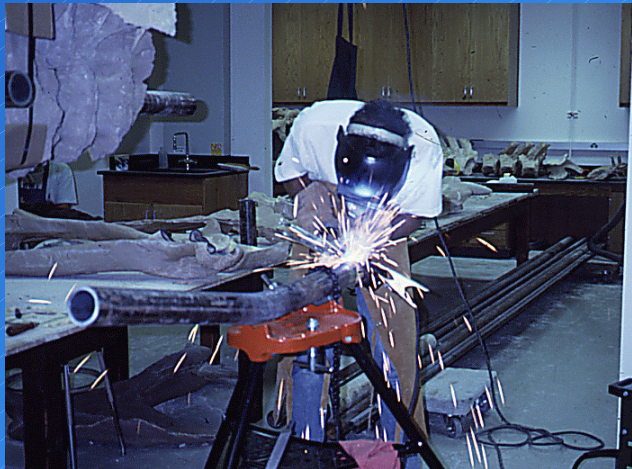


《电弧焊基础》

第五章

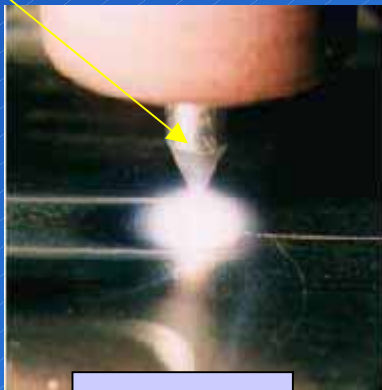
CO₂气体保护焊



5.1 原理与特点

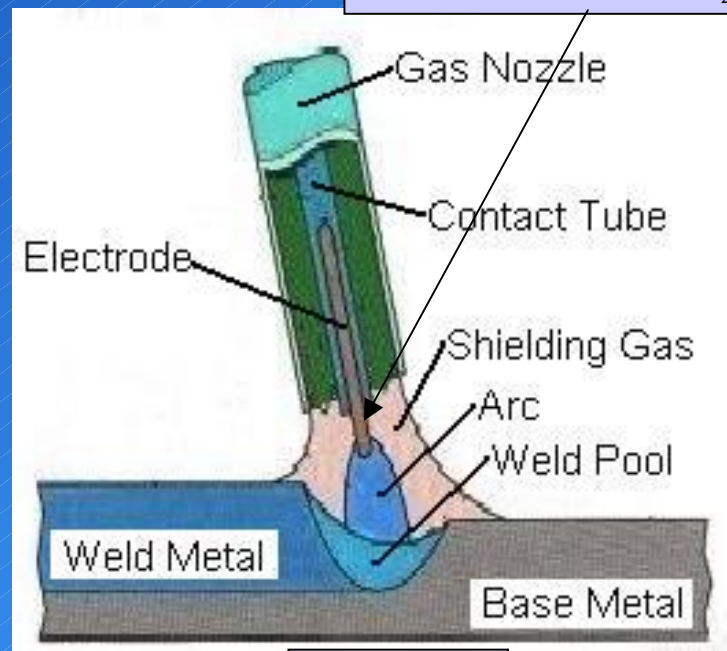
- 利用CO₂气体在熔化极电弧焊中对电弧及熔池进行保护的焊接方法称作“CO₂气体保护电弧焊”，简称“CO₂焊”。

钨极，不熔化，氩气保护



TIG焊接

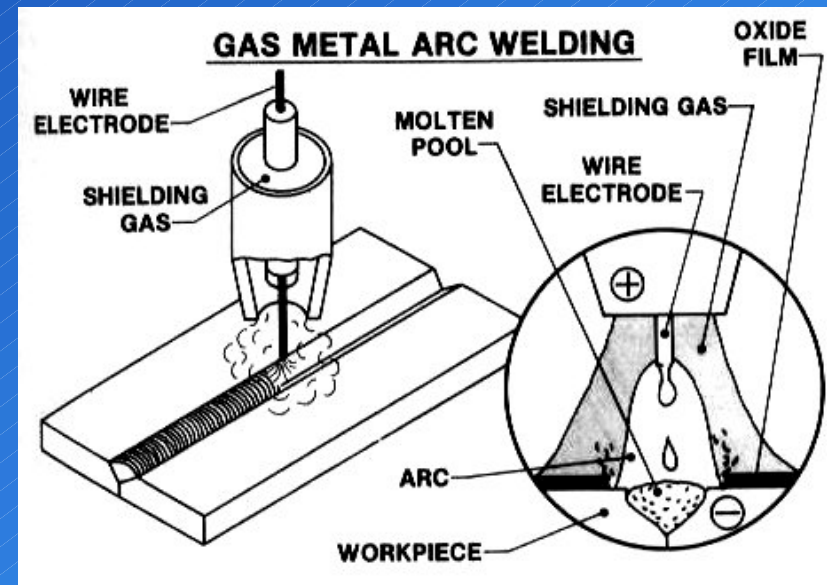
金属，熔化，CO₂保护



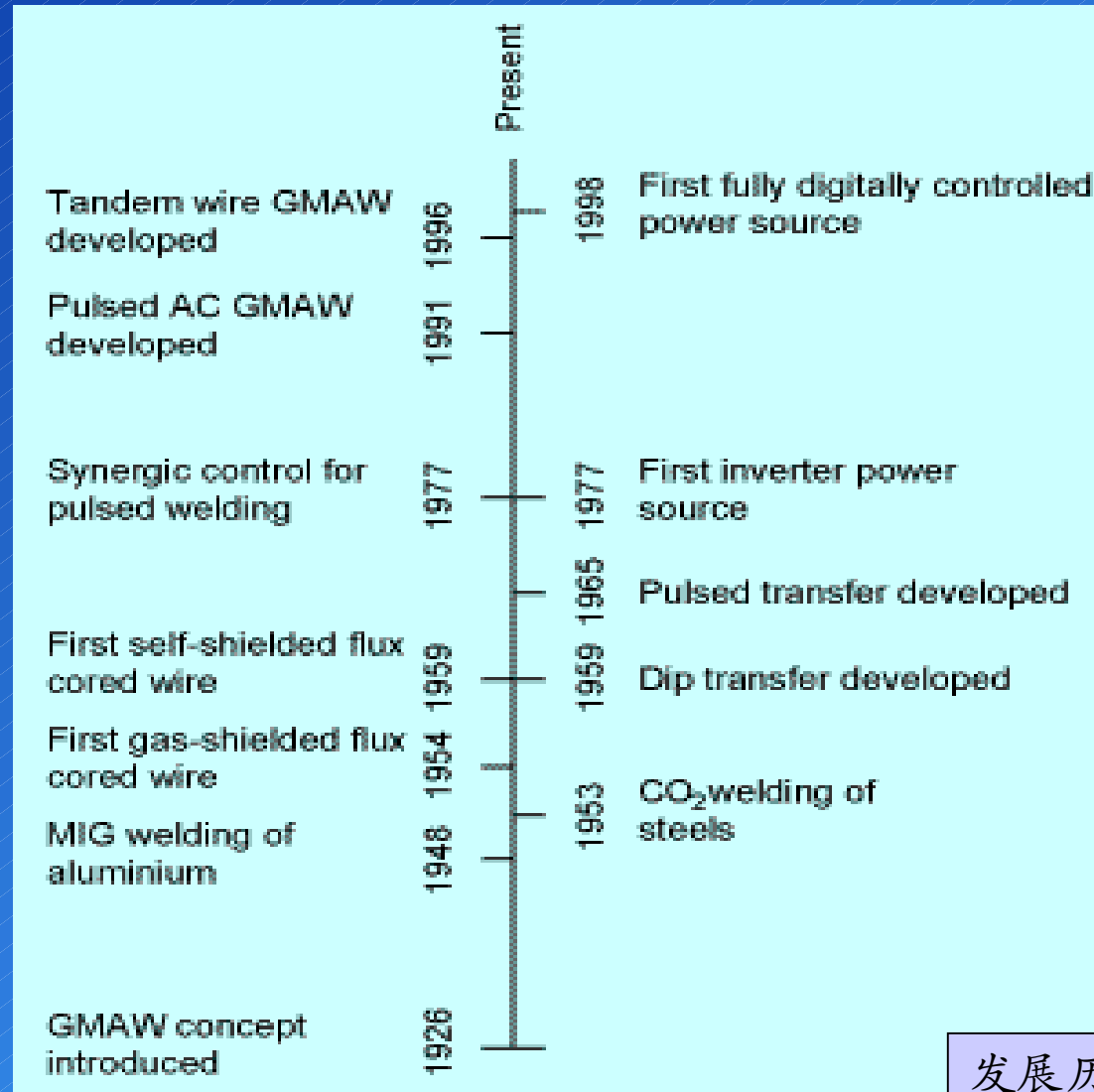
CO₂焊接

5.1 原理与特点

- 采用与母材相近材质的焊丝作为电极。焊丝为电弧的一极，焊丝熔化后形成熔滴过渡到熔池中，与母材熔化金属共同形成焊缝。
- 为防止外界空气混入到电弧、熔池所组成的焊接区，采用了 CO_2 气体进行保护。



5.1 原理与特点



发展历史

5.1 原理与特点

- 在焊接薄板时，可选用细焊丝 $\leq 1.2\text{mm}$ ，使用较小电流实现熔滴短路过渡，电弧对工件间断加热，线能量小，变形小，不需要焊后校正工序，提高工效。



5.1 原理与特点

- 焊接中厚板时，选择较粗焊丝 $\geq 1.6\text{mm}$ ，使用较大电流实现细颗粒过渡，这时焊丝中的电流密度高达 $100\sim 300\text{A}/\text{mm}^2$ ，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，可以不开坡口或开小坡口，生产率比焊条电弧焊提高 $1\sim 3$ 倍。



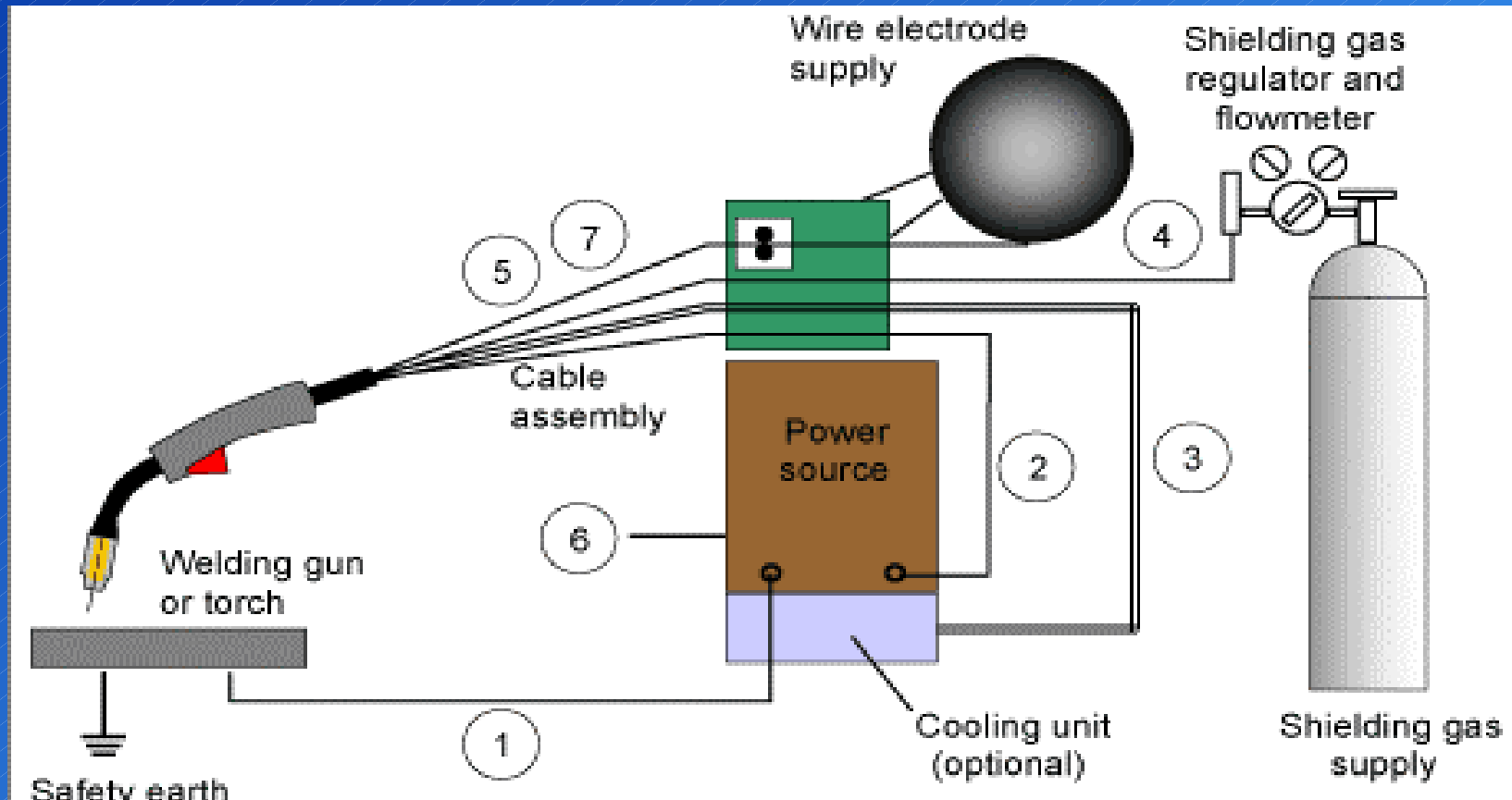
5.1 原理与特点

- ☺ 焊接成本低
- ☺ 焊接能耗低
- ☺ 适用范围广
- ☺ 是一种低氢型或超低氢型焊接方法
- ☺ 焊后不需清渣，明弧焊接便于监视，有利于机械化操作
- ☹ 不能用于非铁金属的焊接
- ☹ 过渡不如**MIG**焊稳定，飞溅量较大
- ☹ 产生很大的烟尘

5.1 原理与特点



5.2 设备

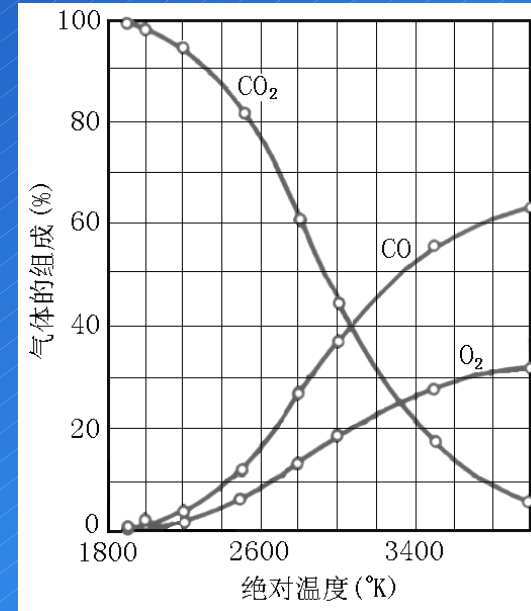


5.3 冶金特点

- **CO₂** 气体的氧化性
- 直接氧化
- 间接氧化

产生的问题:

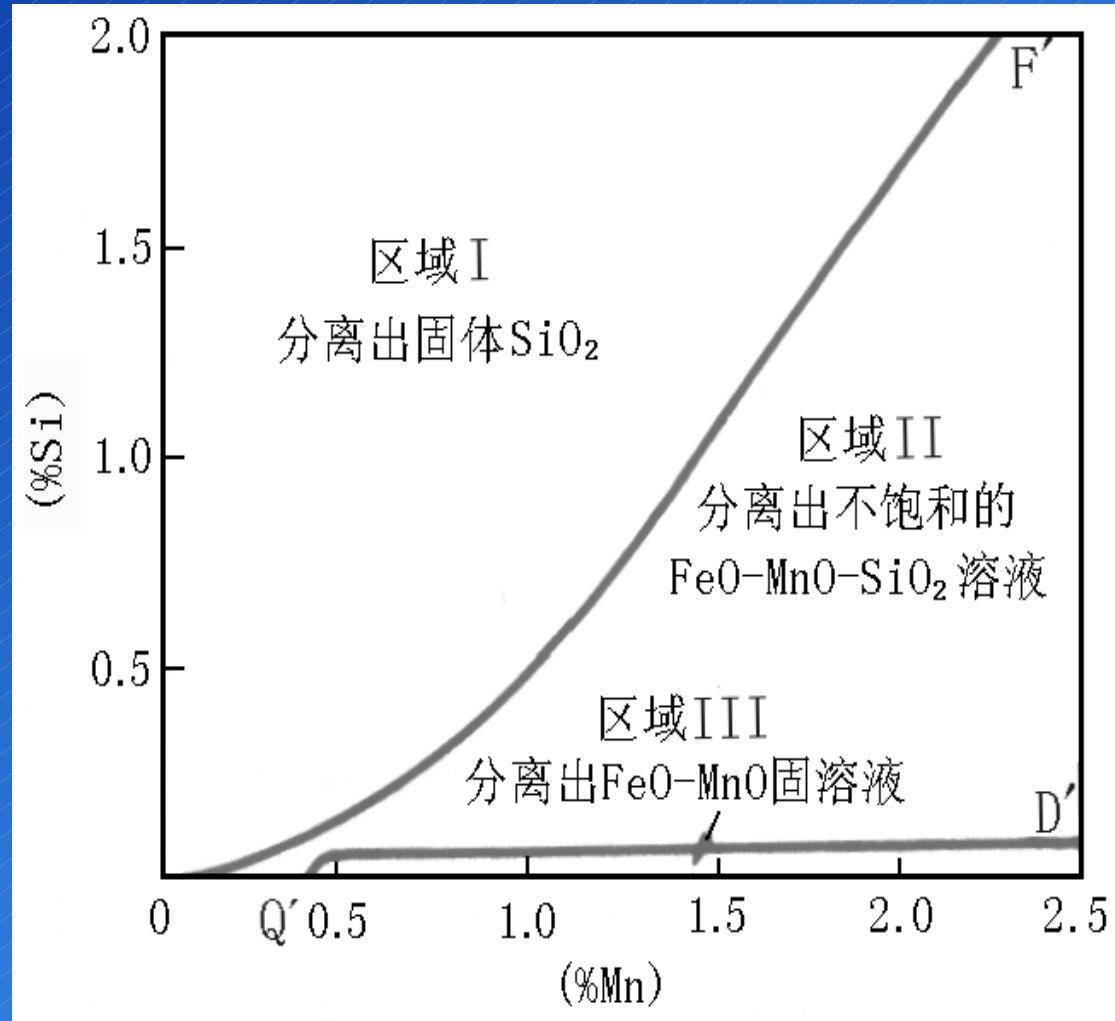
- 合金元素烧损
- **CO** 气孔
- 焊接飞溅



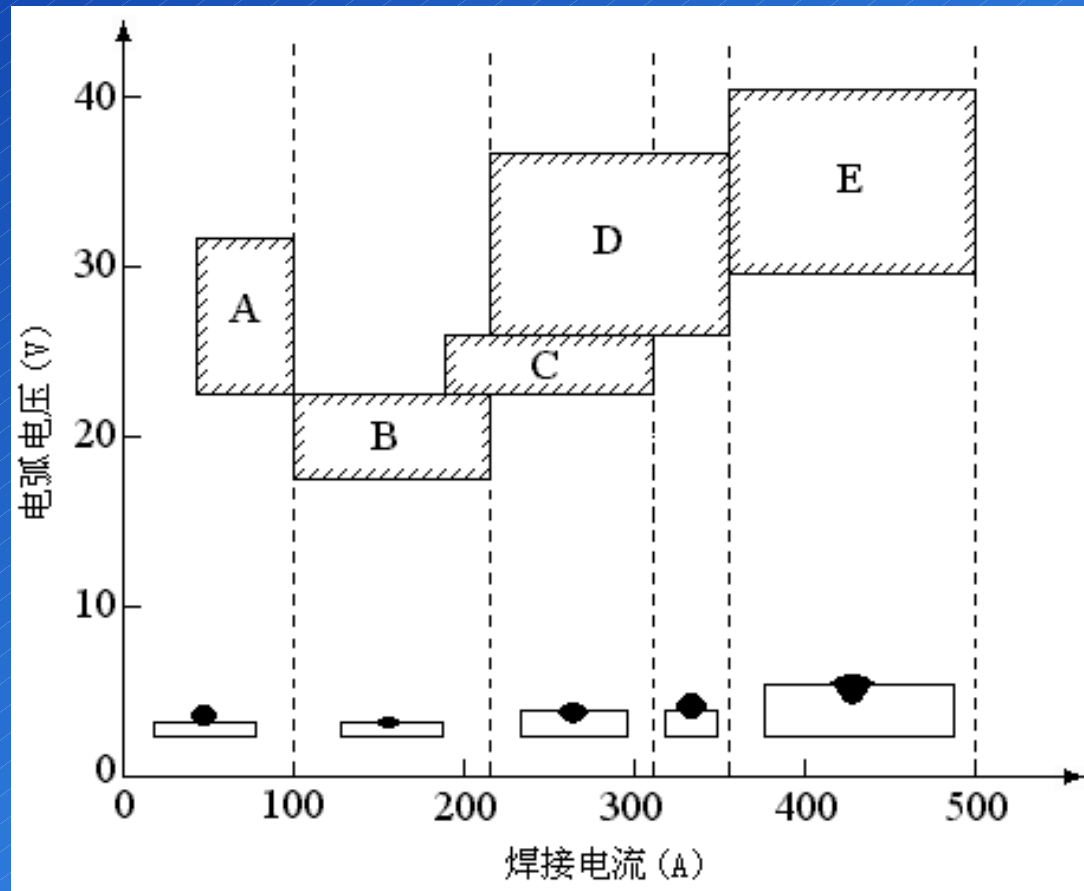
CO₂的分解与气氛构成



冶金特点



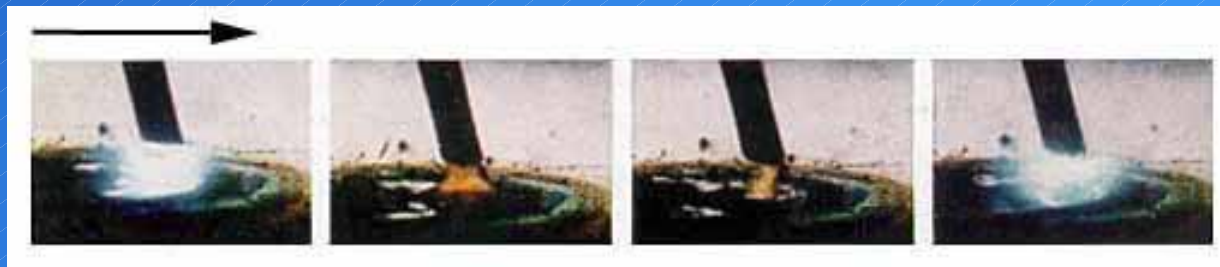
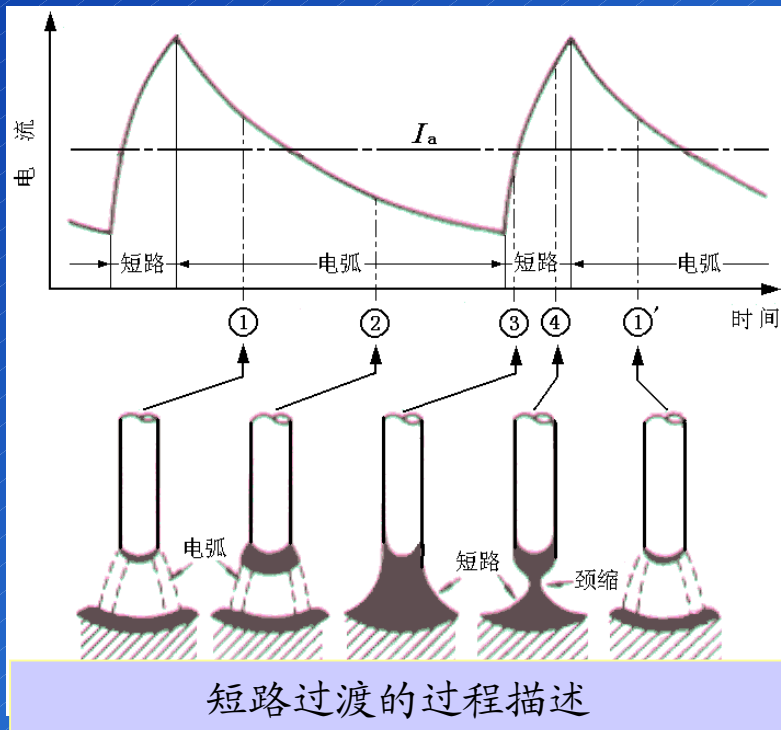
熔滴过渡



短路过渡

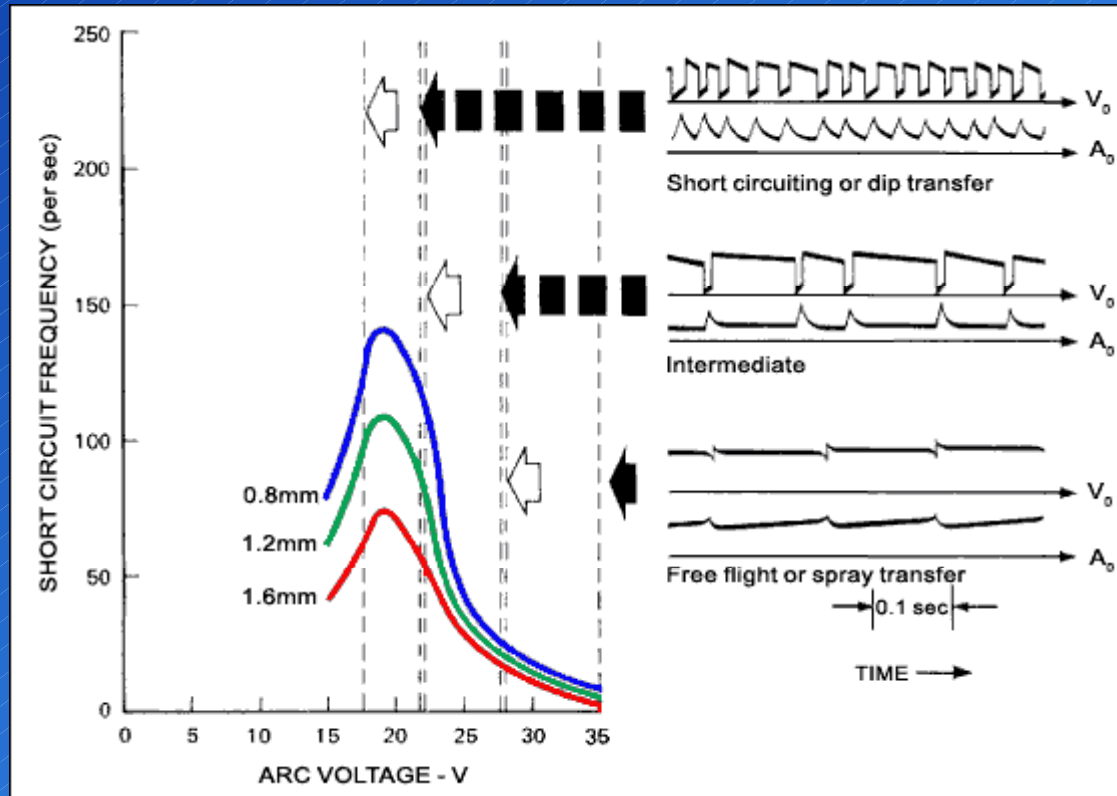
- Relatively low heat input process
- Low weld pool fluidity
- Used for thin sheet metal above 0.8mm and typically less than 3.2mm, positional welding of thicker section and root runs in open butt joints
- Process stability and spatter can be a problem if poorly tuned
- Lack of fusion risk if poorly set up and applied
- Not used for non-ferrous metals and alloys

短路过渡



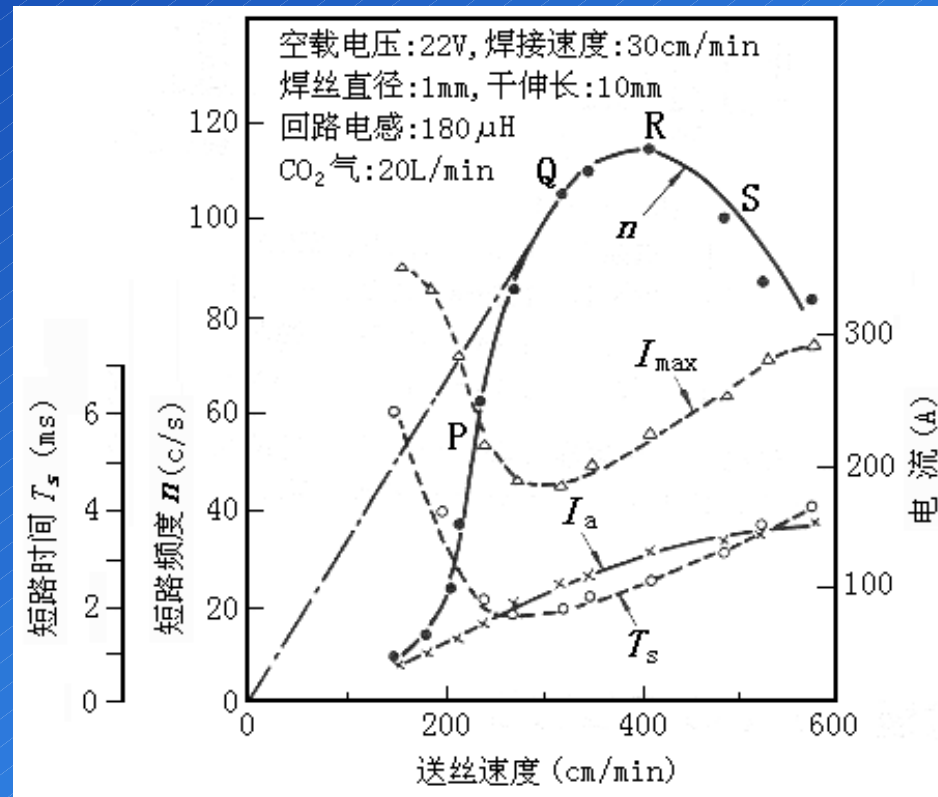
影响多短路过渡的因素

- 频率在50-150Hz



短路过渡频率与电弧电压的影响

影响多短路过渡的因素

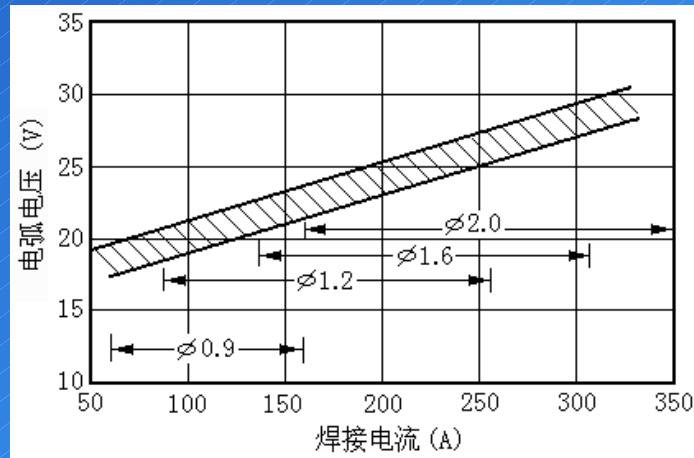


送丝速度对短路过渡的影响

焊接规范参数

- 焊接电流和电弧电压

| Wire diameter (mm) | Current (A) | Voltage (V) | Wire feed rate (m/min) | Deposition rate (Kg/h) |
|--------------------|-------------|-------------|------------------------|------------------------|
| 0.8 | 60-130 | 15-17 | 2.9-13.0 | 0.7-2.9 |
| 1.0 | 70-160 | 16-19 | 2.4-7.8 | 0.9-2.9 |
| 1.2 | 100-180 | 17-20 | 2.1-5.4 | 1.1-2.9 |



短路过渡及中等规范焊接参数

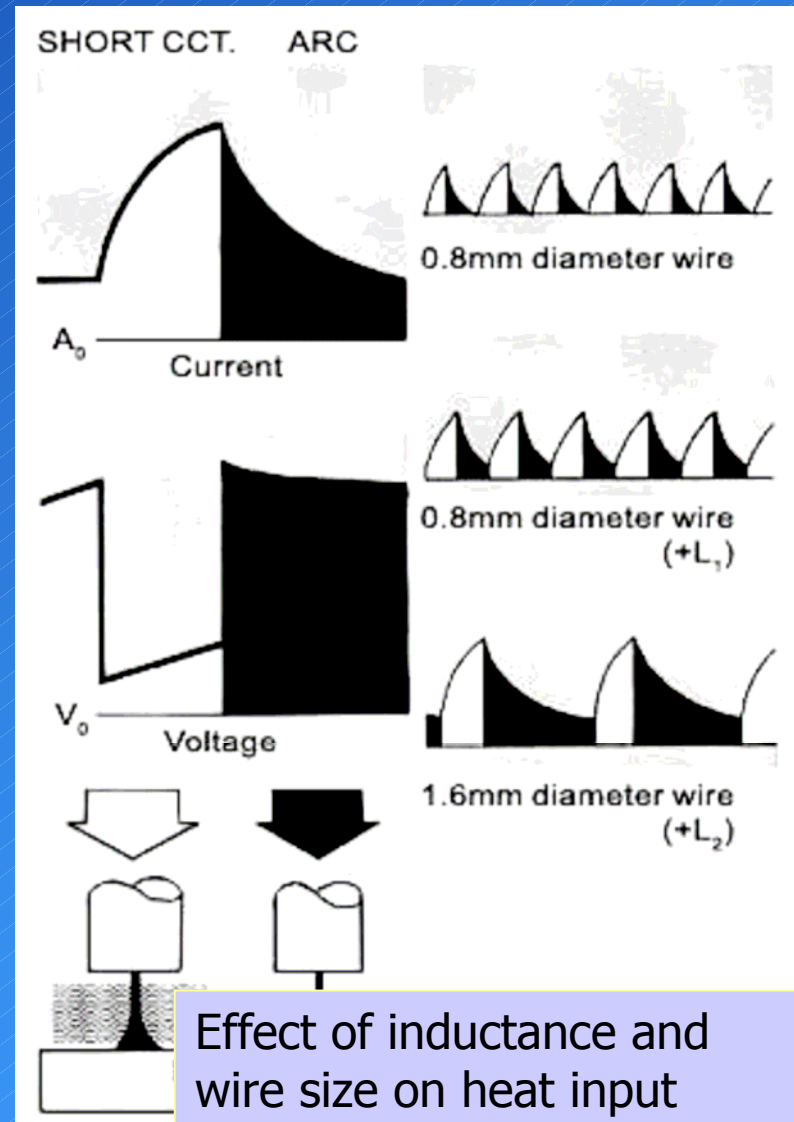
焊接规范参数

- 焊接回路电感

- 限制与调节短路电流上升速率 di/dt
- 调节电弧燃烧时间，控制母材熔深
- 细焊丝熔化速度快，需要较大的 di/dt ；粗焊丝熔化速度慢，熔滴过渡的周期长，则要求较小的 di/dt 。
- 一般短路过渡焊接的回路电感在50~200mH之间选取。

焊接回路电感

- 当回路电感小时，熔滴短路时间缩短，所达到的短路峰值电流大，短路过后焊丝熔化速度加快，使燃弧时间也缩短
- 当回路电感较大时，熔滴短路时间和电弧燃烧时间都会相应增加，而燃弧时间增加的更多。



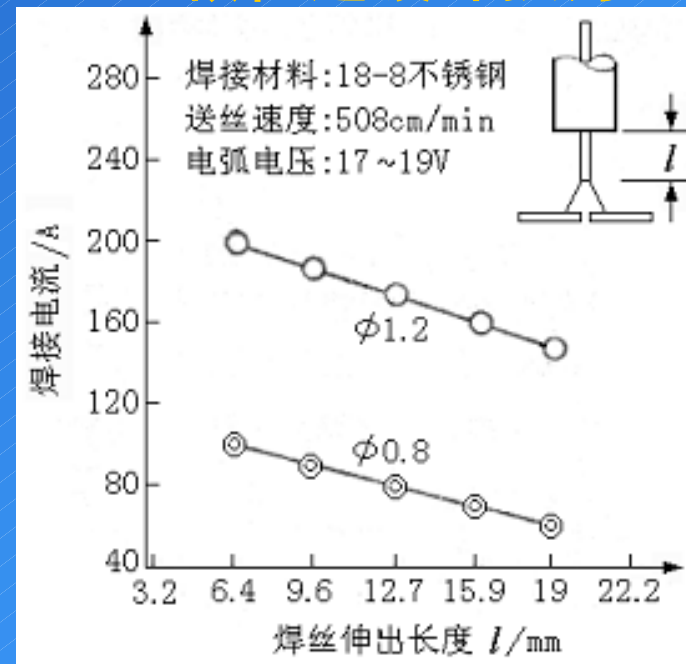
焊接回路电感

- 回路电感很大，短路电流上升速率过慢，所能达到的短路峰值电流较小，短路液柱上的颈缩不能及时形成，熔滴不能顺利过渡到熔池中，严重的情况也会造成固体短路。
- 如果回路电感过小，由于短路电流上升速率过大和短路峰值电流过大，可能会使液柱在未形成颈缩就从内部爆断，引起大量飞溅。

| Wire diameter (mm) | Peak short circuit current, DCEP (A) |
|--------------------|--------------------------------------|
| 0.8 | 150-250 |
| 1.2 | 200-300 |
| 1.6 | 270-400 |
| 2.4 | 350-450 |

焊接规范参数

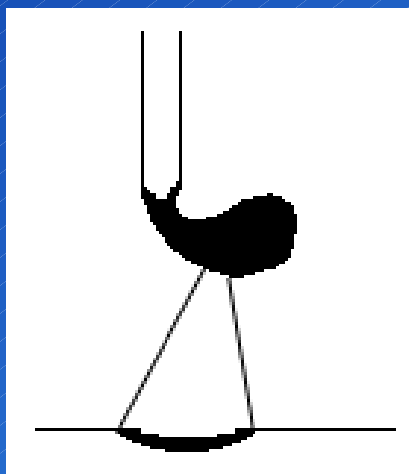
- 焊接速度
- 焊丝干伸长
 - 短路过渡焊接一般为**8~15mm**，颗粒过渡焊接为**15~25mm**。
- 气体流量
- 电源极性
 - **DCEN**: 常用
 - **DCEP**: 堆焊和补焊



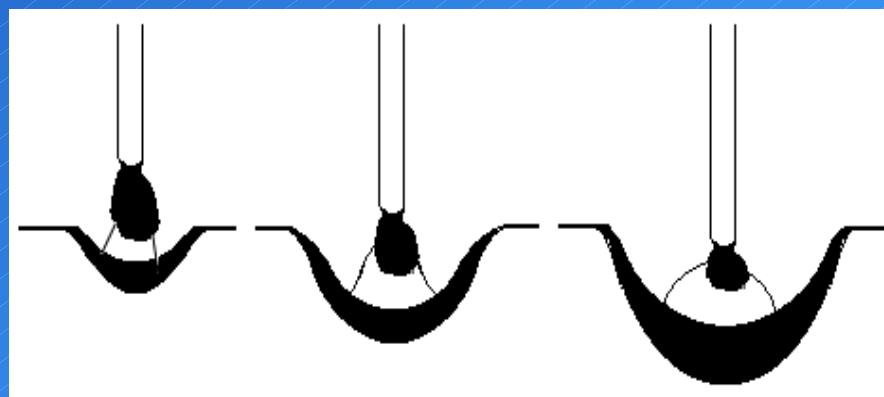
干伸长对电流的影响

熔滴过渡(2): 细颗粒过渡

- $\phi 1.6 \sim \phi 3.0\text{mm}$ 焊丝
- 在较大的电流下实现稳定的熔滴过渡，熔敷系数大，熔深大，生产率高。



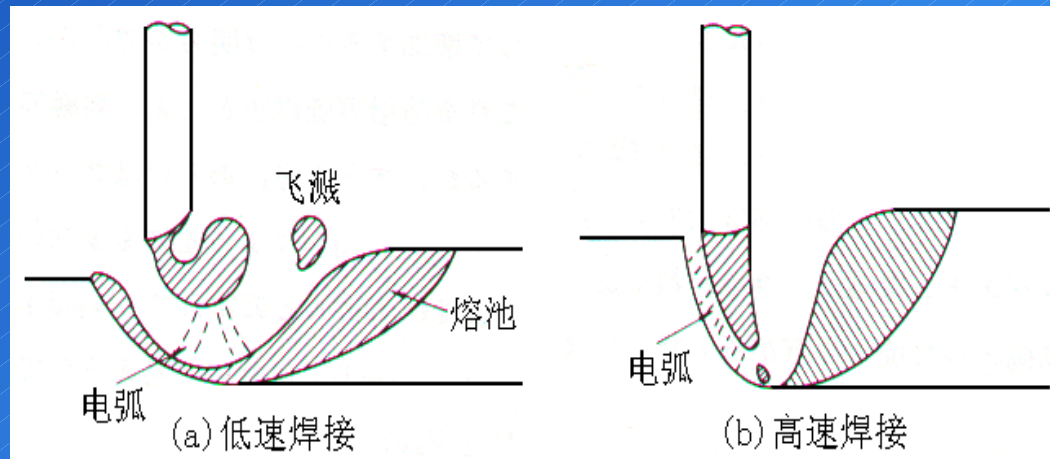
熔滴排斥过渡形态



(a) 半潜弧状态 (b) 临界潜弧状态 (c) 深潜弧状态

潜弧喷射过渡

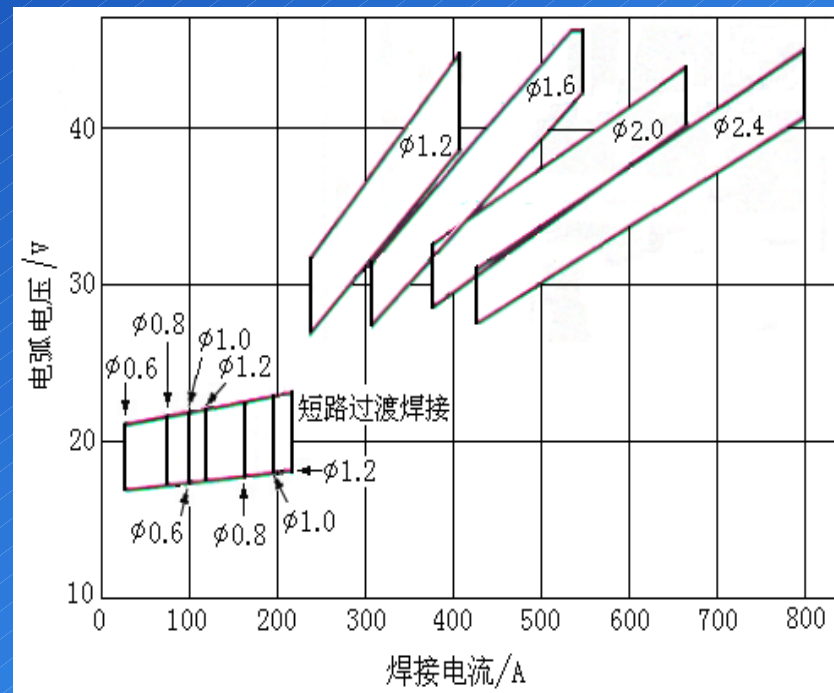
- 粗丝 ($\phi 3.0 \sim \phi 5.0\text{mm}$)
- 更大的焊接电流，电弧电压不高，较高的焊接速度
- 熔滴尺寸减小到接近焊丝直径，其过渡形式与射滴过渡接近



粗丝焊接熔滴潜弧过渡形态

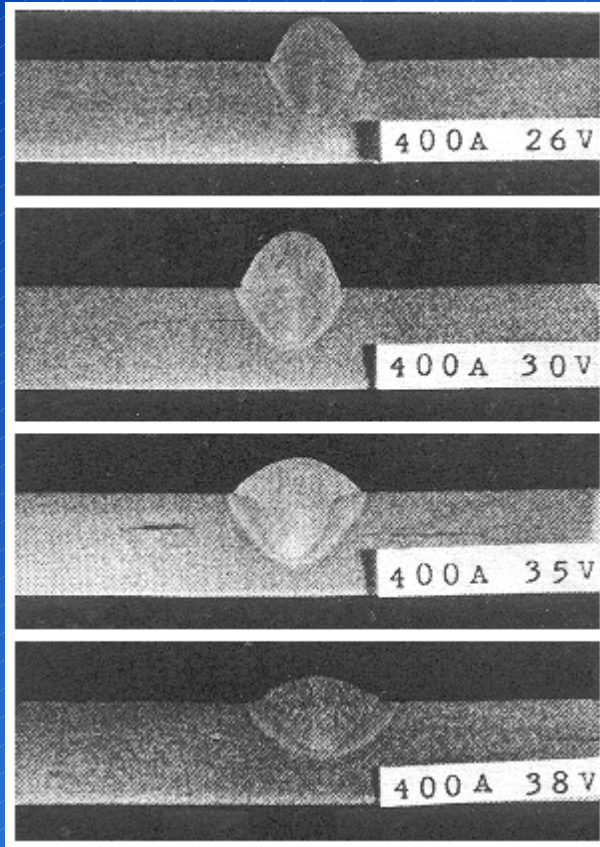
颗粒过渡焊接规范参数区间

- CO_2 电弧焊熔滴颗粒过渡并没有严格的划分区间，主要是通过焊接电流与电弧电压的搭配，使焊接能有一个比较稳定的过程。

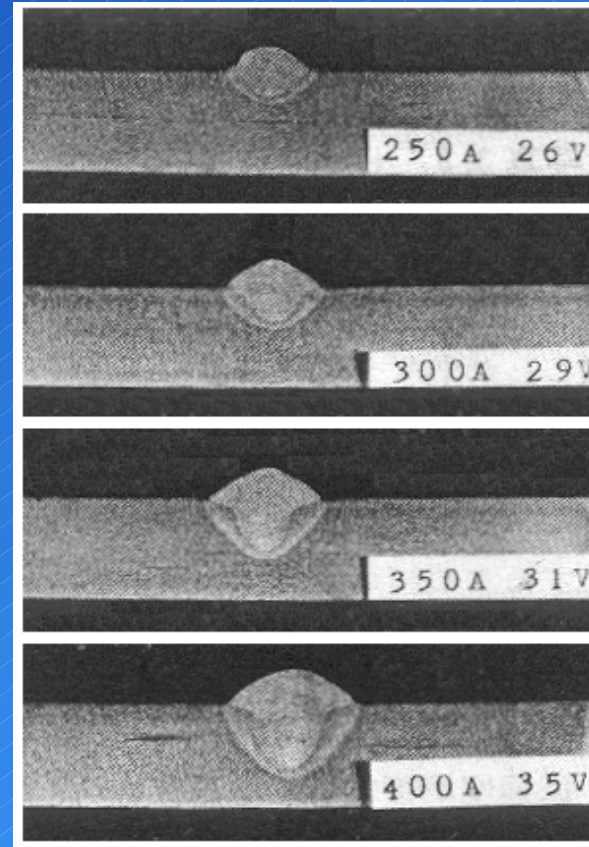


熔滴颗粒过渡规范区间

颗粒过渡焊接规范参数区间

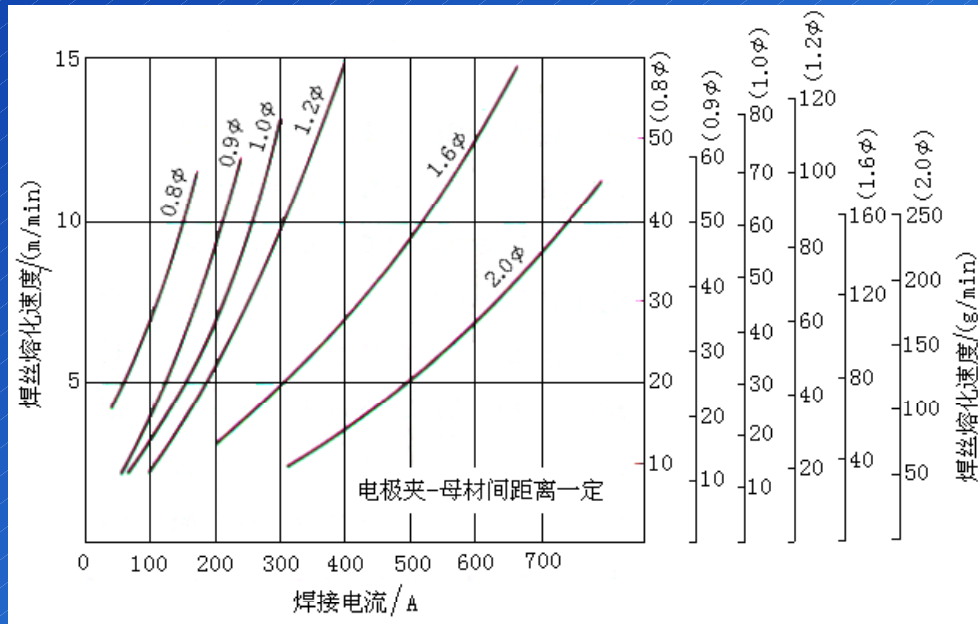


焊接电压对母材熔化形态的影响

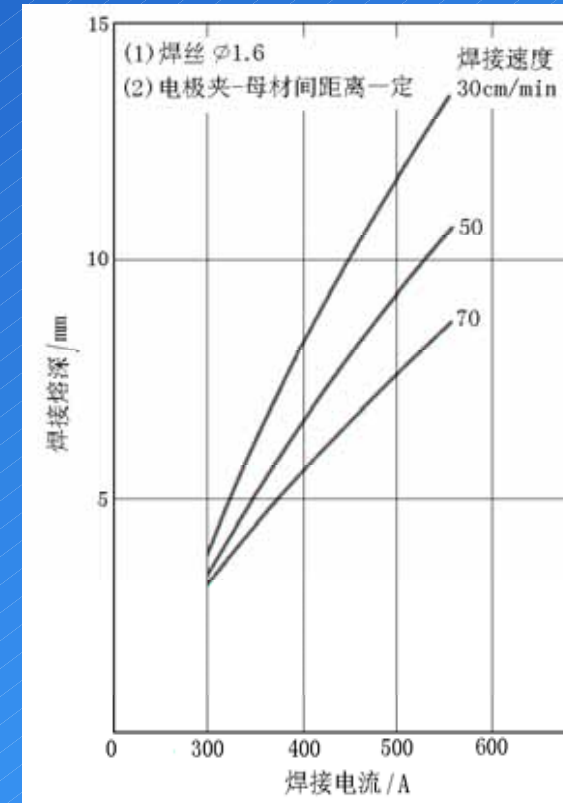


焊接电流对母材熔化的影响

颗粒过渡焊接规范参数区间



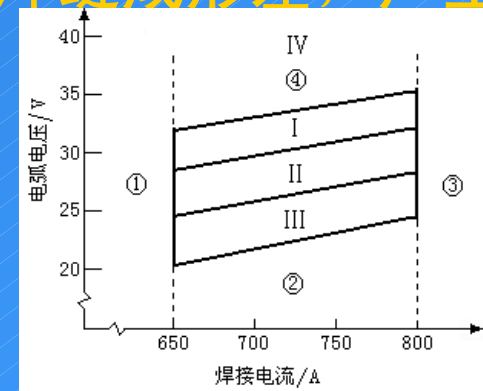
焊接电流与焊丝熔化速度的关系



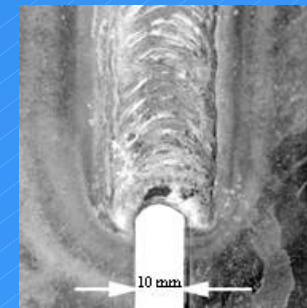
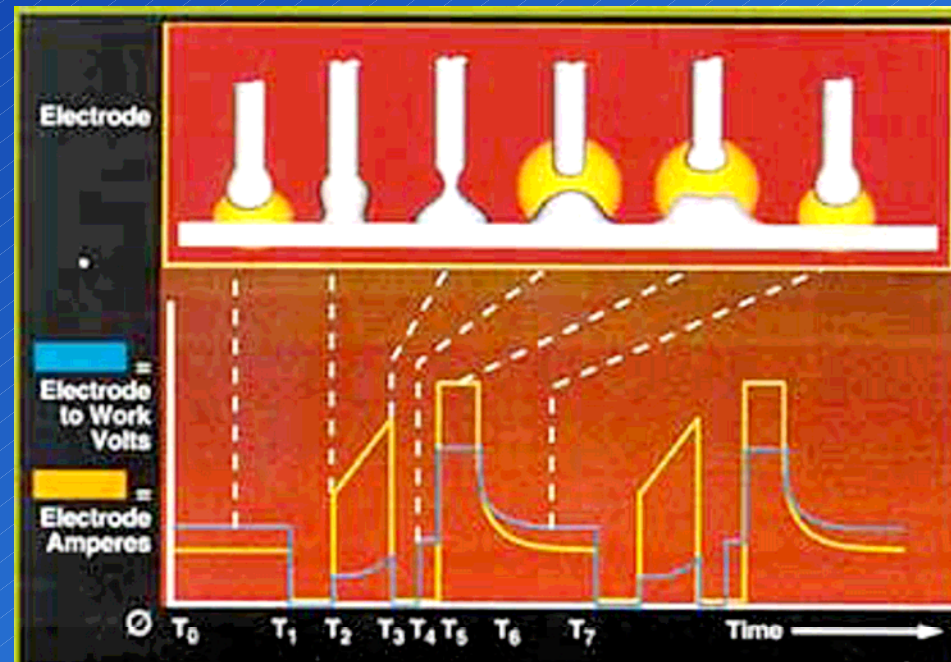
焊接电流对焊缝熔深的影响

粗丝焊接规范区间

- I区：电弧部分潜入熔池凹坑(半潜)，熔滴呈颗粒状过渡，焊接过程较稳定，焊缝成形较好，飞溅稍大。
- II区：焊丝端头与工件表面平齐，电弧潜入凹坑较深(临界潜弧)，焊接过程比I区稳定，飞溅少，焊缝成形较好。
- III区：焊丝端头在工件表面下2mm左右，电弧潜入凹坑很深(深潜状态)，熔滴喷射过渡，常伴有瞬时短路。若潜入过深，熔滴过渡将转变为正常的周期性短路焊接，过程稳定，飞溅很小，但焊缝成形差，产生梨形焊缝。
- IV区是不稳定过渡区。



STT



混和气

| Material thickness (mm): | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15+ |
|--|---|---|------|-------|--------|------------------------|------------------------|---|---|---|----|----|----|----|----|-----|
| Dip transfer Argon-CO ₂ mixtures | | | 2-5% | 5-10% | 10-15% | 20-25% CO ₂ | | | | | | | | | | |
| CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Spray transfer Argon-CO ₂ mixtures | | | | | 5-10% | 10-15% | 15-20% CO ₂ | | | | | | | | | |
| Argon-O ₂ mixtures | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pulse transfer Argon-CO ₂ mixtures | | | | | 5-10% | 10-15% CO ₂ | | | | | | | | | | |

Active shielding gas mixtures for MAG welding of carbon, carbon-manganese and low alloy steels

| Material thickness (mm): | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15+ |
|---|---|---|-----------|-----------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-----|
| Austenitic and ferritic Argon - Helium - 0.5-2% CO ₂ | | | 75-85% He | 50-55% He | 40% He | | | | | | | | | | | |
| Argon - O ₂ /CO ₂ mixtures (spray transfer only) | | | | | 1-2% O ₂ or up to 2.5% CO ₂ | | | | | | | | | | | |

Active shielding gas mixtures for MAG welding of stainless steels