

CO₂/MAG 焊接应用工艺特点, 您了解多少?



一、对 CO₂ 气体保护焊的认识

CO₂ 气体保护焊接方法具有明弧、无渣、节能、生产率高、成本低、变形小、抗锈能力强、焊缝含氢量低、抗裂性好、可进行全位置焊接等特点。因此, 此焊接方法应用很广泛, 并且普及率逐年上升。

其高效率主要分以下几点:

(1) CO₂ 焊熔敷速度 3~5kg/h, 是焊条的 1~2.25 倍。CO₂ 焊采用细焊丝 ($\Phi 0.8 \sim \Phi 1.6$), 较大的电流。电流密度大 (CO₂ 焊 100~300A/mm², 焊条 10~25 A/mm²), 电弧热量集中, 不需要为熔化药皮消耗能量, 熔化系数比焊条大 1~3 倍, 可提高工效 1~2 倍。

(2) CO₂ 焊采用小截面坡口形式, 可使焊缝熔敷金属量减少, 等于提高了焊接速度。CO₂ 焊缝坡口一般 32°~45°, 钝边较大, 间隙较小, 坡口截面比焊条减小 50%, 可使焊缝熔敷金属量减小, 等于提高了焊接速度, 焊接工效提高 1 倍左右。

(3) CO₂ 焊接无渣, 无需清渣、打磨、清坡口和换焊条, 焊缝成形好, 熔深大。CO₂ 焊的辅助时间为焊条辅助时间的 50%, 由此提高工效 0.3~0.8 倍。

上述三项得出 CO₂ 焊的工效与焊条电弧焊相比可提高倍数是 2.02~3.88 倍。因较高的熔化速度和熔化系数约提高工效 1~2 倍。

(4) 因采用小截面的坡口形式可提高工效 0.72~1.08 倍。

(5) 因焊接辅助时间大幅度减小约提高工效 0.3~0.8 倍。

但在锅炉压力容器行业应用的还不够普遍, 分析其原因主要存在以下认识误区:

1、CO₂ 焊的焊接接头质量比焊条电弧焊要低, 焊接过程中飞溅大, 不适合焊接重要的焊接产品。

2、电弧气氛中具有较强的氧化性, 焊缝金属的含氧量较高, 焊接接头的冲击韧性值低。焊接工艺评定不合格, 难于应用于焊接生产。

3、CO₂ 焊缝成形差，焊道凸起狭窄（如驼峰焊道）；焊缝容易产生咬边及未熔合等焊接缺陷。

4、CO₂ 焊的生产效率比焊条电弧焊大概也高不了多少，成本也不一定低。

5、CO₂ 焊的有害气体多，对焊工健康有影响。

6、CO₂ 焊抗风性能差，不适合现场施工焊接。

随着 CO₂ 焊接电源先进控制技术的提高，高品质焊接材料的发展及新型焊接工艺的应用，上述 CO₂ 焊接缺点（飞溅大、成形差、韧性低）均能得到有效的解决，而且采用药芯焊丝更能得到好的工艺性能。

二、CO₂/MAG 焊接工艺的改进

1、80 年代曾有专家提出：CO₂ 焊接工艺方法不适合锅炉、压力容器的焊接，因为其塑韧性不稳定。主要原因是过去的 CO₂ 焊丝标准沿袭了原苏联的旧标准，焊丝含 Mn 量偏高(Mn: 1.8~2.1%)，Mn/Si 比值高，焊缝强度高，塑韧性偏低。随着焊丝质量的改进，引用欧美焊丝标准，Mn/Si 比值适当 (Mn: 1.4~1.85%，Si: 0.8~1.15%)，CO₂ 焊缝塑韧性值均略高于碱性低氢焊条的塑韧性值。

2、CO₂ 焊缝中的氢含量降低，焊缝的抗裂性较好。CO₂ 焊是一种超低氢焊接方法，焊缝中扩散氢的含量远远低于碱性低氢焊条，CO₂ 气体的氧化性可抑制焊缝金属中[H]的含量，其对焊缝金属的氧化可通过焊丝中加入铝、钛、硅、锰等脱氧剂消除。

焊丝型号	C	Mn	Si
YGW 11 (日)	≤0.15	1.4~1.9	0.55~1.0
YGW 15 (日)	≤0.15	1.0~1.6	0.4~1.0
ER 49-1	≤0.11	1.8~2.1	0.65~0.95
ER 50-3	0.06~0.15	0.9~1.4	0.45~0.75
ER 50-6	0.06~0.15	1.4~1.85	0.8~1.15

表 1：实心焊丝的化学成分（质量分数）（%）

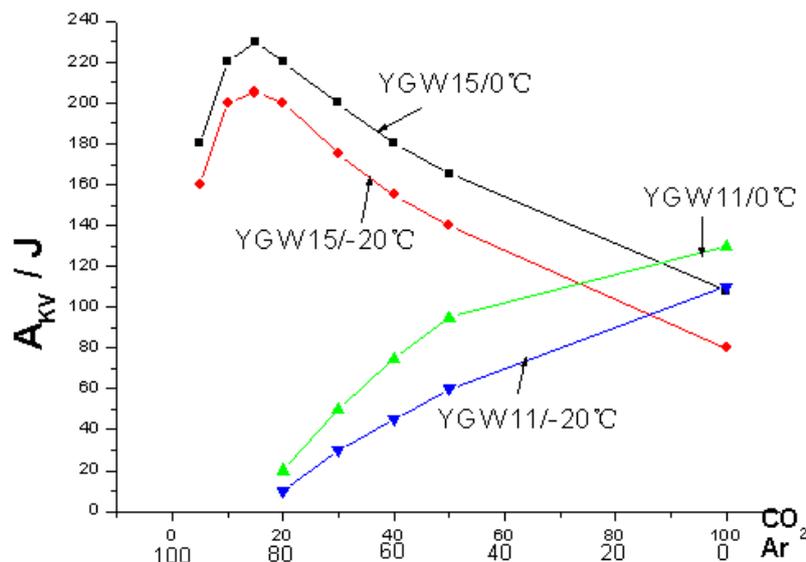


图 1: 两种焊丝在不同保护气体下的韧性值

分析表 1 和图 1 的试验结果得知, 当 Mn/Si 比值高的焊丝 (YGW11) 在混合气体 (80%Ar+20%CO₂) 保护下焊接, 因 Mn、Si 等合金元素过渡系数很高, 焊缝的强度、硬度高, 其冲击韧性值最低。

而低 Mn 低 Si 的焊丝 (YGW15), 在混合气体保护下 (MAG) 焊接, 因 Mn、Si 等合金元素过渡合理, 熔敷金属 (Mn) $\approx 1.0\%$, (Si) $\approx 0.4\%$, 强韧性良好, 其冲击韧性值最高。

目前大多数工厂无论 CO₂ 焊接, 还是 MAG 焊接, 都使用一种焊丝 (ER50-6), 不是合理的工艺选择, 应该是使用 Mn 偏高的焊丝适用于 CO₂ 焊接; Mn 偏低的焊丝适用于富氩焊接, 二者不宜互换代用。

3、采用混合气体保护焊 (MAG 焊), 合金元素过渡系数高, 焊缝综合机械性能优良。焊接接头的冲击韧性值较高, 如鸟巢工程上使用的 MG-51T 实心焊丝其熔敷金属的机械性能 (见表 2)。

焊接方法	屈服强度 σ_s (MPa)	抗拉强度 σ_b (MPa)	延伸率 δ (%)	冲击韧性 Ak _v (J)
CO ₂	460	560	32	110
MAG	520	600	31	160

表 2: MG-51T 实心焊丝其熔敷金属的机械性能

Ar+CO₂ 混合气体保护焊 (MAG 焊) 的电弧稳定了阴极斑点, 提高了电弧的稳定性。保护气体中加入 75~95%Ar, 增大了电弧的热功率, 熔池金属的润湿性好, 大电流焊接焊道平铺无凸起缺陷, 改善了焊缝熔深形状和外观成型, 减小咬边倾向。

4、MAG 焊电弧增强了熔滴过渡的稳定性。熔滴短路过渡时飞溅少 (较 CO₂ 焊减少 10~20%)。当焊接电流超过喷射过渡的临界电流时 (如 $\phi 1.2$ 实心焊丝 MAG 焊时电流 $I > 280A$), 熔滴达到射流过渡状态, 实现了无飞溅焊接。

5、当焊接电流低于临界电流时采用脉冲熔化极电源，均能达到无飞溅的脉冲射滴、射流过渡。

6、CO₂焊采用药芯焊丝由于电弧和熔池都是在气+渣联合保护下，具有飞溅少、气孔少、韧性高、熔深大、熔敷速度高等特点，更加适合锅炉压力容器重要受压元件的焊接。但缺点是对全位置焊接的难度比较大，要在操作上注意手法，对于管道全位置焊接尽量采用右焊法来控制飞溅。

三、CO₂/MAG 焊接工艺在锅炉压力容器受压元件上焊接的应用

经过众多焊接专家做出大量的焊接工艺评定证明：

- (1) CO₂ 气体保护+药芯焊丝。
- (2) Ar+CO₂ 混合气体保护焊（MAG 焊）+实心焊丝。

这两种工艺方法完全适合锅炉、压力容器、压力管道等重要受压元器件的焊接。

实际案例：

(1) 陕西西安某大型国企采用药芯焊丝焊接不锈钢筒体，厚度从Φ 5mm~30mm，管道采用氩弧打底背面充氩气，然后气保药芯焊丝盖面。

(3) 大亚湾某工地，某安装公司采用手工钨极氩弧焊（TIG 焊）打底+MAG 半自动填充盖面焊组合工艺，焊接 Dg100-800mm，壁厚 5-70mm 管道，焊接 800 余道焊口，一次 X 光探伤合格率 100%。

- (4) 国家体育馆鸟巢钢结构的焊接。

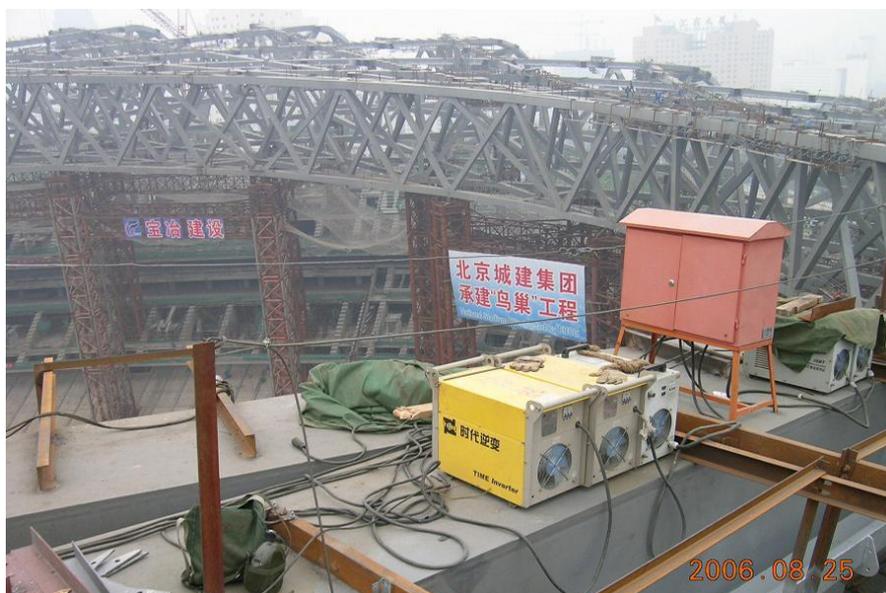


图 2：国家体育馆“鸟巢”工程

众多实践证明在某些重要场合采用气保替代焊条电弧焊等，提高工效 2~3 倍是完全可以的。

来源：内部稿件