上海林肯电气自动化部

机器人弧焊系统基础培训

Trainer： Maggie Mi

第一部分

机器人弧焊系统的基本介绍

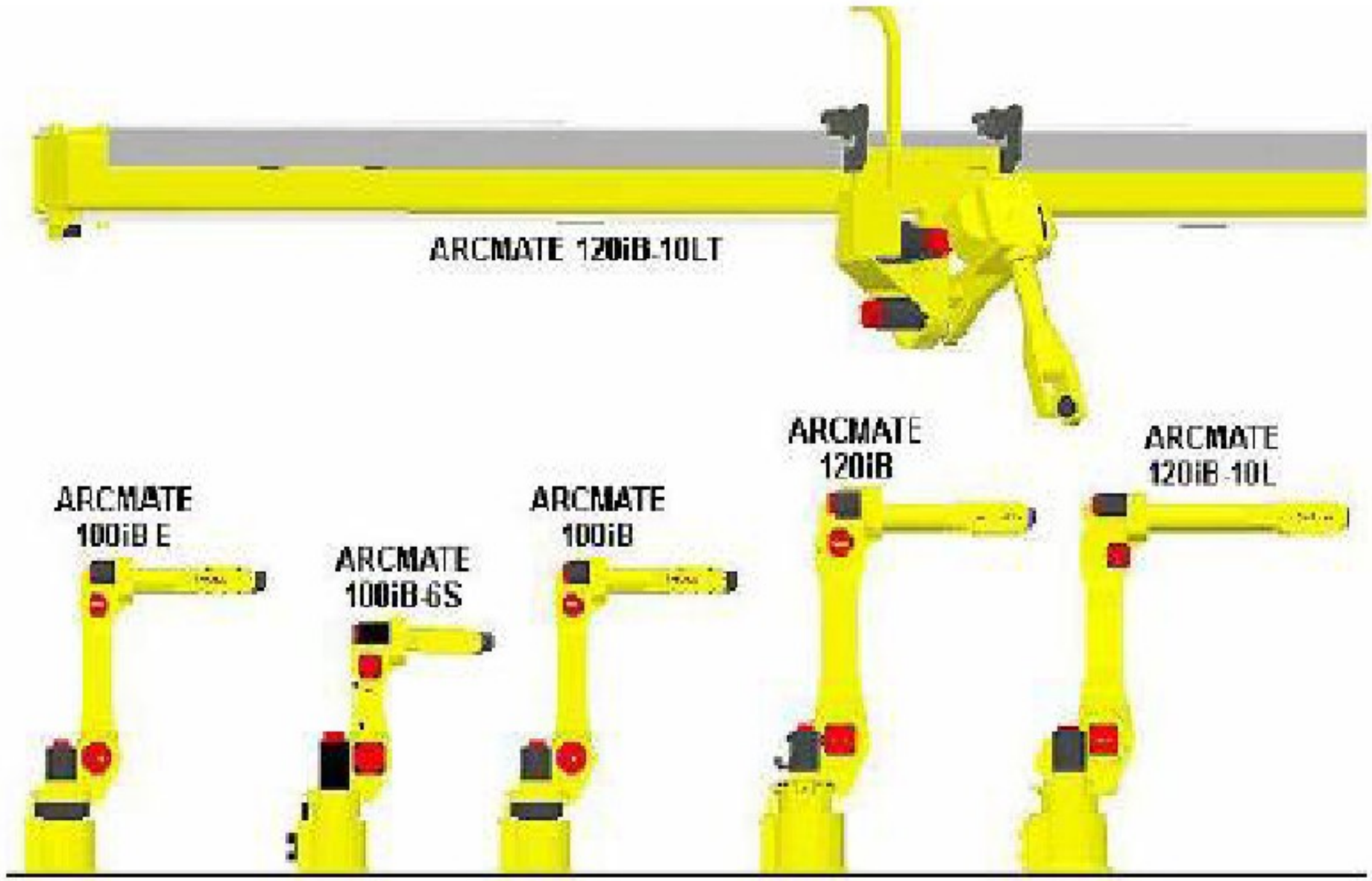
机器人焊接系统的
基 本 组 成

- 弧焊机器人
- 焊机+ 送丝机
- 焊枪及清枪装置
- 保护气体设备
- 工作台、工装夹具、变位机
- 安全系统（围栏、光栅、自动门、门 锁等）
- 排烟系统
- 其它配件等

发那科弧焊机器人简介

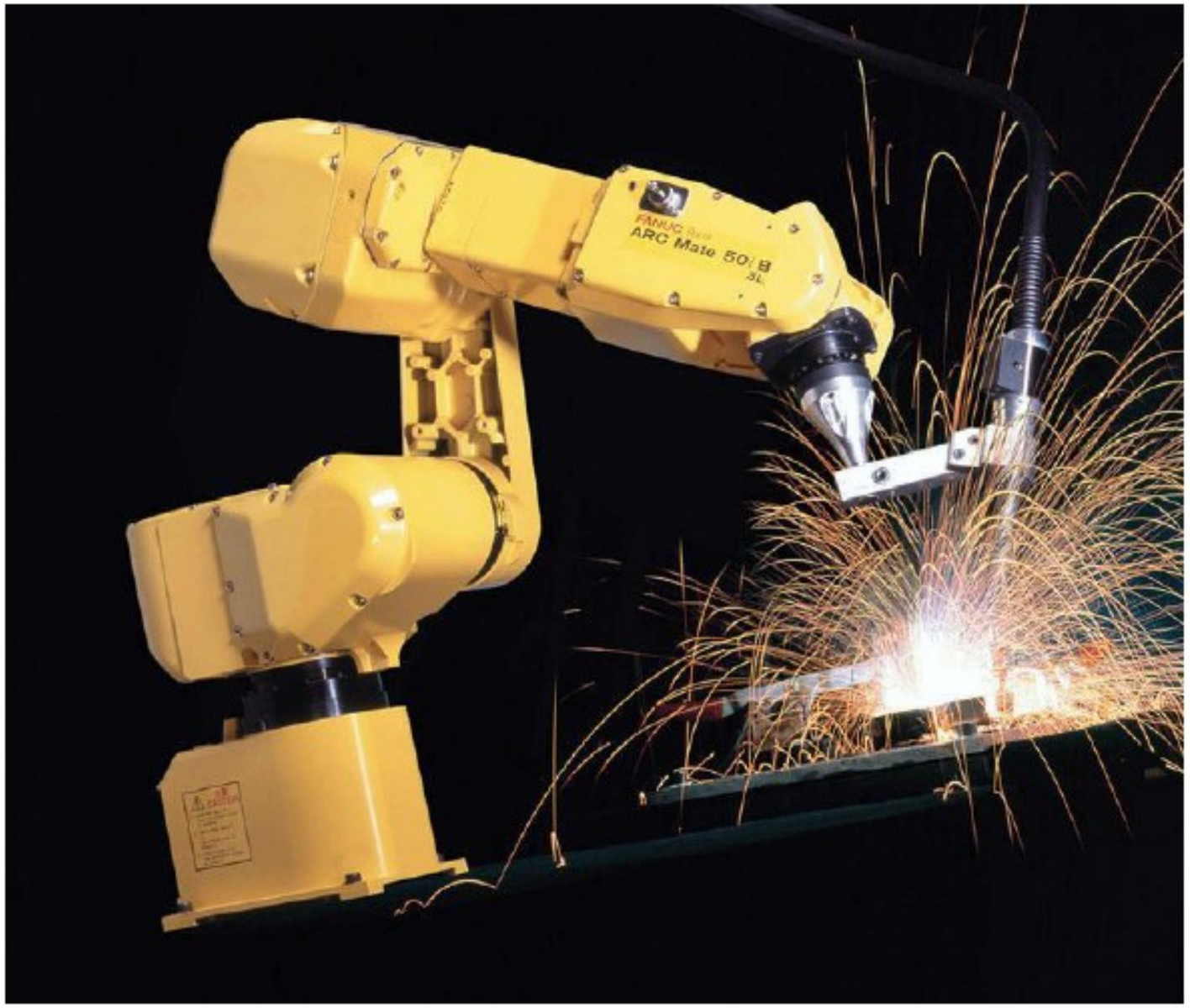
- 单机的组成
- 主要参数

发那科弧焊机器人种类
（IB系列）



Old Series iB / M Robot

原iB / M系列机械手

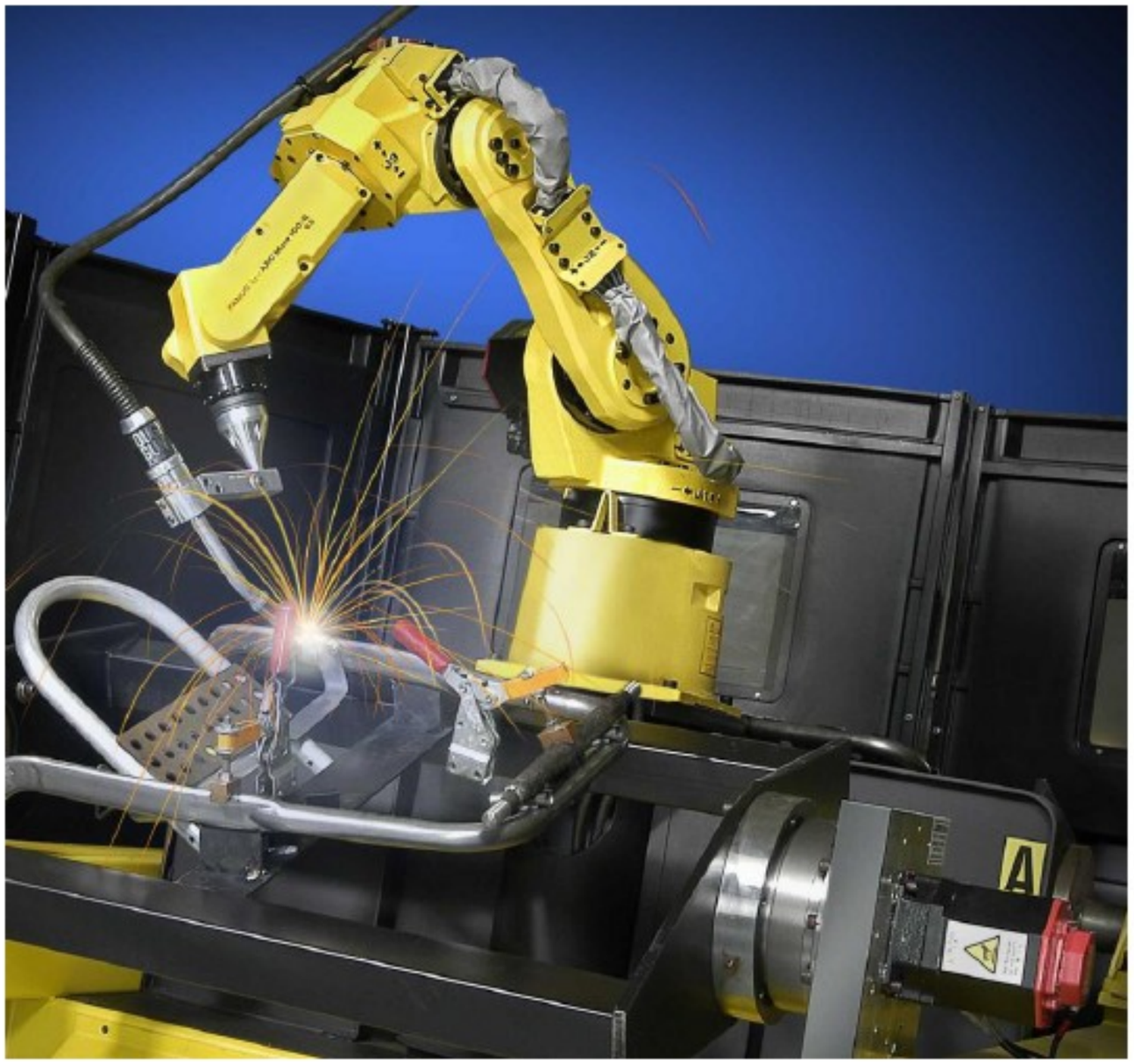


Arc Mate 50iB_3L

标准轴数:	6轴
手臂负载:	3kg
操作半径:	856mm
重复精度:	± 0.04mm

Old Series iB / M Robot

原iB / M系列机械手



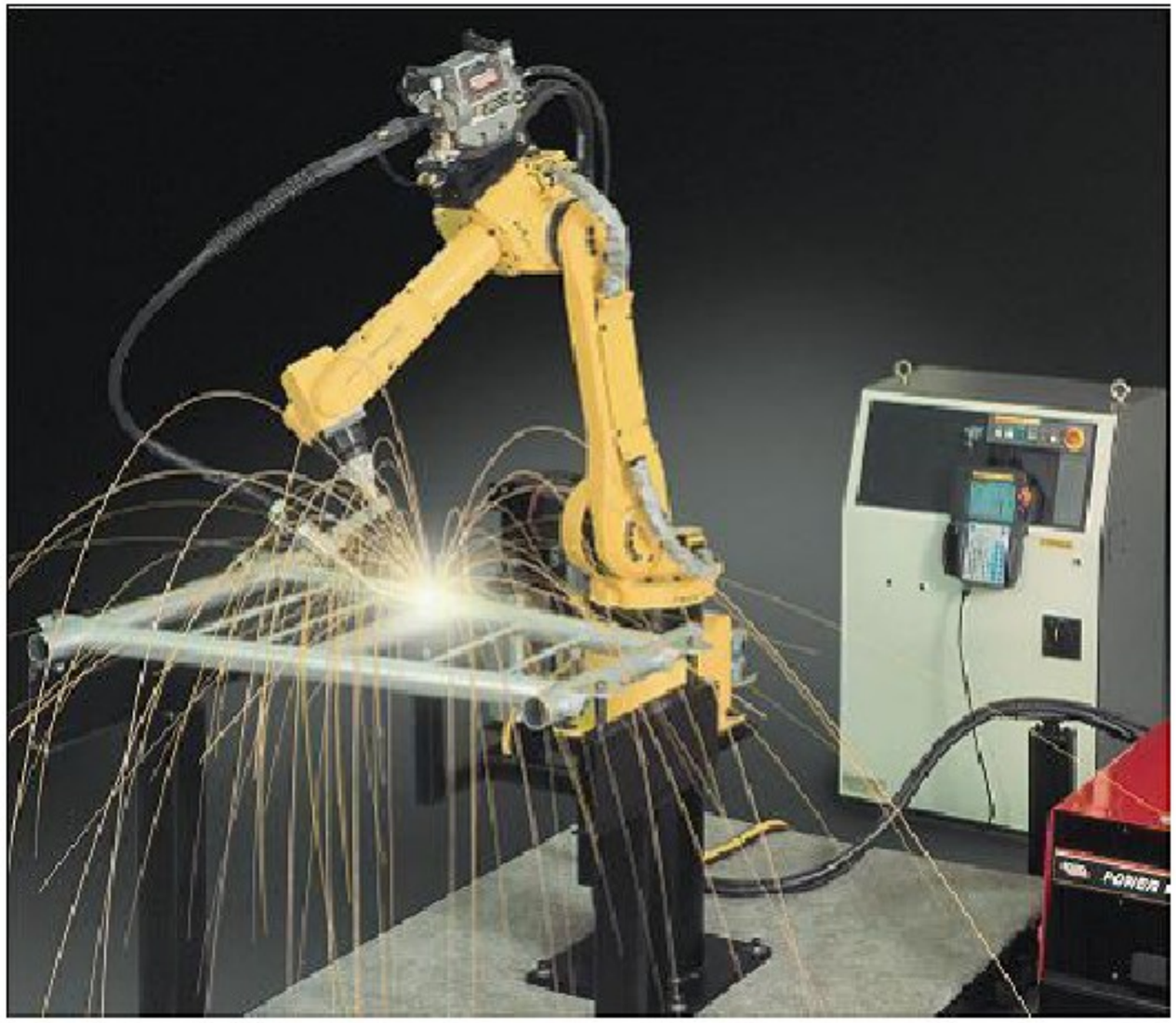
Arc Mate 100iB/6S

M-6iB/6S

标准轴数:	6轴
手臂负载:	6kg
操作半径:	951mm
重复精度:	± 0.08mm

Old Series iB / M Robot

原iB / M系列机械手



Arc Mate 100iB

M-6 iB

标准轴数:	6轴
手臂负载:	6kg
操作半径:	1373mm
重复精度:	± 0.08mm

Old Series iB / M Robot

原iB / 系列机械手

Arc Mate 120iB

M-16 iB/20

标准轴数:	6轴
手臂负载:	20kg
操作半径:	1667mm
重复精度:	± 0.08mm

Robot
机器人

Fanuc New Series iC / M Robot

发那科新 iC / M系列机械手

发那科弧焊机器人种类
（IC系列）

New Series iC / M Robot

新iC / M系列机械手

Arc Mate 100iC

M-10iA

标准轴数:	6轴
手臂负载:	10kg
操作半径:	1420mm
重复精度：	± 0.08mm

New Series iC / M Robot

新iC / M系列机械手

Arc Mate 100iC/6L

M-10iA/6L

标准轴数:	6轴
手臂负载:	6kg
操作半径:	1632mm
重复精度:	± 0.10mm

New Series iC / M Robot

新iC / M系列机械手

Arc Mate 120iC

M-20iA

标准轴数:	6轴
手臂负载:	20kg
操作半径:	1811mm
重复精度:	± 0.08mm

New Series iC / M Robot

新iC / M系列机械手

Arc Mate 120iC/10L

M-20iA/10L

标准轴数:	6轴
手臂负载:	10kg
操作半径:	2009mm
重复精度:	± 0.10mm

Robot controller
机器人控制柜

LINCOLN® ELECTRIC
AUTOMATION DIVISION

R-J3iB/R-J3iC/R-30iA

B Cabinet Controller

B 型控制器

标准设计

提供Arclink, Ethernet接口

提供PCMCIA,USB接口

标准ArcTool 软件包

可带1-6个外部轴

Robot controller
机器人控制柜

R-30iA

A Cabinet Controller

A 型控制器

标准设计

提供Arclink, Ethernet接口

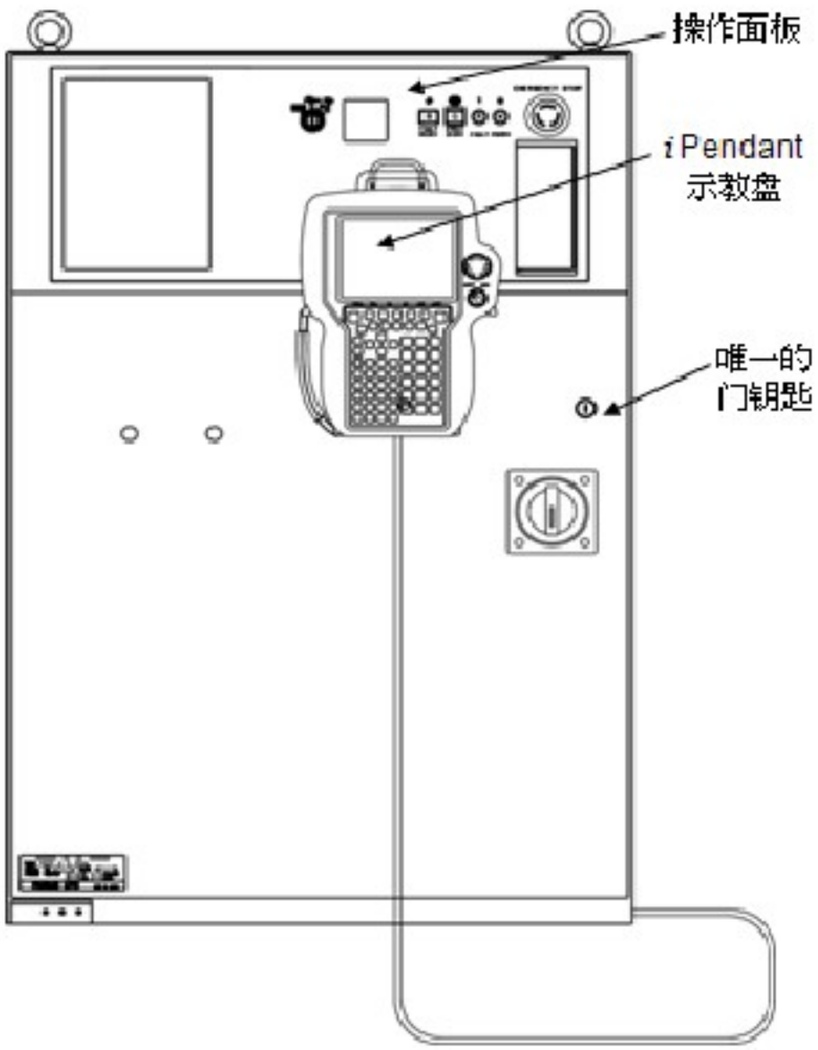
提供PCMCIA,USB接口

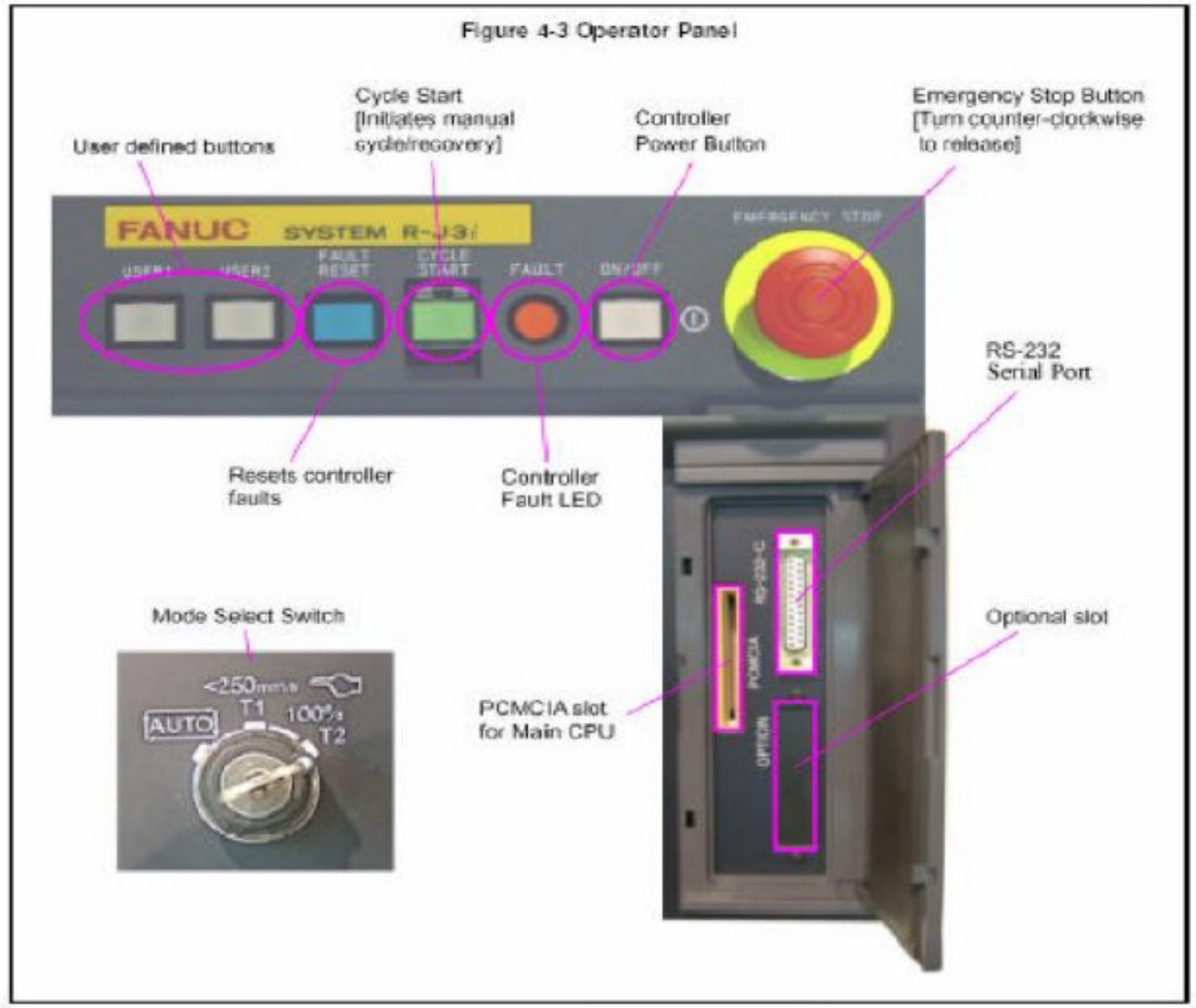
标准ArcTool 软件包

可带1-6个外部轴

机器人控制器的结构

Structure of robot controller

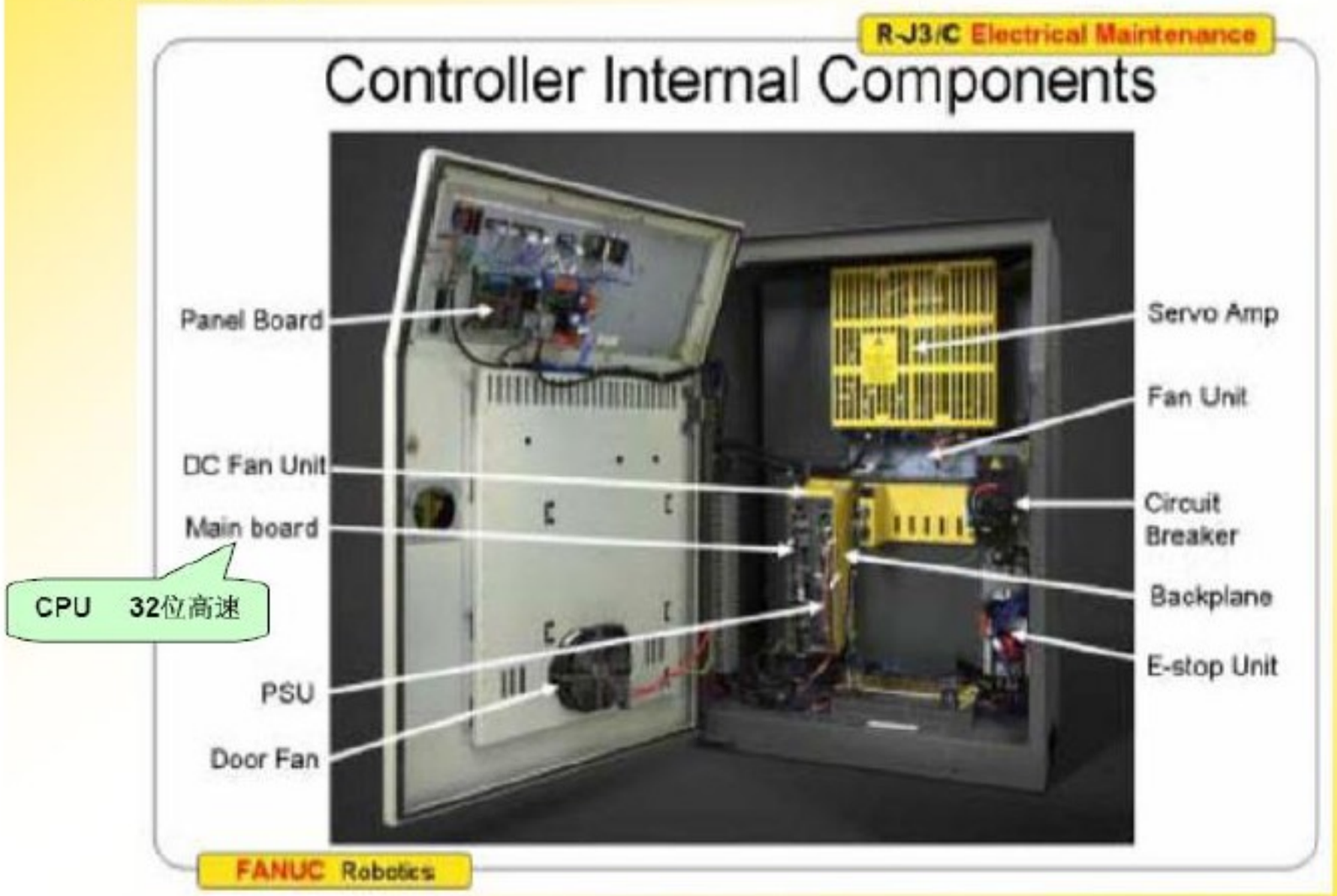


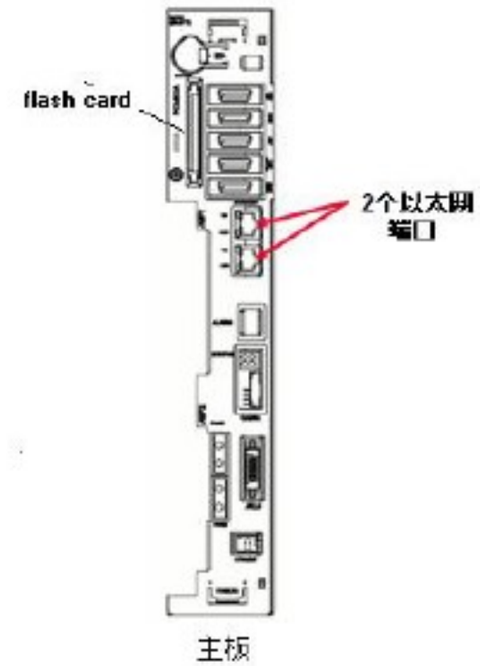


机器人控制器的结构

Structure of robot controller

控制器部件

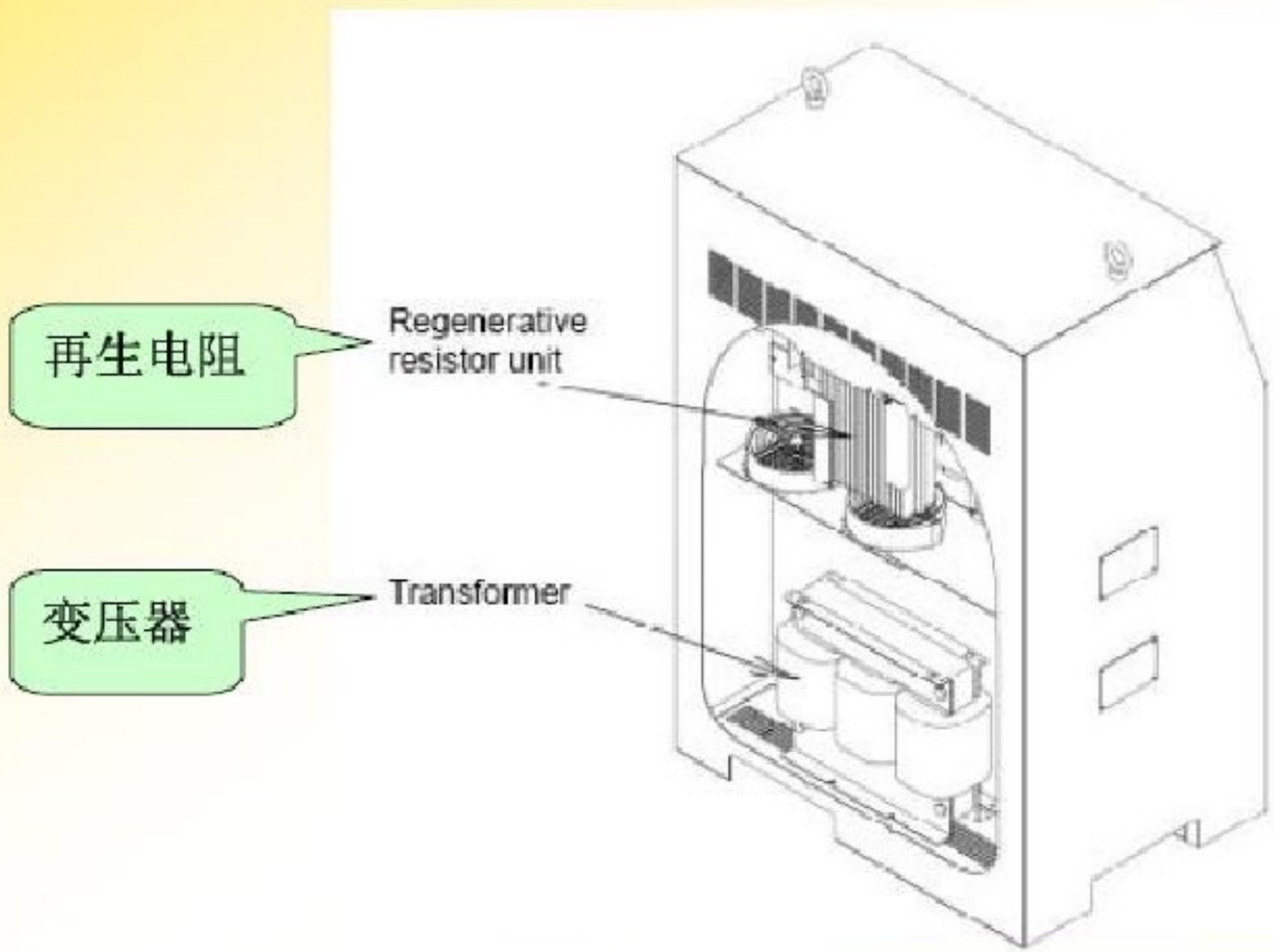




机器人控制器的结构

Structure of robot controller

控制器部件



Lincoln Robotics Power Sources and Feeder

林肯电气机器人焊接电源和送丝机构

Invertec® CV350-R

适合材料: 碳钢

焊接波型: CV

电流范围: 60-350A, 350A/60%

通讯方式: ArcLink®

逆变技术: Inverter （30kHz)

输入电源: 380V/50Hz/3Phase/PE

经济实用

Lincoln Robotics Power Sources and Feeder

林肯电气机器人焊接电源和送丝机构

Power Wave F355i

适合材料: 碳钢/不锈钢/合金钢/铝合金

焊接波型: CV/Pulse/Rapid Arc/
Power Mode/Pulse on Pulse

电流范围: 5-425A, 300A/100%, 350A/60%

波型控制技术：Wave Control Technology ™

通讯方式: ArcLink®

逆变技术: Inverter （60kHz)

全数字焊机: Total Digital

输入电源: 380V/50Hz/3Phase/PE

Lincoln Robotics Power Sources and Feeder

林肯电气机器人焊接电源和送丝机构

Power Wave i400

适合材料: 碳钢/不锈钢/合金钢/铝合金

焊接波型: CV/Pulse/Power Mode/Rapid Arc/ Pulse on Pulse/Total s_2f ™

电流范围: 2-420A, 350A/100%, 400A/60%

波型控制技术：Wave Control Technology ™

通讯方式: ArcLink® XT over Ethernet

高速逆变技术: High Frequency Inverter (120kHz)

全数字焊机: Total Digital

输入电源: 380V/50Hz/3Phase/PE

Lincoln Robotics Power Sources and Feeder

林肯电气机器人焊接电源和送丝机构

Power Wave 455M Robotics

适合材料: 碳钢/不锈钢/合金钢/铝合金

焊接波型: CV/Pulse/Power Mode/Rapid Arc /Pulse on Pulse/Tandem MIG

电流范围: 5-570A, 450A/100%, 570A/60%

波型控制技术：Wave Control Technology ™

通讯方式: ArcLink®

逆变技术: Inverter(60kHz)

全数字焊机: Total Digital

输入电源: 380V/50Hz/3Phase/PE

Lincoln Robotics Power Sources and Feeder

林肯电气机器人焊接电源和送丝机构

Power Wave 455M/STT Robotics

适合材料: 碳钢/不锈钢/合金钢/铝合金

焊接波型: CV/STT/Pulse/Power Mode

Rapid Arc/Pulse on Pulse

电流范围: 5-570A, 400A/100%, 500A/60%

波型控制技术：Wave Control Technology ™

通讯方式: ArcLink®

逆变技术: Inverter(60kHz)

全数字焊机: Total Digital

输入电源: 380V/50Hz/3Phase/PE

Lincoln Robotics Power Sources and Feeder

林肯电气机器人焊接电源和送丝机构

Power Wave 655 Robotics

适合材料: 碳钢/不锈钢/合金钢/铝合金

焊接波型: CV/Pulse/Power Mode/Rapid Arc /Pulse on Pulse/Tandem MIG

电流范围: 20-880A, 650A/100%, 880A/60%

波型控制技术：Wave Control Technology ™

通讯方式: ArcLink®

逆变技术: Inverter(60kHz)

全数字焊机: Total Digital

输入电源: 380V/50Hz/3Phase/PE

Lincoln Robotics Power Sources and Feeder

林肯电气机器人焊接电源和送丝机构

Power Feeder 10R

适合焊丝：实芯/药芯/铝焊丝

速度反馈装置，闭环精确控制。

四轮驱动，更换焊丝不需工具

通讯方式： ArcLink®

输入： 40V DC

送丝速度范围: 50-800IPM(1.3-20.3m/min)

70-1200IPM(2.0-30.5m/min)

实芯焊丝范围: .025-3/32 in (0.6-2.4mm)

.025-1/16 in (0.6-1.6mm)

药芯焊丝范围: .035-.120 in. (0.9-3.0mm)

.035-5/64 in (0.9-2.0mm)

Lincoln Robotics Power Sources and Feeder

林肯电气机器人焊接电源和送丝机构

Auto Drive 4R90

适合焊丝： 实芯/药芯/铝焊丝

速度反馈装置，闭环精确控制。

四轮驱动，更换焊丝不需工具

通讯方式： ArcLink®

输入： 40V DC

送丝速度范围： 50-800IPM(1.3-20.3m/min)

实芯焊丝范围： .023 - .045 in. (0.6 - 1.2 mm)

药芯焊丝范围： .035 - .045 in. (0.9 - 1.2mm)

Torch and Clean Station
焊枪及清枪装置

- Tregaskiss Torch 特雷克斯焊枪
  - Tough Gun
  - Through Arm Tough Gun
  - Torch Cleaning Station
- Binzel Torch 宾采尔焊枪
  - Binzel 35KD
  - Binzel ROBO A360
  - Through Arm A500
  - BRS-CC

Torch and Clean Station
焊枪及清枪装置

Tregaskiss Air Cooler Robotics Torch for iB Robot

特雷克斯空冷iB机器人焊枪

Tough Gun 500A (泰霸）

焊丝：碳钢/不锈钢，实芯/药芯, 0.8-1.6mm

电流：500A/100%/CO2，350A/100%/Ar混合气

焊枪角度：22º，45º，180º

Torch and Clean Station
焊枪及清枪装置

LINCOLN® ELECTRIC
AUTOMATION DIVISION

Tregaskiss Air Cooler Robotics Torch for iB Robot

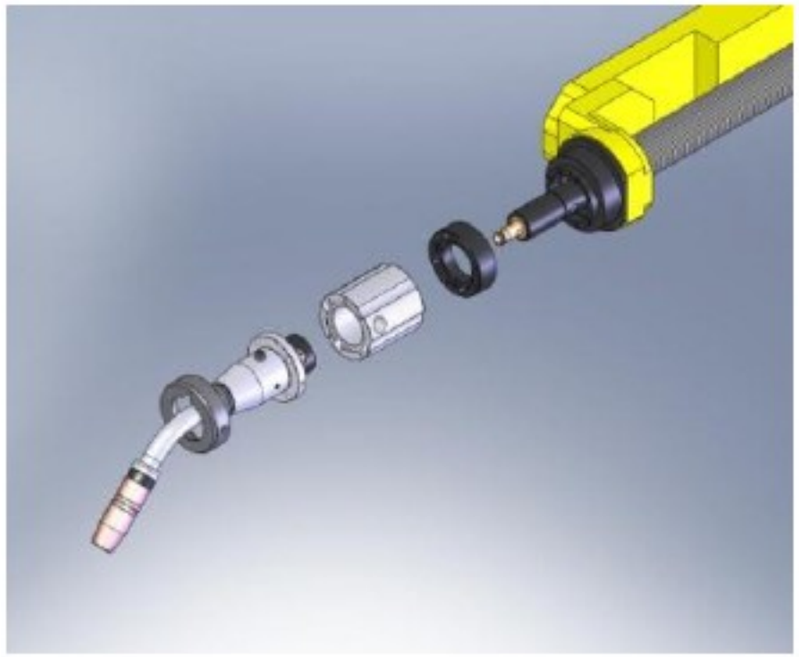
特雷克斯空冷iB机器人焊枪

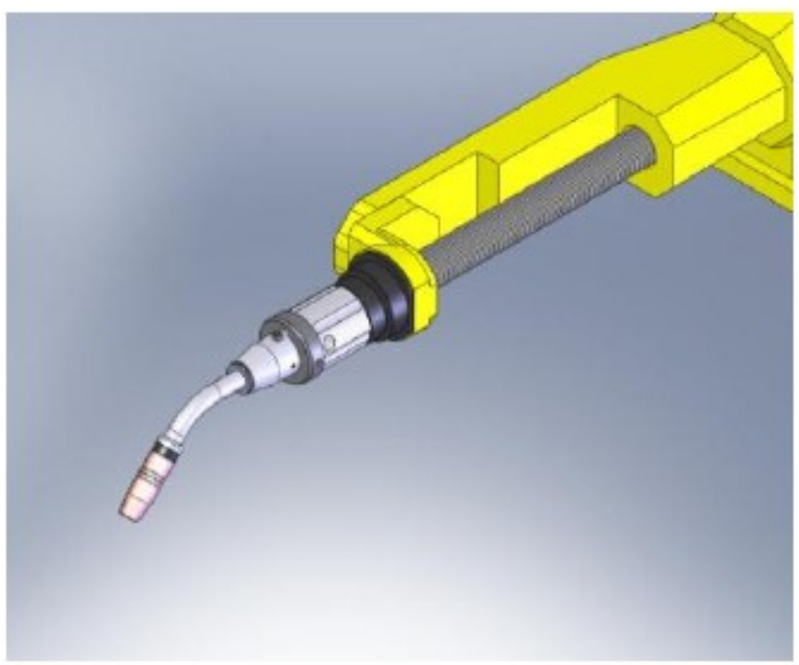
更换”

Torch and Clean Station
焊枪及清枪装置

Tregaskiss Air Cooler Robotics Torch for iC Robot

特雷克斯空冷iC机器人焊枪





Through Arm Tough Gun 500A (泰霸）

焊丝：碳钢/不锈钢，实芯/药芯, 0.8-1.6mm

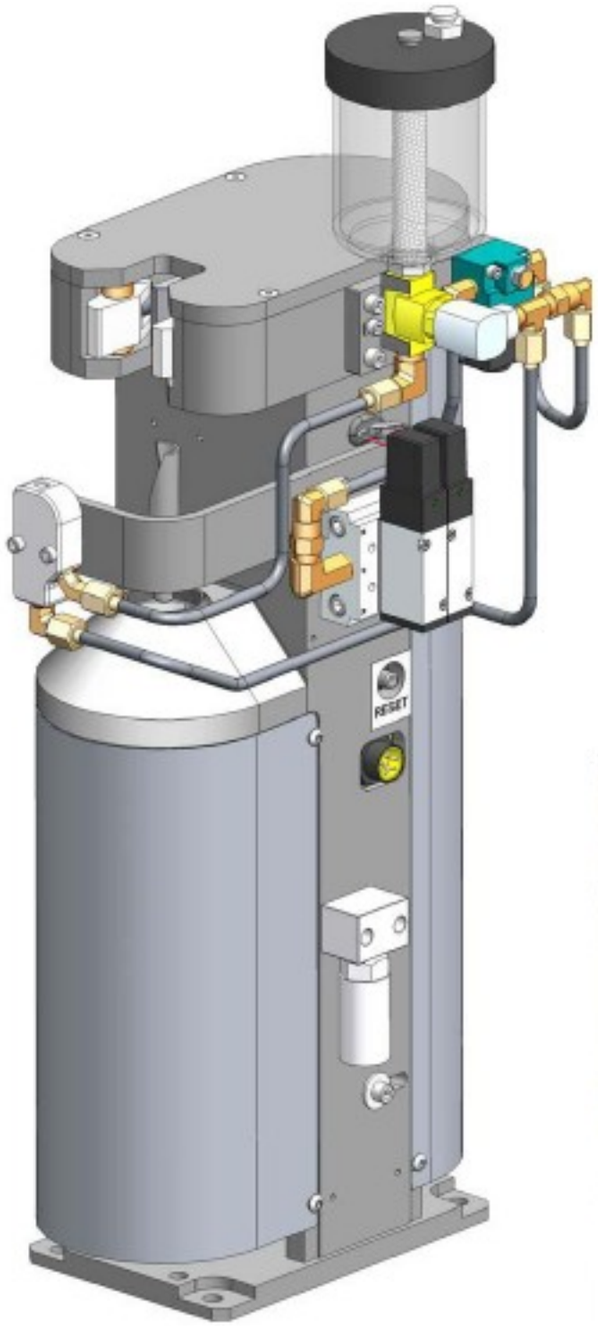
电流：500A/100%/CO2，350A/100%/Ar混合气

焊枪角度：22º，45º，180º

Torch and Clean Station
焊枪及清枪装置

Tregaskiss Robotics Torch Clean Station

特雷克斯机器人清枪站



标准型

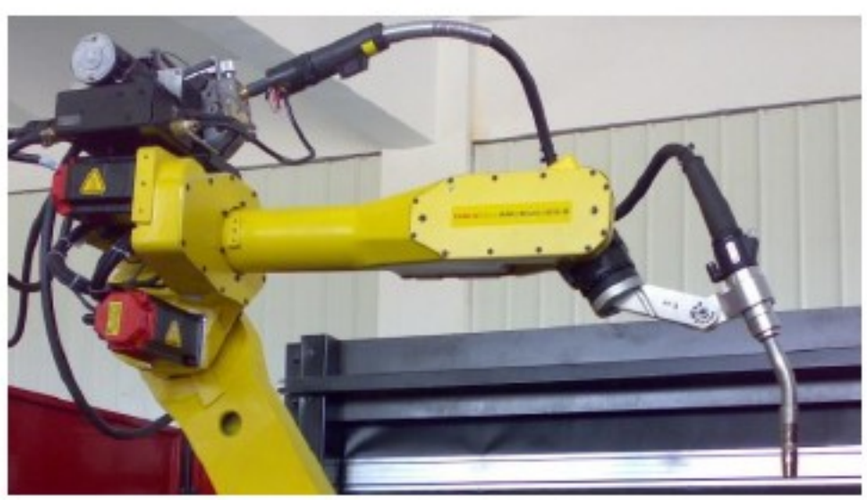
清枪装置

喷硅油/防飞溅装置

剪焊丝装置

适用所有Tregaskiss焊枪系列

Torch and Clean Station
焊枪及清枪装置
Binzel Air Cooler Robotics Torch for iB Robot
宾采尔空冷iB机器人焊枪



ABIROB 350GC
焊丝：碳钢/不锈钢，实芯/药芯, 0.8-1.2mm
电流：350A/100%/CO2，300A/100%/Ar混合气
焊枪角度：30º，35º
经济型

ABIROB A360
焊丝：碳钢/不锈钢，实芯/药芯, 0.8-1.4mm
电流：360A/100%/CO2，290A/100%/Ar混合气
焊枪角度：22º，45º，180º

ABIROB A500
焊丝：碳钢/不锈钢，实芯/药芯, 0.8-1.6mm
电流：500A/100%/CO2，370A/100%/Ar混合气
焊枪角度：22º，45º，180º

Torch and Clean Station
焊枪及清枪装置

Binzel Air Cooler Robotics Torch for iC Robot

宾采尔空冷iC机器人焊枪

ABIROB 350GC ECO
焊丝： 碳钢/不锈钢，实芯/药芯, 0.8-1.2mm
电流： 350A/100%/CO2，300A/100%/Ar混合气
焊枪角度：30º，35º
经济型

ABIROB A360
焊丝： 碳钢/不锈钢，实芯/药芯, 0.8-1.4mm
电流： 360A/100%/CO2，290A/100%/Ar混合气
焊枪角度：22º，45º，180º

ABIROB A500
焊丝： 碳钢/不锈钢，实芯/药芯, 0.8-1.6mm
电流： 500A/100%/CO2，370A/100%/Ar混合气
焊枪角度：22º，45º，180º

Torch and Clean Station
焊枪及清枪装置

LINCOLN® ELECTRIC
AUTOMATION DIVISION

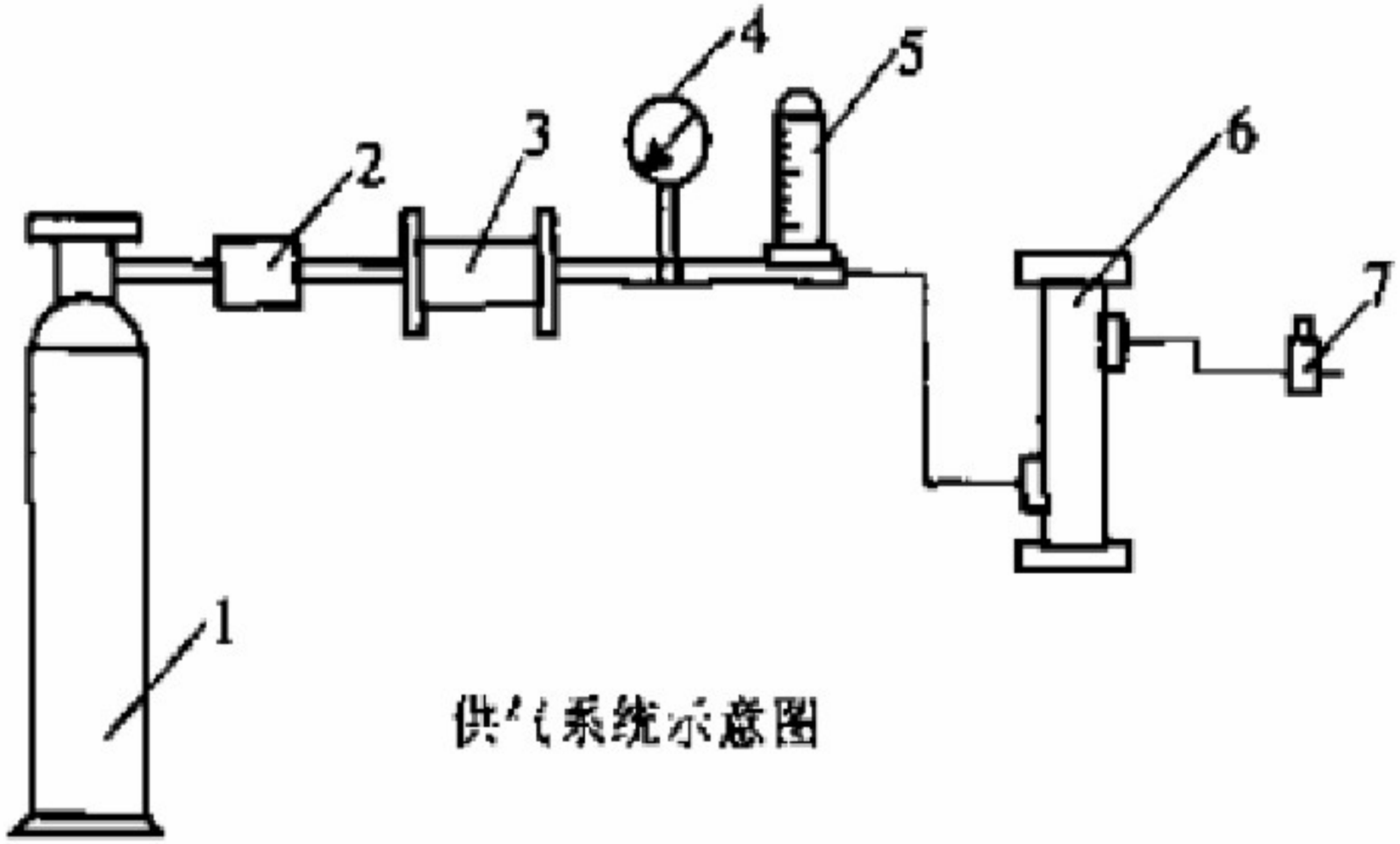
Binzel Robotics Torch Clean Station

宾采尔机器人清枪站

BRS-CC
1.清枪装置
2.喷硅油/防飞溅装置
3. 剪焊丝装置
适用所有Binzel焊枪系列

Shield Gas and Peripheral
保护气体及辅助设备

Shield Gas Pipeline
供气系统管路



供气系统示意图

1—气源　2—预热器　3—高压干燥器

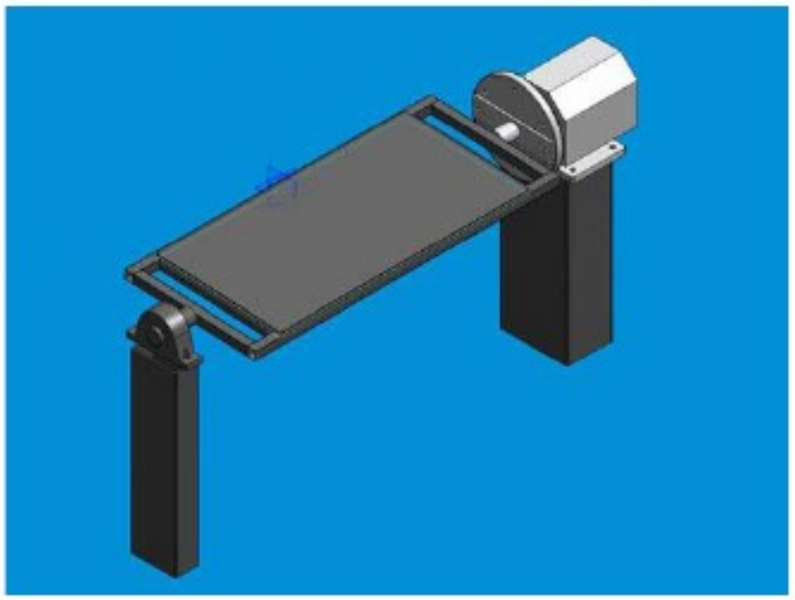
4—气体减压阀　5—气体流量计

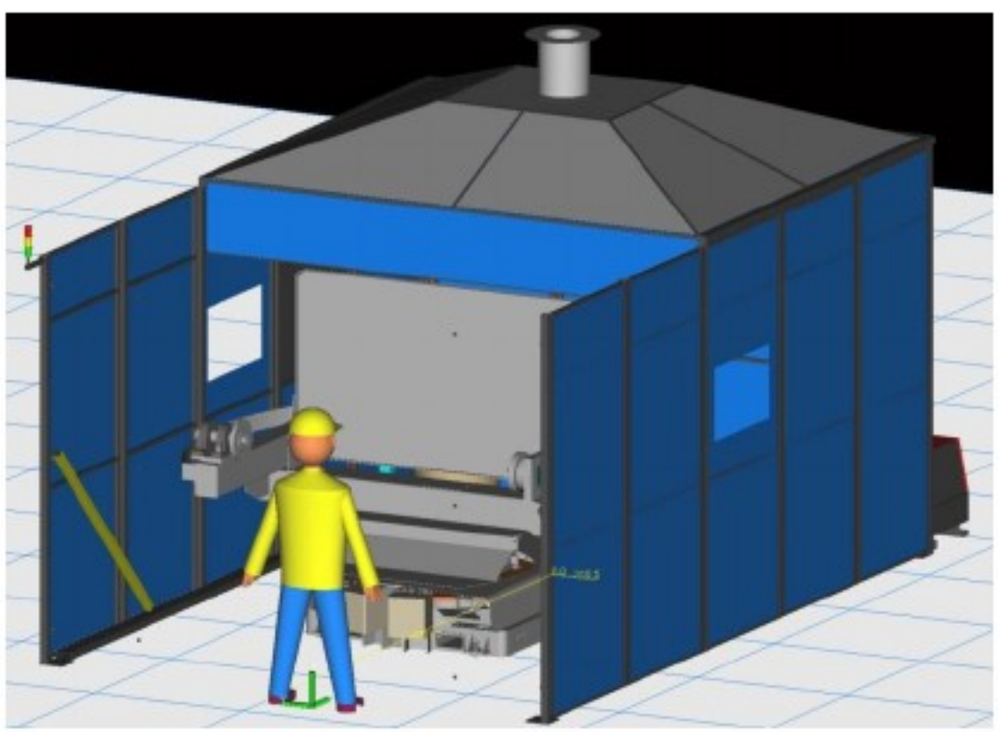
6—低压干燥器　7—气阀

Shield Gas and Peripheral
保护气体及辅助设备

Shield Gas Bottle
气瓶

Work table and safety guards
工作台及安全系统





Fume extraction
排烟系统

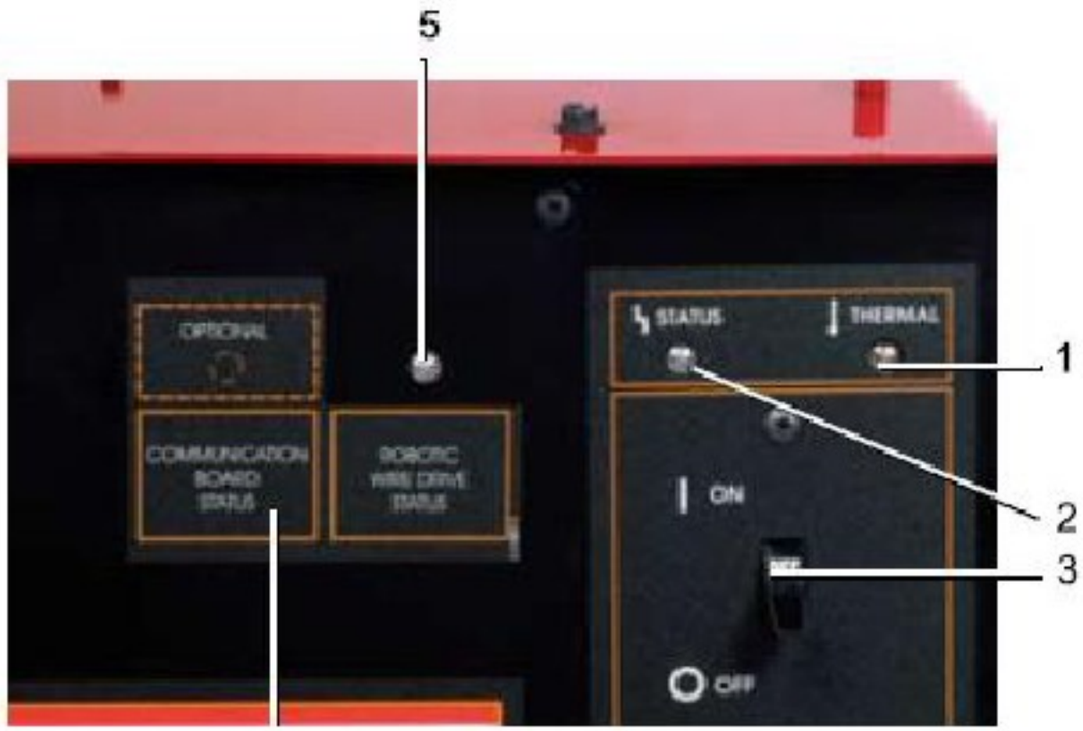
HMI and Control System
人机界面和控制系统

- PMC Controller in Robot 机器人内PMC控制器
- PLC Controller 控制器 (Omron/SIMENS）
- Power Supply 电源
- Electrical Cabinet电气柜
- Light Beacon 指示灯
- Push Buttons 按钮盒

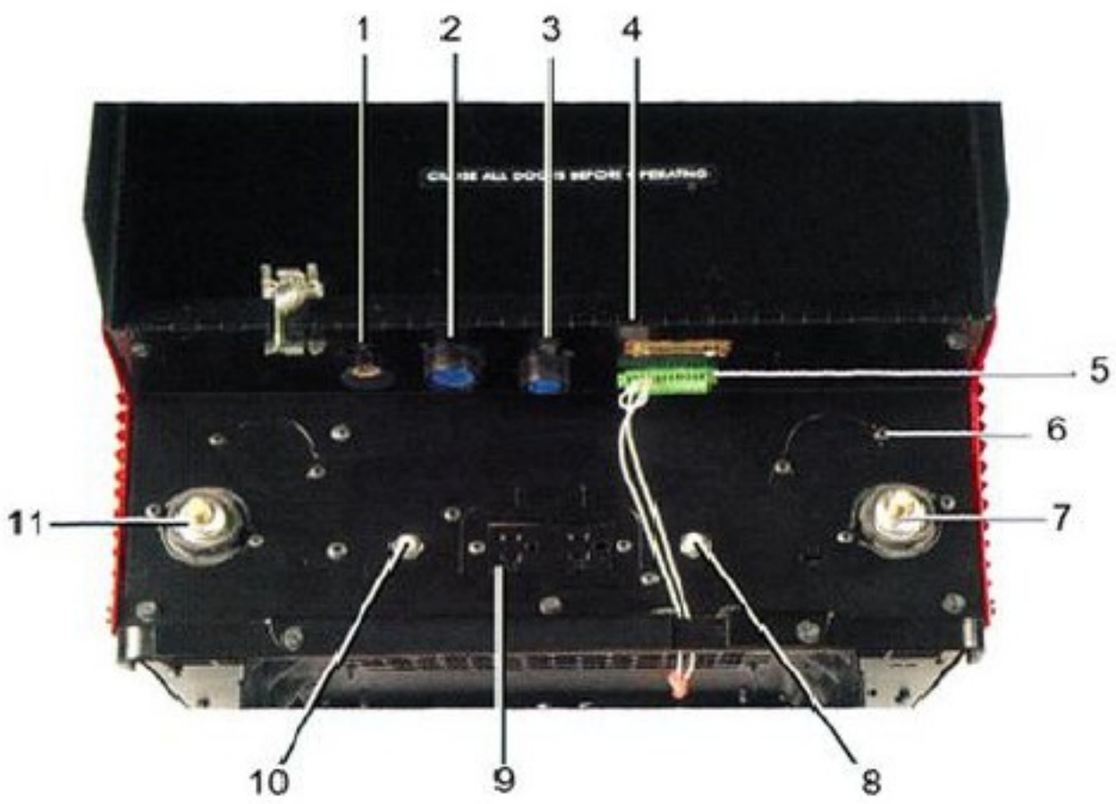
设备间的集成、通讯及系统的控制

- 连接及通讯
- 控制工具（示教器）

主要接线及控制



1、过热指示灯
2、电源状态指示灯
3、开关
4、选配的通讯模块状态显示灯
5、送丝机状态显示灯



下面板

1. DeviceNet或Ethernet/DeviceNet插座（选配件）
2. ArcLink插座
3. 工件感应导线插座
4. RS-232诊断插座
5. 外部输入连接器
6. STT接线柱（图中未示）
7. 正极接线柱
8. （10A）40VDC断路器
9. 交流115V插座
10. CB1(10A) 40VAC断路器
11. 负极接线柱

主要接线及控制

1. 送丝轮压紧力标尺
2. 送丝轮压紧力调节旋钮
3. 用于连接控制电缆的14针插座(Amphenol)
4. CGA气体连接器
5. 焊丝插入导向元件
6. 可选配的水阀组件（未显示）
7. 送丝轮保护盖
8. 焊枪座（K1500-2）

系统操作工具

机器人示教器（TP）

作用：

1. 点动机器人
2. 编写及运行机器人程序
3. 查阅机器人状态
4. 进行一切设置

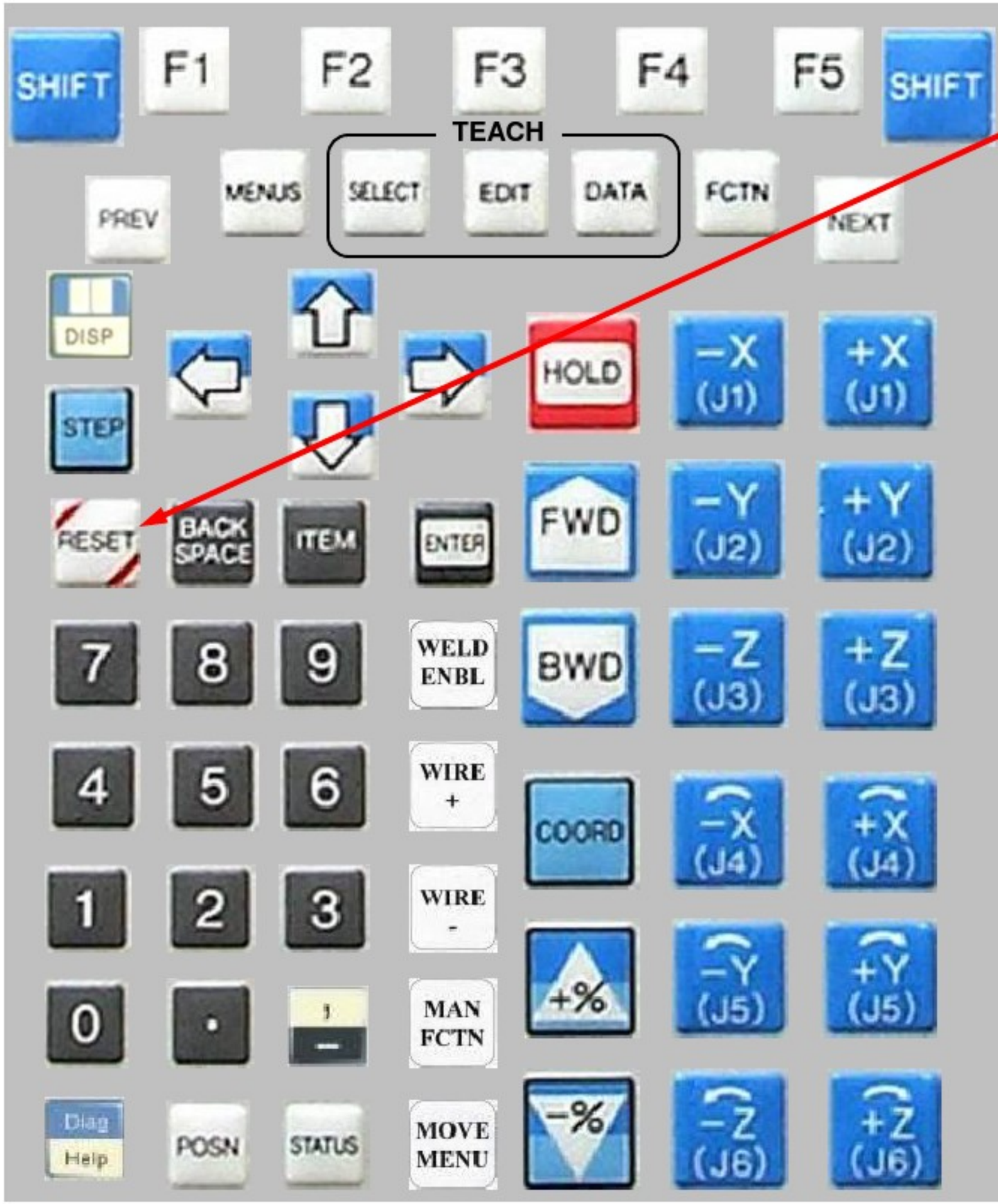
R-J3iB 示教器结构

2．彩色TP介绍

此按钮被按下，机器人立即停止运动。

ON：TP有效；OFF：TP无效。当TP无效时，示教、编程、手动运行不能被使用。

当TP有效时，只有DEADMAN 开关被按到适中位置，机器人才能运动，一旦松开或按紧，机器人立即停止运动，并出现报警。



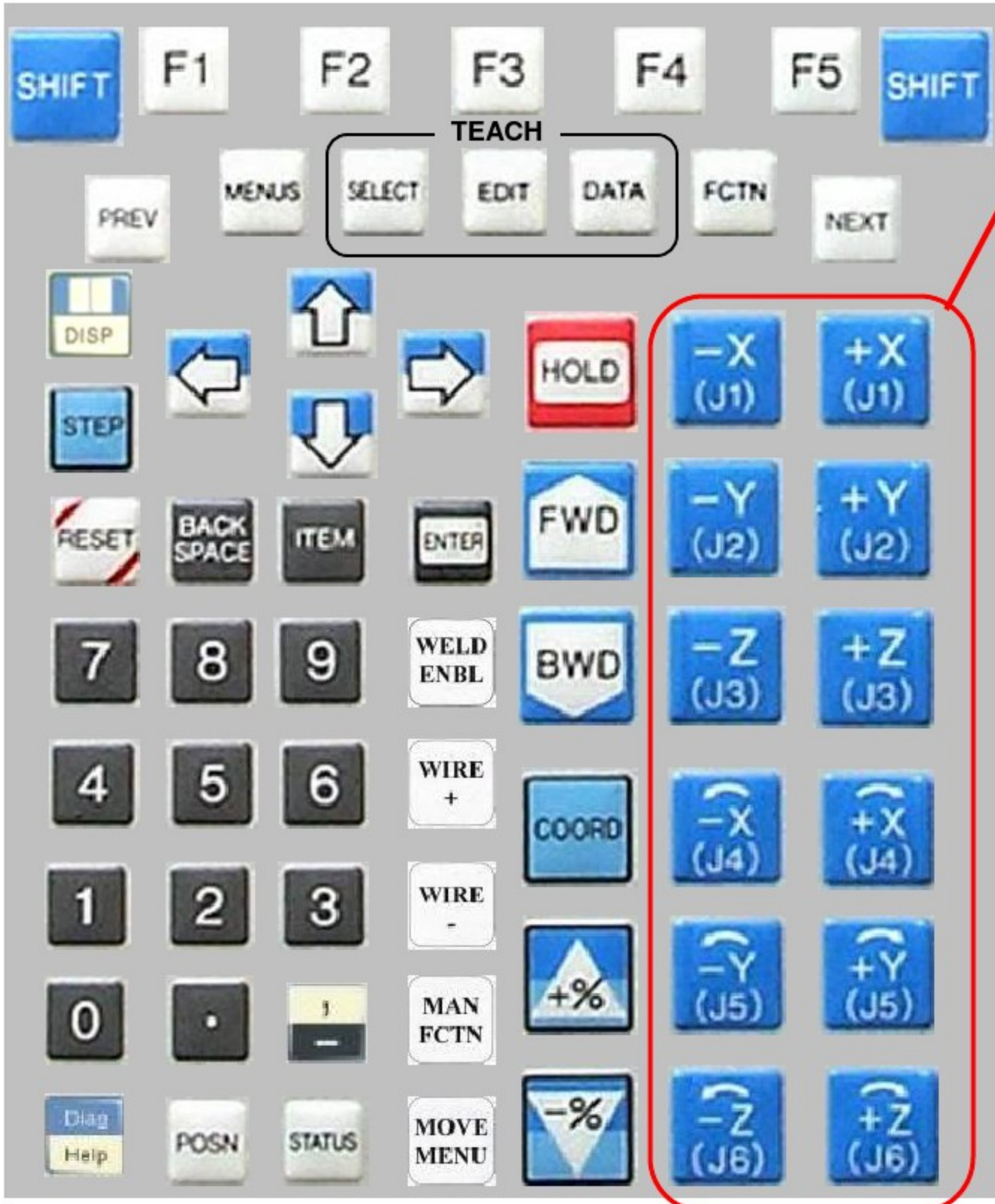
RESET 键

（复位键）：

按此键清除报警信息。

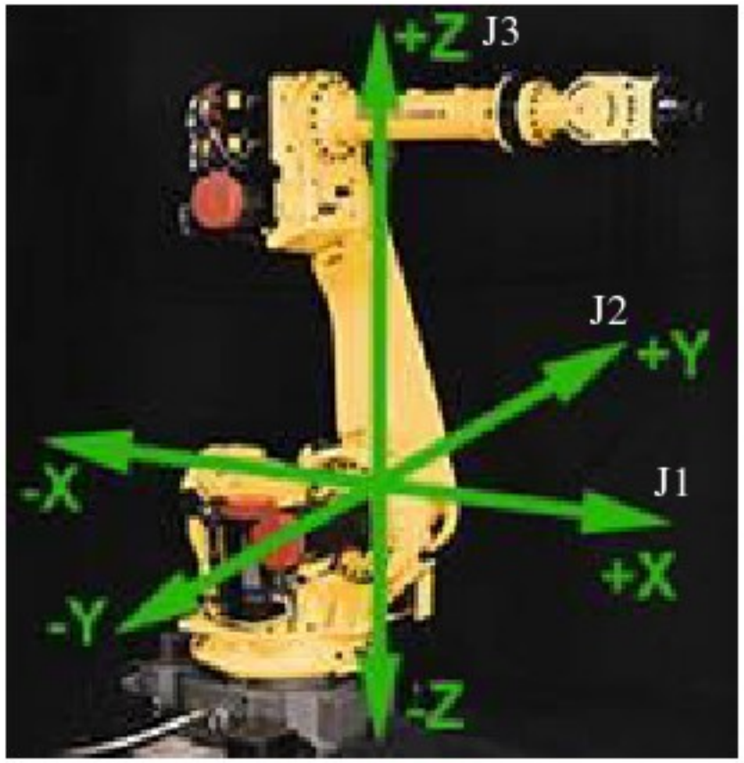
SHIFT键:

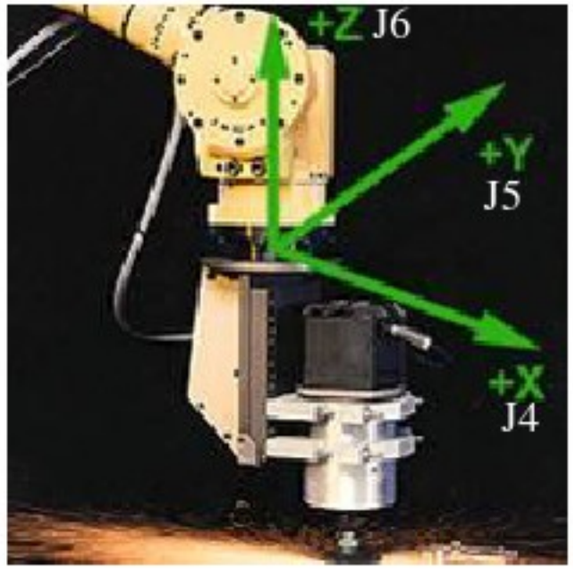
与其他键配合使用执行特定功能。

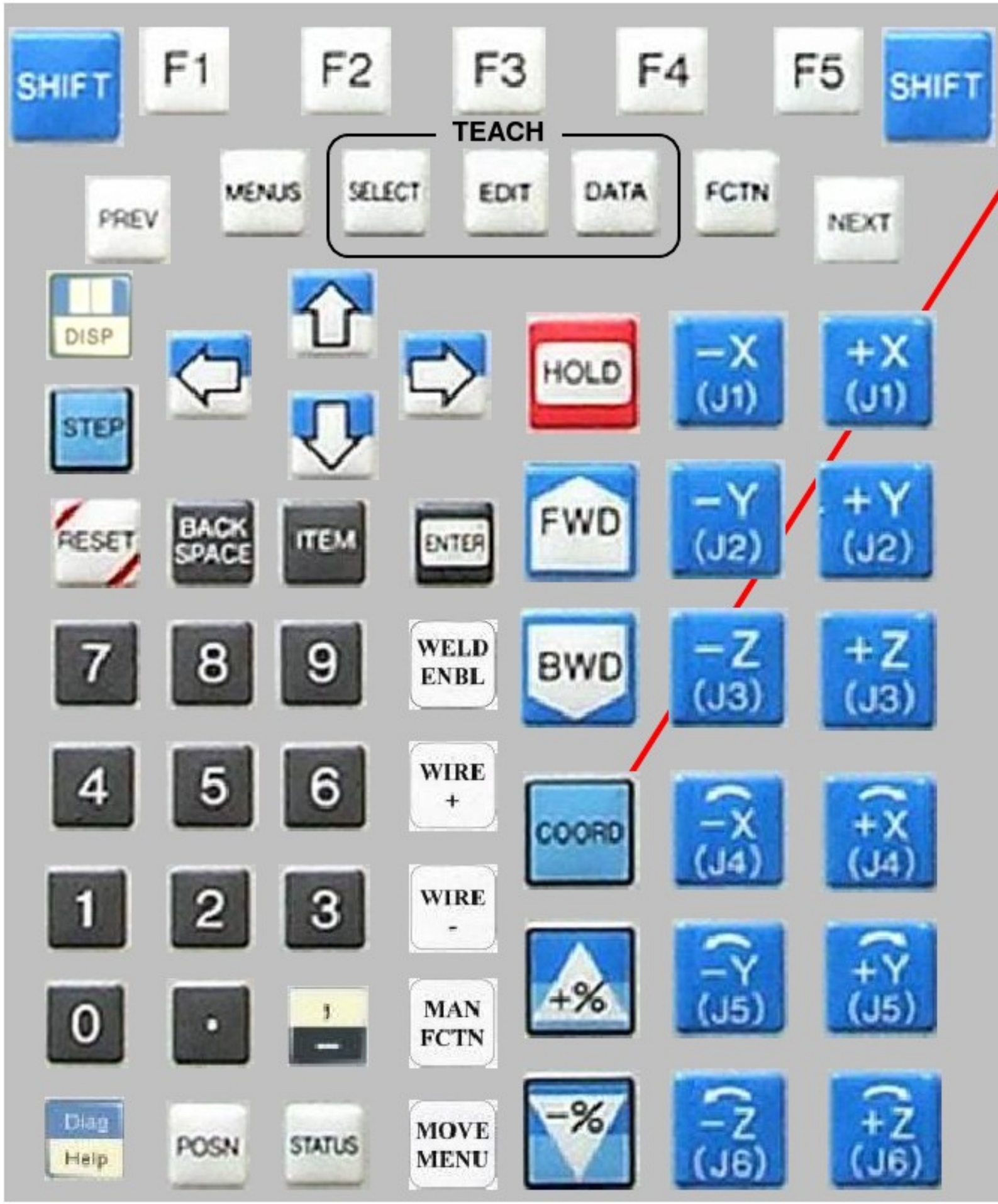


Jog 键:

使用这些键来点动机器人。



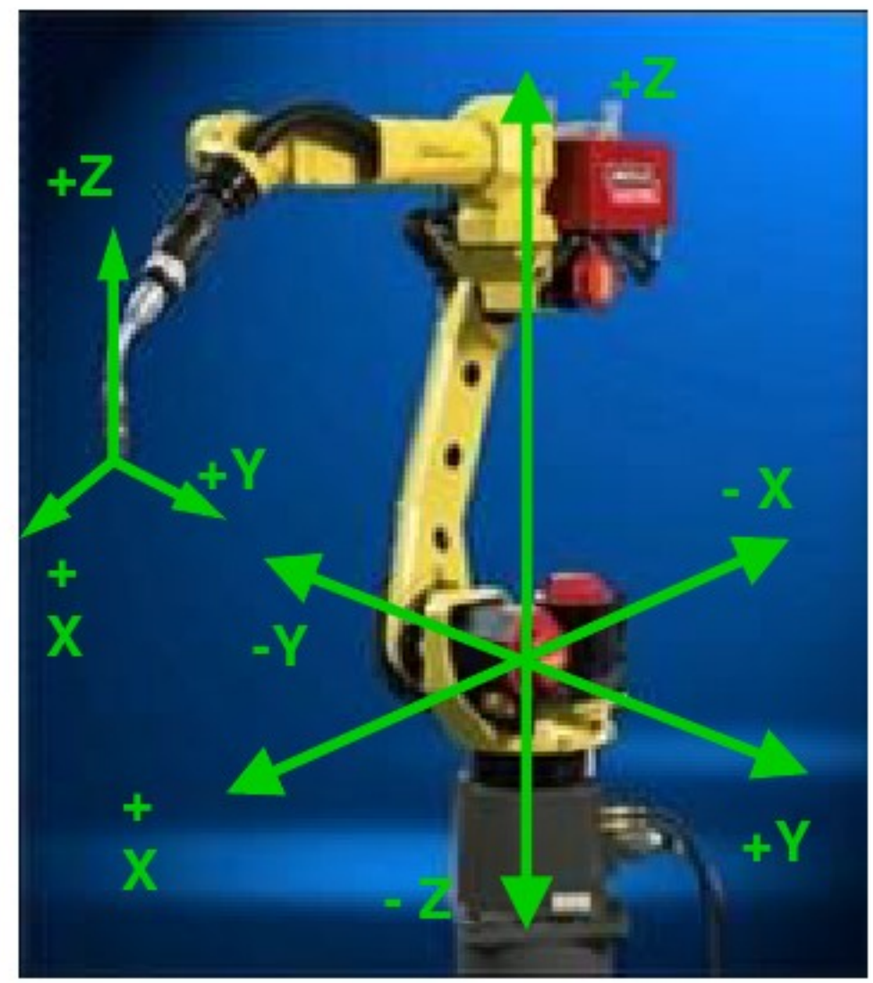




COORD键:

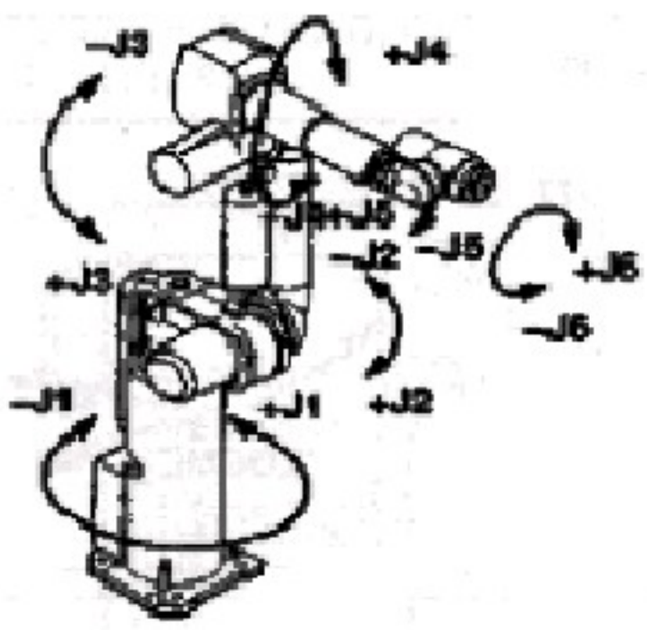
用该键来切换机器人运动的坐标系

（World,Tool,Joint)

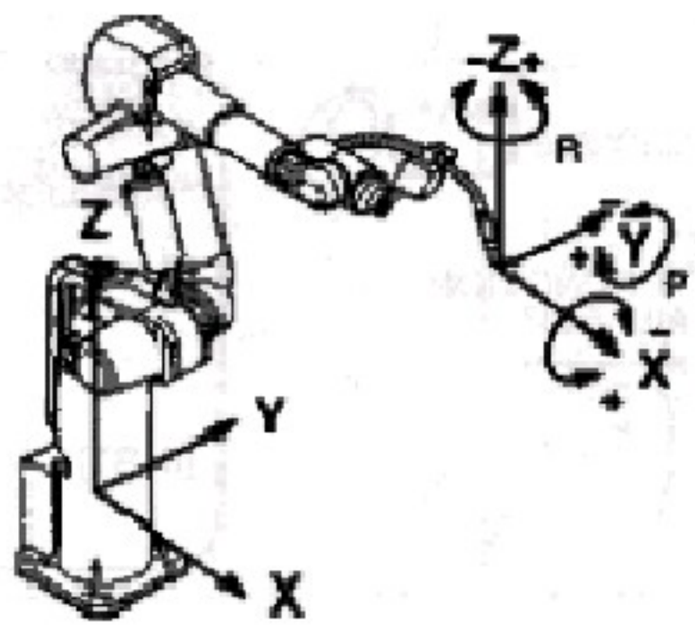


机器人坐标系

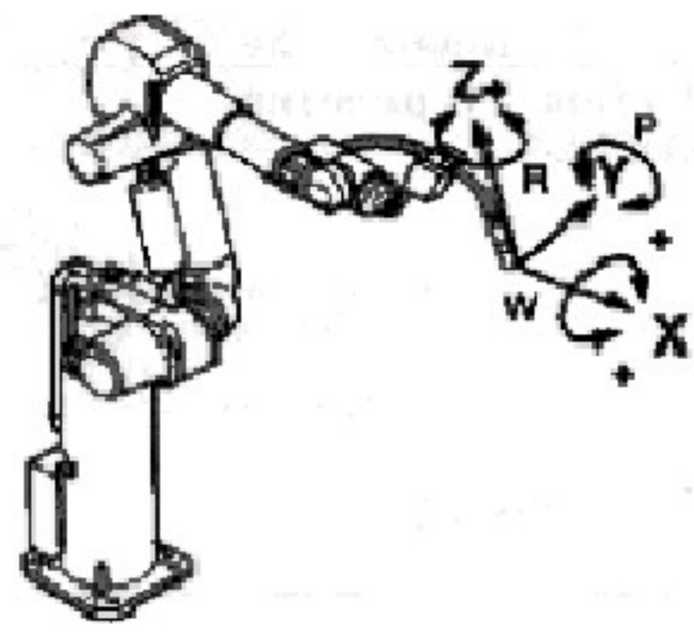
- 关节坐标系（Joint）
- 直角坐标系（World）
- 工具坐标系（Tool）
- 其它坐标系



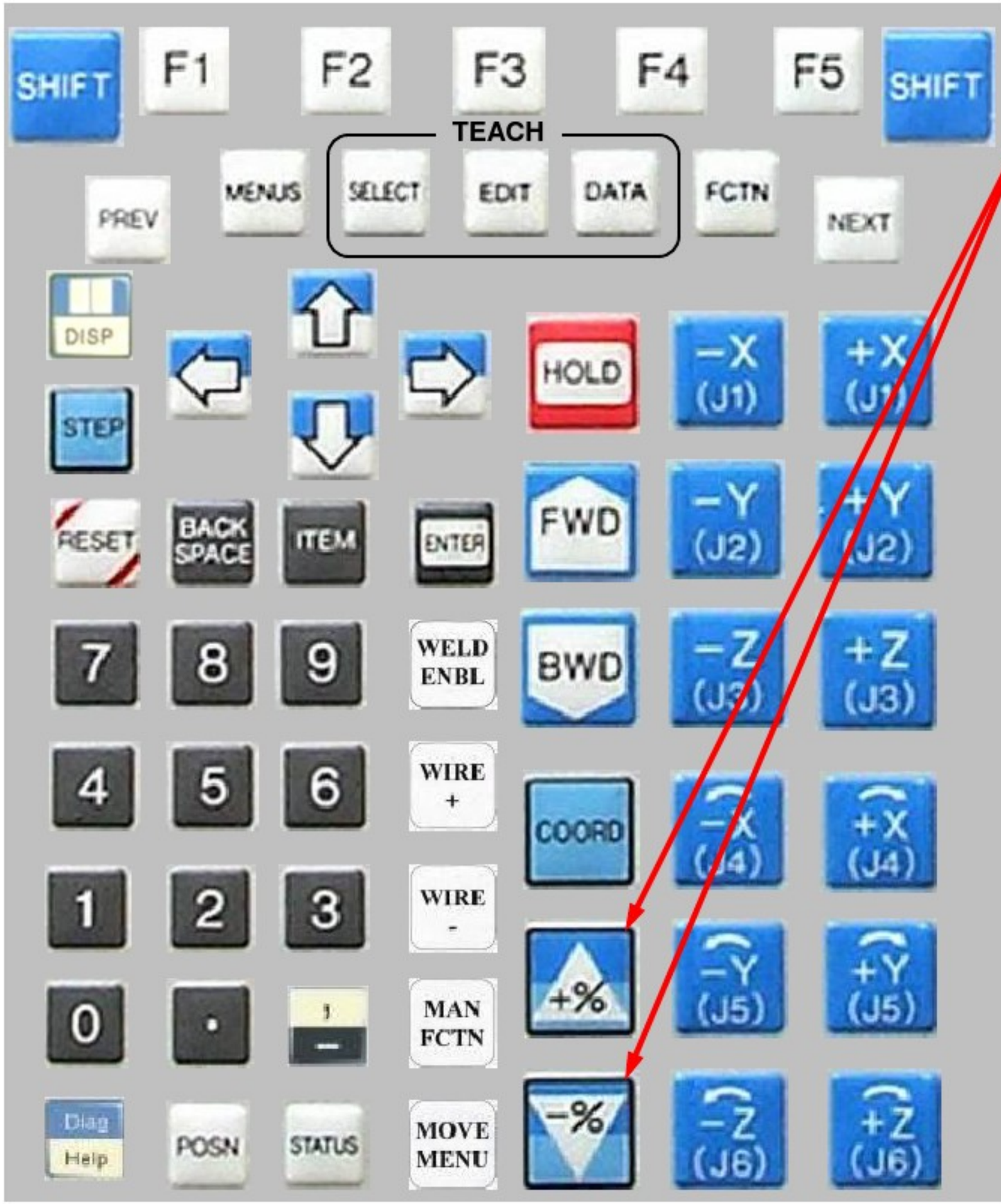
关节坐标示教



直角坐标示教

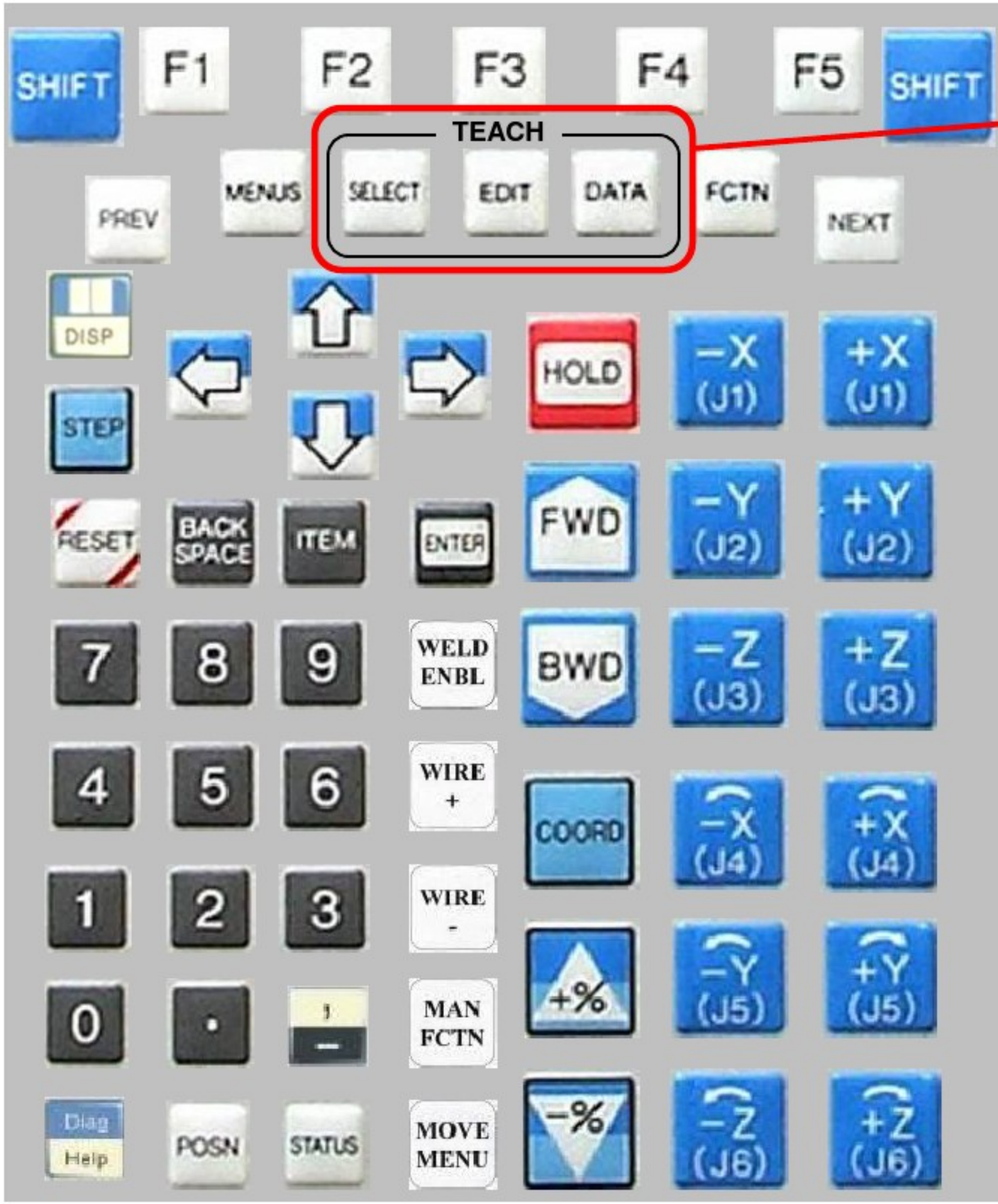


工具坐标示教



速度键:

用这些键来调整机器人的运动速度。



程序键:

用这些键来选择编程时的菜单选项。

SELECT 键

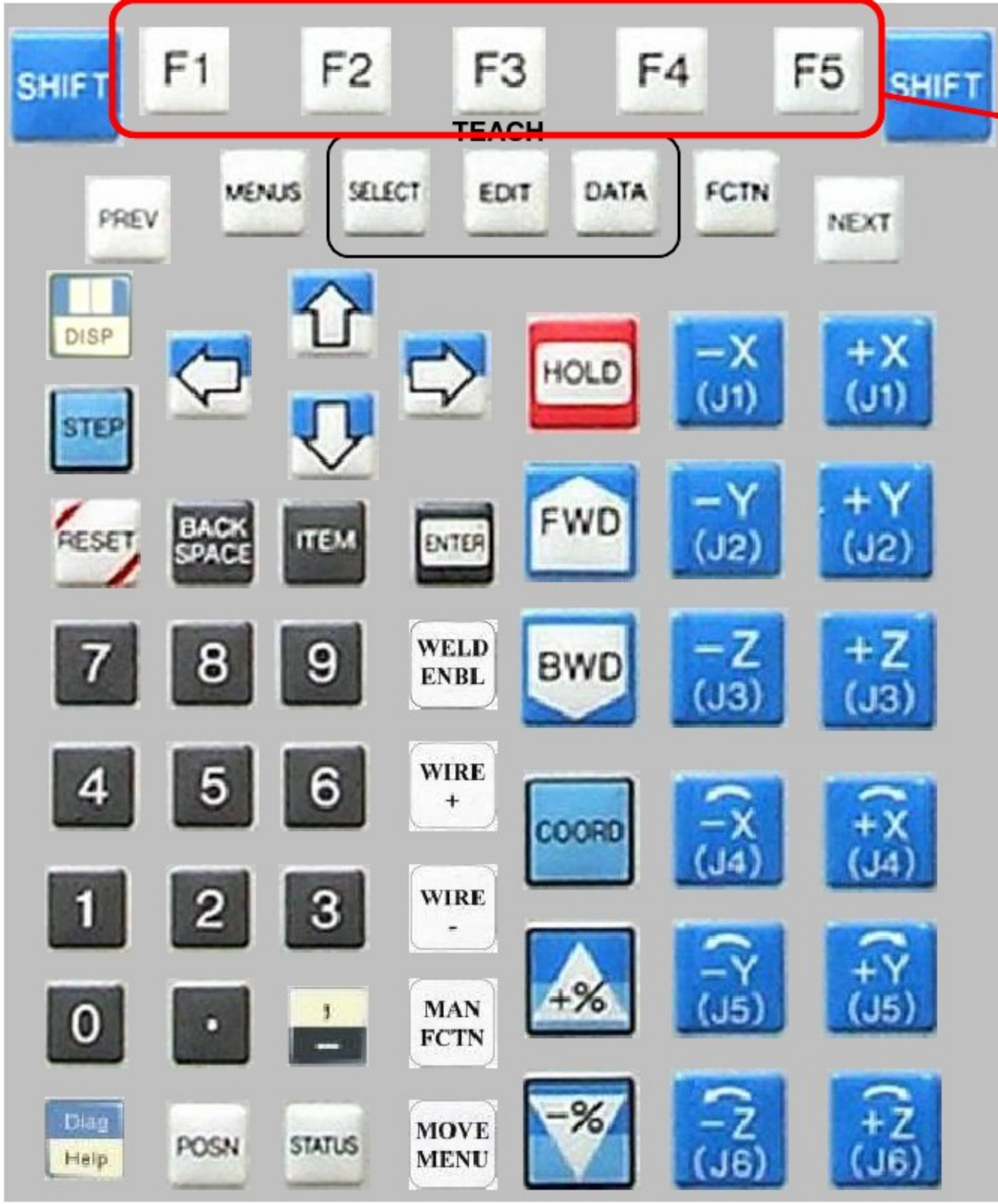
显示程序清单

EDIT 键

显示当前使用或编写的程序

DATA 键

显示weld schedules, weld processes, weave schedules, TorchMate data 等



功能键:

使用这些键根据屏幕显示执行指定的功能和操作。

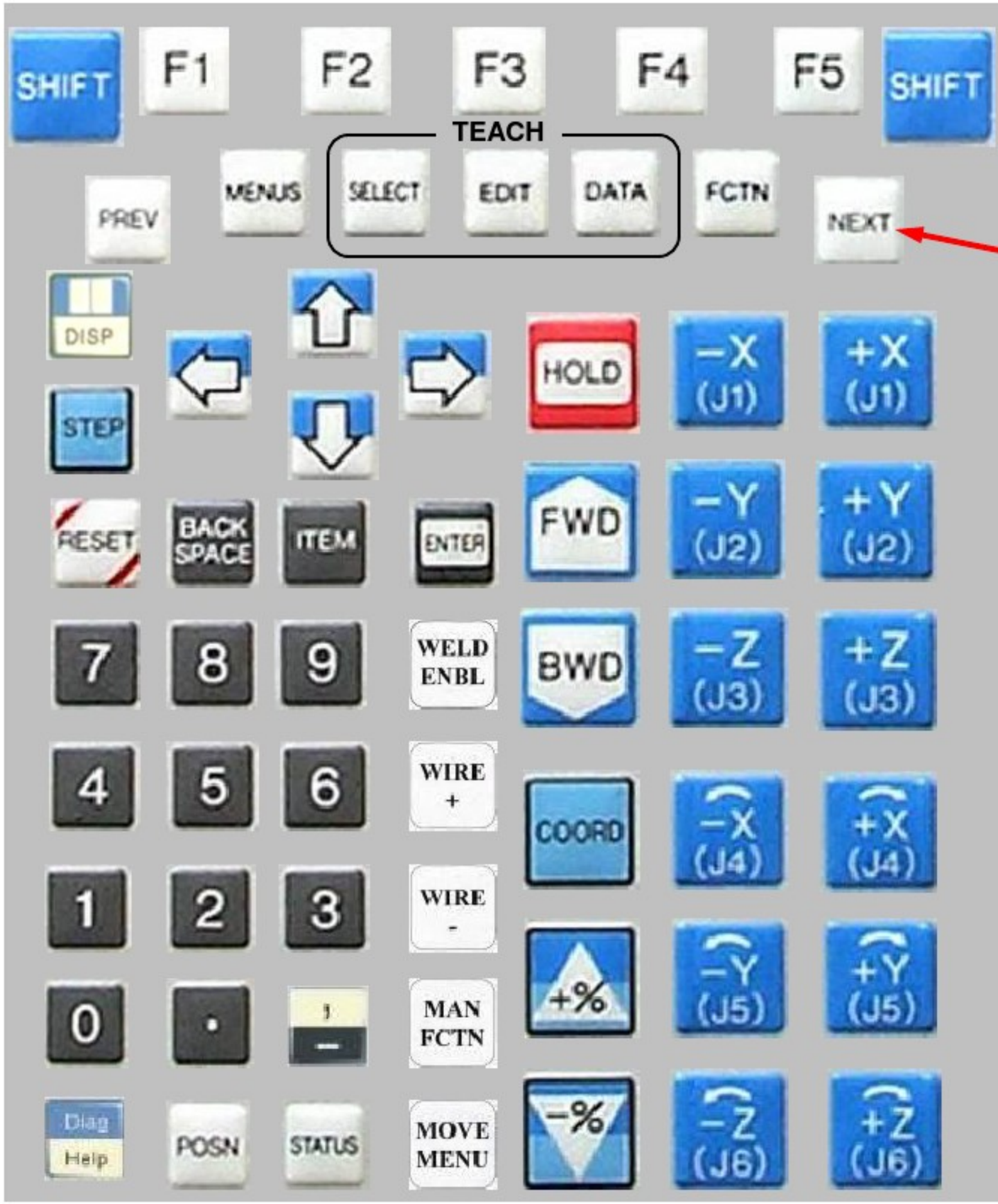
F1 key

F2 key

F3 key

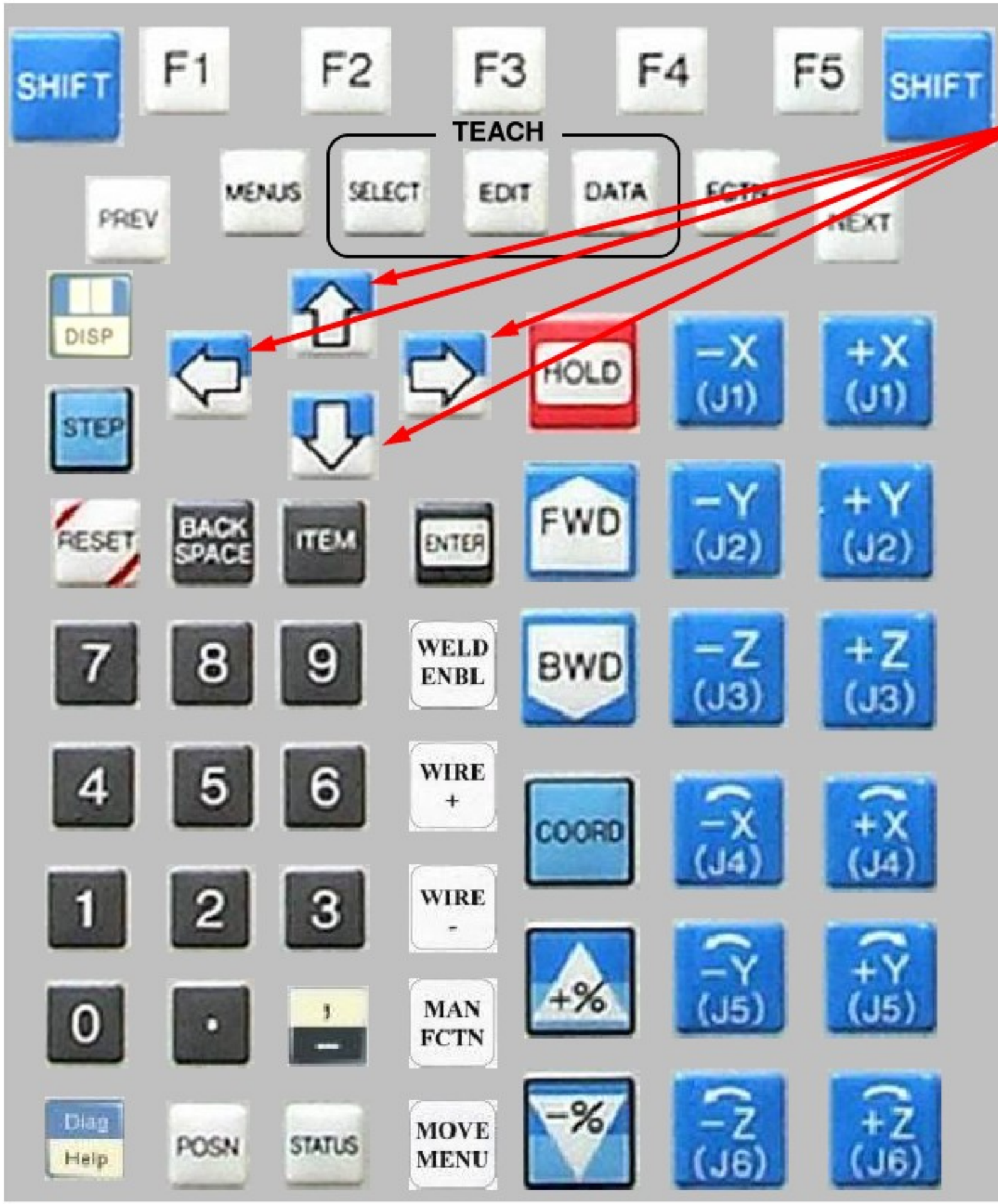
F4 key

F5 key



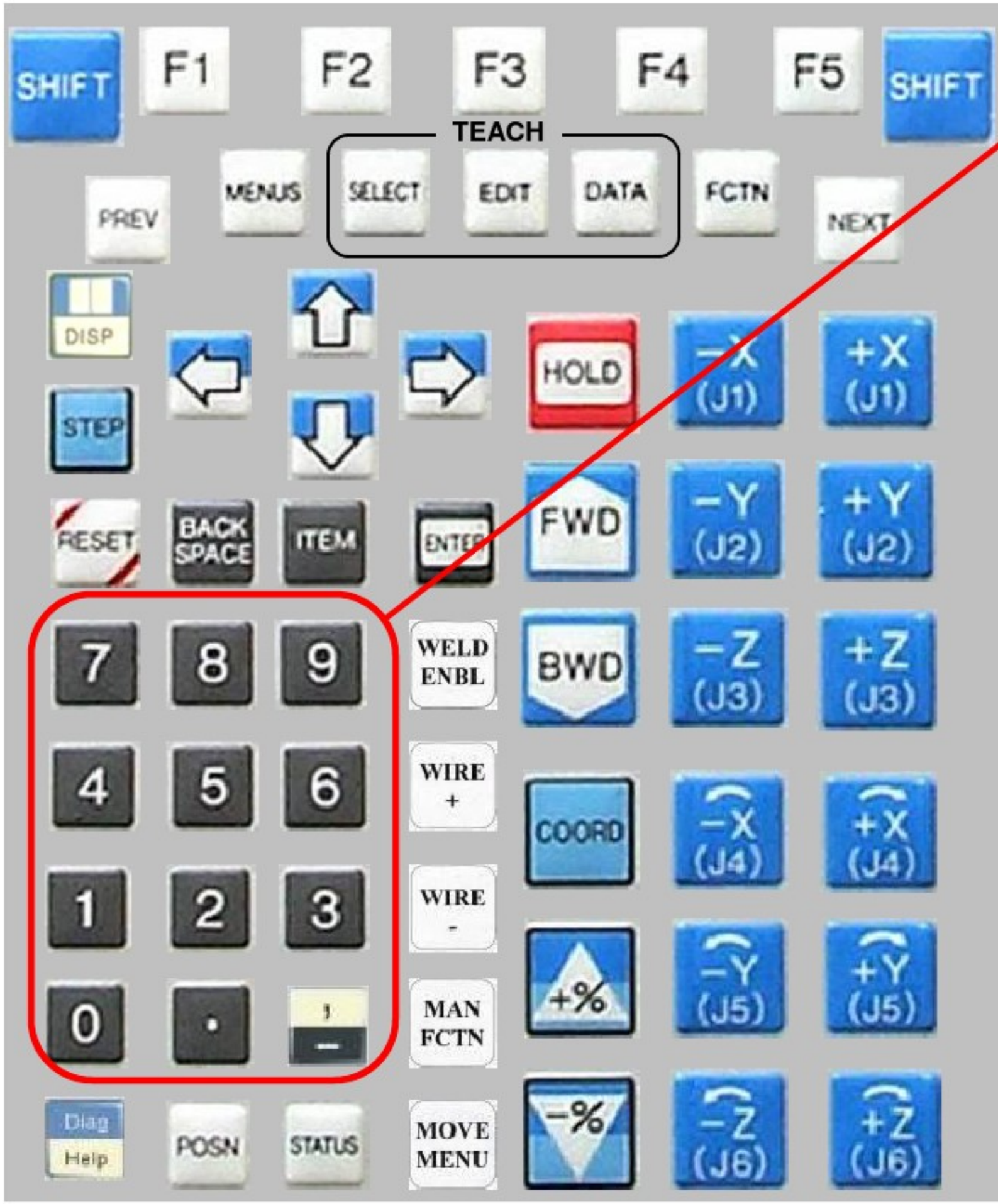
NEXT 键:

按下该键显示更多的对应于F1-F2-F3-F4-F5按键的功能键。



光标键:

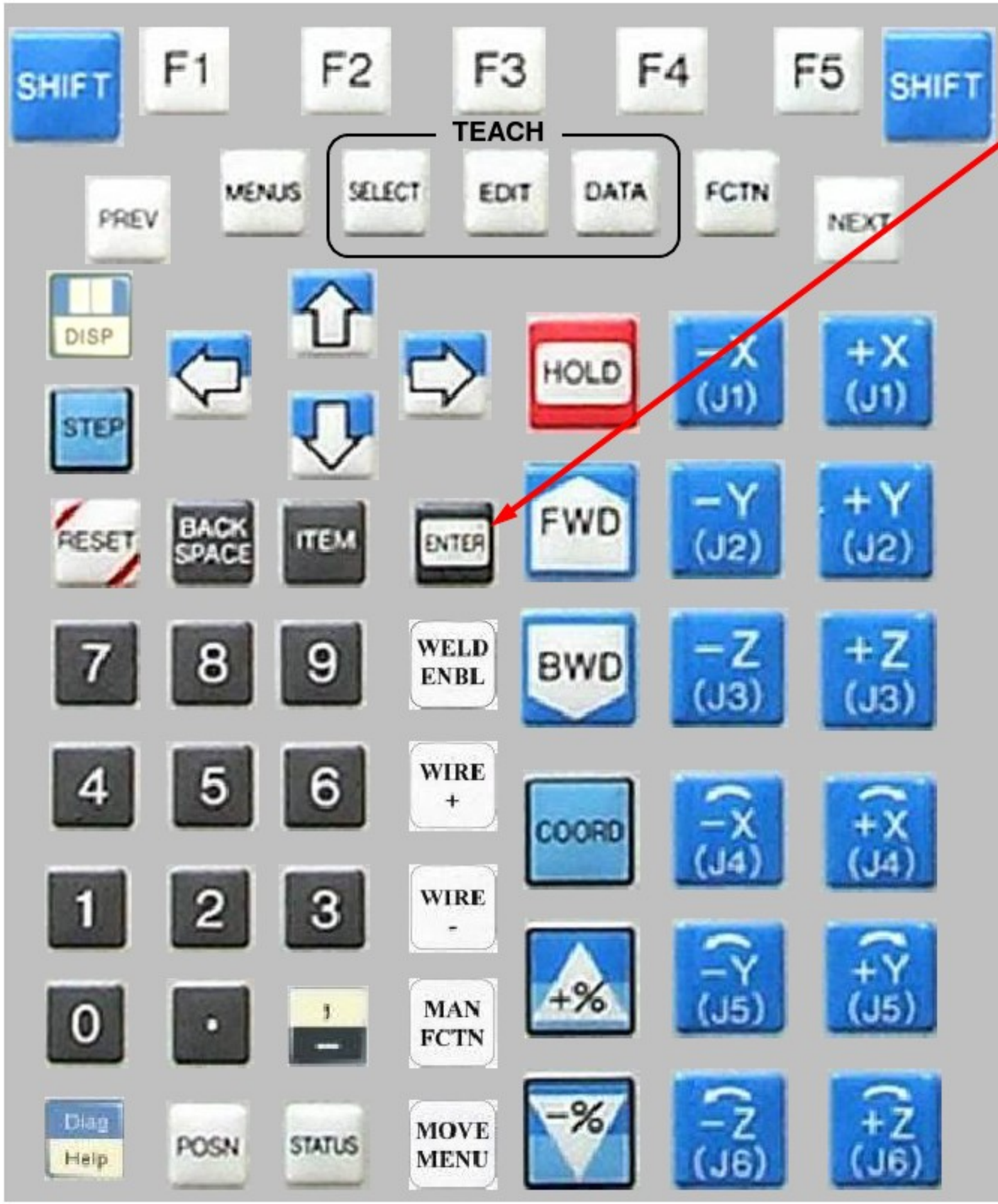
使用这些键在屏幕上按一定的方向移动光标。



数字键:

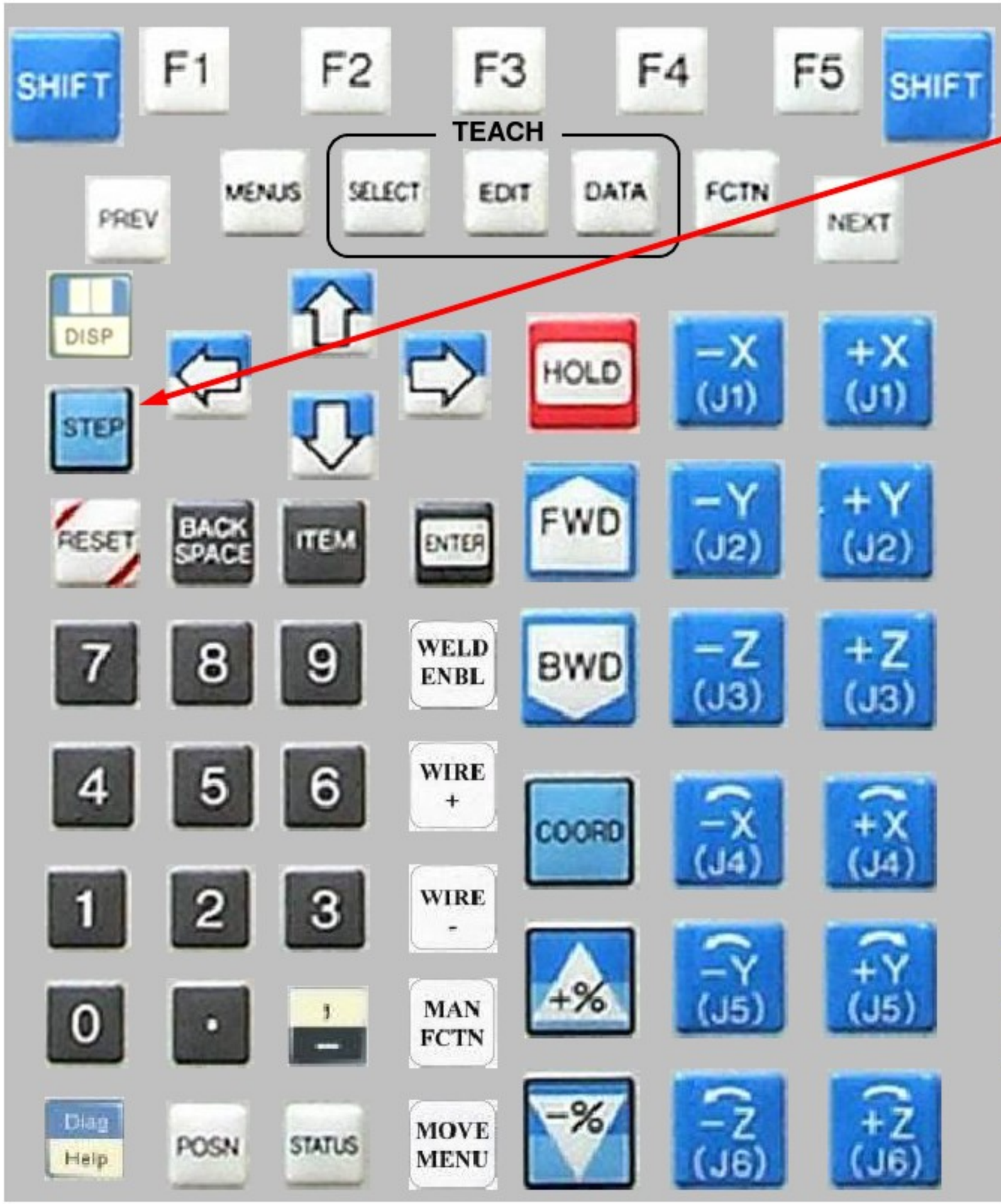
这些键用来输入数值:

0, 1, 2, 3, 4, 5,
6, 7, 8, 9,
减号 (-),
小数点 (.)
逗号 (,)



确认键:

使用该键确认一个数值的输入，或者从一个菜单中确认选择一个项目。



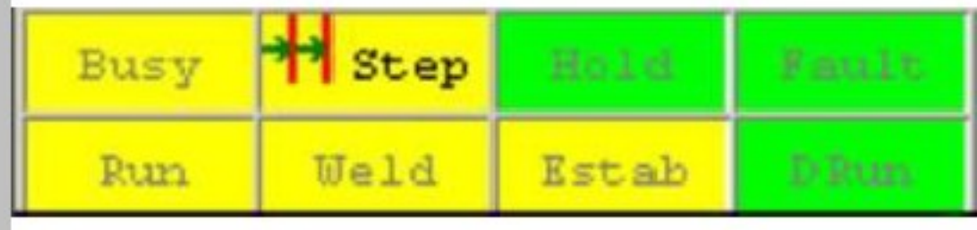
STEP 键:

在T1 或 T2 模式中, 使用该键在以下两种执行模式间切换:

单步模式 (每次执行程序中的一行)

连续模式 (连续运行程序)

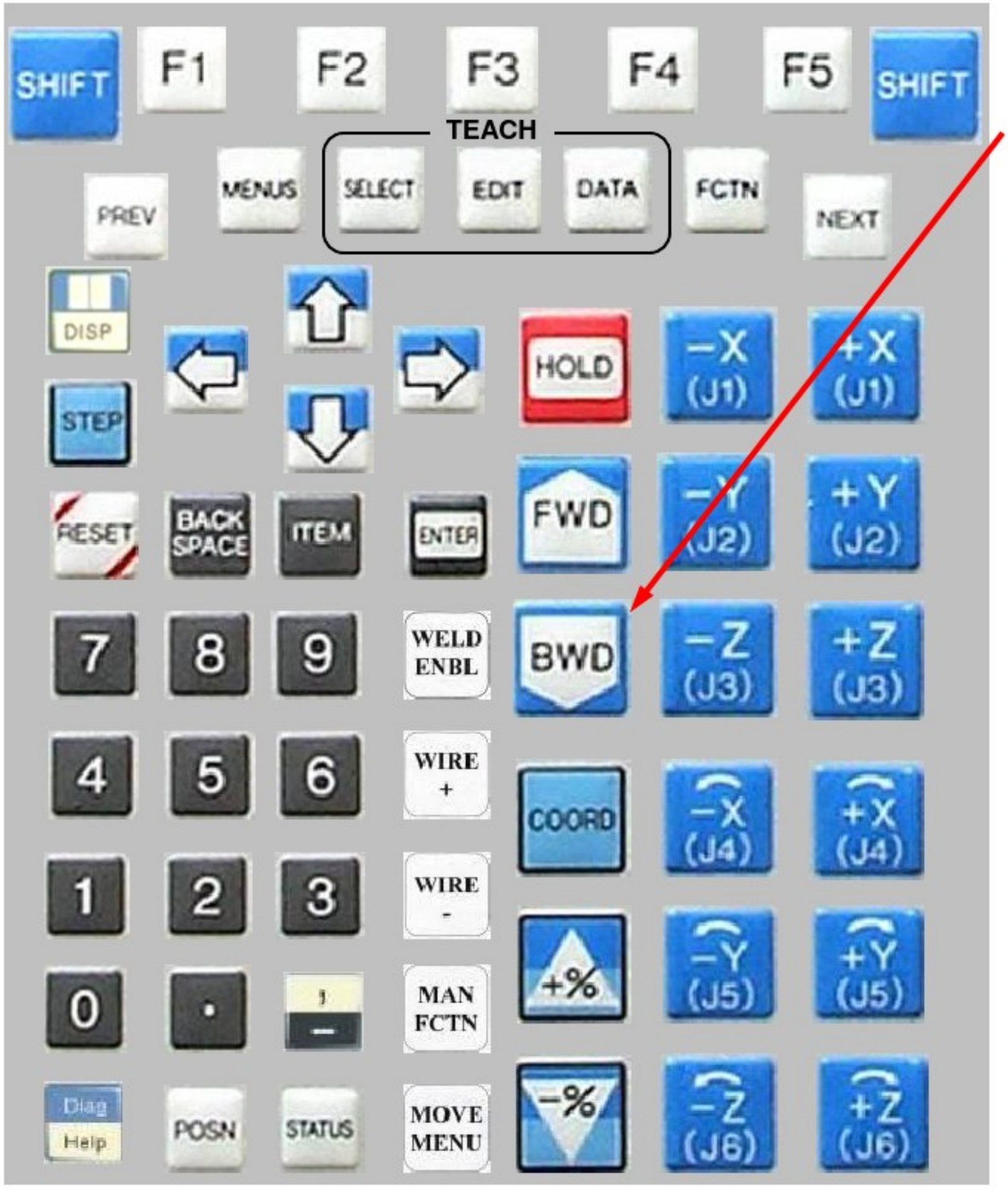
在屏幕顶端有状态显示表明STEP键是否开启:



FWD (前进) 键:

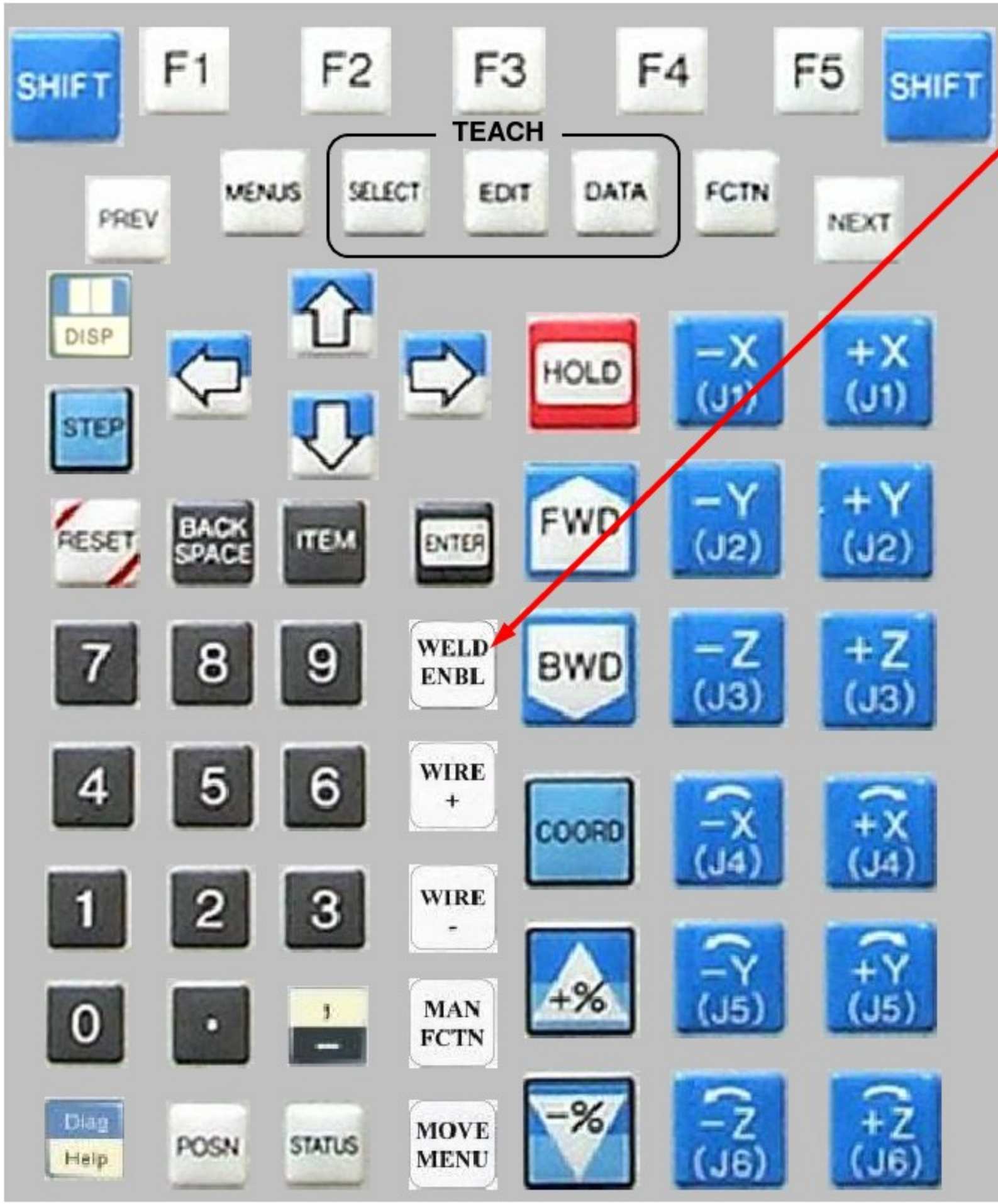
在STEP开启时使用该键来执行下一个程序语句。

连续运行程序时，使用该键驱使机器人开始执行编好的程序。



BWD (后退) 键:

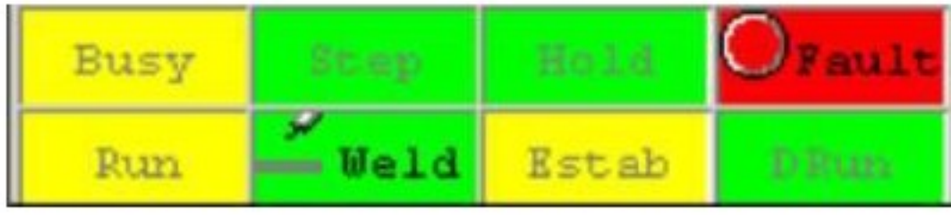
用该键执行排在光标前面的程序语句。

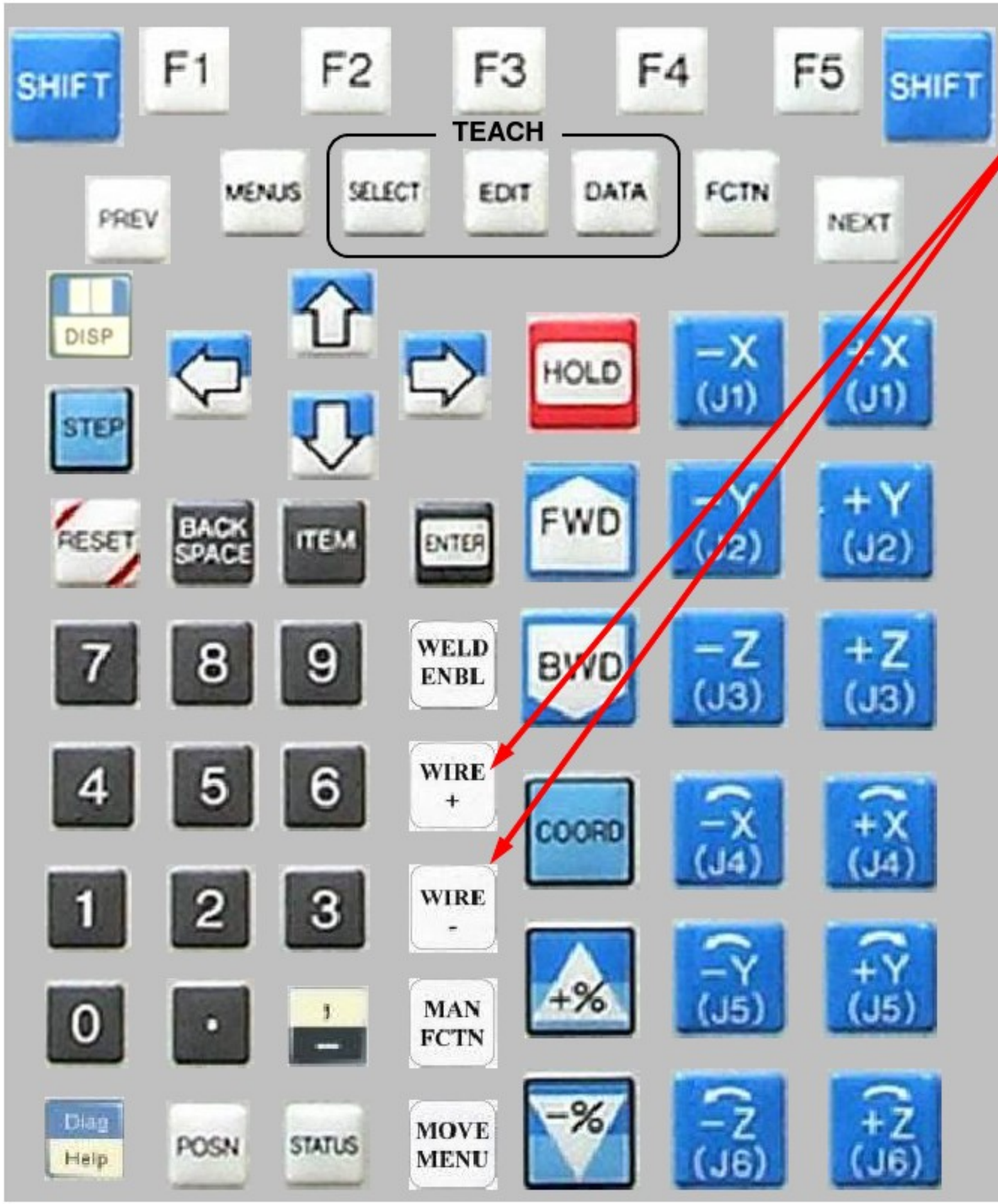


WELD ENBL 键:

运行一个程序时，使用该键来控制是否开启焊接过程

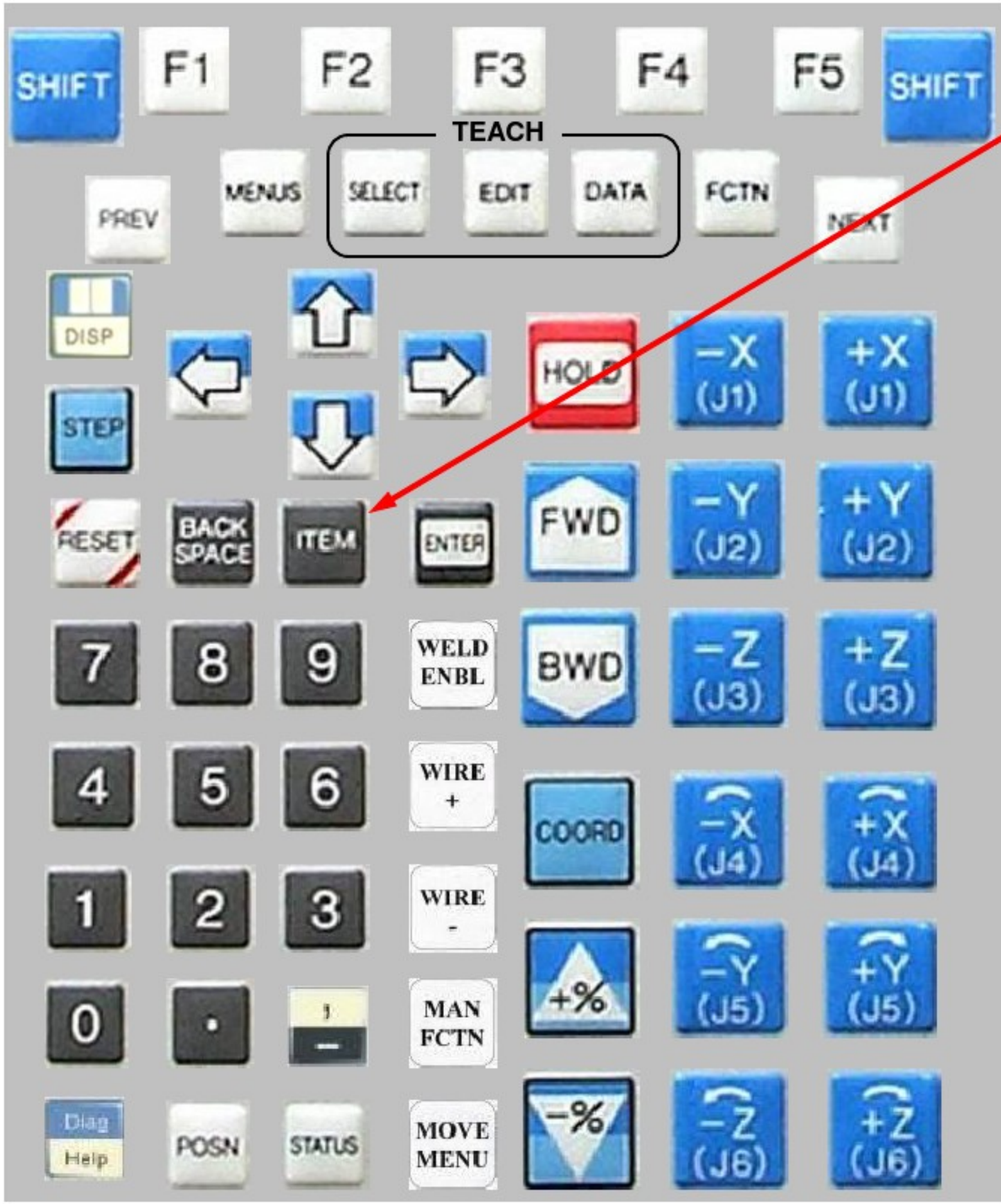
有状态显示模式来显示是否启用了 **Weld Enabled:**





焊丝运动键:

Wire "+"
使焊丝经由焊枪送出
Wire "–"
使焊丝经由焊枪回抽

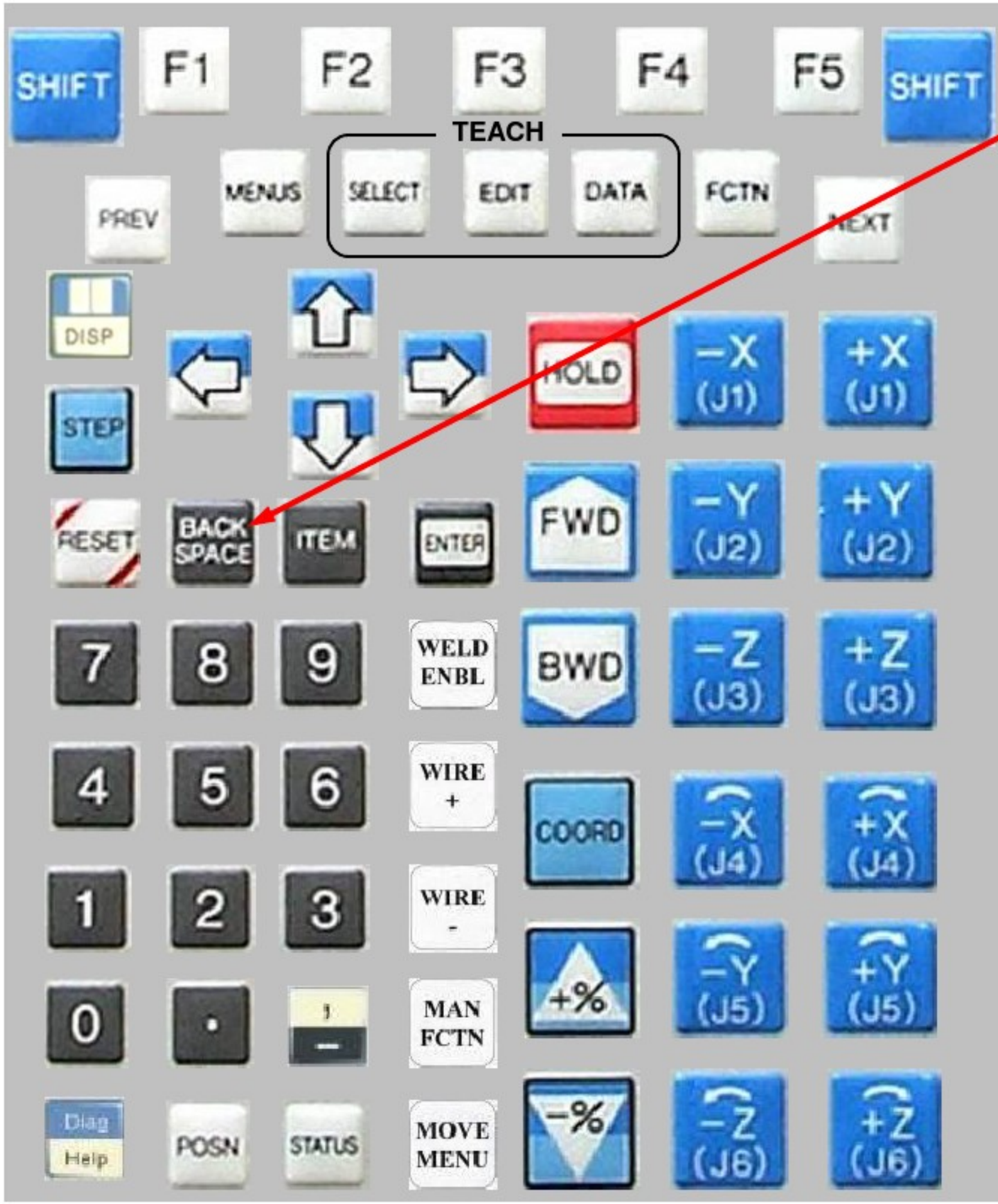


ITEM 键:

用该键 在一个列表中选择一个项目

例:

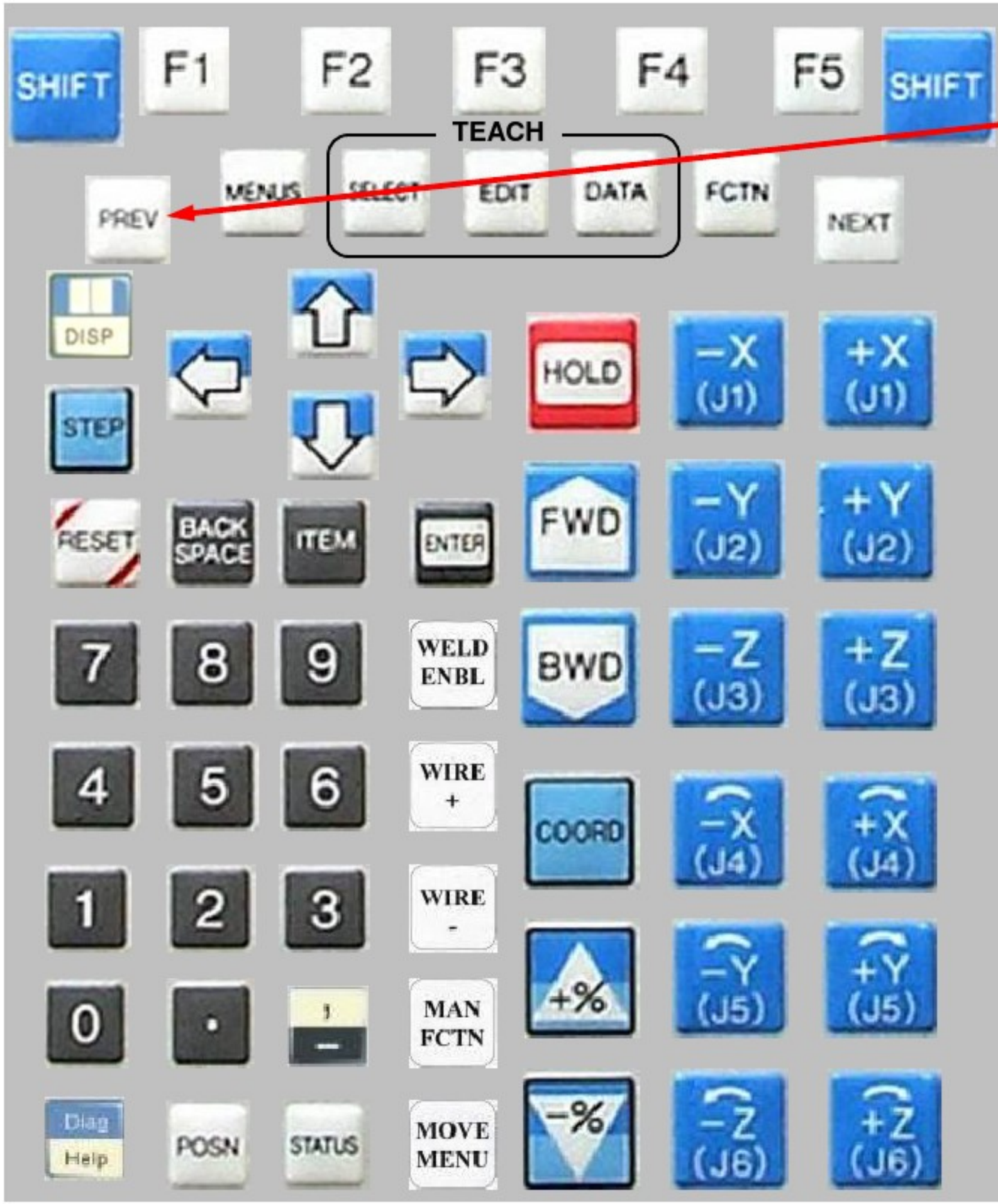
1. 要在一个TP 程序列表中选择一行, 按下ITEM, 输入要选行的编号后按下 ENTER
2. 要在一个System Variables 清单中选择一行，按下ITEM 键，输入要选行的编号后按下 ENTER



BACK SPACE 键:

使用该键能依次删除光标前的字母和数字

```
.                    JOINT 10%
1 Words
2 Upper Case
3 Lower Case
4 Options      ---Insert---.
 ---Create Teach Pendant Program
- --Program Name[ Testm6 6   ]     .
 PRG    MAIN    SUB          TEST
```



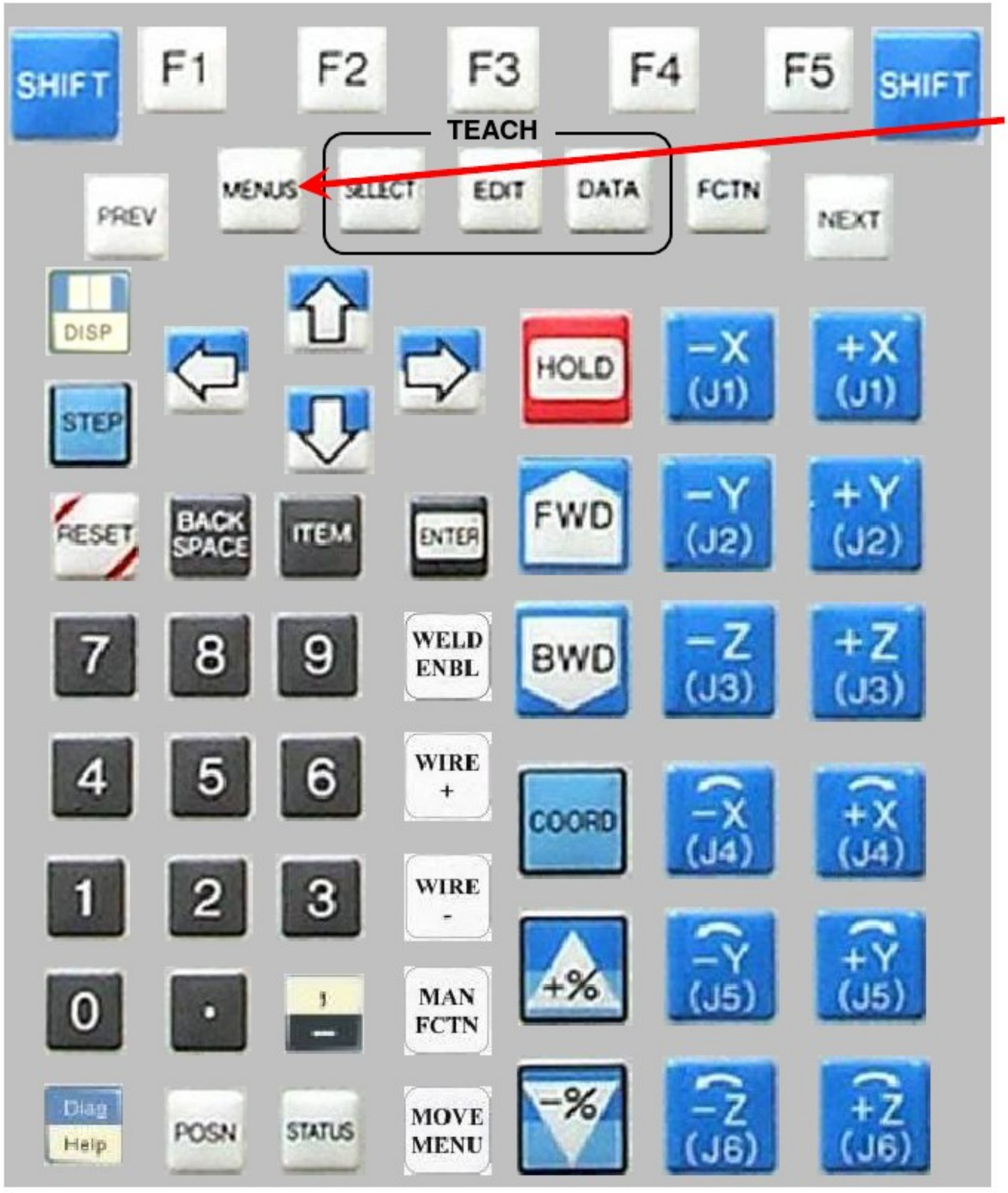
PREV 键:

用该键能显示上一级屏幕界面

```
FILE                    JOINT 10%
    61276 bytes free          2/4
No  Program name      Comment
1   SAMPLE1       [SAMPLEPRG1]
2   SAMPLE2       [SAMPLEPRG2]
3   TEST1         [TESTPRG1]
4   TEST2         [TESTPRG2]
[TYPE] CREATE   DELETE      COPY
F1        F2        F3        F4     F5
```

CREAT ↓ ↑ PREV

```
.                       JOINT 10%
1 Words
2 Upper Case
3 Lower Case
4 Options       ---Insert---.
 ---Create Teach Pendant Program
- --Program Name[      ]      .
 PRG     MAIN     SUB          TEST
```



MENUS键:

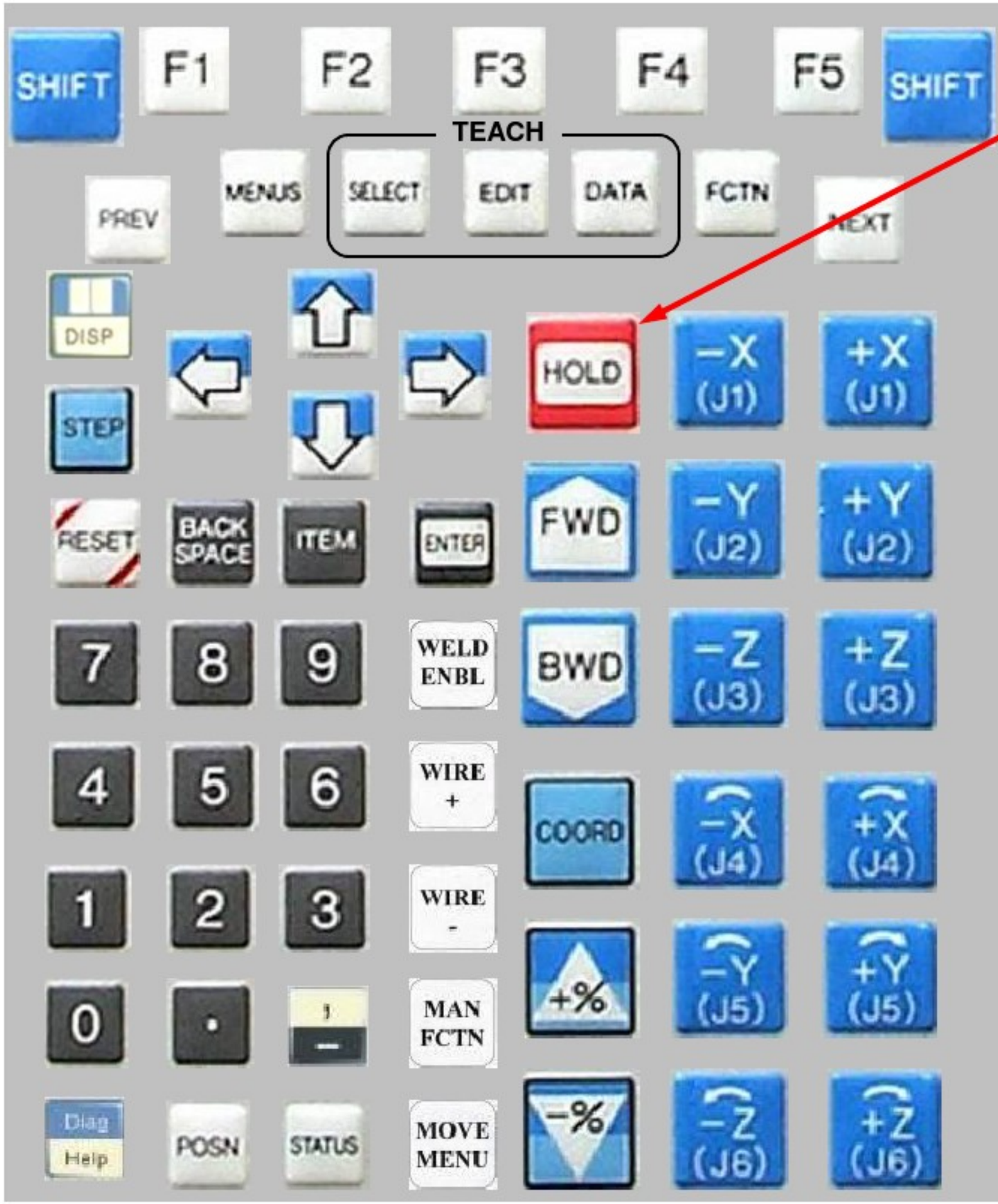
用该键显示菜单屏幕:

下面是按下 MENUS后出现的列表:

1.UTILITIES >
2.TEST CYCLE >
3.MANUAL FCTNS >
4.ALARM >
5.I/O >
6.SETUP >
7.FILE >
8.USER
9.SELECT
10.EDIT
11.DATA >
12.STATUS >
13.POSITION
14.SYSTEM >
15.BROWSER

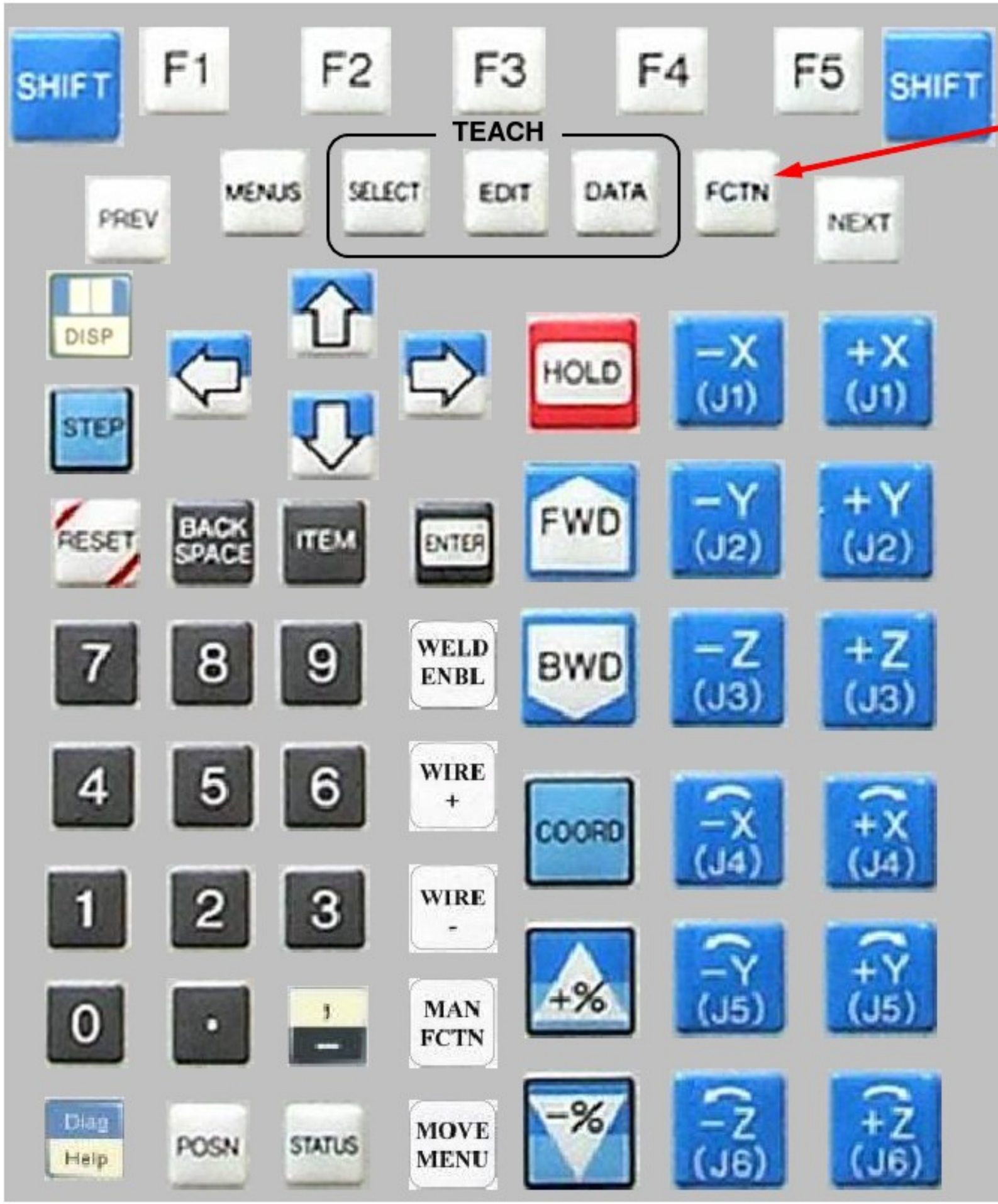
屏幕菜单（MENU）介绍:

项目	功能
UTILITIES	显示提示
TEST CYCLE	为测试操作指定数据
MANUAL FCTNS	执行宏指令
ALARM	显示报警历史和详细信息
I/O	显示和手动设置输出，仿真输入/输出，分配信号
SETUP	设置系统
FILE	读取或存储文件
SOFT PANEL	执行经常使用的功能
USER	显示用户信息
SELECT	列出和创建程序
EDIT	编辑和执行程序
DATA	显示寄存器、位置寄存器和堆码寄存器的值
STATUS	显示系统和弧焊状态
POSITION	显示机器人当前的位置
SYSTEM	设置系统变量，Mastering
USER2	显示KAREL 程序输出信息
BROWSER	浏览网页，只对iPendant有效



HOLD 键:

用该键可停止机器人的运动



FCTN 键:

用该键显示补充菜单

按下 FCTN键后出现的典型项目:

1. ABORT (ALL)
2. Disable FWD/BWD
3. CHANGE GROUP
4. QUICK/FULL MENUS
5. SAVE
6. PRINT SCREEN
7. etc. . .

功能菜单（FCTN）介绍:

项目	功能
ABORT	强制中断正在执行或暂停的程序
Disable FWD/BWD	使用TP执行程序时，选择FWD/BWD是否有效
CHANGE GROUP	改变组（只有多组被设置时才会显示）
TOG SUB GROUP	在机器人标准轴和附加轴之间选择示教对象
TOG WRIST JOG	
RELEASE WAIT	跳过正在执行的等待语句。当等待语句被释放，执行中的程序立即被暂停在下一个语句处等待
QUICK/FULL MENUS	在快速菜单和完整菜单之间选择
SAVE	保存当前屏幕中相关的数据到软盘中
PRINT SCREEN	打印当前屏幕的数据
PRINT	打印当前屏幕的数据
UNSIM ALL I/O	取消所有I/O信号的仿真设置
CYCLE POWER	重新启动（POWER ON/OFF）
ENABLE HMI MENUS	用来选择当按住MENUS键时，是否需要显示菜单

功能菜单（FCTN）介绍:

项目	功能
ABORT	强制中断正在执行或暂停的程序
Disable FWD/BWD	使用TP执行程序时，选择FWD/BWD是否有效
CHANGE GROUP	改变组（只有多组被设置时才会显示）
TOG SUB GROUP	在机器人标准轴和附加轴之间选择示教对象
TOG WRIST JOG	
RELEASE WAIT	跳过正在执行的等待语句。当等待语句被释放，执行中的程序立即被暂停在下一个语句处等待
QUICK/FULL MENUS	在快速菜单和完整菜单之间选择
SAVE	保存当前屏幕中相关的数据到软盘中
PRINT SCREEN	打印当前屏幕的数据
PRINT	打印当前屏幕的数据
UNSIM ALL I/O	取消所有I/O信号的仿真设置
CYCLE POWER	重新启动（POWER ON/OFF）
ENABLE HMI MENUS	用来选择当按住MENUS键时，是否需要显示菜单

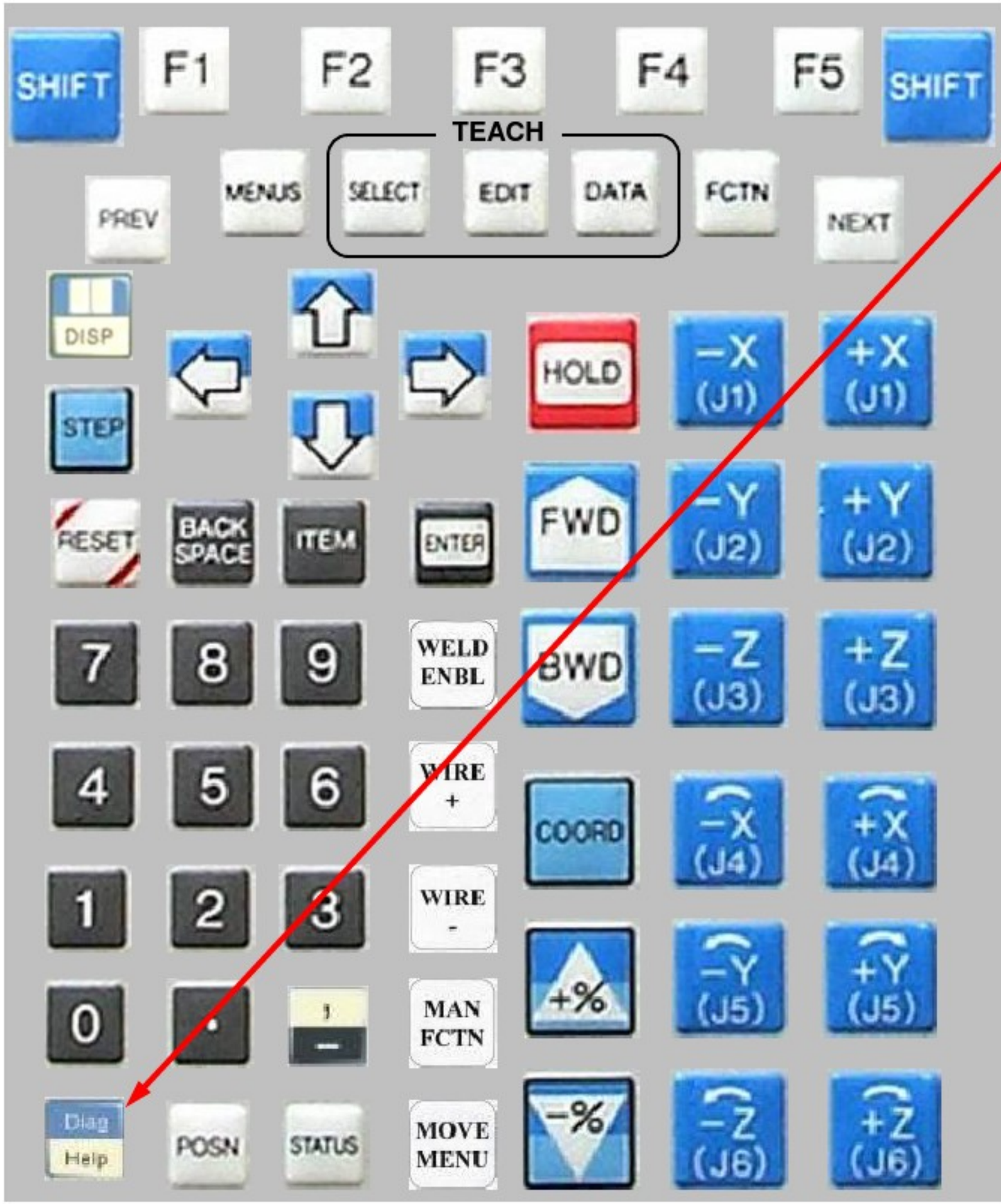
功能菜单（FCTN）介绍:

项目	功能
ABORT	强制中断正在执行或暂停的程序
Disable FWD/BWD	使用TP执行程序时，选择FWD/BWD是否有效
CHANGE GROUP	改变组（只有多组被设置时才会显示）
TOG SUB GROUP	在机器人标准轴和附加轴之间选择示教对象
TOG WRIST JOG	
RELEASE WAIT	跳过正在执行的等待语句。当等待语句被释放，执行中的程序立即被暂停在下一个语句处等待
QUICK/FULL MENUS	在快速菜单和完整菜单之间选择
SAVE	保存当前屏幕中相关的数据到软盘中
PRINT SCREEN	打印当前屏幕的数据
PRINT	打印当前屏幕的数据
UNSIM ALL I/O	取消所有I/O信号的仿真设置
CYCLE POWER	重新启动（POWER ON/OFF）
ENABLE HMI MENUS	用来选择当按住MENUS键时，是否需要显示菜单

R-J3iB 示教器

状态指示区:

显示系统当前状态

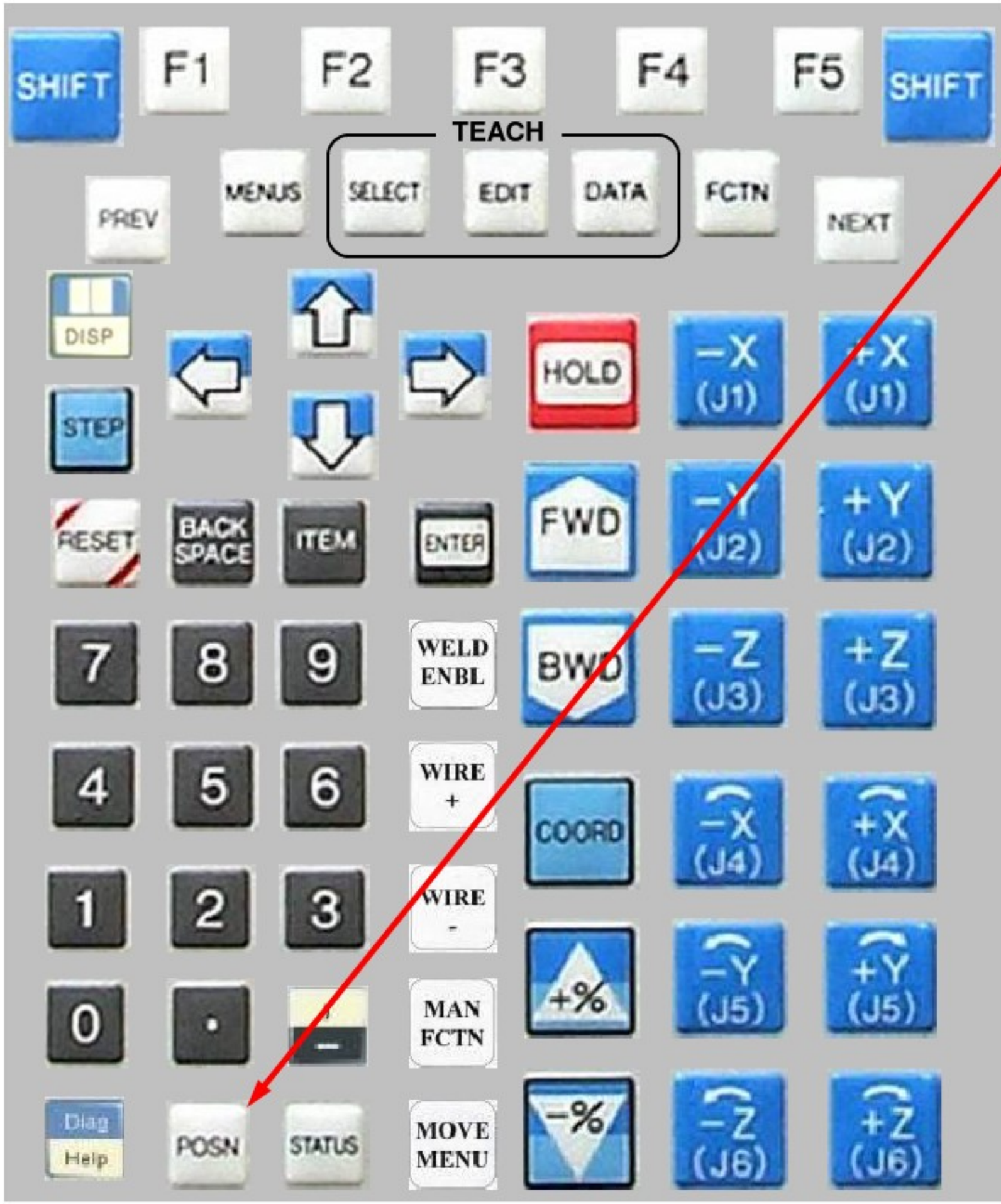


Diag/Help 键:

按下该键可以获得

1、关于如何使用当前屏幕的信息

2、使用 DIAGnostics 键显示如下信息：报警信息说明、起因和纠正办法



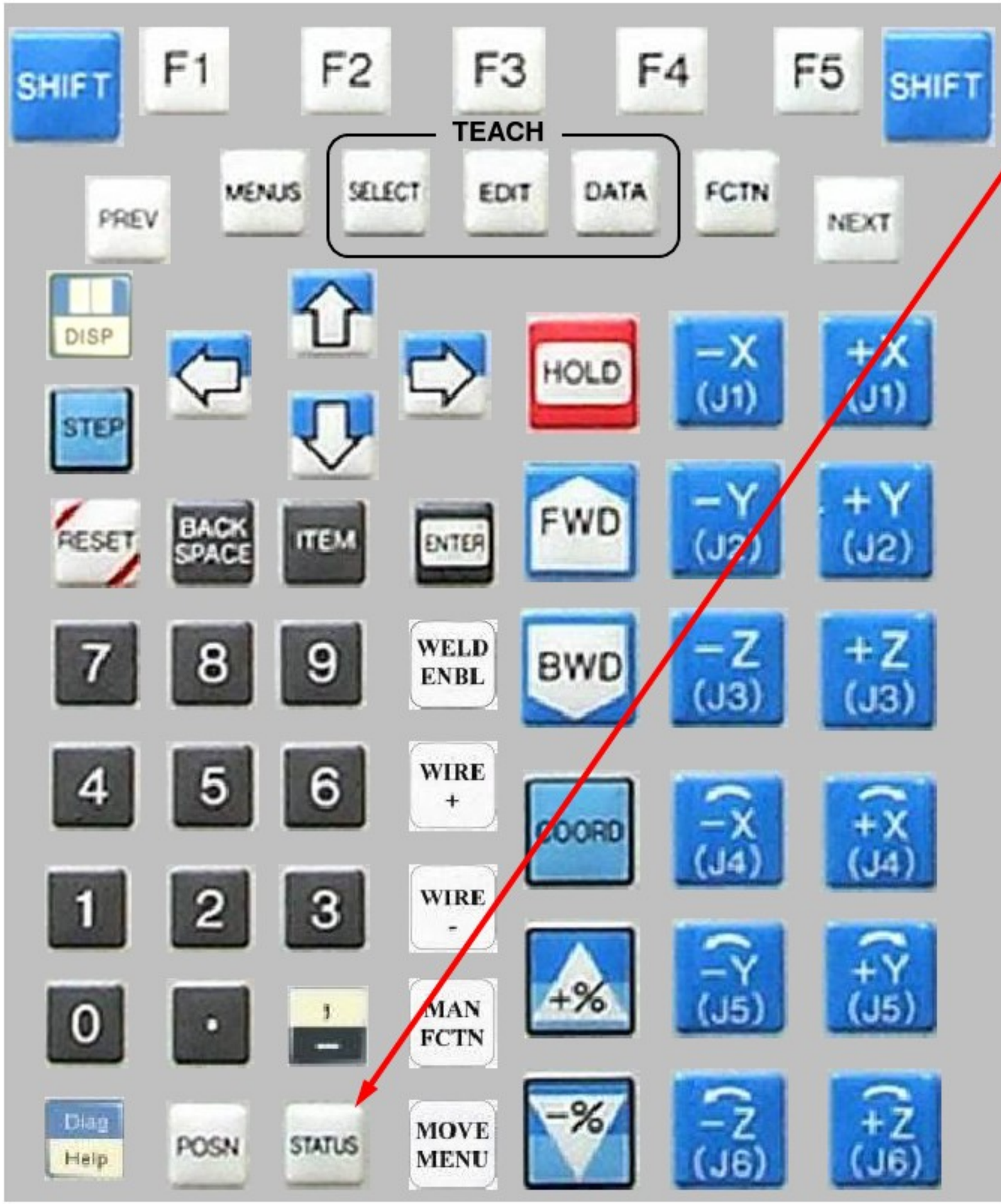
POSN键:

按下该键显示要查找的位置信息

.

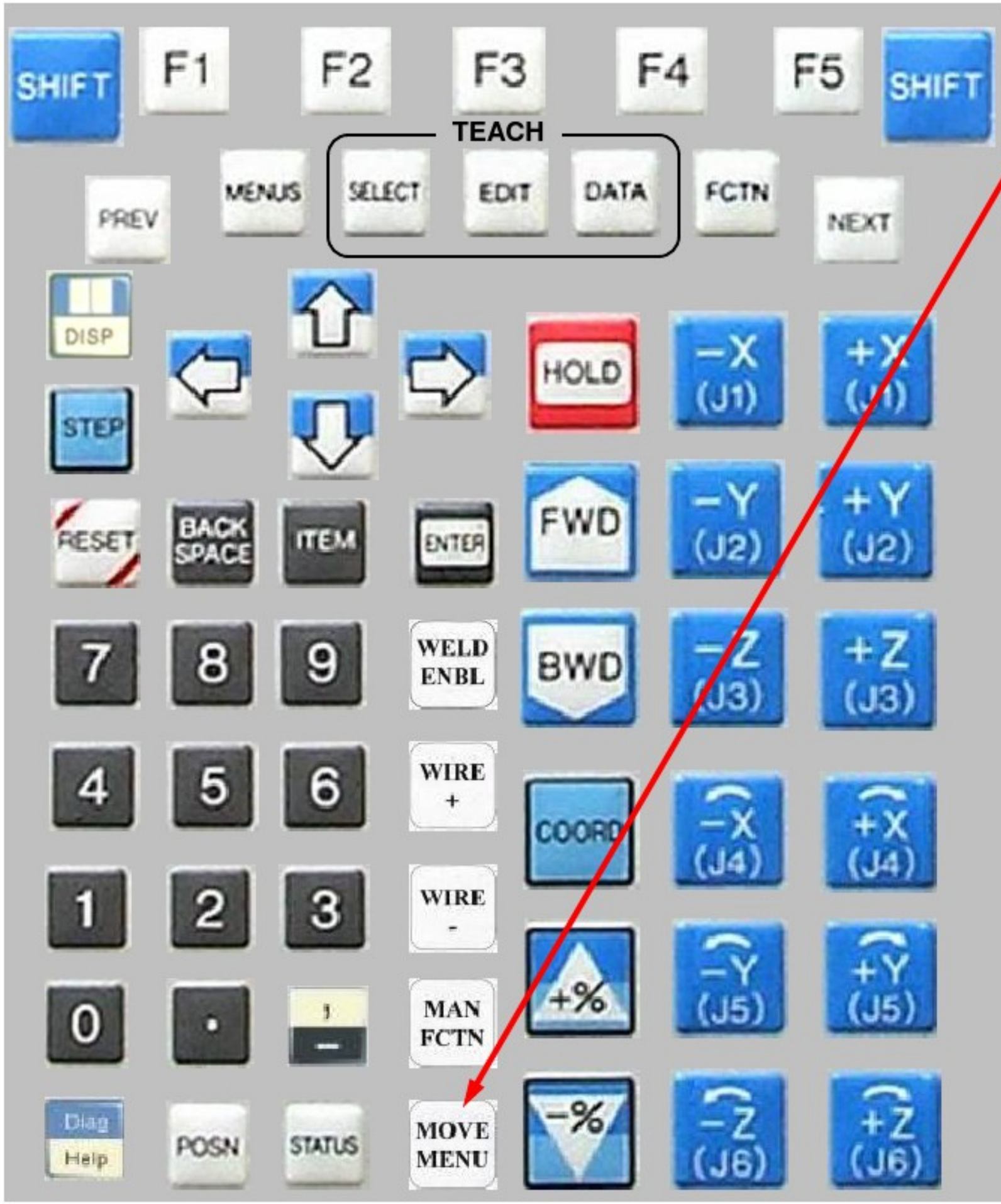
JOINT 10%

J1= deg	J2= deg
J3 = deg	J4 = deg
J5 = deg	J6 = deg



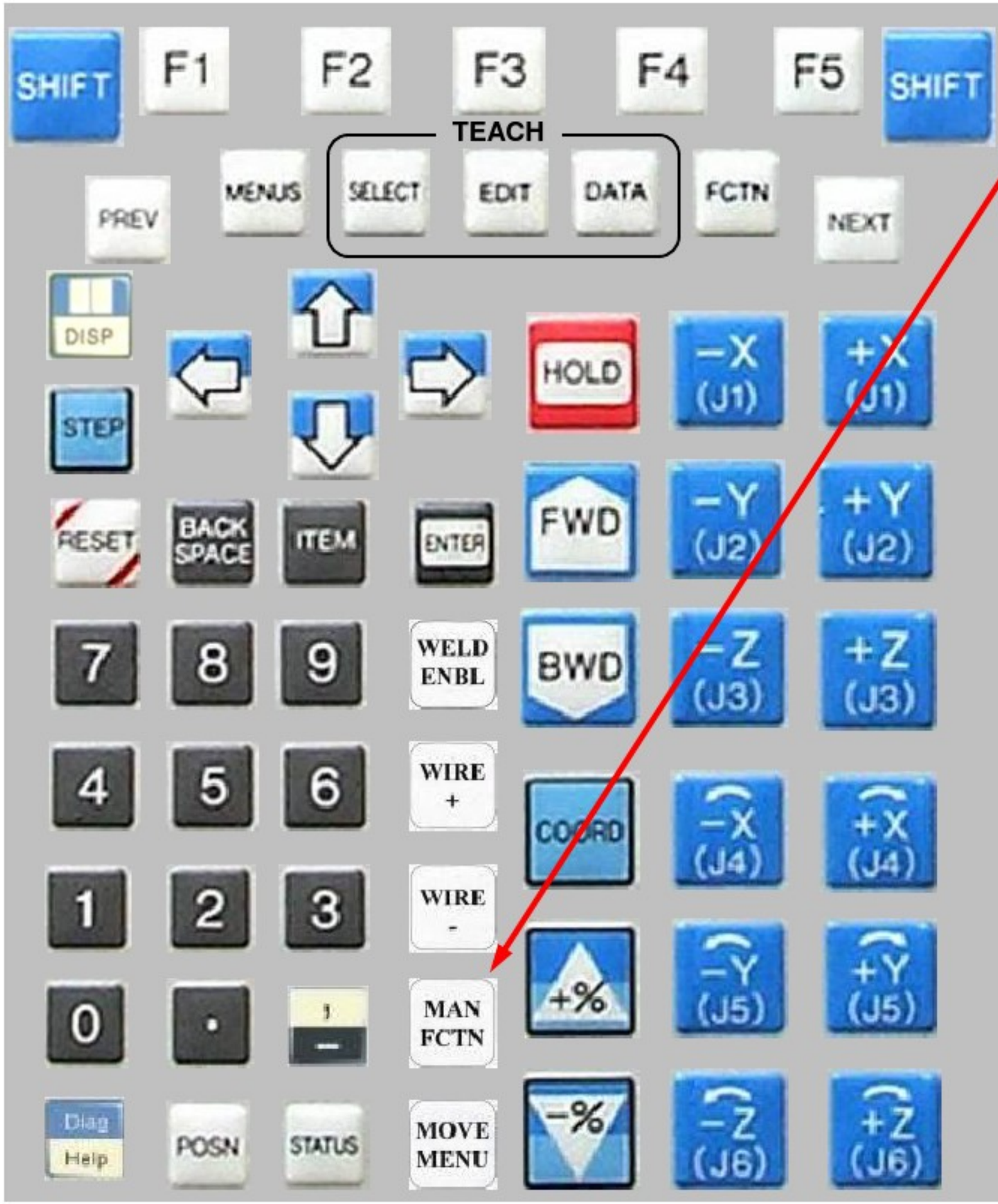
STATUS键:

按下该键显示机器人当前的焊接状态值。



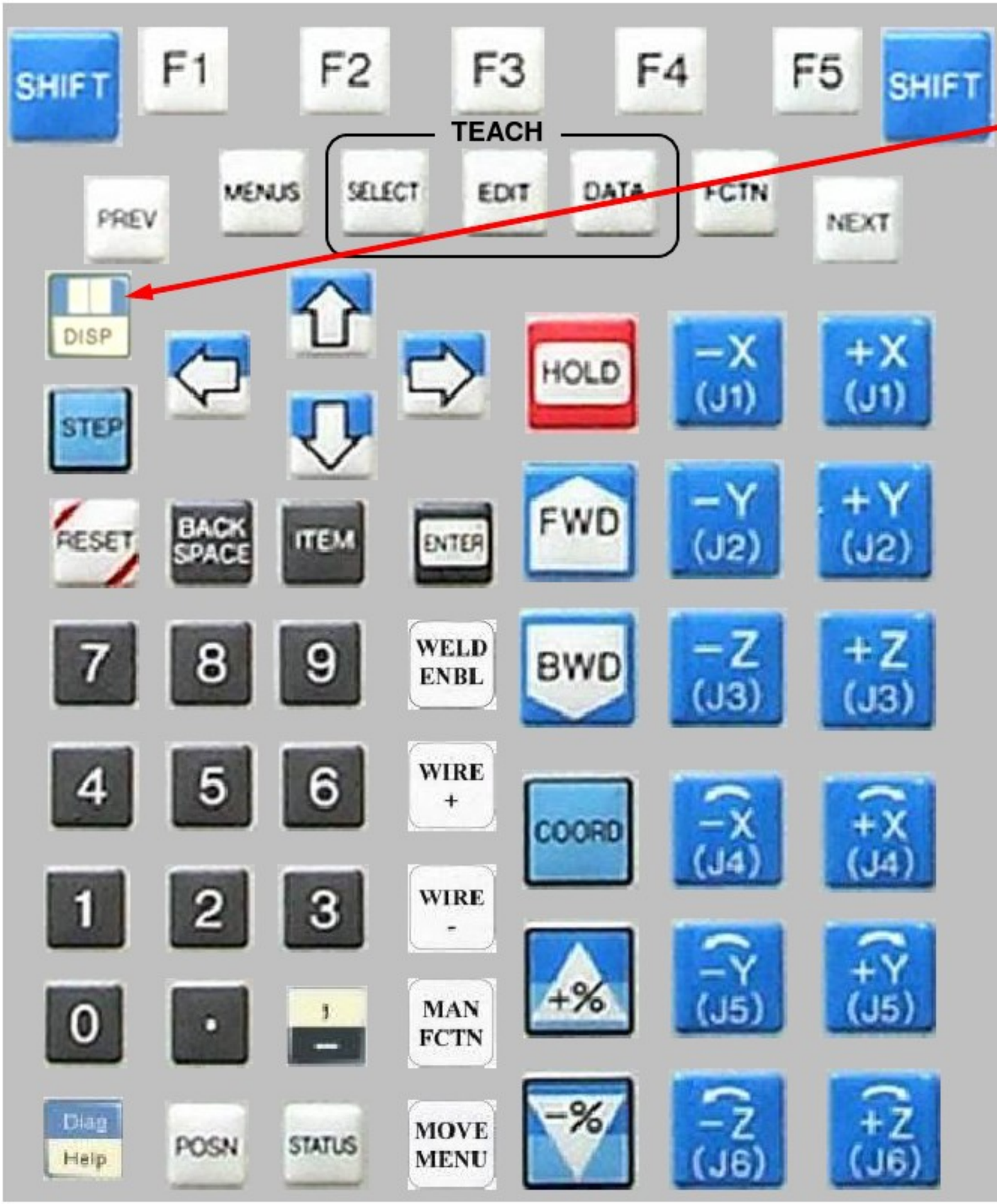
MOVE MENU键:

按下该键，会出现系统宏程序的列表，可执行宏程序的调用



MAN FCTN 键:

按该键显示手动操作功能屏幕



Display键:

该键与SHIFT键一起使用，改变屏幕显示格式，从单对话框转换到双对话框或三对话框格式、单对话框带扩展状态。

操作机器人注意事项

1.示教和手动机器人时：

1）请不要带手套操作示教盘和操作面板。

2）在点动操作机器人时要采用较低的倍率速度以增加对机器人的控制机会。

3）在按下示教盘上的点动键之前要考虑到机器人的运动趋势。

4）要预先考虑好避让机器人的运动轨迹，并确认该线路不受干涉。

2.生产运行时：

1）在开机运行前，须知道机器人根据所编程序将要执行的全部任务。

2）须知道所有会左右机器人移动的开关、传感器和控制信号的位置和状态。

3）必须知道机器人控制器和外围控制设备上的紧急停止按钮的位置，准备在紧急情况下按这些按钮。

4）永远不要认为机器人没有移动其程序就已经完成。因为这时机器人很有可能是在等待让它继续移动的输入信号。

上机实践操作

- 熟悉如何上电开机
- 熟悉示教器的各按键
- 熟悉机器人的运动
- 掌握TCP的建立方法

第二部分

程序的选用、创建及编写

选择及创建程序名

- 选用已创建的焊接程序 (Select）


```
FILE                    JOINT 10%
    61276 bytes free          2/4
No  Program name      Comment
1   SAMPLE1       [SAMPLEPRG1]
2   SAMPLE2       [SAMPLEPRG2]
3   TEST1         [TESTPRG1]
4   TEST2         [TESTPRG2]

[TYPE] CREATE   DELETE          COPY
F1       F2        F3       F4      F5
```

- 为新建焊接程序创建程序名
（F2 Create--输入程序名）

```
.                       JOINT 10%
1 Words
2 Upper Case
3 Lower Case

4 Options       ---Insert---.

 ---Create Teach Pendant Program

- --Program Name[      ]      .

 PRG     MAIN     SUB          TEST
```

程序的详细设置

按F键对应的detail功能， 出现下方程序详细设置界面。

主要用在对有外部轴的系统进行设置。

```
Program Detail          JOINT 10%
                   5/10
Create Date:        10-MAR-1994
Modification Date:        10-MAR-1994
Copy source          [**************]
Positions: FALSE   Size::     312Byte
1 Program name:        [ SAMPLE2 ]
2 Sub Type:          [ None    ]
3 Comment:           [**************]
  Group Mask:          [ 1,*,*,*,* ]
4 Write protection:        [ OFF  ]
5 Ignore pause:          [ OFF  ]
END   PREV   NEXT
```

三个基本“点”

- **零位（Zero Position）**

1.JP [1] 100% FINE
自行将P [1] 点joint坐标值全部改成0度。然后运行该程序，机器人自动恢复到0点位置上。

- **SAFEHOME点**

1. JP [1] 100% FINE
自己定义P [1] 点的位置并作为系统运行的安全点

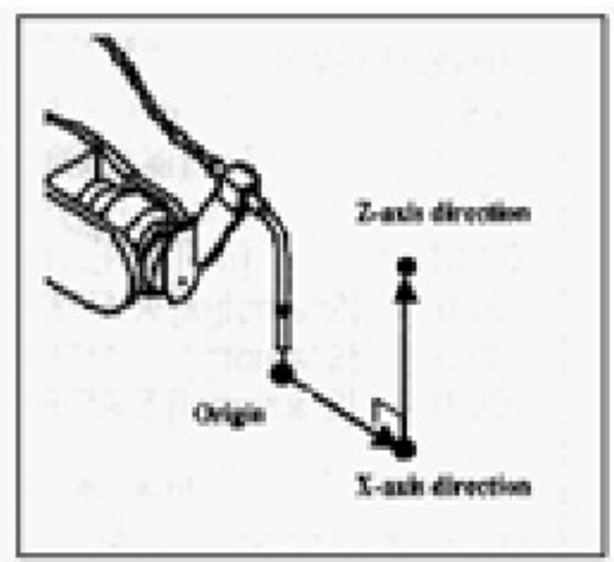
- **工具坐标系原点(TCP)**

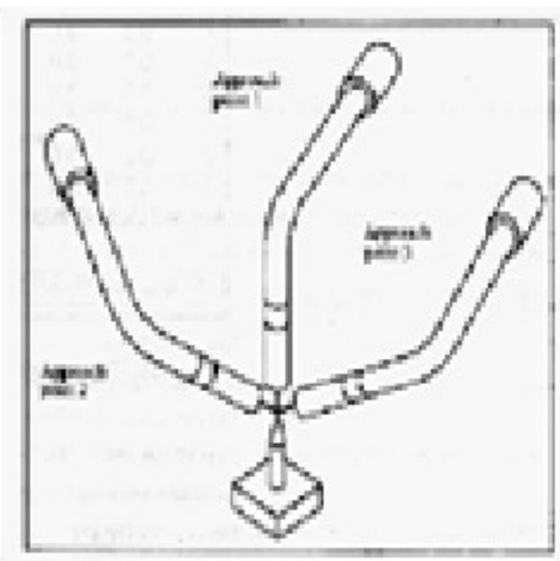
```
SETUP Frames                    JOINT   10 %
 Tool Frame Setup/ Direct Entry      1/9
        X       Y       Z     Comment
 1:    0.0     0.0     0.0 **************
 2:    0.0     0.0     0.0 **************
 3:    0.0     0.0     0.0 **************
 4:    0.0     0.0     0.0 **************
 5:    0.0     0.0     0.0 **************
 6:    0.0     0.0     0.0 **************
 7:    0.0     0.0     0.0 **************
 8:    0.0     0.0     0.0 **************
 9:    0.0     0.0     0.0 **************
Active TOOL $MNUTOOLNUM[1] = 1

[TYPE ] DETAIL [OTHER ]   CLEAR   SETIND
```

```
SETUP Frames                    JOINT   10 %
 Tool Frame Setup/ Six Point          1/7
 Frame Number: 1
   X:     0.0    Y:     0.0    Z:     0.0
   W:     0.0    P:     0.0    R:     0.0
   Comment:********************
   Approach point 1:      UNINIT
   Approach point 2:      UNINIT
   Approach point 3:      UNINIT
   Orient Origin Point:   UNINIT
   X Direction Point:     UNINIT
   Z Direction Point:     UNINIT
Active TOOL $MNUTOOLNUM[1] = 1

[ TYPE ] [METHOD]   FRAME
```

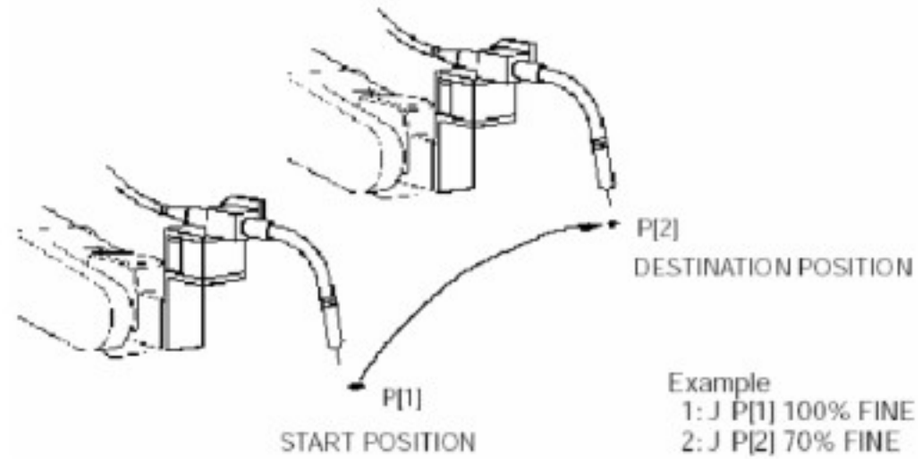




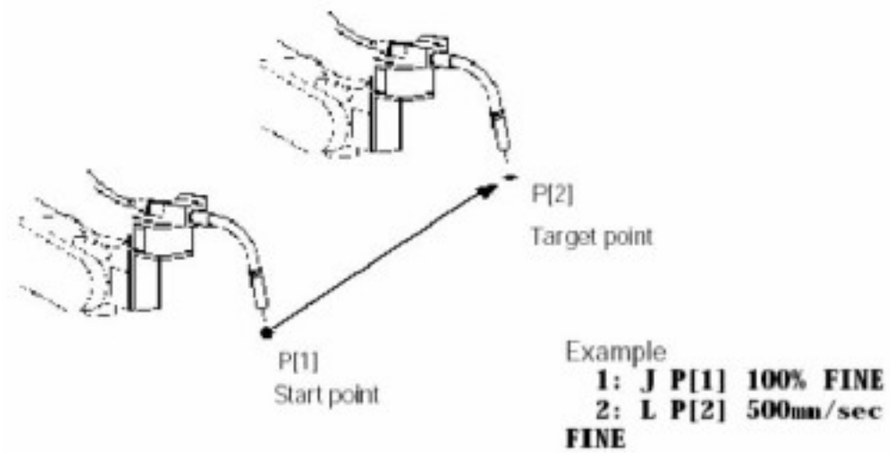
机 器 人 的

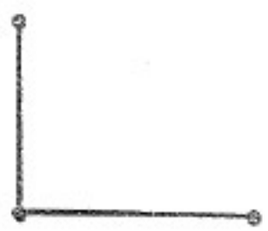
三种运动轨迹及表示方法

- 点对点运动（**Joint--- J**）

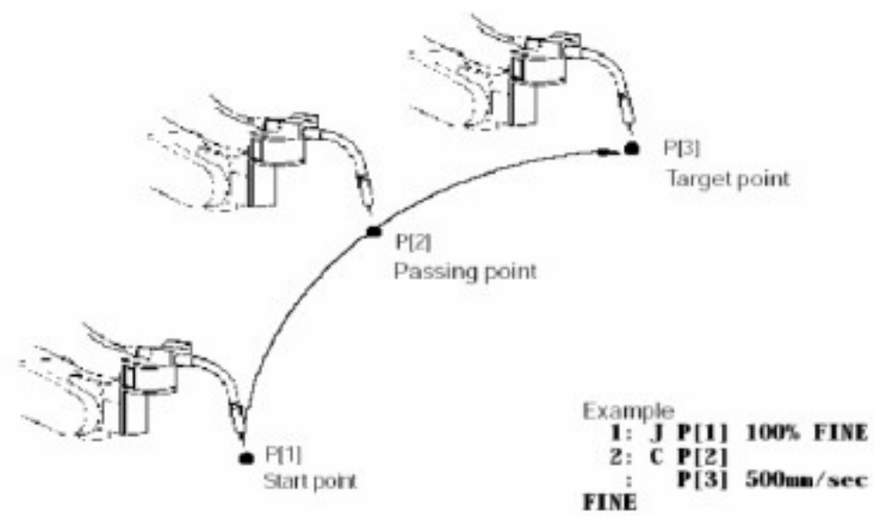


- 直线运动 （**Linear---L**）





- 圆弧运动 （**Circle---C**）

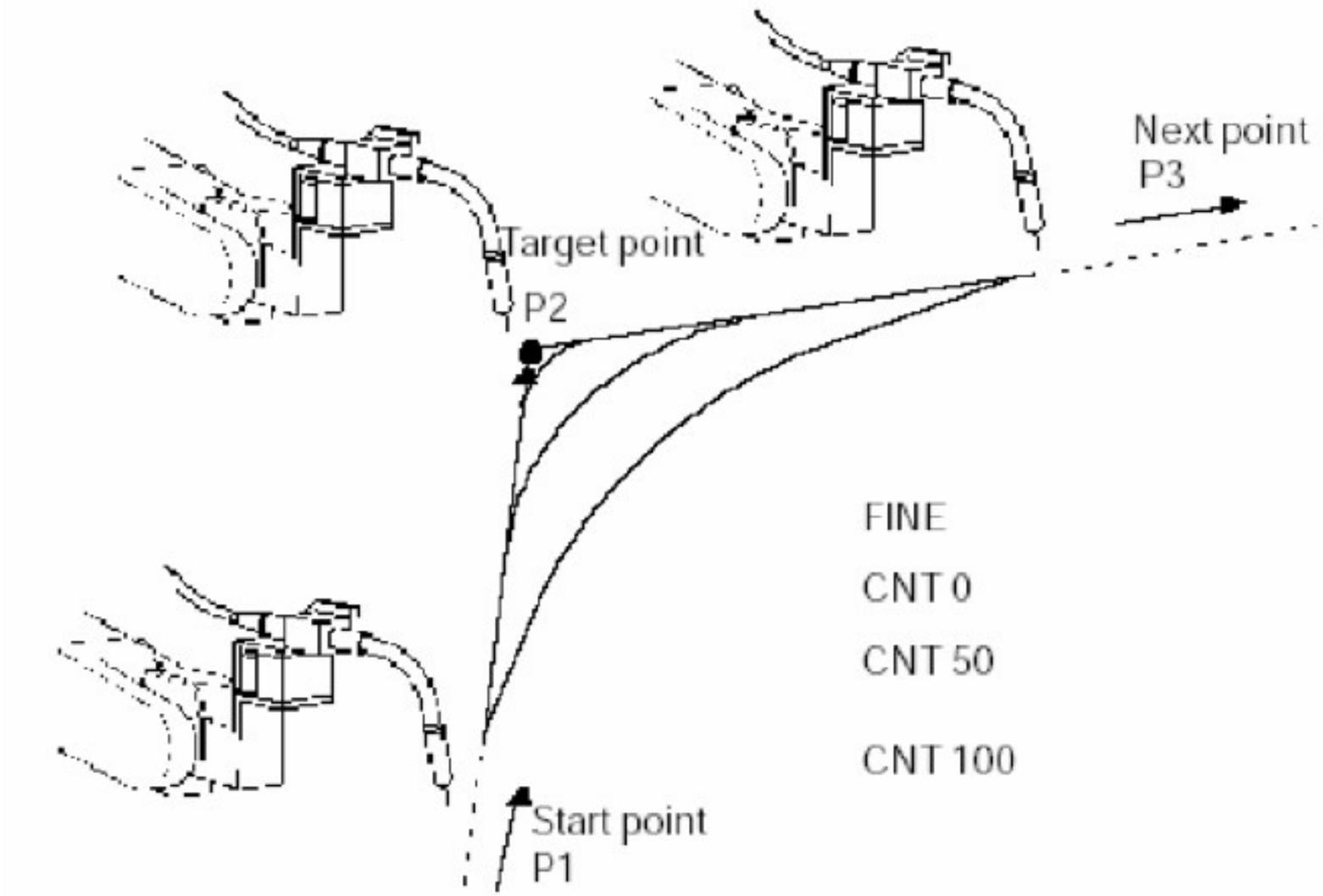


Robot Program Movement End types

机器人编程运动结束方式

•精确到位 FINE

•圆滑过渡 CNT



start point：起点

target point：目标点

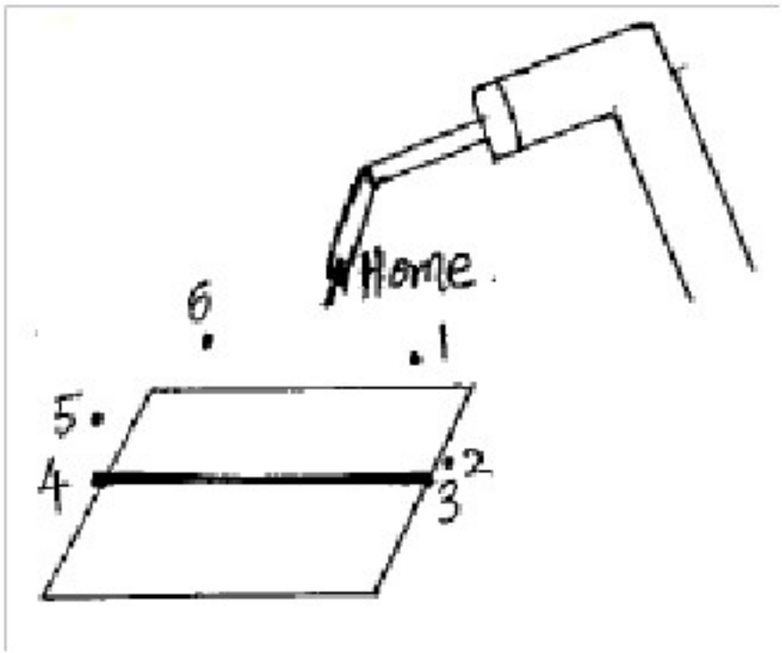
next point：下一点

典型焊接程序的编写

（EDIT）

- 直线轨迹的焊缝焊接程序
- 圆弧状轨迹的焊缝焊接程序

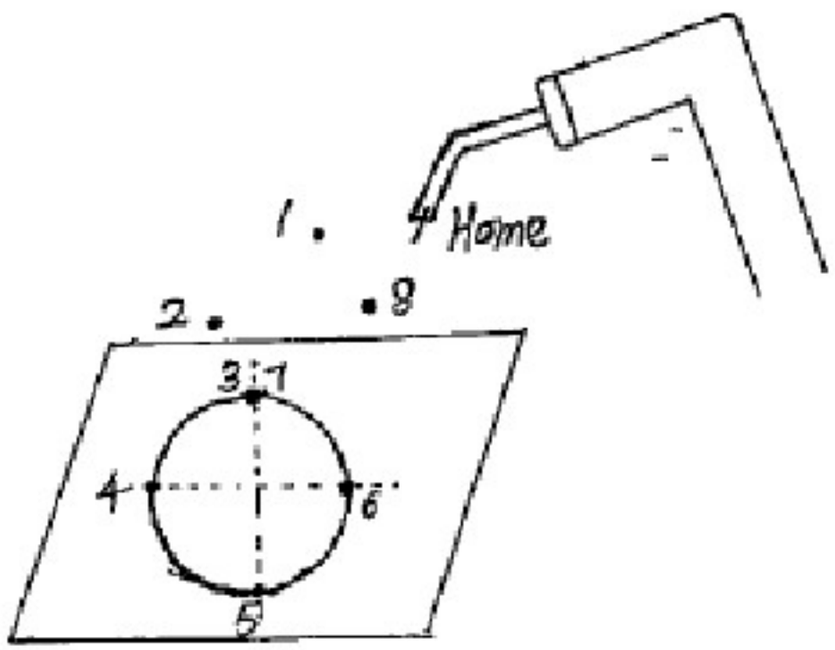
直线焊接的编程



1. JP [1] 100% FINE
2. JP [2] 100% CNT100
3. LP[3] 100mm/sec FINE
   Arc Start[1]
4. LP[4] 20mm/sec FINE
   Arc End[1]
5. JP[5] 50% CNT100
6. JP[6] 50% CNT100
7. Call SafeHome

Point	Arcstart	Weld_ PT	Arcend	Touch Up >
F1	F2	F3	F4	F5

圆弧焊接编程



1. JP[1] 100% FINE
2. JP[2] 100% FINE
3. LP[3] 500mm/sec FINE
   Arc Start[1]
4. CP[4]
   P[5]100mm/sec FINE
5. CP[6]
   P[7] 100mm/sec FINE
   Arc End[1]
6. JP[8] 100% FINE
7. Call SafeHome

Point	Arcstart	Weld_ PT	Arcend	Touch Up >
F1	F2	F3	F4	F5

编程时常用的
中高级指令及功能

- **EDCMD（F5)**

  （ Insert, Delete, Copy, Paste, Undo）

- **INST (F1)**

  (Program control, arc start/end, timer, wait, Weaving, IF,JMP,PR,R, Offset, DO,DI)

EDCMD 类操作指令

1. JP[1] 100% fine

2. JP[2] 100% fine

3. LP[3] 100% fine

Insert,
Delete,
Copy,
Paste,
Replace,
Renumber,
Undo

INST **EDCMD**

F1 **F5**

INST 类操作指令

1. Program control,	**2. Arc start/end,**
3. Timer	**4. Wait,**
5. Weaving,	6. IF/JMP,
7. PR[]	8. Next page

1. JP[1] 100% fine

2. JP[2] 100% fine

3. Arc start[1]

4. LP[3] 100% fine

INST **EDCMD >**

F1 **F5**

要点的复习

- 创建新程序
- 直线和圆弧程序的编写
- 程序中各术语的灵活运用和修改
- 上机实践

第三部分

焊接基础及参数的设置

Welding Concept:
焊接原理：

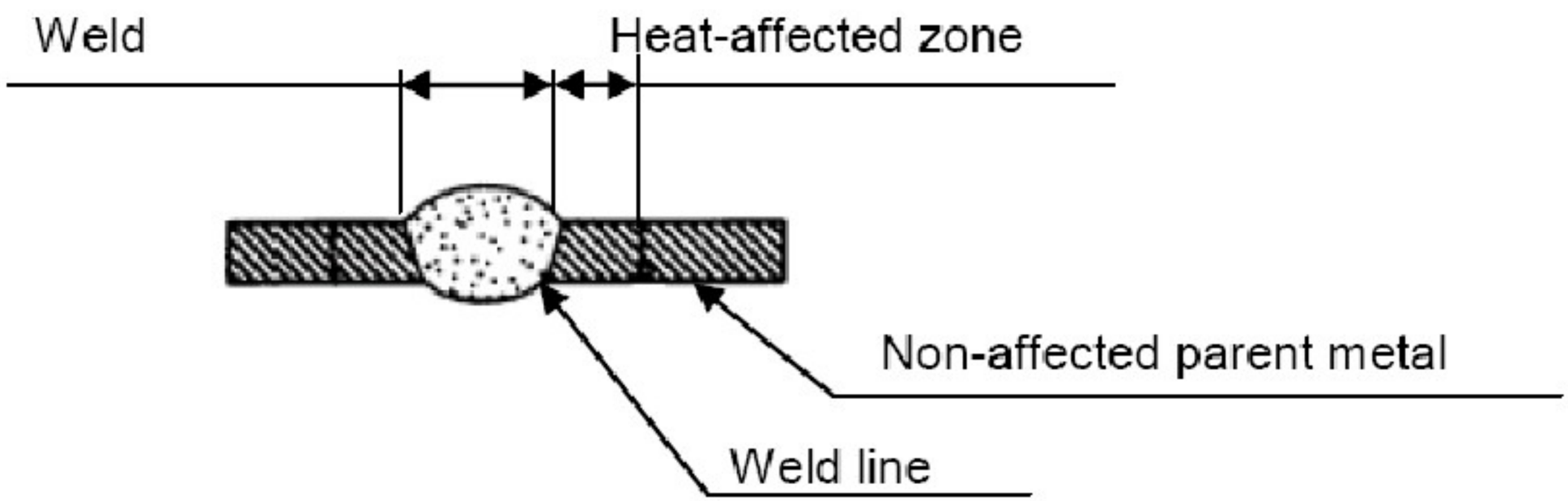
--- Welding is a process which can join two or more pieces of same materials or different materials together by an atom or molecular level diffused connection.

---焊接是两种或两种以上的同种或异种材料通过原子或分子之间的结合和扩散而连接成一体的工艺过程

Welding Joint Concept 焊接接头概念：

Joint produced by welding and consisting of a weld，a weld line (only present if the metal is fused)，heat-affected zone and non-affected parent metal.

焊接接头是采用焊接工艺形成的不可拆卸的连接接头。它由焊缝、熔合线（区）、热影响区及其邻近的母材组成。



五种主要的焊接方法

1.SMAW: 手工电弧焊

2.GMAW： 用外加气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区的电弧焊。

3. GTAW: 钨极氩弧焊

4. FCAW： 药芯焊丝气体保护焊

5. SAW： 埋弧焊

GMAW Basic
熔化极气体保护焊基础

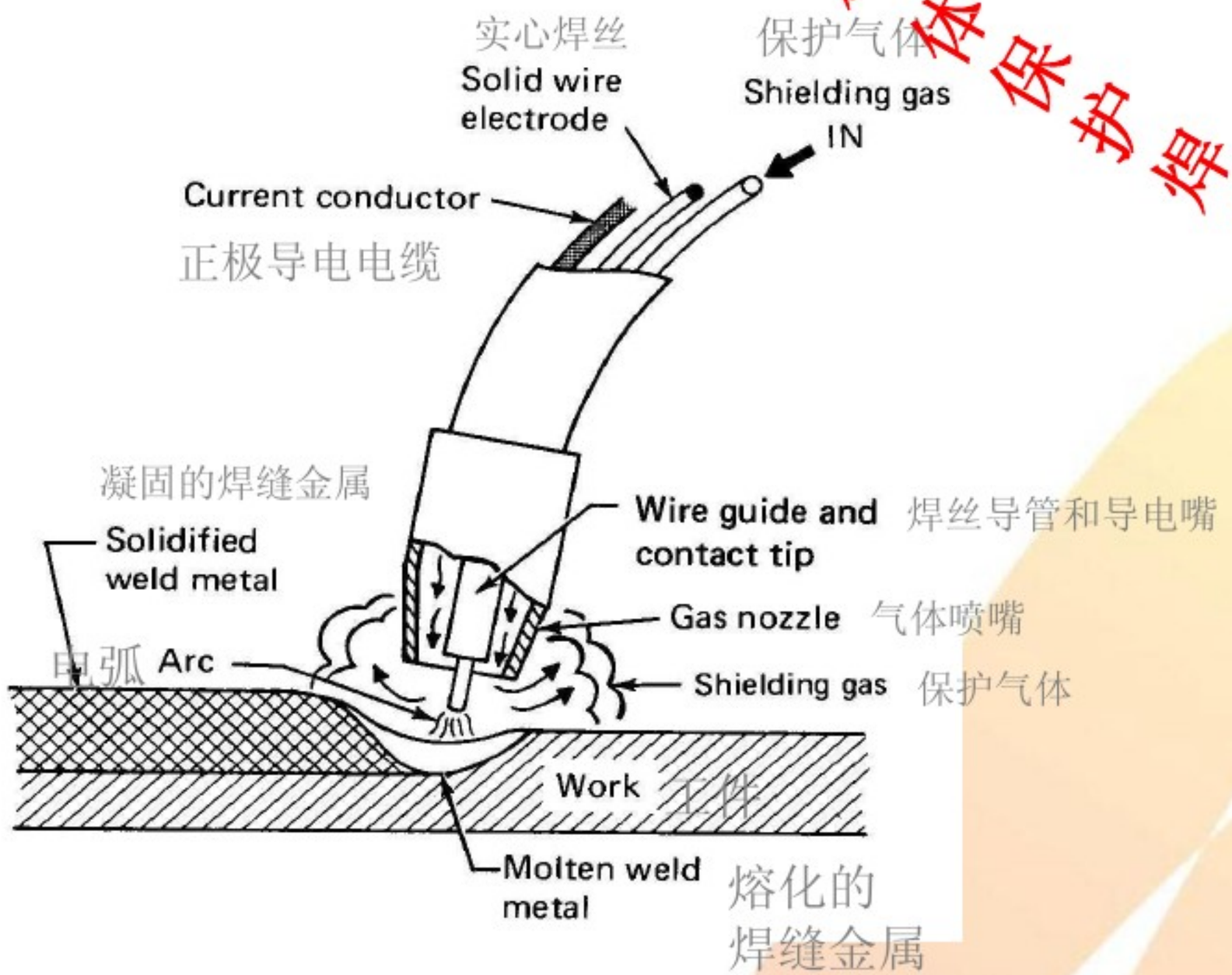
Theory:

An arc welding process that uses an arc between a continuous filler metal electrode and the weld pool to produce a fusion (melting) together of the base metal. The process is used with a shielding gas (or gas mixture) from an externally supplied source and without the application of pressure.

原理：

采用电弧(在持续送进的可熔化焊丝和被焊工件之间形成的)做为热源来熔化焊丝和母材金属并形成熔池与焊缝的焊接方法，最终达到母材熔合的目的。该焊接方法要使用外供保护气体或混合气体。

Basic 熔化极气体保护焊基础



Basic 熔化极气体保护焊基础

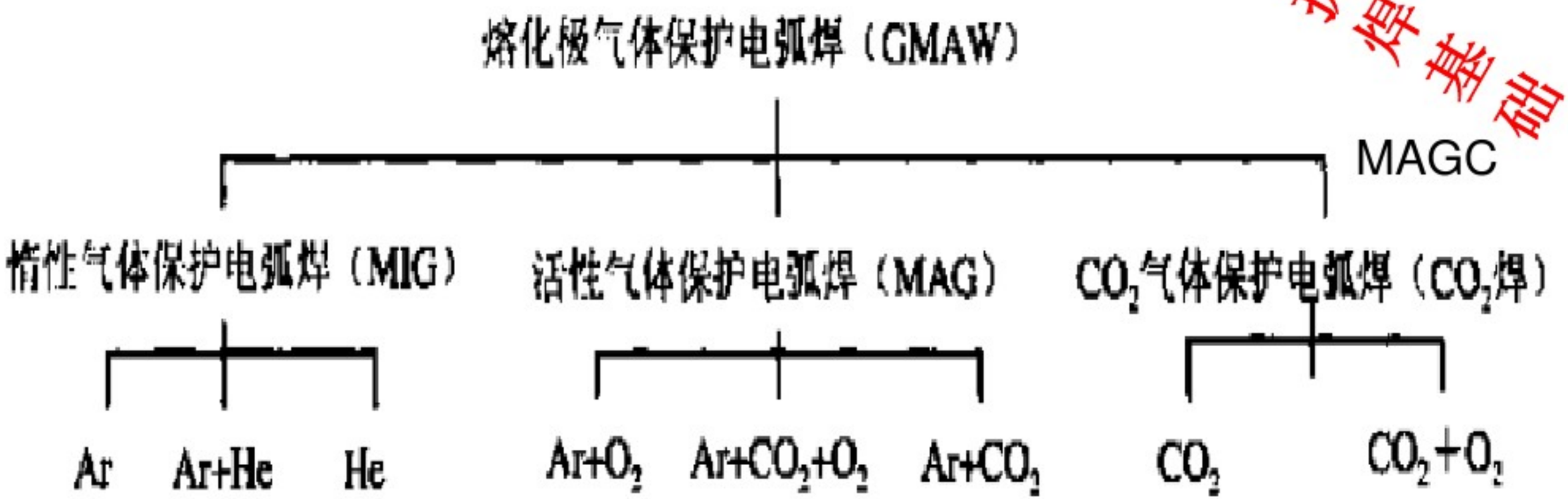
Advantages 优点

- Popular Welding Process流行的焊接工艺
  - Simple简易
  - Clean清洁
  - Low Cost低成本
- Wide Variety of Material Types
  可焊材料种类多
- Wide Variety of Thicknesses
  可焊厚度范围大
- Deposits Low Hydrogen Welds
  焊缝氢含量低
- High Efficiency Applications
  焊接效率高
- Little to No Slag
  很少甚至没有焊渣。

Limitation 局限性

- Portability (Shielding Gas Cylinder & Hoses Required)
  可携带性差（气瓶，气管）。
- Outdoor Welding (Shielding Gas is Susceptible to Wind & Drafts)
  不易在户外焊接（保护气体易受外部气流的影响）。
- Requires Base Material To Be Clean (Free of Dirt, Oxide and Oils)
  焊接母材需要清理干净。
- Potential for Cold Lap in Short Circuit (Metal) Transfer
  短路过渡易产生未焊透和冷隔缺陷。
- Potential for Undercut in Spray Arc (Metal) Transfer
  喷射过渡易产生咬边缺陷。
- A Moderate Level of Operator Skill Necessary
  需要中等焊工技能。

- GMAW Classify 分类：



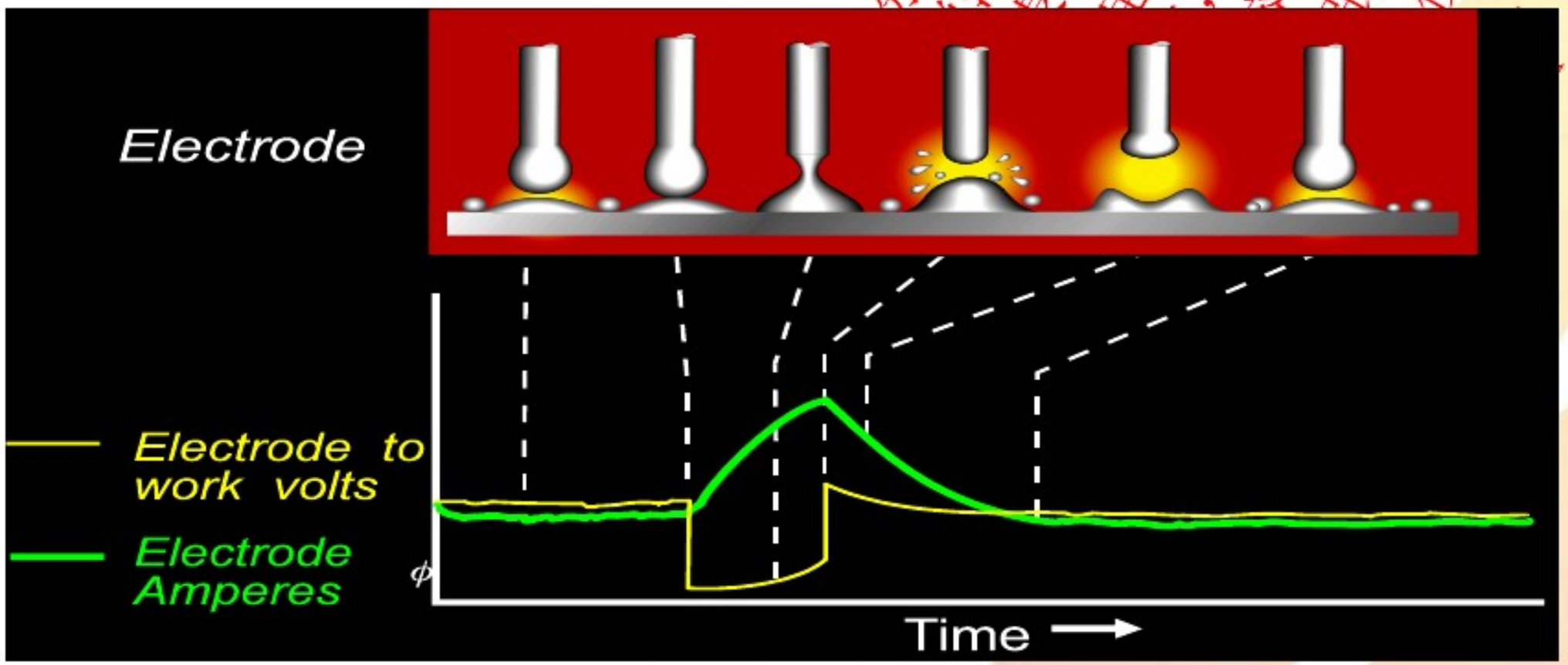
Modes of Metal Transfer 熔滴过渡形式

- Short-Circuit Metal Transfer 短路过渡
- Globular Transfer 滴状过渡
- Spray Transfer 轴喷射过渡
- Pulsed Spray Transfer 脉冲喷射过渡
- Surface Tension Transfer 表面张力过渡

GMAW Basic

熔化极气体保护焊基础

• Short Arc Transfer 短路过渡 —— 当进行焊接时采用小的焊接规范（低电压，小焊接电流）因弧长较短（2-3mm），焊丝末端形成的熔滴在尚未充分长大，且未落时便与熔面接触，电弧两极在电滴重张力使



- Short Arc Transfer 短路过渡
  - Arc Initiated
    起弧
  - Droplet Forms
    熔滴形成
  - Droplet Shorted
    短路
  - Metal Transfers
    过渡
  - Fuse Forms
    缩颈形成
  - Fusing Event
    熔断
  - Arc Re-established
    二次起弧

Short-Circuit Metal Transfer

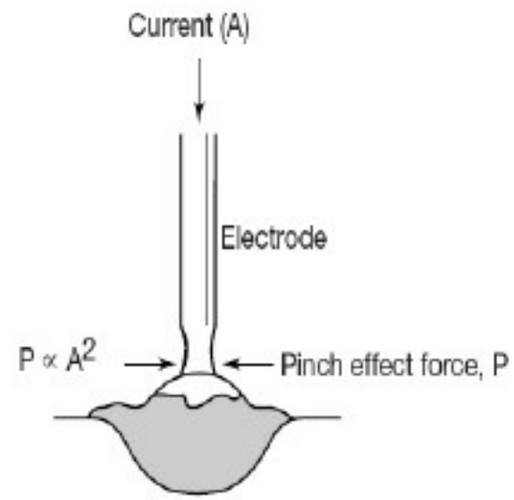
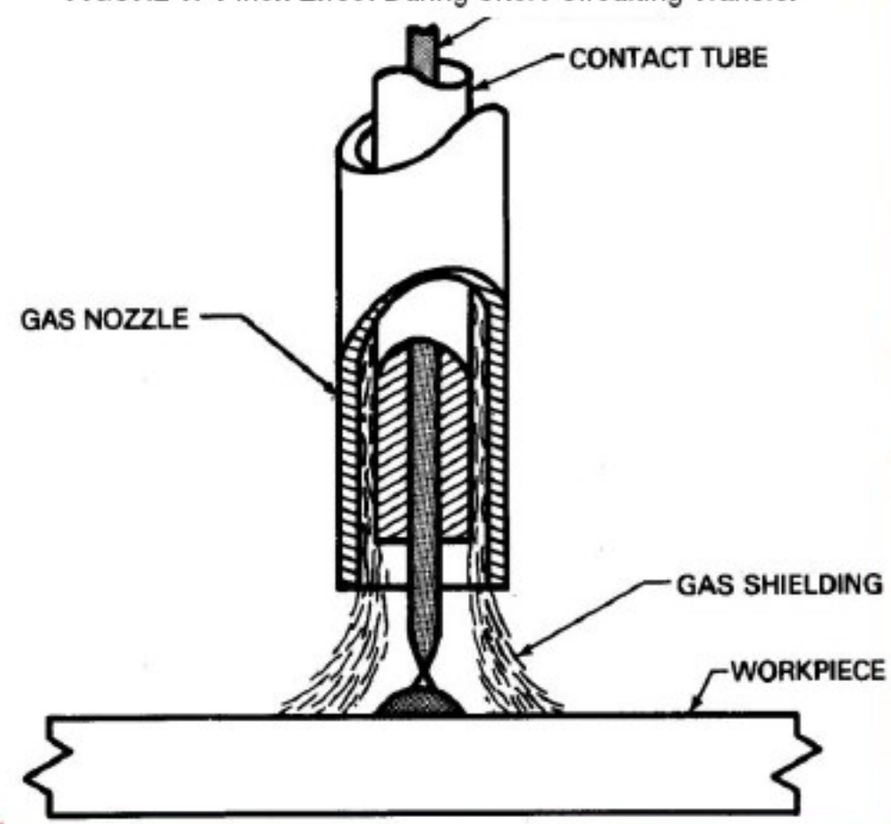


FIGURE 1: Pinch Effect During Short-Circuiting Transfer



• Short Arc Transfer 短路过渡

Advantages优势

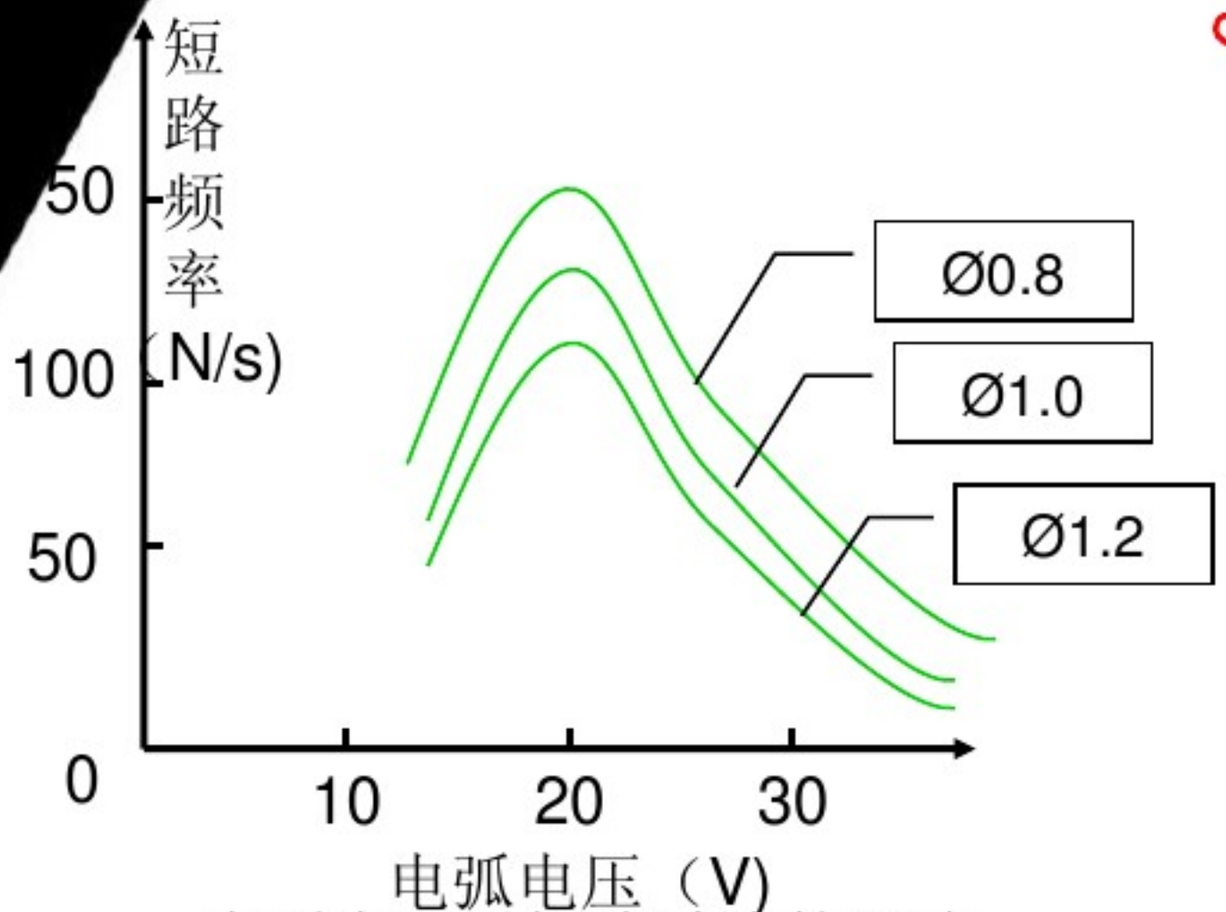
- Low Heat Input低热输入
- All Position Welding
  全位置焊接
- Low Cost低成本
- Handles Poor Fit Up
  对坡口装配要求低

Limitations局限性

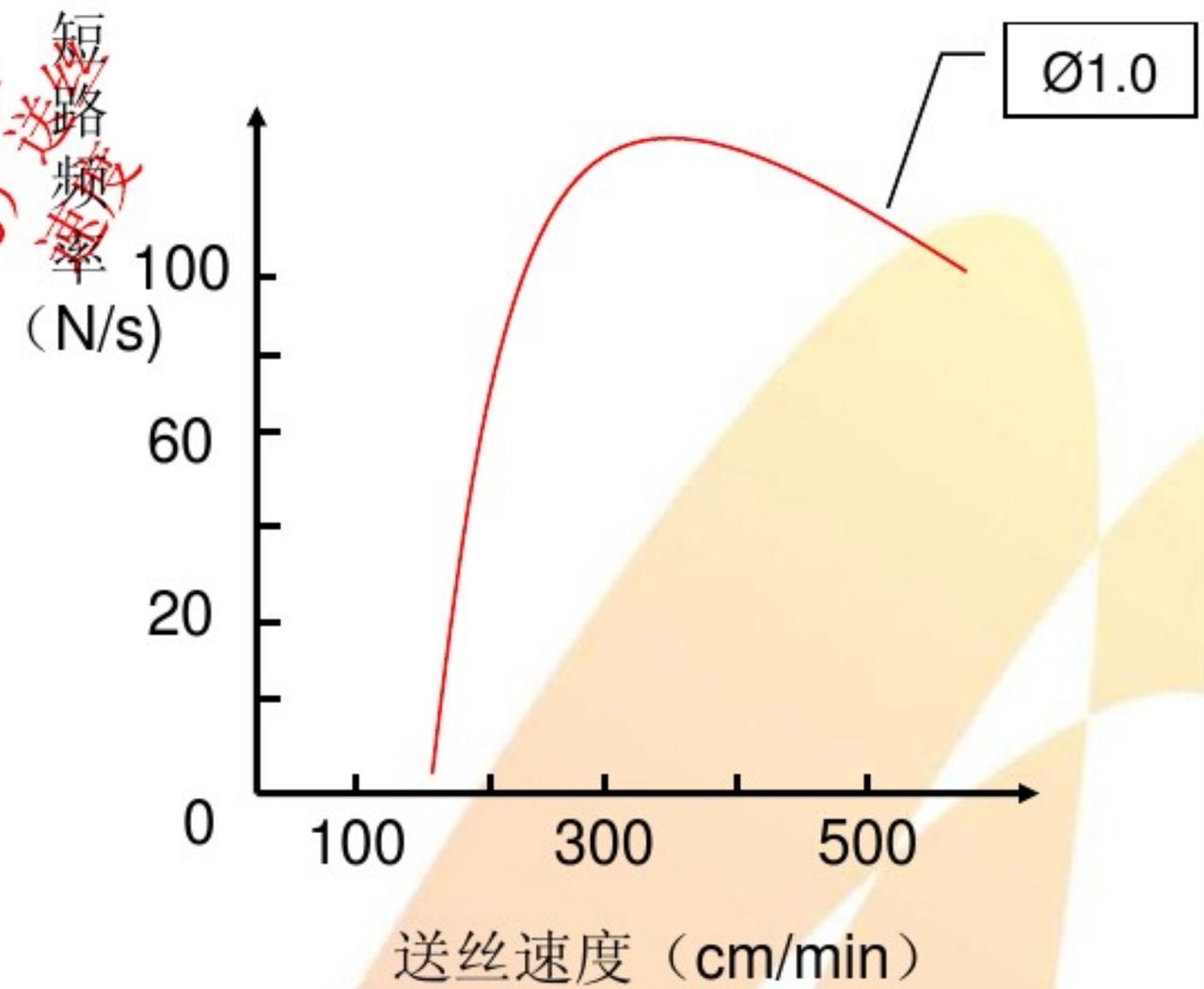
- Spatter 飞溅
- Potential Lack of Fusion
  易未熔合
- Limited to Thin Material
  焊接较薄的母材

• Short Arc Transfer 短路过渡

• 影响短路过渡稳定的主要因素：
a）电压
b）焊丝直径
c）送丝速度



电弧电压对短路过渡的影响



送丝速度对短路过渡的影响

• Short Arc Transfer 短路过渡

- When to Use何时使用:
  - Low Voltages 低电压(16V To 22V)
  - Low Amperages 低电流(30A To 200A)

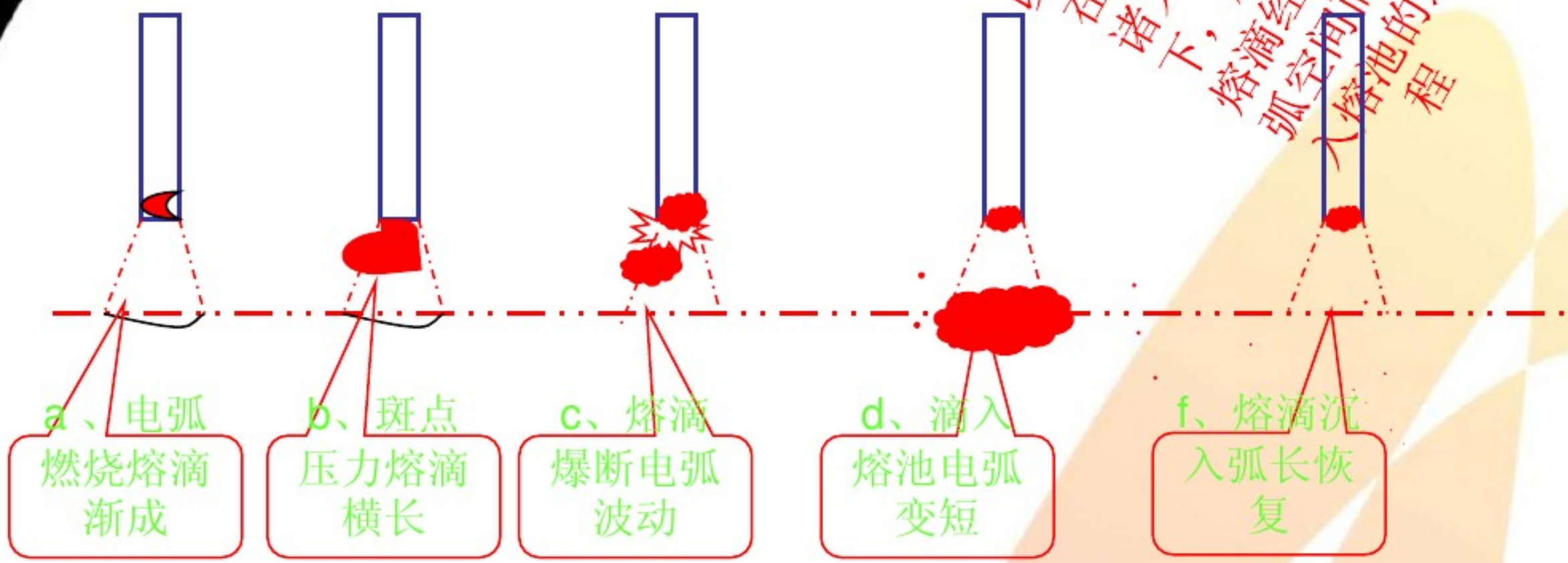
- Wire Electrode Size焊丝尺寸:
  - Typically Smaller Diameters (0.025 in To 0.045 in)
    细焊丝 (.60 mm To 1.20 mm)

- Shielding Gases Used 保护气体使用:
  - 100% CO_2 Gas (Lowest Cost低成本Big penetration 大熔深)
  - 75% Ar/25% CO_2 Gas Mix 混合气

LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

•Globular Transfer 滴状过渡 ---

当进行焊接时采用中等焊接规范（较高电弧电压，较大焊接电流）因弧长较长（5mm），焊丝末端形成的熔滴得以充分长大，在熔滴过渡诸力的作用下，脱落的熔滴经过电弧空间而落入熔池的过程



滴状过渡形成示意图

•Globular Transfer 滴状过渡

- Arc Initiated
  起弧
- Large Droplet Formations
  低大熔滴形成
- High Amperage (Arc Spot Locatio
  电流增大
- Gravity Often Pulls the Droplet Off Non-axially
  在重力下坠落
- Deposition Occurs Out of the Weld Pool
  可能会在熔池外
- Spatter Forms Around the Weld
  在焊缝外会有较多的飞溅

Globular Transfer

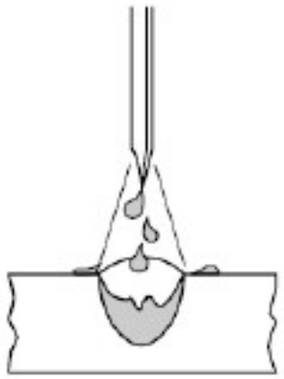
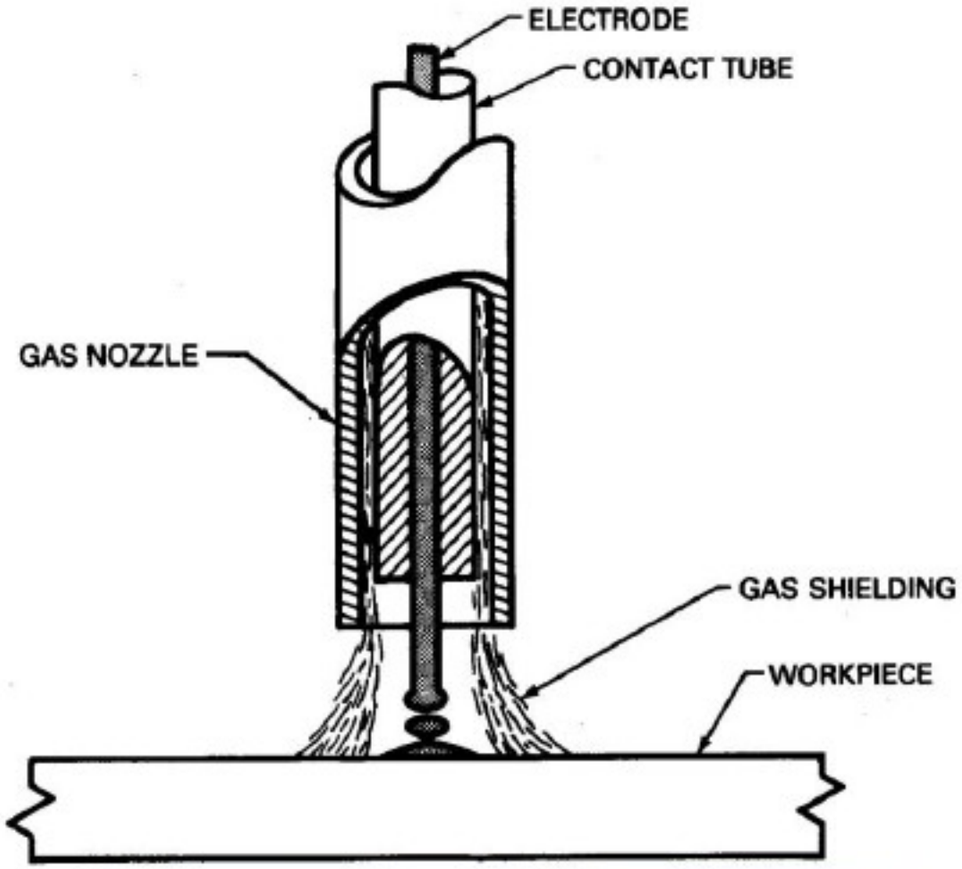


FIGURE 3: Globular Weld Metal Transfer Characteristics



•Globular Transfer 滴状过渡

Advantages优势

- Deep Penetration熔深大
- High Deposition熔敷率高
- Low Cost Gas气体成本低

Limitations局限性

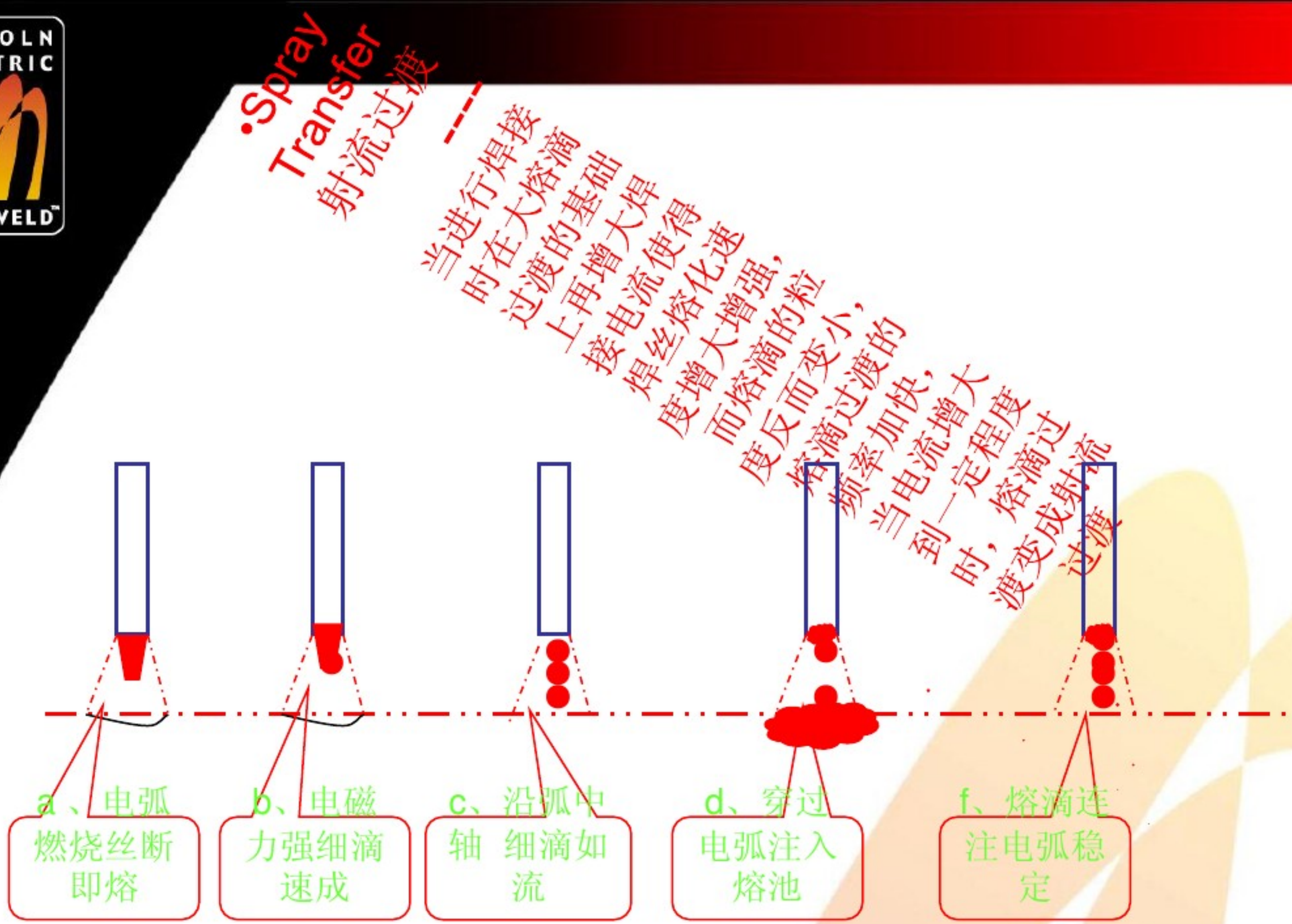
- Excessive Spatter飞溅多
- Flat / Horizontal Position Only
  只能平焊/横焊位置

•Globular Transfer 滴状过渡

- When to Use何时使用:
  - High Voltage 高电压 (25V To 35V)
  - High Amperages 高电流 (200A To 500A)

- Wire Electrode Size焊丝尺寸:
  - Typically Larger Diameters (0.035 in And Larger)
  - 一般使用较粗的焊丝 (1 .0 mm And Larger)

- Shielding Gases Used保护气体:
  - 100% CO_2 Gas Mix (Lowest Cost低成本)
  - 75% Ar/25% CO_2 Gas Mix 混合气


•Spray Transfer
射流过渡 ---
当进行焊接时在大熔滴过渡的基础上再增大焊接电流使得焊丝熔化速度增大增强，而熔滴的粒度反而变小，熔滴过渡的频率加快，当电流增大到一定程度时，熔滴过渡变成射流过渡
a 、电弧燃烧丝断即熔
b、电磁力强细滴速成
c、沿弧中轴 细滴如流
d、穿过电弧注入熔池
f、熔滴连注电弧稳定

射流过渡形成示意图

• Spray Transfer 射流过渡

- Arc Initiated
  起弧
- Amperage Above the Transition Leve
  电流大于一定值
- Point Forms on End of Electrode Wire
  熔滴在焊丝端部产生
- Fine Sub-diameter Droplets Are Directed Axially From the Wire to Weld Pool
  当熔滴还未变大时就直接从焊丝端部喷射到熔池中。
- Only True “Through the Arc” Transfer
  是真正的通过电弧过渡

Axial Spray Transfer

Keywords:

Globular to Axial Spray Transition Current

Weld Interface

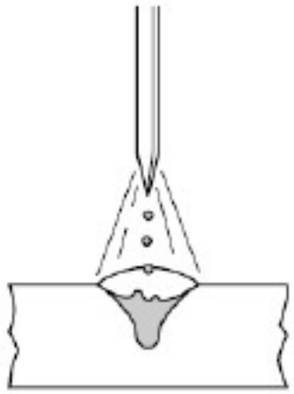
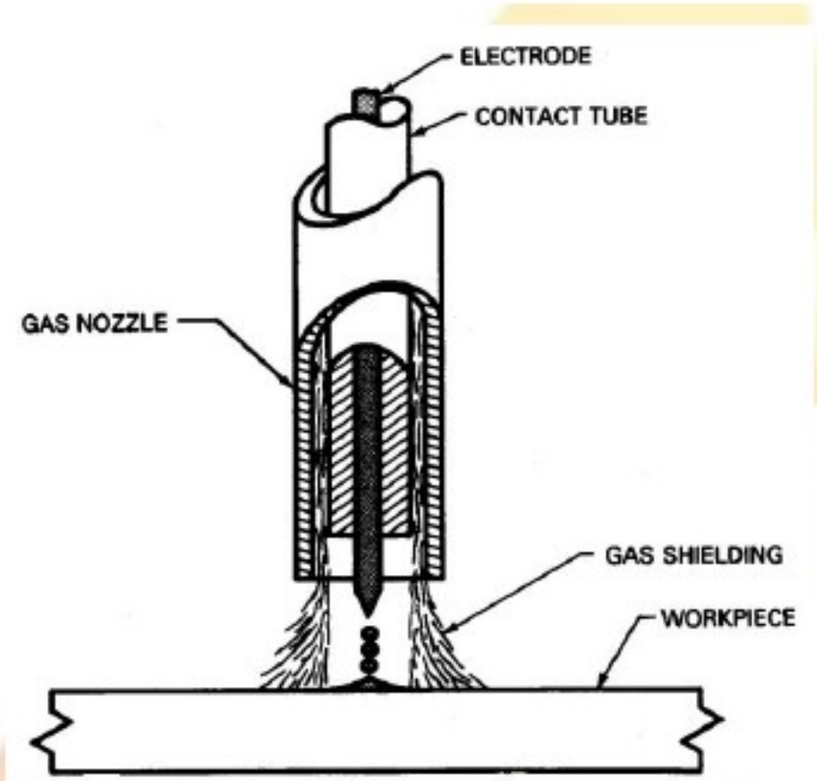


FIGURE 4: Axial Spray Weld Metal Transfer Characteristics



• Spray Transfer 射流过渡

Advantages优势

- Smooth Weld Bead焊道成形好
- Deep Penetration 熔深深
- High Deposition 熔敷率高
- Little to No Spatter 飞溅少或没有

Limitations局限性

- Potential Undercut 易咬边
- Higher Shielding Gas Cost 保护气体成本高
- Flat / Horizontal Position Only 平焊/横焊焊接
- High Radiated Heat 高辐射热

• Spray Transfer 射流过渡

- When to Use何时使用:
  - High Voltages 高电压 （25V To 35V）
  - High Amperages 高电流 （200A To 500A）

- Wire Electrode Size焊丝尺寸:
  - Typical Wire Diameters (0.045 in And Larger)
    典型尺寸 (1.20 mm 或更大)

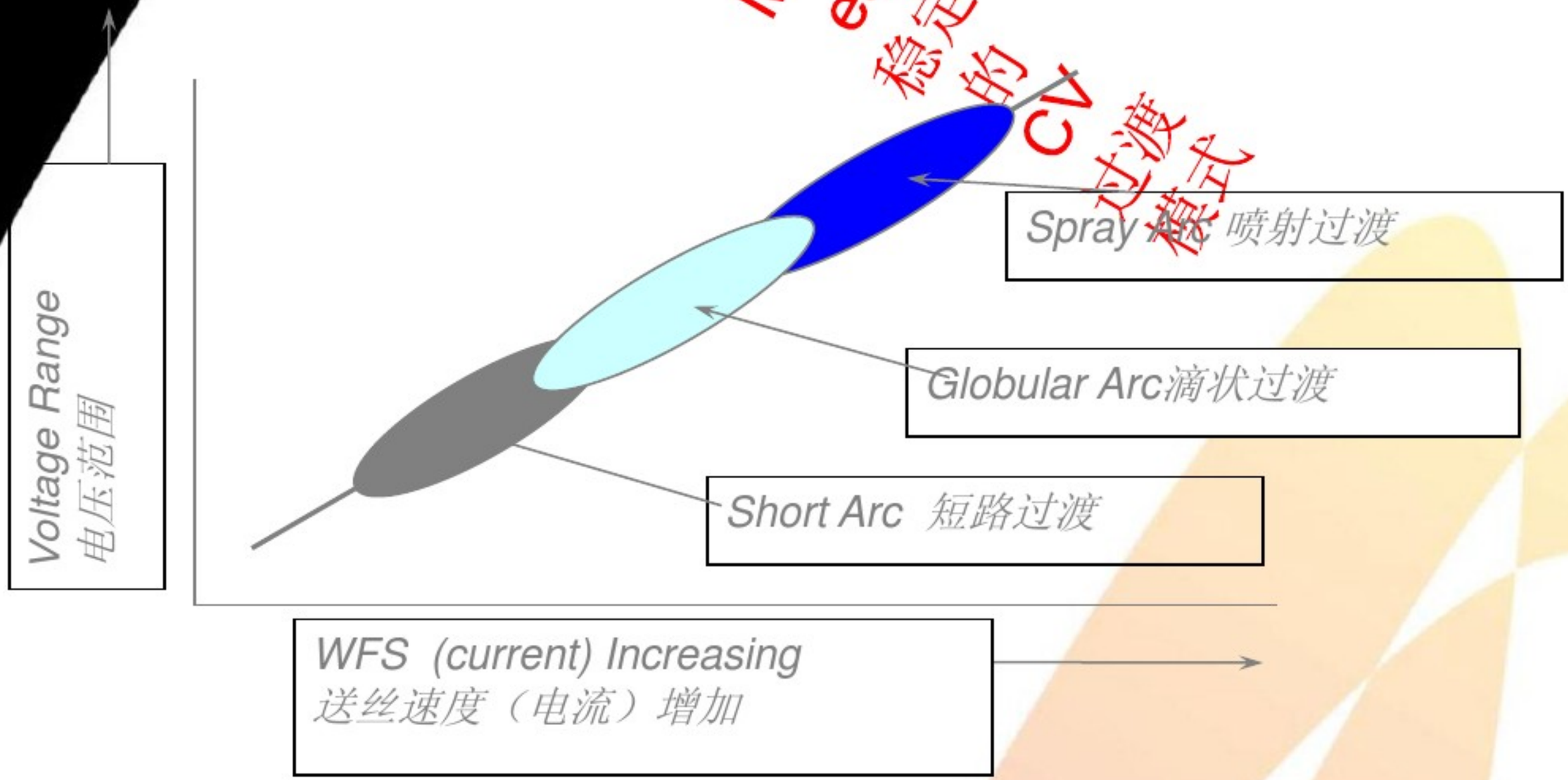
- Shielding Gases Used所用气体:
  - 90% Ar with 10% CO_2,
  - 95% Ar with 5% O_2,
  - 98% Ar with 2% CO_2, or
  - 98% Ar with 2% O_2.

• Pulse Spray Transfer 脉冲喷射过渡

- Wide Range of Voltage and Amperage
  适用很大的电压电流范围
- Variation of Spray Arc Capable of All Position Welding
  各种脉冲电弧可以使用多种位置焊接
- Two Current Levels are Utilized
  使用两种电流

  Peak (Pulse) 峰值电流 and Background 基值电流

Stable CV Transfer Modes 稳定的CV过渡模式



STT
Surface Tension Transfer

表面张力过渡技术

Basics 基本概念

- S.T.T. = Surface Tension Transfer

  表面张力过渡

- Research Began July 1985

  1985年开始研究开发

- Purpose is to develop a welding process which eliminates spatter when use 100% CO_2 shielding gas

  目的是为了开发一种使用CO_2保护气体而没有飞溅的焊接方法

- STT is a Unique GMAW Process

  一种独特的气保护焊接工艺

Basics 基本概念

- Neither CC Nor CV

  既不是恒流源也不是恒压源

- Based on interactive WAVEFORM CONTROL TECHNOLOGY™

  基于交互式波形控制技术

- Based on High Speed Inverter Technology

  基于高速逆变技术

- Precision Current Controlled Short Arc

  精密电流控制的短路过渡焊接

Advantages 优点

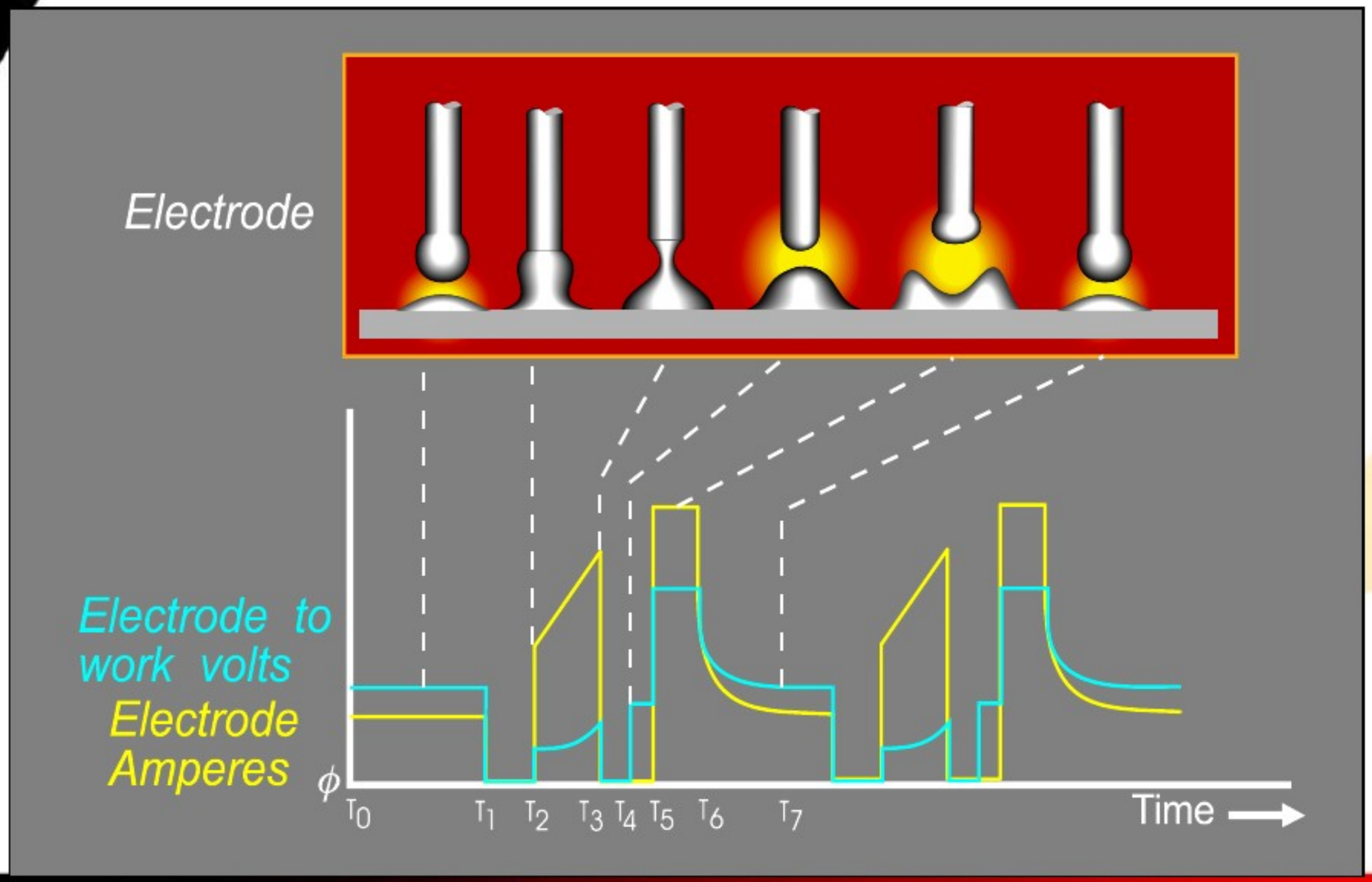
- Low spatter 低飞溅量
- Low fume 低烟尘
- Low cost Gas 低气体成本
- Controlled Heat Input 可控制的热输入量
- All Position 可进行全位置焊接
- Good Fusion 良好的焊接成型
- Handles Poor Fit-up 适用较差的接头形式

LINCOLN ELECTRIC
NEXTWELD™

Surface Tension Transfer
表面张力过渡

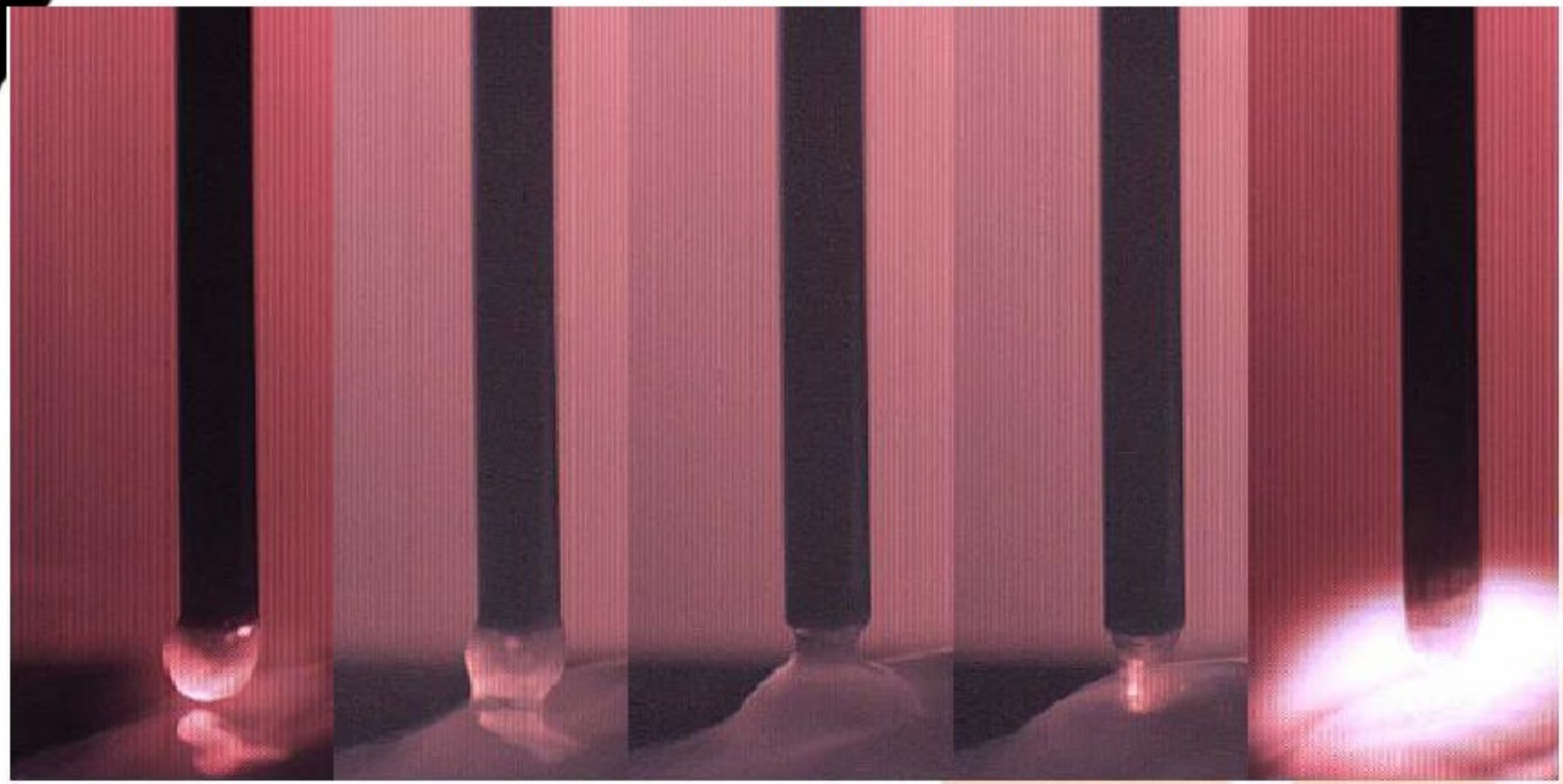
Standard GMAW
标准的气保护焊接

STT Process Theory
工艺原理



STT Process Theory
工艺原理

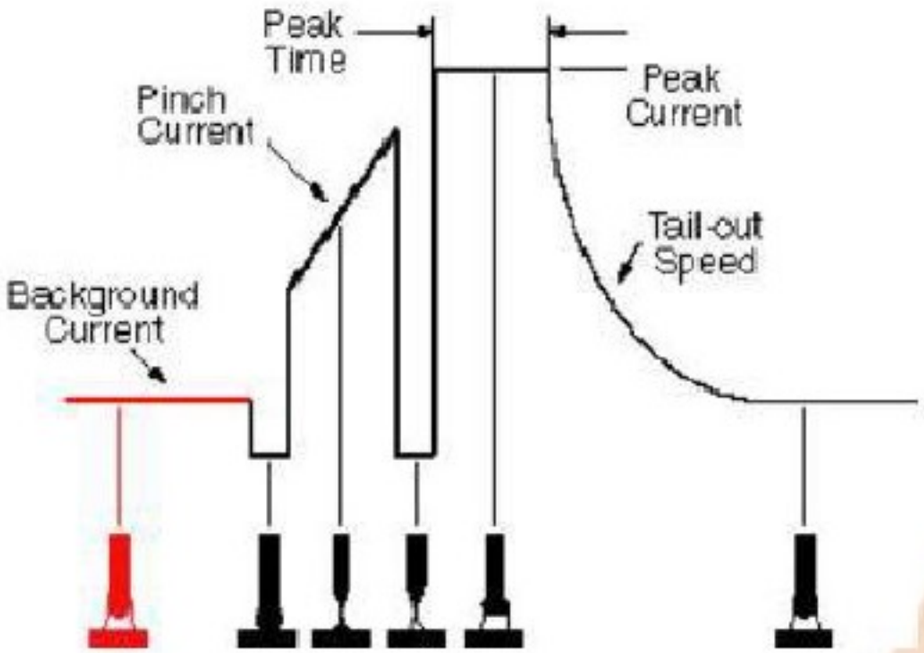
STT High Speed Video STT
高速摄影录像



STT Process Theory
工艺原理

Background Current 基值电流

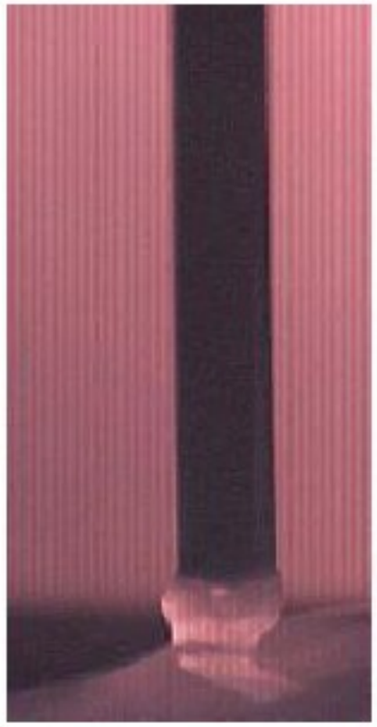
- Arc current level prior to shorting to the weld pool
- 短路前的电弧电流
- Contributes the overall heat input
- 决定绝大部分的热输入
- Keep arc lit
- 保持电弧燃烧

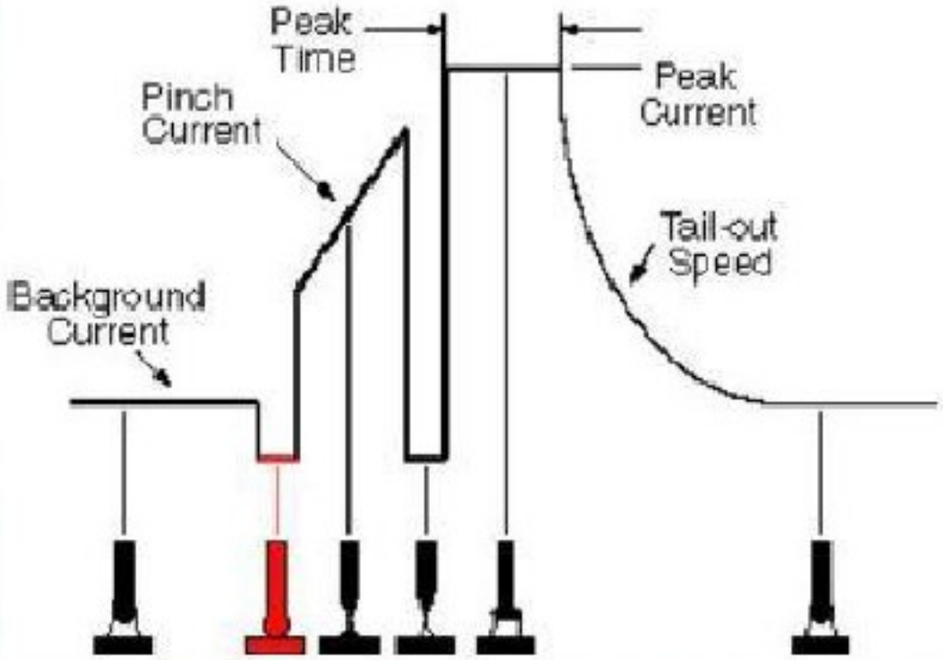


STT Process Theory
工艺原理

Initial Shorting 开始短路阶段

- Response to the “arc voltage” detector sensing that the arc has shorted
- 检测到电弧电压短路信号,作出反应
- Current is reduced even further at actual ball/weld puddle contact
- 在熔滴与熔池实际接触前电流下降
- Extremely low current promotes ball wetting instead of repelling
- 极低的电流改进了熔滴的润湿性
- Reason for lower spatter in STT
- 这是STT飞溅小的原因

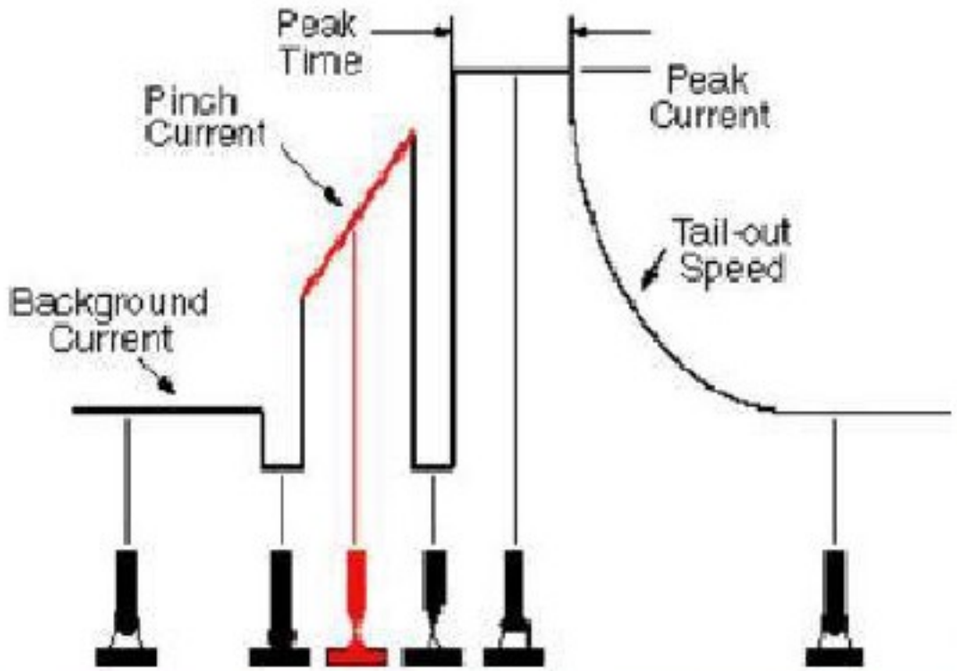




STT Process Theory
工艺原理

Pinch Current 压缩电流

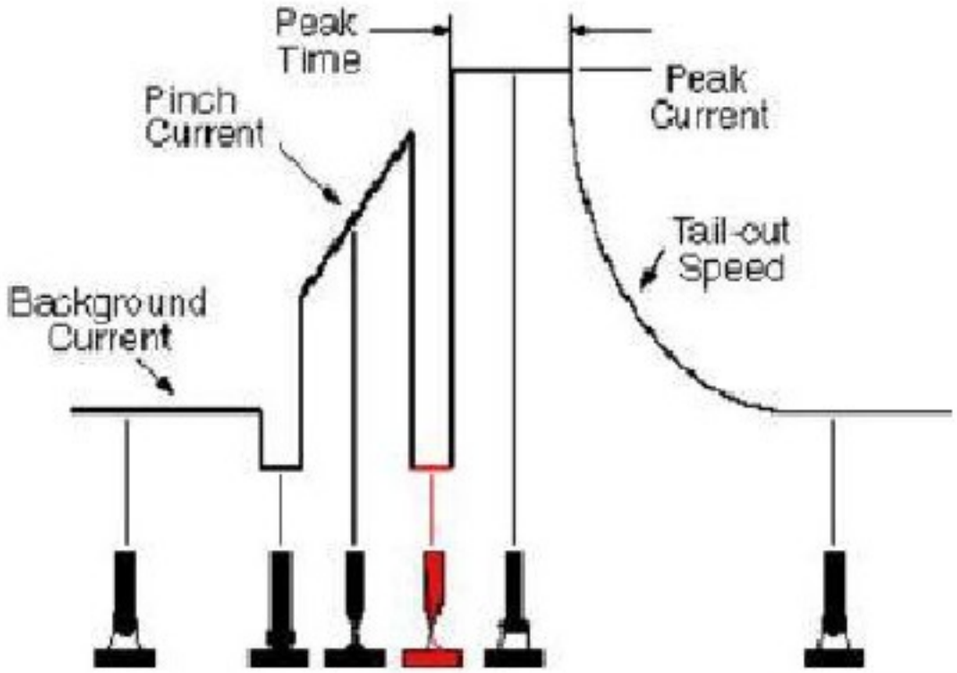
- High current is applied immediately after the initial short
- 在开始短路阶段后马上采用大电流
- Current increases, causing the molten droplet to separate from the electrode
- 电流增加,导致熔滴与焊丝分离
- STT electronically calculates when the droplet separation is to occur and reduces the current before this happens, eliminates the explosive spatter STT
- 电子电路计算熔滴分离的时间并在它发生之前降低电流,杜绝爆炸造成的飞溅



STT Process Theory
工艺原理

Second Current Reduction 第二次电流下降

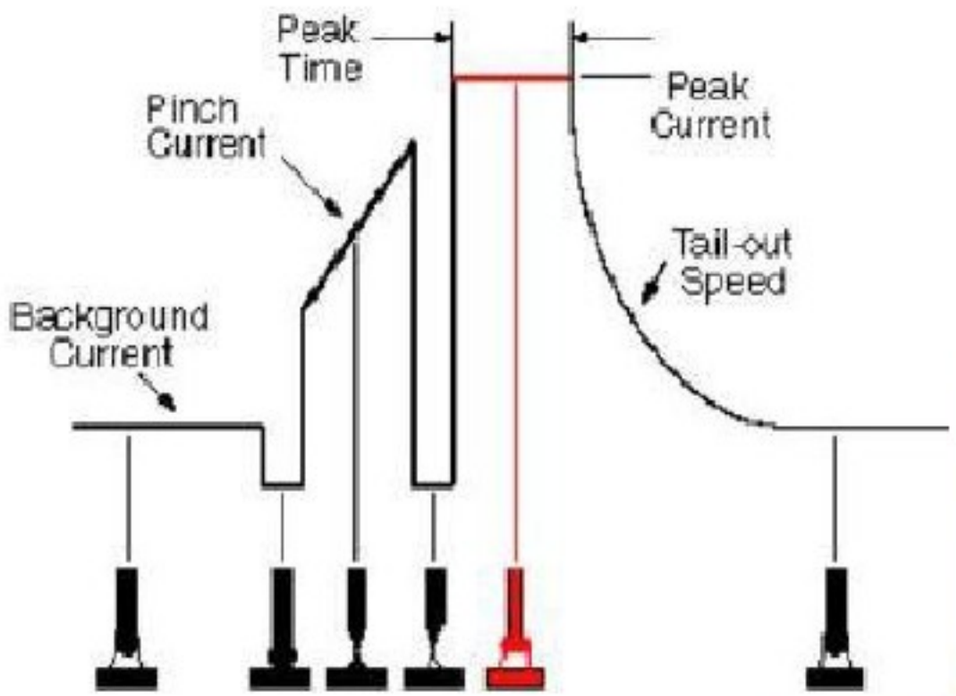
- Current is quickly reduced before electrode separates, eliminating spatter
- 电流在焊丝分离前快速降低，减少飞溅。
- STT circuitry re-establishes the weld arc at a low current level STT
- 电路在一个很低的电流水平重新建立焊接电弧



STT Process Theory
工艺原理

Peak Current 峰值电流

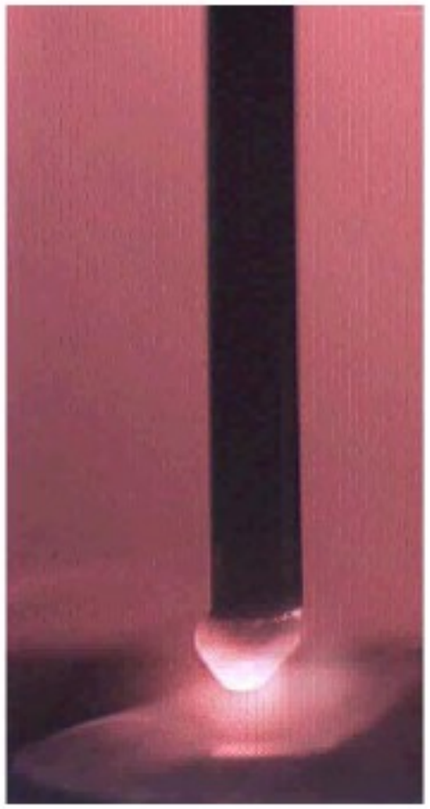
- High Current is applied immediately after the arc is re-established
- 电弧建立后立即采用高电流
- Arc is momentarily broadened, producing high heating of the plate, insuring good fusion and setting the proper arc length
- 电弧即刻变宽，在板上产生高热量，确保良好的熔合和建立合适的电弧长度

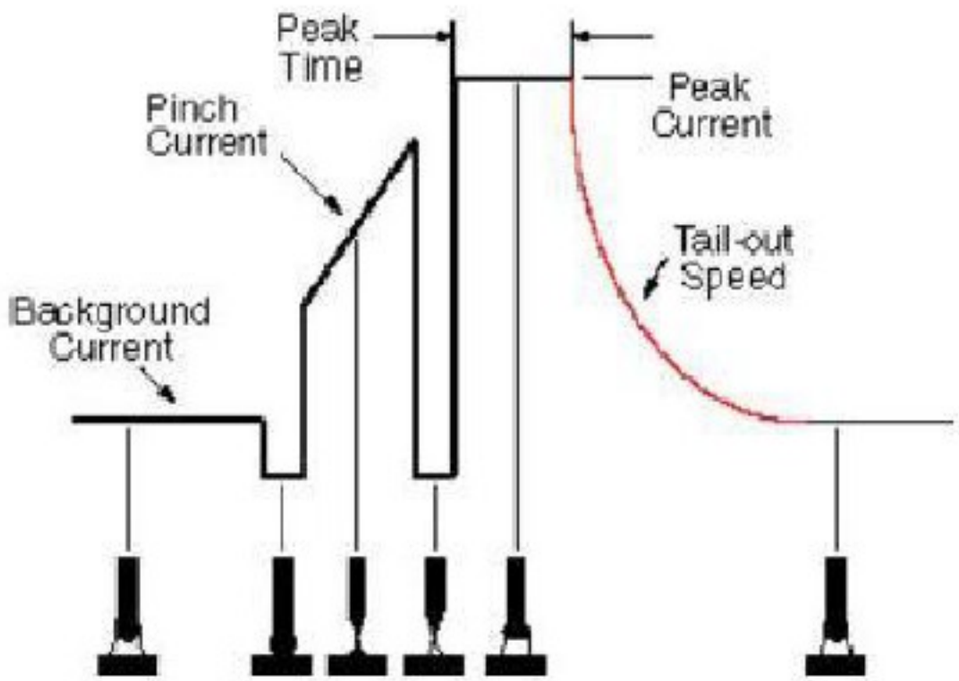


STT Process Theory
工艺原理

Tail out 收尾电流

- Current is reduced from peak to background level
- 电流从峰值降到基值
- Reduce the agitation of the weld puddle
- 降低对熔池的搅拌作用
- This control is coarse heat control
- 这个可以少量地控制热输入量





STT Process Theory
工艺原理

- Background Current基值电流:
- Controls bead shape and provides minimum heat to maintain a liquid ball (T7-T1)控制焊缝成型和提供最小热量维持焊丝端部形成球形熔滴(T7-T1)
- Peak Current峰值电流:
- Controls arc length and promotes good fusion (T5-T6)控制电弧长度和促进良好的熔合(T5-T6)
- Tailout 收尾电流:
- Reduces puddle agitation, eliminates premature shorts, and smoothes bead (T6-T7)降低对熔池的搅拌作用，杜绝提前短路，确保平滑的焊缝成型(T6-T7)

Welding Parameters 焊接参数

DATA -> Weld Schedule [1]-[32]

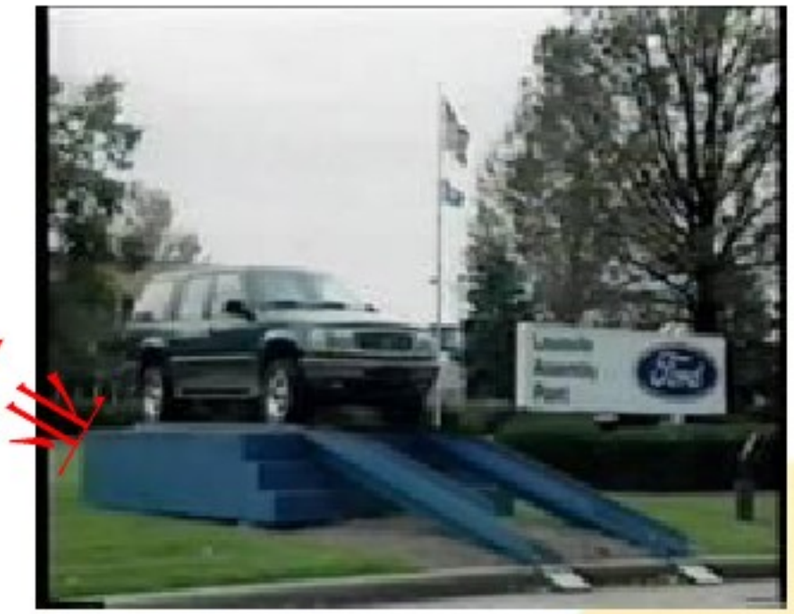
As Easy As 1-2-3 非常容易

- Wire Feed Speed Controls Deposition Rate
  送丝速度控制熔敷率
- Peak Current Controls Arc Length
  峰值电流控制电弧长度
- Background Current Controls Bead Contour
  基值电流控制焊缝宽度
- Tailout Increases Power in the Arc
  收尾电流增加电弧的能量

Applications
主要应用

Automotive 汽车工业

- Automotive Seating Frame
- 汽车座椅骨架
- Automotive exhaust components
- 汽车排气系统
- Auto body components
- 汽车车身部件
- Ford Explorer roof seam
- 福特探险者顶棚焊缝
- BMW X5 Rear Post and roof
- 宝马X5 C柱和车顶
- BMW Z4 Roadster Windshield Post
- 宝马 Z4 Roadster A柱



熔化极气体保护电弧焊工艺参数

- Current and Wire Feed Speed （I and WFS)
  焊接电流和送丝速度
- Voltage (V)
  焊接电压
- Travel Speed
  焊接速度
- Inductance （Pinch ）or Wave Control
  电感或电感系数
- Gas Flow
  气体流量
- ESO or CTWD
  干伸长
- Travel Angle
  焊接运行角度
- Torch Angle
  焊枪角度

熔化极气体保护电弧焊工艺参数

Welding Current 焊接电流

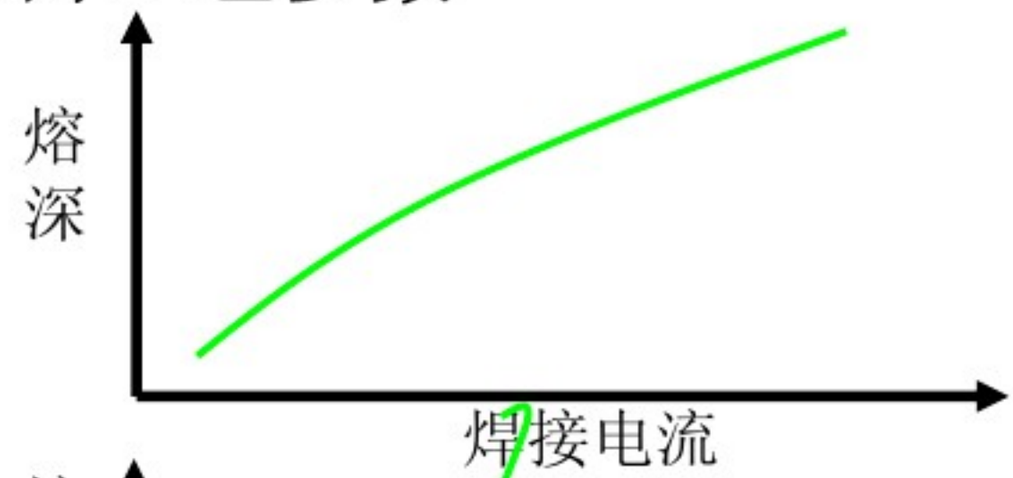
- Welding Current: Suitable current for wire. Excessive current cause welding pool boiling and form bad beam. Insufficient current cause the bad focus arc, hard initiation ,big spatter, small penetration and bad beam performance.

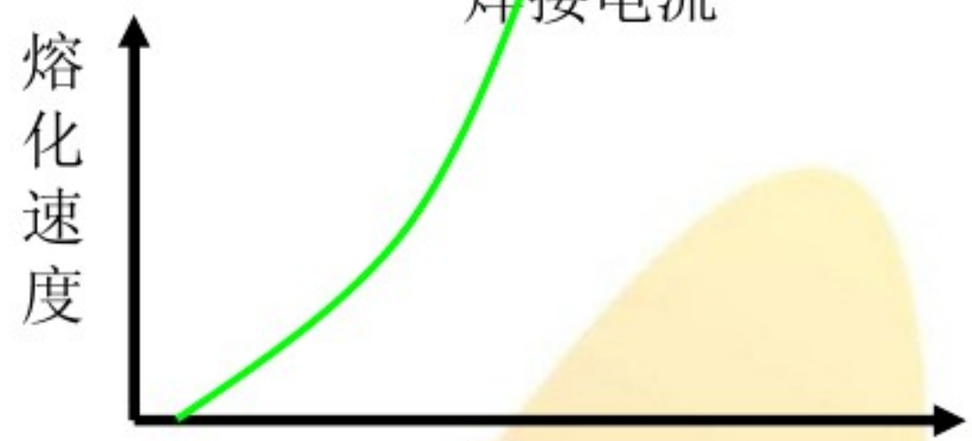
焊接电流：必须在焊丝许用电流范围之内。电流过大将引起溶池翻腾和焊缝成形恶化。电流过小能量集中性变差，引弧困难，飞溅变大，溶深浅，焊缝成形不好。

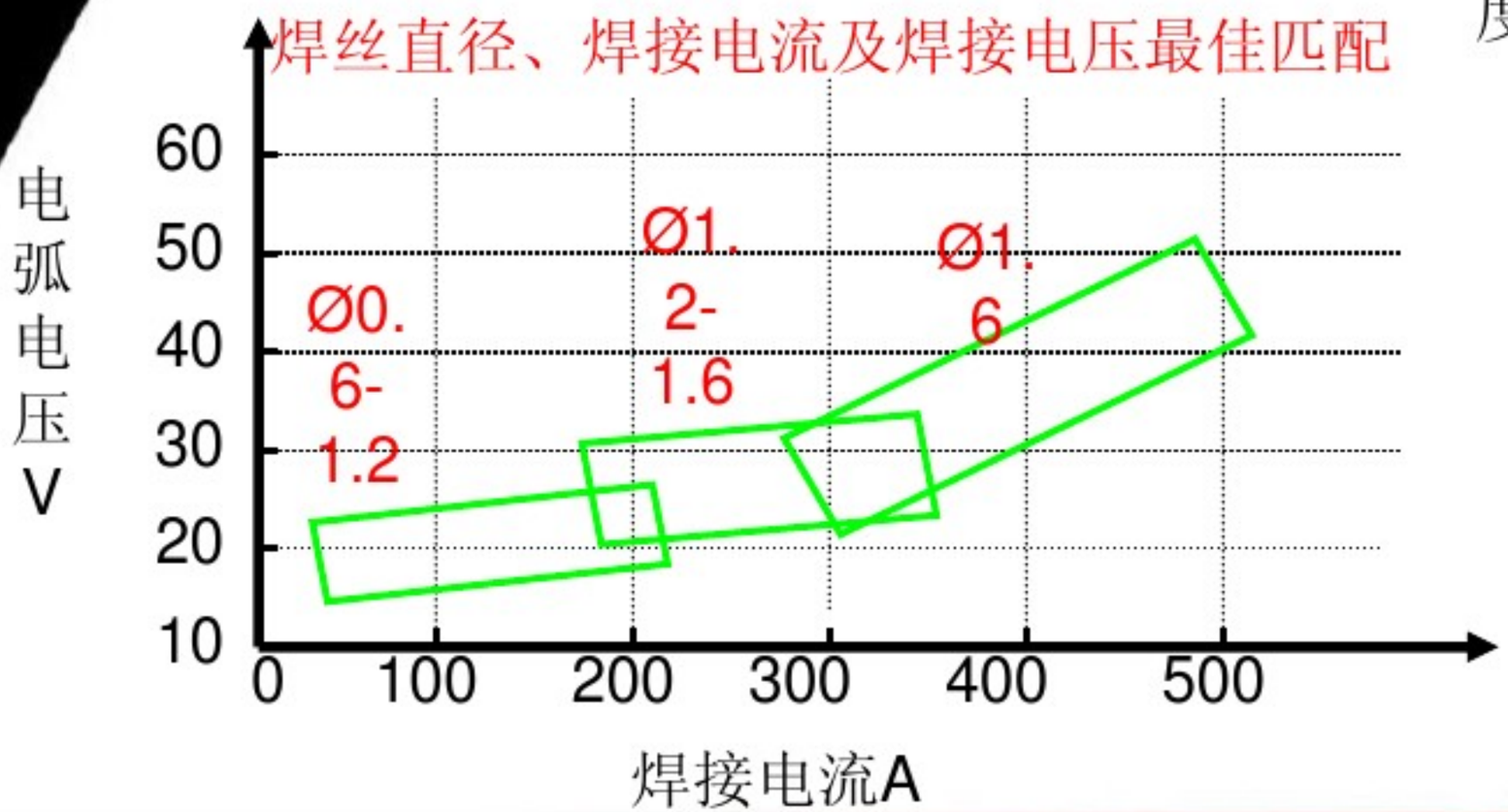
熔化极气体保护电弧焊工艺参数

Welding Current 焊接电流

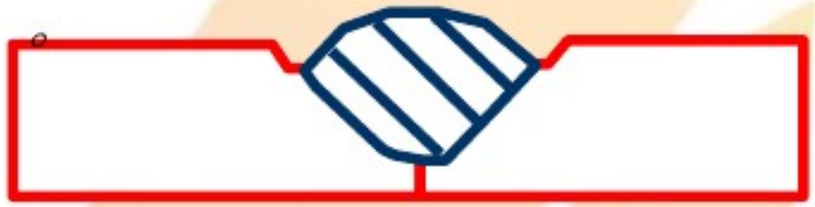
*** 焊接电流影响着焊接电弧的稳定性、焊缝熔化深度和焊丝的熔化速度**







电流低,熔深就浅,焊道也窄。

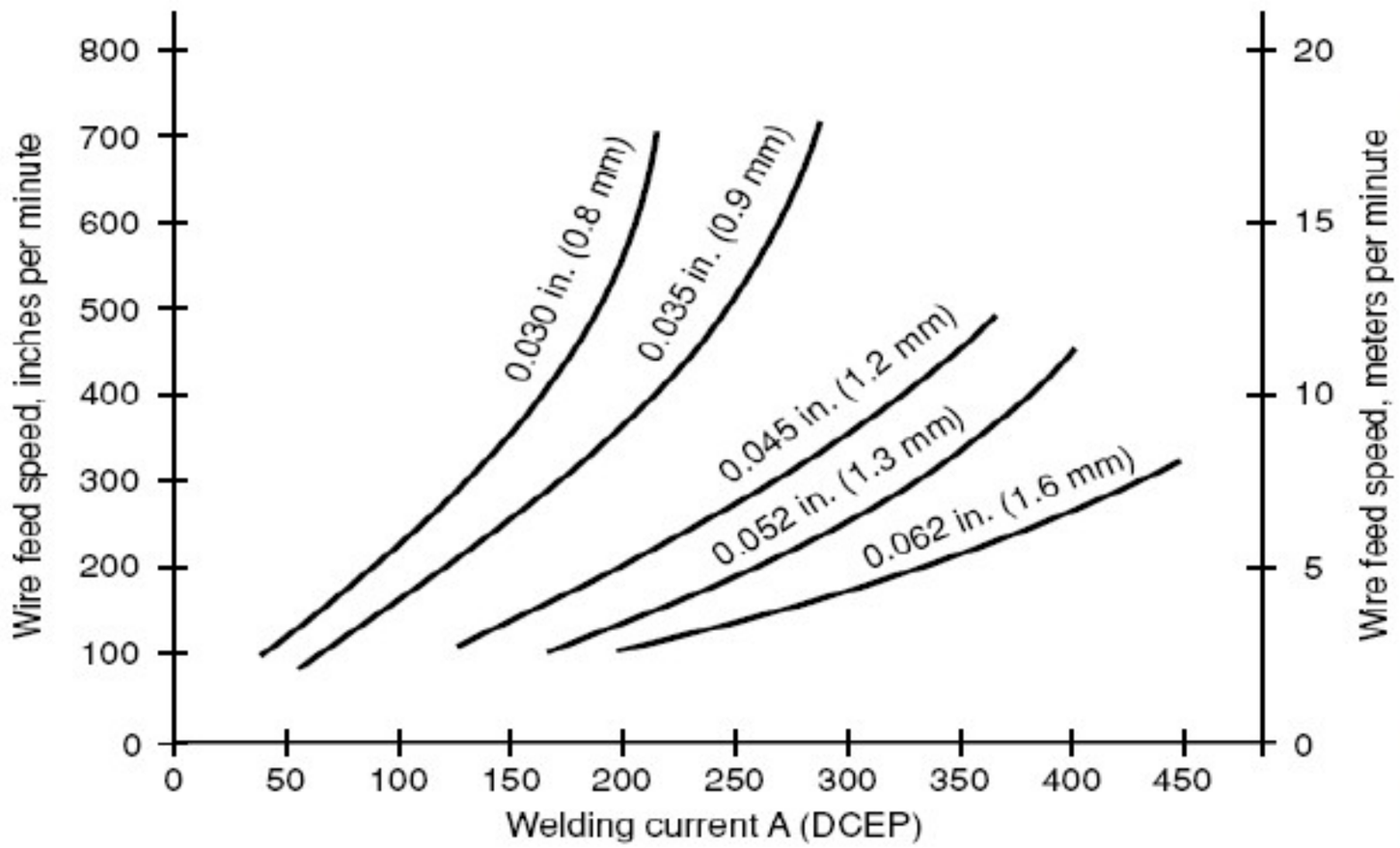


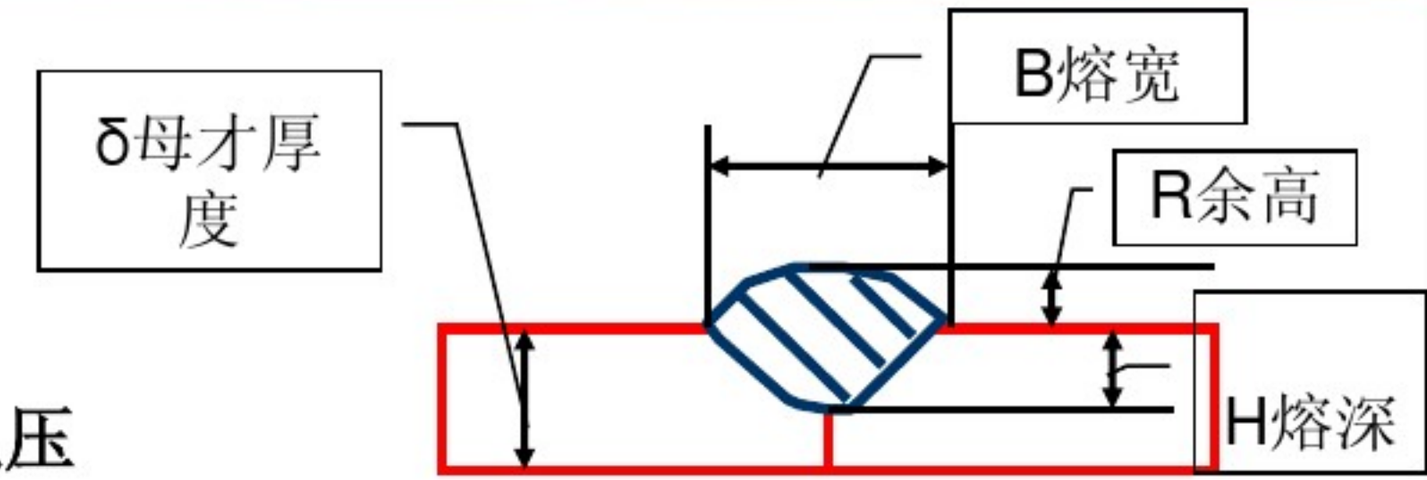
电流高,就容易出现咬边,堆高也高,飞溅也多。

熔化极气体保护电弧焊工艺参数

Welding Current and Wire Feed Speed
焊接电流 和 送丝速度

FIGURE 43: Welding Current vs WFS for Carbon Steel and Low Alloy Electrodes at a Fixed Stickout

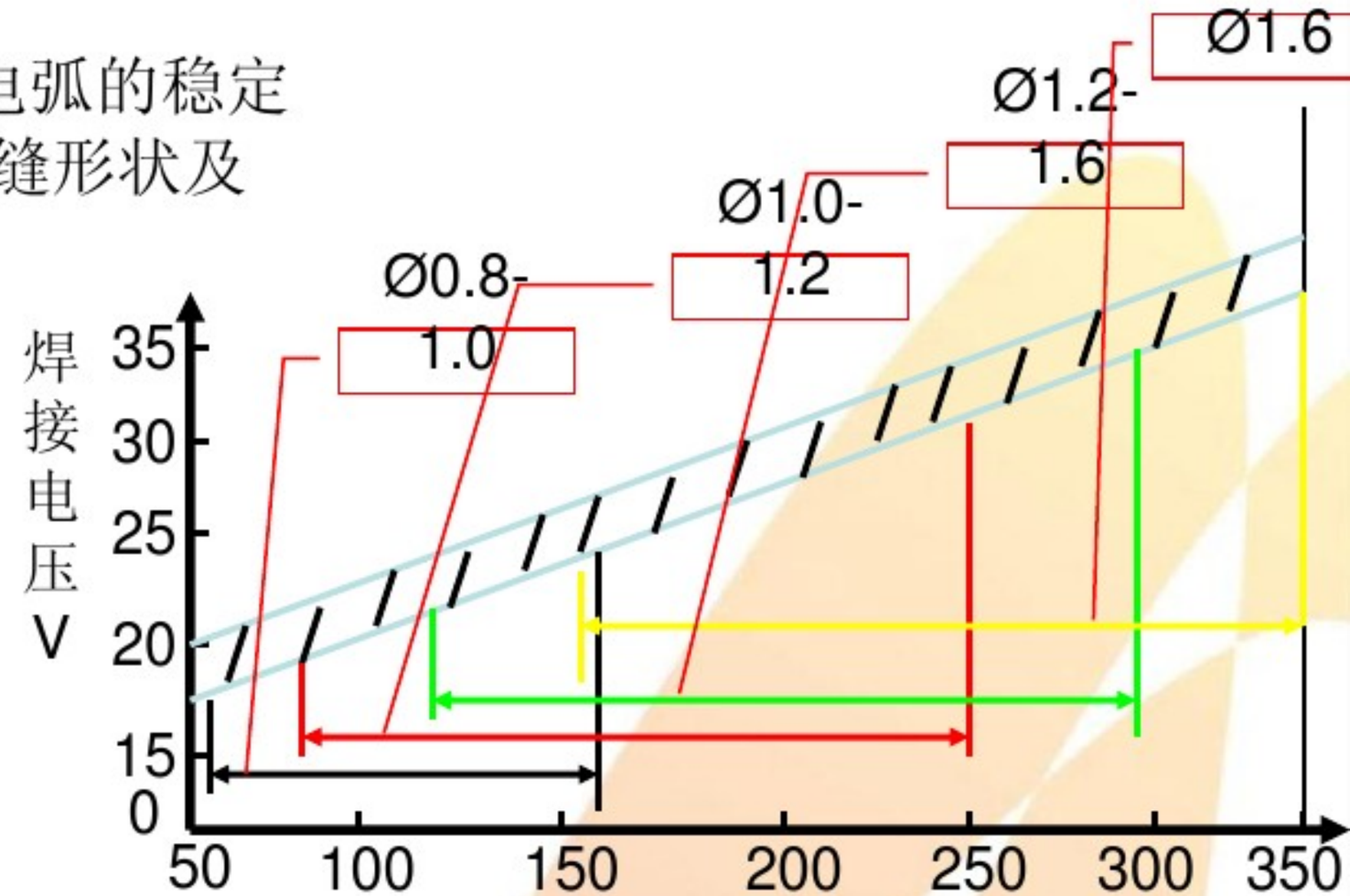




Welding Voltage 电弧电压

* 焊接电压影响着焊接电弧的稳定性、熔滴过渡形式、焊缝形状及飞溅量大小

电压低，焊道就窄，飞溅多；电压高，焊道就宽

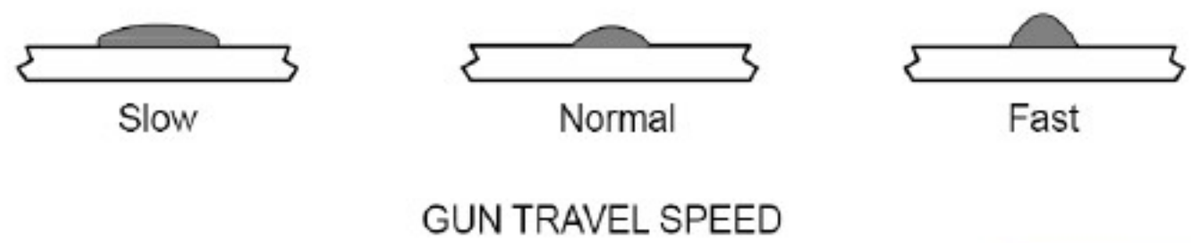


不同焊丝直径最佳电弧电压关系

熔化极气体保护电弧焊工艺参数

焊接速度

* 当其他焊接参数稳定不变时，焊接速度增加会使焊缝的熔深、熔宽和余高均减小，影响焊缝的成形。



**速度快,熔深就浅,容易出现咬边，因为过快的焊速使填充金属来不及填满边缘被熔化处；

**速度慢,熔深就深,熔池中的液态金属会溢出，流到电弧移动的前面，当电弧走到此处，电弧便在液态金属面燃烧，容易出现焊瘤等焊缝熔合不良,易形成未焊透缺陷

为了有效提高生产效率，需焊速与焊接电流、电弧电压、焊丝直径等参数协调配合使用

熔化极气体保护电弧焊工艺参数

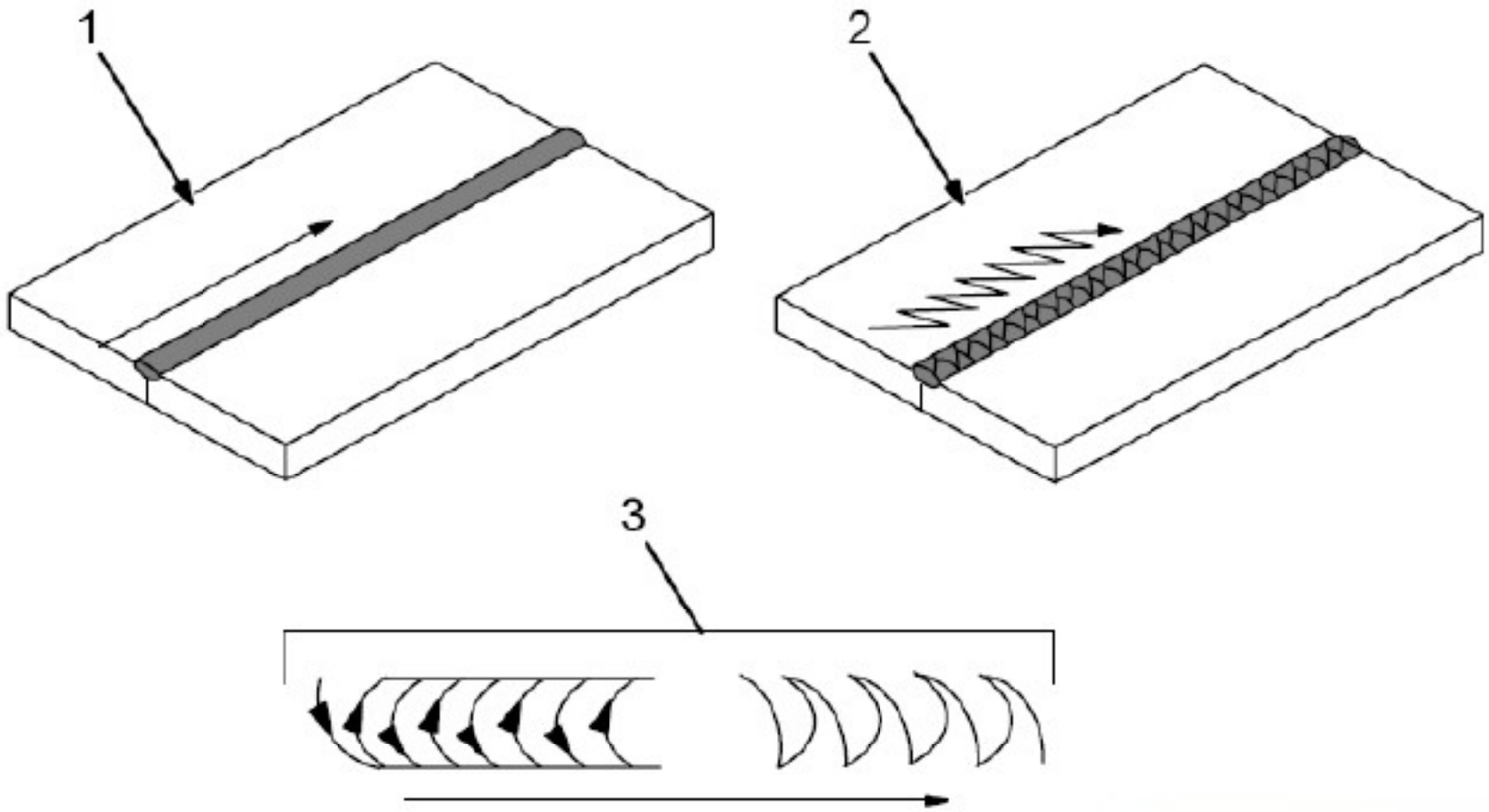
Travel Speed 焊接速度

1 Stringer Bead – Steady Movement Along Seam

2 Weave Bead – Side To Side Movement Along Seam

3 Weave Patterns

Use weave patterns to cover a wide area in one pass of the electrode.



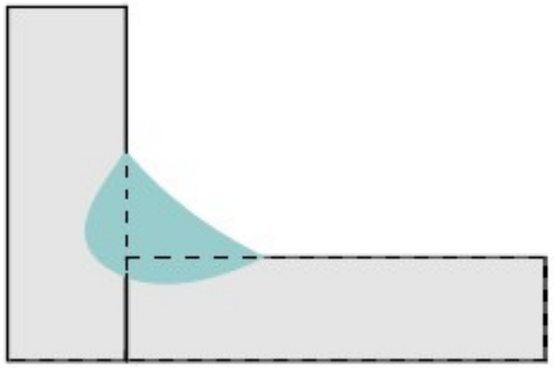
熔化极气体保护电弧焊工艺参数

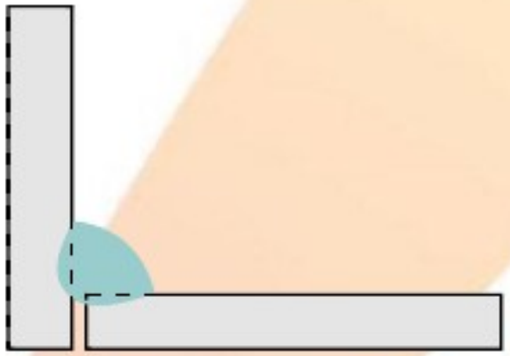
Inductance (Pinch) 回路电感

Max. Inductance 大电感 vs Min. Inductance 小电感 (Min. Pinch) Max. Pinch

- Heavier Sections较厚的母材
- Deeper Penetration较深的熔深
- More Fluid Pool熔池流动性大
- Flatter Weld Bead 焊道较平
- Reduce Spatter 飞溅少
- Stainless Steels 不锈钢焊接

- Use Only for Arc Stability On Open Gaps 在焊道有间隙时保持电弧稳定
- Convex Weld Bead 焊道微凸
- Increased Spatter飞溅较多
- Colder Arc 电弧较冷
- Improved Pool Control熔池易控制





熔化极气体保护电弧焊工艺参数

Gas Flow 气体流量

* 气体流量过低时保护气罩挺度不够会有空气倾入，影响保护效果如果严重的话会产生气孔

* 当气体流量过大时，会有紊流产生，破环保护作用，更易产生气孔，增加氧化性，加大焊接飞溅，焊缝表面无光泽。

气体流量的适当值为15～18L/min左右。
7L/min以下,或25L/min以上的话,会导致气孔及凹坑。另外直接受到电扇的风的话,气体会被刮跑,请注意一下。

熔化极气体保护电弧焊工艺参数

Stickout 干伸长度

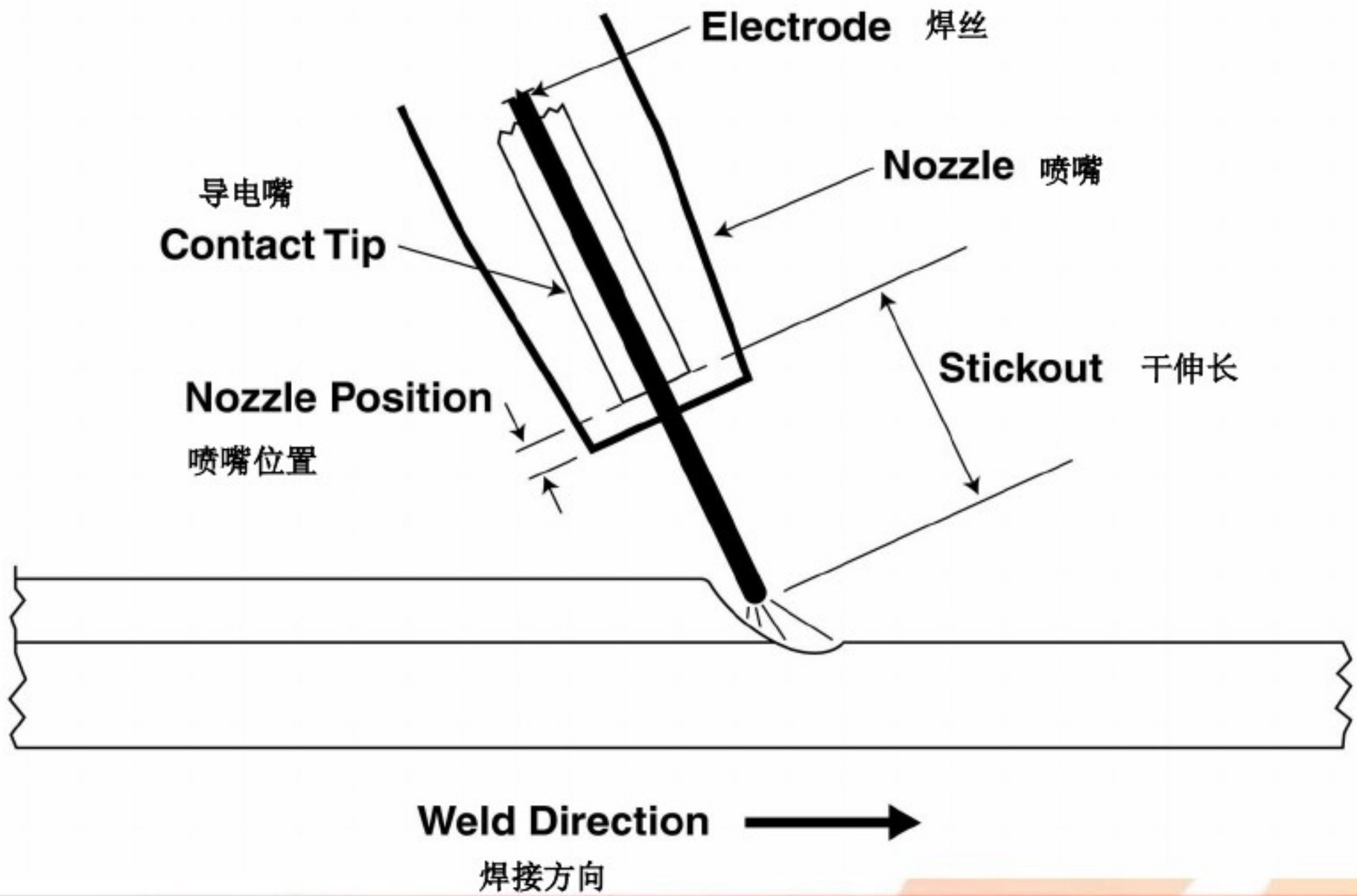
干伸长度也称为焊丝伸出长度，也是焊接时焊丝参与导电的一段，这一段也即将熔入到电弧当中，是被焊丝本身的电阻热先预热的，这样使焊丝熔化速度加快。

干伸长度长,焊丝电阻热剧增，过热而熔化过快并熔断，会导致电弧不稳定和严重飞溅；电流就比设定值低起来,结果熔透能力下降,焊接瞄准位置也不稳定，易产生焊缝成型不良，另外还会使气体保护作用减弱产生气孔

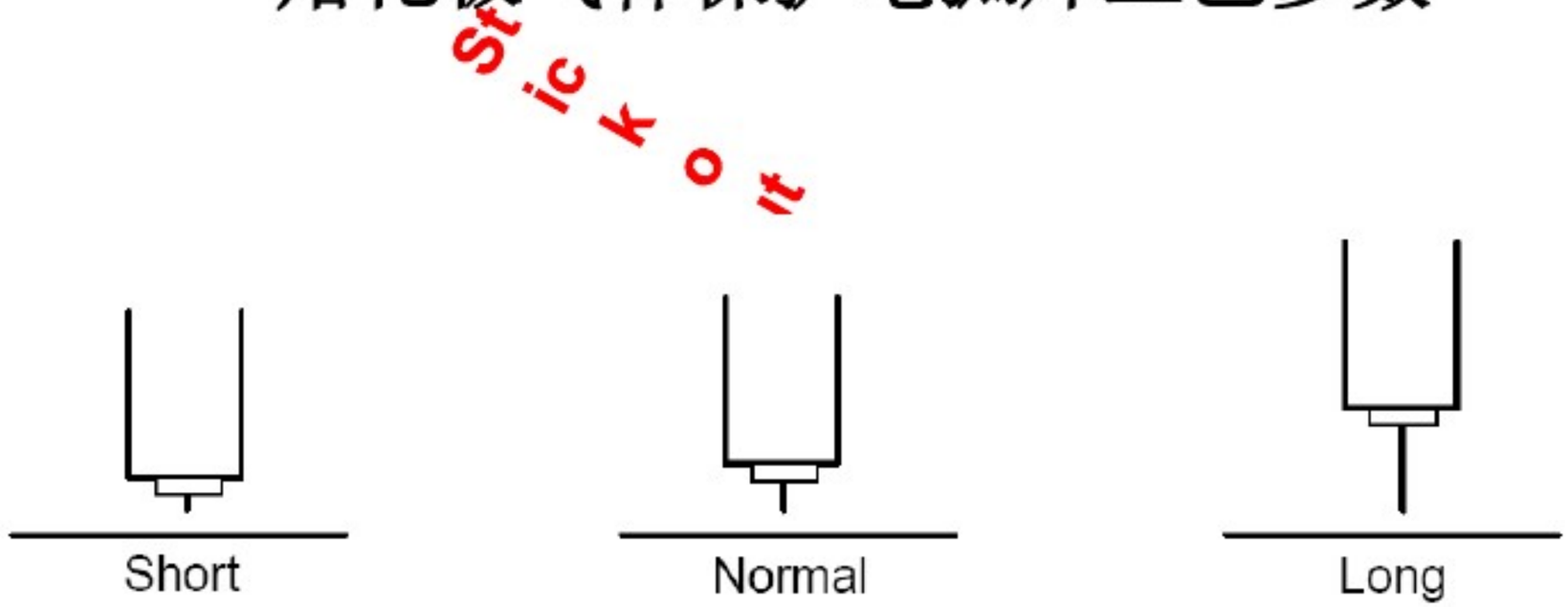
长度过短,电流就比设定值高起来,喷嘴高度过低，飞溅容易附在喷嘴上，使气体保护作用减弱。

比较适合的干伸长度为10－15mm

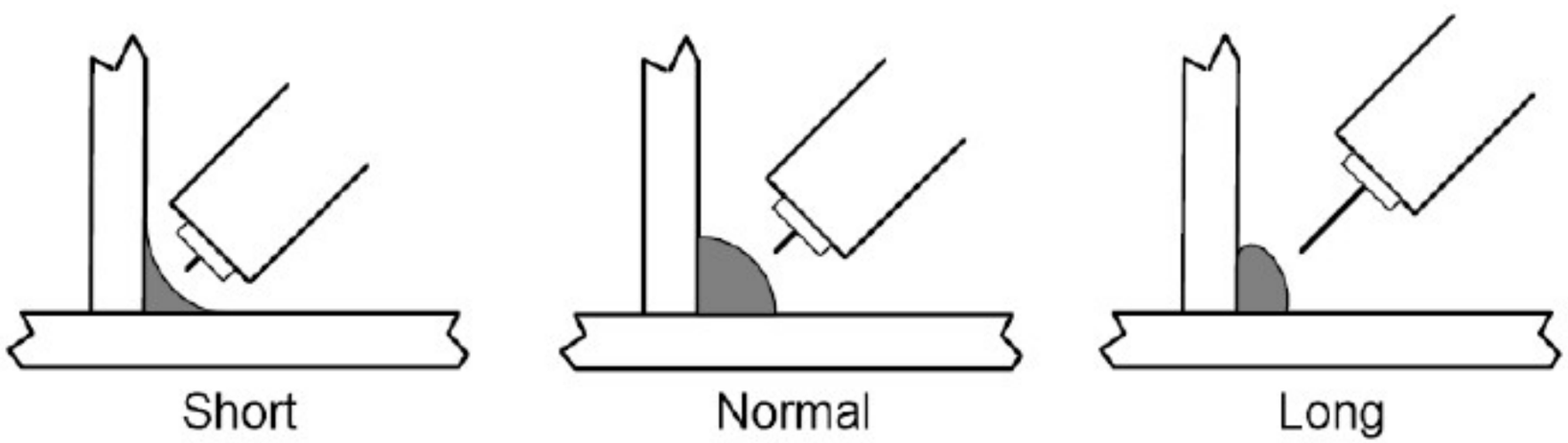
熔化极气体保护电弧焊工艺参数



熔化极气体保护电弧焊工艺参数



ELECTRODE EXTENSIONS (STICKOUT)

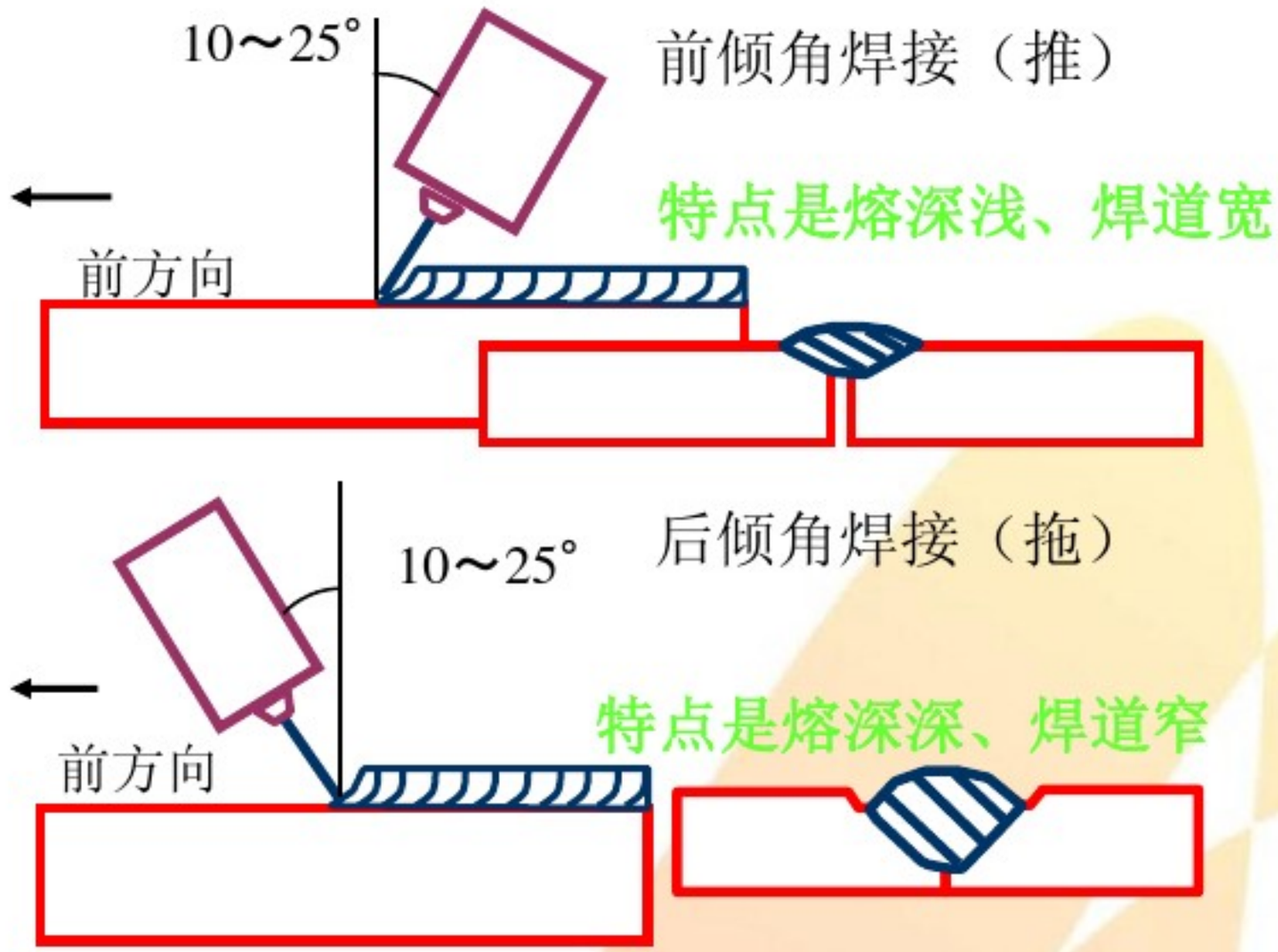


FILLET WELD ELECTRODE EXTENSIONS (STICKOUT)

熔化极气体保护电弧焊工艺参数

Travel Angle
焊枪运行角

板厚度同一的话,基本上为10－25°，把焊枪立得太直或太倒的话，就不发生熔深。



LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

- Constant Voltage (CV) Power Source
  恒压电源
- Constant Speed Wire Feeder
  等速送丝机
- Control System
  控制系统
- Gun and Cables
  枪及电缆
- Shielding Gas Kit and Gas Cylinder
  气体组件及气瓶

机器人焊接模式

普通的气保焊接模式

- **CV** （恒压模式）
- **pulse(** 脉冲焊接模式）

波形控制技术下的焊接模式

- **Power Mode**
  --提高电弧在低规范时的稳定性
- **Pulse-on-Pulse**
  --在铝材焊接中能形成更好的焊缝成型和清理效果
- **STT**
  --有效控制热输入，飞溅和烟尘
- **Rapid Arc**
  --提高焊接速度，减少飞溅

LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

焊接程序

Power Wave F355i

Weld Set Reference: Z041942f

Steel

Procedure	Gas Type	Mode
.030 Wire Size		
CV	CO_2	93
CV	Argon Mix	94
Pulse	Argon Mix	95
.035 Wire Size		
CV	CO_2	10
CV	Argon Mix	11
Pulse Crisp	Argon Mix	12
Pulse Soft	Argon Mix	14
Pulse RapidArc	Argon CO_2	13
.045 Wire Size		
CV	CO_2	20
CV	Argon Mix	21
Pulse Crisp	Argon Mix	22
Pulse Soft	Argon Mix	19
Pulse RapidArc	Argon CO_2	18
.052 Wire Size		
CV	CO_2	24
CV	Argon Mix	25
Pulse Crisp	Argon Mix	26
Pulse Soft	Argon Mix	28
Pulse RapidArc	Argon CO_2	27

Stainless

Procedure	Gas Type	Mode
.030 Wire Size		
CV	Argon Mix	61
CV	He Ar CO_2	63
Pulse	He Ar CO_2	64
Pulse	Argon CO_2	66
Pulse	Argon O_2	62
.035 Wire Size		
CV	Argon Mix	31
CV	He Ar CO_2	33
Pulse	He Ar CO_2	34
Pulse	Argon CO_2	36
Pulse	Argon O_2	32
.045 Wire Size		
CV	Argon Mix	41
CV	He Ar CO_2	43
Pulse	He Ar CO_2	44
Pulse	Argon CO_2	46
Pulse	Argon O_2	42

Nickel Alloy

Procedure	Gas Type	Mode
.035 Wire Size		
Pulse	Ar He	170
.045 Wire Size		
Pulse	Ar He	175

Silicon Bronze

Procedure	Gas Type	Mode
.035 Wire Size		
Pulse	Argon	192

Aluminum 4043

Procedure	Gas Type	Mode
.035 Wire Size		
CV	Argon	148
Pulse	Argon	149
Pulse on Pulse	Argon	98
3/64 Wire Size		
CV	Argon	71
Pulse	Argon	72
Pulse on Pulse	Argon	99
1/16 Wire Size		
CV	Argon	73
Pulse	Argon	74
Pulse on Pulse	Argon	100

Metal Core

Procedure	Gas Type	Mode
.045 Wire Size		
CV	Argon CO_2	81
Pulse	Argon CO_2	82
Pulse RapidArc	Argon CO_2	87
.052 Wire Size		
CV	Argon CO_2	83
Pulse	Argon CO_2	84
Pulse RapidArc	Argon CO_2	88
1/16 Wire Size		
Pulse RapidArc	Argon CO_2	89

Aluminum 5356

Procedure	Gas Type	Mode
.035 Wire Size		
CV	Argon	151
Pulse	Argon	152
Pulse on Pulse	Argon	101
3/64 Wire Size		
CV	Argon	75
Pulse	Argon	76
Pulse on Pulse	Argon	102
1/16 Wire Size		
CV	Argon	77
Pulse	Argon	78
Pulse on Pulse	Argon	103

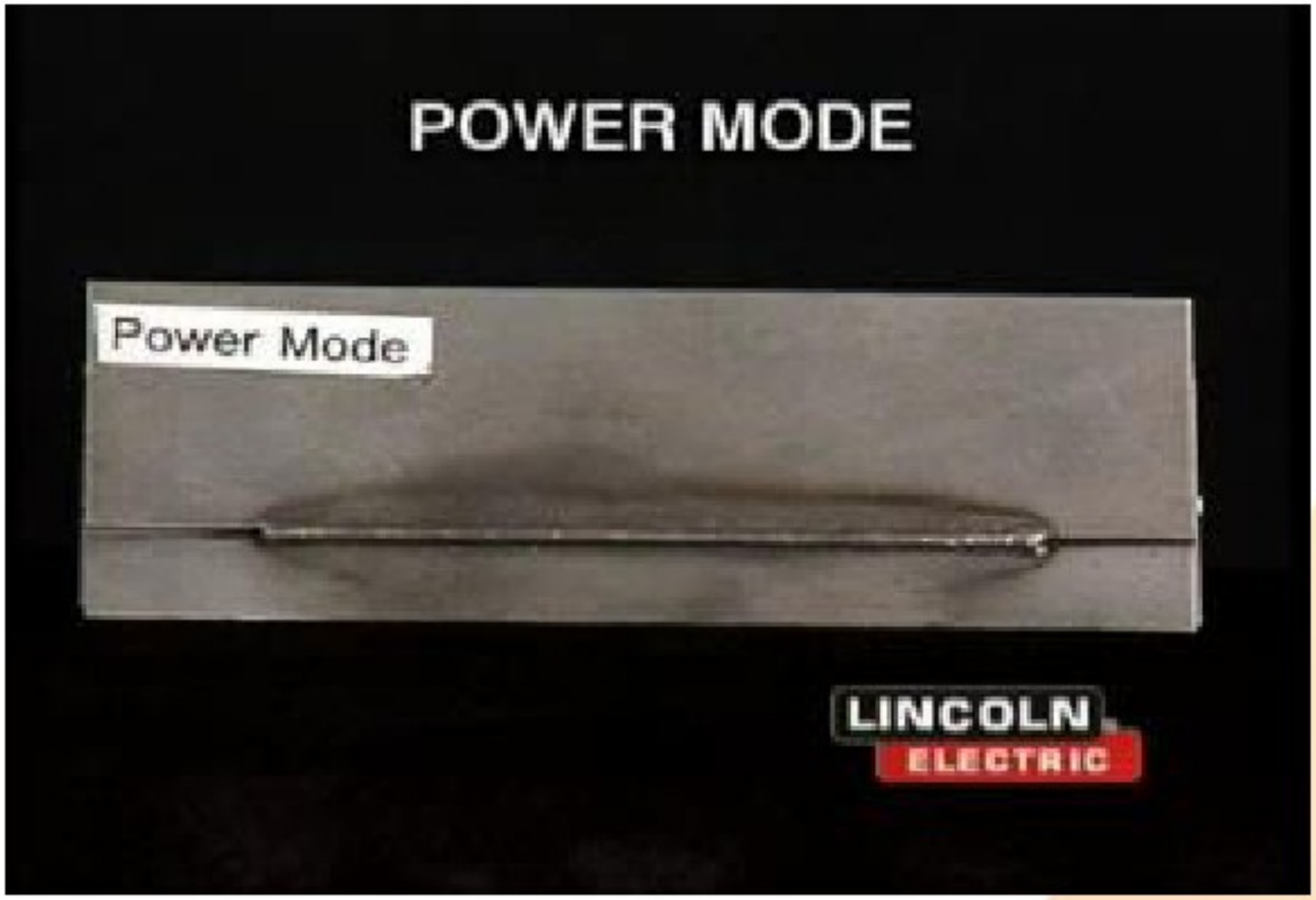
General

Wire Welding (Non Synergic)		
CV MIG		5
FCAW-SS	Self Shielded	6
Power mode		40

LINCOLN® ELECTRIC

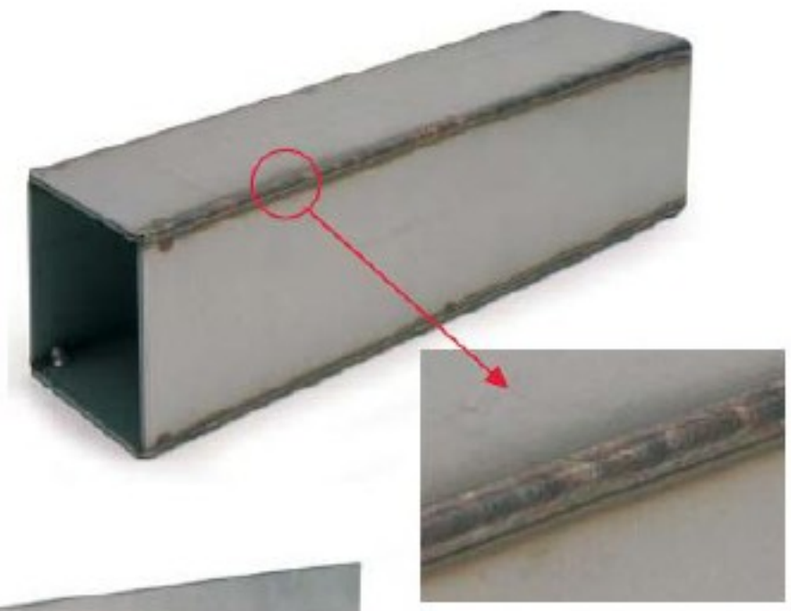
THE WELDING EXPERTS

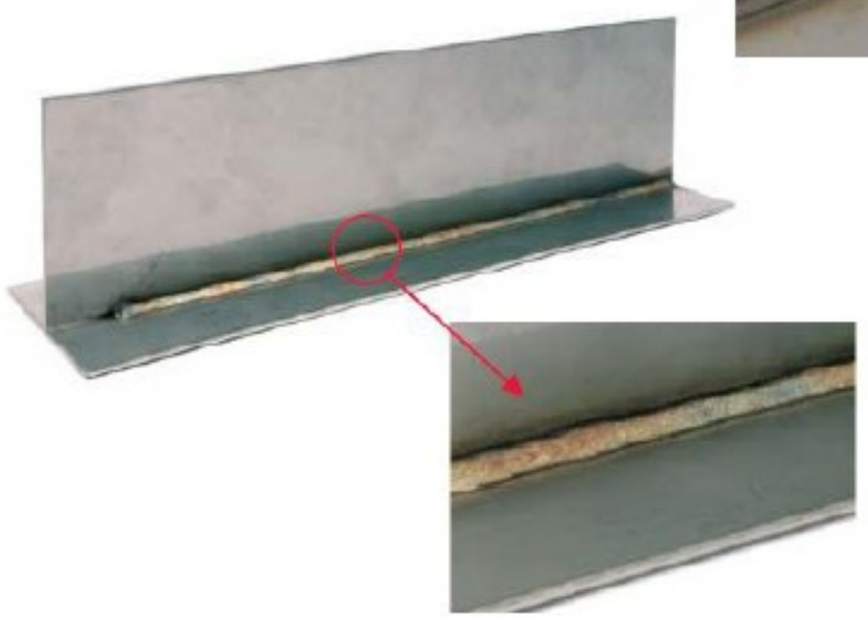
Power Mode ™



video

Power Mode

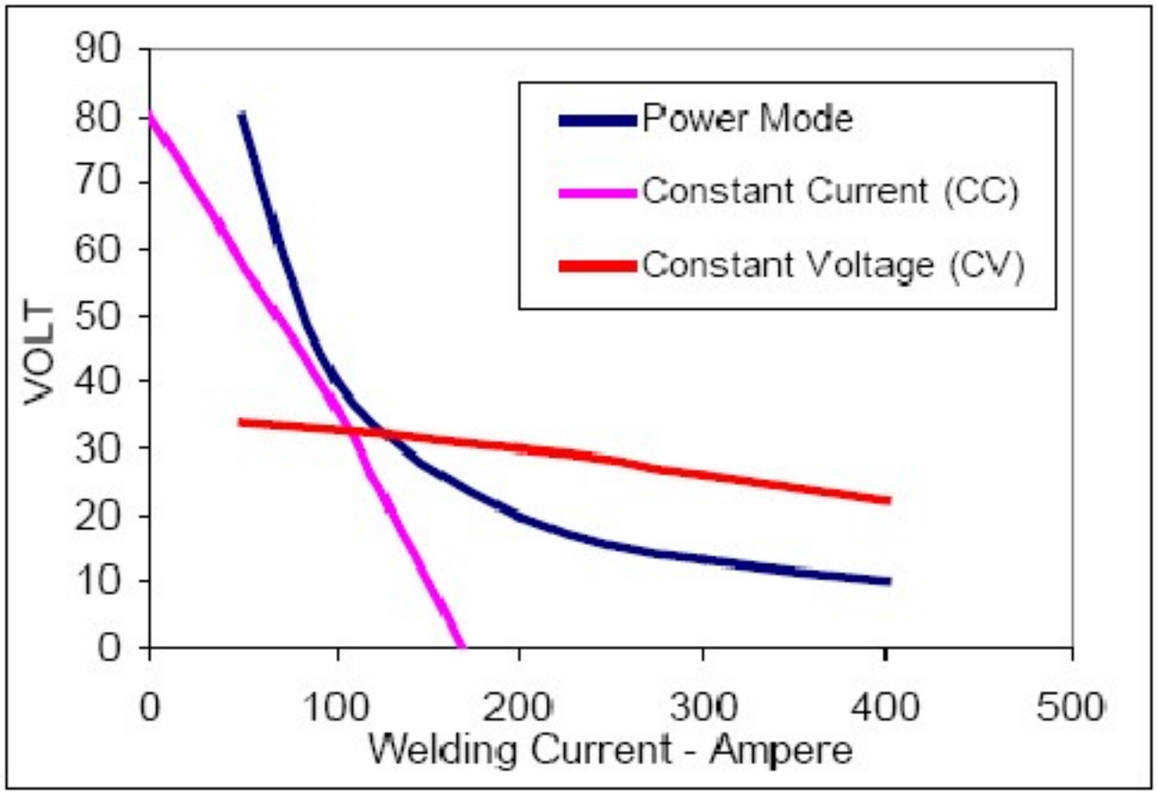




- 一种新的GMAW焊接工艺
- 结合了波形控制技术和传统的“下降特性”的优点
- 具有稳定的电弧和熔深（弧长稳定）

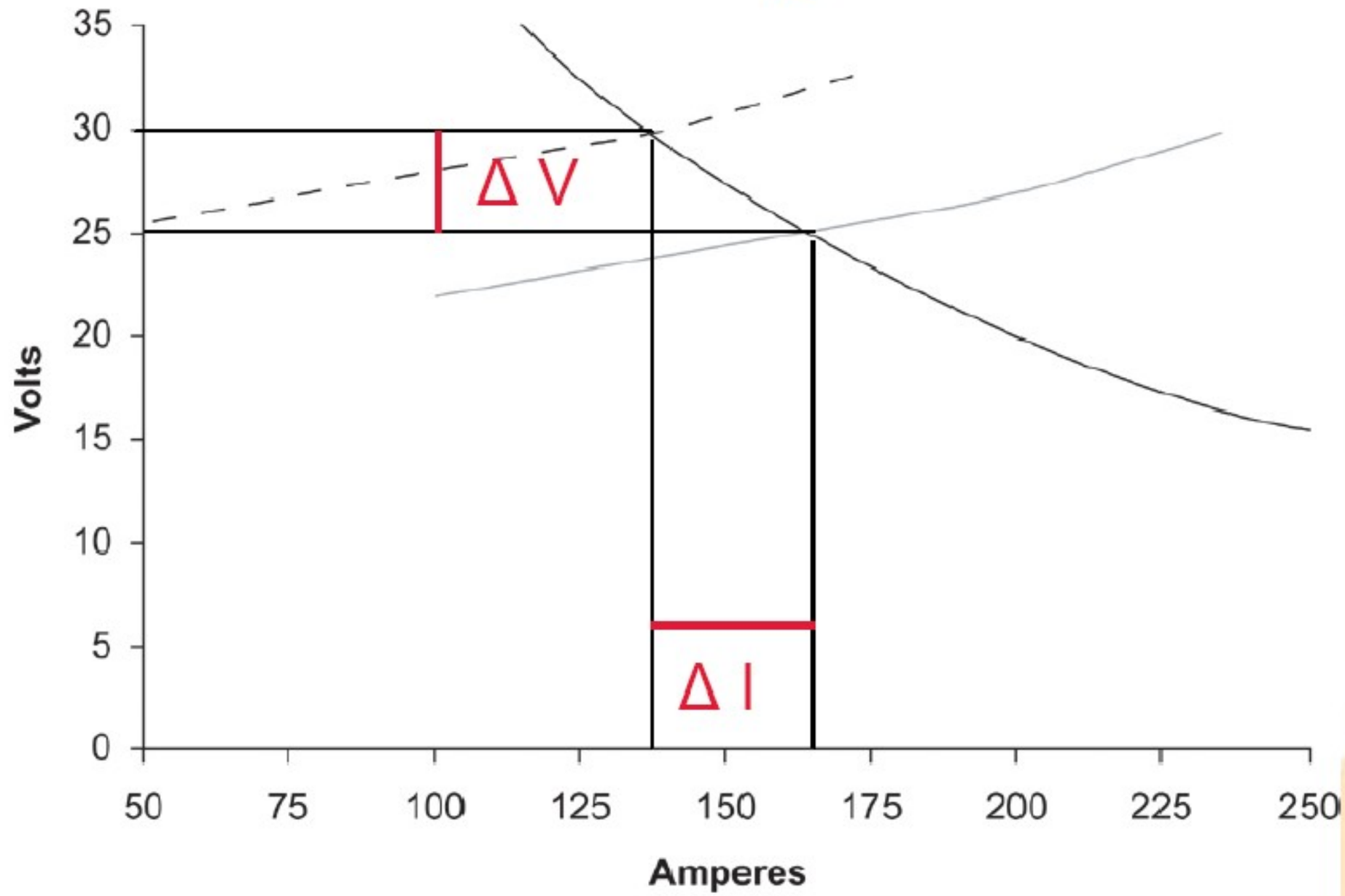
Power Mode™---优势

- 电弧在小电流时的稳定确保熔滴在最佳条件下短路过渡。
- 略微下降的输出特性，优化焊接电弧
- 极佳的起弧特性
- 预设电弧能量
- 电源对熔滴过渡反应更快。

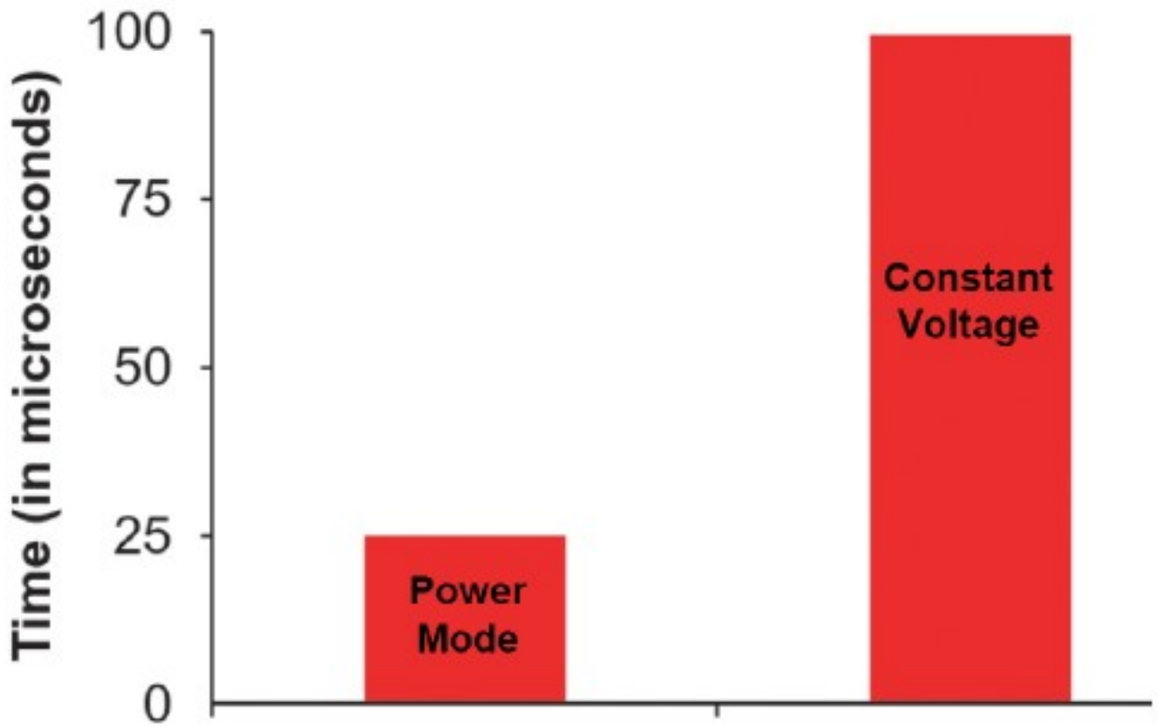


- Power Mode在小规范时，其输出特性类似CC，在大规范时，类似CV.
- 使用能量（I x U=W）来控制弧长

Power Mod


35
30
25
20
15
10
5
0
Volts
ΔV
ΔI
50
75
100
125
150
175
200
225
250
Amperes

Power Mode



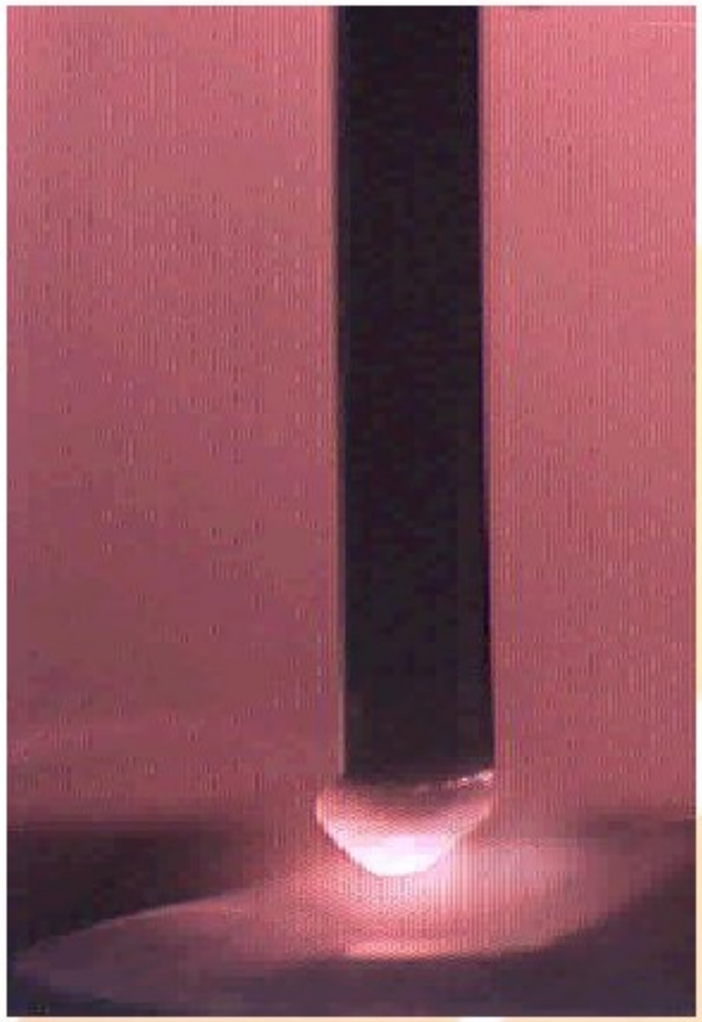
Power Mode 对电弧弧长的变化的反应速度4 倍于传统的CC或CV电源。而更快的反应，意味着电弧的控制更加精确。

S T T

-Surface Tension Transfer

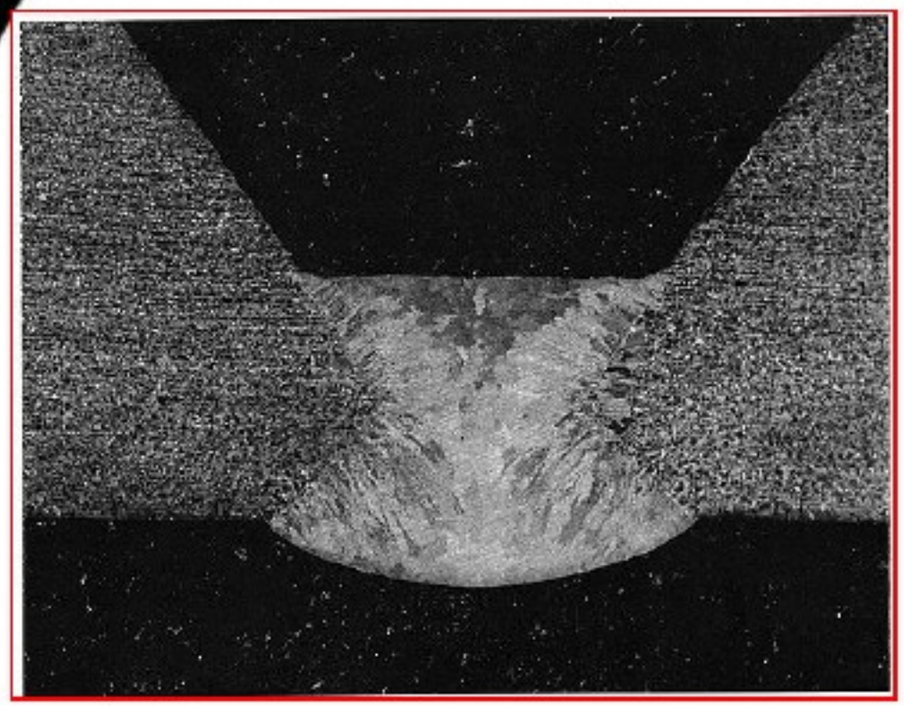
STT（表面张力过渡）是一个受控的GMAW 短路过渡工艺，通过**调节电流**控制热输入，而**不影响送丝速度**，从而获得优良的电弧性能、良好的熔深、低热量输入控制，并且减少飞溅和烟雾。非常适合薄板的焊接，而且焊接速度快、焊接质量好。

Surface Tension Transfer ™ (STT ®)



video

STT



- S.T.T. = Surface Tension Transfer 表面张力过渡
- 通过控制电流完成的短路过渡
- 有别于传统的 CC 和 CV
- 在整个焊接过程中电流得到精确的控制
- 电流的大小是基于电弧对热量的瞬间要求

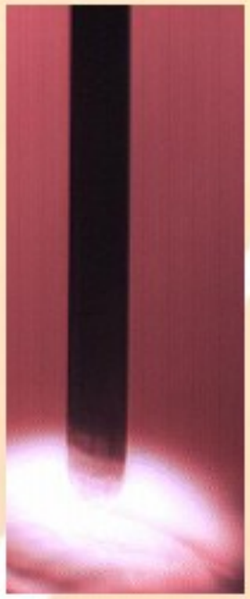
LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

STT的优势

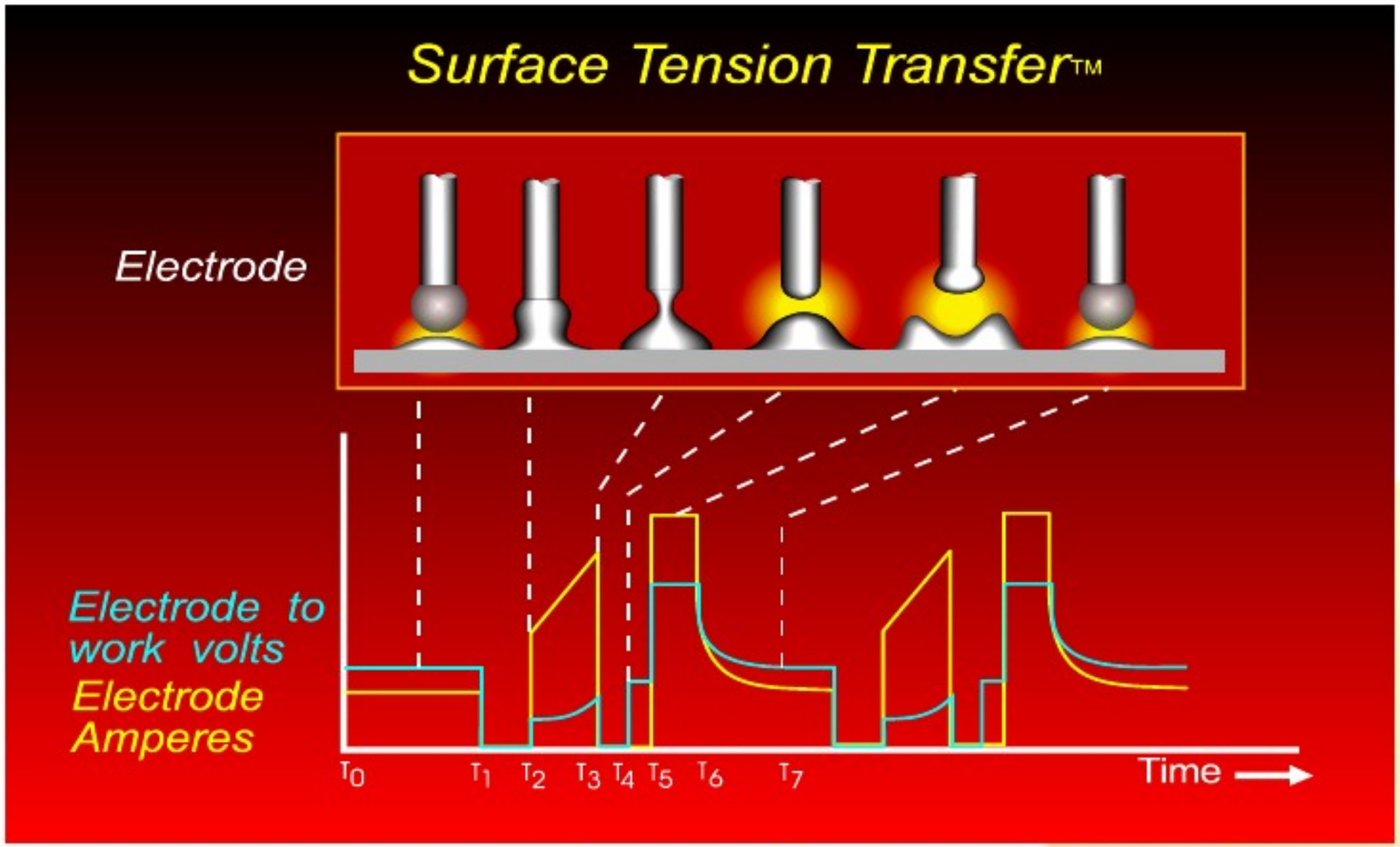
- 精确控制的热输入
- 飞溅较少/几乎没有
- 焊接烟尘较少
- 全位置焊接
- 焊接保护气低成本化（高含量或纯CO_2）
- 焊接质量极佳
- 对坡口装配精度要求不高

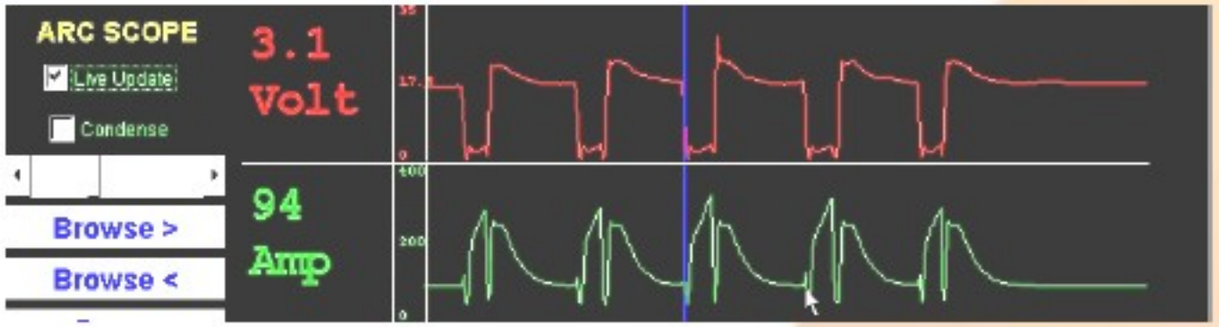




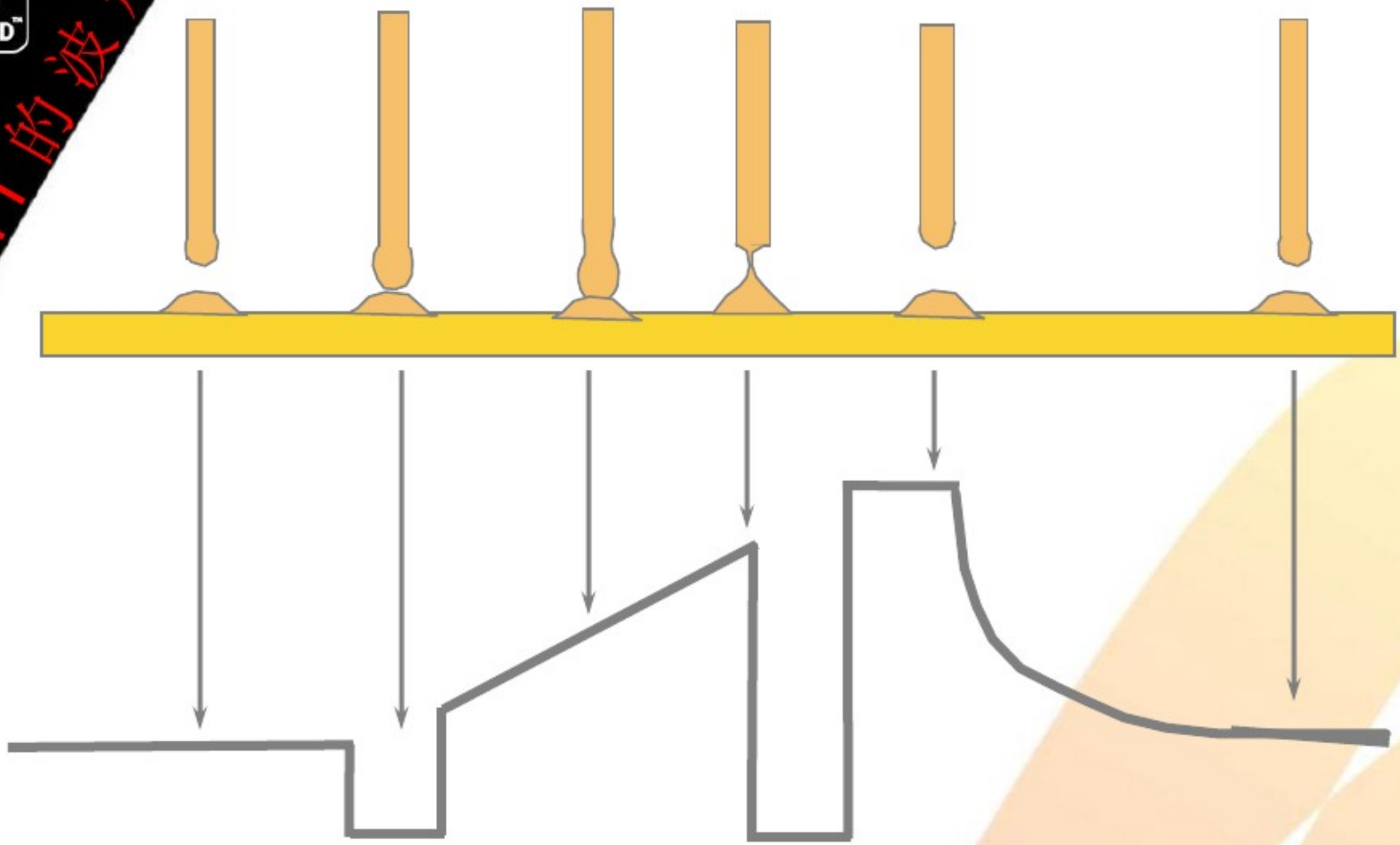


LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™





STT的波形



STT 在汽车行业中的典型规范

母材厚度	.030”（.75mm)--- .250”（6.25mm)
焊接接头	坡口焊—搭接焊—角焊
焊接位置	平焊-横焊 –立向下焊
焊丝直径	.035(1.0mm)---.045(1.2mm)---.052(1.4mm)
焊丝类型	L-50---L-56
气体	100% CO2---75-25---74-24-2
焊接速度	最快可达 80”(2000mm)/min.
飞溅	最少化

Rapid Arc

RapidArc™— 高速气保护焊接技术

使用该工艺，最高实际焊接速度可达2m/min(80IPM)，与传统的脉冲MIG焊相比，提高了25%的生产效率,但保护气体成本相对较高，要使用90%以上的氩气。

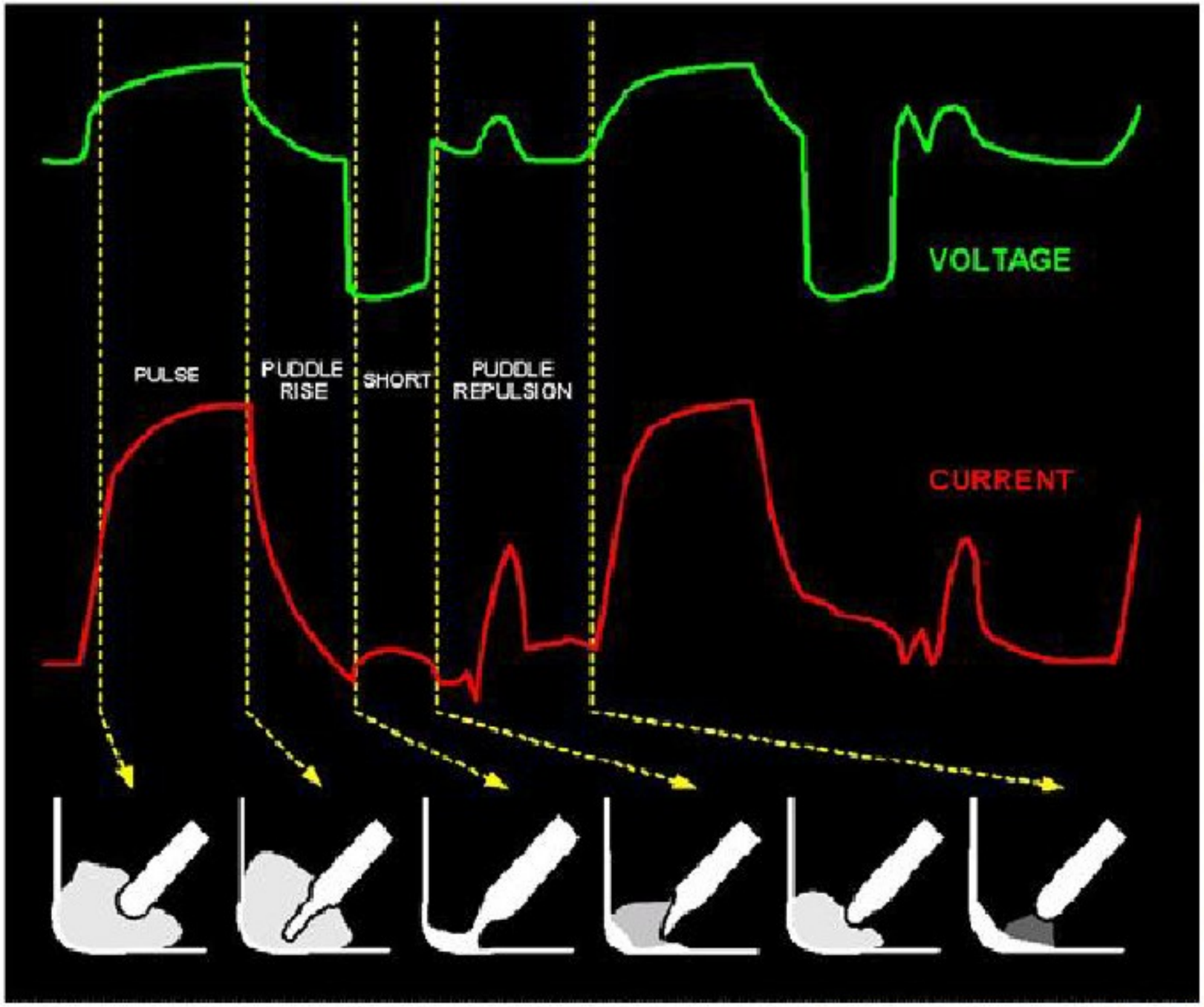
- Rapid Arc 是在波形控制基础上将传统脉冲和短路过渡的独特结合。
- 在较低的焊接电压下仍能保持稳定的电弧和较低的飞溅以及焊道成型。
- 适合薄板高速焊接—2mm板平位置搭接，速度可达**2M/分钟**。

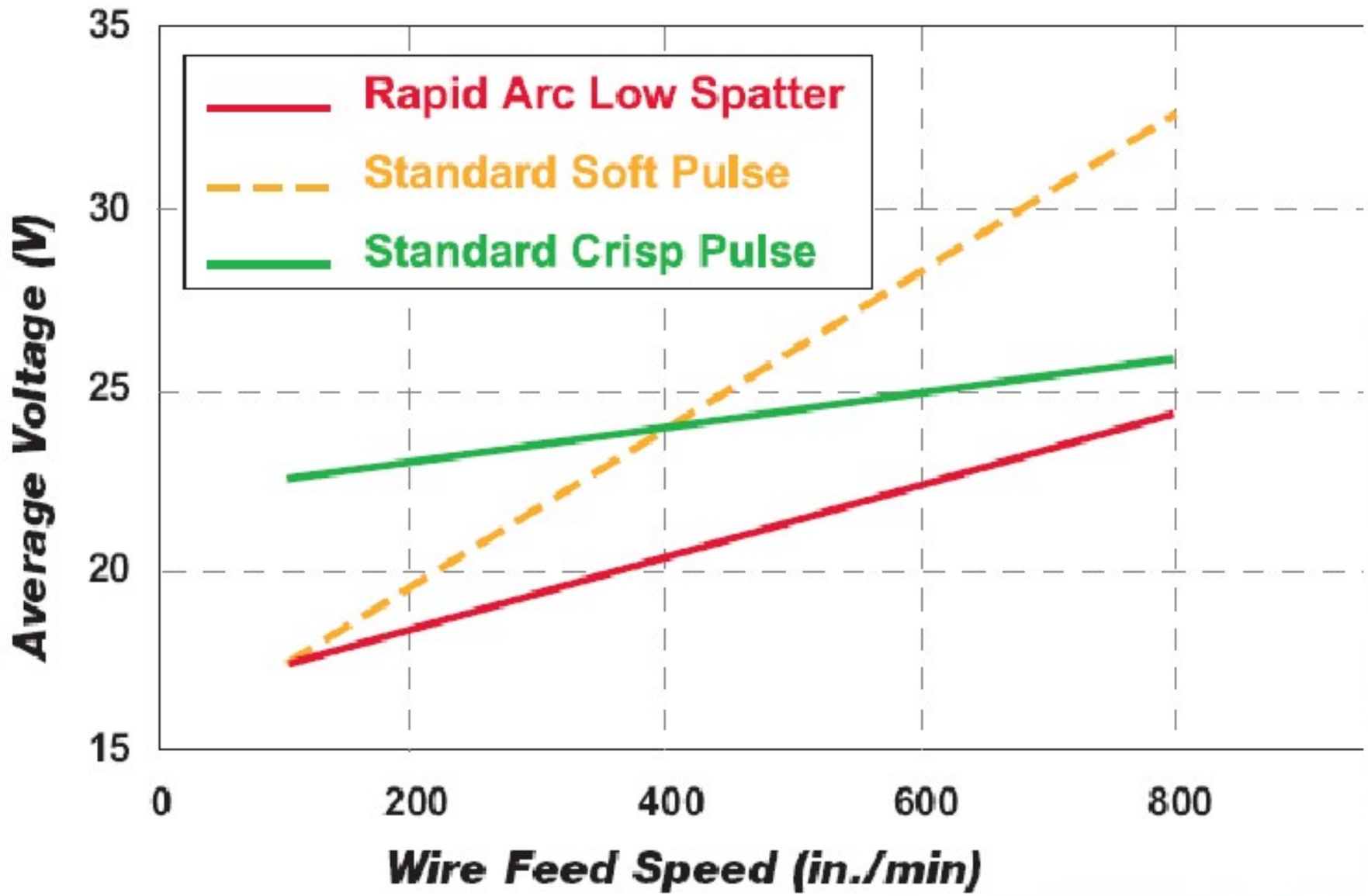
Rapid Arc™---优势

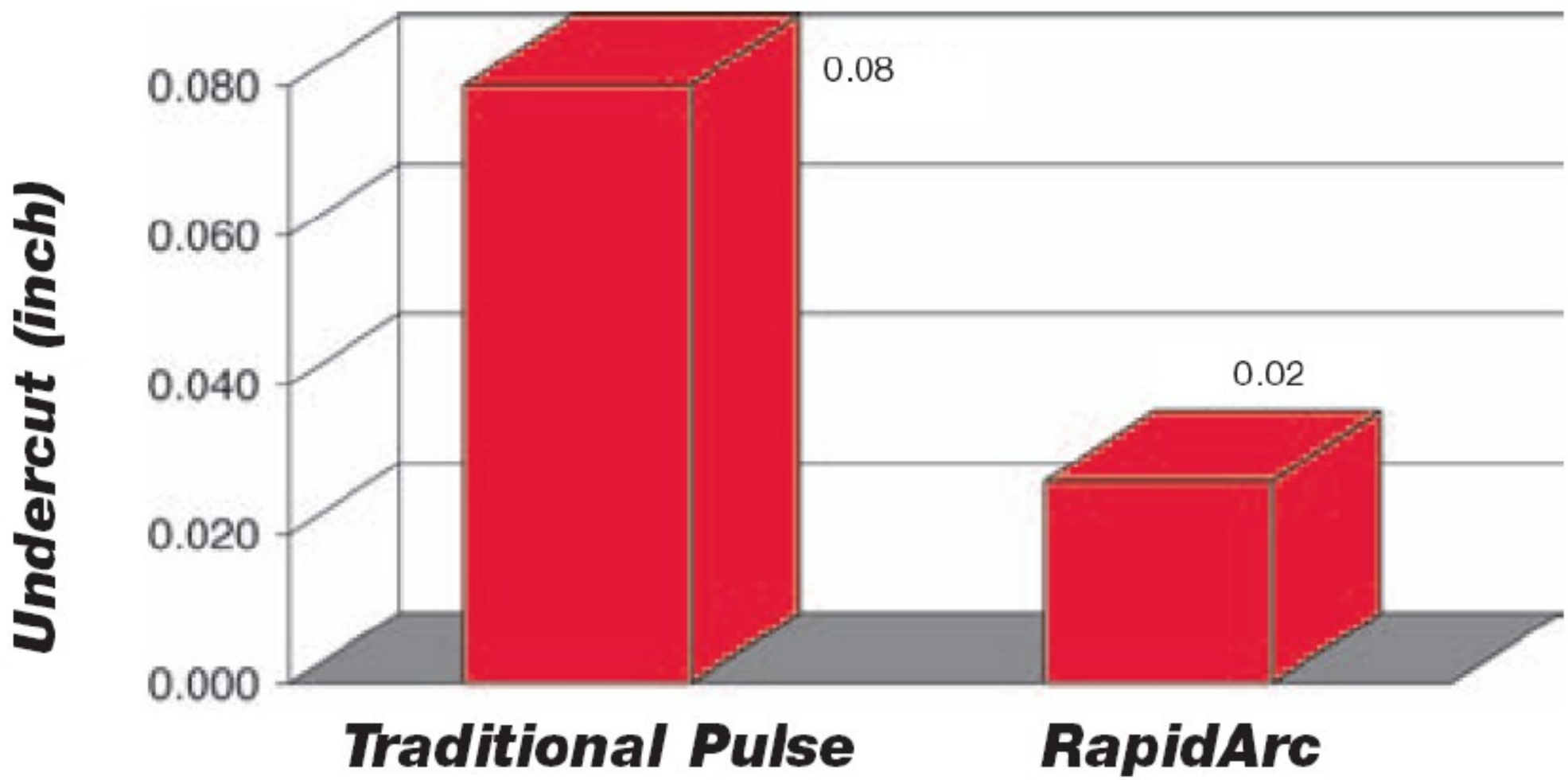
- 高速焊接---在较低的焊接电压下具有稳定的电弧，确保焊接速度得到提高。**比传统脉冲平均快20-25%**。
- 较少的飞溅---确保焊后减少清理工作量
- 全位置焊接---短路和脉冲的有机结合使全位置焊接成为可能。
- 较低的热输入---减少在薄板焊接时的“焊穿”现象
- 适用1.5→4mm薄板的焊接。

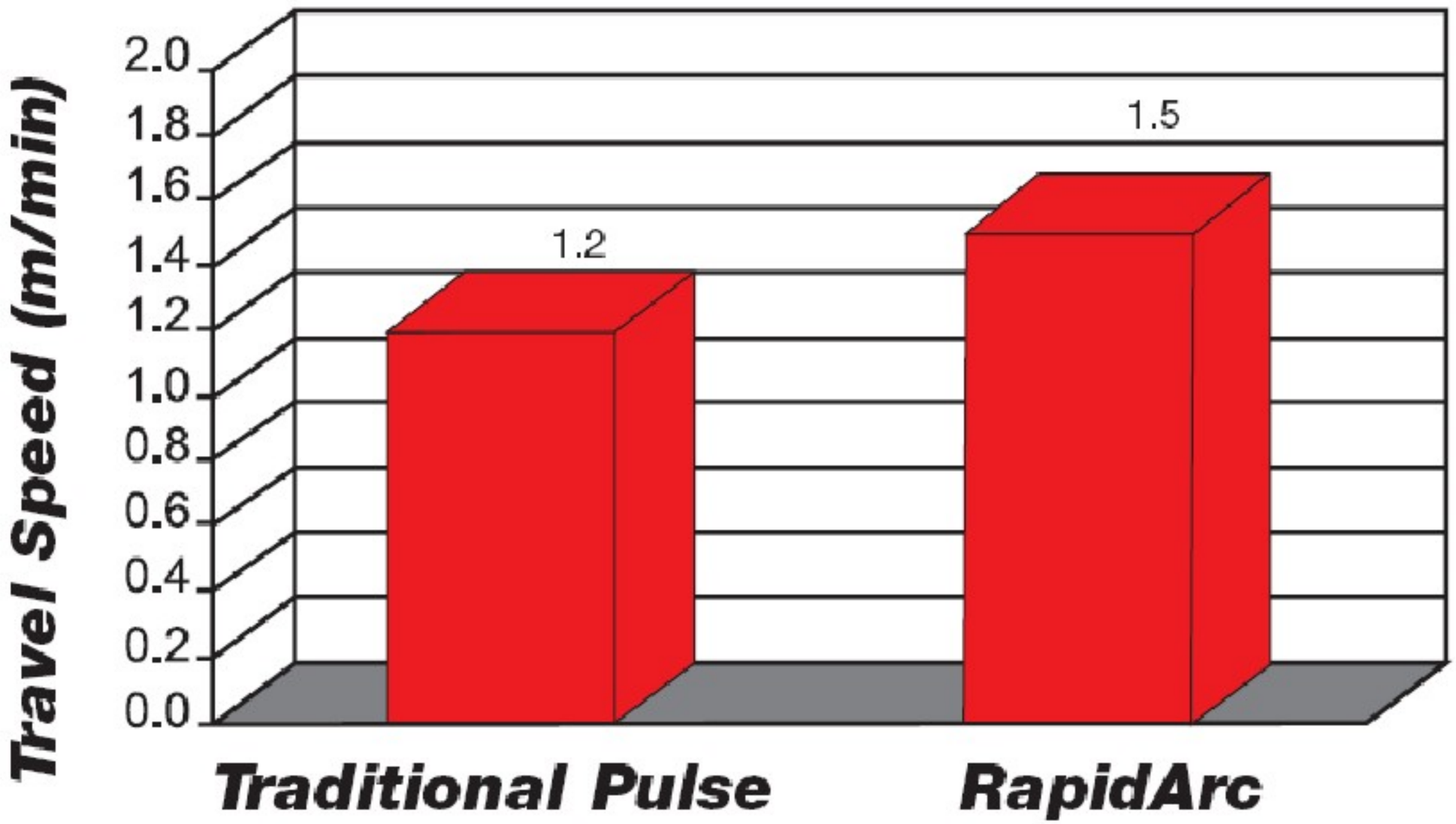
LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

Rapid Arc

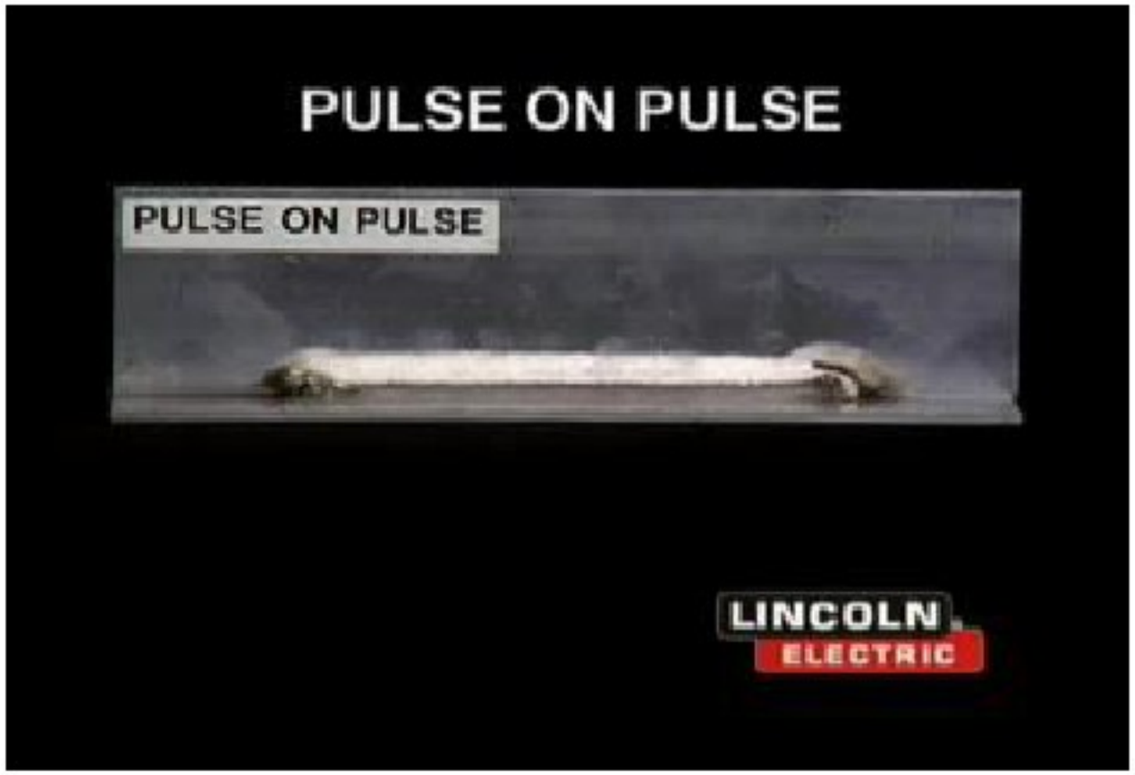



Rapid Arc Low Spatter
Standard Soft Pulse
Standard Crisp Pulse
Average Voltage (V)
35
30
25
20
15
0
200
400
600
800
Wire Feed Speed (in./min)


Undercut (inch)
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
0.08
0.02
Traditional Pulse
RapidArc


Travel Speed (m/min)
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
1.2
1.5
Traditional Pulse
RapidArc

Pulse-On-Pulse



video

LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

Pulse-On-Pulse

薄板（1.2~2.0）铝焊接样件

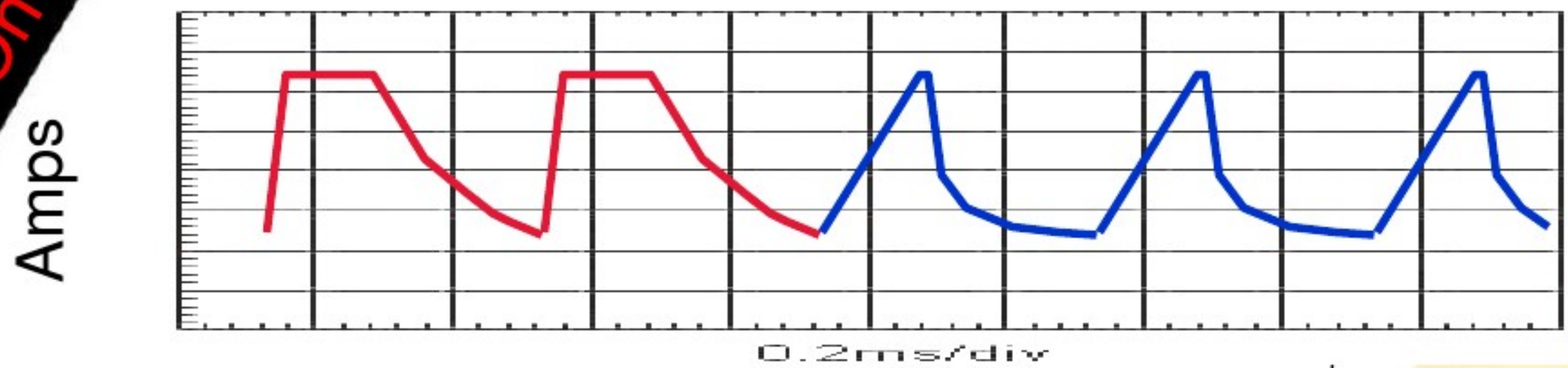
LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

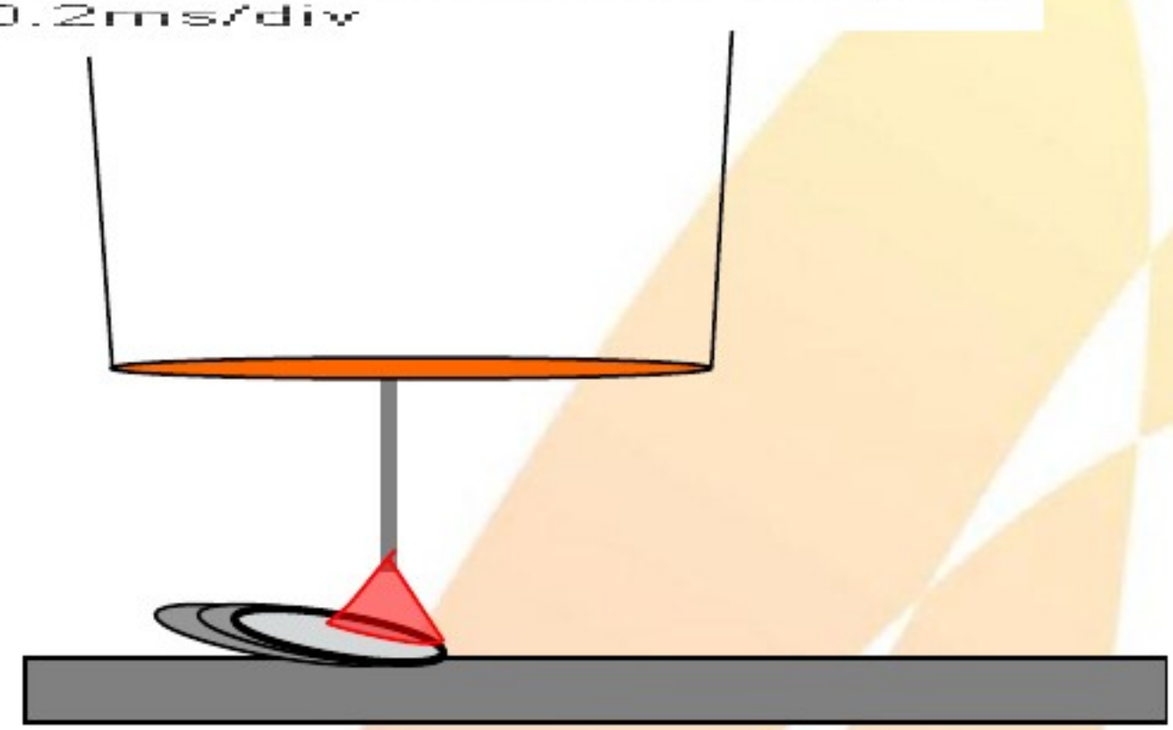
Pulse-On-Pulse

Pulse-On-Pulse™---优势

- 极佳的电弧热量控制---更适合铝薄板的焊接。
- 更加出色的清理功能---大脉冲**提供更多的热量，从而提高对母材表面氧化层的清理功能。**（小脉冲用来冷却焊接熔池）
- 均匀的焊道表面成型---表面波纹无需通过焊枪的摆动来产生。
- 更少的焊接技能培训---操作简单

Pulse-On-Pulse

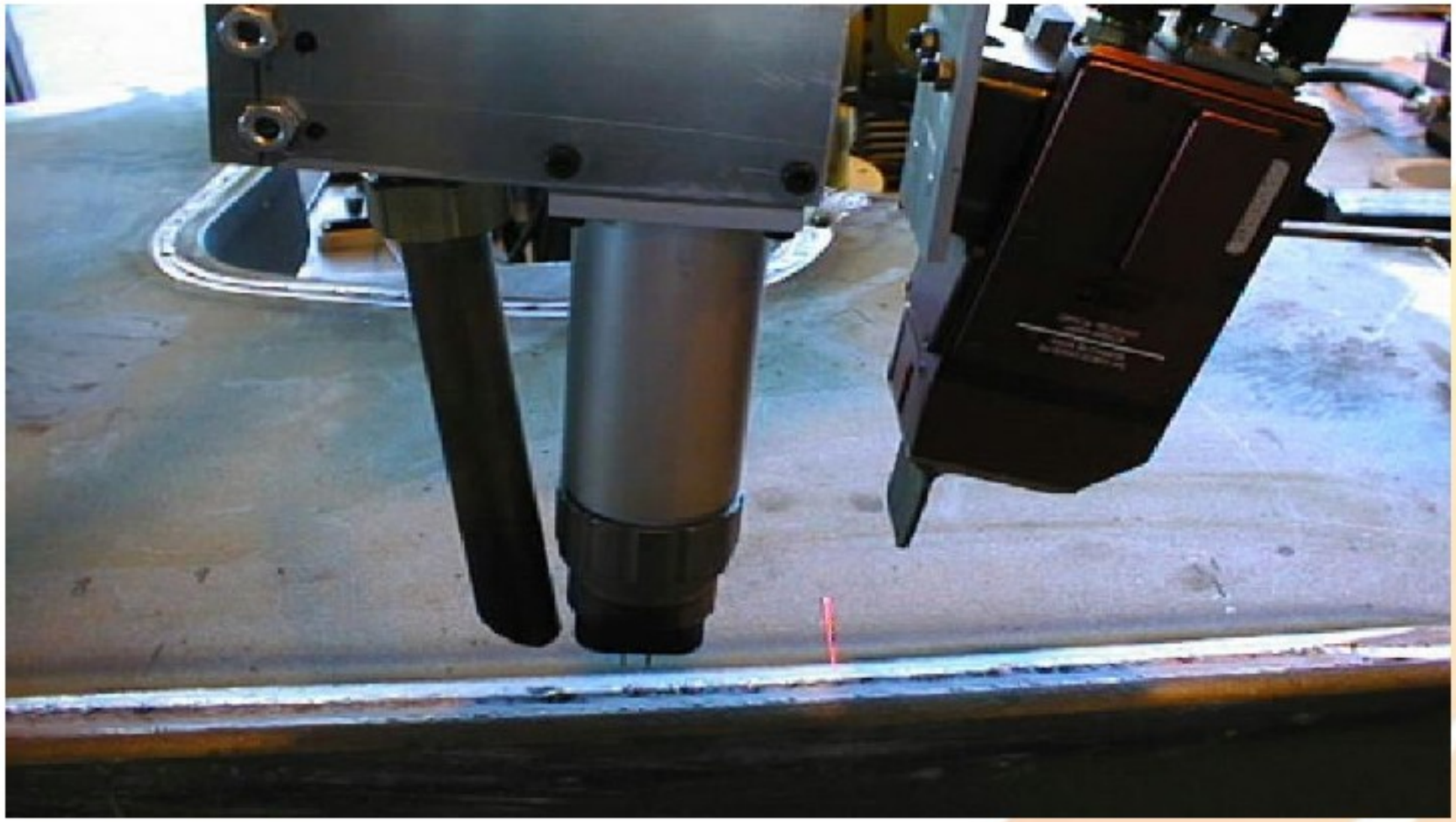




LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

Tandem MIG

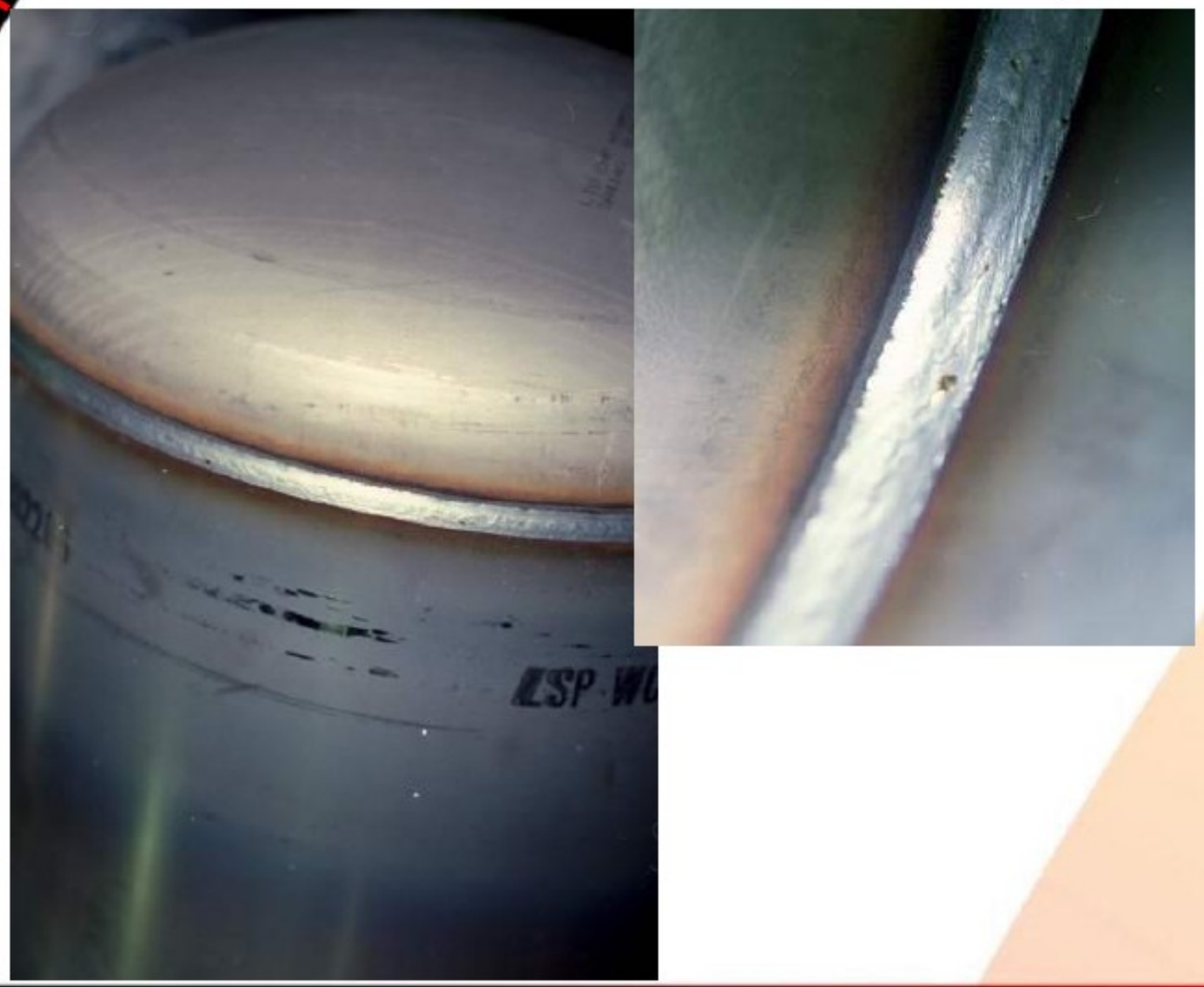
Tandem MIG



LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

Tandem MIG

极佳的焊道成型

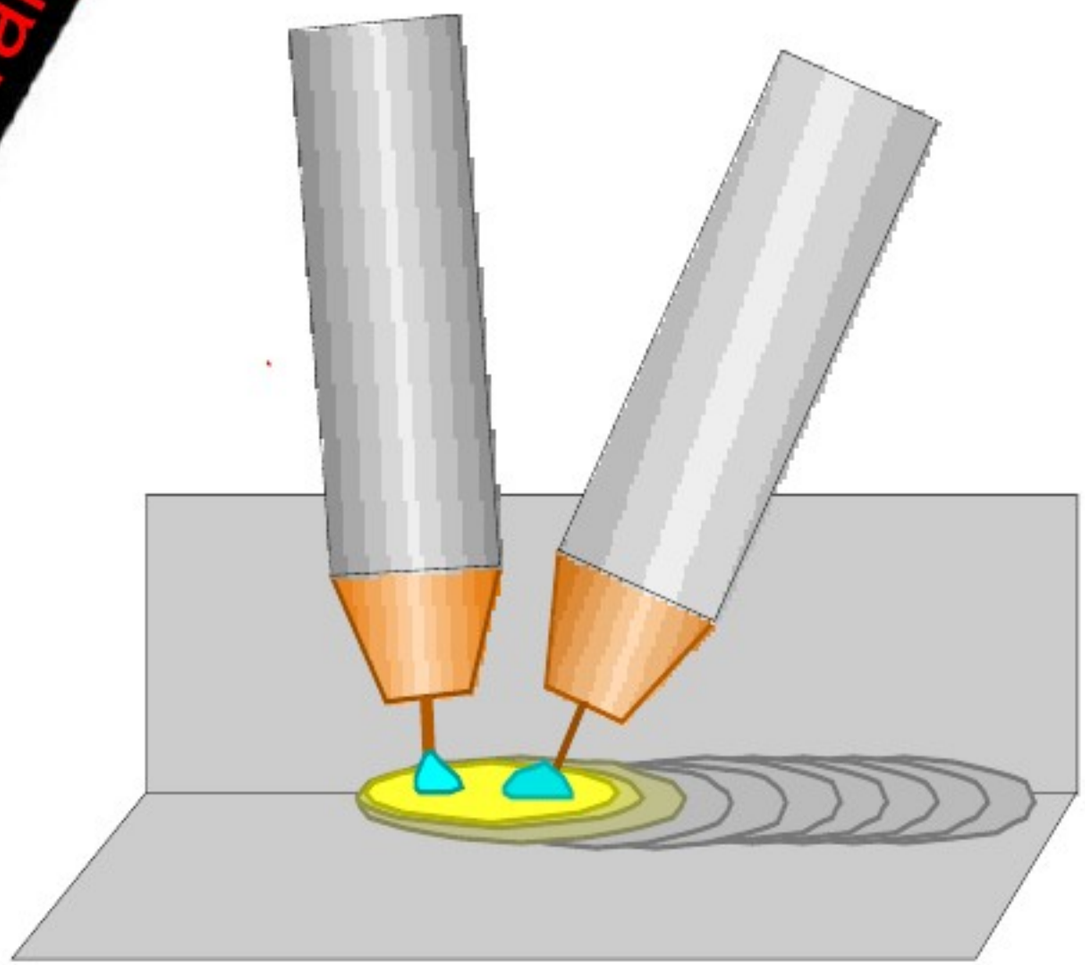


焊接速度：
2500mm/min

LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

Tandem MIG

Tandem MIG



- 2 x 焊接电源
- 2 x 焊接送丝机
- 2 x 焊枪/1 x 双丝焊枪
- 2 x 送丝系统

Tandem MIG Process

优 势

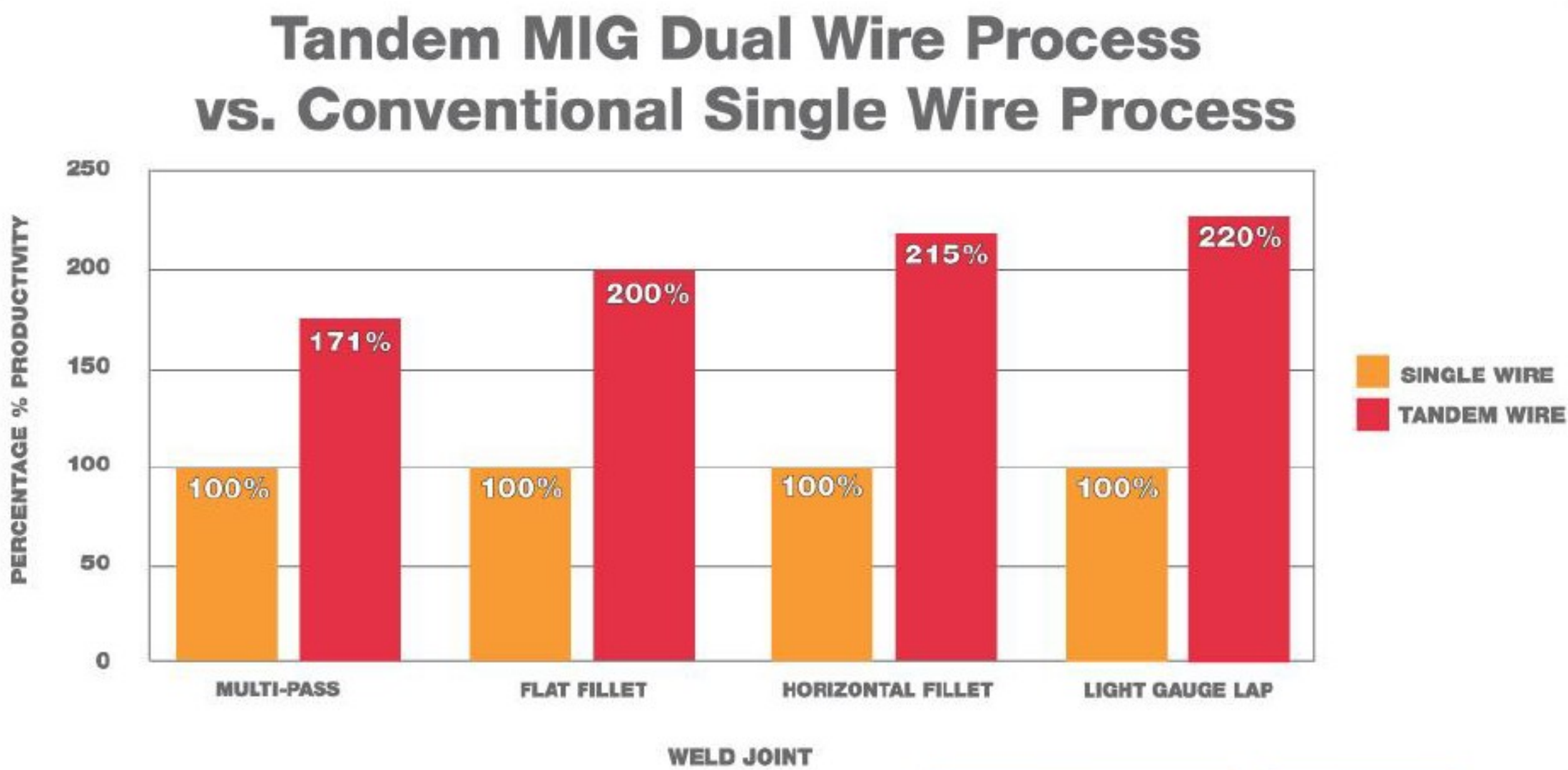
- 快速焊接(最快可达5000mm/min.)
- 更少的焊接工位
- 不易焊穿
- 对坡口装配精度要求不高
- 极佳的焊趾润湿性
- 飞溅较少
- 在焊接厚板时，熔深较大

注：领弧控制熔深，跟弧控制焊缝的外观成型。

LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

Tandem MIG Process

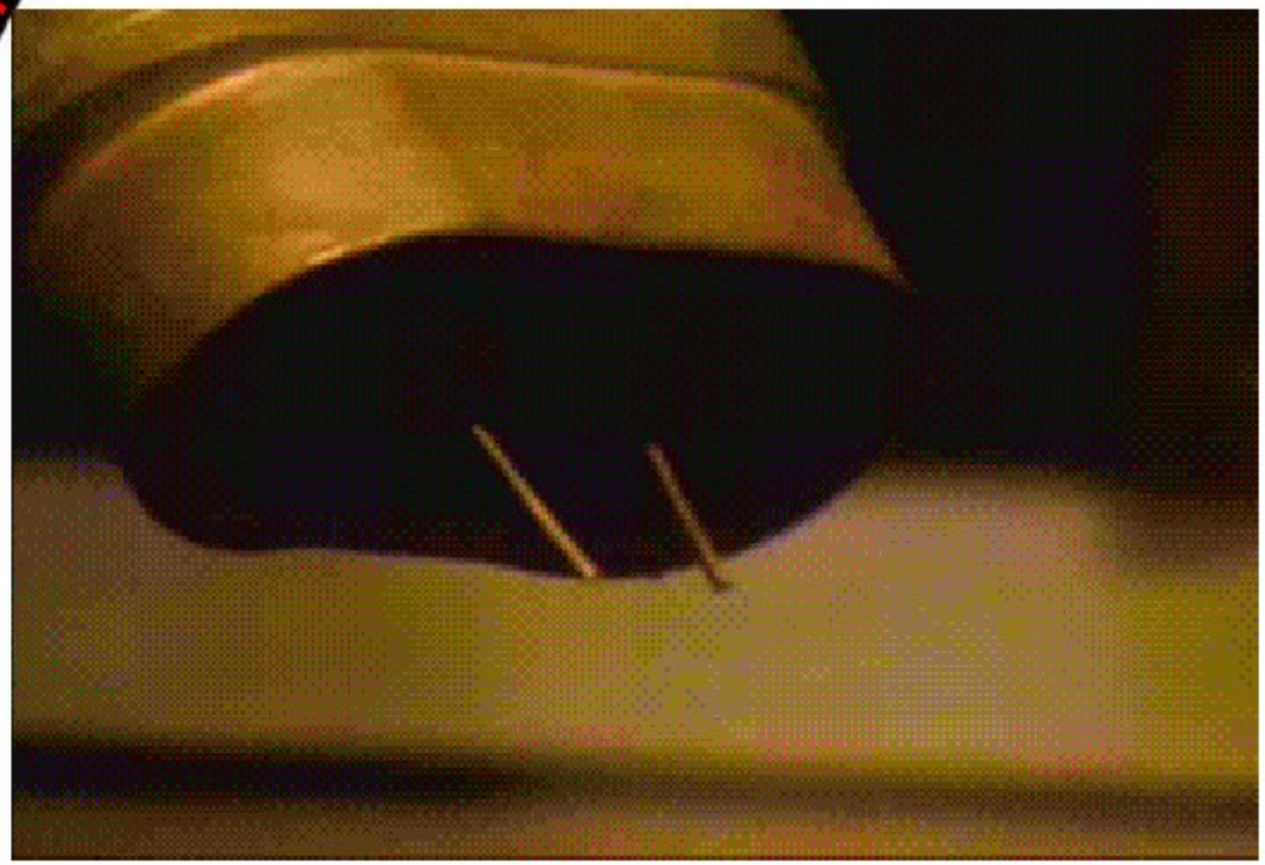
工艺比较



LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

Tandem MIG Process

高熔敷率



典型熔敷率可达20 ~ 40 lbs/hr

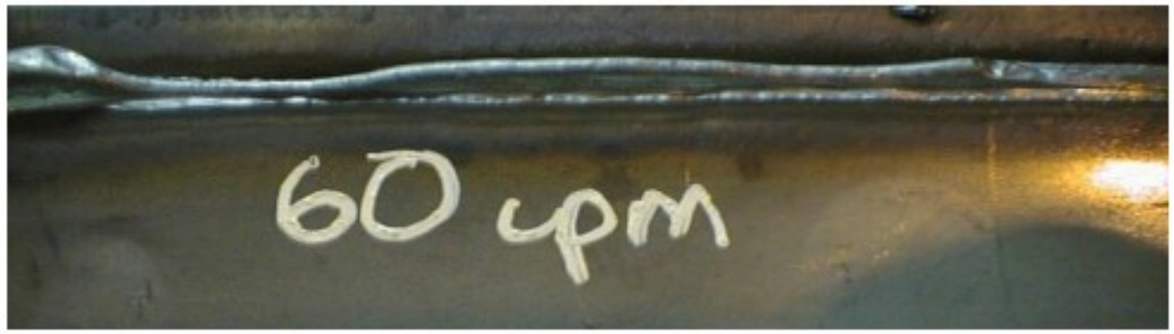
LINCOLN ELECTRIC NEXTWELD™

Tandem MIG Process

焊接速度控制装置

.045(1.2mm) / GMAW 焊接速度1000 mm/min

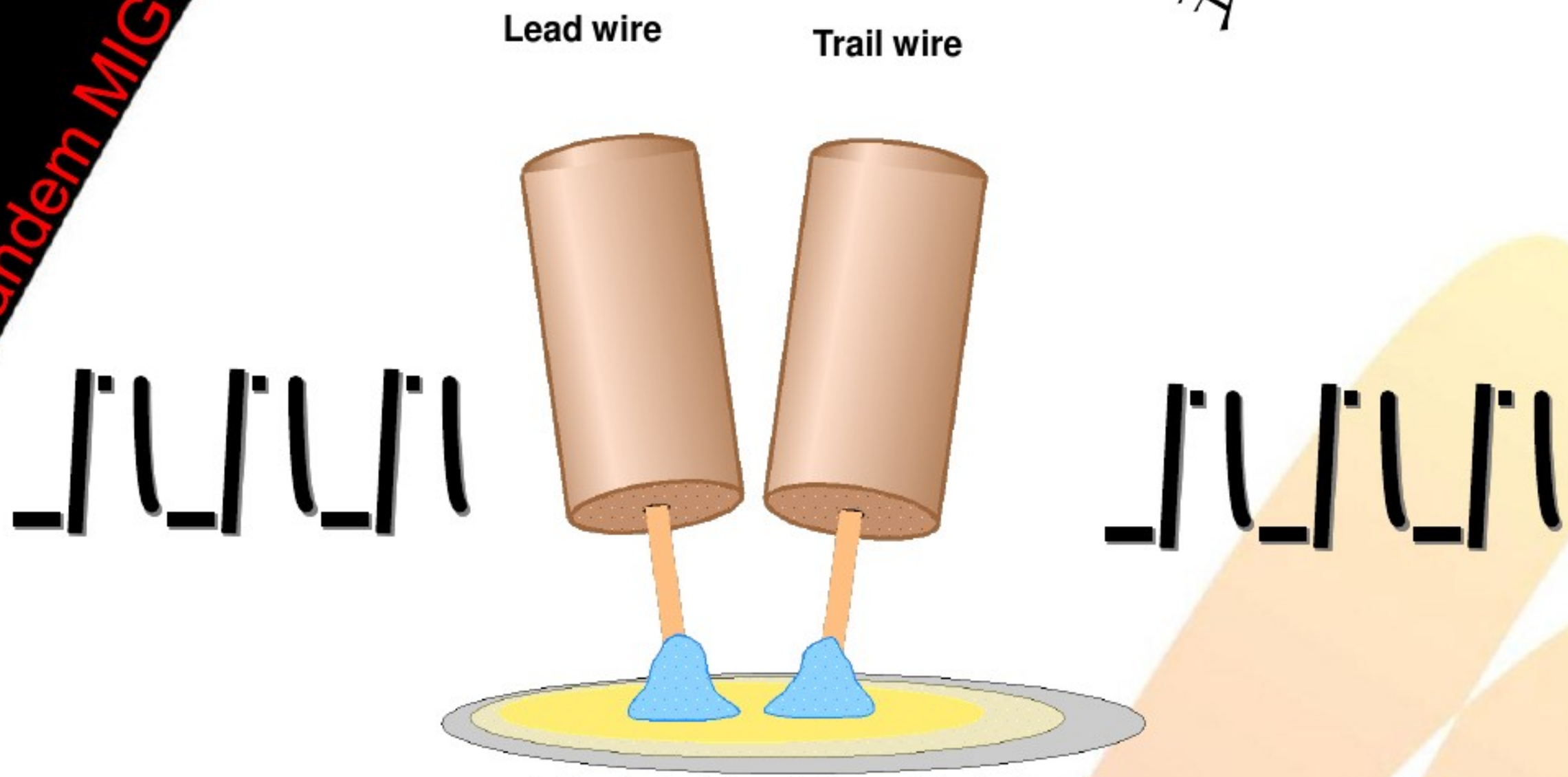
.045(1.2mm) / GMAW 焊接速度1500 mm/min



单丝MIG焊时，由于能量集中在一点上，从而电弧无法在高速时控制熔池

Tandem MIG Process

焊接模式



领弧和从弧都采用脉冲

机器人焊接效果决定因素

1. 焊接程序
2. 焊接模式及参数的选用
3. 母材工件的准备
4. 保护气体等等

弧焊系统常用的参数设置

焊缝焊接状态参数的设置
（DATA—Weld schedule)

```
DATA\Weld\Sched\\\\\\\\\\\\\\JOINT\\10\%
                                        1/7
 1 Weld Schedule: 2  [****************]
 2 Process select: 1 [GMAW Steel      ]
 3 WFS                    300.00 ipm
 4 VOLTS                 23.500 V
     ( Trim:0.5~1.5)
 5 Arc Control           10.000
     (Pinch)
 6 Travel speed               35 IPM
 7 Delay Time             0.00 sec
  Feedback Avg Voltage     0.0 V
  Feedback Avg Current     0.0 A

[ TYPE ]  SCHEDULE            HELP >
```

弧焊系统常用的参数设置

优化焊缝起弧和息弧
（DATA—Weld process)

```
DATA\Weld\Process\\\\\\\\\\\\JOINT\\10\%
                                    1/4

  Schedule: 6  [ run in       ]

   Process select: 2 [GMAW-P Steel    ]
  1 WFS                    \180.0 ipm
  2 VOLTS                   25.000
  3 Wave Control 1          10.000
  4 Delay Time               0.05 sec


[ TYPE ]SCHEDULE                HELP >
```

```
DATA\Weld\Process\\\\\\\\\\\\JOINT\\10\%
                                    1/4

  Schedule: 6  [ Burnback       ]

   Process select: 2 [GMAW-P Steel    ]
  1 WFS                    \180.0 ipm
  2 VOLTS                   25.000
  3 Wave Control 1          10.000
  4 Delay Time               0.05 sec


[ TYPE ]SCHEDULE                HELP >
```

弧焊系统常用的参数设置

Menus—set up—F1 type

可分别选择：

1. **weld system**
2. **weld process**
3. **weld equipment**

参考培训教材第二部分

焊接实践操作

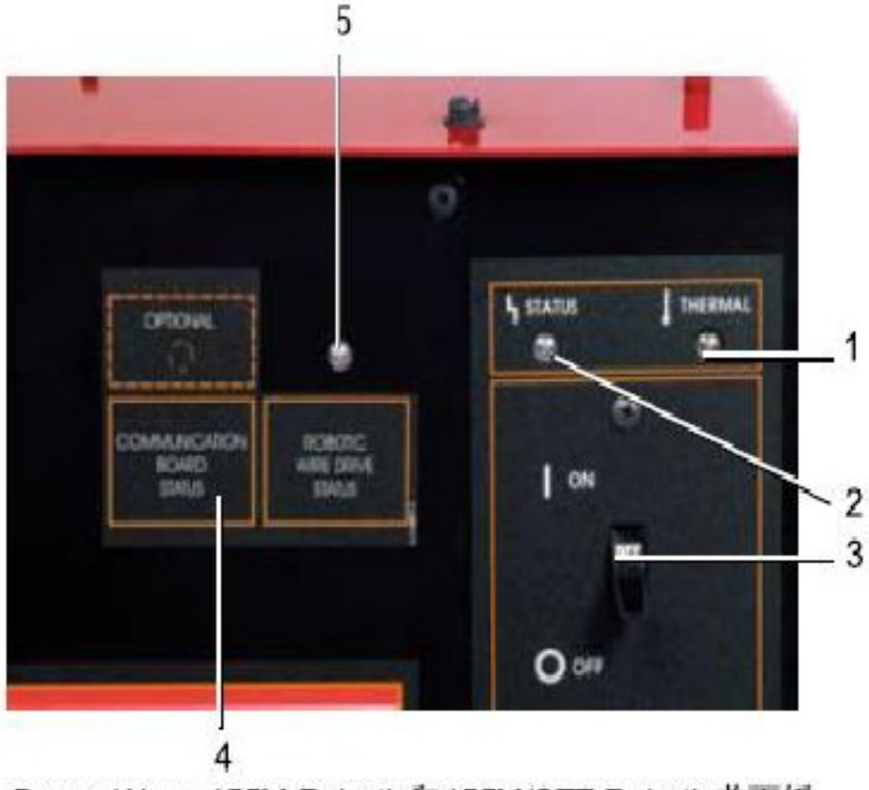
LINCOLN® ELECTRIC
AUTOMATION DIVISION

第四部分

设备及机器人的简单维护和维修

焊机的日常维护和维修

- 日常维护
- 故障诊断及维修



1、过热指示灯
2、电源状态指示灯
3、开关
4、选配的通讯模块状态显示灯
5、送丝机状态显示灯

Power Wave 455M Robotic和455M/STT Robotic前面板

LINCOLN® ELECTRIC AUTOMATION DIVISION

Status lamp :

状态显示灯:

指示灯状态	意　义
状态 LED 灯显示出稳定的绿灯	系统正常，电源与送丝机和其元件通讯和联络正常。
状态 LED 灯显示出闪烁的绿色	在重新设置时产生，表明 POWER WAVE 455M（CE）正在测定（确定）系统中的每个元件。在电源开通后，或者在运行中系统的配置变更后，一般情况下它会闪烁 1 ~ 10 秒。
状态 LED 灯显示出时绿时红	不可恢复的系统故障，如果 PS 状态灯出现任何的红灯和绿灯组合闪烁的任何情况，则 Power Wave 455M(CE) 存在故障。阅读错误代码，之后才能将机器关闭。 在“使用手册”中详细叙述了如何通过观察状态灯而获得对错误代码的解释。状态代码中所对应的各数字以红灯闪烁，在两个数字之间有一较长的停顿。如果存在一个以上的编码，编码之间将有绿灯隔开。 为了清除该错误，关闭电源，返回重置。
状态 LED 灯显示出稳定的红色	不可恢复的硬件故障，在一般情况下，它表明 Power Wave 455M（CE） 的送丝机插口未连接于任何其他元件。参见“排除故障”部分。
状态 LED 灯显示出闪烁的红色	不适用

机器人及数据的简单维护

- 日常检查
- 程序的复制
- 文件的备份

- 电池的更换
- 润滑油的更换

- 错误编码（**Error code**) 的认知

Daily Check 日常检查

具体保养内容如下：

保养周期	检查和保养内容	备注
日常	1.不正常的噪音和震动，马达温度	
	2.周边设备是否可以正常工作	
	3.每根轴的抱闸是否正常	有些型号机器只有J2、J3抱闸
三个月	1.控制部分的电缆	
	2.控制器的通风	
	3.连接机械本体的电缆	
	4.接插件的固定状况是否良好	
	5.拧紧机器上的盖板和各种附加件	
	6.清除机器上的灰尘和杂物	
六个月	1.更换平衡块轴承的润滑油,其他参见三个月保养内容	某些型号机器人不需要，具体见随机的机械保养手册。
一年	1.更换机器人本体上的电池，其他参见六个月保养内容	
三年	1.更换机器人减速器的润滑油，其他参见一年保养内容	

程序的复制

步骤：

SELECT---选中要复制的程序名—COPY

显示界面：

```
.                                                    JOINT 10%
1 Words
2 Upper Case
3 Lower Case

                                  ---Insert---.
---Copy Teach Pendant Program---

   From: [  sample 1]

      To : [         ] .

 . PRG   MAIN   SUB   TEST
```

文件的备份及加载

文件的备份及加载

第一步：选择存储设备

MENU-7FILE

```
FILE                                JOINT 10%
MC**
  1 *     *   (all files)
  2 *     KL  (all KAREL source)
  3 *     CF  (all command files)
  4 *     TX  (all text files)
Press DIR generate directory
[TYPE]    [DIR]    LOAD    [BACKUP]     [UTIL]    >
```

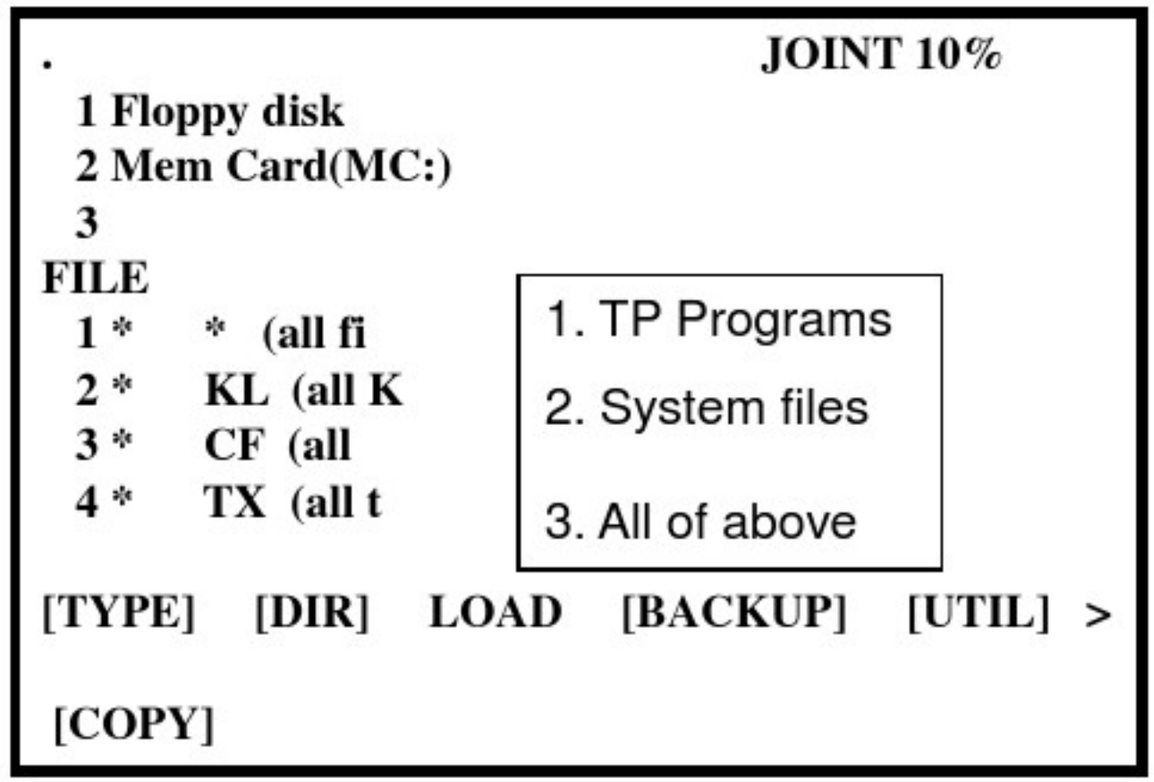
MENU-7FILE-
F5 UTIL-SET DEVICE
(MC)

```
.                         JOINT 10%
  1 Floppy disk
  2 Mem Card(MC:)
  3
FILE
  1 *     *   (all files)
  2 *     KL  (all KAREL source)
  3 *     CF  (all command files)
  4 *     TX  (all text files)
Press DIR generate directory
[TYPE]    [DIR]    LOAD    [BACKUP]     [UTIL]    >
```

第二步：文件的备份

方法1：
MENU-7FILE-
F4BACK UP-TP
Programs/System
files/All of above

方法2：
第一步：将系统变量中的DEVICE “MC”人为更改成DEVICE”MD”；
第二步：依次按
MENU-7FILE-NEXT-
COPY-
根据屏幕提示逐步完成即可。



文件的加载

MENU-7FILE-F2DIR- 选择要加载的文件—LOAD.

```
                                        JOINT 10%
 1 **                    5*LS
 2*TP                    6*DT
 3*VR                    7* PC
 4*SV
FILE
MC: *.*                  1/17
  1 PROGRAM1     TP
  2 PROGRAM1     TP
  3 PROGRAM1     TP
  4 PROGRAM1     TP.      .     .

[TYPE]   [DIR]   LOAD   [BACKUP]    [UTIL] >
```

SRAM Battery Replacement 电池更换

1. 更换控制器主板上的电池

概述：

程序和系统变量存储在主板上的SRAM中，由一节位于主板上的锂电池供电，以保存数据。当这节电池的电压不足时，则会在TP上显示报警（SYST-035 Low or No Battery Power in PSU）。当电压变得更低时，SRAM中的内容将不能备份，这时需要更换旧电池，并将原先备份的数据重新加载。因此，平时注意用Memory Card或软盘定期备份数据。控制器主板上的电池两年换一次

SRAM Battery Replacement 电池更换

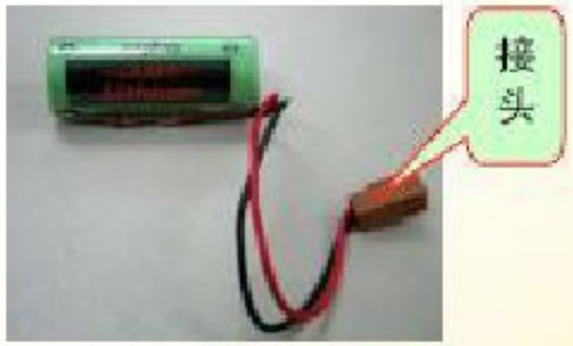
具体步骤：

a. 准备一节新的3V锂电池（推荐使用FANUC原装电池）。

b. 机器人通电开机正常后，等待30秒。

c. 机器人关电，打开控制器柜，拔下接头取下主板上的旧电池。

d. 装上新电池，插好接头



3V锂电池

2. 更换机器人本体上的电池

概述：

机器人本体上的电池用来保存每根轴编码器的数据。因此电池需要每年都更换，在电池电压下降报警（SRVO-065 BLAL alarm(Group: %d Axis: %d)出现时，允许用户更换电池。若不及时更换，则会出现报警（SRVO-062 BZAL alarm (Group:%d Axis: %d))，此时机器人将不能动作，遇到这种情况再更换电池，还需要做Mastering，才能使机器人正常运行。

Robot Hard Ware Maintenance
机器人硬件维护

Robot Arm Battery Replacement 电池更换

具体步骤：

a. 保持机器人电源开启，按下机器急停按钮。

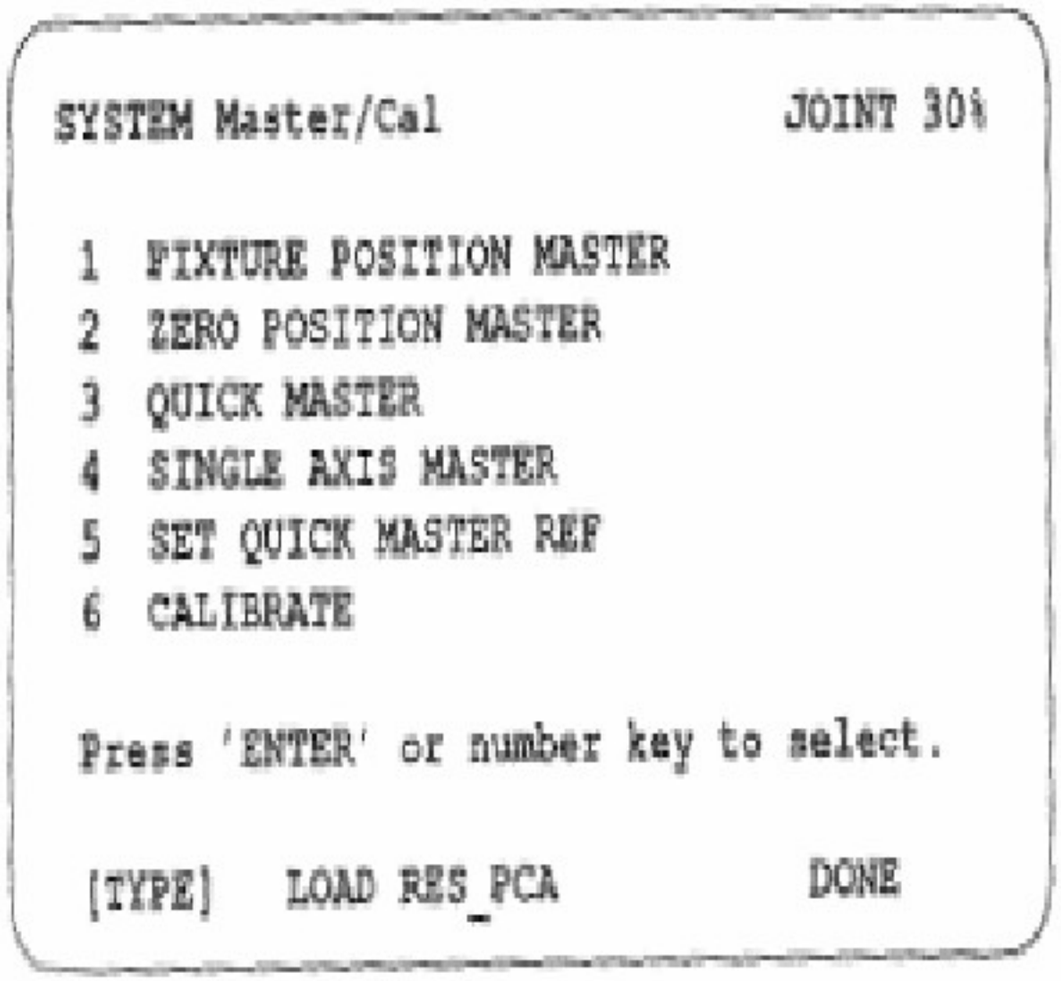
b. 打开电池盒的盖子，拿出旧电池。

c. 换上新电池（推荐使用FANU原 装电池），注意不要装错正负极（电池盒的盖子上有标识）。

d. 盖好电池盒的盖子，上好螺丝。

Zero master的设定

- 首先必须将系统变量$MASTER_ENB设置成1或2。
  (途径： Menus---system---F1Type---variables)
- 按 MENUS—6. SYSTEM—F1 TYPE—Master/Cal。
- 将机器人运动到所有轴都处于0度的位置上。
- 选择“2 ZERO POSITION MASTER“并按下F4yes 键，Master的数据就被设置成功了。
- 选择“6 CALIBRATE“并按下F4键（yes），校准被执行完毕。
- Master确立完成后，一定要按下“Done”。



Robot Hard Ware Maintenance
机器人硬件维护

Reducer Greasing 更换润滑油

Robot axis J1,J2,J3、J4、J5、J6 reducer and J4 gearbox should be greased every 3 years or 10000 hours operation. It is best to ask Fanuc Robotics service engineer to do it.

机器人每工作三年或工作10000 小时，需要更换J1,J2,J3、J4、J5、J6 轴减速器润滑油和J4 轴齿轮盒的润滑油。最好请机器人厂家售后服务工程师进行。

Robot Hard Ware Maintenance
机器人硬件维护

Reducer Greasing 更换润滑油

具体步骤如下：

1）机器人关电。
2）拔掉出油口塞子。
3）从进油口处加入润滑油，直到出油口处有新的润滑油流出时，停止加油。
4）让机器人被加油的轴反复转动，动作一段时间，直到没有油从出油口处流出。
5）把出油口的塞子重新装好。

注意：错误的操作将会导致密封圈损坏，为避免发生错误，操作人员应考虑以下几点：

1）更换润滑油之前，要将出油口塞子拔掉。
2）使用手动油枪缓慢加入。
3）避免使用工厂提供的压缩空气作为油枪的动力源.
4）必须使用规定的润滑油，其他润滑油会损坏减速器。
5）更换完成，确认没有润滑油从出油口流出，将出油口塞子装好。
6）为了防止滑倒事故的发生，将机器人和地板上的油迹彻底清除干净。

ERROR CODE的认知和处理

1，例：

SRVO-002 SVAL 1 Teach pendant E-stop

↓ 编号　　↓ 内容表述

2，示教器上的DIAG键可显示建议的解决措施。

实 践 操 作

- 文件的备份及加载
- 程序的复制
- 总结复习

LINCOLN® ELECTRIC
AUTOMATION DIVISION

1，疑问？

2，谢谢！