

阀门密封面堆焊形式及性能检验方法分析

安德春
(山东华鲁恒升化工股份有限公司 山东 德州 253024)

摘要: 阀门是控制流体输送的重要部件,化工设备设施上的阀门装置长期处于高温、高压工作环境,对其质量要求很高。但在长期使用过程中,阀门很容易出现金属磨损、表面腐蚀和密封失效等各种问题,其中因密封面损伤引起的阀门渗漏,既会降低阀门的使用寿命,也会对整个系统设备的运行功能构成影响,还会造成资源浪费、导致经济损失甚至人身安全事故等。堆焊工艺可以有效解决阀门密封面的失效问题,为确保其密封性能需要进行专业技术检验。本文首先概述了阀门密封面堆焊的概念及工艺要求,其次介绍了几种常见的阀门密封面堆焊形式,最后从常规和非常规性能检验两个方面进行论述,期望有利于为类似研究提供依据。

关键词: 阀门;密封面堆焊;主要形式;性能检验

0 引言

阀门的主要作用就是密封、控流、调节和稳压,密封面损伤将直接影响其使用功能,进而引起阀门外渗和内漏,其中内漏对阀门及整个设备的性能及使用寿命都会造成严重危害。由于阀门所处的工矿环境比较特殊,所以密封面一旦发生失效问题就必须及时予以处理,否则会引发更大损失和事故。根据国内外实践经验,堆焊可以增加阀门密封面的硬度,也是降低密封面损伤、预防渗漏的有效手段,同时提出了密封性能检验的技术要求。笔者就此作以下分析和探讨。

1 阀门密封面堆焊概念和技术要求

阀门密封面指的是启闭件与阀体紧密贴合,起密封作用的两个接触面,堆焊就是在阀门密封部位的基体材料上焊接一定厚度且满足产品使用性能要求的一层金属材料。采用堆焊方法制造阀门密封面的目的是使堆焊的工作层表面具有抗垫伤、抗划伤、耐侵蚀、防磨损、耐冲蚀等各项性能。

阀门密封面堆焊具有特定的材料和焊接技术要求,主要体现在以下两方面。

- 1.1 堆焊材料的技术要求**
- 按合金类型,堆焊材料主要可分为:
- (1) 钴基合金, 诸如 13Cr 型堆焊焊条, D802(StelliteN0.6)、HS111(Co106)、HS112(Co104)等焊丝;
 - (2) 镍基合金, 诸如 AWS5.14 焊丝, HASTELLOY-C 焊条, INCONEL 焊条和 AWS5.14 焊丝;
 - (3) 铁基合金, 诸如 Stody101HC-G 堆焊焊丝, GORE3235-FCG 耐磨焊丝等;
 - (4) 铜基合金, 如 THS221 黄铜焊丝、QAL9-2 铝青铜焊丝等。其中钴基合金的耐腐蚀性、耐磨损性、耐冲蚀及高温抗蠕变性能都非常突出,可以很好地满足阀门密封面的使用性能要求,常被用于核级阀门和一些专业设备的阀门密封面制造上。

1.2 密封面堆焊的技术要求

密封面堆焊的技术要求主要体现在以下几方面:

(1) 焊材方面: 焊条必须按照要求的烘干温度和保温时间烘烤;焊条使用时必须在保温桶内保温,防止药皮返潮;焊药必须使用前进行烘干;焊丝表面及阀门密封面不允许有油污、水、脏物等杂质,阀门基体材料的堆焊面应进行精加工处理。

(2) 焊接条件方面: 焊接时的风速要符合技术规定,做好防风措施,一般而言使用手工电弧焊、埋弧焊、氧乙炔焊时其风速 $\leq 8\text{m/s}$;氩弧焊、 CO_2 气体保护焊的风速不高于 2m/s ;焊接电弧 1m 范围内的相对湿度应 $\leq 90\%$;氩弧焊应采用铈钨极,氩气纯度不低于 99.96% ,氧气炔焊所使用的氧气纯度不低于 98.5% 。

(3) 焊接工艺方面: 加工焊件坡口部位时应采用机械方式,确保工件 10mm 范围内无油、漆、锈等污渍,清理干净气孔或裂纹,保证边缘与水平位置成 $50 \sim 60^\circ$ 夹角;凡焊接工艺要求预热的工件,预热应先从缺陷周围 $10 \sim 30\text{mm}$ 内开始,再针对缺陷部位进行预热,避免局部过热产生裂纹;焊前应用表面温度计测量其表面温度,达到焊接工艺要求的预热温度之后才能实施;堆焊部位缺肉较深时,需要先选用近似于母材的焊接材料予以打底处理,打底焊厚度与母材厚度基本相当;如果堆焊层缺陷 $\geq 2\text{mm}$ 深,则需要采取分层补焊工艺,焊后高度应比原密封面高度高出 $0.5 \sim 1\text{mm}$ 。

2 阀门密封面堆焊的常见形式

现阶段,阀门密封面堆焊已有多种方法,根据焊接的自动化程度可以分为手工焊接、自动与半自动焊接。手工焊的典型代表是焊条电弧焊和钨极氩弧焊;半自动焊多使用熔化极气体保护焊;全自动焊接以离子弧喷焊为主。常见焊接形式如下:

2.1 焊条电弧焊

该焊接方法采用手工操作焊条,利用电弧作为热源进行熔焊。在电弧高温下,阀体密封面开始熔化并形成熔池,焊条药皮熔化,隔绝空气中的 O_2 和 N , 形成保护层。焊条电弧焊设备简单、操作方便,具有较好的机动性能,可满足仰、平、横、立等多种空间位置需要,但劳动条件差,生产效率低,且对作业者的技术要求较高。

2.2 钨极氩弧焊

氩弧焊是以氩气为保护气体的焊接工艺。操作时, Ar 气从喷嘴喷出,在焊接区域形成紧密的气体保护层,在隔离空气的基础上,再将电极与焊件接触而产生电弧热,使其熔化焊丝与母材形成熔池,凝固为焊缝。因为氩是惰性气体,它与金属的化学反应很慢,而氩气不溶于液态金属,把它作为气体保护层,在高温下被焊接金属中的合金元素不会氧化烧损,因此这种焊接可以获得较高的焊接质量。

2.3 熔极气体保护焊

在该种焊接过程中，焊丝被作为电极和填充金属材料，它通过送丝辊的传输作用进入导电嘴，伴随着强电弧的产生而快速熔化，呈细小熔滴状被喷射到熔池中，并与熔化的母材形成焊缝。通常以乙炔、丙烷等作为可燃气体，以外加气体作为电弧介质，保护电弧和焊接区，常见的保护气体如CO₂、氩气、氧化性混合气体等。

2.4 等离子弧堆焊

等离子弧堆焊（PlasmaTransferredArc），以焊炬钨极为阴极，以基体为阳极，以正负电极间产生的等离子体为热能（电弧柱温度高达 30000K），在向阀体密封面转移热能的同时向热能区域输送合金粉末材料，在高温下迅速熔化并沉积、凝固在阀体密封面上，形成一层严密的合金层，以此提高阀体密封面的强度和硬度。由于等离子弧具有电弧温度高、传热率大、稳定性好，熔深可控性强等特点，所以在实施堆焊工艺时，可以通过合理的参数设置来调整堆焊层的厚度、宽度、硬度，以满足工艺需要。

3 阀门密封面的性能检验

阀门密封面在完成堆焊后为验证其工艺是否达标，密封面性能的优劣，需要进行检验评定。堆焊工艺检验评定必须将阀门密封面基体材料的堆焊性能作为衡量标准，并保证在阀门堆焊之前完成。工作流程为：制作堆焊工艺标准（WPS）——制作施焊试件——检验试件和试样——测定堆焊层使用性能——出具堆焊工艺评定报告（PQR）。根据实际需要一般分为常规检验和非常规检验两种类型，各自又可以细分为多种具体的方法。

3.1 常规检验方法

堆焊工艺检验评定的试件其外形尺寸应不小于 150mm x 150mm（或直径≥ 100mm），堆焊面最小厚度应符合相关参数规定（堆焊面 3 ~ 4 层，层高 5.5 ~ 6.5mm）；也可使用与产品零件尺寸大体相当的母材试件来实施。常规检验方法包括外观检查、渗透检查、硬度检查以及化学成分分析几种。

3.1.1 外观检查方法

检查时采取目视法或借助 5 ~ 10 倍放大镜，检查阀体密封面的堆焊层是否存在裂纹、气孔、疏松、焊穿或堆焊层侧面未焊透等质量缺陷。

3.1.2 渗透检查方法

渗透检测法通常有着色法和荧光法两种，检验操作需严格执行按承压设备无损检测 NBT47013-2015 标准。检查阀体密封面的堆焊层有无裂纹，检验焊材及堆焊工艺质量，在渗透检测前允许对堆焊表面进行适当处理。

3.1.3 硬度检查方法

先对阀门密封面堆焊层进行表面处理，要求其最小厚度符合 WPS 规定，手工电弧焊堆焊高度≥4mm，手工氩弧焊、等离子焊的堆焊高度≥ 2mm，氧乙炔火焰喷焊的堆焊厚度≥ 1.5mm 然后在堆焊层表面随意挑选 3 个不同位置测出硬度读数，所有硬度读数应不低于相应焊条、合金粉末或焊丝规定的硬度指标，如 D502、D802 焊丝其堆焊硬度≥ 40HRC；Co104（丝 112）堆焊硬度介于 45 ~ 50HRC；F21-46（Co 基粉）堆焊硬度应在 40 ~ 48HRC 之间。

3.1.4 化学成分分析

阀门密封面性能的化学成分分析，首先要对堆焊层进行取样，应从中部堆焊层的横截面上提取样本，分析其化学成分，判定其性能水平。对于其堆焊层的最小厚度评定，在分析焊态表面时应以熔合线至焊态表面的最短距离为标准，对已清除焊态表层进行分析时，则以熔合线至加工表面的距离作为堆焊层最小厚度。

3.2 非常规检验方法

由于常规检验难以全面评定阀门密封面的堆焊性能，为确保工艺质量还需要采用一些非常规的检验方法。本文以常用的 D802、2Cr13 堆焊材料为对象，对其堆焊层的耐磨性和疲劳寿命进行检验。

首先对两种材料的耐磨性进行对比（见表 1），然后将其用于 DN150mm 闸阀密封面的堆焊工艺，通过大流量带压差启闭试验方法对其不同条件的疲劳寿命进行检验（结果见表 2）。

表 1 两种材料的耐磨性能对比

材料类型	硬度参数	耐磨次数（/次）	
		无介质时往复耐磨次数	充满介质时平均启闭耐磨次数
D802	≥ 40HRC	480	3000
2Cr13	退火 ≤ 223HB；淬火回火，> 192HB	5	< 70

表 2 不同条件下阀门密封面的疲劳寿命比较

检验方法	摩擦行程 /mm	介质流量 /（m3/h）	介质压力 /MPa	启闭次数 / 次	结果
带压启闭	2	1	2.5	3500	超过 3500 次密封失效
大流量强化试验	18	35	2.5	85	行程及流量增大，破坏程度加剧，超过 85 次密封失效

由表 1、表 2 可知，2Cr13 合金的耐磨性和疲劳寿命明显低于 D802 合金，表明 D802 更适合用作阀门密封面堆焊。

4 结语

堆焊技术是防止阀门密封面失效的有效方法，堆焊工艺对材料和操作技术都有特定要求，实际操作时应合理选用。非常规检验法是常规检验的重要补充，其性能检验结果更加准确，本文通过对阀体密封面堆焊后的性能进行检验，发现 D802 钴基合金的耐磨性和疲劳寿命相比 2Cr13 更优，更适用于阀门密封面堆焊，值得推广使用。

参考文献：

[1] 胡高林,耿鹏逞,孙兵兵,翟智梁.硬密封阀门 Co 基合金自动堆焊工艺研究[J].金属加工(热加工),2021(07):47-50.
[2] 沈根平.阀门密封面堆焊工艺分析[J].焊接技术,2019(03):96-99.
[3] 崔卫东,王焱,刘浩燃,张伟涛.阀门密封面堆焊性能检验方法的研究[J].焊接技术,2019(09):132-135.

作者简介: 安德春（1979.01-），男，汉族，山东德州人，本科，工程师，研究方向：化工工程、阀门和材料。