

文章编号:1003-1995(2005)08-0016-03

# 钢轨自动堆焊的发展前景

王元良, 陈 辉, 周友龙, 胡久富

(西南交通大学 焊接研究所, 成都 610031)

**摘要:**文章根据我国目前钢轨堆焊的现状,较详细地推荐细丝双丝填丝掺合金堆焊和钢轨自保护药芯焊丝自动焊系统。

**关键词:**钢轨 自动堆焊 细丝填丝埋弧堆焊 自保护药芯焊丝堆焊

**中图分类号:**U213.9<sup>+</sup>2 **文献标识码:**B

## 1 钢轨堆焊的现状与改进

钢轨堆焊过去都采用手工焊,开始采用 KD286 高锰钢焊条冷焊,由于使用中剥离较多,后研究用 TY-320Mn2-Cr-NiD 低合金钢焊条热焊,焊补层性能优良,并在 2002 年 12 月通过了技术鉴定。两种焊条焊接规

范及焊接结果见表 1(KD286 的焊缝硬度在上道运行后为 394~403 HB)。由此看出 TY-320 焊条热焊,电流可提高 1/3,因而焊接生产率也可提高 1/3,但要进行预热缓冷,不过采用研究者提出的用 QK-20 汽油烤炬加热和用红外测温效率还是比较高的。

表 1 两种焊条手工焊接规范及焊接结果

种 类	焊条/mm	烘干/(°C/h)	焊接电流/A	电压/V	预热/°C	冷却	焊缝硬度/HB	热区组织
TY-320	3.2	200/1	110~120	23~25	350	保温	328~344	铁素体+珠光体,无马氏体
KD286	3.2	350/1	80~90	25~27	不预热	自然	223~277	马氏体

为了提高生产率,有专家提出了自动焊问题。前苏联在 20 世纪 50 年代初就用 HJ431 + H20CrMnSiA 埋弧半自动轨头堆焊,规范为  $I = 220 \text{ A}$ ,  $U = (34 \sim 36) \text{ V}$ ,焊速  $V_c = 15 \sim 20 \text{ m/h}$ ,焊层硬度为 220~230 Hv(母材)/260~280 Hv(焊缝)。

## 2 细丝双丝填丝掺合金堆焊

### 2.1 细丝双丝填丝埋弧自动堆焊

细丝双丝填丝自动堆焊方法是使用单电源以一根焊丝焊接,而接一分路于另一与主丝绝缘同时送进的填充焊丝预热并送入熔池熔化。单电源双丝预热填丝埋弧焊的焊接规范和熔化特性试验结果与手工焊接及

单丝焊接比较和几种焊接方法的焊接效率比较见表 2。由表 2 看出,此法不仅大大提高劳动生产率,还改变了温度场和热循环,有利于减少裂纹倾向和气孔倾向,减少热影响区宽度和软化程度,同时还可以减少熔合比和改变焊丝匹配以调控焊缝成分,并达到所需性能而不至使钢轨中碳渗入而增大焊缝的裂纹倾向。我们用 4 种焊丝匹配埋弧自动焊可达到掺合金而改变堆焊层的硬度。这种方法的好处是不用品种繁多的焊丝来达到焊丝掺合金,可选用一些市售的标准焊丝来匹配达到焊丝掺合金,同时也不需增加多少设备。由此看出利用细丝双丝填丝自动堆焊有可能成为堆焊钢轨和道岔的好方法。

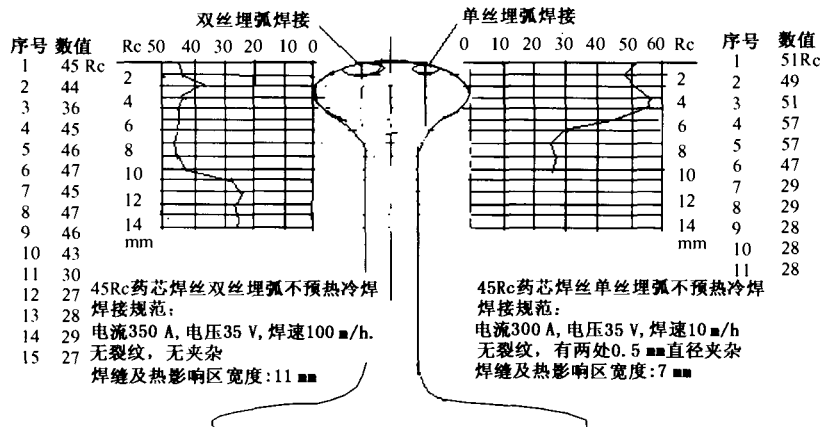
表 2 几种焊接方法的焊接规范、熔化特性和焊接效率比较

焊接方法	初级电流 /A	初级电压 /V	焊接电流 /A	焊接电压 /V	焊接速度 /(m/h)	熔化系数 /(g/Ah)	熔敷系数 /(g/Ah)	熔敷率 /(g/min)	10 mm 间 隙 684 g	17 mm 间 隙 1 162 g	200 mm × 10 mm 1 120 g
手工焊接	18	392	310	34		8.92	7.47	36	18 min	32 min	31 min
单丝焊接	22	395	300	38	12.24	12.80	11.60	58	12 min	20 min	19 min
填丝焊接	17	395	300	32	12.24	17.63	17.60	88	8 min	13 min	12 min

### 2.2 药芯焊丝不预热堆焊钢轨

药芯焊丝是以很薄的低碳焊条钢内包焊药(作用与焊条药皮相同),焊接时是外皮导电进行自动焊,它具有自动焊的很多优点,而电弧特性和焊药的熔化特性还优于实心焊丝自动焊。为了探索钢轨细直径药芯焊丝自动冷焊钢轨的可行性,我们曾用药芯焊丝双丝埋弧自动堆焊钢轨,并与单丝埋弧自动堆焊钢轨比较,用 400 A 逆变电源(32 kg)和自行改制的双丝及单丝自动焊机焊接,其焊接规范及试验结果见图 1。由图 1 看出双丝焊的堆焊质量和生产率都优于单丝埋弧自动堆焊,而且焊层硬度比较均匀,两种冷焊均不裂,从原理上看双丝焊更好,焊层硬度较高(高于母材 60%),这是因为我们用的是 45Rc 药芯焊丝,目的是探索高碳钢轨用药芯焊丝冷态焊接的抗裂性,如果改用中等硬度的药芯焊丝焊接(如 25Rc 药芯焊丝),不只

硬度合适,冷焊时抗裂性会更好。例如选用国产 SQD112 或 127 药芯焊丝气保护焊,焊后空冷硬度可达 22Rc 或 28Rc 以上。如选用国产 SZD35 自保护焊,焊后空冷硬度 > 30Rc。由此看出采用药芯焊丝很容易选用不同焊丝来达到所需硬度。试验结果还证明双丝药芯焊丝焊接是一个好方法,在埋弧焊、保护焊和自保护焊几种方法中,以自保护焊最好,因为这样不需要预热缓冷工具,也不需要气体和焊剂设备,只需 1 台轻型细丝自动焊机(约 10 kg)和 1 台 400 A 的逆变电源(约 40 kg)就可以了。如用上面规范,单丝焊生产率 > 6 kg/h,双丝焊 > 10 kg/h,而且不预热缓冷,不换焊条,不加焊剂,打渣工作量也极少,因此辅助工时及占线时间大大减少。对于现场钢轨堆焊,为了避免风力影响,可采用自保护药芯焊丝自动焊。



预测:此药芯焊丝可用于热轧辊及模具不预热双丝堆焊, 如加高碳丝可提高硬度, 加低碳丝降低硬度  
 如用PK402药心焊丝(在16Mn钢上双丝堆焊硬度224 Hv)在钢轨上堆焊预计可达300 Hv左右

图 1 药芯焊丝单丝及双丝埋弧自动焊堆焊钢轨试验结果

### 3 钢轨自保护药芯焊丝自动焊系统

对于现场钢轨堆焊,为了减低风力影响和焊剂的回收难度,可采用自保护药芯焊丝自动焊,这种药芯焊丝是在药芯中添加造气剂形成外排的强劲气流以保护熔池和减低风力影响,因而称之为自保护药芯焊丝,保护药芯焊丝自动焊特别适合于各种场合的现场焊接。

英国 WA 公司已有成套自保护药芯焊丝自动焊系统和相应的焊接材料推出并已在不少国家应用,这套自动焊系统不只可用于轨头堆焊,也可用于钢轨现场焊接,也适合于道岔和车轮的堆焊。

#### 3.1 焊机(英国 WA 公司的钢轨焊机 WAMS D-Rail 焊机)

WAMS D2-Trak 铁路多功能自动焊机可用于 1.2 ~

2.4 mm 焊丝焊接,为铝合金小车,主体焊接设备总质量只有 48 kg 可安装在轨道上焊接。两人可在 10 s 内由轨道上移出焊机。焊头由计算机控制在 XYZ 三个方向运动,左右运动使可调焊缝宽为 10 ~ 40 mm,在轨面不平时可自动调整焊头高度和送丝速度及熔化量,以达到轨面平整。

#### 3.2 焊接电源

有三种可供配用:①轻型柴油弧焊电源,100%负载持续率:290 A,约 260 kg。②多功能弧焊电源,100%负载持续率:250 ~ 1 000 A,用于多种焊接工艺。③多功能逆变弧焊电源,100%负载持续率:180 ~ 600 A,约 30 ~ 60 kg。

#### 3.3 自保护药芯焊丝

WAMS D-Rail 焊机,可配 TN-O 低碳中合金型焊丝和 308L-O 不锈钢型焊丝堆焊和现场对接钢轨,并可用

AP-O 高锰型焊丝堆焊道岔。各种焊丝成分、用途和性能见表 3。药芯焊丝与手工焊条一样,是通过焊药的成分调整、用掺合金的方法来形成不同的焊缝合金。从实践可以看出,几种自保护药芯焊丝比实心焊丝自

动焊和手工高效焊条焊接生产率高得多。这套系统有明显的优势,焊接不用外加保护气体和焊剂,不用预热和热处理,抗裂性和抗气孔能力强,质量高,但设备费用较高。

表 3 各种焊丝成分、用途和性能

成分及性能	C/%	Mn/%	Si/%	Cr/%	Ni/%	Mo/%	S/%	P/%	$\sigma_b$ /MPa	$\sigma_s$ /MPa	$\delta$ /%	铁素体	冲击值/J	用途
308L-O	0.03	1.90	0.90	20.50	9.50		0.015	0.008	675	550	39	10		自动堆焊钢轨,对接
TN-O	0.14	1.10	0.40	1.10	2.20	0.40	0.040	0.040						自动堆焊钢轨,对接
AP-O	0.40	14.50	0.75	14.50										堆焊道岔
X70T-4	0.20	0.55	0.20		1.80	0.35			610	600	20		40(-20℃)	半自动对接钢轨
X71-TG	0.05	1.55	0.65				0.015	0.015	575	500	26		75(-40℃)	自动堆焊车轮
312L-O	0.03	1.60	0.90	29.10	9.80		0.015	0.008	620	440	36			高锰岔与钢轨焊

注: $\sigma_b$  为抗拉强度,  $\sigma_s$  为屈服强度,  $\delta$  为延伸率。

### 4 钢轨药芯焊丝自动堆焊的国产化建议

自保护药芯焊丝,国内厂家有类似的药芯焊丝生产(如三英公司的 SQD112 和 SQA308L),但未见类似的自保护药芯焊丝生产。英国 WA 公司已设厂在上海生产有关药芯焊丝,也可与药芯焊丝厂联合研制。药芯焊丝送丝机构和 400 A 逆变电源已有生产。只要研制

一专用磁力吸附在钢轨上的超轻型小车和控制箱即可,做到这点比较容易。

建议的设备配置方案和技术指标见图 2。其设备价格估计只有进口设备的 1/5 左右。如采用只固定的半自动焊机小车,控制器及机头和焊丝盘都不在小车上,将使小车变得更轻。

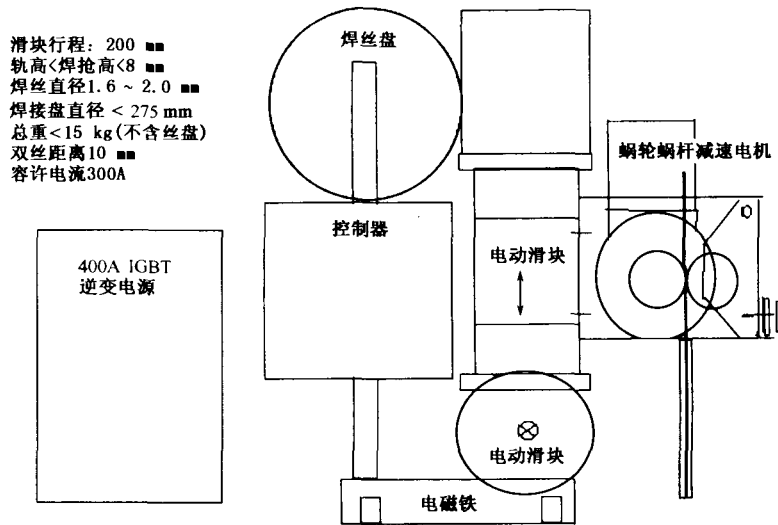


图 2 建议的设备方案和可能达到的技术指标

### 5 结语

- 1) 钢轨及道岔的自动堆焊可将目前的手工焊改为自动焊。
- 2) 采用细丝填丝埋弧堆焊可提高生产率,还可用一般市售焊丝掺合金的方法以达到不同硬度的要求。

3) 采用药芯焊丝埋弧和自保护药芯焊丝堆焊能方便、优质地进行钢轨及道岔的自动堆焊。

收稿日期:2005-04-20  
(责任编辑 白敏华)