



现 | 代 | 生 | 产 | 安 | 全 | 技 | 术 | 丛 | 书 第二版

压力容器安全技术

YALIRONGQI ANQUAN JISHU

第二版

崔政斌 ○ 王明明 编著



化学工业出版社



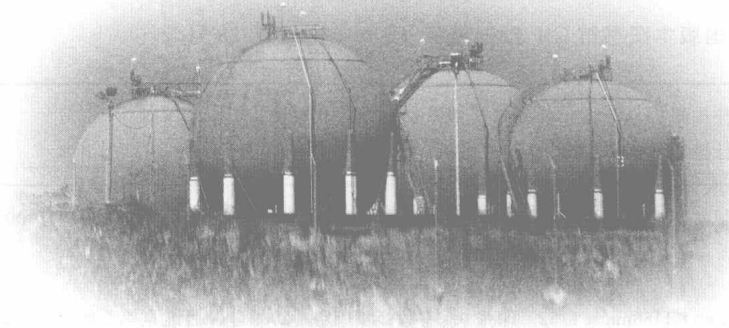
现|代|生|产|安|全|技|术|丛|书 第二版

压力容器安全技术

YALIRONGQI ANQUAN JISHU

第二版

崔政斌 ◎ 王明明 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书为《现代生产安全技术丛书》(第二版)的一个分册。

本书共分九章,从压力容器的设计、制造到使用、管理、定期检验及安全附件等各个环节阐述了压力容器安全的基本要求和具体做法。针对压力容器的破坏形式、事故及危害等进行了系统介绍,并列举了两个典型案例进行分析。本书结合我国当前压力容器的实际状况、有针对性地就压力容器的选用、安装、使用、管理以及定期检验等各个环节提出了防止事故应采取的对策和具体措施。

本书可供压力容器使用单位的管理人员、操作人员和安全技术人员作为培训、教育、自学的专业用书,也可供压力容器的设计、制造、检验、安监及其他有关人员在工作中参考。

图书在版编目(CIP)数据

压力容器安全技术/崔政斌,王明明编著. —2版. —北京:化学工业出版社,2009.1

(现代生产安全技术丛书,第二版)

ISBN 978-7-122-04437-2

I. 压… II. ①崔…②王… III. 压力容器-安全技术
IV. TH490.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第207828号

责任编辑:杜进祥 郭乃铎 周永红

装帧设计:关 飞

责任校对:吴 静

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

装 订:北京顺板装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张9 字数244千字 2009年4月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

现代生产安全技术丛书（第二版）编委会

主 任：崔政斌 石跃武

副主任：吴进成 武凤银

编 委（按姓氏笔画排序）：

王明明 石 伟 石跃武 石翠霞 李少聪

吴进成 武凤银 聂幼平 郭继承 崔 佳

崔政斌 章仕跃 章磊成 藏兴隆

序

当前，我国正处在全面建设小康社会，加快推进社会主义现代化建设的发展阶段，经济社会发展呈现出系列重要的阶段性特征，这些阶段性特征，表明了我们正处在一个新的历史起点上，既是一个发展的机遇期，又是一个矛盾凸显期。就安全生产领域而言，纵观世界上许多工业化国家走过的历程，在人均国内生产总值1000美元至3000美元之间，往往是生产安全事故的易发期。在这个历史阶段，是改革与发展面临的客观形势，也是我们必须直面的具体问题。如果应对的好，措施得力，可以加快经济和社会的发展，如果应对不力，政策失误，也会造成社会的动荡。安全生产问题是现代化进程中不可避免的重大问题，发展规律不可逾越，我们不能超越历史阶段，绕过事故易发期，但也不能重蹈许多工业化国家的旧辙。我们要凭借后发优势和社会制度的优势，借鉴、吸收国外的经验教训，通过自身的积极努力，完全可以用较短的时间走过西方工业化国家几十年甚至上百走过的路程，把各类事故大幅度地降下来，实现安全生产的可持续发展。

2004年我们组织有关人员编写了《现代生产安全技术丛书》，四年来这套丛书得到广大读者的厚爱，受到了社会的好评。但随着安全生产的深入发展，新技术、新工艺、新装备的不断涌现，企业安全技术工作也越来越需要进一步发展。面对如此新形势，我们感觉有必要对《现代生产安全技术丛书》进行修订，以适应安全发展的新形势和新要求。

《现代生产安全技术丛书》第二版在第一版的基础上，将《防尘防毒技术》，《噪声与振动控制技术》，《个人防护装备基础知识》三个分册合并而成为《职业危害控制技术》。从第一版《压力容器

安全技术》中划出“气瓶安全”单独成册为《气瓶安全技术》，另根据危险化学品、建筑高危行业的特点，第二版增设《建筑施工安全技术》和《危险化学品安全技术》两个分册，旨在强化这两个高危行业的安全技术。

本丛书各分册编写中均参考了大量文献，在此，我们对原著作者表示衷心的感谢。本丛书在编写过程中得到了化学工业出版社有关领导和编辑同志们的悉心指导，在此，我们也表示真诚的谢意。同时，由于时间的限制和水平的限制，书中可能存在一些错漏和谬误，敬请读者给予指正。

崔政斌 石跃武

2009 年 1 月

第一版序

安全生产在全面建设小康社会，实现可持续发展战略方面有重要的地位和作用。搞好安全生产，保障人民群众的生命和财产安全，体现了最广大人民群众的根本利益，反映了先进生产力的发展要求和先进文化的前进方向，是企业生存和发展的基本要求。

我国正处于计划经济转型为市场经济的发展初期，由于工业安全生产基础薄弱，安全生产管理水平不高，同时受生产力发展水平和从业人员素质等因素的制约和影响，造成当前安全生产形势相当严峻，重大特重大事故频繁发生，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。这种局面若不能有效地控制，将直接影响我国经济的可持续、健康发展和全面建设小康社会目标的实现。

随着社会主义市场经济体制的进一步完善和国民经济持续快速发展，推动了工业现代化的进程，工业安全与事故的预防和控制工作将面临新的挑战。以公有制为主体、多种经济成分共同发展的经济模式，使工业安全的监管对象多元化，监管的难度增大；矿山、建筑、危险化学品等行业高速发展，西部大开发和东北等老工业基地的调整改造等战略的实施，数以亿计的农民工进入劳动力市场，涌向工矿企业，使工业安全面临更大的压力；经济全球化带来工业发达国家向我国转移“高风险产业”等现象，使工业安全的形势更加严峻。

如此严峻的安全生产新形势、新情况、新问题，是摆在安全生产及安全科技工作者面前的重大课题，如何有效地预防与控制工业中的各种安全生产的风险，从被动防范事故向控制源头、往本质安全化方面转变，从以控制伤亡事故为主向全面做好职业安全健康工作转变，把职业安全健康工作作为以人为本、珍惜生命、保护大众

的安全健康工作来抓，这是安全生产工作的出发点和归宿。为此，我们组织有关专家、学者、企业安全管理干部和技术人员，编写了这套《现代生产安全技术丛书》，旨在从企业安全生产的基础工作做起，结合企业生产安全的实用技术，为我国工业生产的安全工作尽一点微薄之力。

本套丛书的主要特点是，从企业安全生产的各项具体工程技术入手，有针对性地提出解决安全问题的方法和措施，理论联系实际，注重理论性，更强调实用性，推荐给读者的方法，能有效地解决生产过程中的实际问题。书中大量引用企业在具体安全工作中的常见典型实例，验证了书中安全方法的可行性，使读者易于理解并在实践中运用。丛书中也大量引用了有关专家、学者的研究成果，在此表示衷心的感谢。

组织和编写这套《现代生产安全技术丛书》，工作量比较大，且时间仓促，加上作者水平的限制，书中定会存在不少欠缺之处，望广大读者不吝赐教。本丛书的编写和出版，得到了化学工业出版社安全科学与工程出版中心有关人员的指导和帮助，在此一并致谢。

崔政斌 徐德蜀

2004 年 2 月

前 言

随着国民经济的迅速发展, 压力的应用日益广泛, 技术要求也更加严格。压力容器是一种特殊的设备, 压力容器比较容易发生事故且事故危害较为严重, 如何在确保压力容器安全运行的前提下, 使其具有更好的经济性, 已成为压力容器设计、制造和使用中的重要课题。特别是现代压力容器技术的发展具有综合应用多学科先进技术的特点, 涉及的专业面比较广, 对压力容器工作者的要求将更高。

2004 年我们编写了《压力容器安全技术》一书, 经过 5 年的实践, 本书得到了社会的认可, 对压力的安全使用起到了一定的作用。为此, 借《现代生产安全技术丛书》第二版出版之际, 我们将《压力容器安全技术》一书再次整理修订, 作为第二版编入《现代生产安全技术丛书》(第二版) 之中。和第一版比较起来, 第二版尽量压缩篇章, 追求实用性、可操作性, 给压力容器使用单位的管理人员和操作人员作为培训、教育、自学提供一本适用的专业技术书。

本书在出版过程中得到了化学工业出版社有关领导和编辑的大力支持和指导, 借此书出版之际, 我们表示衷心的感谢。

由于时间紧、任务重, 本书还存在一定的不足之处, 殷切期望广大读者提出宝贵的意见和建议。我们将认真听取各方的意见, 以便改进我们的工作。

崔政斌 王明明

2008 年 12 月

第一版前言

压力容器是比较容易发生事故且事故危害较为严重的特殊设备，广泛地应用于经济领域中，是很多行业和生产企业中较为常见的设备。随着我国改革开放进程的深入，压力的应用范围不断扩大，数量不断增加，随之而来的安全问题显得十分突出。近年来，已多次发生压力容器爆炸伤人的恶性事故。压力容器安全是“人命关天的事，一定要慎之又慎，确保万无一失”。我国政府历来重视锅炉压力容器安全，1999 年中央领导同志针对一起锅炉压力容器事故曾指示“像锅炉这类压力容器，它的质量好坏，直接关系到国家财产和人民生命的安全，切不可稍有疏忽”，“对锅炉这类产品，从制造到安装，每个环节都必须进行严格的质量检验，不合格的绝对不允许出厂和使用。运行中的锅炉，也必须定期严格检查，及时发现和消除隐患，防患于未然”。

保证压力容器生产和使用的安全，是从事压力容器管理、设计、使用等人员义不容辞的责任和义务。为适应压力容器安全管理的需要，普及压力容器安全知识，我们编写了本书。

本书根据压力容器安全方面的内容和要求，从生产实际出发，结合《中华人民共和国安全生产法》、《钢制压力容器》（GB 150—1998）、《管壳式换热器》（GB 151—1999）、《压力容器安全技术监察规程》（1999 版）、《气瓶安全监察规程》（2000 版）等有关法规、标准，结合我国压力容器安全管理现状，特别是使用管理现状，针对从压力的设计、制造、选购、安装，到使用、管理、修理、改造、检验及安全附件等压力容器管理的各个环节，阐述了压力容器安全的基本要求和具体做法。本书内容全面，切合实际，具有较强的实用性，适合从事压力容器技术管理和安全管理的各级管理人

员，特别是压力容器使用单位的有关管理人员和操作人员作为培训、自学教材。对压力容器的设计、制造、检验等方面的技术人员和从事企业安全生产管理的安全技术人员，也有较好的参考价值和实用价值，对从事压力容器安全技术管理和生产设备安全管理的工程技术人员和管理人员提高技术素质和增长专业知识大有益处。

应该说明的是，本书所标注的压力除特别注明为“（绝对）”外均指表压。

本书的大部分章节由蔡仰华同志和徐桂容同志编写。王明明同志拟定了本书提纲，完成了个别章节的编写，并对全书进行了统稿。

在本书的编写过程中，得到了崔政斌同志的悉心指导和聂幼平同志的大力帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者的水平和编写时间有限，难免存在不妥甚至不当之处，诚望广大读者批评指正。

编 者

2004 年 2 月

目 录

第一章 基础知识 1

第一节 ● 概述	1
一、界定	1
二、应用	3
三、我国压力容器的管理和监察	5
第二节 ● 分类	8
一、一般分类	8
二、按安全的重要程度分类	14
三、代号标记法	17
第三节 ● 安全的重要性	17
一、事故率	17
二、事故率高的原因	19
三、事故造成的危害	20
四、相关的法律法规	22

第二章 设计 25

第一节 ● 材料的选用	26
一、材料的性能	26
二、影响材料性能的因素	29
三、材料的选用	35
四、其他要求	41
第二节 ● 结构设计	42
一、压力容器的结构	42
二、主要零部件的结构设计	43

三、几种典型设备的结构设计要点	48
第三节 ● 强度计算与校核	51
一、应力与应力分析	51
二、设计参数	55
三、常用的设计计算公式	60
四、压力试验	62

第三章 制造与检验 64

第一节 ● 壳体的成型与焊接	64
一、成型	64
二、焊接	67
第二节 ● 制造缺陷对安全的影响	72
一、制造缺陷	72
二、对安全的影响	77
第三节 ● 检验与验收	80
一、加工成型与组装的检查	80
二、焊缝检查	81
三、出厂要求	94
第四节 ● 制造管理	94
一、制造单位资格审批与管理	94
二、制造过程的质量管理	98
三、质量保证体系和质量保证手册	99
四、产品制造质量的监督检验	100

第四章 压力容器的破坏形式 103

第一节 ● 延性破裂	103
一、机理	103
二、特征	104
三、原因	105
四、事故预防	105
第二节 ● 脆性破裂	106
一、机理	106
二、特征	106

三、原因	107
四、事故预防	107
第三节 ● 疲劳破裂	108
一、机理	108
二、特征	108
三、原因	109
四、事故预防	109
第四节 ● 腐蚀破裂	110
一、分类	110
二、形态	110
三、机理	113
四、原因	115
五、事故防范	115
第五节 ● 压力冲击破裂	116
一、类型与机理	116
二、特征	117
三、事故预防	118
第六节 ● 蠕变破裂	120
一、机理	120
二、特征	120
三、原因	120
四、事故预防	121

第五章 压力容器的安全附件 122

第一节 ● 一般要求与安全泄放量	122
一、安全附件的一般要求	122
二、压力容器的安全泄放量	123
第二节 ● 压力表	126
一、压力表的分类及其结构	127
二、压力表的使用	128
三、压力表的维护	131
第三节 ● 安全阀	131
一、安全阀的作用、分类及其结构	131

二、安全阀的额定限放量	135
三、安全阀的使用	139
第四节 ● 爆破片	144
一、爆破片的形式及应用	144
二、爆破片的设计计算	147
三、爆破片的质量要求	153
四、爆破片的使用	156

第六章 压力容器的使用与管理 160

第一节 ● 压力容器的管理	160
第二节 ● 在用压力容器的检验要求	161
第三节 ● 在用压力容器的检验项目	163
一、外部检验项目	163
二、内部检验项目	163
三、全面检验项目	164
第四节 ● 压力容器的修理和改造的一般要求	165
一、压力容器修理和改造的一般要求	165
二、在用压力容器超标缺陷的修复和检验	166
第五节 ● 压力容器的维护与保养	168
一、试用期间	168
二、停用期间	171

第七章 压力容器的定期检验 172

第一节 ● 检验过程	172
一、焊前检验	172
二、焊接过程检验	173
三、容器综合检验	173
第二节 ● 破坏性检验	173
一、化学成分分析	173
二、金相检验	174
三、机械性能试验	175
四、晶间腐蚀试验	181
五、应力腐蚀开裂试验	183

六、铬镍奥氏体不锈钢焊缝铁素体含量的测定	184
第三节 ● 非破坏性试验	185
一、外观检验	185
二、射线探伤	185
三、超声波探伤	192
四、磁粉探伤	207
五、渗透探伤	210
六、声发射检测	212
第四节 ● 综合性检验	213
一、强度试验	213
二、密封性实验	214

第八章 ° 槽车 215

第一节 ● 罐体的基本结构和要求	215
一、筒体与封头	216
二、接缘	217
三、人孔	218
四、排污孔	218
五、径向防冲板	218
六、支座	219
第二节 ● 罐体的用钢	220
第三节 ● 罐体设计	220
一、载荷	220
二、设计总则	221
三、设计参数	221
四、罐体强度计算	223
五、罐体在内压、自重和液重作用下的强度校核	224
第四节 ● 罐体的充装量	225
一、罐体的容积	225
二、最大充装量	225
第五节 ● 罐体的检验与试验	227
一、罐体的检验	227
二、罐体的试验	229

第六节 ● 槽车的安全使用与管理	230
一、使用和管理人员	230
二、建立严格的管理制度	231
三、使用槽车单位必须具备的槽车技术资料	231
四、槽车投产使用时必须经过的批准手续	231
五、槽车必须定期保养和检修	231
六、槽车的充装介质必须按设计规定充装	231
七、对停车场和车库的安全要求	232
八、坚持每天检查	232
九、槽车的定期检修	233
第七节 ● 槽车的其他主要部件及附件	234
一、底盘	234
二、安全阀	234
三、液面计	235
四、紧急切断装置	237
五、其他附件	237

第九章 压力容器事故危害及分析 240

第一节 ● 事故调查分析	240
一、事故的调查	240
二、事故分析	245
第二节 ● 事故处理	247
一、事故分类	247
二、事故报告	248
三、事故处理	248
四、事故应急预案	250
附录一 ● 典型事故案例分析	254
一、某炼油厂解吸塔焊缝开裂事故分析	254
二、南京助剂厂“10·22”超压爆炸事故	257
附录二 ● 气体保护焊性能比较一览表	260
附录三 ● 压力容器常用钢种断裂韧性参考数据	261
附录四 ● 石油化工厂化学设备破坏类型统一	262

参考文献 263