



■ 目录

MCD 200 系列概述 3

 说明 3

 额定值 4

 常规技术数据 5

 机械安装 7

 尺寸和重量 7

 电缆规格 9

 半导体的保护熔断装置 9

MCD 201 10

 电气图 10

 控制电路 11

 功能 11

 指示 12

 故障排查 12

MCD 202 13

 电气图 13

 控制电路 13

 功能 14

 电动机热敏电阻保护 17

 指示 17

 故障排查 17

附件 18

 概述 18

 MCD 200 Remote Operator 18

 MCD 200 MOSBUS 模块 19

 MCD 200 Profibus 模块 20

 MCD 200 DeviceNet 模块 20

 MCD 200 AS-i 模块 20

 MCD PC 软件 21

软启动应用程序指南 22

 降压启动 22

 软启动控制的类型 22

 了解软启动器的额定值 23

 型号选择 23

 典型应用 24

 功率因数修正 25

软启动器服务指南

 检测 26

 拆卸顺序 007~030 32



MCD 200 同线电压连接时带有危险电压。其电气安装只能由具有资质的电工来执行。

如果电动机或 MCD 200 的安装不正确，可能导致设备故障、严重伤害甚至人身死亡。请严格遵循本手册、国家电气法规 (NEC) 和本地安全法规。

■安全规定

1. 如果要进行维修工作，必须将软启动器同电网断开。



MCD 200 的用户或安装人员有义务根据国家电气法规 (NEC) 和本地法规提供适当的接地和支路保护。

■有关无意启动的警告

1. 当软启动器连入电网时，可通过数字或总线命令来停止电动机。
如果出于人身安全方面的考虑而必须保证不会发生无意启动现象，这些停止功能是不够的。
2. 如果软启动器的电子器件发生故障，或者随着供电网或电动机连接方面的临时故障消除，已停止的电动机可能会启动。

■在本手册中使用的符号

您在阅读本手册时会遇到各种需要特别注意的符号。所使用的符号如下：



注意

表示读者应注意的事项



表示一般警告



表示高压警告

■避免软启动器损坏

请阅读并遵守本手册中的所有说明。此外，还请特别注意以下事项：

1. 不要将功率因数修正电容器连接到软启动器的输出端。如果要使用静态功率因数修正，必须将有关电容器连接在软启动器的电网侧。
2. 不要在 MCD 200 的控制输入端子上施加不正确的电压。



静电保护：静电放电 (ESD)。许多电子元件对静电都非常敏感。静电的电压非常低，以致于无法检测、察觉或监视，它们可能降低产品寿命、影响性能甚至完全损坏敏感的电子元件。进行维护时应使用适当的 ESD 设备，以防造成可能的损害。

■ MCD 200 系列概述

■ 说明

Danfoss MCD 200 软启动器系列包括两个独立的型号。

- MCD 201
- MCD 202

MCD 201 和 MCD 202 软启动器具有相同的功率和机械设计，但二者提供了不同水平的功能。

MCD 201 软启动器提供了 TVR（同步电压斜坡升降）类型的启动和停止控制，它在设计上需要连同外部的电动机保护设备一起使用。

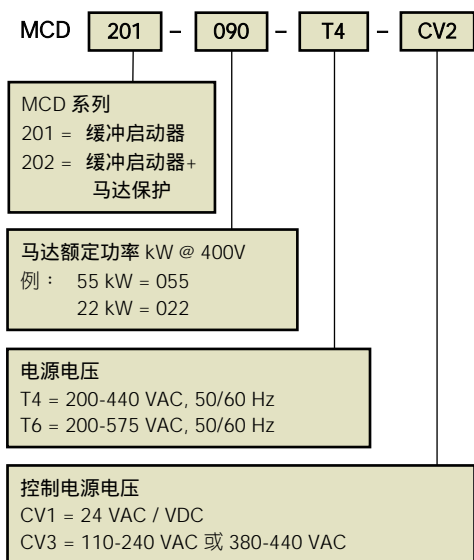
MCD 202 软启动器提供了电流极限启动控制和 TVR 类型的软停止，并且包括一系列的电动机保护功能。



注意

本手册涉及 MCD 200、MCD 201 和 MCD 202。当介绍到 MCD 201 和 MCD 202 型号的共同特性时，将使用 MCD 200 作为统一指代。所有其它情况下的内容都特定于 MCD 201 型号或 MCD 202 型号。

■ 订购类型代码



■ 额定值

MCD 200 型号	连续额定值 (内部存在跳跃) @ 40 °C 环境温度, <1000 米海拔	
	正常负载	重负载
007	18A AC53b 4-6:354	16A AC53b 4-20:340
015	34A AC53b 4-6:354	31A AC53b 4-20:340
018	42A AC53b 4-6:354	37A AC53b 4-20:340
022	48A AC53b 4-6:354	46A AC53b 4-20:340
030	60A AC53b 4-6:354	48A AC53b 4-20:340
037	75A AC53b 4-6:594	67A AC53b 4-20:580
045	85A AC53b 4-6:594	72A AC53b 4-20:580
055	100A AC53b 4-6:594	92A AC53b 4-20:580
075	140A AC53b 4-6:594	116A AC53b 4-20:580
090	170A AC53b 4-6:594	138A AC53b 4-20:580
110	200A AC53b 4-6:594	160A AC53b 4-20:580

MCD 200 型号	连续运转额定值 (内部存在跳跃) @ 50 °C 环境温度, <1000 米海拔	
	正常负载	重负载
007	17A AC53b 4-6:354	16A AC53b 4-20:340
015	32A AC53b 4-6:354	28A AC53b 4-20:340
018	40A AC53b 4-6:354	33A AC53b 4-20:340
022	51A AC53b 4-6:354	41A AC53b 4-20:340
030	53A AC53b 4-6:354	44A AC53b 4-20:340
037	69A AC53b 4-6:594	61A AC53b 4-20:580
045	74A AC53b 4-6:594	65A AC53b 4-20:580
055	92A AC53b 4-6:594	86A AC53b 4-20:580
075	126A AC53b 4-6:594	108A AC53b 4-20:580
090	145A AC53b 4-6:594	126A AC53b 4-20:580
110	176A AC53b 4-6:594	150A AC53b 4-20:580

要了解在以上未列出的环境温度或海拔下的情况, 请与 Danfoss 联系

■ 常规技术数据

电网供电电压 (L1, L2, L3):

MCD 200-xxx-T4-xxx	3 x 200 VAC ~ 440 VAC (+10% / - 15%)
MCD 200-xxx-T6-xxx	3 x 200 VAC ~ 575 VAC (+10% / - 15%)
供电频率 (启动时)	45Hz - 66 Hz

控制端供电电压 (A1, A2, A3):

MCD 200-xxx-xx-CV1	24 VAC/VDC (±20%)
MCD 200-xxx-xx-CV3	110-240VAC (+10% / - 15%) 或 380-440 VAC (+10% / - 15%)

控制输入端子

启动端子 N1	常开, 最大电压 300 VAC
停止端子 N2	常闭, 最大电压 300 VAC

继电器输出端子

主接触器 (端子 13 和 14)	常开
主接触器 (端子 13 和 14)	6 A, 30 VDC 电阻型/2 A, 400 VAC, AC11
可编程继电器 (端子 23 和 24)	常开
可编程继电器 (端子 23 和 24)	6 A, 30 VDC 电阻型/2 A, 400 VAC, AC11

环境

MCD 200-007 至 MCD 200-055 的保护等级	IP20
MCD 200-075 至 MCD 200-110 的保护等级	IP00
工作温度	-10°C / +60°C
湿度	5%-95% 的相对湿度
污染等级	污染等级 3
振动	IEC 60068 Test Fc Sinusoidal
振动	4Hz - 13.2Hz: ± 1mm 的位移
振动	13.2Hz -100Hz: ± 0.7g

EMC 放射

设备类别 (EMC)	A 类
无线电传导型放射	0.15 MHz - 0.5 MHz: <90dB (µV)
无线电传导型放射5 MHz -5 MHz: <76dB (µV)
无线电传导型放射	5 MHz -30 MHz: 80-60dB (µV)
无线电辐射型放射	30 MHz -230 MHz: <30dB (µV/m)
无线电辐射型放射	230 MHz -1000 MHz: <37dB (µV/m)

本产品的的设计遵守 A 类设备规范。若在家庭环境中使用本设备, 可能导致无线电干扰。此时用户可能需要采取附加的防护措施。

EMC 安全性

静电放电	4 kV 接触放电, 8 kV 空气放电
射频电磁场	0.15 MHz -1000 MHz: 140dB (µV)
额定的脉冲击穿电压 (短暂瞬态 5/50 ns)	2 kV 线地电压
额定绝缘电压 (电涌 1.2/50 µs - 8/20 ms)	2 kV 线地电压, 1 kV 线线电压
压降和短时中断	100 ms (标准电压的 40% 时)

短路

MCD 200-007 到 MCD 200-037 的额定短路电流	5 kA
MCD 200-045 到 MCD 200-110 的额定短路电流	10 kA



MCD200操作说明设计服务指南

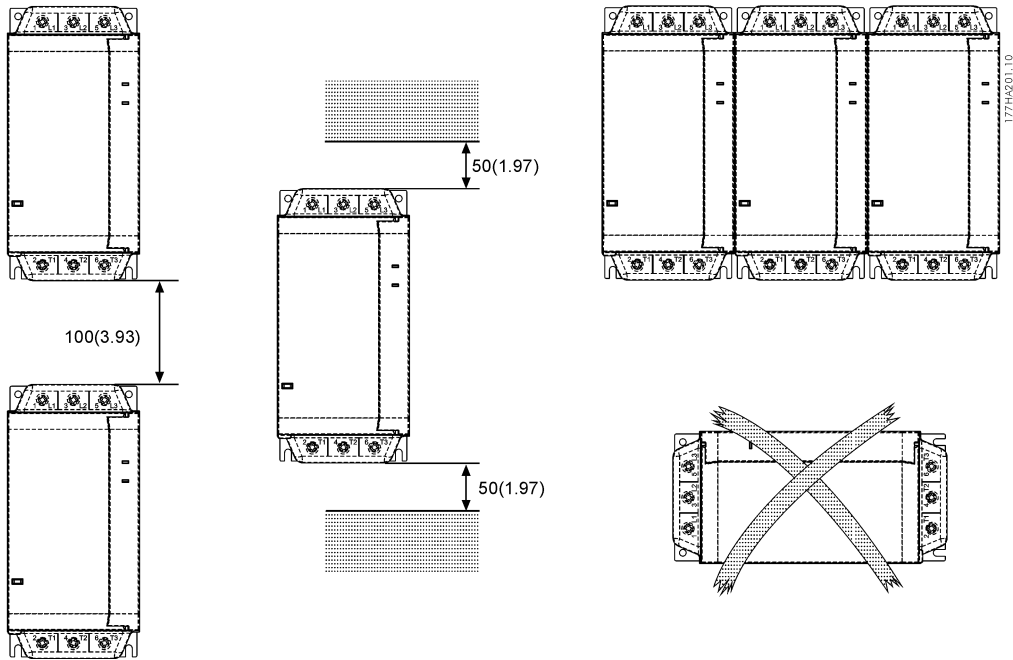
热损耗

启动期间	3 W/A
运行期间	< 4 W

认证标准

C	IEC 60947-4-2
UL / C-UL	UL508
CE	IEC 60947-4-2
CCC	GB 14048.6

■ 机械安装



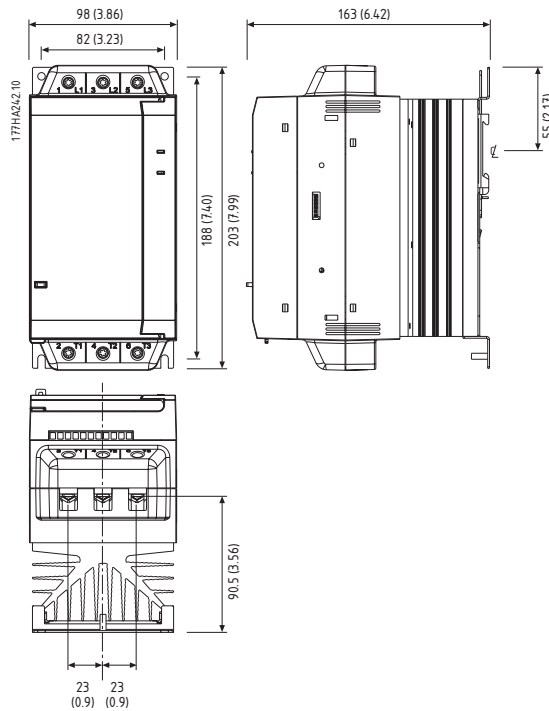
MCD 200	Din 导轨式安装	底座式安装
MCD 200-007 ~ MCD 200-030	30 mm	可以
MCD 200-037 ~ MCD 200-110	不可以	可以

■ 尺寸和重量

尺寸 mm (英寸)

MCD 201-007 ~ MCD 201-030 (2.0 千克/4.4 磅)

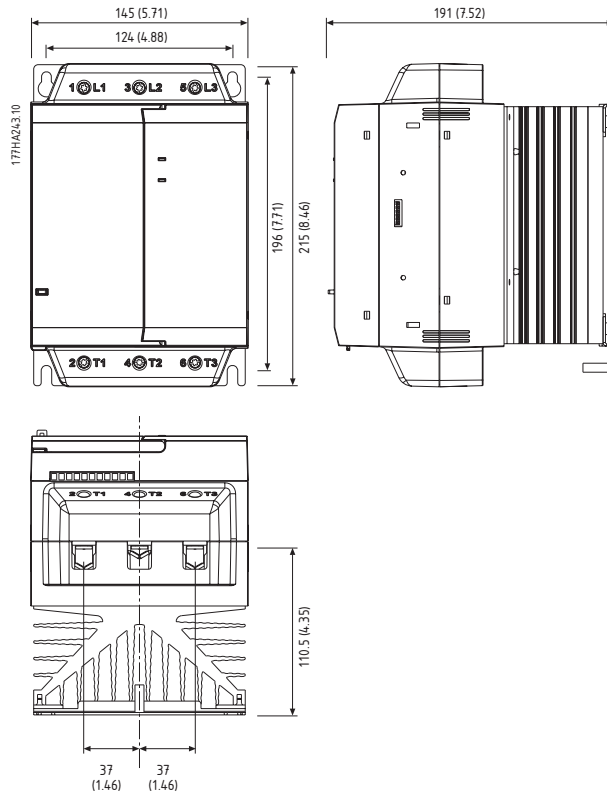
MCD 202-007 ~ MCD 202-030 (2.1 千克/4.6 磅)





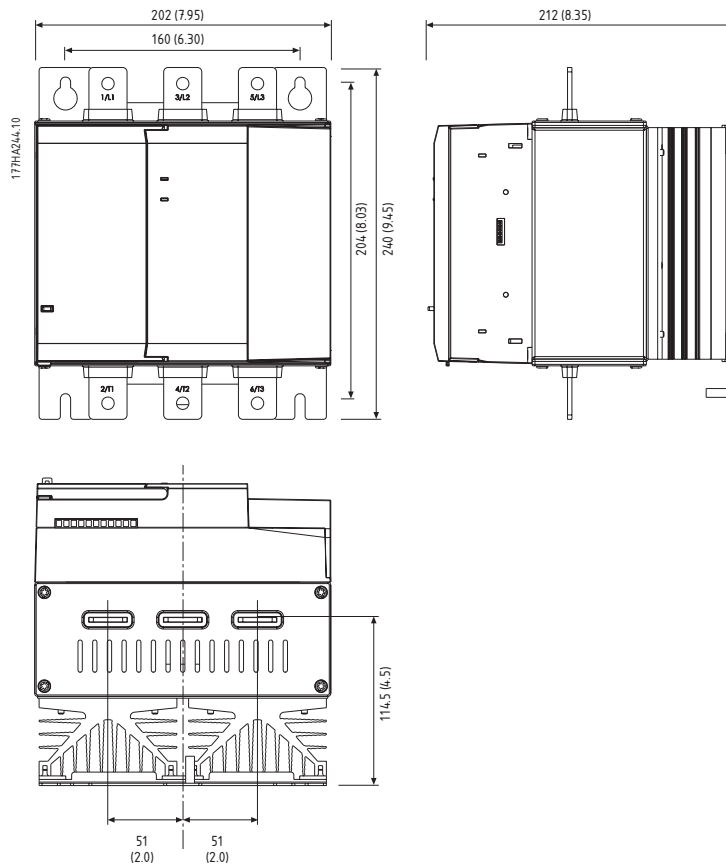
MCD 201-037 ~ MCD 201-055 (4.0 千克/8.8 磅)

MCD 202-037 ~ MCD 202-055 (4.3 千克/9.5 磅)



MCD 201-075 ~ MCD 201-110 (6.1 千克/-13.5 磅)

MCD 202-075 ~ MCD 202-110 (6.8 千克/-15.0 磅)



■ 电缆规格

	mm ² (AWG)				mm ² (AWG)			
	MCD 200-007 ~ MCD 200-030		MCD 200-037 ~ MCD 200-055		MCD 200-075 ~ MCD 200-110			
	10 - 35 (8 - 2)	 14 (0.55) mm (inches)	25 - 70 (4 - 2/0)	 14 (0.55) mm (inches)	N.A.	 11 (0.43) 26 (1.02) 8.5 (0.33) mm (inches)	0.14 - 1.5 (26 - 16)	 5 (0.24) mm (inches)
	10 - 35 (8 - 2)	 14 (0.55) mm (inches)	25 - 70 (4 - 2/0)	 14 (0.55) mm (inches)	N.A.	 11 (0.43) 26 (1.02) 8.5 (0.33) mm (inches)	0.14 - 1.5 (26 - 16)	 5 (0.24) mm (inches)
	Torx (T20) 3 - 5 Nm. 2.2 - 3.7 ft-lb.		Torx (T20) 4 - 6 Nm. 2.9 - 4.4 ft-lb.		N.A.	N.A.		
	7 mm 3 - 5 Nm 2.2 - 3.7 ft-lb		7 mm 4 - 6 Nm 2.9 - 4.4 ft-lb		N.A.	3.5 mm 0.5 Nm max. 4.4 lb-in max.		

177HA245.10

电缆额定温度为 75°C。请仅使用铜芯线。

■ 半导体的保护熔断装置

MCD 200 软启动器可以使用对半导体起保护作用的熔断装置。使用这样的熔断装置可以减少因为瞬态过载电流和短路而可能对 SCR 导致的损害。

下表给出了适用的 Ferraz 和 Bussman 熔断器的列表。如果选择其它品牌，请确保所选熔断器的额定开路总功率低于 SCR，并且能承受整个启动过程中的启动电流。

MCD 200	SCR 12t (A2s)	Ferraz 熔断器 欧洲/IEC 型号 (北美型号)	Bussman 熔断器
MCD 200-007	1150	6. 6URD30xxxA0063 (A070URD30xxx0063)	170M-1314
MCD 200-015	8000	6. 6URD30xxxA0125 (A070URD30xxx0125)	170M-1317
MCD 200-018	10500	6. 6URD30xxxA0160 (A070URD30xxx0160)	170M-1318
MCD 200-022	15000	6. 6URD30xxxA0160 (A070URD30xxx0160)	170M-1318
MCD 200-030	18000	6. 6URD30xxxA0160 (A070URD30xxx0160)	170M-1319
MCD 200-037	51200	6. 6URD30xxxA0250 (A070URD30xxx0250)	170M-1321
MCD 200-045	80000	6. 6URD30xxxA0315 (A070URD30xxx0315)	170M-1321
MCD 200-055	97000	6. 6URD30xxxA0315 (A070URD30xxx0315)	170M-1321
MCD 200-075	168000	6. 6URD31xxxA0450 (A070URD31xxx0450)	170M-1322
MCD 200-090	245000	6. 6URD31xxxA0450 (A070URD31xxx0450)	170M-3022
MCD 200-110	320000	6. 6URD31xxxA0450 (A070URD31xxx0450)	170M-3022

xxx = 刀片型。

有关选件的信息，请同

Ferraz 联系。

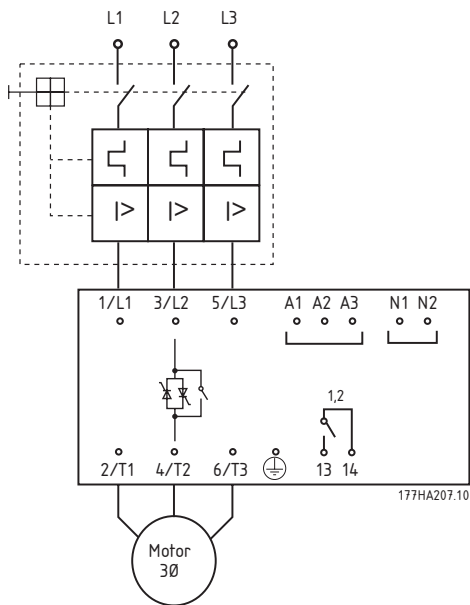
■ MCD 201

■ MCD 201 系列

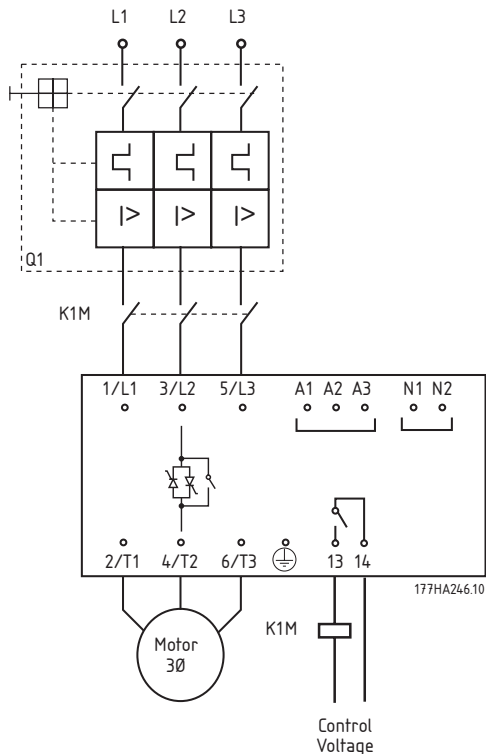
MCD 201 软启动器提供了 TVR（同步电压斜坡升降）类型的启动和停止控制，它在设计上需要连同外部的电动机保护设备一起使用。

■ 电气图

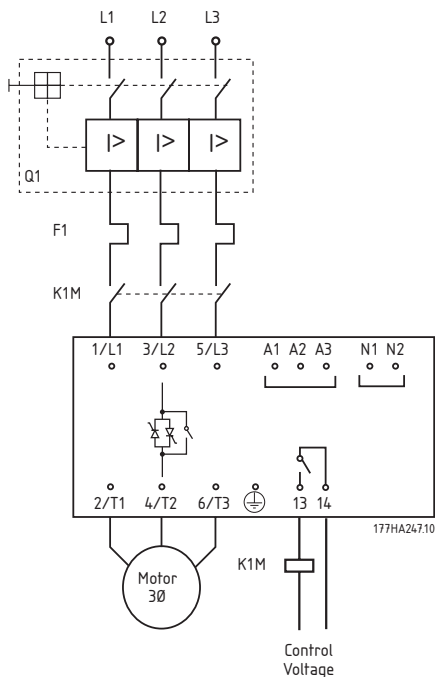
示例 1 - MCD 201（随同安装了电动机保护断路器）。



示例 2 - MCD 201（随同安装了电动机保护断路器和线路开关）。

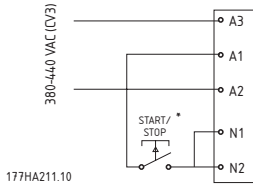
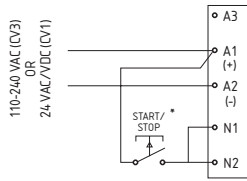


示例 3 - MCD 201（随同安装了断路器、过载保护器和线路开关）。



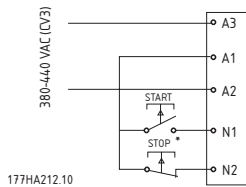
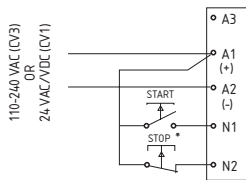
■ 控制电路

2 线控制



* 还负责将 MCD 201 复位

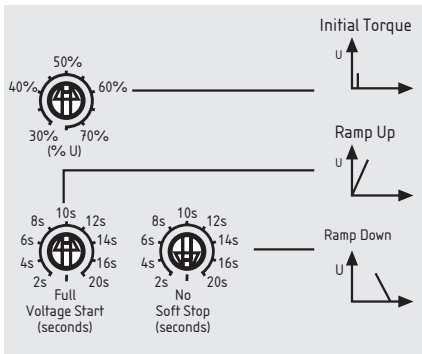
3 线控制



* 还负责将 MCD 201 复位

■ 功能

用户调节



177HA248.10

1 初始启动电压

值:

线电压的 30% - 75%

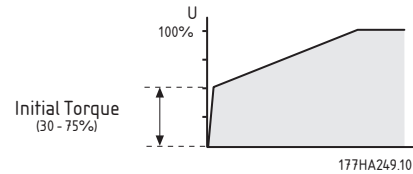
★ 50%

功能:

确定在一旦发出启动命令后电动机所生成的启动转矩。

选择项描述:

设置该值，以便一旦给出启动命令，电动机就开始旋转。



2 加速

值:

2 - 20 秒，满压

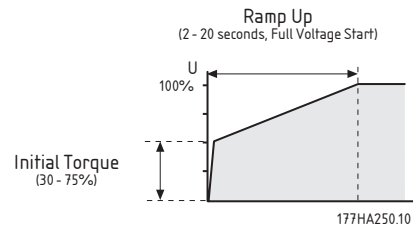
★ 10s

功能:

确定电压上升到线电压所需要的时间。

选择项描述:

设置该值，以优化电动机的加速过程和/或启动电流。如果加速时间较短，则加速过程较快，而启动电流也较高。如果加速时间较长，则加速过程较慢，而启动电流也较低。



3 减速

值:

2 - 20 秒，不进行软停止

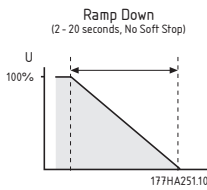
★ 不进行软停止

功能:

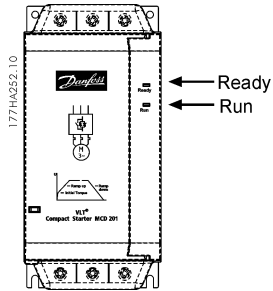
设置软停止电压的斜坡下降时间。在发出停止命令后，软停止功能会按斜坡降低电动机的输入电压，因而延长了电动机的减速时间。

选择项描述:

设置该减速时间，以优化负载的停止特性。



■ 指示



指示灯	灭	亮	闪烁
就绪	没有控制输入	就绪	启动器跳闸
运行	电动机未运行	电动机正全速运行	电动机正在启动或停止

■ 故障排查

就绪指示灯	说明
x 1	电网故障 检查电网电压 L1、L2 和 L3、电动机电流 T1、T2 和 T3 以及软启动器 SCR。
x 6	供电频率 检查供电频率是否符合规定
x 8	通讯故障 检查 MCD 附件模块的串行通讯线路。移除附件模块，然后重新装上。

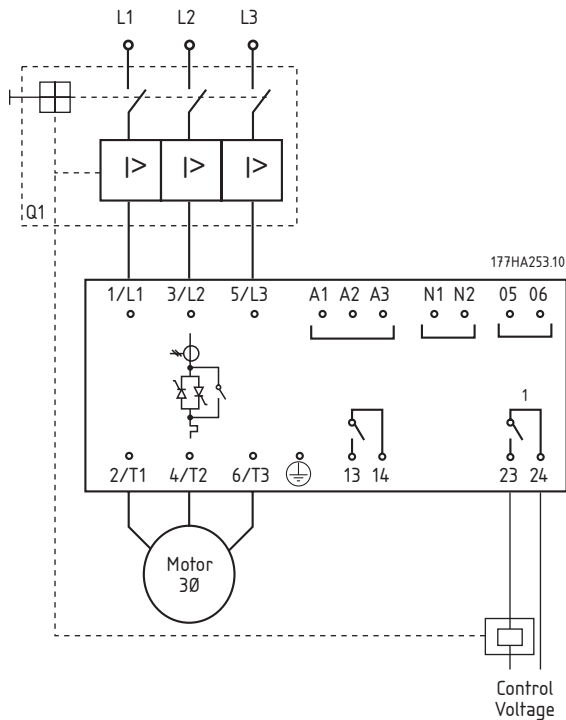
■ MCD 202

■ MCD 202 系列

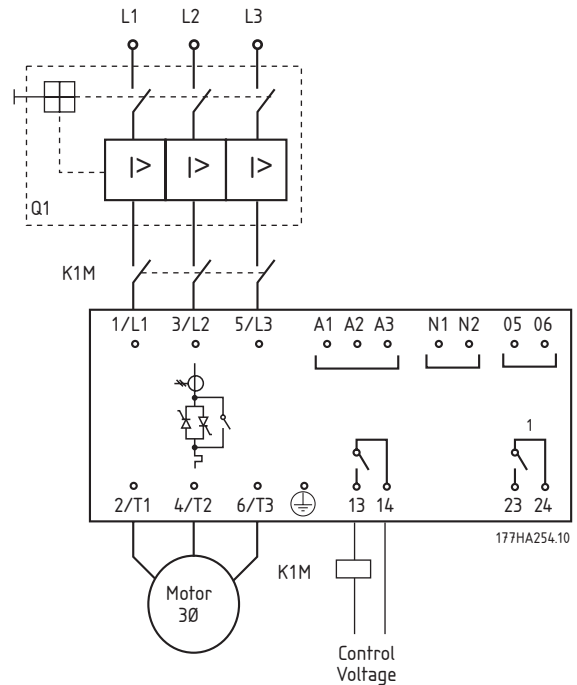
MCD 202 软启动器提供了电流极限控制和 TVR 软停止，并且包括一系列的电动机保护功能

■ 电气图

示例 1 - MCD 202 (随同安装了系统保护断路器，并且配备了并联跳闸设备)。

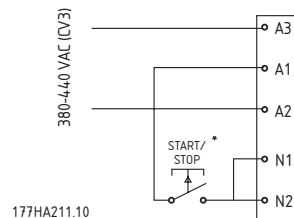
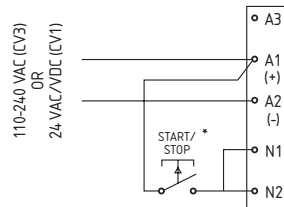


示例 2 - MCD 202 (随同安装了系统保护断路器和线路开关)。



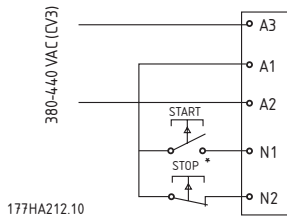
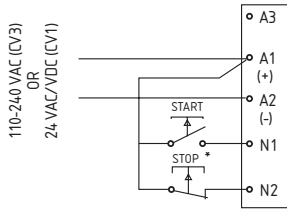
■ 控制电路

2 线控制



* 还负责将 MCD 202 复位

3 线控制

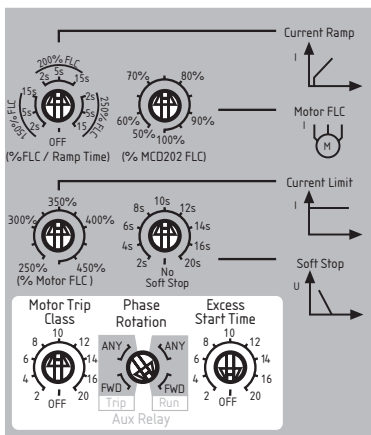


177HA212.10

* 还负责将 MCD 202 复位

功能

用户调节



177HA255.10

1 电动机 FLC

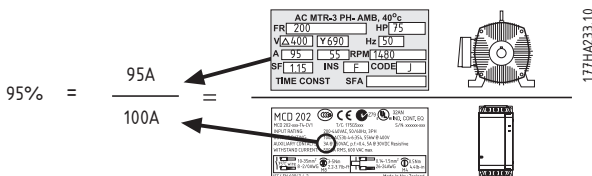
值:

MCD 202 FLC 的 50% - 100% ★ 100%

功能:

根据电动机的满载电流来调整 MCD 202。

选择项描述:



177HA233.10

2 电流极限

值:

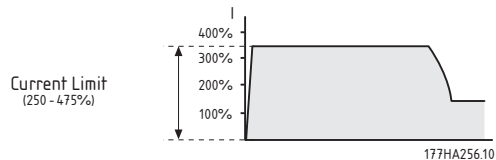
电动机 FLC 的 250% - 475% ★ 350%

功能:

按要求设置启动时的电流极限。

选择项描述:

该电流极限设置应该让电动机很容易地上升到全速。



注意

启动电流必须足够大，以便电动机能够产生足够大的转矩将所连接的负载加速。

为实现该目的而要求的最小电流将取决于电动机的设计和负载的转矩要求。

3 电流斜坡升降

值:

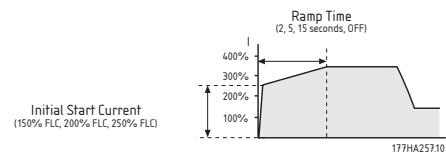
电动机满载电流的 150% (2、5 或 15 秒) ★ 关
电动机满载电流的 200% (2、5 或 15 秒)
电动机满载电流的 250% (2、5 或 15 秒)
关

功能:

设置电流斜坡启动模式的初始启动电流和斜坡上升时间。

选择项描述:

电流斜坡启动模式增添了附加的斜坡升降，从而完善了电流极限启动模式。



电流斜坡启动模式通常用在两种情况下。

1. 对于每次启动时的启动条件可能不同的应用，电流斜坡模式提供了同电动机负载无关的理想软启动。比如，传送带可以在带载荷或不带载荷的情况下启动。

此时请进行如下设置。

- 设置参数 2 电流极限，以便电动机可以在满载荷时上升到全速。

- 设置参数 3 电流斜坡升降，以便初始启动电流允许电动机在不带载荷的情况下加速，以及斜坡升降时间可以提供所要求的启动性能。

2. 在发电机组供电应用中，为了让发电机组对不断增加的负载有更好的响应时间，需要逐步增大电流。此时请进行如下设置。

根据需要设置参数 2 电流极限。

- 设置参数 3 电流斜坡升降，以使
 - 初始启动电流低于电流极限。
 - 斜坡升降时间能按照要求实现启动电流的逐步牵引。

4 软停止斜坡升降时间

值:

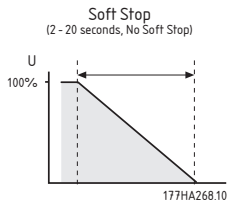
2 - 20 秒, 不进行软停止 ★ 不进行软停止

功能:

设置软停止电压的斜坡下降时间。在发出停止命令后, 软停止功能会按斜坡降低电动机的输入电压, 因而延长了电动机的减速时间。

选择项描述:

设置该减速时间, 以优化负载的停止特性。



5 电动机跳闸类别

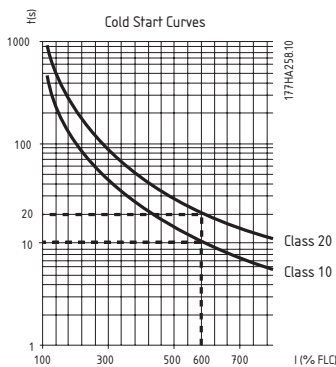
值:

2-20 秒, 关 ★ 10

功能:

根据所要求的电动机跳闸类别来调整 MCD 202 的电动机热学模型。

选择项描述:



6 额外启动时间保护

值:

2-20 秒, 关 ★ 10 秒

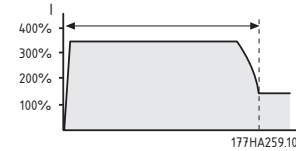
功能:

设置所允许的最大启动时间。

选择项描述:

设为稍长于电动机标准启动时间的的时间。如果启动时间超过了正常值, MCD 202 将跳闸。

Excess Start Time Protection
(2 - 20 seconds, Off-no excess start time protection)



这提供了应用条件是否已变化或者电动机是否已停止的早期表象。它还可以防止软启动器的工作超出其额定启动性能。



注意

请确保对额外启动时间保护的设置在 MCD 202 的额定性能之内。

7 相位旋转保护

值:

ANY (任何), FWD (正向) ★ ANY
 ANY = 允许正向和反向旋转
 FWD = 仅正向旋转

功能:

设置所允许的输入电压相位旋转序列。

选择项描述:

	FWD	ANY
	✓	✓
	✗	✓

177HA239.10

MCD 202 自身不受相位旋转的影响。该功能允许将电动机的旋转方向限定为一个方向。请根据应用要求设置该保护。

8 辅助继电器功能 (端子 23、24)

值:

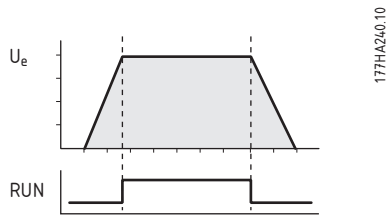
Trip (跳闸), Run (运行) ★ 跳闸

功能:

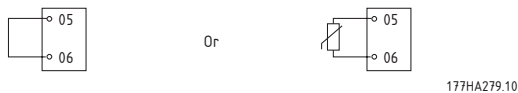
设置继电器输出 A (端子 23、24) 的功能

选择项描述:

根据需要进行设置。

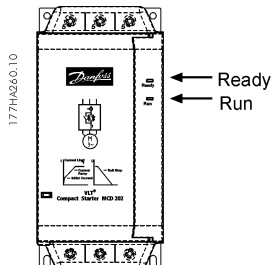


■ 电动机热敏电阻保护



电动机热敏电阻断路值 = 2.8k Ω。

■ 指示



指示灯	灭	亮	闪烁
就绪	没有控制输入	就绪	启动器跳闸
运行	电动机未运行	电动机正全速运行	电动机正在启动或停止

■ 故障排查

就绪指示灯	说明
x 1	电网故障 检查电网电压 L1、L2 和 L3、电动机电流 T1、T2 和 T3 以及软启动 SCR。
x 2	额外启动时间 检查负载、增加启动电流或调整额外启动时间设置。
x 3	电动机过载 让电动机冷却、将软启动器复位，然后重新启动。（除非电动机已充分冷却，否则无法将 MCD 202 复位）。
x 4	电动机热敏电阻 检查电动机通风情况和热敏电阻连接（05 和 06）。让电动机冷却。
x 5	相位不平衡 检查线电流 L1、L2、L3。
x 6	供电频率 检查供电频率是否符合规定
x 7	相位旋转 检查相位旋转方向是否正确。
x 8	通讯故障 检查 MCD 附件模块的串行通讯线路。移除附件模块，然后重新装上。

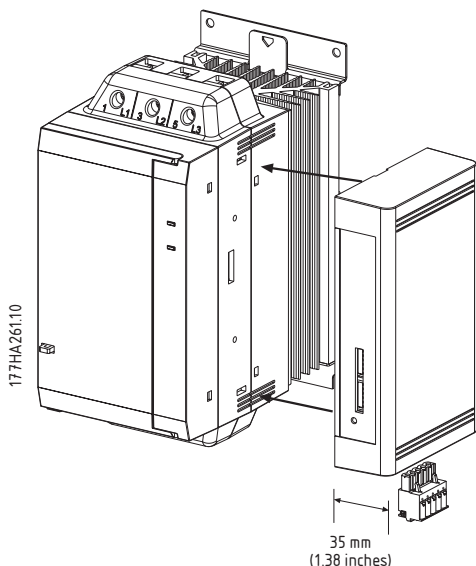
■附件

■概述

以下是可同 MCD 200 软启动器一起使用的备选附件产品。

- MCD 200 Modbus RTU 模块
(订购号 175G9000)
- MCD 200 Profibus 模块
(订购号 175G9001)
- MCD 200 DeviceNet 模块
(订购号 175G9002)
- MCD 200 ASi 模块
(订购号 175G9003)
- MCD 200 Remote Operator
(订购号 175G9004)
- MCD PC 软件

附件产品将通过如下所示的插件模块同 MCD 200 软启动器集成为一体。



在接入或移除附件模块之前，必须切断 MCD 200 的控制电压和电网供电。
否则，可能导致设备损坏。

■MCD 200 Remote Operator

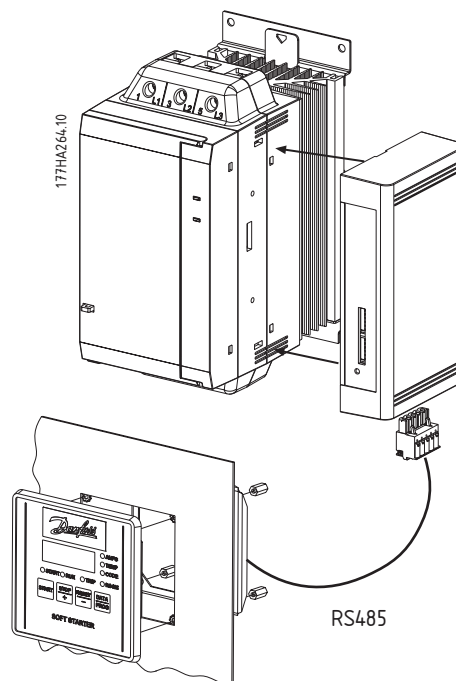
订购号：175G9004

Danfoss Remote Operator 可连同 MCD 201、MCD 202 和 MCD 3000 一起使用，以提供下述功能。

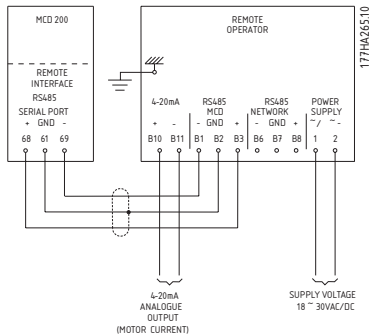
功能	MCD 201	MCD 202	MCD 3000
按钮控制 (启动、停止、复位)	•	•	•
启动器状态指示灯 (正在启动、正在运行、已跳闸)	•	•	•
电动机电流显示		•	•
电动机温度显示		•	•
跳闸代码显示		•	•
4-20mA 输出 (电动机电流)		•	•

安装

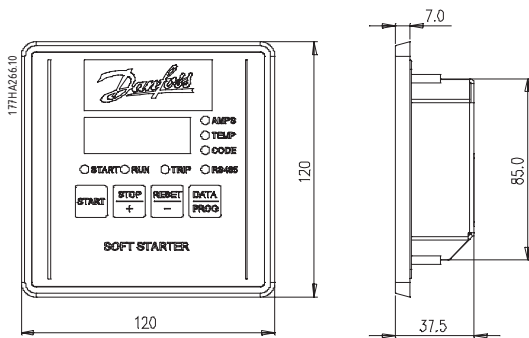
MCD 200 Remote Operator (175G9004) 包括 Remote Operator (标准安装形式为 IP54) 和 MCD 200 接口模块。



连接



尺寸

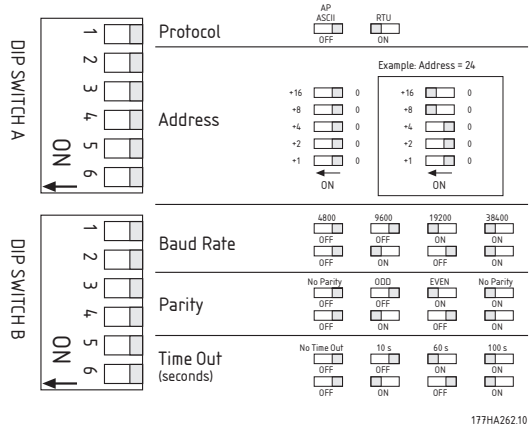


■ MCD 200 MOSBUS 模块

订购号: 175G9000

MODBUS 模块支持 MODBUS RTU 和 AP ASCII。

调节



177HA26.10

寄存器

地址	功能	类型	说明
40002	命令	写	1=启动 2=停止 3=复位 4=快速停止 5=强制命令跳闸
40003	启动器状态	读	位 说明 0- 3 0=未使用 1=就绪 2=正在启动 3=正在运行 4=正在停止 5=未使用 6=已跳闸 4 1=正向 相位 旋转 5 未分配 6 未分配 7 未分配
40004	跳闸代码	读	255=不跳闸 0=SCR 短路 1=额外启动时间 2=电动机过载 3=电动机热敏电阻 4=相位不平衡 5=供电频率 6=相位序列 16=命令失败
40005	电流	读	*
40006	温度	读	*

对 MCD 201 不适用

MODBUS HEX 功能

支持两种功能：

03（多读）

06（单写）

MCD 200 不支持广播功能



注意

命令、启动器状态、跳闸代码、电流和温度均必须单独发送，即，一次只能请求一个数据字。



注意

MODBUS RTU 协议被限定为一次最多只能传输 6 个数据字。

示例

命令：Start

消息	启动器地址	功能代码	寄存器地址	数据	CRC
进	20	06	40002	1	CRC1 , CRC2
出	20	06	40002	1	CRC1 , CRC2

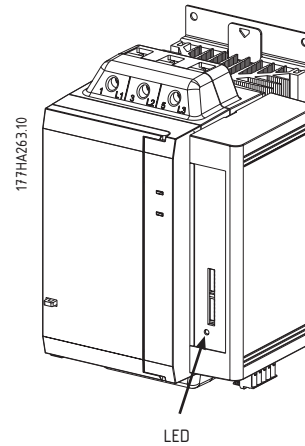
启动器状态：MCD 200 Runing（正在运行）

消息	启动器地址	功能代码	读取地址 / 字节	编号 / 值	CRC
进	20	03	40003	1	CRC1 , CRC2
出	20	03	2	xxxx0011	CRC1 , CRC2

跳闸代码：Motor overload（电动机过载）

消息	启动器地址	功能代码	读取地址 / 字节	编号 / 值	CRC
进	20	03	40004	1	CRC1 , CRC2
出	20	03	2	00000010	CRC1 , CRC2

网络状态指示灯



灭	亮	闪烁
没有连接	通讯正常	通讯失败



注意

发生通讯失败时，网络状态指示灯会闪烁，如果设置了通讯超时功能，MCD 200 还将跳闸。当恢复通讯后，网络状态指示灯会停止闪烁，但如果 MCD 200 已跳闸，将需要对其进行单独的复位。

■ **MCD 200 Profibus 模块**

订购号：175G9001

2004 年推出

■ **MCD 200 DeviceNet 模块**

订购号：175G9002

2004 年推出

■ **MCD 200 AS-i 模块**

订购号：175G9003

2004 年推出

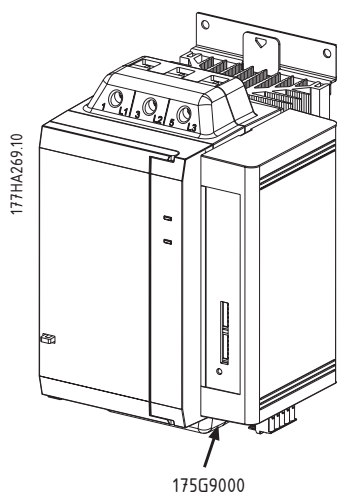
■ MCD PC 软件

Danfoss MCD PC 软件可连同 MCD 201、MCD 202 和 MCD 3000 一起使用，从而为软启动器网络（最多可以有 99 个软启动器）提供下述功能。

功能	MCD 201	MCD 202	MCD 3000
操作控制 (启动、停止、复位、快速停止)	•	•	•
状态监视 (就绪、正在启动、正在运行、正在停止、已跳闸)	•	•	•
性能监视 (电动机电流、电动机温度)		•	•
上载参数设置			•
下载参数设置			•

系统要求

- 基于 x86 的个人计算机（处理器最低要求为 486，可以使用 Pentium 或 Pentium Pro）。推荐使用 Pentium 处理器。
- 硬盘有 6 MB 的可用空间。
- Microsoft 鼠标或其它兼容的指示设备。
- EGA、VGA 或兼容显示器（建议使用 VGA 或更高级的显示器）。
- 32 MB 的随机访问存储器（建议 48 MB）
- Microsoft Windows 95/98/2000 和 Windows NT（或更高版本）
- RS485 通讯端口或从 RS232 到 RS485 的转换器
另外，同网络连接的每一台 MCD 200 软启动器都必须配备 MCD 200 MODBUS 模块（订购号：175G9000）。



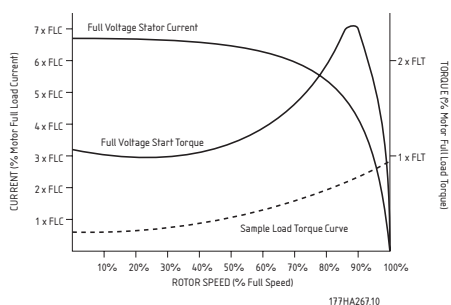
■软启动应用程序指南

■应用指南

本节提供了有助于挑选和应用软启动器的数据。

■降压启动

当在额定电压条件下启动时，交流电电动机首先达到锁定的转子电流（LRC），并产生锁定的转子转矩（LRT）。随着电动机加速，电流将降低，而转矩将增加到极限转矩，直到达到全速水平。电流和转矩曲线的大小和形状均取决于电动机的设计。



即使电动机的全速特性基本相同，它们的启动性能也通常存在明显差别。

锁定的转子电流具有很广的范围，低则为电动机 FLC 的 500%，高则可能达到电动机 FLC 的 900% 以上。锁定的转子转矩同样也具有很广的范围，低则为电动机满载转矩（FLT）的 70%，而高则可达 FLT 的 230% 左右。电动机的满压电流和转矩特性限定了降压启动器所能实现的性能水平。在需要尽量减小启动电流或者需要尽量增大启动转矩的情况下，请务必使用具有低 LRC 特性和高 LRT 特性的电动机。当使用降压启动器时，电动机的启动转矩会按以下公式减小。

$$T_{ST} = LRT \times \left(\frac{I_{sr}}{LRC} \right)^2$$

T_{ST} = 启动转矩

I_{sr} = 启动电流

LRC = 电动机锁定的转子电流

LRT = 电动机锁定的转子转矩

启动电流的最大减幅是，在达到该最大减幅位置时，产生的启动转矩仍然能超过负载所要求的转矩。在该位置之下，电动机将停止加速，而电动机/负载将不能达到全速。

最为常见的降压启动器是：

- 星形/三角形启动器
- 自偶变压器启动器
- 主阻尼启动器
- 软启动器

星形/三角形启动是成本最为低廉的降压启动形式，但其性能也有限。两个最明显的不足是：

1. 无法控制电流和转矩的降低水平，它们固定为满压水平时的三分之一。
2. 当启动器从星形连接变为三角形连接时，通常会存在较大的电流和转矩瞬态。这将造成机械和电气应力，并往往会导致损害。发生瞬态的原因是，当将正在旋转的电动机断电时，它实际变成了一台发电机，其输出电压的幅值可能与供电电压相同。当以三角形配置重新连接电动机时，上述电压仍将存在，并且也可能是异相的。结果是，电流最高可达到锁定的转子电流的两倍，而转矩可达到锁定的转子转矩的四倍。

同星形/三角形方法相比，自偶变压器启动提供了更大的控制性，但仍然存在上述的电压特性。自偶变压器启动的不足包括：

1. 由于电压切换会导致转矩瞬态。
2. 输出电压分接头的数量有限，这限制了精细选择理想启动电流的能力。
3. 价格过高，不适合通常或广泛的启动条件。
4. 无法为启动要求存在变化的负载提供有效的降压启动。例如，物资传送带可能带负载或不带负载启动。而您只能针对一种情况对自偶变压器进行优化。

同星形/三角形启动器相比，主阻尼启动器也提供了更大的启动控制性。然而，它们的若干特性也使得其效力被降低。这些特性包括：

1. 由于阻值必须在制造时计算，并且不能在以后轻易更改，因此难以在实际生产中优化启动性能。
2. 在频繁启动的环境下性能较差，因为随着电阻器在启动期间的生热，其阻值会变化。这样一来，将需要一段较长的冷却时间才能再启动。
3. 对重负荷启动或时间较长的启动，其性能较差，因为电阻器中积累的热量会改变其电阻值。
4. 无法为启动要求存在变化的负载提供有效的降压启动。

软启动器是所有降压启动器中最先进的。它们提供了高级的电流和转矩控制，并且融合有高级的电动机保护和接口功能。

软启动器提供的主要启动优点包括：

1. 可以简单而灵活地控制启动电流和转矩。
2. 可以平稳控制电压和电流，不存在切换效应或瞬态。
3. 可以频繁启动。
4. 可以应付启动条件的变化。
5. 软停止控制可延长电动机的减速时间。
6. 制动控制可缩短电动机的减速时间。

■软启动控制的类型

“软启动”一词可以代表一系列的技术。这些技术都同电动机启动有关，但它们所使用的方法和可以实现的优点存在很大不同。以下介绍了其中的某些主要区别。

控制原理：软启动器通常可分为两种。

- 同步电压斜坡升降 (TVR) 系统
- 电流控制系统

TVR 启动器可以按照预置的方式控制施加到电动机上的电压，并且不必接收有关电动机启动电流的任何反馈。用户可以通过初始电压和斜坡上升时间等设置来实现启动控制性能。通常还可以使用软停止功能，该功能提供了延长电动机停止时间的能力。电流控制软启动器可以监视电动机电流，然后使用电动机电流的反馈来调整电压，以保持用户指定的启动电流。作为一系列的电动机保护功能之一，该控制类型也提供了软停止。

功能组合：软启动器可以提供对一个相位、两个相位或所有三个相位的控制。

单相控制器避免了同电动机启动有关的转矩冲击，但不能实现明显的电流降低。它们必须连同使用线路接触器和电动机过载保护。它们仅适用于极小型的电动机，并且只能在低至中等启动频率的轻型应用中使用。

两相控制器仅控制两个相位，而第三个相位不带控制。这些控制器提供了软启动和电流降低功能。为了提供对称的输出波形，此时应确保两相控制器的控制算法能平衡输出波形。简单的两相控制器易于让电动机遇到异步的输出波形，而这会在电动机中产生一个直流电场。这个平稳的直流电场会增大所要求的启动电流，并且增加电动机的发热。这些非平衡的控制器不适用于高惯量的负载或高启动频率的场合。三相控制器可控制所有的相位，极其适用于超大型的电动机。

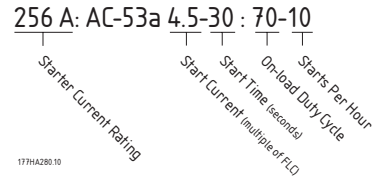
外接或内置的旁通连接：一旦电动机达到最大值，即可将软启动器中的 SCR 旁路。这减少了发热，并且可防止在电动机运行期间发生的过流或过压现象损坏 SCR。某些软启动器含有内置的旁通接触器，而其它一些则为外部旁通接触器提供了连接端子。

■了解软启动器的额定值

计算软启动器的最大额定值的标准是，不让功率模块 (SCR) 的 PN 结温度超过 125°C。有 5 个工作参数会影响 SCR 的 PN 结温度：**电动机电流、启动电流、启动持续时间、每小时的启动次数、关闭时间**。一个软启动模型的最大额定值必须将上述所有参数都考虑在内。仅从电流额定值来看，它不足以说明一个软启动器的性能。

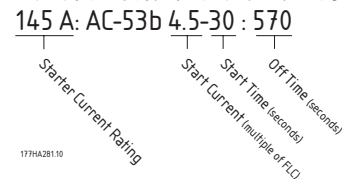
IEC 60947-4-2 详细介绍了 AC53 应用类型，后者对软启动器的额定值进行了说明。AC53 代码有两种：

1. AC53a: 适用于不带旁路接触器的软启动器。例如，下述 AC53a 代码描述了这样一种软启动器：可以提供 256 A 的运行电流；启动电流为 4.5 x FLC，持续时间为 30 秒；每小时启动 10 次；每个工作周期中电动机的运行时间占 70%。
(工作周期 = 60 分钟/每小时的启动次数)



- **启动器电流额定值**：同软启动器相连的电动机的最大 FLC 额定值（在 AC53a 代码的其它项所指定的工作参数前提下）。
- **启动电流**：在启动期间使用的最大启动电流。
- **启动时间**：电动机加速所需要的时间。
- **加载周期**：软启动器的运行时间在每个工作周期中所占的百分比。
- **每小时的启动次数**：每小时的工作周期个数。

2. AC53b: 适用于带旁通接触器的软启动器。例如，下述 AC53b 代码描述了这样一种软启动器：在旁通状态下，可以提供 145 A 的运行电流；启动电流为 4.5 x FLC，持续时间为 30 秒；启动结束到下一次启动开始时的最小间隔为 570 秒。



总之，一个软启动器存在多个电流额定值。这些电流额定值取决于各个应用所要求的启动电流和工作性能。

在比较不同软启动器的电流额定值时，请务必保证其工作参数都相同。

■型号选择



注意

要完全明了型号选择步骤，您必须对软启动器额定值的基础原理有深入了解。请阅读本手册前一部分的内容，“了解软启动器的额定值”。



注意

如果您的应用要求超出重型载荷的功能或者要求极端的功能额定值，请与您的 Danfoss 销售代表联系。

然后可以参考本设计指南开始位置的额定值表部分，选择一种 MCD 200 型号（其 FLC 额定值应大于电动机的 FCL 额定值）。

应用	负载
常规应用和给水应用	
搅拌机	正常
离心泵	正常
压缩机（螺旋运动，不带负载）	正常
压缩机（往复运动，不带负载）	正常
传送带	正常
鼓风机（潮湿环境）	正常
鼓风机（非潮湿环境）	重
混合机	重
容积泵	正常
潜水泵	正常
金属和采矿	
带式输送机	重
集尘器	正常
研磨机	正常
锤磨机	重
碎岩机	正常
辊式输送机	正常
碾磨机	重
滚筒	正常
拉丝机	重
食品加工	
洗瓶机	正常
离心机	正常
烘干机	重
粉碎机	重
堆垛机	重
分选器	重
切片机	正常
制浆和造纸	
烘干机	重
二次碎浆机	重
切碎机	重
石油化工	
球磨机	重
离心机	正常
挤压机	重
螺旋输送机	正常
传送和车床	
球磨机	重
研磨机	正常
物资输送机	正常
堆垛机	重
压力机	正常
碾磨机	重
回转工作台	正常
木材加工	
带锯	重
刨片机	重
圆锯	正常
去皮机	正常
切边机	正常
液压动力设备	正常
刨床	正常
磨光机	正常



注意

上述应用的启动电流要求都是标准的，在大多数应用环境下都可以相互借鉴。然而，电动机和设备的启动转矩要求却存在不同。要实现更大的精确性，请使用高级的型号选择步骤。

典型应用

MCD 200 软启动器几乎可以造福于所有的电动机启动应用。下表显示了该软启动器的典型优点。

应用	优点
<p>泵</p>	<ul style="list-style-type: none"> 在启动和停止期间最大限度地减小管道中的液压冲击。 降低启动电流。 最大限度地减小电动机主轴上的机械应力。 相位旋转保护可防止因为泵设备反向旋转而导致的损害。
<p>传送带</p>	<ul style="list-style-type: none"> 软启动过程可控制，没有机械冲击（比如说，传送带上的瓶子在启动期间不会跌倒）。最大限度减小了皮带张力，降低了平衡应力。 停止过程可控制，没有机械冲击。软停止。 即使启动负载是变化的也可以提供最优化的软启动性能，比如，煤炭输送机可以带载或不带载启动。 延长了机械寿命。 不需要维护。
<p>离心机</p>	<ul style="list-style-type: none"> 可平滑地施加转矩，从而避免机械应力。 缩短了星形/三角形启动的启动时间。
<p>滑雪升降机</p>	<ul style="list-style-type: none"> 加速过程中没有痉挛现象，这增加了滑雪者的安全感，并且可防止 T 形杆等摇晃。 降低了启动电流，从而允许在供电情况较差的情况下启动大型电动机。 不论滑雪升降机的负载是轻还是重，都能保证以平稳和渐进的方式实现加速。 相位旋转保护可防止反向运行。

应用	优点
<p>压缩机</p>	<ul style="list-style-type: none"> 降低了机械冲击，从而可延长压缩机、连接设备和电动机的寿命。 可限制启动电流，从而允许在最大功率性能有限的情况下启动大型压缩机。 相位旋转保护可防止反向运行。
<p>鼓风机</p>	<ul style="list-style-type: none"> 通过降低机械冲击，延长了连接设备的寿命。 可降低启动电流，从而允许在最大功率性能有限的情况下启动大型鼓风机。 相位旋转保护可防止反向运行。
<p>混合器</p>	<ul style="list-style-type: none"> 可在启动期间实现平稳运转，从而减小机械应力。 可降低启动电流。

■ **功率因数修正**

如果对软启动器使用静态功率因数修正，则必须将有关设备连接在启动器的电网侧。



如果将功率因数修正电热器连接到软启动器的输出端，会对软启动器造成损害。

检测

可采用以下检测和测量方法确认软启动器的状况及运行情况。

MCD 201 起动机性能检测

本程序可用于检测 MCD 201 在起动过程中是否正确运行。起动模式是由一根闪光的运行状态发光二极管（绿色）予以显示。可使用交流电压计进行本检测操作。

检测：

- 在向 MCD 201 发出起动命令前，应先测量通过各个控制相位（L1-T1 和 L3-T3）的电压值。该测量值应接近其系统线路电压。
- 向 MCD 201 发出起动命令时，应再次测量通过各个控制相位（L1-T1 和 L3-T3）的电压值。该测量值刚开始应接近其系统线路电压，但在 MCD 201 达到运行模式之前会大幅跌至 2 伏交流电以下。

机能：

1. 如果测量结果表明系统起动前，通过 SCR 的电压值等于线路电压，运行时跌至 2 伏交流电以下，而电机起动仍然存在问题：

则表明电机起动问题的起因并非 MCD 201，应寻找引起该故障问题的外部原因。

2. 如果在起动前或是起动开始时测得通过 SCR 的电压值为零：

则表明 SCR 可能出现故障，应根据本章节下文中所描述的方法进行电源电路检测。

3. 如果通过 SCR 的电压始终维持于其系统线路电压值：

则表明该相位处的 SCR 未点火起动，PCB 主控制器、PCB 界面或两者之间的连接可能存在故障问题。

- 依照以下操作检查 PCB 主控制器和 PCB 界面之间的插头连线
 - 拆除并重装 PCB 主控制器
 - 检查其是否处于正确运行状态
- 如果未恢复正确运行状态
 - 更换 PCB 主控制器
 - 检查其是否处于正确运行状态
- 如果还未恢复正确运行状态
 - 重装 PCB 原装主控制器
 - 更换 PCB 界面
 - 检查其是否处于正确运行状态
- 如果仍未恢复正确运行状态
同时更换 PCB 主控制器和 PCB 界面

MCD 202 起动性能检测

本程序可用于检测 MCD 202 在起动过程中是否正确运行。起动模式是由一根闪光的运行状态发光二极管（绿色）予以显示。可使用交流电表（用夹子夹住或是用类似方式固定）进行本检测操作。

检测：

- 将 MCD 202 的额定电流乘以电机全负荷电流设定值（电机全负荷电位计）和电流限制设定值（电流限制电位计），计算出电机起动期望电流值。
- 开始起动并测量相位 1(L1/T1)和相位 3(L3/T3)处的电机实际起动电流。

机能：

1. 如果测得的起动电流等于期望值，而电机起动仍然存在问题：

则表明电机起动问题的起因并非 MCD 202，应检查 MCD 202 的设定值是否正确并且寻找引起该故障问题的外部原因。

2. 如果测得的起动电流不等于期望值：

则表明 SCR 可能出现故障，应根据本章节下文中所描述的方法进行电源电路检测。

PCB 主控制器、PCB 界面或两者之间的连接可能存在故障问题。

- 依照以下操作检查 PCB 主控制器和 PCB 界面之间的插头连线
 - 拆除并重装 PCB 主控制器
 - 检查其是否处于正确运行状态
- 如果未恢复正确运行状态
 - 更换 PCB 主控制器
 - 检查其是否处于正确运行状态
- 如果还未恢复正确运行状态
 - 重装 PCB 原装主控制器
 - 更换 PCB 界面
 - 检查其是否处于正确运行状态
- 如果仍未恢复正确运行状态

同时更换 PCB 主控制器和 PCB 界面

运行性能检测

MCD 200 软启动器配备内部旁路接触器。本程序可用于检测内部旁路接触器的运行状况。如果内部旁路接触器未投入运行，则会形成热应力，从而致使 SCR 发生故障。可使用交流电压计进行本检测操作。

检测：

- 当 MCD 200 处于关闭模式时，测量通过各个控制相位（L1-T1 和 L3-T3）的电压值。然后测量线路电压。
- 打开软启动器，应该可以听到旁路继电器关闭的声音。应在显示运行状态的发光二极管（绿色）从闪光状态变成打开状态时进行该操作。
- 测量通过各个控制相位（L1-T1 和 L3-T3）的电压值。该测量值应小于 0.5 伏交流电。
- 当发出停机命令时，应该可以听到旁路继电器打开的声音。如果正在进行平稳停机操作，则应在显示运行状态的发光二极管（绿色）从打开状态变成闪光状态时进行该操作。如果未在进行平稳停机操作，则应在显示运行状态的发光二极管（绿色）从打开状态变成关闭状态时进行该操作。

机能：

1. 如果在关闭模式下测得通过 MCD 200 的电压不等于线路电压：

则表明旁路接触器可能损坏，应予以更换。

**注意**

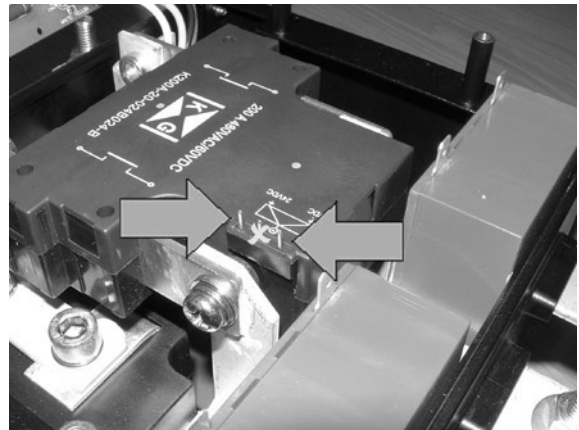
此时，MCD 200 中所使用的旁路接触器正处于锁闭状态。MCD 200 控制电路设计用于在控制电压消除或损耗时打开旁路接触器。但是，即便如此，当 MCD 200 不受任何控制时，旁路接触器仍可能会自行关闭。如果使用控制电压，MCD 200 便会打开旁路接触器。

2. 如果旁路继电器未能运行：

则表明旁路接触器、PCB 主控制器、PCB 界面或两者之间的连接可能存在故障问题。

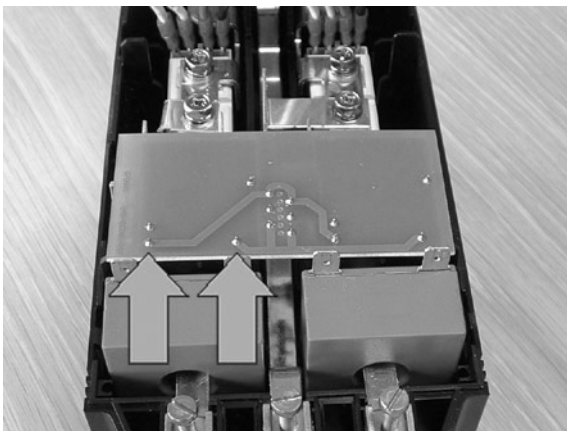
- 依照以下操作检查主控制器模块、PCB 界面和旁路继电器之间的插头连线
 - 将 PCB 主控制器从 PCB 界面上断开
 - 将 PCB 界面从旁路接触器上断开

- 重装 PCB 界面和 PCB 主控制器
 - 检查其是否处于正确运行状态
- 依照以下程序检查旁路接触器的运行状况
 - 拆下 PCB 主控制器和 PCB 界面
 - 如果使用 24 伏交流电源，则应根据下图所示立即将电压通至旁路连接器的控制销轴处。此时，旁路接触器正处于锁闭状态，因此需要向两个方向均通入电压，以此充分检查操作完整性。



旁路控制销轴：MCD 200 075、090、110

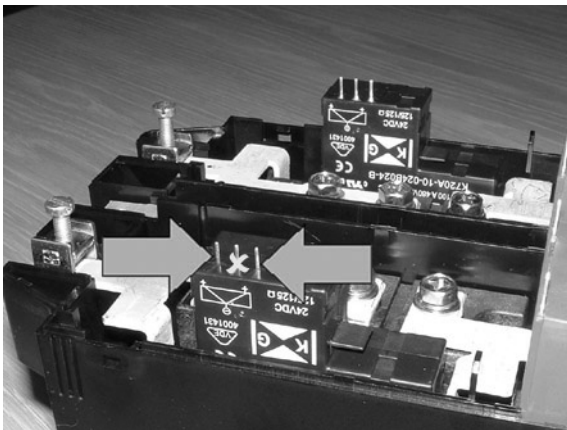
- 如果旁路接触器未运行，则必须予以更换。



旁路控制销轴：MCD 200 007、015、018、022、030

- 依照以下程序检查 PCB 主控制器和 PCB 界面的运行状况

- 重装 PCB 主控制器
- 如果未恢复正确运行状态，则重装 PCB 原装主控制器并更换 PCB 界面
- 如果仍未恢复正确运行状态，则同时更换 PCB 主控制器和 PCB 界面



旁路控制销轴：MCD 200 037、045、055

电源线路检测

本程序可用于检测软启动器的电源电路，包括：SCR、PCB 界面和 PCB 主控制器。软启动器必须与所有电源断开。可使用 500 伏直流绝缘检测器进行本检测操作。单单使用低压欧姆计或万用表不足以完成此操作。

检测：

- 将启动器上连接的输入电源（L1、L2、L3）和控制电压（A1、A2、A3）断开。
- 将启动器上连接的电机电缆（T1、T2、T3）断开。
- 测量从两个方向（L1-T1、L3-T3、T1-L1、T3-L3）通过各控制相位的电阻值。该测得的电阻值应在 30 千欧-500 千欧范围内，并且通过两个相位的电阻值应相等。

机能：

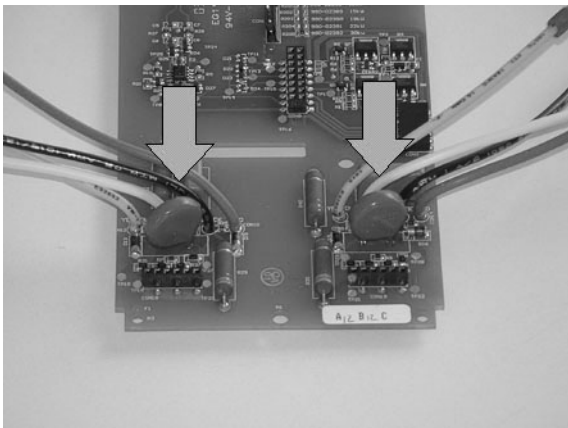
1：如果测得通过任意一个控制相位的电阻值低于 30 千欧：
则表明应更换 SCR。



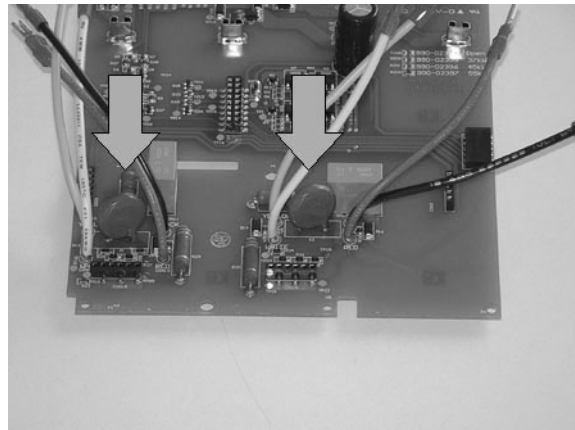
注意

由于只损坏了一个 SCR，所以无需更换 MCD 200 界面或 PCB 主控制器。先更换损坏的 SCR，然后检查其是否恢复正常运行状况，如果未能恢复，则可考虑更换这些部件。

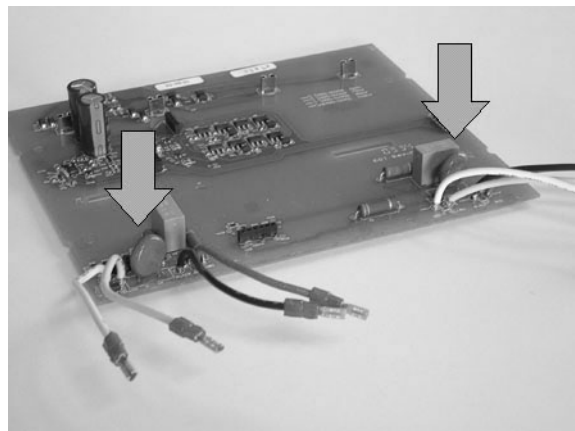
确定可能导致 SCR 损坏的所有起因，以此避免 SCR 再次出现同样的故障。分析固定于 MCD 200 的 PCB 界面以及穿过各控制相位（L1-T1 和 L3-T3）进行连接的 MOV，可以此正确显示 SCR 的故障模式。



MOV 定位：MCD200 007、015、018、022、030



MOV 定位：MCD200 047、045、055



MOV 定位：MCD200 075、090、110

如果 PCB 界面上的 MOV 和/或周围电路显示出有形损坏的迹象，则表明 SCR 的故障问题是由电压所引起的。

如果 PCB 界面上的 MOV 和/或周围电路未显示出有形损坏的迹象，则表明 SCR 的故障问题可能是由过电压所引起的。

如果 SCR 故障模式已经确定，则应研究查明故障原因，以避免再次发生同样的损坏现象。

MCD 200 软启动器所使用的现代 SCR 其可靠性良好，因此基本不存在任何由不当制造而引起的故障问题。SCR 的损坏基本上均是由外部影响所造成的。通常，这些外部影响均可予以识别，但是，在某些特殊情况下，由于破坏因素极具突发性，因此可能很难甚至完全不可能予以识别。如要了解 SCR 典型损坏起因的相关信息，可查阅本手册的第 4.1 章节。

2：如果测得通过任意一个控制相位的电阻值高于 500 千欧：

则表明 PCB 主控制器、PCB 界面或两者之间的连接可能存在故障问题。

- 依照以下操作检查 PCB 主控制器和 PCB 界面之间的插头连线
 - 拆除并重装 PCB 主控制器
 - 检查其是否处于正确运行状态
 - 如果未恢复正确运行状态
 - 更换 PCB 主控制器
 - 检查其是否处于正确运行状态
 - 如果还未恢复正确运行状态
 - 重装 PCB 原装主控制器
 - 更换 PCB 界面
 - 检查其是否处于正确运行状态
 - 如果仍未恢复正确运行状态
- 同时更换 PCB 主控制器和 PCB 界面

控制输入检测

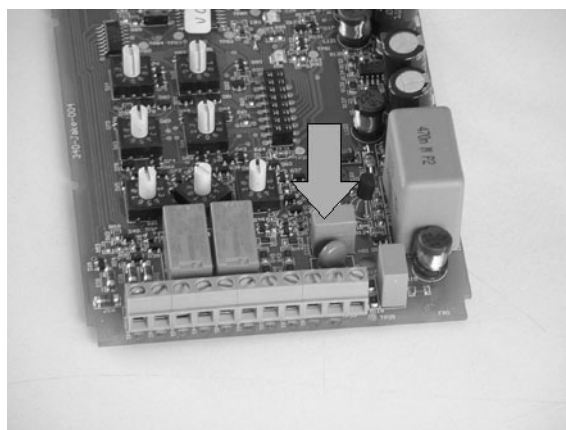
本程序可用于检测软启动器的控制输入情况。可使用电压计进行本检测操作。

- 将软启动器控制输入端口 (N1、N2) 上连接的所有外接线拆下
- 控制电压仍然必须连于软启动器 (A1 至 A2 或 A2 至 A3) 上。
- 测量从接线柱 A1 到各控制输入端口 (A1 至 N1 和 A1 至 N2) 之间的电压值。

机能：

1. 如果未出现任何电压，则表明控制输入端口损坏。此时必须更换 PCB 主控制器。

大多数情况下，控制输入端口的损坏均是由于使用者采用错误控制电压所引起的。使用错误控制电压最明显的证明就是 PCB 主控制器上的 MOV 发生损坏。



MOV 定位：PCB 控制器

电源电压检测

未制定任何特定检测程序用以检查软启动器的控制电源电压情况。

- 如果显示预备状态的发光二极管（红色）正处于关闭状态，则应检查正确控制电压输入端所连接控制电压是否正确。

如果使用 CV1 型号，A1 至 A2 接线柱的电压必须为 24 伏交流电或直流电（+20%/-20%）。如果使用 CV3 型号，A1 至 A2 接线柱的电压必须为 110-240 伏交流电（+10%/-15%），或 A2 至 A3 接线柱的电压必须为 380-440 伏交流电（+10%/-15%）。

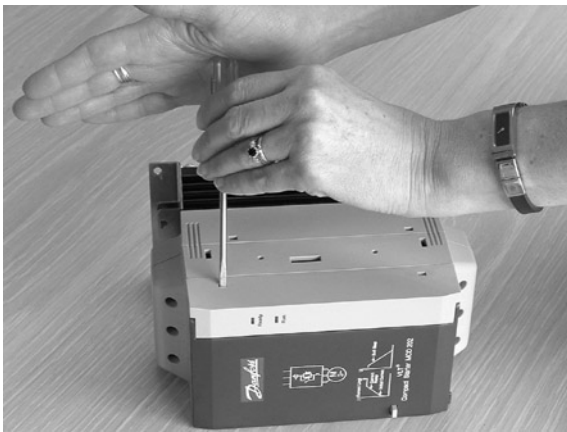
如果此时显示预备状态的发光二极管（红色）仍处于关闭状态，则表明 PCB 主控制器已损坏，必须予以更换。

■ 拆卸顺序 007-030

步骤 1. 依照以下步骤将启动器机体上的塑料盖（连同盖门）拆下。

- 由于 MCD 200 组件位于其侧面，因此应将一把小型平头螺丝刀插入塑料盖侧面 4 条狭槽（一边各两条）中的一条。
- 确保将螺丝刀插入狭槽（离 MCD 200 散热器最近的边缘处）最深处，轻敲螺丝刀，以将其推入启动器内 5-10 毫米。这样一来，可以松开用以固定上下机身压件的销轴。

重复上述操作步骤，依次拆下 4 个销轴。

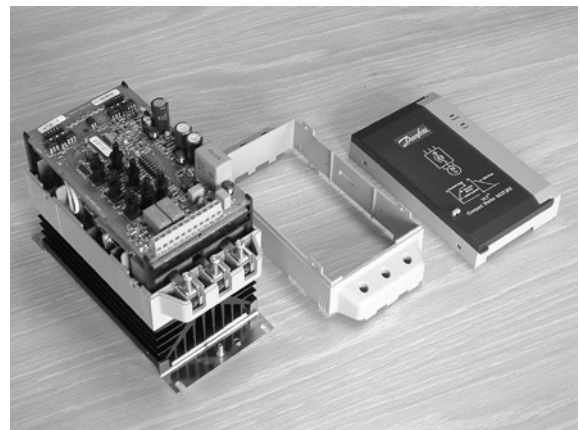


步骤 2. 依照以下步骤将上机身压件拆下。

- 由于 MCD 200 组件位于其侧面，因此应将一把小型平头螺丝刀插入塑料盖侧面 4 条狭槽（一边各两条）中的一条。
- 确保将螺丝刀插入狭槽（离 MCD 200 散热器最近的边缘处）最深处，轻敲螺丝刀，以将其推入启动器内 5-10 毫米。这样一来，可以松开用以固定上下机身压件的销轴。
- 重复上述操作步骤，依次拆下 4 个销轴。



步骤 3. 此时便可随意触及 MCD 200 内部的所有部件。可根据需要随意拆卸并更换任何元件。



步骤 4. 依照相反顺序重新装配 MCD 200。



注意

在重新安装步骤 2 中拆下的上机身塑料压件时，下述技巧十分有用。将下机壳上销轴旁的位置点（1）向内推，同时将上机壳上销轴正上方的位置点（2）向外并向下压。

