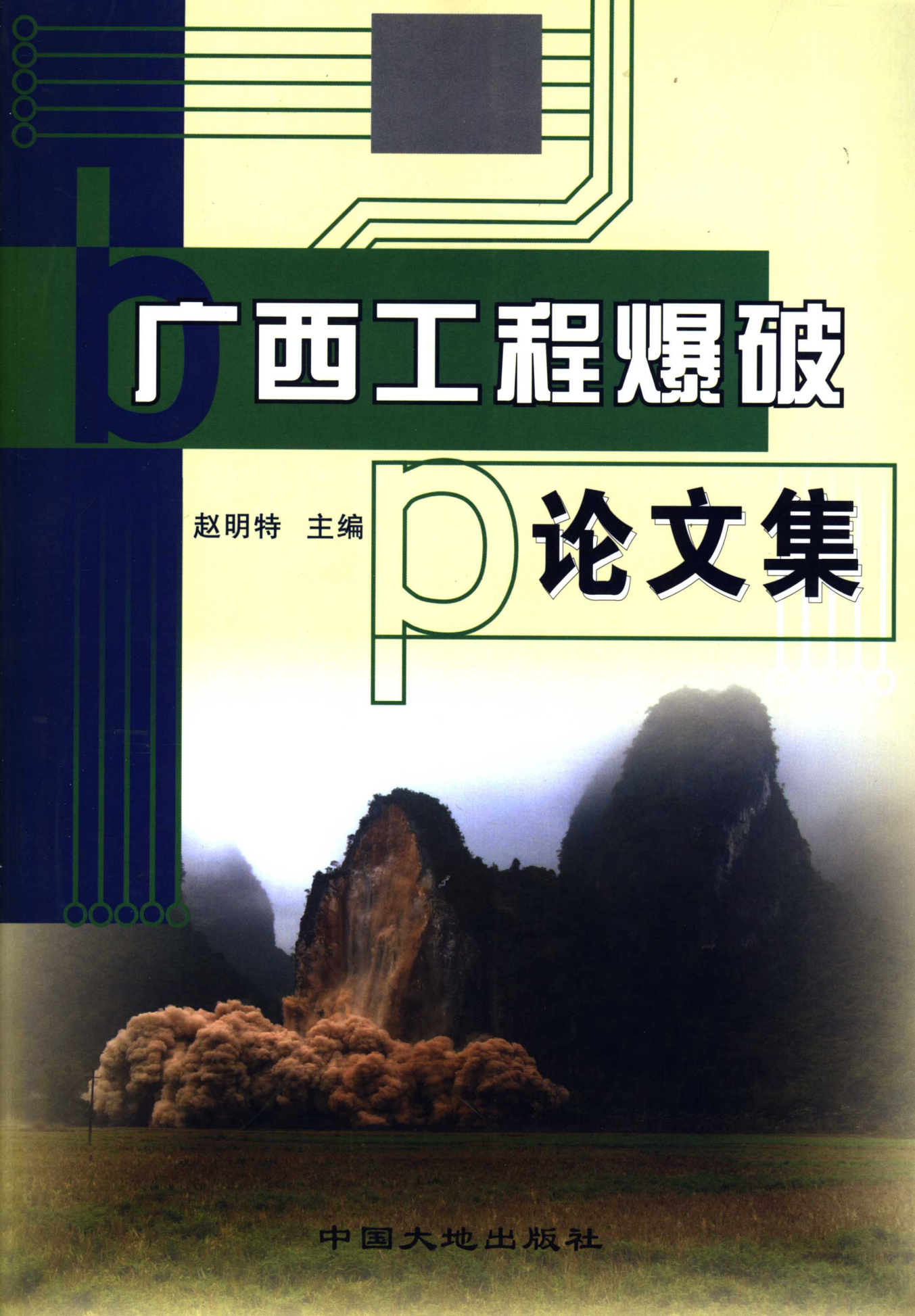




# 广西工程爆破

赵明特 主编

## 论文集

中国大地出版社

# 广西工程爆破论文集

赵明特 主编

中国大地出版社

## 内容提要

本书是广西工程爆破协会为协会成立十周年庆祝大会征集的论文选编,它集中反映了广西十年来爆破行业新技术、新经验和新成就。全书共分为六大部分,其主要内容包括:爆破理论研究、硐室爆破、土岩爆破、中深孔爆破、拆除爆破、爆破振动与安全技术、施工技术与安全管理等。

本书可供从事爆破工程科研、设计、施工单位的工程技术人员和大专院校有关专业的师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

广西工程爆破论文集 / 赵明特主编. —北京: 中国大地出版社, 2005.10

ISBN 7-80097-795-1

I. 广... II. 赵... III. 爆破技术—文集 IV. TB41-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 113515 号

---

责任编辑: 祝 方

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010—82329127 (发行部) 010—82329120 (编辑部)

传 真: 010—82329024

印 刷: 南宁市福青印务有限责任公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

印 张: 21.25

字 数: 550 千字

版 次: 2005 年 11 月 第 1 版

印 次: 2005 年 11 月 第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 600 册

书 号: ISBN 7-80097-795-1/F·128

定 价: 60.00 元

---

(凡购买中国大地出版社的图书, 如发现印装质量问题, 本社发行部负责调换)

# 《广西工程爆破论文集》

## 编辑委员会

名誉主任：汪旭光 黄方方 段建宝

主任：赵明特

副主任：杨选臣 黄锦波 成天晓 向开伟

委员（按姓氏笔划排序）：

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 邓振民 | 韦国省 | 王福焕 | 汤山元 | 向开伟 | 朱建军 |
| 毕学良 | 刘长坚 | 刘临雄 | 成天晓 | 杜敬民 | 杨选臣 |
| 杨伟忠 | 李致宗 | 李仲桥 | 李家骧 | 巫桂康 | 吴仲雄 |
| 赵明特 | 赵国强 | 贺丽萍 | 唐春海 | 廖丽军 | 黄锦波 |
| 龚宏辉 | 梁寿龄 | 覃京音 | 潘鹤德 |     |     |

# 序 言

首先向广西工程爆破协会成立十周年和《广西工程爆破论文集》的出版表示祝贺！十年来，随着区内经济建设的发展和西部大开发的战略全面展开，基础建设工程日益增多，给爆破行业营造了一个很好的环境。通过大量的工程实践和项目理论研究，提高了我区爆破理论研究水平并取得了丰富的爆破施工技术经验，为广西的经济建设做出了贡献。

近几年来，我区自行设计施工的硐室爆破、拆除爆破、深孔爆破、水下爆破和爆炸物品的生产都取得了令人瞩目的进步和成就。如成功实现了一次爆破四座孤峰 83 万立方米的德保华银铝厂场平硐室爆破；圆满完成了桂林解放桥、南宁市公安局原办公大楼、航运大厦、南宁朝阳环立交桥、南宁电厂 80 米高烟囱等大型高难度建（构）筑物的爆破拆除工程。广西震宇爆破高新技术开发总公司结合天生桥换流站硐室爆破工程实践研究的《裂隙岩体硐室大爆破的技术特征及安全评估》和广西鱼峰集团水泥有限公司试验研究的《露天深孔爆破地震效应与降振方法》分别获得自治区科技进步三等奖。通过完成上述理论研究和工程施工，涌现出了一批理论水平高、技术过硬、组织严密的爆破队伍，充分显示了广西硐室爆破和拆除爆破技术方面的优势，也使得广西的爆破技术跨入了全国的先进行列。

我很高兴地看到《广西工程爆破论文集》的出版。该文集是广西工程爆破技术人员根据多种类型的工程爆破实践经验和爆破项目试验研究成果编写的论文，并经编委修改、精选后出版的，它集中反映了广西十年来爆破新技术与成果。论文集的出版对推动我区爆破行业的发展、技术进步与创新具有重要意义。

工程爆破作为一种工艺技术手段，广泛应用于矿山开发、公路、铁路、水电基础开挖、港口航道、旧城改造等领域，近几年来，我们将工程爆破成功地应用于地质灾害治理工程。随着经济的飞跃发展，工程爆破的作用将越来越大，对爆破技术要求也越来越高，同时对爆破的安全技术和管理也提出了更高要求。全区爆破行业要加强技术协作，积极配合政府有关部门做好爆破安全管理工作，希望全区爆破界的同仁真诚合作，共同努力，为我区经济建设做出新的贡献。

黄吉方

二〇〇五年十月三十一日

# 目 录

## contentes

|                                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| 广西爆破事业的发展与展望 .....                  | 杨选臣 (1)           |
| 龙滩水电站右岸交通隧洞开挖控制技术 .....             | 韦国灵 (7)           |
| 改善乐滩水电站深孔爆破质量的技术措施 .....            | 麦蔼光 (13)          |
| 龙滩水电站右岸通航建筑物一期开挖爆破振动控制 .....        | 覃启焕 (19)          |
| 爆破在地质灾害治理工程中的应用 .....               | 赵明特 覃京音 唐玉秀 (25)  |
| 散装铵油炸药在面板堆石坝上坝级配料开采中的应用<br>研究 ..... | 何真祥 王德军 (32)      |
| 爆破控制在龙滩水电站右岸坝基开挖中应用 .....           | 申时钊 (41)          |
| 爆破技术在盘石头水库溢洪道开挖施工中的应用 .....         | 陈效华 李虎章 (47)      |
| 裂隙发育岩体对台阶深孔爆破的影响 .....              | 向开伟 (56)          |
| 露天矿山深孔爆破地震效应与降震方法的探讨 .....          | 鲍罡武 (59)          |
| 石灰石矿皮带廊旁矿体的开采 .....                 | 李静涛 (65)          |
| 龙滩水电站麻村采石场溜井开挖技术 .....              | 何武志 林型琬 陆仁禧 (70)  |
| 宝坛水电站调压井开挖施工 .....                  | 廖祖超 邓中明 (80)      |
| 预裂爆破技术在乐滩水电站工程中的应用 .....            | 卢德生 唐瞻作 (86)      |
| 龙胜银河水电站无压引水隧洞开挖 .....               | 李伯咸 黄国兴 (93)      |
| 百色水利枢纽地下厂房岩壁梁开挖技术 .....             | 罗远耀 赵明民 杜 涛 (99)  |
| 百色洞巴水电站大坝填筑料级配开采爆破试验综述 .....        | 李从方 唐瞻作 邹 波 (108) |
| 龙滩水电站航道一期开挖高台阶、缓边坡的施工技术 .....       | 蒙永武 (114)         |
| 龙滩水电站引航道高边坡预裂爆破试验 .....             | 谢天华 黄德文 (121)     |
| 特定条件下的深孔梯段控制爆破技术 .....              | 王四海 (126)         |
| 深孔控制爆破在铁路施工中的应用 .....               | 肖 军 (133)         |
| 复杂环境下的中深孔爆破 .....                   | 梁 钰 蒙剑峰 (137)     |
| 石灰岩孤峰群洞室爆破 .....                    | 赵明特 谭志敏 覃京音 (143) |

|                                |                         |       |
|--------------------------------|-------------------------|-------|
| 对硐室爆破几个问题的探讨 .....             | 潘鹤德 潘伟华                 | (153) |
| 铜坑矿井下大爆破地震和冲击灾害的预防与控制 .....    | 杨伟忠                     | (158) |
| 广西龙胜县滑石矿技改工程硐室爆破技术 .....       | 韦国省 赖 广                 | (165) |
| 厂房爆破拆除的新尝试 .....               | 唐春海                     | (171) |
| 类三角形框剪结构楼体的偏转定向爆破拆除 .....      | 李振文 陈乐生 邓家福             | (176) |
| 高层框架楼房的分体交叉定向爆破拆除 .....        | 郑启山 王福煥 何 松 邓祖明 熊小军 黎子尚 | (183) |
| 十五层办公大楼拆除定向爆破设计与施工 .....       | 吴仲雄 程贵海 胡运金 谭海文         | (191) |
| 水压爆破拆除地板的研究 .....              | 陈保健 邓振民 周泽恺             | (200) |
| 乐滩水电站一期RCC围堰拆除爆破 .....         | 何武志                     | (205) |
| 定向爆破拆除水电厂房进水池混凝土挡水墙 .....      | 何武志 周毅刚                 | (211) |
| 四洲砖厂烟囱爆破拆除技术 .....             | 吕美东 莫福荣 覃志尚             | (219) |
| 五个连体漏斗的水压爆破 .....              | 潘伟华                     | (225) |
| 钢筋砼框架结构车间纵向倾倒爆破拆除 .....        | 贺茂基 邓金鹏                 | (231) |
| 合山电厂1-3#机组主厂房定向爆破拆除 .....      | 陆鹏程 陈禹任 张 健             | (237) |
| 采用导爆管——火雷管起爆系统控爆拆除教学危楼 .....   | 周志才 谢秀璋                 | (246) |
| 钢筋混凝土双曲拱桥墩上结构的控爆拆除 .....       | 周志才 黄国勋 巫桂康 成天晓 赵宏志     | (252) |
| 红水河桥梁角滩航道整治工程水下爆破设计与施工 .....   | 岑树华                     | (261) |
| 沿海水下深孔钻孔爆破的施工技术探讨 .....        | 陈 艺                     | (267) |
| 广西水下钻爆工程船的发展趋势 .....           | 巫桂康 梁东琼 龚厚宽             | (274) |
| 海南军区花场港码头基槽水下爆破 .....          | 张则景 谢炳龙 朱 彬             | (278) |
| 近码头水下爆破及水下爆破对海豚的影响 .....       | 朱 彬 刘长坚 张则景 谢炳龙         | (284) |
| 在有水深孔中非防水爆破器材施工工艺探讨 .....      | 陈勇坚 甘济堂                 | (290) |
| 湄公河航道钻爆清礁挖泥船的船型选择及强度探讨 .....   | 梁东琼 巫桂康 匡俊伊             | (294) |
| 水下爆破工程质量管理探讨 .....             | 林喜荣                     | (302) |
| 广西大化水电站船闸下游河道炸礁工程安全措施与实践 ..... | 阳宏毅 左华成                 | (309) |
| 浅谈爆炸威胁及其安全处置 .....             | 李世聪                     | (316) |
| 露天深孔台阶爆破飞石的产生与控制 .....         | 廖爱华                     | (323) |
| 炮烟中毒的急救与防治 .....               | 王 敬                     | (328) |

# 广西爆破事业的发展与展望

杨选臣

(广西大学资源与环境学院, 南宁, 530004)

**摘要:** 总结广西工程爆破事业的发展, 特别是在拆除爆破、硐室爆破、深孔爆破、水下爆破方面的技术成就, 展望工程爆破技术的发展和工程爆破工作者的任务。

**关键词:** 工程爆破 爆破技术 发展

## 1 广西工程爆破技术的发展成就

广西工程爆破技术的发展历程与广西经济建设的发展需要和我国工程爆破技术的发展是不可分的。

解放初期广西的爆破技术还十分落后, 工程爆破主要是在矿山开采、铁路公路建设和采石场方面使用, 基本上使用手捶人工打眼、导火索点火起爆的状况, 爆破器材品种单一、性能低劣、劳动强度大、工效低、安全可靠性能差。

广西有丰富的矿产资源和水力资源, 随着广西经济建设的发展, 特别是采矿事业的发展, 工程爆破也有相应的发展, 从手捶人工打眼过渡到风动工具机械凿岩, 使用铵梯炸药爆破。无论是工作效率或是劳动强度都有了较大的改善。

改革开放以来, 广西的经济建设也和全国一样进入飞速发展阶段, 现代化矿山的建设和各种基础设施的建设以及城市改造市政建设, 促进了工程爆破事业的发展。大批新建项目诸如桂林的两江机场、防城港、北海港、钦州港的建设, 桂柳、南柳、南北高速公路的建设, 大化、岩滩、白龙滩、天生桥一系列大型水电站的建设, 大厂矿务局铜坑现代化矿山的建设, 大型水泥厂的建设, 爆破筑坝等一系列的建设项目, 为工程爆破提供了机遇, 对爆破技术的进步和发展起到了巨大的推动作用, 工程爆破技术在這些工程建设中发挥了重要作用。1995年成立广西工程爆破协会, 团结全区广大工程爆破工作者, 促进了全区工程爆破事业的发展和技术进步。广西工程爆破协会的成立, 标志着广西工程爆破事业的发展进入了一个新的阶段, 在中国工程爆破协会的关怀和指导下, 广西工程爆破在高耸建筑物及大楼的拆除爆破方面已进入全国的前列, 硐室爆破也从大量的D级C级大爆破发展到B级, 地下深孔大爆破的规模和爆破技术的发展, 特别是铜坑矿垂直束装深孔地下大爆破在全国也名列前茅, 水下爆破也进入了全国先进行列, 隧道爆破、预裂爆破、光面爆破技术也在公路、铁路及水电工程中广泛使用, 定向爆破筑坝技术也在广西使用。总结几十年来广西工程爆破技术的进步和发展, 将进一步推动广西工程爆破事业的进步和发展, 促进广西现代化建设的发展。

## 1.1 拆除爆破技术

拆除爆破技术就是对废弃的旧建(构)筑物进行拆除的控制爆破技术。根据爆破对象和工程要求等具体条件,实施对炸药能量的释放过程和介质破碎过程的控制,既成功的将废弃的建(构)筑物拆除,又有效控制爆破的有害效应,采用爆破拆除方法,将人工、机械拆除的立体清除方式变为平面清除方式,使拆除工作更为安全可靠、快速、节省,因而广泛应用于厂矿企业的改(扩)建工程和城市改造工程中。

随着我区经济建设的高速发展,大量的拆迁改建工程,为拆除爆破技术的发展提供了良好的机遇。例如,1994年南宁市友爱路高24米的汽修车间大楼的成功爆破拆除、南宁铁路机务段车辆修理车间的爆破拆除、1996年南宁万力啤酒厂的爆破拆除、1996年桂林七三百货大楼的爆破拆除、1997年的年合山电厂120米高烟囱及其厂房的爆破拆除、1999年桂林市解放桥的爆破拆除。

2003年南宁市原公安局大楼15层高54.6米高大建筑物的爆破拆除,以及紧接着航运大厦的爆破拆除,2004年中国信达管理公司南宁办事处办公大楼共11层高42米,之外,还有围堰的爆破拆除、各种桥梁的拆除,特别是2000年孟加拉国贾木拉大桥引桥工程11号桥的爆破拆除非常成功,广西的工程爆破已进入国际市场。这标志着广西拆除爆破技术已进入全国先进行业,无论从拆除爆破的规模和爆破技术的复杂程度上看,它的成功表现充分表明我区的控制爆破技术的发展和进步。

由于拆除爆破与一般土石方爆破不同,拆除爆破要求对爆破后产生的破坏效果,特别是对爆破的有害效应进行严格的控制,在拆除爆破技术的发展进程中,我区的许多厂矿企业,科研院所、大专院校的爆破工程技术人员和科研工作者在结合拆除爆破工程施工过程中,进行了大量科学研究,他们运用爆炸力学、材料力学、结构力学、断裂力学以及振动测试等工程学科知识和测试手段进行了观测分析,对不同建(构)筑物采用不同的爆破倒塌方式,例如西大资源开发与爆破研究所“框架结构爆破拆除失稳数据研究”和“拆除爆破系统安全研究”,以及“计算机辅助拆除爆破设计”,许多爆破施工单位都进行了爆破地震效应与降振方法的研究,这些研究成果应用于拆除爆破实践有效地控制了爆破的有害效果。

## 1.2 硐室爆破技术

我区的硐室爆破最早是在石灰石矿山使用,如柳州鱼峰水泥厂、宜山维尼纶厂、红河水泥厂等石灰石矿的采矿爆破。在水电站的开挖工程、农田水利建设、港口建设及露天矿剥离中也广为采用,爆破规模从几吨到几十吨甚至几百吨,在布置方式上除采用集中药包到条形药包爆破,从松动爆破到定向抛掷爆破,特别是南丹塘仙电站定向抛掷爆破筑坝一次爆破药量达960多吨,德保氧化铝厂平整爆破同时爆破四个山头,用药量达285吨,通过大量的硐室大爆破工程实践,发展了大爆破设计理论,掌握了硐室大爆破各种设计参数的选取和计算方法,以及大爆破效果和有害效应的控制。

我区山岭起伏,峰丛叠嶂,劳动力充足,采用硐室爆破,爆破量大,快速高效、简便、不需要很多大型机械设备,不受气候和交通条件的限制,能经济和安全地完成大量土石方工程开挖、堆存、填筑等各项任务,得到了工程界的普遍认同,因而获得了迅速发展。由于硐室大爆破一次爆破装药量大、爆破环境要求越来越高,使用范围的限制也更为严格,在铁路、公路以及有保留边坡和保护对象的情况下都限制使用,但在我区的一些荒芜山区仍有使用前景。

### 1.3 深孔爆破技术

随着深孔钻机及装运设备的不断改进,爆破技术的不断完善和爆破器材的发展,深孔爆破的优越性更加明显。更能经济安全地完成大量采矿、土石方工程开挖等各项任务。在我区的许多金属矿山、石灰石矿山、铁路公路路堑、大型水电枢纽工程以及港口、码头建设中广为使用,华锡集团铜坑矿从上世纪八十年代就使用地下深孔爆破采矿孔径达 260mm,孔深达 40m,露天深孔爆破实现了大区、多排微差深孔爆破,对孔网参数、装药结构、填塞方法、起爆网络、微差间隔时间进行了深入的研究,并在工程实践中发挥了重大作用,大大提高了生产效率,特别是今年 5 月采用束状垂直深孔爆破,地下一次爆破装药量达 146.6 吨,它的成功爆破标志着广西地下深孔爆破技术已进入全国先进行列。

### 1.4 光面爆破预裂爆破

光面爆破是沿开挖边界布置密集炮孔,采取不耦合装药或装填低威力炸药,在主炸区之后起爆以形成平整轮廓面的爆破。预裂爆破也是沿开挖边界布置炮孔,采取不耦合装药或装填低威力的炸药,但它是在主炸区之前起爆,从而在主爆区与保留区之间形成预裂缝,以减小主爆区爆破时对保留岩体的破坏外形或平整轮廓面的爆破。光面爆破预爆破技术的发展,为开挖工作的成形质量和边坡安全提供了有利条件,促进了深孔爆破的发展和广泛使用。广西为多山地区,公路、铁路都必须穿越大量山区,且多为高边坡,采用深孔光面爆破预裂爆破可收到良好的经济效益和安全效果。此外,在港口码头建设及水电站建设中也应多采用深孔光面爆破,预裂爆破技术,取得了良好效果。

通过大量的光面爆破、预裂爆破实践对光面爆破预裂爆破的机理,孔距与孔径的关系,炮孔方向的控制,装药量与装药结构等爆破参数以及地震效果爆破安全技术的深入研究,现在已能熟练地使用光面爆破和预裂爆破技术。在广西的各高速公路都可见到,特别是桂柳高速公路采用超深孔高台阶光面爆破,半孔率达 95% 以上保留坡面稳定平整美观。

### 1.5 水下爆破

广西红水河的开发、漓江、右江等江河的疏浚及防城港的建设提供了大量的水下爆破工程。涠洲岛客货两周码头基槽、港池码头调头地开挖,铁山港、防城港的水下爆破,钦州港红水河码头的建设进行了大量水下爆破工程,在水下控制爆破施工中,采用毫秒微差爆破技术,气泡帷幕和减振孔防振措施有效地保护了码头及建(构)筑物的安全。

大量的水下爆破工程实践,培养和锻炼了水下施工工程队伍,广西航务工程处、南宁航务工程处、梧州航务工程处等施工单位为完成广西乃至全国的水下爆破工程任务作出了贡献。南宁航务工程处开展了“水下爆破施工对近距离水工建筑物减震措施的研究,提出了减震防震的有效措施。”工程实践表明,从钻孔定位、装药量的计算、装药结构、填塞方法、起爆系统以及水下爆破安全技术等方面已经熟练掌握了下水爆破技术,能够满足各种水下爆破的施工要求。

## 2 爆破技术的展望

随着国家西部大开发的发展战略的实施,作为大西南出口通道的广西,在能源、交通等基础设施矿产资源开发、城市、港口的建设方面将有更多的爆破工程任务和新的爆破技术问题需

要解决,必将促使我们进一步去研究新问题、发展新技术、解决新问题,以适应新的工程爆破形势的要求。

## 2.1 硐室爆破仍有发展前景

由于爆破环境,保留边坡以及安全的要求越来越高,在很大程度上,限制了硐室爆破的使用和发展,但是,作为地处西部地区的广西,在西部大开发的许多工程施工中仍有使用前景,因此,进一步研究完善硐室爆破综合技术,提高对硐室爆破有害效应的控制能力,发送爆破质量,充分发挥硐室爆破高质量、高效益的优越性。

## 2.2 发展深孔爆破技术

深孔爆破机械化程度高、产量大,随着微差爆破技术的应用,光面爆破、预裂爆破技术的发展,深孔爆破的优越性更加显示出来,使用范围越来越广,进一步完善深孔爆破综合技术,更准确地计算确定各爆破参数,有效地控制爆破有害效应,仍然是我们的重要任务。

## 2.3 深入研究水下爆破的相关技术,促进水下爆破技术的发展

随着我区经济建设的发展,特别是西部开发战署的实施,水下爆破技术已广泛应用于水利水电、航道、交通、港口、桥梁、油气管道等诸多领域。按爆源的位置和水域条件的不同又分深孔、浅水、近水面和水下深孔、水下裸露等各种水下爆破,广西主要应用水下钻孔和浅水爆破。

水下爆破由于水介质特性和水域环境与陆地爆破的差异很大,水下钻孔爆破作业环境比较复杂,受水面风浪、海潮、河流水位、流速、泥砂运动等因素影响,同时水下爆破介质处于水饱的状态,并受水层压力和水阻力的双重作用,因此,进一步开采水下爆破特性、水下钻孔爆破作用机制、装药量计算、水下爆破安全技术的研究,以适应水下爆破发展的要求。

## 2.4 加强爆破理论的研究,用理论指导爆破实践

近年来,在大量的爆破工程实践中积累了丰富的实际经验,对爆破理论的研究严重落后于爆破工程实践。许多爆破工程技术问题主要是靠经验来处理,到目前为止,我区还没有一个专门从事爆破的专业研究机构,爆破测试技术也处于较为落后的状况,严重阻碍广西爆破业的发展。

## 2.5 提高爆破施工作业的机械化、自动化水平

我区除华锡集团和 underwater 爆破施工单位等少数单位爆破施工机械化、自动化水平较高外,大多数爆破施工单位都是使用小型机械钻孔、人工堵塞,且不配套。除了龙滩外来施工单位使用装药车外,广西还没有自己的装药车,广西爆破施工装备技术的落后状况必须改变。

## 2.6 提高爆破器材质量,降低成本

爆破器材的质量、品种直接影响爆破技术的发展,我区生产的炸药雷管等爆破器材,质量比较稳定,品种也能基本适应工程爆破的要求,但在适用于石材开采的低爆力炸药和微差爆破雷管的段数和延时的准确性等方面还须进一步开发。在使用方面应控制火雷管的使用范围,以非电导爆管雷管代替火雷管导火索起爆系统,以减少爆破事故的发生。

## 2.7 加强安全技术管理

随着工程爆破技术的发展,爆破安全技术及管理水平也相应提高。严格控制爆破有害效应对环境的影响,凡是城市控制爆破以及有建(构)筑物保护对象的爆破都必须进行爆破振动监测,评价爆破振动对环境的影响程度,研究不同爆破对不同建(构)筑物的爆破振动特性,分析爆破振动强度,频率与建筑物破坏之间的内在联系,从而寻求更准确更有效的爆破振动控制爆破振动方法。同时采取降低噪声和防尘措施保护环境。

通过广大爆破工程技术人员的努力奋斗,在大量爆破工程实践中认真总结经验教训,研究新问题,提高工程爆破技术水平,广西的工程爆破将为我区的经济建设做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1] 冯叔瑜,霍永基,杨振声.中国工程爆破技术发展历程与展望,工程爆破文集.深圳,1997.11.
- [2] 汪旭光,周家汉,王中黔等.我国爆破事业的发展和新世纪的展望.工程爆破文集第七辑.新疆青少年出版社,2001.9.
- [3] 张云鹏,甘德清,郑瑞春.拆除爆破(M).北京:冶金工业出版社,1999.
- [4] 中国工程爆破协会.我国工程爆破成就与技术创新发展战略.中国工程爆破协会通讯.2000.12.

# The Development and Expectation of Engineering Blasting Technologies in Guangxi

Yang Xuanchen

*(The Resource and Environment College of Guangxi University, Nanning, 530004)*

**Abstract:** This paper summarizes the development of Engineering technology in Guangxi, introduces the achievement of technologies in demolition blasting, chamber blasting, deep hole blasting and underwater blasting in detail, expects the development trend of engineering blasting technology and states the tasks of the technologists.

**Key Words:** Engineering blasting Blasting technology Development

# 龙滩水电站右岸交通隧洞开挖控制技术

韦国灵

(广西水电工程局, 南宁, 530001)

**摘 要:** 通过分析影响隧洞开挖控制的主要因素, 采用控制爆破技术, 取得了一些成功的隧洞爆破参数, 确保了龙滩水电站右岸交通隧洞的开挖质量。

**关键词:** 隧洞开挖 规格控制 地质条件 爆破参数 技术措施

## 1 引言

隧洞开挖控制的意义有: 首先是保护围岩, 减少对围岩的破坏, 以便有效发挥围岩的自承能力; 其次是控制超、欠挖, 减少超填或欠挖处理, 为施工单位带来效益。在此, 就我局承建的龙滩水电站右岸交通隧洞开挖支护的技术施工管理, 结合在施工中实施开挖控制的经验教训, 分析了影响隧洞开挖规格控制的主要因素, 制订了施工技术措施, 并在隧洞开挖控制过程中, 取得了一些成功的隧洞爆破参数, 确保了施工质量。

## 2 工程概况

龙滩水电站右岸交通隧洞工程是红水河龙滩水电站场内右岸②号公路工程的单位工程之一。交通隧洞工程穿越龙滩水电站大坝右坝肩, 是连接右坝肩上、下游的主要通道。隧洞位于②号公路(K3+012.53~K3+345.27)段, 洞线长度 332.74m, 石方洞挖工程量 24263.6m<sup>3</sup>。隧洞净空断面为圆拱直墙城门洞型, 拱半径 5.321m, 直墙高 3.5m, 净高 7.0m, 净宽 10.0m。设计锚喷 C20 混凝土厚 10~15cm, 衬砌钢筋混凝土 C25 厚 50~70cm, 开挖断面面积 55.5~68.4m<sup>2</sup>, 隧洞的设计断面如图 1 所示。

采取钻爆法施工, 周边光面爆破。分上下导洞施工, 两端掘进。钻孔工具采用 YT27、YT28 型气腿式手风钻, 钻头直径  $\Phi 42\text{mm}$ , 5t 东风平板车改装成台车配合钻孔。上导洞施工, 用柳工产 50 型侧翻装载机装渣, 1.5t 自卸汽车出渣; 下导洞施工, 用柳工产 50 型侧翻装载机和小松 320 反铲装渣, 7.5~15t 自卸汽车出渣的施工方法。上导洞开挖平均总进尺 4.7m/日, 下导洞开挖平均总进尺 16.6m/日。

本隧洞洞身穿越弱风化带下限、地下水位线, 两条大断层带 F60 和 F89, 两条小断层 F46 和 F139。洞室围岩主要为砂岩、粉砂岩夹泥板岩。



### 3.3 测量放样

测量放样在隧洞开挖中也十分重要,其精度直接影响隧洞开挖质量。特别是在有钢筋混凝土衬砌的洞段,《规范》不允许有欠挖,超挖则要回填混凝土。

## 4 实施规格控制的几点措施

### 4.1 施工管理

在影响开挖规格质量的因素中,地质条件是不断变化的自然因素,因此,应针对其采取因地制宜、积极主动的施工措施,否则,隧洞的规格质量将被地质条件所摆布。而施工措施及时地制定和实施,需要积极、有效的施工管理做保障。

在施工中,强化了管理制度,同时根据隧洞施工的特点,采取了一些有效的质量控制管理措施,从而建立起“实施→反馈→制定措施→实施”的有效机制,而且,操作人员因素对规格产生的影响也得到了一定的控制。比如,现场施工中,规定各员工按《交通洞工程上(下)游段钻爆作业记录表》和《交通洞工程上(下)游段施工作业记录表》填写每班、每个工种的作业情况。《交通洞工程上(下)游段钻爆作业记录表》中包含钻孔数量、钻孔深度、药卷直径、单孔药量、总药量、雷管数量、起爆网络及起爆方法和爆破效果的几个指标、作业中出现的问题和现象等;《交通洞工程上(下)游段施工作业记录表》中包含各种施工工序作业时间。这样对人为因素及时发现,及时处理整改后,大大提高了钻孔精度,从而降低了人为因素的影响。

### 4.2 控制爆破

本工程控制爆破获得了良好的爆破效果,Ⅰ、Ⅱ类围岩周边孔痕迹残存率在66%以上;Ⅲ、Ⅳ类围岩周边孔痕迹残存率在83%以上。周边孔痕迹残存率计算式为:

周边孔痕迹残存率 = (残留有痕迹的炮孔个数 / 周边孔总数) × 100%

围岩类别,可以通过钻孔有无卡钻杆和用肉眼观察钻孔时流出的浆水来判别,Ⅲ、Ⅳ类及以上围岩不卡钻杆,钻孔时流出的浆水颜色为乳白色;反之,属于Ⅰ、Ⅱ类围岩或其它。

#### 4.2.1 掏槽方式

掏槽效果直接影响循环进尺,对光面爆破的效果也有直接影响,采用了楔形掏槽方式,获得的掏槽效果较好。Ⅱ、Ⅰ类围岩掏槽孔深1.6m,周边孔和辅助孔深1.4m;Ⅳ、Ⅲ类围岩掏槽孔深2.7m,周边孔和辅助孔深2.4m。

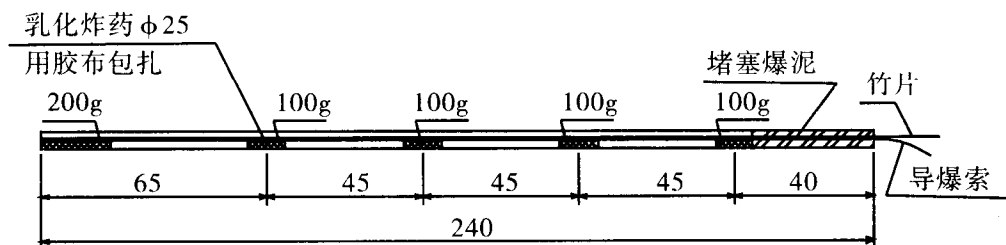
#### 4.2.2 光面爆破参数

##### 4.2.2.1 布孔参数

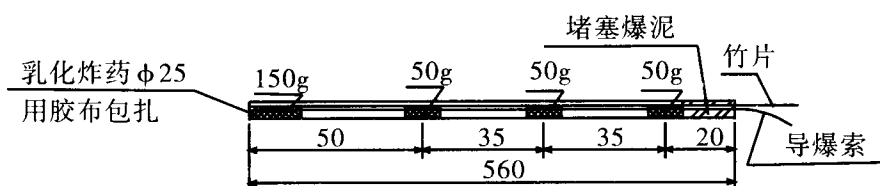
对于Ⅰ、Ⅱ类围岩,周边孔孔距35~40cm,必要时还打孔距为20cm的防震孔,周边孔抵抗线距离60~70cm;对于Ⅲ、Ⅳ类围岩,周边孔孔距45~50cm,周边孔抵抗线距离70~80cm。

##### 4.2.2.2 装药结构

周边孔采用间隔不耦合装药结构,炸药种类乳化炸药,药卷直径 $\Phi 25\text{mm}$ ,炮孔孔径 $\Phi 42\text{mm}$ ,不耦合系数1.68。Ⅰ、Ⅱ类围岩线装药密度214g/m,Ⅲ、Ⅳ类围岩线装药密度250g/m。



a、适用于Ⅲ、Ⅳ围岩，线装药密度 250g/m。



b、适用于Ⅰ、Ⅱ围岩，线装药密度 214g/m。

图2 光面爆破装药结构图 (单位: cm)

### 4.3 技术措施

根据地质条件的变化，及时采取适当的技术措施，是实现隧洞开挖质量控制的重要环节。

#### 4.3.1 对稳定性较差的围岩，及时调整爆破参数

上下游两洞口地表有 3.0m 厚左右的残积岩层、强风化破碎带厚 10m 左右，以及洞内有断层处，采用 1.4m 左右短循环进尺，同一断面的光爆与其它爆孔分开爆破，将周边孔孔距调整为 20cm，并采用隔孔装药的方法，减少爆破对围岩的振动破坏，此法对开挖规格控制取得良好的效果。

#### 4.3.2 对不利楔形体节理裂隙组合，采用随机锚杆锁定措施

隧洞周边出现不利楔形体节理裂隙组合时，被切割在开挖规格线以外的岩块，爆破后剥落坍塌，造成超挖。有的被切割的岩块，当时暂时不塌落，因另一端还插在未开挖的洞段，如果继续开挖，在它被充分暴露后，就会坍塌下来，出现超挖，甚至威胁拱部围岩稳定。对这类岩块，在下一排进行爆破之前，对其采用随机锚杆锁定。施工中，注意观察，确认需要锁定工作完成后，方能保证下一排爆钻孔人员的安全。只要一露出这样的岩块就进行锚杆锁定，就会收到立竿见影的效果。这里采用锚杆的规格，Ⅱ级钢筋  $\Phi 22\text{mm}$ ， $L=3.0\text{m}$ 。

#### 4.3.3 提高测量精度

测量仪器采用 Nikon DTM-530 全站仪。该洞轴为直线，洞内导线点每 70~80m 设一个即可。该隧洞贯通面在 K3+237.5 处，在贯通面上的两端轴线误差值为 5mm，允许误差值为  $\pm 200\text{mm}$ ，测量精度极高。

#### 4.3.4 提高钻孔精度

周边孔的钻孔精度要求最高，钻孔时，钻孔对准已测量放样好的开挖线下钻，方向按已测量放样好的方向点瞄准、控制，并均匀钻进。另外，在已钻好的炮孔插导向杆，引导钻孔人员掌握钻进方向角度，这样容易看出钻孔偏差，并及时纠正，提高了钻孔精度。