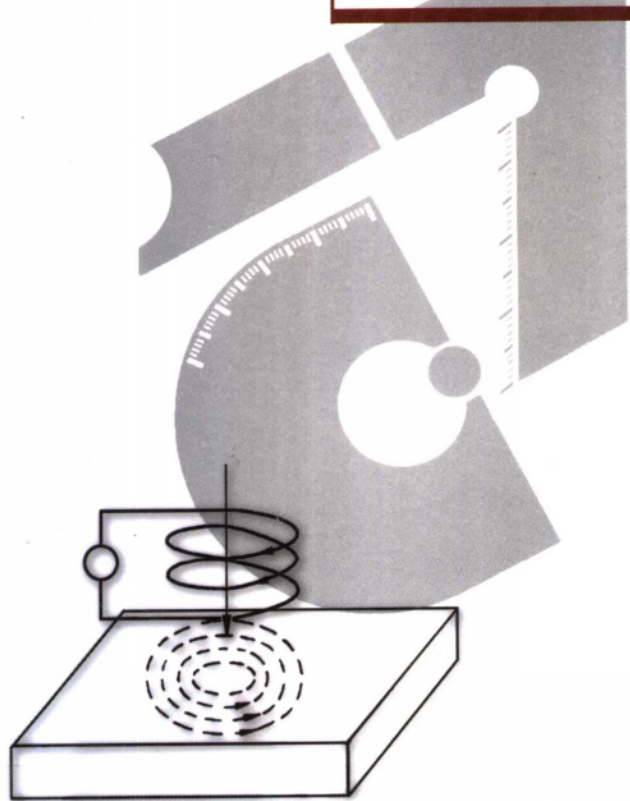


高等学校适用教材 ◆◆

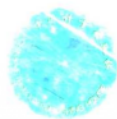
GUOLU ZHILIANG JIANYAN

锅炉质量检验

主编 万 明 沈功田
郑学实 范 磊



中国计量出版社



锅炉质量检验

责任编辑

施燕夫

封面设计

任红

ISBN 7-5026-1927-5



9 787502 619275 > ISBN 7-5026-1927-5/TK · 3 定 价: 35.00 元

高等学校适用教材

锅 炉 质 量 检 验

主编 万明 沈功田 郑学实 范磊

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

锅炉质量检验/万明,沈功田,郑学实,范磊主编. —北京:中国计量出版社,2004.9

高等学校适用教材

ISBN 7-5026-1927-5

I. 锅… II. ①万…②沈…③郑…④范… III. 锅炉—质量检验—高等学校—教材 IV. TK226

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 018125 号

内 容 提 要

本书共分 9 章,包括绪论、锅炉质量检验方法和工具、锅炉的设计审查、制造和安装质量检验及监督、在用锅炉定期检验、修理质量检验、改造质量检验和事故调查分析。各章附有习题。

本书可作为高等院校特种设备、锅炉压力容器专业教材,亦可供企业质量安全管理人員学习参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

E-mail jlfbx@263.net.cn

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787mm×960mm 16 开本 印张 22.5 字数 385 千字

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价:35.00 元

质量技术监督高校教材

编 审 委 员 会

主 任 张玉宽

副主任 马纯良 孙秀媛

委 员 瞿兆宁 裴晓颖 黄 夏 何伟仁 李小亭
张 艺 宋明顺 杨建华 吴宁光 史菊英
赵玉禄 孙克强 周志明 张莉莉 王庆仁
许吉彬 刘宝荣 韦录强 张万岭 孙振江
陈小林 朱和平 李素琴 刘宝兰 刘文继
张桂琴

出版前言

随着我国加入世界贸易组织,社会主义市场经济和质量技术监督事业的迅速发展,迫切需要大量的质量技术监督专业人才。质量技术监督高等专业教育在质量技术监督教育事业中占有重要地位,对提高在职人员的素质、改善队伍结构、培养新生力量具有重要意义。大力发展质量技术监督高等专业教育,将对质量技术监督事业产生深远的影响。

近年来,全国各地质量技术监督院校办学条件不断改善,招生规模不断扩大,教学质量和水平不断提高。与此同时,在质量技术监督教育中,高等教育所占比重不断增大。为了适应这种形势,加快质量技术监督院校教材建设的步伐,根据质量技术监督院校对专业教材的实际需求,我们组织全国质量技术监督及相关院校和单位编写了有关标准化、计量、质量等方面的系列专业基础课和专业课教材。

这套教材主要是根据质量技术监督高等专业教育的需要编写的。在目前情况下,存在多种形式的质量技术监督高等和中等专业教育,因此,在编写过程中从内容选取、结构设计、深浅程度等方面考虑了适用的多样性。质量技术监督普通中等专业教育、职业教育和人员技术培训等,可参考本套教材的基本内容,适当调整使用。

原国家质量技术监督局政策法规宣传教育司进行了本套教材的前期组编工作。参加教材审定工作的院校和单位有:中国计量学院、河北大学质量技术监督学院、四川省技术监督学校、山东省质量工程学校、广西计量学校、河南省质量工程学校、天津市渤海

职业中等专业学校、吉林省技术监督职工中专学校、北京市质量技术监督培训中心等。在教材的编写、审定等工作中,中国计量出版社、河北大学质量技术监督学院等单位做了很多具体、细致的工作。

这套教材的编写工作是在时间紧、难度大的情况下进行的,虽然经过多方面的努力,但仍可能存在很多不足之处,甚至于错误,我们拟在使用过程中听取各方面意见,于适当时机组织修订。

国家质量监督检验检疫总局人事司

2003 年 4 月

编者的话

本教材主要讲述锅炉的检验。依据有关法规,以小型工业锅炉作为主要论述内容,同时针对双层炉排、常压锅炉也进行了简要阐述。

本书为质量技术监督系列高等学校教材之一。全书贯彻了锅炉设计、制造、安装、使用、修理、改造全过程安全检验这一总的方针,但又把重点放在锅炉的制造、安装、使用、修理的质量检验上。事实证明,由于近年来严格对锅炉的制造、安装、运行的定期检验及锅炉维护修理的质量检验,使锅炉安全运行有了一个很好的保障。

讲授这门课需要 73 学时,其中第 1 章约 4 学时,第 2 章约 12 学时,第 3 章约 6 学时,第 4 章约 8 学时,第 5 章约 7 学时,第 6 章约 14 学时,第 7 章约 8 学时,第 8 章约 6 学时,第 9 章约 8 学时。

本教材主要是根据质量技术监督高等教育安全工程锅炉检验专业的需要编写的,可作为专业课的教材。其他中等专业教育、职业教育和人员技术培训也可参考本教材的基本内容。上述讲授学时为本科教授学时,其他种类教育适当调整后使用。

为了便于教学和学生学学习,每章后附有一定数量的复习和练习题。

参加本书编写的有:中国特种设备检测研究中心沈功田(第二、四章);河北大学万明(第三、六、八章);保定市技术监督局郑学实(第五、七章);华北电力大学范磊(第一、九章)。

本书虽经多次讨论修改,难免有错误之处,欢迎读者批评指正。

编者

2004 年 1 月

目 录

第 1 章	绪论	(1)
第一节	锅炉质量检验的重要性	(1)
第二节	锅炉质量检验的范围	(3)
第三节	锅炉的基本知识	(5)
	习题一	(11)
第 2 章	锅炉质量检验方法和工具	(12)
第一节	锅炉宏观检查的方法	(12)
第二节	锅炉量具检验的方法和工具	(13)
第三节	射线检测	(16)
第四节	超声波检测	(27)
第五节	磁粉检测	(41)
第六节	渗透检测	(48)
第七节	涡流检测	(53)
第八节	水压试验	(56)
第九节	复型检测	(60)
第十节	内窥镜检验	(61)
第十一节	声发射检测	(67)
	习题二	(70)
第 3 章	锅炉的设计审查	(72)
第一节	设计资料的审批	(72)

第二节	强度计算审查	(75)
第三节	结构审查	(79)
第四节	主要安全附件及仪表的审查	(85)
第五节	锅炉设计中常见的问题	(94)
	习题三	(98)
第 4 章	锅炉制造质量的检验及监督	(99)
第一节	锅炉制造单位的质量保证体系	(100)
第二节	检验程序及职责范围	(103)
第三节	监检项目和方法	(106)
第四节	受压元件材料的监检	(109)
第五节	受压元件焊接质量的监检	(116)
第六节	制造工艺的监督与检验	(126)
第七节	锅炉制造质量的综合检验	(129)
	习题四	(134)
第 5 章	锅炉安装质量的监督与检验	(136)
第一节	锅炉安装质量的检验要求	(136)
第二节	安装工艺的监督检查	(138)
第三节	锅炉附件的安装检验	(150)
第四节	燃烧设备的安装检验	(153)
第五节	炉墙砌筑和绝热层的安装质量检验	(156)
第六节	烘炉、煮炉、严密性试验和试运行	(158)
	习题五	(161)
第 6 章	在用锅炉的定期检验	(162)
第一节	定期检验的意义	(162)
第二节	锅炉的内部检验	(164)
第三节	锅炉的外部检验	(170)
第四节	水压试验	(173)
第五节	受压元件腐蚀产生的原因及分析	(174)
第六节	受压元件裂纹产生的原因及分析	(187)
第七节	常见锅炉的损坏情况	(195)

第八节	过热器、省煤器和空气预热器的损坏	(203)
第九节	填角焊缝分析	(207)
第十节	各种拉撑结构的分析	(220)
第十一节	安全附件常见的缺陷及原因	(226)
第十二节	锅炉水质检验与管理	(233)
第十三节	锅炉房综合管理技术	(236)
	习题六	(241)
第 7 章	锅炉修理的质量检验	(243)
第一节	锅炉修理的监察及分类	(243)
第二节	锅炉修理前的准备	(244)
第三节	腐蚀和裂纹的修理方法	(248)
第四节	挖补的技术要求	(253)
第五节	变形凸起部位的复位修理方法	(256)
第六节	锅炉管子修理及更换的技术要求	(258)
第七节	锅炉修理的检验与验收	(262)
	习题七	(263)
第 8 章	锅炉改造的质量检验	(265)
第一节	锅炉改造的内容与监检	(265)
第二节	锅炉改造对水循环的要求	(267)
第三节	蒸汽锅炉改热水锅炉的安全检验与监检	(278)
第四节	锅炉改造设计中对经济效果的考虑	(286)
第五节	锅炉改造设计中常见的影响安全的问题	(290)
	习题八	(295)
第 9 章	锅炉事故调查与分析	(296)
第一节	锅炉事故分类及事故报告程序	(296)
第二节	锅炉事故的调查程序	(298)
第三节	锅炉爆炸事故分析	(303)
第四节	锅炉爆炸时钢材的破坏形式	(310)
第五节	锅炉炉管损坏事故的分析	(317)
第六节	锅炉受压元件的应力分析	(323)

第七节 锅炉事故的综合分析	(331)
习题九	(345)

第 1 章

绪论

第一节 锅炉质量检验的重要性

一、锅炉设备的特点

锅炉是一种受热、承压、有可能发生爆炸危险的特种设备,它广泛应用于国民经济各个生产部门和人民生活之中。它具有与一般机械设备不同的特点。这些特点是:

1. 具有爆炸危险性和极大破坏性

锅炉是一种密闭的容器,处于受热,受压的条件下运行,因此具有爆炸的危险性。锅炉发生爆炸的原因很多,归纳起来不外乎两种情况:一种是锅炉内压力升高,超过允许工作压力,而安全附件失灵,未能及时报警和排气降压,致使锅炉内压力继续升高,在大于某一受压元件所能承受的极限压力时,发生爆炸;另一种是在正常工作压力时,由于受压元件结构本身有缺陷,使用后造成损坏,或钢材不能承受原来允许的工作压力时,就可能突然破裂爆炸。锅炉在爆炸时,锅内压力骤降,高温饱和水靠自身的潜热汽化,体积成百倍的膨胀形成冲击波,冲跨建筑物,造成严重的破坏和伤亡。

2. 具有易损坏的恶劣工作环境

由于锅炉处在较高温度和承受一定压力的条件下运行,它的工作条件要比一般机械设备恶劣。如受热面内外广泛接触烟、火、灰、水、气、水垢等,它们在一定的条件下对锅炉受压元件起腐蚀作用;锅炉各受压元件上承受不同的内外压力而产生相应的应力,同时由于各元件工作温度差异、热胀冷缩程度不同而产生相应应力也不同,随着负荷和燃烧的变化,这种应力也发

生变化,一部分承受集中应力的受压元件疲劳损坏;依靠锅内流动循环的水汽冷却的受热面因缺水、结水垢或水循环被破坏使传热发生障碍,都可能使高温区的受热面烧损鼓包、开裂;另外,飞灰造成磨损、渗漏引起腐蚀等等。所以,锅炉设备工作条件恶劣,要比一般机械设备容易损坏。

3. 使用广泛和要求连续运行

锅炉的用途十分广泛,与国民经济相当密切。它是火力发电厂的“心脏”,是化工、纺织、轻工行业中的关键性设备,在日常生活中的食品加工、医疗消毒、洗澡取暖等,都离不开它。全国 50 余万台锅炉,遍及城乡各地、各行各业。而锅炉一般还要求连续运行,不同于一般设备,可以随时停车检修,因为它的突然停炉会影响到一条生产线、一个工厂、甚至一个地区的生产和生活。

鉴于锅炉设备的上述特点,保证锅炉设备安全经济运行是十分重要的。因此必须有专门机构,按照国家公布的各种法规、条例、标准,对锅炉设备进行监督检验和技术检验。

二、锅炉质量检验的目的

对锅炉进行质量技术检验,是为了达到以下目的:

1. 消除隐患,防患于未然

不少事故隐患,来源于新造的锅炉。因结构不合理,钢材选用不当,强度计算错误,制造质量低劣等等。这些都是运行中酿成事故的重大隐患。如对新制造的锅炉加强监督检验就能防止质量不合格的锅炉投入运行。另外,运行锅炉的缺陷由产生、发展到发生爆炸,是要经历相当一段过程的。如受压元件板边处的起槽、开裂、拉撑处的折断;各部分的腐蚀、变形等,都不是突然发生的。如果能够有计划地定期对锅炉进行内外部检验,就能及时发现缺陷,掌握它的发展趋势,采取相应的措施,就能防止恶性事故的发生;对缺陷进行修理,就能消除事故的隐患。

2. 消除缺陷,延长锅炉使用寿命

对锅炉的轻微缺陷,如不及时发现和修复,就会加快损坏速度,缩短使用寿命。不少锅炉由于没有进行定期检验,缺陷未能发现,得不到及时修理,结果只使用了十几年,有的甚至只使用了三四年就被迫报废。因此,加强定期检验是消除运行锅炉缺陷,延长锅炉使用寿命的可靠途径。

3. 实现连续安全经济运行

对运行的锅炉,实行有计划的检验,能及时消除事故隐患,避免在不允许停炉的时候,发现缺陷或发生事故,造成被迫停炉的现象。这对保证正常生产和人民日常生活的需要,起到了保证作用。

4. 堵塞漏洞,节约能源

锅炉耗用燃料所占的比重很大,每年全国工业锅炉和生活锅炉所用的燃煤约占煤产量的50%左右。而许多锅炉由于漏汽、漏水、漏烟、漏风,或受热面内外积有大量水垢、烟垢、排污率控制不当等,浪费了大量的燃料,而且使锅炉达不到额定出力。加强锅炉检验,是堵塞这些漏洞、减少损失、提高出力、节约能源的重要途径。此外,对出口锅炉加强检验,保证质量,还能提高产品信誉和竞争能力;对进口锅炉进行检验,便于及时发现问题。

总之,锅炉的检验工作十分重要的。加强锅炉检验工作,既可以消除隐患、防止事故、保证安全、促进生产,又可以减少燃料浪费、节约能源、提高经济效益。因此,这是经济建设中不可缺少的一项重要工作。

第二节 锅炉质量检验的范围

一、什么是锅炉质量检验

锅炉质量检验是按照国家颁布的有关法规、条例、标准,对锅炉结构的合理性、受压元件强度、制造和安装质量的优劣,内外部存在的缺陷以及安全附件的准确、可靠情况等进行检验,对受压元件强度校核,作出鉴定性的结论。

锅炉质量检验不能单纯理解为运行锅炉的定期、不定期的内外部检验。如果只进行这样的检验是不够的,事故虽然发生在运行之中,而隐患却可能来自于设计、制造、安装、改造等各个环节。结构不合理,制造质量低劣,安装质量存在的问题,改造不当等,都可能使锅炉在运行中发生事故。有的新锅炉使用还不到计划检验周期,甚至刚投入运行就发生了爆炸,原因就可能是制造质量低劣所致。造成事故的原因是复杂的,一起事故往往是几个方面的原因促成的。为了防止事故的发生,必须按规程要求,从设计、制造、安装、使用、修理、改造、报废等全过程进行审查、检验。

二、锅炉质量检验的范围

1. 锅炉设计文件的签定

这项工作由国家授权的检验机构审查同意后进行。主要审查锅炉结构的合理性。按照设计参数的要求,审查其强度是否足够;经济指标能否达到;工艺是否正确;运行操作中是否会发生故障;检修是否方便等。这种检查,有的是由全国统一组织进行的,有的是当地单独进行的。

2. 制造质量检验

主要检查制造厂的材料是否符合要求;制造工艺是否合理;各项质量指标是否合格;各受压元件之间的连接尺寸是否符合图纸要求;并审查有关技术资料和产品合格证是否齐全可靠。这种检验除了制造厂正常的自行检查外,还有技术监督部门锅炉检验机构对制造厂监检。他们除了审查制造厂检验记录和技术文件外,还要对锅炉进行逐台复检或抽检。若对无损探伤记录发生怀疑时,可重新进行探伤检查。

3. 安装质量检验

主要是检查新锅炉各部件的安装质量和锅炉改造后的安装质量是否符合规定;胀管质量是否合格,有无胀管记录,各受压元件相互间的几何位置是否符合设计要求;锅筒内部装置及安全附件是否齐全和准确;炉墙砌筑是否合格等。由安装单位和使用单位共同检验和验收。在安装完毕投入运行前,技术监督部门所属的检验机构派员参加总体安装质量验收,对安装质量做出检验结论。合格后方可投入运行。

4. 锅炉的定期检验

锅炉运行中有计划停炉进行的内部检验、外部检验和水压试验。分为定期和不定期检验两种。不定期检验主要由使用单位自行检验。有计划的停炉,内、外部检验由当地锅炉检验机构负责检验。主要检验锅炉运行后本体内、外部可能产生的各种缺陷和安全附件的可靠性,提出锅炉继续运行、降压使用、修理和报废更新意见。

5. 修理质量检验

对锅炉本体进行大修前,锅炉安全监察机构要审查其修理方案的合理性,其中包括工艺、强度、使用材料、验收条件等。修理完毕后,由锅炉检验所派人检验并验收。

6. 改造检验

对更动受压元件的锅炉改造,锅炉安全监察机构要对改造方案及改后能否符合《蒸汽锅炉安全技术检查规程》、《热水锅炉安全技术检查规程》JB/T 7985《常压热水锅炉通用技术条件》的要求进行审查和检验。

7. 报废鉴定

按国家规定,要报废更新的锅炉,必须由锅炉检验机构出示鉴定证明后方可报废更新。因此,对要报废的锅炉从材质性能的降低,到受压元件的损坏程度进行全面技术检验,确定其是否应当报废。

总之,凡是能影响锅炉安全运行的项目,都应在有关环节检验工作中加以检验。

第三节 锅炉的基本知识

一、锅炉的基本参数

(一) 容量

锅炉的容量又称锅炉出力,是锅炉的基本特性参数。蒸汽锅炉用蒸发量表示,热水锅炉用热功率表示。

1. 蒸发量

蒸汽锅炉长期连续运行,每小时所产生的蒸汽量,称为这台锅炉的蒸发量,用符号“D”表示,常用单位吨/时,用符号(t/h)表示。

锅炉产品铭牌和设计资料上标明的蒸发量数值是额定蒸发量。它表示锅炉受热面无积灰,使用设计燃料,在额定给水温度和设计的工作压力并保证效率下长期连续运行,锅炉每小时能产生的蒸汽量。在实际运行中,锅炉受热面一点不积灰,煤种一点不变是不可能的,这时锅炉的热效率会有所降低。

2. 热功率

热水锅炉长期连续运行,在额定供回水温度、压力 and 规定循环水量下,每小时出水有效带热量,称为这台锅炉的额定热功率,用符号“Q”表示,单位是大卡/时(4.1868kJ/h)、焦耳/时(J/h)、兆瓦(MW)。热水锅炉产生0.7MW(60×10^4 kcal/h)的热量,大体相当于蒸汽锅炉产生1t/h蒸汽的热量。

上述单位之间换算关系如下:

$$1\text{t/h} \approx 60 \times 10^4 \text{ kcal/h (large calorie/hour)}$$

$$1\text{kcal/h} = 4186.8\text{J/h}$$

$$1\text{t/h} \approx 700\text{kW}$$

$$1\text{kW} = 860\text{kcal/h}$$

在锅炉上凡是一面和火焰或烟气接触,吸收燃料燃烧时放出的热量,另一面再将热量传给水 and 蒸汽等介质的钢管或钢板,就称为这台锅炉的受热面。通常以接触火焰或烟气的一面来计算受热面积。锅炉受热面越大,吸热量也越多,其容量也越大。

(二) 压力

垂直均匀作用在单位面积上的力,物理学上称为压强,工程上常把它称为压力,用符号“p”表示,单位是兆帕(MPa)。测量压力有两种标准方法:一