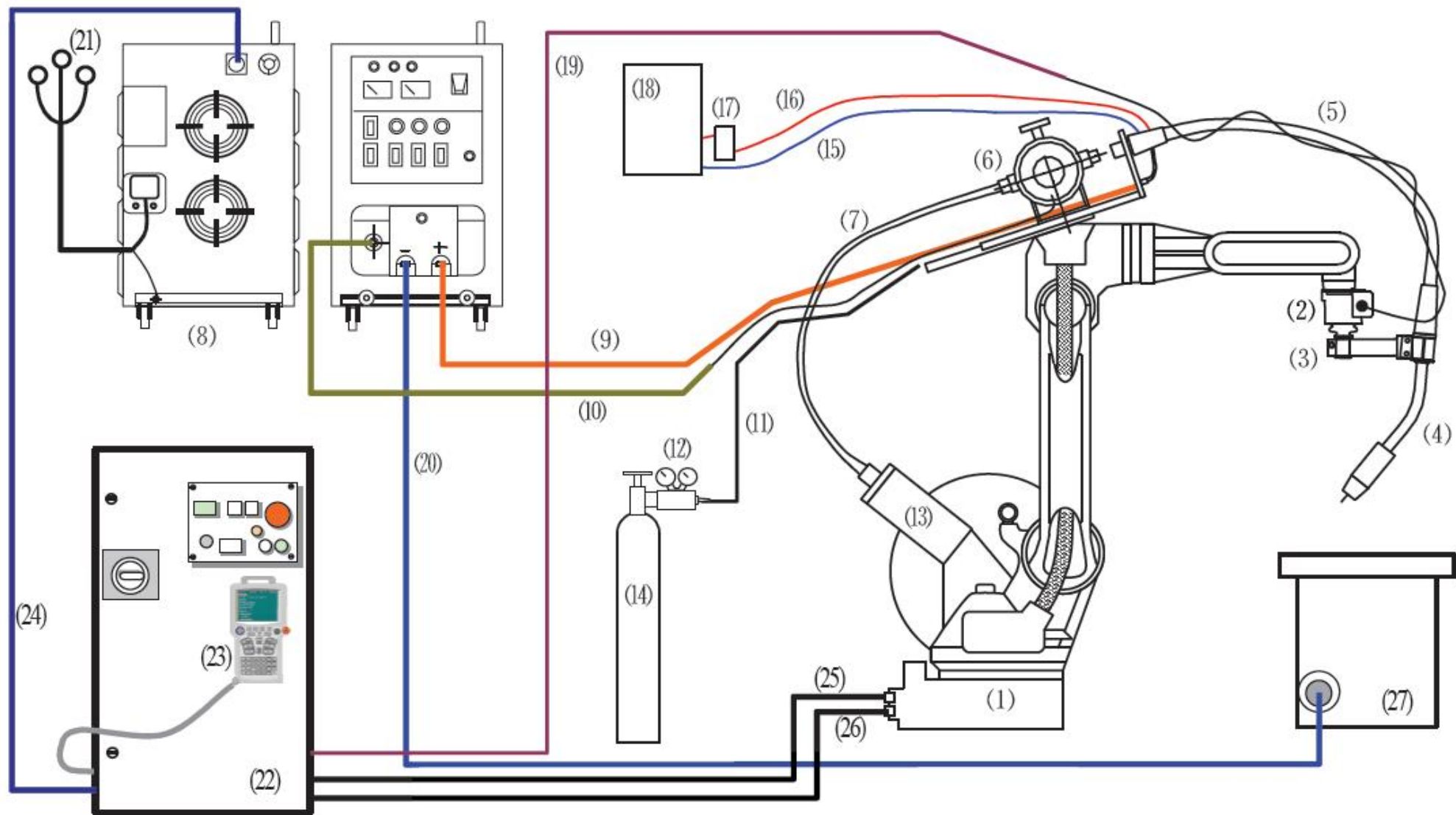


自动化焊接技术规范与工艺

--九众九智能弧焊套装

目录

- ◆ 机器人弧焊系统
- ◆ 气保焊的原理、种类、优缺点
- ◆ 气保焊设备选择、调试、测试
- ◆ 气保焊实施的关键点
- ◆ 焊接缺陷



1. 机器人弧焊系统

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

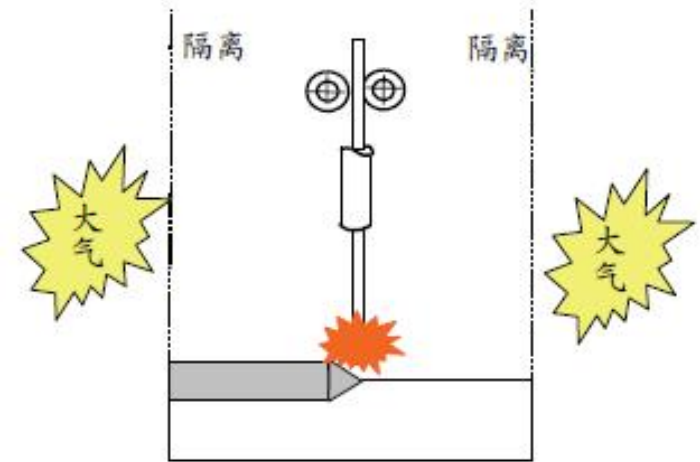
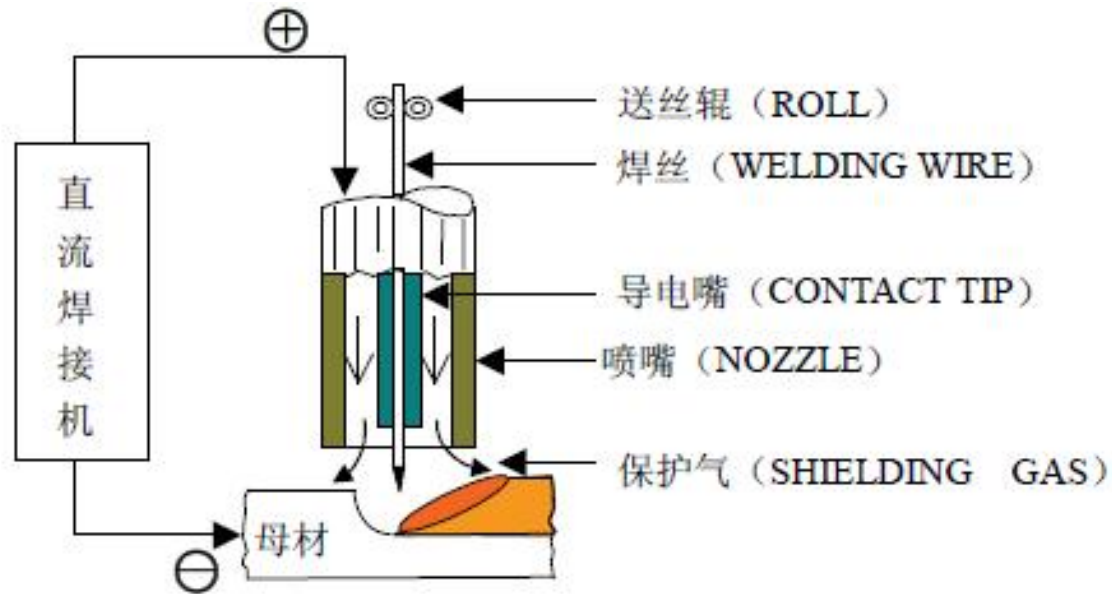
1. 机器人弧焊系统主要模块

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，实现弧焊作业所需要的焊接位置、姿态以及轨迹。	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。控制焊接变形。	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。

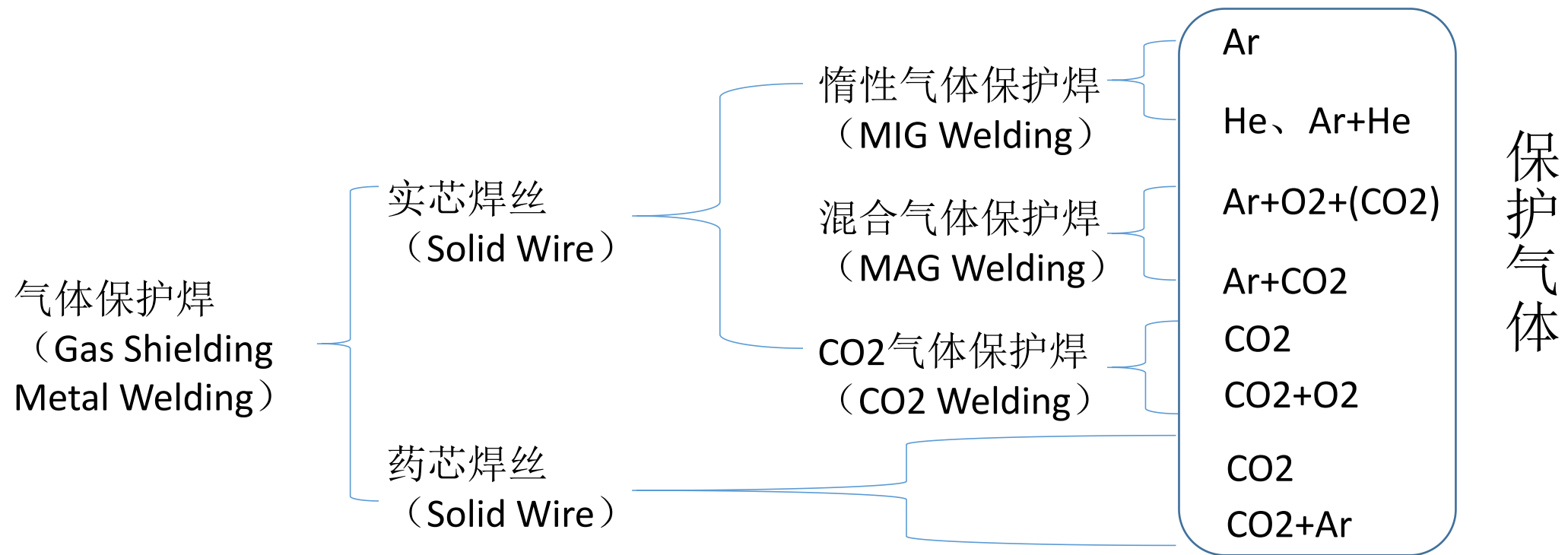
2. 气保焊的原理

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



2. 气保焊的种类

- 使用惰性气体（Ar、He）保护的熔化极惰性气体保护焊（MIG焊），使用CO₂气体保护的CO₂气体保护焊，以及使用两者的混合气体保护的MAG焊，都称之为熔化极气体保护焊。



2. CO₂气体保护焊-优点

俗称二保焊

➤焊接生产效率高

- 中厚板焊接时，CO₂焊可以选择较粗的焊丝，用大电流实现细颗粒过渡，焊丝熔化速度快，熔敷率高，电弧挺度大，穿透力强，焊接熔深大。
- 薄板焊接时，CO₂可采用小电流实现短路过渡，焊接线能量小，焊接变形小，甚至不需要焊后矫正，提高工作效率。

➤焊接成本低

- CO₂气体在工业中大量使用，与氩气、氦气相比，价格便宜。

➤焊接能耗低

- 与焊条电弧焊和TIG焊相比，对相同厚度相同长度的焊缝进行焊接，CO₂焊对焊丝和母材的熔化效率更高，有更大的焊接速度，消耗的电也能降低。

➤CO₂焊是一种低氢型焊接方法，焊缝含氢量低，抗裂性能好，与TIG焊相比，对油污、铁锈、水分等不敏感，这是CO₂焊的一大优点。

2. CO₂气体保护焊-缺点

- CO₂焊接不能用于非铁金属的焊接，只能用于低碳钢和低合金钢等黑色金属的焊接。
- CO₂焊接熔滴过度不如MIG焊稳定，飞溅量较大。
- CO₂产生大量的烟尘，操作环境不好。

一般只能用来焊碳钢

二保焊时需要配带有加热装置的减压阀：

1. 二氧化碳气体，在气瓶内充装的是液态。二氧化碳由液态转化成气体时，需要消耗大量的热量。气表加热，是为了防止气表结冰，造成的气体堵塞。
2. 二氧化碳气体含有少量水分，加热可以减少水分造成的焊缝氢气孔。



2. MAG焊-优点

- 显著提高电弧稳定性，熔滴细化，过渡频率增加，飞溅大大减小，焊缝成型美观。
- 混合气体保护还可以改善熔深形状，未焊透和裂纹等缺陷大大减小。
- 熔滴温度低，焊接烟雾少，降低了合金元素的烧损，也改善了工作环境
- 弧长短，电弧指向性好，适于全位置焊接
- 焊缝成型良好，熔宽较大，指状熔深特点减弱，余高小。



2. MAG焊-缺点

- 气体活性的降低对油、锈、水分等杂质的敏感性加大，焊前应该严格清楚被焊坡口的表面的铁锈、油污和水分。
- 当采用Ar+CO₂或Ar+O₂混合气时，气体配比的变化对焊接工艺以及焊缝机械性能的影响很大，所以应当确保稳定的气体配比
- 虽然焊丝伸出长度的增加将提高焊接熔敷率，但焊接工艺及焊缝性能恶化是明显的，飞溅增大、焊缝波纹及成型粗糙、气孔敏感性加大等都易导致焊接的失败和隐患得潜伏。

最常用的8: 2气, 98: 2气都是MAG焊用气

- 1. 80%Ar : 20%CO₂, 适用于碳钢焊接。**
- 2. 98%Ar : 2%CO₂/O₂, 适用于不锈钢焊接。**
- 3. MAG焊一般不用于铝合金等有色金属焊接。**

2. MIG焊-优点

- MIG可以焊接几乎所有金属，即可以焊接碳钢、合金钢、不锈钢，还可以焊接铝及铝合金、铜及铜合金等有色金属。
- 与TIG焊相比，焊丝熔化速度快，母材熔深和焊接变形都好于TIG焊，焊接生产效率高。
- 与CO₂相比，MIG电弧状态稳定，熔滴过渡平稳，几乎不产生飞溅，熔深也较深。
- 惰性气体不与熔化金属产生冶金反应，可以防止周围空气的混入，避免氧化和氮化。
- MIG焊铝及铝合金时，采用直流反接，可以对母材表面的氧化膜具有良好的阴极雾化清理作用。

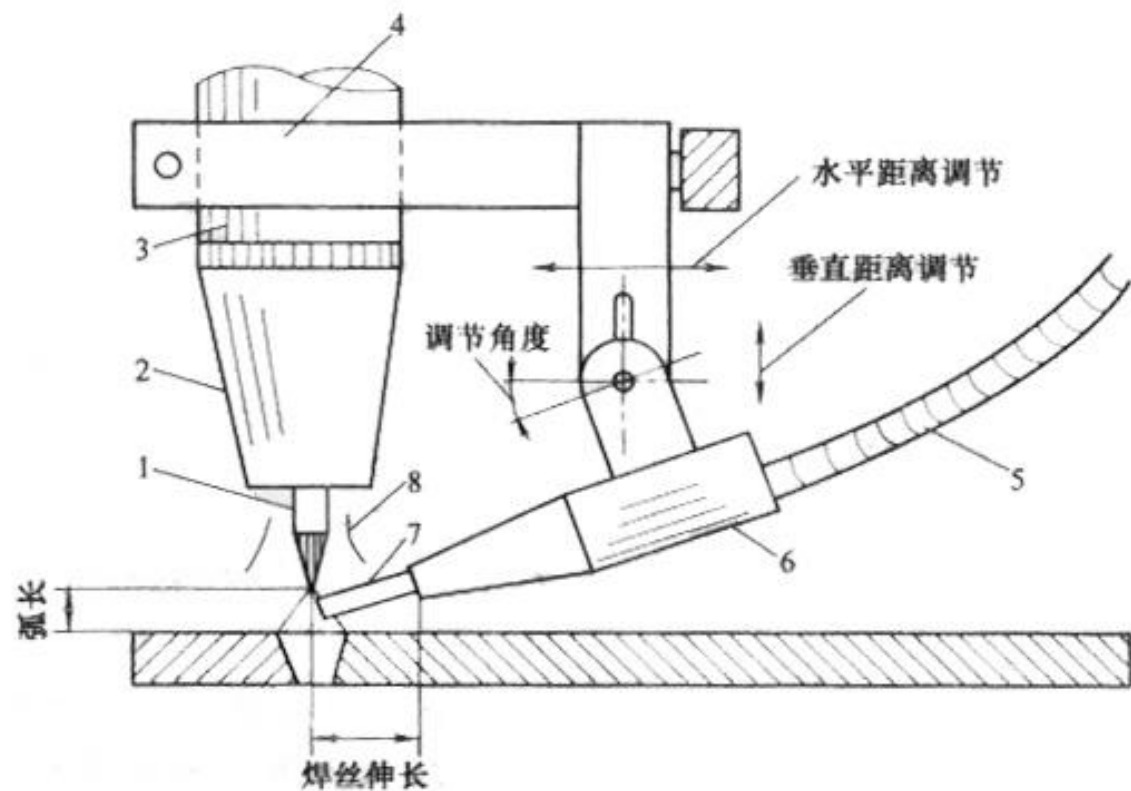
2. MIG焊-缺点

- 由于使用氩气保护，焊接成本较高，焊接生产率也低于CO₂焊
- 焊接准备工作要求严格，包括对焊接材料的清理和焊接区的清理等
- 厚板焊接中的封底焊焊缝成型不如TIG焊质量好

**最常用的纯氩气，焊丝做电极焊接就是MIG焊。
一般用于不锈钢焊接，铝合金焊接。**



2. TIG焊



自动焊焊枪与导丝嘴的调节

- 1—钨极；2—喷嘴；3—焊枪；4—焊枪夹；5—焊丝软管；
6—导丝嘴；7—焊丝；8—保护气流



纯氩气保护，钨极做电极的焊接就是TIG焊。俗称氩弧焊，可以填充焊丝，也可以不填充焊丝，依靠焊缝金属自熔。多用于不锈钢，铝合金焊接。

2. TIG焊-优点

- 焊缝美观、平滑，电弧稳定；
- 对热输入量很容易调节，可进行薄板以及各种姿态下的焊接

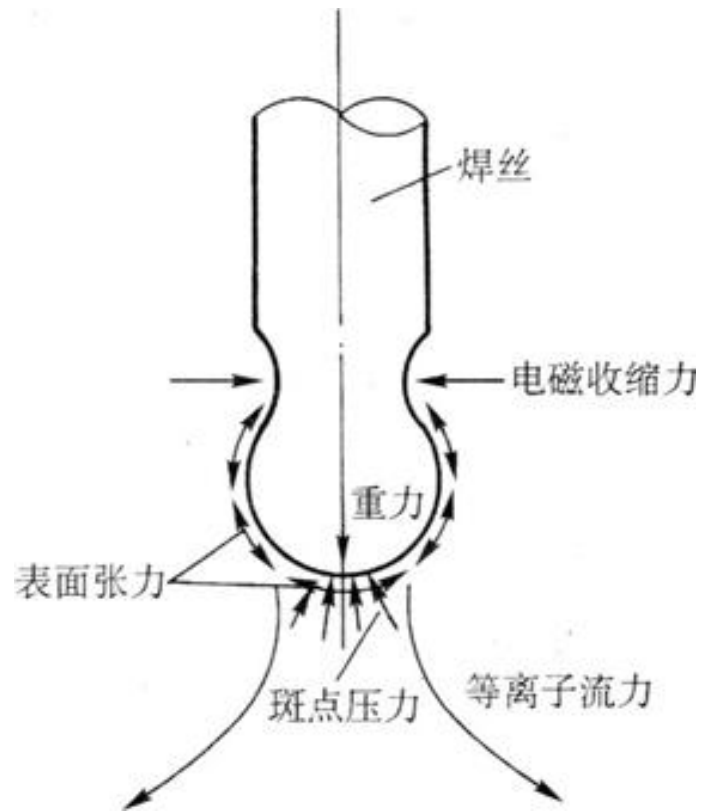


2. TIG焊-缺点

- 焊接效率较低，MIG/MAG焊接速度在8-10mm/s，而TIG焊接速度在3-6mm/s；
 - 钨极承载电流能力有限，电弧功率收到制约，焊缝熔深浅；
 - 氩气等惰性气体价格较高；
- ◆ 目前只配过奥太的氩弧焊机，总线通讯。
 - ◆ TIG焊的起弧收弧参数只能通过焊机调节
 - ◆ TIG焊的送丝速度是在焊接语句的焊接电压处调节

熔滴过渡

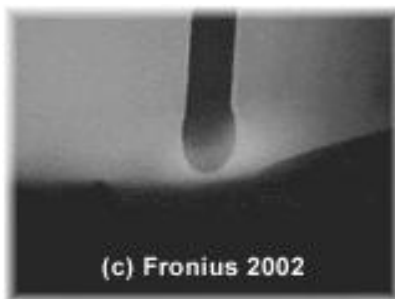
在电弧热和电阻热的联合作用下，焊丝尖端熔化金属形成熔滴，受到各种力的作用向母材过渡，称为熔滴过渡。



- 自由过渡：熔滴通过电弧空间的过渡状态；包括滴状过渡/喷射过渡/爆破过渡三种主要类型。
 - 常见的细颗粒过渡属于滴状过渡
 - 射流过渡、射滴过渡、旋转射流过渡属于喷射过渡
- 接触过渡：熔滴通过和熔池表面接触之后出现的过渡；主要表现为二保焊中的**短路过渡**。
- 渣壁过渡：在埋弧焊和焊条电弧焊中出现，熔滴沿着熔渣壳或者药皮套筒壁过渡

熔滴过渡

短路过渡



射流过渡



旋转射流过渡



脉冲射流过渡

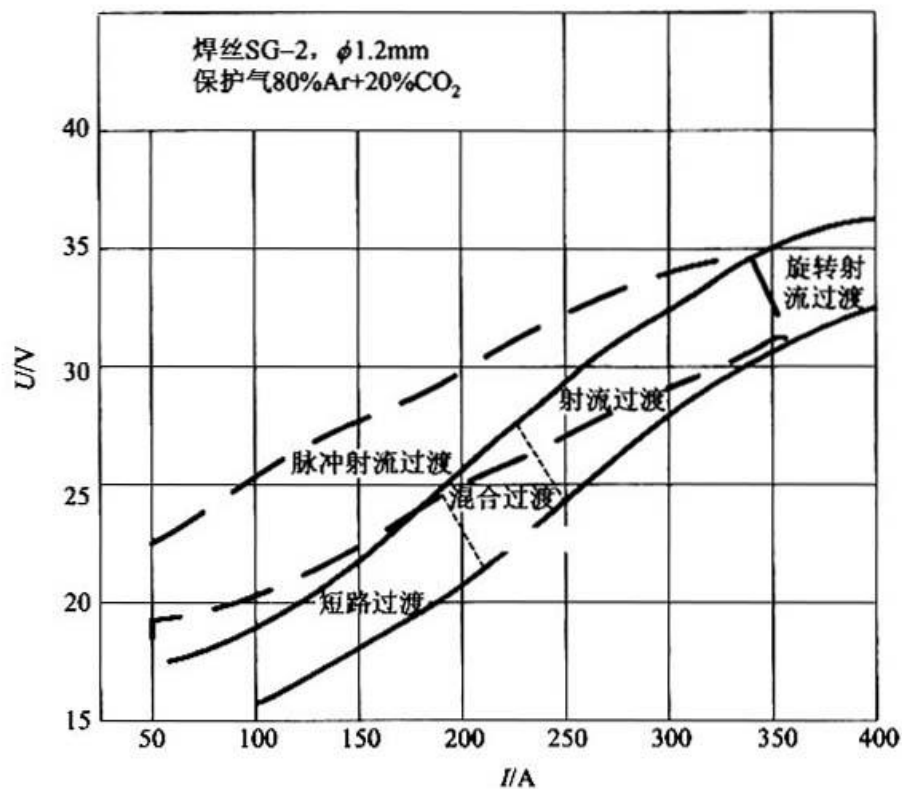
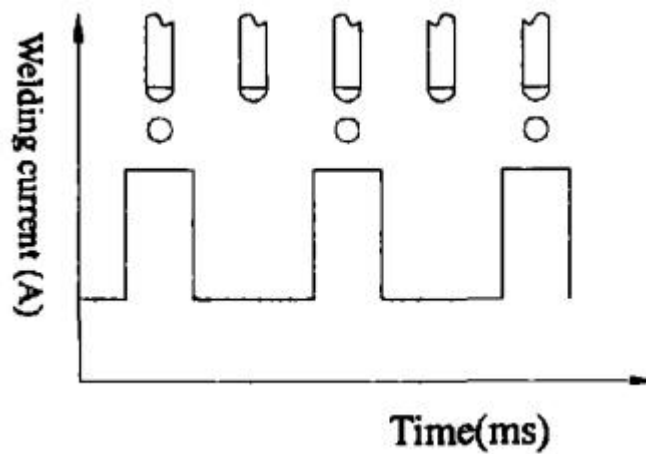
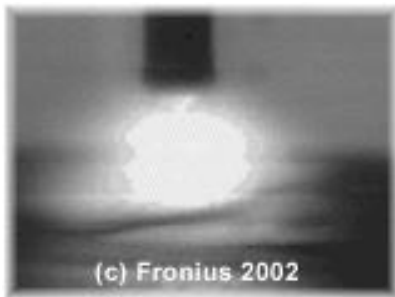


图 10 MAG 焊钢时熔滴过渡形式

脉冲焊的主要目的就是为了控制熔滴过渡和焊接热输入

3. 气保焊实施的准备工作-气保焊电源的选择

用于焊接机器人的焊接电源需要具备以下几个特点：

➤ 电源功率需要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为测定周期对持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，通过以下公式可以计算出焊接时的最大电流 $I_{100\%}$ ：

$$\eta = \left(\frac{I_{100\%}}{I_{\text{额定}}} \right)^2 \quad \longrightarrow \quad I_{100\%} = \sqrt{I_{\text{额定}}^2 \times \eta}$$

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：脉冲，焊接方法的选择等，以满足工件对焊接自动化的要求。

3. 气保焊实施的准备工作-气保焊电源的选择

- 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。
- 常配的焊接电源：

焊机品牌	型号	特点	通讯方式
奥太焊机	MAG350-RL、NBC-350R/NBC-500R	焊接电流350A/500A以下直流焊接	Can总线
	Pulse-MIG-350RP/500RP	焊接电流350A/500A以下直流和脉冲焊接	Can总线
麦格米特焊机	EHAVE系列，CM350/500	麦格米特一代机	模拟量
	ARTSEN系列，CM350/500,PM400/500	麦格米特二代机	Can总线

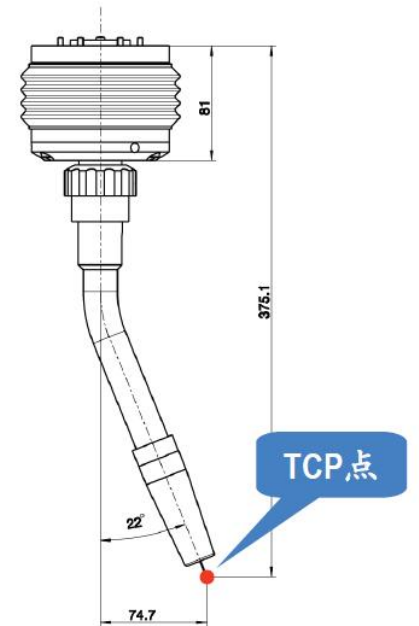
3. 气保焊实施的准备工作-焊枪及焊枪线缆的选择

用于焊接机器人的焊枪特点：

- 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。



3. 气保焊实施的准备工作-焊枪及焊枪线缆的选择

空冷焊枪

水冷焊枪（需配备冷水箱）

客户需要用脉冲焊碳钢/不锈钢，200A电流，该选择什么焊枪？



欧式中央接头



松下式接头

- 电缆的长度：根据机器人而定
 - 线缆长度太长，会对在某些姿态造成线缆扭曲，阻碍送丝。
 - 线缆长度过短，会在某些姿态下达不到，影响实用性。
- 电缆与送丝机构的接头规格要匹配（奥太、麦格米特焊机为欧式接头，OTC、松下等日本焊机都是日式接头）

3. 气保焊实施的准备工作—调试

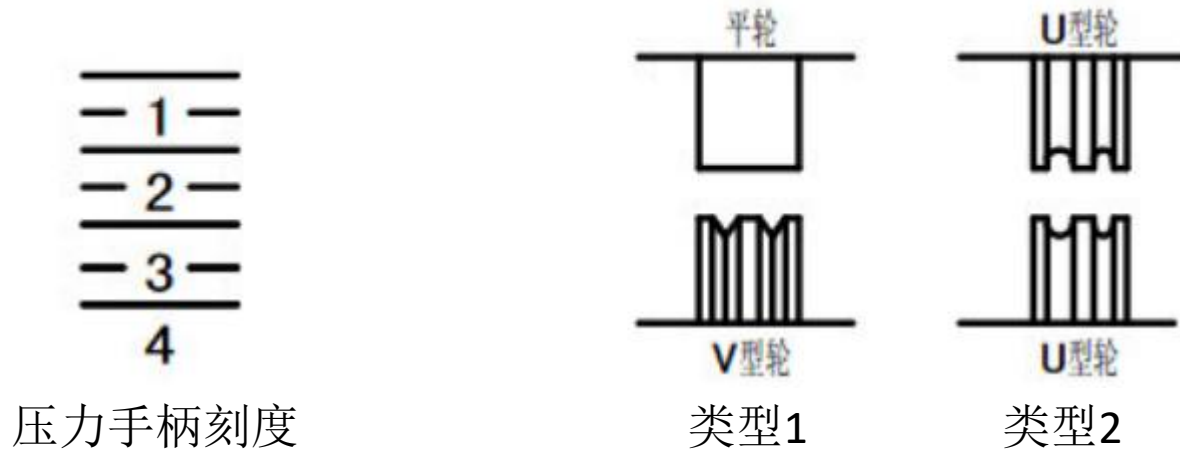


图3-1 压力手柄刻度和送丝轮类型

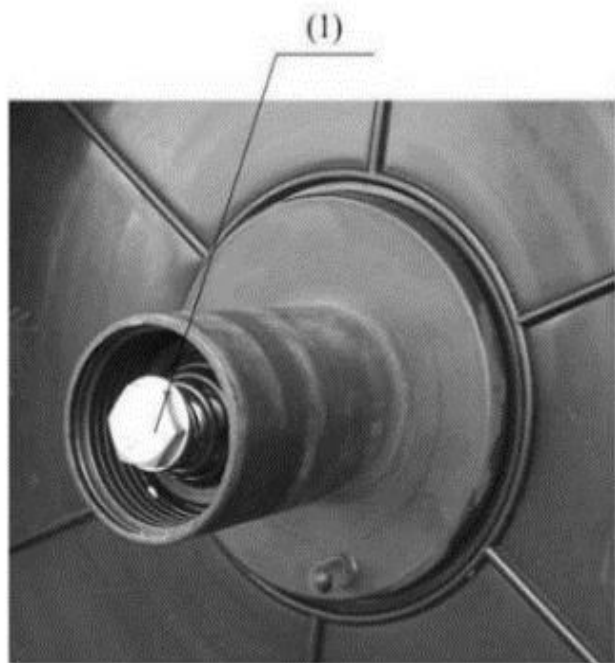
实际的压力调节范围必须根据焊枪电缆长度、焊枪类型、送丝条件和焊丝类型做出相应的调整。

类型1适合硬质焊丝，如实芯碳钢、不锈钢焊丝。

类型2适合软质焊丝，如铝及其合金、铜及其合金焊丝。

注意：使用压力手柄将送丝轮压力调节适当，使焊丝均匀的送进导丝管，过大的压力会造成焊丝被压扁，镀层被破坏，会造成送丝轮磨损过快；过小则导致焊丝在送丝轮上打滑。

3. 气保焊实施的准备工作—调试



使用扳手拧动制动力控制螺钉（1），可以调节制动力大小，如左图所示，制动力要大小适中，以防止在焊丝盘停转时焊丝散落；制动力不能过大，否则将增加电机负荷。一般来说，送丝速度越快，所需制动力越大。

3. 气保焊实施的准备工作—测试

- 防撞信号检测：使能状态下，手动碰触机器人焊枪，观察机器人是否自动断使能
- 送丝：按下示教器丝检按钮，确认送丝机滚轮是否转动并检查送丝方向。
- 退丝：按下示教器退丝键，观察送丝机转动方向。
- 气检：按下示教器气检按钮，检测焊枪喷嘴处是否有气体排出。现场没有气体时，按下气检按钮的时候送丝机中会发出啪嗒一声清脆的响声，视为合格。
- 焊接仿真测试：启用仿真焊接，运行ARCset语句，监视焊机面板中电流电压值与示教器设置值是否一致。实际值在设置值±3%内可以视为合格。

4. 气保焊实施的关键点

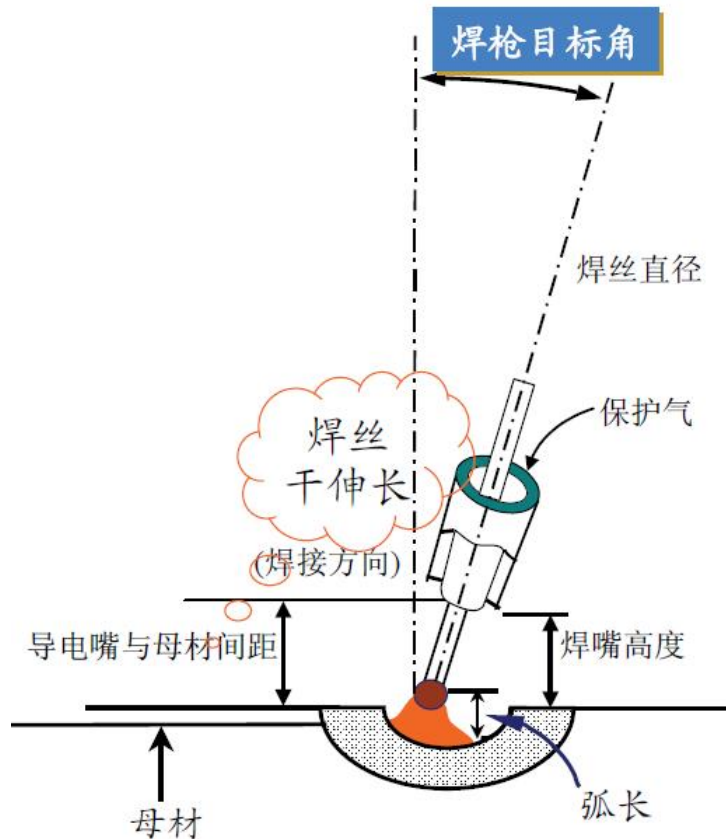
- **综合各种焊接电源参数定义，需要理解以下基本概念：**

- | | | |
|----------------|--------------------|--------------------|
| 1. 焊接电流（送丝速度） | 2. 焊接电压和焊接电压的修正 | 3. 焊接速度（线能量） |
| 4. 干伸长度 | 5. 焊接接头位置（平、立、横、仰） | 6. 焊接接头形式（对.角.搭.端） |
| 7. 焊枪工作角 | 8. 焊枪前倾角（焊枪行走角） | 9. 焊丝直径选择 |
| 10. 收弧电流/电压/时间 | 11. 保护气体成分和流量 | 12. 焊枪摆动轨迹 |
| 13. 摆枪宽度 | 14. 摆枪频率 | 15. 两侧停留时间 |
| 16. 焊接脉冲电流 | 17. 焊接基值电流 | 18. 脉冲宽度 |
| 19. 脉冲频率 | | |

根据工件具体情况，分析热输入和负面影响哪个是主要矛盾？来决定参数的设置；没有绝对的正确和错误，根据实际情况，制定向有利的因素去发展。

4. 气保焊实施的关键点—焊枪姿态

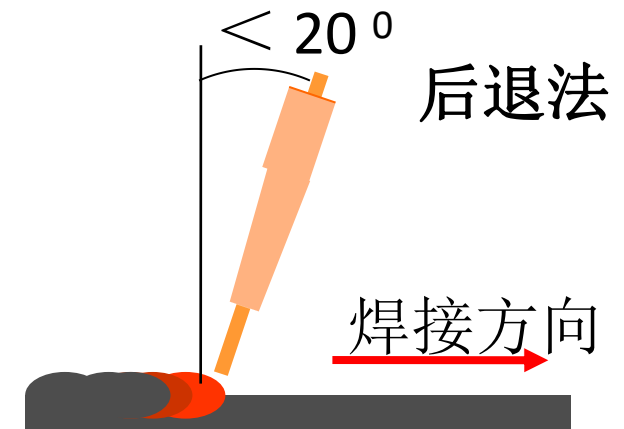
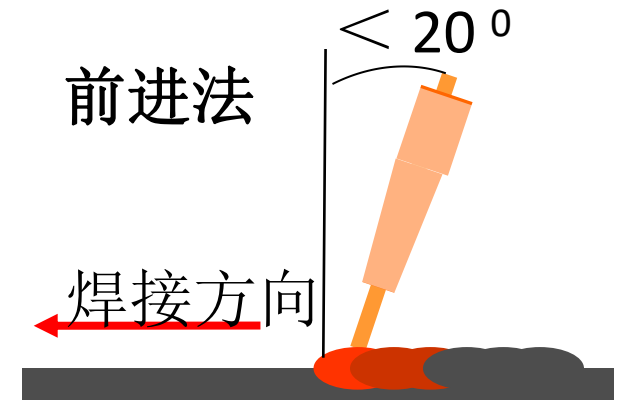
• 焊枪目标角和行进角



前进法特点：电弧推着溶池走，不直接作用在工件上，焊道平而宽，不容易观察焊缝，气体保护效果好，溶深小，飞溅较小。

后退法特点：电弧躲着溶池走，直接作用在工件上，溶深大，飞溅较小，容易观察焊道，焊道窄而高，气体保护效果不太好。

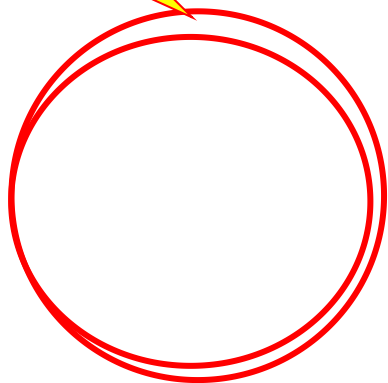
CO₂焊一般采用前进法焊接。



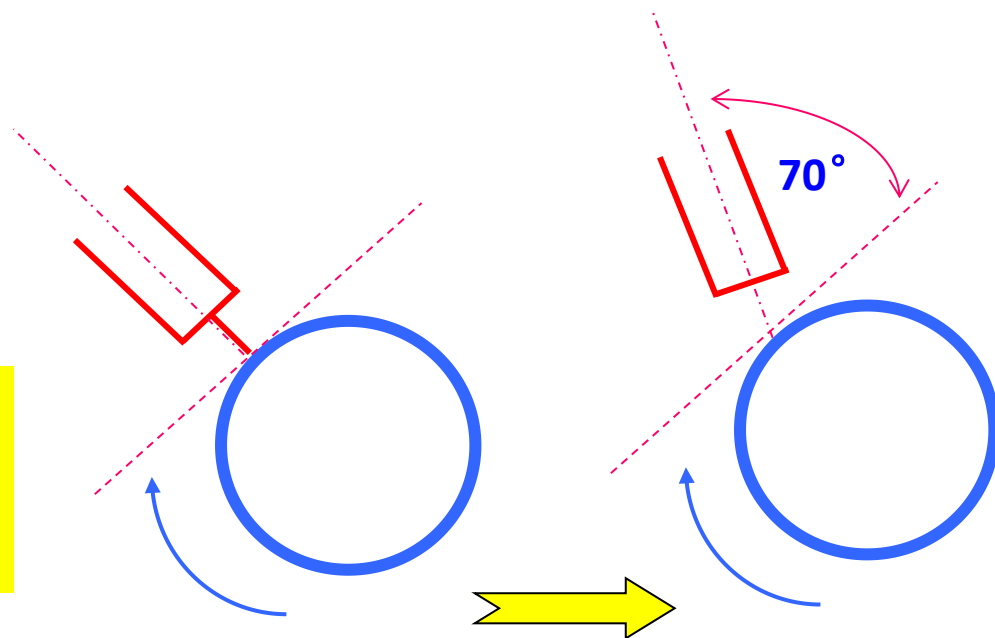
4. 气保焊实施的关键点—焊枪姿态

- 焊枪目标位置

存在间隙



原焊枪与切线垂直



焊枪与切线成70°夹角。合格率提高

在现场实际调试时，由于工件圆度不够，长短误差等，给被焊部位带来间隙，如上图，在焊接时，非常容易出现烧穿和未熔合的现象，因此在焊接前需要调整焊枪的角度。

加大下向焊的趋势，调节焊枪的角度如图，增加熔池流淌的作用，使其覆盖的面积更大，且不易烧穿，气体保护效果好，产品的合格率高。

4. 气保焊实施的关键点—焊丝牌号及直径

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。

4. 气保焊实施的关键点—焊接电流和电压

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。

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。

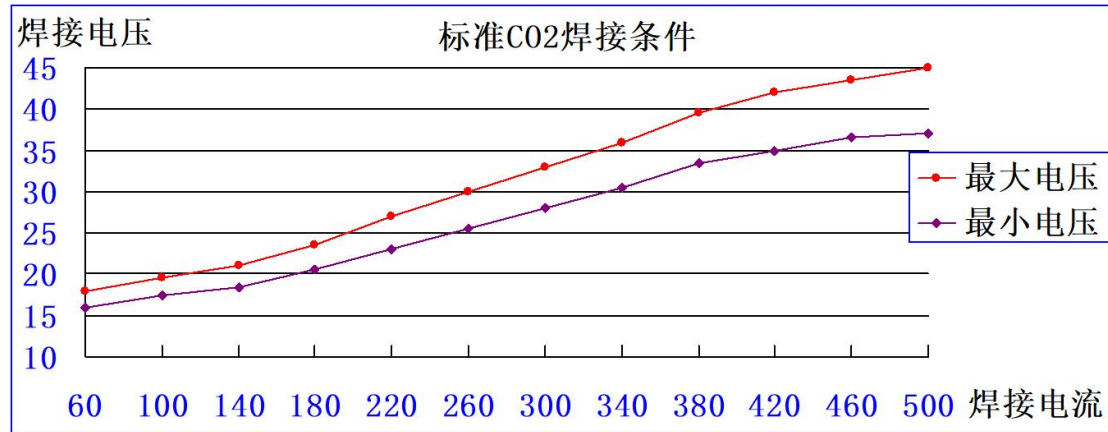
4. 气保焊实施的关键点—焊接电流和电压

- 一般来讲：
 - < 300A时：焊接电压=(0.04倍焊接电流+16±1.5)V
 - > 300A时：焊接电压=(0.04倍焊接电流+20±2)V
- 举例1：选定焊接电流200A，则焊接电压计算如下：
焊接电压=(0.04×200+16±1.5)V=(24±1.5)V
- 举例2：选定焊接电流400A，则焊接电压计算如下：
- 焊接电压=(0.04×400+20±2)V=(36±2)V

CO₂焊接条件：I形对接

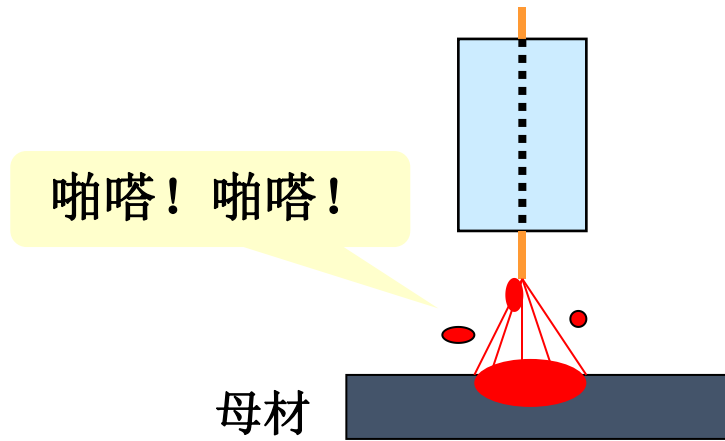
板厚 t(mm)	根部间隙 g (mm)	焊丝直径 Φ (mm)	焊接电流 (A)	电弧电压 (V)	焊接速度 (cm/min)	CO ₂ 流量 (L/min)	层数
1.2	0	0.9, 1.0	70~80	17~18	45~55	10	1
1.6	0	0.9, 1.0	80~100	18~19	45~55	10~15	1
2.0	0~0.5	0.9, 1.0	100~110	19~20	50~55	10~15	1
2.3	0.5~1.0	0.9~1.2	110~130	19~20	50~55	10~15	1
3.2	1.0~1.2	0.9~1.2	130~150	19~21	40~50	10~15	1

4. 气保焊实施的关键点——焊接电流和电压的一元化



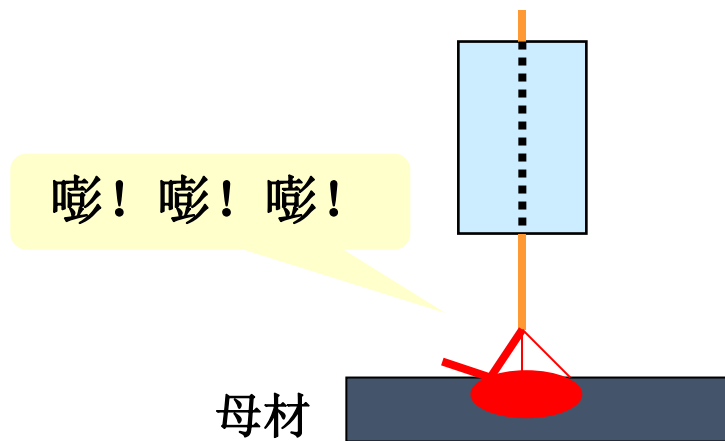
- 在CO2/MAG焊接时，需要将焊接电流和电压调节为合适的关系
- 个别调整/一元化调整切换开关安装在焊机的前面板上。
- 尤其适合自动焊或初学者。

4. 气保焊实施的关键点——焊接电流和电压



电压偏高时:

焊丝端部形成大熔球，飘在熔池上方。
弧长变长，飞溅颗粒变大，
易产生气孔，焊道变宽，熔深和余高变小。



电压偏低时:

焊丝插向母材，砰砰砰的爆断声。
飞溅增加，焊道变窄，熔深和余高大。

4. 气保焊实施的关键点—焊丝干伸长

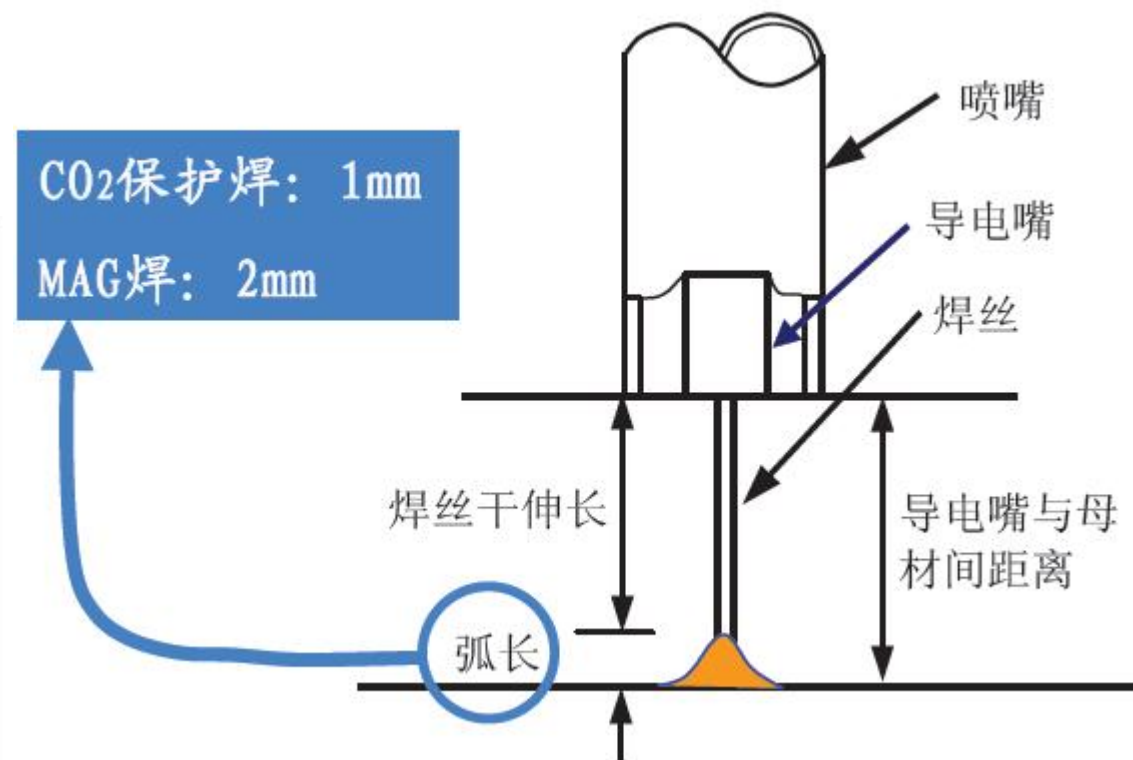
焊丝干伸长是指从焊枪导电嘴的前端到焊丝尖端的长度。

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

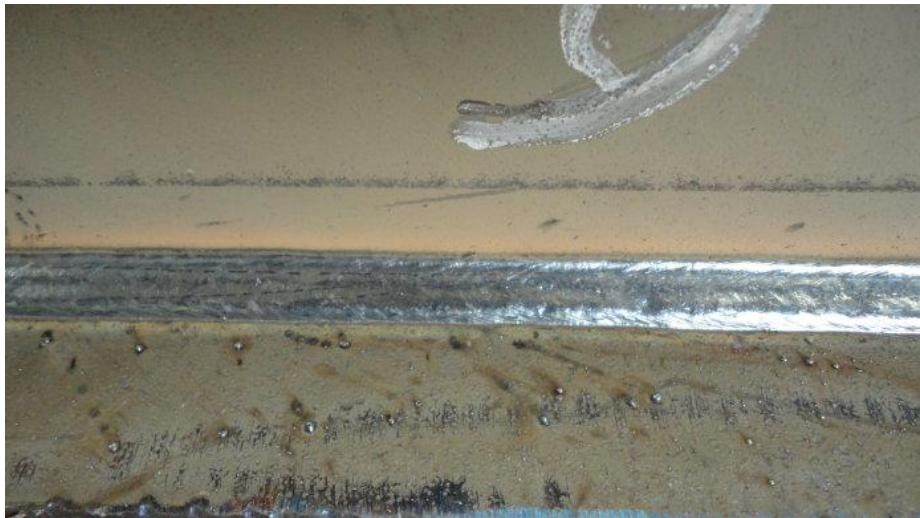
15~25mm ≥ 250A

焊丝直径 (mm)	焊丝干伸长 (mm)	备注
Φ0.9	10	一般为焊丝直径的10~15倍
Φ1.0	13	
Φ1.2	15	
Φ1.6	20	



5. 焊接缺陷-飞溅

- 焊接过程中，大部分焊丝熔化金属可以过渡到熔池，有一部分焊丝熔化金属（包含少量的熔池金属）飞到熔池以外的地方，这种现象叫做焊接飞溅
- 焊接飞溅造成焊接材料的损失，恶化了操作环境，增加了焊接清理工序，严重时对电弧稳定性及焊接过程造成影响。



5. 焊接缺陷-飞溅的防治措施

➤ 焊接材料方面：

- 降低气体的氧化性，焊丝材料中的C元素被氧化之后会生成CO气体，不溶于液态金属，形成气泡，气泡增大到一定程度，爆裂。采用混合气体进行焊接，降低电弧气氛的氧化性

➤ 工艺和规范方面：

- 正确选择焊接电流，匹配合适的电压，尽可能避免排斥过渡。通常在小电流短路规范区域飞溅量小，在大电流细颗粒过渡时飞溅也较小，细丝中等规范区域飞溅较大。
- 焊枪倾角不超过 20° ，焊枪垂直时飞溅最小。
- 限制焊丝干伸长。
- 送丝速度均匀。

5. 焊接缺陷-气孔

- 气孔是焊接生产中经常遇到的一种缺陷，它不仅消弱焊缝的有效工作断面，同时也会带来应力集中，显著降低焊缝金属的强度和韧性，对动载强度和疲劳强度更为不利。
- 焊接生产中遇到气孔问题是十分普遍的，几乎从碳钢到高合金钢，有色金属都有产生气孔的可能。例如被焊金属或焊丝表面有锈，油污或其他杂质，焊接工艺不够稳定（电弧电压偏高，焊速过大或电流过小等），以及焊接区域保护不良等都会不同程度的出现气孔。
- 造成气孔的气体主要有 H_2 和 CO



5. 焊接缺陷-气孔的影响因素及防治措施

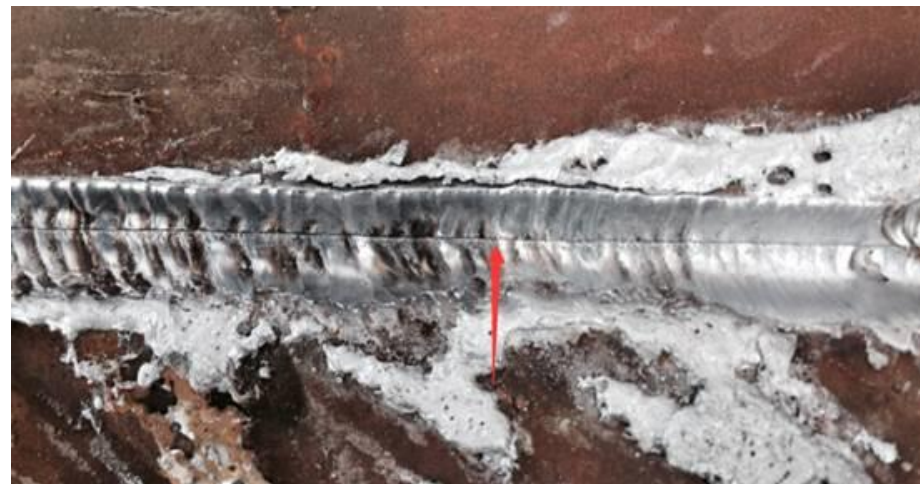
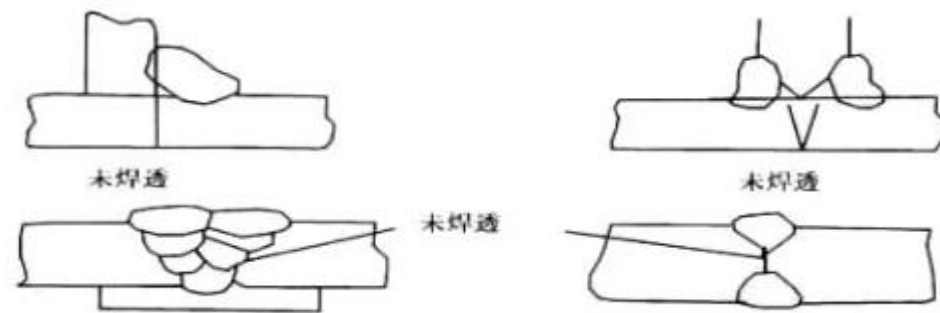
- 铁锈及水分的影响：在焊接生产中由于焊件或焊接材料的铁锈、油污和水分等杂质
- 焊接规范的影响：一般来讲，均希望在正常的焊接规范下施焊，电流增大虽然能够增长熔池存在的时间，有利于气体的溢出，但使熔滴变细，比表面积增大，熔滴吸收的气体较多，反而增大了气孔倾向。焊接速度过快，往往由于增加了结晶速度，使气体残留在焊缝中而出现气孔。
- 电流种类和极性的影响：交流焊时较直流焊气孔倾向大，直流反接较正接时气孔倾向小。

防治措施：

1. 焊前仔细清除焊件、焊丝上的污锈，特别是油质；
2. 焊接时规范要保持稳定。

5. 成型缺陷-未焊透和未熔合

- 单面焊接时，接头根部未完全焊透的现象叫未焊透。
- 单面焊、多层焊或双面焊时，焊道与母材之间、焊道与焊道之间未能完全结合的部分称作未熔合。
- 未焊透、未熔合有相同的产生原因：主要是焊接电流小，焊速过高，或者坡口尺寸不合适，以及电弧中心线偏离焊缝、电弧产生偏吹等。
- 细丝短路过渡CO₂焊接，由于工件热输入量小，容易产生这种缺陷。
- 薄板焊接时，如果夹具对焊件背面的散热程度大，也会出现未焊透，或背面一部分焊透、一部分未焊透的成型不均现象。



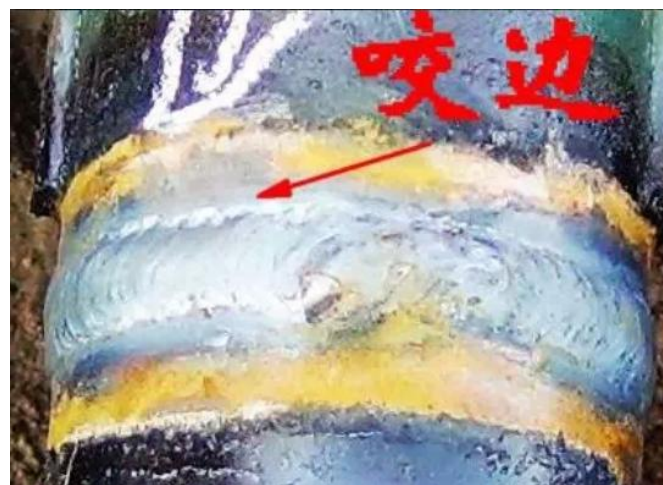
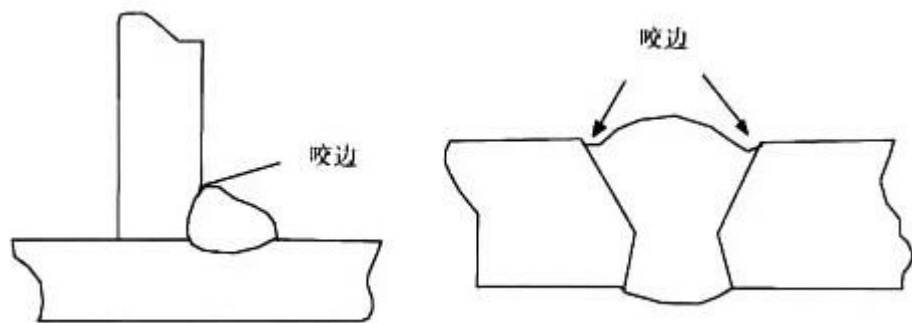
5. 成型缺陷-焊穿

- 焊接时熔化金属自焊缝背面流出并脱离焊道形成穿孔的现象叫做焊穿。焊穿是严重的焊接缺陷，等同于对工件进行了切割。
- 焊接电流过大、焊速过小都可能出现这种缺陷。
- 厚板焊接时，熔池过大，固态金属对熔化金属的表面张力不足以承受熔池重力和电弧力的作用，从而形成熔池脱落
- 在薄板焊接时，如果电弧力过于集中，或者对缝间隙过大也会出现焊穿。



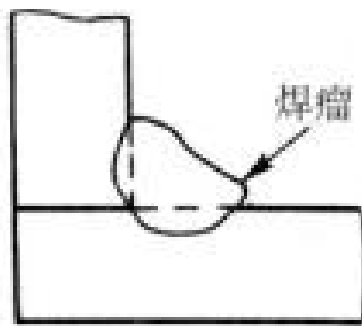
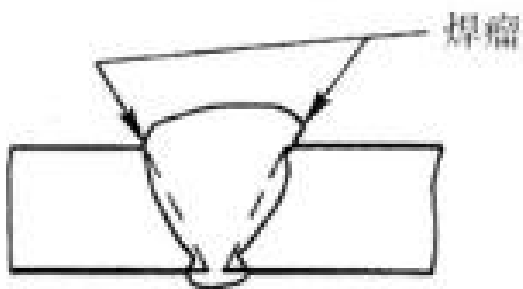
5. 成型缺陷-咬边和凹坑

- 咬边和凹坑的形成收到熔池形态的影响，对于高速焊接的电弧和熔池，由于焊速很快，焊缝两侧的金属没有被很好的熔化，同时熔化的金属受到表面张力的作用，容易聚集到一起而对焊趾部位的润湿性不好，容易形成固液态剥离，凝固之后产生咬边。
- 另外，对于熔化极气体保护焊，保持一定的焊速情况下增大电流，电弧力随之增大，熔池的凹坑量增加。



5. 成型缺陷-焊瘤

- 焊瘤有两种表现形态：一是熔化金属流淌到焊缝区外未熔化的母材上聚集成金属瘤，这是由于填充金属过多引起的，或由于熔池重力作用的结果；另外一种是在焊缝上聚集成大的金属瘤，多数情况下是由于不稳定的熔滴过渡造成。



- 抑制上述焊缝成型缺陷的产生，可以采取多种办法：
- 使电弧作用区分散开、减小电弧力、采用粗径焊丝、给焊丝一个前倾角使电弧吹向前方、采用下坡焊等措施，采用合适的焊丝伸出长度等。

承蒙垂听
深表感谢