

冷冲模具堆焊材料及堆焊工艺

⑧24-28

哈尔滨焊接研究所(150080) 刘仁培 赵昆 董祖珏 李翠云

摘要 针对冷冲模具的工作条件、失效形式和性能要求,研制出 CrMoWVTi 合金系堆焊金属,并把它分别配制成钨极氩弧焊用药芯焊丝和焊条两种堆焊材料。试验表明,研制的材料硬度 HRC≥60,耐磨性与 GCr15 相当,抗裂性与热作模具材料接近,是一种适合于冷冲模具堆焊修复与堆焊制造的理想材料。本文还研制了一套冷冲模堆焊工艺。采用研制的堆焊材料及相匹配的堆焊工艺成功地堆焊制造与堆焊修复了一批冷冲模具,经工况运行表明效果良好。

关键词: 冷冲模具 堆焊材料 堆焊工艺

冲模 焊接 堆焊

THE SURFACING MATERIAL AND PROCESS FOR COLD PUNCHING DIES

Harbin Research Institute of Welding Liu Renpei, Zhao Kun, Dong Zujue, Li Cuiyun

TG455
TG385.2

Abstract In the light of the working condition, the failure features and the required performance of cold punching dies, this paper has developed a kind of surfacing metal formula of CrMoWVTi alloy series. As a result, surfacing electrodes for SMAW process and flux-cored wires for TIG welding process have been formulated respectively. The welding material obtained in this research work is appropriate to surfacing repair and manufacture of punching dies because of its following features: First, its HRC hardness is not less than 60. Second, its wear resistance can match steel GCr15. Finally, its weldability, especially resistance to cracking, is close to surfacing materials of thermal forging dies. In addition, the surfacing process has been investigated in this paper. By means of this new kind of welding material and the corresponding surfacing process, some cold punching dies have been repaired and manufactured which function well during practical application.

Key words: cold punch die, surfacing material, surfacing process

0 前 言

目前,冲模的制造工艺有两种:一种为冲模的基体及刃口全部采用高碳、高合金工具钢整体制造。这种制造工艺导致在使用过程中刃口稍有毛病整个凹凸模就要报废。另一种方法为,把高碳高合金钢锻打成镶块后,经过机械加工、热处理等十多道工序,然后拼装、镶嵌在铸铁上下底板上。以上冷冲模制造工艺工序繁多,生产周期长,并要求生产人员有很高的技艺,因而成本高,效益差,不利于产品的更新换代。

如果采用碳钢做凹凸模,采用堆焊方法制造刃口或以普通灰口铸铁为基体,将底板和型体一次整体铸造成功,用堆焊方法堆焊出高硬度合金冲模刃口,将大大缩短制造周期,提高使用寿命,获得较好经济效益。

1 冷冲模堆焊材料研究

研究表明^[1],多种合金元素强化比含量较高的单

一元素强化在保证堆焊金属高硬度的同时更有利于堆焊金属韧性的提高。也就是说,采用多种合金元素进行强化的方式可得到综合性能优良的堆焊材料。本文研究的堆焊材料合金系统的设计思路是采用多种合金元素进行强化。另外,采用正交设计方法安排试验,研究合金元素对堆焊金属硬度、抗裂性、耐磨性的影响,从中筛选出综合性能优良、硬度 HRC≥60 的合金系统。本文还进一步深入研究了稀土元素和 Ti 对堆焊金属韧性的影响,在保持堆焊金属高硬度的同时,又进一步提高了堆焊金属的韧性。最后,研究出了 CrMoWVTi 合金系统的堆焊金属,并对研制的堆焊金属的各项性能进行了试验。

1.1 硬度试验

硬度试验采用 HR-150 型洛氏硬度计测试洛氏硬度值。堆焊试板的材质为 A3 钢。试件共堆焊六层 CrMoWVTi 合金,堆焊层厚度≥7 mm,堆焊层间温度为 300℃,焊后缓冷。硬度试验结果见表 1。

表 1 CrMoWVTi 合金硬度试验结果(HRC)

五点硬度值					五点硬度平均值
60	61	60	61	60	60.4

1.2 抗裂性试验

本文采用直 Y 坡口非标准对接接头刚性拘束抗裂性试验方法是将 CrMoWVTi 系合金堆焊材料同文献[1]研制的 CrWNiMnSi 系热作模具堆焊材料进行抗裂性对比。CrWNiMnSi 系热作模具材料硬度等级为 HRC \geq 48, 已成功地堆焊各类大型热作模具, 抗裂性很好。抗裂性试验试件尺寸见

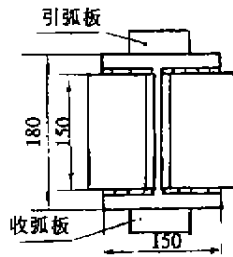


图 1 直 Y 坡口抗裂性试验试件

图 1。试件的底板及对接板材质均为 A3 钢, 底板与对接板的所有连接角焊缝均用 J507 焊条焊两层。试验分别采用 CrMoWVTi 焊条和 CrWNiMnSi 焊条

将两块试件对接坡口焊满, 堆焊层数为六层, 堆焊层间温度为 100℃, 焊后空冷至室温并进行表面着色探伤。试验结果 CrMoWVTi 堆焊层无裂纹产生, 热作模具堆焊材料 CrWNiMnSi 在第六层焊道收弧处有一微裂纹。可见, 新研制的 CrMoWVTi 系合金与热作模具堆焊材料 CrWNiMnSi 合金的抗裂性具有同等水平。

1.3 耐磨性试验

由于大型冷压成形部件所承受的磨损形式主要是金属间磨损, 因此耐磨性以常温粘着磨损试验进行考核。试验在自制的 NZMS-B 型粘着磨损试验机上进行。本试验将 CrMoWVTi 堆焊合金与 GCr15 钢进行耐磨性对比。GCr15 钢试件按冷作模具钢的热处理工艺进行淬火 + 回火处理, 处理后硬度值为 HRC 64.3。试件尺寸见图 2。

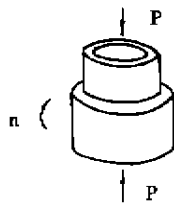


图 2 粘着磨损试验原理图

上试样材质为 40Cr 钢, 下试样分别为 CrMoWVTi 堆焊合金和 GCr15 工具钢。试验时上下试样对磨, 上下试样间所加压力为 4.7 MPa, 上试样转速 60 r/min, 下试样固定。经旋转 1 800 r 后, 在万分之一精度(g)天平上测量下试样磨损失重量, 失重量越小表明材料的耐磨性越好。试验结果见表 2。

由表 2 可见, CrMoWVTi 合金系堆焊金属与 GCr15

冷作模具用钢耐磨性水平相当。

表 2 常温粘着磨损试验结果

材料牌号	平均磨损失重量/g
CrMoWVTi	0.008 6
GCr15	0.008 1

1.4 稀土和 Ti 对堆焊金属抗裂性的影响

试验结果表明, 在 CrMoWVTi 系合金堆焊材料中加入适量的稀土钇和 Ti 时抗裂性能大大提高, 抗裂性试验结果无裂纹; 而只加稀土不加 Ti 或只加 Ti 不加稀土的抗裂试验均有裂纹产生。故稀土和 Ti 联合作用, 抗裂效果最佳。为了进一步分析上述现象的原因, 观察对比了加稀土和 Ti 以及不加稀土和 Ti 的堆焊金属组织, 结果见图 3、图 4。



图 3 CrMoWVTi 系合金含稀土和 Ti 的金相组织



图 4 CrMoWVTi 合金不含稀土和 Ti 的金相组织

从堆焊金属组织来看, 含稀土和 Ti 的 CrMoWVTi 合金组织为隐针马氏体 + 残余奥氏体 + 少量碳化物, 且组织较为均匀(图 3)。而不含稀土和 Ti 的堆焊金属除有隐针马氏体、残余奥氏体和碳化物外, 还有明显的粗大白色带状马氏体组织(图 5)。从抗裂性试件的金相组织可见, 裂纹恰恰是沿着这些白色带状组织产生的。由此可见, 白色带状组织是导致裂纹容易产生的根源(图 5)。从图 3 的金相照片还可以看出, 适量地

加入稀土和 Ti 后可以有效地抑制合金元素的偏析,避免白色带状马氏体组织的产生,使堆焊层组织均匀化,从而使抗裂性明显提高。但试验结果表明, Ti 和稀土的含量不宜过高,否则抗裂性变坏。

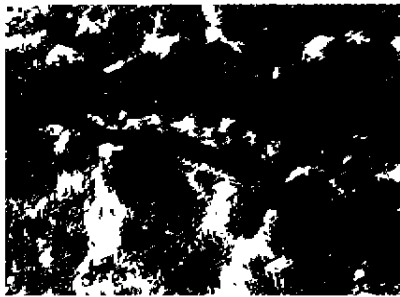


图5 CrMoWVTi合金(不含稀土和Ti)堆焊金属裂纹金相照片

2 冷冲模堆焊工艺

2.1 手工电弧堆焊制造冷冲模工艺

2.1.1 冲模堆焊材料和基材的选择

(1)冲模堆焊材料的选择 冷冲模工作时,刃口部位要承受较大的剪切力、冲击力和压应力,因此要求刃口具有较高的硬度、强度和抗冲击性能,其它部分应具有较高的塑性。本文研制的 CrMoWVTi 合金堆焊金属硬度与市场上常用的冷冲模堆焊焊条相当,但抗冲击能力要强得多,因此是一种极好的冷冲模具刃口部位堆焊材料。

(2)冲模基材的选择 冲模基体主要是起对冲模刃口的支承作用,因此对基体材料的硬度没有特殊要求,但要求有一定的强度和较高的塑性。从提高加工性能和尽量减小加工量的角度出发,冷冲模常选用 45、55 钢做基体材料。对于一些形状复杂的冲压模具,采用灰口铸铁做基体材料并采用铸造方式将底板和形体一次整体铸造而成。

2.1.2 坡口形式及尺寸

根据手工电弧堆焊稀释的影响,当冲模选用 45、55 钢做基体时,一般选用图 6(a)所示的坡口。由铸铁的

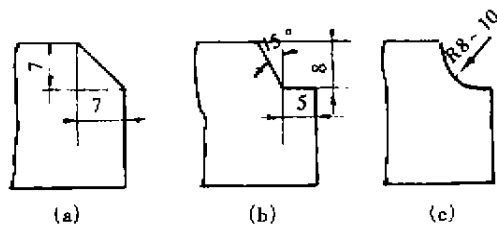


图6 冲模刃口常用的坡口形式

焊接特点可知,堆焊金属越多越容易出现堆焊金属剥

离现象。也就是说,在满足使用要求的情况下,堆焊金属越少对堆焊越有利,因此铸铁基体的坡口有时加工成图 6(b)所示的形式。另一方面,由于堆焊金属与铸铁基体的接触面积越大,越增加强度,因此图 6(c)的坡口形式也常被人们采用。

2.1.3 焊前准备

模具堆焊前应做以下几方面的准备。

(1)将焊条放入烘干箱内在 300℃ 温度下烘干 1~2 h 后取出使用;

(2)设计坡口形式,并加工坡口;

(3)模体在预热前需将堆焊部位的油污及锈点清理干净;

(4)模具清理完后放入箱式炉中预热,预热温度为 450℃ × 2 h。

2.1.4 堆焊过渡层

当采用碳钢做冲模基体时不用堆焊过渡层,但当采用灰口铸铁作基材时一般应堆焊过渡层。

众所周知,由于铸铁具有含碳量高、强度低、塑性差、对冷却速度敏感性强等特点,因此铸铁的可焊性差,焊接过程中容易出现白口和裂纹。若把高硬度的堆焊金属和铸铁基体直接焊接在一起,则焊接过程中堆焊金属容易出现裂纹和剥离现象,故应堆焊过渡层。

目前常用的过渡层材料有两种:一种为碱性低氢型的结构钢焊条 J427 或 J507;另一种为抗裂性很好的镍基铸铁焊条如 Z308。由于堆焊过渡层时,母材中大量的 C、Si、S 等元素进入熔池使焊缝变成 C、Si、S 较高的高碳钢组织,因而焊缝硬度高且易产生裂纹。针对上述冶金特点,堆焊过渡层时仍应采取一些措施。

(1)尽量减小熔合比,控制母材中 C、Si、S 等元素进入焊缝。为此应采用小电流、细直径焊条焊接,电源极性为直流反接;

(2)短焊道、断续焊,每段焊道以 50 mm 左右为好。停弧后应立即锤击焊缝金属,用力适中,以焊缝金属呈麻点状为宜。其目的是使焊缝产生塑性变形,松弛焊接应力;

(3)焊接速度不宜过慢,且不做横向摆动或只做很小的摆动,以减小焊缝金属在红热状态下的停留时间;

(4)收弧时应填满弧坑,避免弧坑裂纹;

(5)只焊一层过渡层材料。

2.1.5 堆焊合金层

当模体按规定要求预热或堆焊过渡层后,可堆焊合金层。堆焊合金层时应注意以下几点:

(1)堆焊应由坡口中心开始向两外侧熔敷焊道;

(2)当堆焊铸铁基冷冲模时,合金层不得与铸铁基直接接触;

(3)层间温度应不低于 150℃(CrMoWVTi 堆焊金属的 MS 点为 150℃),以减小堆焊金属的冷裂敏感性和硬度不均匀性;

(4)为了提高焊接质量、减小加工余量,可以采用紫铜板强迫成形(图 7);

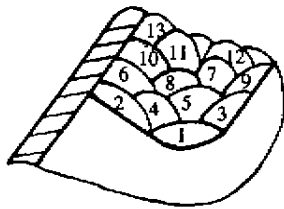


图 7 紫铜板强迫成型堆焊示意图

(5)焊完一层焊道后打渣,焊渣一定要清除干净,以免夹渣。堆焊第二层时要错开焊缝;

(6)必须堆满坡口,不得缺肉,保证刃口磨削加工完后满足尺寸要求,堆焊金属的尺寸与成型见图 8。

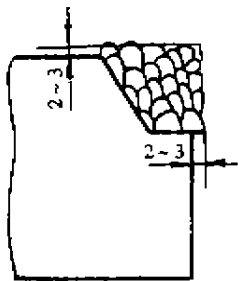


图 8 堆焊金属的尺寸与成型

2.1.6 焊后热处理

冲模堆焊完后应立即进行消除应力回火。表 3 为 CrMoWVTi 堆焊金属回火温度与硬度的关系。可见,采用 CrMoWVTi 堆焊材料修复的冷作模具回火温度选择 500℃,保温时间 2 h 为好。回火温度太高,堆焊金属的硬度降低,太低达不到消除应力效果。

表 3 CrMoWVTi 系合金堆焊金属硬度与回火温度的关系

回火温度/℃	保温时间/h	
	2	4
450	59.8	-
500	60	58.3
550	56.5	-

2.1.7 检查堆焊层表面缺陷并机械加工

热处理后,机械加工前应进行堆焊层的表面探伤。常采用的探伤方法有着色探伤和磁粉探伤两种。探伤后,如发现缺陷应用砂轮清除并采用局部补焊法进行补焊。局部补焊时一般采用冷焊法,当发现缺陷尺寸较大时也可采用热焊法。补焊过程中,每次停弧后应

立即锤击焊缝金属,用力要适中,以焊缝金属呈麻点状为宜。当确定堆焊层无任何缺陷后方可进行磨削加工。加工过程中若发现有缺肉现象时,应及时补焊,防止加工后再补焊时破坏模具的刃口尺寸及产生焊接变形。

2.2 修复旧冷冲模堆焊工艺

对使用后的冷冲模产生的局部刃口塌陷、裂纹或掉块等缺陷,可选用以下两种工艺方案,用 CrMoWVTi 系合金堆焊材料进行堆焊修复。

2.2.1 采用手工钨极氩弧焊修复冷冲模具

采用手工钨极氩弧焊修复冷冲模具的优点是熔深浅,稀释率低、热影响区小,收缩量也较小。当对刃口进行堆焊时,可较好地保护棱角完好无损。采用手工钨极氩弧焊修复冷冲模具时,应严格执行有关氩弧焊焊接工艺[2];手工氩弧焊修复冷冲模的其它工艺措施,如预热温度、堆焊次序、焊后热处理、探伤及加工方法等与手工电弧堆焊制造冷冲模内容基本相同,这里不再介绍。

2.2.2 手工电弧堆焊修复冷冲模具

手工电弧堆焊修复冷冲模具的工艺过程与手工电弧堆焊制造冷冲模具的工艺过程有许多相似之处,这里只介绍在操作工艺上的不同之处:

(1)堆焊前只对损坏部位用砂轮磨削 5~7 mm 的坡口,并清理待焊处的油污;

(2)堆焊过程中尽量选择小直径的焊条,采用小电流直线往返运条。堆焊时,应从损坏部位后方 10 mm 处起弧然后转到前端部,稍停片刻电弧下压向前挤出部分铁水与损坏部位结合后迅速拉开电弧。当焊到损坏刃口后端部时,同样压低电弧稍停片刻,电弧下压,向后从弧坑中挤出部份铁水,然后反时针收弧。这样可避免两端出现 V 型缺口。

采用以上堆焊工艺,我们为有关厂家堆焊修复了一些冷切边模、落料模和各类冷剪刀,为工厂带来了较大经济效益。同时,多次解决了冷作模具加工超差的问题,解决了工厂的燃眉之急。

3 结 论

(1)研制的 CrMoWVTi 系合金堆焊材料在耐磨性方面与 GCr15 相比具有同等水平,抗裂性与成熟应用于热作模具堆焊的 CrWNiMnSi 材料相当,堆焊金属硬度 HRC≥60 以上,是一种适用于冷冲模具堆焊修复与堆焊制造的新材料;

(2)研制了一套完整的冷冲模堆焊制造和堆焊修复工艺,并采用研制的工艺修复了一些冷冲模具,效果显著。

- (11)
- 2 黄文哲,焊工手册.北京:机械工业出版社,1993.

(收稿日期 1999 08 23)

参考文献

- 1 刘仁培.热锻模具堆焊材料、工艺研究及应用.焊接,1992

作者简介:刘仁培,1962年生,硕士,高级工程师。

弧焊逆变器的全面保护设计技术的探讨

① 20
28 31

西安交通大学(710049) 朱锦洪
 北京工业大学(100022) 史耀武
 洛阳工学院(471039) 梁文林

摘要 较详细讨论了弧焊逆变器的全面保护设计技术,分析了可能的各种工作状态,提出了相应的保护措施。

关键词: 弧焊逆变器 可靠性 保护 全面保护设计 焊接

DISCUSSION ON THE COMPREHENSIVE PROTECTION OF ARC WELDING INVERTER

Welding Insititudo of Xian Jiaotong University **Zhu Jinhong**
 Beijing Polytechnic University of Industry **Shi Yaowu**
 Luoyang Institute of Technology **Liang Wenlin**

TK434-1

Abstract Design technology of comprehensive protection for arc welding inverter is discussed in detail, all possible working states are analyzed, and corresponding protective measures are proposed.

Key words: arc welding inverter, reliability, protection

0 前言

逆变式焊机以其优越的技术和经济指标,已经得到了迅速发展,但可靠性问题一直为人们所关注,保护技术对弧焊逆变器设计是十分重要的。事实证明,如果没有完善的保护措施,在正常条件下工作良好的逆变焊机,就很难保证不在复杂的实际使用环境中损坏,影响产品的可靠性^[1]。

因此,在设计之初,就要对逆变焊机的保护问题充分考虑,即根据弧焊逆变器各种工作状态,就逆变电源的各个组成部分,采取有效的保护措施。本文在对弧焊逆变器的研究中,提出全面保护设计技术,实验表明起到了显著效果。这里介绍了其设计思想和方法,希

望有助于可靠性的提高。

1 全面保护设计

逆变电源的组成见图1。全面保护设计中,对弧焊逆变器输入、内部和输出等各个环节,对于实际工作中可能出现的静、动态过程,包括一些偶然的因素,均采

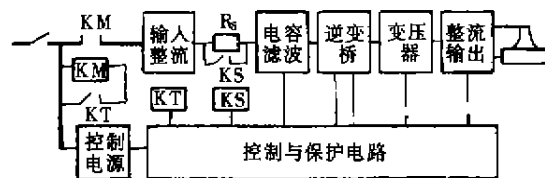


图1 弧焊逆变器的组成