CO_2/MAG焊接技术在压力管道上应用的工艺特点

唐山松下产业机器有限公司 （河北 063020） 赵学文 王玉松 谷守成

摘要：本文综述了CO_2/MAG焊接方法在压力管道焊接上应用的工艺特点，推荐几种典型的焊接组合工艺方法，列举了CO_2/MAG焊、TIG/CO2气保焊等在压力管道上焊接的应用实例。

一、压力管道焊接工艺的现状

目前国内压力管道现场安装焊接工艺方法仍然以焊条电弧焊为主，重要焊缝采用钨极氩弧焊打底/焊条电弧焊填充的盖面焊工艺；西气东输工程中大部分采用纤维素焊条打底/药芯自保护焊丝填充盖面焊工艺。CO_2气体保护焊接方法在压力管道焊接上应用还不十分普遍，分析其原因主要存在以下认识误区。

（1）CO_2焊接过程中有飞溅，焊接接头质量比焊条电弧焊要低；CO_2气体保护焊防风能力差，不适合压力管道现场安装焊接。

（2）电弧气氛中具有较强的氧化性，焊缝金属的含氧量较高，焊接接头的冲击韧度值低。

（3）管道CO_2全位置焊接，焊工操作难度大，焊缝成形差，焊缝容易产生咬边及未熔合等焊接缺陷。

随着CO_2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CO_2焊接缺点（飞溅大、成形差、韧度低）均能得到有效的解决。

二、管道CO_2焊接工艺的改进和提高

CO_2气体保护焊具有明弧、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、可进行全位置焊接和容易实现自动化等特点，因此这种焊接方法应用很广泛，并且普及率逐年上升。CO_2焊接工艺方法具有的优质、高效、低成本综合优点是其他焊接方法所不能比拟的。据有关资料介绍：在某行业CO_2焊接熔敷金属量占焊接总熔敷量由8%提高到15%，可获得经济效益5.65亿元。

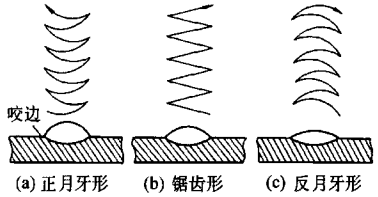
（1）CO_2焊接接头塑韧性不稳定。主要原因是过去的CO_2焊丝标准沿袭了原苏联的旧标准，焊丝含Mn量偏高（w_{Mn}=1.8%～2.1%），Mn/Si比值高，焊缝强度高，塑韧性偏低。随着焊丝质量的改进，引用欧美焊丝标准（如ER50—6、唐山神钢MG—51T），Mn/Si比值适当（w_{Mn}=1.4%～1.85%，w_{Si}=0.8%～1.15%），CO_2焊缝的塑韧性值均略高于碱性低氢焊条的塑韧性值指标，完全可以替代碱性低氢焊条的焊接接头。

（2）当焊接作业环境的风力≥2m/s时，为加强气体保护，防止气流紊乱，造成气孔和焊缝成形不良，焊接区域做些局部遮挡，完全能够满足焊接质量要求（海边造船及管道安装CO_2焊接作业十分普遍）。

（3）20世纪80年代中期浙江省安装公司就已经将CO_2焊接工艺应用于压力管道的焊接施工中，取得非常好的质量效果和经济效益。

（4）从1993年开始CO_2焊接操作技能就列入全国焊工比赛的项目，随后增加了管道垂直固定、水平固定、45°固定的考核项目，推动了焊工CO_2焊接压力管道操作技能的提高。

（5）控制焊缝外观成形也依靠焊工熟练的操作技能，管道全位置焊接的三种运枪手法如下图所示。



三种运枪轨迹图及焊缝成形截面图

推荐采用反月牙形运枪手法，焊丝在焊缝两侧略作停留，中间快速过渡，焊缝余高低，成形美观，无咬边等缺陷。

三、CO_2 焊接工艺在压力管道上焊接的应用

压力管道单面焊接双面成形工艺有以下几种典型组合方式，可依据自己的工艺条件，制定焊接工艺评定任务书，经模拟试件焊接，理化试验，评定合格后，制订焊接工艺规程（WPS）指导焊接施工。

1. 工艺方案一（实芯焊丝 + 混合气体保护焊）

（1）实芯焊丝 ER50—6、ER50—3，焊丝直径为 1.0mm。

（2）保护气体 $\varphi_{Ar}80\% + \varphi_{CO_2}20\%$（MAG），流量：15 ~ 20L/min。

（3）当焊缝要求高韧度值时，选用 ER50—3 含 Mn、Si 量偏低的焊丝；焊缝要求较高强度时，选用 ER50—6 含 Mn、Si 偏高的焊丝；经焊接工艺评定后确定。

（4）电焊机：唐山松下 350EA1 或 350 KR2 CO_2/MAG 焊机。

（5）对接坡口：50° ~ 55°，对口间隙：2 ~ 2.5mm，钝边：1.5 ~ 2mm。

（6）全位置立向上焊，焊缝接头处打磨呈缓坡形，便于接头无缺陷。

（7）焊接电流 110 ~ 120A，电弧电压 18 ~ 19V，焊速 $v = 20 \sim 30$cm/min。

打底焊采用锯齿形运枪手法，其余焊层采用反月牙形运枪手法（如图 c 所示）。

（8）此工艺适合 ϕ219mm × 5mm 以上的管道多层多道焊。

2. 工艺方案二（钨极氩弧焊打底 + CO_2/MAG 气体保护焊填充盖面焊）

（1）钨极氩弧焊（TIG 焊）打底 ϕ2.4mm 焊丝，$I = 80 \sim 100$A。

（2）对接坡口：55° ~ 60°，对口间隙：2.5 ~ 3.0mm，钝边：1.0 ~ 1.5mm。

（3）焊机 YD—400AT2HGG（接触引弧的简易 TIG 焊/焊条电弧焊两用直流弧焊机）；YC—315TX1HGE 直流脉冲钨极氩弧焊机。

（4）保护气体流量：纯氩 7 ~ 8L/min。

（5）填充盖面焊用 CO_2（或 MAG）焊接工艺；实心焊丝 ER50—6，ϕ1.0mm。

（6）CO_2 焊机及焊接参数同上。

（7）此工艺适合 ϕ159mm × 4mm 以上的管道多层多道焊。

3. 工艺方案三（陶瓷衬垫 + 药芯焊丝 CO_2 焊接工艺）

（1）药芯焊丝：国产 YJ502—1（神钢 DW—100）焊丝直径为 1.2mm。

（2）保护气体：CO_2，流量：15 ~ 20L/min。

（3）对接坡口：40° ~ 45°，对口间隙：6 ~ 8mm，钝边：无。

（4）焊缝背面贴紧陶瓷衬垫，全位置立向上焊。

（5）焊接电流 160 ~ 200A，电弧电压 24 ~ 26V，焊速 $v = 20 \sim 30$cm/min。

（6）锯齿形或反月牙形运枪手法（如图 b、c 所示）。

（7）此工艺适合 ϕ600mm × 8mm 以上的管道多层多道焊。

4. 工艺方案四（纤维素焊条打底 + 实芯焊丝 CO_2 焊接工艺）

（1）打底焊：纤维素焊条 E6010 ϕ4mm，$I = 60 \sim 80$A，立向下焊。

（2）对接坡口：60°，对口间隙：2.5 ~ 3.0mm，钝边：1.0 ~ 1.5mm。

（3）焊缝接头处打磨呈缓坡形，便于接头。打底焊缝表面打磨后无焊渣。

（4）电焊机：唐山松下 YD—400AT2HGF 直流弧焊机（专设纤维素焊条输出端口）。

（5）填充盖面焊用 CO_2（或 MAG）焊接工艺，CO_2 焊机及工艺参数同上。

（6）此工艺适合 ϕ273mm × 5mm 以上的管道多层多道焊。

四、结语

（1）正确的选择焊接材料和运枪方法，并采取防风等工艺措施，CO_2/MAG 气体保护焊能够满足压力管道预制及现场安装焊接的质量要求。

（2）CO_2/MAG 焊工艺是优质、高效、低成本的焊接方法，结合施工条件，优选典型焊接工艺组合方案，经焊接工艺评定确认后，应用于压力管道焊接施工，会给企业带来很好的经济效益。

(20040816)