

生产应用

阀体密封面镍基堆焊工艺

华东理工大学机械与动力工程系(上海市 200237) 林砺宗 刘义崇 刘晓垒 张晓进

摘要 介绍了一种改善旋转止回阀密封面性能的镍基堆焊工艺。采用熔化极惰性气体保护堆焊方式,在阀体密封面上均匀地熔敷镍基合金的耐磨焊层,从而达到改善阀体密封面的表面质量,显著延长阀体寿命的目的。针对旋转止回阀密封面的三维曲面结构,设计了特殊的焊接工艺,并按照这种工艺思想设计制造了执行机构和控制系统,准确地完成了堆焊工艺过程,达到了项目的各项技术指标。

关键词: 密封面 镍基合金 堆焊 工艺

SURFACING TECHNOLOGY OF Ni-ALLOY ON VALVE'S SEALING FACE

East China University of Science and Technology

Lin Lizong, Liu Yichong

Liu Xiaolei, Zhang Xiaojin

Abstract Surfacing technology of Ni-alloy to improve the sealing face of valve was introduced. Using the MIG surfacing method, Ni-alloy was deposited evenly on the sealing face of valve to enhance the performance and prolong the life of the valve. Special welding technology was designed according to 3D structure of the sealing face. The automatic welding machine and control system were made to perform the complex surfacing technology, which met the need of the project.

Key words: sealing face, Ni-alloy, surfacing, technology

0 引言

管道阀门在国民经济各个部门中有着广泛的应用。阀门在气体、液体、粉末材料输送的管路系统中控制流体的压力、流量和流向,具有导流、截流调节、节流、防止倒流、分流或溢流卸压等功能。影响阀门使用寿命的主要因素之一是阀门密封面的损坏。选用性能良好的材料堆焊密封面,可以显著延长阀门的使用寿命,同时又节省大量贵重合金材料^[1]。所以对阀体密封面堆焊技术的研究具有非常重要的经济价值。

某企业为一家国外公司生产一种大直径旋启式止回阀体,其基体为灰铸铁铸件,通径尺寸为 76.2 ~ 508 mm(3 ~ 20 inch)不同的规格。为提高产品质量和阀体密封面性能,需要在其表面熔敷耐磨、高硬度的材料层。为此,给该公司设计了一种密封面自动堆焊系统。

1 焊接基本要求

1.1 阀体密封面结构

旋启式止回阀内部密封面是阀体上的最关键的部分,一般由一对密封副组成:一个在阀体(或阀座)上,另一个在闸板(或闸瓣)上^[1]。此阀体上的密封面是一个分布在圆柱面上的长圆环形弧面(图1)。基体是用灰铸铁(C含量 3.66%)生产的铸件,经过一次粗车加工到指定高度,然后在其密封面上用堆焊的方法熔敷一层耐磨耐腐蚀的材料。堆焊过程中要求焊枪嘴与密封面在焊点处始终保持垂直,焊道中心始终位于最低点,保证熔滴不流淌。要求单道堆焊完成整个工艺过程;要求焊缝整体外观平整,宽度不低于基体面宽度的 80%;厚度均匀,保持在 5 ~ 6 mm;焊缝内部无明显气孔、裂纹等缺陷。

1.2 方案及材料选择

MIG 焊是采用金属焊丝作为电极(熔化极),以惰性气体保护焊接熔池,以恒定速度送进焊丝,在焊丝与母材之间形成高能电弧从而使焊丝和母材熔合的焊接方法。相对于其他焊接方法,具有熔敷效率高,成本较低,容易实现自动化控制等优点^[2]。因此,采用熔化极惰性气体保护焊实现堆焊工艺是一种方便可行的方案。

在各类堆焊合金中,镍基合金的抗金属-金属间摩擦磨损性能最好,并具有很高的耐热性、抗氧化性、耐腐蚀性,而且易于熔化,有较好的工艺性能^[3]。这些特点使它比其它金属更适合用于改善阀体密封面的性能。

本试验采用直径为 1.2 mm 的镍基焊丝,其成分见表 1。

采用熔化极惰性气体保护堆焊耐磨层的方式,把镍合金熔敷在基材的表面上可以显著提高阀门密封面的抗磨损、冲击、腐蚀、擦伤和气蚀等性能,大大地延长了

阀体的寿命周期。

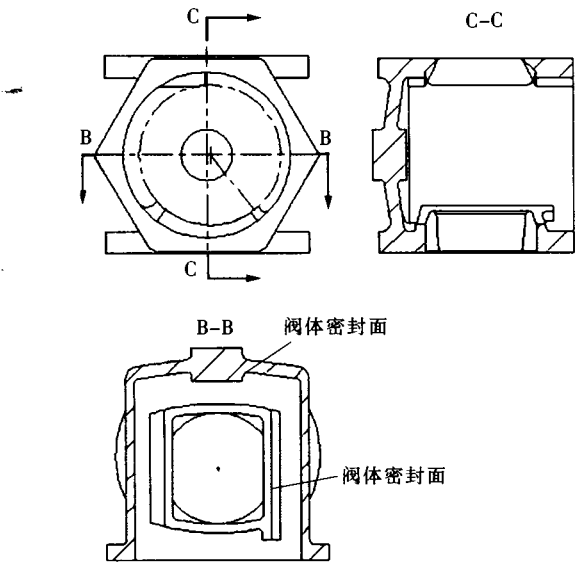


图 1 阀体密封面结构示意图

表 1 镍基合金焊丝成分(%)

Ni	Fe	Mn	Si	Cu	C	S	其它
>99.00	<0.04	<0.35	<0.35	<0.25	<0.15	<0.15	<1.00

1.3 焊接设备

研制的密封面自动堆焊系统的机械结构如图 2 所示,整个系统由一台工业 PC 机,两块数控卡,5 套交流伺服系统,一台半自动焊机、送丝机和其他相关附属设施构成。

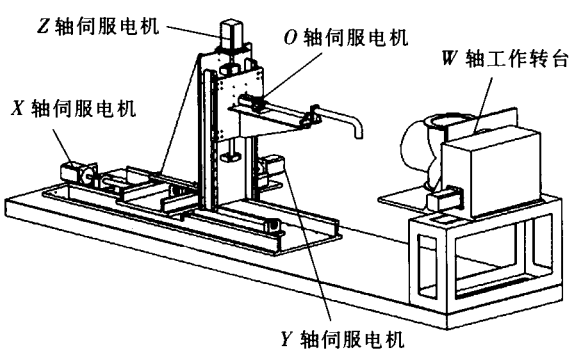


图 2 密封面自动堆焊系统机械结构

机械结构整体由五个轴组成,前后移动的 X 轴,左右移动的 Y 轴,上下移动的 Z 轴,工件夹具转动的 O 轴和焊枪摆动的 W 轴,其中 O 轴为一数控立卧回转工作台,具有很高的控制精度。

焊机系统采用 SanRex-3501CY 型半自动电弧焊

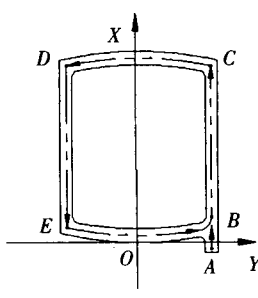
机。整套焊接系统由直流焊接电源、送丝机、焊枪、气体流量调节阀以及附件构成。

2 工艺设计

焊接工艺是焊接成功的保证,也是自动焊接设备工作的依据。自动焊接工艺应考虑以下几个问题。

2.1 曲面合成

由阀体结构(图 1)可以看出,密封面是一个空间曲面,是一个分布在圆柱面上的环形面,其展开图如图 3 所示。两侧的直线段密封面与水平位置有最大 45° 的倾斜。为了保证焊接过程中,熔化的液相金属流不会淌出加工面,必须保证焊接过程中工件随着焊点的移动以孔的圆心轴做同步转动,使焊缝中点始终处于水平位置最低点上,这样每一条焊缝都在接近水平面位置焊接,从而保证熔池有充分时间凝固结合。



注:箭头方向为焊接方向

图 3 密封面结构平面映射示意图

通过运动分解,可以用夹具回转台转动和 X, Y, Z 三坐标平面环形运动合成密封面空间曲面。

2.2 路径规划

对于 101.6 ~ 254 mm (4 ~ 10 inch) 的工件,密封面焊接长度 < 450 mm。为了避免在接头位置产生焊接缺陷,采用单道堆焊完成整个工艺,中途不停止。在焊道右侧(图 3) A 点处引弧(注: A 点位于密封面非工作区);焊枪以稍快的加工速度移动到密封面工作区起点 B 处后,开始沿弧面中心线 B-C-D-E-B 以焊接速度完成整个环形堆焊工艺过程。焊枪回到 B 点后,焊道重合;焊枪以加工速度回到 A 点后收弧,完成整个工艺。可以看到,为了避免引弧和断弧时易生成焊缝缺陷影响密封面工作区的质量,引弧/收弧点选择在密封面非工作区内。

密封面的宽度约为 12.7 mm,一道焊缝宽度只有 4 ~ 5 mm,因此在焊接过程中控制焊枪始终在焊接路径的法线方向摆动 $\pm 5^\circ$,使焊道达到 8 ~ 10 mm 的宽度。

2.3 焊枪的特殊性

由于焊接过程中,焊枪的头部要伸进阀体的空腔内,所以要求焊枪水平装夹。但是,市场上较普遍的气保焊枪其枪头与枪柄之间的夹角都是 135° ,这使得在连续施焊过程中,对于 BC 段与 DE 段焊接产生不同的效果。其原因是焊接方向相反,焊接角度(焊枪与焊接移动方向夹角)分别为 45° 和 135° (焊枪角度成互补关系),焊枪角度相差太大,气保效果不一样,导致两边焊缝质量差异,造成密封面整体质量不均匀。

因此理想的情况是使用 90° 焊枪,该项目研制了这样的焊枪。但在实际操作过程中发现 90° 直角焊枪穿

丝时很困难。折中的方案是一方面要保证穿丝能够顺利进行,另一方面焊枪应尽量接近 90° ,这样可以减小焊接时由角度差异引起的焊接质量差异。最终研制了角度接近 80° 的焊枪,实现了较为理想的堆焊效果(图 4)。

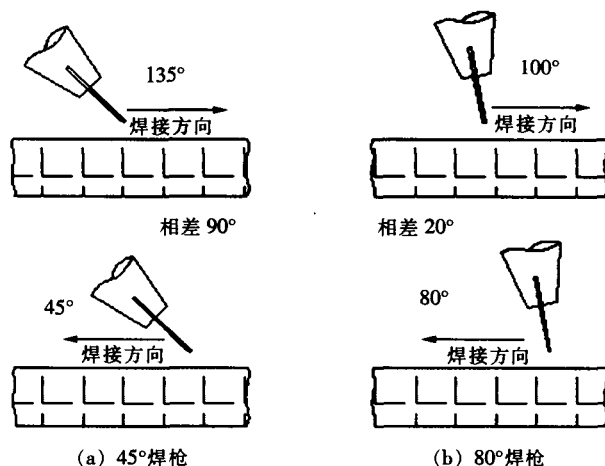


图 4 不同焊枪对焊接角度影响示意图

2.4 工艺参数

选择最佳的焊接工艺参数,需要较高的理论知识和丰富的经验,并通过大量反复的试验来确定。在电弧电压、焊接电流、进给速度、焊枪高度和保护气体流量等可参考的合理范围内,采用正交试验法,对比不同参数的变化对焊接效果的影响^[2]。

经过多次试验,对多种不同参数组合的焊接效果进行对比分析和优化,得出的工艺参数,见表 2。

表 2 优化的工艺参数

焊接极性	堆焊电流 I/A	电弧电压 U/V	保护气体	焊丝伸出长度/mm	气体流量 $Q/(L \cdot \min^{-1})$	焊接速度 $v/(m \cdot s^{-1})$
直流反接	120 ~ 140	20 ~ 24	He/Ar (1:3)	12 ~ 15	12 ~ 15	0.015 ~ 0.020

3 焊接过程

焊接前,检查铸件是否有明显缺陷,特别是密封面凸台。对检验合格的阀体铸件,进行除锈处理。用 45% 的亚硝酸钠溶液擦拭密封面,确认密封面无锈迹及阀体内清洁无异物后,放置到 250°C 加热炉中烘干并预热处理 10 min。把预热的工件装夹到夹具上,转台与夹具同轴定位。机械机构在控制系统控制下使各坐标归零位; X, Y, Z 轴回到零点位置; 转台处于水平位置; 焊枪头处于垂直向下位置。工件以底面法兰盘与夹具台面紧贴,并通过定位孔与定位销定位。

启动控制系统,控制系统将操作五坐标机构带动

焊枪进行工件位置检测,然后自动执行整个焊接过程。焊接完成,机械结构归零位,处于焊接准备状态。将未降温的阀体卸下,置于 250°C 的加热炉里进行 15 min 退火处理,以消除焊接应力。然后空冷至室温。目测焊缝,如果有明显的焊接缺陷,进行手工修补。合格的工件进入下一道工序。

4 堆焊效果

经过消应力回火处理后阀体密封面焊层高度均匀,保持在 5 ~ 6 mm 厚度, 8 ~ 10 mm 宽度(图 5)。对焊层进行精车加工,使堆焊层减到 3 mm 厚,表面粗糙度值为 $Ra0.6$ 。然后进行检验,其结果如下:

(1) 对密封面焊层表面进行 X 射线和超声波探伤, 无明显的气孔或裂纹缺陷。

(2) 对阀体成品进行压水试验检测密封性, 成品率达到 80% 以上, 满足了企业的生产和质量要求。

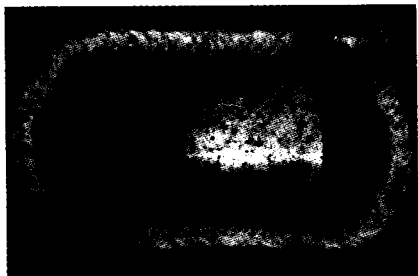


图 5 密封面堆焊效果图

5 结 论

(1) 针对阀体密封面的空间曲面特性设计的工

艺方法是有效的。

(2) 通过对电弧堆焊工艺理论与焊接试验相结合的方法, 确定最优焊接工艺参数是可行的。

(3) 采用所编制的焊接工艺流程进行焊接, 质量是稳定的。

参 考 文 献

- [1] 高清宝, 王德权. 阀门堆焊技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.
- [2] 赵喆敏. 高温阀门密封面的堆焊修复[J]. 山西机械, 2002(3)
- [3] 程 华, 印有胜. 我国阀门密封面堆焊合金现状及发展[J]. 沈阳工业大学学报, 2001(5)

(收稿日期 2005 11 22)

作者简介: 林砺宗, 1961 年出生, 博士, 副教授, 主要研究方向: 机电一体化控制技术, 机器人技术。

00Cr17Ni14Mo2 不锈钢高压管道焊接工艺

广东省工业设备安装公司(广州市 510080)
机械科学研究院哈尔滨焊接研究所(150080)

张广志
王金奎

摘要 通过对某项目 00Cr17Ni14Mo2 厚壁超低碳不锈钢高压管道化学成分分析, 对管道进行焊接工艺评定从而制定了正确的焊接施工工艺, 保证了该项目 00Cr17Ni14Mo2 超低碳不锈钢高压管道的焊接质量, 为类似的管道焊接提供了技术工艺和参数。

关键词: 00Cr17Ni14Mo2 不锈钢 高压管 焊接工艺

WELDING TECHNOLOGY FOR 00Cr17Ni14Mo2 STAINLESS STEEL HIGH-PRESSURE PIPE

Guangdong Industrial Equipment Installation Company
Harbin Welding Institute

Zhang Guangzhi
Wang Jinkui

Abstract By the chemical composition analysis of 00Cr17Ni14Mo2 stainless steel high - pressure pipe, welding procedure specification was carried out, and welding technology was established, which assured the welding quality of 00Cr17Ni14Mo2 stainless steel high - pressure pipe and offered technology and welding parameter of the similar pipes.

Key words: 00Cr17Ni14Mo2 stainless steel, high-pressure pipe, welding technology

0 概 述

在公司承接施工某工程项目中, 压缩空气系统高

压部分(设计压力为 30 MPa)的管道设计中采用了 00Cr17Ni14Mo2 超低碳不锈钢管道, 该超低碳不锈钢管道焊接技术要求高, 而且焊后焊缝组织必须具有低磁