

# 火电厂热力设备 内部泄漏故障诊断研究

李录平 黄章俊 吴昊 刘洋 著



科学出版社

# 火电厂热力设备内部泄漏 故障诊断研究

李录平 黄章俊 著  
吴昊 刘洋

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书论述包括高温高压阀门、表面式换热器在内的火电厂热力设备内部泄漏故障产生的原因与机理,内部泄漏故障检测与诊断的基本理论、基本方法和基本技术。

第1章介绍火电厂热力设备内漏现象及其原因,内漏对设备造成的影响,内漏故障检测的基本方法。第2章叙述缝隙流动的数学描述方法,通过数值模拟方法研究缝隙流动的基本规律。第3章阐述内部泄漏过程声发射机理及其声发射信号的定量特征。第4章和第5章用实验室方法分别研究表面式换热器和阀门内漏故障的声发射诊断策略及技术。第6章和第7章探索火电厂中广泛使用的疏水关断类阀门的内部泄漏故障的诊断问题,提出一种基于疏水管道温度检测的疏水关断类阀门内漏故障诊断方法,并阐述诊断的标准。

本书可作为从事火力发电厂设计、研究开发、设备制造、工程建设、运行管理等方面理论研究和技术开发工作的技术人员的参考书,也可作为能源动力工程、机械工程、检测技术等专业研究生和本科生的学习参考教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

火电厂热力设备内部泄漏故障诊断研究/李录平等著. —北京:科学出版社,2016.8

ISBN 978-7-03-049731-4

I. ①火… II. ①李… III. ①火电厂-热力系统-泄漏故障-故障诊断-研究 IV. ①TM621.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第206490号

责任编辑:耿建业 陈构洪 邢宝钦 / 责任校对:蒋 萍  
责任印制:张 伟 / 封面设计:铭轩堂

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016年8月第 一 版 开本:720×1000 B5

2016年8月第一次印刷 印张:11 1/2

字数:218 000

定价:96.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

众所周知,火电厂中高温高压热力设备一旦发生泄漏,可在短时间内造成设备损坏,对设备的安全运行构成严重威胁,甚至危及人身安全;设备泄漏还会产生能量损失,降低火力发电机组的效率。如果能早期诊断出设备的泄漏状态,则一方面可以及时对热力设备采取适当的维修措施,减少维修费用和改善操作性能;另一方面,可有效防止电厂事故的扩大,提高火电厂运行的安全性和经济性。

热力设备的泄漏有内漏与外漏之分。

热力设备的内漏是指设备的内部工作介质通过内部不严密处由高压侧向低压侧的泄漏。例如,表面式换热器的管内介质向壳侧泄漏,或壳侧介质向管内泄漏;关闭的阀门,其中的工作介质通过阀芯不严密处由高压侧向低压侧泄漏。内漏不污染环境,但会造成系统效率下降,严重时会影响到系统的正常工作。

热力设备的外漏就是指设备内的高压工作介质穿过设备的壳体漏到系统外面。例如,表面式换热器的外壳破裂,工作介质向大气环境泄漏;阀门的外壳破损,高压(高于大气压力)介质向大气环境泄漏。外漏不但污染环境,还会造成系统效率下降,严重时会影响到系统的正常工作,甚至严重影响人身设备安全。

热力设备的外漏故障容易检测与诊断。而内漏故障,由于发生在设备的内部,看不见摸不着,在高温、高压、高背景噪声环境下,检测与诊断的难度很大。本书只针对热力设备的内漏问题开展研究。

本书作者所在研究团队根据工程实际的需要,对火电厂热力设备的内漏故障开展了多年的理论、实验室实验和工程试验研究,现将近几年的研究成果整理成书,向同行专家和工程技术人员做汇报,希望起到抛砖引玉的作用。

本书由长沙理工大学李录平、黄章俊、吴昊、刘洋共同完成,其中第1章、第3章由李录平执笔,第2章、第4章由李录平和吴昊共同执笔,第5章由李录平和黄章俊共同执笔,第6章由刘洋和黄章俊共同执笔,第7章由李录平和黄章俊共同执笔,全书由李录平统稿。

在本书相关内容的研究过程中,得到了湖南鸿远高压阀门有限公司、大唐

华银金竹山电厂、大唐湘潭发电有限责任公司、长沙市能源局的大力支持。作者所在团队的研究生张晓、高倩霞、杨晶、刘功春、吴丰玲为本书相关章节中的实验室实验、现场试验、数据整理和理论计算做了大量有益的、卓有成效的工作。在此,对为本书撰写提供支持和帮助的单位和个人表示诚挚的谢意!

由于作者的学识水平和工程实际经验有限,书中难免出现不足和疏漏以及某些论述不当之处,本书的内容体系也不够完整,恳请同行专家和读者批评指正。

作 者

2016年6月

# 目 录

## 前言

第 1 章 绪论	1
1.1 火电厂热力设备内漏现象及其原因分析	1
1.1.1 热力设备的内漏与外漏	1
1.1.2 换热器内漏的基本原因	1
1.1.3 阀门内漏的基本原因	6
1.2 热力设备内漏对安全性的影响	9
1.2.1 换热器内漏对安全性的影响	9
1.2.2 阀门内漏对安全性的影响	10
1.3 热力设备内漏对经济性的影响	11
1.3.1 内漏对机组经济性影响定性分析	11
1.3.2 内漏对机组经济性影响实例分析	11
1.4 热力设备内漏故障检测的基本方法	14
1.4.1 热力设备内漏故障检测的特点、任务和要求	14
1.4.2 基于流量平衡的热力设备内漏检测方法	15
1.4.3 基于传热学的内漏检测方法	16
1.4.4 基于模型的热力设备内漏检测方法	16
1.4.5 基于信号处理的热力设备内漏检测方法	16
1.5 本章小结	18
参考文献	18
第 2 章 缝隙流动的数学描述与数值模拟	19
2.1 概述	19
2.2 缝隙射流基本理论	20
2.2.1 缝隙射流及其动能计算	20
2.2.2 缝隙泄漏模型及计算方法	21
2.3 缝隙泄漏流动过程数值模拟	23
2.3.1 CFD 介绍	23
2.3.2 缝隙泄漏流场数值模拟方案	24

2.3.3 缝隙泄漏流场模拟数据处理及分析 .....	30
2.4 本章小结 .....	40
参考文献 .....	41
<b>第3章 泄漏过程声发射机理与信号定量特征 .....</b>	<b>42</b>
3.1 概述 .....	42
3.2 泄漏声发射机理及其传播特性 .....	42
3.2.1 泄漏声发射信号产生机理 .....	42
3.2.2 泄漏声发射波传播原理 .....	43
3.3 声发射信号参数分析技术 .....	45
3.3.1 特性参数的基本定义 .....	45
3.3.2 基本特性参数的计算方法 .....	46
3.4 声发射信号波形分析技术 .....	48
3.4.1 信号幅值谱分析 .....	48
3.4.2 信号功率谱分析 .....	49
3.4.3 信号小波分析 .....	49
3.5 阀门泄漏信号小波包分析 .....	51
3.5.1 阀门泄漏信号频率段划分 .....	51
3.5.2 阀门泄漏信号各频率段能量分布特征 .....	51
3.5.3 阀门泄漏信号声发射信号特征提取方法 .....	52
3.6 本章小结 .....	57
参考文献 .....	58
<b>第4章 表面式换热器内部泄漏声发射诊断实验研究 .....</b>	<b>60</b>
4.1 概述 .....	60
4.2 换热器管缝隙泄漏模拟实验方案设计 .....	60
4.2.1 内漏故障检测模拟实验台简介 .....	60
4.2.2 实验方案设计 .....	62
4.2.3 信号处理方法 .....	67
4.3 换热器管缝隙泄漏实验结果分析 .....	70
4.3.1 缝隙泄漏声发射信号分析 .....	70
4.3.2 实验结果与模拟结果对比分析 .....	84
4.4 本章小结 .....	86
参考文献 .....	87

第 5 章 阀门内部泄漏声发射诊断技术研究 .....	88
5.1 概述 .....	88
5.2 阀门泄漏模式分类 .....	88
5.2.1 阀门常见内部泄漏模式及分类 .....	88
5.2.2 阀门各泄漏模式下流体所具有的动能 .....	90
5.3 不同泄漏模式的信号特征提取实验研究 .....	92
5.3.1 阀门泄漏故障模拟实验台简介 .....	92
5.3.2 实验方案设计 .....	93
5.3.3 实验结果分析 .....	96
5.4 阀门泄漏率定量诊断模型 .....	102
5.4.1 阀门泄漏声发射源定量描述 .....	102
5.4.2 阀门泄漏故障定量诊断模型 .....	103
5.4.3 阀门泄漏故障定量诊断实验研究 .....	104
5.5 基于 LabVIEW 的阀门泄漏监测系统开发 .....	109
5.5.1 阀门泄漏故障监测系统总体设计 .....	109
5.5.2 阀门内部泄漏故障监测系统硬件结构选择 .....	109
5.5.3 监测系统软件设计 .....	112
5.5.4 系统界面设计 .....	113
5.6 本章小结 .....	115
参考文献 .....	117
第 6 章 疏水关断类阀门内部泄漏温度诊断理论与技术 .....	118
6.1 概述 .....	118
6.2 疏水系统管壁温度计算原理与方法 .....	119
6.2.1 疏水阀门有泄漏工况下的计算模型 .....	119
6.2.2 阀门无泄漏工况下的计算模型 .....	124
6.2.3 稳态无泄漏工况下管壁温度计算流程 .....	126
6.2.4 计算数据与试验结果对比分析 .....	130
6.3 基于疏水管道温度分布特征的阀门泄漏诊断方法 .....	132
6.3.1 阀门泄漏等级定义 .....	132
6.3.2 “两点温度法”提取阀门泄漏故障特征的基本思路 .....	133
6.3.3 基于管壁温度特征诊断阀门泄漏的基本方法 .....	139
6.4 现场试验及测试 .....	144
6.4.1 试验对象 .....	144



6.4.2	试验系统 .....	144
6.4.3	试验过程 .....	146
6.4.4	无泄漏工况下试验与理论数据分析 .....	147
6.4.5	有泄漏工况下试验数据分析 .....	150
6.5	本章小结 .....	160
	参考文献 .....	160
<b>第7章</b>	<b>在用疏水关断阀内部泄漏温度诊断标准研究</b> .....	<b>162</b>
7.1	概述 .....	162
7.2	标准编制原则和适用范围 .....	163
7.2.1	编制原则 .....	163
7.2.2	适用范围 .....	163
7.3	标准中引用的主要术语及其定义 .....	163
7.4	蒸汽疏水关断类阀门泄漏状态判断准则 .....	164
7.4.1	蒸汽疏水关断类阀门内漏等级定义 .....	164
7.4.2	蒸汽疏水关断类阀门内漏等级定量划分 .....	164
7.5	蒸汽疏水关断类阀门温度检测技术要求 .....	164
7.5.1	温度传感器技术要求 .....	164
7.5.2	温度测点选择与传感器的安装要求 .....	165
7.5.3	蒸汽疏水关断类阀门温度检测工艺流程 .....	166
7.5.4	蒸汽疏水关断类阀门内漏诊断流程 .....	168
7.6	特殊疏水系统阀门内漏诊断逻辑 .....	171
	参考文献 .....	172

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 火电厂热力设备内漏现象及其原因分析

### 1.1.1 热力设备的内漏与外漏

热力设备的泄漏有内漏与外漏之分。

热力设备内漏是指设备的内部工作介质通过内部不严密处由高压侧向低压侧的泄漏。例如,表面式换热器的管内介质向壳侧泄漏,或壳侧介质向管内泄漏;关闭的阀门,其中的工作介质通过阀芯不严密处由高压侧向低压侧泄漏。内漏不污染环境,但会造成系统效率下降,严重时会影响到系统的正常工作。

热力设备外漏是指设备内的高压工作介质穿过设备的壳体漏到系统外面。例如,表面式换热器的外壳破裂,工作介质向大气环境泄漏;阀门的外壳破损,高压(高于大气压力)介质向大气环境泄漏。外漏不但污染环境,还会造成系统效率下降,严重时会影响到系统的正常工作,甚至严重影响人身设备安全。

热力设备的外漏故障容易检测与诊断。而内漏故障,由于发生在设备的内部,看不见摸不着,在高温、高压、高背景噪声环境下,检测与诊断的难度很大。本书只针对热力设备的内漏问题开展研究。

### 1.1.2 换热器内漏的基本原因

火电厂换热器分为混合式换热器和表面式换热器两类。其中,混合式换热器内没有换热管,多股不同压力、温度的介质通过不同管道流入换热器,这些介质在换热器内部充分混合实现热量交换,混合均匀后从一根或多根管道流出换热器。因此,混合式换热器不存在内部泄漏问题。表面式换热器中,进入换热器中的被冷却介质与被加热介质不进行混合,两者之间通过换热器中的管束进行热量交换。管道外与管道内的介质不但温度存在差异,压力存在差异,甚至相态也不相同。所以,这类换热器可能存在内部泄漏问题。本书讨论的换热器内漏问题,就是指表面式换热器的内部泄漏问题。

以火电厂大容量机组的高压加热器为例来说明表面式换热器结构及工作原理<sup>①</sup>,图 1.1 为加热器的外形照片<sup>①</sup>(其中,图 1.1(a)为高压加热器外形,图 1.1(b)为加热器内部管束),图 1.2 为高压加热器的结构示意图,回热系统的低压加热器与高压加热器的内部结构基本相似。现代火电厂大容量机组表面式回热加热器的传热过程可分为三段,即蒸汽冷却段、凝结段、疏水冷却段。

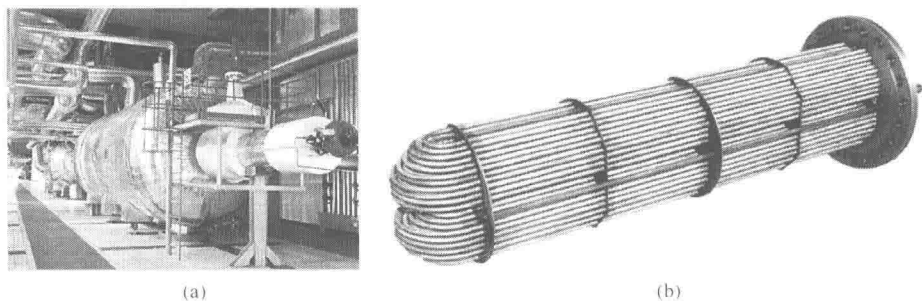


图 1.1 火电厂高压加热器外形

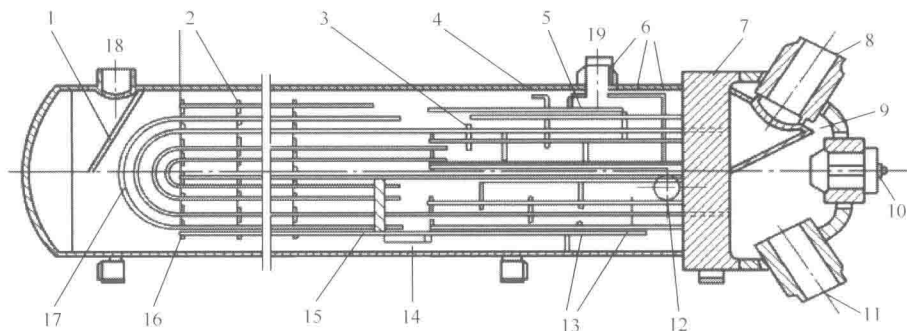


图 1.2 高压加热器结构示意图

1-防冲板;2-隔板;3-过热蒸汽冷却段隔板;4-管束护环;5-防冲板;6-遮热板;7-管板;8-给水出口;  
9-分流隔板;10-密封入孔;11-给水进口;12-疏水出口;13-疏水冷却段隔板;14-疏水冷却进口;  
15-疏水冷却段端板;16-拉杆;17-传热管;18-疏水进口接管;19-蒸汽接管

从图 1.2 可知,火电机组高压加热器的水室与管板直接焊接,水室设置入孔,给水进、出口接管与外部管道相连接。蒸汽进入过热蒸汽冷却包壳,经隔板多次导流流出至凝结段,在壳体内蒸汽首先从水平方向流入尾部,然后在整个凝结段上从上向下流动,在这个过程中蒸汽向给水放热并凝结,这自上向下

<sup>①</sup> 本章中的图均来自互联网,本书作者对原图的作者致以谢意。

蒸汽流动方向与凝结疏水方向一致,将有利于传热,同时每块隔板均包含了全部的管子,这能够增强管束的刚性。

疏水聚集在壳体下部形成水位,它经过吸水口从上进入虹吸式疏水冷却段,经隔板导向转弯流动,被冷却成过冷疏水流出。设置在高压加热器尾部的上级疏水进口,引导上级加热器的疏水由上向下进入壳体内,斜置的防冲挡板阻挡疏水以保护管子。在过热蒸汽冷却段以后位置的壳体处装有不锈钢保护环,当必须拆卸壳体时,可在此处切割壳体而不导致割坏管子。高压加热器在管板处装设固定支座,中部和尾部各设滚动支座,支撑在导轨上,在切割壳体以后可以退出壳体。

火电厂表面式换热器中换热管内部泄漏的主要原因如下。

(1) 设计缺陷引起的泄漏。蒸汽入口处蒸汽流速太高,过热段蒸汽通道取得过小,也会使横向冲刷管束的蒸汽流速过高,造成管束振动性破坏。根据涡流脱落原理,此种破坏仅在流体开始进入管束的两三排管子上发生,不会深入管束的密集空间内部,因而火电厂回热系统高压加热器(简称“高加”)一般是在过热蒸汽冷却段(器)的蒸汽进口和疏水冷却段(器)的疏水进口区域发生管子破坏。有专家认为,若碳钢管高加疏水冷却段进口部位运行或系统设计不当,凝结水扩容蒸发成汽时,则会发生侵蚀和(或)疲劳式的腐蚀。若注意设置排放空汽管和满足水处理的要求,则可避免这种情况,但有专家对这种结论持不同意见。

另外,若过热段蒸汽出口传热管壁温低于进汽压力下的饱和蒸汽温度,则容易在过热段形成汽水两相流动,使传热管遭受汽水冲蚀,振动加剧,导致爆管。

在实际的生产应用中,换热器所处的工作环境十分恶劣,特别是回热系统的高压加热器,其换热管内给水压力是整个机组的工质压力最高点,所以,换热管道特别是高压加热器的换热管道发生泄漏的现象时有发生。泄漏的原因主要有:热应力过大、冲刷侵蚀、换热管振动、设计制造缺陷带来的强力装配等。

(2) 运行过程中的热应力作用。热应力是指由于构件受热不均匀而存在温差,构件各处膨胀变形或收缩变形不一致,相互约束而产生的内应力。当热应力达到相当数值时,会使设备产生塑性变形或蠕变,最后形成热疲劳裂纹(图 1.3),甚至使换热管爆裂(图 1.4),从而导致构件失效。

在运行过程中,由于换热管内外冷热流体温度不同,壳体和管壁的温度互有差异。这种差异使壳体和管子的热膨胀不同,当温差较大时,就有可能将管

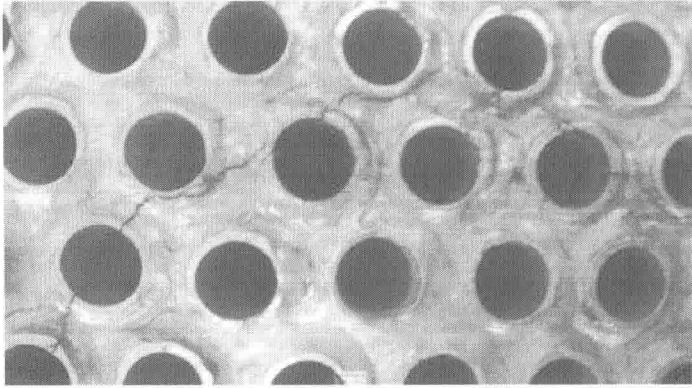


图 1.3 换热器管板上产生的裂纹

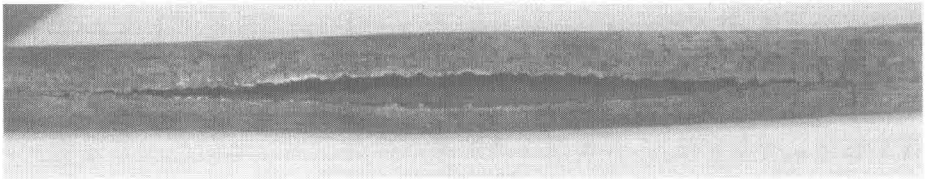


图 1.4 换热管爆裂

子扭弯,或将管子从管板上拉松,甚至毁坏整个换热器。对此,必须在结构上考虑热膨胀的影响。若换热器在启停过程中温升率或温降率超过规定,使换热器的管子和管板受到较大的热应力,使焊缝或胀接处发生损坏,则引起端口泄漏;若汽侧停止供汽速度过快,或汽侧停止供汽而水侧仍然继续给水,则因管子管壁薄收缩快,管板厚收缩慢,常导致管板与管子的焊缝或胀接处损坏。

(3) 冲刷侵蚀作用。当加热蒸汽的流速较高且汽流中含有较大的水滴时,管子外壁受汽水两相流长时间的冲刷而变薄,发生穿孔或受给水的压力而鼓破,见图 1.5。

(4) 管子振动。给水温度过低或机组超负荷等情况下,通过换热器管子间蒸汽流量和流速超过设计值较多时,具有一定弹性的管束在壳侧流体扰动力的作用下会产生振动,当激振力的频率与管束自然振动频率或其倍数相吻合时,将引起管束共振,使振幅大大增加,导致管子与管板的连接处受到反复作用力,造成管束损坏。管束振动损坏的机理一般有:由于振动,管子或管子与管板连接处的应力超过材料的疲劳极限,管子疲劳断裂;振动的管子在支撑隔板的管孔中与隔板金属发生摩擦,使管壁变薄(图 1.6),最后导致破裂;当

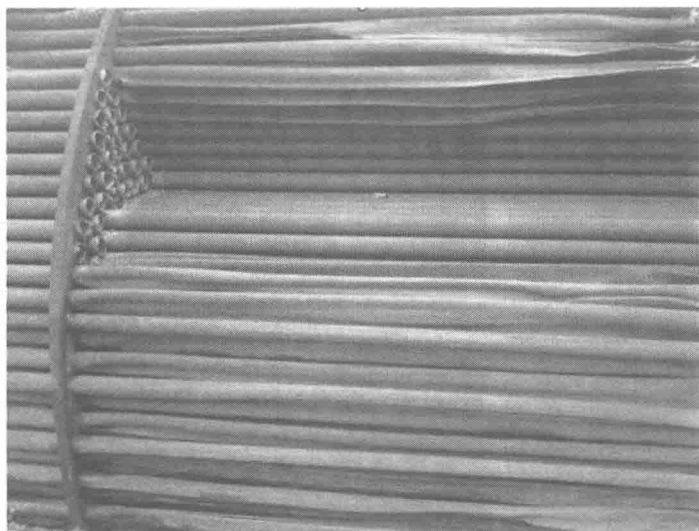


图 1.5 换热管因冲刷造成的损伤

振动幅度较大时,在跨度的中间位置相邻的管子会相互摩擦,使管子磨损或疲劳断裂。

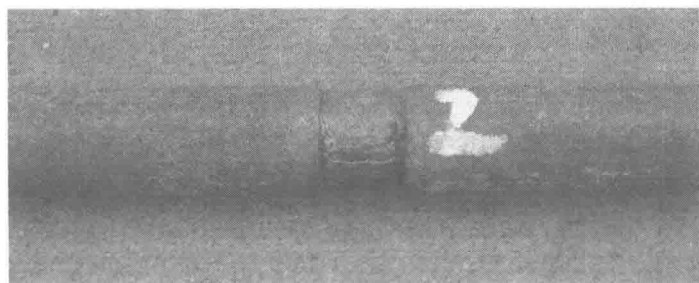


图 1.6 换热管与隔板振动摩擦导致管壁变薄

(5) 运行过程中的腐蚀。例如,某电厂 2 号机组在投产 10 个月后,发现高压加热器换热盘管的进水口附近发生了严重的腐蚀减薄泄漏,致使高压加热器不能正常投运。通过检查发现高加发生泄漏的部位集中在凝结水冷却区 14 排和蒸汽凝结区下部 36 排盘香管接供水联箱的部位(图 1.7 左侧),通过对该机组三台高加盘香管全面测厚检查以及割管检查,发现此区域的弯管从联箱焊口到其后约 150mm 的长度内均存在腐蚀减薄,管壁内侧有腐蚀麻坑(图 1.7 右侧)。

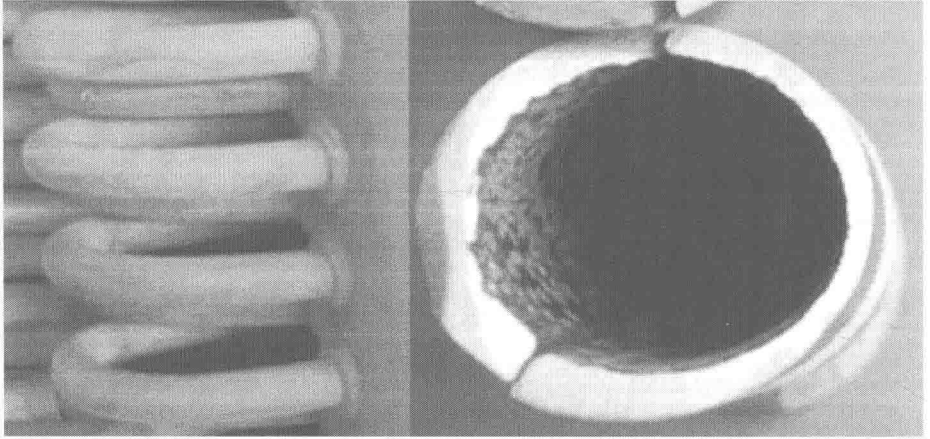


图 1.7 高压加热器换热管因腐蚀导致的厚度减薄

(6) 制造、检修中的缺陷带来的强力装配。换热器在制造过程中容易出现诸多问题,如划伤管子;管端焊不合格;强力装配。尤其在传热管装配时,折流板缺口处不经打磨,造成传热管纵向划痕。这些都可能引起换热管在运行时发生泄漏。

强力装配造成传热管在隔板管孔处受到损伤,一般情况下,此处最容易爆管。因为支撑隔板和导流隔板上的管孔与管子有一定的间隙,为便于穿管装配,此间隙不能太小。当振动发生时,管子与孔壁产生摩擦与撞击,结果是管子磨薄,管孔扩大。实际上,隔板的孔间距及隔板装配位置总有一定的误差,所以有一部分传热管在隔板孔里的位置会偏离中心点,甚至与孔壁相碰,这时即使无大振幅的振动,宽频带的小振幅振动也会导致管壁与孔壁的磨损。强力装配造成管子与孔壁间的挤压,加剧了管壁与孔壁间的磨损。

### 1.1.3 阀门内漏的基本原因

阀门是蒸汽动力发电厂热力系统中不可缺少的流体控制设备,在电厂热力系统事故中,有相当部分是由阀门所引发的故障。阀门内漏,导致汽水损失,锅炉补给水量就要增加,相对所消耗的燃料量也要增多,同时阀门内漏腐蚀将使阀门寿命降低,损坏过快,影响发电企业的经济效益。随着蒸汽参数的提高(主要指蒸汽的压力和温度)和蒸发量的增大,热力系统中已较多地使用高温高压阀门,这就对阀门的要求越来越高。蒸汽动力发电厂阀门在运行中要经受各种恶劣环境如高温、高压、磨损和腐蚀等的影响,这些恶劣环境对阀

门部件可造成轻微损伤,严重时会产生严重的泄漏。在火电厂的阀门中,截止阀(图 1.8)在机组正常运行时处于关闭状态,一旦泄漏会产生严重后果。

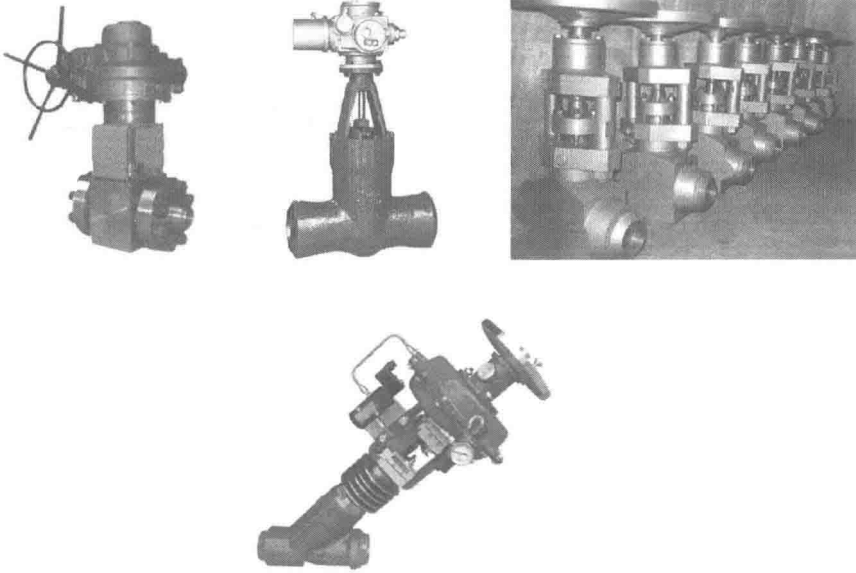


图 1.8 火电厂疏水截止阀

阀门泄漏的常见原因如下。

(1) 阀门本身存在质量问题。阀门自身质量问题,一部分为表面,另一部分为内在,阀门因为要控制管道系统中的流体,所以其密封的部位较多,在安装前,阀门外表上有质量问题,如表面伤痕、破裂、生锈及法兰变形等,都可以用肉眼分辨,因而能及时进行处理。但其内在的质量问题则很难发现,这也是阀门泄漏的主要原因,如内部的砂眼、夹渣、气泡、焊接缺陷,或材料选择不当、设计不合理、热处理不当、连接不牢等问题。这些问题会导致阀门在流体的作用下过早地损坏或发生渗漏。

(2) 内部介质的冲蚀引起密封面破坏。阀门在使用过程中,其内部介质在管道内流动时会对阀门的密封面产生冲蚀(图 1.9)和汽蚀(图 1.10)的作用,在介质不停冲蚀和汽蚀下,阀门的密封面很容易发生局部损坏,同时再加上化学的侵蚀作用,综合作用于密封面,从而导致阀门极易在侵蚀作用下发生破坏,使其发生渗漏甚至报废。

(3) 选型不当和操纵不良所引起的损坏。在对阀门进行选择时,要根据具体的工况进行选用,一旦选择不当,可能会存在封闭不严的情况,从而导致



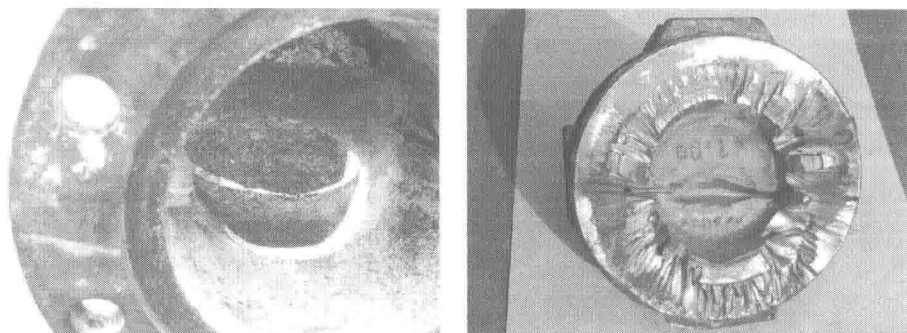


图 1.9 阀门部件的冲蚀损伤

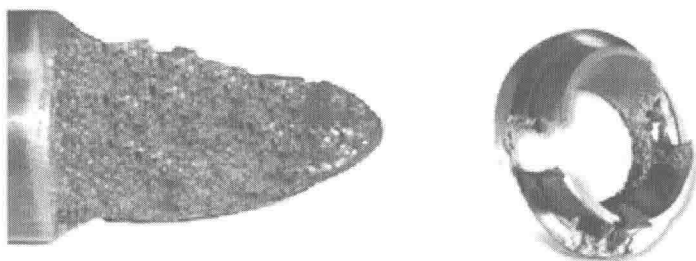


图 1.10 阀门部件的汽蚀损伤

内漏的发生;同时要区分开不同阀门之间的区别和功用,从而减少对密封面的冲蚀和磨损。另外,阀门在安装过程中,如果操作不规范,则安装中质量控制措施不力等也会造成阀门泄漏。维修时要严格预防沙子、焊渣和金属屑等进入阀腔内,这些杂质一旦进入阀腔内,则会对阀门的密封效果产生较为严重的影响。

(4) 设计和加工质量存在问题。阀门加工制造过程中,如果误差太大,阀板和阀座不同心,密封面没完全吻合,则会导致泄漏。而密封面加工不好,主要表现在密封面上有裂纹、气孔和夹渣等缺陷,是由堆焊和热处理选用不当或者堆焊和热处理操作不当引起的,选材错误或热处理不当会引起密封面硬度过高或过低,最终导致密封面硬度不匀、不耐侵蚀。阀板、阀座的密封面材质不符合使用要求,加工精度不够,闸阀的阀板、阀座的楔角不匹配,密封面宽窄不一,吻合度差,均会引发阀板不到位、阀门关不死等现象。

(5) 阀门关闭不及时。机组开机时,由于未及时关闭疏水阀门,高温高压介质在疏水阀门中流过,对阀门密封面冲击磨损力大;而介质速度过大易导致