

文章编号: 0258-0926(2016)03-0103-03; doi: 10.13832/j.jnpe.2016.03.0103

核电风阀密封的设计和试验研究

沈伟¹, 张强升^{1*}, 王志强², 邓冬¹

1. 环境保护部核与辐射安全中心, 北京, 100082; 2. 浙江金盾风机股份有限公司, 浙江上虞, 312363

摘要: 针对核电风阀内、外泄漏的风险, 提出解决风阀内、外泄漏的风阀密封设计。采用阀体侧板开槽型阀板和加装弹簧型阀板来防止内泄漏。通过抗震试验前后的泄漏试验, 验证风阀密封设计的合理性。风阀内、外泄漏的试验数据表明: 2 种结构的风阀都能满足技术规格书中密封性的要求。

关键词: 风阀; 泄漏; 密封

中图分类号: TL333 **文献标志码:** A

Study on Design and Test of Air Valve Sealing in Nuclear Power Plants

Shen Wei¹, Zhang Qiangsheng^{1*}, Wang Zhiqiang², Deng Dong¹

1. Nuclear and Radiation Safety Center, MEP, Beijing, 100082, China; 2. Zhejiang Jindun Fans Co., Ltd., Shangyu, Zhejiang, 312363, China

Abstract: Aiming at the risk of internal and external leakage for the damper in the nuclear power plants, some design measures for solving the internal and external leakage have been proposed. By the leakage tests before and after the seismic test, the seal design rationality of the damper is demonstrated. Based on the analysis of the difference between the internal and external leakage test data of two set of the dampers, the results are indicated that the leakage of the above two sets of the dampers is in compliance with the technical specification.

Key words: Damper, Leakage, Sealing

0 引言

核电厂风阀是核岛通风空调系统中重要的组成部分。由于核电厂存在放射性辐照风险, 为了有效控制放射性辐照对人员的伤害, 保证系统安全运行, 风阀泄漏量的控制尤为重要。

1 外泄漏的控制

核电厂常用风阀外泄漏主要来源于阀体侧板的焊缝和轴承座的泄漏。

1.1 阀体侧板焊接控制

阀体侧板的焊接由具有核级资质的焊工实施操作, 在焊接前首先进行焊接工艺评定, 确定合理的焊接工艺参数, 依照焊接工艺评定报告编制

焊接工艺规程和焊接工艺卡, 采用渗透检验法检验焊接质量。

1.2 轴承座泄漏的控制

轴承座通常由轴承底座、轴承、密封条、密封条架和轴承盖组成。风阀驱动轴的一端不与电动执行机构联接, 可以通过轴承盖结合耐辐照橡胶垫进行密封。驱动轴伸出轴承盖与电动执行机构联接的一端, 如果不采取密封措施, 阀体内的气体将通过轴与阀体间隙、轴承滚珠间隙、轴与轴承盖的间隙漏出阀体外^[1-2]。

驱动端轴承泄漏通过在轴承座内加装密封条来解决; 在轴承座上加装 1 个密封条架, 密封条放在密封条架里面, 再依次装配轴承、轴承盖。

收稿日期: 2015-07-21; 修回日期: 2015-09-20

作者简介: 沈伟 (1979—), 男, 高级工程师, 主要从事核安全设备结构、力学审评和监督工作

*通讯作者: 张强升, E-mail: zhangqiangsheng87@163.com

为了更好地保证密封性能,在轴承盖和轴承座之间也加入密封垫,最后紧固螺栓(图1)。轴承架与轴承座间采用过度配合,安装在外侧的滚动轴承外圈压紧密封条架,使得密封条发生形变,达到密封的作用。这种压紧方式可以方便地进行密封条拆装和更换,有利于以后的运行维护。

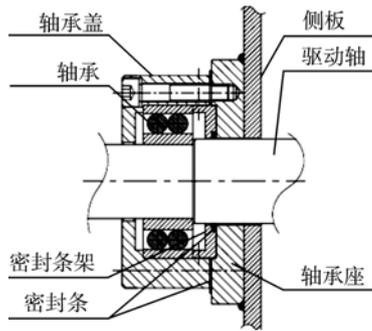


图1 轴承座防外泄漏示意图
Fig.1 Anti-External Leakage of Bearing Seat

2 内泄漏的控制

内泄漏量是风阀非常重要的技术性能指标。一般风阀阀板通过直接旋转压紧密封条,不能使密封条均匀受力从而发生均匀变形,密封效果不好。通过多种不同形式阀板的设计和试验,选择如下2种形式的阀板:阀体侧板开槽型阀板和加装弹簧型阀板,使得阀板压紧密封条时,密封条均匀受力且发生均匀形变,风阀在技术规格书规定压差下满足泄漏要求;即:隔离阀在4000 Pa压差下内泄露小于 $10 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$,止回阀4000 Pa压差下内泄漏小于 $200 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ^[3]。

2.1 开槽型阀板

该型风阀阀体外形如图2所示。此型式阀板上安装有短轴,短轴在阀体侧板的滑槽内做直线运动。在驱动轴的作用下,风阀逆时针打开。阀板开启时首先平移离开密封条,然后再做旋转和

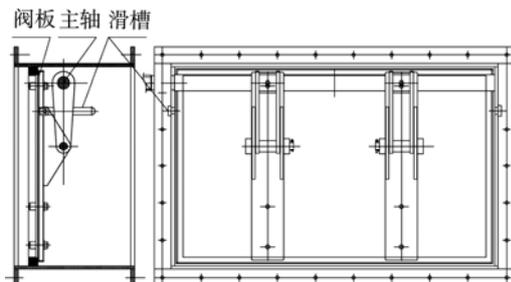


图2 开槽型阀板的风阀外形
Fig.2 Damper with Slotting Type of Blade

平移的合运动,直到阀板水平;关闭时首先做旋转和平移的合运动,再平移压紧密封条。开槽型阀板关闭后可以使阀体内密封达到零泄漏的要求,机构简单且密封条便于维护和更换。

开槽型风阀在设计和制造时,应注意以下几点:①气流的流向应是风阀关闭后气压压紧阀板的方向;②根据阀板的大小精确计算阀体侧板滑槽的长度,以便风阀开启后阀板处于水平位置,降低风阀阻力系数;③阀板上安装的短轴须加装铜轴套,防止摩擦卡死;④严格控制短轴的加工精度以及短轴与侧板间的装配精度。

2.2 加装弹簧型阀板

加装弹簧型风阀阀体外形如图3所示。与开槽型阀板最大的区别就是没有安装短轴,而是在阀板上加装1个压力弹簧。

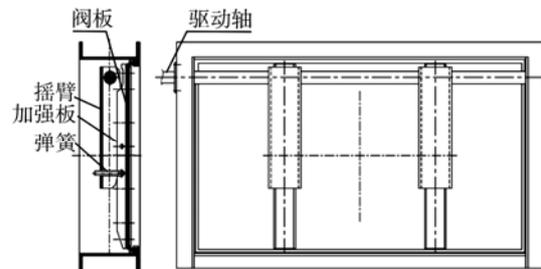


图3 加装弹簧型阀板的风阀外形
Fig.3 Damper with Spring Type of Blade

阀板顺时针开启,在压力弹簧作用下,阀板慢慢平移离开密封条,待阀板与摇臂接触后,随着摇臂旋转,旋转时不挤压到密封条,直到阀板水平。关闭时,阀板随着摇臂旋转,然后再平压紧密封条。加装弹簧型阀板关闭后可以使阀板密封达到零泄漏要求,结构简单,运行稳定,且密封条维护和更换方便。

在设计和制造时加装弹簧型风阀,应注意几点:①气流的流向应是关闭后气压压紧阀板的方向;②根据阀板重量、弹簧原长、阀板与摇臂接触时的弹簧长度、阀板与摇臂接触时弹簧对阀板的转矩,仔细核算压力弹簧参数,以便开启时能顺利推动阀板;③制作时严格控制各零部件及装配的精度。

3 风阀泄漏试验

风阀的泄漏试验必须在抗震试验前和抗震试验后分别测试一次,以判断阀门的内、外泄漏量

是否满足技术规格书的要求，同时验证本文所提出的风阀密封设计措施的有效性。

3.1 试验装置

风阀内、外泄漏装置原理见图 4、图 5；风阀内、外泄漏试验装置见图 6。

内泄漏试验装置主要由以下几个部分组成：
压缩空气、减压阀、玻璃转子流量计、数字

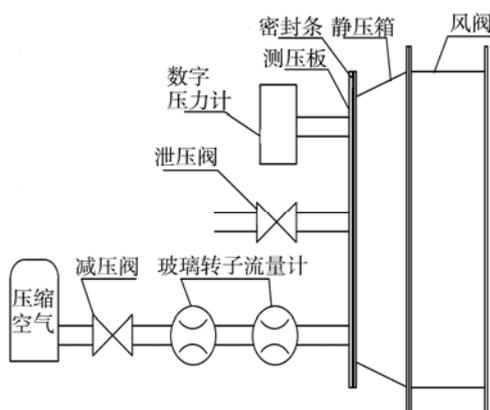


图 4 内泄漏试验装置原理图

Fig. 4 Schematic Diagram of Internal Leakage Test Device

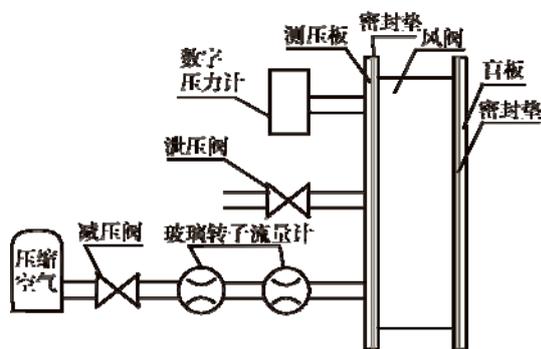


图 5 外泄漏试验装置原理图

Fig. 5 Schematic Diagram of External Leakage Test Device



图 6 风阀内、外泄漏试验装置

Fig. 6 Internal and External Leakage Test Device of Damper

压力计、测压板、密封条、盲板和试验风阀。外泄漏试验装置与内泄漏试验装置基本一致，但外泄漏试验装置有盲板而无静压箱。盲板用于风阀外泄漏试验时封堵阀体，使高压空气充满整个风阀框架。内泄漏试验设置静压箱的目的是增加阀板一侧的空间，稳定气压。

3.2 试验结果

外泄漏试验时，将阀门两端法兰用盲板堵死，阀门叶片打开，用压缩空气向阀门框架内加压，直至达到技术规格书中的规定压力（隔离阀试验压力 4000 Pa，止回阀试验压力 2000 Pa）^[3-5]，持续时间不少于 10 min。压缩空气入口安装 1 个流量计，测定其外泄漏量。

内泄漏试验时，将阀门关闭、一端安装静压箱并采用盲板堵死，用压缩空气向阀门静压箱框架内加压，直至达到技术规格书中规定的压力（4000 Pa），持续时间不少于 10 min，测定其内泄漏量。

试验结果表明：抗震试验前后风阀的外泄漏量都为零，满足技术规格书的要求；抗震前后阀体侧板开槽型风阀内泄漏量分别为 0 和 $7 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ，加装弹簧型风阀的内泄漏量分别为 $2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ 和 $6 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ，也都能满足技术规格书的要求。

4 结 论

本文提出了控制风阀内、外泄漏的风阀密封设计，通过抗震试验前后的泄漏试验，证明本文风阀密封设计可以很好地解决风阀泄漏较大的问题，达到了风阀技术规格书的要求。

参考文献：

- [1] 成大先. 机械设计手册(4版)[M]. 北京：化学工业出版社. 2002.
- [2] 秦大同, 谢里阳. 现代机械设计手册[M]. 北京：化学工业出版社. 1997.
- [3] ASME AG-1-2003. 核电厂空气和气体处理[S]. 2003.
- [4] 中国核电工程有限公司. 安全级电磁式快速隔离阀技术规格书[Z]. 2009.
- [5] 中国核电工程有限公司. 核级止回阀技术规格书[Z]. 2009.

(责任编辑：孙 凯)