

高等教育安全工程系列“十一五”规划教材

工业特种设备安全

主 编 蒋军成 王志荣
参 编 朱常龙



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,它的使用十分广泛,同时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相关知识。

本书分为六章,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作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,而且充分反映了现有的新设备和新技术在相关行业推广使用的情况。

本书可作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培员的培训教材。本书还是一本关于进行工业特种设备安全监督管理的实用参考书,可供安全工程技术及管理人员学习参考。

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. —北京:机械工业出版社, 2009.6

(高等教育安全工程系列“十五”规划教材)

ISBN 978-7-111-27273-1

I. 工… II. ①蒋…②王… III. 工业生产设备—高等学校—教材 IV. TB4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第083028号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:冷彬 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:张静 责任印制:邓博

北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)

2009年6月第1版第1次印刷

169mm×239mm·17.5印张·326千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-27273-1

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379720

封面无防伪标均为盗版

安全工程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：季顺利

委员：（排名不分先后）

冯长根 王新泉 吴超 蒋军成 季顺利 沈斐敏

钮英建 霍然 孙熙 王保国 王述洋 刘英学

金龙哲 张俭让 司鹤 王凯全 董文庚 景国勋

柴建设 周长春 冷彬

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。据“安全工程专业教学指导委员会”1997年的调查结果显示，自1958~1996年底，全国各高校累计培养安全工程专业本科生8130人。近年，安全工程本科专业得到快速发展，到2005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。

按照《普通高等学校本科专业目录》（1998）的要求，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。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尚不适应的新情况，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50多年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“安全工程专业教材编审委员会”（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”。并先后于2004.8（衡阳）、2005.8（葫芦岛）、2005.12（北京）、2006.4（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,制定总体规划、出版进度和编写原则,计划分期分批出版近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、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，生存也就无从谈起，生活也就失去了意义。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，是全面建设小康社会、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 and 经济发展产生重要影响。党的十六届五中全会首次提出“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了学习资料。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到人类生产、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。

“鸢其鸣矣，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作出贡献。

中国科学技术协会书记处书记

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

安全工程专业教材编审委员会主任

北京理工大学教授、博士生导师



2006年5月

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，工业特种设备的安全在工业生产中占有非常重要的地位。

工业特种设备大部分是恶劣工作条件下运行，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，令人堪忧。因此，作为安全管理人员和专业人员，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 373 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，分锅炉、压力容器、压力管道、起重机械和电梯五部分对工业特种设备安全作了较全面而系统的介绍，层次清晰、内容翔实，反映了本领域最新成果及我国颁布的相关最新标准和法规的重要内容。

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、改造等专业人员和管理人员的参考资料。

本书第 1、2、5 章由南京工业大学蒋军成教授编写，第 3、4 章由南京工业大学王志荣副教授编写，第 6 章由南京工业大学的朱常龙博士编写。全书由蒋军成教授统稿。

在本书的编写过程中，安全工程专业教材编审委员会积极组织专家对本书的编写大纲和书稿进行审纲和审稿工作，与此同时，南京工业大学的张礼敬教授对全书进行了审阅并提出了教材编写修改建议，在此向他们表示衷心的感谢。

本书在编写过程中还得到了南京工业大学、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！

由于作者水平有限，本书难免存在错误和不当之处，恳请读者及行家批评指正。

作者

目 录

序 前言

第 1 章 概述	1
1.1 特种设备的定义和分类	1
1.2 特种设备安全管理的要求和依据	1
1.3 特种设备安全管理	3
1.4 特种设备安全技术	5
第 2 章 锅炉	6
2.1 锅炉基础知识	6
2.2 锅炉安全管理	14
2.3 锅炉安全装置	15
2.4 锅炉安全技术	23
2.5 锅炉检测检验	51
2.6 锅炉常见事故原因及控制措施	58
2.7 锅炉典型事故案例分析	69
第 3 章 压力容器	72
3.1 压力容器基础知识	72
3.2 压力容器安全管理	86
3.3 压力容器安全装置	89
3.4 压力容器安全技术	91
3.5 压力容器检测检验	104
3.6 压力容器常见事故原因及控制措施	113
3.7 压力容器典型事故案例分析	115
第 4 章 压力管道	122
4.1 压力管道基础知识	122
4.2 压力管道安全管理	127

4.3	压力管道安全装置	128
4.4	压力管道安全技术	130
4.5	压力管道检测检验	135
4.6	压力管道常见事故原因及控制措施	141
4.7	压力管道典型事故案例分析	143
第5章	起重机械	148
5.1	起重机械基础知识	148
5.2	起重机械安全管理	176
5.3	起重机械安全装置	177
5.4	起重机械安全技术	183
5.5	起重机械检测检验	190
5.6	起重机械常见事故原因及控制措施	195
5.7	起重机械典型事故案例分析	201
第6章	电梯	206
6.1	电梯基础知识	206
6.2	电梯安全管理	226
6.3	电梯安全装置	229
6.4	电梯安全技术	241
6.5	电梯检测检验	252
6.6	电梯常见事故原因及预防处理措施	255
6.7	电梯典型事故案例分析	260
参考文献	263

概 述

1.1 特种设备的定义和分类

根据《特种设备安全监察条例》(国务院第 373 号令)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、客运索道和大型游乐设施。

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、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,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,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,包括电梯、起重机械、客运索道和大型游乐设施。电梯是服务于规定楼层的固定式提升设备;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;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、电梯和起重机械。

1.2 特种设备安全管理的要求和依据

1.2.1 国家对特种设备安全管理的要求

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的

2 工业特种设备安全

颁布与实施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，把员工的生命财产安全放在首位，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 特种设备安全管理的监察规程和标准规范

《特种设备安全监察条例》（国务院令 第 373 号）

《特种设备质量监督与安全监察规定》（国家质量技术监督局令 第 13 号）

《特种设备注册登记与使用管理规则》（质技监局锅发 [2001] 57 号）

《特种设备作业人员培训考核管理规则》（国质检锅 [2001] 202 号）

《特种设备作业人员监督管理办法》（国家质量监督检验检疫总局令 第 70 号）

《特种设备目录》（国质检锅 [2004] 31 号）

《小型和常压热水锅炉安全监察规定》（国家质量技术监督局令 第 11 号）

《蒸汽锅炉安全技术监察规程》（劳部发 [1996] 276 号）

《安全阀安全技术监察规程》（TSG ZF001—2006）

《热水锅炉安全技术监察规程》（劳锅字 [1991] 8 号）

《有机热载体炉安全技术监察规程》（劳部发 [1993] 356 号）

《电力工业锅炉压力容器监察规程》（DL612—1996）

《锅炉压力容器使用登记管理办法》（国质检锅 [2003] 207 号）

《锅炉压力容器压力管道特种设备事故处理规定》（国家质量监督检验检疫总局令 第 2 号）

《锅炉压力容器制造监督管理办法》（国家质量监督检验检疫总局令 第 22 号）

《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）

《压力容器安全技术监察规程》（质技监局锅发 [1999] 154 号）

《气瓶安全监察规程》（质技监局锅发 [2000] 250 号）

- 《气瓶安全监察规定》(国家质量监督检验检疫总局令第46号)
- 《压力管道安全管理与监察规定》(劳发[1996]140号)
- 《电梯制造与安装安全规范》(GB 7588—2003)
- 《电梯安装验收规范》(GB 10060—1993)
- 《电梯技术条件》(GB/T 10058—1997)
- 《电梯试验方法》(GB/T 10059—1997)
- 《电梯电气装置施工及验收规范》(GB 50182—1993)
- 《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)
- 《起重机械安全规程》(GB 6067—1985)
- 《起重机械监督检验规程》(国质检锅[2002]296号)
- 《大型塔类设备吊装安全规程》(SY 6279—1997)
- 《起重机械防碰装置安全技术规范》(LD 64—1994)
- 《起重机械超载保护装置安全技术规范》(GB 12602—1990)
- 《厂区吊装作业安全规程》(HG 23015—1999)
- 《塔式起重机操作使用规程》(JG/T 100—1999)
- 《塔式起重机安全规程》(GB 5144—2006)
- 《起重吊运指挥信号》(GB 5082—1985)

1.3 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系和安全管理机构,完善和起草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、改造等实行了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、维护保养人员实行了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。实践证明,特种设备的安全管理的基本途径主要有以下几方面。

1.3.1 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《特种设备质量监督与安全监察规定》、《特种设备注册登记与使用管理规则》和《特种设备作业人员培训考核管理规则》及一些技术标准等,这些法规和标准,已发挥和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

4 工业特种设备安全

法规，以更有力地规范和推动特种设备安全管理工作。

此外，还应与时俱进，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。

1.3.2 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，或检修与维保不及时、带病运转等造成的事故，占整个特种设备事故的60%以上，因此，加强使用与运营的管理显得非常重要。

使用单位必须对特种设备的使用与运营安全负责，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。

1.3.3 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、维保、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书》后，方能从事相应的工作。人员的安全意识和操作技能提高了，特种设备安全工作就会有保证。

1.3.4 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，以确保其安全。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，持证上岗。实践证明，实施安全检验已发现许多设备隐患，避免了许多事故。

1.3.5 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》已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。

1.4 特种设备安全技术

1.4.1 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技术条件。国家对特种设备实行生产许可证或安全认可制度，只有取得相应的资格证书，方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，必须经国家认可的监督检验机构进行型式试验，试验合格后方可提供给用户使用。

对某些特种设备，如电梯等，安装是制造过程的延续，只有安装完毕，调试好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，方可从事安装业务。安装单位必须对其安装的特种设备的质量与安全负责。

1.4.2 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，对使用运营的特种设备进行经常性的维修保养是非常重要的。

如果本单位没有维保能力，则应该委托有资质的单位代为维保。如电梯的使用单位（宾馆、饭店、商业大厦等）一般没有维保力量，就可以委托专门从事电梯维保业务的单位为其维保。需要强调的是：一定要委托有维保资质的单位；使用单位与维保单位一定要签订合同，明确维保单位要对特种设备的维保质量和安全负责，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。使用单位须和维保单位建立技术档案，要有日常运行记录及维保记录，以备查证。