

工程爆破安全

Engineering Blasting Safety



顾毅成

史雅语 编著

金骥良

中国科学技术大学出版社

当代科学技术基础理论与前沿问题研究丛书

中国科学技术大学
校友文库

工程爆破安全

Engineering Blasting Safety

顾毅成

史雅语 编著

金骥良

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

安全,是工程爆破永恒的主题。作者本着“理实交融、深入浅出”的写作理念,针对爆破工程中常见的安全事故,从爆破器材的特性及爆破基本理论出发,系统分析总结了在起爆技术、装药与爆破施工、岩石爆破、城镇复杂环境控制爆破、建(构)筑物拆除爆破等作业领域中有关爆破安全的工程经验和教训,阐述了爆破对岩体的破坏、爆破产生的冲击波与个别飞散物、爆破地震效应及其他有害效应的产生机理、安全判据和应对技术,介绍了爆破安全监测及有关爆破安全管理的最新资料。本书对从事爆破工程的工程技术人员和安全管理干部有较大的实用价值,也可供爆破科研与教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程爆破安全/顾毅成,史雅语,金骥良编著. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2009. 1

(当代科学技术基础理论与前沿问题研究丛书:中国科学技术大学校友文库)

“十一五”国家重点图书

ISBN 978-7-312-02257-9

I. 工… II. ①顾… ②史… ③金… III. 爆破安全 IV. TB41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 151959 号

出版发行 中国科学技术大学出版社

地址 安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026

网址 <http://press.ustc.edu.cn>

印 刷 合肥晓星印刷有限责任公司

经 销 全国新华书店

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 44.75

字 数 954 千

版 次 2009 年 1 月第 1 版

印 次 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数 1—3000 册

定 价 120.00 元

总 序

侯建国

(中国科学技术大学校长、中国科学院院士、第三世界科学院院士)

大学最重要的功能是向社会输送人才。大学对于一个国家、民族乃至世界的重要性和贡献度,很大程度上是通过毕业生在社会各领域所取得的成就来体现的。

中国科学技术大学建校只有短短的五十年,之所以迅速成为享有较高国际声誉的著名大学之一,主要就是因为她培养出了一大批德才兼备的优秀毕业生。他们志向高远、基础扎实、综合素质高、创新能力强,在国内外科技、经济、教育等领域做出了杰出的贡献,为中国科大赢得了“科技英才的摇篮”的美誉。

2008年9月,胡锦涛总书记为中国科大建校五十周年发来贺信,信中称赞说:半个世纪以来,中国科学技术大学依托中国科学院,按照全院办校、所系结合的方针,弘扬红专并进、理实交融的校风,努力推进教学和科研工作的改革创新,为党和国家培养了一大批科技人才,取得了一系列具有世界先进水平的原创性科技成果,为推动我国科教事业发展和社会主义现代化建设做出了重要贡献。

据统计,中国科大迄今已毕业的5万人中,已有42人当选中国科学院和中国工程院院士,是同期(自1963年以来)毕业生中当选院士数最多的高校之一。其中,本科毕业生中平均每1000人就产生1名院士和七百多名硕士、博士,比例位居全国高校之首。还有众多的中青年才俊成为我国科技、企业、教育等领域的领军人物和骨干。在历年评选的“中国青年五四奖章”获得者中,作为科技界、科技创新型企业界青年才俊代表,科大毕业生已连续多年榜上有名,获奖总人数位居全国高校前列。鲜为人知的是,有数千名优秀毕业生踏上国防战线,为科技强军做出了重要贡献,涌现出二十多名科技将军和一大批国防科技中坚。

为反映中国科大五十年来人才培养成果,展示毕业生在科学研究中的最新进展,学校决定在建校五十周年之际,编辑出版《中国科学技术大学校友文库》,于2008年9月起陆续出书,校庆年内集中出版50种。该《文库》选题经过多轮严格的评审和论证,入选书稿学术水平高,已列为“十一五”国家重点图书出版规划。

入选作者中,有北京初创时期的毕业生,也有意气风发的少年班毕业生;有“两院”院士,也有 IEEE Fellow;有海内外科研院所、大专院校的教授,也有金融、IT 行业的英才;有默默奉献、矢志报国的科技将军,也有在国际前沿奋力拼搏的科研将才;有“文革”后留美学者中第一位担任美国大学系主任的青年教授,也有首批获得新中国博士学位的中年学者……在母校五十周年华诞之际,他们通过著书立说的独特方式,向母校献礼,其深情厚意,令人感佩!

近年来,学校组织了一系列关于中国科大办学成就、经验、理念和优良传统的总结与讨论。通过总结与讨论,我们更清醒地认识到,中国科大这所新中国亲手创办的新型理工科大学所肩负的历史使命和责任。我想,中国科大的创办与发展,首要的目标就是围绕国家战略需求,培养造就世界一流科学家和科技领军人才。五十年来,我们一直遵循这一目标定位,有效地探索了科教紧密结合、培养创新人才的成功之路,取得了令人瞩目的成就,也受到社会各界的广泛赞誉。

成绩属于过去,辉煌须待开创。在未来的发展中,我们依然要牢牢把握“育人是大学第一要务”的宗旨,在坚守优良传统的基础上,不断改革创新,提高教育教学质量,早日实现胡锦涛总书记对中国科大的期待:瞄准世界科技前沿,服务国家发展战略,创造性地做好教学和科研工作,努力办成世界一流的研究型大学,培养造就更多更好的创新人才,为夺取全面建设小康社会新胜利、开创中国特色社会主义事业新局面贡献更大力量。

是为序。

2008年9月

序

近 30 年来,随着我国各项建设事业的蓬勃发展,工程爆破技术在矿山、铁路、交通、水利以及城镇改扩建等工程中得到广泛应用,取得了许多重大工程成就,同时也极大地推动了爆破技术的进步和创新。安全是工程爆破领域的永恒主题。随着工程爆破技术应用范围的扩大和工程环境的复杂化,人们对爆破安全技术提出了更高的要求。通过技术创新,加强爆破安全管理,建立更完善的爆破安全保障体系,是爆破界从业人员十分关心的重要课题。

顾毅成、史雅语、金骥良三位同志是中国铁道科学研究院的研究员,长期从事工程爆破的研究工作,具有扎实的爆炸力学理论基础和丰富的工程爆破实践经验。他们从工程实际出发,系统地归纳总结了涉及爆破安全的诸多理论和技术问题,合写了《工程爆破安全》,弥补了国内该领域尚无专著的缺憾,完成了一件令同行为之庆贺的有益工作。

本书重点阐述了爆破作业安全及对周围环境保护的控制技术,针对爆破工程中常见的安全事故,提出了克服安全隐患的具体技术措施。本书将成为从事爆破工程第一线工作的广大工程技术人员和安全管理干部的技术工具,具有重要的实用价值,也会对相关领域的科研和教学人员有所启迪。在此向爆破界的同志们推荐这本专著,也期望他们在自己的工作中取得更好的成绩。

顾毅成、史雅语、金骥良三人是大学的同窗学友,1965年毕业于中国科学技术大学近代力学系爆炸力学专业。此前,他们已先后合作出版了《工程爆破实践》(2002年由中国科学技术大学出版社出版)和《拆除爆破设计与施工》(2004年由中国铁道出版社出版)两本专著,本书是他

们合写的有关工程爆破专业的第三本专著,并被纳入中国科学技术大学出版社的《当代科学技术基础理论与前沿问题研究丛书:中国科学技术大学校友文库》,向学校五十华诞献礼。作为同一专业的大学同学,我为他们的勤奋和敬业精神而高兴,并愿意趁此书出版之际写点感受,权以为序。

同为中国科学技术大学的一名学子,我深深地感谢母校对我们的教诲和抚育,母校倡导的“又红又专、理实交融、团结互助、活泼英勇”的校风,激励着我们终身奋斗。借此机会,我衷心祝愿母校为伟大祖国培育更多的人才,做出更大的贡献。

杨秀敏^①

2008年9月

^① 杨秀敏先生为中国工程院院士,中国人民解放军总参工程兵第四研究所高级工程师,1965年毕业于中国科学技术大学近代力学系爆炸力学专业。

前 言

2008年,母校——中国科学技术大学迎来了五十华诞,中国科学技术大学出版社组织校友,出版《当代科学技术基础理论与前沿问题研究丛书:中国科学技术大学校友文库》,作为向学校五十华诞的献礼。这本《工程爆破安全》有幸纳入校友文库,作者感到十分高兴。

三位作者是1965年毕业于中国科学技术大学近代力学系爆炸力学专业的同窗学友,毕业后又长期在中国铁道科学研究院从事工程爆破技术的研究和应用实践工作。在工程爆破这个具有风险的行业中,经四十多年风雨历程,深感工程爆破安全内涵之深、控制之难、责任之重,任何微小的技术失误或管理疏漏都可能造成安全失控而引发公共安全事故,随着工程爆破应用领域的进一步扩大,爆破工程环境将更为复杂,人们对爆破安全的要求也将更高。认真总结在工程爆破实践和研究中关于爆破安全的经验、体会及探索,以此奉献给爆破同行,为工程爆破事业的发展奉呈我们微薄之力,一直是作者的期盼。直到退休几年后的今天,总算了此心愿。

作者深切怀念在母校五年的大学生活,母校不仅抚育我们成长,传授我们知识,更教导我们如何做人。老校长郭沫若先生提出的“又红又专、理实交融、团结互助、活泼英勇”校训,系主任钱学森先生对祖国的忠诚,对科学的执着,一直是我们在工作、生活中遵循的准则。四十多年来,我们和中国铁道科学研究院爆破研究室的同事们一起工作,有幸得到中国工程院院士冯叔瑜先生的指导、帮助和支持,一个创新、务实、团结的优秀科研团队,一位杰出的学术带头人,为我们创造了一个良好的工作环境和成长机遇,作者对这个集体怀有浓厚的感情。本书所涉及的许多工程项目,很多是和中国铁道科学研究院以及协作单位的同事共同完成的。在本书写作过程中,得到了同专业校友及同班同学周家汉、刘殿中、黄吉顺、袁一凡、张永哲等教授的鼓励和帮助,爆破界的老前辈林

学圣教授等提供了一些写作资料,作者还参阅了近十年来国内有关论著,历届工程爆破学术会议,以及《工程爆破》、《爆破》两本专业杂志发表的有关论文,引用了一些典型工程的资料和数据,在此,我们一并向各位前辈、各位好友、各位同仁及有关作者和设计人员表示感谢。

本书共分11章,顾毅成研究员主写第1、2、6、7、9、10、11章,史雅语研究员主写第3、4章,金骥良研究员主写第5、8章,全书经作者集体讨论、补充和修改,并由顾毅成研究员统稿。作者希望本书能对广大第一线的爆破作业人员有所裨益,囿于工作经验、信息渠道和认知水平,书中难免存在缺点和错误,一些观点和结论也可商榷,我们衷心希望各位同行和广大读者对本书的不足之处,乃至错误给予指正。

最后,作者对在百忙中审阅本书的中国科学技术大学李永池教授、沈兆武教授,为本书作序的杨秀敏院士表示衷心的感谢。

我们衷心祝愿爆破界的朋友们,在今后的年代里,把爆破工程项目搞得更加安全、更加出色;有更多的同仁关注、研究爆破安全,共同努力推进我国工程爆破事业的发展。

顾毅成 史雅语 金骥良

2008年9月

目 录

总序	(1)
序	(3)
前言	(5)
第1章 绪论	(1)
1.1 安全——工程爆破永恒的主题	(1)
1.2 我国工程爆破安全技术与管理进步	(3)
1.3 建立工程爆破安全保障体系	(5)
第2章 工业炸药的安全性评价及使用安全	(8)
2.1 工业炸药在爆破工程中的安全影响	(8)
2.1.1 爆破工程对工业炸药的安全要求	(8)
2.1.1.1 工业炸药的主要特征	(8)
2.1.1.2 炸药发生爆炸的条件	(9)
2.1.1.3 爆破工程及其基本特征	(10)
2.1.1.4 爆破工程对工业炸药的要求	(10)
2.1.2 炸药感度对爆破工程的安全影响	(11)
2.1.2.1 炸药热感度对爆破安全的影响	(11)
2.1.2.2 炸药机械感度及对爆破安全的影响	(13)
2.1.2.3 炸药的爆轰感度及对爆破安全的影响	(13)
2.1.2.4 炸药的静电火花感度及对爆破安全的影响	(14)
2.1.2.5 影响炸药感度的因素	(15)
2.1.3 燃烧、爆轰相互转化及其对爆破安全的影响	(16)
2.1.3.1 炸药化学反应的基本形式	(16)
2.1.3.2 燃烧、爆轰相互转化对爆破安全的影响	(18)
2.1.3.3 硝酸铵由热分解转为爆炸的事故案例	(19)

2.1.3.4 爆破爆堆起火的工程案例	(21)
2.1.4 炸药稳定传爆的条件与影响因素	(22)
2.1.4.1 炸药稳定传爆的机理	(22)
2.1.4.2 影响炸药稳定传爆的因素	(24)
2.2 常用工业炸药的安全性评价	(26)
2.2.1 炸药的爆炸与安全性评价指标	(26)
2.2.1.1 炸药的主要示性指标	(26)
2.2.1.2 工业炸药的安全性能	(31)
2.2.2 硝铵炸药的性能指标与安全性评价	(32)
2.2.2.1 硝铵炸药的主要成分与性能指标	(32)
2.2.2.2 硝酸铵的安全性评价	(34)
2.2.2.3 硝铵炸药的安全性评价	(35)
2.2.2.4 硝铵类炸药接触硫化矿时的自爆危险性及其控制	(35)
2.2.3 乳化炸药的性能指标与安全性评价	(36)
2.2.3.1 乳化炸药的主要成分与性能指标	(36)
2.2.3.2 乳化炸药的安全性评价	(38)
2.2.3.3 乳化炸药生产中的安全	(40)
2.2.4 常用工业炸药的抗水性评价	(41)
2.2.4.1 水下爆破对工业炸药性能要求	(41)
2.2.4.2 提高硝铵炸药抗水性的措施	(42)
2.2.4.3 乳化炸药防水性能评价	(42)
2.2.4.4 水胶炸药	(43)
2.2.5 煤矿许用炸药	(44)
2.2.6 炸药的现场加工与再加工	(45)
2.2.6.1 铵油炸药的现场混制与场地要求	(45)
2.2.6.2 炸药再加工的安全要求	(46)
2.2.7 现场装药车与混装炸药车	(47)
2.2.7.1 现场装药车与混装炸药车简介	(47)
2.2.7.2 现场装药车与混装炸药车的安全操作	(50)
2.3 爆破器材储存与运输的安全	(52)
2.3.1 爆破器材的储存安全	(52)
2.3.1.1 爆破器材储存的一般安全规定	(52)
2.3.1.2 爆破器材库允许储存量及允许共存的范围	(52)
2.3.1.3 临时性爆破器材库和临时性存放爆破器材	(54)
2.3.1.4 储存爆破器材中的安全隐患与处置预案	(56)
2.3.2 爆破器材库的安全管理	(58)

2.3.2.1 爆破器材库规划设计的安全要求	(58)
2.3.2.2 爆破器材库的安全防范措施	(60)
2.3.2.3 库区与库房的安全管理	(61)
2.3.2.4 爆破器材的收发管理	(62)
2.3.3 爆破器材运输与装卸的安全	(63)
2.3.3.1 爆破器材运输的安全规定	(63)
2.3.3.2 往爆破作业地点运输爆破器材	(64)
2.3.3.3 爆破器材的搬运和装卸	(65)
2.4 爆破器材的检验与销毁	(66)
2.4.1 爆破器材检验的主要内容和方法	(66)
2.4.1.1 爆破器材的现场测试与检验	(66)
2.4.1.2 炸药的抽样检验	(66)
2.4.1.3 起爆器材的抽样检验	(68)
2.4.2 爆破器材的销毁	(70)
2.4.2.1 爆破器材销毁的一般规定	(70)
2.4.2.2 爆破器材的销毁方法	(71)
第 3 章 起爆网路及其安全技术	(75)
3.1 起爆网路与爆破安全	(75)
3.2 起爆法与起爆网路	(79)
3.2.1 起爆法	(79)
3.2.2 起爆网路	(80)
3.2.2.1 电力起爆网路	(80)
3.2.2.2 导爆管起爆网路	(90)
3.2.2.3 导爆索起爆网路	(99)
3.2.2.4 混合起爆网路	(103)
3.3 起爆网路的安全考量	(104)
3.3.1 各种起爆网路的安全特点	(104)
3.3.1.1 电爆网路的安全特点	(104)
3.3.1.2 导爆管起爆网路的安全特点	(105)
3.3.1.3 导爆索起爆网路的安全特点	(105)
3.3.2 工程爆破起爆网路设计中的安全考量	(106)
3.3.2.1 硐室爆破起爆网路设计中的安全考量	(106)
3.3.2.2 拆除爆破起爆网路设计中的安全考量	(108)
3.3.2.3 露天深孔爆破起爆网路设计中的安全考量	(109)
3.3.2.4 井巷开挖爆破起爆网路设计中的安全考量	(110)

3.4 延时起爆网路中延时间隔选择的安全考量	(110)
3.4.1 硐室爆破毫秒延时起爆网路中延时间隔选择的安全考量	(111)
3.4.1.1 首响药包的选择	(111)
3.4.1.2 同排相邻药包之间的延时间隔选择	(111)
3.4.1.3 前后排(上下层)药包之间的延时间隔选择	(112)
3.4.1.4 起爆顺序	(112)
3.4.2 拆除爆破延时起爆网路中延时间隔选择的安全考量	(113)
3.4.3 台阶爆破延时起爆网路中延时间隔选择的安全考量	(114)
3.4.4 井巷(隧道)开挖爆破延时起爆网路中延时间隔选择的安全考量	(116)
3.5 导爆管接力起爆网路雷管段别的选择	(117)
3.5.1 接力用导爆管雷管段别的选择	(117)
3.5.2 孔内导爆管雷管段别的选择	(118)
3.5.3 分区接力混合毫秒延时起爆网路	(119)
3.5.3.1 分区接力起爆网路的联接模式	(119)
3.5.3.2 分区接力起爆网路的布段原则	(120)
3.5.3.3 接力雷管段别的选择和布置	(121)
3.5.3.4 分区接力混合起爆网路的施工要点	(123)
3.6 起爆网路的可靠度分析	(123)
3.6.1 接力式捆联网路的可靠度分析	(124)
3.6.2 网络型接力式捆联网路及其可靠度分析	(125)
3.6.2.1 网络型接力式捆联网路的组成	(125)
3.6.2.2 网络型接力式捆联网路的可靠度分析	(125)
3.6.3 导爆管网格式闭联网路的可靠度分析	(126)
3.7 起爆网路施工与安全	(127)
3.7.1 电爆网路的施工与安全	(127)
3.7.1.1 电爆网路施工的基本要求	(127)
3.7.1.2 电爆网路的实爆试验	(129)
3.7.1.3 硐室爆破电爆网路主线敷设	(129)
3.7.1.4 电爆网路检测中的安全问题	(129)
3.7.1.5 电爆网路起爆电源中的安全问题	(131)
3.7.2 导爆管起爆网路的施工与安全	(134)
3.7.2.1 导爆管起爆网路施工的基本要求	(134)
3.7.2.2 导爆管捆联网路的施工与安全	(135)
3.7.2.3 导爆管闭联网路的施工与安全	(136)
3.8 高精度延时起爆网路	(137)

3.8.1 数码电子雷管及其起爆系统	(138)
3.8.2 铍钵起爆系统和“隆芯1号”电子雷管	(143)
3.8.3 半导体桥雷管及其起爆技术	(144)
3.8.4 高精度导爆管起爆系统	(145)
3.9 由于电干扰引起网路早爆的原因分析及其预防	(147)
3.9.1 雷电对电爆网路的影响	(147)
3.9.1.1 雷电的基本情况	(148)
3.9.1.2 雷电对电爆网路的影响	(149)
3.9.1.3 雷击前对电爆网路的处置	(154)
3.9.2 杂散电流及其预防	(156)
3.9.2.1 杂散电流的形成与早爆	(156)
3.9.2.2 预防杂散电流引起早爆的措施	(158)
3.9.3 感应电流引起早爆的预防	(158)
3.9.3.1 感应电流的产生与早爆	(158)
3.9.3.2 预防感应电流引起早爆的措施	(159)
3.9.4 静电引起早爆的预防	(159)
3.9.4.1 静电产生的原因及危害	(159)
3.9.4.2 静电早爆的预防措施	(161)
3.9.5 高压电、射频电对早爆的影响和预防	(161)
3.9.6 仪表电和起爆电源引起的早爆、误爆及其预防	(164)
第4章 工程爆破施工中的安全技术	(165)
4.1 爆破作业环境的安全要求	(165)
4.1.1 爆破作业环境的一般要求	(167)
4.1.2 特殊环境下爆破作业的要求	(169)
4.2 深孔爆破作业中的安全技术	(169)
4.2.1 深孔台阶爆破设计中的安全控制	(169)
4.2.2 深孔台阶爆破施工中的安全技术	(172)
4.2.2.1 边孔(头排孔)的装药技术	(172)
4.2.2.2 水孔的装药技术	(174)
4.3 硐室爆破作业中的安全技术	(175)
4.3.1 地形条件对硐室爆破作业的影响	(176)
4.3.1.1 合理确定爆破类型	(176)
4.3.1.2 正确确定爆破参数	(176)
4.3.2 地质结构面对爆破作业的影响	(177)
4.3.2.1 地质结构面的基本知识	(177)

4.3.2.2	结构面对爆破的作用	(178)
4.3.2.3	结构面对硐室爆破作用的影响与控制	(178)
4.3.3	特殊地质条件对硐室爆破的影响	(180)
4.3.3.1	地下空洞对爆破的影响及控制	(180)
4.3.3.2	地下水对爆破的影响	(181)
4.3.4	爆破作用引起的地质问题	(181)
4.3.5	硐室爆破设计中的安全控制	(182)
4.3.5.1	硐室爆破方案选择中的安全控制	(182)
4.3.5.2	条形药包布置中的安全控制	(186)
4.3.6	装药与填塞中的安全技术	(189)
4.3.6.1	装药	(189)
4.3.6.2	填塞	(191)
4.4	预装药技术及其安全要求	(193)
4.4.1	预装药技术	(193)
4.4.2	预装药技术的安全要求	(194)
4.5	爆破实施阶段的组织与安全管理	(195)
4.5.1	爆破施工组织设计	(195)
4.5.1.1	施工组织设计的编写内容	(196)
4.5.1.2	爆破工程施工组织设计的编制	(198)
4.5.2	施工现场管理	(200)
4.5.2.1	进场前后的准备	(200)
4.5.2.2	施工现场管理	(202)
4.5.2.3	施工现场准备	(202)
4.5.2.4	施工现场的通讯联络	(203)
4.5.3	施工质量管理与控制	(204)
4.5.3.1	质量管理体系	(204)
4.5.3.2	质量保证措施	(208)
4.5.4	施工测量与控制	(209)
4.5.4.1	施工测量的内容和要求	(210)
4.5.4.2	施工测量仪器	(211)
4.5.4.3	硐室爆破的施工测量	(212)
4.5.4.4	水下爆破的水域地形测量	(212)
4.5.4.5	场平爆破工程施工测量	(213)
4.5.4.6	施工测量的控制	(213)
4.5.5	爆破警戒与信号	(214)
4.5.5.1	爆破进入装药阶段的安全警戒	(214)

4.5.5.2 起爆阶段的安全警戒	(215)
4.5.5.3 爆破信号与起爆	(216)
4.5.6 爆后检查	(216)
4.5.6.1 爆后检查等待时间	(216)
4.5.6.2 爆后检查内容	(217)
4.5.7 拒爆及其处理	(217)
4.5.7.1 爆破器材因素造成拒爆的原因分析及其预防	(218)
4.5.7.2 起爆网路设计和施工操作不当造成拒爆的原因分析及其预防	(221)
4.5.7.3 因装药施工引起的拒爆	(222)
4.5.7.4 因沟槽效应引起的拒爆	(223)
4.5.7.5 拒爆(盲炮)的处理	(223)

第5章 建(构)筑物拆除爆破安全技术

(226)

5.1 楼房类建筑物爆破拆除的安全	(228)
5.1.1 建筑物爆破拆除出现的安全问题	(228)
5.1.1.1 楼房预拆除(或预处理)时发生倒塌	(228)
5.1.1.2 楼房爆后不倒或部分倒塌变成危房	(228)
5.1.1.3 楼房爆破后出现反向倾倒	(229)
5.1.1.4 楼房爆破出现后坐伤及近邻	(229)
5.1.2 建筑物爆破拆除安全事故剖析	(229)
5.1.2.1 爆破资质不够,越级承担工程	(229)
5.1.2.2 爆破方式不当,爆破切口参数不合理	(230)
5.1.2.3 预处理不当,施工未按设计要求作业	(231)
5.1.2.4 爆破器材失效或起爆网路拒爆	(233)
5.1.2.5 楼房爆破炸不倒实例分析	(234)
5.1.3 精心设计确保建筑物爆破安全倒塌	(235)
5.1.3.1 掌握建筑物的结构特点	(235)
5.1.3.2 正确应用建筑物拆除爆破的基本原理和方法	(237)
5.1.3.3 科学设计合理的爆破切口参数	(239)
5.1.4 精心施工确保建筑物爆破安全实施	(247)
5.1.4.1 楼房爆破预拆除(或预处理)的安全	(248)
5.1.4.2 楼房爆破施工作业的安全	(254)
5.1.4.3 楼房爆破实施过程的安全	(258)
5.1.5 控制建筑物爆破塌落范围的措施	(262)
5.1.5.1 预防和控制倾倒距离的方法	(262)
5.1.5.2 预防和控制侧向塌散距离的方法	(263)

5.1.5.3	预防和控制楼房后坐的方法	(263)
5.2	高耸构筑物爆破拆除的安全	(269)
5.2.1	高耸构筑物爆破安全问题剖析	(271)
5.2.1.1	高耸构筑物结构特点产生的不安全因素	(271)
5.2.1.2	设计不合理是高耸构筑物炸而不倒的主因	(272)
5.2.1.3	施工不精心是高耸构筑物炸偏的帮手	(274)
5.2.1.4	网路故障是高耸构筑物爆破安全的隐患	(275)
5.2.2	科学设计确保高耸构筑物炸倒不歪	(275)
5.2.2.1	选择合理的爆破切口形式	(275)
5.2.2.2	梯形爆破切口参数的计算	(275)
5.2.2.3	对称设计确保爆破准确倒向	(281)
5.2.3	精心施工确保高耸构筑物爆破定向准确	(282)
5.2.3.1	高耸构筑物拆除爆破施工准备阶段的安全	(283)
5.2.3.2	高耸构筑物爆破施工作业的安全	(285)
5.2.3.3	高耸构筑物爆破爆破实施阶段的安全	(287)
5.2.4	控制高耸构筑物爆破的倒塌范围	(288)
5.2.4.1	高耸构筑物爆破倒塌过程中的作用力	(288)
5.2.4.2	高耸构筑物爆破倒塌过程中的折断	(290)
5.2.4.3	高耸构筑物爆破倾倒范围的控制方法	(291)
5.2.5	冷却塔爆破拆除的安全	(293)
5.2.5.1	掌握冷却塔结构的特点	(294)
5.2.5.2	冷却塔承重构件的破坏设计	(294)
5.2.5.3	冷却塔爆破施工的安全	(296)
5.2.5.4	冷却塔爆破倒塌的关键措施	(299)
5.3	建(构)筑物水压爆破的安全	(299)
5.3.1	掌握水压爆破的原理和特点	(301)
5.3.1.1	水压爆破的作用原理	(301)
5.3.1.2	水压爆破的特点	(302)
5.3.2	正确设计确保水压爆破安全	(303)
5.3.2.1	水压爆破药量计算公式	(303)
5.3.2.2	水压爆破药包布置参数	(304)
5.3.2.3	注水和泄水设计	(307)
5.3.3	水压爆破施工的安全	(308)
5.3.3.1	水压爆破施工准备阶段的安全	(308)
5.3.3.2	水压爆破爆破实施阶段的安全	(309)