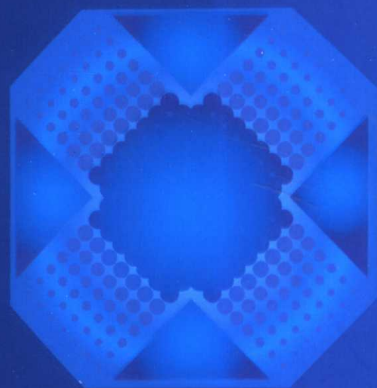


# 21世纪

## 特种设备安全



## 科技发展战略

陈钢 宋继红 陶雪荣 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

# 21 世纪特种设备安全 科技发展战略

陈 钢 宋继红 陶雪荣 等编著

国防工业出版社

·北京·

**图书在版编目(CIP)数据**

21世纪特种设备安全科技发展战略/陈钢等编著. —北京:国防工业出版社, 2007.4

ISBN 978-7-118-05077-6

I.2... II.陈... III.设备-安全技术-技术发展-发展战略 IV.X931

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 040627 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

\*

开本 710×960 1/16 印张 19 字数 330 千字

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 39.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

## 序

安全是人类生存和发展的重要前提。加强公共安全科学技术研究,保障人民生命和财产安全,保持社会稳定和国民经济又好又快、协调健康发展,是全面建设小康社会与和谐社会的重要组成部分,也是科技工作的一项十分重要的任务。因此,国家中长期科技发展规划战略研究特设第九专题组,重点研究论证了公共安全问题。3年来,特种设备安全作为该专题研究的重要组成部分,由中国特种设备检测研究中心组织全国跨部门、跨行业、跨地区的百余名专家,通过广泛调研、深入研究、集成凝炼,深入分析了我国特种设备发展的趋势和特点、特种设备安全面临的形势、国内外差距和科技需求,提出了特种设备安全科技发展的总体思路和目标,明确了重点任务。基于这一全面系统、科学务实的前期研究,国家科技计划已将特种设备安全科技工作从前四个五年计划中的课题层次提升为国家“十一五”重点科技支撑项目,并在《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》中首次将特种设备安全纳入其中。

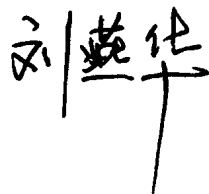
本书体现了规划研究的成果,系统阐述了未来15年我国特种设备安全科技的发展战略、总体目标和重要任务,详细介绍了“十一五”期间特种设备安全科技工作的重点领域和主要任务,并且附有“八五”、“九五”和“十五”国家特种设备安全科技攻关课题可行性研究报告。不但可以使特种设备专业人员能了解特种设备安全科技未来发展趋势,而且可以更多地了解特种设备安全科学研究和发展的历程和经验,并使其它专业领域的科技人员也可从中得到有益的借鉴和启示。

2006年初,陈钢等同志编著《压力容器与压力管道完整性技术》

时,我曾为之作序。该书比较系统地介绍了近四个五年计划中在特种设备安全方面,国家科技攻关课题循序渐进的立项研究思路、丰富的研究成果以及工程应用案例,回顾总结了过去20年来组织全国优势力量联合攻关的成功经验和切身体会。这次《21世纪特种设备安全科技发展战略》的出版,又介绍了未来15年我国特种设备安全科技发展的思路、目标和主要任务,两书的出版将对今后特种设备安全科技工作的发展有重要意义。

经过特种设备安全技术领域广大科技工作者近20年的努力拼搏和积极奉献,我国特种设备安全科技研究已经取得丰硕成果并产生了重大经济社会效益。但国民经济和社会的快速发展和国际市场上的科技竞争,尤其是特种设备向长周期、高参数发展等新特点,都对新时期特种设备安全科技工作提出了更新、更高的要求,希望特种设备领域广大科技工作者按照总体战略和规划的要求,再接再厉,继续努力,勇于创新,不断开拓,取得更大成绩。

国家科技部副部长



2007年3月

## 序

特种设备是指锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机、游乐设施、客运索道、场(厂)内机动车辆等具有特殊要求的装置,它们是国民经济和人民生活的重要基础设施,其突出特点是:①数量多、分布广,涉及工农业生产、国防建设和人民生活的各个领域和方方面面;②社会需求快速增长,发展势头迅猛;③承受高温、高压、易燃、易爆、有毒介质或高速运行,一旦发生事故,往往导致灾难性后果,严重影响经济建设和社会稳定。因此,特种设备的安全性在工业发达国家莫不予以高度重视。

特种设备安全状况的总体水平,一方面与一个国家的工业发展水平和科学技术水平密切相关,另一方面与政府和全民的重视程度也有关系。我国对特种设备的安全问题给予了极大的关注,成效已充分说明这一点,近20年来,数百名特种设备方面的科技工作者紧密协作、奋力拼搏,按照“一个中心、两条主线、三个方面”的总体思路和“继承、创新、超前”相结合的指导思想,以控制特种承压设备事故率、保障经济建设这一总体目标为中心,重点围绕检验检测、在线检测、不开挖检测和安全评定、风险评估、寿命预测两条主线开展联合攻关,在压力容器、工业压力管道和埋地燃气管道三个方面取得一系列重要成果,为大幅度降低承压设备重大事故率,扭转被动局面,提高我国特种设备安全整体技术水平,发挥了关键作用。

随着中国加入WTO和经济全球化进程加快,为提高效率,特种设备向大型化、高参数、长周期运行的发展趋势愈加明显,因而设备的安全问题更为突出,因为一旦发生事故,其损失将更加惨重,后果将更加严重。因此,如何应对可能出现的更为严峻的潜在危险,已经成为

特种设备安全科技工作者的紧迫性任务。在此形势下,中国特种设备检测研究中心组织跨行业产、学、研、政各方面专家,在国家中长期科技发展规划战略研究的总体框架下,对特种设备的发展趋势、国内外状况、存在的突出问题和科技需求进行广泛的调研和分析,进而提出了我国特种设备安全科技的发展战略和总体目标,同时进一步明确了国家“十一五”期间的重点领域和主要任务。此项研究工作的完成,不仅为国家重大科技计划的制定提供有效支撑,而且对我国特种设备的制造与安全运行具有重要指导意义。为此,我国相关科技工作者必须紧密结合国家经济社会发展需要,准确把握重大科技需求,以务实作风和认真态度开展工作,继续发挥已建立的良好传统,团结协作,不断创新,共同促进特种设备安全整体技术水平的提高,为全面建设小康社会与和谐社会,实现国民经济又好又快发展,做出更大的贡献。

师昌绪

2007年3月

## 前 言

未来 15 年~20 年,是我国全面建设小康社会和走新型工业化道路的关键阶段。在这一史无前例的进程中,科学技术发展对经济增长、社会进步和国家安全的影响,无疑具有极为重要和深远的意义。为了明确国家未来科技发展的总体战略、指导思想和奋斗目标,国家组织开展了规模宏大的“国家中长期科学和技术发展规划战略研究”。特种设备安全中长期科技发展规划战略研究作为公共安全部分的重要组成部分被纳入第九专题。

特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机、游乐设施、客运索道、场(厂)内机动车辆等设施,是国民经济和人民生活的重要基础设施。特种设备量大面广,截止 2005 年我国有固定式特种设备 376.3 万台套、压力管道 75 万 km、气瓶 1.2 亿只,涉及到国民经济、人民生活的各个领域和方方面面。特种设备主要分布在经济发达地区和旅游胜地,一旦发生事故,经济损失惨重、社会影响恶劣。特种设备的安全关系到保障人民生命安全,也关系到国家经济运行安全和社会稳定,是各国公共安全的重要组成部分。

特种设备安全涉及到特种设备的设计、制造、安装、使用、检验、改造等环节,是技术性很强的系统工程,其整体水平能够反映出一个国家的工业发展水平和国民经济、社会技术进步的总体状况。特种设备安全技术水平和能力的提高,必须依靠科技进步。“七五”以来,国家对特种设备安全科技工作一直有所投入,并且逐年增加。通过 4 个五年计划的科技攻关研究,解决了一系列长期困扰政府安全监察和企业安全管理的特种设备安全技术难题,取得重大经济和社会效益。然



而,国民经济和社会发展的新形势、国际竞争的新挑战,尤其是特种设备向大型化、高参数、长周期运行方向的快速发展的新趋势,都对特种设备安全科技提出了更新、更高的要求,必须从战略层面研究、规划未来15年特种设备安全科技的发展,并使其满足全面建设小康社会的需要。

正是基于这一长远而紧迫的需求,在国家中长期科技发展规划战略研究的框架下,在第九专题研究过程中,成立了特种设备中长期科技发展规划战略研究专家组。该专家组由来自产、学、研、政各方面的100多位专家组成。3年来,在认真总结回顾4个五年计划科技攻关研究工作的基础上,通过广泛调研、深入研究、集成凝炼和系统论证,深入分析了我国特种设备发展的趋势和特点、特种设备安全面临的形势、国内差距和科技需求,提出了特种设备安全科技发展的总体思路和目标,明确了重点任务。这项研究工作对我国首次将特种设备安全纳入《“十一五”国民经济和社会发展纲要》以及首次将特种设备安全科技工作升级为国家“十一五”重点科技支撑项目,都发挥了十分重要的作用。

本书在总结“七五”至“十五”国家特种设备安全科技攻关研究工作的基础上,重点阐述了未来15年我国特种设备安全科技工作的发展思路、总体目标和主要任务,详细介绍了“十一五”期间特种设备安全科技工作重点领域和主要任务,同时还附上了“八五”至“十五”国家特种设备安全科技攻关课题可行性研究报告。希望读者在了解特种设备安全科技未来发展趋势的同时,也能够更多地了解特种设备安全科技立项方面的历程和经验。

全书共五章和两个附件。第一章是对以往在4个国家五年计划中特种设备安全科技攻关工作的回顾和总结;第二章阐述未来15年特种设备安全科技发展战略和主要任务;第三章分类介绍特种设备安全科技发展战略的研究情况;第四章是对第三章内容的整合和凝炼,反过来又指导第三章内容的不断深化和完善;第四章简要介绍“十一

五”期间,特种设备安全科技工作的重点领域;第五章较为详细地介绍已列为国家重点科技支撑项目的主要研究任务;第四章和第五章的内容都是在特种设备安全科技中长期发展战略框架下,“十一五”期间的迫切需求和重点工作,其主要不同在于第四章所列重点领域中,有些尚未立项。附件1和附件2分别给出了特种设备安全科技中长期发展规划工作的有关信息和“八五”至“十五”以来国家五年计划中科技攻关课题可行性研究报告。

本书主要编写人员:第一章陈钢、陶雪荣、李学仁;第二章陈钢、陶雪荣、宋继红等;3.1节窦文字、赵钦新、史进渊等;3.2节陈钢、陈学东、贾国栋、孙亮等;3.3节左尚志、薛振奎、江孝禔等;3.4节朱昌明、姚泽华、孙立新;3.5节须雷、王福棉、董尚元;3.6节牛海军、尚海波、徐善继等;3.7节沈勇、米学津、秦平彦等;3.8节丁克勤、刘京本、张宏伟等;3.9节谢铁军、黄晓虎、王晓雷等;3.10节沈功田、耿荣生、田国良等;3.11节谢铁军、宋继红、石家骏等;第四、五章陈钢、陶雪荣等;附件2.1李学仁、陈钢等,附件2.2陈钢、李培宁、戴树和、陶雪荣等,附件2.3陈钢、丁克勤、陶雪荣等,附件2.4陈钢、陶雪荣、丁克勤等。

在本书编写和课题研究过程中,国家中长期科技发展规划战略研究第九专题组(公共安全)闪淳昌、彭苏萍两位组长给予了很多指导,科技部农社司、质检总局科技司给予了大力支持,质检总局特种设备安全监察局张纲局长、中国特种设备检测研究中心林树青主任提出了很多重要意见和建议。此外,除本书各章主要编写人员外,附件1.1中很多专家都参加了研究工作。在此向上述单位和个人一并表示衷心的感谢。

本书通过对前20年的回顾和后15年的展望,使广大特种设备安全科技工作者了解历史,把握未来。由于作者水平有限,加之时间紧迫,书中的缺点与不妥之处在所难免,敬请专家和读者批评指正。

2007年1月于北京

# 目 录

<b>第一章 特种设备安全科技攻关回顾</b> .....	1
1.1 概述.....	1
1.2 工程背景与攻关内容.....	2
1.2.1 立项工程背景 .....	2
1.2.2 主要攻关内容 .....	5
1.3 总体思路与攻关团队.....	7
1.3.1 总体研究思路 .....	7
1.3.2 基本技术路线.....	11
1.3.3 主体攻关团队.....	14
1.4 攻关成果与工程应用 .....	15
1.4.1 研究成果综述.....	15
1.4.2 主要研究成果.....	16
1.4.3 成果应用概况.....	21
1.4.4 典型成果应用案例.....	23
1.5 攻关研究的组织实施与突出特点 .....	29
1.5.1 准确把握科技需求.....	29
1.5.2 科学处理两个关系.....	30
1.5.3 努力推动成果应用.....	31
1.5.4 稳定强化攻关队伍.....	31
1.5.5 积极开展学术交流.....	32
参考文献 .....	32
<b>第二章 特种设备安全科技发展战略(2006年—2020年)</b> .....	33
2.1 概述 .....	33
2.1.1 特种设备在国民经济中的作用.....	33

2.1.2	特种设备安全是公共安全的重要组成部分	35
2.1.3	特种设备安全必须依靠科技进步	35
2.2	特种设备发展趋势及其特点	36
2.2.1	石化承压装置向大型化、高参数、长周期方向发展	36
2.2.2	电站锅炉向超超临界清洁煤发电技术方向发展,工业 锅炉向大容量、高参数、高效率、低排放方向发展	36
2.2.3	城市燃气系统向应用清洁能源方向发展,油气长输管道 向高效、长距离输送方向发展,埋地管道即将形成网络 体系	37
2.2.4	起重装置向高效安全、满足特殊需求、产品模块化、性能 智能化方向发展	38
2.2.5	游乐设施向大型、高参数、复杂结构及高科技方向发展, 游乐园(场)向多元化、主题化及新概念方向发展	38
2.3	特种设备安全面临的形势	39
2.3.1	事故发生率高,事故后果经济损失惨重,社会影响恶劣	39
2.3.2	制造质量“先天不足”,运行维护“后天失调”,安全隐患 不容忽视	40
2.3.3	特种设备安全科技整体水平不高,难以满足技术经济 发展、小康社会建设要求	41
2.3.4	特种设备的发展对安全技术提出新挑战和更高要求	42
2.3.5	加入 WTO 后,对我国特种设备安全监察管理提出 新挑战	42
2.4	特种设备安全的国内外差距及科技需求	43
2.4.1	特种设备安全法规标准建设	43
2.4.2	特种设备安全信息化建设	44
2.4.3	特种设备安全检测监测技术	45
2.4.4	特种设备安全评定、寿命预测及风险评估	47
2.4.5	特种设备事故应急决策及抢险技术	49
2.5	特种设备安全科技发展思路和目标	50
2.5.1	发展思路	50
2.5.2	发展目标	50
2.6	特种设备安全科技主要任务	51

2.6.1	以安全基础理论和管理综合技术研究为突破,加强特种设备安全监察与管理体制创新	51
2.6.2	以特种设备安全领域中共性、关键性的检测、监测、监控与风险寿命可靠性评价技术研究开发为核心,提高特种设备事故防范技术水平	51
2.6.3	以特种设备事故预警和应急救援技术与装置研究开发为重点,形成应急救援技术保障能力	52
2.6.4	以法规标准、试验基地和基础数据库建设为基础,初步建立特种设备安全科技平台	52
2.7	保障条件与措施	53
<b>第三章 特种设备安全科技发展战略分项研究</b>		<b>54</b>
3.1	锅炉设备	54
3.1.1	锅炉在国民经济中的作用	54
3.1.2	锅炉设备发展趋势及其特点	56
3.1.3	锅炉设备安全面临的形势	58
3.1.4	锅炉设备安全国内外差距及科技需求	62
3.1.5	锅炉设备安全科技发展目标与主要任务	74
	参考文献	75
3.2	压力容器与工业管道	77
3.2.1	压力容器与工业管道在国民经济中的作用	77
3.2.2	压力容器与工业管道的发展趋势及特点	77
3.2.3	压力容器与工业管道安全面临的形势	78
3.2.4	压力容器与工业管道安全国内外差距及科技需求	81
3.2.5	压力容器与工业管道安全科技发展目标及主要任务	85
	参考文献	86
3.3	埋地管道	86
3.3.1	埋地管道在国民经济中的作用	86
3.3.2	埋地管道发展趋势及其特点	87
3.3.3	埋地管道安全面临的形势	89
3.3.4	埋地管道安全的国内外差距及科技需求	91
3.3.5	埋地管道安全科技发展目标和主要任务	104

参考文献.....	106
3.4 电梯.....	106
3.4.1 电梯在国民经济中的作用 .....	106
3.4.2 电梯发展概况 .....	107
3.4.3 电梯发展趋势及其特点 .....	109
3.4.4 电梯安全形势 .....	112
3.4.5 国内外差距与科技需求 .....	115
3.4.6 发展目标与主要任务 .....	122
3.4.7 主要任务、重点研究领域及课题.....	122
参考文献.....	124
3.5 起重机械.....	124
3.5.1 起重机械在国民经济中的作用 .....	124
3.5.2 起重机械发展趋势及其特点 .....	125
3.5.3 起重机械安全面临的形势 .....	126
3.5.4 起重机械安全国内外差距及科技需求 .....	127
3.5.5 起重机械安全科技发展目标和主要任务 .....	128
参考文献.....	130
3.6 场(厂)内机动车辆.....	130
3.6.1 场(厂)内机动车辆在国民经济中的作用 .....	130
3.6.2 场(厂)内机动车辆发展趋势及其特点 .....	132
3.6.3 场(厂)内机动车辆安全面临的形势及产品安全问题 .....	137
3.6.4 场(厂)内机动车辆安全国内外差距及科技需求 .....	143
3.6.5 场(厂)内机动车辆安全科技发展目标与主要任务 .....	144
3.7 游乐设施.....	145
3.7.1 游乐设施在国民经济中的作用 .....	145
3.7.2 游乐设施发展趋势及其特点 .....	146
3.7.3 游乐设施安全面临的形势 .....	147
3.7.4 游乐设施安全国内外差距及科技需求 .....	149
3.7.5 游乐设施安全科技发展目标与主要任务 .....	151
参考文献.....	152
3.8 客运索道.....	152
3.8.1 我国客运索道发展趋势及其特点 .....	152

3.8.2	客运索道面临的形势与现状分析 .....	158
3.8.3	客运索道安全科技发展目标与主要任务 .....	167
	参考文献 .....	169
3.9	信息化建设 .....	169
3.9.1	信息化建设在特种设备安全科技及安全监察中的作用 .....	169
3.9.2	特种设备信息化建设的发展趋势及其特点 .....	171
3.9.3	特种设备信息化建设所面临的形势 .....	172
3.9.4	特种设备信息化国内外差距及科技需求 .....	174
3.9.5	特种设备信息建设的科技发展目标与主要任务 .....	176
3.10	检测监测技术 .....	178
3.10.1	检测监测技术在确保特种设备安全中发挥的作用 .....	178
3.10.2	特种设备检测监测技术的发展趋势及其特点 .....	180
3.10.3	特种设备检测监测技术所面临的形势 .....	181
3.10.4	特种设备检测监测技术国内外差距及国内需求 .....	182
3.10.5	检测监测技术的科技发展目标与主要任务 .....	186
	参考文献 .....	187
3.11	安全技术规范 .....	189
3.11.1	安全技术规范在特种设备领域及国民经济中的作用 .....	189
3.11.2	我国特种设备安全技术规范的发展趋势及其特点 .....	191
3.11.3	特种设备安全技术规范所面临的形势 .....	192
3.11.4	特种设备安全技术规范国内外差距及科技需求 .....	193
3.11.5	特种设备安全技术规范的发展目标与主要任务 .....	196
	参考文献 .....	197
<b>第四章</b>	<b>特种设备安全“十一五”重点科技领域 .....</b>	<b>198</b>
4.1	背景与意义 .....	198
4.2	国内外技术现状与需求 .....	199
4.2.1	特种设备安全检测监测技术 .....	199
4.2.2	特种设备安全评定、寿命预测与风险评估技术 .....	200
4.2.3	特种设备安全法规标准建设 .....	201
4.2.4	特种设备重大事故应急决策及抢险救援技术 .....	201
4.3	研究目标及预期效果 .....	202

4.4	总体思路与重点领域	202
4.4.1	总体思路	202
4.4.2	重点领域	203
4.5	技术基础及可行性	205
4.6	组织实施框架	205
4.7	经费概算	206
<b>第五章</b>	<b>特种设备安全“十一五”主要科技任务</b>	<b>207</b>
5.1	总体目标	207
5.2	主要研究内容	208
5.3	关键技术	211
5.4	技术路线	212
5.5	预期成果	217
5.6	预期效益	219
5.7	管理机制	221
<b>附件 1</b>	<b>特种设备安全中长期科技发展规划战略研究相关信息</b>	<b>223</b>
附件 1.1	特种设备安全中长期科技发展规划研究专家组名单	223
附件 1.2	特种设备安全“十一五”科技发展战略与规划高层 研讨论证会专家组名单	227
附件 1.3	特种设备安全“十一五”科技发展战略与规划高层 研讨会论证会专家组意见	228
<b>附件 2</b>	<b>“八五”至“十五”国家重点科技攻关课题可行性研究报告</b>	<b>229</b>
附件 2.1	“八五”国家科技攻关计划课题可行性论证报告	229
附件 2.2	“九五”国家科技攻关计划课题可行性研究报告	240
附件 2.3	“十五”国家科技攻关计划课题可行性研究报告	252
附件 2.4	“十五”国家科技攻关计划滚动课题可行性研究报告	270



---

# 第一章 特种设备安全科技攻关回顾

特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器、压力管道(称承压类特种设备)、电梯、起重机、游乐设施、客运索道、场(厂)内机动车辆等设施(称机电类特种设备),是国民经济和人民生活的重要基础设施。本章重点介绍我国“七五”至“十五”期间针对承压类特种设备和部分机电类特种设备的科技攻关历程<sup>①</sup>。

## 1.1 概 述

“七五”以来,国家科技攻关计划一直将特种设备安全技术研究纳入其中,而且逐年增加投入。在承压类特种设备方面,“八五”期间,原国家科委首次将特种承压设备安全技术研究纳入国家重点科技攻关计划,设立了“在役锅炉压力容器安全评估与爆炸预防技术研究”课题,主要研究在用压力容器的缺陷检测和安全评定技术,以解决长期困扰安全生产的设备隐患科学评估与综合治理难题。此前,国家科委在“七五”期间设立了重点科技课题“带缺陷压力容器安全性评定研究”,重点在弹性范围内研究结构完整性技术方法,并作为“八五”攻关课题的预研究课题。“八五”之后,国家科技部进一步加大投入力度,分别设立了“九五”国家重点科技攻关课题“在役工业压力管道安全评估与重要压力容器寿命预测技术研究”、“十五”国家重点科技攻关课题“城市埋地燃气管道及工业特殊承压设备安全保障关键技术研究”以及“十五”国家科技攻关滚动课题“城市燃气管道安全保障关键技术研究”,重点针对地上工业管道的检测监测技术和安全评定方法、埋地燃气管道的腐蚀防护检测与泄漏监测技术、风险评估方法以及重要压力容器在腐蚀、高温环境下的安全评定方法和延寿技术等开展了系统的研究。虽然上述攻关课题针对不同时期我

---

<sup>①</sup> 文章既包括承压类设备,也包括机电类设备,其中承压类设备内容主要取自本章参考文献,但增加了国家“十五”攻关滚动课题等方面的内容。