

# 适于 1Cr13NiMoVNb 型带极高速堆焊用 烧结焊剂的研制

王希靖, 张佃平, 文兴林

(兰州理工大学 有色金属合金教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730050)

**摘要:** 按实际生产的要求, 研制一种适合于 1Cr13NiMoVNb 型带极高速堆焊用的烧结焊剂。经过多次实验, 利用正交实验法对数据进行分析, 得出了烧结焊剂在要求的焊接工艺规范下各个成分的最佳配合比, 用此种焊剂堆焊后焊道的脱渣性好、焊道表面平整光滑, 堆焊层中各主要组成元素的百分含量满足要求。最后, 对烧结焊剂在焊接过程中的电弧稳定性, 焊后的脱渣难易程度、焊道成型情况以及焊道表面的抗氧化性等焊接工艺性进行综合分析, 给出了各个组分对焊接综合工艺性的影响趋势。

**关键词:** 烧结焊剂; 高速带极堆焊; 1Cr13NiMoVNb

中图分类号: TG423

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2006)15-0049-03

## Preparation of Agglomerated Flux Used for High-speed Strip Surfacing and for Strip of 1Cr13NiMoVNb

WANG Xi-jing, ZHANG Dian-ping, WEN Xing-lin

(Key Lab. of Non-ferrous Metal Alloys, Ministry of Education, Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China)

**Abstract:** According to the actual production, a kind of agglomerated flux, which must be suited to the kind strip of 1Cr13NiMoVNb, used for strip surfacing was prepared. Through the experiments, making use of orthogonal method, we have made out a conclusion that this kind agglomerated flux has the best match ratio in component which is gotten under the request welding craft norm. After the experiments, the overlay can be taken off very easy, the surface of welding is very neat and smoothly, the contains of the main elements in the welding surface satisfies the request. At last, analyzing the weldability of the agglomerated flux such as the stability of the arc, taking off the overlay easily or not, and the anti-oxidizes of the surface welding. We describe the trend of influence of the components in the agglomerated flux on the weldability.

**Key words:** agglomerated flux; high-speed; strip surfacing; 1Cr13NiMoVNb

高速带极堆焊技术作为一项重要的零部件修复和生产耐磨零件的技术, 在现代工业生产中起到举足轻重的作用。而焊剂是高速堆焊过程中的主要消耗材料之一, 它的焊接工艺性能和冶金性能是决定焊接质量的主要因素。并且不同种带极所要求的焊剂的组成成分有所不同, 所以在实际生产中要针对于不同型号的带极研制与其相对应的焊剂, 从而能使堆焊后的焊接质量满足实际生产要求。本文根据实际生产要求, 研制一种

适合于 1Cr13NiMoVNb 型带极高速堆焊用的烧结焊剂。

## 1 技术要求

所研制焊剂在与 1Cr13NiMoVNb 型带极配合使用, 采用高速带极堆焊法, 在一定的堆焊工艺规范参数下应能达到的技术要求如下 (焊接速度为 13.2~16.8 m/h):

- (1) 焊后脱渣性良好;
- (2) 堆焊层表面成型好、无压坑;
- (3) 堆焊层中各主要元素的百分含量符合要求;
- (4) 堆焊层金属具有良好的抗磨损性能。

## 2 焊剂的研制过程

收稿日期: 2006-05-17

作者简介: 王希靖(1956-), 男, 甘肃兰州人, 教授, 博导, 硕士, 主要从事焊接设备及其自动化、焊接新技术、焊接质量控制等方向的研究; 电话: 0931-2806153;

E-mail: wanglut@lut.cn

由于本实验所研制的焊剂要使堆焊层中的各主要元素的百分含量达到规定的要求,而带极的元素含量不能够完全达到堆焊层的元素百分含量的要求,所以所要研制的焊剂必须向堆焊层过渡一部分欠缺的元素。据此,经过多次试验,初步确定本焊剂的主要成分和它们在总量中所占的大体比例如下:萤石大约占总量的50%,氧化铝、镁砂、大理石在总量中所占比例相差不大,石英砂少于镁砂的三分之一<sup>[1,2]</sup>。为了得到CaF<sub>2</sub>-MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaCO<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>渣系各组元的最佳配比,我们先将已确定的各组元设定一个取值范围,通过正交实验找出各组元在堆焊过程中对焊接的稳定性、脱渣性、透气性、焊道表面成型以及焊道表面抗氧化能力的影响趋势,然后依照这个趋势,在大范围内得到一个各个组元的较小取值范围,在此范围内再进行正交实验,得到一个各个组元的较佳取值范围。最后得到的较佳焊剂的配方比例范围和其中的一种较佳焊剂配方分别如表1、2所示。

表1 焊剂的较佳配方比例范围(质量分数,%)

CaF <sub>2</sub>	MgO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub>	其他
53~63	15~30	18~32	0.1~0.7

表2 焊剂的一种较佳配方(g)

CaF <sub>2</sub>	MgO+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub>	其他
1118	423	448	11

所研制烧结焊剂的具体制作流程为:备料→配粉→干混→湿混→造粒→晾晒→低温烘干→高温烧结→过筛→包装→成品<sup>[3,4]</sup>。其中,干混和湿混一定要均匀;晾晒以焊剂颗粒互不黏结为宜,以避免其在烘干过程中发生板结现象,使焊剂烘干后的颗粒达到较理想的强度和成型效果;烧结温度控制在780~820,保温时间要大于2h。在进行堆焊之前,还要对焊剂进行烘干并保温,以保证其干燥度。

### 3 堆焊实验及结果分析

#### 3.1 实验材料、设备和焊接工艺规范

实验使用的1Cr13NiMoVNb型带极的规格为60mm×0.5mm,其化学成分如表3;实验母材为低碳钢平板。实验设备为自制的高速带极堆焊机,焊接工艺规范如表4所示。

#### 3.2 实验结果及分析

表3 1Cr13NiMoVNb带极的化学成分(质量分数,%)

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Nb	P	S
0.11	0.35	0.92	1.30	13.21	0.86	0.22	0.20	0.012	0.01

表4 焊接工艺规范<sup>[2,5]</sup>

电流/A	电压/V	焊速/m·h <sup>-1</sup>	焊剂堆高/mm	干伸长度/mm
700~1000	26~30	14.7	20~30	40

#### 3.2.1 焊剂的工艺性能

多次试验表明,所确定的较佳配方焊剂的焊接工艺性能良好,堆焊过程中电弧稳定、无飞溅,堆焊后焊渣能够整块脱落,焊道成型美观,表面光亮,无咬边、夹渣及表面压痕。堆焊后焊渣背面如下图所示。

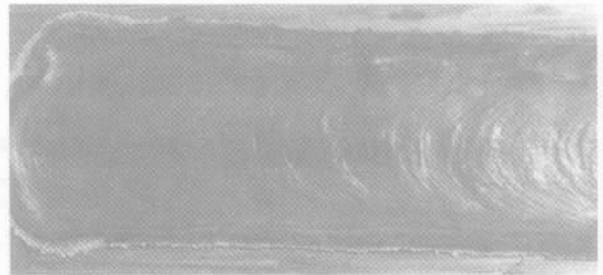


图1 焊渣背面照片

#### 3.2.2 堆焊层中的元素百分含量

表5为用较佳配方焊剂堆焊后的堆焊层中的主要元素含量。与表3相比可以看出,堆焊层中的元素Cr、V、Nb的含量相对带极来说有不同程度的减少,这是由于带极高速堆焊时的熔池体积较大和母材对堆焊层的稀释所造成的;元素Ni、Mo的含量相对带极来说有所增加,这是由于焊剂向堆焊层过渡了一部分Ni、Mo的原因。堆焊后的检测结果表明,堆焊层的合金元素含量完全满足用户的要求,从而表明所研制的焊剂完全满足实际生产的需要。

表5 堆焊层主要元素的含量(质量分数,%)

	C	Ni	Cr	Mo	V	Nb
要求	0.1~0.15	1.15~1.55	12.4~14.1	0.8~1.2	0.1~0.3	0.1~0.4
检测结果	0.11	1.38	12.59	0.99	0.16	0.14

#### 3.2.3 焊剂中各组元对焊接综合工艺性的影响

通过对不同种配方焊剂在其焊接过程中的电弧稳定性、焊后的脱渣难易程度、焊道成型情况以及焊道表面的抗氧化性等焊接工艺性进行综合分析,得出焊剂中各组元对焊接综合工艺性的影响<sup>[6]</sup>趋势。

(1)  $\text{CaF}_2$  具有促进熔敷金属精炼反应的同时降低熔敷金属的氧含量,提高抗气孔能力,并在此焊剂中具有重要的调整溶渣的作用,且对金属脱硫有良好影响。但是,随着  $\text{CaF}_2$  在焊剂中的含量的增加,焊剂的综合工艺性能下降,如图 2(a)所示。

(2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是影响脱渣性的主要成分,在低碱度情况下,会使熔渣的表面张力降低,加之其熔点较高,高温的膨胀系数与铁的差异较大,随着其加入量的增加,焊缝波纹变细,焊缝成型变好而有利于脱渣,焊接综合工艺性能也相应的提高。但是,随着  $\text{Al}_2\text{O}_3$  量的进一步增加,脱渣变得越来越困难,同时焊接综合工艺性能也在逐步降低,如图 2(b)所示。

(3)  $\text{MgO}$  是良好的造渣材料,它能增加熔渣的透气性,抑制表面氧化,降低酸性渣的粘度,同时降低扩散氢的含量<sup>[7]</sup>,并具有增大熔渣表面张力的作用。随着  $\text{MgO}$  含量的增加,熔渣的膨胀系数增加,当与  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{SiO}_2$  交互作用时,对膨胀系数影响更加显著,并且焊接综合工艺性能也

在逐步的提高。但是  $\text{MgO}$  含量过多会使焊接综合工艺性能降低,如图 2(c)所示。

(4)  $\text{CaCO}_3$  在高温下解析出  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaO}$  是较强的碱性氧化物,与 S、P 的结合能力较强,可以降低焊缝金属中的 S、P 含量,所以随着  $\text{CaCO}_3$  含量的增加,焊剂的脱硫、磷能力增强。同时  $\text{CaCO}_3$  在高温时解析出的  $\text{CO}_2$  气体起到排除空气,保护熔池作用,且  $\text{CO}_2$  气体还使电弧气氛具有氧化性,能降低焊缝金属的含氢量,并能使焊缝金属净化。但碳酸盐生成的熔渣脱渣性较差,随着  $\text{CaCO}_3$  含量的增加,脱渣变的越来越困难,焊接综合工艺性能降低,其焊接综合工艺性能如图 2(d)所示。

(5)  $\text{SiO}_2$  是提高焊接工艺性能的主要成分,也是主要的造渣成分,有调整焊道外观和形状的作用。 $\text{SiO}_2$  对脱渣性影响比较大,随着  $\text{SiO}_2$  量的增加,脱渣变得容易,抗氧化性能也增强,表面压坑减少,但是随着  $\text{SiO}_2$  量的进一步增加,焊剂的焊接综合工艺性能却逐步地降低,如图 2(e)所示。

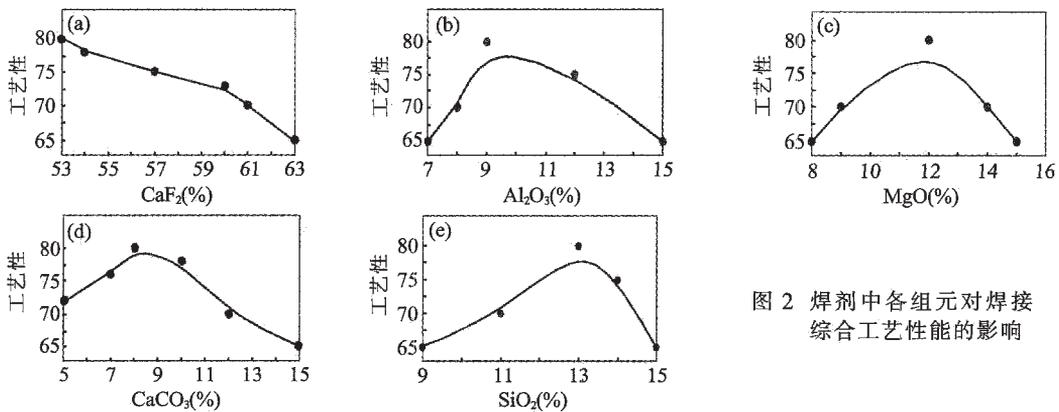


图 2 焊剂中各组元对焊接综合工艺性能的影响

## 4 结论

(1) 所研制烧结焊剂完全适于 1Cr13NiMoVNb 型带极进行高速堆焊的要求;

(2) 用所研制烧结焊剂进行高速带极堆焊时,工艺性能良好,堆焊过程中电弧稳定、无飞溅,焊道成型美观,焊渣能够整块脱落,抗气孔能力较强;

(3) 研制的烧结焊剂与 1Cr13NiMoVNb 型带极配合使用后的检测结果表明,堆焊层金属的化学成分达到用户规定要求。

## 参考文献:

- [1] 李春旭,王希靖,魏继昆,等.高速带极堆焊烧结焊剂的研制[J].甘肃工业大学学报,1992,(12):59-65.
- [2] 魏继昆.宽带极高速堆焊烧结焊剂的研制[J].甘肃工业大学学报,1995,(9):11-14.
- [3] 张军,孙波.不锈钢烧结焊剂的研制[J].焊接,1996,(12):14-16.
- [4] 张福成,徐敬敬,周立兴,等.埋弧自动焊高耐磨堆焊层用焊剂的研制[J].热加工工艺,1998,(5):40-42.
- [5] 张立洁,宗培言.耐磨耐热合金焊剂的研究与应用[J].热加工工艺,1999,(3):47-48.
- [6] 苏仲鸣.焊剂的性能与使用[M].北京:机械工业出版社,1989.23-33.
- [7] 孙芝慧,马彩玲,何少卿.轧辊堆焊用烧结焊剂的研制[J].焊接,2004,(4):38-39.