

一种新的气焊耐磨材料^①

张清辉 尹邦耀

(湘潭大学机械系, 湘潭 411105)

摘要 采用特殊的方法制取镍铬硼硅钨气焊丝, 着重研究了各元素在焊丝中的作用及对堆焊工艺性能的影响。筛选出 112 号气焊丝, 用于氧-乙炔火焰堆焊, 堆焊层具有较高的硬度。

关键词 气焊丝 堆焊 硬度

镍基耐磨合金是一种优良的堆焊材料, 在各类堆焊合金中, 它的抗金属与金属间摩擦磨损性能最好, 且具有较高的抗低应力磨料磨损性能。但是这种材料目前只能以粉末的形式喷焊到工件表面, 不能以气焊和电弧焊的形式堆焊到工件表面上, 大大地限制了这种材料的使用范围, 要以气焊和电弧焊形式堆焊, 一般要制得镍基耐磨合金的焊丝, 这种合金比较硬脆不易拉拔成丝, 致使市场上没有这种焊丝和电焊条购买。本研究采用能拉拔的合适成分的金属丝外涂各种合金成分, 通过百余次配方试验研制成一种新的气焊耐磨材料。

1 试验方法

1.1 试验材料及设备

气焊丝芯的直径为 2.5 和 3 mm, 其外表药皮成分由多种材料, 如镍粉、单体硼、硅铁、钼铁、金属铬、石墨、碳化钨、镍铬合金硅钙合金、45# 钢试板等调制而成。

采用的设备有: 2 号氧-乙炔焊枪及供气系统, HR-150 型洛氏硬度计。

1.2 试验方法

1.2.1 焊丝成分配方的调整

焊丝成分配方试验是根据有关资料和经验确定主要元素份量大致范围, 再每次改变一个

成份份量, 其他成分保持不变, 制成焊丝, 烧焊磨平测硬度, 以考察该成分对硬度与工艺性能的影响。

1.2.2 硬度试验

在 80 mm × 50 mm × 20 mm 的 45# 钢板上, 用 2 号枪气焊堆焊约 40 mm 长的焊道, 火焰大小要合适, 采用中性焰, 否则会因熔化不良或合金元素烧损过多而影响堆焊金属性能。火焰性质在堆焊中可能自动变化, 应随时加以调整。将堆焊好的试件磨平测硬度, 注意起焊和收焊点硬度的不一致, 硬度偶然的最高点和最低点舍去, 硬度值为 5 点的平均值。

2 结果与分析

2.1 镍的作用与影响

焊丝配方中镍粉份量的增加对堆焊合金硬度的影响如表 1。

表 1 镍粉份量对堆焊合金硬度的影响 (%)

镍粉份量	4	8	12	16	32
堆焊合金硬度 HRC	52	50	47	44	35

气焊丝堆焊后堆焊合金中镍的含量一般为 50%~60%, 它是作为基体材料的。以镍作为基体, 合金具有较好的韧性, 比铁基合金韧性强得多。以镍作为基体, 耐热抗氧化性能较

① 收稿日期: 1995-08-03; 修回日期: 1995-10-13

高。其他元素如铬溶入镍中能形成镍的固溶体，使合金得到强化，镍也和其他一些元素形成硬质相(如 Ni_3B …… NiB_2)起弥散硬化作用。

2.2 铬的作用与影响

焊丝配方中金属铬份量的增加对堆焊合金硬度的影响如表 2。

表 2 金属铬份量的增加对堆焊合金硬度的影响(%)

金属铬份量增加数	1	4	7	10	13
堆焊合金硬度 HRC	55	55	56	58	59

铬在堆焊合金中含量为 10%~20%，由于含量较大，也可以认为镍与铬共同组成基体。铬溶解于镍中形成了稳定的 Ni-Cr 固溶体，起固溶强化作用，提高堆焊合金抗氧化、耐腐蚀性能。

铬与硼能生成硬度高的硼化铬(Cr_2B …… CrB_2)，铬与碳生成硬度很高的 Cr_7C_3 、 Cr_3C_2 、 $Cr_{23}C_6$ ，大大提高了堆焊合金硬度、强度和耐磨性，而韧性有所降低。

2.3 硼的作用与影响

焊丝配方中单体硼份量的增加对堆焊合金硬度的影响如表 3。

表 3 单体硼份量的增加对堆焊合金硬度的影响(%)

单体硼份量增加数	0.3	0.6	1	1.5	2
堆焊合金硬度 HRC	56	57	57	57.5	60

硼在堆焊合金中的含量一般为 1.5%~4.0%，硼可强化镍的固溶体，在堆焊合金中能生成硼化镍、碳化硼等硬质相化合物，起弥散硬化作用，提高堆焊合金的硬度和耐磨性，但使合金变脆，在某些配方试验中焊道有开裂现象，再者硼含量不能太高，否则焊丝熔化后流动性差，在基体金属上难于铺开。

2.4 硅的作用与影响

焊丝配方中硅铁份量的增加对堆焊合金硬度的影响如表 4。

硅在堆焊合金中的含量为 2%~6%。硅熔

解于镍基体中形成镍-硅固溶体，起固溶强化作用。随着硅含量的增加，堆焊合金的硬度增加，且幅度变化较大。但是，硅在镍中的室温溶解度只有 6%^[1]，超过此值就会形成脆性的 β 相，使堆焊合金的韧性也下降最大，在配方试验中发现焊道可当即开裂。

2.5 钨的作用与影响

钨是以碳化钨形式加入焊丝中的，焊丝配方中碳化钨份量的增加对堆焊合金硬度的影响如表 5。

表 4 硅铁份量的增加对堆焊合金硬度的影响(%)

硅铁份量增加数	0.5	1	1.6	2.6	4
堆焊合金硬度 HRC	56	57	59	62	65

表 5 碳化钨份量的增加对堆焊合金硬度的影响(%)

碳化钨份量增加数	4	8	12	16	20
堆焊合金硬度 HRC	52	57	59	64	67

堆焊合金中碳化钨含量可达 20%~30%。碳化钨与镍铬硼硅合金润湿性好，粘结性牢。由于气焊温度低(3 000 C 左右)，碳化钨的熔点高(2 600 C 左右)，所以它基本上不熔化而存在于焊缝中，镶嵌在基体上^[2]，碳化钨用在气焊材料中比用在电焊材料中效果好。碳化钨的硬度高，可弥补镍基体较软的不足，加入碳化钨的焊丝可用于遭受严重磨粒磨损工件的堆焊。但是由于碳化钨较脆，加入份量多时，堆焊合金产生裂纹的倾向较大，且熔化金属流动性不好，影响堆焊性能。

2.6 碳、钼、铁等元素的作用与影响

碳在堆焊合金中的含量为 0.1%~1%。碳和铬、硼等形式碳化物，使堆焊合金的硬度和耐磨性增加，所形成的碳化硼脆性很大，同时碳多时还可在合金中以游离形式存在，都会使堆焊合金韧性大幅度下降，配方试验中含碳较多时，常见大量裂纹。

钼在堆焊合金中含量可达 3%左右，对合金硬度变化影响不大，钼可提高合金的塑性范

围,堆焊时焊道不易开裂,不易发生滴溜、凹陷现象。

焊丝中没有专门加入铁、铁均由铁合金带入,其份量不大时,对合金硬度影响不大,但影响合金的抗氧化耐腐蚀等性能。

2.7 堆焊合金的化学成份和硬度

通过100多次焊丝成份的调整和综合分析(如堆焊金属抗裂性和融熔金属流动性等)确定112号配方为定型配方,该配方焊丝堆焊金属的化学成分范围和硬度如表6。

表6 配方焊丝堆焊金属的化学成份范围和硬度

堆焊金属 化学成份/%	Ni 50~55	Cr 10~12	B 1.5~2	Si 3~3.5
堆焊金属 硬度 HRC	57	61	59	60
堆焊金属 化学成份/%	W 22~24	Fe 12~14	C 0.6~0.8	
堆焊金属 硬度 HRC	59	平均	59	

2.8 堆焊金属的组织

堆焊合金组织较为复杂。通过X射线结构分析,初步认为基体是Ni-Cr固溶体,分散析出物有碳化物($Cr_{23}C_6$),铬的硼化物(CrB)、镍的硼化物(NiB)及碳化钨(WC)。

2.9 生产应用

地板砖陶瓷模具的制造,用45#钢作基体,喷焊堆覆工作刃,喷焊层要么硬度低、不耐磨损,要么硬度较高而开裂崩块。模具整体

用 $Cr_{12}MoV$ 材料制造成本太高。

模具基体用45#钢,工作刃堆焊112号焊丝合金,制成的模具压制地板砖,寿命达40~50万次,比用整体 $Cr_{12}MoV$ 材料制造并经调质处理模具的寿命长,且大大降低了成本。

3 结论

(1)在研制的气焊丝中,铬、硼、硅对堆焊合金的硬度起了主要作用,其堆焊合金的常温硬度为HRC59左右,比一般的镍基喷焊合金粉喷焊层的硬度高。

(2)由于气焊丝中Si、B等成分控制合理,其堆焊层与母材结合为冶金结合,气焊堆焊加热均匀与冷却缓慢,堆焊层不易产生裂纹,更不会象喷焊那样产生剥落,因此堆焊质量得到提高。

(3)生产实践证明,112号气焊丝硬度、耐磨性等综合性能满足生产要求,为镍基堆焊合金的使用闯开了新路。

参考文献

- 1 顾德骥.自熔合金表面喷焊技术(国外).上海:上海科学技术文献出版社,1980.
- 2 周振丰.金属熔焊原理及工艺(下册).北京:机械工业出版社,1981:263-290.

A NEW TYPE OF WEAR RESISTANCE MATERIAL FOR OXY-ACETYLENE FLAME WELDING

Zhang Qinghui, Yin Bangyao

Department of Mechanical Engineering, Xiangtan University, Xiangtan 411105

ABSTRACT The Ni-Cr-B-Si-W alloy wires for oxy-acetylene flame welding were produced using a special process. Particularly the significance of each element added to the wires and the effect of alloying elements on bead-on-plate test were studied. In addition, an alloy wire for oxy-acetylene flame welding, named type-112, was picked out to be used for overlay welding, making the bead welding possess superior hardness.

Key words wires for gas welding overlaying weld hardness

(编辑 朱忠国)