

厚板焊接工艺及焊后热处理研究

安徽富煌钢构股份有限公司焊接研究所 (巢湖 238000) 曹玉林 宋育荣 方敏勇 王 俊 许平玉

1. 概述

Q345低合金高强度钢的焊接性比碳钢差一些,焊接时热影区容易淬硬,对氢的敏感性强,容易产生氢致裂纹。尤其是当焊接接头承受较大应力时更容易产生各种裂纹,因此焊接时必须严格考虑焊材与母材强韧性的合理匹配,选用适合高效的焊接工艺,优化焊接参数。

本文就我公司承担的电厂钢辅架大板梁低合金高强度钢(120mm)拼接进行焊接工艺及焊后热处理温度的对比研究,得出比较理想焊接工艺和热处理工艺。

2. 焊接工艺

(1) 试板材料 电厂钢辅架大板梁材质为Q345B钢,在工作中要承载复杂多变的载荷。因此选用相同板材作为焊接工艺试板,钢板的主化学成分、力学性能如表1、表2所示。

表1 Q345B钢板化学成分 (质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Mo	Ti	Cu	Nb	Ni	V	Ceq
0.16	0.39	1.41	0.016	0.001	0.06	0.03	0.016	0.003	0.07	0.001	0.04	0.003	0.42

表2 80~100mm厚Q345B钢板力学性能

	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	伸长率 (%)	弯曲 $d=3a/180^\circ$	冲击吸收能量/J
标准值	≥305	470~630	≥19	—	—
母材值	365	550	26.5	完好	124/154/171

(2) 焊接方法 选用埋弧焊,焊机采用唐山开元ZD5—1250B型;焊丝采用武汉铁锚H10Mn2;焊剂采用碱度偏高的SJ101,尽可能在焊材上满足厚板的焊接质量要求,如表3~表5所示。

表3 H10Mn2焊丝化学成分 (质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
0.093	0.044	1.84	0.014	0.012	0.055	0.095	0.038

表4 焊剂化学成分 (质量分数) (%)

化学成分	CaO + MgO	Al ₂ O ₃ + MnO	SiO ₂ + TiO ₂	CaF ₂	S	P	含水量
标准数据	25~35	15~30	20~30	15~25	≤0.06	≤0.08	≤0.10
实测值	26.95	26.05	27.67	19.27	0.022	0.024	0.013

表5 焊材力学性能

	屈服强度 /MPa	抗拉强度 /MPa	伸长率 (%)	20℃冲击吸 收能量/J	探伤 等级
标准数据	≥400	480~660	≥22	≥27	I
实测值	415	510	24	—	I

(3) 焊接坡口 由于厚板对接焊变形矫正非常困难,因此采用X形坡口(见图1)以控制焊接变形。



图 1

(4) 焊剂烘焙 焊剂在350~380℃保温2h,彻底去除水分降低含氢量避免产生气孔及氢致裂纹,随用随取,超过4h后需重新烘焙。

(5) 焊前预热 对于80mm试板焊接预热温度80~100℃,一方面降低焊接应力;另一方面降低焊接应变速率,有利于避免产生裂纹。

(6) 焊接参数 对接埋弧焊试板组装采用手工电弧焊定位,按预热要求实施(采用火焰加热、红外线测温枪测温)多层多道焊,道间温度控制在160℃,焊接参数如表6所示。

表 6

焊接方法	电源极性	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /cm·min ⁻¹	焊丝直径 /mm
SAW	DCEP	650~750	31~35	35~43	4.8

3块试板分别为A、B、C编号,在同等条件下焊接,正面先焊四层,反面清根打磨呈金属光泽后再焊,之后分层多道焊控制道间温度,每块试板在完成焊接后直接进行焊后热处理。

3. 试板焊后热处理

(1) 分别对3块焊接试板进行三种不同温度的焊后热处理试验,同时为了防止焊接接头中的铁素体晶粒因保温时间过长,晶粒急速长大而影响冲击韧性,3块试板采用的热处理工艺如图2所示。

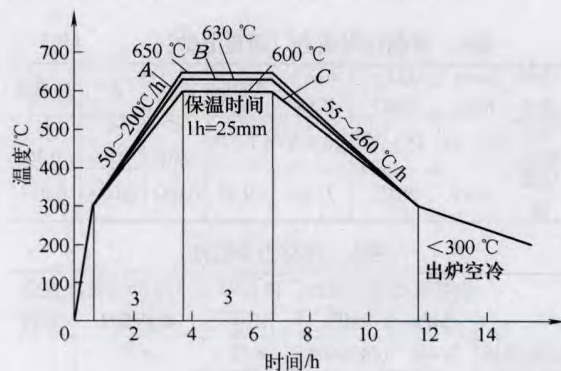


图 2

(2) 冷却后对3块试板按GB11345标准进行100%UT探伤,检测结果符合技术要求。

(3) 对3块试板进行力学性能检测,检测结果如表7所示。并按图3所示对试板进行硬度检测,检测结果如图4所示。

表7 力学性能试验结果

编号	拉伸试验		侧弯 180°	20℃冲击吸收能量 A_{KV}/J				
	R_m/MPa	断裂位置 $D=3a$		位置	焊缝区	平均值	热影响区	平均值
A	515	焊缝	无裂纹	A1	115、150、149	138	150、164、176	163.3
	530	焊缝	无裂纹	A2	154、146、156	152	160、216、148	174.6
	—	—	无裂纹	A3	164、114、150	142.6	136、142、168	148.6
B	525	焊缝	无裂纹	B1	162、156、135	151	207、130、121	166
	520	焊缝	无裂纹	B2	148、156、131	145	150、144、229	174.3
	—	—	无裂纹	B3	165、154、142	153.6	178、180、194	184
C	495	焊缝	无裂纹	C1	182、162、160	168	148、144、206	166
	500	焊缝	无裂纹	C2	174、174、156	168	234、200、172	202
	—	—	无裂纹	C3	170、148、140	152.6	210、138、130	159.3

从表7可看出,3块试板的侧弯全部合格。从冲击值数据来看,A2、B2焊缝中心(VWT)焊缝热影响区(VHT)的平均值都比较接近。C板焊缝热影响区(VHT)中间平均值高,但C板抗拉强度有些偏低。由表7数据可以看出,B板试样的数据较为稳定。

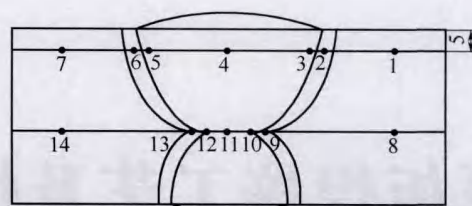


图 3

注:1~4为检测点

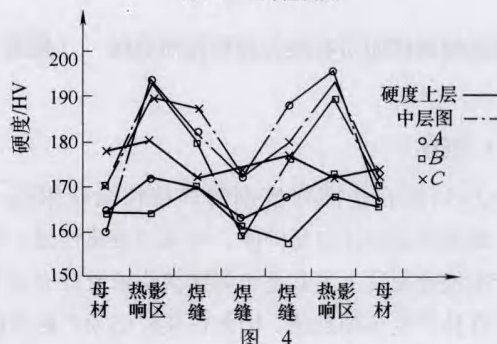
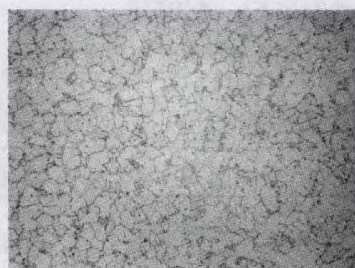


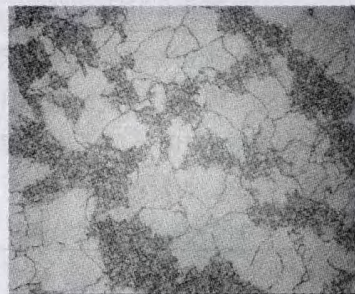
图 4

从图4可看出,虽然通过焊后热处理,但还是不能完全消除焊接热输入的影响,焊接热影响区硬度值略高20HV,按照EN—1043—1标准,Ⅱ类钢经热处理后的硬度值<320HV。

(4) 金相分析。焊后热处理相当于对试样进行了高温回火处理,由图5可以清晰看到温度630℃、600℃的焊缝组织中多是回火索氏体,是一种两相机械混合物,可以看到铁素体基本上分布着颗粒状渗碳体。而650℃的焊件只能看到铁素体和片状珠光体。



(a) 650℃铁素体、片状珠光体 400×



(b) 回火索氏体 400×

铁路不锈钢复合桥面焊接工艺研究

中铁山桥集团有限公司 (河北秦皇岛 066205) 范军旗

【摘要】 针对不锈钢复合钢板在铁路桥钢桥面上的应用, 结合具体项目进行了焊接工艺评定试验, 通过试验验证在桥梁钢结构的特定条件下应用不锈钢复合钢板的可行性, 并确定了合理的焊接工艺。

1. 概述

不锈钢复合钢板既有复层材料良好的耐蚀性、耐磨性和装饰性, 又有基层材料良好的强度和韧性, 并且价格适中, 具有巨大的社会效益, 目前在石油、化工等行业应用广泛。合肥铁路枢纽南环线特大桥首次将不锈钢复合钢板用于桥梁钢结构, 主要是正交异性钢桥面板, 以充分发挥不锈钢和桥梁钢各自的优点和长处, 显著提高桥面的抗腐蚀能力和使用寿命, 实现目前普通的防腐工艺难以达到的耐久性目标。

由于桥梁结构的特殊性, 焊接工艺除了要满足对焊缝力学性能的基本要求, 还要适应桥梁钢结构尺寸大、焊缝多和现场焊接的特点。我公司针对该项目对复合钢桥板进行了焊接工艺研究, 试验结果对桥梁设计和工程技术人员具有重要的参考价值。

2. 母材

不锈钢复合钢板基层材料为Q345qD钢、厚度14mm, 复层材料为06Cr18Ni11Ti、厚度3mm, 主要用于正交异性钢桥面板。除钢板接料外其余均在工地现场焊接, 钢板化学成分如表1所示。

表1 钢板化学成分

化学成分 (质量分数, %)	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Ti
基层 标准	≤0.18	≤0.55	0.90 ~ 1.70	≤0.020	≤0.025	≤0.06	≤0.08	≤0.03
基层 实测	0.13	0.40	1.29	0.005	0.016	—	—	—
复层 标准	≤0.08	≤0.75	≤2.00	≤0.030	≤0.045	9.00 ~ 12.00	17.00 ~ 19.00	≥5C
复层 实测	0.03	0.55	1.33	0.002	0.025	9.27	17.60	0.28

3. 焊接方法和焊接材料

由于桥梁钢结构尺寸大、焊缝多、焊接量大, 必须充分考虑焊接效率和现场工作条件。复合钢

4. 结语

本试验用Q345B钢作焊接试板, 通过在同一种焊接方法、同一种焊接参数下, 经不同的焊后热处理温度, 得到以下结果。

(1) 焊后热处理温度是直接影响焊缝力学性能, 温度相差50℃, 对焊接试板焊后热处理还是有区别。

(2) 对于Q345B试板焊后热处理的温度, 630℃比较精确, 有利于焊缝组织的稳定。MW

(20120523)



(c) 回火索氏体 400×
图 5