

文章编号: 1002-5855 (2008) 05-0024-02

## 波纹管阀门的检验与试验

曹华仙<sup>1</sup>, 徐林<sup>2</sup>

(1. 安徽省屯溪高压阀门有限公司, 安徽 屯溪 245000; 2. 海军驻沈阳地区舰船配套军事代表室, 辽宁 沈阳 110025)

**摘要** 介绍了波纹管阀杆密封阀门的特点和性能, 叙述了波纹管类阀门的检验项目与检验方法。

**关键词** 波纹管; 波纹管组件; 阀门; 出厂检验; 型式检验; 氦质谱检漏

**中图分类号**: TH134

**文献标识码**: A

## Inspection and test of bellows valve

CAO Hua - xian<sup>1</sup>, XU Lin<sup>2</sup>

(1. Anhui Tunxi High Pressure Valve Co., Ltd., Tunxi 245000, China;

2. Representative Department for forming complete sets of Naval Ships in the Area of Shenyang, Shenyang 110025, China)

**Abstract**: The paper presents the characteristics of bellows sealed valve and the appliance in chemical fiber & polyester industry. In order to guarantee the quality of bellows valve, the paper specifies the items & methods of inspection in details.

**Key words**: bellows; bellows component; valve; leaving factory inspection; type approval test; helium leak detector

### 1 概述

波纹管阀门的阀杆部位采用了波纹管 and 填料双重密封, 常用于对阀杆密封要求严格的场合。金属波纹管在压力、横向力或弯矩作用下均能产生相应位移, 并且具有耐压、耐腐蚀、温度稳定和使用寿命长等优点。波纹管可以提高阀门阀杆部位的密封性能, 保护阀杆不受介质的腐蚀, 适用于聚脂化纤行业的热媒站管道、高真空和核工业中。

### 2 结构特点

波纹管阀盖组件是由阀盖和波纹管阀杆组件焊接组成, 因此阀盖处存在焊缝。波纹管与阀杆也是采用焊接连接, 两焊接处必须进行泄漏点检测。另外大口径阀门的阀体与阀盖多为 WCB 铸钢件, 由于铸钢材料在制造过程中可能会产生疏松现象, 但对于细微的漏点采用液试和气试均无法检测, 所以对用于介质具有强渗透力 (如热媒介质氢化三联苯) 工况的阀门采取了氦质谱检漏仪进行微细漏点的检测。

### 3 检验方法

根据波纹管阀门的特点, 其检验应分为三大项。首先是对波纹管及波纹管组件、阀体、阀盖进行零部件的检验 (表 1、表 2、表 3 和表 4), 其次是波纹管组件与阀杆连接焊后检验。最后进行波纹管阀门组装完成后的整机检验和试验。

#### 3.1 零部件检验

波纹管及波纹管组件的检查和试验, 分为出厂检验和型式检验, 检验条件除另有规定外, 应在环境温度为 5 ~ 40 °C、湿度为 20 % ~ 80 %、大气压力为 86 ~ 106kPa 条件下进行。

出厂检验中有不合格项的波纹管, 为不合格品。型式检验中三个循环寿命试验, 取最小值以计算出最小循环寿命。三件试验件均合格, 则判定该规格产品的型式检验合格。三件中有一件不合格允许重新抽样一次。三件试验中有两件不合格则判定本次型式检验不合格。检验结果无可见泄漏为合格。

作者简介: 曹华仙 (1969 - ), 工程师, 从事阀门检验、管理工作。

表 1 波纹管及波纹管组件检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	检验方法
1	表面质量		在标准照明条件下,目测观察表面及外形,结果符合 JB/T 6169-1992 中 7.1 和 7.2 规定	
2	几何尺寸		用分度值为 0.02mm 的卡尺或其精度相当的其他量具和仪器,检验波纹管几何尺寸,结果应符合图纸要求	
3	密封性能		用灵敏度为 $10^{-3} \text{ mm}^3/\text{s}$ 氦气的质谱仪泄漏试验装置,不得呈现可探测出的渗漏	
4	压力试验		在室温或 38 条件下,以 1.5 倍公称压力进行水压试验	
5	循环寿命	—	在室温或 38 条件下的公称压力下进行,加压方式同压力试验一样,循环频率不应超过每秒一次。结果应满足表 2 的规定	

注:1. 必检项目;—不检项目。2. 出厂检验为逐件进行检验。3. 型式检验样品数至少为三件。

表 2 波纹管最小循环寿命试验(次)

阀门规格		最小循环寿命试验	
in.		闸阀	截止阀
800 磅级	2	2 000	5 000
	$2\frac{1}{2}\sim 4$	2 000	5 000
	$>4$	1 000	2 000
$>800$ 磅级	2	2 000	2 000
	$2\frac{1}{2}\sim 4$	1 000	2 000
	$>4$	1 000	1 000

注:我国有波纹管截止阀分等标准,一等品最小循环寿命为 3 000 次,优等品为 5 000 次。

3.2 密封性检验

波纹管组件与阀杆组合采用氩弧焊接方法进行焊接后,在标准大气压和环境温度 20 下,用 0.6MPa 的气体进行泄漏试验,试验持续时间为 3min,在水槽中检查,结果为无可见的泄漏判合格。

3.3 整机检验

装配前去除所有零部件毛刺,清洗各零部件及阀体内腔,在装配完成后进行整机检验和试验(表 5),检测结果符合表 6 规定为整机阀门合格,允许进行表面打磨、清洁、抛光、喷漆和包装等。

表 3 阀体、阀盖的检验项目和方法

序号	检验项目	检验方法
1	壁厚检查	用超声波测厚仪测量最小壁厚,结果应符合图纸要求
2	尺寸检查	用分度值为 0.02mm 的卡尺或其精度相当的其他量具、仪器,检验加工完成的几何尺寸,结果应符合图纸要求
3	壳体试验	在室温或 38 条件下,以 1.5 倍公称压力进行水压试验,保持试验压力的持续时间按表 4 规定执行
4	泄漏试验	将阀体阀盖组装后,用灵敏度为 $10^{-3} \text{ mm}^3/\text{s}$ 氦气质谱仪泄漏试验装置,不得呈现可探测出的渗漏

表 4 保持试验压力的持续时间(s)

公称通径 DN,mm	50	65~150	200~300	350
壳体试验	15	60	120	300
密封试验	15	60	120	120

注:保持试验压力最短持续时间是阀门内试验介质压力升至规定值后,保持规定试验压力的最少时间。

4 结语

波纹管阀门经过不断的工艺改进、过程质量控制和准确的检验,已达到了防止易燃易爆介质、放射性介质或贵重介质外漏的性能要求,能保持阀门的高真空,从而保证产品的出厂合格率达 100 %。

表 5 波纹管阀门的检验项目和方法

序号	检验项目	检验方法
1	低压气密封试验	在标准大气压和环境温度 20 下,将阀门关闭一半后,用 0.6MPa 的气体对整个阀门加压,再关闭阀门进行泄漏试验,试验介质为大气,试验持续时间应不少于表 4 的规定
2	高压密封试验	在标准大气压和环境温度 20 下,关闭阀门后用最大允许工作压力的 1.1 倍从进口端加压,试验介质温度为不高于 52 的水(可加防锈剂)。试验持续时间应不少于表 4 的规定
3	氦质谱检漏试验	在标准大气压和 20 下,用灵敏度为 $10^{-3} \text{ mm}^3/\text{s}$ 氦气质谱仪泄漏试验装置对每个波纹管阀门进行抽真空,当阀门内的真空度达 5Pa 时,使用喷吹法将纯氦气依次对焊缝和阀体、阀盖铸件,焊接坡口处进行检漏,喷吹法检漏的灵敏度高,质谱管不易受污染,在检测 DN 65mm 的阀门时要采用辅助真空设备

(下转第 34 页)

命结果有着根本性的影响。

金属波纹管试验验证了波纹管波谷处出现了裂纹,其他位置未发生损坏,疲劳寿命软件分析的结果正好验证这一事实,其精度也大大高于由工程公式计算出来的结果。

通过有限元来进行波纹管疲劳分析可以在设计阶段比较不同方案的疲劳寿命,可以校核产品的疲劳寿命是否满足设计要求,还可以进行抗疲劳设计,优化产品的寿命。在产品试验前,通过疲劳分析可以确定疲劳危险部位。通过修改设计或改进工艺参数可以预先避免薄弱因素。因此,应用有限元分析阀门用金属波纹管疲劳寿命,能够比较准确的分析出金属波纹管的疲劳寿命,缩短产品的开发周期,提高波纹管的设计水平。

参 考 文 献

[1] 徐开先. 波纹管类组件的制造及其应用 [M]. 北京: 机械

工业出版社, 1998.

[2] 周传月, 等. MSC. Fatigue 疲劳分析应用与实例 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[3] 王国军, 等. nsoft 疲劳分析理论与应用实例指导教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.

[4] 张栋, 等. 失效分析 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.

[5] 李舜酩. 机械疲劳与可靠性 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.

[6] E/MA Standards of the Expansion Joint Manufacturers Association, INC Eighth Edition 2003 [S].

[7] 罗伯特. D. 库克, 等. 有限元分析的概念与应用 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2007.

[8] JB/T 10507 - 2005, 阀门用金属波纹管 [S].

[9] MSS SP117 - 2006, Bellows Seals for Globe and Gate Valves [S].

[10] 尚德广, 王德俊. 多轴疲劳强度 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.

[11] [美] Philip L. Skousen 著, 孙家孔译. 阀门手册 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2005.

[12] 陆培文. 实用阀门设计手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

[13] 程靳, 赵树山. 断裂力学 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.

[14] 王彦伟, 等. 基于有限元的疲劳分析方法及实践 [J]. 机械设计与制造, 2008 (1): 22 - 24.

[15] 王来, 等. 催化裂化装置中大型波纹管膨胀节失效分析 [D]. 全国失效分析学术会议论文集, 2007.

[16] 段牧, 等. 钛制加强 U 形波纹管疲劳寿命研究 [J]. 压力容器, 2005 (1): 9 - 11.

(收稿日期: 2008. 06. 06)

(上接第 25 页)

表 6 密封试验的最大允许泄漏量

试验项目	公称通径 DN, mm			
	50	65 ~ 150	200 ~ 300	350
低压气密封试验 气泡/ min	0	24	40	56
高压密封试验 滴/ min	0	12	20	33
氦质谱检漏试验 Pa · m <sup>3</sup> / s	1. 33 × 10 <sup>-9</sup> ~ 2 × 10 <sup>-9</sup>			

注: 对于高压密封试验, 1 ml 相当于 16 滴。  
在规定的最短持续时间内(见表 1)无泄漏。对于高压密封试验, “0”滴表示在每个规定的最短试验持续时间内无可见泄漏; 对于低压气密封试验, “0”气泡表示在每个规定的最短时间内泄漏量小于 1 个气泡。

波纹管阀门应用在化纤聚脂工程项目中满足了客户的工程要求。近期此类阀门还应用到煤改造项目、核电工程项目、PTA 项目和 PX 项目中。随着国民经济的快速发展, 波纹管类阀门将应用于更多的行业。

参 考 文 献

[1] 陆培文. 实用阀门设计手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

[2] ANSI/API 602 - 2005, 石油和天然气工业用公称尺寸小于和等于 DN100 的钢制闸阀、截止阀和止回阀 [S].

[3] MSS SP117 - 2002, 用于截止阀和闸阀的波纹管密封件 [S].

[4] JB/T 10507 - 2005, 阀门用金属波纹管 [S].

[5] GB 13927 - 92, 通用阀门 压力试验 [S].

(收稿日期: 2008. 06. 15)

(上接第 29 页)

消除振动。车削径、轴槽时, 选用防震刀杆和切槽刀, 以减小切削振动。

5 结语

在加工薄壁支承圈阀座零件的过程中, 针对出现的问题所采取的措施, 使工件的尺寸得到控制, 合格率由 30 % 提高到 80 % 以上。加工薄壁支承圈零件还可利用增大装夹时的接触面积(如特制软三爪和开缝套筒), 使用辅助支承、工艺肋和液塑心轴等夹紧装置提高加工质量。总之, 正确的掌握薄壁支承圈零件的安装和夹紧, 减少加工过程中的变形, 是解决车削异形薄壁零件的关键。

参 考 文 献

[1] 孟少农. 机械加工工艺手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.

[2] 陈宏均. 实用机械加工工艺手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1995.

[3] 上海市金属切削技术协会. 金属切削手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1984.

[4] 中级车工工艺学 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.

[5] 徐长寿, 刘美娟. 车工 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

[6] 单辉祖. 材料力学教程 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1982.

(收稿日期: 2008. 07. 17)