

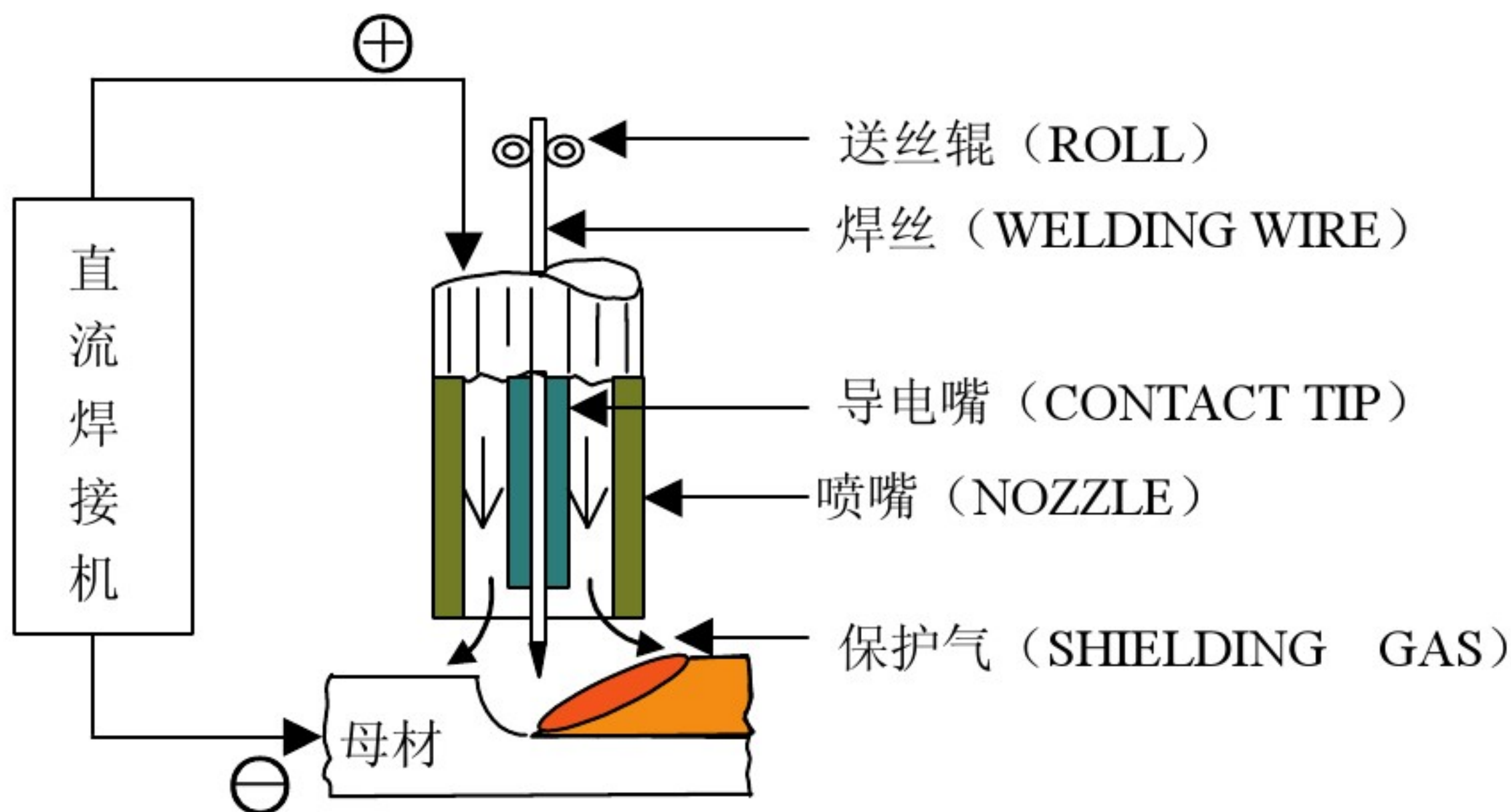
焊接机器人培训教程

焊接基础知识

(熔化极气体保护焊)

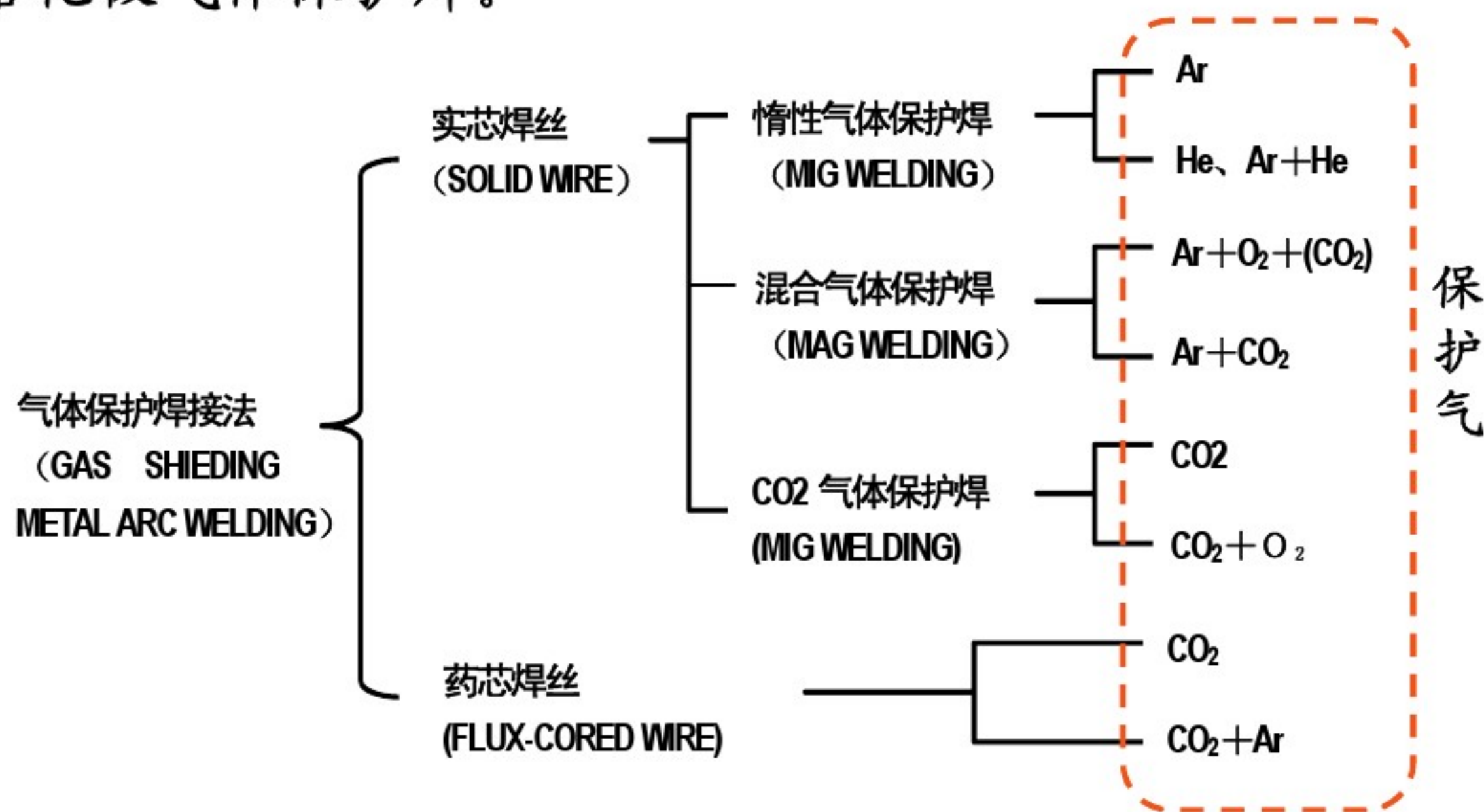
1. 熔化极气体保护焊接的原理

保护气由喷嘴喷出将待焊接区域的空气排开，焊丝与母材间发生直流电弧，电弧热使焊丝与母材熔化，焊丝头部的熔融金属向母材过渡形成焊缝。



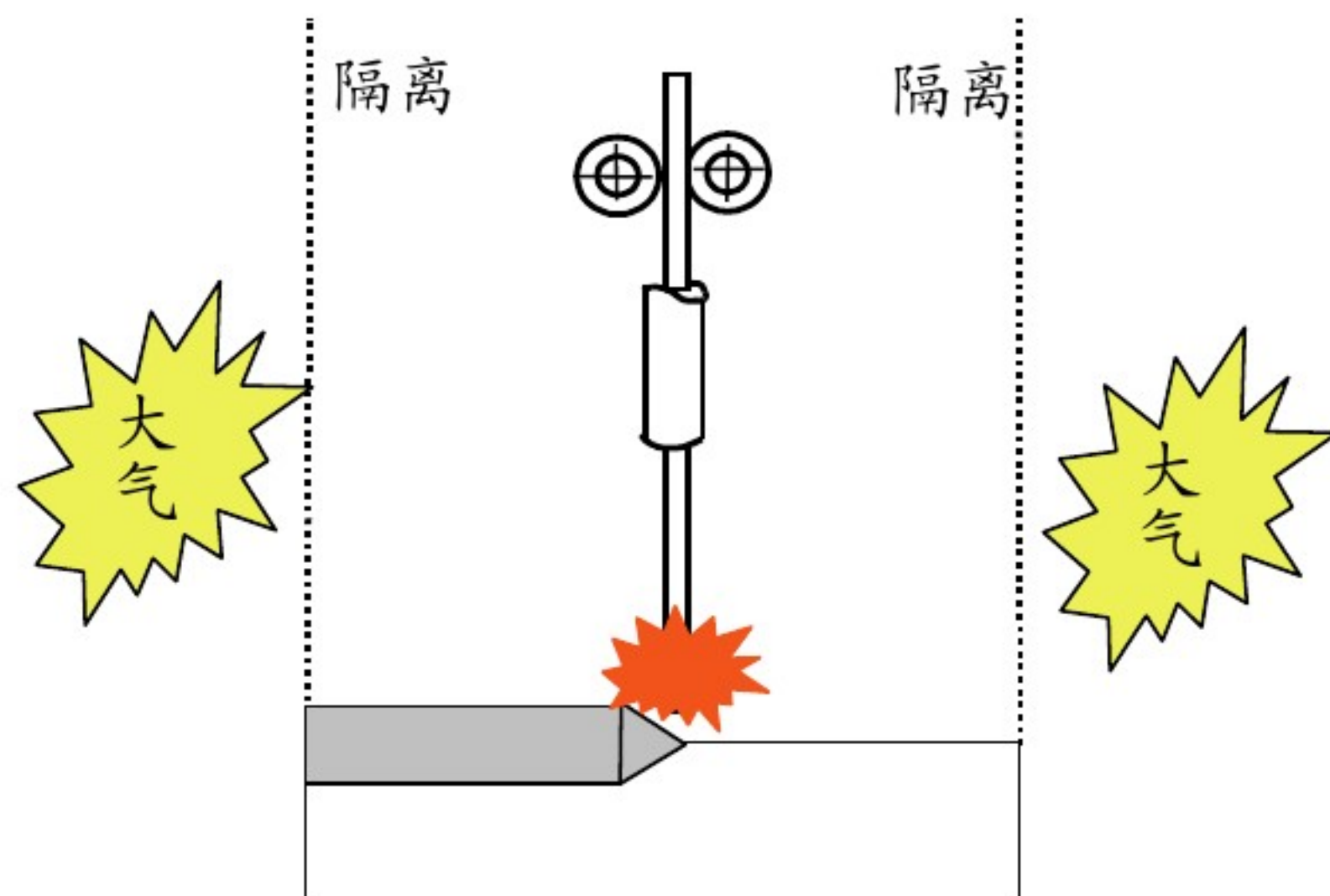
2. 熔化极气体保护焊的种类

使用惰性气体（Ar、He）保护的MIG溶接法（MIG WELDING），使用CO₂气体保护的CO₂气保焊接法（CO₂ WELDING）、以及使用两者的混合气体保护的MAG溶接法（MAG WELDING）都称为熔化极气体保护焊。



3. 熔化极气体保护焊的特点

通过送丝辊连续地将焊丝从焊枪的导电嘴中送出，导电嘴向焊丝供电，这样，电极与母材间就产生电弧。在电弧及熔池周围由于保护气的存在而使 CO_2 为主的混合型的大气被隔开，从而，电弧得以产生。



焊丝的作用
有两个

电极

填充金属

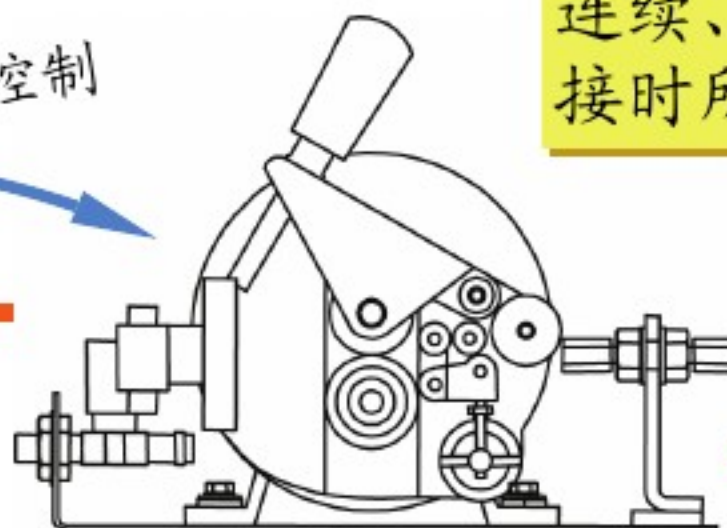
4. 熔化极气保焊的主要设备及功能

提供焊接所需的热源



焊接电源

实现送丝速度的控制



送丝机构

连续、稳定地输送焊接时所需要的焊丝。

焊枪电缆



输送焊接时所需要的焊丝、保护气或冷却水等。

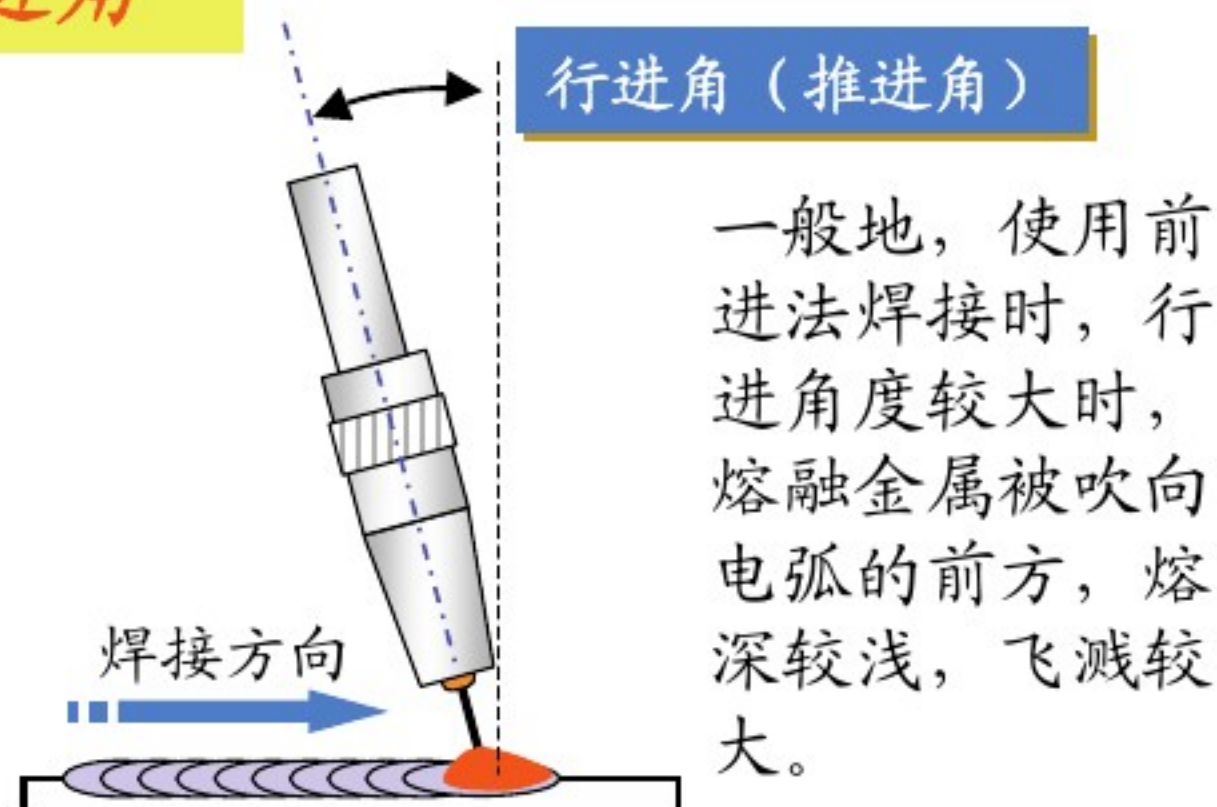
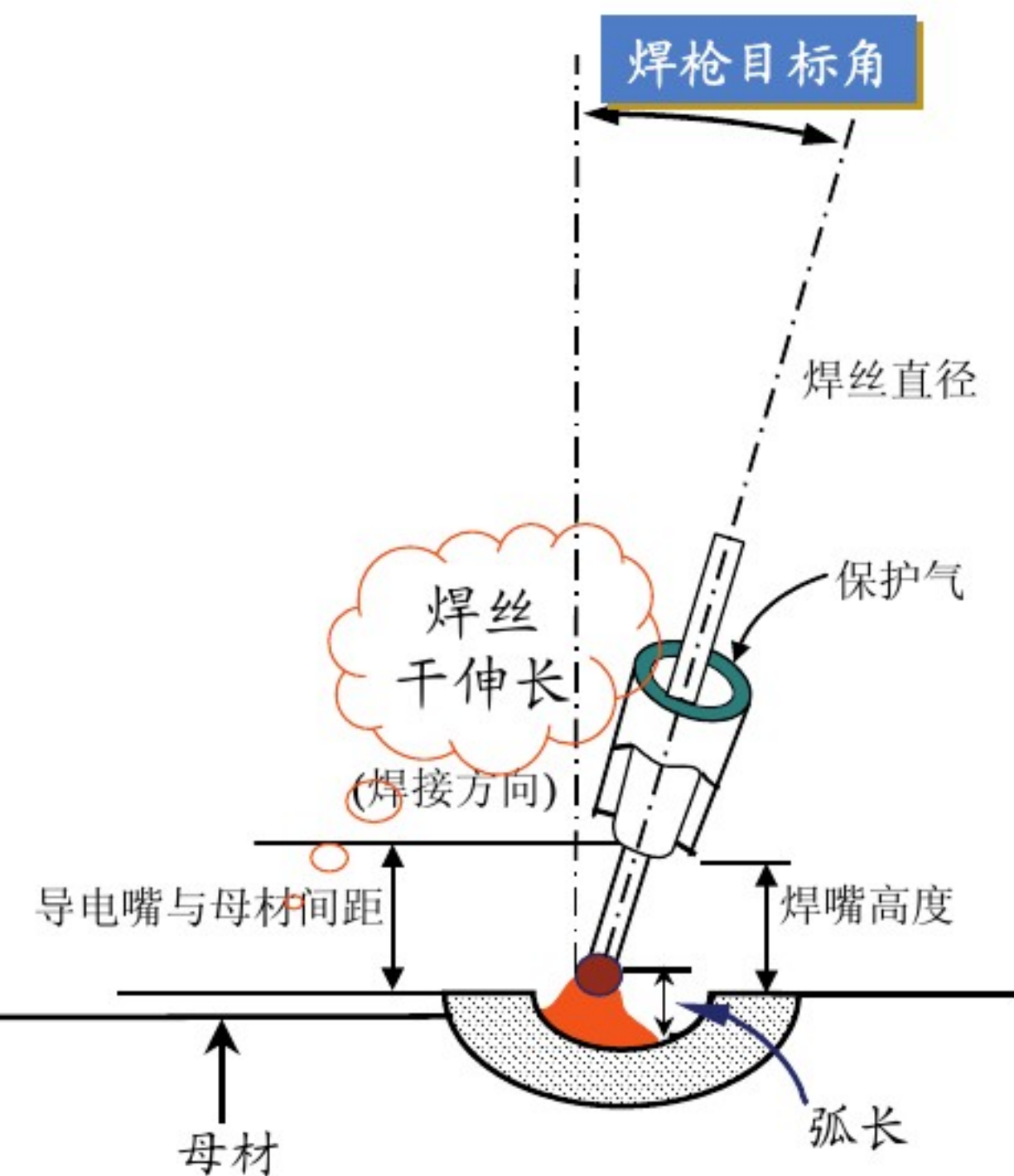
焊丝输出的尾端，保证焊接电弧的稳定性。



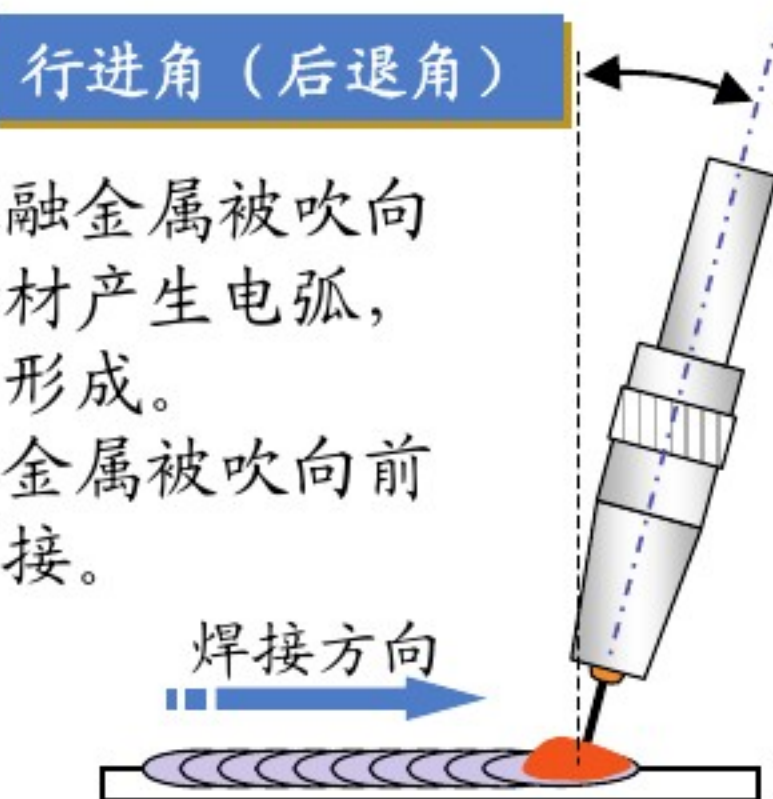
焊枪

5.1 熔化极气保焊实施的关键点

a) 焊枪姿态.....焊枪目标角和行进角



使用前进法焊接时，熔融金属被吹向电弧的后方，直接与母材产生电弧，熔深较深，焊缝余高易形成。在开坡口、易产生熔融金属被吹向前方的场合采用后退法焊接。

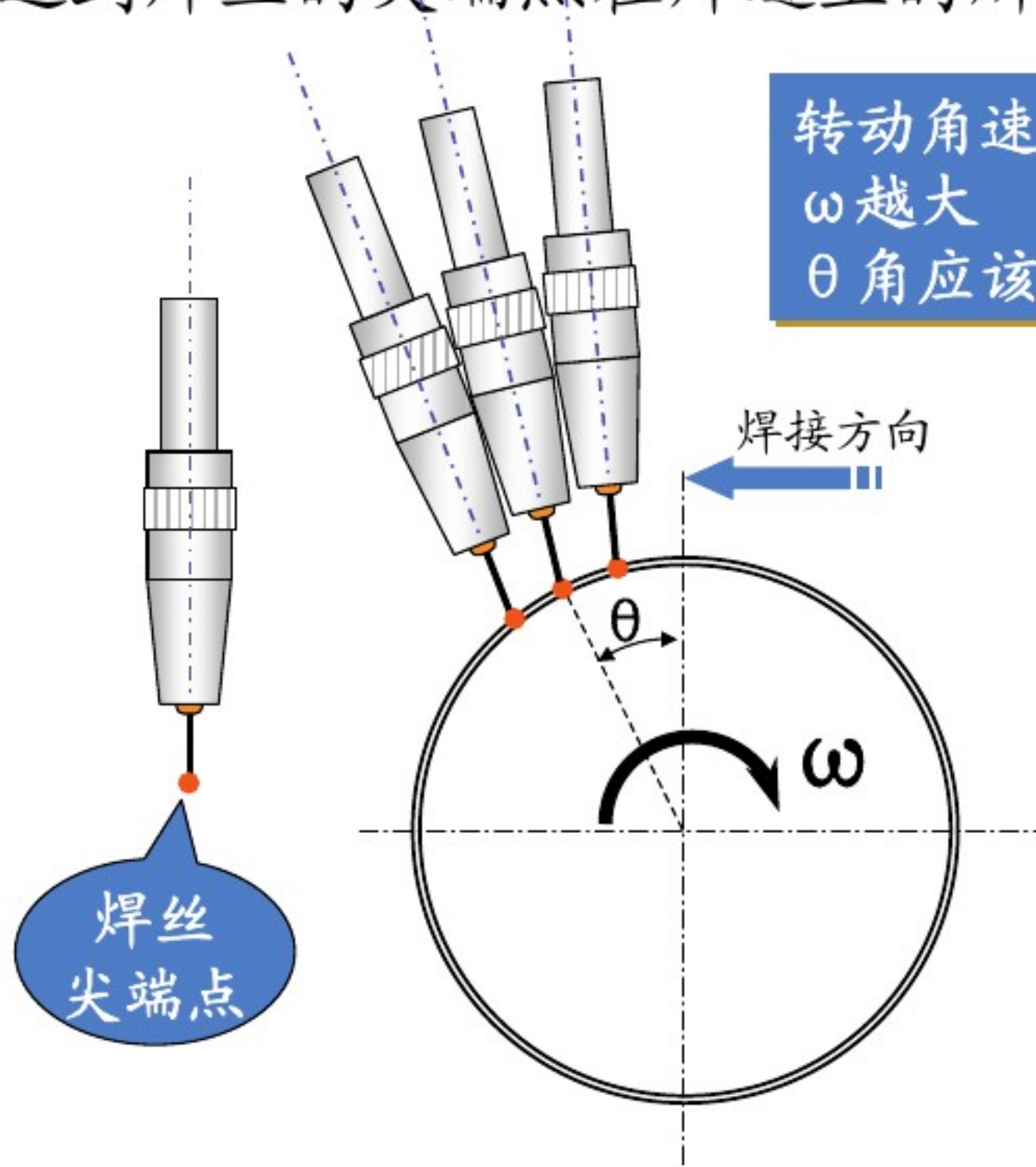
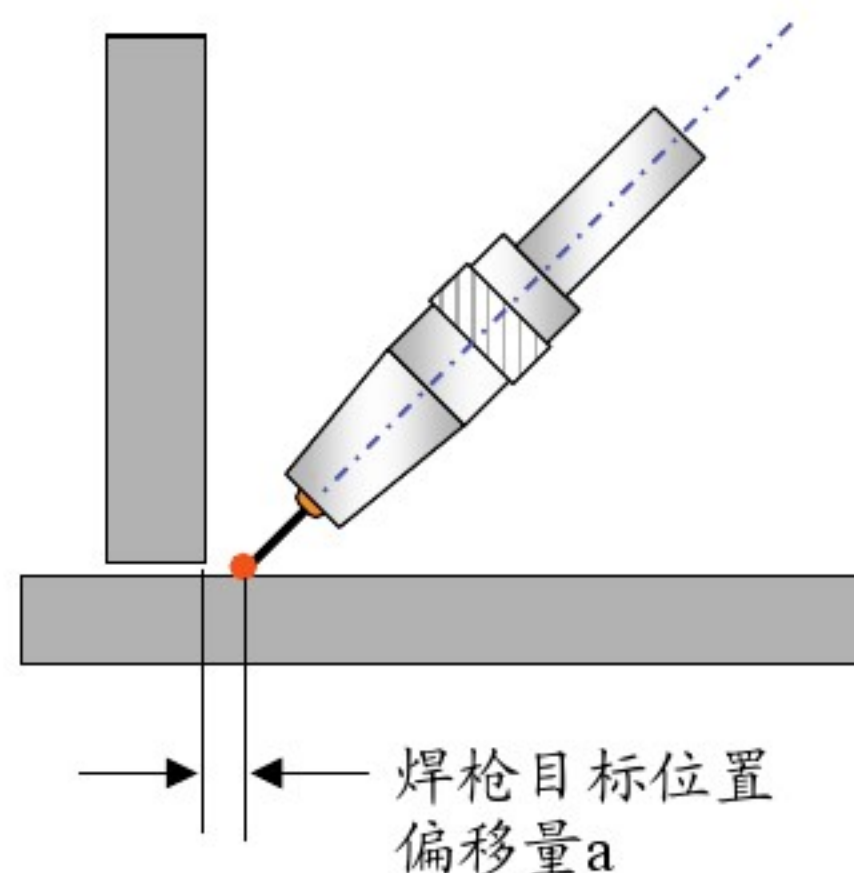


5.2 熔化极气保焊实施的关键点

b) 焊枪姿态.....焊枪目标位置

焊枪目标位置是指为了达到焊丝的尖端点在焊缝上的所指向的位置。

一般地，根据立板的熔深情况，对偏移量 a 进行调整。



转动角速度
 ω 越大
 θ 角应该越大

5.3 熔化极气保焊实施的关键点

c) 焊丝的牌号及直径

焊接时所选择的焊丝及其直径是决定焊接质量的比较关键的因素。

一般地，焊丝的选择是与所要焊接的母材的成分和力学性能所决定的，建议焊接生产单位一定要向焊丝生产厂家咨询焊丝的成分及焊丝的适用对象，以免造成焊接接头的性能不能达到要求。

焊丝直径在熔化极气保焊中通常与所使用的焊接电流的大小相关，也与焊缝的形状相关。

焊丝直径与适用电流间的关系

焊丝种类	焊丝直径(mm)	适用的电流范围(A)
实芯焊丝	0.6	40~90
	0.8	50~120
	0.9	60~150
	1.0	70~180
	1.2	80~350
	1.6	300~500
药芯焊丝	1.2	80~350
	1.6	200~450

焊接电流对焊丝的送给速度有较大的影响。焊机的最大送丝速度通常在15mm/min，细径焊丝可使用的最大电流有上限要求。如果坚持使用大电流，熔池中金属不足，焊缝外观比较难看，由于熔融较深，导致焊接裂纹发生。

5.4 熔化极气保焊实施的关键点

d) 焊接电流与焊接电压 (1)

这两个参数是焊接规范的主要参数，它们之间的匹配性直接影响着电弧的稳定性，从而也就影响着焊接质量。

电弧热能不仅熔化母材，还要熔化焊丝，还有热能损耗。

$$J=I^2Rt$$

{I...焊接电流; R...电弧的电阻; t...焊接持续的时间}

- 对焊接控制的过程其实就是对热量进行控制的过程，对热量的控制就是对焊接电流的控制。
- 焊接电压与电弧长度相对应，电弧的长度的恒定确保了电弧的稳定性。电弧的长度决定电弧的电阻。不难看出，焊接电压越高，电弧热量越高。在焊接电流一定的情况下，电压越高，填充的金属就越多，焊缝就显得比较饱满；但同时也可能会带来过热。
- 所以，不难得出以下的结论：

焊接电流越高、焊接电压越高、焊接速度越慢（焊接持续时间越长），焊接过程的热输入量就越高，如何使用这些参数，就必须首先了解所要焊接的对象。

5.5 熔化极气保焊实施的关键点

e) 焊接电流与焊接电压 (2)

计算式:

① 焊接电压(V) = $0.04 \times \text{焊接电流(A)} + 16 \pm 2$ (短路过渡)

② 焊接电压(V) = $0.04 \times \text{焊接电流(A)} + 20 \pm 2$ (熔滴<globular>过渡)

例)

1.0mm时设定电压 = $0.04 \times 90 + 16 \pm 2 = 19.6 \pm 2 = 17.6 \sim 21.6$ (V)

6.0 mm时设定电压 = $0.04 \times 310 + 20 \pm 2 = 32.4 \pm 2 = 30.4 \sim 34.4$ (V)

[以上数值仅作为一般性参考, 在实际焊接中需做进一步确认]

板厚 (mm)	焊丝电流 (A)	焊接电压 (V)	焊接速度 (cm/min)	目标角 (deg)	行进角 (deg)	目标位置 a(mm)	焊缝宽度 (mm)
1.0	90	19	50	45	25	0	4
1.6	160	18	70	45	25	0.5	5
2.3	230	22.5	70	45	25	1.0	5
3.2	270	22.5	70	45	25	2.0	7
6.0	310	32	70	45	25	3.0	8

[条件] · 焊丝: 实芯焊丝 $\phi 1.2\text{mm}$ · 焊丝干伸长: 15mm 保护气: CO₂
接口形状: 角接

5.6 熔化极气保焊实施的关键点

f) 焊丝干伸长

焊丝干伸长是指从焊枪导电嘴的前端到焊丝尖端的长度。

❖ 适用的焊丝干伸长因焊丝直径而异。

采用如下所示的电流进行焊接时，

8 ~ 15 mm < 250A

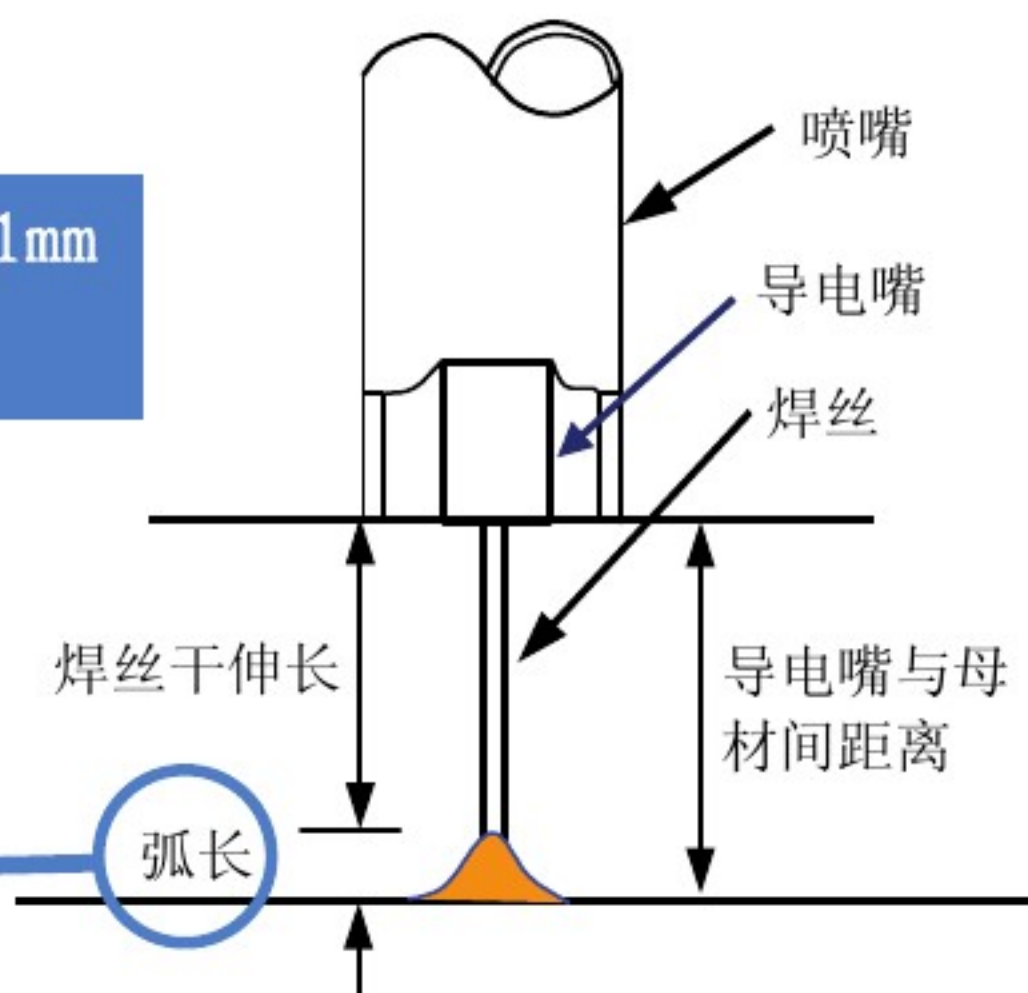
15 ~ 25mm ≥ 250A

焊丝直径 (mm)	焊丝干伸长 (mm)	备注
Φ 0.9	10	一般为焊丝直径的10~15倍
Φ 1.0	13	
Φ 1.2	15	
Φ 1.6	20	

❖ 焊丝直径与焊接电流的变化关系

CO₂保护焊: 1mm

MAG焊: 2mm



使用的保护气	焊接电流变化量 (A/mm)
CO ₂ (100%)	3~4
Ar(80%) + CO ₂ (20%)	5~6
Ar(98%) + O ₂ (2%)	7~8

5.7 熔化极气保焊实施的关键点

g) 喷嘴直径

焊枪喷嘴的直径的选择要与焊接电流及焊接电压相匹配。

$$\text{适合的喷嘴直径 (mm)} > \frac{\text{焊接电流 (A)}}{20} \geq 12 \Phi$$

h) 焊接保护气

保护气流量应随接头形状及焊接电流来调整增减，一般情况下按：

$$\text{【合适的气体流量 (L/min) = 焊丝直径 (mm) + 0 ~ 5】}$$

进行调整。

保护气与焊丝的搭配：

在混合气体保护使用CO₂焊丝焊接时，保护气的CO₂气体量减少，导致焊丝中Mn、Si在焊接金属中残留过多，收缩应力过大是产生焊接裂纹的原因。另外，与CO₂焊接相比，焊缝表面熔渣量少，外形美观。焊丝与保护气的恰当匹配很重要。（可向焊材的制造商咨询有关焊丝与保护气体的匹配问题）

5.8 熔化极气保焊实施的关键点

i) 焊接保护气的特性

二氧化碳气体 (CO_2) 在电弧电压升高时, 电弧的吹力增大, 易使熔滴颗粒变大, 从而产生较大的飞溅。但是提高热输入量可得到宽、深的焊缝。

氩气 (Ar) 由于电离的潜能小, 又易电离, 可以保证起弧并维持其稳定性。并且, 非活性气体可避免氧化物的产生, 可以得到优良机械性能的焊缝。但是在高电流密度下, 电弧易集中, 得到窄深的焊缝。

氦气 (He) 作为添加气体使用。电离的潜能、热传导性都比较大, 可以取得高的热输入量, 并改善熔合效果, 可实现高速度焊接。另外, 与氩气相比, 电弧较宽, 可得到平整的焊缝。

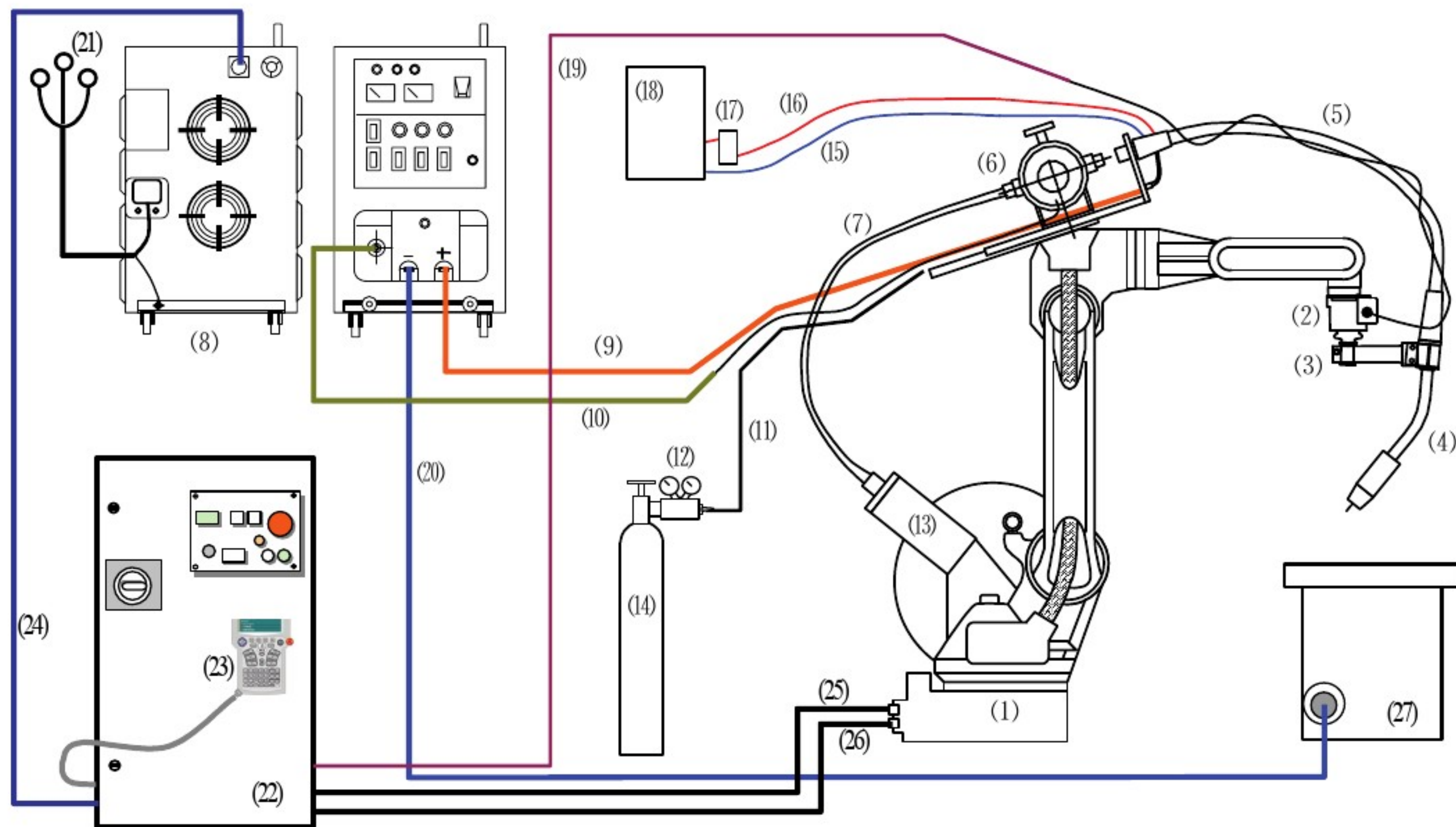
氧气 (O_2) 少量添加可提高电弧的稳定性。电磁收缩的作用使得焊丝前端的熔滴呈小颗粒过渡。同时降低熔池金属的表面张力, 改善熔池的润湿性, 从而得到比较美观的焊缝。

氢气 (H_2) 的热传导性好, 少量加入可提高热输入量, 改善熔合效果, 提高焊接速度。

焊接机器人知识

(熔化极气体保护焊)

6.1 焊接机器人基本构成图



6.2 焊接机器人基本构成说明

- | | | | |
|------|----------|------|-------------|
| (1) | 机器人本体 | (15) | 冷却水冷水管 |
| (2) | 防碰撞传感器 | (16) | 冷却水回水管 |
| (3) | 焊枪把持器 | (17) | 水流开关 |
| (4) | 焊枪 | (18) | 冷却水箱 |
| (5) | 焊枪电缆 | (19) | 碰撞传感器电缆 |
| (6) | 送丝机构 | (20) | 功率电缆(-) |
| (7) | 送丝管 | (21) | 焊机供电一次电缆 |
| (8) | 焊接电源 | (22) | 机器人控制柜NX100 |
| (9) | 功率电缆(+) | (23) | 机器人示教盒(PP) |
| (10) | 送丝机构控制电缆 | (24) | 焊接指令电缆(I/F) |
| (11) | 保护气软管 | (25) | 机器人供电电缆 |
| (12) | 保护气流量调节器 | (26) | 机器人控制电缆 |
| (13) | 送丝盘架 | (27) | 夹具及工作台 |
| (14) | 保护气瓶 | | |

7 适合机器人的焊接电源

用于焊接机器人的焊接电源须具备以下几个特点:

- ❖ 电源功率须满足机器人自动化焊接所要求的高输出、高稳定性。

焊接电源的负载持续率是衡量其功率输出的重要参数。通常以10min为测定周期，对连续工作时间进行标定。

基本计算原则是功率输出的持续率与焊接电流的平方成反比关系，通过以下公式可以算出连续焊接时的最大电流 $I_{100\%}$:

$$\frac{\eta_0}{\eta_{(=100\%)}} = \left(\frac{I_{100\%}}{I_{\text{额定}}} \right)^2 \Rightarrow I_{100\%} = \sqrt{I_{\text{额定}}^2 \times \eta_0}$$

在选择焊接电流时一定要结合连续工作的具体情况考虑焊接电源的负载能力

- ❖ 具有机器人控制的接口，以满足机器人柔性自动化焊接的需要。
- ❖ 具备应对各种焊接辅助功能的能力。比如：始端检出功能、焊接方法的选择等，以满足焊接工件对焊接自动化的要求。

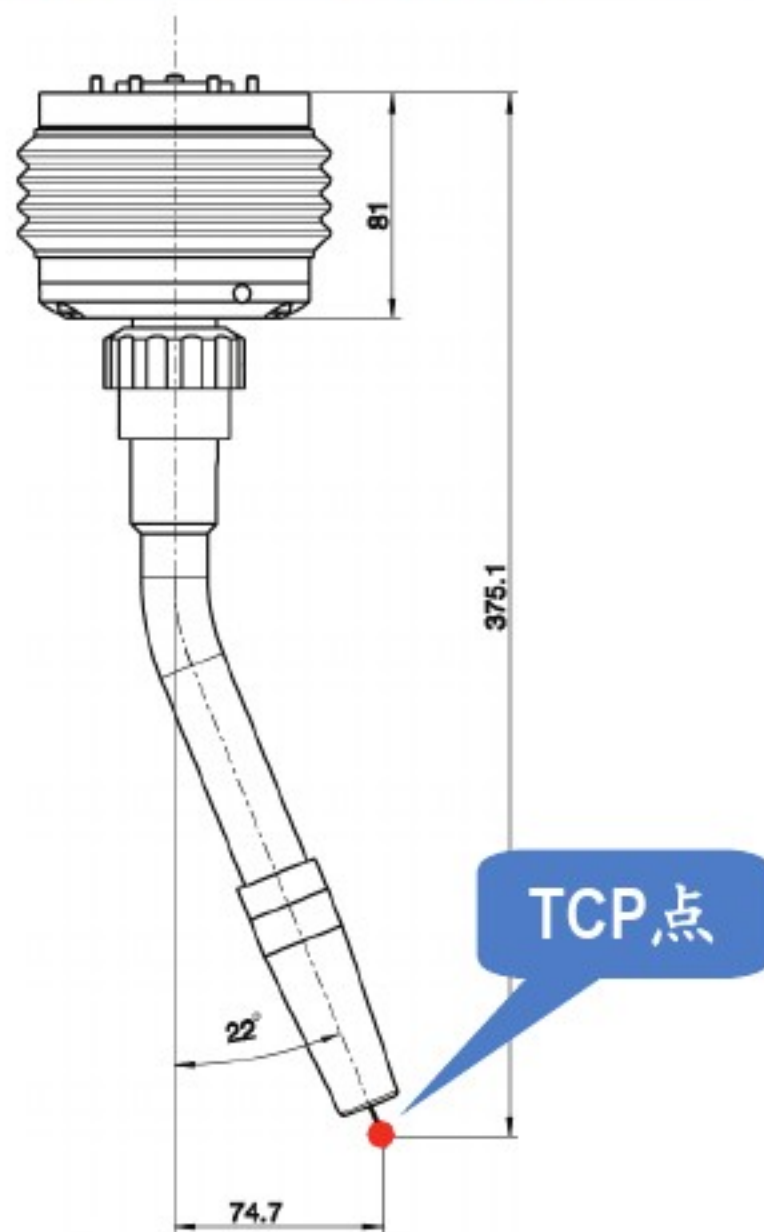
8 适合机器人的焊枪

用于焊接机器人的焊枪的特点：

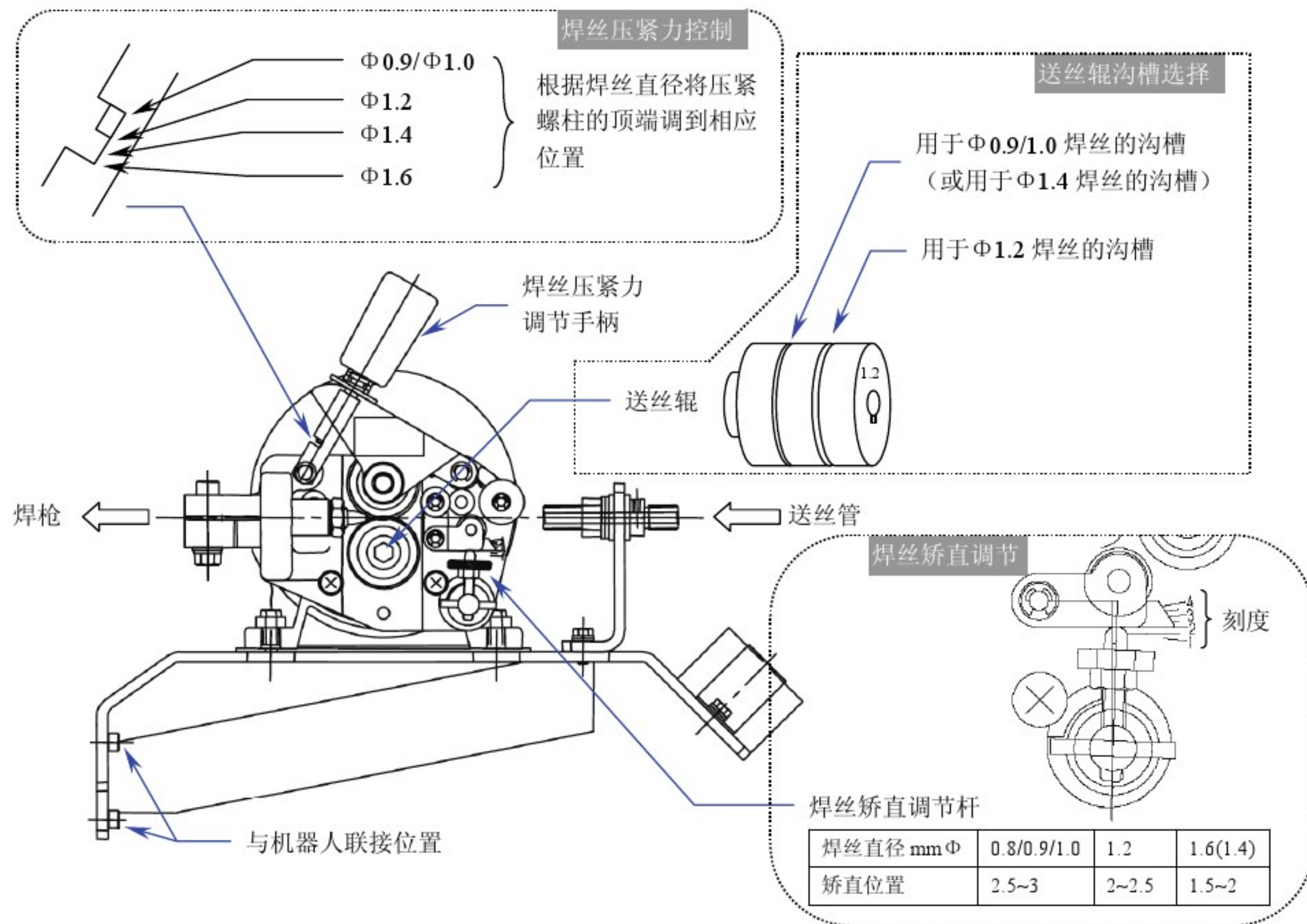
- ❖ 机器人焊枪须满足机器人自动化焊接所要求的高承载能力。对于焊枪而言，与焊接电源类似，也有其使用的负载持续率衡量其工作能力。

在选择焊接电流时一定要结合连续工作的具体情况考虑焊枪的负载能力

- ❖ 由于通常机器人焊接的速度比较高，焊枪的优劣决定着焊接时电弧的稳定性，从而对焊接质量产生相应的影响。
- ❖ 机器人焊接时要求焊枪的TCP点（焊丝的尖端点）具有比较好的稳定性，以保证焊接时电弧位置的精确度。
- ❖ 同一型号的焊枪的TCP点的精度必须有足够的保证，在更换焊枪时，才可以保证焊枪的TCP与更换掉的焊枪的TCP点相一致，这样，系统的待机时间才可以尽可能地缩短，提高工作效率。



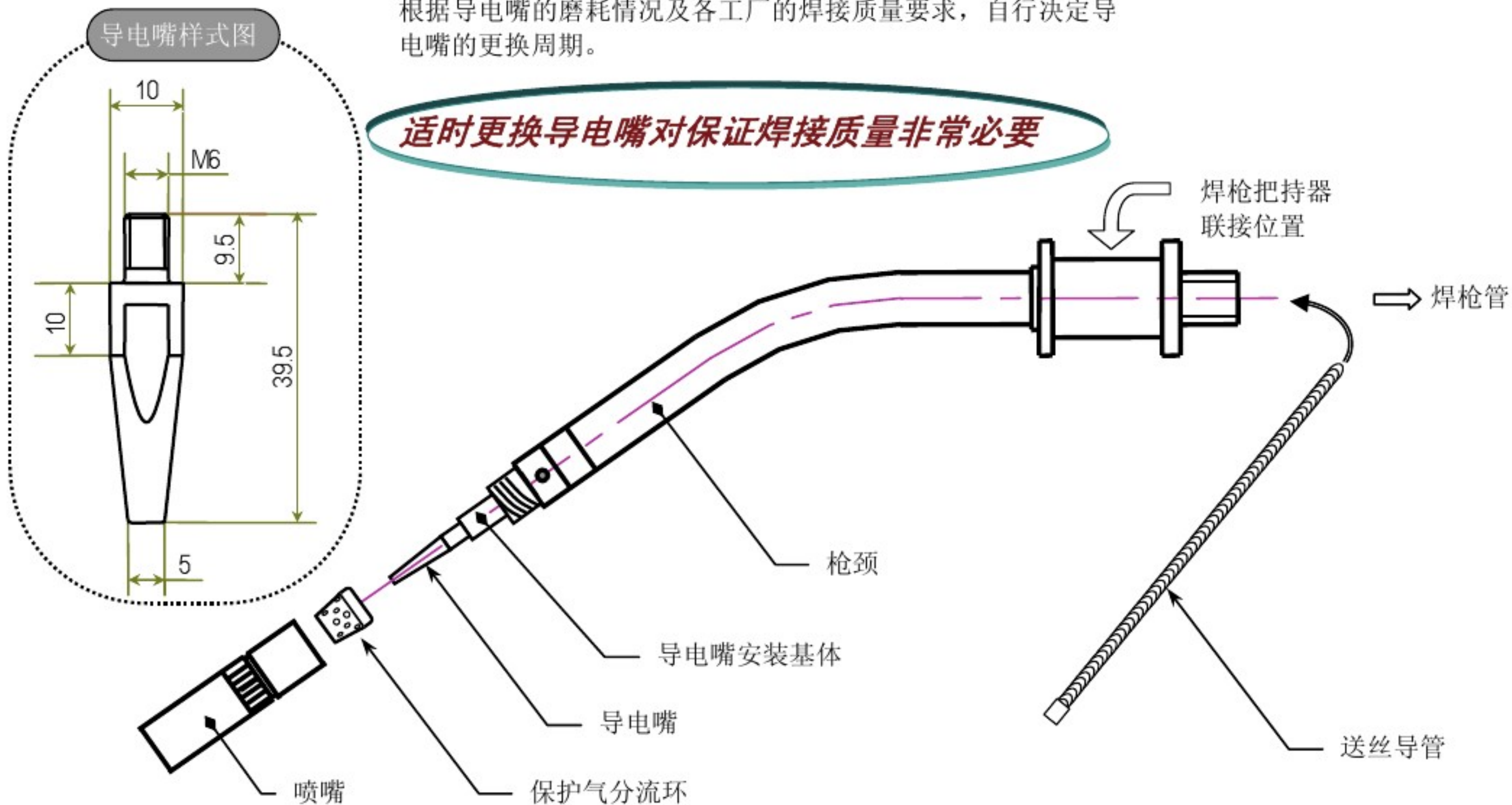
9 对送丝机构的操作



10 机器人焊枪的操作

根据导电嘴的磨损情况及各工厂的焊接质量要求，自行决定导电嘴的更换周期。

适时更换导电嘴对保证焊接质量非常必要

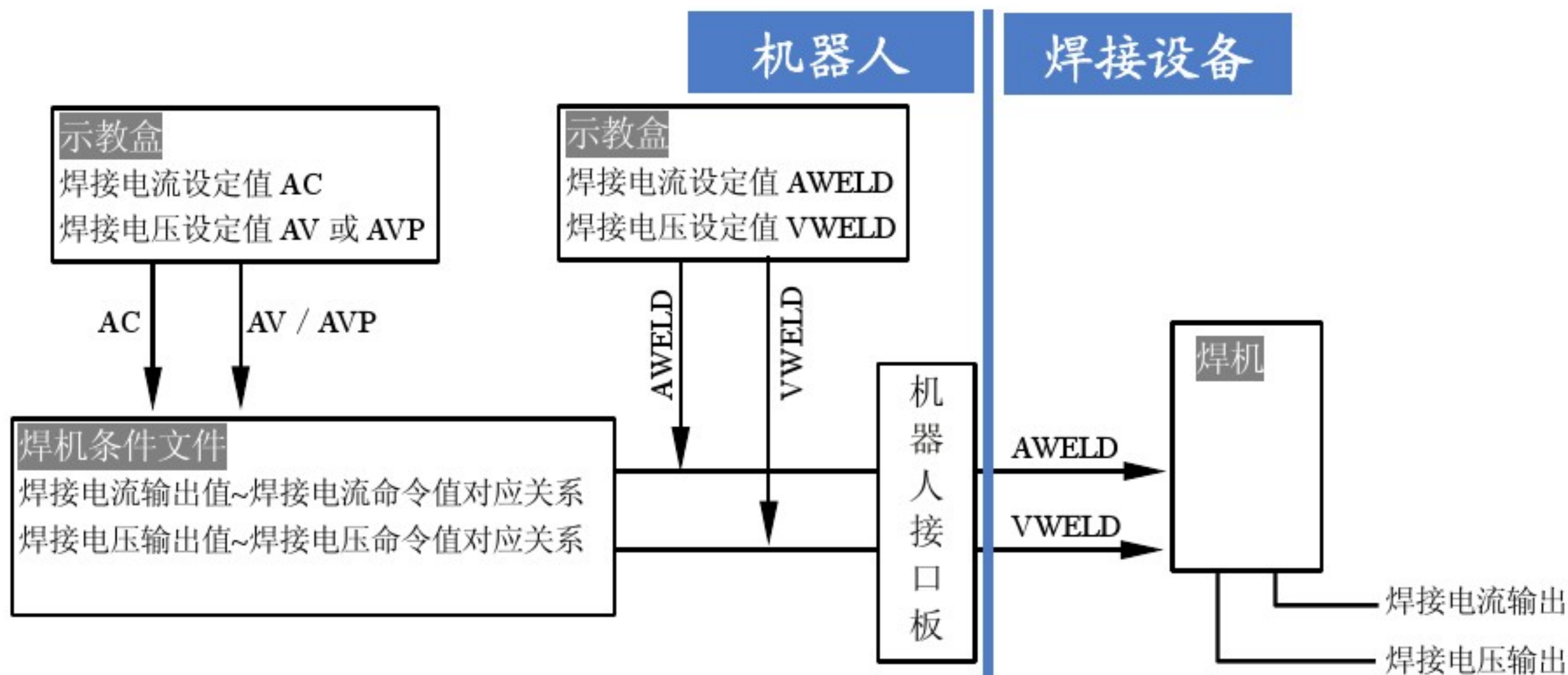


11 焊接参数从机器人到焊接电源的途径

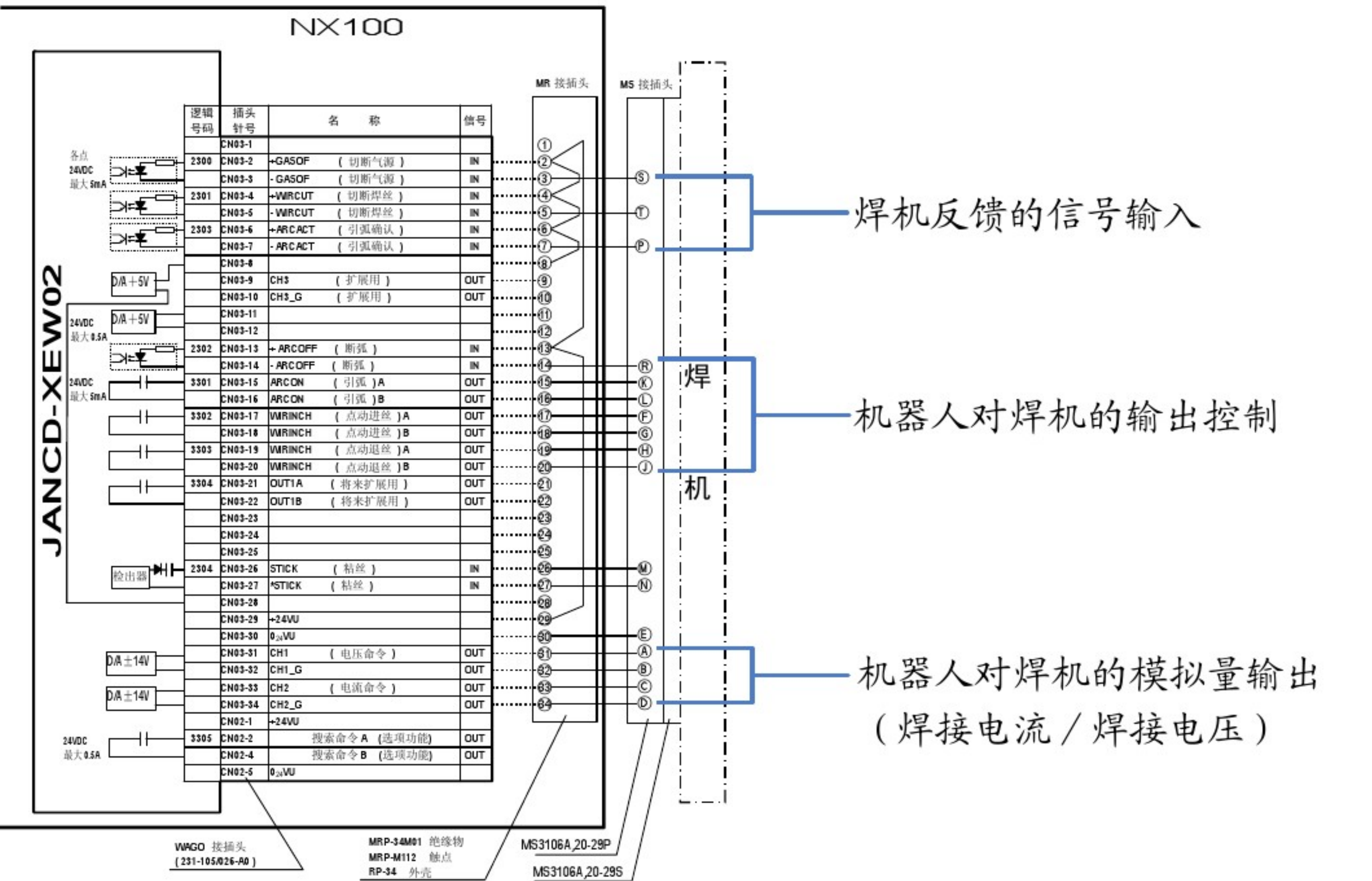
焊接电流与焊接电压是通过机器人弧焊基板的模拟量输出端口向焊接电源传送的，机器人向焊机送出的电流、电压命令分别称为焊接电流命令值、焊接电压命令值。命令值在0~14V（根据焊机不同，有的为0~-14V）的范围内。对于不同的焊机，焊机的焊接电流及焊接电压输出值与机器人控制柜给出的命令值都有着不同的对应关系。这些对应关系称为电流或电压输出特性。

为了保证在作业文件编制时的焊接电流与电压设定值与焊机的输出值有较好的一致性，对输出特性进行测量与修正是非常必要的。

下图反映的是焊接电流与电压通过不同的设定方法向焊接电源传递的途径。



12 机器人~焊接电源的通讯

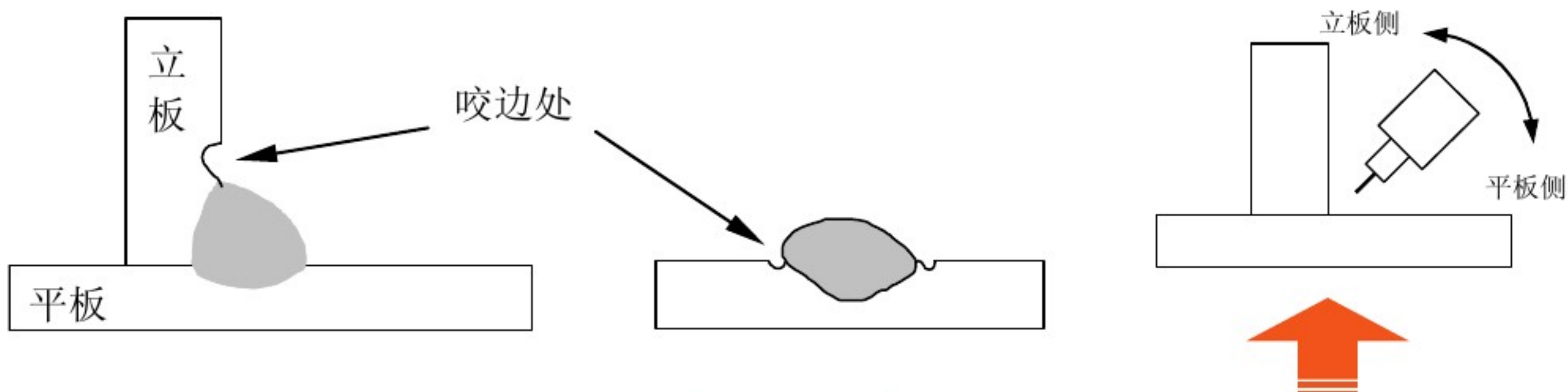


焊接缺陷

(熔化极气体保护焊)

1 焊接缺陷.....咬边

焊接熔合线母材熔化，熔敷金属又不足以填充，形成的凹口部分。



焊接条件的设定

对策

焊接施工条件的设定

【咬边发生在焊高过高时】

- 降低焊接电流。
- 在同等条件下，加长焊丝干伸长度。
- 降低焊接速度。

【咬边发生在焊高过低时】

- 降低电弧电压。

【发生在平板一侧时】

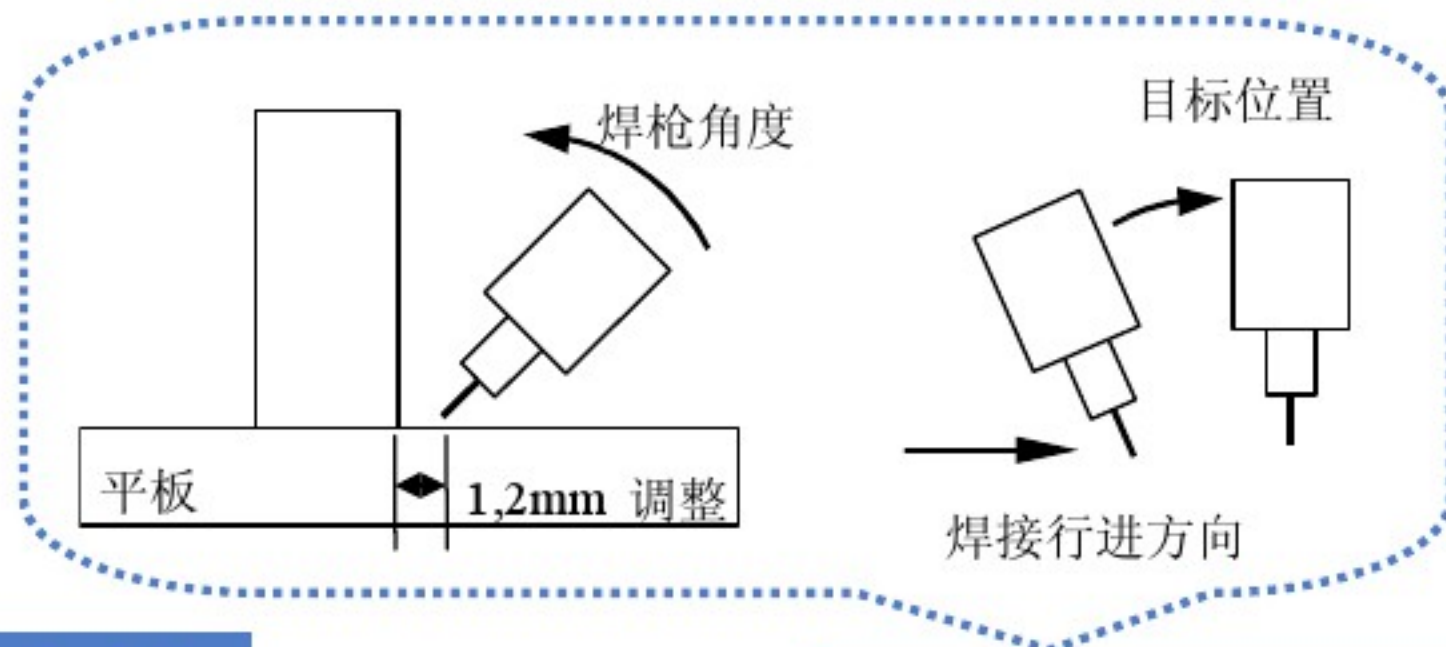
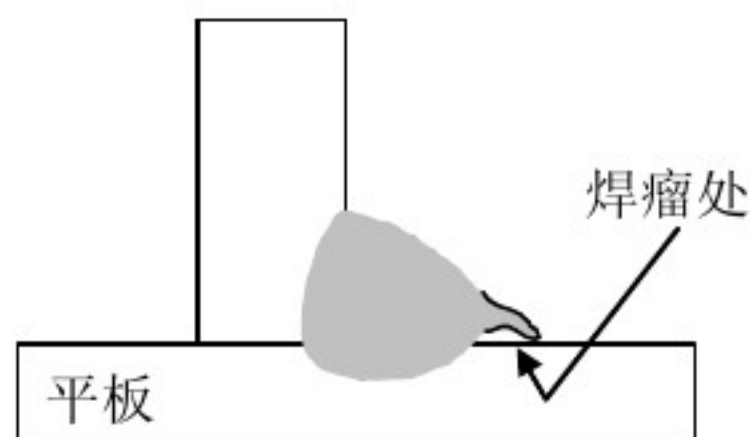
- 将焊枪角度向立板方向抬起。

【发生在立板一侧时】

- 将焊枪角度向平板一侧倾斜。

2 焊接缺陷.....焊瘤

多发生在角焊缝的熔合线，填充金属没有和母材熔合，形成瘤状的部分。



焊接条件的设定

对策

焊接施工条件的设定

【发生在平板和立板两侧时】

- 电弧电压低，与焊接电流不匹配，建议提高电压。
- 提高焊接速度。

【发生在平板时】

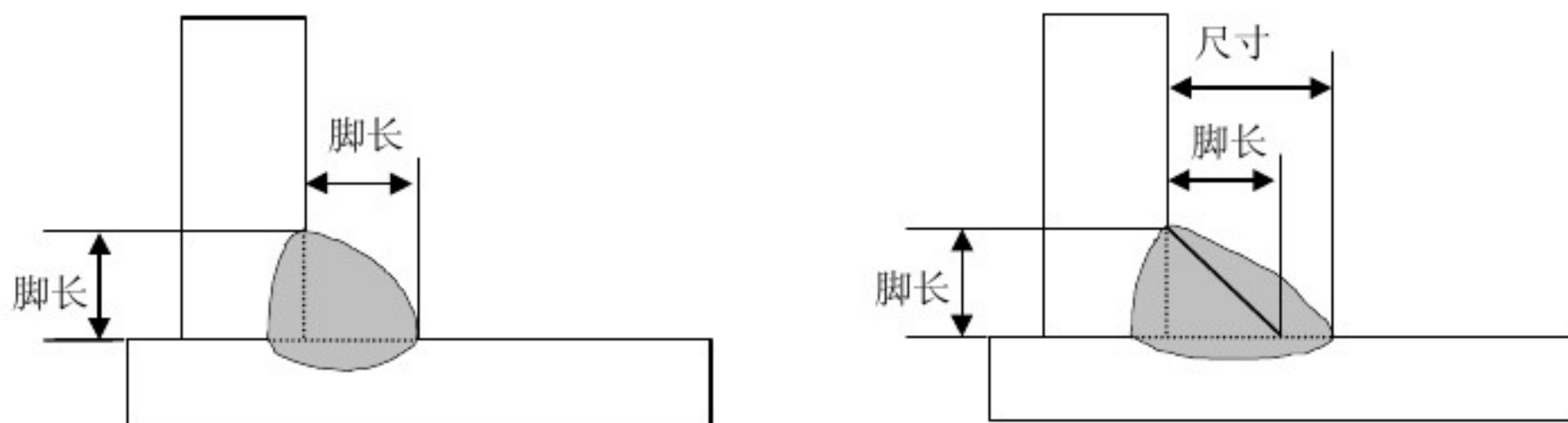
- 将焊枪角度向立板一侧抬起。
- 将焊丝前端向外侧移动1至2毫米。
- 将焊枪行进角度抬高。（防止熔合金属被吹向前方）
- 将焊丝干伸长适当调整。（干伸长过长时易发生）

【发生在立板时】

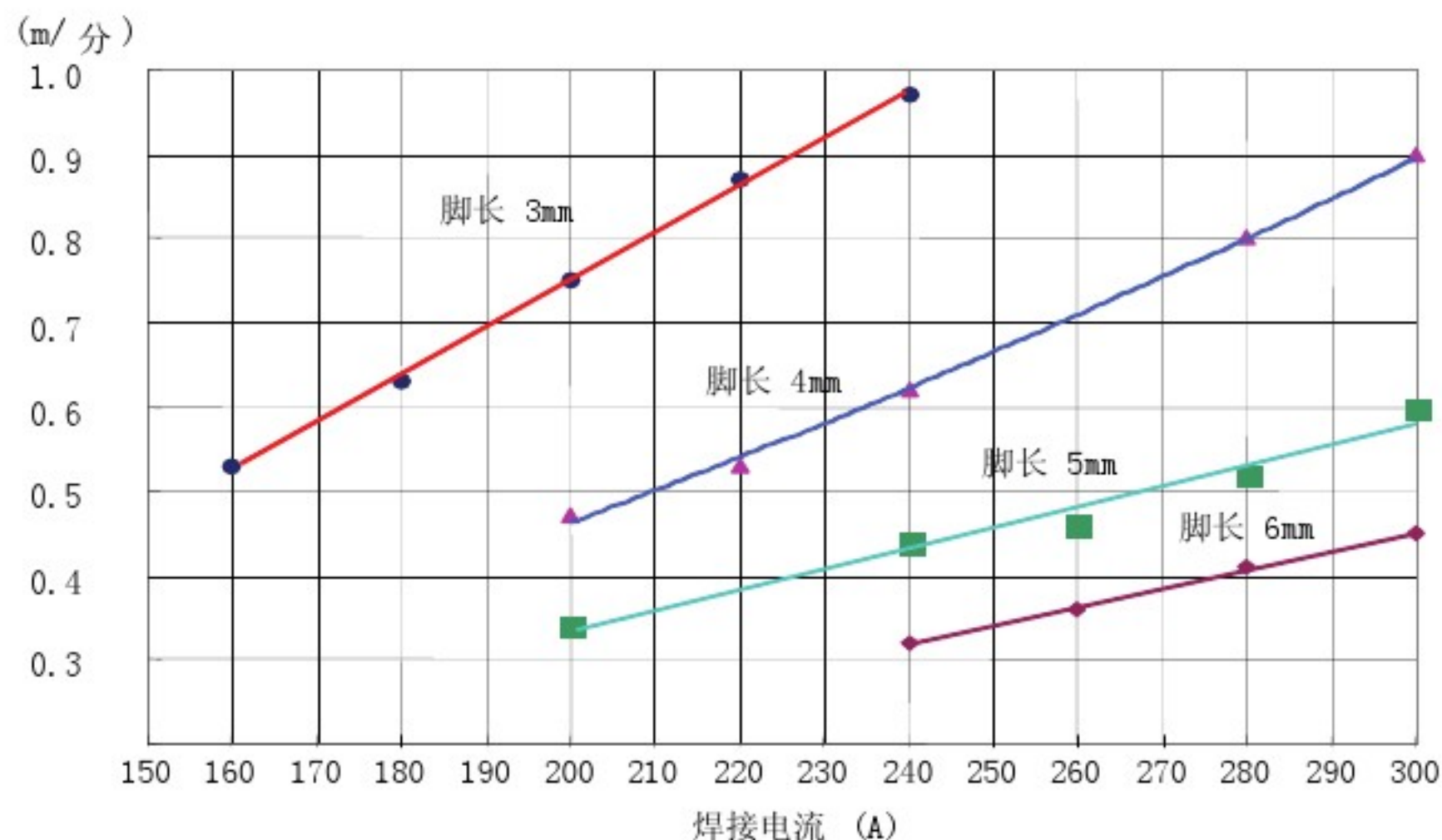
- 将焊枪角度向平板一侧倾斜。
- 将焊丝位置调到立板一侧。

3 焊接缺陷.....焊脚尺寸不足

焊接金属在平板和立板两侧的焊脚尺寸不足或在其中的一侧尺寸不足。



与焊脚长度相匹配的焊接电流和焊接速度（焊丝直径 $\phi 1.2\text{mm}$ ）



对策

焊接条件的设定

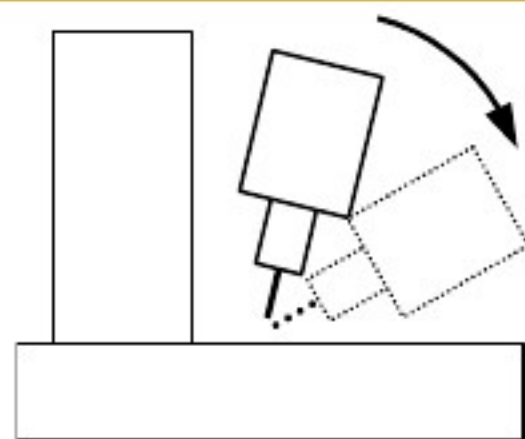
焊接施工条件的设定

【两侧全部尺寸不足时】

- 提高焊接电流、电弧电压。
- 调长焊丝的干伸长度。

【其中一侧尺寸不足时】

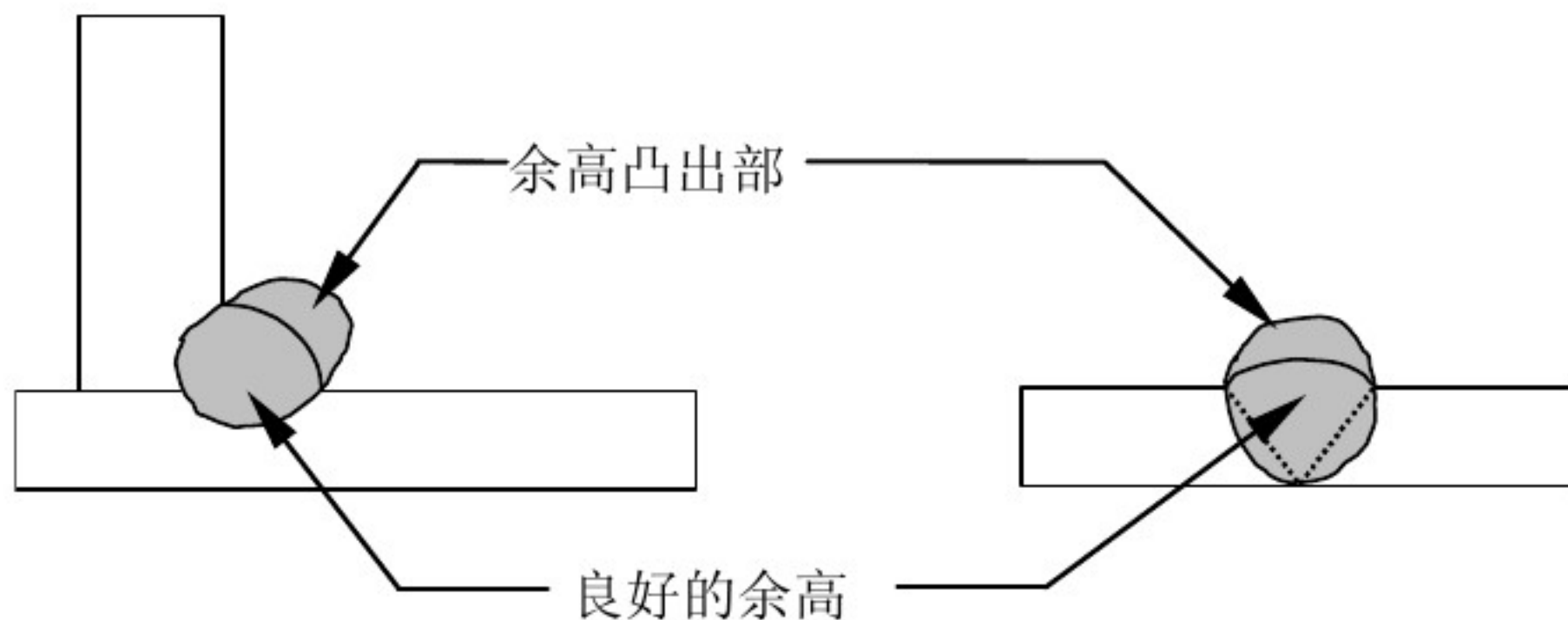
- 向焊脚尺寸不足的相反方向调整焊枪角度。



水平填角焊、单道焊缝的最大焊脚长度为8mm左右。

4 焊接缺陷.....焊高过高

焊高过高，与焊缝宽度不匹配。多发生在立焊时的向上焊接或倾斜焊缝的上坡焊时。



对策

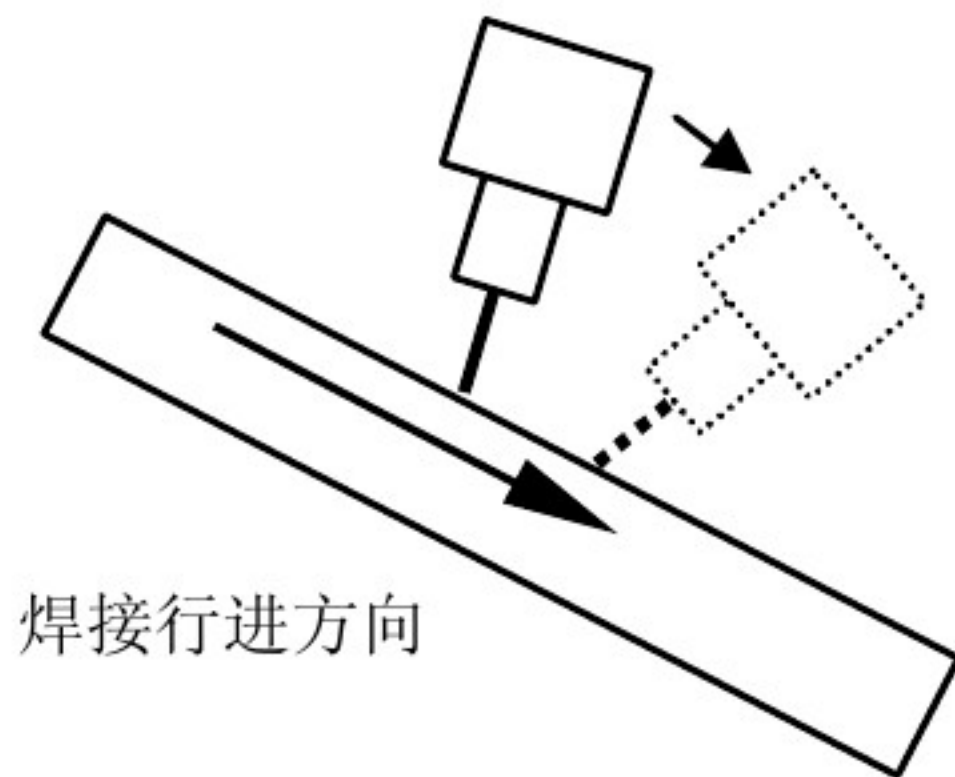
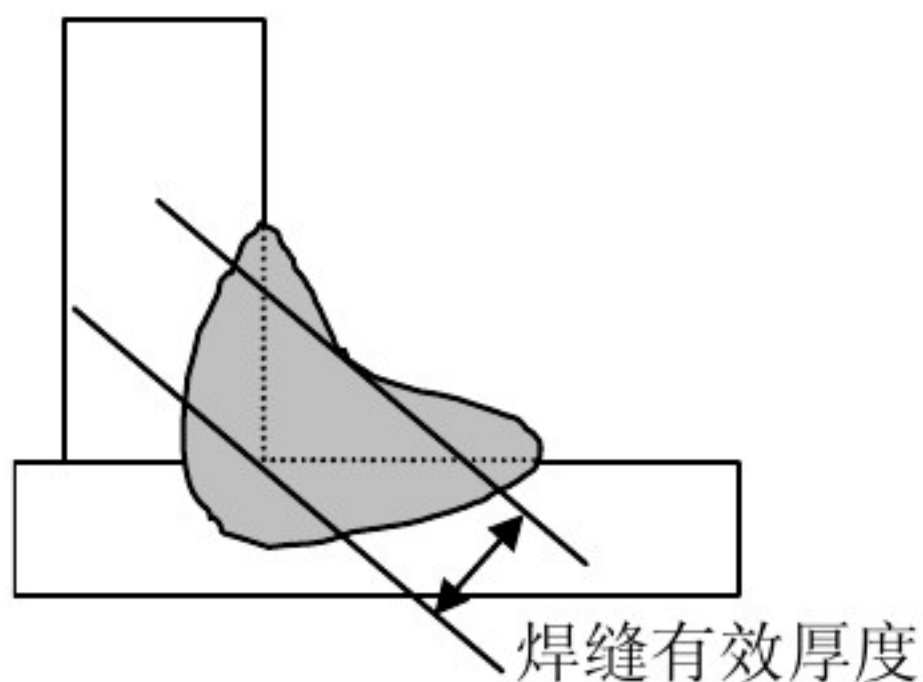
焊接条件的设定

焊接施工条件的设定

- 调低焊接电流, 减少单位熔敷量。
- 调短焊丝的干伸长。
- 提高电弧电压。
- 尽量减少上行焊接, 选择下行焊接。

5 焊接缺陷.....焊高过低

焊缝表面凹陷，造成有效厚度减少。多在立面下行焊接或倾斜下行焊接时发生。



对策

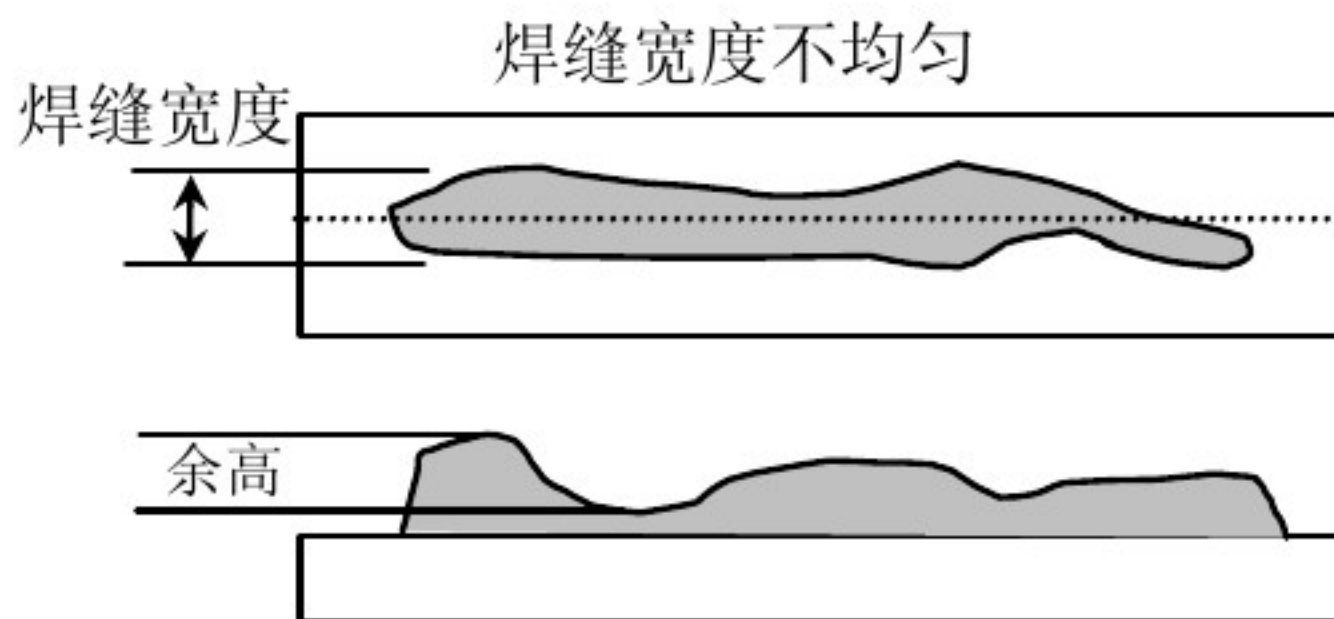
焊接条件的设定

焊接施工条件的设定

- 降低焊接电流，减少单位熔敷量。
- 调短焊丝的干伸长。
- 降低电弧电压。
- 缩小焊枪向前移动的角度。
- 调整焊接速度。
- 熔敷金属先行=提高焊接速度。
- 熔敷金属迟行=降低焊接速度。

6 焊接缺陷.....焊缝形状不整齐

表现为焊缝宽度、焊缝形状不整齐。



送丝系统需要
重点检查

对策

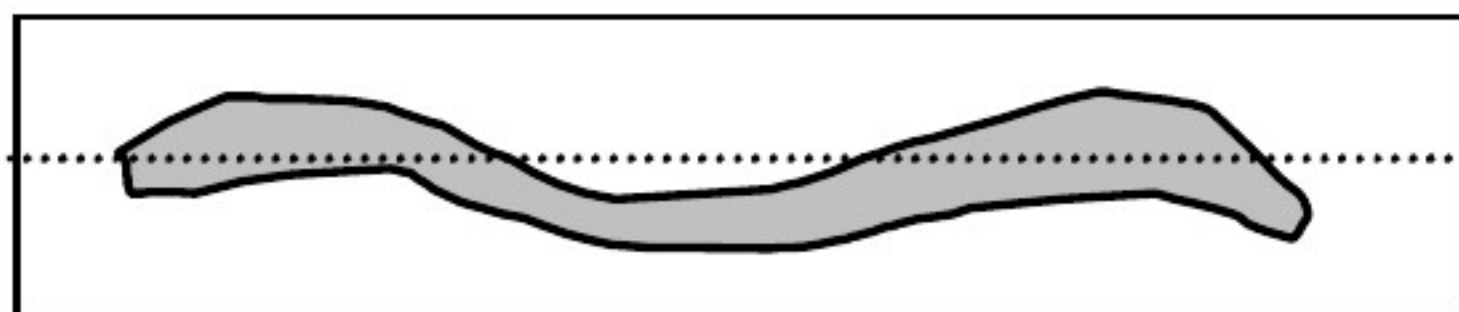
焊接条件的设定

焊接施工条件的设定

- 通过示教消除高度位置的上下变化。
- 导电嘴的孔磨耗过大，更换。
- 确认焊丝能否顺利输送。
- 确认焊丝有无伤痕。
- 确认输送轴、加压轴、焊丝导向装置有无伤痕、磨损状况。

7 焊接缺陷.....焊缝不直, 如蛇行

表现为焊缝与目标焊接线有偏差, 熔合线如蛇行, 上下起伏。



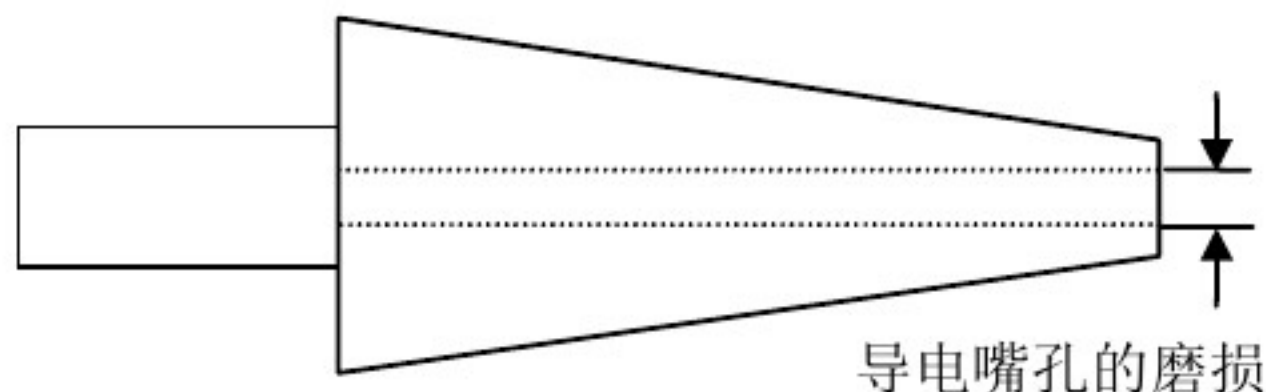
送丝系统需要
重点检查

对策

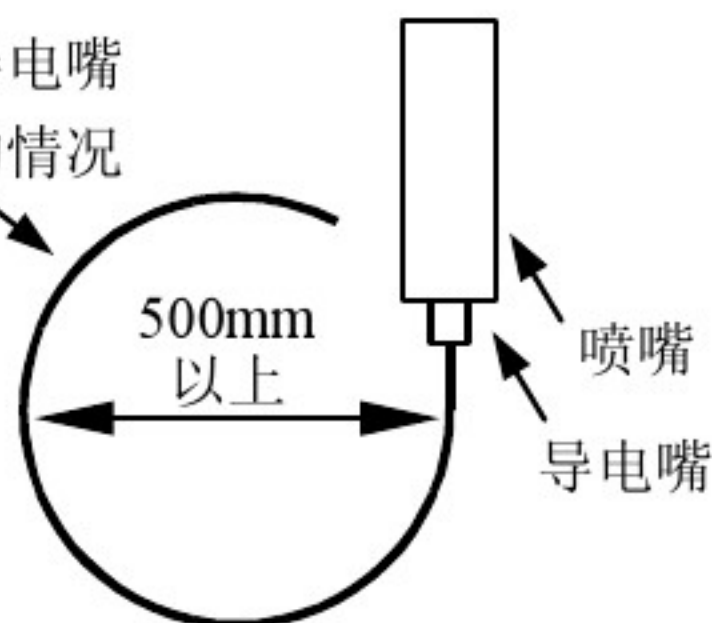
焊接条件的设定

焊接施工条件的设定

- 调整矫正轮以固定焊丝的送丝方向。
- 调整矫正轮使焊丝的打弯直径大于500mm以上。
- 确认导电嘴的圆孔直径。
- 磁偏吹时（电弧偏向一个方向）改变焊接方向、地线方向。

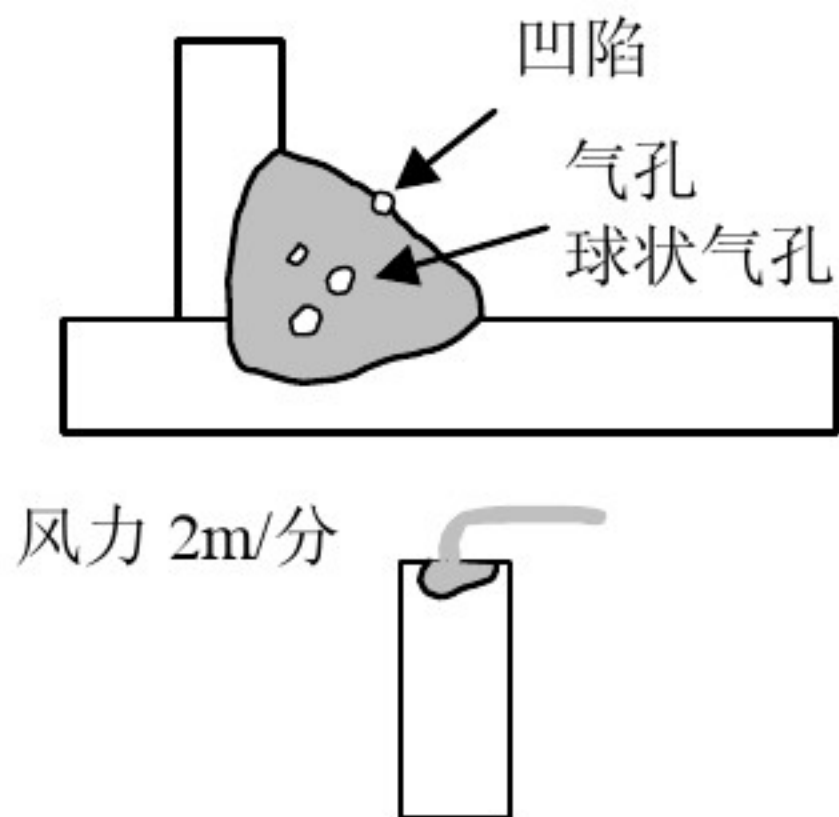


焊丝从导电嘴
送出后的情况



8 焊接缺陷.....气孔

熔化金属遇到高温，吸收大量的氧气、氮气、氢气等气体，没有浮到表面、留在内部的气体形成内部气孔，留在表面上的气体形成外部气孔。
(总称气孔)



对策

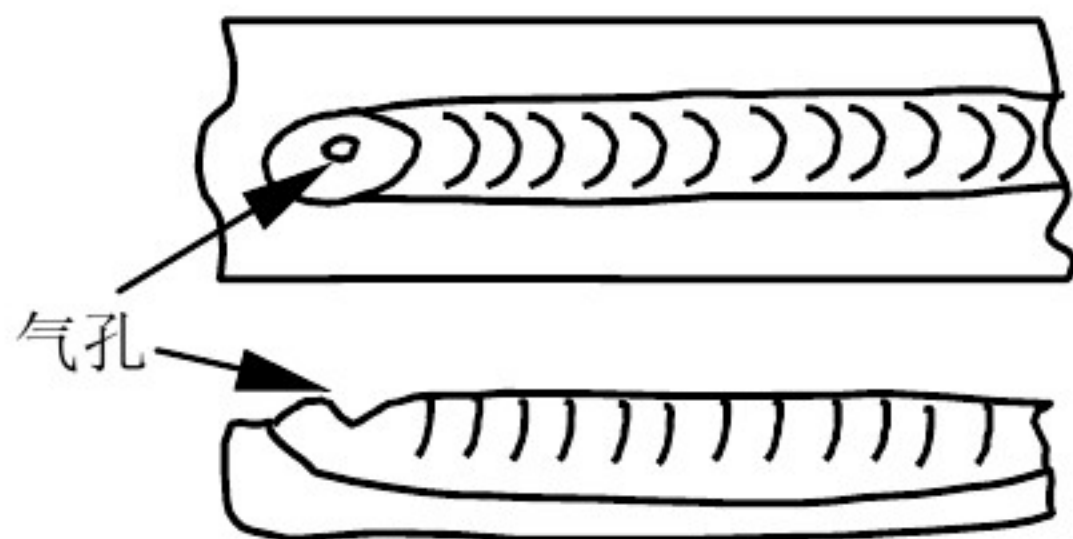
焊接条件的设定

焊接施工条件的设定

- 将保护气体流量调整到导电嘴直径+5 ~ 10L/分
- 当风速达到2m/分以上时，要采取防风措施。
- (2m/分可使香烟的烟柱横向飘动)
- 彻底清除导电嘴内沉积的飞溅物。
- 将焊枪的行进角度调整在90度以下、60度以上的范围。
- 使用CO₂气体时，将喷嘴的高度控制在25mm以内，混合气体控制在20mm以内。
- 清除油、涂漆、锈、水分。
- 使用Si、Mn、Ti等富含脱氧物质的焊丝。
- 选择适当的焊丝和保护气体使用。

9 焊接缺陷.....弧坑气孔

表现为收弧时弧坑产生的微小气孔，发生在电流过高时。



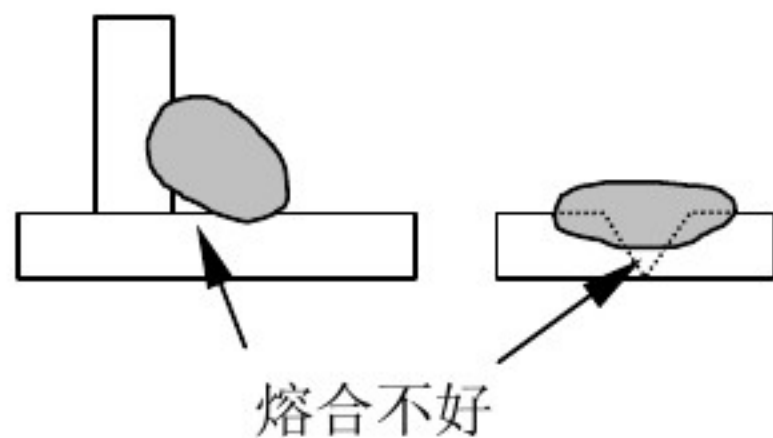
对策

焊接条件和焊接施工条件的设定

- 在处理填弧坑时，将电流调到标准电流的70%以下，提高焊接金属的收缩速度。
- 使用Si、Mn、Ti等富含脱氧物质的焊丝。
- 缩短电弧长度。（缩短导电嘴与母材之间的距离）
- 在填弧坑未冷却状态下，重复焊接。（主焊接完成 — 气体切断 — 焊接）

10 焊接缺陷.....熔合不良

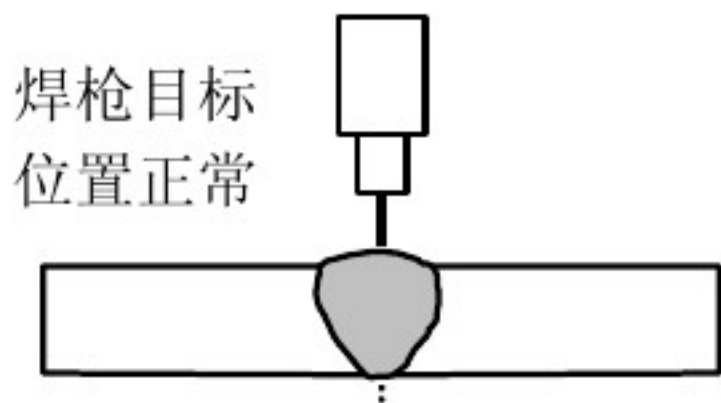
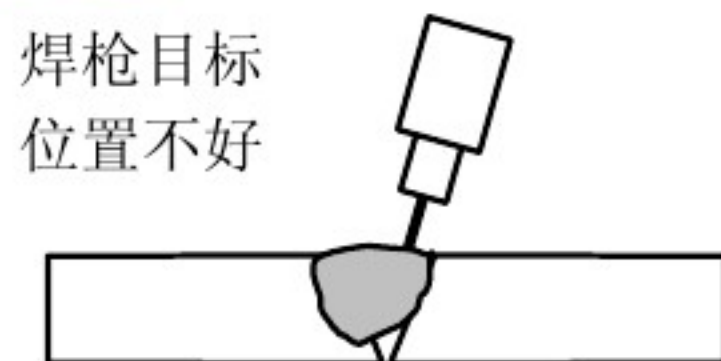
表现为焊接熔合部未熔合。



对策

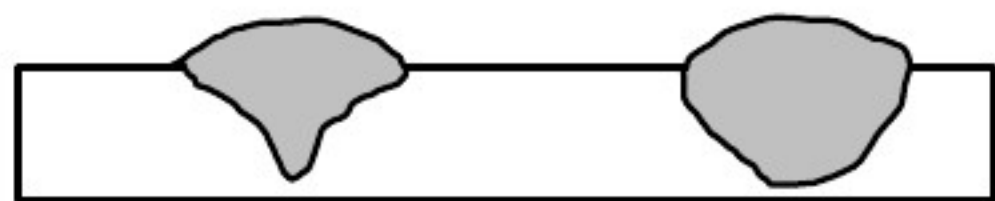
焊接条件和焊接施工条件的设定

- 纠正所要进行的焊接可能产生的误差。
- 焊接焊丝打弯要大。（ $\phi 500\text{mm}$ 以上）
- 导电嘴的孔磨损后，容易发生。所以要保证导电嘴的质量。
- 改变焊枪的角度。
- 使用合适的保护气体。



MAG 气体保护时

CO₂ 气体保护时



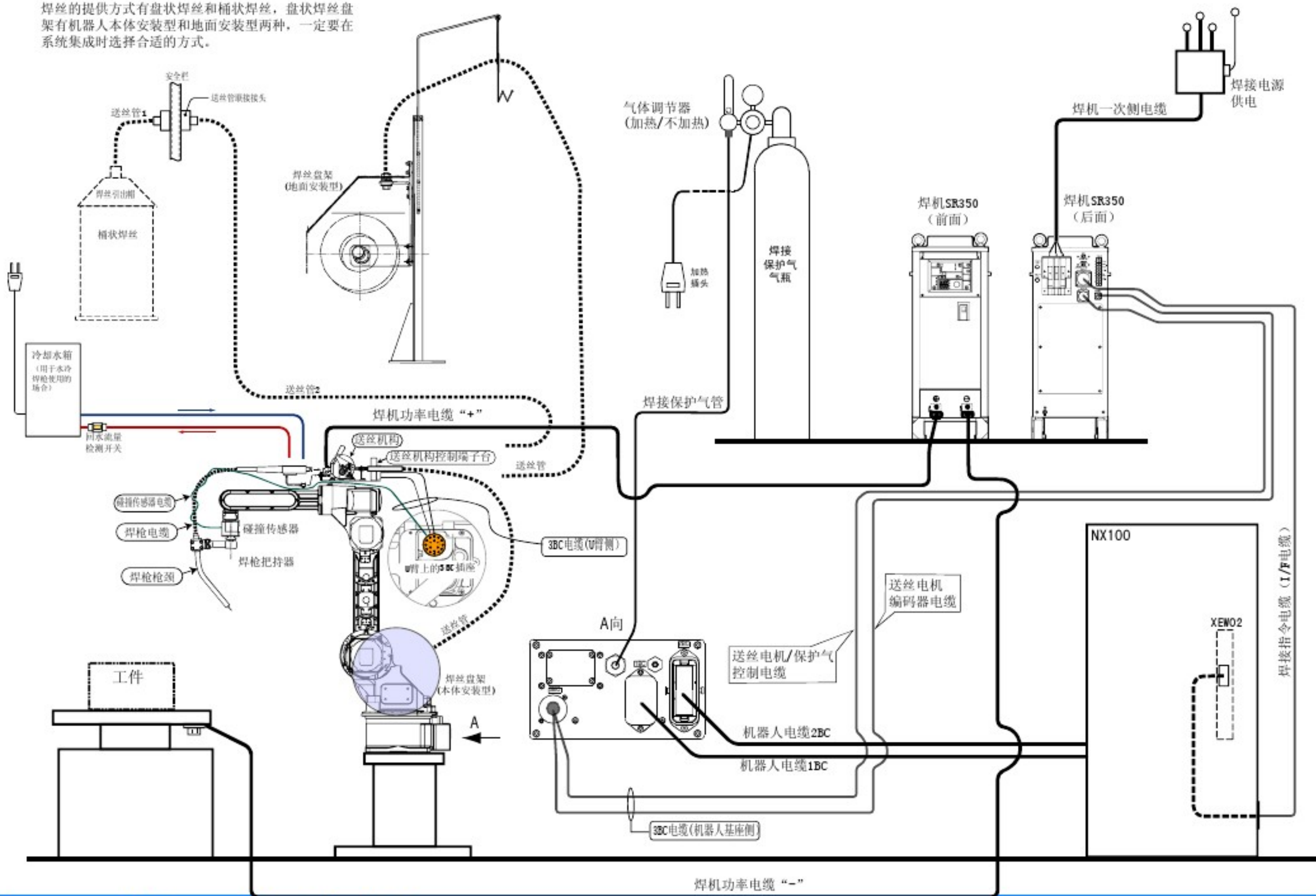
酒杯状

机器人弧焊系统构建 面向用户培训

2009-4-28

例: SR350焊接系统

焊丝的提供方式有盘状焊丝和桶状焊丝，盘状焊丝盘架有机器人本体安装型和地面安装型两种，一定要在系统集成时选择合适的方式。



模块化系统集成理念

- 贯彻机电一体化的基本指导思想，在系统配备时考虑机械接口、电气控制接口；
- 按照接口，找出相关联的设备；
- 功能性验证。

系统配套设备	机械接口	安装位置	功能性验证
		安装高度	
	电气控制接口	接口形式（快速联接、端子台等）	
		相关的电气控制设备及I/O分配	
		电气控制电缆的设计	

机器人弧焊系统主要模块

工业机器人	功能设备	辅助变位设备	工装夹具	电气控制设备	系统安全及底座
工业机器人是焊枪或作业工具的载体，实现弧焊作业时所需要的焊接位置、焊接姿态、焊接轨迹。	功能设备是指各种焊接电源及焊接电源相关的所有配套设备，是体现系统功能的设备。	辅助变位设备是指为了实现焊接所要求的最佳焊枪姿态和焊枪位置，对机器人或夹具进行变位的设备。	工装夹具是实现工件定位的关键设备。	电气控制设备是系统运行的控制中心，是系统正常运行的保障。	系统安全及底座是指安全栏、弧光防护、设备安全及人员安全的保障设备
互相联系成一个有机的整体，才可以称之为完整的工作系统，任何片面的、独立地去考虑都可能导致系统集成的失误。					

工业机器人的选择

决定因素

- 工件：工件的尺寸、焊缝的位置；
- 焊接方法决定的焊枪对机器人的选型有要求，焊枪的重量、安装形式等；
- 机器人的功能：握持焊枪 或 握持工件
- 用户的喜好。



MA1400 / MA1900

VA1400 (7轴)



MH6 / HP20D

小型机：握持焊枪



MH50

HP165D

ES165D/200D

大型机：握持工件

功能设备的配备

熔化极焊接电源的选择

- 工件对焊接工艺要求：MAG/MIG/CO2，脉冲焊/短路焊；
- 焊接电流的大小决定焊接电源的功率；
- 用户的喜好：生产厂家、电源规格等。

常配的熔化极焊接电源

MOTOWELD

EL350II

SR350

EH500

Fronius(福尼斯)

TS/TPS3200

TS/TPS4000

TS/TPS5000

KEMPPI(肯倍)

KemparcSYN300

KemparcSYN400

KemparcSYN500

功能设备的配备

非熔化极焊接电源的选择

- 工件：材质（碳钢/不锈钢/铝材）、焊缝接口形式；
- 有无填丝要求，通常与焊缝接口形式有关；
- 焊接方法：TIG/等离子，脉冲焊/直流焊/交流焊；
- 焊接电流的大小决定焊接电源的功率；
- 用户的喜好：生产厂家、电源规格等。

填丝
焊接

断续送丝

连续送丝

常配的TIG焊接电源

交直流TIG电源
(所有材质)

Fronius(福尼斯)

MW2600/4000

直流TIG电源
(钢材)

TT3000/4000

KEMPPI(肯倍)

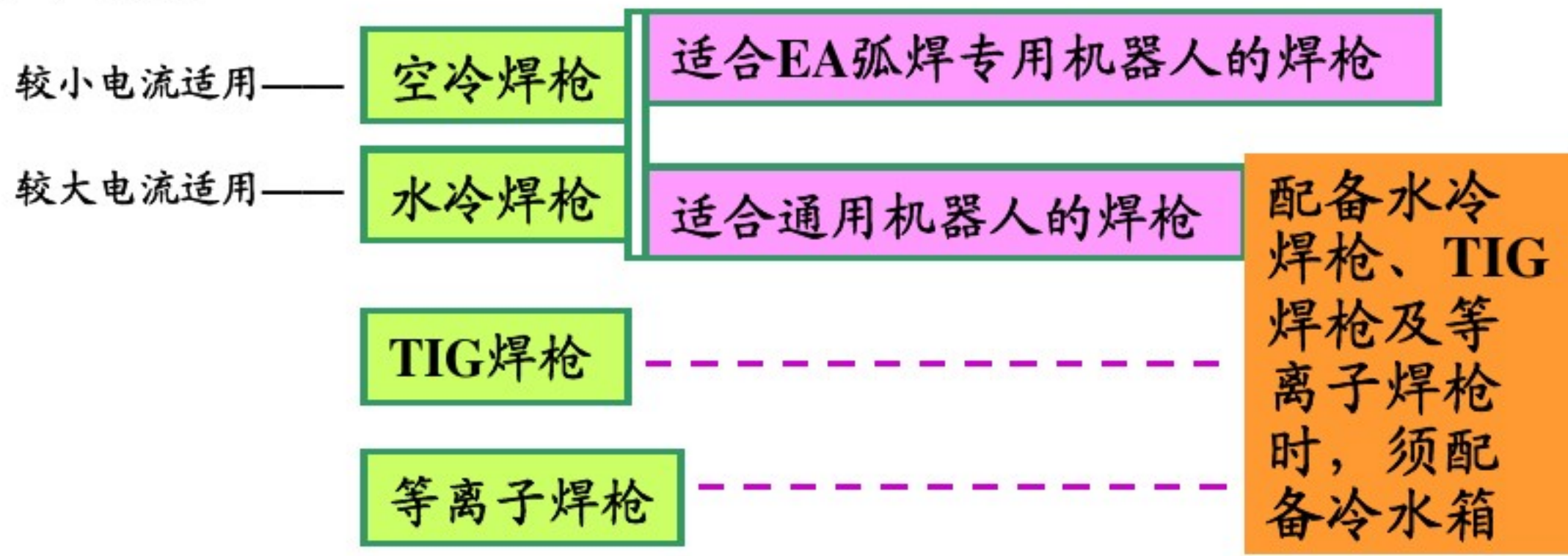
MastertigMLS4000

直流TIG电源
(钢材)

功能设备的配备

焊枪及焊枪电缆的选择

• 焊枪的种类:



• 焊枪电缆:

- › 电缆的长度: 根据机器人而定;
- › 电缆与送丝机构的接头规格要匹配, 不匹配时加装转换接头。通常接头规格有以下几种:

松下/欧式/Fronius

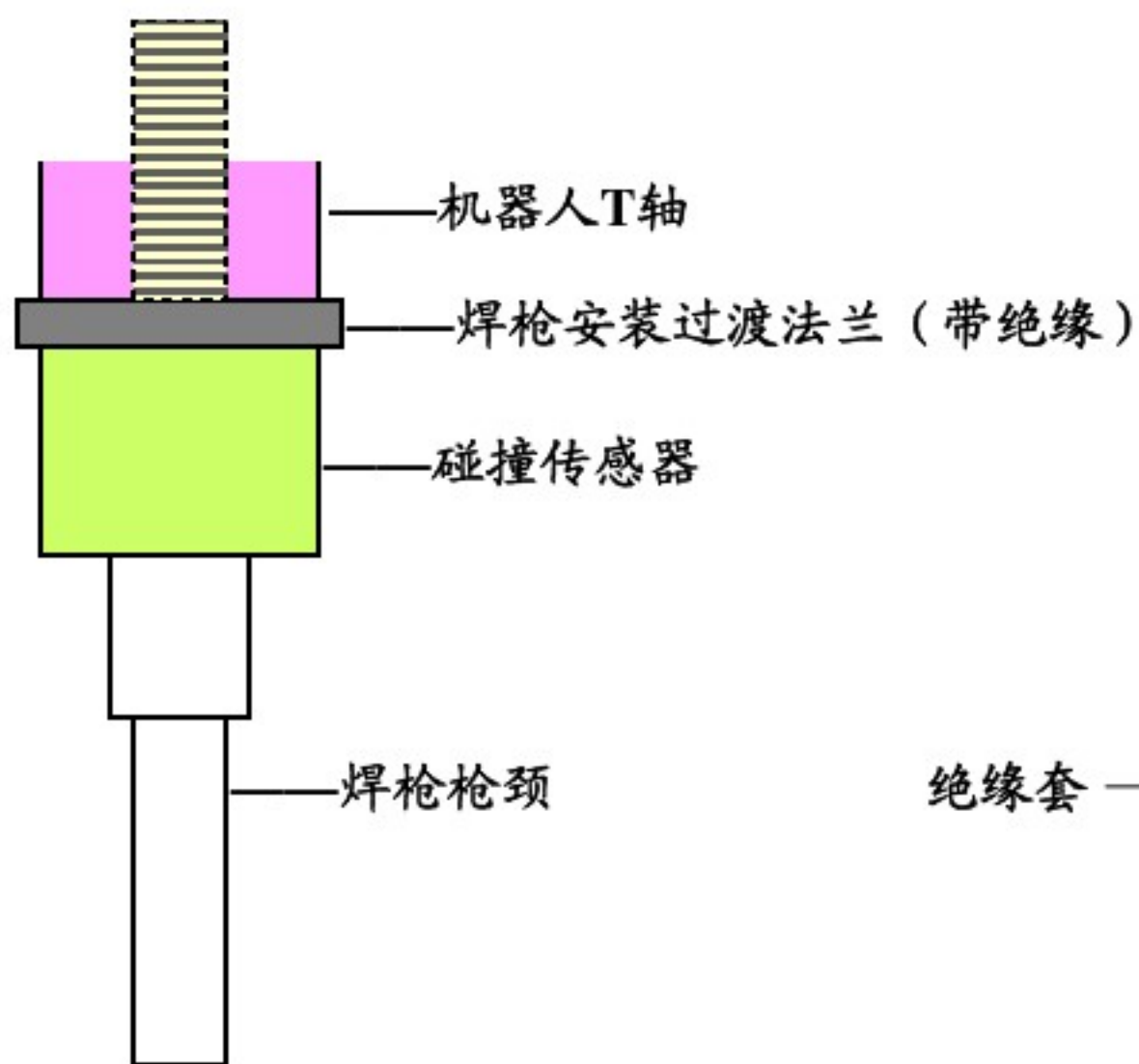
常配的焊枪厂家:

日本TOKIN公司 (安川标配)
德国BINZEL公司
德国TBI
奥地利福尼斯 (Fronius)
加拿大特雷克斯公司

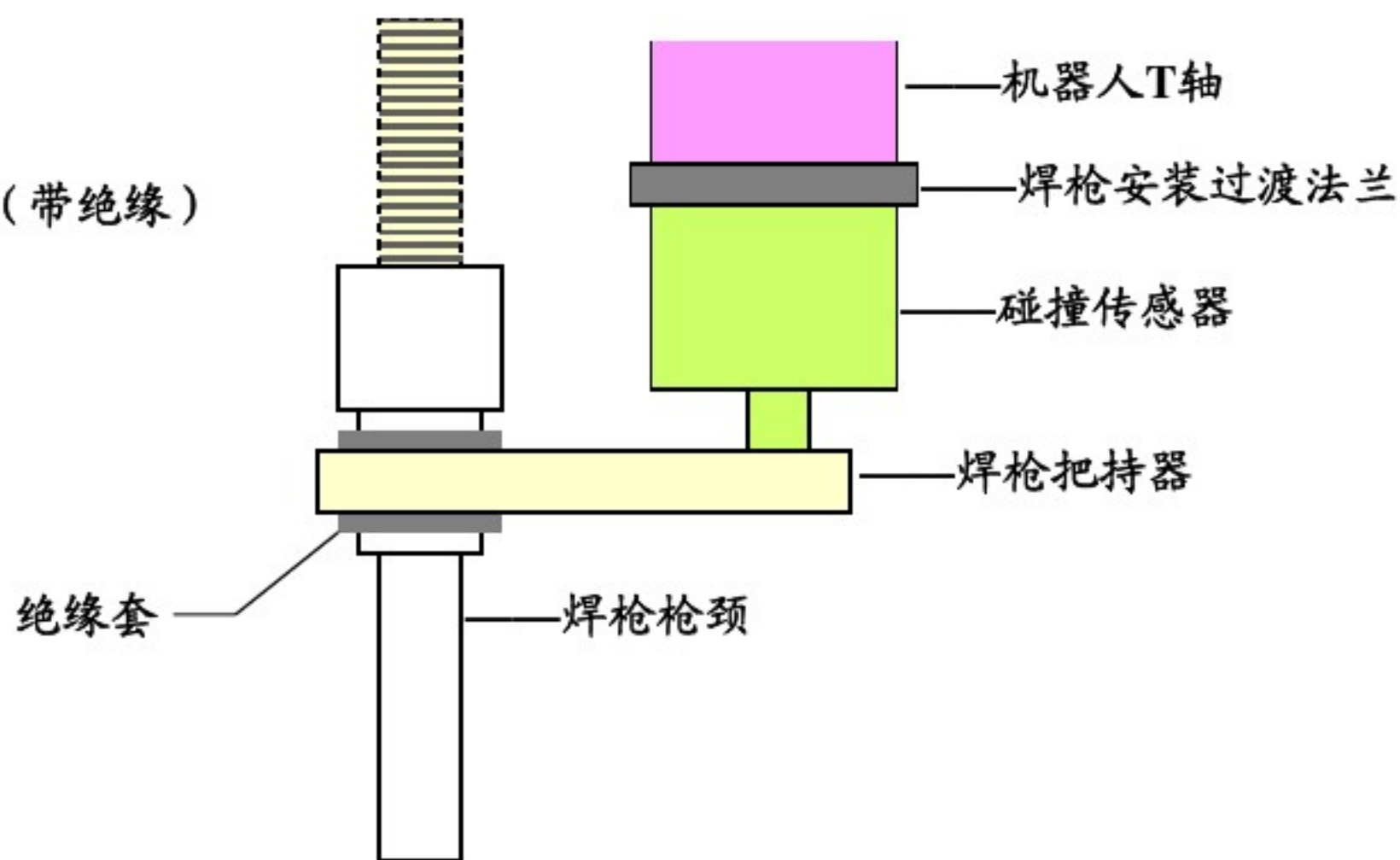
功能设备的配备

焊枪的安装方式

•EA机器人:

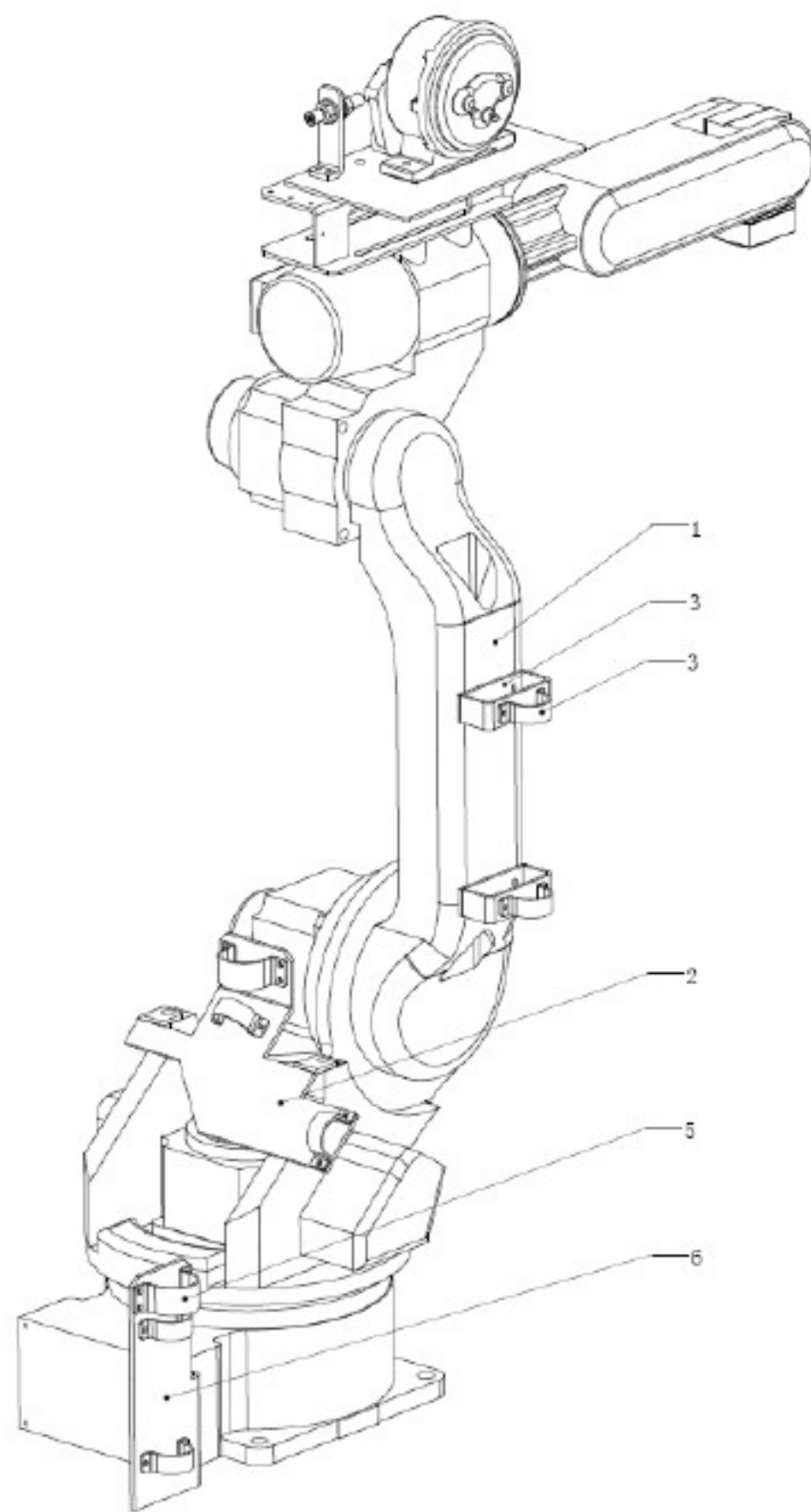


•HP通用型机器人:



功能设备的配备

送丝机构安装
及电缆固定



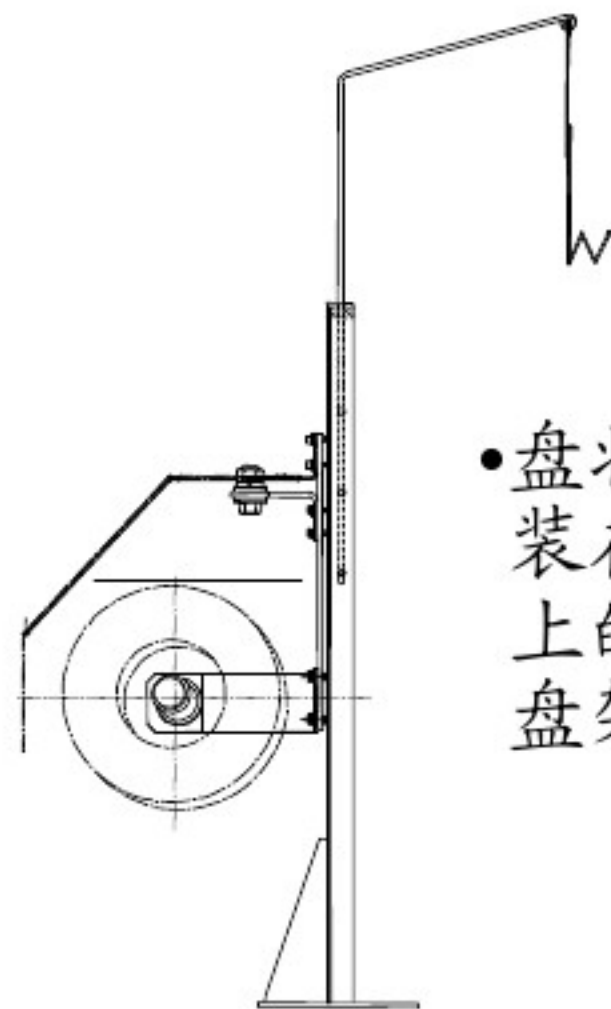
功能设备的配备

焊丝的输送方式

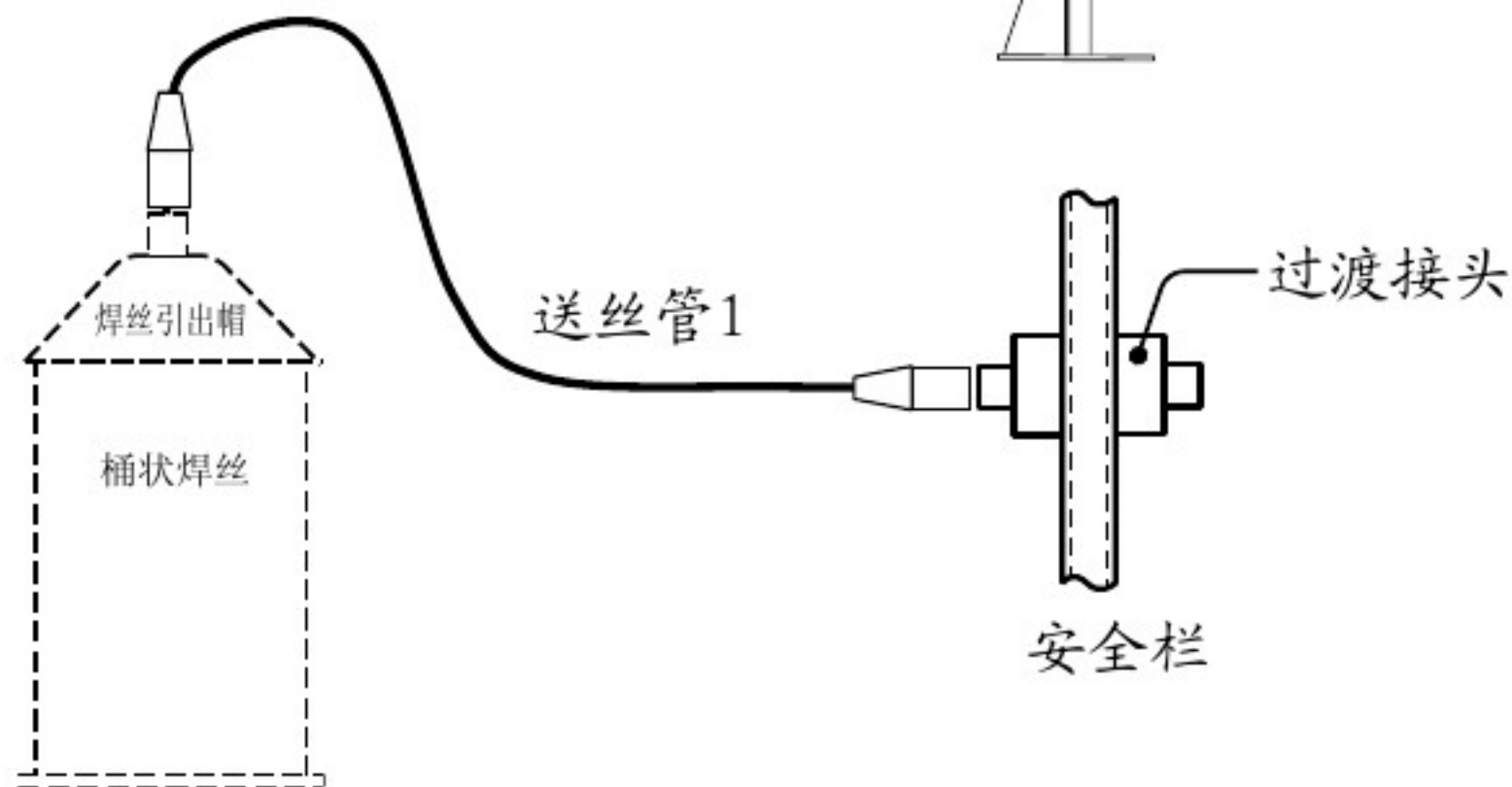
- 盘状焊丝，装在机器人S轴上



- 盘状焊丝，装在地面上的焊丝盘架上



- 桶状焊丝，地面码放，工作间外布置



功能设备的配备

焊接辅助设备

•清枪装置 •喷硅油装置

1. 枪管示教到位;
2. 夹紧焊枪喷嘴;
3. 绞刀上升并旋转, 开始清枪;
4. 延时T (S);
5. 绞刀下降, 松开焊枪喷嘴。

•剪丝装置



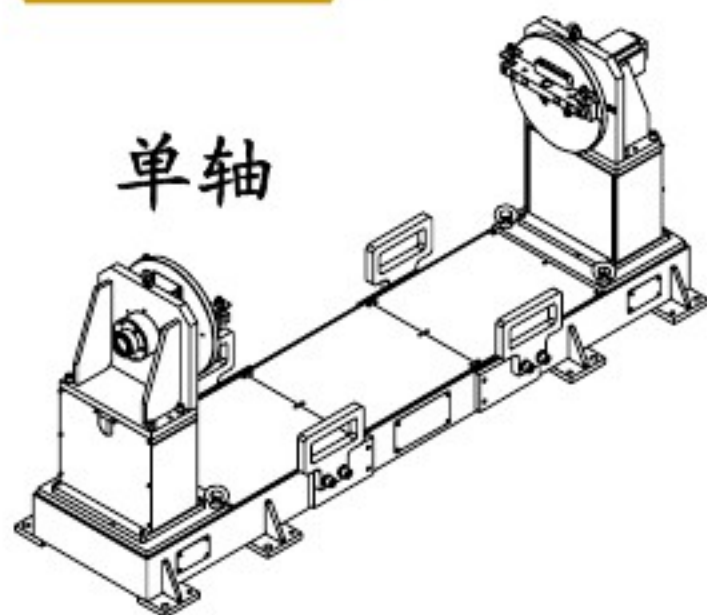
通常供货厂家

德国BINZEL公司
德国TBI
加拿大特雷克斯公司

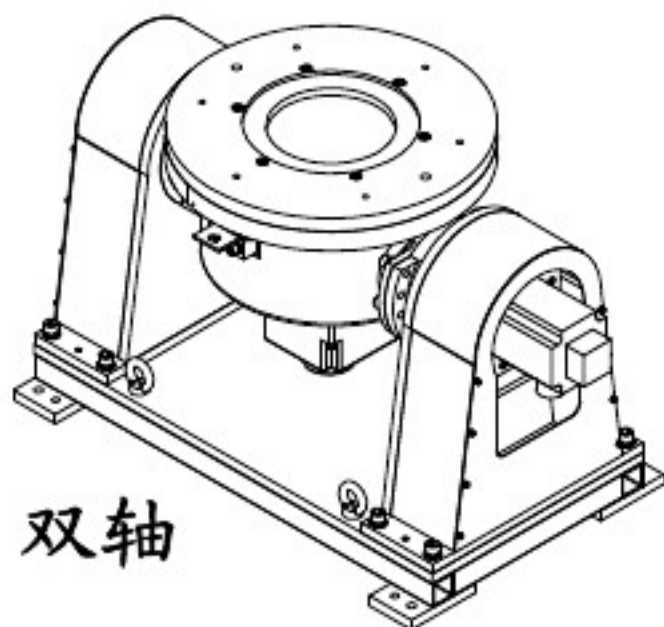
辅助变位设备的配备

变位机

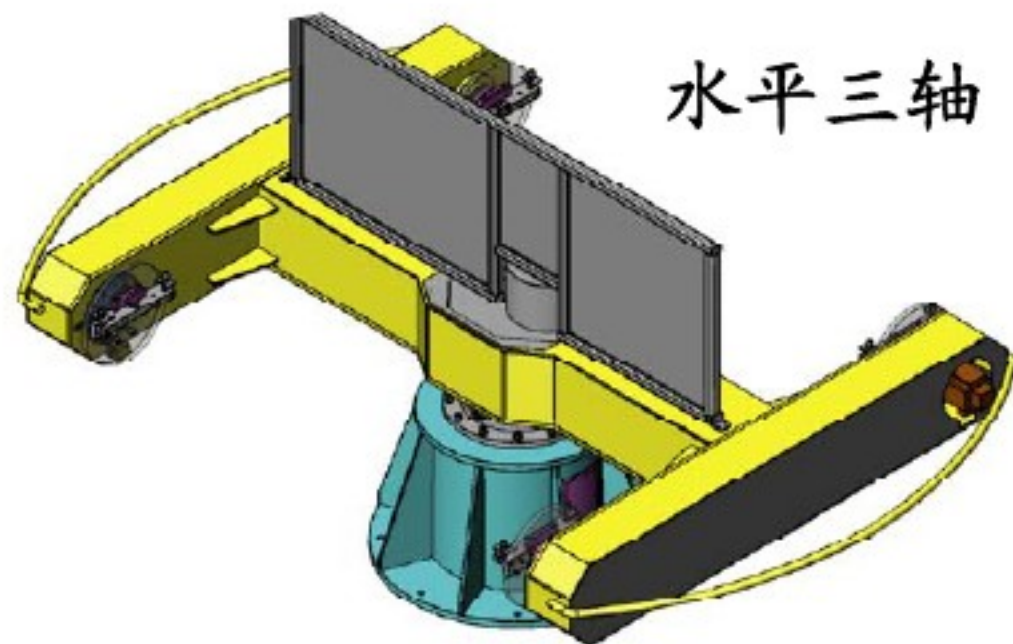
单轴



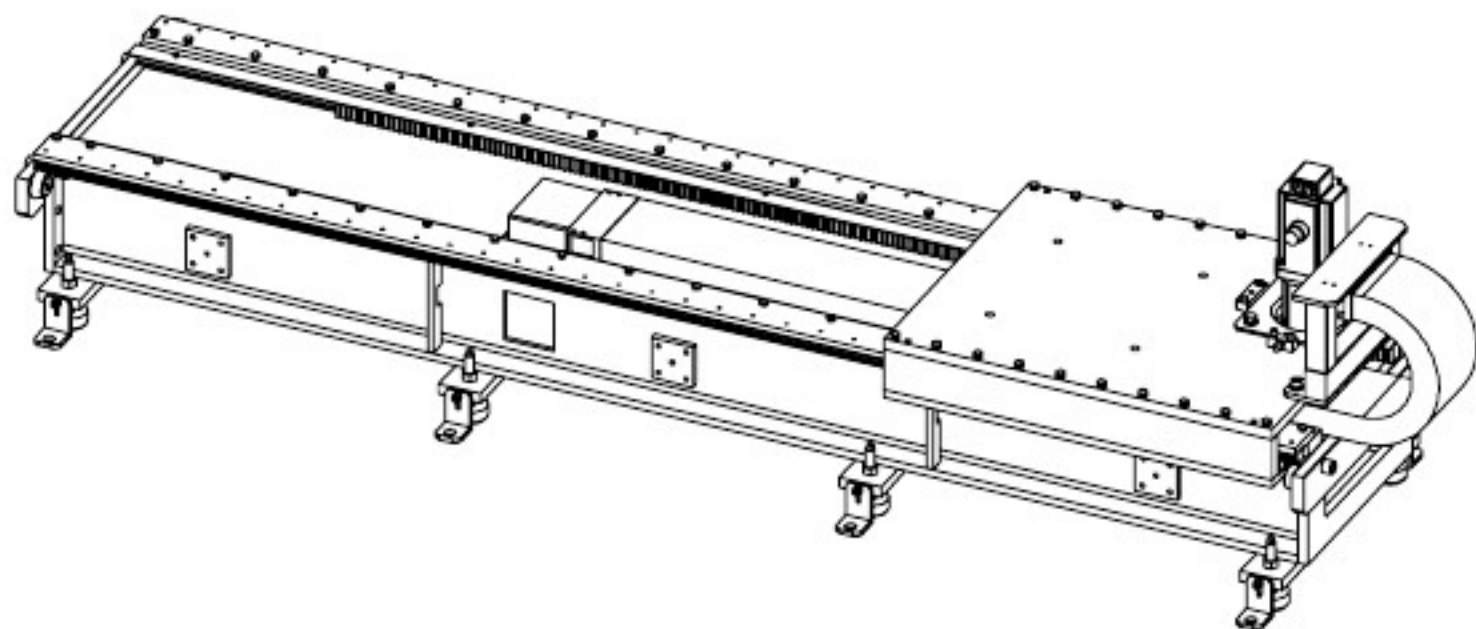
双轴



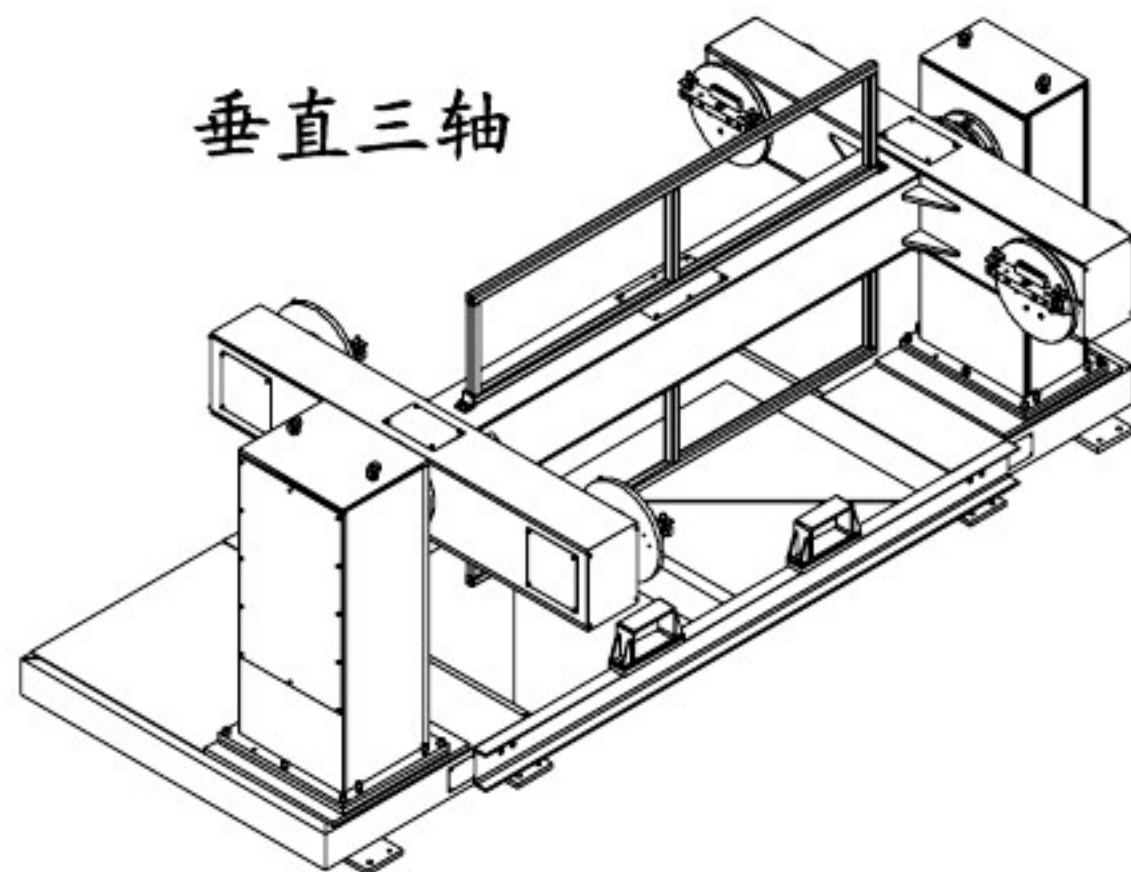
水平三轴



行走机构



垂直三轴



系统焊接节拍计算

焊缝条数(每起弧/熄弧1次为1条焊缝):	(条)
所有焊缝的长度 (cm):	(cm)
焊接速度(请向焊接工程师咨询):	60 (cm/min)
焊缝间跳转时姿态变化程度指标(K值):	K=
衡量焊接起熄弧时间的一个指标(T_0 值):	T_0 =
变位机变位时间(含所有轴):	T_1 =
清枪剪丝喷硅油时间(按每件完成1次):	T_2 =
注: K值: $K=1.1\sim1.5$, 通常情况下取1.2, 焊枪姿态变换越大, K值越大;	
T_0 值: 起弧及熄弧1次所需要的时间, 通常取 $T_0=0.7$, 对于厚板, 可取 $T_0=1\sim2$	

空行时间: $A = \text{焊缝条数} \times K + \text{焊缝条数} \times 0.3 + T_1 + T_2 =$ (秒)

焊接时间: $B = \frac{\text{焊缝总长度}}{\text{焊接速度}} \times 60 + \text{焊缝条数} \times T_0 =$ (秒)

所以, 单件的作业时间为: $C = A + B =$ (秒)

如果开工率按85%, 一年按250个工作日, 每日按2轮班计算, 那么:

年产量 = $\frac{250 \times 2 \times 8 \times 60 \times 60}{C} \times 85\% =$

焊接机器人相关功能

MOTOMAN弧焊机器人技术特点

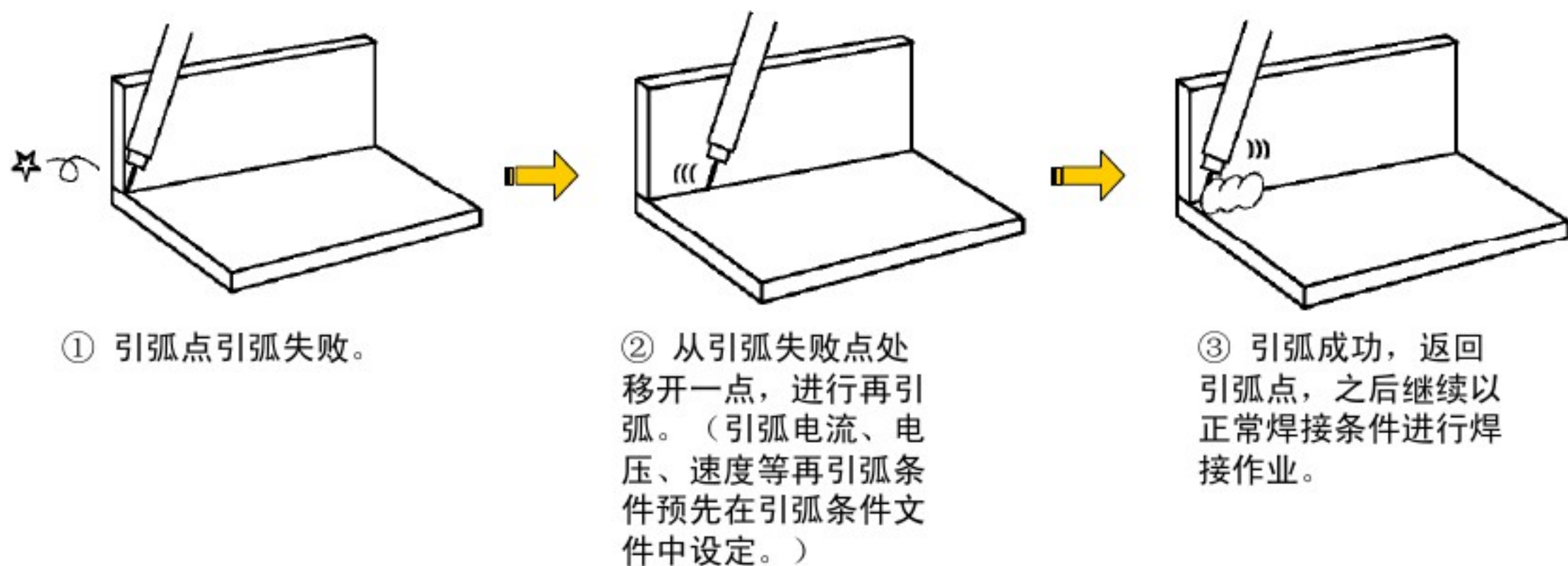
1. 弧焊机器人通过专用的弧焊基板XEW与所配套的焊接电源进行通讯，有2路模拟量通道实现电流及电压参数的实时传输，这样，就可以方便地实现焊接过程中的焊接电流和电压的更改；
2. 弧焊机器人有专门的《焊机特性文件》设定焊接电流/电压值与焊接电流/焊接电压指令值之间的对应关系，操作者可以直观地设定使用的焊接电流（A）/电压（V）值。
3. 弧焊机器人可以提供48个《引弧条件文件》、12个《熄弧条件文件》可以对每条焊缝分别设定不同引弧和熄弧条件。
4. MOTOMAN弧焊机器人具有“弧焊管理功能”，可以对导电嘴的更换及清枪等机器人的焊接辅助工作进行管理。
5. MOTOMAN弧焊机器人的示教盒具有焊接专用操作键（如右图示），在输入焊接指令、送丝、退丝等操作时非常方便。
6. 在再现模式下，可以在焊接进行的同时实现焊接电流/焊接电压的调节，这样，可以大大缩短焊接规范的调整时间。



电流/电压的实时调节键

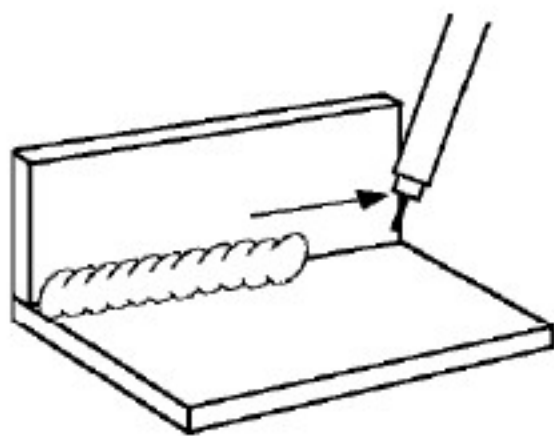
再引弧功能

1. 在工件引弧点处有铁锈、油污、氧化皮等杂物时，可能会导致引弧失败。通常，如果引弧失败，机器人会发出“引弧失败”的信息，并报警停机。当机器人应用于生产线时，如果引弧失败，便有可能导致整个生产线的停机。为此，可利用再引弧功能来有效地防止这种情况的发生。
2. 再引弧实现的步骤如下图所示。与再引弧功能相关的最大引弧次数、退丝时间、平移量以及焊接速度、电流、电压等参数均可在焊接辅助条件文件中设定。

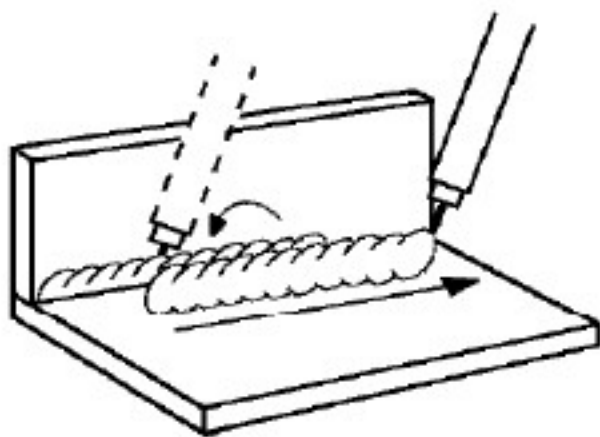


再启动功能

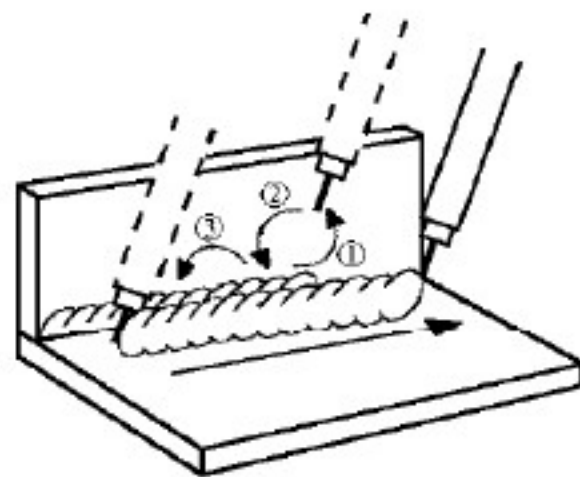
1. 因为工件缺陷或其它偶然因素，有可能出现焊接中途断弧的现象，并导致机器人报警停机。如果利用再启动功能可有效地防止这种情况的发生。
2. 利用再启动功能后，按照在《焊接辅助条件文件》中指定的方式继续动作。断弧后的再启动方法有以下三种，如下图所示。



①不再引弧，但输出异常信号，显示“断弧再启动处理中”的信息，机器人继续动作，走完焊接区段后，显示“断弧再启动处理执行完毕”的信息，之后继续进行正常的焊接作业。



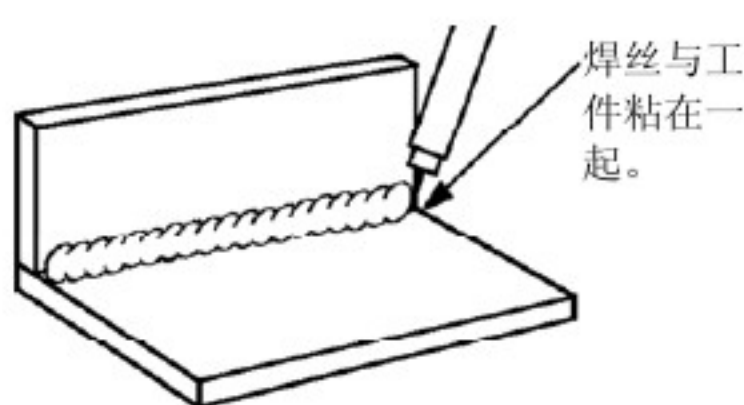
②引弧后，以指定的搭接量返回一段，之后以正常焊接条件继续动作。



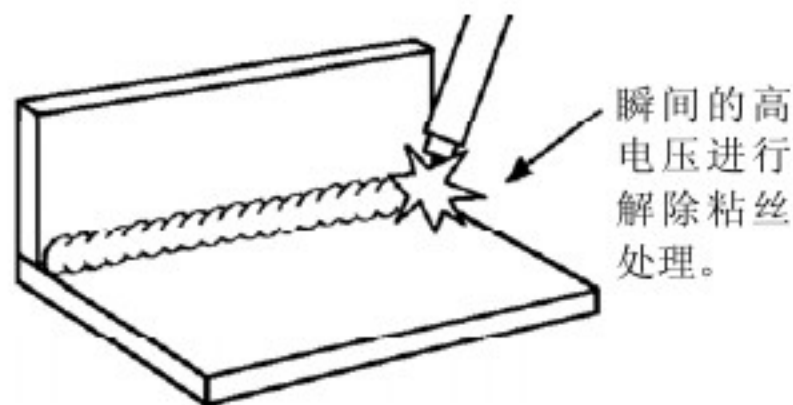
③如果断弧是由机器人不可克服的因素导致的，则停机后必须由操作者手工介入。手工介入解决问题后，使机器人回到停机位置，然后按“启动”按钮，使其以预先设定的搭接量返回，之后再继续进行引弧、焊接等作业。

自动解除粘丝功能

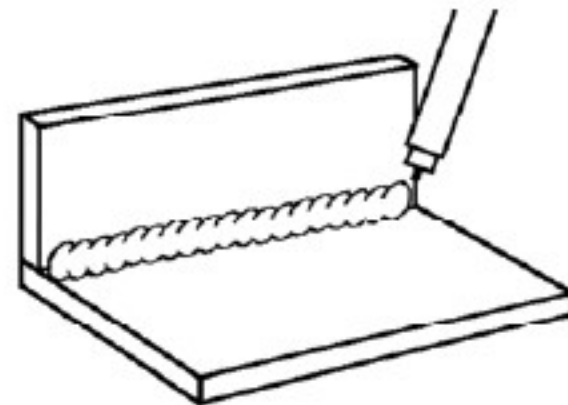
1. 对于大多数的自动焊机来说，都具有防粘丝功能。即：在熄弧时，焊机会输出一个瞬间相对高电压以进行粘丝解除。尽管如此，在焊接生产中仍会出现粘丝的现象，这就需要利用机器人的自动解除粘丝功能。自动解除粘丝功能也是利用一个瞬间相对高电压以使焊丝粘连部位爆断。至于自动解除粘丝的次数、电流、电压、时间等参数均可在焊接辅助条件文件中设定。
2. 自动解除粘丝功能的实现步骤如下图所示：



① 焊丝与工件粘在一起，发生粘丝。



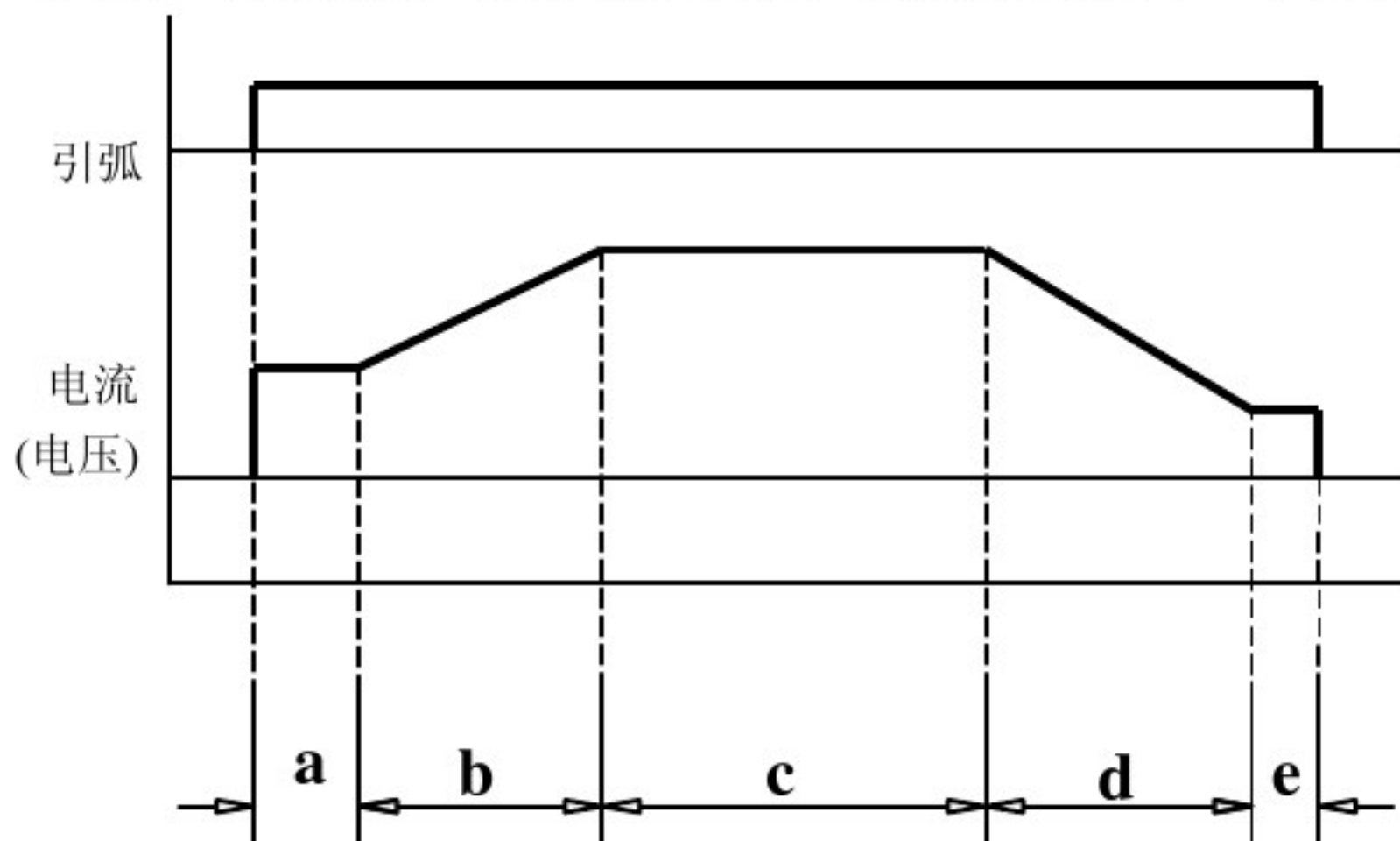
② 瞬间的相对高电压进行粘丝解除。



③ 经过焊机自身的粘丝解除处理后，粘丝仍未能解除，则利用机器人的自动解除粘丝功能。

焊接规范参数渐变功能

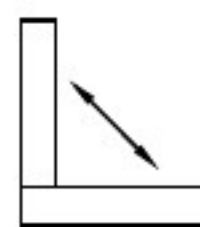
- 为了适应铝材、薄板以及其它特殊材料的焊接，MOTOMAN机器人还具有焊接规范参数渐变功能，即在某一区段内将电流/电压由某一数值渐变至另一数值。示意说明如图所示。



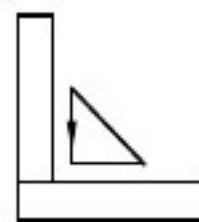
- a:** 以引弧条件文件中设定的规范参数引弧。
- b:** 焊接电流（电压）由小渐变大。
- c:** 以恒定的规范参数焊接。
- d:** 焊接电流（电压）由大渐变小。
- e:** 以熄弧条件文件中设定的规范参数熄弧。

摆焊功能

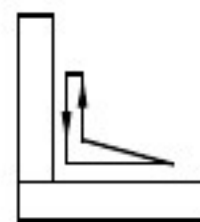
1. 摆焊功能的利用提高了焊接生产效率，改善了焊缝表面质量。摆焊条件可在《摆焊条件文件》中设定，例如：形态、频率、摆幅以及角度等。摆焊条件文件最多可输入16个。
2. 摆焊的动作形态有单振摆、三角摆、L摆，并且其尖角可被设定为有/无平滑过渡。右图为摆焊的动作形态示意图。
3. 摆焊动作的一个周期可以分为四个或三个区间，如下图所示：



单振摆



三角摆

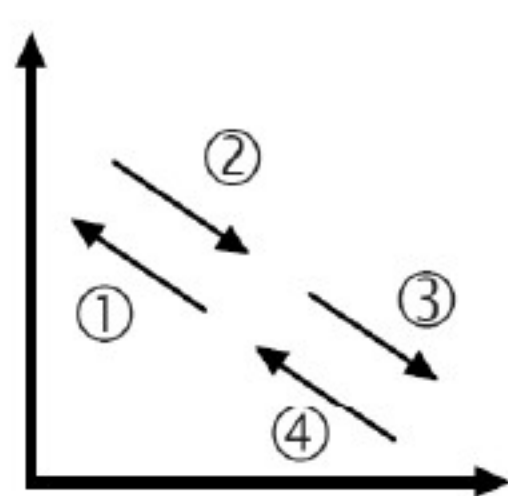


L摆

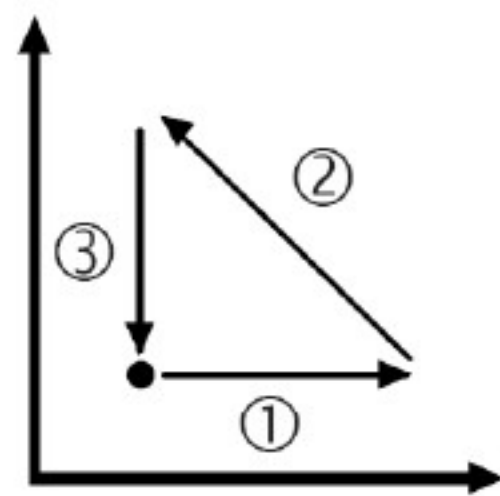


有平滑过渡

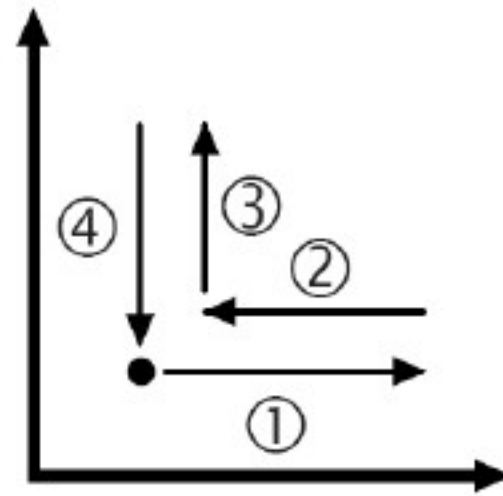
无平滑过渡



单振摆



三角摆

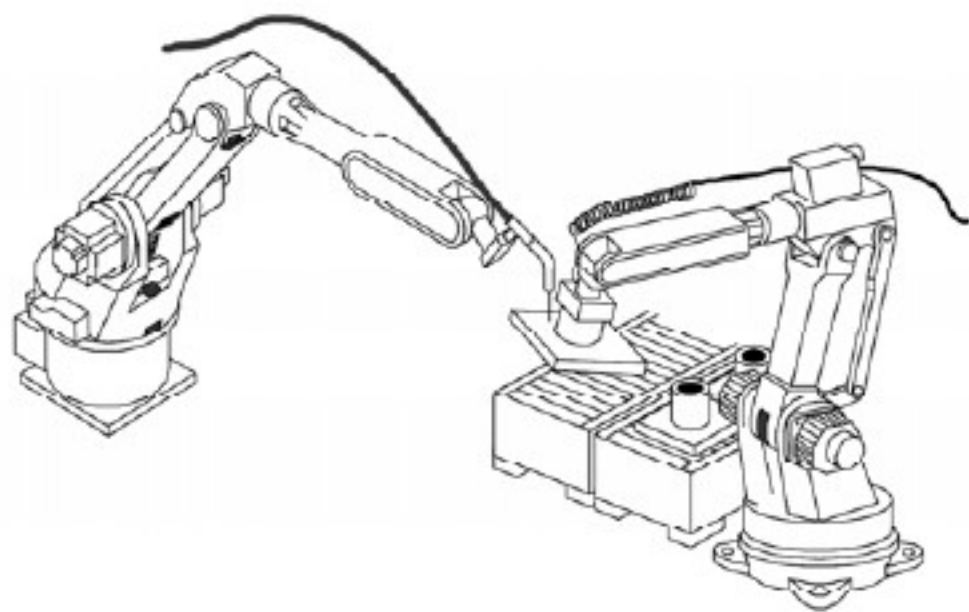


L摆

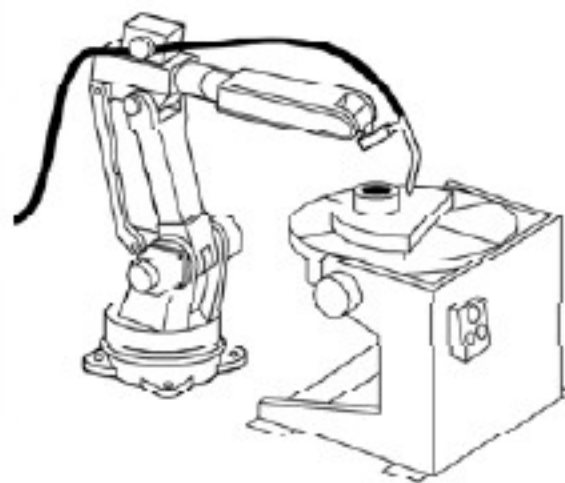
在区间之间的节点上我们可以设定延时，延时方式有两种，即：机器人停止和摆焊停止。我们可以根据要焊接的两种母材的可熔性，灵活地选择适当的延时方式，以取得比较理想的熔深。

独立协调功能

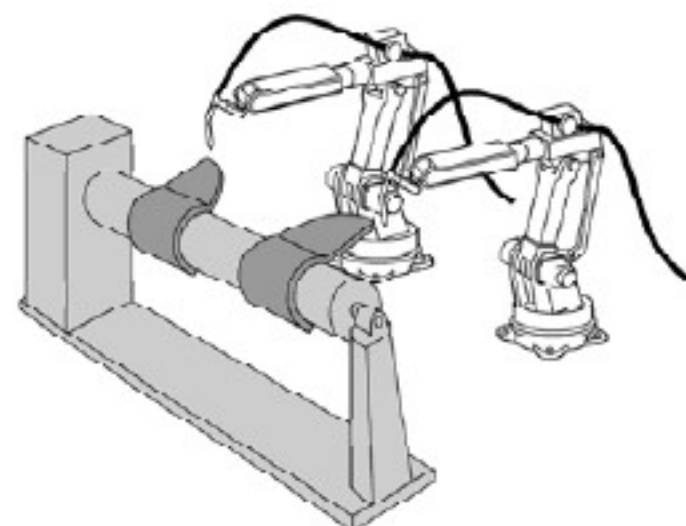
安川MOTOMAN机器人的独立协调技术在世界范围内处于领先水平，对适应各个位置的焊接变位，以及机器人焊接系统的布置方案等方面提供了更多的解决方法，我们首钢莫托曼已经积累了丰富的应用经验，必将会提出最优的方案。以下是几种应用图例：



机器人之间的协调



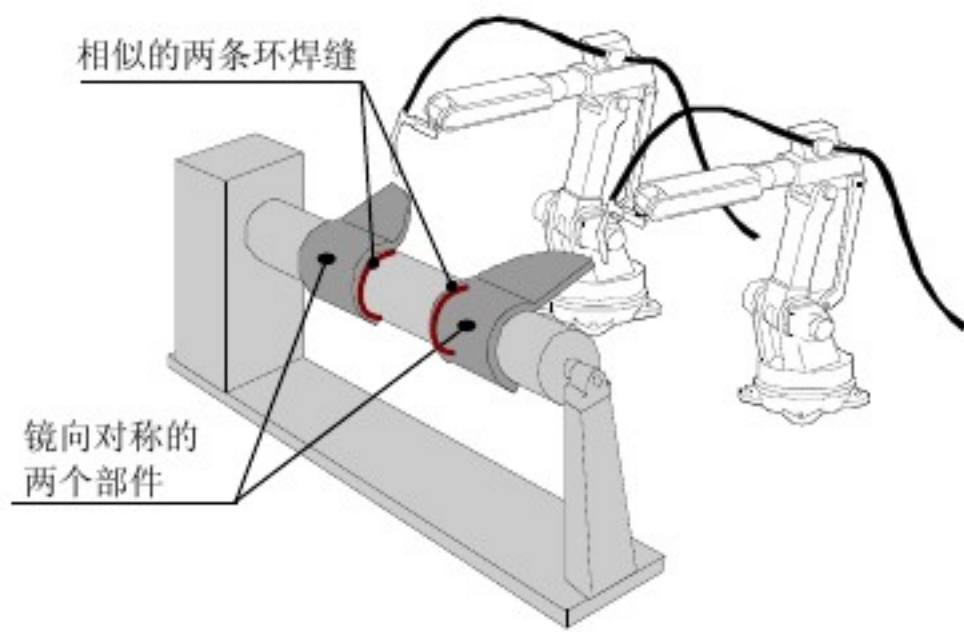
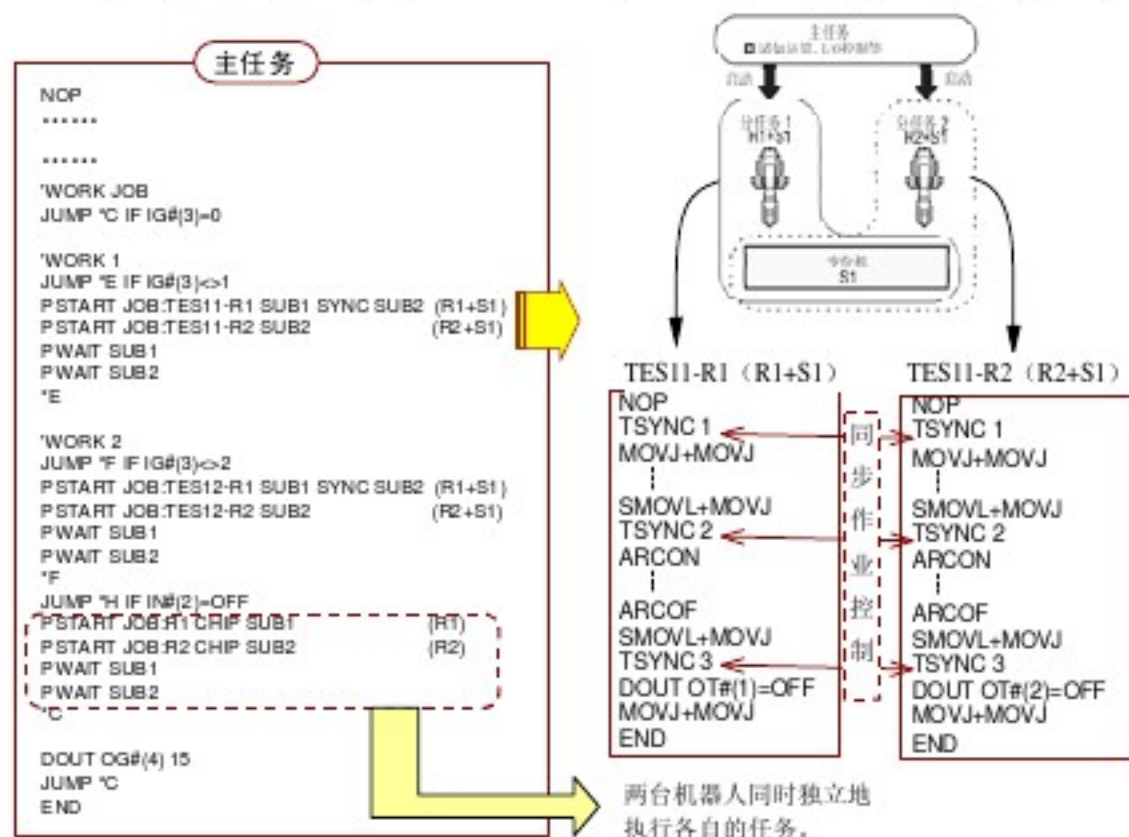
机器人与变位机协调



多台机器人与外部轴同步协调

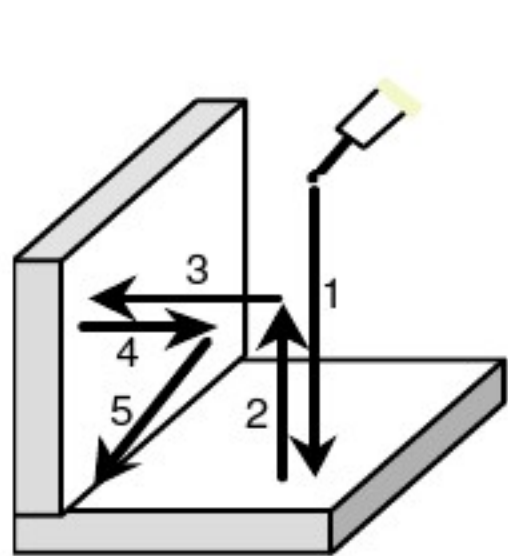
双机协调功能

1. 外部轴由伺服电机驱动，是机器人的外部追加轴，它与两台机器人都能建立协调关系。
2. 两台机器人与外部轴的同步协调作业程序是通过并行启动的方式实现的。并行启动可以很方便地控制两台机器人与外部轴的协调作业程序（R1+S1: S1与R2+S1: S1）以“独立”的方式运行，或以“同步”的方式运行。
3. 由于并行启动的应用，可以很方便地控制并规划两台机器人的作业任务，并可以通过“同步点”的使用，确保两台机器人在作业时按照安全的轨迹和受控的时序运行，从而避免了碰撞事故的发生，也简化了流程控制。
4. 在示教操作时，可以在完成一台机器人的示教程序后，通过“镜向”的方法生成另一台机器人的作业程序，大大缩短了示教时间，提高了工作效率。

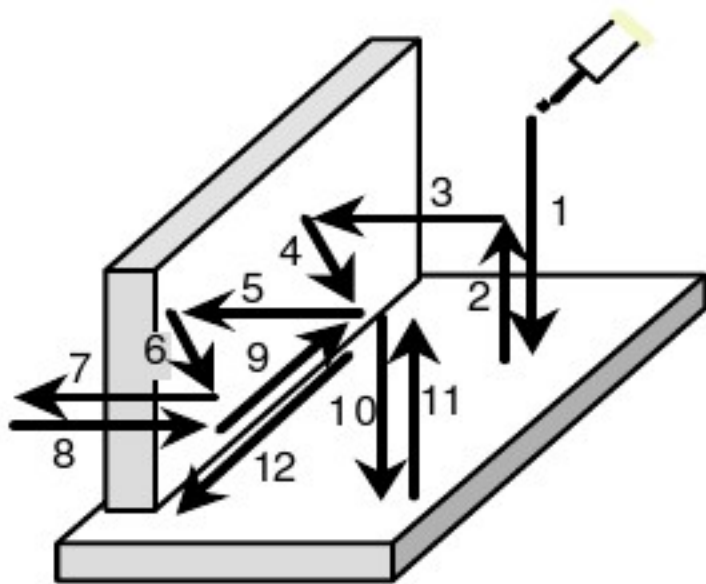


始端检出功能

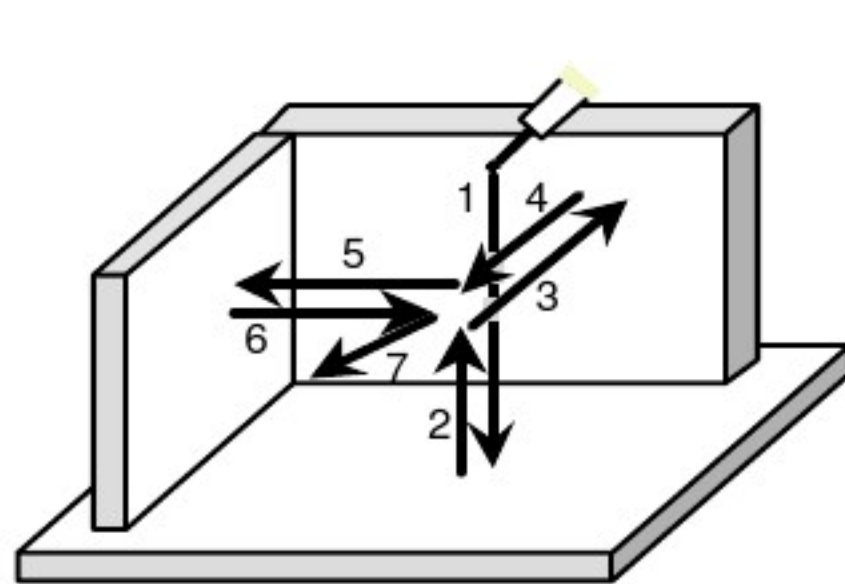
所谓始端检出，就是借助加在焊丝与工件之间的高电压，机器人自动地按照检出程序规定的移动轨迹移动，对工件的实际位置进行测定，并计算出工件的实际位置与示教位置的偏差，然后在机器人作业文件中将焊缝的轨迹按照偏差进行修正，机器人按照修正后的轨迹进行焊接，从而保证焊接质量的一种功能。



① 通过1、3两个方向的移动，计算出焊缝起点的位置，并移动到位。



② 这是端点的检出方法。机器人通过3和5两个移动动作的反复地接触立板，直接不能触及立板，从而判断出立板端部的位置所在，并移动到端点位置。



③ 这是角点的检出方法。通过1、3和5三个方向的移动，计算出角点的位置，并移动到角点。

谢谢！