

高等教育安全科学与工程类系列规划教材

工业特种 设备安全

第2版

主编 蒋军成 王志荣



ANQUAN GONGCHENG XILIE ANQUAN GONGCHENG XILIE ANQUAN GONGCHENG XILIE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配套教师课件

高等教育安全科学与工程类系列规划教材

工业特种设备安全

第2版

主 编 蒋军成 王志荣
参 编 朱常龙 郭品坤



机械工业出版社

工业特种设备与工业安全生产和人们生活安全密切相关,使用广泛而又具有较大的危险性。因此,工业特种设备安全在工业生产和人们生活中占据着非常重要的位置。要保证工业特种设备安全,需要了解和掌握工业特种设备的安全管理和安全技术的相关知识。

本书分为6章,对锅炉、压力容器、压力管道、起重机械和电梯五种工业特种设备做了较全面而系统的介绍。主要内容包括各种特种设备的基础知识、安全管理、安全装置、安全技术、检测检验、常见事故原因及控制措施以及典型事故案例分析。不但总结了国内外成熟而广泛应用的安全技术,而且充分展示了已在相关行业内推广使用的新设备和新技术。

本书可作为高等院校安全工程及相关工程类专业的教材,又可作为特种设备安全工程技术及管理人員的培训教材,还可供安全工程技术及管理人员参考,是进行工业特种设备安全监督管理的实用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工业特种设备安全/蒋军成,王志荣主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2019.2

高等教育安全科学与工程类系列规划教材

ISBN 978-7-111-61900-0

I. ①工… II. ①蒋… ②王… III. ①工业设备-设备安全-高等学校-教材 IV. ①TB4

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第018742号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:冷彬 责任编辑:冷彬 舒宜 任正一

责任校对:郑婕 封面设计:张静

责任印制:张博

三河市国英印务有限公司印刷

2019年3月第2版第1次印刷

184mm×260mm·19.5印张·518千字

标准书号:ISBN 978-7-111-61900-0

定价:49.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

安全科学与工程类专业教材 编审委员会

主任委员：冯长根

副主任委员：王新泉 吴超 蒋军成

秘书长：冷彬

委员：(排名不分先后)

冯长根	王新泉	吴超	蒋军成	沈斐敏
钮英建	霍然	孙熙	金龙哲	王迷洋
刘英学	王保国	张俭让	司鹄	王凯全
董文庚	景国勋	柴建设	周长春	冷彬

前 言

锅炉、压力容器、压力管道、起重机械和电梯均为广泛使用而又具有较大危险性的工业特种设备，一旦发生事故，便有可能造成严重的后果。因此，工业特种设备安全在工业生产中占有非常重要的地位。

工业特种设备在工业生产中应用十分广泛，且大部分在恶劣的工作条件下运行，具有较大的潜在危险性。近些年来，随着国民经济的持续、快速发展，工业特种设备的应用领域逐渐扩大，事故发生频率居高不下，令人忧虑。因此，作为安全管理人员和专业技术人员，需要了解和掌握工业特种设备的安全管理和安全技术的相关知识，提高安全管理水平和技术水平，确保工业特种设备的安全运行，保障工业安全生产。

本书以国务院第 549 号令《特种设备安全监察条例》及其监察规程和标准规范为依据，对锅炉、压力容器、压力管道、起重机械和电梯五种工业特种设备做了较全面而系统的介绍，内容翔实，反映了本领域最新成果及我国现行的标准和法规。

本书旨在为高等院校安全工程及相关工程专业本科生提供系统性较强的教学用书，同时也可作为从事工业特种设备设计、制造、使用、检验、维护保养、改造、安全、监察等专业人员和管理人员的参考资料。

本书第 2 版是在第 1 版的基础上修订而成的。第 2 版的具体编写分工为：第 1、2 章由蒋军成编写，第 3、4 章由王志荣编写，第 5 章由郭品坤编写，第 6 章由朱常龙编写，全书由王志荣统稿。南京工业大学张礼敬教授担任主审。

本书在编写过程中得到了南京工业大学、常州大学、江苏大学、中国矿业大学、江苏省安全生产科学研究院、江苏省特种设备安全监督检验研究院等单位有关专家的大力支持，在此一并表示衷心感谢！

由于水平有限，时间仓促，错误和不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

第 1 版序

“安全工程”本科专业是在 1958 年建立的“工业安全技术”“工业卫生技术”和 1983 年建立的“矿山通风与安全”本科专业基础上发展起来的。1984 年，国家教委将“安全工程”专业作为试办专业列入普通高等学校本科专业目录之中。1998 年 7 月 6 日，教育部发文颁布《普通高等学校本科专业目录》，“安全工程”本科专业（代号：081002）属于工学门类的“环境与安全类”（代号：0810）学科下的两个专业之一^①。1958~1996 年年底，全国各高校累计培养安全工程专业本科生 8130 人。到 2005 年年底，在教育部备案的设有安全工程本科专业的高校已达 75 所，2005 年全国安全工程专业本科招生人数近 3900 名^②。

按照《普通高等学校本科专业目录》的要求，以及院校招生和专业发展的需要，原来已设有与“安全工程”专业相近但专业名称有所差异的高校，现也大都更名为“安全工程”专业。专业名称统一后的“安全工程”专业，专业覆盖面大大拓宽^③。同时，随着经济社会发展对安全工程专业人才要求的更新，安全工程专业的内涵也发生了很大变化，相应的专业培养目标、培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化，学生毕业后的执业身份是注册安全工程师。但是，安全工程专业的教材建设与专业的发展出现了不适应的新情况，无法满足和适应高等教育培养人才的需要。为此，组织编写、出版一套新的安全工程专业系列教材已成为众多院校的翘首之盼。

机械工业出版社是有着悠久历史的国家级优秀出版社，在高等学校安全工程学科教学指导委员会的指导和支持下，根据当前安全工程专业教育的发展现状，本着“大安全”的教育思想，进行了大量的调查研究工作，聘请了安全科学与工程领域一批学术造诣深、实践经验丰富的教授、专家，组织成立了教材编审委员会（以下简称“编审委”），决定组织编写“高等教育安全工程系列‘十一五’规划教材”^④。并先后于 2004 年 8 月（衡阳）、2005 年 8 月（葫芦岛）、2005 年 12 月（北京）、2006 年 4 月（福州）组织召开了一系列安全工程专业本科教材建设研讨会，就安全工程专业本科教育的课程体系、课程教学内容、教材建设等问题反复进行了研讨，在总结以往教学改革、教材编写经验的基础上，以推动安全工程专业教学改革和教材建设为宗旨，进行顶层设计，制订总体规划、出版进

① 按《普通高等学校本科专业目录》（2012 版），“安全工程”本科专业（专业代码：082901）属于工学学科的“安全科学与工程类”（专业代码：0829）下的专业。

② 这是安全工程本科专业发展过程中的一个历史数据，没有变更为当前数据是考虑到该专业每年的全国招生数量是变数，读者欲加了解，可在具有权威性的相关官方网站查得。

③ 自 2012 年更名为“高等教育安全科学与工程类系列规划教材”。

度和编写原则,计划分期、分批出版30余门课程的教材,以尽快满足全国众多院校的教学需要,以后再根据专业方向的需要逐步增补。

由安全学原理、安全系统工程、安全人机工程学、安全管理学等课程构成的学科基础平台课程,已被安全科学与工程领域学者认可并达成共识。本套系列教材编写、出版的基本思路是,在学科基础平台上,构建支撑安全工程专业的工程学原理与由关键性的主体技术组成的专业技术平台课程体系,编写、出版系列教材来支撑这个体系。

本套系列教材体系设计的原则是,重基本理论,重学科发展,理论联系实际,结合学生现状,体现人才培养要求。为保证教材的编写质量,本着“主编负责,主审把关”的原则,编审委组织专家分别对各门课程教材的编写大纲进行认真仔细的评审。教材初稿完成后又组织同行专家对书稿进行研讨,编者数易其稿,经反复推敲定稿后才最终进入出版流程。

作为一套全新的安全工程专业系列教材,其“新”主要体现在以下几点:

体系新。本套系列教材从“大安全”的专业要求出发,从整体上考虑、构建支撑安全工程学科专业技术平台的课程体系和各门课程的内容安排,按照教学改革方向要求的学时,统一协调与整合,形成一个完整的、各门课程之间有机联系的系列教材体系。

内容新。本套系列教材的突出特点是内容体系上的创新。它既注重知识的系统性、完整性,又特别注意各门学科基础平台课之间的关联,更注意后续的各门专业技术课与先修的学科基础平台课的衔接,充分考虑了安全工程学科知识体系的连贯性和各门课程教材间知识点的衔接、交叉和融合问题,努力消除相互关联课程中内容重复的现象,突出安全工程学科的工程学原理与关键性的主体技术,有利于学生的知识和技能的发展,有利于教学改革。

知识新。本套系列教材的主编大多由长期从事安全工程专业本科教学的教授担任,他们一直处于教学和科研的第一线,学术造诣深厚,教学经验丰富。在编写教材时,他们十分重视理论联系实际,注重引入新理论、新知识、新技术、新方法、新材料、新装备、新法规等理论研究成果,以及工程技术实践成果和各校教学改革的阶段性成果,充实与更新了知识点,增加了部分学科前沿方面的内容,充分体现了教材的先进性和前瞻性,以适应时代对安全工程高级专业技术人才的培育要求。本套系列教材中凡涉及安全生产的法律法规、技术标准、行业规范,全部采用最新颁布的版本。

安全是人类最重要和最基本的需求,是人民生命与健康的基本保障。一切生活、生产活动都源于生命的存在。如果人们失去了生命,一切都无从谈起。全世界平均每天发生约68.5万起事故,造成约2200人死亡的事实,使我们确认,安全不是别的什么,安全就是生命。安全生产是社会文明和进步的重要标志,是经济社会发展的综合反映,是落实以人为本的科学发展观的重要实践,是构建和谐社会的有力保障,是全面建成小康社会、统筹经济社会全面发展的重要内容,是实施可持续发展战略的组成部分,是各级政府履行市场监管和社会管理职能的基本任务,是企业生存、发展的基本要求。国内外实践证明,安全生产具有全局性、社会性、长期性、复杂性、科学性和规律性的特点,随着社会的不断进步,工业化进程的加快,安全生产工作的内涵发生了重大变化,它突破了时间和空间的限制,存在于人们日常生活和生产活动的全过程中,成为一个复杂多变的社会问题在安全领域

的集中反映。安全问题不仅对生命个体非常重要，而且对社会稳定和经济发展产生重要影响。党的十六届五中全会提出“安全发展”的重要战略理念。安全发展是科学发展观理论体系的重要组成部分，安全发展与构建和谐社会有着密切的内在联系，以人为本，首先就是要以人的生命为本。“安全·生命·稳定·发展”是一个良性循环。安全科技工作者在促进、保证这一良性循环中起着重要作用。安全科技人才匮乏是我国安全生产形势严峻的重要原因之一。加快培养安全科技人才也是解开安全难题的钥匙之一。

高等院校安全工程专业是培养现代安全科学技术人才的基地。我深信，本套系列教材的出版，将对我国安全工程本科教育的发展和高级安全工程专业人才的培养起到十分积极的推进作用，同时，也为安全生产领域众多实际工作者提高专业理论水平提供学习资料。当然，由于这是第一套基于专业技术平台课程体系的教材，尽管我们的编审者、出版者夙兴夜寐，尽心竭力，但由于安全工程学科具有在理论上的综合性与应用上的广泛性相交叉的特性，开办安全工程专业的高等院校所依托的行业类型又涉及军工、航空、化工、石油、矿业、土木、交通、能源、环境、经济等诸多领域，安全科学与工程的应用也涉及人类生产、生活和生存的各个方面，因此，本套系列教材依然会存在这样和那样的缺点、不足，难免挂一漏万，诚恳地希望得到有关专家、学者的关心与支持，希望选用本套系列教材的广大师生在使用过程中给我们多提意见和建议。谨祝本套系列教材在编者、出版者、授课教师和学生的共同努力下，通过教学实践，获得进一步的完善和提高。

“婴其鸣矣，求其友声”，高等院校安全工程专业正面临着前所未有的发展机遇，在此我们祝愿各个高校的安全工程专业越办越好，办出特色，为我国安全生产战线输送更多的优秀人才。让我们共同努力，为我国安全工程教育事业的发展做出贡献。

中国科学技术协会书记处书记^①

中国职业安全健康协会副理事长

中国灾害防御协会副会长

亚洲安全工程学会主席

高等学校安全工程学科教学指导委员会副主任

安全科学与工程类专业教材编审委员会主任

北京理工大学教授、博士生导师

冯长根

^① 曾任中国科协副主席。

目 录

前 言

第 1 版序

第 1 章	概述	1
1.1	特种设备概述	1
1.2	特种设备安全技术及管理的要求和依据	1
1.3	特种设备安全技术	3
1.4	特种设备安全管理	3
第 2 章	锅炉安全	5
2.1	锅炉概述	5
2.2	锅炉的燃烧与安全	11
2.3	锅炉的安全装置及附件	19
2.4	锅炉安全技术	25
2.5	锅炉检验	45
2.6	锅炉的运行与安全	50
2.7	锅炉常见事故与预防	54
2.8	锅炉典型事故案例分析	63
第 3 章	压力容器安全	65
3.1	压力容器概述	65
3.2	压力容器应力分析	71
3.3	压力容器的选材与强度设计	86
3.4	压力容器的安全装置及附件	104
3.5	压力容器安全技术	106
3.6	压力容器检测检验	110
3.7	压力容器的失效形式与安全分析	116
3.8	压力容器安全管理	129
3.9	气瓶安全技术及气瓶的管理	139
3.10	压力容器常见事故原因及控制措施	148
3.11	压力容器典型事故案例分析	149
第 4 章	压力管道安全	155
4.1	压力管道概述	155
4.2	压力管道（含元件）设计	159

4.3	压力管道安全管理	194
4.4	压力管道的安全装置及附件	195
4.5	压力管道安全技术	197
4.6	压力管道检测	200
4.7	压力管道常见事故与预防	205
4.8	压力管道典型事故案例分析	207
第5章	起重机械安全	210
5.1	起重机械概述	210
5.2	起重机械的构造	214
5.3	起重机械安全管理	230
5.4	起重机械的安全装置及附件	233
5.5	起重机械安全技术	237
5.6	起重机械检测检验	241
5.7	起重机械常见事故类型及预防	245
5.8	起重机械典型事故案例分析	249
第6章	电梯安全	252
6.1	电梯概述	252
6.2	电梯的构造	257
6.3	电梯安全管理	268
6.4	电梯安全装置	271
6.5	电梯安全技术	281
6.6	电梯检测检验	290
6.7	电梯常见事故原因及预防处理措施 (含电梯安全常识)	292
6.8	电梯典型事故案例分析	296
参考文献	299

概述

1.1 特种设备概述

根据《特种设备安全监察条例》(国务院令第373号)和《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》(国务院令第549号)的规定,特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器(含气瓶,下同)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场(厂)内专用机动车辆。

特种设备依据其主要工作特点,分为承压类特种设备和机电类特种设备。

承压类特种设备是指承载一定压力的密闭设备或管状设备,包括锅炉、压力容器和压力管道。锅炉是提供蒸汽或热水介质及提供热能的特殊设备;压力容器是在一定温度和压力下进行工作且介质复杂的特种设备,其使用领域广泛,危险性高;压力管道是生产、生活中广泛使用的可能引起燃烧、爆炸或中毒等危险性较大的特种设备,其分布极广,已经成为流体输送的重要工具。

机电类特种设备是指必须由电力牵引或驱动的设备,包括起重机械、电梯、客运索道和大型游乐设施。起重机械是指用于垂直升降或垂直升降并水平移动重物的机电设备;电梯是服务于规定楼层的固定式提升设备;客运索道是指动力驱动,利用柔性绳索牵引箱体等运载工具运送人员的机电设备,包括客运架空索道、客运缆车、客运拖牵索道等;大型游乐设施是指用于经营目的,在封闭的区域内运行,承载游客游乐的设施。

工业特种设备是指在工业生产过程中使用的特种设备,主要包括:锅炉、压力容器、压力管道、起重机械和电梯。

1.2 特种设备安全技术及管理的要求和依据

1.2.1 国家对特种设备安全技术及管理的要求

2003年6月1日,《特种设备安全监察条例》及其监察规程和标准规范颁布与实施,并于2009年5月1日,依《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》进行修订与实施,其明确了特种设备所包括的范围和监管原则,进一步完善了特种设备安全监督管理法律制度,对于加强特种设备安全监察工作,切实防范和减少特种设备事故的发生,保障人民群众生命财产安全和经济运行安全有着十分重要的意义。

由于特种设备的特殊性,国家对特种设备的设计、制造、使用、检验、维护保养、改造等都

提出了明确的要求,实行统一管理,并定期对特种设备进行质量监督和安全监察。

特种设备的安全管理应以人本思想为基础,重视人的存在和生命,把人的生命安全放在首位,始终坚持“安全第一、预防为主”的安全生产方针,并且把安全管理贯彻到整体、部门和个人,充分调动和发挥集体、部门、班组和个人的安全管理经验和主观能动性。

1.2.2 特种设备安全技术及管理的监察规程和标准规范

- 1) 《特种设备安全监察条例》(国务院令第373号)。
- 2) 《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》(国务院令第549号)。
- 3) 《特种设备使用管理规则》(TSG 08—2017)。
- 4) 《特种设备作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安全生产监督管理总局令第30号)。
- 5) 《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》(国家安全生产监督管理总局令第80号)。
- 6) 《国家质量监督检验检疫总局关于修改〈特种设备作业人员监督管理办法〉的决定》(国家质量监督检验检疫总局令第140号)。
- 7) 《质检总局关于修订〈特种设备目录〉的公告》(2014年第114号)。
- 8) 《锅炉安全技术监察规程》(TSG G0001—2012)。
- 9) 《安全阀安全技术监察规程》(TSG ZF001—2006)。
- 10) 《电力工业锅炉压力容器监察规程》(DL 612—1996)。
- 11) 《特种设备事故报告和调查处理规定》(国家质量监督检验检疫总局令第115号)。
- 12) 《锅炉压力容器压力管道特种设备安全监察行政处罚规定》(国家质量监督检验检疫总局令第14号)。
- 13) 《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG 21—2016)。
- 14) 《气瓶安全监察规定》(国家质量监督检验检疫总局令第46号)。
- 15) 《国家质量监督检验检疫总局关于修改部分规章的决定》(国家质量监督检验检疫总局令第166号)。
- 16) 《电梯制造与安装安全规范》(GB 7588—2003)。
- 17) 《电梯安装验收规范》(GB 10060—2011)。
- 18) 《电梯技术条件》(GB/T 10058—2009)。
- 19) 《电梯试验方法》(GB/T 10059—2009)。
- 20) 《电梯工程施工质量验收规范》(GB 50310—2002)。
- 21) 《起重机械安全监察规定》(国家质量监督检验检疫总局令第92号)。
- 22) 《起重机械安全规程》(GB 6067—2010)。
- 23) 《起重机械定期检验规则》(TSG Q7015—2016)。
- 24) 《大型设备吊装安全规程》(SY/T 6279—2016)。
- 25) 《起重机械防碰装置安全技术规范》(LD 64—1994)。
- 26) 《起重机械超载保护装置安全技术规范》(GB 12602—2009)。
- 27) 《塔式起重机操作使用规程》(JG/T 100—1999)。
- 28) 《塔式起重机安全规程》(GB 5144—2006)。
- 29) 《起重吊运指挥信号》(GB 5082—1985)。

1.3 特种设备安全技术

1.3.1 特种设备的设计、制造与安装环节的安全技术

首先,设计上必须符合相应的标准和安全技术要求。生产制造特种设备的单位,在人员素质、加工设备、管理水平及质量控制等方面必须达到应有的条件。国家对特种设备实行生产许可或安全认可制度,只有取得相应的资格,才能从事特种设备的生产制造。对生产制造的特种设备,必须出具制造质量合格证明,对其质量和安全负责。此外,对试制特种设备,或者制造标准(或技术规程)有型式试验要求的产品或部件,必须经国家认可的特种设备监督检验机构进行型式试验,试验合格后才可提供给用户使用。

对某些特种设备,如电梯等,安装是制造过程的延续,只有安装、调试完毕,并经过试运行后才能竣工验收,交付使用。因此,安装环节也很重要,从事安装的单位必须具备相应的条件,必须取得安装资格证书,才可从事安装业务。安装单位必须对其安装的特种设备的质量与安全负责。

1.3.2 特种设备的使用和维修安全技术

特种设备多为频繁动作的机电设备,机械部件、电气元件的性能状况及各部件间配合的好坏,直接影响特种设备的安全运行。因此,对处于运营阶段的特种设备进行经常性的维修保养是非常重要的。

如果本单位没有维修保养能力,则应该委托有资质的单位代为维修保养。例如,电梯的使用单位(宾馆、饭店、商业大厦等)一般没有维修保养力量,就可以委托专门从事电梯维修保养业务的单位为其进行维修保养。需要强调的是:一定要委托有维修保养资质的单位;使用单位一定要与维修保养单位签订合同,明确维修保养单位要对特种设备的维修保养质量和安全负责,要保证设备处于良好状况,一旦出现故障,应保证在限定的时间内排除故障,恢复正常运行;使用单位必须和维修保养单位建立技术档案,要有日常运行记录及维修保养记录,以备查证。

1.4 特种设备安全管理

对于特种设备,我国建立和健全了安全管理体制和安全管理机构,起草并完善了相应的法律法规和标准规范。例如,对特种设备的设计、制造、使用、检验、维护保养、改造等实行行政许可制度并强制实施;对特种设备的操作人员、检验人员、维护保养人员实行培训考核和持证上岗制度;对于使用单位要求建立相应的管理机构或设置专职安全管理人员负责本单位安全监督和建立、健全本单位相应的管理制度和安全操作规程,定期或不定期地对特种设备进行检查与监督,并落实责任和考核。本节将介绍特种设备安全管理的基本途径。

1.4.1 加强法规标准建设

近些年来,国家制定了一些规章、规范性文件和标准,如《特种设备使用管理规则》《特种设备作业人员安全技术培训考核管理规定》和《特种设备事故报告和调查处理规定》及一些技术标准等,这些规章和标准,已发挥或正在发挥其应有的作用。但部门的规章和规范性文件,在立法的层次、涉及面、法律效力上仍显不足,国家尚需制定一部综合的有关特种设备安全监察法规,

以更有力度地规范和推动特种设备安全管理工作。

此外，应与时俱进，应对新局面、新情况，解决新问题，吸取国际经验，加快法规与标准的建设，以适应特种设备安全管理的需要。

1.4.2 加强特种设备的使用与运营管理

特种设备在使用与运营中，由于管理不善、使用不当，或维修保养不及时、带病运转等造成的事故，占全部特种设备事故的60%以上，因此，加强使用与运营方面的管理显得非常重要。

使用单位必须对特种设备的运营安全负责，必须指定专人负责特种设备的安全管理工作，必须制定安全管理制度，如相关人员岗位责任制、安全操作规程、安全检查与维保制度、技术档案管理制度以及事故应急防范措施等。制定的各项安全管理制度必须认真贯彻执行。

1.4.3 加强特种设备作业人员的培训考核

发生特种设备事故的原因主要是人的不安全行为或者设备的不安全状态。对人的不安全行为，应通过培训教育来纠正。对特种设备的作业人员，包括安装、维修保养、操作等人员，应经过专业的培训和考核，取得特种设备作业人员资格证后，方能从事相应的工作。只有人员的安全意识和操作技能提高了，特种设备安全工作才会有保证。

1.4.4 实行特种设备安全检验制度

国家对特种设备实行安全检验制度，其目的是从第三方（既不是制造者，也不是使用者）的立场，公平、公正地进行检验，以确保特种设备的安全。目前，国家质检总局已颁布了电梯、施工升降机、游乐设施等监督检验规程。文件规定，检验工作由国家授权的监督检验机构承担，检验人员必须经过专门培训、考核后，持证上岗。实践证明，实施安全检验可发现许多设备隐患，避免许多事故。

1.4.5 加强特种设备的监察管理

鉴于特种设备安全的特殊性，国家政府部门对其应加大监察管理力度。我国《安全生产法》界定了综合监管与专项监管的关系。各有关部门应依法履行自己的职责，既各司其职，又相互配合。在综合管理与专项监察相结合的安全工作体制下，我国的特种设备安全工作，一定会稳步向前，开创出新的局面。

锅炉安全

2.1 锅炉概述

2.1.1 锅炉的概念

锅炉是将燃料的化学能、电能或其他能源转化为热能，又将热能传递给水、汽、导热油等工质，从而产生蒸汽、热气或通过导热工质输出热量的设备。

顾名思义，锅炉包括“锅”和“炉”两个主要部分。同时，为了保证锅炉安全运行，还必须配备必要的安全附件、自动化仪器仪表和附属设备。“锅”是锅炉中盛水和蒸汽的承压部分，它的作用是吸收“炉”中燃料燃烧释放的热量，使水加热到一定的温度和压力，或者转变成蒸汽。构成“锅”的主要部件包括：锅筒、对流管、水冷壁、下降管、集箱、过热器、省煤器、减温器、再热器等。“炉”是指锅炉中用于燃料燃烧的部分，它的作用是尽量地把燃料的热能全部释放，传递给“锅”内介质，即将燃料燃烧产生的热能供“锅”吸收。构成“炉”的主要部件包括：炉膛、炉墙、燃烧设备、锅炉构架等。由此看出，“锅”与“炉”，一个盛水，一个盛火；一个吸热，一个放热。两个既对立又密切相关的部分被科学地组合在一起，构成锅炉本体。

为了保证锅炉安全运行，锅炉还需要配备安全附件和附属设备系统。这个系统主要包括：

- 1) 燃料供给系统。包括煤场、碎煤机、上煤机、煤斗、油罐、油泵、油加热器、过滤器等。
- 2) 燃烧系统。包括各种配风器、燃烧器、炉排等。
- 3) 烟风系统。包括空气预热器，烟风道，送、引风机等。
- 4) 除灰除尘系统。包括各种除灰机、除尘器。
- 5) 给水系统。包括给水泵、给水管道和各种阀门、省煤器等。
- 6) 排污系统。包括连续排污系统和定期排污系统。

7) 供汽供水系统。包括主蒸汽管道阀门、供水管道阀门、锅炉出口集箱等。此外，锅炉上装有安全附件和仪表及自动控制装置。安全附件和仪表通常包括：安全阀、压力表、水位计、高低水位报警器等。常用自动控制装置有：给水自动调节器，温度自动调节器，压力自动调节器，燃烧自动调节器，自动点火装置，灭火自动保护装置，送、引风机连锁装置，燃料速断装置及先进的计算机自动控制系统等。

2.1.2 锅炉的分类

按用途可以分为电站锅炉、工业锅炉、机车锅炉、船舶锅炉、生活锅炉等。

按蒸发量(容量)可以分为大型锅炉、中型锅炉、小型锅炉等。习惯上,把蒸发量大于100t/h的锅炉称为大型锅炉,把蒸发量为20~100t/h的锅炉称为中型锅炉,把蒸发量小于20t/h的锅炉称为小型锅炉。

按蒸汽压力可以分为:低压锅炉(压力 $\leq 2.45\text{MPa}$)、中压锅炉(压力为3.8~5.4MPa)、次高压锅炉(压力为5.4~9.8MPa)、高压锅炉(压力为9.8~13.7MPa)、超高压锅炉(压力为13.7~16.7MPa)、亚临界压力锅炉(压力为16.7~22.1MPa)、超临界压力锅炉(压力超过22.1MPa)。

按燃料种类和能源来源可以分为燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、原子能锅炉、废热(余热)锅炉等。

按锅炉结构可以分为火管锅炉(锅壳式锅炉)、水管锅炉和水火管锅炉。

按燃料在锅炉中的燃烧方式可以分为层燃炉、沸腾炉、室燃炉。

按工质在蒸发系统的流动方式可以分为自然循环锅炉、强制循环锅炉、直流锅炉等。

工业锅炉一般压力较低($< 2.45\text{MPa}$),容量较小($< 65\text{t/h}$),大都采用层燃锅炉,结构形式和燃烧设备种类繁多,主要用于工业生产用汽及采暖供热之中。工业锅炉的分类见表2-1。

表2-1 工业锅炉类型

分类方法	锅炉类型	
按锅炉结构形式	锅壳式锅炉	立式横水管锅炉、立式弯水管锅炉、立式直水管锅炉、立式横火管锅炉、卧式内燃回火管锅炉等
	水管锅炉	单锅筒纵置式锅炉、单锅筒横置式锅炉、双锅筒纵置式锅炉、双锅筒横置式锅炉、纵横锅筒式锅炉、强制循环式锅炉等
	水火管锅炉	卧式快装锅炉
按燃烧设备	固定炉排锅炉、活动手摇炉排锅炉、链条炉排锅炉、抛煤机锅炉、振动炉排锅炉、下饲式炉排锅炉、往复推饲炉排锅炉、沸腾炉锅炉、半沸腾炉锅炉、室燃炉锅炉、旋风炉锅炉等	
按燃料种类	无烟煤锅炉、贫煤锅炉、烟煤锅炉、劣质烟煤锅炉、褐煤锅炉、油锅炉、气锅炉、甘蔗渣锅炉、稻壳锅炉、煤矸石锅炉、特种燃料锅炉、余热(废热)锅炉等	
按出厂形式	快装锅炉、组装锅炉、散装锅炉	
按供热工质	蒸汽锅炉、热水及其他工质锅炉	

2.1.3 锅炉的结构

锅炉按其个体结构可分为火管锅炉、水管锅炉和水火管锅炉。

1. 火管锅炉

火管锅炉也叫锅壳式锅炉,它在工业上应用最早,结构形式也较多,是产汽量不大的一种小型工业锅炉。火管锅炉按照锅筒(或锅壳)放置方式可分为立式火管锅炉和卧式火管锅炉两类,两者都有一个较大直径的锅筒,内部设有火管或烟管受热面,高温烟气在烟管、火管内流动放热,水在烟管、火管外吸热。立式烟火管锅炉的容量一般都很小,多为0.2~1.5t/h,卧式烟火管锅炉的容量一般为2~4t/h。这两种锅炉多用于蒸汽需求量不大的用户。

立式火管锅炉是垂直放置的,炉膛位于锅壳的下部,炉排呈圆形,炉膛四周及顶部都是辐射受热面,对流受热面为烟管,烟气在管内流动,水在管外吸热汽化。立式火管锅炉主要由锅壳、炉胆、烟管、烟箱等几个主要部分组成,如图2-1所示。锅炉在运行时,燃烧的火焰先冲刷炉胆,烟气经炉胆顶喉管进入第一组烟管,到前烟箱后折回第二组烟管,汇集到后烟箱经出口,由烟囱

排出。锅炉最下部是炉胆，周围是容水空间，也是辐射受热面。炉膛上面既是容水空间也是容气空间。锅炉内的水受热后，生成密度较小的汽水混合物上升，蒸汽与空气在上部空间自然分离，然后从烟出口排出；而密度较大的水，沿锅壳壁向下流动，形成了锅内的水循环。

立式火管锅炉的优点：占地面积小；安装、移动和检修方便；水容积大；启动后压力和水位波动小。另外，这种锅炉对水质要求不高，烟风阻力小。缺点：制造工艺较复杂；前烟箱太小，运行中容易堵灰，传热效果不好；热效率低；钢材消耗大。所以，这种锅炉应用得不多。

火管锅炉的特点如下：

1) 结构紧凑、安装简便、使用快捷和效率高，用途比较广泛。

2) 炉胆为波纹形，热膨胀时具有弹性。

3) 运行时火焰不能太长，否则易冲刷烧损二回程烟火管管头，造成炉水泄漏。

4) 管与管外壁之间易结上水垢，特别是后管板上的水垢很难清除。

5) 一些锅炉设计中无防爆门，对于燃油、燃气锅炉来说这是一个缺点。

2. 水管锅炉

火管锅炉的蒸发量一般都在 4t/h 以下，要增加蒸发量就要加大锅壳直径和壁厚，这不但要增加钢材的消耗量，而且要实现蒸汽压力的提高也是很困难的，这就不能满足日益增长的工业生产的需要，因此出现了水管锅炉。水管锅炉在大多数情况下，烟气可以做横向冲刷流动，这样就大大地改善了传热工况，和火管锅炉相比，在相同的烟速、烟温条件下，水管锅炉金属耗量可以大大下降，蒸发量和锅炉效率可以明显提高，加上水管锅炉受热面布置简便，清洗水垢、除尘等情况均比火管锅炉好，因此水管锅炉在近百年内得到很大的发展。

水管锅炉的汽、水在管内流动，烟气在管外冲刷，这一点是其与火管锅炉最显著的区别。与火管锅炉相比，水管锅炉锅筒直径小、耐高压；锅水容量小，所发生的事故灾害较轻；锅水循环好、蒸发率较大、热效率较高；单位蒸发量的钢材消耗量也较少。因此，压力较高、蒸发量较大的锅炉都用水管锅炉，但水管锅炉也有存汽量较少、锅炉结构较复杂、对水质要求较高、发生设备事故的因素较多等不足之处。下面以双锅筒横置式水管锅炉为例介绍水管锅炉的结构。

SHG2-0.8 型双锅筒横置式固定炉排水管锅炉如图 2-2 所示。在对流管束中设有三道隔烟墙：第一道隔烟墙砌在炉膛后部第一排与第二排主炉管之间的右侧，约占整个炉膛内宽度的三分之二，第一排主炉管暴露在隔烟墙外，吸收炉膛辐射热；第二道隔烟墙与第一道隔烟墙垂直相交；第三道隔烟墙一般为钢板，与锅炉后墙相连。

1) 烟气流程。燃烧火焰直接辐射对流管束，高温烟气由炉膛左侧进入对流管束区，顺着三个烟道呈“Z”字形流动，横向冲刷对流管束，最后由烟气出口排出。

2) 水循环回路。有两组水循环回路：一组是对流管束，在第一、二烟道的管内，水受热较强向上流至上锅筒，在第三烟道的管内锅水受热较差，向下流至下锅筒，形成循环回路；另一组是水冷壁管受热强，从集箱分配给水冷壁管内，锅水向上流至上锅筒，下降管从上锅筒下部引出锅

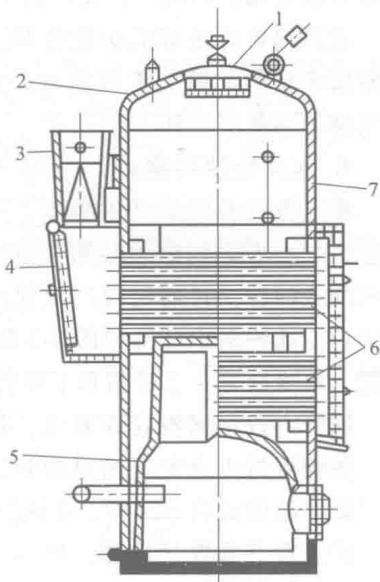


图 2-1 立式火管锅炉示意图

1—人孔 2—封头 3—烟出口 4—烟箱
5—炉胆 6—烟管 7—锅壳