

铝焊接的焊接工艺性能分析及应用



铝的焊接从焊接效率和焊接质量上分析,采用脉冲气保焊的效率要远远高于钨极氩弧焊接,但从焊接质量上来讲钨极氩弧焊接的焊接质量高于脉冲气保焊接,铝是活性元素,本身能脱氧,不像钢焊接过程中会形成 CO 或 CO₂ 气孔,所以主要是氢气孔。氢的主要来源是:保护气体中的水分;焊材和母材表面吸附的水分;工件坡口处的氧化膜、油污等。

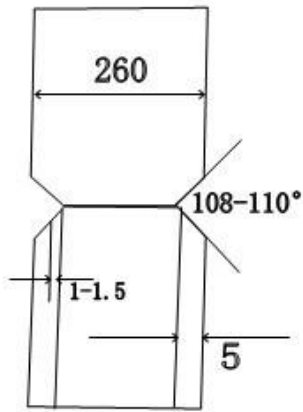
铝的导热系数很大,在相同的工艺条件下,铝熔合区的冷却速度是高强钢的 4~7 倍,不利于气泡的逸出,冷却速度很大时,在凝固点以上溶解度差形成的气孔虽然不多,但来不及逸出,形成粗大孤立的皮下气孔,如图 1 所示。



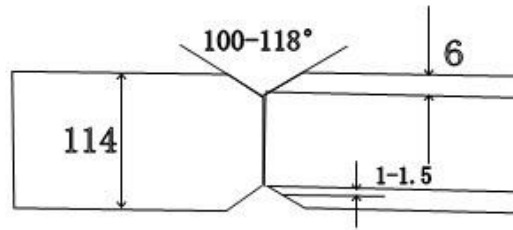
图 1: 皮下气孔

MIG 焊时,焊丝以细小熔滴形式向熔池过渡,弧柱温度高,熔滴比表面积大,熔滴易于吸氢; TIG 焊时,主要是熔池金属表面与氢反应,比表面积小,熔池温度小于弧柱,吸氢条件不如 MIG 有利;另外, MIG 焊熔池深度大于 TIG 焊,不利于氢气泡的逸出。所以采用 MIG 焊时一般很难排除焊缝中的皮下氢气孔的产生。对于焊接质量要求比较高的铝焊缝一般不采用此焊接方法, MIG 焊一般主要用于铝罐的底座地角缝及结构件的焊接,能显著提高焊接效率。

时代公司焊接工艺实验室对铝合金管管对接焊进行了焊接工艺性能方面的研究,分别在同一道焊口采用了脉冲气保焊接和交直流方波钨极氩弧焊接,焊后进行了射线探伤分析,焊口内部不加任何衬垫,不留间隙,试件为 $\phi 260 \sim \phi 108 \times 6$ 铝镁合金。坡口形式如图 2 所示,焊后的焊接效果如图 3-1、图 3-2 所示。



管对接垂直固定焊



管对接水平固定焊

图 2：坡口形式

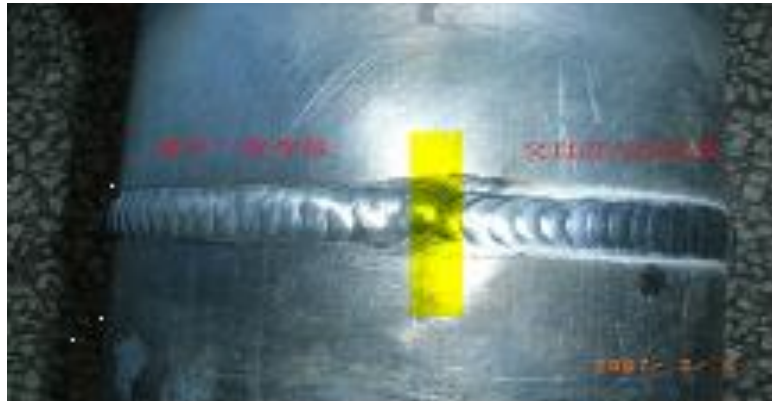


图 3-1：焊后的焊接效果图



图 3-2：焊后的焊接效果图

以上焊缝均为管道水平固定焊接，图 3-1 为一半脉冲气保焊接，一半交流氩弧焊接，图 3-2 为全氩弧焊接，焊后经过检验气孔的出现与焊接方法和环境温度有很大关系，脉冲气保焊接内部质量很难保证，氩弧焊接要好的多，另外当环境温度 15℃以上时，焊接质量不会受到影响；氩弧焊接如控制得当一次探伤合格率可达到 100%，低于 15℃时，应采用一定的预热措施；而环境温度低于 0℃时，如果对焊接内部质量的要求较高，最好不要焊接铝材。

下面是铝合金管对接焊缝的工艺参数，可供参考。

壁厚 (mm)	层次	钨极直径 (mm)	焊丝直径 (mm)	打底电流 (A)	余层电流 (A)	喷嘴直径 (mm)	氩气流量
2.5~5.0	1~2	2.5~3.2	2.5~3.2	130~170	150~220	10~12	10~12
5.0~8.0	2~3	3.2~4	3~4	170~220	200~240	12~16	12~14
8~10	3~4	4~5	4~5	200~250	220~290	14~16	12~16
10~12	4~5	4~5	4~5	220~260	240~300	16~18	14~18

目前我们所知道的采用交流氩弧同步焊接的方法，双面同时焊接不用清根，焊缝一次成形，焊透性好，减少了预热及采用的背面气体保护，焊后如果操作得当几乎没有气孔和未融合等焊接缺陷。焊接效率也较单枪操作提高了一倍，如时代交直流方波焊机在某铝厂双面焊的实际应用效果见图 4，用于铝罐的筒体对接环焊缝和对接立焊缝的焊接，整体的焊接质量达到了 99.5% 以上。对于管道直径为 108~114mm，厚度为 4mm 的铝管对接焊缝，因为口径较小，不能采用双面焊接，可以单枪进行焊接操作，如果空间位置允许，考虑到焊接质量和效率，一般都能应采用双人双面焊接。



图 4：时代交直流方波焊机实际应用效果图

双面焊接由于是双枪共熔池，所以要保证两电源输出的交流方波同步，输出频率和占空比完全一致，焊接电流才不会通过电弧产生短路现象，一部分电流才不会直接经电弧在两台焊接电源之间形成回路，才能形成良好的熔池，基于此原因，时代公司在原交直流方波的基础上做了很大的改进，可通过手调使输出频率和占空比完全一致，实现正常焊接，做到了既可双机同步焊接，也可分开单独操作。双面同步焊接对于焊接参数的制定，以不同板厚来区分，板厚 $\delta \leq 8\text{mm}$ ，可不开坡口，板厚 $\delta \leq 8 \sim 16\text{mm}$ 开单边 V 型坡口，板厚 $\delta > 16\text{mm}$ ，开双面 X 形坡口，对于焊接参数，外侧填丝焊枪的焊接电流 180-230A，内侧焊枪的焊接电流 120-160A，两名焊工双面同步协调操作，焊缝成形美观，在石化乙烯铝合金料仓和各种铝及铝合金罐体纵、环（或立、横）焊缝的焊接上得到大量应用。时代焊机在某场中的应用实例见图 5。



图 5：时代焊机应用实例

来源：内部稿件