

文章编号: 1002-5855 (2009) 02-0014-03

安全阀试验规定及其试验装置的分析与研究

庞秀伟, 周国栋

(哈电集团哈尔滨电站阀门有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150046)

摘要 通过研究 ASME、ISO 等国际标准对安全阀动作性能试验和排量试验的内容和方法, 阐述了建立安全阀试验台基本的相匹配参数和必要性。

关键词 安全阀; 试验; 试验台; 装置

中图分类号: TH134 **文献标识码**: A

Safety valve test and safety valve testing bed

PANG Xiu-wei, ZHOU Guo-dong

(HE Harbin Power Plant Valve Company Limited, Harbin 150046, China)

Abstract: Necessity of establishment of a test rig for safety valve of test specifications and methods for safety valve performance and discharge has been described in article through the study of international standards such as ASME, ISO and others

Key words: Safety valve; test; safety valve testing bed; devices

1 概述

近年来,随着超临界和超超临界压力锅炉以及核电机组的快速发展,对安全阀的整定压力、启闭压差和密封性等关键性能的要求越来越严格,尤其是安全阀排放系数的测试成为研发产品新结构的瓶颈。因此,安全阀试验的研究及建立符合国际标准的安全阀热态试验台则成了目前的比较突出问题。

在建立试验台的问题上,国内基本上有两种设想,一种是可以建立一个模拟试验台,另一种则是认为安全阀试验台的建立必须满足“在运行工况下对安全阀进行动作特性和排量试验”。如果按照第二种设想,对于高温高压及超超临界安全阀的试验,至少要建立一个满足超高压参数的锅炉机组,这对于一个安全阀制造厂家来说势必花费巨大的投资,实际上几乎是不可能达到的。经分析研究和实践证明,建立一个既经济又能满足试验要求的试验台,应从标准的研究开始,只有充分理解了标准的意识和要求,才能建立一个达到和符合标准的热态蒸汽试验台。

2 试验项目的标准规定

2.1 动作特性试验

标准规定安全阀在出厂前应进行动作性能试验,其试验内容包括启跳压力、回座压力、行程、密封性以及动作特性的重复性能。

(1)启跳压力 不得超出阀门铭牌上标记的整定压力的 5%。

(2)回座压力(启闭压差) 为整定压力的 4%~7%,最大不超过 10%。

(3)行程 不得低于图纸规定的额定数值。

(4)密封性 当整定压力大于 0.3MPa时,阀门在整定压力的 90%时必须保证其密封性,DL/T 959-2005中规定“对安全阀试验的目的在于证实每台阀门是否可调整到适合其指定的运行条件,且能在规定的压力温度下,不发生任何形式的泄漏”。

(5)动作特性的重复性 对于锅炉本体,当整定压力在 $2.07 < P_s \leq 7.0$ MPa时,极限偏差为 ± 0.07 。当整定压力在 $2.07\text{MPa} < P_s$ 时,极限偏差为 $\pm 1\%$ 的整定压力。

2.2 排放量认证

作者简介:庞秀伟(1978-),男,黑龙江哈尔滨人,工程师,从事阀门设计与试验研究工作。



ISO和ASME以及目前的国内标准都规定安全阀排放量的认证需要进行试验,规定排放量试验要对同一品种取3种规格(9台阀门),在3个不同的压力下各做3次试验。排量系数 K_d 的测量值取9次试验的平均值,当任何一次试验的 K_d 大于或小于平均值 K_d 的5%时,试验必须重新进行。再按 $K_d = \frac{\text{实测流量}}{\text{理论流量}}$ 进行计算同一品种阀门的流量系数后,乘以0.9作为此种形式阀门的排放系数。

2.3 试验介质

根据ASME Code Sec. PG67~73对排放量认证的要求,“阀门制造厂对其所制造的任何安全阀或安全泄放阀打上本规范认证标志之前,应按本节的规定对排放量进行认证”。并且规定“排放量认证试验应采用干饱和蒸汽、空气或气体来进行,当采用干饱和蒸汽试验时,最小蒸汽干度用限制在98%,最大过热度为20°F(11℃),在此范围内可将其修正到干饱和蒸汽状态”。而ASME Code Sec. UG-131中又规定了“用于蒸汽的泄压阀可按上述方法测得,但每一系列的阀中至少有一个阀用蒸汽来做试验,以证明蒸汽排量及性能”。

ISO 4126-1981规定,动作特性试验对蒸汽用途的安全阀用蒸汽进行试验,排量试验“在以蒸汽为试验介质并确认其动作特性符合要求后,允许用蒸汽、空气或其它气体为介质进行排量试验”。

我国JB/T 9624-1999和DL/T 959-2005等标准等效引用了国际标准ISO的有关规定,允许用空气或其他已知特性的气体作为试验介质。

2.4 试验压力

ASME规定排汽能力应由蒸汽的冷凝或用标定的流量计来测量,超出制造厂试验设备能力范围以外的阀门“只要经过现场试验和做适当的调整,其启跳、回座压差和密封性”可以用空气在车间做试验。ASME Code Sec. PG-73.4.6规定:“当条件许可时,试验设备和试验锅筒应具有足够大的尺寸和容量,以保证所测得的压力与标志钢印上的整定压力的偏差在其PG-72中规定的范围内”。

ASME Code Sec. PG-69.1.4和ASME Code Sec. UG-131规定了具体的试验压力“排放量认证试验时的压力不得比整定压力大3%或2psi(15kPa),取两者中的较大值。应将安全阀或安全泄放阀的回座压差调整到不大于整定压力的4%。……”。在PG-69.2.3条规定“……某一尺寸的每

个阀门应在该阀门使用压力范围内的不同压力下进行整定,或者在试验场所的试验设备所能提供的压力范围内的不同压力下进行”。

ASME Code Sec. C4篇,附件中规定“有些安全阀的结构允许在锅炉以较低压力运行时进行开启压力校验,将安全阀装上制造厂提供的液力辅助提升器(此器件可确保整定压力的上下偏差符合其PG-72.2的要求)后进行校验,……”。但该方法不能确定安全阀的回座压力。

ISO 4126规定排量试验的“试验压力应以阀门的实际工作压力,或由试验设备能力来决定,试验还可以利用排量系数随进口压力变化的关系来确定排量系数”。

3 安全阀试验台

经过对上面所介绍的安全阀试验项目以及规定的研究分析,虽然ISO和ASME标准的规定在某些方面有一些不同,但根据安全阀试验所需的基本要求,考虑到我国的具体国情以及国内安全阀的使用厂家,应以美国标准ASME为基础,建立以以下参数为基准的试验台,来满足国内安全阀试验与研究需要。

3.1 适应不同要求的试验台

为满足上述规定,至少建立以下几个适应不同要求的试验台。

(1)建立一个具有能满足安全阀实际设计压力的高参数、蓄压容器在2~5m³的小容量的蒸汽试验台。进行安全阀的动作性能试验。

(2)由于锅炉的蒸发量与蓄压容器的容量无直接关系,在做排量试验时,需要一个10~40m³的蓄压容器进行排量试验。

(3)为了降低试验费用,在标准允许的情况下,建立一个冷态空气试验台,蓄压罐的容积视安全阀的规格以及在整定压力下kg/s和排放时间而定。

3.2 试验用介质

对于锅炉安全阀,要用干饱和蒸汽进行动作性能试验的试验,排汽能力(排放系数)的试验可用干饱和蒸汽,也可用空气或其他气体进行试验。而制造厂的出厂检验也可用蒸汽试验,也可用空气进行。其检查项目为启跳压力、回座压力、行程、密封性以及动作特性的重复性能。

3.3 试验用压力

(1)动作性能试验

在试验设备允许的条件下,可按阀门的实际工

作压力进行整定,一般其设计压力 $P = 18\text{MPa}$,也可以在较低的压力(一般为实际整定压力的 39% ~ 70%),对于亚临界以上的参数锅炉的动作性能试验,可借助液压或启动辅助装置进行整定,但采用这种方法进行的试验不会得到回座压力,那么要想得到真正的启闭压差,只能在有足够容量的试验台上进行。

(2)排量试验

对于安全阀的排量试验,ASME Code Sec. UG - 131规定了具体的试验压力“排放量认证试验时的压力不得比整定压力大 3%或 2psi(15kPa),取两者中的较大值。应将安全阀或安全泄放阀的回座压差调整到不大于整定压力的 4%……”。但有些资料介绍,美国经 ASME批准的蒸汽流量实验室的最大能力范围为 800psia(5.6MPa)试验压力。实际应用的试验压力全部在 700psia(4.9MPa)压力以下,大多数在较低压力 100psia(0.7MPa)下测量流量。由此,排量试验台的试验压力的设计压力为 2.5MPa较为合适。

(3)建立试验台应注意的问题

由于各个标准对试验台的要求不同,如 ASME 规定的排量试验“应使用干饱和蒸汽”,ISO 标准规定排量试验除用蒸汽以外,还可以用空气或其他气体,ASME Code Sec. UG - 131(b)(1)也规定了“可压缩流体泄压阀排量的认证,应采用干饱和蒸汽、空气或气体进行”。日本 JIS B8210标准规定同 ISO 一样,允许用蒸汽和空气进行。由此可见,建立一个什么样的试验台,应用的试验介质必须严格执行一个标准法规。根据多年在建立流阻试验台和安全阀热态性能试验台的过程中得到的经验证明,当用空气作为介质进行试验时,应注意其换算方法。在数据整理的过程中,通过对用空气和蒸汽所进行的安全阀排放量系数的测试与计算结果,得到其测

试数据是很相近的。虽然利用尖锐孔板作为节流元件时,蒸汽的排放量系数较为空气的排放量系数略小,但其误差不超过 5%。由于安全阀排放部位的结构是介于喷嘴与孔板之间的节流件形式,因此,用空气作为介质测试安全阀的排放量系数是完全可行的。

国外对安全阀的排放能力与试验压力的关系进行过研究,其结论是排放能力与试验压力偏差不大。在低于实际工作压力的压力下试验时,由于计算排放能力是应用等熵流量公式,为了方便将介质的绝热指数 K 简化为常数,因而会产生一些偏差。对于这个偏差,ASME对当压力在 1 500 ~ 3 200psia (10.5 ~ 22.5MPa)之间用过热蒸汽修正系数给予了修整。同时,ASME明确规定了“应将进行试验的 9 个阀门的系数 K_D 的平均值乘以 0.9作为此种形式阀门的排放系数”。这就大大弥补了在试验过程中的偏差。

4 结语

安全阀试验的开展和安全阀试验台的建立,是提升我国安全阀产品质量,强化安全阀在生产、使用及科研中试验与研究不可缺少的重要环节和措施。在目前国内缺少规范性试验台的情况下,应加强对安全阀机理的研究,完善对安全阀模拟试验方法的研究,对国际标准有一个全面的、正确的理解和认识,使安全阀的测试过程合理而简单,我国的安全阀就会有突飞猛进的发展。

参 考 文 献

- [1] DL/T 959 - 2005,电站锅炉安全阀应用导则 [S]
- [2] ASME Code Sec. (2004版) PG67 ~ 73,安全阀和泄压阀 [S]
- [3] ASME Code Sec. C4篇,附件 [S]
- [4] ISO 4126 - 1981,安全阀一般要求 [S]
- [5] JB/T 9624 - 1999,电站安全阀 技术条件 [S]
- [6] ASME Code Sec. UG - 131,压力容器 [S]

(收稿日期: 2008. 12. 23)

书讯

《阀门产品样本(第三版)》——本书由机械工业出版社 2006年 8月出版发行,合肥通用机械研究院与全国阀门标准化技术委员会主编。本书汇集了我国阀门行业主要生产厂家的有代表性的产品,共计 2000多个型号、近 4万个规格。包括各类阀门的外观图、结构图、主要性能参数、主要外形和结构尺寸、重量及主要零件材料,以及生产厂家等,为工程设计、采购、销售人员及阀门用户正确、合理、经济地选择阀门提供参考资料。书号 ISBN 7 - 111 - 18960 - 4,定价 290.00元/(上、下册)。

每册加收书价 10%的邮寄包装费,需要者,请与沈阳经济技术开发区开发大路 15号沈阳阀门研究所科技开发信息中心的尹玉杰联系,邮编: 110142,电话: 024 - 25653780。

E - mail: sfskxzx@chinavalveinfo.net http://www.chinavalveinfo.net

