

文章编号 : 0258-0926(2015)05-0117-03 ; doi: 10.13832/j.jnpe.2015.05.0117

# 核级电动闸阀样机端部加载试验技术要点探讨

徐昱根, 王旭, 柳琳琳, 姜圣翰

中国核动力研究设计院, 成都, 610041

**摘要:** 核级电动闸阀端部加载试验是通过对阀门管端施加载荷, 测定载荷施加过程中力和应变的变化, 考核阀门的刚度、强度以及在载荷作用时和作用后的性能指标, 验证当阀门受到所有管端载荷及压力和自重在内的正常工作载荷作用时阀门的可操作性。本文探讨了核级电动闸阀样机端部加载试验的技术要点, 并以一实际样机试验为例, 描述了核级电动闸阀样机端部加载试验的试验方法及其试验结果。

**关键词:** 核级闸阀; 端部加载

**中图分类号:** TL93+3 **文献标志码:** A

## Study on End-Loading Qualification Test on Nuclear Class 1 Gate Valve and Notice

Xu Yugen, Wang Xu, Liu Linlin, Jiang Shenghan

Nuclear Power Institute of China, Chengdu, 610041, China

**Abstract:** A type of nuclear class 1 gate valve was tested in the end-loading qualification test. The test intends, test content, test device, test method and results were described in this paper. By performing the force loading on the pipe flange of the valve, the force and stress of the valve was tested. The rigidity, intensity and the functionality of the valve was examined during and after this end-loading qualification test. The test results show that the integrity and operability of this gate valve satisfy the requirement of related documents.

**Key words:** Nuclear class 1 gate valve, End-loading qualification

### 0 前 言

核级阀门用于反应堆一回路系统管道上, 是反应堆冷却剂系统压力边界的一部分, 主要用以切断或隔离流体。端部加载试验的目的是验证正常工作载荷作用下阀门的可操作性。

### 1 端部加载试验中技术和注意要点

(1) 试验工装应保持有良好的传递性, 制作工艺简单, 可操作性强; 在最大加载力时保持一定时间不发生变形。加载力臂直径需大于等于阀门直径, 加载力臂的材料屈服强度大于等于阀门接口屈服强度的材料。泄漏观察出口的设计应高

于阀体最高液位, 利于液体平衡。

(2) 关闭循环试验中, 阀关闭后一端有压力, 另一端无压, 从泄漏口观察泄漏率, 并保持在有压力端施加力。在大口径阀施加力时, 阀体变形有一过程, 此时液位不稳定, 测量的泄漏率可能不准确, 须保持压力一定时间再测量。需保持的时间与材料、压力、温度、施加力等有关。在阀座泄漏率要求为无泄漏时应谨慎判断。

(3) 阀门开关时间测量有多种方法。直接由阀门驱动机构输出电压信号到数据采集系统方法, 如果阀门驱动机构不自带输出电压, 现场接线很复杂, 不利于操作。利用外接传感器, 振动

收稿日期: 2014-12-22; 修回日期: 2015-06-23

作者简介: 徐昱根(1982—), 男, 工程师, 现从事力学试验工作

大时用加速度传感器,现场有条件也可用位移传感器;还可利用秒表目视测量,可测量几次,得出一数据。

## 2 试验装置与方法

### 2.1 试验装置与测点布置

端部加载试验装置由加载基础、千斤顶、加载支架及加载力臂组成。阀门一端安装在加载支架上,另一端悬空与加载力臂连接,通过千斤顶在加载力臂上施加集中载荷给阀门施加端部力矩。由压力泵提供试验压力。端部加载试验中需测量加载力、阀门运行压力、阀门开关时间及阀门与加载支架连接端根部的应变。试验中通过力传感器测量加载力;通过压力表测量阀门运行压力;通过量杯测量阀门泄漏率。

### 2.2 试验方法

**2.2.1 试验前状态检查** 在端部加载试验前需要进行带压差的阀门开关试验,用正常驱动力开启和关闭阀门。

**2.2.2 端部加载试验** 试验中初始端部加载力矩  $M_i = M_o + M_w$  ( $M_o$  为试验件本体产生的力矩;  $M_w$  为工装产生的力矩)。试验步骤如下:

(1) 初始加载状态:使阀门处于完全开启位置,在阀门装置上加压至初始试验压力  $P_o$ ,保持此压力同时在阀门装置上施加  $M_i$ 。保持  $P_o$  和  $M_i$  10 min,检查阀体渗漏情况并记录。

(2) 关闭循环:将  $M_i$  减小至关闭循环力矩  $M_m = 2/3 M_o + M_w$ ,试验压力减小至阀门最大设计压力。接着用最小驱动力将阀门关闭3次并记录关闭时间。关闭后保压 10 min,检查阀座的泄漏并记录。

(3) 开启循环:在与步骤(2)相同的  $M_i$  作用下,阀门下游侧卸压,上游侧保持,用最小驱动力开启阀门并记录开启时间。

**2.2.3 端部加载试验结果** 端部加载试验中通过在加载力臂上施加集中载荷实现。根据试验大纲要求,初始加载状态试验中,阀门全开,压力达到 22 MPa,然后施加端部载荷,要求的载荷力矩为 67537.91 N·m,实际施加的载荷力矩为 68054.75 N·m。图 1 为初始加载状态试验过程中所测曲线图。初始加载试验过程中阀门结构处于弹性变形范围内,没有出现塑性变形。对阀体进

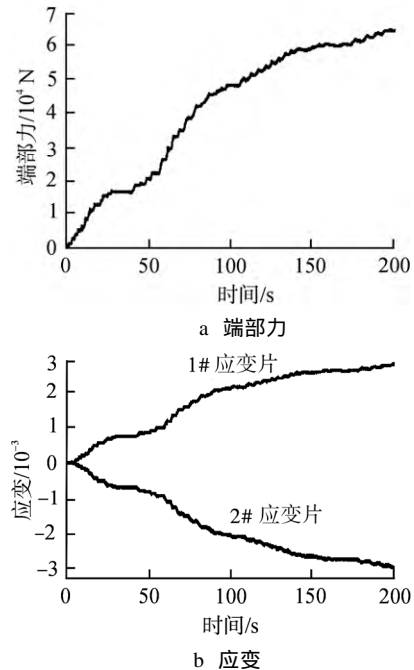


图 1 端部初始加载试验所测数据  
Fig. 1 Test Data for Top Initial Load

行检查,无泄漏。

关闭循环试验中,阀门压力为 17.2 MPa,将  $M_i$  减小至 45197.44 N·m。图 2 为关闭循环试验过程中所测加载力曲线。加载力减小至  $M_m$  后,保持压力不变,用最小驱动力关闭 3 次阀门,关闭后保压 10 min。试验过程中,阀门关闭时间小于 40 s,阀座泄漏率为  $0.17 \text{ cm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,阀门运行正常。

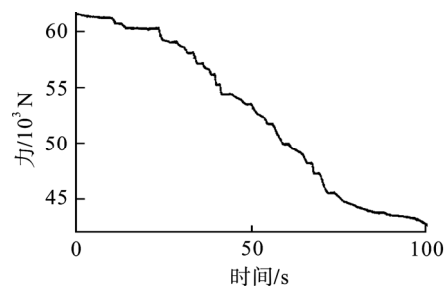


图 2 端部加载关闭循环试验力  
Fig. 2 Top Load Stop Test Loop

在与关闭循环相同试验加载力作用下,阀门下游侧卸压,上游侧保持 17.2 MPa,用最小驱动力开启阀门。阀门开启时间小于 40 s,阀门运行正常。

**2.2.4 试验后状态检查** 在端部加载试验后进行阀座密封试验,密封试验保压时间为 15 min。

2.2.5 检验和验收准则 试验后根据目视检查结果和各项测量数据，判断阀门是否满足以下要求：

- (1) 阀门泄漏满足试验要求。
  - (2) 试验后阀门部件无明显永久变形，开、关功能正常。
  - (3) 试验中及试验后阀门样机结构完整。
  - (4) 阀门样机在试验前、中、后均能正常开关。
- 只有满足上述要求，才能判定被试阀门样机端部加载试验性能合格。

术要点，并以一实际样机试验为例，描述了核级电动闸阀样机端部加载试验的试验方法及其试验结果。本文提出的技术要点可为核级电动闸阀鉴定活动提供技术参考。

参考文献：

- [1] ASME QME-1 (NB/T 20036.6). 核电厂能动机械设备鉴定[S]. 2003.
- [2] EJ/T 531-2001. 核电厂安全级阀门驱动装置的鉴定[S]. 2001.

(责任编辑：王中强)

### 3 结束语

探讨了核级电动闸阀样机端部加载试验的技