

铁路敞车中梁 SMA590W-M 钢的焊接

张心东,段超

(沪东中华造船集团 东鼎钢结构公司,上海 201203)

摘要:铁路敞车中梁(帽儿钢)是铁路运输货车的主要关键构件,原本由牌号为 09V 的低强度钢制造。随着铁路车速由 100 km/h 提高到 200 km/h,铁路车辆原使用的钢材已不能满足使用要求,为了适应铁路大提速的需要,铁路有关部门积极寻找新的具有更高强度和韧性的替代材料。主要阐述了新型的高强度耐候钢 SMA590W-M(暂定名)生产铁路敞车中梁(帽儿钢)所进行的焊接工艺试验和车间特定胎架生产帽儿钢的焊接工艺措施。

关键词:铁路敞车;帽儿钢;新型材料;焊接试验;焊接生产

中图分类号: TG457 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2303(2006)05-0041-04

Welding steel SMA590W-M in railway truck

ZHANG Xin-dong, DUAN Chao

(Dongding Steel Construction Company, Guangdong Zhonghua Buildingship Group, Shanghai 201203, China)

Abstract: Railway truck's beam is the main essential component of railway transportation vehicle, it was manufactured with low intensity steel in type 09V. As the railway vehicle's speed is increasing from 100 km/h to 200 km/h, the steel originally used for railway vehicle can't meet the usage demands any more. In order to adapt the demand of increasing railway speed, the related departments positively seek for new substituted material, which is more strength and tough. This paper mainly elaborates the welding technology experiment in production of railway truck's beam with new high-strength steel SMA590W-M (temporary name) and welding technology measure for railway truck's beam in workshop.

Key words: railway truck; steel; new material; welding experiment; welding production

0 前言

铁路敞车中梁(帽儿钢)是铁路运输货车的主要关键构件,如图 1 所示。

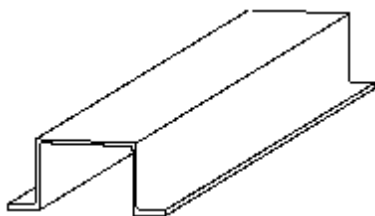


图 1 帽儿钢

目前国内使用的中梁按 YB/T 5182-93 标准的 310 乙字型钢制造,其化学成分和机械性能如表 1、表 2 所示。

随着铁路车速由 100 km/h 提高到 200 km/h,现今国内使用的制造敞车中梁的材料已经远远不能满足列车高速运行的需要,铁道部齐齐哈尔铁路

表 1 化学成分

牌号	$\omega(C)$	$\omega(Si)$	$\omega(Mn)$	$\omega(V)$	$\omega(P)$	$\omega(S)$
09V	0.06~0.12	0.30~0.60	0.70~1.00	0.07~0.14	≤ 0.040	≤ 0.045

表 2 机械性能

牌号	组别	屈服点		抗拉强度	
		$\sigma_s / MPa(Kgf \cdot mm^{-2})$		$\sigma_b / MPa(Kgf \cdot mm^{-2})$	
09V	A	$\geq 295(30)$		$\geq 440(45)$	
	B	$\geq 275(28)$		$\geq 410(42)$	
牌号	伸长率	冲击功 $A_{KV} / J(Kgf \cdot m)$			
		$\delta_5 / \%$	常温		-40 °C
09V	≥ 21	$\geq 47.2(4.8)$	$\geq 23.2(2.4)$		

车辆有限公司提出了采用电弧炉→炉外精练的镇静钢经连铸→热轧→焊接而成的高强度耐候钢新型钢材(暂名:SMA590W-M)制造敞车中梁。新型材料帽儿钢由 2 根乙型钢组焊而成,但因日方的乙型钢轧制尺寸宽度不够,故当中需嵌入一扁钢,则组装构件当中有 2 条需施焊的纵向焊缝,帽儿钢的外形尺寸及允许公差如图 2、图 3 所示。

该新型钢材相于日本的 CORTEN 钢,具有高强度、耐候性和良好的可焊接性,其化学成分和机械

收稿日期:2006-03-27

作者简介:张心东(1945—),男,上海人,高级工程师,主要从事造船和钢结构工程的制造工作。

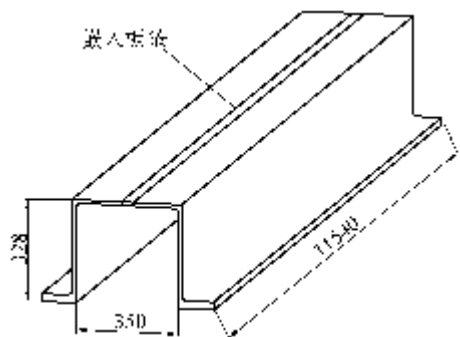


图 2 外形尺寸

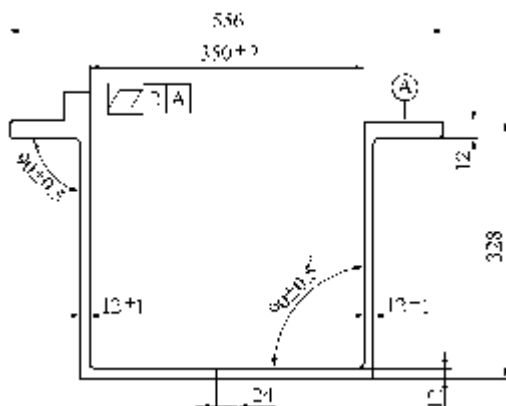


图 3 允许公差

性能如表 3 所示, SMA590W-M 钢的来料质保书见表 4。

表 3 SMA590W-M 钢化学成分及机械性能

钢号	化学成分/%							机械性能			
	$\omega(C)$	$\omega(Si)$	$\omega(Mn)$	$\omega(P)$	$\omega(S)$	$\omega(Cu)$	$\omega(Ni)$	$\omega(Cr)$	σ_s/MPa	$\delta_5/\%$	$A_{KV}/J(-40^\circ C)$
CORTEN	≤ 0.16	≤ 0.40	≤ 1.60	≤ 0.035	≤ 0.035	≥ 0.25	0.2/0.3	0.3/0.4	≥ 450	≥ 21	≥ 23

表 4 SMA590W-M 钢来料质保书

钢种	炉号	化学成分/%										拉伸试验			冲击试验
		X100					X1000					σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 /%	A_{KV} /J(-40°C)
		$\omega(C)$	$\omega(Si)$	$\omega(Mn)$	$\omega(P)$	$\omega(S)$	$\omega(Cu)$	$\omega(Ni)$	$\omega(Cr)$	$\omega(Mo)$	$\omega(V)$				
乙形钢	1	0.10	0.25	0.142	0.15	0.06	0.28	0.25	0.32	0.02	0.63	464	584	38	124
	2	0.11	0.24	0.139	0.15	0.05	0.28	0.26	0.31	0.02	0.63	466	579	39	91
扁钢	2	0.11	0.24	0.139	0.15	0.05	0.28	0.26	0.31	0.02	0.63	466	579	29	176

1 焊接工艺试验

(3)焊缝微观试验

(1)焊接工艺评定试验内容如表 5 所示。

焊缝 A、B 各取试样 1 块对焊接区域作金相检

(2)试验数据结果见表 6。

验,其微观组织如图 5 所示。

表 5 工艺评定试验内容

项目名称	母材	焊材	接头型式及坡口尺寸
I 型坡口 全焊透平对接 双面埋弧焊	SMA590W-M	焊丝: Y-60W, ϕ 4.0 mm 焊剂: NF-310 定位焊 焊条: CT-16Cr, 或 J507Ni, ϕ 3.2 mm	

表 6 评定试验项目和试验结果

项目 编号	拉伸试验				冲击试验 $A_{KV}/J(-40^\circ C)$	正、反弯	硬度/HV	宏观 检验	探伤 试验
	σ_s/MPa	σ_b/MPa	$\delta_5/\%$	$\psi/\%$					
A	—	630	—	—	母材	合格	172~208	合格	UT, RT 合格
	—	630	—	—	母材				
	510	625	29	70	—				
B	—	605	—	—	母材	合格	136~214	合格	UT, RT 合格
	—	605	—	—	母材				
	490	600	29	70	—				

注: (1)力学试样的加工和试验执行标准 JIS Z 3111, JIS Z 3121, JIS Z 3122; (2)所有弯曲试验的压头直径为 38 mm, 弯曲角度为 180°; (3)WM 为焊缝中心, FL 为熔合线, FL2 为熔合线外 2 mm, SP 为母材, CP 为嵌条中心。嵌条位置见中梁俯视图 4。



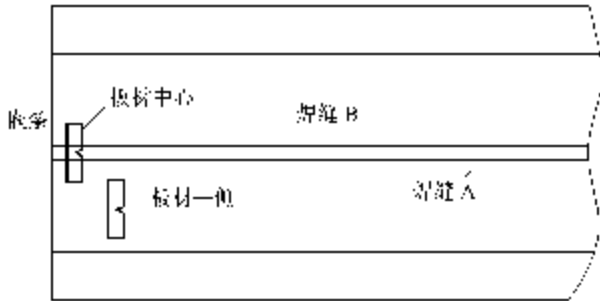


图4 中梁俯视图

- a. 焊缝。块状先共析铁素体沿柱晶晶界分布,柱晶内为针状铁素体。
- b. 熔合区。沿晶分布的先共析铁素体与晶内的针状铁素体和珠焊。
- c. 热影响区(正火区)。铁素体+珠光体。
- d. 热影响区(不完全正火区)。铁素体+珠光体。
- e. 母材。呈带状组织分布的铁素体+珠光体。

(4)焊接试验规范如表7所示。

通过焊接试验,选用的焊材和焊接规范可满足

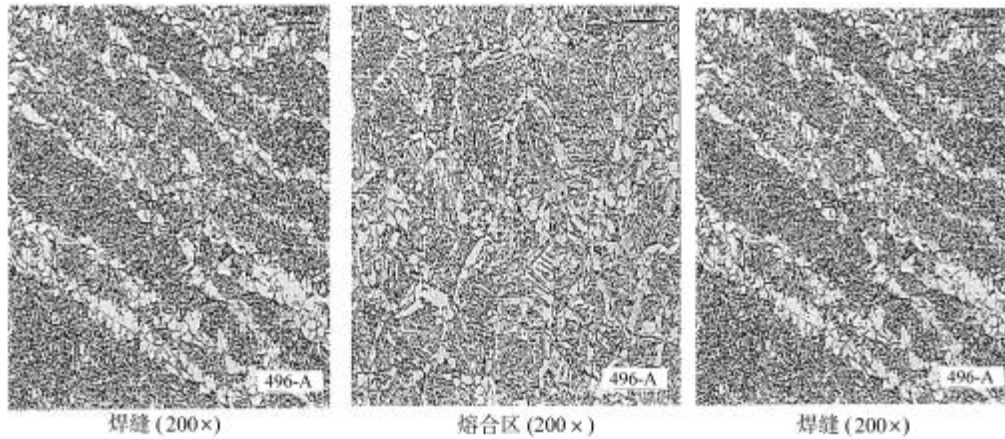


图5 焊缝微观组织

表7 规范记录

焊道	电流 I/A	电压 U/V	焊速 v/cm·min ⁻¹	焊接顺序
焊缝 A,1	600	30~32	66	
焊缝 B,2	600	30	66	
焊缝 A,3	620~640	32~34	55	
焊缝 B,4	600~610	32~34	55	

要求,焊缝质量良好。

2 焊接生产

2.1 装焊胎架

为了控制变形量,满足焊接需要,制作了如图6所示的胎架,按2 m/档设置胎架。

2.2 装配工艺

(1)敞车中梁组装。

a. 当中嵌接板条采用乙型钢的同炉材料轧制而成,采用龙刨加工。宽约为27~30 mm,视乙型钢宽度取舍,如图7所示;

b. 乙型钢和板条焊接边缘打磨,除去氧化层,见图8;

c. 将其中一根乙型钢吊上胎架,并固定;

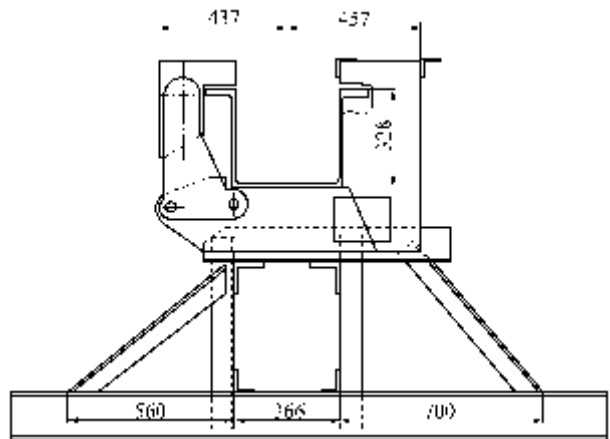


图6 焊接胎架

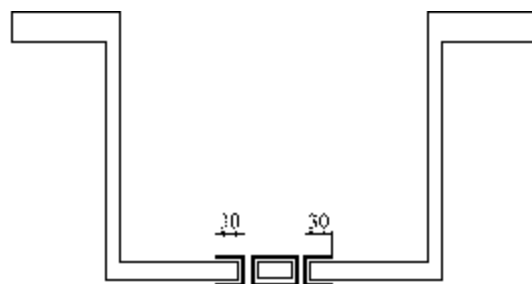


图7 焊缝打磨

d. 安装板条;

专题讨论——钢结构的焊接

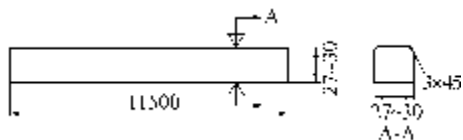


图 8 板条截面结构

- e. 吊装另外一根乙型钢,测量 2 根乙型钢两端和中间板条实际宽度值,强制固定并做好构件记录;
- f. 按照焊接工艺焊接;
- g. 翻身后置于焊接胎架上,强制固定;
- h. 焊接;
- i. 矫正;
- j. 焊缝检验;
- k. 完工验收。

(2)敞车中梁制造尺寸公差要求。

a. 上下面板的垂直度。上面板垂直度小于等于 3.5 mm,下面板垂直度小于等于 2.0 mm,如图 9 所示($B_1=103\text{ mm}$, $B_2=175\text{ mm}$)。

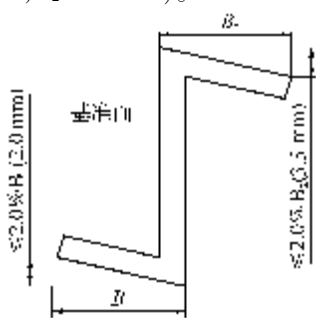


图 9 面板垂直度

- b. 弯曲度。上下方向弯曲和旁弯不大于 $0.2\%L$ (L 为型钢长度)。
- c. 弯曲度上下方位拱度及侧向。矢高值每米不大于 2 mm,全长不大于 $0.2\%L$ (L 为总长),且小于等于 23 mm。
- d. 中梁截面扭曲度。测量中梁两端截面,以 E 值分中挂垂线,与下面板内口宽度分中点之间的偏差为 f ,允许偏差 $f=\pm 2\text{ mm}$,全长不大于 6 mm,如图 10 所示。

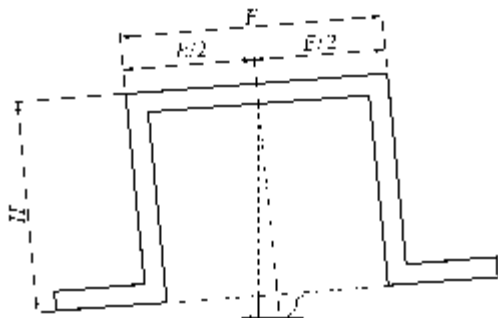


图 10 截面扭曲

2.3 焊接工艺

(1)使用的焊接材料及烘焙规范如表 8 所示。

表 8 使用的焊材及烘焙规范

焊接方法	焊接材料 牌号	规格	烘焙温度 $t/^\circ\text{C}$	烘焙时间 t/h
埋弧焊	焊丝:Y-60W	$\phi 4\text{ mm}$	—	—
	焊剂:NF-310	—	250~350	1
手工焊	CT-16Cr	$\phi 4\text{ mm}$	300~350	1
	J507Ni	$\phi 3.2\text{ mm}$	350	1

- (2)工件焊前必须预热 $100\text{ }^\circ\text{C}\sim 150\text{ }^\circ\text{C}$ 。
- (3)先手工焊定位,然后将 2 台埋弧焊机置于焊接胎架导轨上施焊。
- (4)焊缝 A、B 焊接时采用双面埋弧自动焊。
- (5)要求焊缝完全熔透。焊接中不准采用大电流、慢速度施焊。
- (6)焊缝 A、B 由 2 台焊机同向、均速、一前一后施焊,两焊机间距 1 000 mm 左右,且要求焊缝的余高小于等于 2 mm。
- (7)焊后工件翻转正放,背面刨槽,槽深约 4 mm。
- (8)槽刨好后用砂轮打磨,去除渗碳层。
- (9)封底焊,焊接要求同前一样。
- (10)焊接参考规范(见焊接试验记录)。
- (11)焊好后,拆除引熄弧板时,必须用火焰切割割除并磨光。

(12)焊后修补。构件焊后,表面局部缺陷允许返修,返修后焊缝最后打磨痕迹为纵向(轧制方向),清理处圆滑且无棱角,缺陷的修补必须采取与正式焊接时相同的工艺。

2.4 焊后矫正

帽儿钢焊后可用火工矫正。其构件在火工矫正时(加热火焰温度 $t\leq 900\text{ }^\circ\text{C}$),空冷,不准用水浇。

2.5 探伤检查

焊缝按 GB11345-89 规定的 II 级标准,100% 超声波探伤检查。部分加 X 光拍片,采用 GB3323-87 规定的 II 级标准。

3 结论

(1)新型钢材 SMA590W-M 经焊接评定试验,具有良好的机械性能、较高的低温冲击韧性和优良的焊接性能。

(2)由 SMA590W-M 钢轧制成的乙型钢,在特制胎架上进行焊接成帽儿钢,其外形尺寸和公差要求完全满足铁路敞车中梁的使用要求。

