

# 拉弧焊接的组织结构与性能分析\*

渠振亭

(郑州工学院)

**摘 要:** 栓钉拉弧焊机是一套大功率的直流电焊机, 它可以焊接直径为 $\Phi 20-10\text{mm}$ 的栓钉。该焊机焊接的焊件抗拉强度较高, 并且焊缝致密, 焊脚完整, 已在工程建筑上得到应用。

**关键词:** 拉弧焊机, 栓钉, 焊脚, 铁素体。

**中图分类号:** TG40

栓钉拉弧焊机是国内最新式的一套直流焊机, 它是由 220 伏的交流电通过整流器转变高电流的直流电。在一瞬间将栓钉局部熔化而焊接在钢板或槽钢上。其电流的大小通过变阻器来调节, 焊接时所使用的电流值由被焊接的栓钉大小、钢板厚度来决定。该机所能焊接的栓钉直径为 $\Phi 20-10\text{mm}$ , 电流变化范围为 1980—650 安。因此该焊机是一套大功率的栓钉焊接设备。它使用于钢材和有色金属的焊接, 特别适于大尺寸栓钉的焊接。它具有速度快、无污染、省能源、高效率等特点。它已广泛地用于工程建筑、桥梁建造及造船等行业中。

## 1 焊接性能分析

用该焊机对 $\Phi 18\text{mm}$ 、 $\Phi 16\text{mm}$ 的栓钉进行数次焊接试验, 焊接效果由图 1、图 2 可见。焊缝都是比较致密的, 即钢板(A<sub>3</sub>钢)和栓钉熔为一体, 并且两者之间也没有孔隙, 从直观上看焊脚比较园滑。通过从大批焊接试样中任意取出几件在拉力机上作拉伸实验, 其结果碳钢栓钉与钢板焊接的试样, 在拉力机上拉伸可承受 13.5

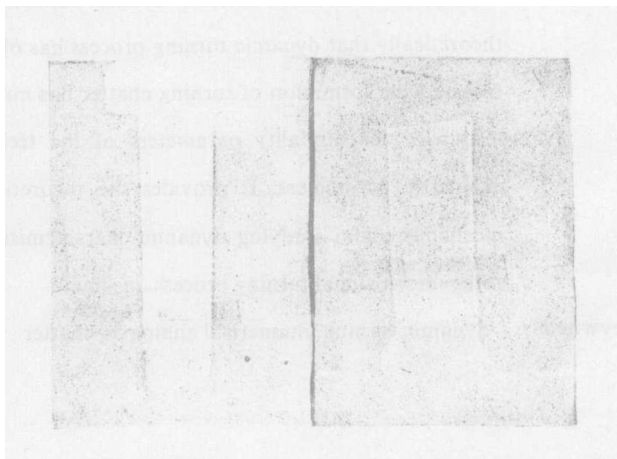


图 1 碳钢栓钉焊接剖面图 图 2 锰钢栓钉焊接剖面图

\* 收稿日期: 1992-6-22

吨的拉力, 使栓钉发生明显的颈缩之后才断裂的。而 16Mn 钢的栓钉在拉力机上虽然可承受 14 吨左右的拉力, 但栓钉本身却没有发生明显的塑性变形, 即颈缩, 而是在焊接部位断裂。这是因为锰钢栓钉的强度比 20<sup>#</sup>钢的栓钉高, 而塑性比碳钢的低的原因, 并且焊接部位的组织也不同。通过拉伸实验而算出抗拉强度可知, 锰钢栓钉焊接试样的抗拉强度值  $\sigma_b = 51.8 \text{Kg} \cdot \text{f/mm}^2$ , 而低碳钢栓钉的焊接试样的抗拉强度值  $\sigma_b = 51.7 \text{Kg} \cdot \text{f/mm}^2$ 。其值与同牌号的国标相比, 16Mn 钢  $\sigma_b = 50 \text{Kg} \cdot \text{f/mm}^2$  [1], 20<sup>#</sup>钢的  $\sigma_b = 42 \text{Kg} \cdot \text{f/mm}^2$  [1] 均比较高。尤其是碳钢栓钉焊接试样的抗拉强度比 20<sup>#</sup>钢的抗拉强度高出很多。更高于用英国拉弧焊机所焊接的同牌号的低碳钢栓钉的抗拉强度值  $\sigma_b = 41.5 \text{Kg} \cdot \text{f/mm}^2$ 。这说明利用我们所研制的拉弧焊机所焊接的大批试样的抗拉强度和焊接质量都是很好的从而满足对使用的要求。此焊机已在国内推广使用, 效果很好。

经过拉伸实验后的试样, 破开分成两半, 一半作金相样品用, 另一半经表面磨平后用布氏硬度计测量其硬度。同一试样测量三个部位的硬度, 即基体 (钢板, 栓钉) 的硬度, 测焊接区的硬度, 其测量值和抗拉强度值列于表 1。

表 1 焊接后各部位硬度值与其相对应的抗拉强度

编 号	硬 度(HB)			抗拉强度 (Kg/mm <sup>2</sup> )
	1-钢板	2-栓钉	3-焊接区	
10-24-15 (碳钢栓钉)	110	140	157	49.5
10-5-13 (碳钢栓钉)	118	145	193	51.7
11-14-3 (16Mn 钢栓钉)	108	165	263	51.8

表 2 几个试样的化学成分(重量%)

编 号	C	Si	Mn	Fe	
10-24-15 {	1- 钢板	0.21	0.43	0.422	余量
	2- 栓钉	0.202	0.064	0.459	余量
	3- 焊接区	0.202	0.281	0.442	余量
11-14-3 {	1- 钢板	0.177	0.311	0.406	余量
	2- 栓钉	0.21	0.757	1.463	
	3- 焊接区	0.205	0.768	1.002	
10-5-13 {	2- 栓钉	0.204	1.02	0.415	余量
	3- 焊接区	0.119	0.451	0.348	

由于所用的栓钉材料不同,则测的硬度值也不同,并且相差还比较大。16Mn 钢栓钉的硬度在焊接区比其余二个低碳钢(20<sup>#</sup>钢)栓钉的硬度值高很多。这是因为 16Mn 钢栓钉的硬度比碳钢栓钉的硬度高的原因。再者焊接区的硬度均比基体的硬度高,并且高出很多,这是由于当栓钉头在通电熔化后的一瞬间就急冷凝固,一方面是急冷凝固的组织与基体不同,另一方面由热应力的存在之故。

经过硬度测量之后的试样在三个部位的化学成分分析,由表 2 可看出,锰钢栓钉含锰、硅量都比碳钢栓钉高因而焊接区的锰、硅含量相应也是比碳钢焊接区高。就同一试样焊接区与基体的成分相比较,就其含碳量来说,一般焊接区比基体的稍低些,这是因为焊接时钢水氧化,从而引起脱碳,而使含碳量降低。但是含硅量却比基体的高,这是由于焊接时套在栓钉头部的陶瓷护圈,在高温下氧化,使硅渗入熔化区而使含硅量增多。因而焊接区的硬度都比基体的硬度高很多,见表 1。

## 2 金相组织分析

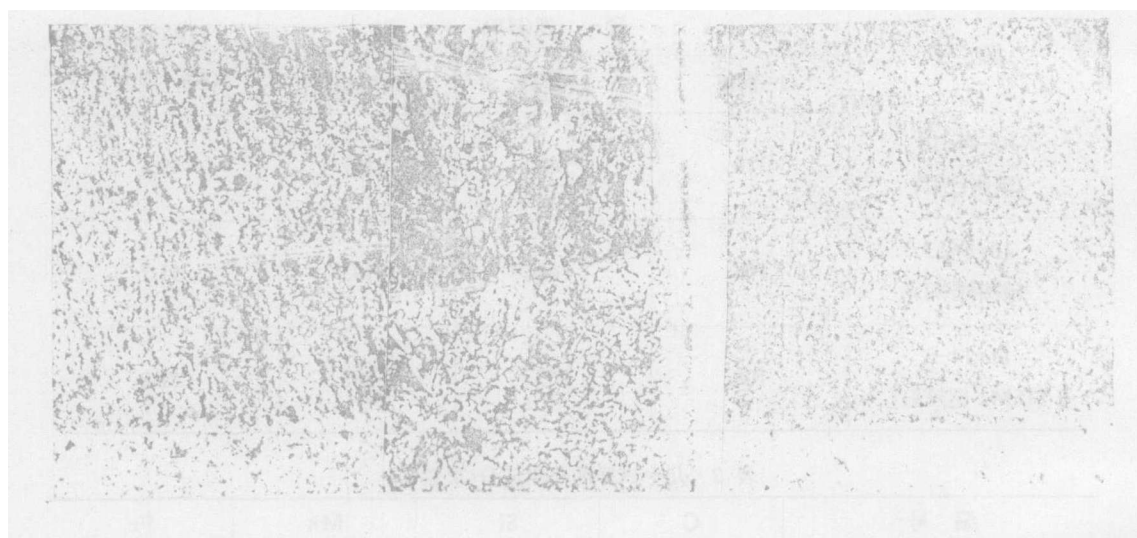


图 3 10-5-13 20<sup>#</sup> 图 4 10-5-13 20<sup>#</sup> 图 5 11-14-3 16Mn  
焊接区宽度 25× 焊接过渡区 25× 焊接区宽度 63×

表 3 焊接区的实际宽度

编号	照片焊接宽度 (mm)	放大倍数	实际焊接区宽度 (mm)
11-14-3	54.5	× 63	0.86
10-5-13	57.5	× 25	2.28

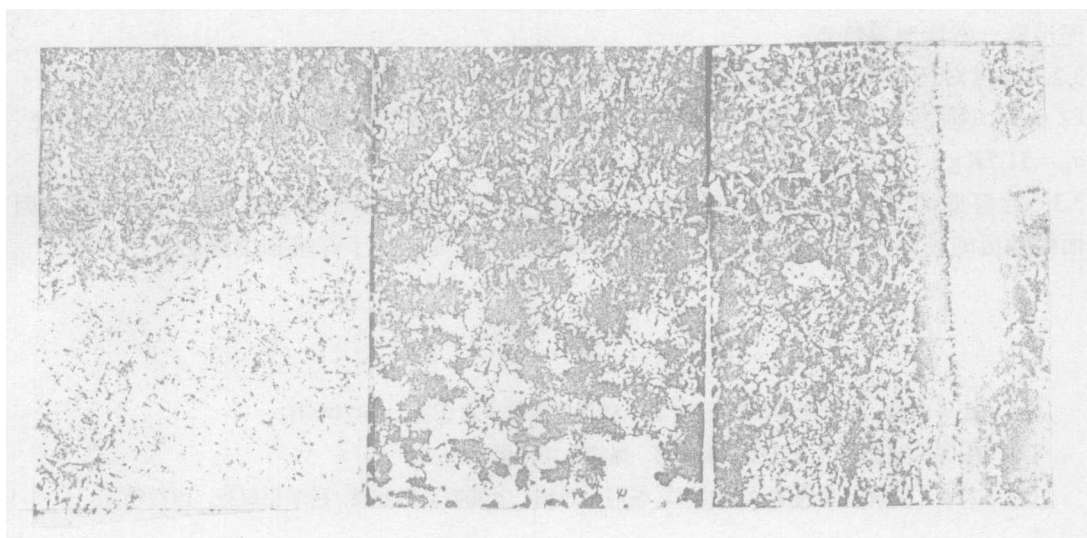


图 6 11-14-3 16Mn 图 7 10-24-15 20<sup>#</sup> 图 8 10-24-15 20<sup>#</sup>

焊接过渡区 63×

焊接区宽度 63×

焊接过渡区

将拉伸实验后的焊接试样破开后的另一半制作金相试样,从照片中可以看出。图 3、4 图 5、6 在焊接区其组织都是枝状晶粒,而基体(钢板、栓钉)仍是规则的等轴晶粒,并且焊接区与基体的过渡分界线都是很明显的。无论是那个试样的金相照片,呈白色的组织都是以铁素体为基体的,而呈黑色的组织是少量的珠光体<sup>[2]</sup>。再者,由于熔化体在一瞬间急冷下来,在焊接区除有贝氏体之外还含有极少量的马氏体组织<sup>[2]</sup>。从而说明了焊接区的硬度均比基体的硬度高的原因,从图 7 的试样焊接区与过渡区的分界线不甚明显,但是其晶粒还是比较规则的并且也是以铁素体为基的。总之这三个试样的照片上焊接区都是枝状晶粒,而基体是规则的等轴晶粒。但是碳钢栓钉与锰钢栓钉在焊接区的组织还有些不同。由于锰钢栓钉含锰量是 1.463%,而焊接区的含锰量是 1.002%,又因为焊接时温度很高在 1500℃ 以上,当栓钉头部熔化后在断电的一瞬间已熔化的熔体开始在急冷中凝固,因而在焊接区的冷却速度比较大,则结晶出来的组织除有上述的几种组织之外,还含有少量的魏氏组织<sup>[2]</sup>。这种组织的存在,造成焊接区的硬度比基体的硬度高,塑性差,有些脆性。从而说明 16Mn 钢栓钉焊接试样在拉伸实验时几个试样都是在焊接部位断裂,使栓钉发生塑性变形的试样很少。但是如果将 16Mn 钢栓钉焊接试样经高温退火<sup>[3]</sup>,这样一方面可以消除魏氏组织的存在,改善塑性,同时又可消除焊接时所产生的热应力。这样可以改善它的使用性能要求。但是考虑到在实际使用中的焊接,无法通过高温退火来消除魏氏组织的存在,所以这一研究没有进行。

### 3 结束语

3.1 栓钉拉弧焊机是最近国内外在建筑造船和桥梁建造中得到大量应用的一套大功率直流电焊机适于钢和有色金属的焊接,特别适于大尺寸栓钉的焊接。用该焊机具有速度快、

无污染、省能源等特点。

3.2 通过对所焊接的大批试样中所作的拉伸实验和测量硬度, 其抗拉强度  $\sigma_b = 51.7 \text{Kg} \cdot \text{f/mm}^2$  (碳钢) 与同样牌号的碳钢栓钉抗拉强度或用英国焊机所焊接的试样抗拉强度  $\sigma_b = 51.7 \text{Kg} \cdot \text{f/mm}^2$  相比, 均高出很多。

3.3 栓钉底部的焊脚完整并均匀分布, 即焊缝致密、栓钉与钢板很牢固的熔为一体。因而焊接区的硬度比基体 (钢板、栓钉) 的硬度高, 从而保证了焊接强度满足使用要求。

### 参 考 文 献

- (1) 许华忠编. 实用金属材料手册(上). 湖北科学技术出版社. 1987年6月.
- (2) 中国机械工程学会焊接学会编著. 焊接金相图谱. 1987年
- (3) 大连工学院《金属学及热处理》编写小组编. 金属学及热处理. 科学出版社. 1977年

## Metal Structure and property analysis of the arc wrlding

Qu zhenting

(Zhcnzhou Insititute of Technology)

**Abstract:** The arc welder for bolt welding is a king of direct current welding machine with high power output. It is applicable for the bolt with the diameter of  $\Phi 20 \sim \Phi 10 \text{mm}$ . result in a dense and integrated welded seam and high tensit Strength welded construction. Which been widly used in construction engineering.

**Keywords:** arc welder, bolt, welded seam, ferrite