

碎煤加压气化炉煤锁的工艺研究及生产应用

苏东波　赵钰　樊志勤　梁雁斌　杨晓冬　赵凯　张创晋　王海瑞

【摘要】针对碎煤加压气化炉煤锁用钢Q345R的焊接，首先对ER49—1和ER50—6气体保护实芯焊丝进行了对比试验分析，基本掌握了两种焊丝的技术特性。又分别选用ER50—6焊丝CO_2气体保护焊封底，H10Mn2+SJ101埋弧焊填充盖面传统工艺与ER49—1焊丝CO_2气体保护焊封底，H08Mn2SiA+SJ101埋弧焊填充盖面新工艺，做了两组焊材的焊接工艺评定对比试验分析。试验与生产实际表明，采用新工艺施焊煤锁部件切实可行，这为今后碎煤加压气化炉煤锁的焊接开辟了一条新的途径。

关键词：Q345R，气体保护实芯焊丝，对比试验

1. 概述

近年来，随着企业的转型升级和产品的更新换代以及清洁能源的快速发展，压力容器产品日趋大型化、轻量化、高参数化，促使焊接技术向优质、高效的方向发展。碎煤加压气化炉是合成油生产中第一道工序的关键设备，产品直径为3 800mm，长度为1 250mm，自重达256t，日处理煤炭量接近500t，每小时产气量达3.5~5.5万m^3。煤锁是气化炉的重要关键部件，材料为Q345R锅炉和压力容器钢，煤锁焊缝在焊后要求进行退火热处理，而焊后退火热处理对煤锁部件焊接接头的力学性能有一定影响，采用传统焊接工艺施焊已远不能满足产品的技术要求，这一现象在国内普遍存在，严重地制约着焊接生产的快速发展。为此，我们进行了煤锁的焊接工艺评定试验，并制定出焊接工艺规程，焊出的产品完全满足技术标准要求。

2. Q345R钢材性能分析

Q345R材料是GB713—2008规定的锅炉和压力容器用钢，它是由16Mn和19Mn钢材演变而来，其焊接性较好，并具有良好的综合力学性能，是目前用途最广、用量最大的锅炉和压力容器专用钢板。Q345R（板厚48mm）材料的化学成分、力学性能如表1所示。从表1看出，Q345R钢材的Mn、Si元素含量在标准规定值的中限上，C、S、P等有害元素控制较严，其强度控制适中，而塑韧性优良。

3. 焊接工艺方法的选择

针对煤锁部件为厚板大型焊接结构的特点，从确保焊缝质量和提高生产效率的角度出发，

表1　Q345R钢材的化学成分与力学性能

钢板牌	化学成分（质量分数，%）						力学性能					
	C	Mn	Si	S	P	Al	R_m /MPa	R_{eL} /MPa	A (%)	冲击吸收能量		弯曲试验 D=30mm，α=180°
										试验温度/℃	试验值/J	
Q345R（板厚48mm）标准规定值	≤0.02	1.20~1.60	≤0.55	≤0.015	≤0.025	≥0.020	490~620	≥315	≥21	0	34	合格
Q345R（板厚48mm）试验值	0.18	1.43	0.34	0.001	0.015	0.010	540	370	39	0	249，253，253（252）	合格

选用CO_2气体保护焊打底，埋弧焊填充盖面工艺，来施焊煤锁部件。

4. 焊接材料的合理选择

焊接材料选择的正确与否，对保证煤锁部件焊后热处理的接头力学性能至关重要。Q345R是最低抗拉强度为490MPa的压力容器专用材料，在常规焊态下，以往传统的工艺采用ER50—6（ϕ1.2mm）实芯焊丝CO_2气体保护焊封底。10Mn2或H08MnA（ϕ4.0mm），配SJ101烧结焊剂埋弧焊填充盖面。根据我们多年来的焊接试验研究及生产应用，选择熔敷金属抗拉强度储备较高的焊接材料进行焊接工艺评定试验，即CO_2气保护采用ER49—1（ϕ1.2mm）实芯焊丝，埋弧焊丝使用H08Mn2SiA（ϕ4.0mm）焊丝配SJ101烧结焊剂。首先我们对ER49—1和ER50—6两种气体保护实芯焊丝，按GBT8110—2008标准，做了对比试验分析，试验结果如表2所示。

由表2可见，ER49—1焊丝锰元素含量显著高于ER50—6焊丝，这对提高焊丝熔敷金属的强度十分有利，ER49—1焊丝熔敷金属的强度明显高于ER50—6焊丝，考虑到ER49—1焊丝熔敷金属强度储备较大，在焊后退火热处理时，虽然焊丝熔敷金属强度有所下降，但仍能满足Q345R钢材的技术要求。而ER50—6焊丝熔敷金属强度在焊态下已接近Q345R材料的最低强度标准值，显然在焊后热处理的状态下，ER50—6焊丝熔敷金属强度将不能满足Q345R钢材的标准技术要求。从确保Q345R焊接接头抗拉强度的角度出发，决定CO_2气体保护焊采用ER49—1（ϕ1.2mm）实芯焊丝，埋弧焊使用H08Mn2SiA（ϕ4.0mm）焊丝，配置SJ101烧结焊剂，进行焊接工艺评定。

5. 焊接工艺评定

按照NB/T47014—2011标准进行Q345R（板厚48mm）钢材的焊接工艺评定，试验分别选择两组焊材进行焊接工艺评定，第一组采用新的ER49—1（ϕ1.2mm）焊丝CO_2气体保护焊封底，H08Mn2SiA（ϕ4.0mm）+SJ101烧结焊剂埋弧焊填充盖面。第二组采用传统的ER50—6（ϕ1.2mm）焊丝CO_2气体保护焊封底，H10Mn2（ϕ4.0mm）+SJ101烧结焊剂埋弧焊填充盖面，分别进行焊接工艺评定试验。

（1）焊接接头形式及焊接参数　焊接工艺评定试板坡口尺寸及接头形式如图1所示，焊接参数分别如表3和表4所示。

（2）焊后退火热处理　试板焊后经X射线探伤检查达到Ⅰ级焊缝，对试板做焊后退火热处理，热处理工艺曲线如图2所示

（3）焊接接头力学性能对比试验　试板经焊后退火热处理后，进行解剖加工试样，并进行接头力学性能对比试验，试验结果如表5所示。

从表5可看出，两组焊材的接头侧弯与冲击试验结果符合Q345R钢材标准要求。接头维氏

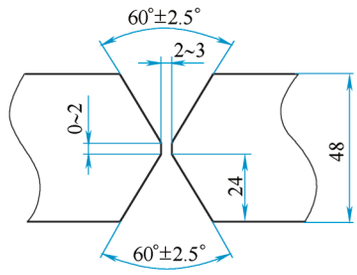


图1　试板坡口尺寸及接头形式

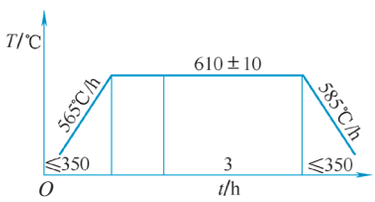


图2　试板焊后退火热处理曲线

表2　焊丝化学成分及熔敷金属力学性能

焊丝牌号	保护气体		化学成分（质量分数，%）						力学性能				
	种类	流量/L·min^{-1}	C	Mn	Si	S	P	Cu	R_m/MPa	R_{eL}/MPa	A（%）	冲击吸收能量	
												试验温度/℃	试验值/J
ER49—1（ϕ1.2mm）	CO_2	15	0.078	1.96	0.85	＜0.018	0.019	0.20	617	512	25	-30	70，58，67，65，63（65）
ER50—6（ϕ1.2mm）			0.065	1.70	0.98	0.011	0.015	0.25	543	435	30	-30	74，76，80，85，72（77）

表3 气体保护焊焊接参数

焊丝牌号	保护气体		电流极性	预热温度/℃	道间温度/℃	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min^{-1}
	种类	流量/L·min^{-1}						
ER49—1（ϕ1.2mm）	CO_2	15	直流反接	160	≤250	260~280	28~30	190~250
ER50—6（ϕ1.2mm）				160	≤250	270~290	29~30	195~255

表4 埋弧焊参数

焊丝牌号	焊剂		电流极性	道间温度/℃	焊接电流/A	电弧电压/V	焊接速度/mm·min^{-1}	中间处理
	类型	牌号						
H08Mn2SiA（ϕ4.0mm）	烧结焊剂	SJ101	直流反接	≤250	500~600	30~32	300~350	碳弧气刨清根后再进行焊接
H10Mn2（ϕ4.0mm）				≤250	550~600	32~33	310~345	

表5 两组焊材的焊接接头力学性能及硬度试验

焊材组合	接头拉伸		侧弯试验	最高硬度		冲击吸收能量（0 ℃）/J		
	R_m/MPa	断裂位置	D=4t α=180°	位置	硬度值HV10	焊接方法	焊缝	热影响区
第一组	508，503（506）	焊缝	四件完好	母材	166	气保焊	162，184，160（169）	128，132，162（141）
				热影响区	173			
				焊缝	162	埋弧焊	147，146，138（144）	128，146，156（143）
第二组	495，488（492）	焊缝	四件完好	母材	160	气保焊	107，109，109（108）	111，111，123（115）
				热影响区	164			
				焊缝	159	埋弧焊	169，166，165（167）	146，137，147（143）

硬度测试值均小于标准规定值240HV10，这表明接头无淬硬倾向。传统的第二组选材接头的抗拉试验值接近于Q345R钢材标准下限值，明显低于第一组焊材的接头抗拉强度试验值。从接头的安全使用性能出发，选用第一组焊材施焊煤锁部件比较合理。

6. 生产应用

煤锁是加压气化炉的关键部件，材质为Q345R，厚度为90mm，热处理状态正火，尺寸：ϕ2 800mm，高3 000mm，重量达20t，它属二类压力容器，工作温度150℃，工作压力0~3.06MPa，介质为煤、粗煤气。在焊接工艺评定合格的条件下，制定了产品的焊接工艺规程，用于指导煤锁的焊接生产，焊出的产品经各项检查，完全满足产品技术要求，有效保证了整个碎煤加压气化炉产品的质量，受到用户的一致好评。

7. 结语

依照NB/T47014—2011标准，对Q345R（板厚48mm）X形坡口，采用ER49—1实芯焊丝CO_2气体保护焊封底，H08Mn2SiA焊丝+SJ101烧结焊剂埋弧焊填充盖面，进行焊接工艺评定，试验结果均达到相关标准要求。根据焊接工艺评定结果，制定了煤锁部件的焊接工艺规程，焊出的产品经检查完全满足产品技术要求。

作者简介：苏东波等，太原重工股份有限公司。

MW 20170416