

## 应用技术

## 等离子喷焊在三偏心蝶阀上的应用

陈克选<sup>1</sup>, 白雪梅<sup>1</sup>, 李建国<sup>2</sup>, 李春旭<sup>1</sup>, 陈晶<sup>1</sup>

(1. 兰州理工大学有色金属省部共建教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730050;

2. 兰州石油化工机械研究所, 甘肃 兰州 730050)

**[摘要]** 三偏心金属密封蝶阀由于具有耐腐蚀性好、密封可靠、开启力矩小等优点, 逐步得到广泛应用。为提高密封面耐磨性, 延长使用寿命, 需对密封面进行改性处理。在采用自动等离子喷焊代替手弧焊实现三偏心蝶阀密封面喷焊的过程中, 出现了喷焊面非线性位移、焊层开裂等问题。在研制以单片机 80C196KC 和 CPM2A-60CDR-A 可编程控制器为核心组成的喷焊自动跟踪控制系统的基础上, 经过大量工艺试验, 合理选择喷焊材料和工艺参数, 在不预热条件下, 得到成形均匀、无裂纹等缺陷、质量符合要求的自动等离子喷焊层, 此成果已成功应用于实际产品的生产上。

**[关键词]** 三偏心蝶阀; 跟踪控制; 等离子喷焊

**[中图分类号]** TG174.442

**[文献标识码]** B

**[文章编号]** 1001-3660(2008)06-0084-03

## Application of PTA in Tri-eccentric Butterfly Valve

CHEN Ke-xuan<sup>1</sup>, BAI Xue-mei<sup>1</sup>, LI Jian-guo<sup>2</sup>, LI Chun-xu<sup>1</sup>, CHEN Jing<sup>1</sup>

(1. College of Material, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China;

2. Lanzhou Petrochemical Machinery Institute, Lanzhou 730050, China. )

**[Abstract]** With the advantages of good corrosion resistance, reliable seal, small unsealed moment and so on, tri-eccentric metal seal butterfly valve is increasingly applied extensively. In order to improve wearing resistance of the seal and prolong the operational life span, surface modification must be done to the seal. In the process of tri-eccentric butterfly valve surface welding through plasma transferred arc welding instead of manual metal arc welding, some problems appear, such as nonlinear displacement of PTA surface and welding coat crack. Based on the development of the automatic tracking control system of plasma transferred arc welding with MCU 80C196KC and PLC CPM2A-60CDR-A as its core components, under the condition of no preheating environment, through a great lot of technical experiment, rational material selecting of PTA and technologic parameter, the uniform transferred arc welding coating without crack disfigurement was obtained, which accords with the quality requirements. The achievement has been applied in the actual production of the product successfully.

**[Key words]** Tri-eccentric butterfly valve; Tracking control; Plasma transferred arc welding

## 0 引言

三偏心蝶阀是近些年出现的一种新型蝶阀, 它由蝶板和阀座组成, 可实现零泄漏, 具有密封副零摩擦、耐高温高压、寿命长的特点, 在石油、化工、冶金、船舶及水利中逐步得到广泛的应用。

三偏心蝶阀是由 2 个垂直于圆锥体任一母线的平行面截取而得的, 密封面是圆锥体的表面, 宽度为 10~20mm。三偏心蝶阀具有 3 个偏心, 第 1 个偏心是阀杆中心偏离密封面中心线, 第

2 个偏心是阀杆中心偏离管道中心线, 第 3 个偏心是蝶板锥面轴线与管道轴成一个角度<sup>[1]</sup>, 见图 1。

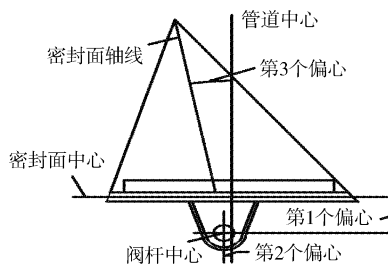


图1 三偏心蝶阀结构图

Figure 1 The structure of tri-eccentric butterfly valve

由于该蝶阀用于高温、高压金属面的密封, 其蝶板的密封面材料必须具备耐温、耐压、耐腐蚀、耐冲刷、高表面硬度的特性,

**[收稿日期]** 2008-09-10

**[作者简介]** 陈克选 (1962-), 男, 山西临猗人, 教授, 博士, 主要从事材料加工和表面工程设备及工艺研究工作。

因此,必须对蝶阀蝶板的表面进行改性处理。目前国内仍采用传统的手工堆焊工艺,但其焊接技术难度高,生产效率低,生产成本低,而且焊接工作环境恶劣,无法保证工件堆焊质量<sup>[2]</sup>,显然已不适应工业自动化发展的要求。我们希望能采用机械化、自动化的粉末喷焊工艺与设备来完成蝶板密封面的喷焊。

## 1 等离子喷焊简介

等离子喷焊工艺属于表面技术领域,它是应用氩气等离子弧作高温热源,采用自熔性合金粉末作填充金属的一种表面熔覆合金的新技术<sup>[3]</sup>。由于该方法具有喷焊层质量和工艺稳定性好,成形尺寸范围宽,节省喷焊材料,生产效率高,易于实现机械化和自动化操作等特点,在机械零件的修复以及新产品的表面改性等方面得到了广泛的应用<sup>[4-5]</sup>。因此,等离子喷焊技术能够提高三偏心蝶阀的密封性能,具有实际的应用价值。

但是,在焊接三偏心蝶阀蝶板密封面的过程中,自动等离子喷焊技术存在如下技术难点:三偏心蝶阀的旋转中心是圆锥体的轴线,这样是为了使得待喷焊的密封面在转为最高位置时成水平位置,在蝶阀喷焊过程中,不会产生纵向位移<sup>[6]</sup>。由于蝶阀的这种特殊安装方式,使蝶阀在旋转时,密封面会左右移动,产生横向位移的偏移量,见图2。因此,如何使焊枪跟踪蝶阀横向的位移轨迹,是系统的关键。

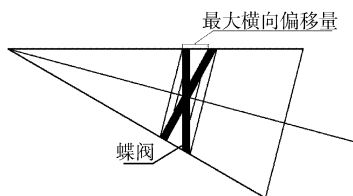


图2 三偏心蝶阀横向位移形成示意图

Figure 2 Formation of lateral displacement

由于工艺参数和合金粉末选择不当,喷焊层可能会出现裂纹,影响喷焊层的性能。因此,防止喷焊层出现裂纹也成为一大难点。

## 2 三偏心蝶阀自动跟踪等离子喷焊系统

本文研制的三偏心蝶阀自动跟踪等离子喷焊系统采用可编程控制器(PLC)和单片机 80C196KC 作为过程控制和跟踪控制系统的核心,同时主电路采用双 IGBT 逆变电源作为等离子喷焊电源。可编程控制器负责系统的电气逻辑控制,主要实现水泵、高频、主弧、维弧、摆动、气流量、送粉量、工件转台调速、水温、水压检测等过程控制并协调喷焊各部分工艺。同时,跟踪系统采用 GA 型位置传感器进行偏移量信号采集,单片机 80C196KC 对其进行 A/D 转换,中值滤波计算处理,最后通过驱动器控制步进电机带动机械部分,实现对三偏心蝶阀蝶板的实时跟踪,最终实现三偏心蝶阀高质量等离子喷焊。控制系统如图 3 所示。

## 2.1 PLC 控制系统

系统选用 OMRON 公司的 CPM2A-60CDR-A 可编程控制器作为主控制硬件系统的核心。PLC 输入/输出端口配置及主控

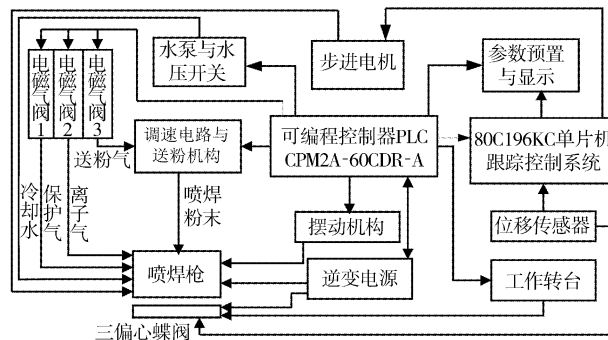


图3 喷焊控制系统框图

Figure 3 PTAW control system

制系统软件的设计按照三偏心蝶阀等离子喷焊工艺流程的要求确定。该控制系统包括显示与控制 2 部分。显示器有反映控制柜与水泵的状态指示灯,冷却水温度超标、冷却水压力不足、送粉气及离子气气路受阻等报警系统及主弧维弧电流、电压、送粉速度、喷枪摆动、行走速度及转台转速等参数的数码显示。控制器包括实现程检、自动、手动、停机检查等功能转换及转台、摆动、送粉、高频、跟踪的起停控制。

## 2.2 跟踪控制系统

为了提高跟踪控制系统的跟踪精度和响应速度,系统采用单片机控制器和步进电机的跟踪系统模式。跟踪控制系统由单片机控制系统、步进电机和驱动器、位移传感器、滚珠丝杠组成。传感器采用 GA 型位移传感器,测量范围 0~200mm,输出电压 0~5V。滚珠丝杠摩擦阻力小,传动效率高(90%以上),磨损小,精度易保持,螺距 5mm。跟踪步进电机采用二相混合式步进电机,并配具有细分功能的驱动器。单片机控制系统以高性能 16 位单片机 80C196KC 为核心,由单片机最小系统、串行通信接口电路、参数预置与显示电路及采样、脉冲输出电路等部分组成。

系统以蝶阀的横向偏移量为输入,以焊枪的位移量作为输出,以焊枪作为系统的控制对象。位移传感器把蝶阀横向位移量转换成模拟信号,单片机把模拟量转换成数字量后,进行数据处理,输出控制步进电机的方向和脉冲信号,步进电机通过滚珠丝杠带动焊枪实时跟踪蝶阀的密封面。

### 3 等离子喷焊工艺试验

在成功完成三偏心蝶阀等离子喷焊设备的研制及调试之后,针对三偏心蝶阀喷焊的要求,分别对不同直径尺寸的三偏心蝶阀采用多种喷焊粉末进行了反复喷焊工艺试验。表1为试验所用粉末的化学成分与喷焊层硬度。

在初始试验中,出于对蝶阀的保护,我们首先选用 15mm 厚的钢板代替蝶阀、工作平台代替转台,用 F311 粉末进行喷焊试验。各部件运转正常,焊缝成型美观,未见气孔与裂纹出现,也未出现其他问题。

之后我们针对三偏心蝶阀喷焊的要求,对焊接工艺参数及粉末的选择进行了大量的喷焊工艺试验。表2为几次典型工艺试验的记录。

第Ⅰ组焊缝外观较好,但有裂纹出现;第Ⅱ组在原参数基础上,适当调整焊接规范,减少线能量,降低主弧电流,延长摆动左

表1 粉末的化学成分与喷焊层硬度

Table 1 Chemical elements of alloy powder and hardness of welding coat

粉末型号	元素的质量分数/%										喷焊层硬度
	C	B	Si	Cr	Ni	Mn	Mo	W	Co	Fe	HRC
Ni60	0.6~0.8	2.5~3.0	4.0~5.0	16~18	余量		2~5			≤5	60.4
F311	0.3~0.6	1.0~2.0	2.5~3.5	5~7	28~32					余量	43.2
Fe42	0.15~0.25	1.5~2.5	2~3	18~22	8~11	0.2~0.5	2~5	1~2	2~3	余量	42.6
Fe-4	≤0.1	1.5~2.5	2~3	17~19	8~9	0.2~0.5	0.5~1.5	1~2		余量	39.54
F321	≤0.15	1.3~1.8	0.5~1.5	12.5~14.5		0.2~0.5	0.5~1.5			余量	44.3

表2 焊接工艺参数

Table 2 Technological parameters of welding

编号	蝶阀尺寸/mm	合金粉末	焊枪高度/mm	主弧电流/A	维弧电流/A	转台速度/(m·min <sup>-1</sup> )	离子气/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	保护气/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	送粉气/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	摆动幅度/mm	摆动频率/Hz
I	φ600	Ni60	10	151	38	0.14	0.41	0.1	0.15	2.5	1.6
II	φ700	Fe42	12	130	30	0.14	0.38	0.05	0.25	4	8
III	φ700	Fe-4	12	110	30	0.12	0.38	0.2	0.25	5	3
IV	φ1 000	F321	12	135	38	0.05	0.4	0.2	0.25	7.5	1.5

右停留时间,并且换用抗裂性能较好的铁基粉末<sup>[7]</sup>,得到的焊缝总体成型符合要求,但车削加工后仍有3条裂纹出现;在继续选择合适的粉末并调整焊接规范后,第Ⅲ组和第Ⅳ组得到符合要求的焊缝,车削加工后未出现气孔、裂纹,焊接规范符合喷焊要求。

以上几套喷焊工艺,焊前均未对三偏心蝶阀蝶板采用预热处理工艺,并且焊后不需要对蝶阀进行保温处理。这样不但较大地提高了喷焊生产效率,同时节省了一套焊后热处理设备。

## 4 结 语

喷焊控制系统合理可行,跟踪控制精度高,工作稳定可靠,操作方便,抗干扰能力强,能够实现三偏心蝶阀等离子喷焊过程的自动化。通过大量试验优化等离子喷焊工艺,实现了三偏心蝶阀的高质量喷焊。

## [参 考 文 献]

- [1] 丁庆新,刘国伟. ZO 系列三偏心蝶阀的研究及应用[J]. 城市管理与科技,2000,2(4):33-36
- [2] 陈有志,邢卫平,张勤,等. 等离子喷焊技术在大口径冶金阀密封面生产的应用[J]. 河北冶金,1995,38(4):43-46
- [3] 谭昌瑶,王钧石. 实用表面工程技术[M]. 北京:新时代出版社,1998. 1-2
- [4] 刘雪梅,张彦华. 高能束粉末堆焊技术[J]. 表面技术,2005,34(4):9-11
- [5] 王银军. 等离子喷焊工艺试验及其在热轧导卫板上的应用[J]. 表面技术,2005,34(4):58-59,61
- [6] 张晓华,邢全鱼,谢琦. 大口径蝶阀蝶板组合密封面的加工[J]. 阀门,2003,32(6):19,22
- [7] 王德权,李爱国,侯占奎,等. 通用阀门密封面喷焊材料及密封副的研究[J]. 阀门,1995,24(2):19-24

(上接第70页)

外侧无剥落起皮现象。

4) 热震法检验 加热至(200±10)℃保温1h后水冷,反复进行50次,无起泡起壳现象。

经检验,复合刷镀层符合相关国家标准。

## 3 结 论

1) 特殊预处理是刷镀铸铝零件最主要的工序,可有效地防止铸铝表面的再氧化,使后续刷镀层结合力好,防止了刷镀层易剥落的弊端。

2) 电刷镀修复工程机械的铸铝箱体类零件,刷镀层硬度

可达613HV,具有很好的耐磨性,可极大提高零件的使用寿命。

3) 按照国标 GB2933-86《轻工产品金属镀层的结合强度测试方法》对刷镀层进行检测,无起皮、脱落、起泡、起壳现象,刷镀层质量好。

## [参 考 文 献]

- [1] 姚恩静. 铝及铸铝电刷镀银[J]. 电镀与环保,2001,21(4):17-18
- [2] 王新坤,王东峰,闫旭. 飞机硬铸铝构件战时表面划伤电刷镀快速修复[J]. 表面技术,2005,34(3):48-53
- [3] 杨建明,朱荻,曲宁松. 脉冲电沉积超细晶粒 Ni-Mn 合金的显微硬度[J]. 表面技术,2004,33(6):40-42