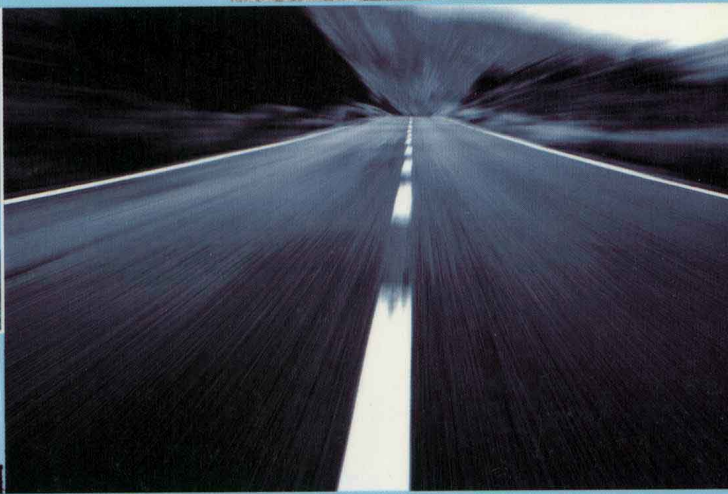
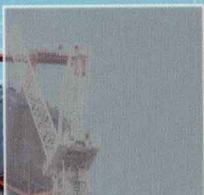
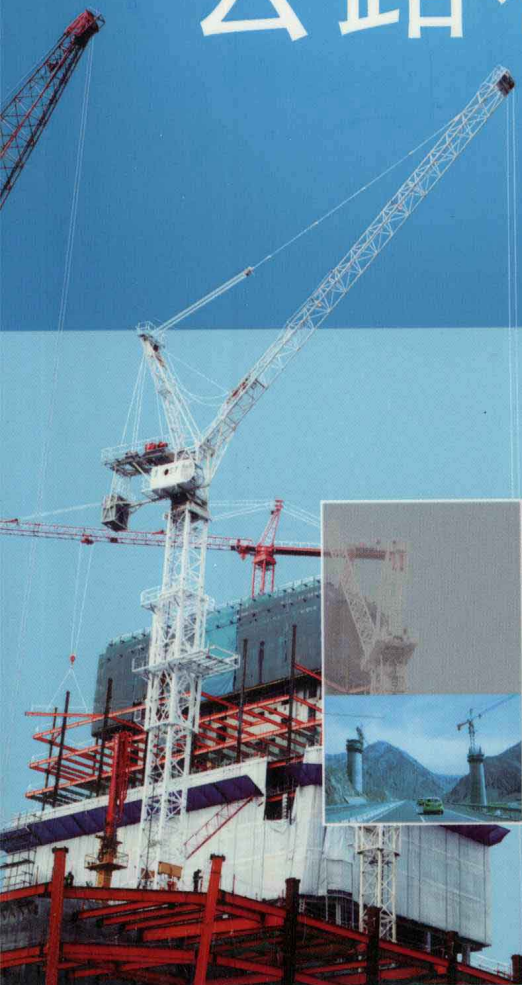


GONGLU SHIFANG GONGCHENG
BAOPO JISHU

公路石方工程 爆破技术

陈建平◎著



北京工业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

公路石方工程爆破技术/陈建平著. —北京: 北京工业大学出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-5639-3171-2

I. ①公… II. ①陈… III. ①道路工程-石方工程-爆破技术 IV. ①U416.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 160950 号

公路石方工程爆破技术

著 者: 陈建平

责任编辑: 程业刚

封面设计: 王玉龙

出版发行: 北京工业大学出版社

(北京市朝阳区平乐园 100 号 100124)

010-67391722 (传真) bgdcbs@sina.com

出 版 人: 郝 勇

经销单位: 全国各地新华书店

承印单位: 徐水宏远印刷有限公司

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

印 张: 13.5

字 数: 208 千字

版 次: 2012 年 9 月第 1 版

印 次: 2012 年 9 月第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-5639-3171-2

定 价: 22.00 元

版权所有 翻印必究

(如发现印装质量问题, 请寄本社发行部调换 010-67391106)

序

以经济建设为中心是兴国富民之要。事业的发展，继往开来，青年人承担着重任，工作在基层一线，他们有为人民服务的精神，也要增加为人民服务的本领。

为了鼓励青年成长和支持青年创业，有着丰富教学实践经验和工程背景的老教授和骨干教师积极参与，编写了《十二五规划青年科普及实用技术丛书》。本系列丛书以有利于学习者扩大知识领域，提高思维能力、实践能力、沟通能力和创造能力为宗旨，以处理好科普及实用技术丛书与读者群需求的统一性与多元化，形成知识学习需求与工作需求的互补为目的，力求形成特色鲜明，一套多本，多门类配套，知行并重的青年科普及实用技术丛书。这就是这套《十二五规划青年科普及实用技术丛书》的使用和价值所在。

本系列丛书的内容涵盖了现代力学、信息、减灾、建筑、节能、环保、材料、金融等学科，力求理论阐述清楚，叙述简洁，并提供了较丰富的实用技术知识。本丛书适合大学生村官阅读，既可作为高校选修课教材，也可作为相关在职人员的培训和参考用书。

北京工业大学关心下一代工作委员会主任

老教授协会会长

周大森

2011年7月11日

前 言

工程爆破是利用炸药爆炸产生的巨大能量作为生产手段，为工程建设服务的一种技术。由于爆破技术具有一般人力或机械所不能替代的特殊优势，因而在国民经济建设中有广泛的用途，已成为公路、铁路、矿山、水利水电、城建、国防等工程领域中破碎开挖岩石的主要方法。我国是多山的国家，目前在我国公路、铁路、水利、水电、矿山、城建、国防等基础工程建设中的每年总爆破工程量已达千亿立方米，从事工程爆破及相关的各类工程人员众多，其中绝大部分人员是一线的施工人员，他们亟待加强现代爆破理论与技术基础知识的学习和培训，以提高他们的爆破科学技术能力和水平，这对于确保工程建设的质量和安安全至至关重要。

北京工业大学自 20 世纪 60 年代以来，系统开展了工程爆破理论与技术的研究，特别是在地形边界条件下和岩体结构边界条件下的爆破理论与技术等方面进行了全面、深入、系统的研究，提出了完整的爆破理论与技术体系，即地形多边界石方爆破理论与技术、爆破岩体工程地质力学原理和岩体控制爆破技术，将爆破理论和技术提高到一个新的高度，这为确保爆破工程效率、质量、安全，并降低爆破工程成本，提供了可靠的理论依据和技术保证。

由于作者数十年来主要在公路建设系统范围内从事教学、科研和生产工作，本书中所涉及的爆破工程实例，皆取之于公路爆破工程实践，故本书定名为“公路石方工程爆破技术”。事实上，作为爆破作用原理及其应用技术，是对炸药能量和爆破介质而言，是一种普遍科学规律，与工程建设行业性质类型无关，故本书所阐述的爆破理论和技术，适用于各种工程建设领域的石方工程爆破作业。

任何工程爆破，最重要的是要确保爆破工程的效率、质量、安全，并降低爆破工程成本。因此，推广、应用相关爆破研究成果，对于国民

经济基础设施建设十分重要和迫切。本着这种精神，我们在出版《多边界石方爆破工程》、《爆破工程地质学》等专著的基础上，编写了《公路石方工程爆破技术》实用技术书籍，以便使广大的工程爆破一线的操作人员、各级工程建设业务主管部门工作人员、工程爆破企事业单位的管理人员、工程爆破监理人员等更好地了解和掌握爆破理论和技术，这对提高我国基础工程建设技术水平和发展生产力是十分重要的。对于我来讲，撰写这类实用技术读物比较困难，书中难免有不足之处，敬请批评指正。

高文学教授为本书审稿，投入了大量时间和精力，特此感谢。

陈建平

2012 年 4 月

目 录

第 1 章 爆破基本概念、方法与爆破器材	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 爆炸及其现象	1
1.1.2 爆破及其基本特征	2
1.1.3 岩石和岩体	3
1.1.4 岩体结构	4
1.1.5 爆破作用原理	5
1.2 爆破方法分类	6
1.2.1 按爆破破岩程度分类	6
1.2.2 按装药结构形式分类	6
1.2.3 按地形特征分类	7
1.2.4 控制爆破分类	9
1.3 炸药的种类和爆炸性能	12
1.3.1 炸药的种类	12
1.3.2 炸药化学变化的基本形式	13
1.3.3 炸药的爆炸性能	15
1.4 起爆器材和起爆方法	16
1.4.1 导爆索起爆法	16
1.4.1.1 起爆器材	16
1.4.1.2 起爆工艺	18
1.4.1.3 导爆索起爆网路特点和使用范围	21
1.4.2 电力起爆法	21
1.4.2.1 起爆器材	21
1.4.2.2 电雷管的起爆原理及其主要性能参数	26
1.4.2.3 电爆网路设计与施工	28

1.4.2.4 电力起爆法的特点·····	30
1.4.3 导爆管起爆法 ·····	31
1.4.3.1 起爆器材·····	31
1.4.3.2 起爆网路·····	34
1.4.3.3 导爆管起爆网路敷设时应注意的问题·····	39
1.4.3.4 导爆管起爆法的特点及应用范围·····	40
1.4.4 混合网路起爆法 ·····	40
第2章 岩体爆破作用原理 ·····	43
2.1 岩体爆破作用基本原理 ·····	44
2.1.1 爆破破岩作用机理的几种观点·····	44
2.1.2 无限体爆破作用原理·····	46
2.1.3 半无限体爆破作用原理·····	47
2.2 微地形边界条件下的爆破作用原理 ·····	52
2.2.1 微地形特征分类 ·····	52
2.2.2 微地形边界条件下的爆破作用原理 ·····	53
2.2.2.1 水平地形边界条件下的爆破作用原理 ·····	53
2.2.2.2 倾斜地形边界条件下的爆破作用原理 ·····	55
2.2.2.3 多面临空地形边界条件下的爆破作用 原理 ·····	56
2.2.2.4 凹陷垭口地形边界条件下的爆破作用原理 ·····	58
2.3 岩体结构边界条件下的爆破作用原理·····	60
2.3.1 爆破岩体结构效应研究·····	60
2.3.2 爆破岩体结构控制原理 ·····	72
第3章 爆破工程地质勘察 ·····	88
3.1 爆破工程地质勘察的目的、任务、内容和方法 ·····	88
3.2 爆破结构面分级·····	91
3.3 爆破岩体分类·····	93
3.4 岩体结构稳定性分析 ·····	99
3.4.1 结构面产状对边坡稳定性的影响 ·····	99
3.4.2 岩体结构类型对边坡稳定性的影响 ·····	102
3.4.3 岩体结构稳定性分析评价方法 ·····	102
第4章 爆破设计与施工 ·····	104

4.1 斜坡地形抛坍爆破	105
4.1.1 斜坡地形抛坍爆破的优点	106
4.1.2 一般爆破设计的内容和步骤	107
4.1.3 斜坡地形抛坍爆破的药包布置	109
4.1.4 抛坍爆破参数计算	120
4.1.5 抛坍爆破的主要技术指标	124
4.1.6 抛坍爆破的导洞、药室的施工	125
4.1.7 抛坍爆破起爆网路设计与施工	132
4.1.8 装药与堵塞	135
4.1.9 起爆与警戒	136
4.1.10 抛坍爆破工程实例	138
4.2 公路石方深孔爆破	141
4.2.1 概述	141
4.2.2 深孔爆破的钻孔布置	143
4.2.3 深孔爆破设计	146
4.2.4 深孔爆破施工	153
4.2.5 深孔毫秒延期爆破	158
4.2.6 深孔爆破效果分析	164
4.2.7 深孔爆破工程实例	166
第5章 爆破安全技术	174
5.1 爆破工程地质灾害及其防治	175
5.1.1 爆破工程地质灾害实例简介	175
5.1.2 产生爆破工程地质灾害的原因	180
5.1.3 防治爆破工程地质灾害的措施	181
5.1.4 岩体工程控制爆破实例	182
5.2 爆破安全技术	190
5.2.1 爆破施工产生的安全问题及其防护	191
5.2.2 爆破灾害与爆破安全	193
参考文献	205

第1章 爆破基本概念、方法与爆破器材

爆破科学，涉及爆炸力学、岩体力学、工程地质学、爆破工程学等学科。要精通它不容易，要入门并掌握一定的规律性，做到科学施工和管理，并能进行初步的爆破设计，却是容易做到的。因此，只要对爆破的基本概念、基本原理和基本方法等进行了解和掌握，并运用到工程实践中，反复思考、实践和总结，便能较好地掌握这门科学技术。

1.1 基本概念

1.1.1 爆炸及其现象

广义地讲，爆炸系指一种极为迅速的物理或化学的变化过程，在此过程中，系统的内在势能转变为机械功、光和热乃至高能粒子的辐射等多种形式。爆炸做功的根本原因在于系统原有高压气体或爆炸瞬间形成的高温高压气体或蒸汽的骤然膨胀。

爆炸的一个重要特征是在爆炸点周围介质中发生急剧的压力突跃的传播，而这种压力突跃正是爆炸产生破坏作用的直接原因。

爆炸可以由各种不同的物理现象或化学现象所引起。就引起爆炸过程的性质来看，爆炸现象大致可以分为如下三类：

(1) 物理爆炸。在爆炸前后，物质形态发生急剧变化而其性质和化学成分没有改变的爆炸现象称为物理爆炸。如锅炉、轮胎、高压气瓶等的爆炸。

(2) 化学爆炸。在爆炸前后, 不仅物质形态发生急剧变化, 而且产生极迅速的化学反应, 使物质性质和化学成分发生改变的爆炸现象称为化学爆炸。如炸药、瓦斯、煤尘等的爆炸。

(3) 核爆炸。某些物质的原子核发生裂变或核聚变反应, 释放出巨大能量所引起的爆炸现象称为核爆炸。如原子弹、氢弹的爆炸。

炸药是一种固体、塑性体或液体物质, 当它受到冲击、摩擦或热能等外界作用时, 立刻进行剧烈的化学反应, 产生数千摄氏度的高温, 数百亿帕压力, 体积膨胀数百倍的气体和高速度的冲击波, 故具有极大的破坏和做功能力。这一作用过程是以毫秒计量的瞬间产生的, 故这一物理过程称为爆炸物理过程; 将所产生的瞬间作用过程的物理现象, 称为炸药的爆炸。

炸药爆炸所产生的具有极大的破坏和做功能力的高温、高压、气体膨胀和冲击波, 是一种极大的能量, 称为炸药爆炸能量, 或炸药能量, 简称爆能。

1.1.2 爆破及其基本特征

利用炸药的爆炸能量对各类介质做功, 来达到某种工程目标的作业, 称为爆破。如岩土爆破、拆除爆破、特种爆破等。爆破, 作为一种人类改造自然的有力工具, 具有如下基本特征:

(1) 具有特定的工程对象和目的要求。任何一个爆破项目, 都有确定的爆破对象、范围, 以及爆破效果、安全、工期和主要技术经济指标等要求。

(2) 工程设计和施工作业要求。任何一个爆破项目, 都应在调研、勘测以及可行性研究的基础上进行技术设计和施工组织设计, 施工作业应严格依据设计文件实施。

(3) 爆破效果评价与检验。任何一个爆破项目, 都有各自不同的客观环境与施工条件, 爆破设计和施工应密切结合工程实际条件, 选择合理的爆破方案、参数和安全技术措施, 才能取得良好的爆破效果。同时, 通过爆破实践, 最终检验和评价爆破效果。

(4) 爆破作用过程与爆破效果控制。任何一个爆破项目, 不仅要做到严格按照设计要求、时序实现对药包的起爆, 而且还应做到有效地控

制爆破破岩效果以及爆破有害效应，确保周边环境的安全。

1.1.3 岩石和岩体

这个问题很重要，现在在工程界有些人对岩石和岩体的概念分不清，或错误地把岩体当做岩石对待，这样不仅理论上产生错误，而且常常导致在工程实践中出现问题而危害工程建设。所以必须区分岩石和岩体的概念。

岩石：是构成地壳的基本物质，是由矿物组成的集合体。岩石是岩体的组成物质。岩石，是岩石学的概念，主要研究岩石的成因（分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类）、成分、结构和构造等，来为鉴定岩石提供物理性质标准。岩石学是地质学的基础学科，凡研究地层学、地史学、地质构造学、矿床学、岩石力学、工程地质学等，都必须认识和鉴别岩石。

岩体：是为工程建筑服务的工程地质学范畴的概念。岩体是各种工程建筑物的地基（如房屋、桥梁、坝、闸等）、路基（公路、铁路）、围岩（隧道、各种地下建筑）、边坡（路堑、基坑）以及各种建筑物的环境，因此岩体是各种工程作用的对象或介质。岩体是由岩石组成的，它不是单块岩石，而是岩石的组合物，是相对于工程建筑物的宏观物体。岩体是地壳的一部分，是地质体，它是地质历史产物，它经历着各种地质作用的建造和改造，而使它具有复杂的地表外貌形态（地形）、物质组成（岩石种类和性质）、内部结构和构造（地质结构或岩体结构）。因此，从工程力学上讲，它具有明显的非均质性、各向异性和不连续性等特征，尤其是其不连续性。荷载作用下（特别是在爆破作用下），岩体的变形、破坏、强度和稳定性等严格地受岩体中发育着的不连续面控制。因此，岩体多属不连续介质，这一点与岩石有着本质的区别，岩石多为小块岩样，在进行岩石力学性质试验时，多为取小块岩石标本进行力学性质测试。显然，这种岩石力学性质指标不能代表岩体的力学性质特征。因此，在各种工程建筑中必须将岩石与岩体的概念严格区分开来。石方爆破其实质为岩体爆破，爆破作用介质为岩体介质。

1.1.4 岩体结构

作为爆破对象和介质的岩体是地质体，自然界中这种地质体大多存在着各种成因、各种规模、各种产状的节理、断裂、层面、软弱夹层等不连续界面，它们控制着岩体的变形、破坏、强度和稳定性等力学特性，在工程地质学中，将这些不连续界面统称为结构面，由不连续界面切割和包围的岩块，称为结构体。事实上岩体中的结构面和结构体的组合，共同决定着岩体的变形、破坏、强度和稳定性等力学性质特征，不同结构面和结构体的组合，显然其变形、破坏、强度和稳定性等力学性质明显不同。因此，将结构面与结构体的组合特征，称为岩体结构特征。岩体结构特征是评价岩体工程地质力学性质的重要指标，应用岩体结构特征来研究和评价岩体的工程地质力学特征的理论体系，称为岩体工程地质力学原理。

岩体结构特征对爆破的影响极为重要，会产生一系列的岩体结构效应，因而控制着爆破作用的物理过程、作用机制和效果的规律性。

在岩体结构特征中，起关键作用的是结构面的特征，主要是结构面的规模大小，包括宽度（对张开的裂缝而言）或厚度（对软弱夹层而言）、延展长度、切割深度等。

在结构面中，凡对爆破作用规律能起到控制作用的那些结构面，称为爆破控制性结构面。显然，爆破控制性结构面，是相对于炸药爆破能量的大小而言。对于吨级药量以上的硐室爆破，能对其爆破作用规律起到控制性作用的结构面，其发育规模一般为：宽度大于 2cm，长度大于 10m；对于药量小于吨级的各种爆破，能对其起控制性作用的结构面的规模一般宽度为小于 2cm，长度为 5~10m。凡不能起控制性的那些结构面，称为普通结构面。

对于岩体稳定性（如边坡稳定性、围岩稳定性）而言，能起到控制性作用的称为岩体稳定控制性结构面。这不仅与结构面的发育规模有关，还与结构面和边坡、围岩的开挖临空面之间的产状关系以及结构面本身的力学性质有关。

因此，在爆破工程中，首先必须寻找和评价岩体中是否存在各种控制性结构面。当存在影响岩体稳定的控制性结构面时，则不宜进行

硐室爆破，否则会造成严重的岩体失稳现象；当存在虽不影响岩体稳定性，但能影响爆破作用效应的控制性结构面时，这就必须按这些控制性结构面在岩体中的空间分布规律，合理选择爆破方案、合理布置药包和确定药量，以期合理利用有利的控制性结构面，或合理处治不利的控制性结构面，以确保工程的爆破效果和安全，同时降低爆破成本。

1.1.5 爆破作用原理

对岩体爆破而言，爆破作用是指炸药能与岩体介质的相互作用。因此，爆破的本质是指炸药能量与岩体介质的相互作用，并做功。爆破做功的效果，取决于炸药能量特征、岩体介质特征、炸药能量与岩体介质相互作用特征等三大要素。

炸药能量特征：即炸药能量的大小与作用方式，这些取决于爆破方法种类、炸药种类和性质、药包的结构形式、药包群布置方案及药包埋设位置、药包装药量、药包群起爆方案与起爆方法等，这些都是爆破设计需要解决的问题。

岩体介质特征：包括岩体的地表形态特征（微地形特征）、岩体的物质组成特征（岩石种类和性质）、岩体的内部结构特征（岩体结构特征）等三部分，这些是客观存在的自然特征，它们各不相同，但可通过爆破工程地质勘察调查清楚。

炸药能量与岩体介质相互作用特征：即炸药能量与岩体介质相互作用的物理力学过程、作用机制和效果的规律性，简称为爆破作用原理。

由上述可知，炸药能量特征、岩体介质特征、炸药能量与岩体介质相互作用特征等，是影响爆破做功效果的主要因素。爆破科学就是全面、深入、系统研究这些特征及其相互作用规律，并在爆破设计和施工中切实避免不利因素对爆破破岩效果的影响，充分利用和发挥各种有利因素，以便达到获得最佳爆破效果的目的。因此，所有参加爆破工程人员，更多地学习和掌握爆破科学理论和技术知识，是至关重要的。

1.2 爆破方法分类

1.2.1 按爆破破岩程度分类

1. 松动爆破

只将岩体爆破破裂在原处，而未产生爆破抛掷现象的爆破，称为松动爆破。

2. 抛掷爆破

不仅将岩体爆破破裂，并使爆破破裂岩块产生一定数量的抛掷效果的爆破，称为抛掷爆破。

1.2.2 按装药结构形式分类

1. 硐室爆破

炸药装在较大体积的硐室内而进行的爆破，称为硐室爆破。硐室爆破每个药室的装药量较大，一般在吨级以上，在布置成多个群药室时，单个硐室的装药量可为数百千克，有的可为数十千克。

2. 钻孔爆破

炸药被安装在钻孔中的爆破，称为钻孔爆破。按照孔径、孔深不同，分为深孔爆破和浅孔爆破。通常将炮孔孔径大于 50mm，孔深大于 5m 的台阶爆破称为露天深孔台阶爆破。反之，则称为露天浅孔台阶爆破。

深孔爆破由于机械化钻孔效率高，钻孔角度可以人为布置、便于有效控制岩块破碎块度，利于机械化一次清方，还便于实现钻孔、装药、爆破、清碴装运一条龙作业，大大提高施工效率。同时可以利用机械钻孔的高效率和钻孔钻进的准确度，便于开展光面爆破和预裂爆破技术，可很好改善和控制开挖边坡和围岩质量。由于深孔爆破具有以上优点，目前已广泛用于矿山、铁路、公路和水利水电等工程。据不完全统计，我国近年来采用台阶爆破进行露天开采的产量比重逐年增加，其中铁矿

石开采占 90%，有色金属矿石开采占 52%，化工原料开采占 70.7%，建筑材料开采近 100%。

1.2.3 按地形特征分类

地形特征不同，岩体的岩爆破和抛掷作用程度不同，充分利用和创造有利的地形条件，以便使炸药爆破破岩和抛掷作用得到充分的发挥，从而提高爆破工程效率，降低爆破工程成本。

1. 斜坡地形抛掷爆破

水平地形与斜坡地形爆破作用过程如图 1-1 与图 1-2 所示。

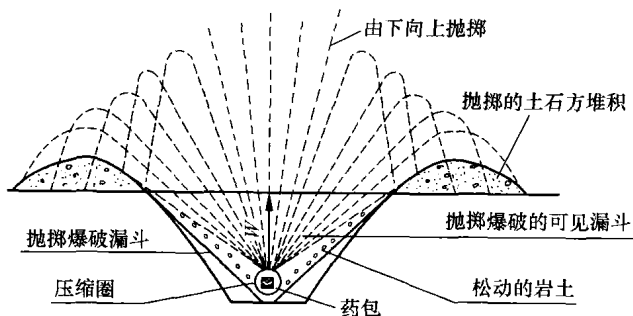


图 1-1 平坦地形抛掷爆破示意图

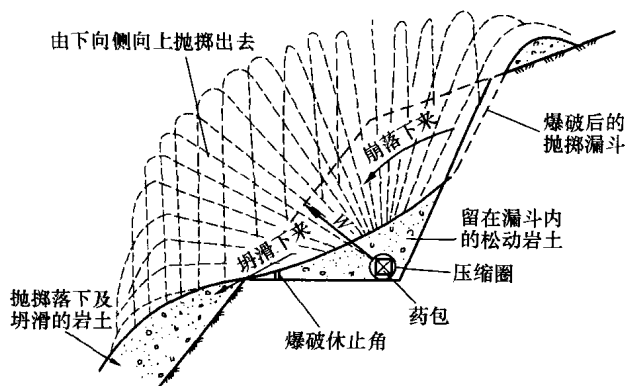


图 1-2 斜坡地形抛掷爆破示意图

①斜坡地形具有有利的倾斜发射角，使爆破抛掷岩块大部分被抛出爆破漏斗以外，而回落到爆破漏斗以内的岩块减少，如图 1-2 所示。

②斜坡地形的爆破抛掷漏斗形成后,其漏斗上侧已被爆破碎裂的岩体会相应产生崩塌作用,而形成崩塌漏斗,这实际扩大了爆破漏斗的体积,如图1-2上侧所示。

③当爆破漏斗内的回落岩块及崩塌岩块堆积到一定高度后便不稳定,由于自然堆积休止角的规律产生坍滑作用,而形成坍滑漏斗,如图1-2下侧所示。

上述三种作用的结果,总体上使抛掷效果增大,即提高了有效抛掷率,而且随着地形坡度的增大,其有效抛掷率继续增大。这样,可以根据这一规律,在斜坡地形进行抛掷爆破设计时,根据已知随坡度增大有效抛掷率增大的比例关系,减少实际用药量,即应用加强松动爆破的用药量,便可达到理想的有效抛掷率,按这种原理所设计的爆破,称为抛坍爆破。

抛掷爆破在斜坡地形中的公路、铁路半路堑开挖中爆破效果最为明显,因此应用最为广泛,均会获得极为理想的爆破效果。

2. 多面临空爆破

一般山脊或山梁地形为两个外倾的临空面,山嘴地形为三个外倾的临空面,馒头形小山包为四个倾斜的临空面。显然每一个临空面都是一个爆破能量的破岩和抛掷作用面,临空面的数量越多,其爆破能量的破岩和抛掷作用越大,爆破有效抛掷率增加越多。这样,根据这一规律,随临空面增多有效抛掷率增大的比例关系,减少用药量却能达到理想爆破效果的爆破设计方法,称为多面临空爆破方法。

多面临空地地形系列爆破技术,是北京工业大学与我国公路部门建立的,专门用于开挖山包、山梁路基和路线通过鸡爪地形发育地段的一套行之有效的爆破方法。根据公路路线所穿越山包的最大中心挖深和路堑开挖长度间的关系,多面临空爆破分为小、短、长、深四种基本类型。

鉴于深路堑本身以及在地形上的特点,以小、短、长三类多面临空地地形爆破为基础,北京工业大学与我国公路部门研究并提出了一套深路堑多面临空地形的爆破方法,即“三多爆破法”。三多爆破是指在深挖路堑中采用多层、多次起爆的多面临空地地形爆破,使深挖路堑一次爆破成型的快速施工方法。其特点是充分利用了路线通过的有利地形、深路堑上部岩体的高程(岩体中潜在的位能)以及药包的爆炸

作用,上层崩塌漏斗崩塌下来的岩体由下层药包接力抛出。爆破抛掷率高,爆破漏斗口小,超炸方量小,爆后高边坡顺直稳定。经过数十处工程爆破的实践证明,“三多爆破法”是深路堑开挖的有效方法,经济效益甚高。

上述斜坡地形抛坍爆破、多面临空爆破,都是充分利用地形或创造有利地形条件,以充分发挥炸药爆能的破岩、抛掷作用,不仅大幅提高爆破效率,确保工程质量和安全,而且降低爆破工程造价。这两类爆破方法均为硐室爆破方法,其与深孔爆破技术相比,有着一定的优越性,特别是在陡峻的斜坡地形和多面临空地地形条件下特别容易充分发挥炸药爆能的破岩和抛掷作用,能大幅度提高爆破工效和降低爆破成本。

多面临空地地形系列爆破技术,是北京工业大学经过不同地形边界条件下的爆破作用规律后,再经过不同地形边界条件下的标准化模拟爆破试验,寻找出不同地形边界条件下药包计算公式的推导和药包布置方法的研究并在生产实践中反复试用,而创造出来的新型硐室爆破方法,详细的设计方法,可查阅人民交通出版社1994年出版的王鸿渠教授的遗著《多边界石方爆破工程》。

1.2.4 控制爆破分类

控制爆破,是对爆破效果和爆破危害进行双重控制的爆破技术。根据工程要求和爆破环境、规模、对象等具体条件,通过精心设计和严格施工,采用合理的爆破技术和有效防护等技术措施,严格控制炸药爆炸能量的作用方式和介质破碎程度,既要达到预期的爆破效果,又要将爆破危害等控制在规定的范围之内。如定向爆破、光面爆破、预裂爆破、岩体结构控制爆破等。这些都属岩体工程爆破技术,控制的是岩体爆破作用原理和效果。

1. 岩体定向爆破

人们一提起爆破,就认为是定向爆破。因为过去的电影中曾多次宣传报道过定向爆破,一次大爆破拦断江河、堆成大坝,形成水库,实在壮观、神秘,给人们留下了极为深刻而美好的印象。其实如上所述,爆破的类型很多,定向爆破仅是爆破技术中的一种方法。