

服役,然后多次堆焊修复循环利用,直到最终报废,全部过程都在轧钢厂,用户很容易实现轧辊的终身跟踪管理。这种改进的堆焊修复大型轧辊的方法和工艺过程可供更多轧钢厂借鉴。

(收稿日期 2005 08 02)

作者简介: 王银军,1972年出生,工程师,从事焊接、涂镀工艺研究。

内燃机车柴油机气门等离子堆焊故障分析及改进措施^①

兰州理工大学(730050) 张富邦 侯尚林 胡春莲
武汉材料保护研究所(430030) 童向阳

摘要 分析了内燃机柴油机车气门堆焊成品率波动的影响因素,针对分析出的原因提出一系列改进措施,经批量生产表明,采取这些措施可以显著提高堆焊成品率。

关键词: 气门 等离子 堆焊成品率

FAILURE ANALYSIS AND IMPROVEMENT MEASURES ON PLASMA SURFACING VALVE OF DIESEL

Lanzhou University of Technology
Wuhan Research Institute of Materials Protection

Zhang Fubang, Hou Shanglin, Hu Chunlian
Tong Xiangyang

Abstract The influence factors on fluctuating ratio of plasma surfacing valve of diesel engine in internal-combustion were investigated and improvement measures were given. The ratio of the finished products was remarkably improved when these measures were adopted.

Key words: valve, plasma, finished product ratio

0 前 言

国内铁路货运作业中大量使用的DF-4型内燃机车在进厂大修时,一般将柴油机上的64支气门全部更换。20世纪90年代末期,部属的机车大修厂相继具备了内燃机气门制造能力,但生产中的关键工序——阀口等离子堆焊的成品率极不稳定,经常在

30%~90%范围内波动,严重地影响了气门的稳定生产。

1 生产现状

1.1 堆焊粉末

某机车厂曾使用上海司太立公司生产的stellite158L粉末,其化学成分见表1,物理性能见表2。

表1 Stellite 158L粉末化学成分(%)

B	C	Cr	Fe	Mn	Mo	Ni	Si	W
0.5~0.7	0.7~1.5	26~28	3.0	0.1	0.5	3.0	1.6~2.2	4~6

① 甘肃省自然科学基金资助项目(ZS032-B25-006)

表 2 Stellite 158L 合金粉末物理性能

松装比/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	流动性/($\text{s}\cdot(50\text{g})^{-1}$)	硬度(HRC)	粒度(目)
4.2~4.7	15~18	38~42	60~200

1.2 生产工序

气门生产基本工序:毛坯初加工→粗车圆弧面及阀口开槽→阀口堆焊→粗车、粗磨阀口密封面、大端外圆→涡流探伤→热处理→半精加工及精加工→二次探伤(涡流或着色探伤)→抛光。图 1 为机车气门密封面堆焊示意图。Co-Cr-W 合金堆焊部位在粗车圆弧面及阀口开槽处,机加工关键工序(如加工圆弧面及阀口开槽)采用数控或仿型机床,加工质量均稳定,故障基本出现在堆焊层处。

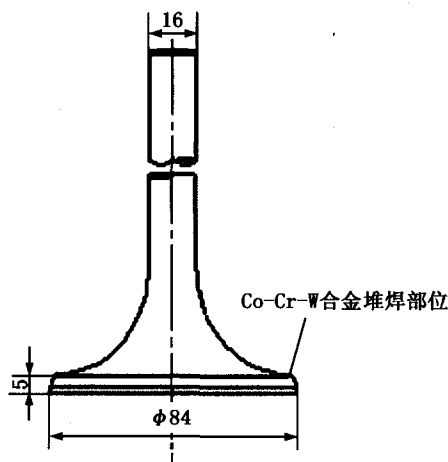


图 1 机车气门密封面堆焊示意图

1.3 堆焊设备

该厂所用设备为国产气门堆焊设备,基本配置为:DP500 型堆焊控制柜+两台 ZXG-250 型硅整流焊机+高频振荡器+堆焊机床,在堆焊机床前面板处通过手轮可调整焊枪前后及左右位置。

1.4 故障表现

按照工艺要求,气门堆焊完后初磨锥面及外圆即进行涡流探伤,涡流探伤机用标准试样校准后,若工件缺陷电平值高于设定气门限值,探伤机即以蜂鸣声报警,蜂鸣处即为缺陷处。

在探伤过程中发现以下规律:

(1) 缺陷基本出现在起弧与收弧的搭接处,正常焊道处出现缺陷的机率极小,不足 5%。

(2) 出现缺陷前可能没有任何先兆,成品率突然急剧下降。

(3) 一旦成品率出现急剧下降,此时再调整工艺参数效果不明显。

(4) 即使将起弧处和收弧处都移到毛坯开槽以外,也难以消除缺陷,缺陷总是出现在焊道搭接处。

(5) 不管一次堆焊成品率如何,以比正常堆焊略小的电流、一半的送粉量、相同的转动速度补焊一圈,甚至仅补焊有缺陷的地方,其补焊成品率一般都不低于 90%。

(6) 在涡流探伤报警处进行着色探伤,可发现缺陷呈细丝状或细小的斑点形成的团块,其面积越大,涡流探伤的报警值也越大。有时缺陷也表现为裂纹形状,用肉眼观察团块处的颜色与正常焊道处略有不同。

2 故障分析

根据缺陷出现的规律我们得出结论:

缺陷出现的根本原因在于搭接处熔池的散热条件不同。正常焊道处熔池的主要散热方向有两处:基体和已凝固的后方焊层,而搭接处则有三处:后方已凝固的焊道、前方搭接上的焊道、基体。当合金粉末中 C, Si, B 三种元素的成分波动较大,导致粉末熔点升高时,粉末在熔池中熔化不充分。尤其是粉末粒度较粗,表面氧化层较厚,在弧焰中飞行时间较短而不能充分预热时,如果粉末进入弧柱的方向控制不好,会更加剧这种缺陷的产生,未充分熔化的粉末之间形成细微的间隙,在极端情况下可发展成裂纹^[1]。

3 改进措施

根据故障表现的状况及设备在使用中反映出的问题,我们从设备、堆焊粉末、堆焊工艺等多方面采取了一系列改进措施。

3.1 设备改造

原有的国产气门等离子堆焊设备为 20 世纪 90 年代初期的技术水平,在使用中反映出以下不足:

(1) 程序编程不合理,集中表现在转弧建立、送粉、转动三个重要堆焊动作的前后顺序及间隔上。起弧时有时粉末送粉不及时而烧塌基体,有时熔化不充分而在焊层与基体结合处形成疏松。

(2) 焊接电流显示及调节精度不够。原控制柜转弧电流显示仪表为 500 A 指针式直流电流表,每小格显示值为 20 A,电流调节电位器的调整范围太大,稍一调动电流变化即在 20 A 以上,远不能适应堆焊电流不高于 120 A,调节范围仅为 5~10 A 的气门堆焊的要求。

(3) 调速输出波动太大。摆动、送粉、转动等直流调速电压输出均存在较大波动(3~5 V)。显示采用150 V 指针电压表,量程太大,显示精度偏低。

(4) 堆焊枪结构陈旧,电弧特性不佳。电弧不是过软导致转移弧频繁漂移,就是电弧刚性过强,导致熔深过大,稀释率过高,影响焊层质量。

针对以上问题,我们用武汉材料保护研究所20世纪90年代末期研制的PTA-400型通用堆焊控制柜取代了原有的旧式控制柜。该控制柜采用PLC控制方式,数字显示,其显示精度为1 V(A),调速输出精度为 ± 1 V,根据气门堆焊工艺要求合理编制了操作程序,同时用我所研制的QLB-200型气门堆焊专用焊枪替代原有的老式通用焊枪,其良好的电弧特性及易损件较长的使用寿命基本满足长时间大批量气门堆焊要求。

3.2 堆焊粉末

从实际使用中我们认为原选用的stellite158 L粉末

的工艺性不佳,具体表现为对工艺参数的变化过于敏感,微小的变化(如成分波动、预热温度、堆焊电流、电弧状态等)容易导致熔池状态及焊层质量大幅度变化。经过筛选我们选用了兰州理工大学合金粉末厂生产的Co-08钴基合金堆焊粉末,该厂编制的产品样本上介绍其具有良好的耐蚀、耐热及耐磨性能,至800℃时仍可正常使用,较适应柴油机气门工况。其化学成分及硬度见表3。

3.3 堆焊工艺参数

程序形式为自动:从起弧到衰减均自动完成。

非弧形式为连续:在堆焊过程中非弧始终建立。

动作顺序:非弧建立→摆动→送粉→转弧建立→转动→堆焊→1圈焊完后停粉→转弧开始衰减并切断→转动、摆动停止。

堆焊工艺参数见表4。

表3 Co-08粉末化学成分及硬度

化学成分(%)								松装比/ (g·cm ⁻³)	流动性/ (s·(50g) ⁻¹)	硬度 (HRC)	粒度 (目)
C	Cr	Fe	Mn	Mo	Ni	Si	W				
1.2~1.5	28~32	3.0	1.5	1.5	2~3	1.0~1.5	8~10	4.2~4.7	16	42~46	140~280

表4 堆焊工艺参数

非弧 电压/V	非弧电流 /A	转弧电压 U/V	转弧电流 /A	摆幅 /mm	摆动频率 /Hz	转动 电压/V	送粉量 /(g·min ⁻¹)	离子气流量 /(L·h ⁻¹)	送粉气流量 /(L·h ⁻¹)	保护气流量 /(L·h ⁻¹)
15~18	30~40	22~24	105~115	6~8	45	20	25	200	200	600

3.4 焊前及焊后处理

一般采用焊前预热,预热温度在400~500℃,保温时间为30 min。有条件时可采用箱式炉预热,保证每根气门预热时间相同,也可采用开放式电热丝加热板预热,预热程度以气门锥面颜色刚发蓝为准。后一种方式加热速度快,但不如前一种方式加热均匀。根据实验结果,我们认为采用较高的加热温度,较短的加热时间效果较好,此时气门表面的氧化膜明显薄一些,堆焊时熔池的浸润性更好。

焊后一般以560℃保温1 h后随炉冷却,消除钴基合金在417℃的晶型转变时产生的组织应力^[2]。

4 结 论

机车气门堆焊是一个复杂的系统工程,其影响范围因素众多,涉及到堆焊程序、控制堆焊参数选择、堆焊枪设计、堆焊粉末选择及质量控制、毛坯设计、甚至

氩气纯度等多个方面,这就要求技术人员综合考虑各个影响因素,找出影响堆焊质量的根本原因。综合采用以上措施后,气门堆焊一次成品率可基本稳定在90%以上,该技术目前已应用于南车集团下属的两大内燃机车大修厂,取得了较为满意的效果。

参 考 文 献

- 1 詹祖保,吴子健,童向阳,等.柴油机气阀、阀座粉末等离子堆焊.材料保护,1995(4):25~27
- 2 詹祖保,童向阳,易国森.高温高压蒸气截止阀密封面等离子堆焊.焊接,1996(7):12~14

(收稿日期 2005 06 28)

作者简介:张富邦,1962年出年,工程师,长期从事合金粉末的研究、开发和应用。