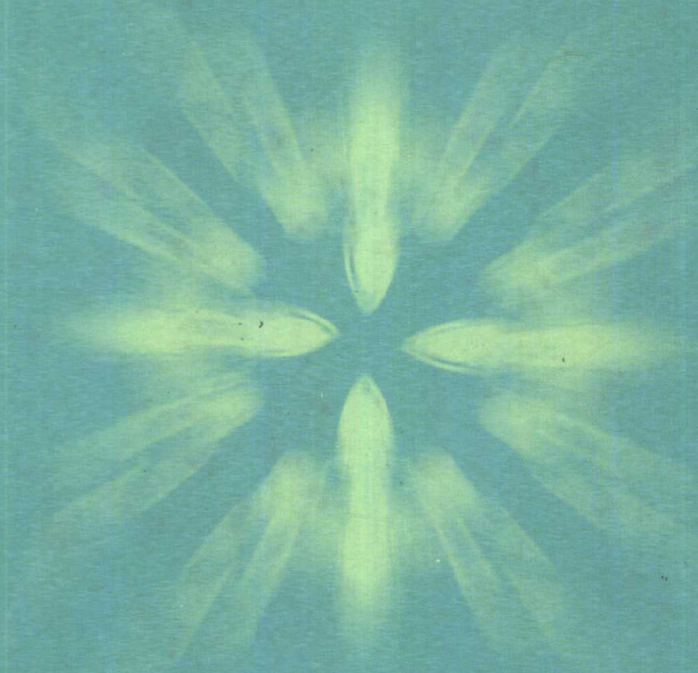


工程爆破实践

史雅语 金骥良 顾毅成 著



中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书是一本关于工程爆破技术的专著,内容涉及爆破理论,硐室爆破,露天石方深孔爆破,隧道爆破,建筑物拆除爆破,爆破器材与起爆方法,爆破安全技术等。本书真实而又全面地记录了作者近 40 年来在工程爆破领域所做出的创新成果和贡献,同时,也在一定程度上反映了我国工程爆破技术发展的历史进程和国际同行中的学术地位、技术水准。本书对于正在和将要为我国工程爆破事业发展做出努力的人们,提供了知识创新的借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

工程爆破实践/史雅语,金骥良,顾毅成著 —合肥:中国科学技术大学出版社,2002.5
ISBN 7-312-01319-8

I. 工… II. ①史… ②金… ③顾… III 爆破技术 IV TB41

中国版本图书 CIP 数据核字(2001)第 067362 号

凡购买中国科大版图书,如有白页、缺页、~~错页者~~,由承印厂负责调换。

中国科学技术大学出版社出版发行
(安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026)
中国科学技术大学印刷厂印刷
全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:27.5 彩插:2 页 字数:708 千
2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷
ISBN 7-312-01319-8/TB·7 定价:48.00 元

序 言 (一)

工程爆破作为一门技术科学来说,既古老又年青,说他古老,是因为早在17世纪就有匈牙利人用以采矿的记录,说他年青,是因为近年来各种技术科学都有了飞速的发展,然而工程爆破仍停留在半经验半理论的状态下。

近40年来,顾毅成、金骥良和史雅语三位同志在爆破室专攻爆破技术,他们分别参加或主持了国内许多重点和难点爆破工程的研究设计和施工监测工作,积累了很多经验,根据他们的体会,先后发表了许多文章。

温故知新,现将这些文章精选整理,修改出版,供同行和热心爆破事业的同仁参阅,至少可以有下述两点意义:其一,可以从中看到这些年来我国工程爆破技术进步与发展过程的部分或者一个侧面;其二,这些工程实践经验仍有重要的参考价值,不论是科研工作者,现场工作人员或正在研读爆破学科的青年学者,都可能从中受益。

鼓励和支持三位同志整理出版他们的研究实践与创新成果,是我本人的心愿,这是我的职责。因此,特意为之写下几句话,把这本文集推荐给广大读者。

冯叔瑜

2001.5.10 于北京

注:冯叔瑜先生为中国工程院院士,铁道部科学研究院研究员,中国工程爆破学会名誉理事长。

序 言 (二)

金骥良、顾毅成、史雅语三位同志,都是中国科学技术大学爆炸力学专业 1965 届的毕业生,后来又先后分配到铁道部科学研究院爆破室,长期从事工程爆破的研究和实践工作。他们不仅具备坚实的专业理论知识,又在实践中积累了丰富的工程经验。最近,他们把近 40 年来的主要研究成果和工程实践总结汇集成册,名为《工程爆破实践》。作为同一专业的大学同学,我阅后甚为高兴,并愿意在它出版之际,写一点感受,权以为序。

工程爆破在国民经济建设中有着广泛的用途。因此,工程爆破理论与实践的实践性就显得格外重要,从实践中来,到实践中去;在实践中求知,在实践中检验,是工程爆破重要的研究方法。我高兴地看到,这本文集所反映的成果,正是工程爆破实践的结晶。它们有的是在爆破工程现场经历几个月甚至数年的试验,通过大量观测数据的积累和分析的研究成果,有的是直接为解决疑难工程问题的实践总结,有的是在大量工程实践基础上的理论探讨。正如作者把“工程爆破实践”作为长期从事爆破技术研究的感悟一样,我认为,在工程爆破研究中,这种实践精神是最可宝贵的。同时,我也赞同作者在《前言》中所说的:“没有团队精神,就没有重大爆破工程项目的完成。”文集中的许多成果,是作者和铁道部科学研究院爆破室的同事以及协作单位共同完成的,但作者在这个团队中无疑起到了技术骨干和中坚的作用。

这本文集是三位作者的工作记录,某种程度上也反映了我国工程爆破技术发展的历史进程,其中很多成果在当时具有前瞻性。例如,在 20 世纪 60 年代的成昆铁路建设中,他们就开始了条形药包的应用研究;在 70 年代,系统地开展了深孔爆破、光面、预裂爆破的试验;在 70

年代末,进行了铁路复线石方控制爆破的工程实践;在80年代开始,他们致力于城市控制爆破技术的研究,较早地对高层建筑物、大型框架结构拆除技术,水压爆破技术与静态爆破技术进行了总结和推广应用;在拆除爆破工程实践中,他们创造的“非电导爆管网格式闭合网路”起爆技术,获得了国家发明三等奖;他们所进行的高原冻土地地区爆破开挖技术,为青藏铁路建设提供了技术储备;他们攻克的“超小净距隧道开挖爆破技术”,解决了复杂环境下复线隧道的施工难题;他们在爆破地震、水下冲击波、岩石应力应变和爆破对环境完全影响方面的工作,不仅具有新意,而且提供了宝贵的数据资料。这些成果为爆破新技术的推广应用奠定了技术基础,也为后来进一步的深化研究创造了条件。我认为,创新是工程爆破技术进步不竭的源泉。在工程爆破实践中,要善于发现问题,总结经验,做好扎实的前瞻性的工作,这是工程爆破新技术、新成果转化为生产力的必由之路。

我在此向从事工程爆破工作的同志们推荐这本文集,相信对大家会有所启迪,同时,也希望工程爆破界的青年科技工作者们,学习他们勇于实践,不断创新的实干精神,努力解决爆破工程实践中出现的各种难题,共同为工程爆破技术的发展而奋斗。

杨秀敏

2001年5月于北京

注: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。

前 言

这是一本关于工程爆破技术的专著。所收录的论文和技术总结的主要执笔人是三位同窗学友,1965年毕业于中国科学技术大学近代力学系爆炸力学专业,此后又都在铁道部科学研究院长期从事工程爆破的科研和技术应用工作,友人曾建议我们,应该将工程爆破技术的所学、所研、所用好好地总结一下,由此激发了我们共同的工作热情,也成为整理出版这本书的初衷。

工程爆破是一门应用技术,服务于工程实践,又通过工程实践得到提高和发展。我们把本书取名为《工程爆破实践》,当是我们从事工程爆破工作近四十年所领悟的真谛。回首我们走过的道路,我们参与过上千个爆破工程,撰写了上百篇有关工程爆破的论文、总结、观测报告和技术设计。我们选择了内容反映一定技术进步和多种类型的爆破工程实践,也包括少量有关爆破理论研究探讨以及综合述评,整理编辑成这本文集,既是对我们以往工作的初步总结,也希望能对爆破界的同行有所裨益。应当说明,文集中许多论文所涉及的工程项目,都是和铁道部科学研究院爆破室的同事以及协作单位的同事共同完成的,有的还是在国内知名专家的领导和支持下完成的,我们只是其中主要的参与者。没有团队精神,就没有重大爆破工程项目的完成。而我们,也只是这个团队中的一员。

我们谨以此书献给铁道部科学研究院。由冯叔瑜先生创建和领导的铁道部科学研究院爆破研究室是一个优秀的科研集体。它以创新、务实、团结的精神积极推动着铁道工程爆破技术的进步,为我们创造了一个良好的工作环境和成长机遇,我们对他怀有浓厚的感情。

我们谨以此书献给母校——中国科学技术大学。中国科学技术大学倡导的“又红又专,理实交融、团结互助、活泼英勇”的校风,鼓舞我们终身奋斗;我们的系主任——著名科学家钱学森先生亲手开创的爆炸力学专业,奠定了我们毕生从事的事业,造就了我们成才的基础。

在此,我们还要对朱兆祥先生和冯叔瑜先生二位恩师表示深深地感谢。朱兆祥先生是我们在爆炸力学专业学习时的老师,他的教诲使我们不仅掌握了坚实的专业理论基础,也懂得了科学研究的规律和方法。冯叔瑜先生是我们在爆破研究

室工作时的导师和领导,他不仅高屋建瓴地指引我们瞄准工程爆破的前沿进行研究,而且指导我们在工程实践中攻克一个个技术难关。尤其是他一贯重视工程实践应用和提倡把复杂问题简单化的研究方法,使我们受益匪浅。二位恩师的言传身教,令我们终身难忘。

本书收录的论文和技术总结,发表或写作于不同的年代。我们并未按发表的时间先后罗列,而是按照国内工程爆破文集通行的依技术分类的惯例编排。文章的内容基本保留公开发表时的原貌,但按照学术著作出版的要求,统一了编辑格式,并对部分内容做了修改。尽管我们为本书的出版做了许多努力,特别是在实践成果总结和相关资料的收集、整理方面,力求精益求精,但书中疏漏和不足之处在所难免,恳请同行和读者批评指正。

最后,我们对在百忙中审阅本书的冯叔瑜院士、杨秀敏院士,以及铁道部科学研究院关心本书出版的领导和同事们表示衷心的感谢!

作 者

2002年1月于北京

谨以此书献给中国铁道科学研究
院和培育我们的母校——中国科学技
术大学，献给所有关心、支持和正在
为工程爆破知识创新与科技进步做出
贡献的朋友们！

史雅语

金骥良

顾毅成

二〇〇二年五月于北京



作者简介

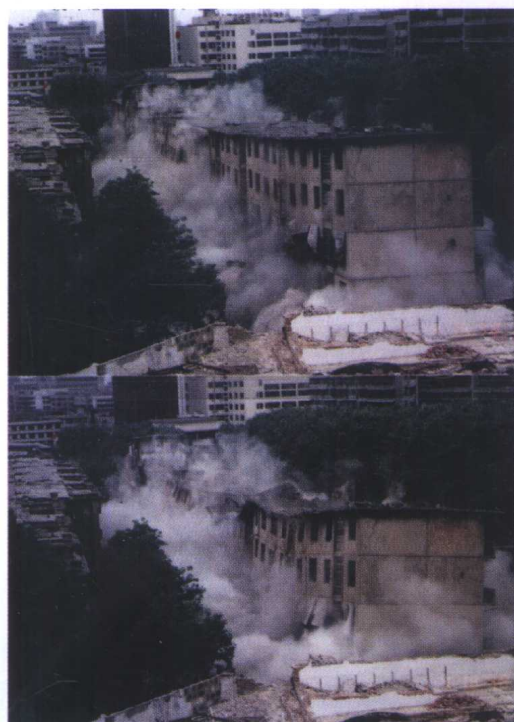
史雅语(左)、金骥良(右)、顾毅成(中)是1965年毕业于中国科学技术大学近代力学系爆炸力学专业的同窗学友,现为中国铁道科学研究院研究员。他们长期从事工程爆破的研究和应用,参加了“路基土石方爆破技术研究”、“铁路深孔爆破石方机械化施工技术研究”、“水下爆破技术研究”、“高原冻土爆破技术研究”、“城市拆除爆破技术研究”、“非电导爆管网格式闭合网路”等十余项爆破科研项目 and 大量的爆破技术服务项目,撰写了上百篇工程爆破领域的论文、总结、观测报告和技术设计,与他人合作出版了《城市控制爆破》、《爆破施工技术》等著作。



深孔爆破起爆瞬间(近景)



深孔爆破起爆瞬间(远景)



采用控制爆破技术拆除建筑物

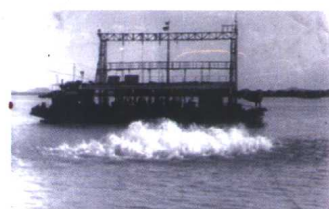


采用水压爆破技术拆除大容量水泥储仓群

红军长征



在运营复线爆破拆除旧桥墩



水下爆破试验



铁路路堑定向扬弃大爆破



在海拔 4730m 高原冻土地区进行冻土爆破试验



洞室爆破瞬间

目 次

序言(一).....	(I)
序言(二).....	(III)
前 言	(V)
第一篇 爆破理论与硐室爆破技术.....	(1)
1 爆破技术在铁道露天石方施工中的作用	(3)
1.1 概述	(3)
1.2 大爆破技术在露天土石方施工中的作用	(4)
1.3 大力发展深孔爆破,促进石方机械化施工.....	(6)
1.4 广泛采用各种爆破新技术,为铁道工程建设服务.....	(8)
1.5 大力开展科学研究,提高全路爆破技术水平	(10)
2 工程爆破药量计算的基本公式.....	(12)
2.1 公式的推导及其物理意义.....	(12)
2.2 公式的分析与讨论.....	(14)
2.3 公式的启示和推论.....	(15)
参考文献	(17)
3 土壤内集中药包爆破漏斗特性的数值分析.....	(18)
3.1 力学模型及符号.....	(18)
3.2 数值计算方法.....	(21)
3.3 计算结果分析.....	(23)
参考文献	(25)
4 延长药包爆破漏斗特性的试验研究.....	(26)
4.1 概述.....	(26)
4.2 关于延长药包的定义.....	(29)
4.3 水平延长药包爆破漏斗特性的变化规律.....	(35)
4.4 延长药包抛掷爆破参数的计算公式.....	(42)
4.5 结论.....	(46)
参考文献	(48)
5 城镇石方硐室爆破技术.....	(49)
5.1 工程概况.....	(49)
5.2 爆破方案的选择.....	(50)

5.3	硐石爆破技术参数设计·····	(50)
5.4	硐室爆破施工设计·····	(53)
5.5	硐室爆破的实施和效果·····	(55)
5.6	硐室爆破的经验和体会·····	(56)
	参考文献·····	(58)
6	条形药包松动爆破·····	(59)
6.1	概述·····	(59)
6.2	条形药包爆破作用分区及药量计算的力学分析·····	(59)
6.3	在工程设计中推荐的药量计算公式·····	(65)
6.4	大空隙比装药的爆破试验·····	(67)
6.5	条形药包设计要点·····	(70)
6.6	条形药包爆破实际效果·····	(72)
	参考文献·····	(73)
7	关于条形药包药量计算公式的若干问题·····	(74)
7.1	现有条形药包药量计算公式的来由·····	(74)
7.2	爆破作用指数函数 $f_c(n)$ ·····	(76)
7.3	考虑端部效应的条形药包药量计算·····	(77)
7.4	公式的工程校验·····	(79)
	参考文献·····	(79)
8	条形药包硐室爆破山体端部药包处理技术·····	(80)
8.1	引言·····	(80)
8.2	条形药包与集中药包的小间隔组合技术·····	(80)
8.3	工程实例一:程高山一区硐室爆破(山体端部为凹形临空面)·····	(83)
8.4	工程实例二:珊溪水库牛坑石料场硐室爆破(山体端部为凸形临空面)·····	(85)
8.5	结束语·····	(88)
	参考文献·····	(88)
9	硐室爆破设计思路二则·····	(89)
9.1	侧向参数校核·····	(89)
9.2	穆阳溪3号料场硐室爆破的药量计算·····	(91)
10	面板堆石坝料开采的硐室爆破技术·····	(94)
10.1	概述·····	(94)
10.2	基本情况·····	(94)
10.3	爆破方案的确定·····	(95)
10.4	爆破参数的确定·····	(96)
10.5	端头药包的处理·····	(97)
10.6	爆破实施情况及效果·····	(97)
10.7	经验与体会·····	(98)
11	成昆线大爆破路堑边坡稳定情况调查报告·····	(99)
11.1	概述·····	(99)

11.2	大爆破路堑边坡的状况·····	(100)
11.3	大爆破路堑边坡稳定情况的分析·····	(101)
11.4	结论和建议·····	(105)
第二篇	露天石方深孔、控制爆破与隧道爆破·····	(107)
12	双面临空全松动单向抛掷爆破技术·····	(109)
12.1	概述·····	(109)
12.2	爆破方案的选择与主要设计参数·····	(109)
12.3	爆破实际效果分析·····	(111)
12.4	结束语·····	(114)
	附表 凯里车站机务段大爆破设计计算成果表·····	(115)
13	深孔爆破及其施工技术·····	(116)
13.1	深孔爆破概述·····	(116)
13.2	深孔爆破施工技术·····	(118)
13.3	结束语·····	(120)
14	石方开挖深孔控制爆破技术·····	(121)
14.1	问题的提出·····	(121)
14.2	深孔控制爆破的含义·····	(121)
14.3	深孔控制爆破技术措施·····	(121)
14.4	深孔控制爆破的设计和施工·····	(126)
14.5	深孔控制爆破实例·····	(128)
15	铁路路堑光面和预裂爆破设计参数选择·····	(129)
15.1	概述·····	(129)
15.2	光面爆破设计参数的选择·····	(129)
15.3	预裂爆破设计参数的选择·····	(132)
15.4	结束语·····	(135)
	参考文献·····	(135)
16	深孔爆破的岩石破碎块度问题·····	(136)
16.1	深孔爆破合理的岩石破碎块度·····	(136)
16.2	影响爆破破碎效果的主要因素·····	(137)
16.3	改善破碎效果的深孔爆破设计·····	(140)
16.4	结束语·····	(142)
	参考文献·····	(143)
17	石方控制爆破的设计原则及参数选择·····	(144)
17.1	爆破方案及规模的确定·····	(144)
17.2	孔网参数设计·····	(146)
17.3	装药量计算·····	(148)
17.4	安全施工中的几个问题·····	(149)
17.5	工程实例——石太线赛鱼车站扩堑石方控制爆破·····	(151)
18	招宝山超小净距平行隧道开挖爆破技术·····	(153)

18.1	上半断面岩石开挖控制爆破技术·····	(154)
18.2	超小净距平行隧道开挖爆破技术·····	(159)
18.3	结束语·····	(165)
	参考文献·····	(165)
19	浑白线枫叶岭隧道病害整治双侧水沟控制爆破·····	(166)
19.1	工程概况与施工方案·····	(166)
19.2	控制爆破设计施工的主要原则·····	(167)
19.3	爆破主要设计参数及有关工艺·····	(168)
19.4	爆破对隧道稳定影响的观测·····	(170)
19.5	整治效果及主要体会·····	(172)
20	高原冻土地地区桥涵基坑爆破快速开挖的试验研究·····	(173)
20.1	高原冻土地地区桥涵基坑爆破开挖试验概况·····	(173)
20.2	药包布置形式及爆破参数的选择·····	(174)
20.3	冻土钻孔爆破施工·····	(181)
20.4	爆破材料的防水抗冻问题及聚-2号抗冻浆状炸药的试验应用·····	(185)
20.5	基坑爆破开挖快速施工的主要原则·····	(191)
21	高原冻土地地区路堑爆破开挖施工的基本原则·····	(194)
21.1	高原冻土地地区爆破开挖试验概况·····	(194)
21.2	遵循快速施工的原则·····	(195)
21.3	遵循保护生态环境的原则·····	(197)
21.4	遵循安全作业的原则·····	(198)
21.5	结束语·····	(200)
	参考文献·····	(200)
第三篇	建筑物拆除爆破·····	(201)
22	城市爆破拆除技术·····	(203)
22.1	控制爆破破坏机理及其主要类型·····	(203)
22.2	控制爆破的设计原则和内容·····	(206)
22.3	药量计算的基本公式·····	(207)
22.4	控制爆破的施工·····	(210)
22.5	拆除爆破实例·····	(211)
23	控制爆破拆除钢筋混凝土整体框架的试验研究·····	(214)
23.1	控制爆破拆除钢筋混凝土框架结构的设计原则和方法·····	(214)
23.2	控制爆破设计参数选择与单位用药系数·····	(218)
23.3	爆破震动对建筑物的安全影响及减振措施·····	(219)
23.4	爆破时外部效应的观测·····	(222)
24	高耸构筑物定向爆破倾倒设计参数的计算公式·····	(226)
24.1	爆破切口长度的计算公式·····	(226)
24.2	爆破切口高度的计算公式·····	(227)
24.3	砖结构烟囱的爆破切口参数计算公式·····	(228)

24.4	钢筋混凝土烟囱爆破切口参数计算公式·····	(229)
	参考文献·····	(231)
25	北京新侨饭店原礼堂、中餐厅建筑物的拆除爆破 ·····	(232)
25.1	工程概况·····	(232)
25.2	设计简介·····	(233)
25.3	防护措施·····	(235)
25.4	爆破效果·····	(236)
26	厦门宾馆 5 号楼的爆破拆除 ·····	(237)
26.1	工程概况·····	(237)
26.2	方案原则·····	(238)
26.3	爆破设计·····	(238)
26.4	爆破施工·····	(241)
26.5	爆破效果·····	(242)
26.6	震动监测·····	(242)
26.7	结论·····	(243)
	参考文献·····	(243)
27	陇海线黑石关旧铁路桥爆破拆除技术 ·····	(244)
27.1	工程概况·····	(244)
27.2	工程任务·····	(245)
27.3	爆破设计·····	(245)
27.4	爆破效果·····	(247)
28	襄樊火车站风雨棚控制爆破拆除 ·····	(249)
28.1	工程概况·····	(249)
28.2	控制爆破拆除方案及爆破主要设计参数·····	(249)
28.3	安全防护措施·····	(251)
28.4	爆破震动监测与分析·····	(252)
28.5	爆破效果·····	(254)
28.6	结论·····	(254)
29	大容量水泥储仓群水压爆破拆除 ·····	(256)
29.1	工程概况·····	(256)
29.2	爆破方案的确定·····	(257)
29.3	爆破设计·····	(258)
29.4	水压爆破施工·····	(260)
29.5	爆破效果·····	(261)
29.6	几点体会·····	(262)
	参考文献·····	(262)
30	水压爆破拆除大板居民楼群 ·····	(263)
30.1	工程概况·····	(263)
30.2	爆破方案选择·····	(264)

30.3	爆破设计·····	(266)
30.4	爆破施工·····	(266)
30.5	爆破效果·····	(267)
30.6	结束语·····	(267)
31	钢筋混凝土淀粉槽的水压爆破技术·····	(269)
31.1	工程概况·····	(269)
31.2	爆破设计·····	(270)
31.3	震动安全验算·····	(271)
31.4	起爆网路与安全防护·····	(272)
31.5	爆破效果·····	(273)
32	静态破碎剂在拆除工程中的应用·····	(274)
32.1	SCA 的主要特性及使用方法·····	(274)
32.2	破碎与切割的设计·····	(275)
32.3	应用实例·····	(276)
32.4	几点体会·····	(276)
33	用无声破碎剂拆除框架结构烟囱的方法·····	(278)
33.1	工程概况·····	(278)
33.2	拆除原理·····	(279)
33.3	拆除方法·····	(279)
33.4	实施效果·····	(280)
第四篇	爆破器材与起爆方法·····	(281)
34	工业炸药的防水抗冻问题·····	(283)
34.1	粉粒状硝铵炸药·····	(283)
34.2	胶质炸药·····	(287)
34.3	浆状炸药·····	(288)
34.4	起爆材料·····	(292)
34.5	结论·····	(293)
35	非电导爆管网格式闭合网路的构成与使用·····	(295)
35.1	非电导爆管网格式闭合网路·····	(295)
35.2	网格式闭合网路的特点·····	(297)
35.3	网格式闭合网路的应用·····	(297)
36	导爆管塑料套管接头的制作与应用·····	(299)
36.1	塑料套管接头的制作·····	(299)
36.2	塑料套管接头的性能·····	(299)
36.3	塑料套管接头的连接技术·····	(300)
36.4	塑料套管接头的生产与应用·····	(301)
36.5	经济对比·····	(301)
37	非电导爆管系统网络型接力式捆联网路在城市拆除爆破中的应用·····	(302)
37.1	问题的提出·····	(302)