

HRB400 钢筋的新型半自动闪光焊 试验研究

周友龙¹, 李 菁², 胡久富¹, 王元良¹

(1.西南交通大学 工程科学研究院, 四川 成都 610031; 2.四川省建筑科学设计研究院, 四川 成都 610028)

摘要:采用最新研制的半自动钢筋闪光焊设备,对HRB400钢筋进行了钢筋闪光焊工艺实验,计算了HRB400钢筋的碳当量,观察了焊接接头的微观组织状况。结果表明,采用该焊接设备焊接的钢筋接头的抗拉和弯曲试验结果,100%满足行业标准《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18-2003)的质量检验要求,组织状况符合一般钢筋焊接接头的普遍规律。采用该设备焊接的HRB400钢筋接头质量稳定,工人劳动强度低。

关键词:新型闪光焊机;HRB400钢筋;焊接接头;焊接质量

中图分类号: TG457.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2303(2007)02-0059-03

Experimental study on welding of HRB400 rebars with a new automatic flash-butt welding equipment

ZHOU You-long¹, LI Qiang², HU Jiu-fu¹, WANG Yuan-liang¹

(1.Institute of Engineering and Science, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2.Sichuan Institute of Building Research, Chengdu 610081, China)

Abstract: With a new Automatic Flash-butt Welding Equipment, Experiments to weld the HRB400 Rebars were carried out in the paper. The carbon equivalent of the rebar material was calculated. The micro-structure of the welded joints between the rebars was observed. The results showed that the strength and bending property of the HRB400 welded joints could be satisfied perfectly the quality requisition complied with the professional standard, the Rule of Welding and Quality Checking of the Rebar (JGJ18-2003). By the equipment, the quality of the welding joints was stable, the strength of the labor was descended.

Key words: new flash-butt welding Equipment; HRB400 rebar; welded joints; welding quality

随着现代建筑工业的发展,土木工程对钢筋焊接质量提出了越来越高的要求。无论是高层建筑、大跨度混凝土桥梁还是水利工程^[1],钢筋的焊接直接影响工程结构的质量和生产效率,闪光对焊技术以其效率高、成本低、质量好的特点,是钢筋连接主要采用的方法,其生产量超过钢筋连接施工总量的50%。

目前国内多数建筑工地现场依然使用老式的UN1-100型手动杠杆加压式对焊机,工人劳动强度大、质量稳定性差,焊接质量的优良率仅为50%~75%^[2]。随着人们对工程结构抗震性能认识的加深,以及工程对结构抗震性能要求的提高,提高我国钢

筋闪光焊技术水平,提高钢筋焊接接头的质量稳定性及其抗震性能尤为重要。

在此采用在UN1-100型手动杠杆加压式对焊机基础上研制的新型曲柄式半自动闪光焊机,对常用的HRB400型钢筋进行工艺试验,以评定该设备对HRB400型钢筋焊接的适应性。

1 HRB400型钢筋的焊接性分析

HRB400钢筋的化学成分与力学性能如表1所示。

根据国际焊接学会推荐的碳当量 CE_{Iw} 公式计算材料的碳当量^[3]

$$CE_{Iw} = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14$$

得出HRB400钢筋的碳当量为0.50,低合金钢的碳

收稿日期:2006-04-30;修回日期:2006-11-25

作者简介:周友龙(1970—),男,四川成都人,副教授,硕士,主要从事焊接和表面工程的科研与教学工作。

表 1 HRB400 钢筋的化学成分与力学性能

ω (C)/%	ω (Si)/%	ω (Mn)/%	ω (V)/%	ω (S)/%
0.220	0.600	1.480	0.088	0.028
ω (P)/%	σ_s /MPa	σ_b /MPa	延展率 δ /%	
0.025	503	618	28	

当量 CE_{Mn} 在 0.4~0.6 时,材料的淬硬倾向明显,需要适当预热并按相应的焊接规范进行焊接。通常,对于碳当量较高的钢筋闪光对焊,宜采用预热闪光焊,特别是电阻预热闪光焊,可使焊口两侧的加热范围扩大,改善温度分布梯度,降低冷却速度,减少产生未焊透、脆断缺陷的可能性^[4]。

2 工艺试验

试验采用与四川省建筑科学设计研究院合作研制的新型半自动闪光焊机,该焊机主要采用曲柄送进机构^[5],设备结构示意图如图 1 所示。该焊机结构简单、紧凑,设备工艺试验焊接现场照片如图 2 所示,设备易于操作,能够使钢筋的送进曲线与闪光时的烧化曲线相近^[5],从而稳定预热闪光的连续性,改善接头的温度分布梯度,从而保证接头的焊接质量。并且,对于闪光过程的控制,采用电控取代杠杆式手工控制,可以大大降低工人的劳动强度,减小人为因素对焊接质量的影响。

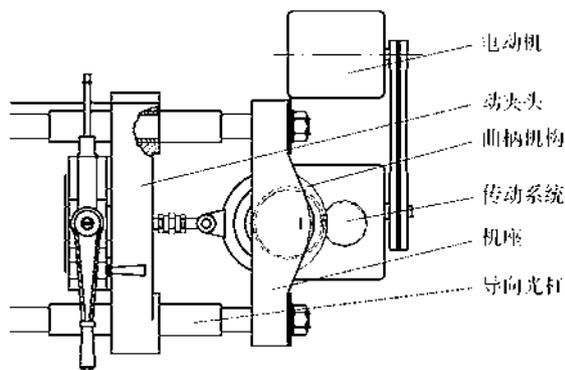


图 1 设备结构示意图

该设备通过控制曲柄机构的转动速度,对钢筋的送进速度和接头预热过程进行控制。对于现场钢筋端部不平整问题,可在预热闪光焊之前再加一个闪光过程,闪平钢筋端面,使整个焊接过程有效进行。HRB400 钢筋闪光对焊规范工艺参数如表 2 所示。

取样进行焊接接头的拉伸、弯曲试验,并对 φ 28 mm 钢筋焊接接头的金相组织进行观察。

3 试验结果分析

通过宏观观察发现,采用新型半自动钢筋闪光



图 2 工艺试验焊接现场

表 2 HRB400 钢筋闪光对焊规范工艺参数表^[5]

钢筋直径 d /mm	电压 级数	顶锻 压力 F /kN	伸出 长度 l /mm	闪光 留量 b /mm	顶锻 留量 b /mm	平均闪光速度 v /mm·s ⁻¹
16	6	10	16~32	5~10/8	5	2.0
18	6	13	18~36	5~10/8	5	2.0
20	6	16	20~40	5~10/8	6	1.8
22	5/6	29	22~44	5~10/8	6	1.8
25	5/6	23	25~50	5~10/10	7	1.6
28	5/6	30	28~56	5~10/10	8	1.6
32	6/7	40	32~64	5~10/10	9	1.3

注:闪光留量表示为 L_1/L_2 , L_1 为一次闪光留量, L_2 为二次闪光留量。

焊设备焊接的钢筋接头熔合良好,成形较为美观,且焊接接头外观一致性较好。

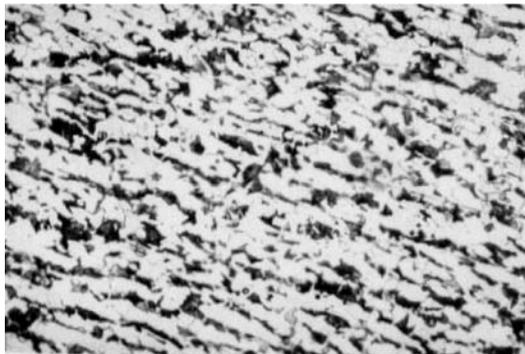
焊接接头试件的拉伸、弯曲试验结果如表 3 所示。

表 3 HRB400 钢筋焊接接头试件拉伸弯曲试验结果

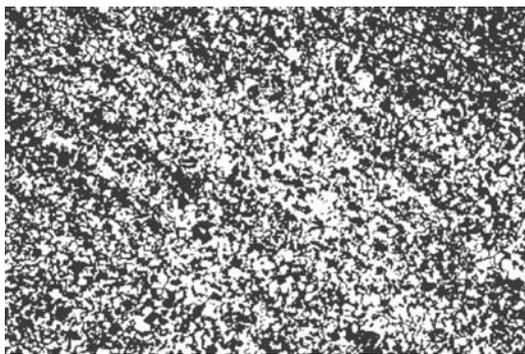
序号	钢筋直径 d /mm	抗拉强度 σ_r /MPa				断裂部位	弯曲试验 /°	结论
		试验值	平均值	平均值				
1	18	615	615	620	617	母材	>90	合格
2	20	635	630	650	638	母材	>90	合格
3	22	600	605	600	602	母材	>90	合格
4	25	585	600	605	587	母材	>90	合格
5	28	615	625	618	619	母材	>90	合格

由表 3 可以看出,采用新型半自动钢筋闪光焊设备焊接的所有钢筋接头,抗拉强度指标 100% 超过母材,且拉伸试件断裂位置均在焊接热影响区之外,呈延性断裂;同时接头弯曲试验表明,所有试件弯曲处未出现裂纹。焊接工艺试验结果显示,采用新型半自动钢筋闪光焊焊接所有常用的钢筋皆能 100% 满足行业标准《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18-2003)的质量检验要求。

φ 28 mm 钢筋焊接接头的显微组织如图 3 所示。



a 母材



b 细晶区



c 粗晶区



d 焊缝

图 3 φ 28 mm 钢筋焊接接头的金相组织(100 \times)

通过观察组织发现,接头焊缝区为块状铁素体沿焊缝分布,两侧有黑色的珠光体,其间夹杂针状

铁素体,焊缝中存在钢筋闪光焊接头难以避免的贫碳区,但是宽度很窄,该区对接头性能没有多大影响,铁素体在晶内以片状析出。由于焊接过程中产生的过热金属、氧化物容易在顶锻过程中随高温液态金属排除,氧化物也可能弥散分布,因此整个焊缝区无氧化现象。而粗晶粒区经历了高温循环,晶粒有所长大,片状或块状的先共析铁素体沿奥氏体晶界析出,晶内有一定的魏氏组织铁素体和针状铁素体,但是晶粒长大的程度不强,因为在顶锻过程结束后,整个接头组织属于较致密的热锻造组织形态^⑥。细晶粒区组织为铁素体和珠光体混合分布,略呈带状分布。母材为铁素体和珠光体混合分布的层状轧制态组织。

采用新型半自动钢筋闪光焊设备焊接 HRB400 钢筋焊接接头质量稳定可靠,工人劳动强度得到降低,该焊机完全可以取代老式的 UN1-100 型手动杠杆加压机对焊机,对 HRB400 钢筋进行高质量的焊接,可以获得较高的社会价值。

4 结论

(1)通过计算,HRB400 钢筋的碳当量为 0.50,焊接时需要预热,并按照相应的焊接规范进行焊接。

(2)采用新型半自动钢筋闪光焊设备焊接的所有 HRB400 钢筋接头,抗拉和弯曲试验结果 100%满足行业标准《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18)的质量检验要求。

(3)钢筋焊接接头中,粗晶粒区硬度值最高,在细晶粒区,硬度值逐渐降低,母材最低。

(4)采用新型半自动钢筋闪光焊设备,替代老式的 UN1-100 型手动杠杆加压机对焊机焊接 HRB400 钢筋,可以降低工人劳动强度,提高焊接质量的稳定性。

参考文献:

- [1] 周友龙,方培泉,胡久富,等.土建工程用钢筋焊接方法研究[J].电焊机,2004,34(10):25-27.
- [2] 李 蕾.新型半自动钢筋闪光焊工艺及设备研究[J].四川建筑科学研究,2003,29(4):116-119.
- [3] 张文钺.焊接冶金学[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [4] 赵熹华.压力焊[M].北京:机械工业出版社,1989.
- [5] 李 蕾,周友龙.新型半自动钢筋闪光焊工艺及设备研究[R].成都:西南交通大学,2002.
- [6] 李 蕾,周友龙.一种闪光对焊机上的送进装置:中国专利:01256891.0[P],2001.