全, 采用安全值作为通道输入值
MCU 失效	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全, 采用安全值作为通道输入值
MCU 可自诊故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全, 采用安全值作为通道输入值
IO_BUS 网络故障	上电诊断和周期性诊断	---	不导向安全, 上报诊断信息
开关量现场掉电	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全, 采用安全值作为通道输入值
通道故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全, 采用安全值作为通道输入值
模块 ADC 回路故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全, 采用安全值作为通道输入值
电源诊断电路故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	不导向安全, 上报诊断信息

表 47 通道诊断信息说明

诊断字节					含义	
位		Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4 ~ Bit 0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值：128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号，十进制在线值：64~71，对应通道 1~8
第三字节	通道数据类型/ 故障类型	001（位）			0	通道故障恢复，十进制在线值：32
					1	外部线缆短路故障，十进制在线值：33
					6	外部线缆断线故障，十进制在线值：38
					18	通道采集故障，十进制在线值：50
					24	通道接地故障，十进制在线值：56

表 48 通道故障响应

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
通道采集故障	上电检测一次和周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
外部线缆短路故障	周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
外部线缆断线故障	周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
通道接地故障	周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值

当发生通信故障或模块故障时，通道导向安全侧，可能的原因及处理措施如下表所示。

表 49 可能的原因及处理措施

故障分类	原因	处理措施
模块故障	电源故障	更换模块
	MCU 失效	
	MCU 可自诊故障	
	通道故障	
	模块 ADC 回路故障	
	电源诊断电路故障	
	通道采集故障	
	开关量现场掉电	检查现场电源是否正常供电
通信故障	DP 断线	检查 DP 线缆是否插好
	模块没有上电	检查是否正常供电
外部线路故障	外部线缆短路故障	检查外部回路
	外部线缆断线故障	检查外部回路
	通道接地故障	检查外部回路是否接地

故障排查方法请参见章节 6.4.4.6 诊断说明的相关内容。

6.4.2.7 PROFIsafe 故障状态

当故障恢复后，系统自动进行 PROFIsafe 故障确认。

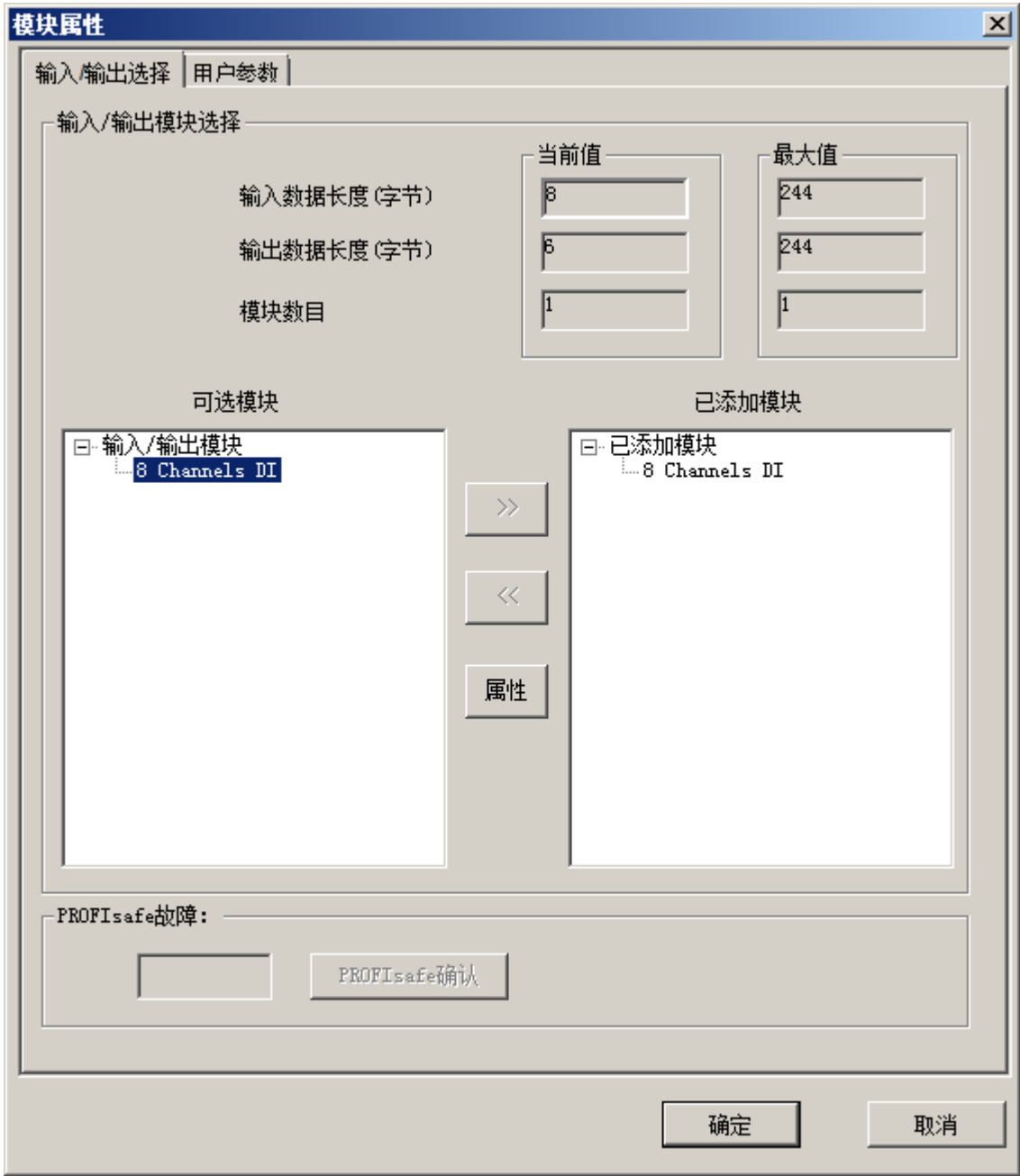


图 111 模块属性对话框

在对话框的左下方显示 PROFIsafe 故障状态。当 PROFIsafe 故障发生时，故障状态显示为 TRUE，此时，系统处于安全态，模块通道采用安全值。当故障恢复时，系统自动确认 PROFIsafe 故障，故障状态变为 FALSE，同时，模块通道恢复正常逻辑输出。

■ 查看 PROFIsafe 故障状态信息

在全局变量组 DPDevVar_Group 中查看 PROFIsafe 故障的状态信息。每个从站模块有两个诊断变量，分别为从站确认状态和从站通信状态。

- 从站确认状态： 0：有 PROFIsafe 故障，1：无 PROFIsafe 故障。
- 从站通信状态： 1 Byte，当为 1 时，从站通信正常，为 0 时，从站通信异常。

DPDevVar_Group					
序号	变量名	变量说明	变量类型	初始值	区域
0001	SYS_DPConfirm_State_2_1_2	第2个通信设备 第1条协议 地址2 从站确认状态	WORD	0	S区
0002	SYS_DPSlaveCom_State_2_1_2	第2个通信设备 第1条协议 地址2 从站通信状态	BYTE	0	G区
0003	SYS_DPConfirm_State_2_1_3	第2个通信设备 第1条协议 地址3 从站确认状态	WORD	0	S区
0004	SYS_DPSlaveCom_State_2_1_3	第2个通信设备 第1条协议 地址3 从站通信状态	BYTE	0	G区

图 112 DPDevVar_Group 诊断变量组

6.4.2.8 安全值

通道提供两种安全值模式，当通道故障时，采用对应模式的安全值作为通道实时输出值 DV 参与用户逻辑运算。组态时，请使用章节 6.4.1.9 通道值表决中的 DV 变量进行逻辑组态。

安全值模式：

- 保持：通道故障时，保持上一个周期值。
- 预设：通道故障时，采用用户设定的安全值。

模块的通道信息如图 113 所示。1~8 为通道采集值，9~16 为通道质量位。设置通道安全值模式时，首先勾选“通道使能”，再设置安全值模式。

8 Channels DI							
通道号	通道名称	通道类型	通道地址	通道说明	通道使能	安全值模式	安全值
1	DPIO_2_1_2_1	BOOL	%IX0.0		☒	保持 ▼	
2	DPIO_2_1_2_2	BOOL	%IX0.1		☒	保持 ▼	
3	DPIO_2_1_2_3	BOOL	%IX0.2		☒	保持 ▼	
4	DPIO_2_1_2_4	BOOL	%IX0.3		☒	保持 ▼	
5	DPIO_2_1_2_5	BOOL	%IX0.4		☒	保持 ▼	
6	DPIO_2_1_2_6	BOOL	%IX0.5		☒	保持 ▼	
7	DPIO_2_1_2_7	BOOL	%IX0.6		☒	保持 ▼	
8	DPIO_2_1_2_8	BOOL	%IX0.7		☒	保持 ▼	
9	Q_DPIO_2_1_2_1	BOOL	%IX1.0				
10	Q_DPIO_2_1_2_2	BOOL	%IX1.1				
11	Q_DPIO_2_1_2_3	BOOL	%IX1.2				
12	Q_DPIO_2_1_2_4	BOOL	%IX1.3				
13	Q_DPIO_2_1_2_5	BOOL	%IX1.4				
14	Q_DPIO_2_1_2_6	BOOL	%IX1.5				
15	Q_DPIO_2_1_2_7	BOOL	%IX1.6				
16	Q_DPIO_2_1_2_8	BOOL	%IX1.7				

图 113 设置安全值

6.4.2.9 参数说明

1. 子模块参数

“模块属性”界面，选中已添加的模块，单击属性按钮，打开子模块属性对话框。

子模块属性

名字: 8 Channels DI

配置数据: 0xc2,0x5,0x7,0xc0,0x7

普通用户参数长度(字节): 0

普通用户参数

参数名称	参数值	参数说明
------	-----	------

PROFIsafe用户参数长度(字节): 14

PROFIsafe用户参数

参数名称	参数值	参数说明
[SlotNumber]	1	Unsigned8 1 1-1
F_Check_SeqNr	NoCheck	Bit(0) 0 0-1
F_Check_iPar	No Check	Bit(1) 0 0-0
F_SIL	SIL2	BitArea(2-3) 1 1-1
F_CRC_Length	4 Byte CRC	BitArea(4-5) 2 2-2
F_Block_ID	F-Host/F-Slave	BitArea(3-5) 0 0-0
F_Par_Version	PROFIsafe V1	BitArea(6-7) 0 0-0

图 114 子模块属性对话框

表 50 子模块参数设置

参数名称	含义说明	参数值
SlotNumber	模块槽号	默认值，无需设置
F_Check_SeqNr	报文序列号是否参加 CRC 校验	可选择以下两种方式 Check: PROFIsafe 报文中的序列号字段参与报文 CRC 计算 Nocheck: PROFIsafe 报文中的序列号字段不参与报文 CRC 计算 该参数设置同时适用于 PROFIsafe 主站和 PROFIsafe 从站
F_Check_iPar	i 参数是否参加 CRC 校验	默认值，无需设置
F_SIL	SIL 等级选择	默认值，无需设置
F_CRC_Length	报文 CRC 校验和长度	设置为 4 Byte CRC，该参数设置同时适用于 PROFIsafe 主站和 PROFIsafe 从站
F_Block_ID	模块 ID	默认值，无需设置
F_Par_Version	F 参数版本	默认值，无需设置
F_Source_Add	F-源地址	默认值，无需设置
F_Dest_Add	F-目的地址	默认值，无需设置

参数名称	含义说明	参数值
F_WD_Time	用于监控 PROFIsafe 报文的看门狗时间	默认值，无需设置
F_Par_CRC	F 设备 i 参数 CRC 校验和	默认值，无需设置

2. 用户参数

【用户参数】中设置通道滤波参数。在 Safety FA-AutoThink 组态软件中，双击 BUS_MASTER 节点下已添加的 LK611S 模块，通过双击“设备属性”项打开“模块属性”对话框，如图 115 所示。

模块属性

输入/输出选择 用户参数

用户参数字节数: 21

参数名称	参数值	参数说明
CH4 State	Enable CH	BitArea(0-1) 2 0,2
CH5 State	Enable CH	BitArea(6-7) 2 0,2
CH6 State	Enable CH	BitArea(4-5) 2 0,2
CH7 State	Enable CH	BitArea(2-3) 2 0,2
CH8 State	Enable CH	BitArea(0-1) 2 0,2
CH1 Function Selection	ESD	BitArea(6-7) 2 0,2
CH2 Function Selection	ESD	BitArea(4-5) 2 0,2
CH3 Function Selection	ESD	BitArea(2-3) 2 0,2
CH4 Function Selection	ESD	BitArea(0-1) 2 0,2
CH5 Function Selection	ESD	BitArea(6-7) 2 0,2
CH6 Function Selection	ESD	BitArea(4-5) 2 0,2
CH7 Function Selection	ESD	BitArea(2-3) 2 0,2
CH8 Function Selection	ESD	BitArea(0-1) 2 0,2
CH1 Filter Time	None	Unsigned8 1 1 3 4 5 6 7

确定 取消

图 115 LK611S 用户参数设置

表 51 LK611S 用户参数的定义

参数名称	参数含义	参数取值
CH1~8 State	通道使能状态显示	默认全部使能，可在“设备信息”页面进行使能设置，参见 6.4.2.8 安全值
CH1~8 Function Selection	通道功能选择	通道支持干接点 DI 信号和带诊断功能的 ESD 开关信号，请根据通道接入的信号类型，进行组态
CH1~8 Filter Time	通道滤波时间	None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选
CH1~8 Line Fault Detection State	通道外部线路故障检测状态	当通道对应的 Function Selection 参数设置为 ESD 时，该参数允许设置。当 Function Selection 参数设置为 DI 时，该参数默认为 Disable Enable: 使能通道外部线路检测功能。当发生外部线路断线或短路时，该诊断信息上报控制器，同时通道导向安全，采用预设的安全值作为通道数据参与运算 Disable: 禁止通道外部线路检测功能
ESD Resistance1/ESD Resistance2	ESD 开关电阻值	R1 =22 K Ω （默认值） R2 =2 K Ω （默认值） 当通道接入 ESD 开关信号时，需要根据 ESD 开关的实际阻值，在这里配置： ESD Resistance1: ESD 开关的 R1 电阻 ESD Resistance2: ESD 开关的 R2 电阻 ESD 开关电阻 R1=R3, R2=R4, 在此处配置 R1 和 R2 后，对应的 R3 和 R4 自动适配 配置时，电阻值请参照表 43 ESD 开关规格进行设置。如果电阻值为小数，请四舍五入后，取整数
Reserved User Parameters 1~2	预留参数	无需设置

6.4.2.10 技术指标

LK611S 安全型 8 通道数字量输入模块（带线路故障检测功能）	
供电电源	
输入电压	24VDC(-15%~+20%)
功耗	现场电源: 100mA @24VDC (max.)
	系统电源: 50mA@24VDC (max.)
电源反向电压保护	支持
电源过压（60VDC）保护	支持（保持在安全状态）
热插拔	支持
输入通道	
通道数	8 通道
触点类型	无极性干接点
通道上传数据格式	2 字节（16 位），第一字节为通道状态，第二字节为通道数据质量，每 1 位代表一个通道，高位在前，低位在后
查询电压	24VDC(-15%~+20%)

LK611S 安全型 8 通道数字量输入模块（带线路故障检测功能）	
ON(未接 ESD)	$R_{on} < 1K \Omega$ (@ Voltage query = 20.4V)
OFF(未接 ESD)	$R_{off} > 100K \Omega$ (@ Voltage query = 28.8V)
ESD 开关闭合	$R_{load} = \text{MIN} (R1, R2)$
ESD 开关断开	$R_{load} = R1 + R2$
去抖动滤波时间 OFF→ON ON→OFF	None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选 None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选
现场到系统隔离电压	500 VAC@1 min, 漏电流不大于 5 mA
建立时间	12ms
全通道扫描时间	20ms
通讯	
协议	PROFIsafe
双网冗余	支持
通讯速率	187.5kbps、500 kbps、1.5Mbps、3Mbps、6Mbps
物理特性	
安装位置	扩展背板
模块尺寸 (W*H*D)	35 mm×100 mm×100 mm

6.4.3 LK710S 安全型 8 通道数字量输出模块

6.4.3.1 基本特征

- 8 通道 MOSFET 源型输出
- 支持电源反向保护
- 输出电压范围：20.4 VDC~28.8 VDC
- 支持过压保护（60VDC）
- 系统与现场间隔离
- 支持热插拔
- 支持模块周期自检
- 支持 PROFIsafe 从站协议
- 安全状态输出关断

6.4.3.2 模块外观



图 116 LK710S 模块外观图

6.4.3.3 原理说明

LK710S 通道通过双 MOSFET 控制现场负载，当两个 MOSFET 都导通时，现场负载（继电器线圈）通电，任一个 MOSFET 断开，现场负载（继电器线圈）断电（断电为安全状态）。

模块周期性对两个 MOSFET 及其控制电路进行自检，当发现 MOSFET 故障时，会采取相应的安全措施，以确保通道处于安全状态。

LK710S 现场侧与系统电气隔离，隔离电压 500VAC，以确保现场侧故障时，不影响系统侧工作，现场侧与系统侧需要使用不同的 AC/DC 电源来保证隔离。

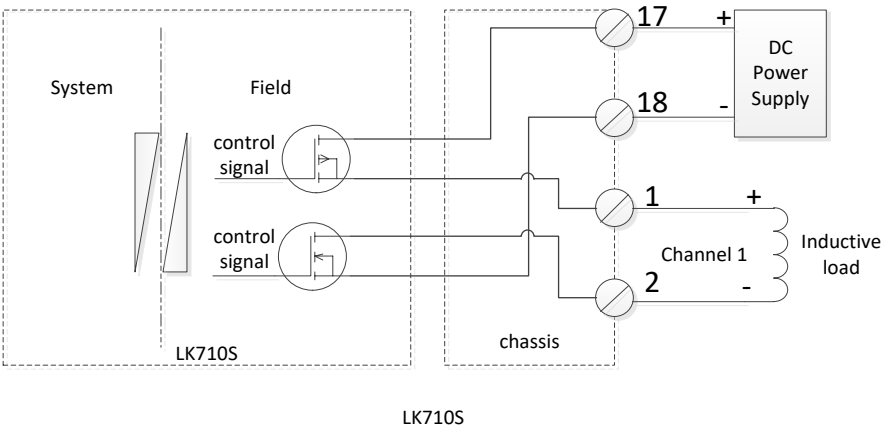


图 117 LK710S 通道接口电路图

6.4.3.4 状态指示灯

表 52 LK710S 指示灯的定义

名称	状态	说明
----	----	----

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯（绿）	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或自检未通过
	灭	模块未上电或模块有故障
ERR 故障指示灯（红）	亮	模块有故障
	灭	未上电或模块正常
1~8 通道指示灯（黄）	亮	该通道导通
	灭	该通道断开

运行指示灯的闪烁频率为：4Hz。

6.4.3.5 接线说明

LK710S 安装在扩展背板上，其通道接线在对应的背板端子上进行，接线端子定义如表 53 所示。

表 53 背板接线端子定义

通道	对应的背板接线端子	
	信号+	信号-
通道 1	01	02
通道 2	03	04
通道 3	05	06
通道 4	07	08
通道 5	09	10
通道 6	11	12
通道 7	13	14
通道 8	15	16

8 个通道接线方式相同，以通道 1 为例进行说明，接线如图 118 所示。

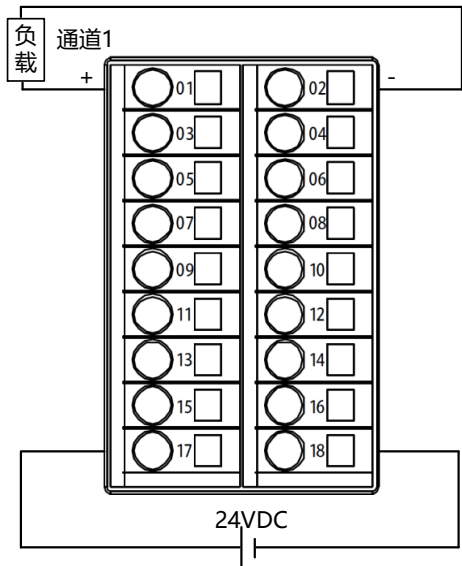


图 118 LK710S 对应背板端子接线图

6.4.3.6 诊断说明

LK710S 的故障诊断分为设备诊断和通道诊断。通过调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDPSlaveState），上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData54 中。

LK710S 相关诊断区 30 个字节。其中，4 字节设备相关诊断，2 字节识别号诊断和 24 字节通道诊断。LK710S 有 8 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDPSlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData30 诊断信息说明如表 54 所示。

表 54 输出参数 DiagData1~ DiagData30 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData4	BYTE	设备相关诊断信息 详见表 55
DiagData5~ DiagData6	BYTE	识别号诊断信息 DiagData5: 值为 0x42，其中，2 代表诊断信息长度为 2 字节 DiagData6: 当有诊断信息上报时，值为 0x01
DiagData7~ DiagData9	BYTE	通道 1 诊断信息 详见表 57
DiagData10~ DiagData12	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData28~ DiagData30	BYTE	通道 8 诊断信息

表 55 设备相关诊断信息说明

输出参数	位	含义
DiagData1	Bit0~ Bit7	=4: 诊断信息长度为 4 字节
DiagData2	Bit7	电源故障

输出参数	位	含义
		=0: 正常 =1: 故障
	Bit6	MCU 失效(心跳失效故障) =0: 正常 =1: 故障
	Bit5	MCU 可自诊故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0~Bit4	预留
DiagData3	Bit7 ~ Bit6	IO_BUS 网络故障 =0: 网络正常 =1: DP1 网故障 =2: DP2 网故障 =3: 保留
	Bit5 ~ Bit3	预留
	Bit2	开关量现场掉电 0: 无开关量现场掉电故障 1: 开关量现场掉电故障
	Bit1	预留
	Bit0	通道故障 =0: 通道正常 =1: 通道故障
DiagData4	Bit3~Bit7	预留
	Bit2	程序监控故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit1	模块 ADC 回路故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0	电源诊断电路故障 =0: 正常 =1: 故障

表 56 设备相关故障响应

故障类型	诊断方式	通道响应
电源故障	上电诊断和周期性诊断	通道导向安全，输出关断
MCU 失效	上电诊断和周期性诊断	通道导向安全，输出关断
MCU 可自诊故障	上电诊断和周期性诊断	通道导向安全，输出关断
IO_BUS 网络故障	上电诊断和周期性诊断	不导向安全，上报诊断信息
开关量现场掉电	上电诊断和周期性诊断	通道导向安全，输出关断
通道故障	上电诊断和周期性诊断	通道导向安全，输出关断

故障类型	诊断方式	通道响应
模块 ADC 回路故障	上电诊断和周期性诊断	通道导向安全，输出关断
电源诊断电路故障	上电诊断和周期性诊断	不导向安全，上报诊断信息

表 57 通道诊断信息说明

诊断字节				含义
位	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4 ~ Bit 0
第一字节 头	0x80			十进制在线值：128
第二字节 I/O 类型/通道号	10（输出）		（通道号）	
第三字节 通道数据类型/故障类型	001（位）		0	通道故障恢复，十进制在线值：32
			1	通道短路故障，十进制在线值：33
			6	通道断线故障，十进制在线值：38
			18	通道内部故障，十进制在线值：50

表 58 通道故障响应

故障类型	诊断方式	通道响应
通道输出故障	周期性诊断、上电诊断	输出 1 诊断错误，则通道导向安全，输出关断 输出 0 诊断错误，则通道导向安全，输出关断

当发生通信故障或模块故障时，通道导向安全侧，可能的原因及处理措施如下表所示。

表 59 可能的原因及处理措施

故障分类	原因	处理措施
模块故障	电源故障	更换模块
	MCU 失效	
	MCU 可自诊故障	
	通道故障	
	模块 ADC 回路故障	
	电源诊断电路故障	
	通道输出故障	
	开关量现场掉电	检查现场电源是否正常供电
通信故障	DP 断线	检查 DP 线缆是否插好
	模块没有上电	检查是否正常供电

故障排查方法请参见章节 [6.4.4.6 诊断说明的相关内容](#)。

6.4.3.7 PROFIsafe 故障状态

当故障恢复后，系统自动进行 PROFIsafe 故障确认。参见章节 [6.4.1.7 PROFIsafe 故障状态](#)。

6.4.3.8 参数说明

1. 子模块参数

参见章节 [6.4.1.101 子模块参数](#)。

2. 用户参数

【用户参数】中设置线圈电阻。在 Safety FA-AutoThink 组态软件中，双击 BUS_MASTER 节点下已添加的 LK710S 模块，通过双击“设备属性”项打开“模块属性”对话框，如图 119 所示。

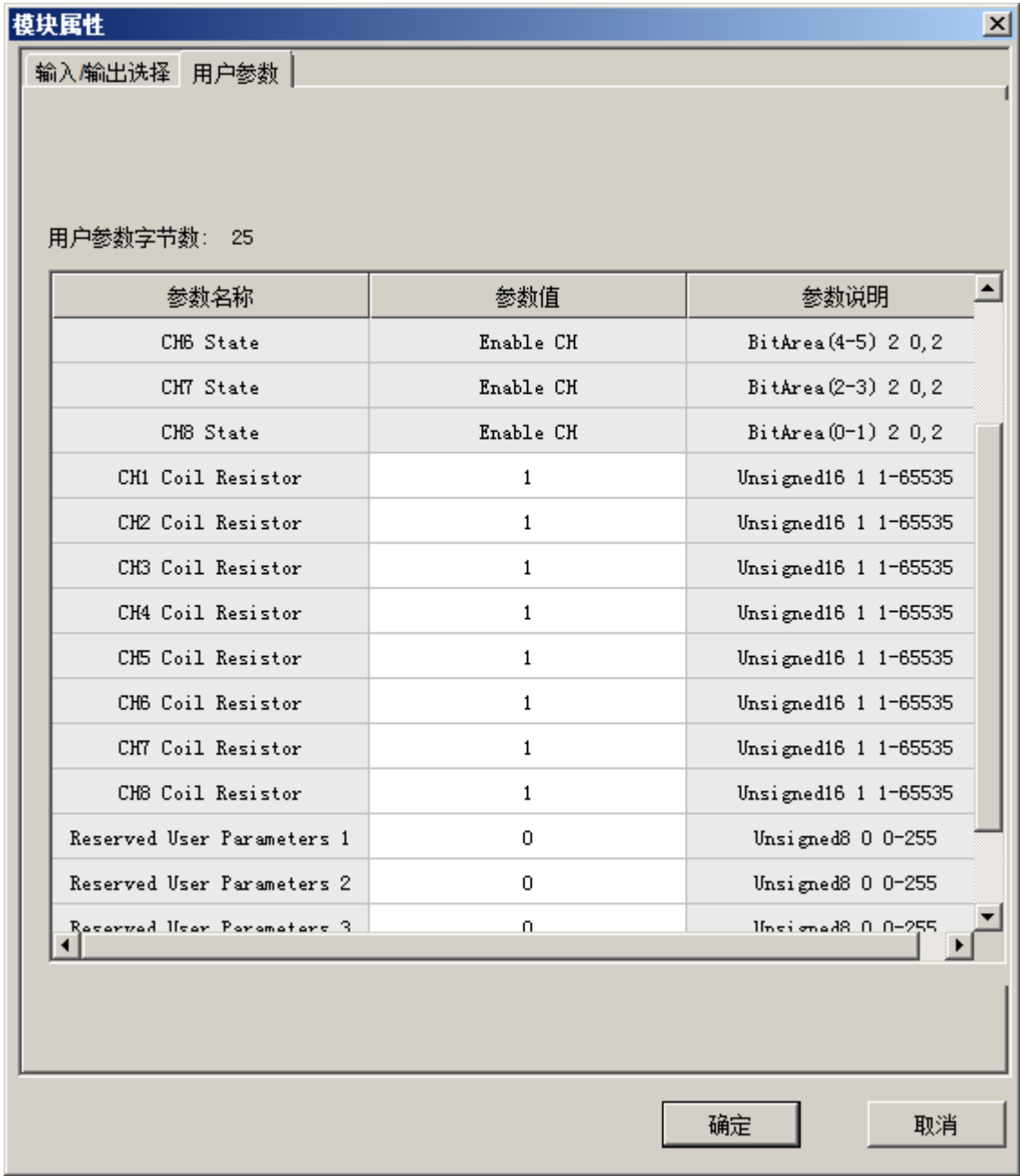


图 119 LK710S 用户参数设置

表 60 LK710S 用户参数的定义

参数名称	参数含义	参数取值
CH1~8 State	通道使能状态显示	默认全部使能，可在“设备信息”页面进行使能设置，参见 6.4.1.8 安全值
CH1~8 Coil Resistor	通道线圈电阻。	无需设置
Reserved User Parameters 1~4	预留参数	无需设置

6.4.3.9 技术指标

LK710S 安全型 8 通道数字量输出模块	
供电电源	
输入电压	24VDC(-15%~+20%)
功耗	现场电源: 100mA @24VDC (max.)
	系统电源: 50mA@24VDC (max.)
电源反向电压保护	支持
现场电源过压 (60VDC) 保护	支持
输出通道	
通道数	8 通道
单通道输出驱动负载能力	支持继电器类型: 欧姆龙 MY2N-GS; 辰竹继电器 CZSR8401-1A (8.71.5.8401.X003)、CZSR8401-1A (TSD-2018-0039)、CZSR8401-2A; 正泰 NXJ/2Z(D)。对于辰竹继电器 CZSR8001-3A1B; 辰竹安全栅 GS8523-EX、GS8523-EX.I、GS5023-EX, 使用时需要通过中间继电器 (支持的继电器类型) 来进行跨接 继电器动作时间: 10~20ms 继电器功率: <1.5W
每点浪涌电流	1 A, 持续时间 10 ms, 周期 2s@60℃
通道过流保护	单通道过流 (短路), 其它通道不受影响
最大通态压降	150mVDC@通道最大负载@8 通道接满
最大断态漏电流	0.1 mA 每点
输出建立时间 OFF→ON ON→OFF	0.5 ms (最大值) 0.5 ms (最大值)
现场到系统隔离电压	500 VAC@1 min, 漏电流不大于 5 mA
通讯	
协议	PROFIsafe
双网冗余	支持
通讯速率	187.5kbps、500 kbps、1.5Mbps、3Mbps、6Mbps
物理特性	
热插拔	支持
安装位置	扩展背板
安装方式	插槽安装
模块尺寸 (W*H*D)	35 mm×100 mm×100 mm

6.4.4 LK411S 安全型 8 通道模拟量输入模块

6.4.4.1 基本特征

- 8 通道电流输入
- 支持四线制仪表和串接外供电源的 2 线制仪表信号
- 信号范围：0~20mA/4~20mA
- 支持短路诊断
- 支持断线诊断
- 支持超限诊断
- 通道与系统之间隔离设计
- 支持模块周期自检
- 支持 PROFIsafe 从站协议
- 支持热插拔

6.4.4.2 模块外观



图 120 LK411S 模块外观图

6.4.4.3 原理说明

LK411S 通道通过 ADC1 和 ADC2 采集现场电流信号，ADC1 是主采集电路，ADC2 是诊断采集电路，当两者采集误差在要求范围内时，通道工作正常，任一采集电路异常，将会对采集值置故障标识，从而使上报到控制器的数据安全。

LK411S 现场侧与系统电气隔离，隔离电压 500VAC，以确保现场侧故障时，不影响系统侧工作，系统侧电源使用 AC/DC 电源，现场侧电源将系统电源隔离产生。

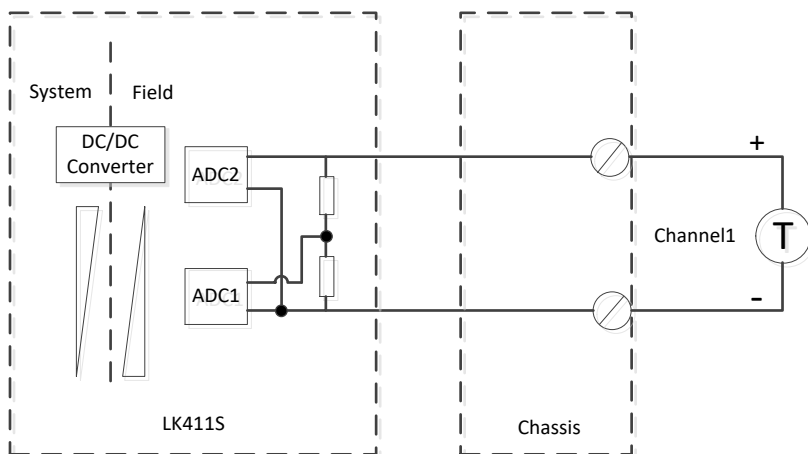


图 121 LK411S 通道接口电路图

6.4.4.4 状态指示灯

表 61 LK411S 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯 (绿)	亮	通讯已建立，模块正常工作
	快闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电，或模块有故障
ERR 故障指示灯 (红)	亮	模块有故障
	灭	未上电或模块正常
1~8 通道指示灯 (黄)	亮	通道信号在量程内
	慢闪	通道信号超量程
	快闪	通道线路故障或通道采集故障
	灭	模块未上电或通道未使能

- 快闪：频率为 4 Hz
- 慢闪：频率为 1 Hz

6.4.4.5 接线说明

LK411S 的输入通道不对外供电，可连接现场四线制或两线制变送器。接两线制变送器时，需要单独外接 24 VDC 现场电源给变送器供电。为了保证现场与系统隔离，现场电源应单独配置，不能和背板供电电源共用。

LK411S 安装在扩展背板上，其通道接线在对应的背板端子上进行。

表 62 LK411S 背板接线端子的定义

通道号	端子序号	
	电流输入正端	电流输入负端
1	01	02

通道号	端子序号	
2	03	04
3	05	06
4	07	08
5	09	10
6	11	12
7	13	14
8	15	16

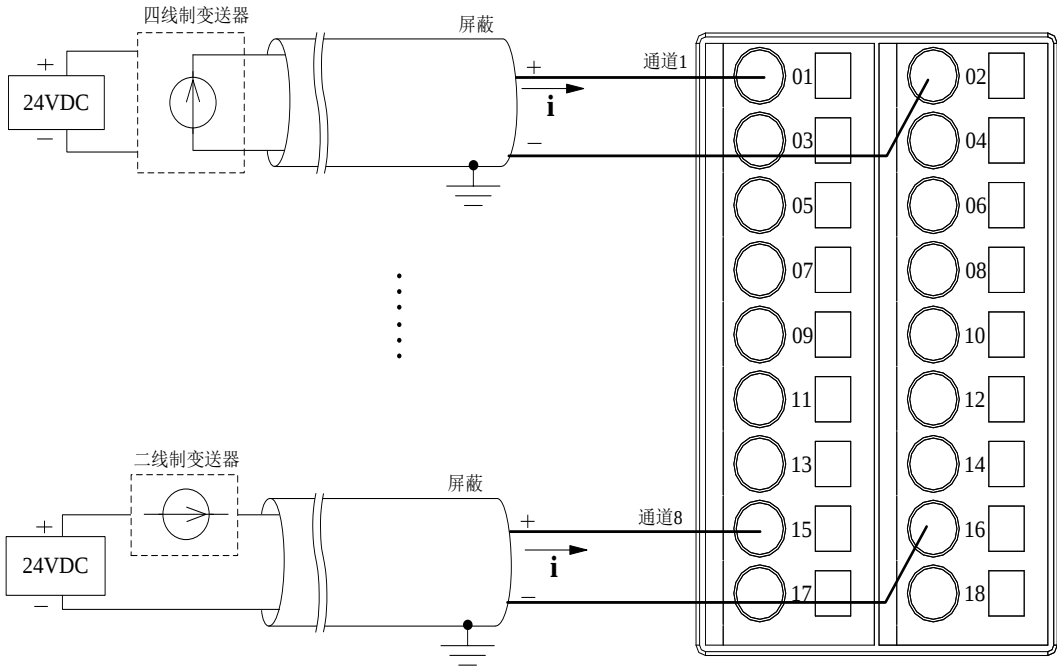


图 122 LK411S 对应背板端子接线示意图

接线时，需要特别注意以下几点：

- 双排 18 位接线端子固定在背板上，位于 LK411S 模块安装位的正下方。
- 现场每路 AI 信号分别用两根导线（屏蔽线缆）连接到端子上。
- 输入通道不对变送器供电，接二线城市制变送器时需要单独用现场 24 VDC 电源给变送器供电。
- 为了现场与系统隔离，现场变送器电源应单独配置，不能共用背板上的系统电源。
- 17、18 端子不用，禁止接线。

6.4.4.6 诊断说明

LK411S 的故障诊断分为设备诊断和通道诊断，通过调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDP SlaveState），上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData54 中。

LK411S 相关诊断区 30 个字节，其中，4 字节设备相关诊断，2 字节标识号诊断和 24 字节通道诊断。LK411S 有 8 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDP SlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData30 诊断信息说明：

表 63 输出参数 DiagData1~ DiagData30 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData4	BYTE	设备相关诊断信息 详见表 64
DiagData5~ DiagData6	BYTE	识别号诊断信息 DiagData5: 值为 0x42, 其中, 2 代表诊断信息长度为 2 字节 DiagData6: 当有诊断信息上报时, 值为 0x01
DiagData7~ DiagData9	BYTE	通道 1 诊断信息 通道诊断信息如表 66 所示
DiagData10~ DiagData12	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData28~ DiagData30	BYTE	通道 8 诊断信息

表 64 设备相关诊断信息说明

输出参数	位	含义
DiagData1	Bit0~ Bit7	=4: 诊断信息长度为 4 字节
DiagData2	Bit7~Bit6	预留
	Bit5	MCU 可自诊故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0~Bit4	预留
DiagData3	Bit7 ~ Bit6	IO_BUS 网络故障 =0: 网络正常 =1: DP1 网故障 =2: DP2 网故障 =3: 保留
	Bit5 ~ Bit1	预留
	Bit0	通道故障 =0: 通道正常 =1: 通道故障
DiagData4	Bit3~Bit7	预留
	Bit2	程序监控故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit1	模块 ADC 回路故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0	预留

表 65 设备相关故障响应

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
MCU 可自诊故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
IO_BUS 网络故障	上电诊断和周期性诊断	——	不导向安全，上报诊断信息
通道故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
程序监控故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
模块 ADC 回路故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值

通道诊断信息如下表所示，对于 0~20mA 量程无断线诊断。短路、断线、超上限、超下限故障只有设置诊断使能后才能上报该故障，具体设置请参见 6.4.4.92 用户参数。

表 66 LK411S 的通道诊断信息说明

诊断字节					含义	
位		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4~ Bit0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值：128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号，十进制在线值：64~71，对应通道 1~8
第三字节	通道数据类型/故障类型	101（字）			0	通道故障恢复，十进制在线值：160
					1	通道短路故障，十进制在线值：161
					6	通道断线故障，十进制在线值：166
					7	通道超上限故障，十进制在线值：167
					8	通道超下限故障，十进制在线值：168
					18	通道采集故障，十进制在线值：178
					其他值	预留

示例：

通道诊断数据为 0x80，0x40，0xB2 表示通道 1 发生通道采集故障。对应在线值为 128，64，178。

表 67 故障信号取值范围

量程范围	最大可测范围	故障信号取值			
		短路	断线	超上限	超下限
0~20mA	0~25mA	$I > 22.5\text{mA}$	——	$25\text{ mA} > I > \text{上限电流}$	$0\text{ mA} < I < \text{下限电流}$
4~20mA	4~24mA	$I > 22.5\text{mA}$	$I < 0.75\text{ mA}$	$24\text{ mA} > I > \text{上限电流}$	$4\text{ mA} < I < \text{下限电流}$

表 68 通道故障响应

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
短路	周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
断线	周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
超上限	周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
超下限	周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
通道采集故障	周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值

当发生通信故障或模块故障时，通道导向安全侧，可能的原因及处理措施如下表所示。

表 69 可能的原因及处理措施

故障分类	原因	处理措施
模块故障	MCU 可自诊故障	更换模块
	通道故障	
	程序监控故障	
	模块 ADC 回路故障	
	短路	检查回路接线
	断线	检查回路接线
	超上限	检查外部输入信号
	超下限	检查外部输入信号
	通道采集故障	1、检查输入信号是否在正常范围 2、信号正常后，插拔模块 3、以上操作不能恢复故障时，请更换模块
通信故障	DP 断线	检查 DP 线缆是否插好
	模块没有上电	检查是否正常供电

■ 故障排查方法

(1) 查看质量位状态

在全局变量组 `Q_Profis_DPIO_Group` 中查看通道的质量位 `OUTQ` 值。`OUTQ` 值为 1, 代表有故障，通道采用安全值作为输入值。`OUTQ` 值为 0, 代表无故障，通道采用正常采集值。

(2) 查看从站诊断信息

查看 `sysGetDPSlaveState`（获取 DP 从站诊断）功能块的诊断信息，排查故障原因。详细诊断信息参见表 64、表 66。

(3) 检查 DP 通信状态

在全局变量组 `DPDevVar_Group` 中查看从站通信状态。详细状态信息请参见章节 6.4.1.7 PROFIsafe 故障状态。

6.4.4.7 PROFIsafe 故障状态

当故障恢复后，系统自动进行 PROFIsafe 故障确认。参见章节 6.4.1.7 PROFIsafe 故障状态。

6.4.4.8 安全值

通道提供两种安全值模式，当通道故障时，采用对应模式的安全值作为通道实时输出值 DV 参与用户逻辑运算。组态时，请使用章节 6.4.1.9 通道值表诀中的 DV 变量进行逻辑组态。

安全值模式：

- 保持：通道故障时，保持上一个周期值。
- 预设：通道故障时，采用用户设定的安全值。

模块的通道信息如图 123 所示。1~8 为通道采集值，9~16 为通道质量位。设置通道安全值模式时，首先勾选“通道使能”，再设置安全值模式。

将电流信号对应的码值作为安全值输入，计算公式如下：

- 0~20mA: $I \times 65535 / 25$ 。
- 4~20mA: $(I - 4) \times 65535 / 20$

8 Channels AI							
通道号	通道名称	通道类型	通道地址	通道说明	通道使能	安全值模式	安全值
1	DPIO_2_1_4_1	WORD	%IW4		☒	保持	
2	DPIO_2_1_4_2	WORD	%IW6		☒	保持	
3	DPIO_2_1_4_3	WORD	%IW8		☒	保持	
4	DPIO_2_1_4_4	WORD	%IW10		☒	保持	
5	DPIO_2_1_4_5	WORD	%IW12		☒	保持	
6	DPIO_2_1_4_6	WORD	%IW14		☒	保持	
7	DPIO_2_1_4_7	WORD	%IW16		☒	保持	
8	DPIO_2_1_4_8	WORD	%IW18		☒	保持	
9	Q_DPIO_2_1_4_1	BOOL	%IX20.0				
10	Q_DPIO_2_1_4_2	BOOL	%IX20.1				
11	Q_DPIO_2_1_4_3	BOOL	%IX20.2				
12	Q_DPIO_2_1_4_4	BOOL	%IX20.3				
13	Q_DPIO_2_1_4_5	BOOL	%IX20.4				
14	Q_DPIO_2_1_4_6	BOOL	%IX20.5				
15	Q_DPIO_2_1_4_7	BOOL	%IX20.6				
16	Q_DPIO_2_1_4_8	BOOL	%IX20.7				

图 123 设置安全值模式

6.4.4.9 参数说明

1. 子模块参数

参见章节 6.4.1.101 子模块参数。

2. 用户参数

【用户参数】中设置滤波模式、滤波时间、以及短路、断线、超上限、超下限的诊断使能。在 Safety FA-AutoThink 组态软件中，双击 BUS_MASTER 节点下已添加的 LK411S 模块，通过双击“设备属性”项打开“模块属性”对话框，如图 124 所示。

模块属性

输入/输出选择 用户参数

用户参数字节数: 22

参数名称	参数值	参数说明
CH7 State	Enable CH	BitArea(2-3) 2 0, 2
CH8 State	Enable CH	BitArea(0-1) 2 0, 2
Filter Mode	No Filter	Unsigned8 0 0, 1, 2
CH1 Input Range	0~20mA	BitArea(6-7) 2 0, 2
CH2 Input Range	0~20mA	BitArea(4-5) 2 0, 2
CH3 Input Range	0~20mA	BitArea(2-3) 2 0, 2
CH4 Input Range	0~20mA	BitArea(0-1) 2 0, 2
CH5 Input Range	0~20mA	BitArea(6-7) 2 0, 2
CH6 Input Range	0~20mA	BitArea(4-5) 2 0, 2
CH7 Input Range	0~20mA	BitArea(2-3) 2 0, 2
CH8 Input Range	0~20mA	BitArea(0-1) 2 0, 2
CH1 Filter Time	10ms (No Filter)	Unsigned8 0 0, 1, 2, 3, 4, 5, ...
CH2 Filter Time	10ms (No Filter)	Unsigned8 0 0, 1, 2, 3, 4, 5, ...
CH3 Filter Time	10ms (No Filter)	Unsigned8 0 0, 1, 2, 3, 4, 5, ...

确定 取消

图 124 LK411S 用户参数设置

表 70 LK411S 用户参数的定义

参数名称	参数含义	可选值
------	------	-----

参数名称	参数含义	可选值
CH1~8 State	通道使能状态显示	默认全部使能, 可在“设备信息”页面进行使能设置, 参见 6.4.1.8 安全值
Filter Mode	数字滤波模式选择	No Filter: 无滤波 (默认) 50 Hz Filter: 对 50 Hz 干扰滤波 60 Hz Filter: 对 60 Hz 干扰滤波
CH1~8 Input Range	信号范围	0~20mA/4~20mA 可选
CH1~8 Filter Time	通道滤波时间	无滤波: 10ms、20ms、30ms、40ms、50ms、60ms、80ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 50Hz/60Hz 工频滤波: 1s、2s、3s、4s、5s
CH1~8 External Line Diag. State	短路、断线报警使能	Disable: 不使能 Enable: 使能
CH1~8 Upper Limit Diag. State	通道超上限报警使能	Disable: 不使能 Enable: 使能
CH1~8 Lower Limit Diag. State	通道超下限报警使能	Disable: 不使能 Enable: 使能
CH1~8 Upper Limit Value	通道报警上限值	设置范围: 1~65535, 设置时, 报警上限值必须大于报警下限值
CH1~8 Lower Limit Value	通道报警下限值	设置范围: 0~65534

6.4.4.10 技术指标

LK411S 安全型 8 通道模拟量输入模块	
系统电源	
电源电压	24VDC(-15%~+20%)
电源功耗	100 mA@24 VDC (max.)
电源反向电压保护	支持
电源过压 (60VDC) 保护	支持
输入通道	
通道数	8
标准信号范围	0~20mA /4~20mA
满量程范围	0~25mA, 对应码值 0~65535 4~24mA, 对应码值 0~65535
短路检测	>22.5mA, 可组态
断线检测	<0.75mA, 4~20mA 量程可组态
超上限\超下限诊断	信号范围超过报警上限/下限, 上报诊断信息
精度	0.2% (0.5~20mA, 25℃)

LK411S 安全型 8 通道模拟量输入模块	
	1% (0~0.5mA, 25℃)
温漂	50 ppm/℃
稳定度	0.1% F.S.
输入阻抗	≤300Ω
ADC 分辨率	16bits
共模抑制比	≥60dB
差模抑制比	≥40dB
采集周期	无滤波: 10ms、20ms、30ms、40ms、50ms、60ms、80ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 50Hz/60Hz 工频滤波: 1s、2s、3s、4s、5s
支持仪表类型	4 线制仪表和串接外供电源的 2 线制仪表
现场到系统隔离电压	500 VAC@1 min, 漏电流 5 mA
通讯	
协议	PROFIsafe
双网冗余	支持
通讯速率	187.5kbps、500 kbps、1.5Mbps、3Mbps、6Mbps
物理特性	
热插拔	支持
安装位置	扩展背板
安装方式	插槽安装
模块尺寸 (W*H*D)	35 mm×100 mm×100 mm

6.4.5 LK630S 安全型 8 通道数字量输入模块（带 SOE 功能）

6.4.5.1 基本特征

- 8 通道无极性干接点输入
- 现场电源电压: 20.4 VDC~28.8 VDC
- 支持现场电源掉电检测
- 支持电源反向保护
- 通道与系统之间隔离设计
- 支持模块周期自检
- 支持 SOE 事件记录
- 支持 PROFIsafe 从站协议
- 支持热插拔

6.4.5.2 模块外观



图 125 LK630S 模块外观图

6.4.5.3 原理说明

LK630S 通道通过 Sample circuit 1 和 Sample circuit 2 两个采集电路对现场开关状态进行采集，当两者采集状态都符合设定值时，通道工作正常，任一采集电路异常，将会对采集值置故障标识，从而使上报到控制器的数据安全。

LK630S 现场侧与系统电气隔离，隔离电压 500VAC，以确保现场侧故障时，不影响系统侧工作，现场侧与系统侧需要使用不同的 AC/DC 电源来保证隔离。

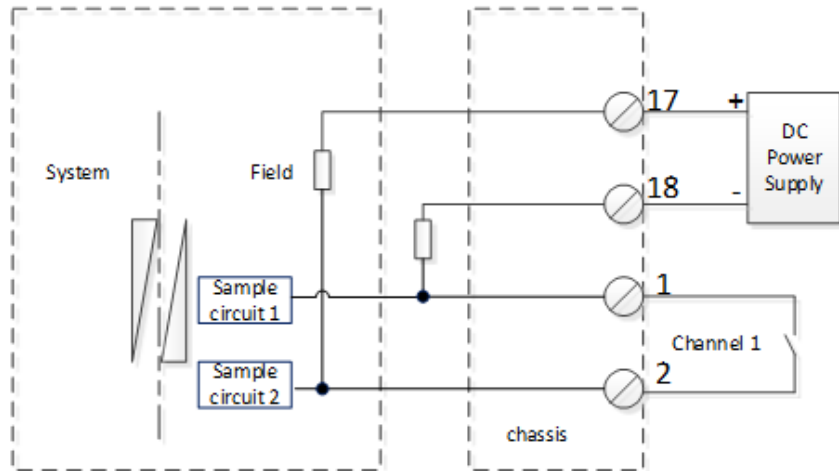


图 126 LK630S 通道接口电路图

6.4.5.4 状态指示灯

表 71 LK630S 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯（绿）	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或自检未通过
	灭	模块未上电
ERR 故障指示灯（红）	亮	模块有故障
	灭	未上电或模块正常
1~8 通道指示灯（黄）	亮	该通道闭合
	灭	该通道断开

运行指示灯的闪烁频率为：4Hz。

6.4.5.5 接线说明

LK630S 安装在扩展背板上，其通道接线在对应的背板端子上进行，接线端子定义如表 72 所示。

表 72 背板接线端子定义

通道	对应的背板接线端子	
通道 1	01	02
通道 2	03	04
通道 3	05	06
通道 4	07	08
通道 5	09	10
通道 6	11	12

通道	对应的背板接线端子	
通道 7	13	14
通道 8	15	16

8 个通道接线方式相同，以通道 1 为例进行说明，接线如图 127 所示。

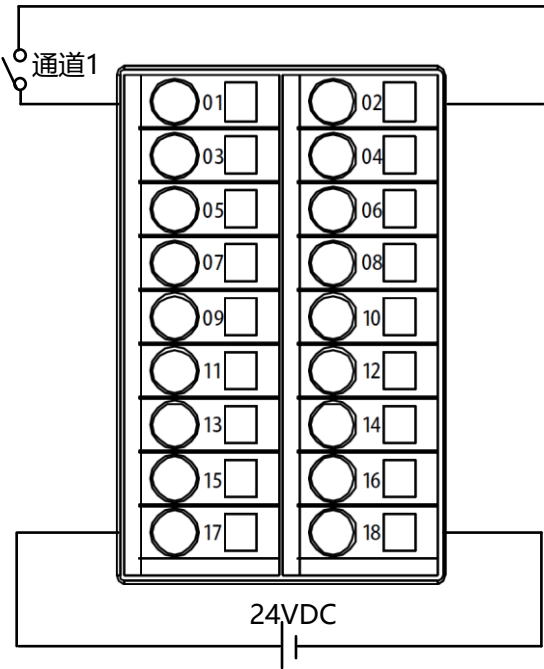


图 127 LK630S 对应背板端子接线图

6.4.5.6 诊断说明

LK630S 的故障诊断分为设备诊断和通道诊断。通过调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDP SlaveState），上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData54 中。

LK630S 相关诊断区 30 个字节。其中，4 字节设备相关诊断，2 字节识别号诊断和 24 字节通道诊断。LK630S 有 8 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDP SlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData30 诊断信息说明如表 73 所示。

表 73 输出参数 DiagData1~ DiagData30 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData4	BYTE	设备相关诊断信息 详见表 74
DiagData5~ DiagData6	BYTE	识别号诊断信息 DiagData5: 值为 0x42，其中，2 代表诊断信息长度为 2 字节 DiagData6: 当有诊断信息上报时，值为 0x01
DiagData7~ DiagData9	BYTE	通道 1 诊断信息 详见表 76
DiagData10~ DiagData12	BYTE	通道 2 诊断信息

输出参数	数据类型	参数说明
...	BYTE	....
DiagData28~ DiagData30	BYTE	通道 8 诊断信息

表 74 设备相关诊断信息说明

输出参数	位	含义
DiagData1	Bit0~ Bit7	=4: 诊断信息长度为 4 字节
DiagData2	Bit7	电源故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit6	MCU 失效(心跳失效故障) =0: 正常 =1: 故障
	Bit5	MCU 可自诊故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0~Bit4	预留
DiagData3	Bit7 ~ Bit6	IO_BUS 网络故障 =0: 网络正常 =1: DP1 网故障 =2: DP2 网故障 =3: 保留
	Bit5 ~ Bit3	预留
	Bit2	开关量现场掉电 0: 无开关量现场掉电故障 1: 开关量现场掉电故障
	Bit1	预留
	Bit0	通道故障 =0: 通道正常 =1: 通道故障
DiagData4	Bit3~Bit7	预留
	Bit2	程序监控故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit1	模块 ADC 回路故障 =0: 正常 =1: 故障
	Bit0	电源诊断电路故障 =0: 正常 =1: 故障

表 75 设备相关故障响应

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
------	------	-----	------

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
电源故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
MCU 失效	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
MCU 可自诊故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
IO_BUS 网络故障	上电诊断和周期性诊断	——	不导向安全，上报诊断信息
开关量现场掉电	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
通道故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
模块 ADC 回路故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	通道导向安全，采用安全值作为通道输入值
电源诊断电路故障	上电诊断和周期性诊断	TRUE	不导向安全，上报诊断信息

表 76 通道诊断信息说明

诊断字节					含义	
位		Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4 ~ Bit 0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值：128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号，十进制在线值：64~71，对应通道 1~8
第三字节	通道数据类型/ 故障类型	001（位）			0	通道故障恢复，十进制在线值：32
					18	通道采集故障，十进制在线值：50

表 77 通道故障响应

故障类型	诊断方式	质量位	通道响应
通道采集故障	上电检测一次和周期性诊断	TRUE	该通道导向安全，采用安全值作为通道输入值

当发生通信故障或模块故障时，通道导向安全侧，可能的原因及处理措施如下表所示。

表 78 可能的原因及处理措施

故障分类	原因	处理措施
模块故障	电源故障	更换模块
	MCU 失效	
	MCU 可自诊故障	
	通道故障	
	模块 ADC 回路故障	
	电源诊断电路故障	
	通道采集故障	

故障分类	原因	处理措施
	开关量现场掉电	检查现场电源是否正常供电
通信故障	DP 断线	检查 DP 线缆是否插好
	模块没有上电	检查是否正常供电

故障排查方法请参见章节 6.4.4.6 诊断说明的相关内容。

6.4.5.7 PROFIsafe 故障状态

当故障恢复后，系统自动进行 PROFIsafe 故障确认。参见章节 6.4.1.7 PROFIsafe 故障状态。

6.4.5.8 安全值

通道提供两种安全值模式，当通道故障时，采用对应模式的安全值作为通道实时输出值 DV 参与用户逻辑运算。组态时，请使用章节 6.4.1.9 通道值表决中的 DV 变量进行逻辑组态。

安全值模式：

- 保持：通道故障时，保持上一个周期值。
- 预设：通道故障时，采用用户设定的安全值。

模块的通道信息如图 128 所示。1~8 为通道采集值，9~16 为通道质量位。设置通道安全值模式时，首先勾选“通道使能”，再设置安全值模式。

8 Channels DI | New SOE Status							
通道号	通道名称	通道类型	通道地址	通道说明	通道使能	安全值模式	安全值
1	DPIO_2_1_2_1	BOOL	%IX0.0		☒	保持 ▼	
2	DPIO_2_1_2_2	BOOL	%IX0.1		☒	保持 ▼	
3	DPIO_2_1_2_3	BOOL	%IX0.2		☒	保持 ▼	
4	DPIO_2_1_2_4	BOOL	%IX0.3		☒	保持 ▼	
5	DPIO_2_1_2_5	BOOL	%IX0.4		☒	保持 ▼	
6	DPIO_2_1_2_6	BOOL	%IX0.5		☒	保持 ▼	
7	DPIO_2_1_2_7	BOOL	%IX0.6		☒	保持 ▼	
8	DPIO_2_1_2_8	BOOL	%IX0.7		☒	保持 ▼	
9	Q_DPIO_2_1_2_1	BOOL	%IX1.0				
10	Q_DPIO_2_1_2_2	BOOL	%IX1.1				
11	Q_DPIO_2_1_2_3	BOOL	%IX1.2				
12	Q_DPIO_2_1_2_4	BOOL	%IX1.3				
13	Q_DPIO_2_1_2_5	BOOL	%IX1.4				
14	Q_DPIO_2_1_2_6	BOOL	%IX1.5				
15	Q_DPIO_2_1_2_7	BOOL	%IX1.6				

图 128 设置安全值

6.4.5.9 参数说明

1. 子模块参数

“模块属性”界面，选中已添加的模块，单击**属性**按钮，打开子模块属性对话框。



子模块属性对话框，显示模块名称为 8 Channels DI，配置数据为 0xc2,0x5,0x7,0xc0,0x7，普通用户参数长度为 0。下方包含两个参数表：普通用户参数和 PROFIsafe 用户参数。

参数名称	参数值	参数说明
[SlotNumber]	1	Unsigned8 1 1-1
F_Check_SeqNr	NoCheck	Bit(0) 0 0-1
F_Check_iPar	No Check	Bit(1) 0 0-0
F_SIL	SIL2	BitArea(2-3) 1 1-1
F_CRC_Length	4 Byte CRC	BitArea(4-5) 2 2-2
F_Block_ID	F-Host/F-Slave	BitArea(3-5) 0 0-0
F_Par_Version	PROFIsafe V1	BitArea(6-7) 0 0-0

图 129 子模块属性对话框

表 79 子模块参数设置

参数名称	含义说明	参数值
SlotNumber	模块槽号	默认值，无需设置
F_Check_SeqNr	报文序列号是否参加 CRC 校验	可选择以下两种方式 Check: PROFIsafe 报文中的序列号字段参与报文 CRC 计算 Nocheck: PROFIsafe 报文中的序列号字段不参与报文 CRC 计算 该参数设置同时适用于 PROFIsafe 主站和 PROFIsafe 从站
F_Check_iPar	i 参数是否参加 CRC 校验	默认值，无需设置
F_SIL	SIL 等级选择	默认值，无需设置
F_CRC_Length	报文 CRC 校验和长度	设置为 4 Byte CRC，该参数设置同时适用于 PROFIsafe 主站和 PROFIsafe 从站

参数名称	含义说明	参数值
F_Block_ID	模块 ID	默认值，无需设置
F_Par_Version	F 参数版本	默认值，无需设置
F_Source_Add	F-源地址	默认值，无需设置
F_Dest_Add	F-目的地址	默认值，无需设置
F_WD_Time	用于监控 PROFIsafe 报文的看门狗时间	默认值，无需设置
F_Par_CRC	F 设备 i 参数 CRC 校验和	默认值，无需设置

2. 用户参数

【用户参数】中设置通道滤波参数。在 Safety FA-AutoThink 组态软件中，双击 BUS_MASTER 节点下已添加的 LK630S 模块，通过双击“设备属性”项打开“模块属性”对话框，如图 130 所示。

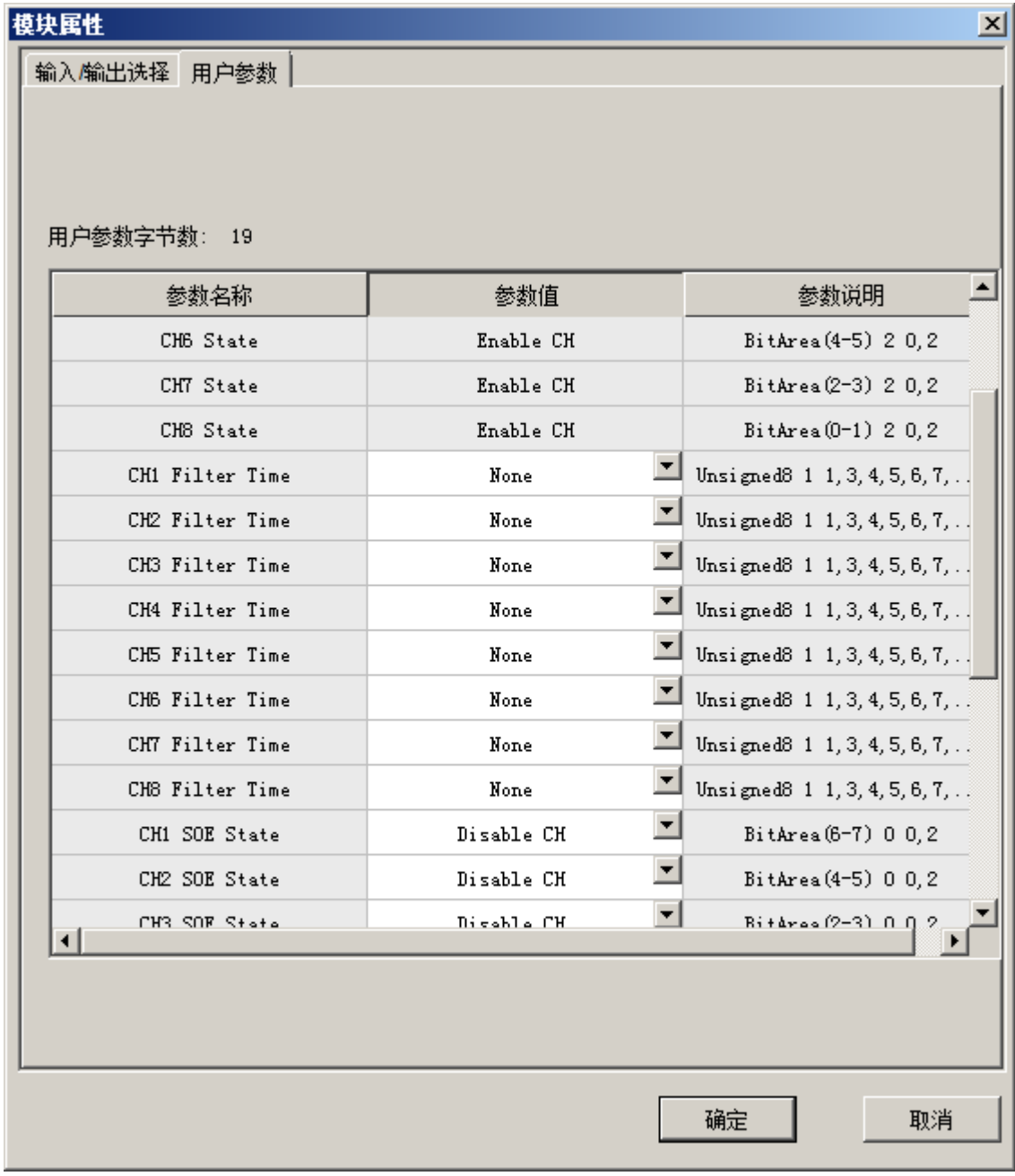


图 130 LK630S 用户参数设置

表 80 LK630S 用户参数的定义

参数名称	参数含义	参数取值
CH1~8 State	通道使能状态显示	默认全部使能，可在“设备信息”页面进行使能设置，参见 6.4.5.8 安全值
CH1~8 Filter Time	通道滤波时间	None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选
CH1~8 SOE State	使能通道 SOE 功能	Enable CH: SOE 功能使能，系统记录通道值翻转状态、通道值跳变时间等事件信息

参数名称	参数含义	参数取值
		Disable CH: 关闭 SOE 功能 查看 SOE 事件信息, 请参见《Safety FA-AutoThink 用户手册》中“在线监视”章节的“查看 SOE 信息”
Reserved User Parameters 1~4	预留参数	无需设置

6.4.5.10 技术指标

LK630S 安全型 8 通道数字量输入模块（带 SOE 功能）	
供电电源	
输入电压	24VDC(-15%~+20%)
功耗	现场电源: 100mA @24VDC (max.)
	系统电源: 50mA@24VDC (max.)
电源反向电压保护	支持
电源过压（60VDC）保护	支持（保持在安全状态）
热插拔	支持
输入通道	
通道数	8 通道
触点类型	无极性干接点
通道上传数据格式	2 字节（16 位），第一字节为通道状态，第二字节为通道数据质量，每 1 位代表一个通道，高位在前，低位在后
查询电压	24VDC(-15%~+20%)
去抖动滤波时间 OFF→ON ON→OFF	None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选 None、20ms、30 ms、40 ms、50 ms、60 ms、70 ms、80 ms、100ms、200ms、300ms、400ms、500ms 可选
SOE 功能	
对时方式	主控制器与从站模块间：Profibus-DP 协议对时
对时周期	1min
SOE 时标精度	1ms
SOE 事件分辨率	15ms
SOE 事件缓存	记录最新发生的 512 条事件
现场到系统隔离电压	500 VAC@1 min，漏电流不大于 5 mA
通讯	
协议	PROFIsafe
双网冗余	支持

LK630S 安全型 8 通道数字量输入模块（带 SOE 功能）	
通讯速率	187.5kbps、500 kbps、1.5Mbps、3Mbps、6Mbps
物理特性	
安装位置	扩展背板
模块尺寸（W*H*D）	35 mm×100 mm×100 mm

第7章 附件

7.1 LKA103 电容供电盒模块

LKA103 为 LK220S 模块的 RTC 提供后备电池。

当 LK220S 掉电时，LKA103 给 RTC 供电，维持 RTC 待机运行。电容充电最大电压为 5.0 V，容量为 0.94 F，一次充满电可维持 RTC 待机约为 7 天。

7.1.1 模块外观图

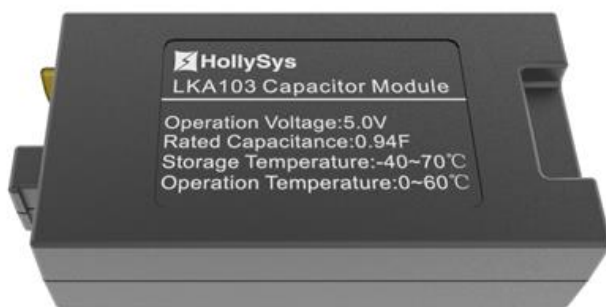


图 131 LKA103 模块示意图

7.1.2 安装尺寸

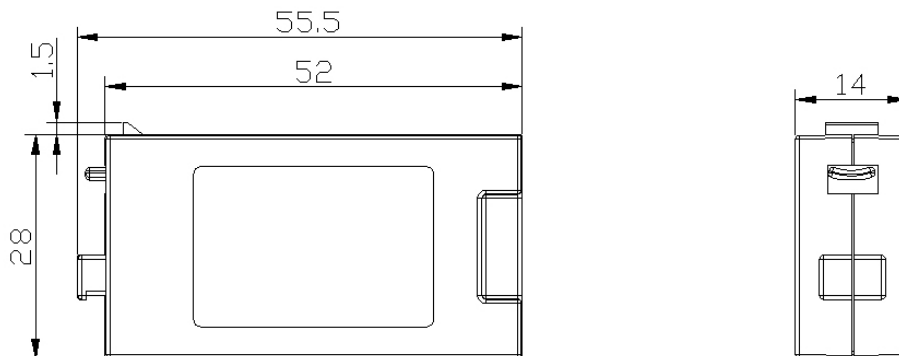


图 132 LKA103 模块尺寸图

7.1.3 安装

参见 3.1.7 供电盒的安装。

7.1.4 电池的更换

当 LK220S 面板上的 BAT 指示灯亮，此时需要更换电池模块。

更换电池步骤如下：

- (1) 从 LK220S 的电池插槽中取出旧电池。
- (2) 从模块前端握住上下边缘，水平插入电池插槽中。
- (3) 插入后，BAT 指示灯灭，电池更换结束。

7.1.5 技术指标

LKA103 电容供电盒模块	
物理特性	
安装方式	卡扣
防混销位置	后部右侧
模块尺寸（W*H*D）	55.5 mm*28 mm*14 mm

7.2 LKA104 Profibus-DP 总线连接器

LKA104 是 Profibus-DP 总线连接器，将上一个背板的冗余 DP 信号，转接到下一个背板。为 Profibus-DP 总线提供终端匹配电阻，匹配电阻通过拨码开关选择。如果连接器位于总线的两端，则必须接通匹配电阻。

LKA104 的 DB9 针插头与背板或通信模块的 DP 通讯扩展口的 DB9 孔插座匹配，一个插座安装一个 LKA104。LKA104 之间通过 DP 电缆连接，DP 电缆插入到接线孔并压紧。

7.2.1 外观与尺寸

7.2.1.1 外观

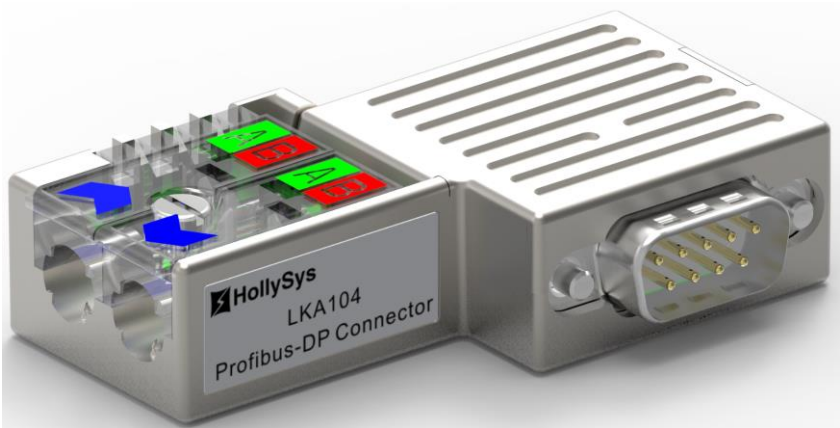


图 133 LKA104 模块外观图

7.2.1.2 模块尺寸

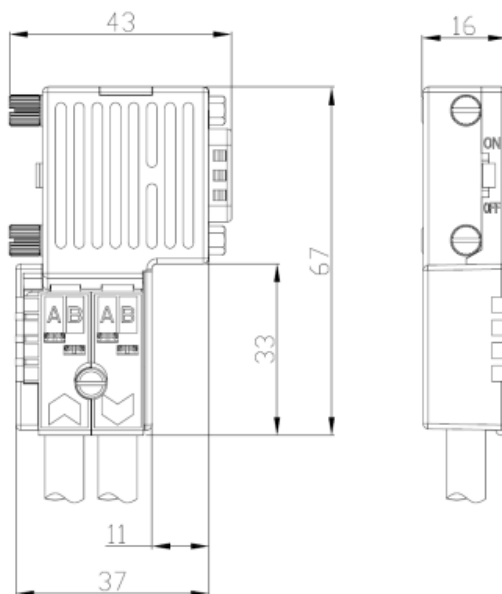


图 134 LKA104 模块尺寸图

7.2.2 工作原理

LKA104 总线连接器如图 135 所示。DP 输入信号，由 DPIN 引脚输入到背板。同时，DP 信号连接至下一级背板。通过设置拨码开关的位置 ON、OFF 来选择是否连接终端电阻。

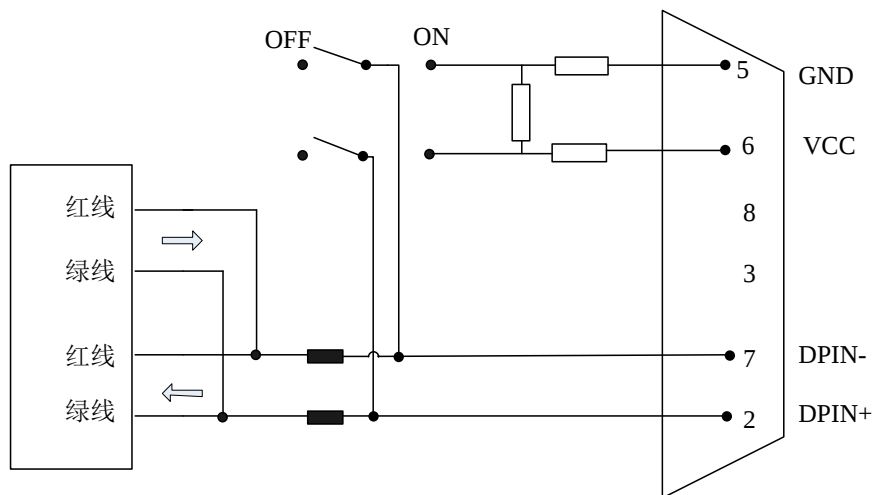


图 135 LKA104 模块原理示意图

7.2.3 终端匹配电阻

在 DP 总线的终端节点，需要跨接一个匹配电阻，用来进行阻抗匹配，而处于中间部分的节点则不能接入匹配电阻。

对于 LKS 系统，DP 总线一端的匹配电阻可由 LKA104 提供，无需用户设置。另一端的匹配电阻可由 LKA104 连接器或通讯模块提供，需要用户根据情况进行设置。

LKA104 或通讯模块上的终端电阻接入一个即可，不可重复设置。扩展背板侧的终端电阻在通讯模块上设置。

LKA104 上的匹配电阻通过拨码开关选择，拨码开关有两个位置：ON 和 OFF，如图 136 所示。



图 136 拨码开关示意图

- 拨至 ON：接通匹配电阻
- 拨至 OFF：断开匹配电阻

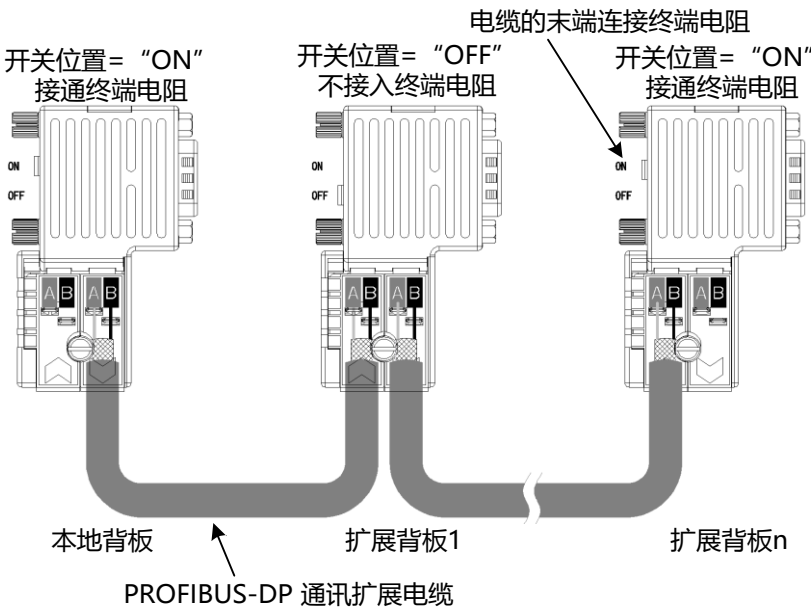


图 137 背板级联时拨码开关的设置

7.2.4 接线说明

LKA104 连接器的进出线信号定义：

表 81 DP 信号定义

线缆标识		信号定义
进线	绿线 A	进线 DP 正端（DPIN+）
	红线 B	进线 DP 负端（DPIN-）
出线	绿线 A	出线 DP 正端（DPOUT+）
	红线 B	出线 DP 负端（DPOUT-）

总线电缆接线步骤请参见章节 [3.2.3.4 LKA104 接线](#)。

7.2.5 安装

参见章节 3.1.6 LKA104 的安装。

7.2.6 技术指标

LKA104 Profibus-DP 总线连接器模块		
连接插头	D-sub 9 针连接器	
电缆外径	8mm±0.4mm	
螺钉规格	外壳螺钉	M3, 机械牙螺钉
	DB9 插头螺钉	4-40UNC-2A
	接线支架螺钉	M3, 机械牙不脱出螺钉
最大扭矩 (Nm)	外壳螺钉	0.5Nm
	DB9 插头螺钉	0.4Nm
	接线支架螺钉	0.22~0.25Nm
线芯截面积	刚性导线	0.14~1.5mm ²
	柔性导线	0.14~1mm ²
AWG	26~16	
终端电阻	220Ω	
模块尺寸 (W*H*D)	43mm×67mm×16mm	
防护等级	EN60529 IP20	

7.3 LKA105 光纤跳线

LKA105 是 LKS 系统的同步光纤，用于双机架安全型冗余模块间的连接，光纤长度 5 米。同步光纤示意如图 138 所示。



图 138 LKA105 同步光纤跳线示意图

详细的使用连接方法参见 [3.2.2 冗余通讯接线](#)。

7.4 LKA106 光纤跳线

LKA106 是 LKS 系统的同步光纤，用于双机架安全型冗余模块间的连接，光纤长度 1 米。同步光纤示意如图 139 所示。



图 139 LKA106 同步光纤跳线示意图

详细的使用连接方法参见 [3.2.2 冗余通讯接线](#)。

第8章 故障及其处理

8.1 故障处理机制

故障分类	故障	是否主从切换	指示灯状态	是否上报故障诊断	说明
严重故障	插拔本地背板模块	是	——	是	
	主机架掉电	是	——	否	
	双以太网故障	是	控制器 ERR 指示灯亮	是	系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	冗余状态故障（主机架）	是	——	是	仅针对冗余配置下 LK240S 离线情况，从机架 LK240S 离线时，只上报故障诊断，不切主从系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	双 DP 网故障	是	LK249S ERR 指示灯亮	是	系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	冗余超时故障	否	从控制器 ERR 指示灯亮	是	主从功能块 sysGetRedState 的 Error 参数输出错误码 130，同时，系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	检测到 DP 链路存在主机无法进入工作主站故障	否	从控制器 ERR 指示灯亮	是	系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
一般故障	电池故障	否	控制器 BAT 指示灯亮	否	通过组态 sysGetBatteryAlarm（获取电池电量报警）功能块来获取报警信息
	LK921S 单路输入电源故障	否	LK921S DCIN-n 指示灯灭	否	
	单以太网故障	否	控制器 LINK 与 ACT 指示灯灭	否	功能块 sysGetCPUDiagInfo 上报诊断信息
	单 DP 网故障	否	DP 指示灯亮/灭	是	通讯模块诊断功能块 sysGetComModuleDiagInfo 和系统诊断变量组 SysDiagVar 均上报诊断信息
	DP 通信故障（主机架）	否	——	是	系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	单光纤链路故障	否	——	是	通讯模块诊断功能块 sysGetComModuleDiagInfo 和系统诊断变量组 SysDiagVar 均上报诊断信息
	双光纤链路故障	否	LK240S ERR 指示灯亮	是	功能块 sysGetRedState 的

故障分类	故障	是否主从切换	指示灯状态	是否上报故障诊断	说明
					Error 参数输出错误码 128，同时，系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	光纤通信故障	否	LK240S ERR 指示灯亮	是	系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	A/B 系开关冲突	否	LK240S ERR 指示灯亮	否	系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	历史不可运行故障	否	主控制器 ERR 指示灯亮	是	系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息
	RTC 供电电压异常	否	控制器 BAT 指示灯亮	是	系统诊断变量组 SysDiagVar 上报诊断信息

8.2 故障排查方式

当 LKS 冗余系统发生错误时，可通过以下三种方式排查故障：

- 检查模块的状态指示灯。
- 查看系统诊断变量组 SysDiagVar
- 查看诊断功能块信息。

8.2.1 指示灯

当冗余系统发生故障时，请检查模块状态指示灯，以确定发生故障的模块。

如有任何模块的 ERR 指示灯呈红色长亮，则可通过查看诊断功能块来获取详细的故障诊断信息。

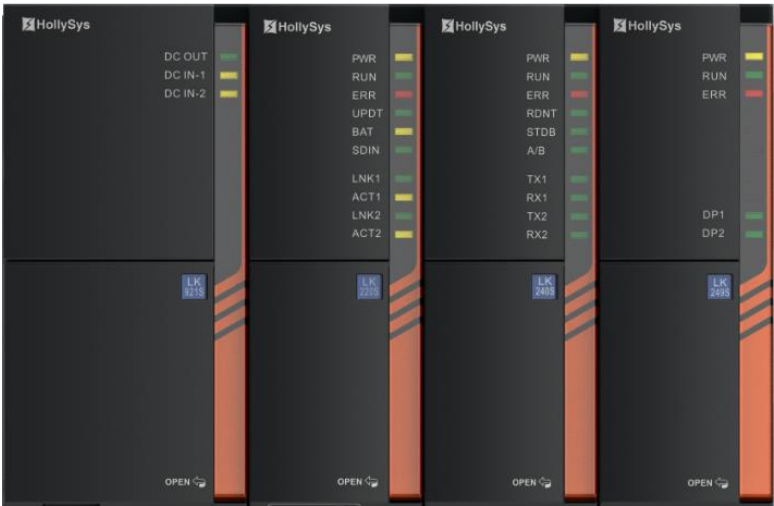


图 140 模块状态指示灯异常示意图

各模块指示灯含义请参见各模块下指示灯的具体定义。

8.2.2 查看诊断变量组 SysDiagVar

通过【全局变量】节点下的变量组 SysDiagVar 查看双机运行状态以及系统故障诊断。从机模块的诊断信息需登陆到从机查看。

SysDiagVar					
序号	变量名	变量说明	变量类型	初始值	区域
0001	sys_LocalMSSState	本机主从状态	WORD	0	S区
0002	sys_LocalRSState	本机单双机状态	WORD	0	S区
0003	sys_LocalABState	本机AB机状态	WORD	0	S区
0004	sys_LocalRedLink	本机冗余模块工作网状态	WORD	0	S区
0005	sys_LocalTaskState	本机任务运行状态	WORD	0	S区
0006	sys_LocalKeyState	本机钥匙开关状态	WORD	0	S区
0007	sys_RemoteMSSState	对方机主从状态	WORD	0	S区
0008	sys_RemoteRSState	对方机单双机状态	WORD	0	S区
0009	sys_RemoteABState	对方机AB机状态	WORD	0	S区
0010	sys_RemoteRedLink	对方机冗余模块工作网状态	WORD	0	S区
0011	sys_RemoteTaskState	对方机任务运行状态	WORD	0	S区
0012	sys_RemoteKeyState	对方机钥匙开关状态	WORD	0	S区
0013	sys_TaskFirstRun	下装后任务第一次运行状态	WORD	0	S区
0014	sys_ModuleState	本机模块存在状态	WORD	0	S区
0015	sys_TaskCycleAbnormal	任务周期设定与当前组态工程不匹配标识	WORD	0	S区
0016	sys_CPUModuleFatalErr1	CPU模块严重性故障1	WORD	0	S区
0017	sys_CPUModuleFatalErr2	CPU模块严重性故障2	WORD	0	S区
0018	sys_CPUModuleMinorErr1	CPU模块一般性故障1	WORD	0	S区
0019	sys_CPUModuleMinorErr2	CPU模块一般性故障2	WORD	0	S区
0020	sys_REDModuleFatalErr1	RED模块严重性故障1	WORD	0	S区
0021	sys_REDModuleFatalErr2	RED模块严重性故障2	WORD	0	S区
0022	sys_REDModuleMinorErr1	RED模块一般性故障1	WORD	0	S区
0023	sys_REDModuleMinorErr2	RED模块一般性故障2	WORD	0	S区
0024	sys_DPMModuleFatalErr1	DP模块严重性故障1	WORD	0	S区
0025	sys_DPMModuleFatalErr2	DP模块严重性故障2	WORD	0	S区
0026	sys_DPMModuleMinorErr1	DP模块一般性故障1	WORD	0	S区
0027	sys_DPMModuleMinorErr2	DP模块一般性故障2	WORD	0	S区
0028	sys_ReservedDiag	系统保留诊断信息	ARRAY[0..31] OF WORD		S区

图 141 系统诊断信息

表 82 各变量诊断信息说明

变量	变量说明	上报的诊断值
sys_LocalMSSState	本机主从状态	0: 未知态 1: 初始态 2: 硬件 ready 态 3: 双机 ready 态 4: 单机 ready 态 5: 故障态 6: 错误态 7: 工程冗余 8: 工程验证 9: 从机 10: 主机

变量	变量说明	上报的诊断值
		11: 不合格主机 12: 等待进入故障态 13: 等待进入错误态
sys_LocalRSSState	本机单双机状态	0: 未知态 1: 单机 2: 双机
sys_LocalABState	本机 AB 机状态	0: 未知态 1: A 机 2: B 机
sys_LocalRedLink	本机冗余模块工作网状态	0: 未知态 1: 第一路光纤 2: 第二路光纤
sys_LocalTaskState	本机任务运行状态	每一个任务的状态使用 2 bit 位表示 0: 未知态 1: 正在运行 2: 已停止 3: 挂起
sys_LocalKeyState	本机钥匙开关状态	0: UNKNOWN 1: RUN 2: REMOTE 3: PRG
sys_RemoteMSSState	对方机主从状态	同本机上报值
sys_RemoteRSSState	对方机单双机状态	同本机上报值
sys_RemoteABState	对方机 AB 机状态	同本机上报值
sys_RemoteRedLink	对方机冗余模块工作网状态	同本机上报值
sys_RemoteTaskState	对方机任务运行状态	同本机上报值
sys_RemoteKeyState	对方机钥匙开关状态	同本机上报值
sys_TaskFirstRun	下装后任务第一次运行状态	每一个任务的状态使用 1 bit 位表示 0: 非第一次运行 1: 第 1 次运行
sys_ModuleState	本机模块存在状态	(通信模块在线状态) bit0~bit3: 槽位 2 模块 ID bit4~bit7: 槽位 3 模块 ID bit8~bit11: 槽位 4 模块 ID, 预留 bit12~bit15: 槽位 5 模块 ID, 预留 模块 ID 为 0: 代表该槽位未插入模块 模块 ID 为 7: LK240S 在线 模块 ID 为 8: LK249S 在线
sys_TaskCycleAbnormal	任务周期设定与当前组态工程不匹配标识	0: 任务周期设定与当前组态工程匹配 1: 任务周期设定与当前组态工程不匹配
sys_CPUModuleFatalErr1	CPU 模块严重性故障 1	Bit2=1: 双以太网故障 Bit7=1: 冗余超时故障 Bit8=1: 冗余状态故障 (针对冗余配置下 240S 离线情况)

变量	变量说明	上报的诊断值
sys_CPUModuleFatalErr2	CPU 模块严重性故障 2	预留
sys_CPUModuleMinorErr1	CPU 模块一般性故障 1	Bit0=1: 历史不可运行故障 Bit6=1: RTC 供电电压异常
sys_CPUModuleMinorErr2	CPU 模块一般性故障 2	预留
sys_REDModuleFatalErr1	RED 模块严重性故障 1	Bit0=1: 自检故障
sys_REDModuleFatalErr2	RED 模块严重性故障 2	预留
sys_REDModuleMinorErr1	RED 模块一般性故障 1	Bit0=1: 第 1 条光纤链路故障 Bit1=1: 第 2 条光纤链路故障 Bit2=1: 双光纤链路故障 Bit3=1: AB 系开关冲突 Bit5=1: 光纤通信故障
sys_REDModuleMinorErr2	RED 模块一般性故障 2	预留
sys_DPModuleFatalErr1	DP 模块严重性故障 1	Bit0=1: 检测到 DP 链路存在主机无法进入工作主站故障 Bit4=1: DP1、DP2 网故障
sys_DPModuleFatalErr2	DP 模块严重性故障 2	预留
sys_DPModuleMinorErr1	DP 模块一般性故障 1	Bit3=1: DP 通信故障 Bit4=1: DP1 网故障 Bit5=1: DP2 网故障
sys_DPModuleMinorErr2	DP 模块一般性故障 2	预留
sys_ReservedDiag	系统保留诊断信息	预留

8.2.3 查看诊断信息

通过诊断信息来确定模块详细的故障原因，需要用户在 Safety FA-AutoThink 中组态各模块的诊断。

LKS 系统的诊断功能块分为主控模块诊断、通信模块诊断和 DP 从站扩展诊断。详细的诊断信息参见《LKS 安全型控制系统指令手册》。

表 83 可组态的诊断功能块

功能块	功能
sysGetCPUDiagInfo（获取主控模块诊断）	可以查看主控模块的诊断信息，如：以太网故障信息、内部通信链路故障信息等
sysGetComModleDiagInfo（获取通讯模块诊断）	可以查看通信模块 LK240S、LK249S 的诊断信息，如：同步光纤断线、AB 系开关冲突、DP 断线等
sysGetDPSlaveState（获取 DP 从站诊断）	可以查看 IO 从站的诊断信息。如：断线、超量程、超限等
sysGetDPMasterState（获取 DP 主卡状态）	可以查看 DP 主站的运行状态
sysGetRedState（获取系统冗余状态）	可以查看主从机之间的冗余状态

8.2.4 故障排查示例

下面举例说明出现系统异常时的故障排查过程。

现象：上位机界面显示从机错误态。

第1步 查看 Safety FA-AutoThink 工具

通过 Safety FA-AutoThink 工具进行查看，发现主机状态正常且从机为错误态；单双机状态正常；同步光纤正常；AB 机状态正常；钥匙开关状态正常；但是主机工程运行，从机工程停止。

第2步 检查指示灯

查看机柜中是否有模块指示灯异常。

主机架中，LKS 本地背板的各个模块指示灯均正常，且 LK220S 的 RUN 灯闪烁。从机架中，LK249S 的 ERR 灯亮，且 LK220S 的 RUN 灯常亮，其他灯均正常；可以判定从机的 LK249S 模块故障。



图 142 从机架 LK249S 指示灯

第3步 Safety FA-AutoThink 中查看诊断信息

打开 Safety FA-AutoThink，查看主从控制器功能块 sysGetCPUDiagInfo（获取主控模块诊断）、主站 sysGetDPMasterState（获取 DP 主卡状态）功能块，诊断输出值均正常。各个从站对应的 sysGetDPSlaveState 功能块均正常，主控制器与从站通讯均正常。

查看从机 LK249S 的 sysGetComModuleDiagInfo（获取通讯模块诊断）功能块，其中 Error=0，说明功能块执行并反馈实际结果；Active 为 True 说明模块正常运行；ModuleID 为 8 说明本模块即 LK249S；Protocol 为 2 表示为 DP 协议；InterComErr 为 0 说明 LK220S 与 LK249S 正常通讯；ExtDiag1、ExtDiag2 为 1，说明从机 LK249S 两个 DP1、DP2 链路断开故障。

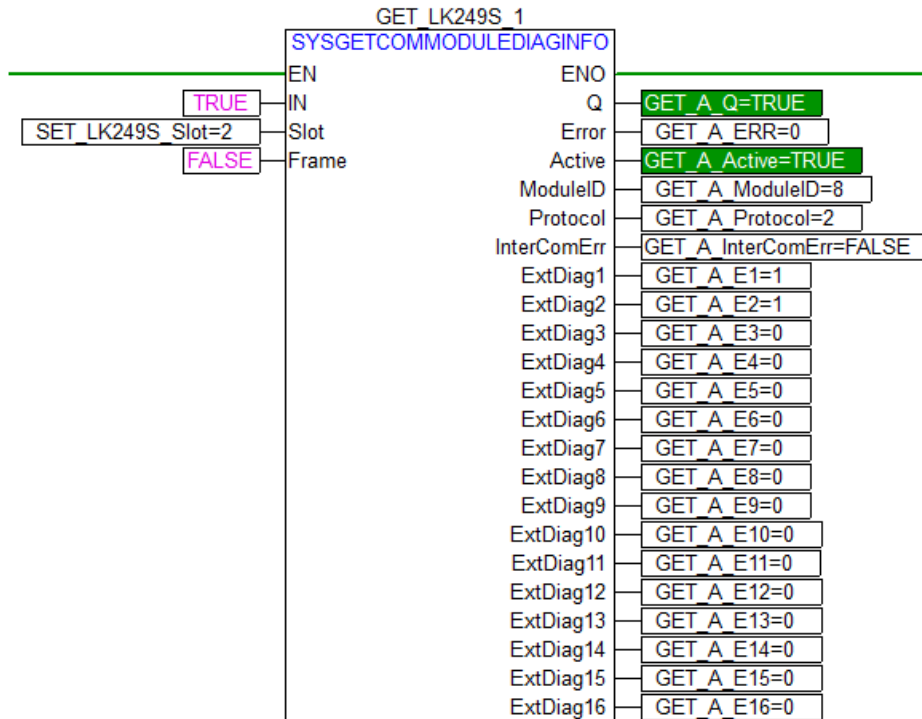


图 143 sysGetComModleDiagInfo 功能块

第4步 故障处理

- (1) 检查 DP 线缆是否插好
- (2) 检查 DP 线缆是否有破损，有则进行更换

8.3 故障现象及原因

以下列举一些故障现象、可能的故障原因及处理措施。

表 84 现象及可能的故障原因

现象	故障原因	处理措施
主控制器 ERR 灯亮	历史不可运行故障：本系目前为主机，钥匙开关处于 RUN，但本系升为主机前历史 IEC 为停止状态	1、检查钥匙开关是否置于 PRG 位置 2、检查控制器状态是否为正常主机
	双以太网断线	1、检查以太网线是否插好 2、检查以太网线是否有断线
	RTC 供电电压异常	重启控制器
控制器 BAT 灯亮	电量低	更换电容盒
	没有插入电容盒	检查电容盒是否插好
从控制器 ERR 灯亮	冗余超时故障：IEC 运行周期与工程组态数据区大小不匹配	1、Safety FA-AutoThink 中增大任务周期的设置 2、删除不用的变量定义，以减少数

现象	故障原因	处理措施
		据区的浪费使用
	检测到 DP 链路存在主机，当前主机无法进入工作主站，自动降为从机，并上报故障	重启控制器，并确保同步光纤连接正常
LK240S 模块 ERR 灯亮	A、B 系开关冲突	重新设置 A/B 系拨码开关，并断电重启控制器
	双光纤链路断线	1、检查同步光纤是否插好 2、检查同步光纤是否有断线 3、检查同步光纤插头是否完好
	冗余光纤交叉连接	按正确方式重新连接同步光纤
LK249S 模块 ERR 灯亮	双 DP 链路断线	1、检查 DP 线缆是否插好 2、检查 LKA104 进线、出线是否接好 3、检查从站地址拨码开关是否正确 4、检查 DP 线缆是否有破损
	IO 从站离线	1、检查从站连接是否正常 2、检查从站组态配置是否正确
机架内模块没有电	QS10.241 电源模块故障	更换电源模块
	LK921S 的两路输入电源线断线	1、检查接线是否接好 2、检查线缆是否有破损
上电后工程不运行	历史不可运行故障：本系目前为主机，钥匙开关处于 RUN，但本系升为主机前历史 IEC 为停止状态	1、检查钥匙开关是否置于 PRG 位置 2、检查控制器状态是否为正常主机
控制器一直处于工程冗余态	主机无工程	重新下装工程
	控制器 Flash 空间不足	1、清空 Flash，并断电重启控制器 2、联系厂家
从工具读到控制器为错误态	双 DP 链路故障	参见“LK249S 模块 ERR 灯亮”时的处理措施
	双以太网故障	参见“主控制器 ERR 灯亮”时的处理措施
	背板上任何模块被拔出	检查模块是否插好
从工具读到控制器为故障态	A/B 系开关冲突	重新设置 A/B 系拨码开关，并断电重启控制器
主机正常，从机为错误态	双路同步光纤断线	参见“LK240S 模块 ERR 灯亮”时的处理措施 此时，需要在 Safety FA-AutoThink 工具中分别读取主机或从机的状态信息
从工具读到控制器为未知态	同步光纤通信连接断开	1、检查同步光纤是否插好 2、检查同步光纤是否有破损，并更换
从工具读到控制器为不合格主机	上一次工程冗余没有完成的控制器，在上电后控制器为不合格主机。	1、通过钥匙开关进行复位 2、在 Safety FA-AutoThink 工具—

现象	故障原因	处理措施
		【控制器操作】—【控制器信息】标签页中点 清除 按钮进行清除 3、断电重启
DP 从站离线	软件组态与硬件配置不匹配	查看从站组态的站地址是否与实际硬件地址一致
	DP 链路故障	参见“LK249S 模块 ERR 灯亮”时的处理措施
	当前系统无主机	请参见控制器错误态、故障态时的处理措施
主从切换	双路以太网故障	参见“主控制器 ERR 灯亮”时的处理措施
	双 DP 链路故障	参见“LK249S 模块 ERR 灯亮”时的处理措施
	电源故障	1、检查 QS10.241 电源是否正常 2、检查 LK921S 两路输入电源线是否连接正常
	背板有模块被拔出	重新将模块插好
上电后 RTC 时间恢复默认	电容盒电量低	请参见“控制器 BAT 灯亮”时的处理措施。
	没有插入电容盒	
以太网无法通信	IP 设置后没有重启	重启控制器使 IP 设置生效
	以太网线路故障	参见“主控制器 ERR 灯亮”时的处理措施
控制器无法下装	以太网不通	参见“以太网通信无法建立”的处理措施
	辅助工具在启用	退出工具
	钥匙开关在 RUN 状态或非主机	将钥匙开关拨到“REM”或“PRG”位置
Modbus TCP 无法建立连接	Modbus 通信连接的是从机	IP 地址修改为主机的 IP 地址

以上仅为常见故障，其它故障请联系厂家解决。

如果设备以非制造商规定的方式使用，则设备提供的保护可能会受损。

附录 1 非安全型模块

1.1 LK910 24VDC 电源模块

1.1.1 基本特征

- 输入电压：100VAC~120VAC/200~240VAC，切换开关选择
- 输出电压：24VDC
- 输入输出隔离
- 额定功率：120W
- 支持 1+1 冗余
- 输出短路保护
- 输出超温保护
- 输出过载/过压保护
- 输出状态查询

LK910 实现交流 110VAC/220VAC 到直流 24VDC 的转换,输入与输出隔离,输出额定功率 120W。LK910 带有输出短路保护功能,故障消除后电源自动恢复。具有输出状态查询功能,电源输出正常时,状态开关导通,否则截止,为远程诊断电源工作状态提供了接口。

LK910 模块化设计,整体结构为铝质材料,抗震抗干扰能力强。

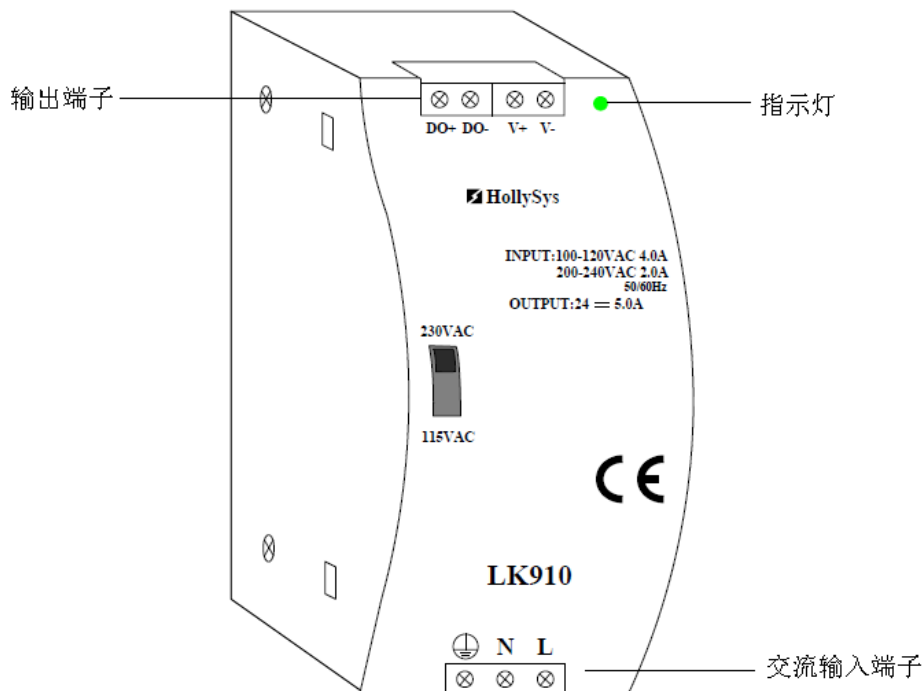


图 144 LK910 模块接线端子和指示灯

1.1.2 原理说明

LK910 电源输入 110VAC 或 220VAC，经过 EMI 抑制和整流滤波电路后输出 24VDC。

LK910 电源的交流输入部分包括输入保护、输入整流、噪声滤波等电路，完成交流电源的整流和滤波功能，同时抑制电网上传来的电磁干扰，保证交流输入不受电磁污染。之后，经过过压保护、限流保护等控制电路输出 24VDC，并且通过报警输出端子“DO+”、“DO-”显示电源模块的工作状态。报警输出电路通过光电耦合器件实现，电源工作正常时，光电耦合器导通，同时点亮输出指示灯；输出欠压时光电耦合器截止，同时输出指示灯熄灭。

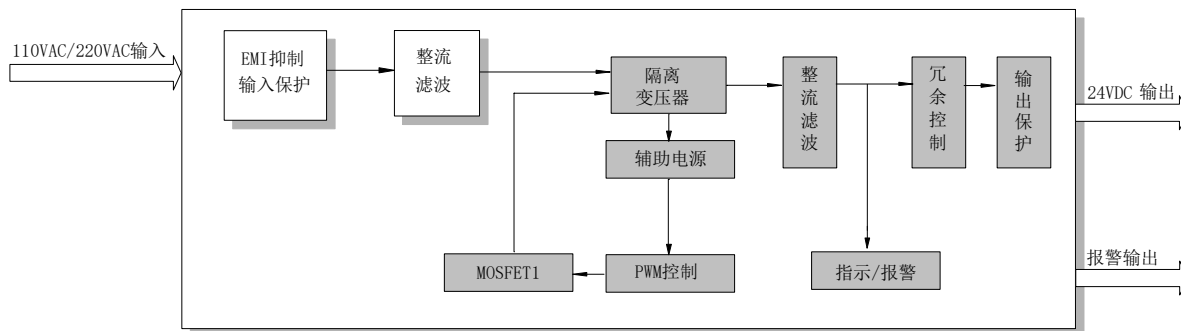


图 145 LK910 电源原理框图

1.1.3 使用说明

1.1.3.1 指示灯及接线端子

模块上电后，面板上的绿色 LED 指示灯显示当前的工作状态。电源工作正常时，指示灯点亮。

接线端子分别位于模块的上、下两端。上端为 24VDC 输出端子和报警输出端子，下端为交流输入端子，具体定义如图 146 所示。

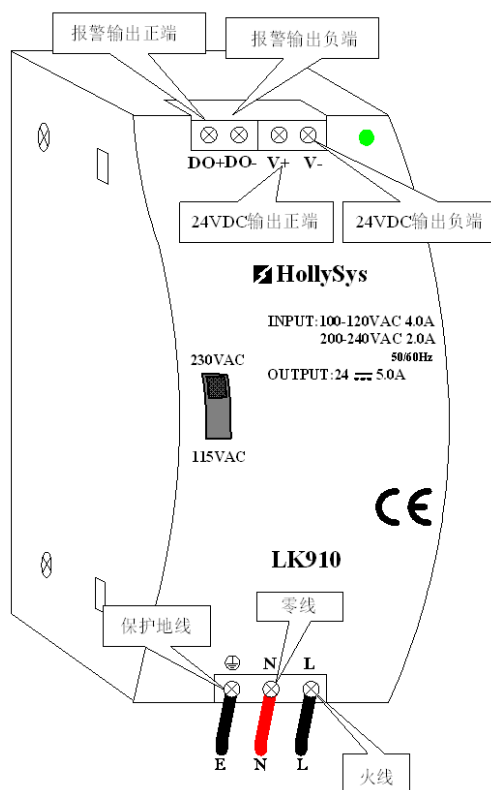


图 146 LK910 电源接线端子说明

1.1.3.2 并联冗余

为提高系统的可靠性，LK910 电源可以两台或多台冗余配置并联运行。以降低由电源而引起的故障。并联冗余通过使用整流二极管实现双电源冗余。在 1+1 方式下，可实现电源供电的无扰切换及在线更换，冗余配置供电方式如图 147 所示。

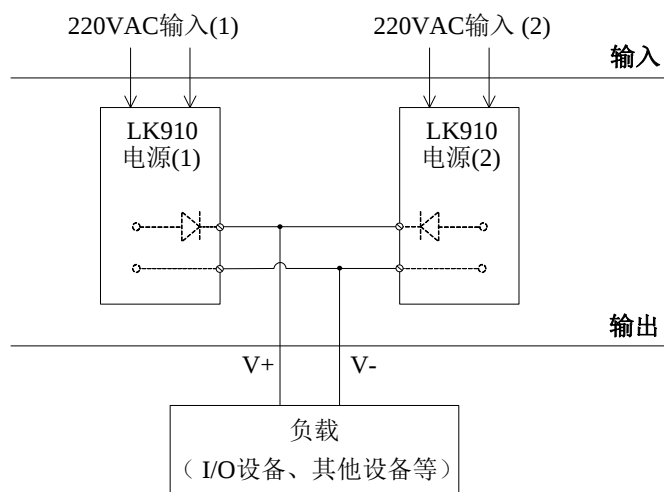


图 147 LK910 电源的冗余配置

1.1.4 安装尺寸

LK910 电源模块采用标准导轨安装方式，背面带有安装卡槽，安装尺寸如图 148 所示。

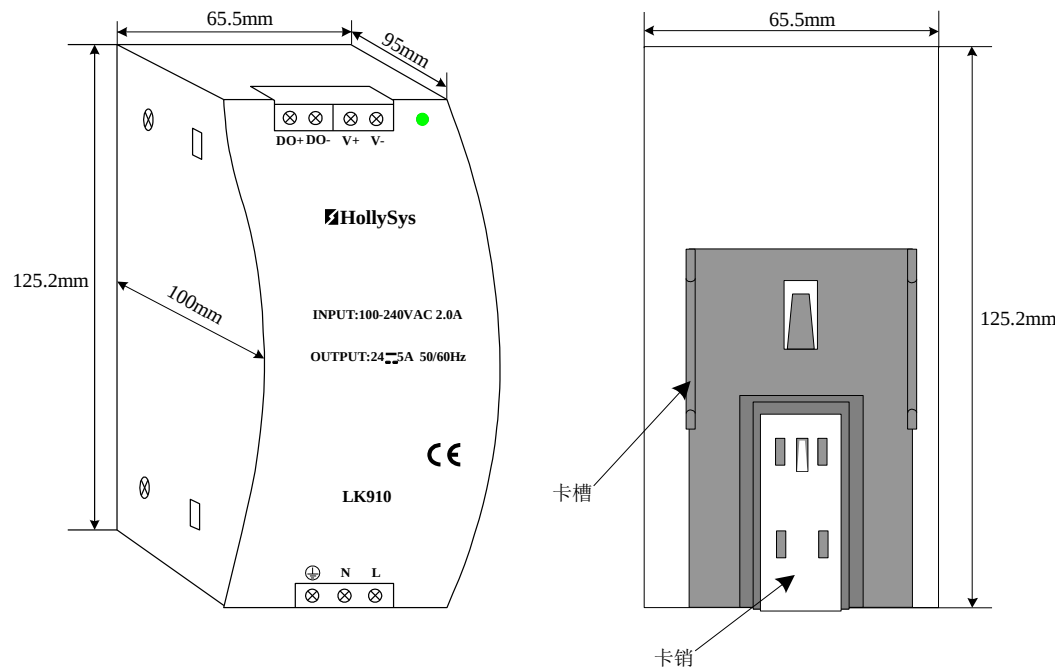


图 148 LK910 电源外观尺寸

1.1.5 技术指标

LK910 24VDC 电源模块	
输入	
输入电压范围	100VAC~240VAC
输入频率范围	47 Hz~63 Hz
输出	
额定输出	24VDC±5%
额定输出电流	5 A
额定功率	120 W
纹波（包括噪声）	<240 mV
负载调整率	<±5%
电压调整率	<±2%
阶跃负载特性	<±5%@从 20%到 70%的负载突变，稳定时间<50 ms
转换效率	>80%
维持时间	220VAC 输入，70%负载下，断电后输出不低于 95%额定电压，维持 30 ms
冷却方式	自然冷却
1+1 并联冗余	支持
输出过载保护	105%~150%，消除过载后，自动恢复

LK910 24VDC 电源模块	
输出过压保护	120%~140%额定电压
输出短路保护	输出短路故障电源保护，短路故障消除后电源自动恢复
电源故障状态输出	电源输出正常时，状态开关导通，否则截止。状态开关与电源隔离
输出状态指示	输出正常指示灯亮
绝缘	
绝缘电阻	输入与外壳：500 VDC，>100 MΩ 输入与输出：500 VDC，>100 MΩ 输出与外壳：500 VDC，>100 MΩ
绝缘耐压	输入与外壳：1500 Vrms，1 min.，漏电流<10 mA 输入与输出：3000 Vrms，1 min.，漏电流<10 mA 输出与外壳：500 Vrms，1 min.，漏电流<20 mA
环境温度	
工作温度	-10℃~+50℃，且在 50℃时能满载输出
存储温度	-20℃~+80℃
相对湿度	5%~95%，无凝结
物理特性	
模块尺寸（W*H*D）	65.5 mm×125.2 mm×100 mm
安装方式	标准导轨安装

1.2 LK610 16 通道漏型数字量输入模块

1.2.1 基本特征

- 16 接点漏型输入
- 现场电源电压：10 VDC~31.2 VDC
- 现场电源掉电检测
- 电源反向保护
- 现场各通道与系统之间隔离
- 支持 Profibus-DP 从站协议
- 支持热插拔

1.2.2 原理说明

LK610 的阈值电平：

逻辑 1：电压范围 10~31.2 VDC，电流 2 mA（10 VDC）~10 mA（31.2 VDC）。

逻辑 0：最大电压 5 VDC，最大电流 1.5 mA。

如图 149 所示，LK610 采用漏型输入，现场电源的负极连接 16 通道的公共端。开关的一端连接现场电源正极，一端连接 DI 通道的输入端。当开关闭合后，电流从输入端流入光耦，经过光耦，从公共端流出，流回现场电源负极。

当输入电压为 10~31.2 VDC 时，光耦的发光二极管侧导通，经触发器输出高电平；当输入电压小于等于 5 VDC 或输入电流小于等于 1.5 mA 时，光耦的发光二极管侧截止，经触发器输出低电平。

RC 滤波电路对输入的电压进行滤波，消除抖动，二极管起反向保护作用。

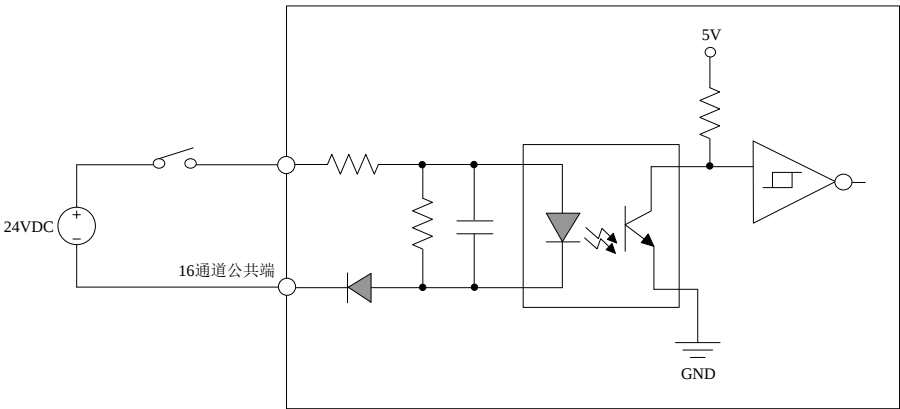


图 149 LK610 通道接口电路图

1.2.3 状态指示灯

表 85 LK610 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯（绿）	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电或模块故障
01~16 通道指示灯（黄）	亮	该通道闭合
	灭	该通道断开

RUN 绿灯的具体说明如下：

- 刚上电时，绿灯闪烁，等待初始化数据，闪烁频率 4 次/秒。
- 初始化完成后，绿灯常亮表明模块正常运行；若初始化数据有误，则无法建立通讯，绿灯保持闪烁状态。检查通讯参数（从站地址等）设定是否正确。
- 通讯正常，绿灯常亮；通讯中断，绿灯闪烁；重新建立通讯后，绿灯重新常亮。

1.2.4 接线说明

LK610 接收 16 路湿接点信号，16 路回路电源由外部 24 VDC 电源提供。为了保证现场与系统隔离，现场 24 VDC 电源应单独配置，不能和背板供电电源公用。

LK610 安装在扩展背板上。

16 路触点的一端分别连接对应通道的接线端子（01~16），另一端则全部短接至现场电源正端，如图 150 所示。

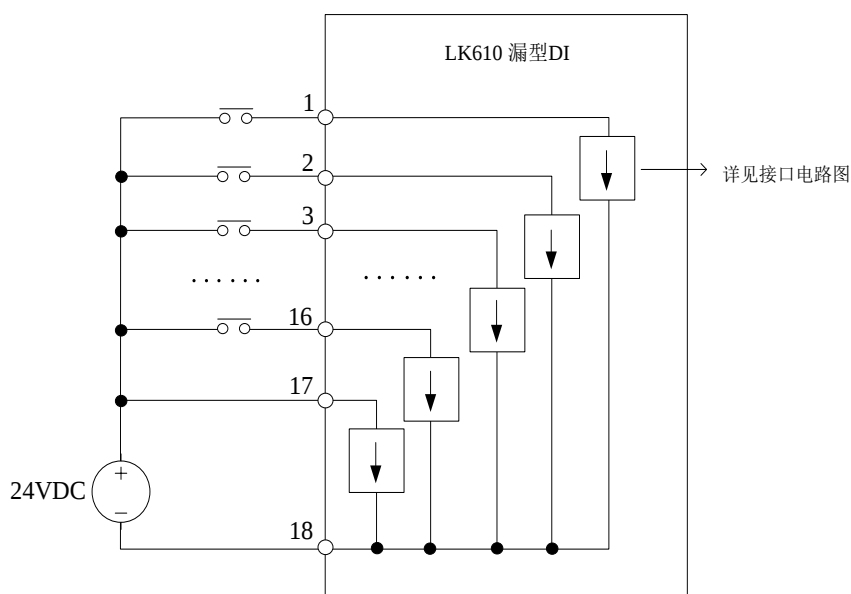


图 150 LK610 16 路 DI 通道接口框图

LK610 通过背板安装槽位下对应的端子接线，各通道与端子对应关系如图 151 所示。接线时需要注意以下几点：

- LK610 需外接单体的 24 VDC 现场电源（即：现场电源不能借用背板上的 24 VDC 电源），才能保证现场与系统之间电气隔离。
- 16 通道共用 24 VDC 现场电源。
- 1~16 端子分别为第 1~16 通道干接点开关量输入端。
- 17 端子为现场电源诊断输入，接现场电源正端，用于现场电源掉电检测。
- 18 端子为现场电源输入负端，是 1~16 通道在模块内部的公共端。
- 切勿在同一端子上同时压接多条线缆，可通过汇流排或转接端子排实现多点连接。

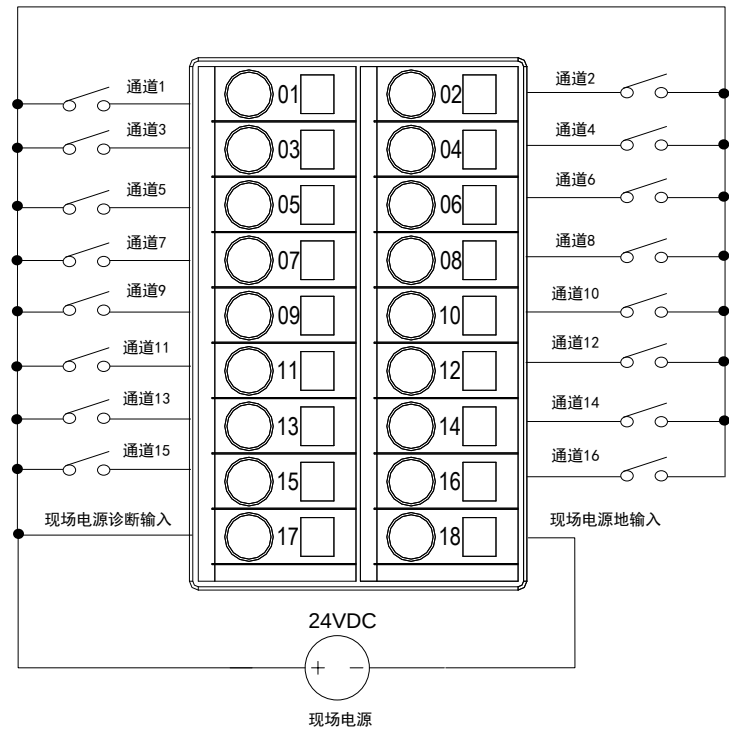


图 151 LK610 对应背板端子接线图

1.2.5 诊断说明

LK610 可进行现场电源掉电检测，该诊断属于设备诊断。

是否使能掉电检测，通过用户参数 **Field Power Loss Detection** 选择，默认使能（Enable）。修改后需要全下装才能生效。

如图 152 所示，17 端子连接现场电源的正端，18 端子连接现场电源的负端。LK610 通过检测两个端子间输入电压的变化来进行掉电诊断。如有故障，则将故障状态以诊断数据的形式上报控制器。

现场电源电压介于 10~31.2 VDC，掉电检测通道的光耦开关处于“ON”状态，判定为现场电源正常；现场电源电压小于 5 VDC，掉电检测通道的光耦开关处于“OFF”状态，判定为现场电源掉电；现场电源电压介于 5~10 VDC，掉电检测通道的光耦开关状态不确定。

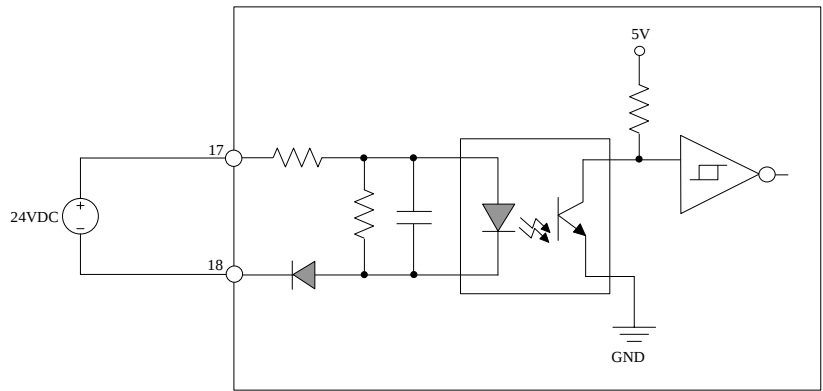


图 152 LK610 现场电源掉电检测电路简图

- 当现场 24 VDC 供电断开时（断线或者电源输出电压<5 VDC），LK610 的设备诊断数据区产生诊断数据“0x04”(诊断字节中的 Bit2=1)，该诊断数据在下一个扫描周期到来时上报控制器。
- 当现场 24 VDC 供电恢复正常后（输出电压 10~31.2 VDC），LK610 的设备诊断区产生新的诊断数据“0x00”（诊断字节中的 Bit2=0），该诊断数据在下一个扫描周期到来时上报控制器。
- LK610 只在故障发生和故障恢复时分别上报一次诊断数据。

设备诊断字节

0	0	0	0	0	Bit2	0	0
---	---	---	---	---	------	---	---

=1，现场电源掉电

=0，掉电恢复

图 153 LK610 的诊断字节

现场电源掉电检测属于设备诊断，诊断字节定义如图 153 所示。调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDP SlaveState）后，LK610 上报的诊断数据存入功能块输出参数 DiagData1~ DiagData2 中，如表 86 所示。

表 86 LK610 的诊断信息说明

设备诊断	取值	含义
DiagData 1: DiagData 2	0x02:0x04	掉电故障
	0x02:0x00	故障恢复或无诊断数据

1.2.6 现场电源反向保护

LK610 模块在电源输入负端串接一个二极管进行反向保护，防止外部电源极性接错对模块造成损坏。反向最大耐压 60 VDC。

1.2.7 参数说明

【用户参数】用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改参数值。参数值更改后，需要全下装才能生效。

在 Safety FA-AutoThink 组态软件中，双击 BUS_MASTER 节点下已添加的 LK610 模块，打开“设备属性”对话框，如图 154 所示，LK610 用户参数有 2 个字节。

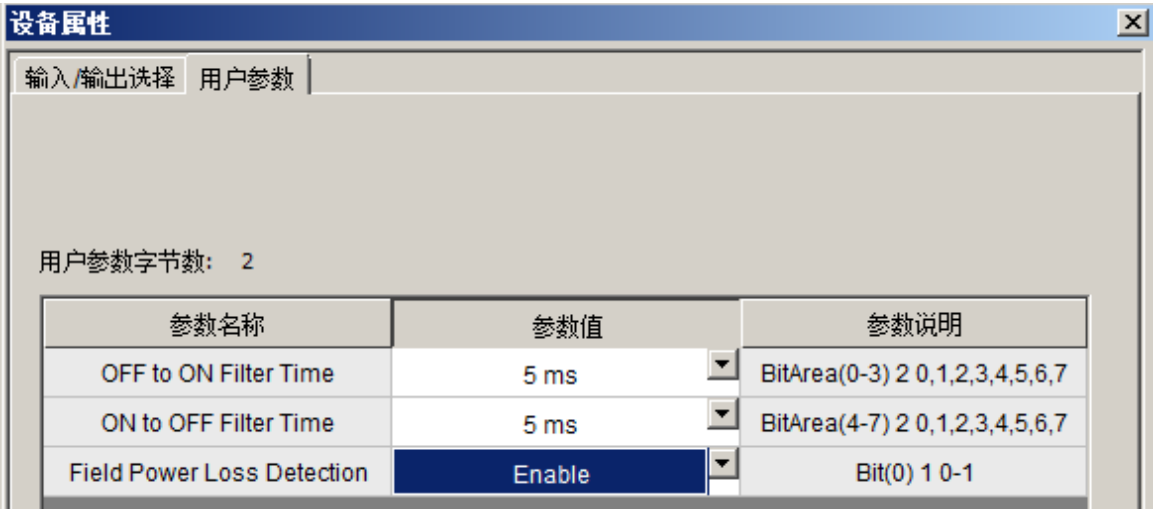


图 154 LK610 用户参数设置

表 87 LK610 用户参数的定义

参数名称	参数含义	参数取值
OFF to ON Filter Time	OFF → ON 滤波时间	0=1 ms 1=3 ms 2=5 ms（默认） 3=10 ms 4=15 ms 5=20 ms 6=25 ms 7=30 ms
ON to OFF Filter Time	ON → OFF 滤波时间	
Field Power Loss Detection	现场电源掉电检测使能	0=Disable，不使能 1=Enable，使能（默认）

1.2.8 技术指标

LK610 16 通道漏型数字量输入模块		
系统电源		
工作电压		24VDC(-15%~+20%)
系统电源功耗		50 mA max.@24 VDC，不含现场电源功耗
输入通道		
通道数		16
触点类型		干接点，漏型输入
现场电源额定电压		24 VDC
阈值电平	ON 状态	10 VDC（2 mA）~31.2 VDC（10 mA）
	OFF 状态	0~5 VDC（1.5 mA）
去抖动滤波时间		1 ms 、 3 ms、 5 ms、 10 ms、 15 ms、 20 ms、 25 ms、 30 ms 组态可选 1 ms 、 3 ms、 5 ms、 10 ms、 15 ms、 20 ms、 25 ms、 30 ms 组态可选
OFF→ON ON→OFF		
反向保护		最大耐压 60 VDC

LK610 16 通道漏型数字量输入模块	
现场到系统隔离电压	500 VAC@1 min, 漏电流 5 mA
故障诊断与热插拔	
现场掉电诊断	模块上报的诊断字节 (Bit0~Bit7) 中的 Bit2 用于表示现场电源检测信息。当 Bit2=1 表示现场电源掉电, Bit2=0 表示现场电源恢复。现场电源的故障诊断只在故障发生和故障恢复时分别上报一次
热插拔	支持
物理特性	
防混销	D0
安装位置	扩展背板
模块尺寸 (W*H*D)	35 mm×100 mm×100 mm
外壳防护等级	IEC60529 IP20
重量	180g

1.3 LK710 16 通道源型数字量输出模块

1.3.1 基本特征

- 16 通道 MOSFET 源型输出
- 输出电压范围: 10 VDC~31.2 VDC
- 输出回读诊断
- 现场电源掉电检测
- 过流保护
- 故障模式输出
- 系统与现场间隔离
- 编程模式输出
- 支持热插拔

1.3.2 原理说明

如图 155 所示, 负载的一端连接现场电源负极, 一端连接 LK710。MOSFET 电子开关闭合后, 从开关流出电流供电给负载, 16 路开关在模块内部共电源。

控制器通过高速总线将输出数据和预制时间写入 LK710 的数据存储区。该数据控制 MOSFET 电子开关输出闭合或断开指令。当控制信号为高电平时, 光耦二极管侧导通, 电子开关闭合驱动负载, 实现数字量输出。

二极管起续流的作用。当外部负载为感性时, 断电瞬间后作为感应电流释放的通路。

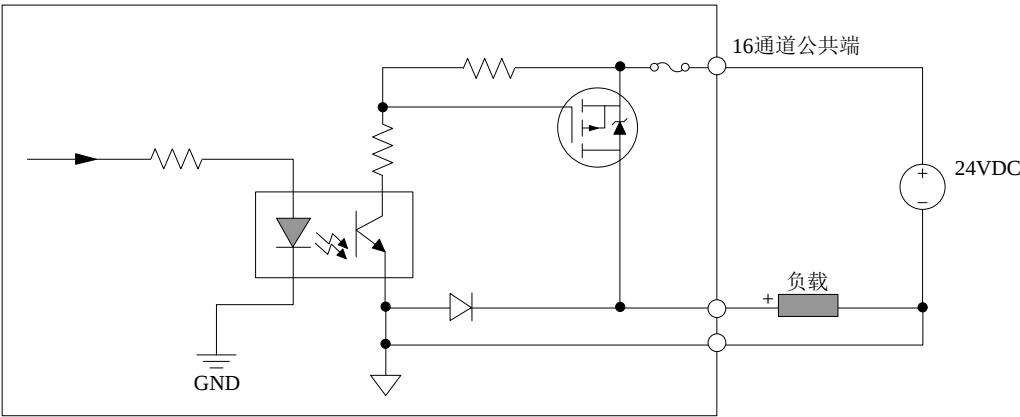


图 155 LK710 通道接口电路图

1.3.3 状态指示灯

表 88 LK710 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯（绿）	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电
01~16 通道指示灯（黄）	亮	该通道导通
	灭	该通道断开

RUN 绿灯的具体说明如下：

- 刚上电时，绿灯闪烁，等待初始化数据，闪烁频率 4 次/秒。
- 初始化完成后，绿灯常亮表明模块正常运行；若初始化数据有误，则无法建立通讯，绿灯保持闪烁状态。检查通讯参数设定是否正确。
- 通讯正常，绿灯常亮；通讯中断，绿灯闪烁，此时模块自动进入故障模式，输出故障模式的值；重新建立通讯后，绿灯重新常亮，模块自动退出故障模式。

1.3.4 接线说明

LK710 输出触点类型为干接点，需要连接现场电源，才能驱动电子开关的输出。现场电源是 10~30 VDC 的直流电源。

LK710 安装在扩展背板上。

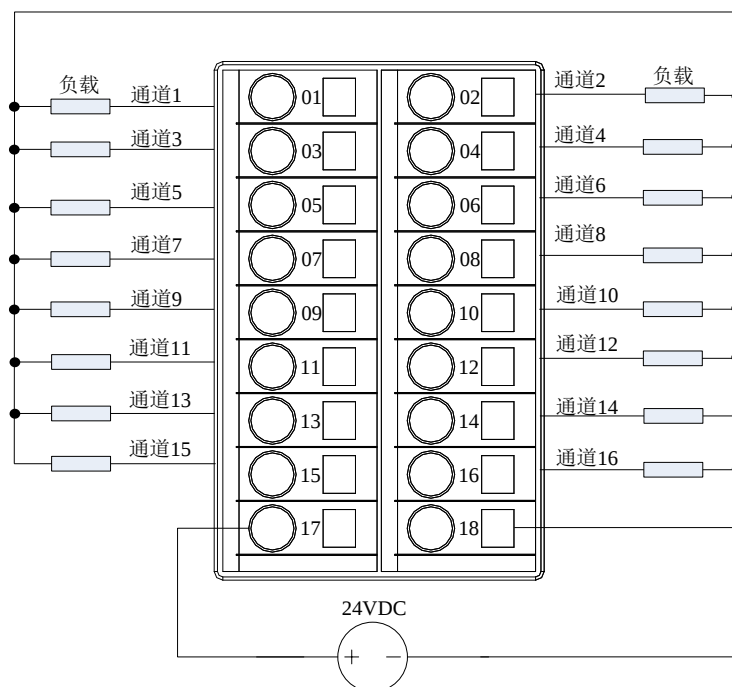


图 156 LK710 对应背板端子接线图

各通道与端子的对应关系如图 156 所示。接线时，需要注意以下几点：

- 模块没有反相电压保护。如果接线错误，可能会烧毁内部电路。
- 为了现场与系统隔离，现场电源应单独配置，不能共用背板上的系统电源。
- 16 通道共用一个现场 24 VDC 现场电源。
- 1~16 端子分别是第 1~16 路晶体管开关量输出端。
- 17 端子是 16 通道 DO 信号共用现场电源输入正端。
- 18 端子用于现场电源掉电诊断，与现场电源负端相连。
- 切勿在同一端子上同时压接多条线缆，可通过汇流排或转接端子排实现多点连接。

1.3.5 功能说明

1.3.5.1 输出使能

输出模块上电后，若没有收到控制器下发的输出指令，则处于初始状态，不输出。处于初始状态的模块，输出不使能。此时，即便进入故障模式，也会保持初始状态。

用户程序运行后，控制器通过 Profibus-DP 总线发送输出指令到模块。模块接收控制指令并输出。只要输出过一次控制器下发的指令，从站模块即输出使能。输出使能的模块，进入故障模式后，输出故障模式的值。

综上所述，输出模块上电后是否输出使能过，会影响故障模式下的输出状态。

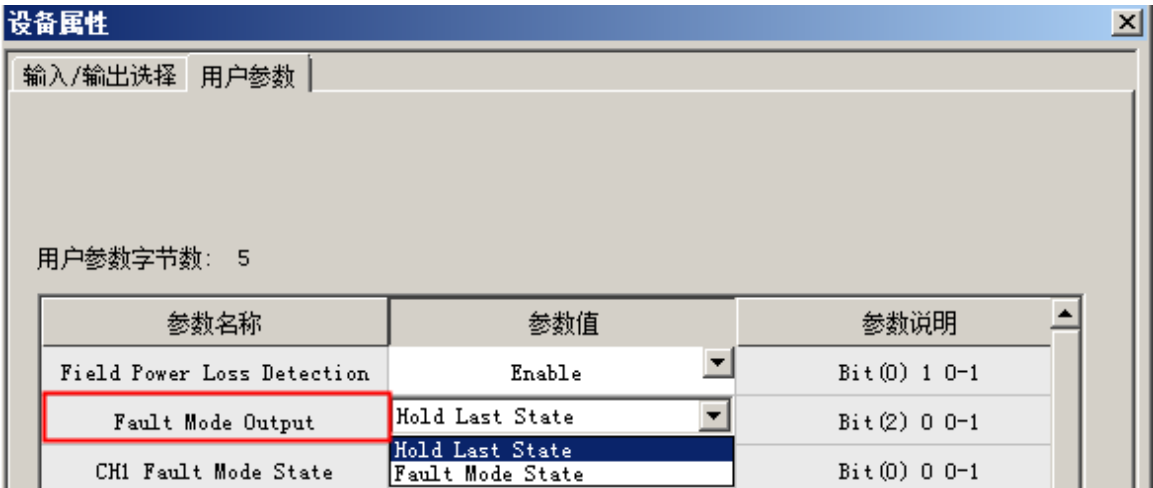
模块输出使能后，进入插拔模块或断电又重新上电操作，模块返回初始状态，输出不使能。在接收到控制器的输出指令后，重新输出使能。

1.3.5.2 通讯故障

发生通讯故障时，模块与控制器的通讯中断，“RUN”灯闪烁。通讯故障时，模块的状态可分为以下几种情况：

- 模块上电后，无法与控制器建立通讯：模块处于初始状态，输出不使能。
- 运行时发生通讯故障（离线）：输出保持（Hold Last State）或者输出事先在组态中约定好的某种状态（ON 或 OFF），称为故障模式设定值（Fault Mode State）。通讯故障时，输出保持或者输出故障模式设定值，组态可选。
- 若模块没有输出使能过，即使通讯故障也会不输出故障模式的状态。

故障模式下，输出保持或者输出故障模式设定值，由用户参数 **Fault Mode Output** 设置，默认输出保持。故障模式设定值由用户参数 **Fault Mode State** 设置，默认输出 OFF 状态（断开）。



(a)

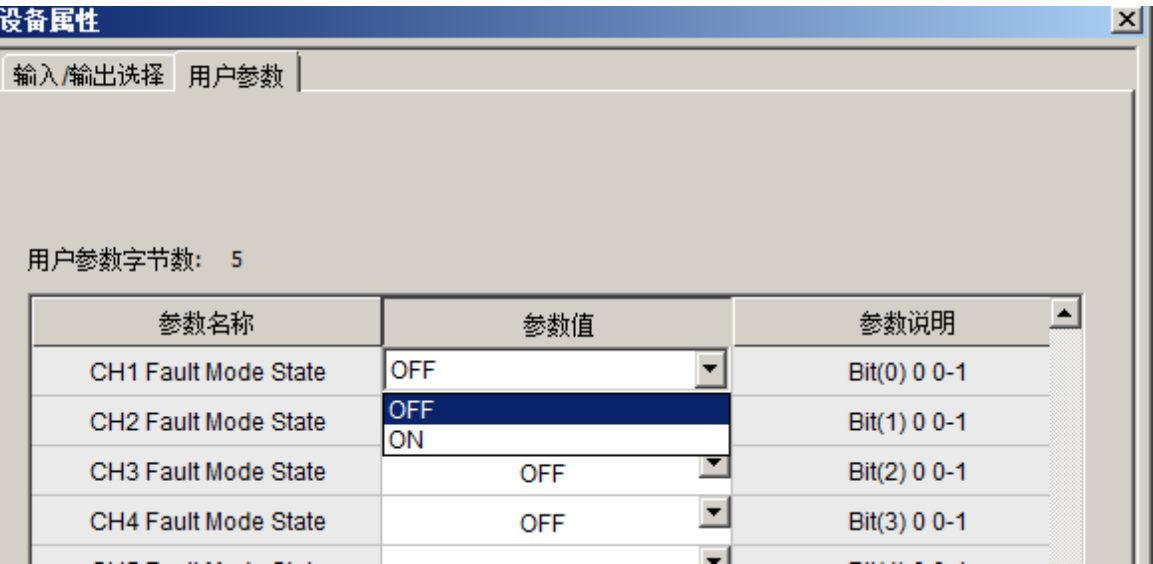


图 157 LK710 故障模式的输出设置

1.3.5.3 过流保护

LK710 模块具有过流保护功能，在输出短路等电流瞬间过大的情况下对模块进行保护。通过在回路中串联自恢复保险丝实现过流保护，每两点共用一个自恢复保险丝。

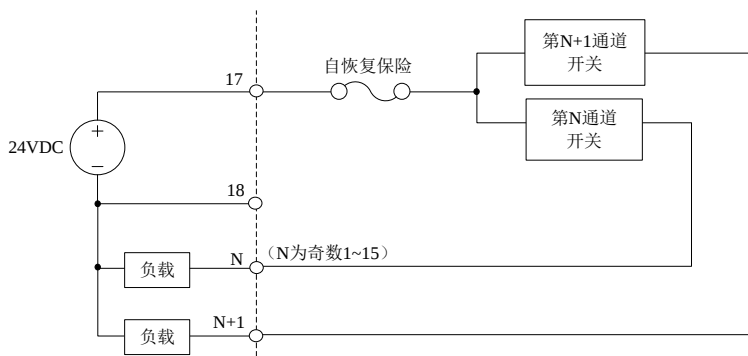


图 158 LK710 通道过流保护电路简图

1.3.6 诊断说明

LK710 可进行现场电源掉电检测。该诊断属于设备诊断。

是否使能掉电检测，通过用户参数 **Field Power Loss Detection** 选择，默认使能（Enable）。修改后需要全下装才能生效。

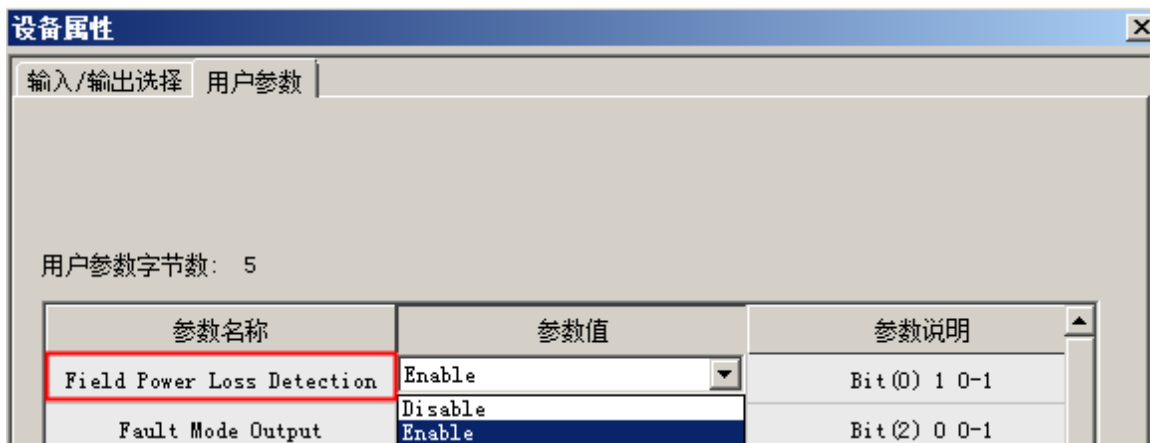


图 159 LK710 掉电检测使能设置

如图 160 所示，17 端子连接现场电源的正端，18 端子连接现场电源的负端。LK710 通过检测两个端子间输入电压的变化来进行掉电诊断。如有故障，则将故障状态以诊断数据的形式上报控制器。

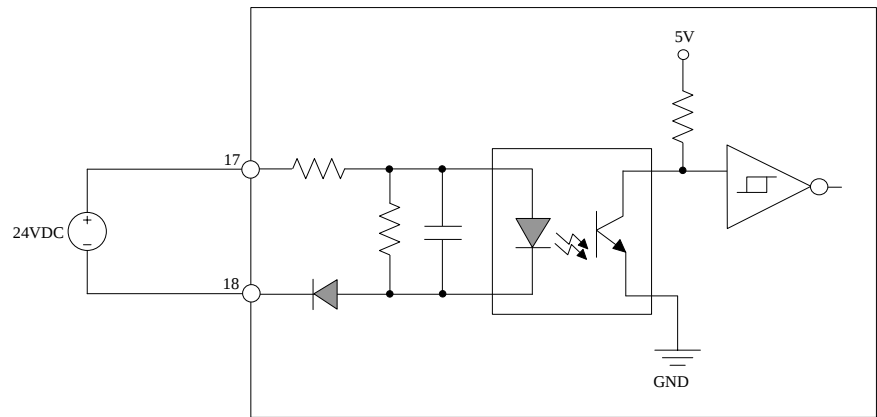


图 160 LK710 现场电源掉电检测电路简图

- 当现场 24 VDC 供电断开时（断线或者电源输出电压 <5 VDC），LK710 的设备诊断数据区产生诊断数据“0x04”(诊断字节中的 Bit2=1)，该诊断数据在下一个扫描周期到来时上报控制器。
- 当现场 24 VDC 供电恢复正常后（输出电压 10~31.2 VDC），LK710 的设备诊断区产生新的诊断数据“0x00”（诊断字节中的 Bit2=0），该诊断数据在下一个扫描周期到来时上报控制器。
- LK710 只在故障发生和故障恢复时分别上报一次诊断数据。

设备诊断字节

0	0	0	0	0	Bit2	0	0
---	---	---	---	---	------	---	---

=1，现场电源掉电
=0，掉电恢复

图 161 LK710 的诊断字节

现场电源掉电检测属于设备诊断，诊断字节定义如图 161 所示。调用获取 DP 从站诊断功能块（sysGetDPSlaveState）后，LK710 上报的诊断数据存入功能块输出参数 DiagData1~ DiagData2 中，如表 89 所示。

表 89 LK710 的诊断信息说明

设备诊断	取值	含义
DiagData1: DiagData2	0x02:0x04	掉电故障
	0x02:0x00	故障恢复或无诊断数据（若从未发生过现场电源掉电则诊断信息显示 0x00:0x00）

1.3.7 参数说明

用户参数用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改参数值。用户参数不支持在线更改，修改后需要全下装才能生效。

LK710 模块用户参数长度 5 个字节。

表 90 LK710 用户参数一览表

参数名称	参数含义	可取值
Field Power Loss Detection	掉电检测使能	0: Disable 不使能 1: Enable 使能（默认）
Fault Mode Output	故障模式输出设置	0: Hold Last State, 输出保持（默认） 1: Fault Mode State, 输出故障模式设定值
CH1~16 Fault Mode State	通道 1~16 故障模式设定值	0: OFF 断开（默认） 1: ON 闭合

1.3.8 数据区说明

输入数据是每个扫描周期都要更新的从站上传的数据，输出数据是每个扫描周期控制器都要下发到从站的输出数据，用户程序运行时，可在线更改。

LK710 的输出数据占用 2 个字节，2 字节输出数据控制 16 通道输出的闭合和断开。输入数据为 2 个字节，作为回读数据反馈通道的当前状态。Bit0~Bit15 分别对应通道 1~通道 16，如表 91 所示。

通道回读数据将通道的输出状态回送控制器，可供用户编程使用。

表 91 LK710 的输入输出数据一览表

区域定义	数据长度	含义	取值范围
输出数据（%Q）	1WORD	通道 1~通道 16 输出状态 Bit0~Bit15 对应通道 1~通道 16，1=闭合；0=断开	0x0000~0xFFFF
输入数据（%I）	1WORD	通道 1~通道 16 输出状态回读 Bit0~Bit15 对应通道 1~通道 16，1=闭合；0=断开	0x0000~0xFFFF

1.3.9 技术指标

LK710 16 通道源型数字量输出模块	
系统电源	
工作电压	24VDC(-15%~+20%)
背板电流	130 mAmax.@24 VDC
输出通道	
通道数	16 通道
输出开关	MOSFET
隔离电压	系统与现场间 500 VAC@1 min., 漏电流 5 mA
输出额定电压	24 VDC
输出电压范围	10 VDC~31.2 VDC
输出额定电流 每点 每模块	0.5 A@40℃&0.4 A@60℃（线性递减） 8 A@40℃&6.4 A@60℃（线性递减）
每点浪涌电流	1 A, 持续时间 10 ms, 周期 2s@60℃
过流保护	每两点共用一个自恢复保险丝保护

LK710 16 通道源型数字量输出模块	
最小负载电流	3 mA/每点
最大通态压降	250 mV@0.5 A
最大断态漏电流	1 mA/每点
输出延迟时间 OFF→ON ON→OFF	1 ms (最大值) 1 ms (最大值)
每点独立可组态故障模式输出值	输出保持 (默认值)、ON 或 OFF
每点独立可组态编程模式输出值	输出保持 (默认值)、ON 或 OFF
故障诊断与热插拔	
现场电源掉电检测	现场电源掉电: 设备诊断字上报 0x04 掉电恢复: 上报 0x00
热插拔	支持
物理特性	
防混销	E0
安装	扩展背板
模块尺寸 (W*H*D)	35 mm×100 mm×100 mm
外壳防护等级	IEC60529 IP20
重量	200 g

1.4 LK720 10~265VAC/5~125VDC 8 路常开继电器输出模块

1.4.1 基本特征

- 8 通道继电器输出, 无源常开接点
- 直流电压范围: 5~125VDC
- 交流电压范围: 10~256VAC@47~63Hz
- 支持 Profibus-DP 从站协议
- 故障安全输出
- 输出回读诊断
- 通道间隔离
- 系统与现场间隔离
- 支持热插拔

1.4.2 原理说明

控制器通过 Profibus-DP 总线将输出数据写入 LK720 中。该数据控制驱动电路闭合或断开继电器的触点, 以驱动输出回路中的负载。

如下图所示，继电器处于常开状态。

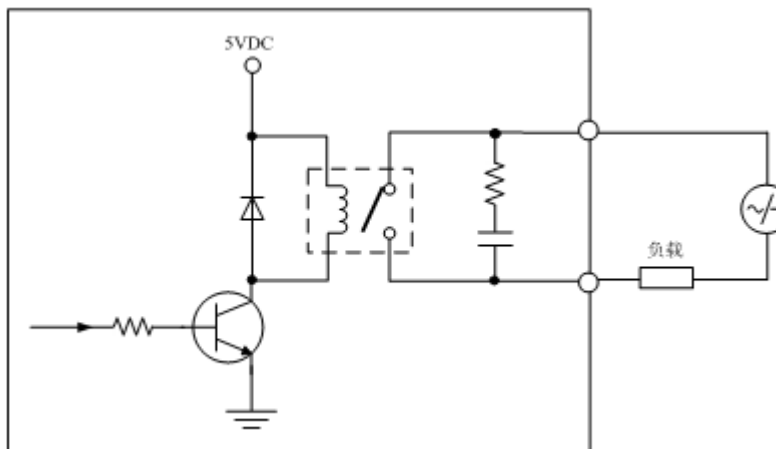


图 162 LK720 通道接口电路图

1.4.3 状态指示灯

表 92 LK720 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯（绿）	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电
01~08 通道指示灯（黄）	亮	该通道导通
	灭	该通道断开

RUN 绿灯的具体说明如下：

- 刚上电时，绿灯闪烁，等待初始化数据，闪烁频率 4 次/秒。
- 初始化完成后，绿灯常亮表明模块正常运行；若初始化数据有误，则无法建立通讯，绿灯保持闪烁状态。检查通讯参数设定是否正确。
- 通讯正常，绿灯常亮；通讯中断，绿灯闪烁，此时模块自动进入故障模式，输出故障模式的值；重新建立通讯后，绿灯重新常亮，模块自动退出故障模式。

1.4.4 接线说明

LK720 输出触点类型为干结点，需要连接现场电源，才能驱动继电器输出。现场电源既可以是 5~125VDC 的直流电源，也可以是 10~265VAC 的交流电源，根据负载类型选择。

LK720 安装在扩展背板上，通过安装槽位下对应的端子接线，各通道与端子对应关系如下图所示。8 路输出可以多路共用一个现场电源，通道间不隔离。也可以每路单独一个现场电源，通道间隔离。

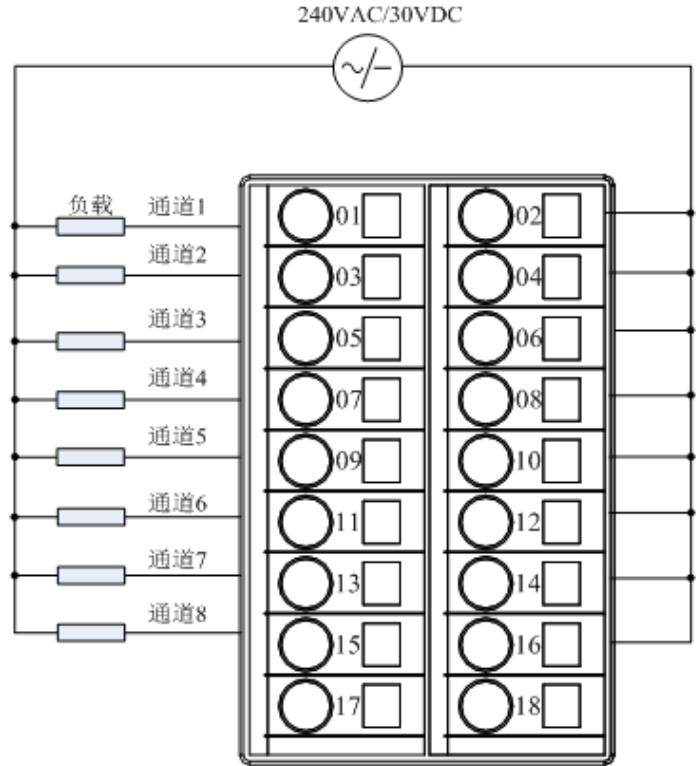


图 163 LK720 单电源供电的背板端子接线图

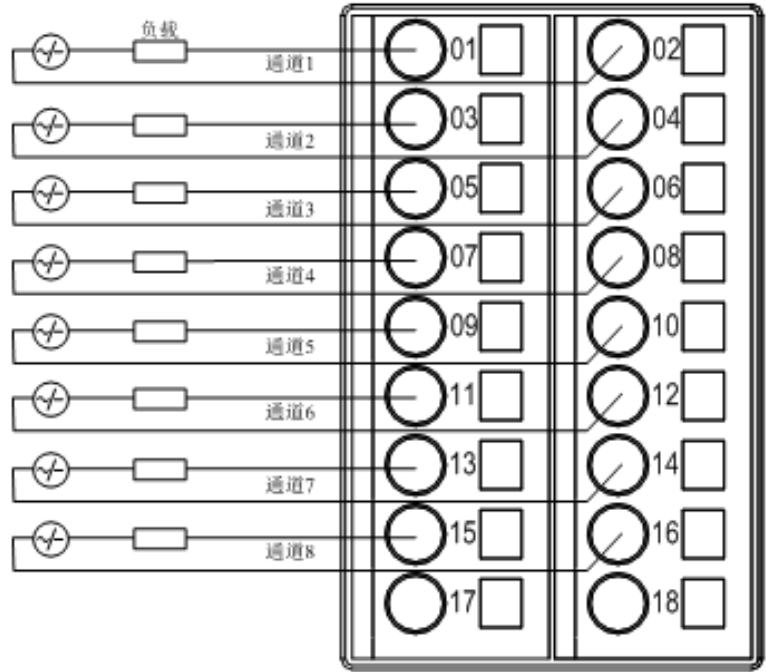


图 164 LK720 由多个电源供电的背板端子接线图

接线时，需要注意以下几点：

- 现场电源供电，交直流通用。

- 每路信号分别用两根线缆连接到接线端子，不分正负。
- 单电源供电，输出通道间不隔离；多个电源供电，不同电源的输出通道间隔离。
- 切勿在同一端子上同时压接多条线缆，可通过汇流排或转接端子排实现多点连接。
- “17”、“18”端子不用。

1.4.5 功能说明

1.4.5.1 输出使能

请参见 LK710 的 [1.3.5.1 输出使能](#)。

1.4.5.2 通讯故障

请参见 LK710 的 [1.3.5.2 通讯故障](#)。

1.4.6 参数说明

用户参数用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改。用户参数不支持在线更改，修改后需要全下装才能生效。

LK720 模块用户参数有 3 个字节（Byte0~Byte2）：

表 93 LK720 用户参数一览表

参数名称	参数含义	可取值
Fault Mode Output	故障模式输出设置	0: Hold Last State, 输出保持（默认） 1: Fault Mode State, 输出故障模式设定值
CH1~8 Fault Mode State	通道 1~8 故障模式设定值	0: OFF 断开（默认） 1: ON 闭合

1.4.7 数据区说明

LK720 包含 8 通道 BOOL 型输出数据和 8 通道 BOOL 型输入数据。通道 1~通道 8 为输出数据，控制 8 通道继电器的闭合和断开。通道 9~通道 16 为输入数据，作为回读数据反馈通道的当前状态。

回读数据将通道的输出状态回送控制器，可供用户编程使用。

1.4.8 技术指标

LK720 10~265VAC/5~125VDC 8 路常开继电器输出模块	
系统电源	
电源电压	24VDC（-15%~+20%）
功耗	140mA max.@24VDC
输出通道	
通道数	8 通道
信号类型	无源常开触点

LK720 10~265VAC/5~125VDC 8 路常开继电器输出模块		
负载电压允许范围	10~265VAC@47~63Hz/5~125VDC	
负载电压范围（负载控制）	阻性负载	
	5~30VDC@2A	
	48VDC@0.5A	
	100VDC@0.2A	
	125VAC@2A	
	240VAC@2A	
额定输出电流（稳定状态）	阻性负载	感性负载
	2A@5~30VDC	2A@5~30VDC
	0.5A@48VDC	0.5A@48VDC
	0.2A@100VDC	0.2A@100VDC
	2A@125VAC	2A@125VAC
	2A@240VAC	2A@240VAC
额定功率（稳定状态）	阻性负载	感性负载
	125VAC, 250W max.	125VAC, 250W max.
	240VAC, 480W max.	240VAC, 480W max.
	30VDC, 60W max.	30VDC, 60W max.
	48VDC, 24W max.	48VDC, 24W max.
	100VDC, 20W max.	100VDC, 20W max.
最小负载电流	10mA/每点	
最大断态漏电流	1.5mA	
初始接触电阻	30mΩ	
额定负载时最大接通频率	6 次/每分钟	
最小负载时最大接通频率	1200 次/每分钟	
抖动时间	1ms	
吸合时间	5ms	
释放时间	1ms	
继电器触头机械寿命 阻性负载 感性负载	20 万次 3 万次	
最大输出延迟时间 OFF→ON ON→OFF	10ms 10ms	
每点可组态故障模式输出值	输出保持(默认值)、ON 或 OFF	
隔离电压 系统到现场 通道间	1000VAC@1min., 漏电流 5mA 1000VAC@1min., 漏电流 5mA	

LK720 10~265VAC/5~125VDC 8 路常开继电器输出模块	
故障诊断与热插拔	
现场电源掉电检测	现场电源掉电：设备诊断字上报 0x04；掉电恢复：上报 0x00
热插拔	支持
通讯总线	
协议	Profibus-DP 从站，符合 IEC61158-3/EN50170 标准
速率	可选波特率：1.5Mbps、500Kbps、187.5Kbps、93.75Kbps、45.45Kbps、31.25Kbps、19.2Kbps、9.6Kbps
介质	通过欧式连接器引出通讯总线到背板，通讯介质热备冗余
物理特性	
防混销	D3
安装	本地背板或扩展背板
外形尺寸	宽×高×深=35mm×100mm×100mm
外壳防护等级	IEC60529 IP20
重量	210g

1.5 LK410 8 通道电压型模拟量输入模块

1.5.1 基本特征

- 8 通道电压输入
- 适用量程：10V/0~10V/0~5V
- 最大可测：10.25V/0~10.25V/0~5.125V
- 超限报警
- 超量程报警
- 断线检测
- 支持 Profibus-DP 从站协议
- 系统与现场间隔离
- 现场校准功能
- 支持热插拔



图 165 LK410 模块外观图

1.5.2 原理说明

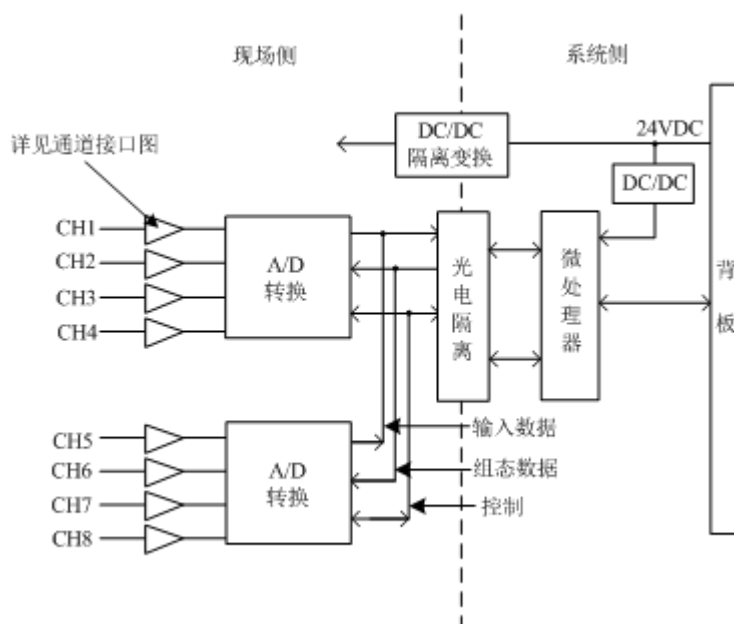


图 166 LK410 内部结构框图

LK410 模块的系统 24VDC 电源经过隔离 DC/DC 输出 $\pm 15\text{VDC}$ 给现场接口电路供电，接口电路与其余电路部分采用光耦隔离连接，实现现场电路对系统的隔离。

通道接口部分如图所示，电压信号经电压变换、滤波、A/D 转换成数字信号，经过光电隔离后，由模块的微处理器读取，然后通过 DP 总线上传控制器。

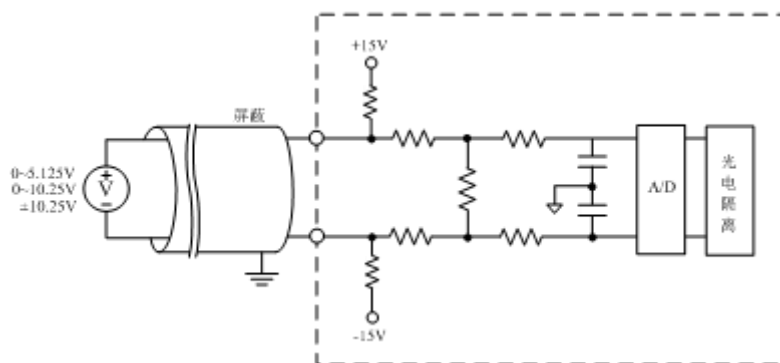


图 167 LK410 通道接口电路图

1.5.3 状态指示灯

模块的前面板上有两个状态指示灯：绿色的 RUN 灯和黄色的 CAL 灯。RUN 灯是运行指示灯，指示模块与控制器的通讯状态。CAL 是校准指示灯，指示模块的校准进程。

LK410 模拟量模块支持现场校准，指示灯在运行模式和校准模式下的含义不同。

表 94 LK410 指示灯的定义

指示灯	颜色	状态	说明
RUN 运行指示灯	绿	亮	通讯已建立，模块正常工作
		闪	通讯未建立或通讯错误
		灭	模块未上电或模块故障
CAL 校准指示灯	黄	亮	校准检验模式中，并且正在校准或检验
		闪	校准检验模式中，但没有实施校准或检验
		灭	未上电或通讯未建立或模块没有进入校准检验模式

■ 运行模式

- ☐ 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后，模块正常运行，绿灯常亮；若初始化数据有误，则无法建立通讯，绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数（通讯速率，通讯站号）设定是否正确。
- ☐ 模块正常工作时绿灯常亮，通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- ☐ 模块处于运行状态，黄灯常灭。

表 95 运行模式下 LK410 指示灯的定义

	RUN 灯	CAL 灯	含义
运行模式	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	灭	通讯已建立，模块正常工作

■ 校准模式

- 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- 当初始化完成后，绿灯常亮；若初始化数据有误无法建立通讯，则绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数（通讯速率，通讯站号）设定是否正确。
- 初始化完成后，没有实施校准检验，模块等待校准检验命令，黄灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒；当校准检验程序开始运行，模块正在校准检验时，黄灯常亮；校准检验结束后，黄灯重新闪烁。
- 校准检验过程中绿灯保持常亮。若通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- 通讯未建立或通讯中断时，黄灯灭。

表 96 校准模式下 LK410 指示灯的定义

校准模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	亮	正在进行校准检验
	亮	闪	没有进行校准检验或校准检验已完成

1.5.4 接线说明

LK410 模块安装在扩展背板上。

表 97 LK410 背板接线端子的定义

通道号	端子序号	
	电压输入正端	电压输入负端
1	01	02
2	03	04
3	05	06
4	07	08
5	09	10
6	11	12
7	13	14
8	15	16

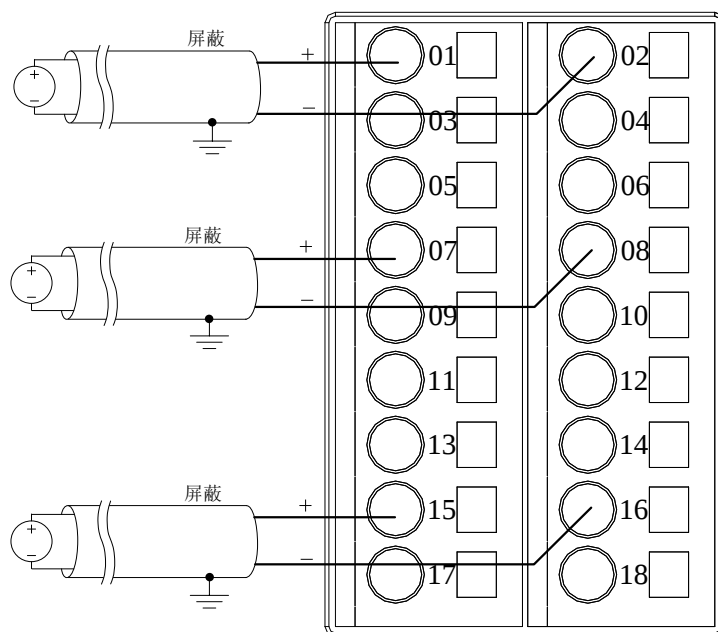


图 168 LK410 背板端子接线示意图

接线时，特别注意以下几点：

- 双排 18 位接线端子固定在背板上，位于 LK410 模块安装位的正下方。
- 奇数端子接电压信号正端；偶数端子接电压信号负端。
- 现场每路 AI 信号分别用两根导线（屏蔽线缆）连接到端子上。
- “17”、“18”端子不用，禁止接线。

1.5.5 功能说明

1.5.5.1 测量数据的输出格式

如表 98 所示，LK410 上报的 AI 通道的测量数据用 2 个字节的正整数码值（十进制 0~65535）表示。其中，量程(-10.25~+10.25V)分成两段，正电压(0~10.25V)对应十进制码值(0~32767)，负电压(-10.25V~0)对应十进制码值(32768~65535)。

表 98 LK410 输入电压与机器码值对应关系

最大可测量范围		对应十进制码值
-10.25~+10.25V	0~10.25V	0~32767
	-10.25V~0V	32768~65535
0~10.25V		0~65535
0~5.125V		0~65535

量程(-10.25~+10.25V)的测量数据与物理量之间的转换公式如下：

正电压 0~+10.25V：电压值（V）=测量数据/32767×10.25

负电压-10.25~0V：电压值（V）=(测量数据-65535)/32767×10.25

在编程软件 AutoThink 中调用模拟量处理指令中的功能块 HEX_ENGIN, 可将 2 字节测量数据转换成工程量数据¹。功能块的具体用法请参见《和利时可编程控制系统指令手册》。

在用户参数中设置报警上限、报警下限时, 需要将电压信号换算成十进制形式的机器码值填入。不同的量程, 机器码值的换算方法不同。

- 对于 0~10.25V、0~5.125V 量程, 信号对应码值的换算公式:

对应码值=电压信号×65535/满量程值²

例如, 通道 1, 若量程选择“0~10.25V”档, 超限报警使能, 用户定义上限电压 10V, 下限电压 5V, 则报警上限=10×65535/10.25=63936, 报警下限=5×65535/10.25=31968, 相关用户参数的设置如图 169 所示。

CH1 Input Range	0~10.25V	Unsigned8 16 16,
CH1 Upper Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(0) 0 0,
CH1 Lower Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(0) 0 0,
CH1 Upper Limit Value	63936	Unsigned16 32767
CH1 Lower Limit Value	31968	Unsigned16 0 0~1

图 169 选定量程下编程模式参数设置示例

- 对于-10.25~+10.25V 量程, 信号对应码值的换算公式:

正电压区间(0~10.25V): 对应码值=正电压信号×32767/10.25

负电压区间(-10.25~0V): 对应码值=65535+ (负电压信号×32767/10.25)

例如, 通道 3, 若量程选择“-10.25~+10.25V”档, 超限报警使能, 用户定义上限电压 10V, 下限电压-10V, 则报警上限=10×32767/10.25=31968, 报警下限=65535+ (-10×32767/10.25)V=33567, 相关用户参数的设置参见图 170。

CH3 Input Range	-10.25~10.25V	Unsigned8 16 16,
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(2) 0 0,
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(2) 0 0,
CH3 Upper Limit Value	31968	Unsigned16 32767
CH3 Lower Limit Value	33567	Unsigned16 0 0~1

图 170 选定量程下超限报警参数设置示例

¹现场压力、温度、电量等被测信号。用户指定工程量量程上限、量程下限后, 功能块自动将测量数据映射为量程范围的工程量值输出。

²满量程值等于最大可测量值减最小可测量值。

1.5.6 诊断说明

LK410 的信号输入通道可进行超量程、超限、断线检测，这些诊断都属于通道诊断。电源输入通道可进行现场电源掉电检测，属于设备诊断。调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDPSlaveState）后，上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData28 中。

LK410 的诊断信息最多 28 个字节，其中，2 字节设备相关诊断，2 字节标识号诊断和 24 字节通道诊断。LK410 有 8 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDPSlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData28 诊断信息说明：

表 99 输出参数 DiagData1~ DiagData28 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData2	BYTE	设备诊断信息 设备诊断数据为 0x02, 0x00 表示当前设备无任何故障 设备诊断数据为 0x02, 0x01 表示当前设备有通道故障 设备诊断数据为 0x02, 0x03 表示当前设备既有通道故障也有校准故障
DiagData3~ DiagData4	BYTE	识别号诊断信息 当有诊断信息上报时，2 字节识别号诊断信息为 0x42, 0x01
DiagData5~ DiagData7	BYTE	通道 1 诊断信息 通道诊断信息如表 100 所示
DiagData8~ DiagData10	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData26~ DiagData28	BYTE	通道 8 诊断信息

表 100 LK410 的诊断信息说明

诊断信息					含义	
位		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4~ Bit0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值 128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号 1~8 十进制在线值 64~71
第三字节	通道数据类型/故障类型	101（字）			2	欠量程，十进制在线值 162
					3	过量程，十进制在线值 163
					6	断线，十进制在线值 166
					7	超上限，十进制在线值 167
					8	超下限，十进制在线值 168
					0	通道故障恢复，十进制在线值 160

示例：

通道诊断数据为 0x80, 0x42, 0xA6 表示通道 3 有断线故障。对应在线值为 128, 66, 166。

1.5.6.1 超量程报警

LK410 模块具有超量程报警功能。输入信号超出所选定的量程范围，通道诊断区上报“超量程”；当信号恢复至量程范围内时，上报“故障恢复”。

LK410 模块只在超量程发生和恢复时分别上报一次诊断数据。

需要特别注意的是，对于 LK410 模块，有效量程并不是最大可测量范围。输入信号超出量程范围时并不一定超出了最大可测量范围。

超量程时，若没有超出最大可测量范围，通道测量数据上报当前信号对应码值；若高出最大可测量电压，通道测量数据上报量程内最大可测电压对应码值；若低于最小可测量电压，通道测量数据上报量程内最小可测电压对应码值。

表 101 LK410 超量程的定义

量程	超量程	
	过量程	欠量程
-10V~10V	>10V	<-10V
0~10V	>10V	<0V
0~5V	>5V	<0V

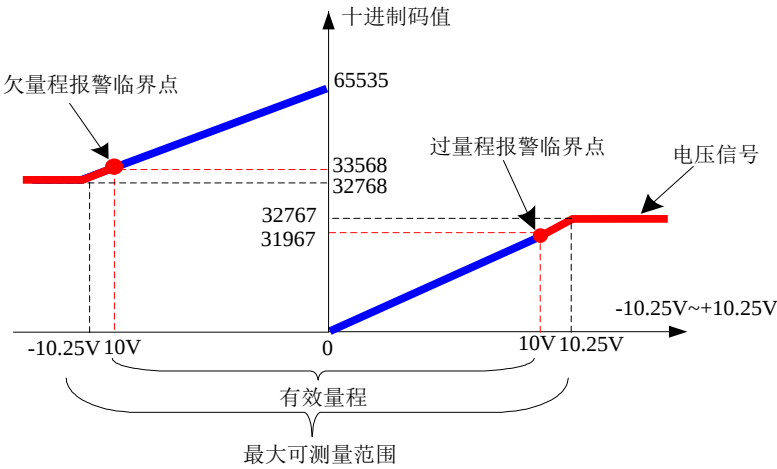


图 171 LK410 超量程报警示意图

随所选量程不同，发生超量程时模块的诊断处理方式也有所不同，如表 102 所示。信号恢复至正常范围内，通道诊断字节上报 0xA0。

表 102 不同量程下 LK410 超量程报警的处理方式

最大可测量范围	有效量程	超量程类型	超量程处理
-10.25V~10.25V	-10V~10V	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 10~10.25V，通道测量数据上报对应码值 31967~32767 >10.25V，通道测量数据上报 32767
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 -10.25V~-10V，通道测量数据上报对应码值 32768~33568 <-10.25V，通道测量数据上报 32768

最大可测量范围	有效量程	超量程类型	超量程处理
0~10.25V	0~10V	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 10~10.25V, 通道测量数据上报对应码值 63937~65535 >10.25V, 通道测量数据上报 65535
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 通道测量数据上报 0
0~5.125V	0~5V	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 5~5.125V, 通道测量数据上报对应码值 63937~65535 >5.125V, 通道测量数据上报 65535
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 通道测量数据上报 0

1.5.6.2 超限报警

LK410 模块具有超限报警功能。在所选定的**量程范围**之内, 用户可自行设定输入信号的报警上限和报警下限。当输入信号超出限定的范围, 即高于报警上限或低于报警下限时, 通道诊断字节上报“超限”; 当信号恢复至限定范围内时, 上报“故障恢复”。

LK410 模块只在超限发生和超限恢复时分别上报一次诊断数据。如表 103 所示, 报警上限电压必须大于下限电压, 否则 LK410 模块不能正确上报诊断信息。

如果超限报警和超量程报警同时发生, 则只上报超量程。

表 103 LK410 超限报警值的取值范围

量程	报警信号
-10V~10V	10V> 上限电压 > 下限电压 > -10V
0~10V	10V> 上限电压 > 下限电压 > 0V
0~5V	5V> 上限电压 > 下限电压 > 0V

组态中的报警值是在选定**量程范围**内测量信号对应的机器码值, 用两个字节的正整数码值(十进制 0~65535)表示。报警上限取值范围: 1~65535, 默认 32767, 报警下限取值范围: 0~65534, 默认 0, 计算公式如表 104 所示:

表 104 LK410 报警值码值的计算

量程		报警上限(十进制)	报警下限(十进制)
±10.25V	-10.25~0V	$65535 + (\text{上限电压} \times 32767 / 10.25)$	$65535 + (\text{下限电压} \times 32767 / 10.25)$
	0~10.25V	$\text{上限电压} \times 32767 / 10.25$	$\text{下限电压} \times 32767 / 10.25$
0~10.25V		$\text{上限电压} \times 65535 / 10.25$	$\text{下限电压} \times 65535 / 10.25$
0~5.125V		$\text{上限电压} \times 65535 / 5.125$	$\text{下限电压} \times 65535 / 5.125$

是否使能超下限报警功能由参数 CH1~CH8 Lower Limit Exceeded Alarm 设置, 是否使能超上限报警功能由参数 CH1~CH8 Upper Limit Exceeded Alarm 设置, 默认均不使能。报警使能后, 通过参数 CH1~CH8 Lower Limit Value 和 CH1~CH8 Upper Limit Value 设定报警下限和报警上限。

8 个输入通道的超限报警使能、报警上限、报警下限分别设置, 互不干扰。若超限报警使能且和超量程同时发生, LK410 上报超量程。

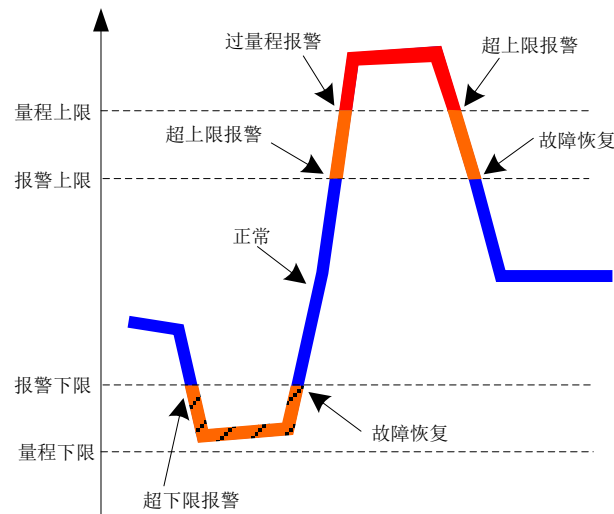


图 172 LK410 超限报警示意图

当某个输入通道信号超限时：

- 超上限，通道诊断字节上报 0xA7
- 超下限，通道诊断字节上报 0xA8
- 通道测量数据上报当前信号对应码值
- 信号恢复至正常范围，通道诊断字节上报 0xA0

1.5.6.3 断线检测

LK410 模块具有断线检测功能。

如图 173 所示，信号通道接有 10MΩ 上拉电阻，LK410 通过检测两个接线端子间输入电压的变化来进行断线诊断。如有故障，则将故障状态以诊断数据的形式上报控制器。

当输入通道信号连接出现断线时，通道正端电压上拉到+15V，通道负端下拉到-15V，AD 转换器输入端的压差达到最大值，通道诊断字节上报“断线”；断线恢复后，上报“故障恢复”。

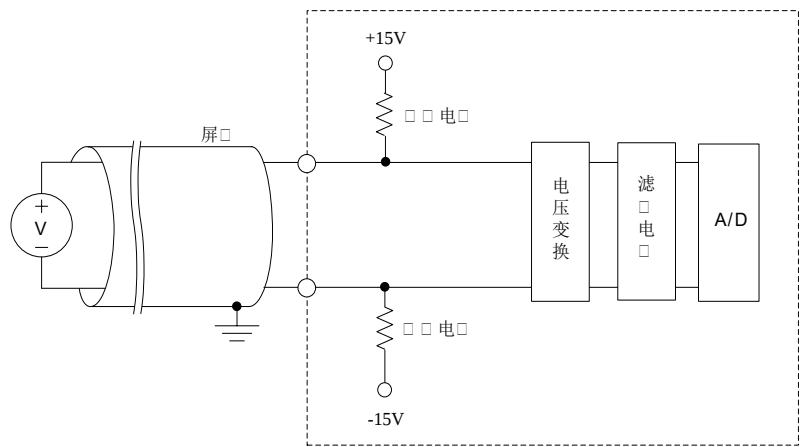


图 173 LK410 断线检测原理图

LK410 模块只在发生断线和断线恢复时分别上报一次诊断数据。是否进行断线报警，组态可选，默认不使能。若输入通道不接线，则视为断线。建议不用的通道，禁止断线报警功能，即保持参数 **Line Break Alarm** 的默认值不要修改。

当某个通道发生断线时：

- 通道诊断字节上报断线故障值 0xA6
- 通道测量数据上报 65535 或 32768（-10.25~10.25V 量程）
- 断线恢复后，通道诊断字节上报 0xA0

1.5.7 参数说明

用户参数用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改。用户参数不支持在线更改，修改后需要全下装才能生效。

LK410 模块的用户参数有共有 46 个字节。

表 105 LK410 用户参数一览表

参数名称	参数含义	参数取值
Filter Mode	数字滤波模式选择参数	0=No Filter，不进行滤波 1=10Hz Filter，对 10Hz 干扰滤波 2=50Hz Filter，对 50Hz 干扰滤波（默认） 3=60Hz Filter，对 60Hz 干扰滤波 4=400Hz Filter，对 400Hz 干扰滤波
Sample Rate	采样速度选择	0: Fast，最快采样速度 1: Normal，漂移抑制功能使能，但内部采样时间加倍（默认）
CH1 Input Range	通道 1 量程选择	16=-10.25~10.25V 量程（默认） 17=0~10.25V 量程 18=0~5.125V 量程
CH2 Input Range	通道 2 量程选择	
CH3 Input Range	通道 3 量程选择	
CH4 Input Range	通道 4 量程选择	
CH5 Input Range	通道 5 量程选择	
CH6 Input Range	通道 6 量程选择	
CH7 Input Range	通道 7 量程选择	
CH8 Input Range	通道 8 量程选择	
CH1 Digital Filter	通道 1 软件滤波选择	0=None，不采用软件滤波（默认） 1=4 Points，选用最新 4 个历史数据 2=8 Points，选用最新 8 个历史数据 3=16 Points，选用最新 16 个历史数据
CH2 Digital Filter	通道 2 软件滤波选择	
CH3 Digital Filter	通道 3 软件滤波选择	
CH4 Digital Filter	通道 4 软件滤波选择	
CH5 Digital Filter	通道 5 软件滤波选择	
CH6 Digital Filter	通道 6 软件滤波选择	
CH7 Digital Filter	通道 7 软件滤波选择	

参数名称	参数含义	参数取值
CH8 Digital Filter	通道 8 软件滤波选择	
CH1 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 1 超上限报警使能	0: Disable, 不使能 (默认) 1: Enable, 使能
CH1 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 1 超下限报警使能	
CH2 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 2 超上限报警使能	
CH2 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 2 超下限报警使能	
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 3 超上限报警使能	
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 3 超下限报警使能	
CH4 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 4 超上限报警使能	
CH4 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 4 超下限报警使能	
CH5 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 5 超上限报警使能	
CH5 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 5 超下限报警使能	
CH6 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 6 超上限报警使能	
CH6 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 6 超下限报警使能	
CH7 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 7 超上限报警使能	
CH7 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 7 超下限报警使能	
CH8 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 8 超上限报警使能	
CH8 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 9 超下限报警使能	
CH1 Upper Limit Value	通道 1 报警上限设置	报警下限范围: 0~65534 报警上限范围: 1~65535 报警下限: 0 报警上限: 32767 计算方法见 1.5.5.1 测量数据的输出格式
CH1 Lower Limit Value	通道 1 报警下限设置	
CH2 Upper Limit Value	通道 2 报警上限设置	
CH2 Lower Limit Value	通道 2 报警下限设置	
CH3 Upper Limit Value	通道 3 报警上限设置	
CH3 Lower Limit Value	通道 3 报警下限设置	
CH4 Upper Limit Value	通道 4 报警上限设置	
CH4 Lower Limit Value	通道 4 报警下限设置	
CH5 Upper Limit Value	通道 5 报警上限设置	
CH5 Lower Limit Value	通道 5 报警下限设置	
CH6 Upper Limit Value	通道 6 报警上限设置	
CH6 Lower Limit Value	通道 6 报警下限设置	
CH7 Upper Limit Value	通道 7 报警上限设置	
CH7 Lower Limit Value	通道 7 报警下限设置	
CH8 Upper Limit Value	通道 8 报警上限设置	
CH8 Lower Limit Value	通道 8 报警下限设置	
CH1 Line Break Alarm	通道 1 断线报警使能	0: Disable, 不使能 (默认)

参数名称	参数含义	参数取值
CH2 Line Break Alarm	通道 2 断线报警使能	1: Enable, 使能
CH3 Line Break Alarm	通道 3 断线报警使能	
CH4 Line Break Alarm	通道 4 断线报警使能	
CH5 Line Break Alarm	通道 5 断线报警使能	
CH6 Line Break Alarm	通道 6 断线报警使能	
CH7 Line Break Alarm	通道 7 断线报警使能	
CH8 Line Break Alarm	通道 8 断线报警使能	

1.5.8 技术指标

LK410 8 通道电压型模拟量输入模块				
系统电源				
电源电压	24VDC（-15%~+20%）			
功耗	100mA@24VDC			
输入通道				
通道数	8			
量程代号	16		17	18
最大可测量范围	-10.25~0V	0~10.25V	0~10.25V	0~5.125V
上报数据格式	32768~65535	0~32767	0~65535	0~65535
ADC 分辨率	16 位			
采样周期（全通道扫描时间）	<480ms（无软件滤波）			
输入阻抗	>1MΩ			
阶跃响应	达到目标值 90%的时间优于 1s			
差模抑制比	80dB			
共模抑制比	100dB			
测量精度	0.1% F.S.@25℃			
校准精度	0.03% F.S.@25℃			
温漂	±25ppm/℃			
现场与系统间隔离电压	500VAC@1min.，漏电流 5mA			
故障诊断与热插拔				
超量程报警	信号范围超出量程上限/量程下限，诊断字节上报 0xA3/0xA2			
超限报警	信号范围超出报警上限/报警下限，诊断字节上报 0xA7/0xA8			
断线检测	发生断线故障，诊断字节上报 0xA6，通道测量数据上报 65535 或 32767			
热插拔	支持			
通讯总线				
协议	PROFIBUS-DP 从站，符合 IEC61158-3/EN50170 标准			

LK410 8 通道电压型模拟量输入模块	
速率	可选波特率：1.5Mbps、500kbps、187.5kbps、93.75kbps、45.45kbps、31.25kbps、19.2kbps、9.6kbps
介质	通过欧式连接器引出通讯总线到背板，通讯介质热备冗余
物理特性	
防混销	A0
安装位置	扩展背板
模块尺寸（W*H*D）	35mm×100mm×100mm
外壳防护等级	IEC60529 IP20
重量	190g

1.6 LK411 8 通道电流型模拟量输入模块

1.6.1 基本特征

- 8 通道电流输入
- 适用量程：0~20 mA/4~20 mA
- 最大可测：0~20.58 mA/4~20.58 mA
- 现场校准功能
- 超限报警
- 超量程报警
- 断线检测
- 系统与现场通道隔离
- 支持热插拔

1.6.2 原理说明

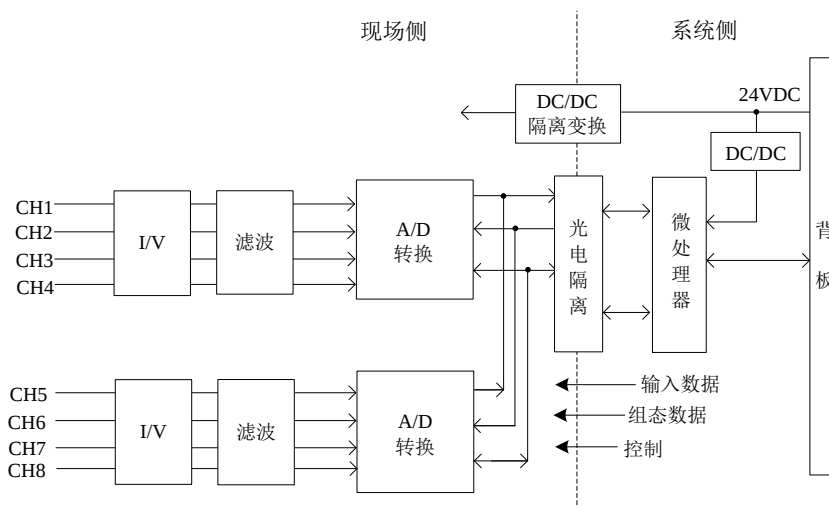


图 174 LK411 内部结构框图

LK411 模块的系统 24 VDC 电源经过隔离 DC/DC 输出 5 VDC 给现场接口电路供电，接口电路与其余电路部分采用光耦隔离连接，实现现场电路对系统的隔离。

通道接口部分如图 175 所示，电流信号经电流/电压变换、滤波、A/D 转换成数字信号，经过光电隔离后，由模块的微处理器读取，然后通过 DP 总线上传控制器。

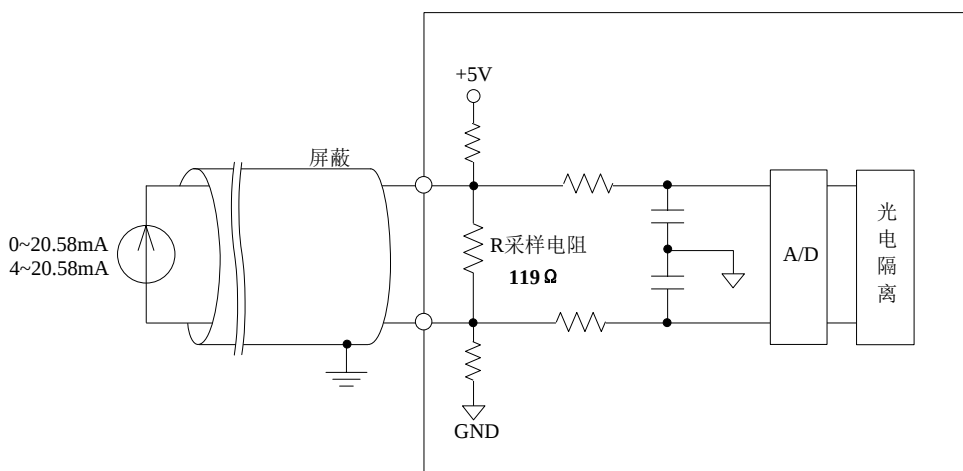


图 175 LK411 通道接口电路图

1.6.3 状态指示灯

模块的前面板上有两个状态指示灯：绿色的 **RUN** 灯和黄色的 **CAL** 灯。**RUN** 灯是运行指示灯，指示模块与控制器的通讯状态。**CAL** 是校准指示灯，指示模块的校准进程。

LK411 模块支持现场校准，指示灯在运行模式和校准模式下的含义不同。

表 106 LK411 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯	亮	通讯已建立，模块正常工作

名称	状态	说明
(绿)	闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电, 或出现故障
CAL 校准指示灯 (黄)	亮	校准检验模式中, 并且正在校准检验
	闪	校准检验模式中, 但没有实施校准或检验
	灭	未上电或通讯未建立或模块没有进入校准检验模式

■ 运行模式

- ☐ 刚上电时, 模块等待初始化数据, 绿灯闪烁, 闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后, 模块正常运行, 绿灯常亮; 若初始化数据有误, 则无法建立通讯, 绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数 (通讯速率, 通讯站号) 设定是否正确。
- ☐ 模块正常工作时, 绿灯常亮; 通讯中断, 绿灯闪烁; 通讯重新建立后, 绿灯重新常亮。
- ☐ 模块运行模式, 黄灯常灭。

表 107 运行模式下 LK411 指示灯的定义

运行模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	灭	通讯已建立, 模块正常工作

■ 校准模式

- ☐ 刚上电时, 模块等待初始化数据, 绿灯闪烁, 闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后, 绿灯常亮; 若初始化数据有误无法建立通讯, 则绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数 (通讯速率, 通讯站号) 设定是否正确。
- ☐ 初始化完成后, 没有实施校准检验, 模块等待校准检验命令, 黄灯闪烁, 闪烁频率 4 次/秒; 当校准检验程序开始运行, 模块正在校准检验时, 黄灯常亮; 校准检验结束后, 黄灯重新闪烁。
- ☐ 校准检验过程中绿灯保持常亮。若通讯中断, 绿灯闪烁; 通讯重新建立后, 绿灯重新常亮。
- ☐ 通讯未建立或通讯中断时, 黄灯灭。

表 108 校准模式下 LK411 指示灯的定义

校准模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	亮	正在进行校准检验
		闪	没有进行校准检验或校准检验已完成

1.6.4 接线说明

LK411 的输入通道不对外供电,接两线制变送器时,需要单独外接 24 VDC 现场电源给变送器供电。为了保证现场与系统隔离,现场电源应单独配置,不能和背板供电电源共用。

LK411 模块安装在扩展背板上。

表 109 LK411 背板接线端子的定义

通道号	端子序号	
	电流输入正端	电流输入负端
1	01	02
2	03	04
3	05	06
4	07	08
5	09	10
6	11	12
7	13	14
8	15	16

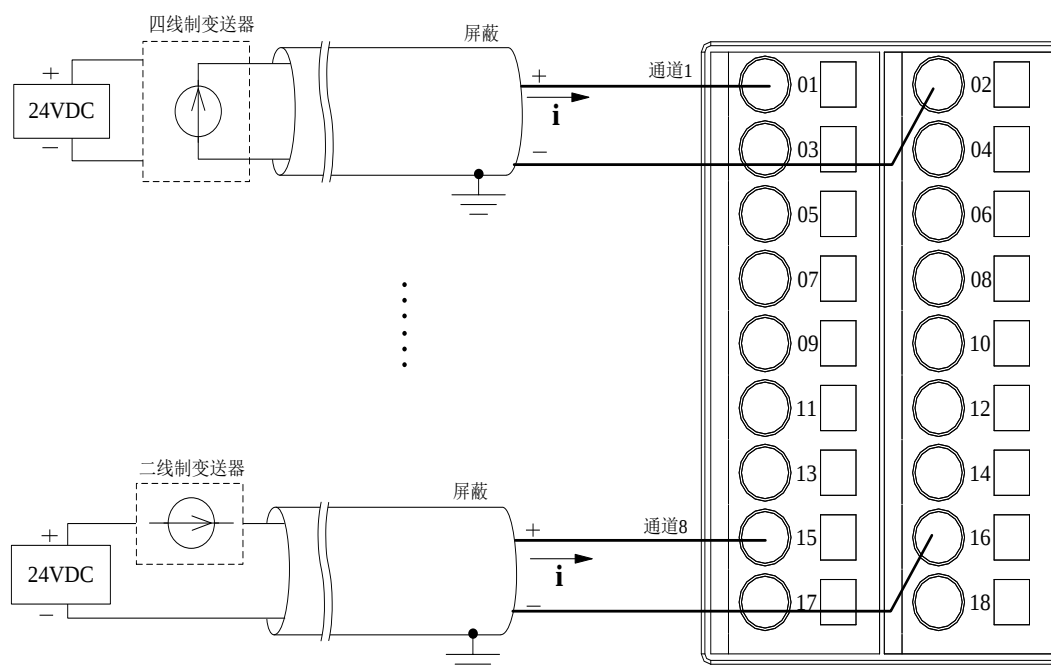


图 176 LK411 背板端子接线示意图

接线时,需要特别注意以下几点:

- 双排 18 位接线端子固定在背板上,位于 LK411 模块安装位的正下方。
- 现场每路 AI 信号分别用两根导线(屏蔽线缆)连接到端子上。
- 输入通道不对变送器供电,接二线制变送器时需要单独用现场 24 VDC 电源给变送器供电。
- 为了现场与系统隔离,现场电源应单独配置,不能共用背板上的系统电源。

- 17、18 端子不用，禁止接线。

1.6.5 功能说明

1.6.5.1 测量数据输出格式

如表 110 所示，LK411 模块上报的 AI 通道的测量数据，用 2 个字节的正整数（十进制 0~65535）代码表示。

表 110 LK411 输入电流与机器代码值对应关系

最大可测量范围	对应十进制码值
4~20.58 mA	0~65,535
0~20.58 mA	0~65,535

在编程软件 Safety FA-AutoThink 中调用模拟量处理指令中的功能块 HEX_ENGIN，可将 2 字节测量数据转换成工程量数据。功能块的具体用法请参见《LKS 安全型控制系统指令手册》。

在【用户参数】中设置报警上限和报警下限时，按照表 111 中所列公式，将电流信号换算成十进制机器代码填入。

表 111 LK411 模块的数据转换公式

最大可测量范围	对应码值计算公式
$4 \leq I \leq 20.58 \text{ mA}$	$(I - 4) \times 65,535 / 16.58$
$0 \leq I \leq 20.58 \text{ mA}$	$I \times 65,535 / 20.58$

举例：通道 3，若量程选择 0~20.58mA 档，超限使能，用户定义上限电流 15 mA，下限电流 4 mA，则通道 3 报警上限=15×65,535/20.58=47766，通道 3 报警下限=4×65,535/20.58=12,737，相关用户参数的设置如图 177 所示。

CH3 Input Range	0~20.58mA	Unsigned8 70 70,71
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(2) 0 0,1
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(2) 0 0,1
CH3 Upper Limit Value	47766	Unsigned16 65535 1-65535
CH3 Lower Limit Value	12737	Unsigned16 0 0-65534

图 177 选型量程下超限报警参数设置示例

1.6.6 诊断说明

LK411 的输入通道可进行超量程、超限、断线检测，这些诊断都属于通道诊断。调用获取 DP 从站诊断功能块（sysGetDPSlaveState）后，上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData28 中。

LK411 相关诊断区 28 个字节，其中，2 字节设备相关诊断，2 字节标识号诊断和 24 字节通道诊断。LK411 有 8 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDPSlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData28 诊断信息说明：

表 112 输出参数 DiagData1~ DiagData28 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData2	BYTE	设备诊断信息 设备诊断数据为 0x02, 0x00 表示当前设备无任何故障 设备诊断数据为 0x02, 0x01 表示当前设备有通道故障
DiagData3~ DiagData4	BYTE	识别号诊断信息 当有诊断信息上报时, 2 字节识别号诊断信息为 0x42, 0x01
DiagData5~ DiagData7	BYTE	通道 1 诊断信息 通道诊断信息如表 113 所示
DiagData8~ DiagData10	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData26~ DiagData28	BYTE	通道 8 诊断信息

表 113 LK411 的通道诊断信息说明

诊断信息					含义	
位		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4~ Bit0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值 128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号 1~8 十进制在线值 64~71
第三字节	通道数据类型/故障类型	101（字）			2	欠量程，十进制在线值 162
					3	过量程，十进制在线值 163
					6	断线，十进制在线值 166
					7	超上限，十进制在线值 167
					8	超下限，十进制在线值 168
					0	通道故障恢复，十进制在线值 160

示例：

通道诊断数据为 0x80, 0x42, 0xA6 表示通道 3 有断线故障。对应在线值为 128, 66, 166。

1.6.6.1 超量程报警

LK411 模块具有超量程报警功能。输入信号超出所选定的量程范围，通道诊断字节上报超量程；当信号恢复至量程范围内时，上报故障恢复。

LK411 模块只在超量程发生和恢复时分别上报一次诊断数据。



- 对于 LK411 模块，有效量程并不是最大可测量范围。输入信号超出量程范围时并不一定超出了最大可测量范围。

超量程时，若没有超出最大可测量范围，通道测量数据上报当前信号对应码值；若大于最大可测量电流，通道测量数据上报满量程码值 0xFFFF；若小于最小可测量电流，通道测量数据上报码值 0x0000。

表 114 LK411 超量程的定义

量程	超量程	
	过量程	欠量程
0~20 mA	> 20 mA	-
4~20 mA	> 20 mA	0<...<4mA



- 0~20 mA 无欠量程报警，电流<0 时上报断线。

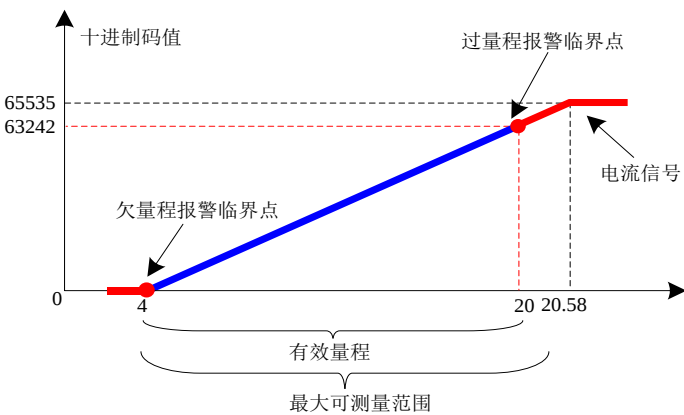


图 178 LK411 超量程报警示意图

随所选量程不同，发生超量程时模块的诊断处理方式也有所不同，如表 115 所示。信号恢复至正常范围内，通道诊断字节上报 0xA0。

表 115 不同量程下 LK411 超量程报警的处理方式

最大可测量范围	有效量程	超量程类型	超量程处理
0~20.58mA	0~20mA	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 20~20.58mA，通道测量数据上报当前信号对应码值 63,688~65,535 >20.58mA，通道测量数据上报 65,535
4~20.58mA	4~20mA	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 20~20.58mA，通道测量数据上报当前信号对应码值 63,242~65,535 >20.58mA，通道测量数据上报 65,535
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 通道测量数据上报 0

1.6.6.2 超限报警

LK411 模块具有超限报警功能。在所选定的量程范围之内，用户可自行设定输入信号的报警上限和报警下限。当输入信号超出限定的范围，即高于报警上限或低于报警下限时，通道诊断字节上报超限；当信号恢复至限定范围内时，上报故障恢复。

LK411 模块只在超限发生和超限恢复时分别上报一次诊断数据。是否进行超限报警，组态可选，默认不使能。各个通道的报警上限和报警下限，用户自定义。报警上限电流必须大于下限电流，否则 LK411 模块不能正确上报诊断信息。

若超限使能且和超量程同时发生，LK411 模块上报超量程。

表 116 LK411 超限报警值的取值范围

量程	报警信号
0~20 mA	20 mA > 上限电流 > 下限电流 > 0 mA
4~20 mA	20 mA > 上限电流 > 下限电流 > 4 mA

组态中的报警值是在选定量程范围内测量信号对应的机器码值，用两个字节的十进制代码表示（0~65535）。报警上限取值范围：1~65,535，默认 65,535，报警下限取值范围：0~65,534，默认 0，具体计算方法参见章节 1.6.5.1 测量数据输出格式。

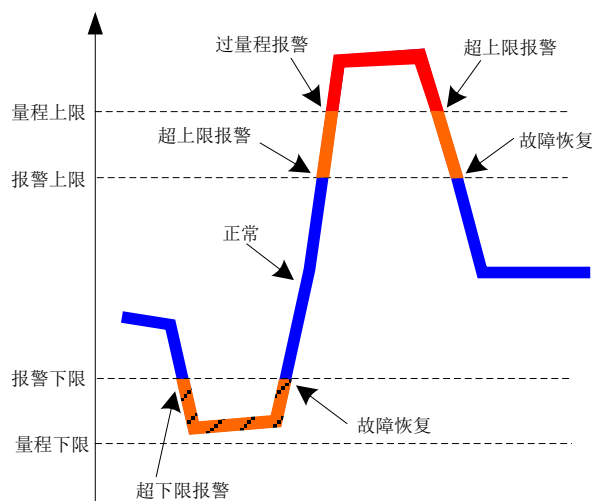


图 179 LK411 超限报警示意图

当某个输入通道信号超限时：

- 超上限，通道诊断字节上报 0xA7。
- 超下限，通道诊断字节上报 0xA8。
- 通道测量数据上报当前信号对应码值。
- 信号恢复至正常范围，通道诊断字节上报 0xA0。

1.6.6.3 断线检测

LK411 模块具有断线检测功能。

如图 180 所示，信号通道接有 10 MΩ 上拉电阻，LK411 通过检测两个接线端子间输入电压的变化来进行断线诊断。如有故障，则将故障状态以诊断数据的形式上报控制器。当输入通道信号连接出现断线时，通道正端电压上拉到+5 V，通道负端下拉到 GND，AD 转换器输入端的压差达到最大值。通道诊断字节上报断线；断线恢复后，通道诊断区上报故障恢复。

LK411 模块只在发生断线和断线恢复时分别上报一次诊断数据，是否进行断线报警组态可选，默认不使能。若输入通道不接线或接反（电流为负），则视为断线。建议不用的通道，禁止断线报警功能，即保持参数 **Line Break Alarm** 的默认值不要修改。

当某个通道发生断线时：

- 通道诊断字节上报断线故障值 0xA6。
- 通道测量数据上报码值 0x0000。
- 断线恢复后，通道诊断字节上报 0xA0。

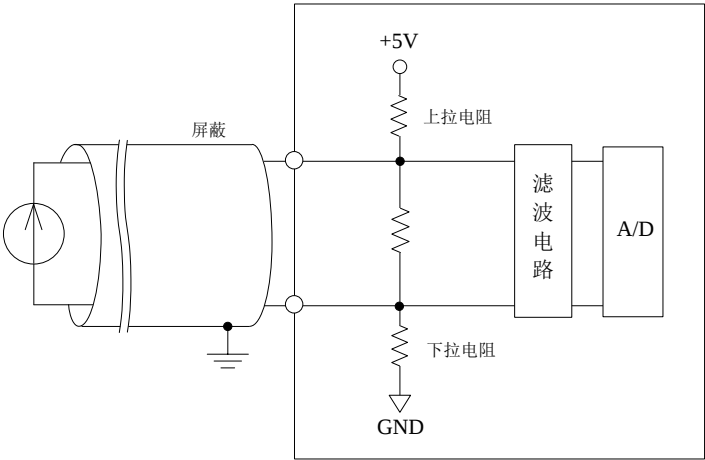


图 180 LK411 断线检测原理图

1.6.7 参数说明

用户参数用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改参数值。用户参数不支持在线更改，修改后需要全下装才能生效。

LK411 模块的用户参数占用 46 个字节。

表 117 LK411 用户参数一览表

参数名称	参数含义	可选值
Filter Mode	数字滤波模式选择参数	0=No Filter，不进行滤波 1=10 Hz Filter，对 10 Hz 干扰滤波 2=50 Hz Filter，对 50 Hz 干扰滤波（默认） 3=60 Hz Filter，对 60 Hz 干扰滤波 4=400 Hz Filter，对 400 Hz 干扰滤波
Sample Rate	采样速度选择	0: Fast，最快采样速度 1: Normal（默认，漂移抑制功能使能，但内部采样时间加倍）

参数名称	参数含义	可选值
CH1 Input Range	通道 1 量程选择	70=0~20.58 mA (默认) 71=4~20.58 mA
CH2 Input Range	通道 2 量程选择	
CH3 Input Range	通道 3 量程选择	
CH4 Input Range	通道 4 量程选择	
CH5 Input Range	通道 5 量程选择	
CH6 Input Range	通道 6 量程选择	
CH7 Input Range	通道 7 量程选择	
CH8 Input Range	通道 8 量程选择	
CH1 Digital Filter	通道 1 软件滤波选择	0=None, 不采用软件滤波 (默认) 1=4 Points, 选用最新 4 个历史数据 2=8 Points, 选用最新 8 个历史数据 3=16 Points, 选用最新 16 个历史数据
CH2 Digital Filter	通道 2 软件滤波选择	
CH3 Digital Filter	通道 3 软件滤波选择	
CH4 Digital Filter	通道 4 软件滤波选择	
CH5 Digital Filter	通道 5 软件滤波选择	
CH6 Digital Filter	通道 6 软件滤波选择	
CH7 Digital Filter	通道 7 软件滤波选择	
CH8 Digital Filter	通道 8 软件滤波选择	
CH1 Upper Exceeded Alarm	Limit 通道 1 超上限报警使能	0: Disable, 不使能 (默认) 1: Enable, 使能
CH1 Lower Exceeded Alarm	Limit 通道 1 超下限报警使能	
CH2 Upper Exceeded Alarm	Limit 通道 2 超上限报警使能	
CH2 Lower Exceeded Alarm	Limit 通道 2 超下限报警使能	
CH3 Upper Exceeded Alarm	Limit 通道 3 超上限报警使能	
CH3 Lower Exceeded Alarm	Limit 通道 3 超下限报警使能	
CH4 Upper Exceeded Alarm	Limit 通道 4 超上限报警使能	
CH4 Lower Exceeded Alarm	Limit 通道 4 超下限报警使能	
CH5 Upper Exceeded Alarm	Limit 通道 5 超上限报警使能	
CH5 Lower Exceeded Alarm	Limit 通道 5 超下限报警使能	
CH6 Upper Exceeded Alarm	Limit 通道 6 超上限报警使能	
CH6 Lower Exceeded Alarm	Limit 通道 6 超下限报警使能	

参数名称	参数含义	可选值
CH7 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 7 超上限报警使能	
CH7 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 7 超下限报警使能	
CH8 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 8 超上限报警使能	
CH8 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 8 超下限报警使能	
CH1 Upper Limit Value	通道 1 报警上限设置	报警下限范围：0~65,534 报警上限范围：1~65,535 报警下限默认：0 报警上限默认：65,535 计算方法参见章节 1.6.5.1 测量数据输出格式
CH1 Lower Limit Value	通道 1 报警下限设置	
CH2 Upper Limit Value	通道 2 报警上限设置	
CH2 Lower Limit Value	通道 2 报警下限设置	
CH3 Upper Limit Value	通道 3 报警上限设置	
CH3 Lower Limit Value	通道 3 报警下限设置	
CH4 Upper Limit Value	通道 4 报警上限设置	
CH4 Lower Limit Value	通道 4 报警下限设置	
CH5 Upper Limit Value	通道 5 报警上限设置	
CH5 Lower Limit Value	通道 5 报警下限设置	
CH6 Upper Limit Value	通道 6 报警上限设置	
CH6 Lower Limit Value	通道 6 报警下限设置	
CH7 Upper Limit Value	通道 7 报警上限设置	
CH7 Lower Limit Value	通道 7 报警下限设置	
CH8 Upper Limit Value	通道 8 报警上限设置	
CH8 Lower Limit Value	通道 8 报警下限设置	
CH1 Line Break Alarm	通道 1 断线报警使能	0: Disable, 不使能 (默认) 1: Enable, 使能
CH2 Line Break Alarm	通道 2 断线报警使能	
CH3 Line Break Alarm	通道 3 断线报警使能	
CH4 Line Break Alarm	通道 4 断线报警使能	
CH5 Line Break Alarm	通道 5 断线报警使能	
CH6 Line Break Alarm	通道 6 断线报警使能	
CH7 Line Break Alarm	通道 7 断线报警使能	
CH8 Line Break Alarm	通道 8 断线报警使能	

1.6.8 技术指标

LK411 8 通道电流型模拟量输入模块	
系统电源	
电源电压	24VDC(-15%~+20%)

LK411 8 通道电流型模拟量输入模块		
功耗	60 mA@24 VDC	
输入通道		
通道数	8	
量程代号	70	71
最大可测量范围	0-20.58 mA	4-20.58 mA
上报数据格式	0x0000~0xFFFF	0x0000~0xFFFF
ADC 分辨率	16 位	
采样周期（全通道扫描时间）	<480 ms（无软件滤波）	
输入阻抗	243 Ω±7Ω	
阶跃响应时间	达到目标值 90%的时间优于 1 s	
差模抑制比	80 dB	
共模抑制比	100 dB	
测量精度	0.1% F.S.@25℃	
校准精度	<0.03% F.S.@25℃	
温漂	±25 ppm/℃	
现场与系统间隔离电压	500 VAC@1 min，漏电流 5 mA	
故障诊断与热插拔		
超量程报警	信号范围超过量程上限/下限，诊断字节上报 0xA3/0xA2	
超限报警	信号范围超过报警上限/下限，诊断字节上报 0xA7/0xA8	
断线检测	通道断线，诊断字节上报 0xA6，故障恢复上报 0xA0	
热插拔	支持	
物理特性		
防混销	A1	
安装位置	扩展背板	
模块尺寸（W*H*D）	35 mm×100 mm×100 mm	
外壳防护等级	IEC60529 IP20	
重量	190 g	

1.7 LK412 6 通道隔离模拟量输入模块

1.7.1 基本特征

- 6 路模拟量输入，通道间隔离
- 适用量程：0~20 mA/4~20 mA/-10 V~10 V/0~10 V/0~5 V
- 最大可测：0~20.58 mA/4~20.58 mA/-10.25 V~10.25 V/0~10.25 V/0~5.125 V

- 现场校准功能
- 超限报警
- 超量程报警
- 断线检测
- 系统与现场通道隔离
- 支持热插拔

1.7.2 原理说明

LK412 模块采用 24 VDC 作为输入电源, 24V DC 经过隔离 DC/DC 输出 ± 15 VDC 单独给各个通道的接口电路部分(现场级电路)供电, 通道间电气隔离。接口电路与其余电路部分通过磁耦连接, 实现现场对系统的隔离。

电流信号经 I/V、滤波、A/D 转换成数字信号, 通过 DP 总线上传控制器; 电压信号经电压变换、滤波、A/D 转换成数字信号, 通过 DP 总线上传控制器。

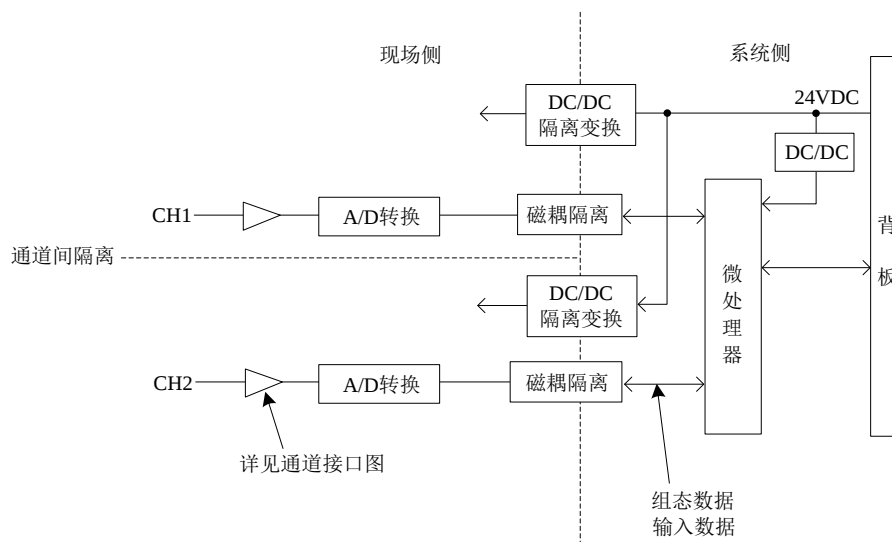


图 181 LK412 模块内部结构框图

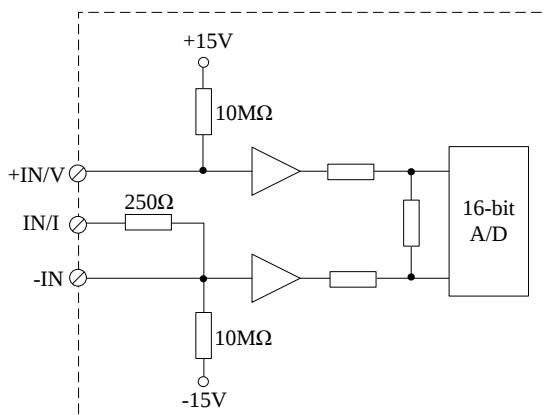


图 182 LK412 模块通道接口电路

1.7.3 状态指示灯

模块的前面板上有两个状态指示灯：绿色的 **RUN** 灯和黄色的 **CAL** 灯。**RUN** 灯是运行指示灯，指示模块与控制器的通讯状态。**CAL** 是校准指示灯，指示模块的校准进程。

LK412 模块支持现场校准，指示灯在运行模式和校准模式下的含义不同。

表 118 LK412 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯 (绿色)	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电或模块故障
CAL 校准指示灯 (黄色)	亮	校准检验模式中，并且正在校准检验
	闪	校准检验模式中，但没有实施校准或检验
	灭	未上电或通讯未建立或模块没有进入校准检验模式

■ 运行模式

- ☐ 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后，模块正常运行，绿灯常亮；若初始化数据有误，则无法建立通讯，绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数设定是否正确。
- ☐ 模块正常工作时绿灯常亮，通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- ☐ 模块运行状态，黄灯常灭。

表 119 运行模式下 LK412 指示灯的定义

	RUN 灯	CAL 灯	含义
运行模式	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	灭	通讯已建立，模块正常工作

■ 校准模式

- ☐ 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后，绿灯常亮；若初始化数据有误无法建立通讯，则绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数设定是否正确。
- ☐ 初始化完成后，没有实施校准检验，模块等待校准检验命令，黄灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒；当校准检验程序开始运行，模块正在校准检验时，黄灯常亮；校准检验结束后，黄灯重新闪烁。
- ☐ 校准检验过程中绿灯保持常亮。若通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- ☐ 通讯未建立或通讯中断时，黄灯灭。

表 120 校准模式下 LK412 指示灯的定义

校准模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	亮	正在进行校准检验
		闪	没有进行校准检验或校准检验已完成

1.7.4 接线说明

LK412 模块接两线制变送器时，不对外供电。每个输入通道需要单独外接 24 VDC 现场电源给变送器供电。为了保证现场与系统隔离，现场电源应单独配置，不能和背板供电电源共用。

LK412 模块安装在扩展背板上。

表 121 LK412 背板接线端子信号定义

通道号	端子号		
	电压输入正端 (+IN/V)	电流输入端 (+IN/I)	公共负端 (-IN)
1	01	03/01	05
2	02	04/02	06
3	07	09/07	11
4	08	10/08	12
5	13	15/13	17
6	14	16/14	18

接线时，需要特别注意以下几点：

- 双排 18 位接线端子固定在背板上，位于 LK412 模块安装位的正下方。
- 各个通道量程选择互不干扰，既可以接入电压信号，又可以接入电流信号。
- 对于电流信号，03 端子和 01 端子短接作为通道 1 的电流流入端，04 和 02 端子短接作为通道 2 的电流流入端，其它通道依次类推。
- 现场每路 AI 信号分别用两根导线（屏蔽线缆）连接到端子上。

- 输入通道不对变送器供电，接二线制变送器时需要单独用现场 24VDC 电源给变送器供电。
- 接线完毕后，请检查线缆连接是否正确。注意不要留裸线在外部以免发生短路危险。

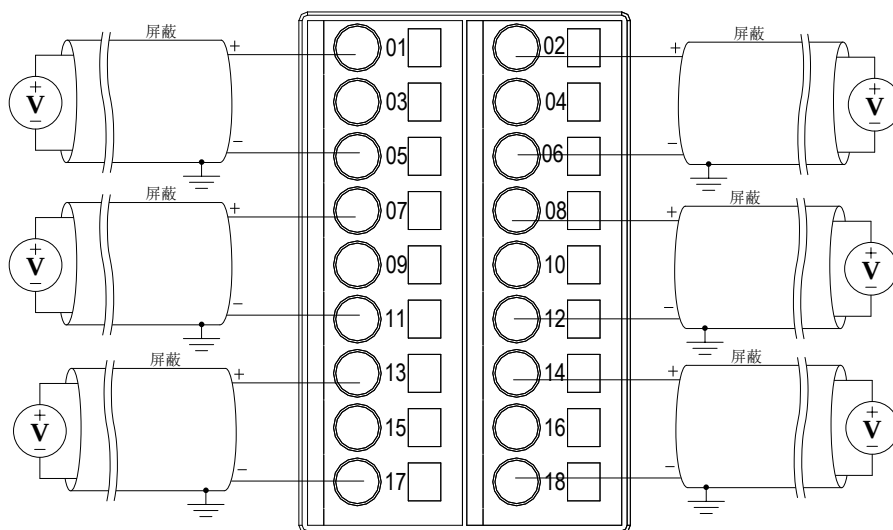


图 183 LK412 电压通道端子接线图

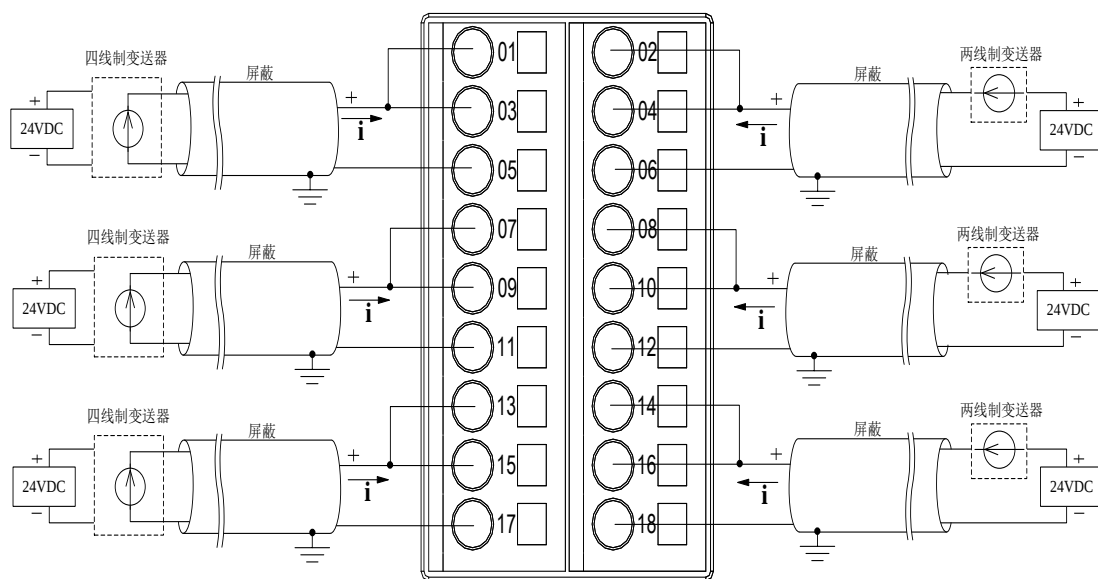


图 184 LK412 电流通道端子接线图

1.7.5 功能说明

1.7.5.1 测量数据输出格式

如表 122 所示，LK412 上报的 AI 通道的测量数据用 2 个字节的正整数（十进制 0~65,535）代码表示。其中，电压量程(-10.25~+10.25 V)分成两段，正电压(0~10.25 V)对应十进制码值(0~32,767)，负电压(-10.25 V~0) 对应十进制码值 (32,768~65,535)。

表 122 LK412 输入信号与机器代码值对应关系

最大可测量范围		对应十进制码值
-10.25~+10.25 V	0~10.25 V	0~32,767
	-10.25~0 V	32768~65,535
0~10.25 V		0~65,535
0~5.125 V		0~65,535
0~20.58 mA		0~65,535
4~20.58 mA		0~65,535

电压量程（-10.25~10.25V）的测量数据与物理量之间的转换公式如下：

正电压 0~+10.25 V：电压值（V）=测量数据/32,767×10.25；

负电压-10.25~0 V：电压值（V）=（测量数据－65,535）/32,767×10.25。

在编程软件 Safety FA-AutoThink 中调用模拟量处理指令库中的 HEX_ENGIN 功能块，将 2 字节测量数据转换为工程量数据。功能块的具体用法请参见《LKS 安全型控制系统指令手册》。

在用户参数中设置报警上限、报警下限时，依照表 123 中所列的公式将电信号（电压或电流）换算成十进制形式的机器代码填入。不同的量程，机器代码的换算方法不同。

表 123 LK412 模块的数据转换公式

最大可测量的范围		对应码值计算公式
-10.25~+10.25 V	$0\text{ V} \leq U \leq 10.25\text{ V}$	$U \times 32767 / 10.25$
	$-10.25\text{ V} \leq U \leq 0\text{ V}$	$65535 + (U \times 32767 / 10.25)$
$0\text{ V} \leq U \leq 10.25\text{ V}$		$U \times 65535 / 10.25$
$0\text{ V} \leq U \leq 5.125\text{ V}$		$U \times 65535 / 5.125$
$4\text{ mA} \leq I \leq 20.58\text{ mA}$		$(I - 4) \times 65535 / 16.58$
$0\text{ mA} \leq I \leq 20.58\text{ mA}$		$I \times 65535 / 20.58$

举例 1：通道 1，若量程选择：0~10.25 V 档，超限报警使能，用户定义上限电压 10 V，下限电压 5 V，则报警上限=10×65,535/10.25=63,936，报警下限=5×65,535/10.25=31,968，相关用户参数的设置如图 185 所示。

CH1 Input Range	0~10.25V	Unsigned8 16 16,17,18,
CH1 Upper Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(0) 0 0,1
CH1 Lower Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(0) 0 0,1
CH1 Upper Limit Value	63936	Unsigned16 32767 1-65535
CH1 Lower Limit Value	31968	Unsigned16 0 0-65534

图 185 选定量程下超限报警参数设置示例 1

举例 2，通道 3，若量程选择-10.25~+10.25 V 档，超限报警使能，用户定义上限电压 10 V，下限电压-10 V，则报警上限=10×32767/10.25=31968，报警下限=65535+ (-10×32767/10.25)V=33567，相关用户参数的设置如图 186 所示。

CH3 Input Range	-10.25~10.25V	Unsigned8 16 16, 17, 18, 70, 71
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(2) 0 0, 1
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm	Enable	Bit(2) 0 0, 1
CH3 Upper Limit Value	31968	Unsigned16 32767 1-65535
CH3 Lower Limit Value	33567	Unsigned16 0 0-65534

图 186 选定量程下超限报警参数设置示例 2

1.7.6 诊断说明

LK412 刚上电时，进行校准数据错误诊断，该诊断属于设备诊断。LK412 还可进行超量程、超限、断线检测，这些诊断都属于通道诊断。调用获取 DP 从站诊断功能块（sysGetDPSlaveState）后，上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData22 中。

表 124 输出参数 DiagData1~ DiagData22 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData2	BYTE	设备诊断信息 设备诊断数据为 0x02, 0x00 表示当前设备无任何故障 设备诊断数据为 0x02, 0x01 表示当前设备有通道故障 设备诊断数据为 0x02, 0x02 表示当前设备校准数据错误 设备诊断数据为 0x02, 0x03 表示当前设备有通道故障并且设备校准数据错误
DiagData3~ DiagData4	BYTE	识别号诊断信息 当有诊断信息上报时，2 字节识别号诊断信息为 0x42, 0x01
DiagData5~ DiagData7	BYTE	通道 1 诊断信息 通道诊断信息如表 125 所示
DiagData8~ DiagData10	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData20~ DiagData22	BYTE	通道 6 诊断信息

LK412 相关诊断区 22 个字节。其中，2 字节设备相关诊断，2 字节标识号诊断和 18 字节通道诊断。LK412 有 6 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDPSlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData22 诊断信息说明：

表 125 LK412 的通道诊断信息说明

诊断信息	含义
------	----

诊断信息					含义	
位		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4~ Bit0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值 128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号 1~6 十进制在线值 64~69
第三字节	通道数据类型/故障类型	101（字）			2	欠量程，十进制在线值 162
					3	过量程，十进制在线值 163
					6	断线，十进制在线值 166
					7	超上限，十进制在线值 167
					8	超下限，十进制在线值 168
					0	通道故障恢复，十进制在线值 160

示例：

通道诊断数据为 0x80，0x40，0xA6 表示模块输入通道 1 断线故障。

通道诊断数据为 0x80，0x40，0xA7 表示模块输入通道 1 超上限故障。

通道诊断数据为 0x80，0x40，0xA8 表示模块输入通道 1 超下限故障。

1.7.6.1 超量程报警

LK412 模块具有超量程报警功能。输入信号超出所选定的量程范围，通道诊断字节上报超量程；当信号恢复至量程范围内时，上报故障恢复。

LK412 模块只在超量程发生和恢复时分别上报一次诊断数据。



- 对于 LK412 模块，有效量程并不是最大可测量范围。输入信号超出量程范围时并不一定超出了最大可测量范围。

超量程时，若没有超出最大可测范围，通道测量数据上报当前信号对应的码值；若高出最大可测量信号，通道测量数据上报量程内最大可测信号对应的码值；若低于最小可测量信号，通道测量数据上报量程内最小可测信号对应码值。

表 126 LK412 超量程的定义

量程	超量程	
	过量程	欠量程
0~20 mA	>20 mA	<0 mA
4~20 mA	>20 mA	<4 mA
-10 V~10 V	>10 V	<-10 V
0~10 V	>10 V	<0 V
0~5 V	>5 V	<0 V

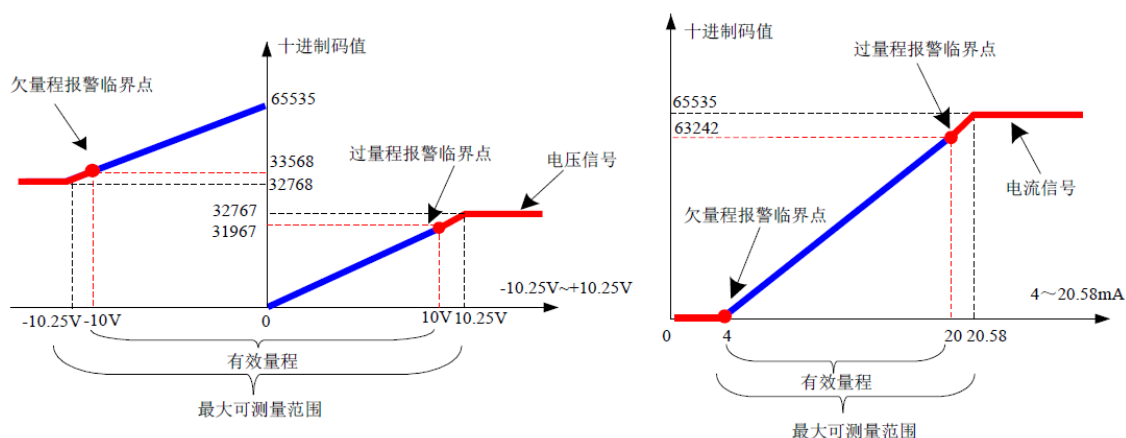


图 187 LK412 超量程报警诊断

随所选量程不同，发生超量程时模块的处理方式也有所不同，如表 127 所示。当信号恢复至正常范围内，通道诊断字节上报 0xA0。

表 127 不同量程下 LK412 超量程报警的处理方式

最大可测量范围	量程	超量程类型	超量程处理
0~20.58 mA	0~20 mA	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 20~20.58 mA，通道测量数据上报对应码值 63,688~65,535 >20.58mA，通道测量数据上报 65,535
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 通道测量数据上报 0
4~20.58 mA	4~20 mA	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 20~20.58 mA，通道测量数据上报对应码值 63,242~65,535 >20.58mA，通道测量数据上报 65,535
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 通道测量数据上报 0
-10.25 V~10.25 V	-10 V~10 V	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 10~10.25 V，通道测量数据上报应码值 31,967~32,767 >10.25V，通道上报 32767
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 -10.25V~-10V，通道测量数据上报对应码值 32,768~33,568 <-10.25V，通道测量数据上报 32768
0~10.25 V	0~10 V	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 10~10.25V，通道测量数据上报对应码值 63,937~65,535 >10.25V，通道测量数据上报 65535
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 通道测量数据上报 0
0~5.125 V	0~5 V	过量程	通道诊断字节上报 0xA3 5~5.125 V，通道测量数据上报对应码值 63,937~65,535 >5.125V，通道测量数据上报 65,535
		欠量程	通道诊断字节上报 0xA2 通道测量数据上报 0

1.7.6.2 超限报警

LK412 模块具有超限报警功能。当输入信号超出限定的范围，即高于报警上限或低于报警下限时，通道诊断字节上报超限；当信号恢复至限定范围内时，上报故障恢复。

LK412 模块只在超限发生和超限恢复时分别上报一次诊断数据。

报警上限必须大于报警下限，否则 LK412 模块不能正确上报诊断信息。若超限使能且和超量程同时发生，LK412 模块上报超量程。

表 128 LK412 超限报警值的取值范围

量程	报警值设置
0~20 mA	20 mA > 上限电流 > 下限电流 > 0 mA
4~20 mA	20 mA > 上限电流 > 下限电流 > 4 mA
-10 V~10 V	10 V > 上限电压 > 下限电压 > -10 V
0~10 V	10 V > 上限电压 > 下限电压 > 0 V
0~5 V	5 V > 上限电压 > 下限电压 > 0 V

组态中填写的报警值是在选定量程范围内测量信号对应的机器码值，用两个字节的十进制代码表示（0~65535）。报警上限取值范围：1~65,535，默认 32,767；报警下限取值范围：0~65,534，默认 0，电信号对应码值的计算公式如表 129 所示。

表 129 LK412 报警限值代码的计算

输入信号		报警上限代码（十进制）	报警下限代码（十进制）
0~20.58 mA		上限电流 $\times 65,535/20.58$	下限电流 $\times 65,535/20.58$
4~20.58 mA		$(\text{上限电流} - 4) \times 65,535/16.58$	$(\text{下限电流} - 4) \times 65,535/16.58$
-10.25~10.25 V	-10.25~0 V	$65,535 + (\text{下限电压} \times 32,767/10.25)$	$65,535 + (\text{下限电压} \times 32,767/10.25)$
	0~10.25 V	上限电压 $\times 32,767/10.25$	上限电压 $\times 32,767/10.25$
0~10.25 V		上限电压 $\times 65,535/10.25$	下限电压 $\times 65,535/10.25$
0~5.125V		上限电压 $\times 65,535/5.125$	下限电压 $\times 65,535/5.125$

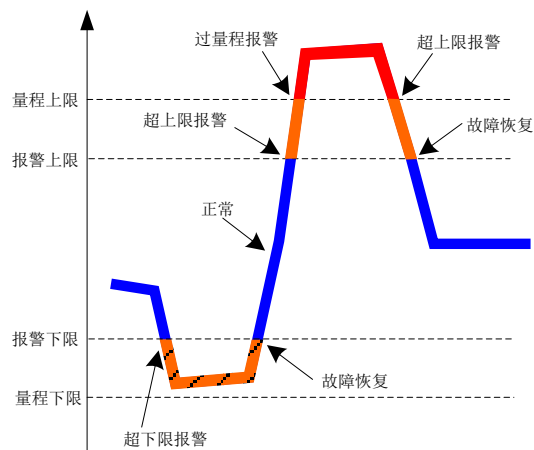


图 188 LK412 超限报警诊断

当某个输入通道信号超限时：

- 超上限，通道诊断字节上报 0xA7。
- 超下限，通道诊断字节上报 0xA8。
- 通道测量数据上报当前信号对应码值。
- 信号恢复至正常范围，通道诊断字节上报 0xA0。

是否使能超下限报警功能由参数 CH1~CH6 Lower Limit Exceeded Alarm 设置，是否使能超上限报警功能由参数 CH1~CH6 Upper Limit Exceeded Alarm 设置，默认均不使能。报警使能后，通过参数 CH1~CH6 Lower Limit Value 和 CH1~CH6 Upper Limit Value 设定报警下限值和报警上限值。

6 个通道的超限报警使能、报警上限、报警下限分别设置，互不干扰。

设备属性

输入/输出选择 用户参数

用户参数字节数: 36

参数名称	参数值	参数说明
CH1 Upper Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(0) 0 0,1
CH1 Lower Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(0) 0 0,1
CH2 Upper Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(1) 0 0,1
CH2 Lower Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(1) 0 0,1
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(2) 0 0,1
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(2) 0 0,1
CH4 Upper Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(3) 0 0,1
CH4 Lower Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(3) 0 0,1
CH5 Upper Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(4) 0 0,1
CH5 Lower Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(4) 0 0,1
CH6 Upper Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(5) 0 0,1
CH6 Lower Limit Exceeded Alarm	Disable	Bit(5) 0 0,1
CH1 Upper Limit Value	32767	Unsigned16 32767 1-65535
CH1 Lower Limit Value	0	Unsigned16 0 0-65535

确定 取消

(a)



(b)

图 189 LK412 超限报警参数

1.7.6.3 断线检测

LK412 具有断线检测功能。

如图 190 所示，信号通道接有 10 MΩ 上拉电阻，LK412 通过检测两个接线端子间输入电压的变化来进行断线诊断。如有故障，则将故障状态以诊断数据的形式上报控制器。当输入通道信号连接出现断线时，通道正端电压上拉到+15 V，通道负端下拉到-15 V，AD 转换器输入端的压差达到最大值，通道诊断字节上报断线故障；断线恢复后，通道诊断字节上报故障恢复。

LK412 只在发生断线和断线恢复时分别上报一次诊断数据，是否进行断线报警组态可选，默认不使能。若输入通道不接线，则视为断线。建议不用的通道，禁止断线报警功能，即保持参数默认值不要修改。

当某个通道发生断线时，不同信号类型的诊断处理方式如表 130 所示。断线恢复后，通道诊断字节上报 0xA0。

表 130 不同信号类型 LK412 的断线处理方式

信号类型	断线类型	断线处理
电流信号	短接线（+IN/V）断线	通道诊断字节上报断线故障值 0xA6 通道测量数据上报 65535
	现场信号线（+IN/I、-IN）断线	通道诊断字节上报断线故障值 0xA6 通道测量数据上报 0
电压信号	现场信号线（+IN/V、-IN）断线	通道诊断字节上报断线故障值 0xA6 通道测量数据上报 65535 或 32767（-10.25~10.25 V 量程）

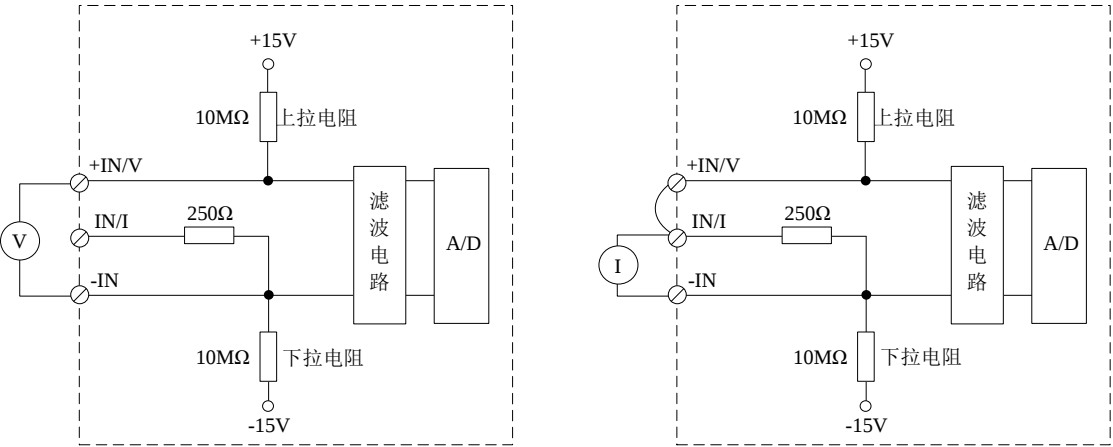


图 190 LK412 通道断线检测电路图

1.7.7 参数说明

用户参数用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改参数值。用户参数不支持在线更改，修改后需要全下装才能生效。

LK412 模块的用户参数长度 36 个字节。

表 131 LK412 用户参数一览表

参数名称	参数含义	参数取值
Filter Mode	数字滤波模式选择	0=50 Hz Filter，对 50 Hz 干扰滤波（默认） 1=60 Hz Filter，对 60 Hz 干扰滤波
CH1 Input Range	通道 1 量程选择	16=-10.25~10.25 V（默认） 17=0~10.25 V 18=0~5.125 V 70=0~20.58 mA 71=4~20.58 mA
CH2 Input Range	通道 2 量程选择	
CH3 Input Range	通道 3 量程选择	
CH4 Input Range	通道 4 量程选择	
CH5 Input Range	通道 5 量程选择	

参数名称	参数含义	参数取值
CH6 Input Range	通道 6 量程选择	
CH1 Digital Filter	通道 1 软件滤波设置	0=None, 不采用软件滤波（默认） 1=4 Points, 选用最新 4 个历史数据 2=8 Points, 选用最新 8 个历史数据 3=16 Points, 选用最新 16 个历史数据
CH2 Digital Filter	通道 2 软件滤波设置	
CH3 Digital Filter	通道 3 软件滤波设置	
CH4 Digital Filter	通道 4 软件滤波设置	
CH5 Digital Filter	通道 5 软件滤波设置	
CH6 Digital Filter	通道 6 软件滤波设置	
CH1 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 1 超上限报警使能	0=Disable, 不使能（默认） 1=Enable, 使能
CH1 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 1 超下限报警使能	
CH2 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 2 超上限报警使能	
CH2 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 2 超下限报警使能	
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 3 超上限报警使能	
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 3 超下限报警使能	
CH4 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 4 超上限报警使能	
CH4 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 4 超下限报警使能	
CH5 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 5 超上限报警使能	
CH5 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 5 超下限报警使能	
CH6 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 6 超上限报警使能	
CH6 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 6 超下限报警使能	
CH1 Upper Limit Value	通道 1 报警上限设置	报警下限范围：0~65534 报警上限范围：1~65535 报警下限默认：0 报警上限默认：32767 计算方法见章节 1.7.5.1 测量数据输出格式
CH1 Lower Limit Value	通道 1 报警下限设置	
CH2 Upper Limit Value	通道 2 报警上限设置	
CH2 Lower Limit Value	通道 2 报警下限设置	
CH3 Upper Limit Value	通道 3 报警上限设置	
CH3 Lower Limit Value	通道 3 报警下限设置	
CH4 Upper Limit Value	通道 4 报警上限设置	
CH4 Lower Limit Value	通道 4 报警下限设置	
CH5 Upper Limit Value	通道 5 报警上限设置	
CH5 Lower Limit Value	通道 5 报警下限设置	
CH6 Upper Limit Value	通道 6 报警上限设置	
CH6 Lower Limit Value	通道 6 报警下限设置	
CH1 Line Break Alarm	通道 1 断线报警使能	0=Disable, 不使能 1=Enable, 使能
CH2 Line Break Alarm	通道 2 断线报警使能	
CH3 Line Break Alarm	通道 3 断线报警使能	

参数名称	参数含义	参数取值
CH4 Line Break Alarm	通道 4 断线报警使能	
CH5 Line Break Alarm	通道 5 断线报警使能	
CH6 Line Break Alarm	通道 6 断线报警使能	



- 各通道量程选择互不干扰，可以分别为不同的量程。
- 各通道的软件滤波选择互不干扰，可以分别为不同的软件滤波方式。

1.7.8 技术指标

LK412 6 通道隔离模拟量输入模块					
供电电源					
工作电压		24VDC(-15%~+20%)			
功耗（max.）		160 mA@24 VDC			
输入通道					
通道数目		6			
量程代号		16		17	18
最大可测量范围	电压信号	-10.25~0 V	0~10.25 V	0~10.25 V	0~5.125 V
	数据格式	32768~65535	0~32767	0~65535	0~65535
量程代号		70		71	
最大可测量范围	电流信号	0~20.58 mA		4~20.58 mA	
	数据格式	0~65,535		0~65,535	
输入阻抗	电压信号	> 1 MΩ			
	电流信号	250 Ω			
ADC 分辨率		16 位			
全通道扫描时间（无软件滤波）		<50 ms（无软件滤波）			
差模抑制比		>60 dB			
共模抑制比		>100 dB			
测量精度		0.1% F.S.@25℃			
重复精度		0.02% F.S.@25℃			
校准精度		0.03% F.S.@25℃			
阶跃响应		达到目标值 90%的时间优于 1 s			
温漂		±25 ppm/℃			
故障诊断与热插拔					
校准数据错误诊断		上电时，校准数据错误，设备诊断字节上报 0xA2；无错不上报			
超量程报警		信号超过量程上限/下限，通道诊断字节上报 0xA3/0xA2			

LK412 6 通道隔离模拟量输入模块	
超限报警	信号超过报警上限/下限，通道诊断字节上报 0xA7/0xA8
断线检测	通道断线，通道诊断字节上报 0xA6，故障恢复上报 0xA0
热插拔	支持
隔离耐压	
通道对系统	500 VAC 测试 1 min，漏电流 5 mA
通道对通道	500 VAC 测试 1 min，漏电流 5 mA
物理特性	
防混销	A0
安装位置	扩展背板
模块尺寸（W*H*D）	35 mm×100 mm×100 mm
外壳防护等级	IEC60529 IP20
重量	190 g

1.8 LK430 6 通道热电阻型模拟量输入模块

1.8.1 基本特征

- 6 通道 RTD 输入，恒流源形式
- RTD 测量可上报温度或电阻值
- RTD 类型：Copper427、Chinese_Cu、Nikel618、Nikel672、Platinum385、Platinum3916
- 电阻测量范围：1~4020 Ω
- 超上限报警
- 超下限报警
- 断线检测
- 系统与现场隔离
- 支持热插拔
- 现场校准功能

1.8.2 原理说明

LK430 模块的 24 VDC 系统电源经过隔离 DC/DC 输出 5 VDC 给接口电路供电，接口电路与系统间采用光耦隔离，从而实现系统对现场通道的电气隔离。

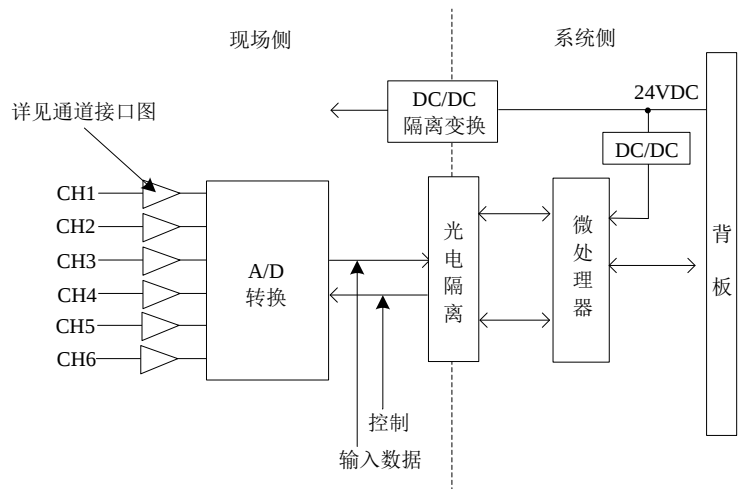


图 191 LK430 内部结构框图

LK430 采用恒流源激励的测量方法，相对于传统的电桥测量法，可以更有效的消除电桥不平衡时 RTD 长导线的线电阻对测量精度的影响，当然，无论是恒流源测量法还是电桥测量法，都要求 RTD 三根导线的线电阻值相等，否则导线电阻的偏差会影响测量精度。接口电路如图 192 所示。

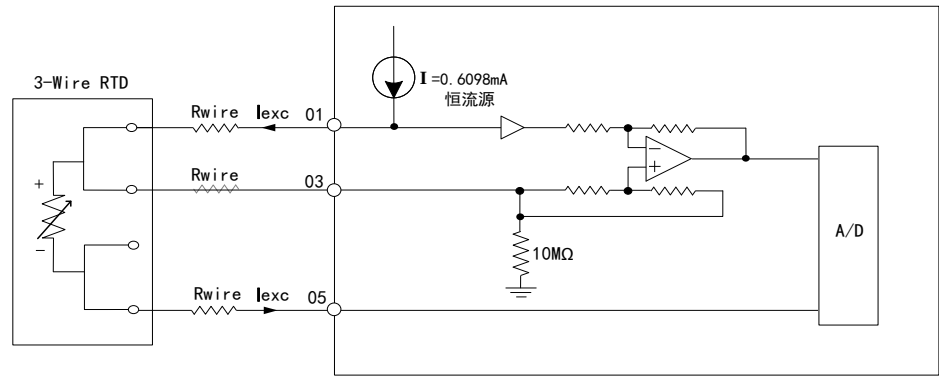


图 192 LK430 通道接口电路图（以通道 1 为例）

1.8.3 状态指示灯

模块的前面板上有两个状态指示灯：绿色的 **RUN** 灯和黄色的 **CAL** 灯。**RUN** 灯是运行指示灯，指示模块与控制器的通讯状态。**CAL** 是校准指示灯，指示模块的校准进程。

表 132 LK430 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯 (绿)	亮	通讯已建立
	闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电
CAL 校准指示灯 (黄)	亮	校准检验模式中，并且正在校准检验
	闪	校准检验模式中，但没有实施校准或检验
	灭	未上电或通讯未建立或模块没有进入校准检验模式

■ 运行模式

- ☐ 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后，模块正常运行，绿灯常亮；若初始化数据有误，则无法建立通讯，绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数（通讯速率，通讯站号）设定是否正确。
- ☐ 模块正常工作时绿灯常亮，通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- ☐ 模块运行模式，黄灯常灭。

表 133 运行模式下 LK430 指示灯的定义

运行模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	灭	通讯已建立，模块正常工作

■ 校准模式

- ☐ 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后，绿灯常亮；若初始化数据有误无法建立通讯，则绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数（通讯速率，通讯站号）设定是否正确。
- ☐ 初始化完成后，没有实施校准检验，模块等待校准检验命令，黄灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒；当校准检验程序开始运行，模块正在校准检验时，黄灯常亮；校准检验结束后，黄灯重新闪烁。
- ☐ 校准检验过程中绿灯保持常亮。若通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- ☐ 通讯未建立或通讯中断时，黄灯灭。

表 134 校准模式下 LK430 指示灯的定义

校准模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	亮	正在进行校准检验
		闪	没有进行校准检验或校准检验已完成

1.8.4 接线说明

LK430 安装在扩展背板上。

表 135 LK430 背板接线端子的定义

通道号	端子序号		
1	01	03	05
2	02	04	06

通道号	端子序号		
3	07	09	11
4	08	10	12
5	13	15	17
6	14	16	18

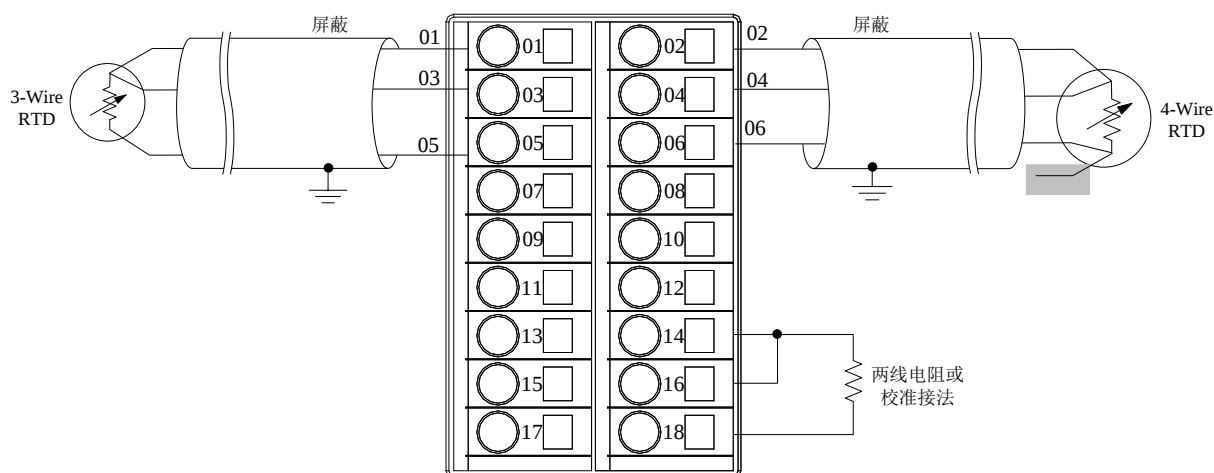


图 193 LK430 背板端子接线示意图

接线时，需要特别注意以下几点：

- 双排 18 位接线端子固定在背板上，位于 LK430 模块安装位的正下方。
- 现场每路 RTD 号分别用三根导线（屏蔽线缆）连接到端子上。
- 切勿在同一端子上同时压接多条线缆，可通过汇流排或转接端子排实现多点连接。

1.8.5 功能说明

1.8.5.1 测量数据输出格式

LK430 模块每个通道的测量数据用 2 个字节的正整数（十进制 0~65535）表示，有两种组态可选的输出格式：输出电阻值代码或输出温度值代码。测量数据和物理量之间的转换公式如下：

- 组态选择输出电阻值：

电阻值（ Ω ）=（阻值代码/65535） $\times$ 满量程电阻值+量程内最小可测量电阻值；其中，满量程电阻值等于量程范围内，最大可测量电阻减最小可测量电阻。例如表 136 中，Cu50 最大可测量电阻范围 1~121.75 Ω ，则满量程电阻值=121.75-1=120.75。

- 组态选择输出温度值：

温度值（摄氏度或华氏度）=（温度代码-10000）/10。

通过参数 **Data Format** 选择测量数据的输出格式，默认温度代码。用户在编程软件 **Safety FA-AutoThink** 中根据转换公式做简单运算后，即可得到现场实际的温度值或电阻值。

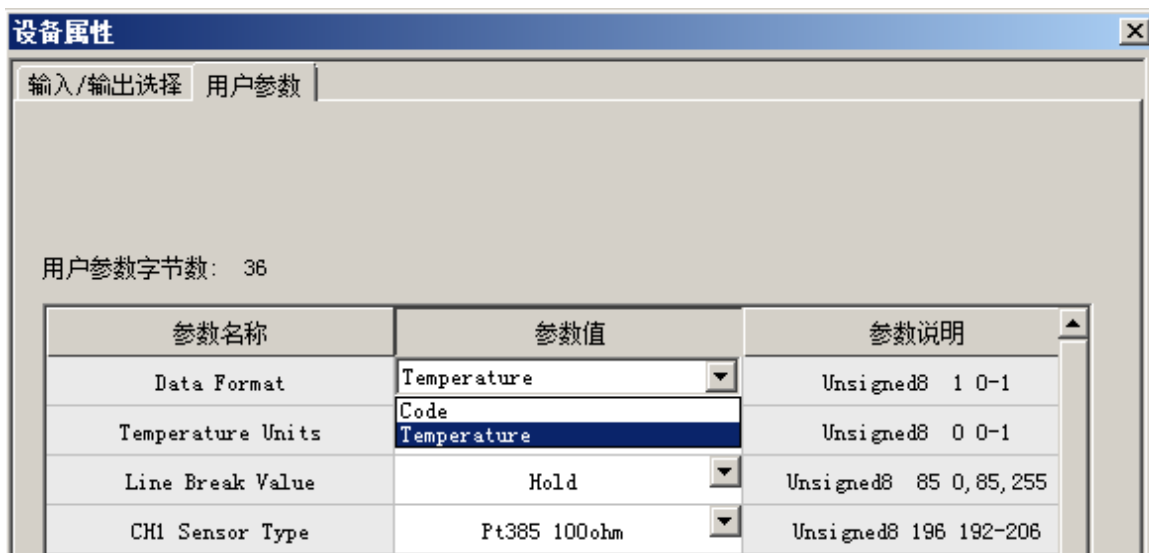


图 194 LK430 输出数据格式选择

1.8.5.2 测量范围

LK430 支持的各种标准热电阻及其测量范围如表 136 所示。

表 136 LK430 支持的标准热电阻及测量范围一览表

热电阻类型	热电阻测温范围 (°C)	热电阻对应的阻值范围 (Ω)	量程代号	最大可测量阻值范围 (Ω)
Copper427 10 Ω	-200°C~260°C	3.69980~21.1574	192	1~121.75
Chinese_Cu 50 Ω	-50°C~150°C	39.243~82.136	193	
Nikel618 100 Ω	-60°C~250°C	69.5204~343.584	194	1~487
Nikel618 120 Ω	-60°C~250°C	83.4245~412.301	195	
Platinum385 100 Ω	-200°C~870°C	18.5201~396.311	196	
Platinum3916 100 Ω	-200°C~630°C	16.9960~327.744	197	
Nikel618 200 Ω	-60°C~250°C	139.041~687.168	198	2~1000
Nikel672 120 Ω	-80°C~320°C	66.6000~568.407	199	
Platinum385 200 Ω	-200°C~870°C	37.0402~792.622	200	
Platinum3916 200 Ω	-200°C~630°C	33.992~655.488	201	
Nikel618 500 Ω	-60°C~250°C	347.602~1717.92	202	4~2000
Platnium385 500 Ω	-200°C~870°C	92.6005~1981.56	203	
Platnium3916 500 Ω	-200°C~630°C	84.98~1638.72	204	
Platnium385 1000 Ω	-200°C~870°C	185.201~3963.11	205	8~4020
Platnium3916 1000 Ω	-200°C~630°C	169.960~3277.44	206	



- 当用到一个上表中没有的特殊类型电阻时，选择测量数据输出格式为电阻值，就可以实现测量。量程组态时选择上表中一个与该特殊电阻阻值范围相近的标准热电阻作为代用量程。比如：有一个阻值为 350Ω 的电阻需要测量，这时可以选择 Ni618 100Ω、Ni618 120Ω、Pt385 100Ω 或 Pt3916 100Ω 中之一作为代用量程。

1.8.6 诊断说明

LK430 模块可进行超限和断线诊断，这些诊断都属于通道诊断。调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDP SlaveState）后，上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData22 中。

LK430 相关诊断区 22 个字节。其中，2 字节设备相关诊断，2 字节标识号诊断和 18 字节通道诊断。LK430 有 6 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDP SlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData22 诊断信息说明：

表 137 输出参数 DiagData1~ DiagData22 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData2	BYTE	设备诊断信息 设备诊断数据为 0x02, 0x00 表示当前设备无任何故障 设备诊断数据为 0x02, 0x01 表示当前设备有通道故障 设备诊断数据为 0x02, 0x02 表示当前参数读取错误 设备诊断数据为 0x02, 0x03 表示当前设备有通道故障并且参数读取错误
DiagData3~ DiagData4	BYTE	识别号诊断信息 当有诊断信息上报时，2 字节识别号诊断信息为 0x42, 0x01
DiagData5~ DiagData7	BYTE	通道 1 诊断信息 通道诊断信息如表 138 所示
DiagData8~ DiagData10	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData20~ DiagData22	BYTE	通道 6 诊断信息

表 138 LK430 的通道诊断信息说明

诊断信息					含义	
位		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4~ Bit0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值 128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号 1~6 十进制在线值 64~69
第三字节	通道数据类型/故障类型	101（字）			6	断线，十进制在线值 166
					7	超上限，十进制在线值 167

诊断信息				含义
			8	超下限，十进制在线值 168
			0	通道故障恢复，十进制在线值 160

示例：

通道诊断数据为 0x80, 0x41, 0xA6 表示通道 2 有断线故障。

通道诊断数据为 0x80, 0x45, 0xA7 表示通道 6 有超上限报警。

通道诊断数据为 0x80, 0x42, 0xA8 表示通道 3 有超下限报警。

通道诊断数据为 0x80, 0x43, 0xA0 表示通道 4 故障恢复。

1.8.6.1 超限报警

LK430 模块具有超限报警功能。在所选定的量程范围之内，用户可自行设定输入信号的报警上限和报警下限。当输入信号超出限定的范围，即高于报警上限或低于报警下限时，通道诊断字节上报超限；当信号恢复至限定范围内时，上报故障恢复。

对于 LK430 能测量的各种标准热电阻，如表 136 所示，LK430 均可支持超限报警功能；对于其它特殊的非标热电阻或电阻测量，LK430 不支持超限报警。

对于标准热电阻，无论 LK430 的输出数据格式是选择温度值还是电阻值，组态时超限报警的报警上限设定和报警下限设定均设定为代表温度值的正整数代码，该报警上下限温度代码计算公式如下：

■ 报警上限代码=报警上限温度值×10+10000

■ 报警下限代码=报警下限温度值×10+10000

报警上限温度和报警下限温度的温度单位（摄氏度或华氏度），要与模块选用的温度单位(通过参数 **Temperature Units** 选择，默认摄氏度)保持一致。

报警上限、报警下限设定范围：6720~25980，且报警上限必须大于报警下限，否则 LK430 不能正确上报诊断信息。

LK430 模块只在超限发生和超限恢复时分别上报一次诊断数据。LK430 模块是否进行超限报警、各个通道的报警上限和报警下限，组态可选。

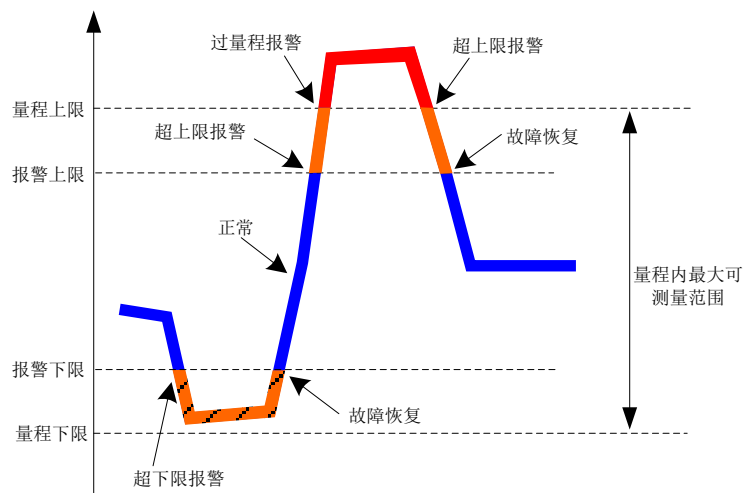


图 195 LK430 超限报警示意图

LK430 组态成不同的测量数据格式，发生超限时模块的诊断处理方式有所不同，如表 139 所示。信号恢复至正常范围内，通道诊断区上报 0xA0。

表 139 LK430 超限报警的处理方式

测量数据格式	超限类型	超限处理
输出温度值	超上限	通道诊断区上报故障值 0xA7 ≤量程上限，通道测量数据上报当前温度值代码 >量程上限，通道测量数据上报量程内允许测量最大温度值代码
	超下限	通道诊断区上报故障值 0xA8 ≥量程下限，通道测量数据上报当前温度值代码 <量程下限，通道测量数据上报量程内允许测量最小温度值代码
输出电阻值	超上限	通道诊断区上报故障值 0xA7 ≤量程上限，通道测量数据上报当前电阻值代码 >量程上限，通道测量数据上报 0xFFFF
	超下限	通道诊断区上报故障值 0xA8 ≥量程下限，通道测量数据上报当前电阻值代码 <量程下限，通道测量数据上报 0x0000

1.8.6.2 断线检测

LK430 模块具有断线检测功能，输入通道的任意一根信号线缆脱落，模块向控制器发送断线报警。

当某个通道发生断线时：

- 通道诊断区上报故障值 0xA6。
- 通道测量数据上报组态选定值。选择不同的数据格式，发生断线时上报的通道测量数据不同，如表 140 所示。

断线恢复后，通道诊断区上报 0xA0。LK430 模块只在发生断线和断线恢复时分别上报一次诊断数据。

表 140 断线时通道上报数据说明

用户参数		测量数据说明
Data Format (数据格式)	Line Break Value (断线上报值)	
Code	0x0000	通道测量数据上报 0x0000
	0xFFFF	通道测量数据上报 0xFFFF
	Hold (默认)	通道测量数据保持断线前的正常数据
Temperature	0x0000	以通道 1 为例, 端子 1、3 和 5: 1 端或/和 3 端断线, 通道测量上报量程范围内最小温度码值
	0xFFFF	5 端断线, 通道测量数据上报量程范围内最大温度码值
	Hold (默认)	通道测量数据保持断线前的正常数据

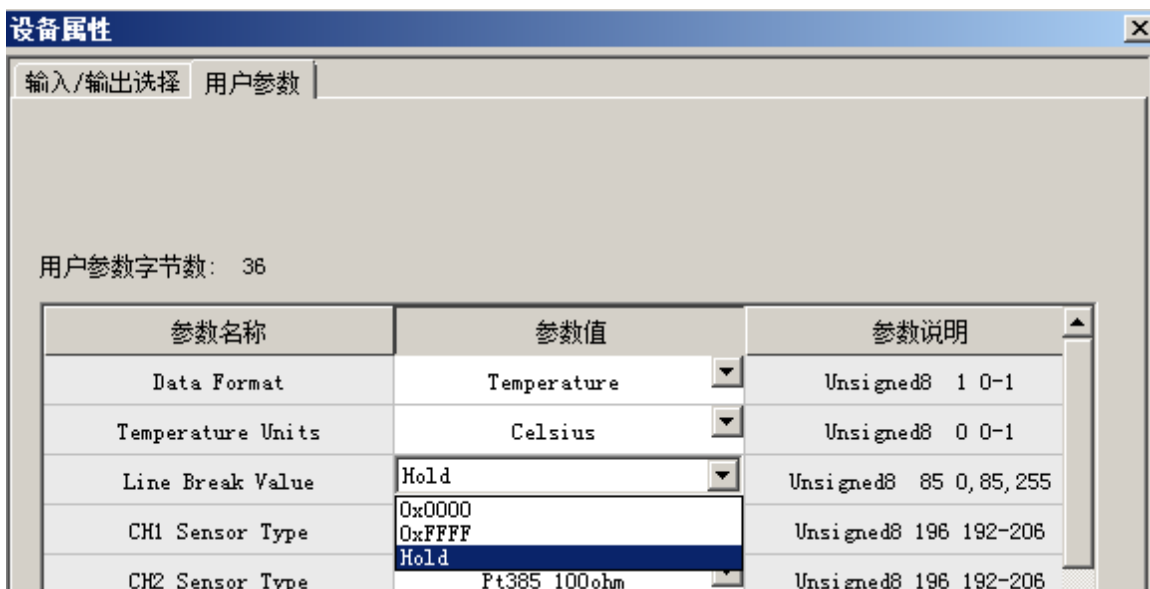


图 196 LK430 断线检测参数设置

1.8.7 参数说明

LK430 模块的用户参数长度为 36 个字节。

表 141 LK430 用户参数一览表

参数名称	参数含义	可选值	默认值
Data Format	模块 6 通道测量数据输出格式选择	0=Code, 上报电阻码值 1=Temperature, 上报温度码值	1
Temperature Units	模块测量温度的温标选择	0=Celsius, 摄氏温标 1=Fahrenheit, 华氏温标	0
Line Break Value	断线报警通道数据上报码值选择	0=0x0000 85=Hold, 断线保持 255=0xFFFF 详细说明参见章节 1.8.6.2 断线检测	85
CH1 Sensor Type	第 1 通道~第 6 通道热电	192=Cu427:10 Ω	196

参数名称	参数含义	可选值	默认值
CH2 Sensor Type	阻类型选择	193=Chinese_Cu:50 Ω 194=Ni618:100 Ω 195=Ni618:120 Ω 196=Pt385:100 Ω 197=Pt3916:100 Ω 198=Ni618:200 Ω 199=Ni672:120 Ω 200=Pt385:200 Ω 201=Pt3916:200 Ω 202=Ni618:500 Ω 203=Pt385:500 Ω 204=Pt3916:500 Ω 205=Pt385:1000 Ω 206=Pt3916:1000 Ω	
CH3 Sensor Type			
CH4 Sensor Type			
CH5 Sensor Type			
CH6 Sensor Type			
CH6 Sensor Type			
CH1 Digital Filter	数字滤波使能	0=None, 不滤波 1=8 Points, 滤波 (选用最新 8 个历史数据)	0
CH2 Digital Filter			
CH3 Digital Filter			
CH4 Digital Filter			
CH5 Digital Filter			
CH6 Digital Filter			
CH1 Upper Limit Exceeded Alarm	第 1 通道~第 6 通道超上限、超下限报警使能	0=Disable, 不使能 1=Enable, 使能	0
CH1 Lower Limit Exceeded Alarm			
CH2 Upper Limit Exceeded Alarm			
CH2 Lower Limit Exceeded Alarm			
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm			
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm			
CH4 Upper Limit Exceeded Alarm			
CH4 Lower Limit Exceeded Alarm			
CH5 Upper Limit Exceeded Alarm			
CH5 Lower Limit Exceeded Alarm			
CH6 Upper Limit Exceeded Alarm			
CH6 Lower Limit Exceeded Alarm			
CH1 Upper Limit Value	第 1 通道~第 6 通道报警上限、报警下限设置	报警下限范围: 6720~25980; 报警上限范围: 6720~25980; 报警限值的设定和计算参见章节 1.8.6.1 超限报警	报警下限: 8000 报警上限: 18700
CH1 Lower Limit Value			
CH2 Upper Limit Value			
CH2 Lower Limit Value			
CH3 Upper Limit Value			
CH3 Lower Limit Value			
CH4 Upper Limit Value			
CH4 Lower Limit Value			
CH5 Upper Limit Value			
CH5 Lower Limit Value			

参数名称	参数含义	可选值	默认值
CH6 Upper Limit Value			
CH6 Lower Limit Value			
CH7 Upper Limit Value			
CH7 Lower Limit Value			
CH8 Upper Limit Value			
CH8 Lower Limit Value			
CH1 Line Break Alarm	第 1 通道~第 6 通道断线报警使能	0=Disable, 不使能 1=Enable, 使能	0
CH2 Line Break Alarm			
CH3 Line Break Alarm			
CH4 Line Break Alarm			
CH5 Line Break Alarm			
CH6 Line Break Alarm			
CH7 Line Break Alarm			
CH8 Line Break Alarm			



- 温度换算值，采用模块组态选定的温标。报警上限必须大于报警下限。

1.8.8 技术指标

LK430 6 通道热电阻型模拟量输入模块			
系统电源			
电源电压	24VDC(-15%~+20%)		
功耗	65 mA max.@24 VDC		
输入通道			
通道数	6 通道		
测量方法	3 线制热电阻输入，三线接法，恒流源测量法		
热电阻类型及测温精度	热电阻类型代号	测温范围	绝对误差
	Copper427: 10 Ω	-200℃~260℃	1.4℃
	Chinese_Cu: 50 Ω	-50℃~150℃	0.6℃
	Nickel618: 100 Ω/120 Ω/200 Ω/500 Ω	-60℃~250℃	0.9℃
	Nickel672: 120 Ω	-80℃~320℃	1.4℃
	Platinum385: 100 Ω/200 Ω/500 Ω/1000 Ω	-200℃~870℃	1.3℃
	Platinum3916: 100 Ω/200 Ω/500 Ω/1000 Ω	-200℃~630℃	1.3℃
电阻测量范围	1~4020 Ω		
电阻测量精度	0.1% F.S.@25℃		

LK430 6 通道热电阻型模拟量输入模块	
采样周期（全通道扫描时间） 测量数据为电阻值 测量数据为温度值	最大 1.5 s 最大 2 s
差模抑制比	60 dB
共模抑制比	100 dB
温漂	±50 ppm/°C
校准精度	0.05%电阻满量程
校准周期	12 个月
现场与系统间隔离电压	500 VAC@1 min, 漏电流 5 mA
上传数据格式（0~65535）	
组态选择上传阻值	65535×(电阻值-量程内最小可测电阻值)/满量程电阻值
组态选择上传温度	采集温度×10+10000
故障诊断与热插拔	
诊断功能 断线检测 超限报警	发生断线故障，诊断字节上报 0xA6，通道测量数据上报值组态可选信号范围超过报警上限/报警下限，诊断字节上报 0xA7/0xA8
热插拔	支持
物理特性	
防混销	A2
安装	扩展背板
模块尺寸（W*H*D）	35 mm×100 mm×100 mm
外壳防护等级	IEC60529 IP20
重量	180 g

1.9 LK441 8 通道热电偶型模拟量输入模块

1.9.1 基本特征

- 8 通道热电偶或毫伏输入
- 热电偶类型：B、E、J、K、R、S、T、N、C
- 毫伏信号范围：-12~32mV/-12~78mV
- 热电偶信号类型直接上报温度值
- RTD 冷端温度补偿
- 超限报警
- 超量程报警
- 断线报警

- 系统与现场隔离
- 现场校准功能
- 支持热插拔

1.9.2 原理说明

LK441 模块的 24 VDC 系统电源经过隔离 DC/DC 输出 2.5 VDC 给接口电路供电，接口电路与系统间采用光耦隔离，实现系统对现场通道的电气隔离。现场信号经 A/D 转换器转换成数字信号后经过光电隔离，由模块内的微处理器读取，再通过 Profibus-DP 总线上报给控制器。

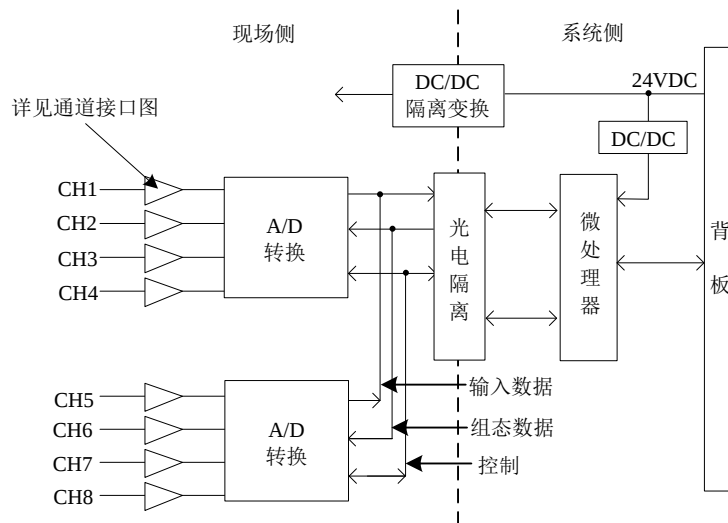


图 197 LK441 内部结构框图

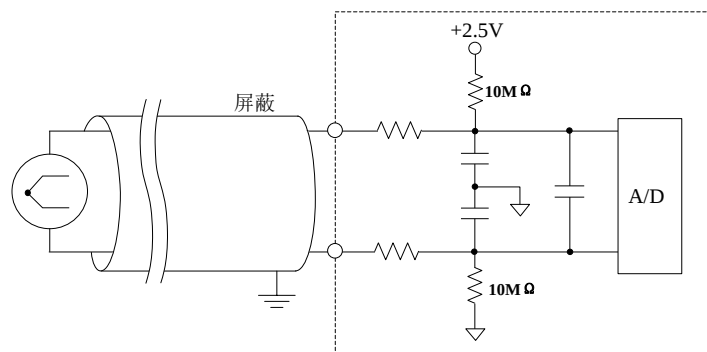


图 198 LK441 通道接口电路图

1.9.3 状态指示灯

模块的前面板上有两个状态指示灯：绿色的 RUN 灯和黄色的 CAL 灯。RUN 灯是运行指示灯，指示模块与控制器的通讯状态。CAL 是校准指示灯，指示模块的校准进程。

LK441 模块支持现场校准，指示灯在运行模式和校准模式下的含义不同。

表 142 LK441 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯 (绿)	亮	通讯已建立, 模块正常工作
	闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电
CAL 校准指示灯 (黄)	亮	校准检验模式中, 并且正在校准检验
	闪	校准检验模式中, 但没有实施校准或检验
	灭	未上电或通讯未建立或模块没有进入校准检验模式

■ 运行模式

- ☐ 刚上电时, 模块等待初始化数据, 绿灯闪烁, 闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后, 模块正常运行, 绿灯常亮; 若初始化数据有误, 则无法建立通讯, 绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数设定是否正确。
- ☐ 模块正常工作时绿灯常亮, 通讯中断, 绿灯闪烁; 通讯重新建立后, 绿灯重新常亮。
- ☐ 模块运行模式, 黄灯常灭。

表 143 运行模式下 LK441 指示灯的定义

运行模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	灭	通讯已建立, 模块正常工作

■ 校准模式

- ☐ 刚上电时, 模块等待初始化数据, 绿灯闪烁, 闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后, 绿灯常亮; 若初始化数据有误无法建立通讯, 则绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数 (通讯速率, 通讯站号) 设定是否正确。
- ☐ 初始化完成后, 没有实施校准检验, 模块等待校准检验命令, 黄灯闪烁, 闪烁频率 4 次/秒; 当校准检验程序开始运行, 模块正在校准检验时, 黄灯常亮; 校准检验结束后, 黄灯重新闪烁。
- ☐ 校准检验过程中绿灯保持常亮。若通讯中断, 绿灯闪烁; 通讯重新建立后, 绿灯重新常亮。
- ☐ 通讯未建立或通讯中断时, 黄灯灭。

表 144 校准模式下 LK441 指示灯的定义

校准模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	亮	正在进行校准检验
		闪	没有进行校准检验或校准检验已完成

1.9.4 接线说明

LK441 模块安装在扩展背板上。

表 145 LK441 背板接线端子的定义

通道号	端子序号	
	TC/毫伏信号输入正端	TC/毫伏信号输入负端
1	01	02
2	03	04
3	05	06
4	07	08
5	09	10
6	11	12
7	13	14
8	15	16
冷端补偿通道	连接 RTD 测温元件	
9	17	18

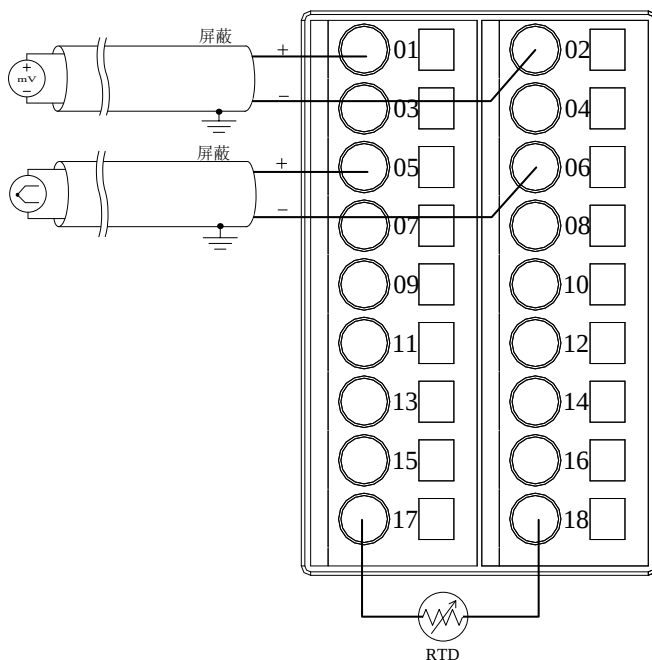


图 199 LK441 背板端子接线图

接线时，需要注意以下几点：

- 双排 18 位接线端子固定在背板上，位于 LK441 模块安装位的正下方。
- 现场每路热电偶或毫伏信号分别用两根导线（屏蔽线缆）连接到端子上。

- 奇数端子接热电偶/毫伏信号正端；偶数端子接热电偶/毫伏信号负端。
- 若采用设定冷端温度补偿，第 17、18 端子不用。

1.9.5 功能说明

1.9.5.1 测量数据输出格式

LK441 可与 B、E、J、K、R、S、T、N、C 型热电偶元件相连采集现场温度信号，也可采集-12~78 mV 或-12~+32 mV 范围内的毫伏电压信号。

LK441 上报控制器的每个通道的测量数据用 2 个字节的正整数（十进制 0~65535）代码表示。针对不同的量程，测量数据的输出格式不同。毫伏量程输出现场信号对应的毫伏代码，热电偶量程输出现场信号对应温度代码。测量数据和物理量之间的转换公式如下：

- 组态选择毫伏量程：毫伏值 $mV = (\text{毫伏代码} / 65535) \times \text{量程} - 12$ ，其中，对-12~78 mV 档，量程 = 90 mV，对-12~32 mV 档，量程 = 44 mV。
- 组态选择热电偶量程：温度值（摄氏度或华氏度） = $(\text{温度代码} - 10000) / 10$ 。

对于毫伏量程，可在编程软件 Safety FA-AutoThink 中调用模拟量处理指令库中的功能块 HEX_ENGIN，将 2 字节的毫伏码值转换成工程量数据。对于热电偶量程，根据上述公式做简单运算后即可得到实际温度值。

1.9.5.2 冷端补偿

LK441 可采用如下两种方法进行冷端补偿，两种补偿方法均要求 LK441 组态成热电偶量程，向控制器上报的测量数据表示温度值（即上报温度代码）。

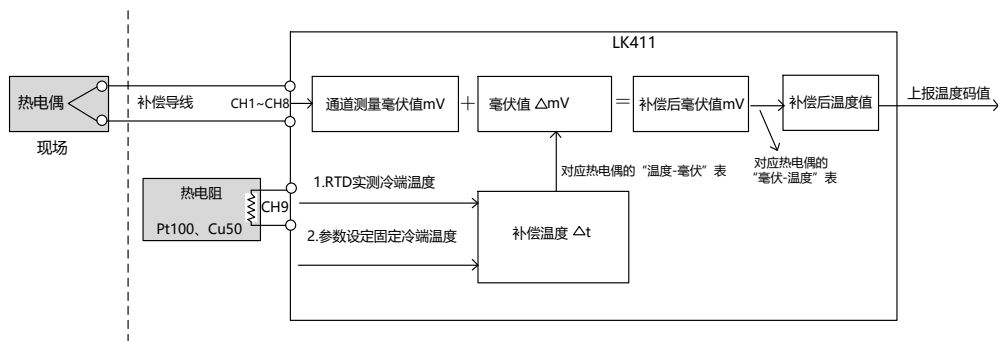


图 200 LK441 冷端温度补偿框图

■ RTD 测定冷端温度补偿

每个 LK441 用一个 RTD 测温元件测出热电偶冷端处的实际温度，自动通过对应热电偶的“温度→毫伏”表，查出此冷端温度值所对应的毫伏值，然后将此冷端毫伏值与 LK441 的通道毫伏测量值相加，得到补偿后的实际毫伏值，再根据补偿后的毫伏值查“毫伏→温度”表，得到热电偶现场端的实际温度值，最后上报此测量温度的代码给控制器。具体补偿算法在 LK441 中自动完成，控制器直接得到补偿后的温度。

LK441 的外接 RTD 测温元件占用内部的第 9 通道，该 RTD 允许使用 Chinese_Cu50 ohm、Pt385 100 ohm 以及 Pt3916 100 ohm 三种热电阻，冷端温度补偿范围 0~60℃。推荐使用 Pt385 100 ohm 或 Pt3916 100 ohm。热电阻的安装位置要尽量靠近热电偶冷端处（即靠近 LK441 出线端子处）。

采用 RTD 测温法进行冷端自动补偿的组态设置步骤如下：

第1步对应通道的冷端补偿使能参数 CHn Cold Junction Compensation 选择 Enable，使能该通道的冷端温度补偿功能。

第2步冷端补偿方式参数 Cold Junction Comp.Source 选择 RTD。

第3步RTD 测温元件参数 **Cold Junction Comp.RTD Type** 选择连接的热电阻类型 Chinese_Cu 50 ohm、Pt385 100 ohm 或 Pt3916 100 ohm。

RTD 测温通道是否断线检测，通过参数 **RTD Line Break Alarm** 选择，默认不使能。断线检测使能后，若 RTD 测温通道（第 9 通道）发生断线，通道数据保持断线前的正常数据，通道诊断上报断线故障值 0xA6。

■ 设定冷端温度补偿

在补偿动态精度要求不高或冷端环境温度变化不大的情况下，冷端的温度也可在组态中预先输入设定，并固定不变，LK441 根据此设定冷端温度进行补偿。

LK441 自动通过对应的热电偶的“温度→毫伏”表，查出设定的冷端温度所对应的毫伏值，然后将此冷端毫伏值与 LK441 的毫伏测量值相加，得到补偿后的实际毫伏值，再根据补偿后的毫伏值查“毫伏→温度”表，得到热电偶现场端的实际温度值，最后上报此测量温度的代码给控制器。具体补偿算法在 LK441 中自动完成，控制器直接得到补偿后的温度。

采用设定冷端温度进行冷端补偿的组态设置步骤如下：

第1步对应通道的冷端补偿使能参数 CHn Cold Junction Compensation 选择 Enable，使能该通道的冷端温度补偿功能。

第2步冷端补偿方式参数 Cold Junction Comp.Source 选择 **Cold Junction Offset**。

第3步在冷端温度补偿值参数 **Cold Junction Compensation Value** 中填入温度补偿值，温度补偿值=补偿温度×10。

补偿温度的温标要与 LK441 模块选用的温标（Temperature Units）一致。温标为摄氏度时，冷端温度补偿范围 0~60℃，对应温度补偿值 0~600。温标为华氏度时，冷端温度补偿范围 32~140°F，对应温度补偿值 320~1400。

1.9.6 诊断说明

LK441 模块可进行超量程、超限和断线诊断，这些诊断都属于通道诊断。调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDP SlaveState）后，上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData31 中。

LK441 相关诊断区 31 个字节。其中，2 字节设备相关诊断，2 字节标识号诊断和 27 字节通道诊断。LK441 有 9 个通道，前 8 通道为热电偶或毫伏信号输入，第 9 通道为冷端补偿端。每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDP SlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData31 诊断信息说明：

表 146 输出参数 DiagData1~ DiagData31 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData2	BYTE	设备诊断信息 设备诊断数据为 0x02, 0x00 表示当前设备无任何故障 设备诊断数据为 0x02, 0x01 表示当前

输出参数	数据类型	参数说明
		设备有通道故障 设备诊断数据为 0x02, 0x02 表示当前设备有校验和故障 设备诊断数据为 0x02, 0x03 表示当前设备既有通道故障又有校验和故障
DiagData3~ DiagData4	BYTE	识别号诊断信息 当有诊断信息上报时, 2 字节识别号诊断信息为 0x42, 0x01
DiagData5~ DiagData7	BYTE	通道 1 诊断信息 通道诊断信息如表 147 所示
DiagData8~ DiagData10	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData29~ DiagData31	BYTE	通道 9 诊断信息

表 147 LK441 的通道诊断信息说明

诊断信息						含义
位		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4~ Bit0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值 128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号 十进制在线值 64~72
第三字节	通道数据类型/故障类型	101（字）			2	欠量程，十进制在线值 162
					3	过量程，十进制在线值 163
					6	断线，十进制在线值 166
					7	超上限，十进制在线值 167
					8	超下限，十进制在线值 168
					0	通道故障恢复，十进制在线值 160

示例:

通道诊断数据为 0x80, 0x40, 0xA2 表示通道 1 有欠量程报警。

通道诊断数据为 0x80, 0x41, 0xA3 表示通道 2 有过量程报警。

通道诊断数据为 0x80, 0x42, 0xA6 表示通道 3 有断线报警。

通道诊断数据为 0x80, 0x43, 0xA7 表示通道 4 超上限报警。

1.9.6.1 可选的报警功能

LK441 模块的各个量程提供的报警功能有所不同, 如表 148 所示。

表 148 不同量程下 LK441 报警功能列表

量程范围	热电偶类型	内部量程代号	报警类型
-12 mV~78 mV	—	13	超限报警 超量程报警

量程范围	热电偶类型	内部量程代号	报警类型
-12 mV~32 mV	—	14	超限报警 超量程报警
300~1820°C	B 型	207	超限报警 断线报警
0~1725°C	C 型	208	超限报警 超量程报警
0~2315°C	C 型	209	超限报警 断线报警
-270~415°C	E 型	210	超限报警 超量程报警
-270~1000°C	E 型	211	超限报警 断线报警
-210~550°C	J 型	212	超限报警 超量程报警
-210~1200°C	J 型	213	超限报警 断线报警
-270~725°C	K 型	214	超限报警 超量程报警
-270~1372°C	K 型	215	超限报警 断线报警
-270~840°C	N 型	216	超限报警 超量程报警
-270~1300°C	N 型	217	超限报警 断线报警
-50~1768°C	R 型	218	超限报警 断线报警
-50~1768°C	S 型	219	超限报警 断线报警
-270~400°C	T 型	220	超限报警 断线报警

说明：当使用热电偶量程时，同一种热电偶若有两个温度范围可选，比如 C 型热电偶，有 0~1725°C 和 0~2315°C 两个量程档。当组态为较小温度范围时，比如 C 型热电偶选择 0~1725°C 量程，模块不直接提供断线检测功能，但如果断偶故障发生，会导致通道报超量程报警。在这种情形下，如果收到超量程报警，通道可能是超量程，也可能是断偶。

1.9.6.2 超量程报警

LK441 模块具有超量程报警功能。输入信号超出所选定的量程范围，对于热电偶，也就是超过了该热电偶所选温度范围对应的毫伏值。通道诊断字节上报超量程；当信号恢复至量程范围内时，上报故障恢复。

LK441 模块并不是所有的量程都有超量程报警功能。各个量程所支持的不同报警类型参见章节 [1.9.6.1 可选的报警功能](#)。

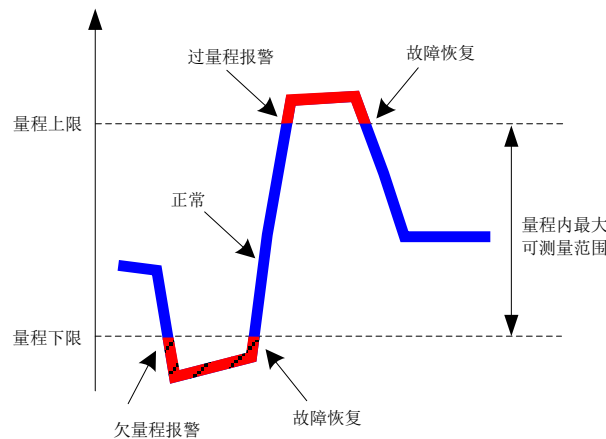


图 201 LK441 超量程报警示意图

根据所选量程不同，发生超量程时模块的诊断处理方式也有所不同，如表 149 所示。信号恢复至正常范围内，通道诊断字节上报 0xA0。

LK441 模块只在超量程发生和恢复时分别上报一次诊断数据。

表 149 LK441 超量程报警的处理方式

量程类型	超量程类型	超量程处理
热电偶	过量程	1.通道诊断区上报故障值 0xA3 2.通道测量数据上报量程范围内最大温度码值
	欠量程	1.通道诊断区上报故障值 0xA2 2.通道测量数据上报量程范围内最小温度码值
毫伏信号	过量程	1.通道诊断区上报故障值 0xA3 2.通道测量数据上报 0xFFFF
	欠量程	1.通道诊断区上报故障值 0xA2 2.通道测量数据上报 0x0000

1.9.6.3 超限报警

LK441 模块具有超限报警功能，可根据不同工业现场灵活设定报警界线，检测现场温度信号变化，及时发出超限警报，很好的提升了工业控制的安全性。

在所选定的量程范围之内，用户可自行设定输入信号的报警上限和报警下限。当输入信号超出限定的范围，即高于报警上限或低于报警下限时，通道诊断字节上报超限故障；当信号恢复至限定范围内时，上报故障恢复。

LK441 模块是否进行超限报警、各个通道的报警上限和报警下限，组态可选，默认不使能超限报警功能。用户参数中设定的报警限值为 16 位正整数代码，分温度代码（量程选热电偶时）和毫伏值代码（量程选毫伏时），换算公式如表 150 所示。

表 150 LK441 报警限值代码的计算

量程类型	报警上限（十进制）	报警下限（十进制）
热电偶	上限温度值×10+10000	下限温度值×10+10000

量程类型	报警上限（十进制）	报警下限（十进制）
-12 mV~78 mV	$65535 \times (\text{上限毫伏值} + 12) / 90$	$65535 \times (\text{下限毫伏值} + 12) / 90$
-12 mV~32 mV	$65535 \times (\text{上限毫伏值} + 12) / 44$	$65535 \times (\text{下限毫伏值} + 12) / 44$

对于热电偶信号，报警上限温度和报警下限温度的温度单位（摄氏度或华氏度）要与模块选用的温度单位（通过参数 **Temperature Units** 选择，默认摄氏度）保持一致。

报警下限范围 0~65534，默认 0；报警上限范围：1~65535，默认 65535。报警上限温度必须大于报警下限温度，否则 LK441 模块不能正确上报诊断信息。

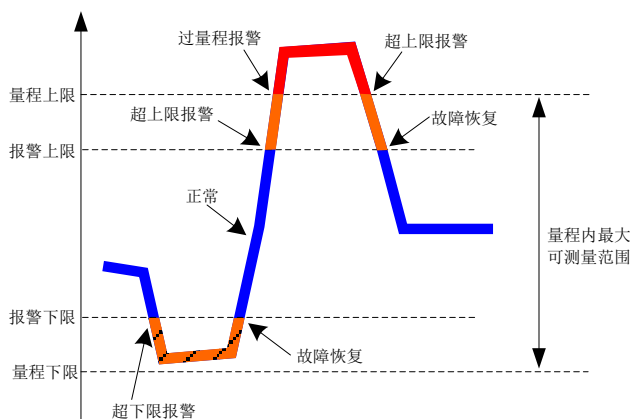


图 202 LK441 超限报警示意图

根据所选量程不同，发生超限时模块的诊断处理方式也有所不同，如表 151 所示。信号恢复至正常范围内，通道诊断区上报 0xA0。

LK441 模块只在发生超限和超限恢复时分别上报一次诊断数据。

表 151 LK441 超限报警的处理方式

量程类型	超限类型	超限处理
热电偶	超上限	1.通道诊断区上报故障值 0xA7 2.通道测量数据上报当前温度代码
	超下限	1.通道诊断区报故障值 0xA8 2.通道测量数据上报当前温度代码
毫伏信号	超上限	1.通道诊断区上报故障值 0xA7 2.通道测量数据上报当前毫伏代码
	超下限	1.通道诊断区上报故障值 0xA8 2.通道测量数据上报当前毫伏代码

对于既有超量程报警又有超限报警的量程档，当超限使能且和超量程同时发生时，LK441 模块只上报超量程。

1.9.6.4 断线检测

LK441 模块在信号输入端接有 10 MΩ 上拉电阻，用来对通道进行断线检测。

当输入通道信号连接出现断线时，通道正端电压上拉到+2.5 V，通道负端电压下拉到 GND，AD 转换器输入端的压差达到最大值。通道诊断区上报断线故障；断线恢复后，通道诊断区上报故障恢复。

对于热电偶量程，并不是所有的量程都有断线检测功能，参见章节 1.9.6.1 可选的报警功能。对于毫伏信号量程，LK441 模块不支持断线检测。

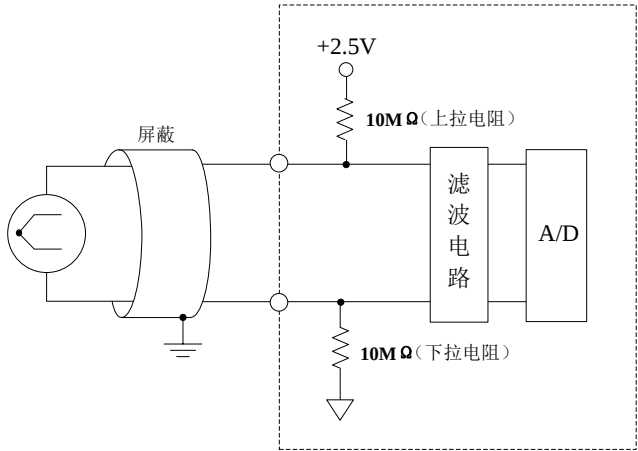


图 203 LK441 断线检测原理图

当某个测量通道热电偶信号发生断线时：

- 该通道诊断区上报断线故障值 0xA6。
- 该通道测量数据保持断线前的数据或上报量程范围内最大温度码值，组态可选。
- 断线恢复后，通道诊断区上报 0xA0。

当 RTD 测温通道发生断线时：

- 第 9 通道诊断区（ChDiag.Module.Channel[9].Error）上报断线故障值 0xA6。
- 测温通道保持断线前的数据。
- 断线恢复后，第 9 通道诊断区上报 0xA0。

1.9.7 参数说明

用户参数用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改。用户参数不支持在线更改，修改后需要全下装才能生效。

LK441 用户参数长度为 49 个字节。

表 152 LK441 用户参数一览表

参数名称	参数含义	参数取值
Temperature Units	热电偶温标选择	0: Celsius, 摄氏温标（默认） 1: Fahrenheit, 华氏温标
Filter Mode	硬件滤波模式选择	0: No Filter, 无滤波，全通道扫描时间 85 ms 1: 10Hz Filter, 10 Hz 滤波，全通道扫描时间 1500 ms 2: 50Hz Filter, 50 Hz 滤波，全通道扫描时间 490 ms（默认）

参数名称	参数含义	参数取值
		3: 60Hz Filter, 60 Hz 滤波, 全通道扫描时间 420 ms 4: 400H Filter, 400 Hz 滤波, 全通道扫描时间 85 ms
TC Line Break Value	热电偶断线通道上报值选择	0: Hold, 上报断线前的正常值（默认） 1: Rang Maximum Value, 上报量程最大值
CH1 Input Range	通道 1 量程 ³ 选择	13: -12 mV~+78 mV（默认） 14: -12 mV~+32 mV
CH2 Input Range	通道 2 量程选择	207: B 型热电偶, 300~1820℃
CH3 Input Range	通道 3 量程选择	208: C 型热电偶, 0~1725℃
CH4 Input Range	通道 4 量程选择	209: C 型热电偶, 0~2315℃
CH5 Input Range	通道 5 量程选择	210: E 型热电偶, -270~415℃
CH6 Input Range	通道 6 量程选择	211: E 型热电偶, -270~1000℃
CH7 Input Range	通道 7 量程选择	212: J 型热电偶, -210~550℃
CH8 Input Range	通道 8 量程选择	213: J 型热电偶, -210~1200℃
		214: K 型热电偶, -270~725℃
		215: K 型热电偶, -270~1372℃
		216: N 型热电偶, -270~840℃
		217: N 型热电偶, -270~1300℃
		218: R 型热电偶, -50~1768℃
		219: S 型热电偶, -50~1768℃
		220: T 型热电偶, -270~400℃
CH1 Cold Junction Compensation	通道 1 冷端补偿使能 ⁴	0: Disable, 不使能（默认） 1: Enable, 使能
CH2 Cold Junction Compensation	通道 2 冷端补偿使能	
CH3 Cold Junction Compensation	通道 3 冷端补偿使能	
CH4 Cold Junction Compensation	通道 4 冷端补偿使能	
CH5 Cold Junction Compensation	通道 5 冷端补偿使能	
CH6 Cold Junction Compensation	通道 6 冷端补偿使能	
CH7 Cold Junction Compensation	通道 7 冷端补偿使能	
CH8 Cold Junction Compensation	通道 8 冷端补偿使能	
Cold Junction Comp. Source	冷端补偿方式选择	0: RTD, 第 9 通道 RTD 测量冷端温度补偿（默认） 1: Cold Junction Offset, 固定冷端温度补偿
Cold Junction Comp. RTD Type	RTD 测温元件类型选择	0: 选用 Chinese_Cu50 ohm（默认） 1: 选用 Pt385 100 ohm 2 选用 Pt3916 100 ohm
RTD Line Break Alarm	RTD 断线报警使能	0: Disable, 不使能（默认） 1: Enable, 使能
Cold Junction Compensation Value	设定冷端温度补偿值	温标为摄氏度, 取值范围: 0~600（表示 0~60℃） 温标为华氏度, 取值范围: 320~1400（表示 32~140

³各通道量程选择互不干扰, 可以分别为不同的量程。电压量程, 通道上报毫伏信号对应的码值; 温度量程, 通道上报热电偶当前温度对应的码值。

⁴使能冷端补偿后, 要随之选择补偿方式, 固定值补偿或者外接 RTD 测温补偿。如果是 RTD 补偿, 还要选择测温元件, 是 Cu50 还是 Pt100; 如果是固定温度补偿, 则要设定冷端温度补偿值。

参数名称	参数含义	参数取值
		°F) 补偿值=补偿温度×10，默认为 0
CH1 Digital Filter	通道 1 软件滤波选择 ⁵	0: None, 不采用软件滤波（默认） 1: 3 Points, 软件滤波选用最新 3 个历史数据 2: 5 Points, 软件滤波选用最新 5 个历史数据 3: 7 Points, 软件滤波选用最新 7 个历史数据
CH2 Digital Filter	通道 2 软件滤波选择	
CH3 Digital Filter	通道 3 软件滤波选择	
CH4 Digital Filter	通道 4 软件滤波选择	
CH5 Digital Filter	通道 5 软件滤波选择	
CH6 Digital Filter	通道 6 软件滤波选择	
CH7 Digital Filter	通道 7 软件滤波选择	
CH8 Digital Filter	通道 8 软件滤波选择	
CH1 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 1 报警上限使能	0: Disable, 不使能（默认） 1: Enable, 使能
CH1 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 1 报警下限使能	
CH2 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 2 报警上限使能	
CH2 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 2 报警下限使能	
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 3 报警上限使能	
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 3 报警下限使能	
CH4 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 4 报警上限使能	
CH4 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 4 报警下限使能	
CH5 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 5 报警上限使能	
CH5 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 5 报警下限使能	
CH6 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 6 报警上限使能	
CH6 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 6 报警下限使能	
CH7 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 7 报警上限使能	
CH7 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 7 报警下限使能	
CH8 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 8 报警上限使能	
CH8 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 8 报警下限使能	
CH1 Upper Limit Value	通道 1 报警上限设置	报警下限取值范围: 0（默认）~65534 报警上限取值范围: 1~65535（默认） 毫伏电压量程 13、14: 报警限值=65535×（毫伏值+12）/量程，其中对-12 mV~78 mV 档，量程=90 mV，对-12 mV~+32 mV 档， 量程=44 mV 热电偶量程 207~220: 报警限值=温度值×10+10000
CH1 Lower Limit Value	通道 1 报警下限设置	
CH2 Upper Limit Value	通道 2 报警上限设置	
CH2 Lower Limit Value	通道 2 报警下限设置	
CH3 Upper Limit Value	通道 3 报警上限设置	
CH3 Lower Limit Value	通道 3 报警下限设置	

⁵各通道的软件滤波选择互不干扰，可以分别为不同的软件滤波方式。

参数名称	参数含义	参数取值
CH4 Upper Limit Value	通道 4 报警上限设置	
CH4 Lower Limit Value	通道 4 报警下限设置	
CH5 Upper Limit Value	通道 5 报警上限设置	
CH5 Lower Limit Value	通道 5 报警下限设置	
CH6 Upper Limit Value	通道 6 报警上限设置	
CH6 Lower Limit Value	通道 6 报警下限设置	
CH7 Upper Limit Value	通道 7 报警上限设置	
CH7 Lower Limit Value	通道 7 报警下限设置	
CH8 Upper Limit Value	通道 8 报警上限设置	
CH8 Lower Limit Value	通道 8 报警下限设置	

1.9.8 技术指标

LK441 8 通道热电偶型模拟量输入模块		
系统电源		
电源电压	24VDC(-15%~+20%)	
功耗	60 mA max. @ 24 VDC	
输入通道		
输入通道数	9（8 路热电偶或毫伏信号，加 1 路 RTD 冷端补偿）	
信号类型	B、C、E、J、K、N、R、S、T 热电偶或-12 mV~78 mV / -12 mV~32 mV	
热电偶温度范围	-12 mV~+78 mV 量程	-12 mV~+32 mV 量程
类型 B		300~1820°C(572~3308°F)
类型 C	0~2315°C(32~4199°F)	0~1725°C(32~3137°F)
类型 E	-270~1000°C(-454~1832°F)	-270~415°C(-454~779°F)
类型 J	-210~1200°C(-346~2192°F)	-210~550°C(-346~1022°F)
类型 K	-270~1372°C(-454~2502°F)	-270~725°C(-454~1337°F)
类型 N	-270~1300°C(-454~2372°F)	-270~840°C(-454~1544°F)
类型 R		-50~1768°C(-58~3215°F)
类型 S		-50~1768°C(-58~3215°F)
类型 T		-270~400°C(-454~752°F)
热电偶（B, C, E, J, K, N, R, S, T） 的温度分辨率	0.05°C (0.09°F)	0.03°C (0.05°F)
A/D 转换器分辨率	16 位	
电压测量精度	0.1% F.S. @ 25°C	
温漂	±15 ppm/°C	
差模抑制比	60 dB	

LK441 8 通道热电偶型模拟量输入模块		
共模抑制比	100 dB	
输入阻抗	10 MΩ	
采样周期（全通道扫描时间）	85 ms、420 ms、490 ms、1500 ms，组态可选	
满量程 1%建立时间	1 s max. 进入满量程的±1%误差范围	
通道带宽	15 Hz	
电压校准精度	<0.04% F.S.@ 25℃	
校准周期	12 个月	
现场与系统间隔离电压	500 VAC@1 min，漏电流 5 mA	
上传数据格式(0~65535)		
毫伏量程	65535×（毫伏电压+12）/量程	
热电偶量程	采集温度×10+10000	
冷端补偿通道		
实现方法	热电阻（RTD）冷端温度采集	
热电阻类型	Chinese_Cu 50 ohm、Pt385 100 ohm、Pt3916 100 ohm	
工作范围内（0~60℃）的温度值精度	Chinese_Cu 50 ohm	绝对偏差为±1.1℃
	Pt385 100 ohm	绝对偏差为±0.7℃
	Pt3916 100 ohm	绝对偏差为±0.8℃
断线检测	RTD 断线报警	
故障诊断与热插拔		
超量程报警 ⁶	信号超过量程上限/量程下限，诊断字节上报 0xA3/0xA2	
超限报警	信号超过组态设定报警上限/报警下限，诊断字节上报 0xA7/0xA8	
断线检测 ⁷	信号断线，诊断字节上报 0xA6，通道测量数据上报满量程值或断线前正常值	
冷端补偿热电阻断线检测	RTD 温度补偿通道断线，第 9 通道诊断字节上报 0xA6，以断线前正常值作为补偿值	
热插拔	支持	
物理特性		
防混销	B1	
安装位置	扩展背板	
模块尺寸（W*H*D）	35 mm×100 mm×100 mm	
外壳防护等级	IEC60529 IP20	

⁶支持超量程报警功能的量程参见 1.9.6.1 可选的报警功能一节。

⁷支持断线报警功能的量程参见 1.9.6.1 可选的报警功能一节。

LK441 8 通道热电偶型模拟量输入模块

重量	180 g
----	-------

1.10 LK442 6 通道隔离热电偶型模拟量输入模块

1.10.1 基本特征

- 6 通道热电偶或毫伏信号输入，通道间隔离
- 热电偶类型：B、E、J、K、R、S、T、N、C
- 毫伏信号范围：-12~32mV/-12~78mV
- 热电偶信号类型直接上报温度值
- 支持 Profibus-DP 从站协议，最高波特率 12Mbps
- 现场校准功能
- RTD 冷端温度补偿
- 超限报警
- 超量程报警
- 断线报警
- 系统与现场隔离
- 支持热插拔

1.10.2 原理说明

LK442 模块的 24VDC 系统电源经过隔离 DC/DC 输出 5VDC 分别给每个通道接口电路供电，接口电路与系统间采用光耦隔离，实现系统对现场通道的电气隔离。通道间相互隔离，一路现场信号经一个 A/D 转换器转换成数字信号后由模块内的微处理器读取，再通过 Profibus-DP 总线上报给控制器。

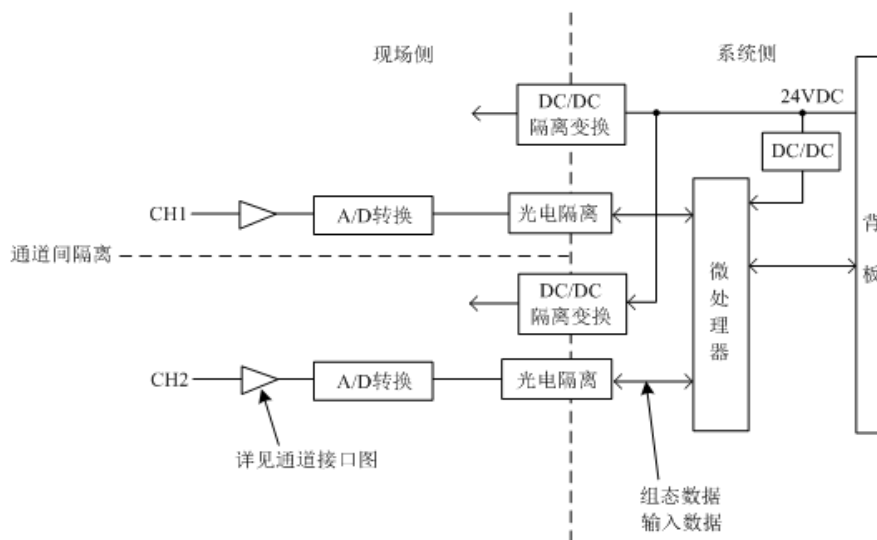


图 204 LK442 内部结构框图

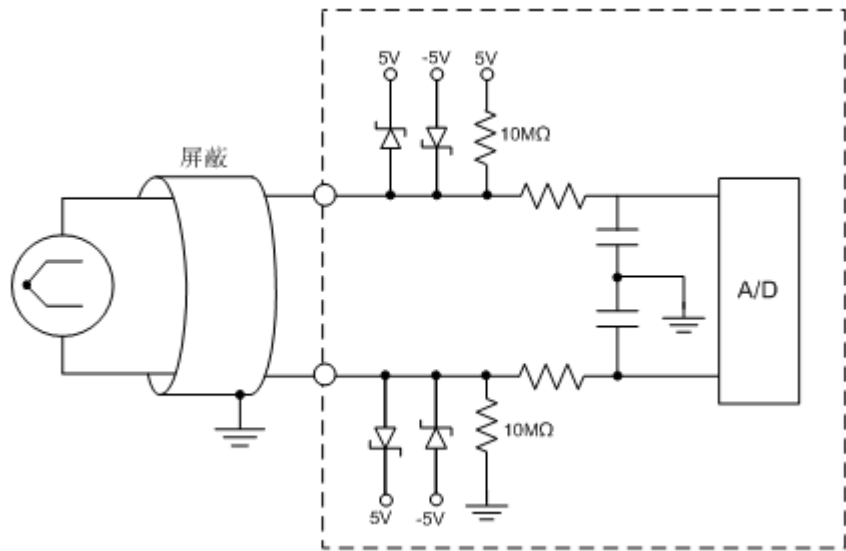


图 205 LK442 通道接口电路图

1.10.3 状态指示灯

模块的前面板上有两个状态指示灯：绿色的 RUN 灯和黄色的 CAL 灯。RUN 灯是运行指示灯，指示模块与控制器的通讯状态。CAL 是校准指示灯，指示模块的校准进程。

LK442 模块支持现场校准，指示灯在运行模式和校准模式下的含义不同。

表 153 LK442 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN 运行指示灯 (绿)	亮	通讯已建立，模块正常工作
	闪	通讯未建立或通讯错误
	灭	模块未上电
CAL 校准指示灯 (黄)	亮	校准检验模式中，并且正在校准检验
	闪	校准检验模式中，但没有实施校准或检验
	灭	未上电或通讯未建立或模块没有进入校准检验模式

■ 运行模式

- 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- 当初始化完成后，模块正常运行，绿灯常亮；若初始化数据有误，则无法建立通讯，绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数设定是否正确。
- 模块正常工作时绿灯常亮，通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- 模块运行模式，黄灯常灭。

表 154 运行模式下 LK442 指示灯的定义

运行模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电

运行模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	灭	通讯已建立，模块正常工作

■ 校准模式

- ☐ 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- ☐ 当初始化完成后，绿灯常亮；若初始化数据有误无法建立通讯，则绿灯保持闪烁状态。检查 DP 线连接是否正确、通讯参数（通讯速率，通讯站号）设定是否正确。
- ☐ 初始化完成后，没有实施校准检验，模块等待校准检验命令，黄灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒；当校准检验程序开始运行，模块正在校准检验时，黄灯常亮；校准检验结束后，黄灯重新闪烁。
- ☐ 校准检验过程中绿灯保持常亮。若通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- ☐ 通讯未建立或通讯中断时，黄灯灭。

表 155 校准模式下 LK442 指示灯的定义

	RUN 灯	CAL 灯	含义
校准模式	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	亮	正在进行校准检验
		闪	没有进行校准检验或校准检验已完成

1.10.4 接线说明

LK442 模块安装在扩展背板上。

表 156 LK442 背板接线端子的定义

通道号	端子序号	
	TC/毫伏信号输入正端	TC/毫伏信号输入负端
1	01	02
2	03	04
3	05	06
4	07	08
5	09	10
6	11	12
冷端补偿通道	连接 RTD 测温元件	
7	13	14

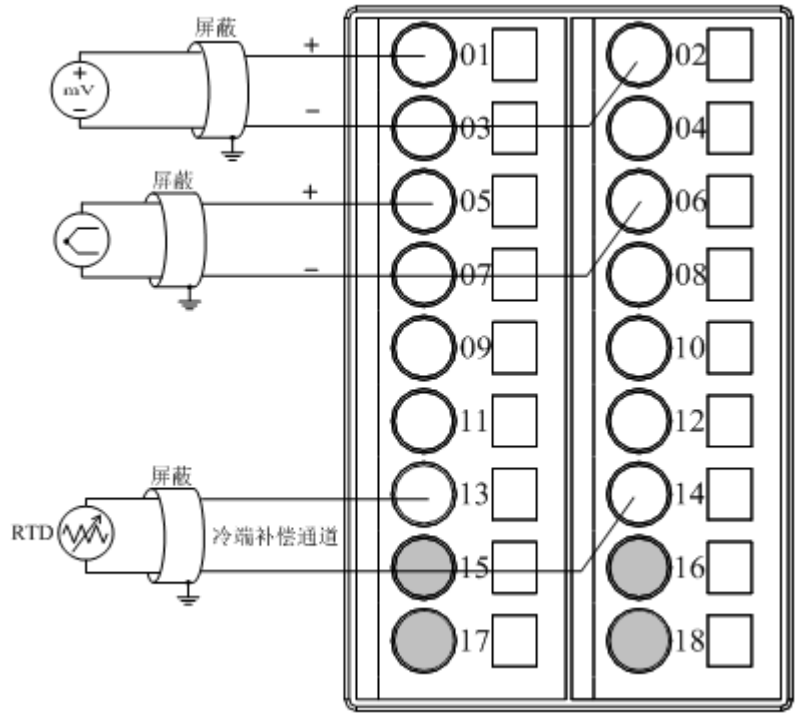


图 206 LK442 背板端子接线图

接线时，需要注意以下几点：

- 现场每路热电偶或毫伏信号分别用两根导线（屏蔽线缆）连接到端子上，连接导线要使用铜导线。
- 第 01~12 端子是现场热电偶或毫伏信号通道，奇数端子接热电偶/毫伏信号正端；偶数端子接热电偶/毫伏信号负端。
- 第 13、14 端子是冷端补偿通道。
- 第 15、16、17、18 端子不用。若采用设定冷端温度补偿，第“13”、“14”端子不用。

1.10.5 功能说明

1.10.5.1 测量数据输出格式

LK442 可与 B、E、J、K、R、S、T、N、C 型热电偶元件相连采集现场温度信号，也可采集-12~78 mV 或-12~+32 mV 范围内的毫伏电压信号。

LK442 上报控制器的每个通道的测量数据用 2 个字节的正整数（十进制 0~65535）代码表示。针对不同的量程，测量数据的输出格式不同。毫伏量程输出现场信号对应的毫伏代码，热电偶量程输出现场信号对应温度代码。测量数据和物理量之间的转换公式如下：

- 组态选择毫伏量程：毫伏值 $mV = (\text{毫伏代码} / 65535) \times \text{量程} - 12$ ，其中，对-12~78 mV 档，量程=90 mV，对-12~32 mV 档，量程=44 mV。
- 组态选择热电偶量程：温度值（摄氏度或华氏度）=（温度代码-10000）/10。

对于毫伏量程,可在编程软件 Safety FA-AutoThink 中调用模拟量处理指令库中的功能块 HEX_ENGIN,将 2 字节的毫伏码值转换成工程量数据。对于热电偶量程,根据上述公式做简单运算后即可得到实际温度值。

1.10.5.2 冷端补偿

LK442 可采用如下两种方法进行冷端补偿,两种补偿方法均要求 LK442 组态成热电偶量程,向控制器上报的测量数据表示温度值(即上报温度代码)。

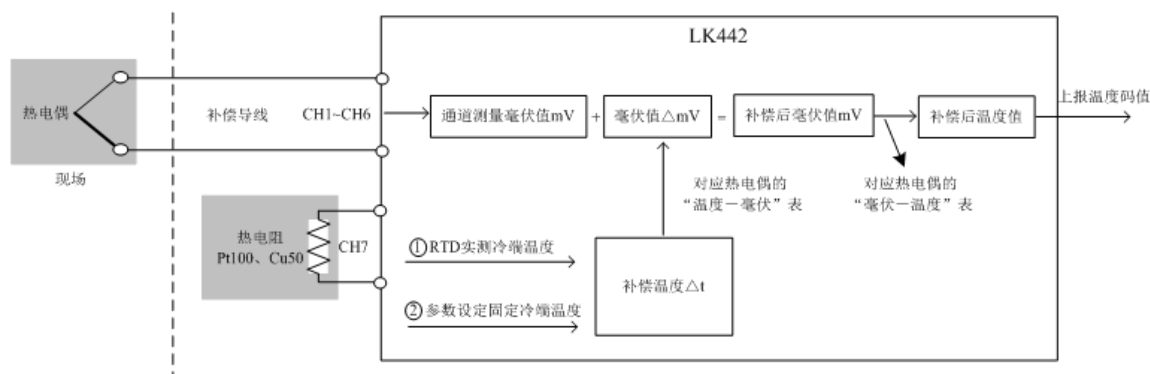


图 207 LK442 冷端温度补偿框图

■ RTD 测定冷端温度补偿

每个 LK442 用一个 RTD 测温元件测出热电偶冷端处的实际温度,自动通过对应热电偶的“温度→毫伏”表,查出此冷端温度值所对应的毫伏值,然后将此冷端毫伏值与 LK442 的通道毫伏测量值相加,得到补偿后的实际毫伏值,再根据补偿后的毫伏值查“毫伏→温度”表,得到热电偶现场端的实际温度值,最后上报此测量温度的代码给控制器。具体补偿算法在 LK442 中自动完成,控制器直接得到补偿后的温度。

LK442 的外接 RTD 测温元件占用内部的第 7 通道,该 RTD 允许使用 Chinese_Cu50 ohm、Pt385 100 ohm 以及 Pt3916 100 ohm 三种热电阻,冷端温度补偿范围 0~60℃。推荐使用 Pt385 100 ohm 或 Pt3916 100 ohm。热电阻的安装位置要尽量靠近热电偶冷端处(即靠近 LK442 出线端子处)。

采用 RTD 测温法进行冷端自动补偿的组态设置步骤如下:

第1步对应通道的冷端补偿使能参数 **CHn Cold Junction Compensation** 选择 Enable,使能该通道的冷端温度补偿功能。

第2步冷端补偿方式参数 **Cold Junction Comp.Source** 选择 RTD。

第3步RTD 测温元件参数 **Cold Junction Comp.RTD Type** 选择连接的热电阻类型 Chinese_Cu50 ohm、Pt385 100 ohm 或 Pt3916 100 ohm。

RTD 测温通道是否断线检测,通过参数 **RTD Line Break Alarm** 选择,默认不使能。断线检测使能后,若 RTD 测温通道(第 7 通道)发生断线,通道数据保持断线前的正常数据,通道诊断上报断线故障值 0xA6。

■ 设定冷端温度补偿

在补偿动态精度要求不高或冷端环境温度变化不大的情况下,冷端的温度也可在组态中预先输入设定,并固定不变,LK442 根据此设定冷端温度进行补偿。

LK442 自动通过对应的热电偶的“温度→毫伏”表,查出设定的冷端温度所对应的毫伏值,然后将此冷端毫伏值与 LK442 的毫伏测量值相加,得到补偿后的实际毫伏值,再根据补偿后的毫伏值查“毫

伏→温度”表，得到热电偶现场端的实际温度值，最后上报此测量温度的代码给控制器。具体补偿算法在 LK442 中自动完成，控制器直接得到补偿后的温度。

采用设定冷端温度进行冷端补偿的组态设置步骤如下：

- 第1步** 对应通道的冷端补偿使能参数 **CHn Cold Junction Compensation** 选择 **Enable**，使能该通道的冷端温度补偿功能。
- 第2步** 冷端补偿方式参数 **Cold Junction Comp.Source** 选择 **Cold Junction Offset**。
- 第3步** 在冷端温度补偿值参数 **Cold Junction Compensation Value** 中填入温度补偿值，温度补偿值=补偿温度×10。

补偿温度的温标要与 LK442 模块选用的温标（Temperature Units）一致。温标为摄氏度时，冷端温度补偿范围 0~60℃，对应温度补偿值 0~600。温标为华氏度时，冷端温度补偿范围 32~140°F，对应温度补偿值 320~1400。

1.10.6 诊断说明

LK442 模块可进行超量程、超限和断线诊断，这些诊断都属于通道诊断。调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDPSlaveState）后，上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~ DiagData25 中。

LK442 相关诊断区 25 个字节。其中，2 字节设备相关诊断，2 字节标识号诊断和 21 字节通道诊断。LK442 有 7 个通道，前 6 通道为热电偶或毫伏信号输入，第 7 通道为冷端补偿端。每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDPSlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData25 诊断信息说明：

表 157 输出参数 DiagData1~ DiagData25 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData2	BYTE	设备诊断信息 设备诊断数据为 0x02, 0x00 表示当前设备无任何故障 设备诊断数据为 0x02, 0x01 表示当前设备有通道故障 设备诊断数据为 0x02, 0x02 表示当前设备有校验和故障 设备诊断数据为 0x02, 0x03 表示当前设备既有通道故障又有校验和故障
DiagData3~ DiagData4	BYTE	识别号诊断信息 当有诊断信息上报时，2 字节识别号诊断信息为 0x42, 0x01
DiagData5~ DiagData7	BYTE	通道 1 诊断信息 通道诊断信息如表 147 所示
DiagData8~ DiagData10	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData23~ DiagData25	BYTE	通道 7 诊断信息

表 158 LK442 的通道诊断信息说明

诊断信息	含义
------	----

诊断信息					含义	
位		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4~ Bit0	
第一字节	头	0x80				十进制在线值 128
第二字节	I/O 类型/通道号	01（输入）		（通道号）		发生故障的通道号 十进制在线值 64~70
第三字节	通道数据类型/故障类型	101（字）			2	欠量程，十进制在线值 162
					3	过量程，十进制在线值 163
					6	断线，十进制在线值 166
					7	超上限，十进制在线值 167
					8	超下限，十进制在线值 168
					0	通道故障恢复，十进制在线值 160

示例:

通道诊断数据为 0x80, 0x40, 0xA2 表示通道 1 有欠量程报警。

通道诊断数据为 0x80, 0x41, 0xA3 表示通道 2 有过量程报警。

通道诊断数据为 0x80, 0x42, 0xA6 表示通道 3 有断线报警。

通道诊断数据为 0x80, 0x43, 0xA7 表示通道 4 超上限报警。

1.10.6.1 可选的报警功能

LK442 模块的各个量程提供的报警功能有所不同, 如表 159 所示。

表 159 不同量程下 LK442 报警功能列表

量程范围	热电偶类型	内部量程代号	报警类型
-12 mV~78 mV	—	13	超限报警 超量程报警
-12 mV~32 mV	—	14	超限报警 超量程报警
300~1820°C	B 型	207	超限报警 断线报警
0~1725°C	C 型	208	超限报警 超量程报警
0~2315°C	C 型	209	超限报警 断线报警
-270~415°C	E 型	210	超限报警 超量程报警
-270~1000°C	E 型	211	超限报警 断线报警
-210~550°C	J 型	212	超限报警 超量程报警
-210~1200°C	J 型	213	超限报警 断线报警
-270~725°C	K 型	214	超限报警 超量程报警
-270~1372°C	K 型	215	超限报警 断线报警
-270~840°C	N 型	216	超限报警 超量程报警
-270~1300°C	N 型	217	超限报警 断线报警
-50~1768°C	R 型	218	超限报警 断线报警

量程范围	热电偶类型	内部量程代号	报警类型
-50~1768℃	S 型	219	超限报警 断线报警
-270~400℃	T 型	220	超限报警 断线报警

说明：当使用热电偶量程时，同一种热电偶若有两个温度范围可选，比如 C 型热电偶，有 0~1725℃ 和 0~2315℃ 两个量程档。当组态为较小温度范围时，比如 C 型热电偶选择 0~1725℃ 量程，模块不直接提供断线检测功能，但如果断偶故障发生，会导致通道报超量程报警。在这种情形下，如果收到超量程报警，通道可能是超量程，也可能是断偶。

1.10.6.2 超量程报警

LK442 模块具有超量程报警功能。输入信号超出所选定的量程范围，对于热电偶，也就是超过了该热电偶所选温度范围对应的毫伏值。通道诊断字节上报超量程；当信号恢复至量程范围内时，上报故障恢复。

LK442 模块并不是所有的量程都有超量程报警功能。各个量程所支持的不同报警类型参见章节 1.10.6.1 可选的报警功能。

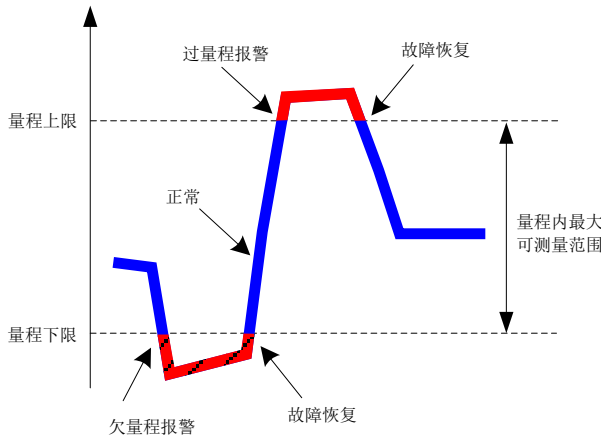


图 208 LK442 超量程报警示意图

根据所选量程不同，发生超量程时模块的诊断处理方式也有所不同，如表 160 所示。信号恢复至正常范围内，通道诊断字节上报 0xA0。

LK442 模块只在超量程发生和恢复时分别上报一次诊断数据。

表 160 LK442 超量程报警的处理方式

量程类型	超量程类型	超量程处理
热电偶	过量程	1.通道诊断区上报故障值 0xA3 2.通道测量数据上报量程范围内最大温度码值
	欠量程	1.通道诊断区上报故障值 0xA2 2.通道测量数据上报量程范围内最小温度码值
毫伏信号	过量程	1.通道诊断区上报故障值 0xA3 2.通道测量数据上报 0xFFFF
	欠量程	1.通道诊断区上报故障值 0xA2 2.通道测量数据上报 0x0000

1.10.6.3 超限报警

LK442 模块具有超限报警功能，可根据不同工业现场灵活设定报警界线，检测现场温度信号变化，及时发出超限警报，很好的提升了工业控制的安全性。

在所选定的量程范围之内，用户可自行设定输入信号的报警上限和报警下限。当输入信号超出限定的范围，即高于报警上限或低于报警下限时，通道诊断字节上报超限故障；当信号恢复至限定范围内时，上报故障恢复。

LK442 模块是否进行超限报警、各个通道的报警上限和报警下限，组态可选，默认不使能超限报警功能。用户参数中设定的报警限值为 16 位正整数代码，分温度代码（量程选热电偶时）和毫伏值代码（量程选毫伏时），换算公式如表 161 所示。

表 161 LK442 报警限值代码的计算

量程类型	报警上限（十进制）	报警下限（十进制）
热电偶	上限温度值×10+10000	下限温度值×10+10000
-12 mV~78 mV	$65535 \times (\text{上限毫伏值} + 12) / 90$	$65535 \times (\text{下限毫伏值} + 12) / 90$
-12 mV~32 mV	$65535 \times (\text{上限毫伏值} + 12) / 44$	$65535 \times (\text{下限毫伏值} + 12) / 44$

对于热电偶信号，报警上限温度和报警下限温度的温度单位（摄氏度或华氏度）要与模块选用的温度单位（通过参数 **Temperature Units** 选择，默认摄氏度）保持一致。

报警下限范围 0~65534，默认 0；报警上限范围：1~65535，默认 65535。报警上限温度必须大于报警下限温度，否则 LK442 模块不能正确上报诊断信息。

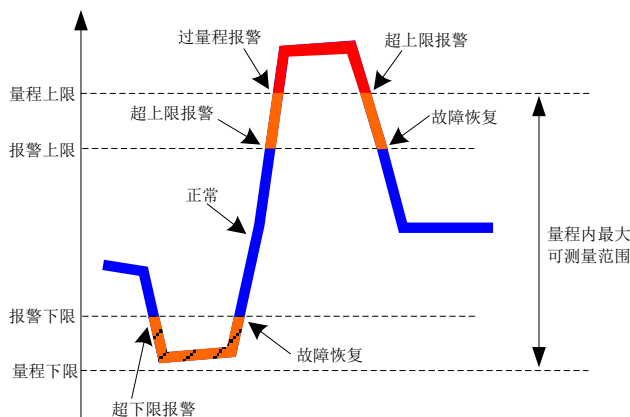


图 209 LK442 超限报警示意图

根据所选量程不同，发生超限时模块的诊断处理方式也有所不同，如表 162 所示。信号恢复至正常范围内，通道诊断区上报 0xA0。

LK442 模块只在发生超限和超限恢复时分别上报一次诊断数据。

表 162 LK442 超限报警的处理方式

量程类型	超限类型	超限处理
热电偶	超上限	1.通道诊断区上报故障值 0xA7 2.通道测量数据上报当前温度代码

量程类型	超限类型	超限处理
毫伏信号	超下限	1.通道诊断区报故障值 0xA8 2.通道测量数据上报当前温度代码
	超上限	1.通道诊断区上报故障值 0xA7 2.通道测量数据上报当前毫伏代码
	超下限	1.通道诊断区上报故障值 0xA8 2.通道测量数据上报当前毫伏代码

对于既有超量程报警又有超限报警的量程档，当超限使能且和超量程同时发生时，LK442 模块只上报超量程。

1.10.6.4 断线检测

LK442 模块在信号输入端接有 10 MΩ 上拉电阻，用来对通道进行断线检测。

当输入通道信号连接出现断线时，通道正端电压上拉到 5 V，通道负端电压下拉到 GND，AD 转换器输入端的压差达到最大值。通道诊断区上报断线故障；断线恢复后，通道诊断区上报故障恢复。

对于热电偶量程，并不是所有的量程都有断线检测功能，参见章节 1.10.6.1 可选的报警功能。对于毫伏信号量程，LK442 模块不支持断线检测。

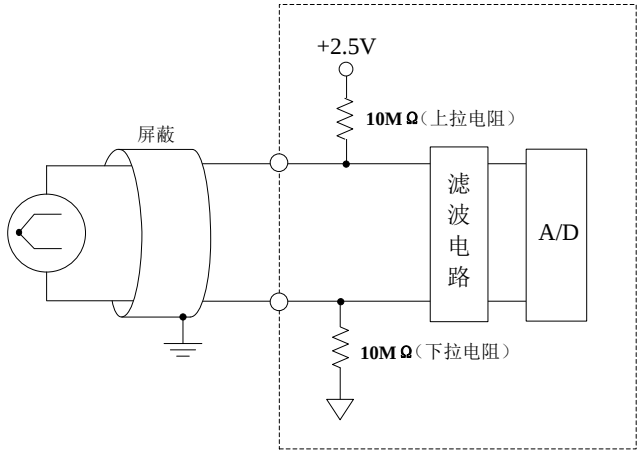


图 210 LK442 断线检测原理图

当某个测量通道热电偶信号发生断线时：

- 该通道诊断区上报断线故障值 0xA6。
- 该通道测量数据保持断线前的数据或上报量程范围内最大温度码值，组态可选。
- 断线恢复后，通道诊断区上报 0xA0。

当 RTD 测温通道发生断线时：

- 第 7 通道诊断区（ChDiag.Module.Channel[7].Error）上报断线故障值 0xA6。
- 测温通道保持断线前的数据。
- 断线恢复后，第 7 通道诊断区上报 0xA0。

1.10.7 参数说明

用户参数用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改。用户参数不支持在线更改，修改后需要全下装才能生效。

LK442 用户参数长度为 39 个字节。

表 163 LK442 用户参数一览表

参数名称	参数含义	参数取值
Temperature Units	热电偶温标选择	0: Celsius, 摄氏温标 (默认) 1: Fahrenheit, 华氏温标
Filter Mode	硬件滤波模式选择	0: 50Hz Filter, 50Hz 滤波, 全通道扫描时间<50ms (默认) 1: 60Hz Filter, 60Hz 滤波, 全通道扫描时间<50ms
TC Line Break Value	热电偶断线通道上报值选择	0: Hold, 上报断线前的正常值 (默认) 1: Rang Maximum Value, 上报量程最大值
CH1 Input Range	通道 1 量程 ⁸ 选择	13: -12 mV~+78 mV (默认) 14: -12 mV~+32 mV 207: B 型热电偶, 300~1820°C 208: C 型热电偶, 0~1725°C 209: C 型热电偶, 0~2315°C 210: E 型热电偶, -270~415°C 211: E 型热电偶, -270~1000°C 212: J 型热电偶, -210~550°C 213: J 型热电偶, -210~1200°C 214: K 型热电偶, -270~725°C 215: K 型热电偶, -270~1372°C 216: N 型热电偶, -270~840°C 217: N 型热电偶, -270~1300°C 218: R 型热电偶, -50~1768°C 219: S 型热电偶, -50~1768°C 220: T 型热电偶, -270~400°C
CH2 Input Range	通道 2 量程选择	
CH3 Input Range	通道 3 量程选择	
CH4 Input Range	通道 4 量程选择	
CH5 Input Range	通道 5 量程选择	
CH6 Input Range	通道 6 量程选择	
CH1 Cold Junction Compensation	通道 1 冷端补偿使能 ⁹	
CH2 Cold Junction Compensation	通道 2 冷端补偿使能	
CH3 Cold Junction Compensation	通道 3 冷端补偿使能	
CH4 Cold Junction Compensation	通道 4 冷端补偿使能	
CH5 Cold Junction Compensation	通道 5 冷端补偿使能	0: Disable, 不使能 (默认) 1: Enable, 使能
CH6 Cold Junction Compensation	通道 6 冷端补偿使能	
Cold Junction Comp. Source	冷端补偿方式选择	0: RTD, 第 7 通道 RTD 测量冷端温度补偿 (默认) 1: Cold Junction Offset, 固定冷端温度补偿

⁸各通道量程选择互不干扰，可以分别为不同的量程。电压量程，通道上报毫伏信号对应的码值；温度量程，通道上报热电偶当前温度对应的码值。

⁹使能冷端补偿后，要随之选择补偿方式，固定值补偿或者外接 RTD 测温补偿。如果是 RTD 补偿，还要选择测温元件，是 Cu50 还是 Pt100；如果是固定温度补偿，则要设定冷端温度补偿值。

参数名称	参数含义	参数取值
Cold Junction Comp. RTD Type	RTD 测温元件类型选择	0: 选用 Chinese_Cu50 ohm (默认) 1: 选用 Pt385 100 ohm 2 选用 Pt3916 100 ohm
RTD Line Break Alarm	RTD 断线报警使能	0: Disable, 不使能 (默认) 1: Enable, 使能
Cold Junction Compensation Value	设定冷端温度补偿值	温标为摄氏度, 取值范围: 0~600 (表示 0~60℃) 温标为华氏度, 取值范围: 320~1400 (表示 32~140℃) 补偿值=补偿温度×10, 默认为 0
CH1 Digital Filter	通道 1 软件滤波选择 ¹⁰	0: None, 不采用软件滤波 (默认) 1: 3 Points, 软件滤波选用最新 3 个历史数据 2: 5 Points, 软件滤波选用最新 5 个历史数据 3: 7 Points, 软件滤波选用最新 7 个历史数据
CH2 Digital Filter	通道 2 软件滤波选择	
CH3 Digital Filter	通道 3 软件滤波选择	
CH4 Digital Filter	通道 4 软件滤波选择	
CH5 Digital Filter	通道 5 软件滤波选择	
CH6 Digital Filter	通道 6 软件滤波选择	
CH1 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 1 报警上限使能	0: Disable, 不使能 (默认) 1: Enable, 使能
CH1 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 1 报警下限使能	
CH2 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 2 报警上限使能	
CH2 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 2 报警下限使能	
CH3 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 3 报警上限使能	
CH3 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 3 报警下限使能	
CH4 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 4 报警上限使能	
CH4 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 4 报警下限使能	
CH5 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 5 报警上限使能	
CH5 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 5 报警下限使能	
CH6 Upper Limit Exceeded Alarm	通道 6 报警上限使能	
CH6 Lower Limit Exceeded Alarm	通道 6 报警下限使能	
CH1 Upper Limit Value	通道 1 报警上限设置	报警下限取值范围: 0 (默认)~65534 报警上限取值范围: 1~65535 (默认) 毫伏电压量程 13、14: 报警限值=65535×(毫伏值+12)/量程, 其中对-12 mV~78 mV 档, 量程=90 mV, 对-12 mV~+32 mV 档, 量程=44 mV 热电偶量程 207~220: 报警限值=温度值×10+10000
CH1 Lower Limit Value	通道 1 报警下限设置	
CH2 Upper Limit Value	通道 2 报警上限设置	
CH2 Lower Limit Value	通道 2 报警下限设置	
CH3 Upper Limit Value	通道 3 报警上限设置	
CH3 Lower Limit Value	通道 3 报警下限设置	

¹⁰各通道的软件滤波选择互不干扰, 可以分别为不同的软件滤波方式。

参数名称	参数含义	参数取值
CH4 Upper Limit Value	通道 4 报警上限设置	
CH4 Lower Limit Value	通道 4 报警下限设置	
CH5 Upper Limit Value	通道 5 报警上限设置	
CH5 Lower Limit Value	通道 5 报警下限设置	
CH6 Upper Limit Value	通道 6 报警上限设置	
CH6 Lower Limit Value	通道 6 报警下限设置	

1.10.8 技术指标

LK442 6 通道热电偶型模拟量输入模块		
系统电源		
电源电压	24VDC(-15%~+20%)	
功耗	120 mA max. @ 24 VDC	
输入通道		
输入通道数	7（6 路热电偶或毫伏信号，加 1 路 RTD 冷端补偿）	
信号类型	B、C、E、J、K、N、R、S、T 热电偶或-12 mV~78 mV / -12 mV~32 mV	
热电偶温度范围	-12 mV~+78 mV 量程	-12 mV~+32 mV 量程
类型 B		300~1820°C(572~3308°F)
类型 C	0~2315°C(32~4199°F)	0~1725°C(32~3137°F)
类型 E	-270~1000°C(-454~1832°F)	-270~415°C(-454~779°F)
类型 J	-210~1200°C(-346~2192°F)	-210~550°C(-346~1022°F)
类型 K	-270~1372°C(-454~2502°F)	-270~725°C(-454~1337°F)
类型 N	-270~1300°C(-454~2372°F)	-270~840°C(-454~1544°F)
类型 R		-50~1768°C(-58~3215°F)
类型 S		-50~1768°C(-58~3215°F)
类型 T		-270~400°C(-454~752°F)
热电偶（B, C, E, J, K, N, R, S, T） 的温度分辨率	0.05°C (0.09°F)	0.03°C (0.05°F)
A/D 转换器分辨率	16 位	
温漂	±15 ppm/°C	
差模抑制比	60 dB	
共模抑制比	100 dB	
输入阻抗	10 MΩ min.	
全通道扫描时间	<50ms	
满量程 1%建立时间	1 s max. 进入满量程的±1%误差范围	
通道带宽	15 Hz	

LK442 6 通道热电偶型模拟量输入模块		
校准精度	<0.06% F.S.@ 25℃	
校准周期	12 个月	
通道间隔离电压	500 VAC@1 min，漏电流 5 mA	
现场与系统间隔离电压	500 VAC@1 min，漏电流 5 mA	
上传数据格式(0~65535)		
毫伏量程	65535×（毫伏电压+12）/量程	
热电偶量程	采集温度×10+10000	
冷端补偿通道		
实现方法	热电阻（RTD）冷端温度采集	
热电阻类型	Chinese_Cu 50 ohm、Pt385 100 ohm、Pt3916 100 ohm	
工作范围内（0~60℃）的温度值精度	Chinese_Cu 50 ohm	绝对偏差为±1.1℃
	Pt385 100 ohm	绝对偏差为±0.7℃
	Pt3916 100 ohm	绝对偏差为±0.8℃
断线检测	RTD 断线报警	
故障诊断与热插拔		
超量程报警 ¹¹	信号超过量程上限/量程下限，诊断字节上报 0xA3/0xA2	
超限报警	信号超过组态设定报警上限/报警下限，诊断字节上报 0xA7/0xA8	
断线检测 ¹²	信号断线，诊断字节上报 0xA6，通道测量数据上报满量程值或断线前正常值	
冷端补偿热电阻断线检测	RTD 温度补偿通道断线，第 7 通道诊断字节上报 0xA6，以断线前正常值作为补偿值	
热插拔	支持	
物理特性		
防混销	B2	
安装位置	扩展背板	
模块尺寸（W*H*D）	35 mm×100 mm×100 mm	
外壳防护等级	IEC60529 IP20	
重量	180 g	

¹¹支持超量程报警功能的量程参见 1.10.6.1 可选的报警功能一节。

¹²支持断线报警功能的量程参见 1.10.6.1 可选的报警功能一节。

1.11 LK511 4 通道通道间隔离电流型模拟量输出模块

1.11.1 基本特征

- 4 通道电流输出，通道间隔离
- 输出信号范围：4~20 mA/0~21 mA
- 通道与系统间电气隔离
- 故障模式输出
- 编程模式输出
- 输出回读通道自诊断
- 断线检测
- 现场校准功能
- 支持热插拔

1.11.2 原理说明

控制器通过 Profibus-DP 总线将输出数据发送到 LK511，经 DAC 转换成电压信号，驱动电路接收 DAC 输出的电压信号，经压流变换，调整放大后输出，控制现场执行器动作。

输出通道之间电气隔离，24 VDC 电源经隔离 DC/DC 转换单独供给每路通道。同时，各通道接口电路与其余电路部分采用光耦隔离连接，实现现场对系统的隔离。

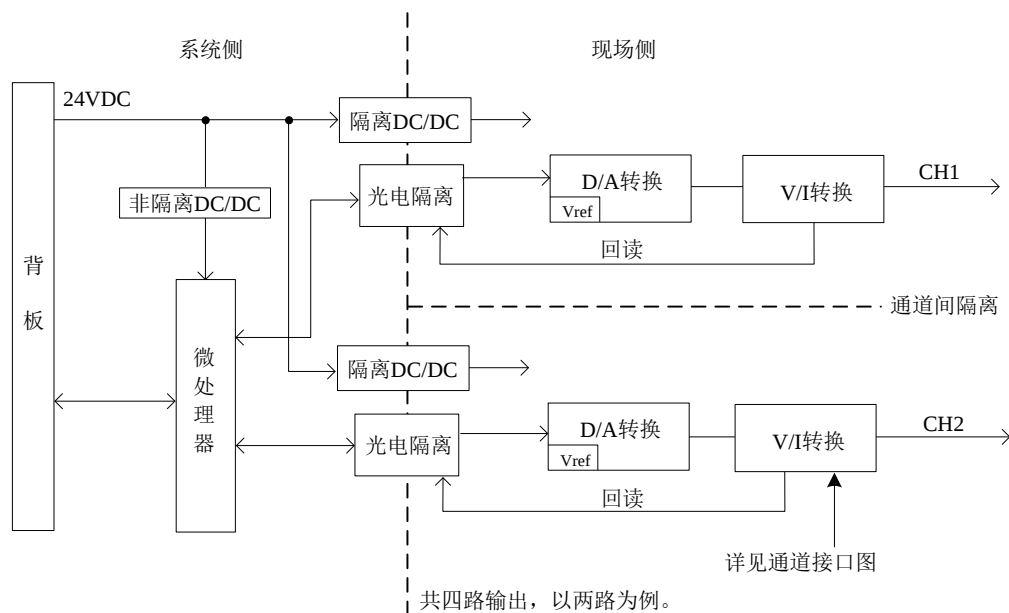


图 211 LK511 内部结构框图

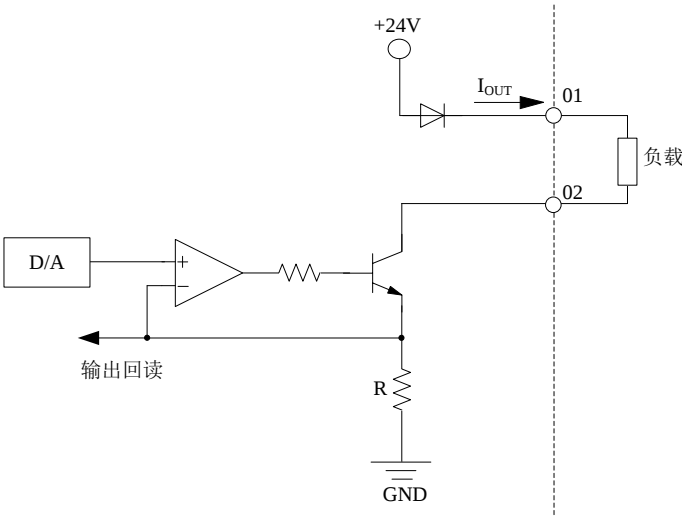


图 212 LK511 通道接口电路图

1.11.3 状态指示灯

模块的前面板上有两个状态指示灯：绿色的 RUN 灯和黄色的 CAL 灯。RUN 灯是运行指示灯，指示模块与控制器的通讯状态。CAL 是校准指示灯，指示模块的校准进程。

LK511 模块支持现场校准，指示灯在运行模式和校准模式的含义不同。

■ 运行模式

- 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- 当初始化完成后，模块正常运行，绿灯常亮；若初始化数据有误，则无法建立通讯，绿灯保持闪烁状态。检查通讯参数设定是否正确。
- 通讯正常，绿灯常亮；通讯中断，绿灯闪烁；重新建立通讯后，绿灯重新常亮。
- 运行模式，黄灯灭。

表 164 运行模式下 LK511 指示灯的定义

运行模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	灭	通讯已建立，模块正常工作

■ 校准模式

- 刚上电时，模块等待初始化数据，绿灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒。
- 初始化完成后，没有进行校准检验操作，等待校准检验命令，黄灯闪烁，闪烁频率 4 次/秒；当控制器下发校准检验命令，模块开始校准检验时，黄灯常亮；校准检验结束后，黄灯重新闪烁。
- 校准检验过程中绿灯保持常亮。若通讯中断，绿灯闪烁；通讯重新建立后，绿灯重新常亮。
- 通讯未建立或通讯中断时，黄灯灭。

表 165 校准模式下 LK511 指示灯的定义

校准模式	RUN 灯	CAL 灯	含义
	灭	灭	未上电
	闪	灭	通讯未建立或通讯错误
	亮	亮	正在进行校准检验
		闪	没有进行校准检验或校准检验已完成

1.11.4 接线说明

LK511 模块安装在扩展背板上。

表 166 LK511 背板接线端子的定义

通道号	端子序号	
	电流输出端（正）	电流输入端（负）
1	01	02
2	05	06
3	09	10
4	13	14

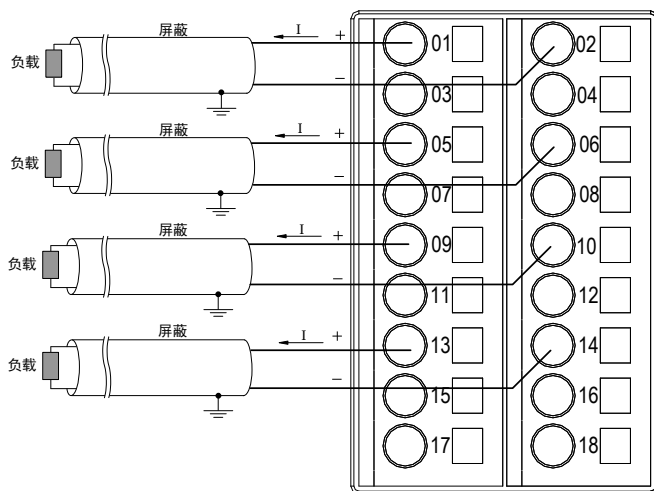


图 213 LK511 背板端子接线示意图

接线时，特别注意以下几点：

- 双排 18 位接线端子固定在背板上，位于 LK511 模块安装位的正下方。
- 表 166 中未列出端子不用，严禁接线。
- 4 路电流型 AO，仅使用图 213 中 4 对接线端子，其余端子不用，严禁接线。
- 每路信号分别用两根导线（屏蔽线缆）连接到现场设备上。
- 接线完毕后，请检查线缆连接是否正确。注意不要留裸线在外部以免发生短路危险。

1.11.5 数据格式

如表 167 所示,控制器下发到 LK511 的 AO 通道的输出数据,用 2 个字节的正整数(十进制 0~65535)代码表示。

表 167 LK511 输出电流与机器代码值对应关系

输出量程	对应十进制码值
4~20mA	0~65535
0~21mA	0~65535

在编程软件 Safety FA-AutoThink 中调用模拟量处理指令库中的 ENGIN_HEX 功能块,将工程量数据转换成 2 字节码值数据下发到输出通道。功能块的具体用法请参见《LKS 安全型控制系统指令手册》。

在【用户参数】中设置故障模式设定值时,依照表 168 中所列的公式将电流换算成十进制形式的机器代码填入。

表 168 LK511 模块的数据转换公式

输出量程	对应码值计算公式
$4\text{ mA} \leq I \leq 20\text{ mA}$	$(I - 4) \times 65535 / 16$
$0\text{ mA} \leq I \leq 21\text{ mA}$	$I \times 65535 / 21$

举例:通道 1,若量程选择:4~20 mA 档,故障模式输出 15 mA,则通道 1 故障模式设定值= $(15 - 4) \times 65535 / 16 = 45055$,相关用户参数的设置如图 214 所示。



图 214 选定量程下故障模式参数设置示例

1.11.6 功能说明

1.11.6.1 输出使能

输出模块上电后，若没有收到控制器下发的输出指令，则处于初始状态，不输出。处于初始状态的模块，输出不使能。此时，即便进入了故障模式，也会保持初始状态。

用户程序运行后，控制器通过 Profibus-DP 总线发送输出指令到模块。模块接收控制指令并输出。只要输出过一次控制器下发的指令，从站模块即输出使能。输出使能的模块，若进入故障模式，则输出故障模式的值。

综上所述，输出模块上电后是否输出使能过，会影响故障模式模式下的输出状态。

模块输出使能后，进行插拔模块或断电又重新上电操作，模块返回初始状态，输出不使能。在接收到控制器的输出指令后，重新输出使能。

1.11.6.2 通讯故障

发生通讯故障时，模块与控制器的通讯中断，**RUN** 灯闪烁。

模块上电后，任何情况下只要发生通讯故障，模块就自动进入故障模式，输出事先在组态中约定好的某种状态（故障值）：输出保持（**Hold Last State**）或者输出故障模式设定值（**Fault Mode State**）。

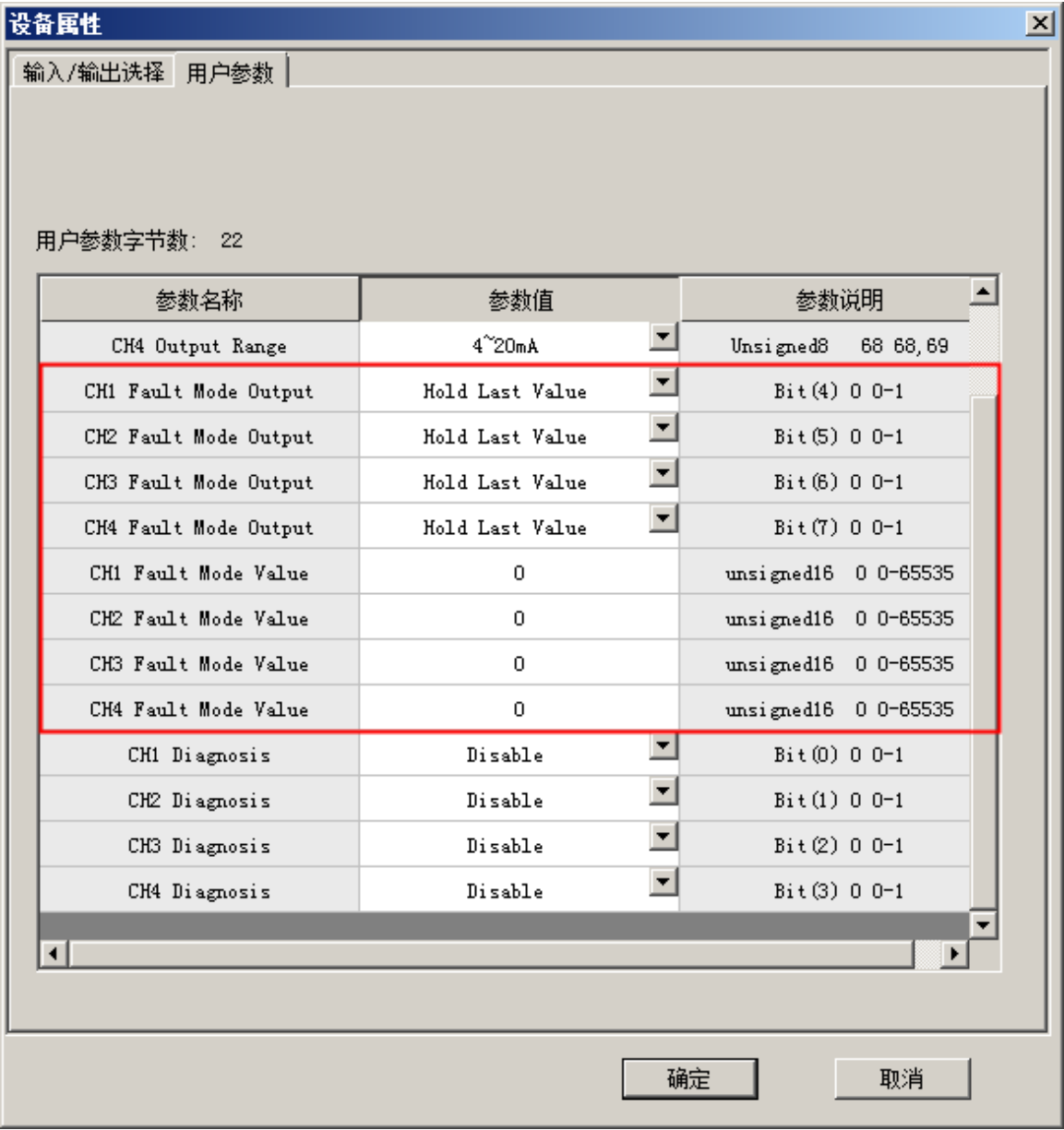


图 215 故障模式输出设置

故障模式下，输出保持或者输出故障模式设定值，由用户参数 **Fault Mode Output** 选择，默认输出保持（**Hold Last Value**）。故障模式设定值由用户参数 **Fault Mode Value** 设置，默认输出 0 V。故障模式设定值的计算参见 1.11.5 数据格式。

各通道的参数分别设置，互不干扰。重新修改参数后，需要全下装才能生效。

1.11.7 诊断说明

LK511 模块的输出通道可进行断线诊断和通道输出故障诊断，这些诊断都属于通道诊断。调用**获取 DP 从站诊断**功能块（sysGetDPSlaveState）后，上报的诊断数据存入输出参数 DiagData1~DiagData16 中。

LK511 相关诊断区 16 个字节。其中，2 字节设备相关诊断，2 字节标识号诊断和 12 字节通道诊断。LK511 有 4 个通道，每个通道 3 个字节的诊断信息。

功能块 sysGetDPSlaveState（获取 DP 从站诊断）的 DiagData1~ DiagData16 诊断信息说明：

表 169 输出参数 DiagData1~ DiagData16 说明

输出参数	数据类型	参数说明
DiagData1~ DiagData2	BYTE	设备诊断信息 设备诊断数据为 0x02，0x00 表示当前设备无任何故障 设备诊断数据为 0x02，0x01 表示当前设备有通道故障 设备诊断数据为 0x02，0x02 表示当前设备校准数据错误 设备诊断数据为 0x02，0x03 表示当前设备既有通道故障又有校准数据错误
DiagData3~ DiagData4	BYTE	识别号诊断信息 当有诊断信息上报时，2 字节识别号诊断信息为 0x42，0x01
DiagData5~ DiagData7	BYTE	通道 1 诊断信息 通道诊断信息如表 170 所示
DiagData8~ DiagData10	BYTE	通道 2 诊断信息
...	BYTE	....
DiagData14~ DiagData16	BYTE	通道 4 诊断信息

表 170 LK511 的通道诊断信息说明

诊断信息					含义	
位		Bit7	Bit6	Bit5	Bit4~ Bit0	
第一字节	头	0x80			十进制在线值 128	
第二字节	I/O 类型/通道号	10（输出）		（通道号）		发生故障的通道号 1~4 十进制在线值 128~131
第三字节	通道数据类型/故障类型	101（字）			6	断线，十进制在线值 166
					18	通道输出故障，十进制在线值 178
					0	通道故障恢复，十进制在线值 160

示例：

通道诊断数据为 0x80，0x82，0xA6 表示通道 3 有断线报警。

LK511 模块在硬件上设计有通道回读诊断电路。通道输出数据以回读的方式上传到控制器，用户可随时获取和核查输出信号，进一步提高了 AO 控制的可靠性。同时，LK511 模块通过回读数据自动检测通道的输出状态，实现故障诊断功能。

各通道 0~4 mA 为回读电路死区。所以，对于 0~21 mA 量程，回读诊断的有效范围是 4~21 mA；0~4 mA 范围内的电流，模块的回读诊断功能自动失效。对于 4~20 mA 量程，回读诊断全程有效。

LK511 模块通过回读值对输出通道进行断线和输出故障的诊断。CPU 把回读值与理论回读值进行比较，诊断通道状态并上报诊断数据。规则如下：

- 回读电流 < 4 mA，则输出回路开路，通道断线，通道诊断字节上报断线。
- 回读值与理论回读值之间误差 > 满量程的 5%，则通道诊断字节上报通道输出故障。
- 当通道所有故障均恢复时，通道诊断字节上报故障恢复。
- 当通道上没有加负载时，视为通道断线，上报断线。

LK511 模块只在发生故障和故障恢复时分别上报一次诊断数据。随用户选择的输出量程不同，出现故障时模块的处理方式也有所不同，如表 171 所示。通道所有故障恢复，输出正常后，通道诊断字节上报 0xA0。

表 171 不同量程下 LK511 通道故障的处理方式

输出量程	诊断有效范围	故障类型	处理方式、回读数据与诊断字节
4~20 mA	4~20 mA	断线	1.通道的回读数据上报 0xA0 2.通道诊断字节上报断线故障值 0xA6
		输出故障	1.实际回读值与理论回读值之间误差 > 满量程的 5% 2.通道诊断字节上报输出故障值 0xB2
0~21 mA	4~21 mA	断线	1.通道的回读数据上报码值 ≈ 0X22（即不为零） 2.通道诊断字节上报断线故障值 0xA6
		输出故障	1.实际回读值与理论回读值之间误差 > 满量程的 5% 2.通道诊断字节上报输出故障值 0xB2

是否进行断线诊断和输出故障诊断，组态可选，默认不使能。若通道不接线，则视为断线。建议不用的通道，禁止诊断功能，即保持参数 **Diagnosis** 的默认值不要修改。

1.11.8 参数说明

用户参数用于设置模块的工作方式，在用户程序下装时写入控制器，并不是每个扫描周期都会读取的。每个参数都有一个默认值，可根据工程需求更改。用户参数不支持在线更改，修改后需要全下装才能生效。

LK511 模块的用户参数共有 22 个字节，用于设置通道量程、故障模式输出方式、故障模式输出值、通道诊断使能。

表 172 LK511 用户参数一览表

参数名称	参数含义	参数取值
CH1 Output Range	通道 1 量程选择	68: 4~20 mA（默认） 69: 0~21 mA
CH2 Output Range	通道 2 量程选择	
CH3 Output Range	通道 3 量程选择	
CH4 Output Range	通道 4 量程选择	
CH1 Fault Mode Output	通道 1 故障模式输出值	0: Hold Last Value，输出保持（默认）

参数名称	参数含义	参数取值
CH2 Fault Mode Output	通道 2 故障模式输出值	1: Fault Mode Value, 输出故障模式设定值
CH3 Fault Mode Output	通道 3 故障模式输出值	
CH4 Fault Mode Output	通道 4 故障模式输出值	
CH1 Fault Mode Value	通道 1 故障模式设定值	0 (默认) ~65535 计算方法参见章节 1.11.5 数据格式
CH2 Fault Mode Value	通道 2 故障模式设定值	
CH3 Fault Mode Value	通道 3 故障模式设定值	
CH4 Fault Mode Value	通道 4 故障模式设定值	
CH1 Diagnosis	通道 1 诊断使能	0: Disable, 不使能 (默认) 1: Enable, 使能
CH2 Diagnosis	通道 2 诊断使能	
CH3 Diagnosis	通道 3 诊断使能	
CH4 Diagnosis	通道 4 诊断使能	



- 通道诊断使能包括通道断线诊断使能和输出故障诊断使能。

1.11.9 数据区说明

LK511 的数据区分为输入数据和输出数据。输出数据是控制器下发到 LK511 输出通道的电流信号，占用四个字型变量，每个字型变量（0~65535）对应一个通道输出数据。输入数据是 LK511 上传到控制器的通道回读数据，占用四个字节变量，每个字节变量（0~255）对应一个通道回读数据。

表 173 LK511 的输入输出数据一览表

区域定义	数据长度	数据定义	取值范围	对应电流值
输出数据	1WORD	通道 1 输出数据	0x0000~0xFFFF	0x0000 对应 4 mA 或 0 mA 0xFFFF 对应 20 mA 或 21 mA
	1WORD	通道 2 输出数据	0x0000~0xFFFF	
	1WORD	通道 3 输出数据	0x0000~0xFFFF	
	1WORD	通道 4 输出数据	0x0000~0xFFFF	
输入数据	1BYTE	通道 1 回读数据	0x00~0xFF	0x00 对应 4 mA 或 0 mA 0xFF 对应 20 mA 或 21 mA
	1BYTE	通道 2 回读数据	0x00~0xFF	
	1BYTE	通道 3 回读数据	0x00~0xFF	
	1BYTE	通道 4 回读数据	0x00~0xFF	

1.11.10 技术指标

LK511 4 通道通道间隔离电流型模拟量输出模块	
系统电源	
工作电压	24VDC(-15%~+20%)
功率	180 mA max.@24 VDC (即 4 通道全输出 20 mA 条件下)

LK511 4 通道通道间隔离电流型模拟量输出模块			
输出通道			
通道数		4	
量程代号		68	69
输出量程		4~20 mA	0~21 mA
输出数据格式		0x0000~0xFFFF	0x0000~0xFFFF
回读数据格式		0x00~0xFF	0x00~0xFF
输出建立时间		<2 ms	
带负载能力		750 Ω max.	
DAC 分辨率		12 位	
回读 ADC 分辨率		8 位	
通道输出温漂		±50 ppm/℃	
通道与系统隔离电压		500 VAC@1 min，漏电流 5 mA	
通道间隔离电压		500 VAC@1 min，漏电流 5 mA	
复位输出	上电复位（冷启动）		0 mA
	带电复位（热启动）		输出保持
精度	输出	0~4 mA 范围	0.6% F.S.@ 25℃
		4~21 mA 范围	0.3% F.S.@ 25℃
	回读	在 4~21 mA 范围内为 5%F.S；0~4 mA 为回读死区，该范围内回读数据接近 4 mA	
稳定度	输出	0.05% F.S.@25℃	
	回读	2.5% F.S.@25℃	
故障诊断与热插拔			
断线检测		通道断线（组态使能），诊断字节上报 0xA6，故障恢复上报 0xA0	
输出故障检测		通道输出故障（组态使能），诊断字节上报 0xB2，故障恢复上报 0xA0	
热插拔		支持	
物理特性			
防混销		C1	
安装位置		扩展背板	
模块尺寸（W*H*D）		35 mm×100 mm×100 mm	
外壳防护等级		IEC60529 IP20	
重量		200 g	

1.12 LK233 Profibus-DP 总线光电收发器

1.12.1 基本特征

- 拓展 Profibus-DP 总线的传输距离
- 双路冗余传输
- 支持多模玻璃光纤（6.25/150 um 或 50/150 um），ST 接口
- 提供终端匹配电阻
- 安装于扩展背板的 I/O 插槽
- 支持热插拔

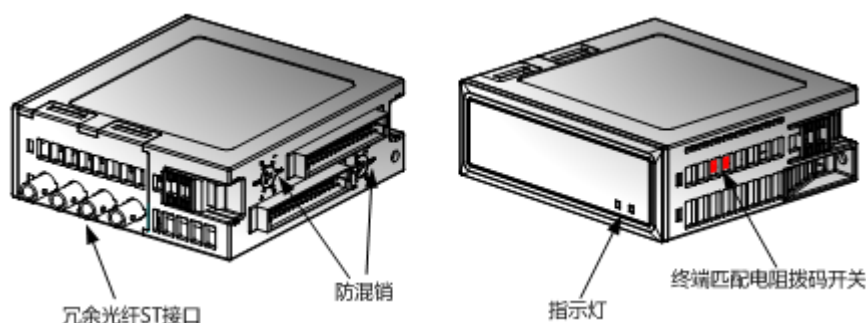


图 216 LK233 模块外观图

LK233 是 Profibus-DP 总线光电收发器模块，应用于要求免受电磁干扰、雷击、化学腐蚀及长途远距离传输等特殊工程场所。LK233 实现 DP 总线网络在物理层的光电传输介质的相互转换，拓展 DP 总线的物理长度，保证数据传输的安全性和有效性。

LK233 提供两个光纤通道，可实现 DP 光纤的冗余传输。

LK233 安装在扩展背板的 I/O 插槽上，防混销编码为 A5。在背板的通讯插槽中安装 LK232S 重复器模块，与 LK233 配合使用。

LK233 模块成对使用，在控制器和远程 I/O 模块之间实现数据交换和通讯。近端 LK233 将控制器的电信号转换成光信号通过光纤发送到远端 LK233，远端 LK233 将接收的光信号还原成电信号，传送给 I/O 模块。反之，远端 LK233 将 I/O 模块的电信号转换成光信号通过光纤发送到近端 LK233，由近端 LK233 转换为电信号上传控制器。

在网络系统中，每接入一对 LK233，就创建了一个新的网段或链路。LK233 可将 Profibus-DP 总线分割成多个网段，基本网络拓扑结构如图 217 所示。每个 RS-485 传输的电信号网段的两端都要连接有终端电阻，一端的终端电阻通过 LK233 内部的拨码开关连接（默认断开），另一端的终端电阻由通讯模块提供（默认断开）。

一个 LK233 驱动多模玻璃光纤最远可达 5 km。最大支持 4 级级联，4 对（8 个）LK233 模块连接 5 个背板，最远扩展通讯距离 $4 \times 5 \text{ km} = 20 \text{ km}$ 。

LK233 光电收发器不需要组态，直接使用，占用一个 I/O 槽位。在电气性能上占一个节点，不占用逻辑节点。但是由于背板的从站地址是连续分配的，所以 LK233 仍会占用一个从站地址。

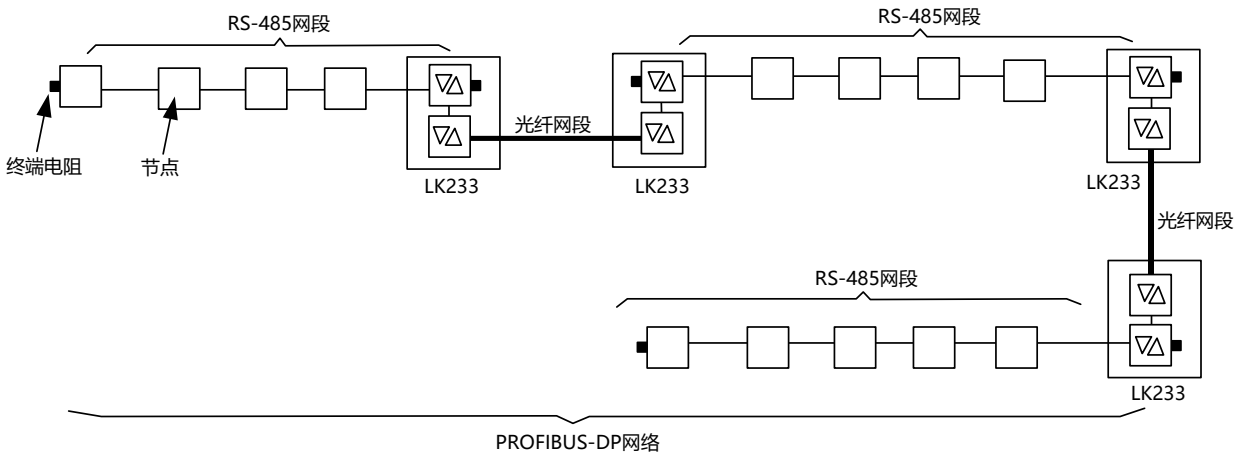


图 217 光纤连接的网络拓扑结构

1.12.2 原理说明

如图 218 所示，LK233 从两路冗余 DP 电信号中选取正常工作的一路进行光电转换后，输出两路 DP 光信号。

发送数据时，DP 电信号由背板上的 DP 总线传入，转换成光信号通过光纤传输；接收数据时，DP 光信号从光纤接收器传入，转换成电信号后通过背板上的 DP 总线传输给其他 I/O 模块。

拨码开关 J5 用于连接终端匹配电阻，默认断开。

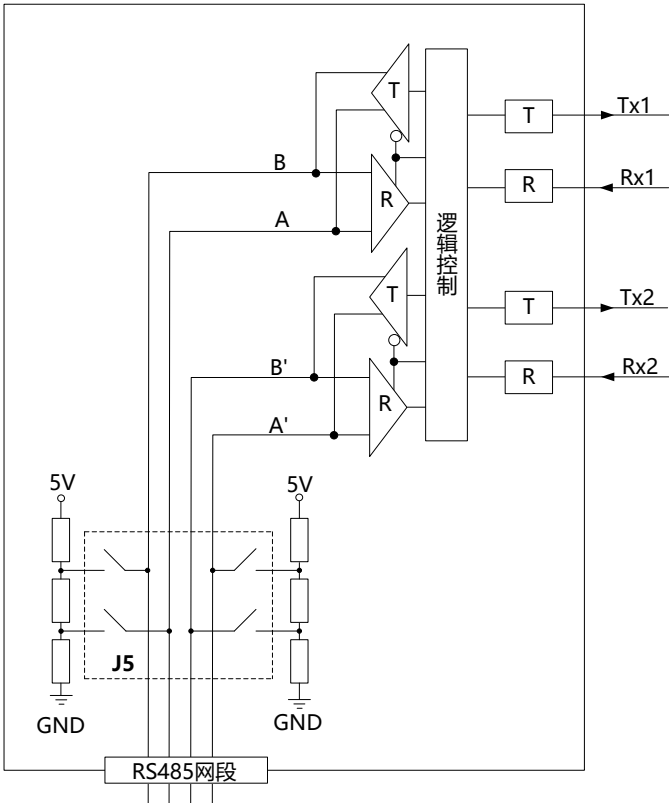


图 218 LK233 内部结构简图

1.12.3 终端匹配

LK233 内置终端匹配拨码开关（J5），通过拨码开关选择是否给 Profibus-DP 总线连接有源匹配电阻网络。

拨码开关位于模块内部，默认不接终端匹配电阻。更改开关位置时不需要拆开外壳，透过模块顶部外壳的散热孔，用一字小号螺丝刀可方便设定，如图 219 所示。

设置时，拨码开关的 4 位按键要拨成一致。4 位按键同时拨向下，为 **ON** 状态，接通终端匹配电阻；4 位按键同时拨向上，为 **OFF** 状态（默认），断开终端匹配电阻。

J5 右侧的拨码开关 J6 是预留开关，无需设置，保持默认状态即可。

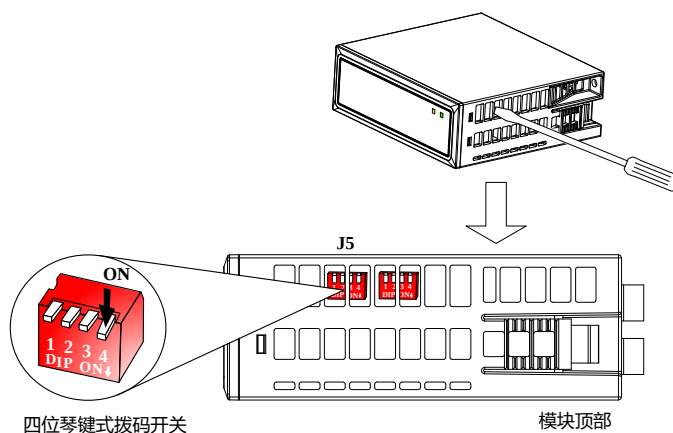


图 219 LK233 拨码开关的设置

整个 DP 总线被光纤分成多个网段，每个网段的两端都要连接终端匹配电阻。主控背板与第一级扩展背板 Profibus-DP 网段，始端匹配电阻由 LKA104 提供，拨码开关拨到 **ON**。末端匹配电阻由 LK232S 提供，设置 J4 为 **ON**。

扩展背板侧始端和末端的匹配电阻都由 LK232S 提供，拨码开关 J5、J6 拨至 **ON**。LK233 可安装在任意 I/O 槽位，拨码开关拨至 **OFF**。终端电阻的连接如图 220 所示。

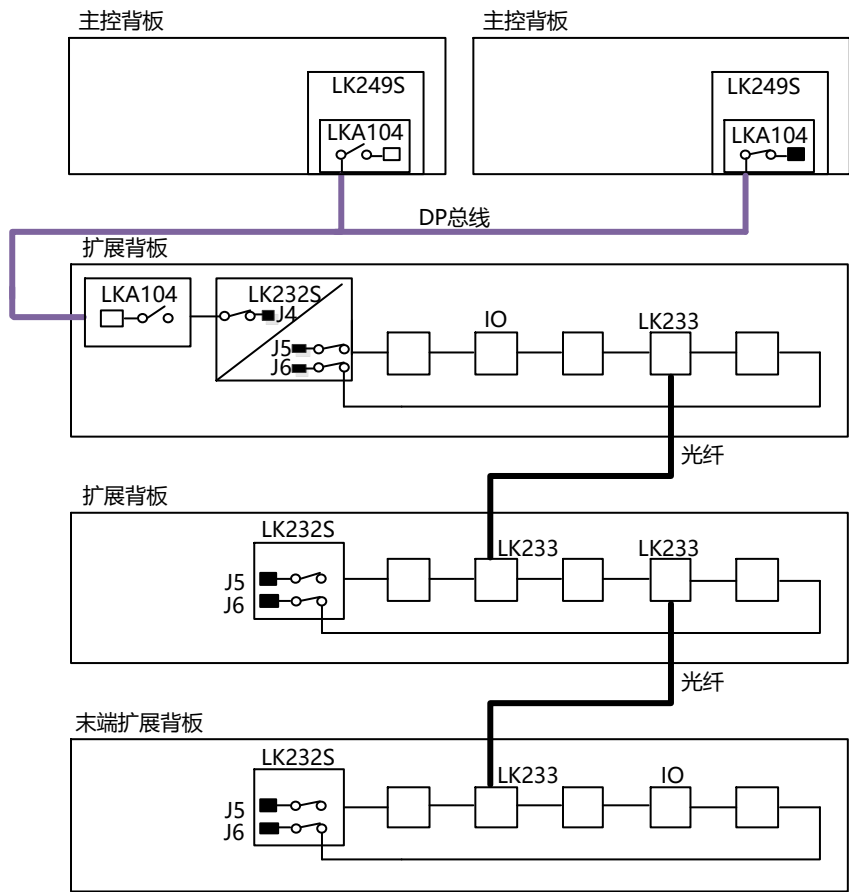


图 220 LK233 与 LK232S 配合使用的终端电阻的连接

通过 LKA104 和 LK233 模块进行背板扩展时，使用 LK233 的扩展背板不能再通过 LKA104 向下一级背板扩展。

1.12.4 状态指示灯

LK233 模块的指示灯定义如表 174 所示，**RUN** 灯显示 LK233 与控制器的之间的通讯连接；**COM** 灯显示 LK233 与扩展 I/O 模块之间的通讯连接。

表 174 LK233 指示灯的定义

灯名称	状态	含义
RUN（绿）	闪	LK233 与控制器之间的 Profibus-DP 总线没有数据传输
	亮	LK233 与控制器之间的 Profibus-DP 总线有数据传输
	灭	模块未上电或模块坏
COM（黄）	闪	LK233 与 I/O 模块之间的 Profibus-DP 总线有数据传输，数据量越大，闪烁频率越高
	灭	LK233 与 I/O 模块之间的 Profibus-DP 总线没有数据传输



- RUN 灯的闪烁频率：亮 125 ms，灭 125 ms。
- COM 灯的闪烁频率：每传送 30 个数据包闪烁一次。

1.12.5 接线说明



- LK233 的光纤端口位于模块底部，模块槽位下方的 I/O 接线端子座禁止接线。

LK233 模块可与 62.5/125 μ 或 50/125 μ m 多模玻璃光纤，以及塑料或陶瓷的 ST 型连接器配用，使用波长为 1300 nm。一个光缆段的最大长度 5 km，支持多段级联。

光纤类型由用户根据网络环境选择。与专业安装人士协商，确定用在具体应用环境条件下的最佳光纤类型。

光纤在两个模块间交叉连接，一端发送另一个端接收。发送端(TX)连接到另一个 LK233 的接收端(RX)；接收端(RX)连接到另一个 LK233 的发送端(TX)，如图 221 所示。

光纤连接步骤如下：

第1步 将模块端口的保护盖拆除，保存好保护盖，以备将来使用。

第2步 对准光缆连接器的旋钮和模块端口的凹槽，将光缆连接器插入端口。

第3步 拧动光缆连接器直到卡口接线片锁到位。

第4步 对于不使用的端口，要将保护盖保留在端口上，以防灰尘。

表 175 LK233 的电缆端口定义

端口标识	信号含义
TX1	通道 1 发送端
RX1	通道 1 接收端
TX2	通道 2 发送端
RX2	通道 2 接收端

两个 LK 背板间的 Profibus-DP 通讯不能同时连接光纤和屏蔽双绞电缆。当通讯连接从屏蔽电缆改为光纤时，在带电情况下的切换顺序为：首先拔掉屏蔽双绞线的插头，断开 DP 通讯，然后再安装 LK233 模块，就可以顺利切换到光纤方式。

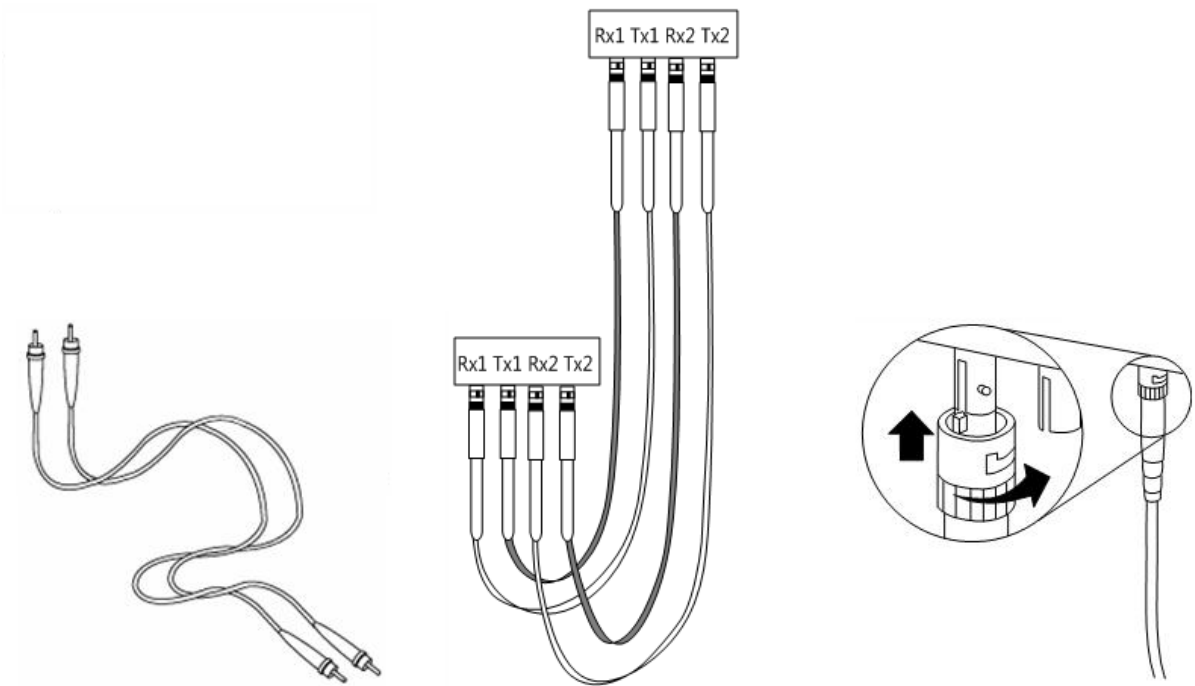


图 221 LK233 光纤的连接

1.12.6 技术指标

LK233 Profibus-DP 总线光电收发器模块	
系统电源	
工作电压	24VDC(-15%~+20%)
背板电流	80 mA max.@24 VDC
端口特性	
连接器类型	ST（陶瓷或塑料）
光纤类型	62.5/125 um 或 50/125 um 多模玻璃光纤
工作波长	1300 nm
传输距离	0~5 km
驱动能力	
光端的负载能力	驱动多模玻璃光纤长度最大 5 km
电端的负载能力	驱动 LK 系列 I/O 模块最多 256 个
级联个数	4 级级联（共 8 个 LK233，每 2 个 LK233 模块数据延时 1.2 us）
通讯	
协议	Profibus-DP
双网冗余	支持
通讯速率	9.6 kbps、19.2 kbps、31.25 kbps、45.45 kbps、93.75 kbps、187.5 kbps、500 kbps、1.5 Mbps 自适应
物理特性	

LK233 Profibus-DP 总线光电收发器模块	
光纤接口	4 个 ST 接头
安装方式	插槽安装
安装位置	扩展背板的 I/O 插槽
防混销	A5
模块尺寸 (W*H*D)	35 mm×100 mm×100 mm
带电插拔	支持

1.13 LK239 Modbus RTU 主从站通讯扩展模块

1.13.1 基本特征

- 支持 Profibus-DP 从站协议
- 支持 Modbus 主站/从站协议
- 连接 LK 控制器与外部 Modbus 主站/从站
- 安装在 I/O 插槽
- 支持热插拔

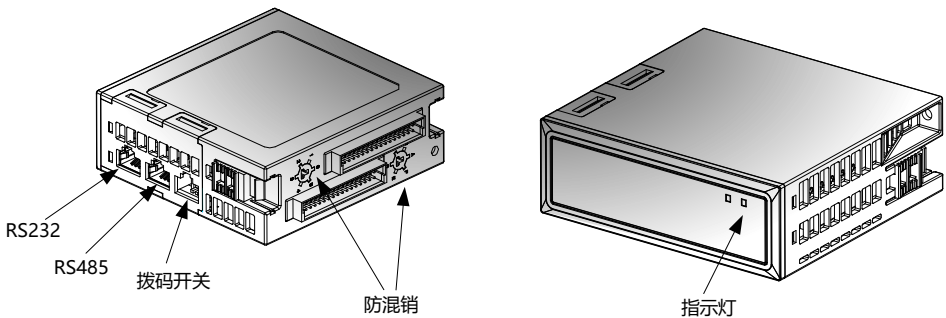


图 222 LK239 模块外观图

LK239 模块是 Modbus 主从通讯扩展模块，支持 Profibus-DP 总线协议与 Modbus 协议，实现外部 Modbus 站到 LK 控制器的数据通信。

LK239 模块在 Profibus-DP 一侧只能作 DP 从站，与 LK 控制器进行参数与数据交换，实现 DP 从站功能。

LK239 模块在 Modbus 一侧可作 Modbus 主站，也可作 Modbus 从站，获取或下发 Modbus 数据，支持功能码 01、02、03、04、05、06、15、16。

LK239 模块的 Modbus 数据区的输入数据和输出数据长度最大各 244 字节。作为 Modbus 主站，最多支持的从站个数必须同时满足输入（输出）数据总长度各不超过 244 字节和从站数目不大于 28 这两个约束条件。



- LK239 模块不能直接通过配置输入输出数据进行 REAL、DINT、DWORD 型数据的传输，需要组态数据拆分合成指令，实现浮点型数据的 Modbus 通信。

LK239 模块安装在 LK 背板的 I/O 槽位上，模块本体提供 Modbus 通讯接口和 Modbus 终端匹配拨码开关，如图 222 所示。

Modbus 通讯采用应答方式：主站向某个从站发出命令，然后等待从站的应答。从站接到主站命令后，执行命令并将执行结果返回给主站作为应答，然后等待下一个命令。从主站发出命令到接收到从站应答数据之间的间隔称为超时时间，可通过用户参数 **Time of Replay** 进行设置。

Modbus 物理层接口 RS485 或 RS232（2 选 1），传输速率可达 115.2 kbps，RTU 传输模式。

1.13.2 原理说明

LK239 模块在数据存储器中建立有 Profibus-DP 数据区和 Modbus 数据区，定期在两个数据存储区之间交换数据，实现 Modbus 到 Profibus-DP 的数据通信。

Profibus-DP 主站（控制器）与 LK239 的通信数据都存储在 Profibus-DP 数据区中，外部 Modbus 主站/从站与 LK239 的通信数据都存储在 Modbus 数据区中。每完成一次 Profibus-DP 数据通信，按照 Profibus-DP 地址和 Modbus 地址的对应关系，进行一次两个数据存储区的数据交换。

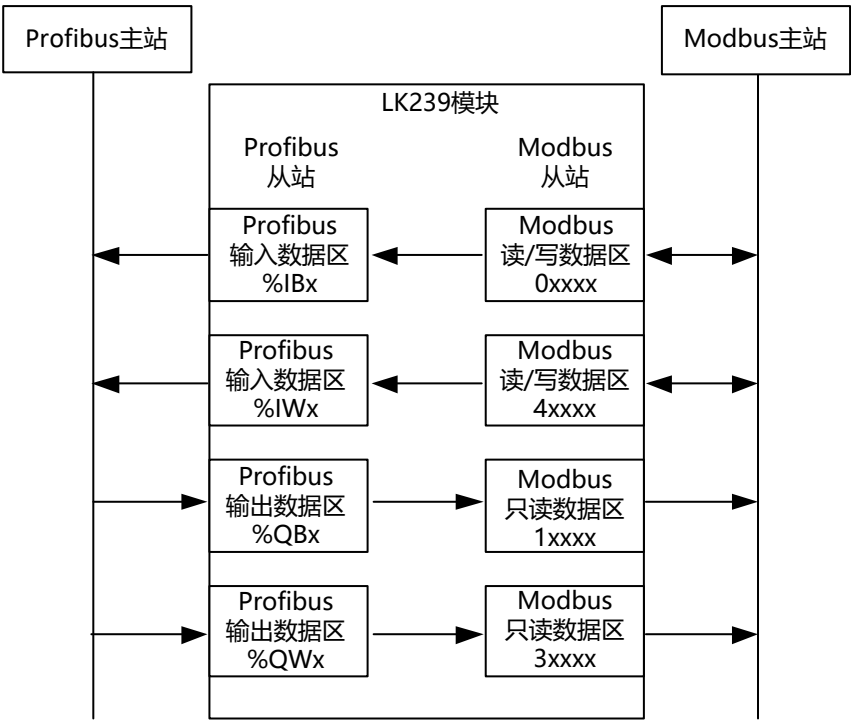


图 223 LK239 作从站时模块的数据交换功能实现简图

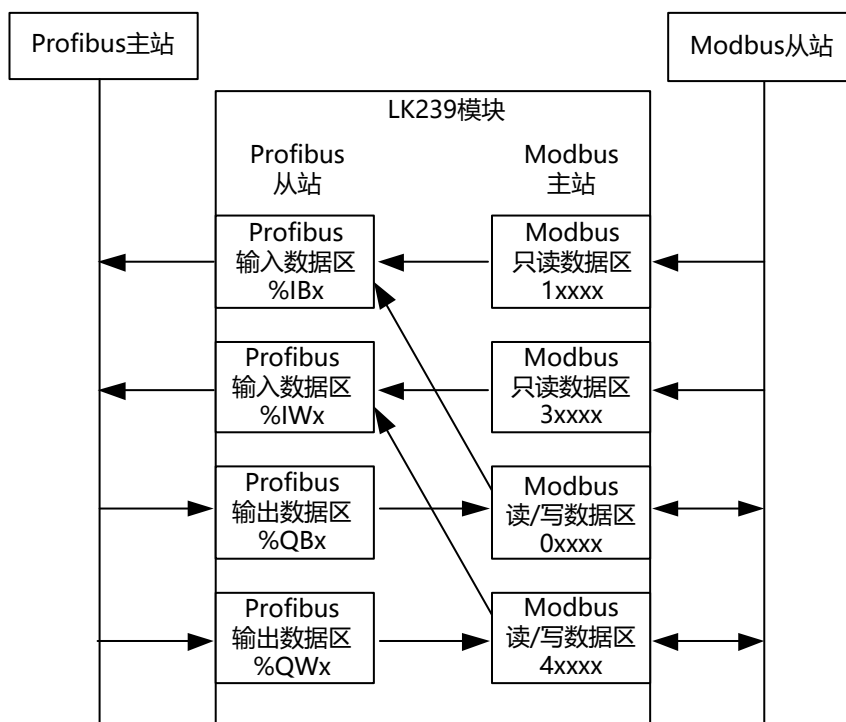


图 224 LK239 作主站时模块的数据交换功能实现简图

1.13.3 状态指示灯

LK239 模块的指示灯定义如表 176 所示，**RUN** 灯显示与 LK 控制器之间的通讯连接状况；**COM** 灯显示 Modbus 通讯连接状况。

表 176 LK239 指示灯的定义

名称	状态	说明
RUN（绿）	亮	LK239 与 LK 控制器之间通讯正常
	闪	刚上电通讯建立中，或 LK239 与 LK 控制器之间通讯错误，或模块被禁止
	灭	模块未上电或模块坏
COM（黄）	亮	Modbus 通讯正常
	闪	刚上电通讯建立中，或 Modbus 通讯错误，或未给 LK239 配置 Modbus 从站
	灭	模块未上电或模块坏

■ 闪烁频率：4 Hz

1.13.4 接线说明

Modbus 的通讯接口位于模块底部，支持 RS232 和 RS485 方式，采用 2 个 RJ45 出口。使用定制电缆可将 RJ45 接口转换为 D 型 9 针插头，电缆信息如表 177 所示。

表 177 Modbus 连接电缆

电缆名称	电缆规格	RJ45 接口定义	DB9 信号定义
------	------	-----------	----------

电缆名称	电缆规格	RJ45 接口定义	DB9 信号定义
RS485 接线方式 Modbus 通讯电缆	屏蔽电缆带磁环；3 m；一端为 RJ45 接口，另一端为 DB9 插头（RS485）	4—RS485+ 5—RS485- 8—GND	5—RS485+ 9—RS485- 1—GND
RS232 接线方式 Modbus 通讯电缆	屏蔽电缆带磁环；3 m；一端为 RJ45 接口，另一端为 DB9 插头（RS232）	1—TXD（LK239 发） 2—RXD（LK239 收） 8—GND	2—TXD（LK239 发） 3—RXD（LK239 收） 5—GND



- LK239 模块槽位下方的 I/O 接线端子座禁止接线。

1.13.5 终端匹配

在 Modbus 总线一侧，选用 RS485 接口时，如果 LK239 模块位于总线的始端或末端，则要连接匹配电阻。

终端匹配拨码开关位于模块内部，默认不连接。如图 225 所示，更改开关位置时不需要拆开外壳，透过模块顶部外壳的散热孔，用一字小号螺丝刀可方便设定。

设置时拨码开关的 4 位按键要拨成一致。4 位按键同时拨向下，为 **ON** 状态，接通终端匹配电阻；4 位按键同时拨向上，为 **OFF** 状态（默认），断开终端匹配电阻。

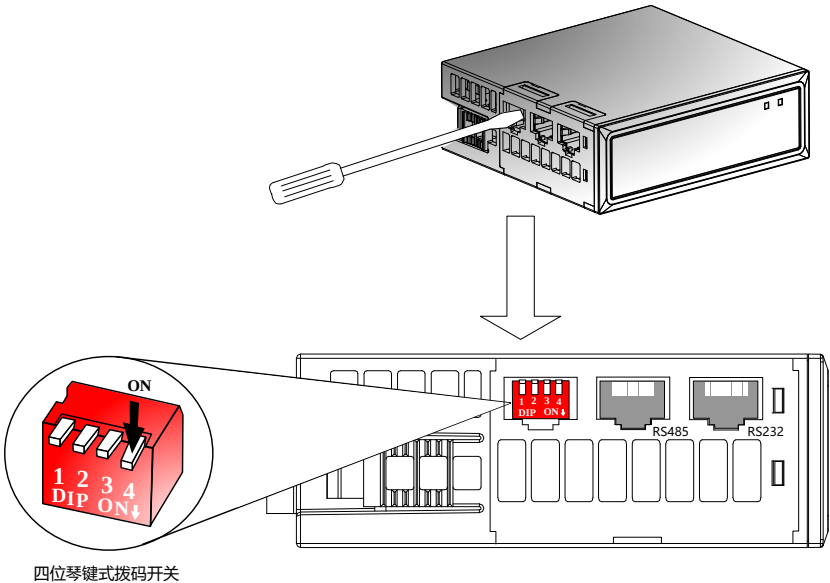


图 225 LK239 拨码开关的设置

1.13.6 Modbus 通讯信息说明

Modbus 通讯协议是主/从通信协议。主站发送报文，只有与主站发送报文中呼叫地址相同的从站才向主站发送回答报文。

LK239 模块的从站地址范围 1~247，协议中的 0 地址为广播报文发送模式，LK239 模块不支持 0 地址功能。

1.13.6.1 Modbus 存储区

Modbus 涉及到的设备存储区以 0xxxx、1xxxx、3xxxx、4xxxx 为标识，如表 178 所示。

表 178 Modbus 存储区说明

Modbus 存储区	类型	读/写	名称	存储单元地址
0xxxx	位	读写	线圈	00000~0xxxx
1xxxx	位	只读	离散量输入	10000~1xxxx
3xxxx	字	只读	输入寄存器	30000~3xxxx
4xxxx	字	读写	保持寄存器	40000~4xxxx

在本系统中均以 Modbus 地址的形式使用，若以寄存器地址使用时，对应的 Modbus 地址减 1。

1.13.6.2 功能码定义

功能码是 Modbus 主站用来通知 Modbus 从站应执行何种动作，从站作为响应发送相同功能码到主站，表明已响应主站进行操作。

表 179 列出了 LK239 作为 Modbus 主站时支持的 Modbus 功能码，对于表中未列出的功能码，LK239 不做任何响应。

如果从站发送的功能码的最高位为 1（功能码大于 127），则表明从站没有响应操作或发送出错。

表 179 支持的功能码定义

功能码	数据类型	含义	作用
01	BIT	读取开出状态（DO 回读）	回读一组开关量输出的当前状态（不支持广播方式）
02	BIT	读取开入状态（DI）	取得一组开关量输入的当前状态（不支持广播方式）
03	WORD	读取模出状态（AO 回读）	回读一组模拟量输出的当前状态（不支持广播方式）
04	WORD	读取模入状态（AI）	取得一组模拟量输入的当前状态（不支持广播方式）
05	BIT	强制单路开出（单路 DO）	强制设定某个开关量的输出值（不支持广播方式）
06	WORD	强制单路模出（单路 AO）	强制设定某个模拟量的输出值（不支持广播方式）
15	BIT	强制多路开出（多路 DO）	强制设定从站几个连续开关量的输出值（不支持广播方式）
16	WORD	强制多路模出（多路 AO）	强制设定从站几个连续模拟量的输出值（不支持广播方式）

1.13.6.3 诊断信息码

当发现主站的请求报文有误时，从站会在应答报文中将功能码的最高位（Bit7）置 1，同时发送一个字节长度的诊断信息码（status 字节 Bit4~Bit1）。诊断信息码 1~7 分别代表不同的错误类型，如表 180 所示。在“设备信息”窗口，status 字节中可以查看诊断信息码。

在接收到诊断信息码后，可根据错误类型采取响应的措施，并重新发送请求。

表 180 支持的诊断信息码

错误代码	含义	原因
1	非法的功能码	从站不支持该功能码

错误代码	含义	原因
2	非法的数据地址	数据起始地址设置不正确
3	数据范围溢出	数据长度设置不正确
4	连接设备错误	从机设备故障
5	确认收到请求	从机需较长时间来处理，先确认收到
6	忙，拒收请求	从站设备忙
7	收到请求但不确认	不执行请求

1.13.7 组态说明

在 Modbus 一侧，LK239 既可以作为主站，又可以作为从站，还支持自由协议，组态时选用不同的 GSD 文件，如图 226 所示。

- 当 LK239 作主站时，添加 “LK239-MASTER”。
- 当 LK239 作从站时，添加 “LK239-SLAVE”。
- 当 LK239 采用自由协议时，添加 “LK239-Free”。

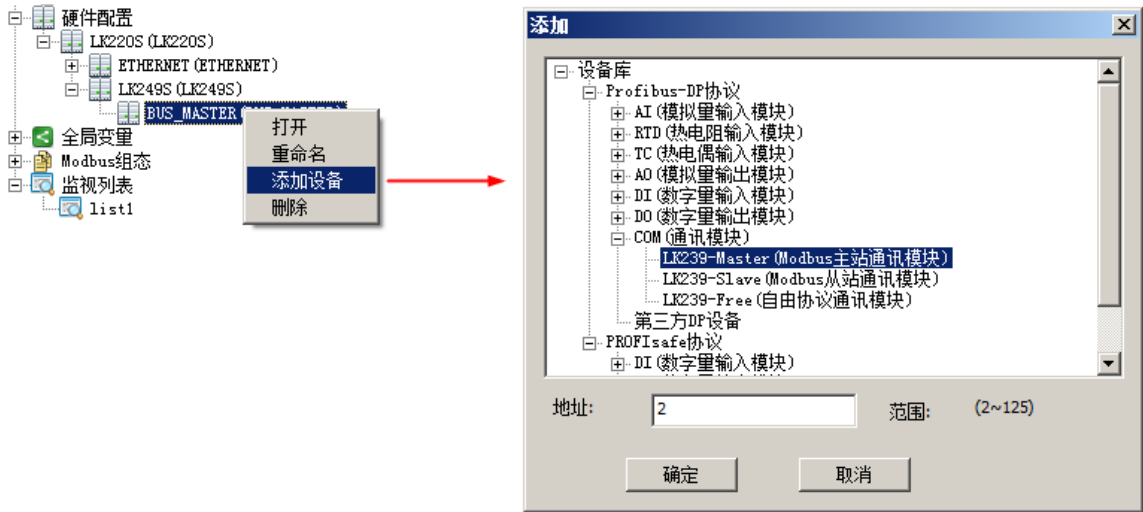


图 226 添加 LK239 模块

1.13.7.1 LK239 作 Modbus 主站的组态过程

1. 设置站地址

在 Profibus-DP 一侧，LK239 支持 Profibus-DP 从站协议，通讯地址由背板号和所在槽位唯一确定。组态时，双击设备地址栏，如图 227 所示。在新地址中输入实际通讯地址，单击确定。

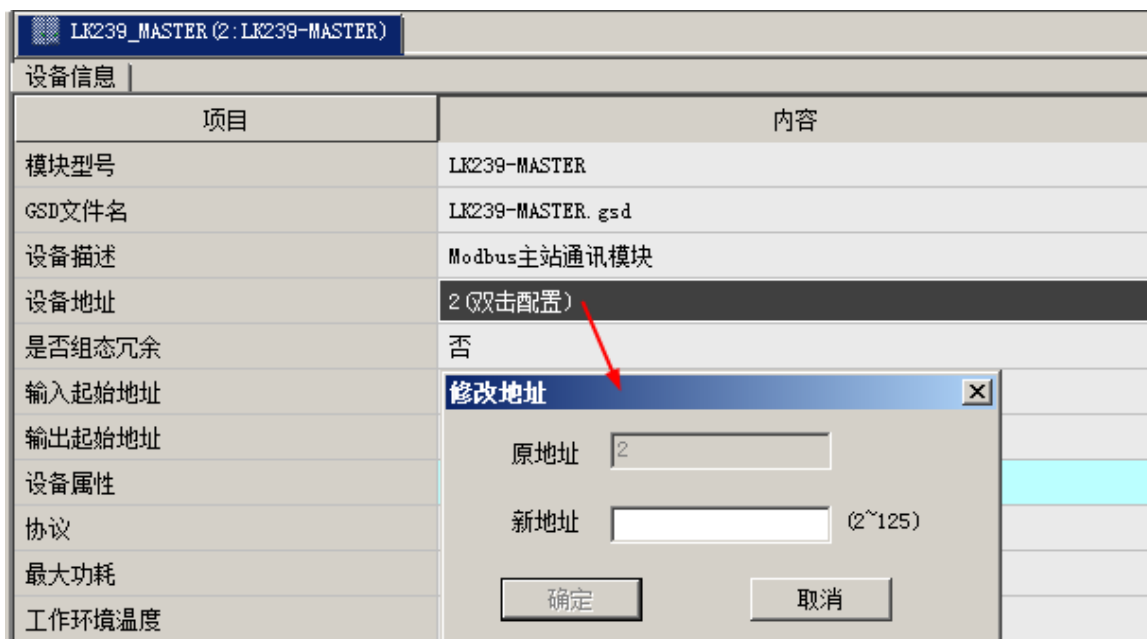


图 227 设置站地址

2. 输入输出选择

【输入/输出选择】标签页用于配置 LK239 模块 Modbus 一侧的数据空间，实现 LK239 与外部 Modbus 站点之间的数据传输。

模块中数据长度有限制，输入数据最大长度 244 字节，输出数据最大长度 244 字节。当添加数据超过限定长度时，弹出错误提示。

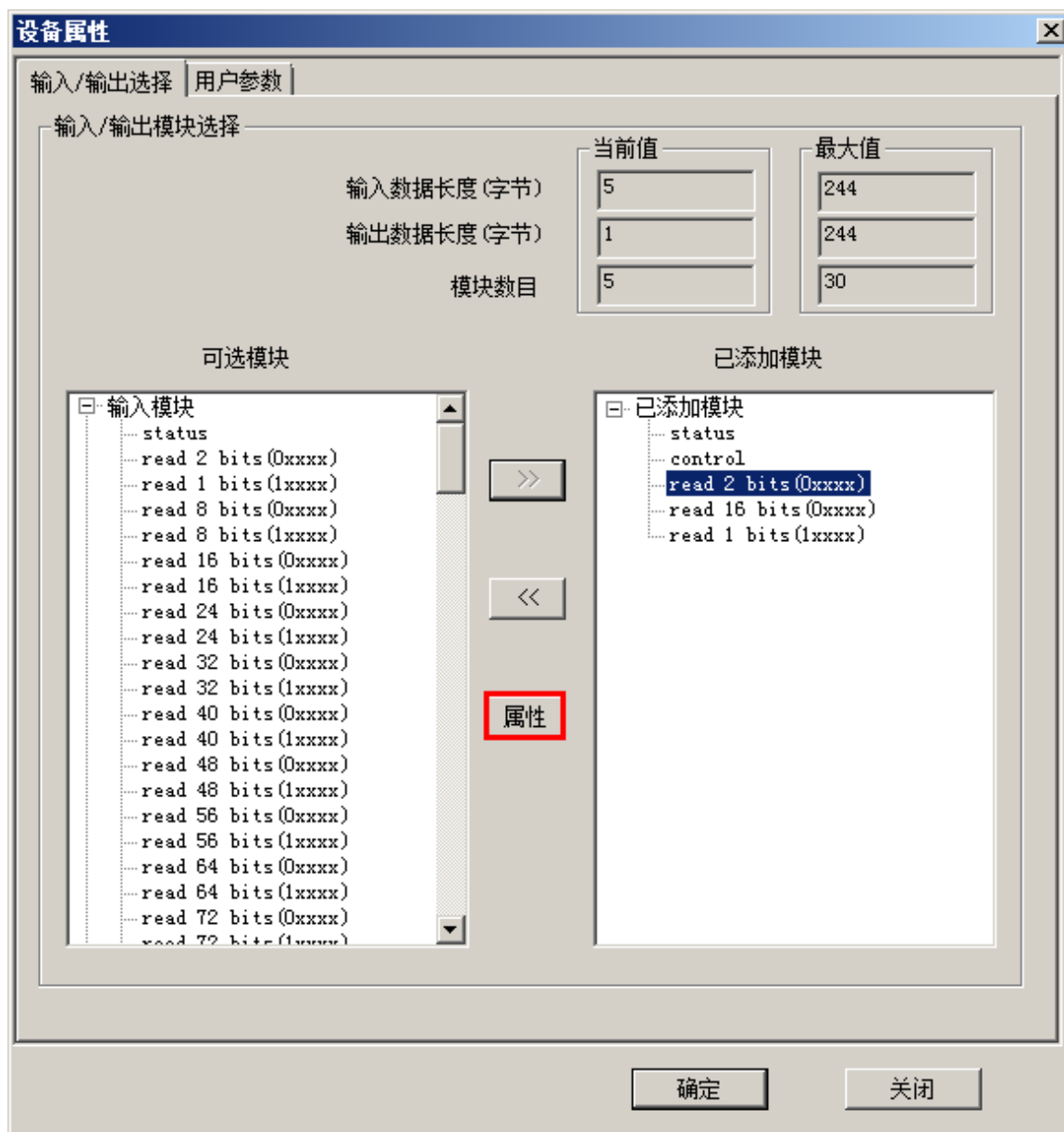
如图 228 所示，左侧**可选模块**列表框中显示所有可选的输入输出数据，选择需要添加的数据，单击按钮 **>>**，将数据添加到右侧**已添加模块**列表框中。选中已添加的数据，单击**属性**按钮，可查看当前从站参数。



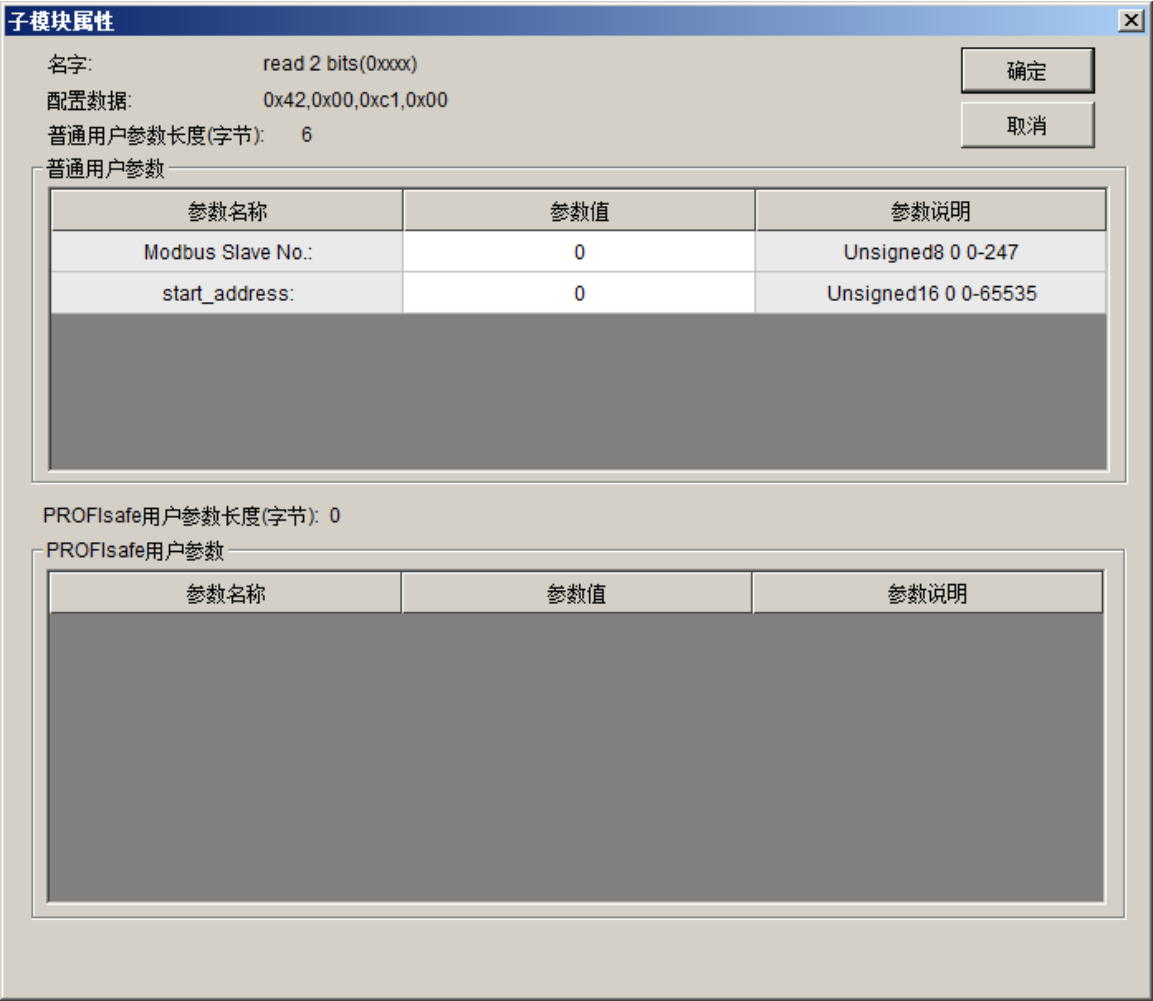
图 228 Modbus 主站的输入输出模块

LK239 作主站时，Modbus 数据区分为输入模块（Input Modules）和输出模块(Output Modules)如图 228 所示。每个模块表示 Modbus 支持的一种功能码，根据 Modbus 从站设备属性选择模块，其中，status 和 control 默认添加，具体含义参见本章节 [Status](#) 和 [Control](#) 字节。

LK239 作为 Modbus 主站时，除了选择正确的输入输出模块，对于每一个 Modbus 从站，还要指定从站地址和数据起始地址，才能实现对从站数据的读写通讯。具体流程如图 229 所示，选择已添加的模块，单击属性按钮，打开“子模块属性”对话框，进行参数设置。



(a)



(b)

图 229 从站参数设置

表 181 Modbus 从站参数说明

参数名称	参数说明	参数取值
Modbus Slave No.	从站地址	0~247
Start_address	数据的起始地址	0~65535

3. 用户参数

LK239 作为 Modbus 主站时，用户参数长度 8 字节，含义如表 182 所示。

表 182 Modbus 主站用户参数列表

参数名称	参数含义	参数取值
Baud rate	Modbus 通讯波特率选择	1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps（默认）、19.2 kbps、38.4 kbps、57.6 kbps、115.2 kbps
Parity	校验方式选择	=Even Parity，偶检验（默认） = Odd Parity，奇校验

参数名称	参数含义	参数取值
		=No Parity, 无校验
Modbus Master	Modbus 主、从站选择	=Modbus Master, 主站
Transmission Mode	Modbus 数据传输方式	=RTU, RTU 传输方式
Data Update Mode	Modbus 数据更新方式	=At MD_scan End, 所有 Modbus 命令结束时更新 =At Evry MD End (默认), 每次 Modbus 命令结束时更新
Time of Reply	超时时间设置	通过下拉菜单选择, 200 ms (默认)
RS232/RS485	RS232/RS485 通讯接口选择	=RS232 =RS485 (默认)
Max polling number	从站回复超, 主站最大重发次数	1~255, 默认 3 次



图 230 Modbus 主站用户参数

4. Status 和 Control 字节

LK239 作 Modbus 主站时的 status 设备状态字节定义和 control 设备控制字节定义。

■ status 设备状态字节定义

- ☐ Bit0: 表示 Modbus 从站是否离线。Bit0=0 表示无从站离线；当从站回复超时并且达到最大重发次数时 Bit0=1, 表示有从站离线。
- ☐ Bit4~Bit1: 诊断信息码, 如果有多个 Modbus 从站都出现异常时, 将滚动显示。
- ☐ Bit5: 表示主站运行状态, 正常时置 1。

- Bit6: 置 1 表示有数据校验错误。
- control 设备控制字节定义
 - Bit0: 置 1 时表示启动 Modbus 设备；清零时表示禁止 Modbus 设备。
 - Bit7~Bit1: 保留。

需要特别注意的是：为了保持数据的有效性和连续性，应该先建立与控制器的 DP 通讯连接，然后再启动 Modbus 设备（control 字节置 1）。断开通讯时，禁止 Modbus 设备（control 字节清零），当通讯恢复后，再启动 Modbus 设备。

5. 数据通讯

在【输入/输出选择】标签页中对 LK239 进行数据添加后，数据列表中会出现相应的输入输出数据，最多包括 244 字节的输入数据和 244 字节的输出数据，其中 **status** 和 **control** 默认添加。



- LK239 模块不能直接通过配置输入输出数据进行 REAL、DINT、DWORD 型数据的传输，需要组态数据拆分合成指令，实现浮点型数据的 Modbus 通信。

LK239 作主站时，Modbus 数据区中的每个模块表示 Modbus 支持的一种功能码，各模块所代表的功能码如表 183 所示。

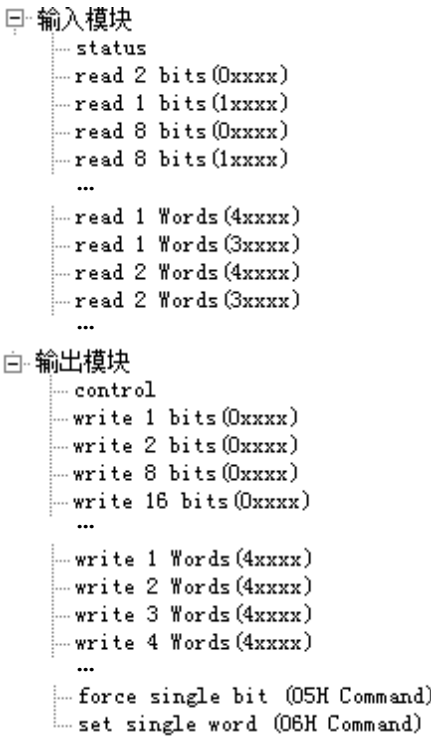


图 231 Modbus 主站数据区

表 183 各模块所代表的功能码

模块类型	Modbus 存储区	功能码
输入模块	0xxxx	01（DO 回读）
	1xxxx	02（读 DI）

模块类型	Modbus 存储区	功能码
	4xxxx	03 (AO 回读)
	3xxxx	04 (读 AI)
输出模块	0xxxx	15 (多路 DO)
	4xxxx	16 (多路 AO)
	05H Command	05 (单路 DO)
	06H Command	06 (单路 AO)

1.13.7.2 LK239 作 Modbus 从站的组态过程

1. 设置站地址

在 Profibus-DP 一侧, LK239 支持 Profibus-DP 从站协议, 通讯地址由背板号和所在槽位唯一确定。组态时, 双击**设备地址**栏, 如图 232 所示。在**新地址**中输入实际通讯地址, 单击**确定**。

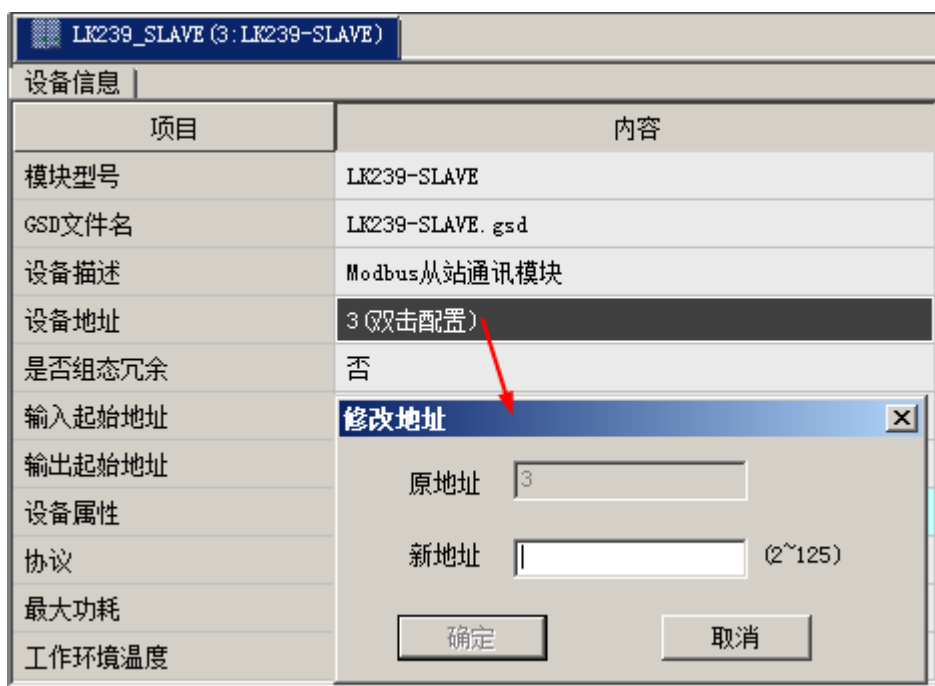


图 232 设置站地址

2. 输入输出选择

LK239 作从站时, 如图 233 所示, Modbus 数据区分为输入模块(Input Modules)和输出模块(Output Modules)。每个模块的数据长度不同, 其中, **status** 和 **control** 默认添加。

左侧**可选模块**列表框中显示所有可选的输入输出数据, 选择需要添加的数据, 单击按钮 , 将数据添加到右侧**已添加模块**列表框中。

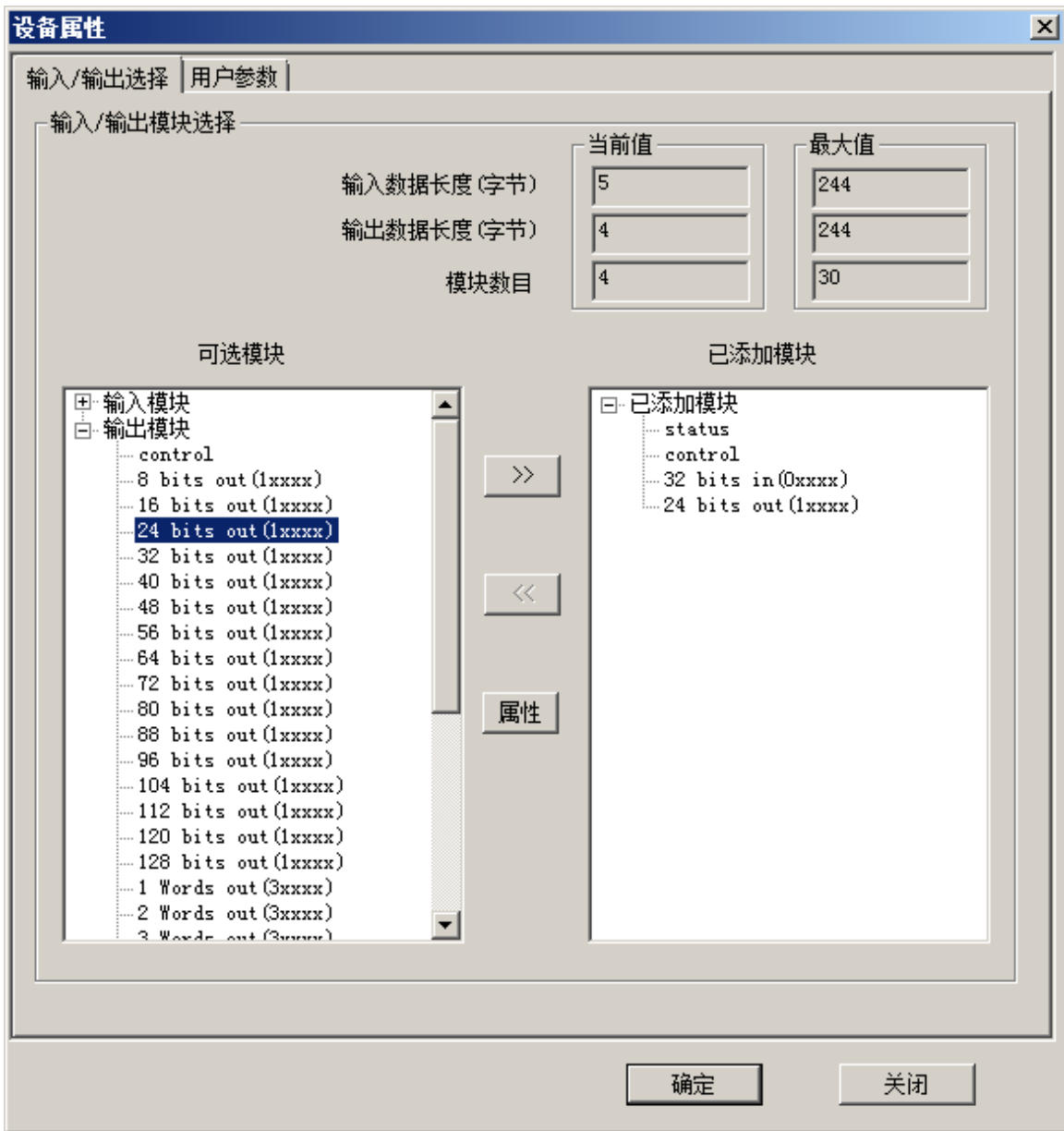


图 233 Modbus 从站的输入输出模块

LK239 作 Modbus 从站时，请严格按照下述顺序添加数据：先添加 **bits**，再添加 **Words**。



图 234 Modbus 从站数据添加顺序

3. 用户参数

LK239 作为 Modbus 从站时，用户参数长度 6 字节，含义如表 184 所示。

表 184 Modbus 从站用户参数列表

参数名称	参数含义	参数取值
Baud rate	Modbus 通讯波特率选择	1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps（默认）、19.2 kbps、38.4 kbps、57.6 Kbps、115.2 Kbps
Parity	校验方式选择	=Even Parity，偶检验（默认） =Odd Parity，奇校验 =No Parity，无校验
Modbus Master	Modbus 主、从站选择	=Modbus Slave，从站
Transmission Mode	Modbus 数据传输方式	=RTU，RTU 传输方式
RS232/RS485	RS232/RS485 通讯接口选择	=RS232 =RS485（默认）
Modbus Slave No.	从站地址	1（默认）~247



模块属性

输入/输出选择 用户参数

用户参数字节数: 6

参数名称	参数值	参数说明
Baudrate	9600	Unsigned8 4 0-8
Parity	Even Parity	Unsigned8 0 0-2
Modbus Slave	Modbus Slave	Unsigned8 1 0-1
Transmission Mode	RTU	Unsigned8 0 0-1
RS232/RS485	RS485	Unsigned8 1 0-1
Modbus Slave No.	1	Unsigned8 1 0-255

图 235 Modbus 从站用户参数

4. status 和 control 字节

LK239 作 Modbus 从站时的 status 设备状态字节定义和 control 设备控制字节定义。

■ status 设备状态字节定义

- ☐ Bit0: 置 1 表示 Modbus 主站在 10 秒内没有轮询该从站；。
- ☐ Bit4~Bit1: 诊断信息码。
- ☐ Bit5: 表示从站运行状态，正常时置 1。

- ☐ Bit6: 置 1 表示 CRC 或 LRC 校验错误。
- ☐ Bit7: 置 1 表示奇偶校验错误。
- control 设备控制字节定义
 - ☐ Bit0: 置 1 时表示启动 Modbus 设备；清零时表示禁止 Modbus 设备。
 - ☐ Bit7~Bit0: 保留。

5. 数据通讯

在【输入/输出选择】标签页中对 LK239 进行数据添加后，数据列表中会出现相应的输入输出数据，最多包括 244 字节的输入数据和 244 字节的输出数据，其中 **Status** 和 **Control** 默认添加。



- LK239 模块不能直接通过配置输入输出数据进行 REAL、DINT、DWORD 型数据的传输，需要组态数据拆分合成指令，实现浮点型数据的 Modbus 通信。

LK239 作从站时，Modbus 数据区中的每个模块表示 Modbus 从站的数据，模块名称直观的标示出了各模块的数据长度和类型，如图 236 所示。

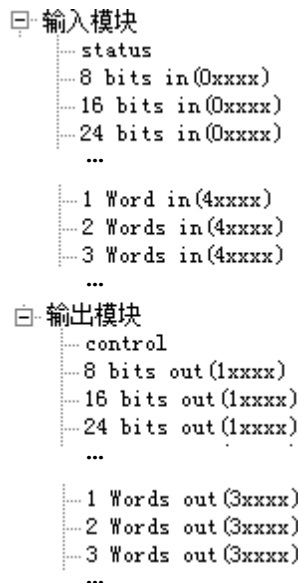


图 236 Modbus 从站数据区说明

1.13.7.3 自由协议通讯的组态过程

1. 设置站地址

在 Profibus-DP 一侧，LK239 支持 Profibus-DP 从站协议，通讯地址由背板号和所在槽位唯一确定。组态时，双击**设备地址**栏，如图 237 所示。在**新地址**中输入实际通讯地址，单击**确定**。

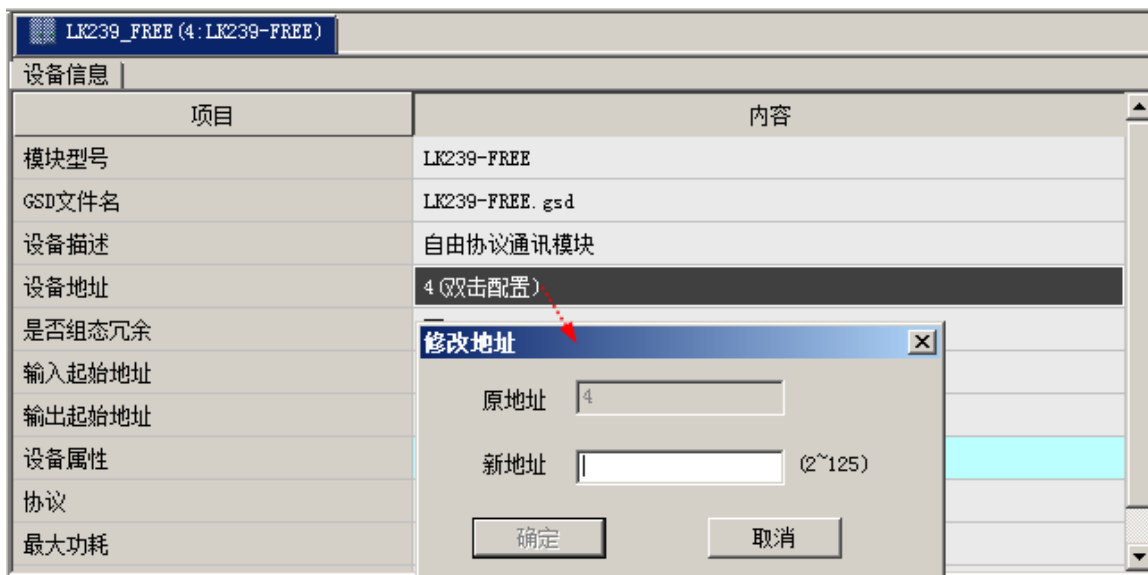


图 237 设置站地址

2. 输入输出选择

LK239 采用自由协议通讯时，如图 238 所示，数据区分为输入模块（Input Modules）和输出模块（Output Modules）。每个模块的数据长度不同，数据长度最大为 244 字节(包括 control 和 status)。

组态为只收模式（Only Receive）时，添加输入模块；组态为收发模式（Send and Receive）时，添加输入输出模块。



图 238 自由协议的输入输出模块

3. 用户参数

LK239 作为自由协议时，用户参数长度 6 字节，含义如表 185 所示：

表 185 自由通讯协议用户参数列表

参数名称	参数含义	参数取值
Baudrate	自由协议通讯波特率选择	1200、2400、4800、9600（默认）、19.2K、38.4K、57.6K、115.2K，单位：bps
Parity	校验方式选择	=Even Parity，偶检验（默认） =Odd Parity，奇校验 =No Parity，无校验

参数名称	参数含义	参数取值
Free	只收或收发模式选择	=Only Receive, 只收数据 =Send and Receive, 收发数据（默认）
Reserved	忽略	忽略
Reserved	忽略	忽略
RS232/RS485	RS232/RS485 通讯接口选择	=RS232 =RS485（默认）



设备属性

输入/输出选择 用户参数

用户参数字节数: 6

参数名称	参数值	参数说明
Baudrate	9600	Unsigned8 4 1-8
Parity	Even Parity	Unsigned8 0 0-2
Free	Send and Receive	Unsigned8 2 2-3
Reserved	0	Unsigned8 0 0-255
Reserved	0	Unsigned8 0 0-255
RS232/RS485	RS485	Unsigned8 1 0-1

确定 关闭

图 239 自由协议的用户参数

4. status 和 control 字节
 - (1) 自由协议只收模式

只收模式必须在用户参数中的 Free 一栏选择 **Only Receive** 模式。

LK239 采用自由协议的只收模式时，其设备控制 control 定义见表 186 所示。

表 186 自由协议只收模式的 control 字节含义

Control	名称	说明
Byte0	—	—
Byte1	—	—
Byte2	—	—
Byte3	—	—
Byte4	RecvEn	接收使能，高电平持续收数据。低电平禁止接收
Byte5	RecvLen	接收的数据长度
Byte6	StartChar	设置接收的开始字符
Byte7	EndChar	设置接收的结束字符
Byte8	RecvTimeout	设置接收超时时间(单位为 10 ms)
Byte9	RecvMode	bit0: 超时时间使能 bit1: 忽略 bit2: 结束字符使能 bit.3: 开始字符使能 bit4~7: 忽略
Byte10	—	—
Byte11	AckID	主站确认包号

LK239 采用自由协议的只收模式时，其设备控制 status 定义见表 187 所示。

表 187 自由协议只收模式的 Status 字节含义

Status	名称	说明
Byte0	—	—
Byte1	—	—
Byte2	—	—
Byte3	—	—
Byte4	RecvQ	接收结束为 1，为 0 表示没有结束
Byte5	RecvCount	接收到的数据长度
Byte6	RecvErr	接收错误： =0: 正确 =1: 数据长度（DataLength）错 =2: 数据存放地址（TBL）越界 =3: 使能开始字符，但未设置开始字符 =4: 使能结束字符，但未设置结束字符 =5: 超时时间（Timeout）设定过小 =6: 获取用户空间指针失败 =7: 接收超时 =8: 未选择自由协议

Status	名称	说明
		=9: 调用多个功能块 =21: 此时 en 既不是 0 也不是 1 =22: 读起始字符有错误 (fpga 收错误) =24: 串口接收数据错 =26: 未找到结束字符 =27: 长度参数错误
Byte7	—	—
Byte8	—	—
Byte9	—	—
Byte10	—	—
Byte11	RecvSN	LK239 返回命令号

(2) 自由协议收发模式

收发模式必须在用户参数中的 Free 一栏选择 **Send and Receive** 模式。

LK239 采用自由协议的收发模式时，其设备控制 control 定义如表 188 所示。

表 188 自由协议收发模式的 control 字节含义

Control	名称	说明
Byte0	SendEn	发送使能(上升沿发送数据，高电平保持)
Byte1	SendLength	设置发送长度
Byte2	Sendtimeout	设置发送超时时间
Byte3	SendSN	命令号
Byte4	RecvEn	接收使能，上升沿接收数据，高电平保持
Byte5	RecvLen	接收的数据长度
Byte6	StartCahar	设置接收的开始字符
Byte7	EndChar	设置接收的结束字符
Byte8	RecvTimeout	设置接收超时时间(单位为 10ms)
Byte9	RecvMode	bit0: 超时时间使能 bit1: 忽略 bit2: 结束字符使能 bit.3: 开始字符使能 bit4-7: 忽略
Byte10	—	—
Byte11	AckID	主站确认包号

LK239 采用自由协议的收发模式时，其设备控制 status 定义如表 189 所示。

表 189 自由协议收发模式的 status 字节含义

Status	名称	说明
Byte0	SendQ	为 1 表明发送结束，0 表示发送未结束

Status	名称	说明
Byte1	SendErr	发送错误： =0: 正确 =1: 数据长度（DataLength）错 =2: 数据存放地址（TBL）越界 =3: 获取用户空间指针失败 =4: 发送超时 =5: 未选择自由协议 =6: 调用多个功能块 =20: 系统异常（新增） =21: 此时 en 既不是 0 也不是 1 =27: 长度参数下发错误
Byte2	—	—
Byte3	SendSN	返回的发送命令号
Byte4	RecvQ	接收结束为 1，为 0 表示没有结束
Byte5	RecvCount	接收到的数据长度
Byte6	RecvErr	接收错误： =0: 正确 =1: 数据长度（DataLength）错 =2: 数据存放地址（TBL）越界 =3: 使能开始字符，但未设置开始字符 =4: 使能结束字符，但未设置结束字符 =5: 超时时间（Timeout）设定过小 =6: 获取用户空间指针失败 =7: 接收超时 =8: 未选择自由协议 =9: 调用多个功能块 =21: 此时 en 既不是 0 也不是 1 =22: 读起始字符有错误（fpga 收错误） =24: 串口接收数据错 =26: 未找到结束字符 =27: 长度参数错误
Byte7	—	—
Byte8	—	—
Byte9	—	—
Byte10	—	—
Byte11	RecvSN	LK239 返回命令号

5. 数据通讯

如图 240 所示，在自由协议数据区中，每个数据的名称直观标示出了其数据长度和类型，用户可按照需要添加。

输入输出数据，累计最多不能超过 244 字节(包括 control 和 status)。

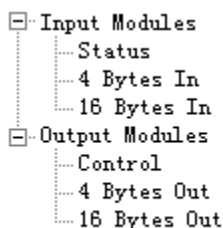


图 240 自由协议可选数据类型

在【输入/输出选择】标签页中对 LK239 进行数据添加后，在“设备信息”窗口下会显示相应的输入数据或输出数据，其中 **status** 和 **control** 默认添加。如图 241 所示。

Status	Control	16 Bytes In	16 Bytes Out		
通道号	通道名称	通道类型	通道地址	通道说明	
1	DPIO_2_1_2_1	BYTE	%IB0		
2	DPIO_2_1_2_2	BYTE	%IB1		
3	DPIO_2_1_2_3	BYTE	%IB2		
4	DPIO_2_1_2_4	BYTE	%IB3		
5	DPIO_2_1_2_5	BYTE	%IB4		
6	DPIO_2_1_2_6	BYTE	%IB5		
7	DPIO_2_1_2_7	BYTE	%IB6		
8	DPIO_2_1_2_8	BYTE	%IB7		
9	DPIO 2 1 2 9	BYTE	%IB8		

图 241 添加的数据

(1) 自由协议只收模式

若用户只是用 LK239 来接收外界的串口数据，并不通过 LK239 往外发送数据，则请选择 **Only Receive（只收模式）**。在只收模式下，使能 RecvEn(上升沿使能，高电平持续收数据)，LK239 会进入自动接收数据状态。若使能开始字符，则会以开始字符为起点开始接收数据，若没有收到开始字符则会将数据丢弃；若禁止开始字符，则必须使能长度和结束字符，否则报错；若设置接收长度为 0 则必须使能开始和结束字符。

接收数据时，若使能结束字符，则以结束字符为终点结束本包的接收继续接收下一包，则继续接收直到接满指定数据长度后结束本次接收；若禁止结束字符，使能开始字符，并且使能长度则会在接满指定以开始字符为头的的数据长度后结束本次接收。LK239 自由协议只收模式带有缓存，将会把外设发来的数据放入缓冲(25*64 Byte 总共可缓存 64 包数据，每包 25Byte，不足 25Byte 部分按照一包计算，超过 64 包数据后，若未及时取走，新来数据会覆盖旧的数据)中，然后加上 ID 有顺序地提交给 LK 主控。

综上所述，开始字符和/或结束字符必须在发送端和接收端同时正确设置并保持一致，才能正确接收数据。

自由协议只收模式举例如下：

如图 241 所示，添加数据后，按照图 242 选择 **Only Receive** 模式，并配置好波特率(本说明选用的是 RS485，请根据实际工程来选择)。



图 242 配置 LK239 为 Only Receive 模式

(2) 自由协议收发模式

若用户用 LK239 既要通过串口对外发数据或者发完数据之后之后又要接收外设发来的数据则请选择 **Send and Receive (收发模式)**。在收发模式下，使能发送 SendEn（上升沿使能，高电有效，每一个上升沿发送一次数据），LK239 会发送输出区的有效数据，若设备给 LK239 返回数据，用户应该在发送使能的同时使能 RecvEn（上升沿使能，高电平保持，每一个上升沿接收一次数据）。接收过程的控制如同只收模式（收发模式的数据接收没有缓存）。

接收数据时，若使能结束字符，则以结束字符为终点结束本包的接收继续接收下一包，否则继续接收直到接满指定数据长度后结束本次接收；若禁止结束字符，使能开始字符，并且使能长度则会在接满指定以开始字符为头的的数据长度后结束本次接收，若设置接收长度为 0 则必须使能开始和结束字符。

综上所述，开始字符和/或结束字符必须在发送端和接收端同时正确设置并保持一致，才能正确接收数据。

自由协议收发模式举例如下：

如图 241 所示，添加数据后，按照图 243 选择 **Send and Receive** 模式，并配置好波特率（本说明选用的是 RS485，请根据实际工程来选择）。

设备属性

输入/输出选择 用户参数

用户参数字节数: 6

参数名称	参数值	参数说明
Baudrate	115.2K	Unsigned8 4 1-8
Parity	No Parity	Unsigned8 0 0-2
Free	Send and Receive	Unsigned8 2 2-3
Reserved	0	Unsigned8 0 0-255
Reserved	0	Unsigned8 0 0-255
RS232/RS485	RS485	Unsigned8 1 0-1

图 243 配置 LK239 为 Send and Receive 模式



- LK239 模块不能直接通过配置输入输出数据进行 REAL、DINT、DWORD 型数据的传输，需要组态数据拆分合成指令，实现浮点型数据的 Modbus 通信。

1.13.8 技术指标

LK239 Modbus RTU 主从站通讯扩展模块	
系统电源	
工作电压	24VDC(-15%~+20%)
功耗	80 mA max.@24 VDC
DP 通讯总线	
协议	Profibus-DP 从站协议
双网冗余	支持
通讯速率	9.6 kbps、19.2 kbps、45.45 kbps、93.75 kbps、187.5 kbps、500 kbps、1.5 Mbps 自适应
介质	通过欧式连接器引出到背板
Modbus 通讯	
协议	Modbus 协议
传输模式和帧格式	RTU
物理层接口	RS485 接口 (RJ-45)、RS232 接口 (RJ-45)，组态选择
支持的功能码	01、02、03、04、05、06、15、16 (十进制)
支持的最大从站数	28
输入/输出数据长度	最多各 244 字节

LK239 Modbus RTU 主从站通讯扩展模块	
通讯速率	1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps、19200 bps、38400 bps、57600 bps、115200 bps（组态选择）
校验方式	奇校验、偶校验、无校验（组态选择）
主从方式	支持主站、从站（组态选择）
系统与通讯接口隔离电压	≥500 VAC@1 min，漏电流 5 mA
自由协议通讯	
协议	自由协议，同时发送和接收
通讯速率	1200、2400、4800、9600、19200、38400、57600、115200bps（组态选择）
物理层接口	RS485 接口（RJ-45）或 RS232 接口（RJ-45）二选一（组态选择）
校验方式	奇校验、偶校验、无校验（组态选择）
输入/输出数据长度	输入/输出数据长度最多各 244 字节
开始字符	1 字节，数据范围：0~255，占用起始地址
结束字符	1 字节，数据范围：0~255，占用结束地址
系统与通讯接口隔离电压	≥500VAC@1min，漏电流 5mA
物理特性	
安装方式	插槽安装
安装位置	扩展背板的 I/O 插槽
防混销	F1
模块尺寸（W*H*D）	35 mm×100 mm×100 mm
带电插拔	支持
重量	180 g



北京和利时智能技术有限公司

Beijing HollySys Intelligent Technologies Co., Ltd..

地址：北京经济技术开发区地盛中路2号院

邮编：100176

电话：010-5898 1588

热线：4008111999

传真：010-5898 1558

<http://www.hollysys.com>