

LCC低温钢的焊接工艺优化与实践

沈根平

【摘要】LCC低温钢阀门的焊接，很多企业采用的焊条电弧焊，其效率低、浪费材料，接头多，稍有不慎就会因接头处缺陷而造成返修。我们采用药芯焊丝的CO_2气体保护焊进行LCC钢的焊接，通过工艺评定，生产验证，达到了满意的效果。

关键词： LCC；工艺；优化；实践

LCC是低温阀门较常使用的铁素体类低温钢，按ASTM A352的规范要求，它能适用于- 46℃的环境中，因此对其低温性能有着较高的要求。而通常C-Mn类钢随着环境温度的降低，其力学性能尤其是低温冲击性能会明显的下降，因而要使LCC阀门焊接后达到ASTM标准的要求，其焊接过程有一定的特殊性和难度。

1. 焊接工艺评定

（1）母材分析　LCC钢属于低温用钢，其铸件经高温正火及回火处理，母材的金相组织为铁索体+珠光体。为了提高其焊接性和满足低温韧性，LCC钢的化学成分内控标准高于ASTM的标准。其主要化学成分及力学性能如表1、表2所示。

（2）工艺分析　首先，LCC的焊接主要是铸件的补焊和阀座与阀体的连接焊，为了提高焊接质量和效率，我们选择药芯焊丝的CO_2气体保护焊。采用渣-气联合保护药芯焊丝气体保护半自动焊，焊缝成形美观，电弧稳定性好，飞溅少且颗粒细小；焊丝熔敷速度快，熔敷效率和生产率都较高；同时可以通过调整焊剂的成分与比例，来适应焊缝金属化学成分和性能。

其次，母材的强度为485～655MPa，选择强度等级相同的焊丝。同时为了保证低温冲击性能、伸长率和断面收缩率，选用低碳、低硫、低磷、低氢的高强度TWE－711Ni焊丝。其化学成分及力学性能如表3、表4所示。

表1　LCC钢化学成分（质量分数）　（%）

牌号	标准	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Al
LCC	ASTM	≤0.25	≤0.60	≤1.20	≤0.045	≤0.04	≤0.50	≤0.50	—
LCC	内控	0.14～0.21	0.35～0.55	0.9～1.1	≤0.035	≤0.035	≤0.30	0.25～0.35	0.03～0.06

表2　LCC钢力学性能

牌号	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率（%）	断面收缩率（%）	α_k (-46 ℃) / J·cm^{-2}
LCC	485～655	≥275	≥22	≥35	≥20

表3　焊丝化学成分（质量分数）　（%）

成分	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V
标准	≤0.12	≤0.90	≤1.75	≤0.030	≤0.030	≤0.20	≤0.30	≤0.50	≤0.08
实测值	0.032	0.388	1.30	0.013	0.008	0.022	0.003	0.325	0.016

表4　焊丝力学性能

熔敷金属	拉伸试验			冲击试验		
	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率(%)	试验温度/℃	冲击吸收能量/J	平均值/J
标准	390min	490～670	22min	-40	—	27min
测试值	460	575	29	-40	134 166 169	156

（3）操作要点　第一，清理工件。将焊件正面和背面坡口及两侧20mm范围内的油污、铁锈及其他污染物清理干净。

第二，工件装配与定位焊。装配间隙（2±1）mm；错边量≤1mm；在工件的背面，距两端60mm处进行定位焊，焊缝长度10～15mm,焊缝厚度3mm。

第三，焊接参数。各焊道选用的焊接参数如表5所示。

第四，焊接过程。焊接时，焊丝对准焊接接头的间隙，焊丝与工件夹角90°，向后倾斜10°～25°；采用直线运条或锯齿形法，连续施焊，熔池呈圆形或椭圆形状。

（4）试验结果　依据ASME标准第Ⅸ卷和NACE MR0175的要求，在焊接好的试板上截取1个化学成分，2个拉伸、4个侧弯、3组冲击试样和1个硬度试样进行试验，其结果如表6、表7所示。

从试验结果可知，拉伸试样全部断在母材，说明焊缝强度高于母材。弯曲试样在d=40mm，弯曲180°的条件下，表面无裂纹，全部合格。焊缝韧性较好，-46℃冲击功平均值为63J，远高于材料的标准值20J。同时硬度值也满足NACE MR0175的要求。

表5　焊接参数

焊层	焊接方法	焊接材料		极性	焊接电流/A	电弧电压/V	气体流量/L·min^{-1}	焊接速度/mm·min^{-1}	热输入/J·mm^{-1}
		种类	直径/mm						
1~n	FCAW	TWE－711Ni	1.2	DCEP	204~288	24~34	15~25	185~297	989~3176

表6　焊缝化学成分（质量分数）　（%）

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	Ti	V
0.079	0.473	1.124	0.012	0.013	0.039	0.314	0.006	0.016	0.008	0.061	0.019

表7　焊接接头的力学性能

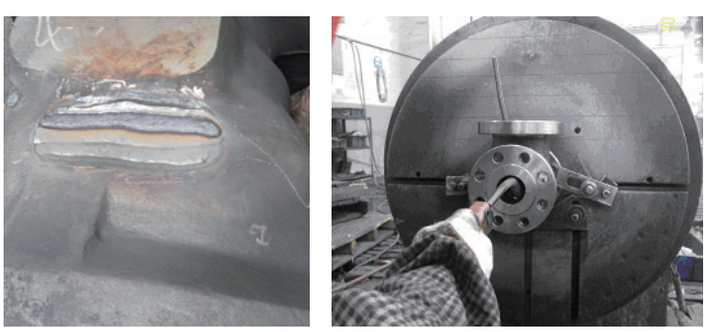
试样编号	抗拉强度/MPa	弯曲试验 d=40mm 180°	冲击吸收能量（46℃）/J			HV10		
			焊缝区	熔合线	热影响区	焊缝区	热影响区	熔合线
1	538	合格	66	40	40	169	178	164
2	522	合格	54	42	36	171	164	172
3	—	合格	69	36	34	164	171	177
4	—	合格	—	—	—	177	168	170

2. 产品实践

生产过程中，LCC阀门的阀体补焊和阀体与阀座的焊接，如附图所示，几年来我们一直采用此工艺指导生产。尤其是2″阀体与阀座的焊接（见附图b），采用药芯焊丝CO_2气体保护焊，配合小的焊枪和转台，使生产过程半机械化，中间不需要停顿和换焊条，焊缝表面质量均匀。与过去相比，原来2″阀体与阀座的焊接要把焊条弯曲后，再进行焊接，焊工的视野不清晰，很容易焊偏焊缝，特别是接头处，试压时出现小的泄漏是焊工最头痛的问题。经过几年的时间，采用药芯焊丝的CO_2气体保护焊，不仅提高了生产效率，而且产品焊接一次合格率也大大提高，同时焊材的成本也降低了。生产过程中，不进行焊后热处理也能保证焊缝具有较高的韧性。

3. 结语

根据LCC药芯CO_2气体保护焊的工艺评定和生产应用，合理控制焊接的焊接参数和摆动宽度，焊后无论是焊缝表面质量，还是焊缝的力学性能，尤其是低温冲击韧性，都与过去相比有较大的提高。同时，大大提高了生产效率，降低了焊材的成本，同时也改善了焊工的工作环境。



（a）阀体补焊　　（b）2″阀体与阀座的焊接

LCC药芯焊丝气体保护焊现场



热丝TIG自动焊在钛材阀门上的应用

王田勇　杨永良　曹瑞虎　邵宏智　王丹

【摘要】通过对热丝TIG自动焊焊枪进行改造，制定合理的焊接保护方案，确定合理的焊接参数，将热丝TIG自动焊应用钛材阀门零件的焊接。所焊焊缝成形美观，质量可靠，劳动强度强度小，自动化程度高。

关键词：热丝TIG自动焊；钛材阀门；焊接保护

1. 概述

热丝TIG焊是在普通TIG焊的基础上对焊丝进行预热，提高热输入量以增加熔化速度，从而提高焊接速度，同时又具有TIG焊焊缝质量高的特点，通过焊接电流、热丝电流、送丝速度的协同控制提高熔敷效率和焊接速度，使焊缝稀释率降低到5%～10%。

我公司的热丝TIG自动焊机主要应用于各类阀门零件的耐蚀堆焊，可堆焊的材料包括各种不锈钢及镍基合金，如图1所示。

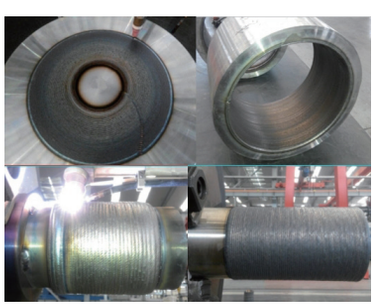


图1　热丝TIG耐蚀堆焊应用

近期我公司承接了一批钛材球阀，口径大、压力高，其中球阀侧体为TA2锻件，外观如图2所示。若采取整体锻造的结构，机加工量大且成本高，从节约成本和减少加工量的角度考虑，设计为组焊结构，这就为焊接工作提出了很高的要求，如何在保证焊接质量的情况下更高效地完成焊接工作，是我们需要攻克的一道难题。

2. 面临问题及解决方案

钛对大气有明显的吸附倾向，使得钛材焊接方法的应用有其特殊性，对于钛材对接焊，最常见的焊接方法就是手工钨极氩弧焊及等离子焊接，同时需要很好的焊接保护。大多数制造厂家选择手工钨极氩弧焊进行焊接，而对于我公司本批大口径球阀侧体（见图2），直径较大，需焊接的厚度在35mm以上，且产品数量较多，若全部采用手工钨极氩弧焊进行焊接，焊工工作量大、劳动强度高，同时焊接效率较低。

考虑到热丝TIG自动焊原理与手工钨极氩弧焊相同，且效率更高，自动化程度更好，因此我们提出使用热丝TIG自动焊机进

参考文献：

[1] 陈宝国.焊接技术[M]. 北京：化学工业出版社，2009 .

[2] 钟诚.金属焊接工[M]. 北京：煤炭工业出版社，2006.

[3] 何少卿.药芯焊丝及应用[M]. 北京：化学工业出版社，2009.

[4] 陈倩清.电焊工[M]. 北京：中国劳动出版社，2008.

[5] 陈裕川.焊接工艺评定手册[M]. 北京：机械工业出版社，2000.

作者简介：沈根平，江苏省江阴中等专业学校。

MW 20161024