

工程爆破文集

全国工程爆破学术会议论文集

第七辑

主 编：汪旭光

副主编：王东光

新疆青少年出版社
克孜勒苏柯尔克孜文出版社

工程爆破文集

——全国工程爆破学术会议论文选——

第七辑

主 编 汪旭光

副主编 王东光

新疆青少年出版社
克孜勒苏柯尔克孜文出版社

责任编辑 刘改霞
技术设计 毛旭东
装帧设计 黄登贵
封面设计 沙 杨

图书在版编目(CIP)数据

工程爆破文集:全国工程爆破学术会议论文集/汪旭光,王东光编. —乌鲁木齐:新疆柯文出版社:新疆青少年出版社,2001.9

ISBN7-5374-0346-5

I. 工… I. ①汪…②王… II. 爆破—学术会议—文集 N. TB41-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第066845号

工程爆破文集

全国工程爆破学术会议论文集(第七辑)

主编 汪旭光 副主编 王东光

新疆青少年出版社 出版发行
克孜勒苏柯尔克孜文出版社

全国新华书店经销

四川新青印务有限责任公司印刷

787×1092毫米 16开 53.125印张 1430千字

2001年9月第1版 2001年9月第1次印刷

印数:1—1000册

ISBN7-5374-0346-5/T·1 定价:150.00元

如有印装质量问题请直接与承印厂调换

地址:四川省成都市锦江区柳江工业园区 电话:(028)5910097

组织委员会

名誉主任 郑哲敏 冯叔瑜

主 任 汪旭光

副 主 任 王东光

委 员 (按姓氏笔划)

王中黔 王东光 王树仁 边克信 刘宏刚 史家增

汪旭光 张正宇 张永哲 张金柱 周家汉 赵荣生

卿光全 徐天瑞 顾毅成 柴 俭 熊代余 谭能书

霍永基

秘 书 长 王东光

副秘书长 熊代余 柴 俭

编 委 会

主 编 汪旭光

副主编 王东光

编 委 (按姓氏笔划)

丁邦勤 于亚伦 王中黔 王东光 王明林 王树仁

边克信 刘宏刚 刘运通 刘殿中 刘殿书 龙 源

林学圣 李文全 何广沂 汪旭光 吴子骏 吴新霞

张正宇 张永哲 郑炳旭 郑长青 周家汉 金 和

金骥良 庙延钢 徐天瑞 顾毅成 崔鸣英 柴 俭

黄吉顺 熊代余 霍永基

第七届全国工程爆破学术会议

主 办 单 位

中国力学学会 中国工程爆破协会

承 办 单 位

四川川投工程爆破有限公司

协 办 单 位

四川省工程爆破协会 西南交通大学

内 容 简 介

本文集是第七届全国工程爆破学术会议论文选编。它反映了我国近四年来工程爆破各个领域所取得的新成就和新经验，并收入了部分国外学者提交的论文。主要包括：综合述评、爆破理论、硐室爆破、露天炮孔爆破、地下工程爆破、水下爆破、拆除爆破、炸药与起爆技术、爆炸加工、爆破震动，以及爆破安全等。

本书可供爆破工程技术人员科研、设计、施工时参考，亦可供爆破工作领导者和管理人员及有关爆破教学、培训时参阅。

目 录

综合述评

我国爆破事业的发展和在新世纪的展望

..... 汪旭光 周家汉 王中黔 王树仁 史家堉 张正宇 徐天瑞 (1)	
岩石爆破理论研究的若干进展	汪旭光 于亚伦 (12)
试析我国加入 WTO 对工程爆破行业的影响及对策	顾毅成 王中黔 (21)
水电工程爆破面临的主要问题	张永哲 (26)
南水北调定向爆破筑超高坝的有关问题与对策	黄吉顺 (31)
爆破地质体量化的基本指标探讨	张天锡 魏伴云 (36)
不良矿岩条件下爆破效果的评述	刘同有 周成浦 李寿喜 (42)

爆破理论

爆破对围岩力学性质和稳定性的影响	杨小林 王树仁 王梦恕 (46)
周边控制爆破引起围岩损伤的研究	王树仁 戴俊 王辉 (53)
岩石动态损伤机理及其应用研究	高文学 刘运通 (59)
高应变率下岩石力学响应特性研究	刘运通 高文学 (65)
模拟研究高应力条件下岩石的爆破特性	谢源 刘庆林 董卫军 (71)
应用层次分析法对爆破方案进行优化研究	张翠兵 王中黔 (77)
爆破参数优化方案的研究	董卫军 谢源 (83)
考虑碰撞作用的爆破块度试验研究	张宪堂 陈士海 孙文进 崔思文 (88)
台阶爆破岩石块度预测的神经网络	王祥厚 李程远 (93)
封闭条件下爆炸扩腔数值模拟	张建华 梁锐 梁开水 王玉杰 (100)
掏槽腔内的两相流动	逢焕东 林从谋 刘同松 (105)
软岩光面爆破参数的理论探讨	徐颖 吕渊 (111)
卸压控制爆破设计方法研究	陈寿峰 刘殿书 高全臣 王树仁 冯贵文 (116)
台阶爆破设计智能专家系统在兰尖铁矿的应用 张继春 常春 吴青山 马国仁 高文远 余锡章 (122)	
筒形建筑物爆破拆除专家系统 (BDES)	李刚 庙延钢 (130)

硐室爆破

城镇石方硐室爆破技术	苋江 丁祥好 刘文泉 史雅语 (137)
------------------	----------------------

山脊地形硐室松动控制爆破技术	万元林 陈寿峰 王顺雨 刘殿书 王树仁 (147)
杨柳街硐室大爆破设计及溶洞的处理	吴承辉 郑金光 刘宏刚 (153)
条形硐室水压爆破在土石方开挖中的应用	焦永斌 陈绍潘 卫 东 邓森儒 (158)
条形硐室爆破法开采面板坝主堆石料研究	刘美山 吴新霞 赵 根 (163)
硐室爆破开采石料设计施工中的问题	傅海峰 (169)
硐室爆破和深孔爆破在寺脑山料场的应用	高福平 赵中宇 弓晓峰 (175)
紫木幽龙脑壳山头硐室爆破	余必正 王明金 刘廷志 孙崇德 (179)
鹅颈关料场条形药室爆破试验分析	柴 俭 李显峰 宋金海 (184)

露天炮孔爆破

城区风化岩控制爆破问题	梁锡武 杨年华 张志毅 史雅语 (188)
大区多排深孔微差爆破技术的应用和体会	杨年华 张志毅 (193)
降低深孔台阶爆破大块率的措施	张翠兵 王中黔 陈付生 (197)
简述降低露天爆炸药单耗有效途径	王宝海 (202)
超深孔高台阶与水平深孔崩塌爆破技术	王遂明 张友勇 (206)
露天矿深孔爆破的布孔实践	朱贵波 (210)
爆破新技术在湖南高速公路建设中的应用	周明安 (215)
Φ90 水平深孔爆破在城区开挖施工中的应用	管志强 王晓斌 (222)
深孔孔底柔性垫层的减震作用	姚 尧 李 鹏 秦明武 (226)
某石灰石矿台阶爆破质量控制技术	费鸿禄 段宝福 张立国 (230)
光爆劈裂管的光爆机理和应用	崔 彪 (238)
饰面石材开采周边爆破机理与方法	张志呈 李朝鼎 向开伟 鲍罡武 (243)
重庆陈庾高速公路高边坡预裂爆破	王智慧 曾庆福 杨 波 (249)
光面和预裂爆破的钻孔技术	李 俊 刘宏刚 刘 睿 汤茂宁 (254)
高速公路建设用做填料的石方爆破	白立刚 (259)
电气化铁路既有线深路堑扩堑石方控制爆破	王兆友 (264)
厦门邮电大厦深基坑石方控爆施工中的问题	柯吉愚 柯炳跃 (269)
复杂环境下楼房基础开挖控制爆破	尹俊令 尹宝田 李志文 (278)
泸州长江二桥锚固桩孔的控制爆破开挖法	张继春 吴青山 夏真荣 程明森 (282)
多次扩裂控制爆破新工艺在公路施工中的应用	廖增亮 张贯峰 高 阳 覃 勤 (287)

地下工程爆破

大孔径采矿爆破及采场边界控制爆破技术研究	卫 明 (292)
复杂环境下的地铁隧道爆破技术	邹定祥 (297)
隧洞开挖光面爆破新技术	杨玉银 (302)
26.50m 深竖井一次爆破成井的设计	燕 鸣 (308)
立井井筒坚硬岩石爆破设计	傅菊根 (312)

楼基桩井基岩的掘进爆破	王小林 (316)
地下中深孔孔底起爆落矿工艺试验研究	惠鸿斌 邵必林 范庆霞 于根生 (321)
切缝药包岩石定向断裂爆破的参数研究	杨永琦 戴俊 张奇 (326)
爆破法破冻土的研究与应用	宗琦 王从平 (331)
矿用火箭弹在江苏吴县铜矿的应用	焦永斌 李玉岐 (336)
聚能爆破的研究与实践	何广沂 (341)

水下爆破

水中爆炸冲击波传播过程中压力波的探讨	叶序双 顾文彬 张鹏翔 阳天海 (349)
浅层水中爆炸水面切断现象的实验研究	张鹏翔 顾文彬 叶序双 阳天海 张文华 (353)
水下爆破冲击波影响的控制与防护	王文辉 刘华 唐世来 (358)
水下钻孔爆破宏观效应的观测与分析	吴从清 牛德光 宋晓华 (367)
爆炸法处理表面有砂层的软土地基	王建 江礼茂 吴京平 (371)
爆炸法处理水下沙—淤泥软基筑堤施工技术	张建勋 (376)
九松山引水隧洞进水口水下岩塞爆破设计	王可钦 龚有满 曹德成 (381)
大朝山水电站尾水隧洞出口 1#、2#岩埂爆破	赵根 张正宇 吴新霞 刘美山 唐大龄 夏仲存 郭世明 唐世来 (387)
复杂环境地质条件下的尾水围堰爆破拆除	徐成光 (393)
工程爆破在软土地基处理中的应用	张加华 王峰 蔡建新 (398)
筑岛钻孔水下控制爆破	杨家松 (404)

拆除爆破

高耸建筑物拆除爆破智能系统	杨军 高岗 (410)
高耸建筑物定向爆破倾倒设计参数的计算公式	金骥良 (416)
砖混砌筑烟囱定向爆破倾覆的力学分析	周传波 徐腊明 姜国斌 (422)
倾斜砖烟囱爆破拆除的倒向偏差估算	蒋昭铤 邵世明 (428)
爆破拆除砖烟囱内力分析	宋常燕 魏晓林 郑炳旭 (433)
100m 高烟囱高位切口定向爆破效果分析	齐世福 龙源 徐全军 毛志远 (437)
鞍钢二发电厂 120m 钢筋砼烟囱爆破拆除	潘常洪 鹿智勇 (444)
高危烟囱反弯倾方向倒塌的控制爆破拆除	祝文化 程康 梁开水 (449)
厚壁砖烟囱定向爆破拆除	房泽法 叶海旺 陈宝心 (453)
拆除砖烟囱爆破切口范围分析	傅建秋 魏晓林 张中宏 (458)
覆土接触爆破拆除砖烟囱	郑长青 (464)
砖结构烟囱不处理内衬的爆破拆除	谢兴博 薛峰松 张朋祥 (467)
电厂大跨度厂房及 100m 高烟囱爆破拆除	郑炳旭 傅建秋 (470)
钢筋混凝土水塔双向切口折叠爆破拆除	谢兴博 薛峰松 谭雪刚 (475)
不规则框架结构楼房地坍塌爆破技术	

..... 毛益松 王 升 夏长青 史俊雨 王 琰 (479)	
鹰城娱乐购物中心定向爆破拆除	龚小华 柯炳跃 (484)
十三层楼定向倒塌控爆爆堆分析	高金石 朱振海 (490)
襄樊火车站风雨棚控制爆破拆除	段琼琳 顾毅成 金骥良 (494)
四层框架厂房爆破拆除	陶顺伯 (501)
三栋宿舍楼的控制爆破拆除	吕向东 (505)
大型柔性屋顶圆形建筑物控爆拆除技术	潘祥生 何 毅 杜 斌 (511)
大跨度钢屋架建筑物定向倒塌控爆爆堆分析	高金石 付建秋 郑炳旭 王永庆 (516)
太原玻璃厂厂房拆除控制爆破设计及施工	刘宏刚 (520)
一楼房纵向倒塌拆除爆破成功的实例	席超波 李玉玲 陶颂霖 (525)
楼房控制爆破的后座效应控制研究	谭 灵 张伟新 (530)
拱北海关旧联检大楼控爆拆除	郑长青 房泽法 叶海旺 王 峰 (534)
复杂环境下大型厂房的爆破拆除	刘军喜 徐建勇 (539)
七层框架楼定向倒塌爆破	杨仕春 刘殿中 黄志雄 (542)
建筑物拆除爆破中的预拆除技术	贾永胜 严 涛 (545)
危旧大礼堂的控制爆破拆除	陈德志 金昌理 丁邦勤 (550)
拆除爆破技术设计中应注意的几个问题	王希之 龙 源 徐全军 (557)
超大型污水消化罐体群水压爆破拆除	佟 铮 张建平 (561)
水压爆破在造纸厂浆池爆破拆除中的应用	
..... 宁德兵 樊建民 刘伟哲 杨从军 梁元强 (565)	
水压爆破法拆除地下大型涵管的实践	朱振海 高育滨 李玉玲 (570)
穿堤建筑物拆除爆破技术	刘弟海 李 丹 佟锦岳 (576)
混凝土控制爆破拆除中的炮孔预埋法	谭 灵 张伟新 谭雪刚 (580)
非均质结构体爆破拆除方法探讨	车连宇 (586)
爆炸切割技术在拆除蜗轮机座的应用	肖 纯 张礼炎 肖 蓓 (590)
并列双座复合结构立窑的爆破	郑建中 左炳和 殷怀堂 (595)
大解体爆破拆除焦作电厂老厂主厂房	张英才 杨小林 员小有 (600)
有损结构物的控爆拆除	谭能书 (606)

炸药与起爆技术

粉状乳化炸药的研制	汪旭光 王国利 张晓智 康廷璋 李子强 曹海峰 (609)
乳化炸药冲击波感度试验研究	宋锦泉 汪旭光 (613)
粉状火炸药生产的静电安全	王国利 曹海峰 (622)
含废旧发射药震源药柱的研究	杜成中 李永军 (627)
微差接力网络在峒室大爆破中的应用	王东光 刘宏刚 (633)
非电导爆管及其系统的安全与可靠性	戴碧勇 肖绍清 (637)
非电起爆网路在济泰高速公路爆破中的应用	葛克水 陈庆寿 (641)
一种适用于中小采石场的简易非电起爆网络	孙 梅 侯建华 刘大斌 (647)

非电毫秒差孔外网路在浅孔爆破中的应用	张胜利 李 鹏 梁耀武 姚 尧 (651)
影响水下电起爆网路可靠性的因素分析	胡社来 (656)
隧道散装炸药自动装药设备的研制	高菊茹 杨年华 涂文轩 (660)
V 型微差起爆网路在高速公路施工中的应用	刘宗武 李东红 (665)
孔底逐孔起爆在铁矿扇形中深孔爆破中的应用	赵改昌 张相军 (669)

爆炸加工

球形金属容器爆炸加工技术及其工业应用	佟 铮 (674)
爆炸法消除三峡引水压力钢管焊接残余应力	谭胜禹 梁殿军 (679)

爆破震动

爆破震动作用结构动力响应反应谱问题	钱胜国 王文辉 (683)
爆破振动信号分析小波基函数构造与应用	宋光明 陈寿如 吴从师 (689)
爆破地震波的频谱及测试系统的频响问题	郭学彬 肖正学 肖旺新 陈晓林 (696)
两种质点振速预测公式的比较与选择	陈寿如 宋光明 周凤南 肖清华 (702)
高烟囱拆除爆破及塌落振动测量和分析	周家汉 金保堂 陈善良 (707)
复杂环境的爆破地震效应控制	陈士海 (713)
三峡碾压混凝土围堰爆破地震响应计算	吴新霞 钱胜国 (718)
爆破震动对民房的振动破坏作用分析	龙 源 娄建武 徐全军 王希之 (725)
柱状装药近源场爆破振动峰值预报研究	徐全军 王希之 季茂荣 龙 源 沈 蔚 (733)
深圳场平石方爆破振动效应分析	杨 兵 (739)
三峡碾压混凝土围堰爆破拆除安全控制标准	吴新霞 张正宇 张文煊 (743)

爆破安全与管理

按硝酸炸药变质区划气候的依据和方法	徐天瑞 (754)
壑坡危石控制爆破技术研究与实践	施富强 何 毅 (761)
有关浅孔盲炮排除方法的研究与探讨	郑建中 左炳和 殷怀堂 (766)
炮孔水导致的拒爆原因分析及防治措施	刘满堂 (771)
爆破作业防雷击措施探讨	李显送 余妙颂 余立平 彭中华 (775)
炸药仓库防雷设计与检测	张光辉 王宏宇 (781)
关于石方控制爆破定额的比较分析	顾毅成 (786)
六盘水编组站爆破施工管理	王遂明 张友勇 (797)
浅谈城市谨慎爆破及施工技术	李 秦 李 羽 (802)
爆破工程与环境保护	肖采平 (806)
控制拆除爆破风险 实现爆破安全	叶 永 田莉莉 (811)
硐室条形药包的拒爆和不完全爆炸问题	杨仕春 刘殿中 (817)
试析煤矿井下炸药爆炸与瓦斯爆炸的异同	吕 杰 王凤芹 张立新 李书君 (821)

爆破技术在森林防火灭火中的应用与探讨	赵进长 (824)
--------------------------	-----------

技术与产品信息

绵阳久安实业有限公司 (原绵阳化工厂)	(827)
铁道部科学研究院铁道建筑研究所爆破室简介	张志毅 (828)
北京宇翼特种水泥厂	(830)
中铁西南科学研究院科研专利产品 PNJ-1 型炮泥机	(831)
作者索引	(832)

我国爆破事业的发展和新世纪的展望

汪旭光 周家汉 王中黔 王树仁 史家培 张正宇 徐天瑞

摘 要 简要地总结了我国工程爆破事业的发展,列举了硐室爆破、深孔爆破等方面的技术成就。展望了 21 世纪工程爆破技术的发展和任务。

关键词 工程爆破,爆破技术,发展

1 我国工程爆破技术的发展成就

在过去的 100 年,是人类历史上科学技术发展最快的一个世纪,也是世界各国经济发展变化最大的世纪。

在过去的一个世纪里,中华民族在经历前 50 年的战争后,历史翻开了新一页。中华人民共和国成立 50 年来,我国发生了翻天覆地变化,取得了举世瞩目的巨大成就。随着我国现代化建设的发展,工程爆破技术也有了很大的发展,取得了辉煌的成就,为社会主义现代化建设做出了重大贡献。

我国工程爆破技术的发展历程是与国家经济建设的发展需要密不可分的。建国初期,国家为了恢复经济、发展生产、巩固政权,突出了铁路、交通、矿山和水利工程设施的修复与建设工作。如成渝铁路施工、大批煤矿、铁矿与有色金属矿的复产与开工,治淮工程和荆江分洪水利工程建设等。爆破技术在这些工程建设中起到了尖兵的作用。当时我国爆破技术十分落后,基本上处于用钢钎人工打眼、点火放炮为主的阶段。而且爆破器材品种单一、性能低劣、工作效率低、劳动强度大、安全可靠差。虽然如此,工程爆破技术仍为我国建国初期的国家经济恢复与发展立下了汗马功劳。

五十年代中期,随着我国第一个五年计划的实施和国家科技长远发展规划的制定和执行,我国工程爆破技术开始步入新的发展阶段。

改革开放以来,我国经济进入腾飞阶段,各种基础设施的建设带动了爆破事业的发展。一方面大批新建项目包括大型机场、高速公路、港口码头、水利电力项目以及城市和厂矿改扩建工程相继开工,另一方面许多爆破科研课题被列入国家“七五”和“八五”科技攻关计划。例如:“定向爆破筑高坝技术”、“高边坡开挖爆破稳定问题研究”以及“高台阶深孔爆破技术研究”等。这就为工程爆破技术发展提供了新动力和新机遇,总结我国工程爆破技术在 50 余年来的进步和发展,下面让我们从应用最广泛、最重要的一些爆破工程技术及爆破器材等方面回顾一下我国工程爆破技术的进步和发展成就。

1.1 硐室爆破技术

我国硐室爆破技术的应用和发展经历了三个阶段。

我国首先是在铁路建设中采用硐室爆破方法。当时一个药室装药只有 4500kg, 一次爆破石方 3.8 万 m^3 。从 1955 年起在宝成, 鹰厦等线进行了二百余处硐室爆破, 硐室爆破技术的采用大大提高石方开挖工效, 加快了新线铁路的施工速度。在 50~60 年代, 曾有过采用硐室大爆破的高潮。

60 年代, 在广泛采用硐室大爆破的过程中, 我国老一代爆破工程师总结工程实践经验, 发展了大爆破设计理论, 完善了爆破设计计算参数, 提出了一套完整的定向爆破设计计算经验公式。定向爆破要求把爆破的石方抛掷在设计的方向并堆积成一定形状的构筑物(如路堤)。采用定向爆破技术说明我们对爆破作用的深入了解和控制能力, 这可以说是硐室爆破技术发展的第二个阶段。

除了铁路和公路采用定向爆破开挖路堑和填筑路堤外, 水利水电及冶金矿山部门在 50 年代至 70 年代, 采用定向爆破技术堆筑了四十多座水库用挡水堆石坝或尾矿坝、泥石流防护坝等。广东南水水电枢纽工程的挡水坝一次定向抛掷爆破筑成, 后经加高坝高达 81 米。至今, 它仍是采用定向爆破法筑成的大坝工程中规模较大、效益较好的工程。

条形药包装药设计是硐室爆破技术发展的第三阶段。

70 年代以前, 无论是硐室爆破还是定向爆破多是采用集中药包的形式。对定向爆破作用机理的研究结果说明采用条形药包平面布置的方案, 可以使爆破的岩石抛掷得远, 改善堆积形状, 减少对边坡的破坏。在对条形药包的爆破漏斗特性、爆破设计计算方法进行系统研究后, 从 80 年代至 90 年代, 铁路路堑爆破开挖施工中推广采用条形药包硐室爆破技术。随后, 其应用领域和规模逐渐扩大, 在冶金、水电、公路、有色、建材等部门先后成功地进行了数十次大型条形药包硐室爆破工程, 其爆破的规模从数十吨到上千吨炸药量, 这些爆破都取得了很高的技术经济效益。规模最大的一次, 是 1992 年底在广东珠海炮台山实施的 1.2 万吨炸药的移山填海大爆破工程, 一次爆破的总方量达 1085 万 m^3 , 抛掷率达 51.8%。

硐室爆破方法不需要很多大型机械, 我国是劳动力密集型的国家, 可以同时组织大量的劳力进行导洞和药室的开挖, 实施一次硐室爆破的作业时间短, 因此在许多重大工程基础、场地准备工程施工中, 硐室爆破发挥了重要作用。随着大型钻孔和开挖机具设备的发展和更新, 大量土石方开挖将采用深孔爆破方法。由于硐室爆破一次爆破装药量大, 随着爆破对周围地区的影响控制程度的要求提高, 爆破设计的精细程度越来越高, 其使用的范围也将受到约束, 现在有的地区对采石场已经控制使用这种爆破方法。但是, 我们相信, 在我国西部大开发中的一些重大工程施工, 研究改进的硐室爆破综合技术仍将有可观的应用前景。

1.2 深孔爆破, 光面、预裂爆破

深孔爆破是冶金矿山生产的基本手段, 铁路、公路路堑, 大型水电枢纽工程基础开挖工程都需要进行深孔爆破。改革开放 20 多年来, 我国一些大型冶金矿山已采用大孔径钻机, 实现了大区、多排微差深孔爆破, 对孔网参数、装药结构、填塞方法、起爆顺序、微差间隔时间进行了深入研究, 爆破技术的改进大大提高了矿山生产的综合生产效率。大区多排微差 500 余个, 预装药量 300 吨, 矿岩爆破方量超过 80 万吨。70 年代开始, 随着我国钻孔机具设备的更新、工业炸药和雷管质量的不断提高, 新品种炸药和高精度, 多段位

毫秒延期电雷管及非电导爆管的广泛使用,深孔爆破技术的应用得到了进一步的发展和提高。1994 年 12 月,在环胶州湾高速公路路堑开挖工程施工中,采用深孔爆破技术成功地实现了一次爆破开挖成型长达 470m 长、深 10m 的路堑。一次爆破炮孔 203 排,3080 个孔,钻孔总延米 30719m,总装药量 73.8t。采用非电导爆管毫秒差接力网路,一次起爆雷管 1.34 万发,共分 594 响,爆破延续时间 4770ms,爆破石方总量 11.5 万 m^3 。这次大量石方全路堑、超多排、超多段、深孔拉槽控制爆破的成功标志我国大型深孔爆破技术具有世界级水平。三峡水电枢纽工程永久船闸双线五级闸室,总长 1607m,最大开挖深度 170m,最大边坡高 150m;两闸室间设一宽 58m 的中隔墩;闸墙结构要求开挖成高为 46—68m 的直立边坡,开挖技术难度,世界少有。三峡工程堪称世界之最,其开挖施工难度同样也是前所未闻。水电武警施工队伍采用了直立边坡成型、闸槽底部保护层开挖、合理的施工管理的综合爆破技术,安全、高质量地按期完成了第一流工程的要求,闸室爆破开挖石方 1000 多万 m^3 ,百米高的边坡稳定、效果良好。

光面爆破、预裂爆破技术是随深孔爆破技术广泛应用而发展起来,它们的成功应用才能保证开挖工程的成型质量和边坡安全。

资料表明,在铁路施工中,采用光面爆破、预裂爆破技术可使路堑边坡工程量减少 10%~20%,其形成的光滑平整的边坡无需作任何支护处理,同时也减少了线路营运过程中的边坡事故和维修工程量。

葛洲坝工程二江电厂座落在砂岩基础上,施工单位采用预裂爆破技术确保了大面积砂岩开挖边坡的质量和稳定。这项研究应用成果代表了我国八十年代预裂爆破的技术的先进水平。在三峡大坝及许多水电站工程建设施工中,不仅广泛使用了垂直预裂,还研究应用了水平预裂爆破的方法,保证了电站厂房基础开挖的质量。

穿越山区的高速公路或铁路的修建往往需要进行高边坡的路堑开挖或是采用隧洞开挖方案。高速公路是经济高速发展的需要和体现,高速公路的建设质量和标准也要求有相应的施工修建技术和质量,不可以想象高速公路的两旁是疵牙裂嘴的边坡。为获得高质量整齐的边坡,广西柳桂高速公路采用了超深孔高台阶的预裂光面爆破(台阶高达 27m),成功地实现了边坡成型机械化(达 90% 以上)。在石灰岩复杂多变的地质条件下,爆破后,坡面稳定、平整、美观,半孔率达 95% 左右,成为我国高速公路路堑边坡成型光面设计与施工的标准样板路段。1999 年在贵州省贵新高速公路引进这种施工技术,采用光面、预裂爆破技术取得成功,开挖的路堑边坡平整,稳定。高速行进在这样的路段,赏心悦目,光面爆破的高边坡成了一道亮丽的风景线。

可以相信,只要我们大力推广和应用这一成果,我国的高速公路或铁路将建设的更为快捷和美观。

1.3 隧道爆破

据不完全统计,50 年来我国已修建铁路隧道总数达 5300 余座,总长度超过 300km,其中 5km 以上长度的隧道就有 22 座。我国已成为世界上铁路隧道最多,总长度最长的国家。

爆破是隧道开挖工程中的首要工序,它不仅直接影响隧道的掘进速度,还与隧道的工程质量和工程造价有着密切的关系。

隧道爆破成败的关键是掏槽技术, 掏槽的成功与否直接影响到爆破效果。60 年代在成都铁路官村坝长隧道中采用直眼掏槽和中空直眼掏槽等多种掏槽方法, 使爆破循环进尺突破 2m, 炮眼利用率达到 95%—100%。从而克服了斜眼掏槽的夹制作用, 造成炮眼利用率低的现象。掏槽方法的创新大大提高了隧道的修建速度。

随着我国钻孔设备机具的改进, 隧道爆破技术的不断创新, 1981 年在双线铁路雷公尖硬岩隧道, 采用大直径中空眼对称直眼掏槽技术, 实现了深孔 (5m) 全断面 (100m² 左右) 一次爆破开挖成型。

1987 年采用这一新技术成功地建成了衡广复线长达 14.295km 的超长双线铁路隧道——大瑶山隧道。该隧道所处地质条件复杂, 在修建难度极大的条件下, 铁路施工单位采用了四臂液压钻孔台车钻眼, 大直径中孔眼直眼掏槽, 高威力的水胶炸药、乳化炸药与 4 号岩石炸药匹配使用, 多段塑料导爆管毫秒雷管起爆的综合设计施工技术, 实现了全断面一次光面爆破开挖成型。光面爆破的炮眼痕迹率达到 70% 以上, 深 5m 的炮孔炮眼利用率超过 90%, 平均循环进尺 4.5m, 创造了双线铁路隧道平均单口月掘进速度 144m, 月成洞 99.2m 的高产记录。

西康铁路秦岭Ⅱ线隧道, 长 18.456m, 采用先于中心位置大断面平导洞贯通后扩孔成型的施工方法, 对硬岩全断面进行深孔爆破。采用的多种掏槽方式和使用高威力水胶炸药等措施, 创造了在特硬岩、特长隧道爆破掘进的快速施工技术。取得了平均月进尺 264m, 创造了月进尺达 456m 的最高记录。衡广复线长 14km 大瑶山隧道的建成, 西康线秦岭Ⅱ线隧道实现了平均月进尺达 264m 的记录, 它们标志我国的铁路隧道爆破技术进入世界先进水平。

我国的铁路建设中, 有复线施工, 城市地下铁道的施工; 在我国西部开发建设中的水力资源开发, 南水北调工程都将有大量的输水隧道和地下厂房需要开挖修建, 隧道爆破技术的发展和无疑将是十分重要的课题, 也将在这些工程的建设中发挥重要作用。

1.4 拆除爆破技术

拆除爆破技术是指对废弃的旧建(构)筑物进行拆除的控制爆破技术。

随着我国经济建设的高速发展, 在大规模城市现代化建设、铁路干线和厂矿企业技术改造中需要改建、拆迁的工程项目日益增多。采用控制爆破拆除比用人工或机械方法更为安全可靠、快速和节省。从 70 年代以来。此爆破技术得到了迅速发展。1973 年, 在王府井繁华地段的北京饭店新楼基础施工中, 北京铁路局成功地用控制爆破拆除了 2200m³ 的钢筋混凝土结构地下室; 位于王府井大街北口的原北京华侨大厦和北京工艺美术大楼先后于 1989 年、1995 年采用控制爆破技术成功地进行拆除。发生在首都商业中心重要建筑物的爆破拆除成功表明我国控制爆破技术的发展和进步。

拆除爆破技术不同于一般的土石方爆破技术, 它是基于对爆炸力学与材料力学、结构力学、断裂力学等工程学科认知, 在已有爆破技术基础上发展起来的。由于拆除爆破要求对爆破后产生的破坏效果要精心的控制, 特别是对爆破可能产生的影响要严格控制, 在拆除爆破技术发展的进程中, 我国许多研究机构 and 大专院校的研究工作者在结合工程施工中, 进行了大量的科学研究。他们采用高速摄影、应力应变、振动测试等多种手段进行了观测, 分析了不同建(构)筑物在爆破作用下的失稳、解体、倒塌机理和构件破碎过程。

提出了对不同结构和环境条件采用原地坍塌、定向倾倒、拆叠倒塌爆破拆除方案,或是采用水压爆破拆除的方案。一次大型建筑物的拆除爆破往往需要设计数千个炮孔,需要采用数千发雷管并相应分区分段地进行延期起爆,这些设计方案的提出促进了起爆技术的发展和运用。导爆管塑料多通道联接插头、连通管及四通传爆件、组合式导爆管激发器,以及非电导爆管网络式闭合起爆网路保证了大规模起爆网路的实现和拆除爆破的成功。

近 20 多年来,国内许多城市都有一批建筑物是采用爆破技术进行拆除的。如深圳市火车站旧站房、新侨饭店原礼堂和中餐厅、厦门国宾馆 5 号楼、广东省政府招待所大楼、福州某银行 11 层大楼、南京中央门广场楼房、重庆发电厂、广州体育馆等。

1995 年广东省宏大爆破公司,在茂名市采用爆破技术成功地拆除了两座高达 120 米的钢筋混凝土烟囱;1995 年,武汉市爆破界成功地进行了一座倾斜的 18 层楼的抢险拆除爆破工程。1999 年 2 月上海市联合爆破公司成功地拆除了位于上海市南京西路和成都北路交界处的长征医院 16 层高的旧病房大楼。爆破效果达到了设计预定的目标。这些建(构)筑物是迄今为止采用爆破方法拆除的是高楼房和烟囱。

在本次爆破学术会议上,有四十余篇论文是介绍建筑物爆破拆除工程的实例和研究成果,这些成果反映了拆除爆破技术的普及和发展。拆除爆破技术的广泛应用促进了城市建设施工技术的进步和发展。

1.5 水下爆破

水下工程爆破技术主要应用于港湾航道疏浚炸礁、挡水围堰或岩坎拆除爆破、水库水下岩塞爆破、淤泥和饱和砂土地基的爆炸加固处理等。

航道疏浚是水下爆破的主要工程项目,早在建国初期,就对长江三峡航道进行了大量水下炸礁爆破,经过十多年的努力,终于使三峡航道达到了夜航的程度。在七十年代初,广州黄埔大濠洲成功地对 2km 航道进行水下疏浚爆破,炸礁达 50 万 m^3 。

为提高水库防洪调节或增加下游供水能力,在已建成的水库底部开挖泄水隧洞,岩塞爆破技术的应用可以避免修筑施工围堰,缩短施工期,节省投资。在七十年代,我国东北地区的 211 工程和丰满水电站 250 工程等水下岩塞爆破成功,取得了以洞室为主结构、钻孔法爆通岩塞的经验。八十年代后该技术又有新发展,在山西汾河水库和以礼河槽子电站水库,库底积有厚淤泥下的岩塞爆破,密云水库九松山输水隧洞岩塞爆破以及贵州省印江县滑坡坝抢险排水隧洞岩塞爆破工程中,采用了深孔爆破技术完成了大断面尺寸的岩塞爆破,并研究解决了含石碴高速水流在洞内的运动规律与控制问题,使该项技术更趋完善。

挡水围堰工程是水利水电、港口或是大型船坞修建主体工程时必不可少的关键性临建工程。著名的葛州坝水电站上游混凝土心墙土石围堰、青岛某大型船坞的岩坎围堰以及河南省鸭河口电厂进水口复式深水围堰等都是技术难度高、社会效益很大的重要工程。这些围堰或岩坎的爆破拆除成功,为这些大型工程项目按期投产作出了重要贡献。葛州坝水电站上游混凝土心墙土石围堰爆破拆除的成功将为三峡大坝的围堰拆除以及类似工程围堰的爆破拆除提供了宝贵经验。

软弱地基爆炸加固处理技术主要是用于港湾工程建设中遇到的淤泥质软基,由于地基承重力的稳定性不满足工程设计的要求,根据不同情况可以采用水下爆炸挤淤法、爆炸置换法和爆炸加固法进行地基加固处理,为港湾防波堤、港口码头、泊位以及储仑等设施建