

341620

成都工学院图书馆

基本馆藏

大量爆破 設計及施工

馮叔瑜 朱忠节 馬乃耀 著



人民铁道出版社

5(3)7
3121

大量爆破設計及施工

馮叔瑜 朱忠節 馬乃耀 著



人 民 鐵 道 出 版 社

1 9 6 3 年 • 北 京

在本书中，作者結合实践經驗，对大量爆破技术的基本原理、設計及施工的方法和步驟，作了系統的闡述。可作为爆破工程技术人員及科学研究工作者参考用。

大量爆破設計及施工

馮叔瑜 朱忠节 馬乃耀 著

人民鉄道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第010号

新华书店北京发行所发行

人民鉄道出版社印刷厂印

书号1897 开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ 印张 $16 \frac{3}{8}$ 插頁3 字数435千

1963年5月第1版

1963年5月第1版第1次印刷

印数 0,001—1,800 冊 定价 (10) 2.90 元

序 言

经过三年大跃进，我国社会主义建设事业积累了丰富的经验，科学技术有了很大进步，许多原来基础较差的科学技术水平大大地提高了；更有许多比较有基础的科学技术，创造性地获得了新的成熟的经验。

采用药室法进行爆破的大量爆破技术，在这样光辉的年代里，在工程实践中取得了大量宝贵的经验，并对设计理论作出了贡献，其中定向爆破筑坝技术的推广和发展，具有更为突出的成绩。近两年内，我国采用定向爆破筑成的水库堆石坝达十八座之多，这一具体事实充分说明了定向爆破的先进性。

无数次大量爆破的经验表明：在土石方工程施工中，采用大量爆破方法施工，可以作为独立的机械化施工方法而存在。

系统介绍和总结大量爆破技术的基本原理和有关经验，是作者早已存在的愿望，推动这个愿望的原动力是对于社会主义建设的一点微薄热忱，但是具体付诸行动，却是最近一年以来的事情。

本书内容共分三编。第一编属于大量爆破有关基本情况的系统介绍，希望给予读者概括了解爆炸作用，药包计算原理的基本知识以及现代工程实用上的理论基础；其次对于目前还未能统一起来的爆破理论分支作了粗略的叙述；对爆破材料和与爆破密切关联的地质知识都从现场实用观点作了简单介绍。力求通过这一编的综合说明，使初学读者获得较为明确的概念，同时还能给予科学研究工作者以适当的参考价值。

本书第二编，作者希望阐明几年来在工程实践中的某些亲身体会，配合前人在爆破设计理论方面的系统经验，综合叙述了有关爆破计算参数及经验公式的选择方法及适用条件，同时还根据爆破目的对于药包布置方法作了详尽的论述。在论述中为了具体说明问

50509/10

题，附列了个别的具体实例，使爆破设计工作者有所参考。

由于爆破理论系统的未能建立，实际经验尚不够成熟、完整，形成了大量爆破技术设计的复杂性，任何计算参数和计算公式的使用不当，便可能引起很大的谬差，读者决不可以某一实例作为设计蓝本，以致事与愿违，造成工程损失。

第三编关于大量爆破施工技术方面所作的介绍，侧重我国目前施工机具设备及技术条件的现实状况作了叙述，这些经验可能是片断的、零碎的，但是比较实用的。必须注意，随着我国社会主义建设事业的继续前进，这些点滴经验可能很快成为过时的历史产物，但是作为施工中的参考，仍然具有一定的意义。

一年的时间毕竟是短促的。本书在写作过程中都是利用业余时间进行的。除了全书内容提纲经过集体讨论外，具体章节文字都由作者分工执笔写成，虽然最后通过了统一的加工修正，但仍然不免挂一漏万，有不够系统之处。在内容方面，由于水平有限，更不免有个人偏见和谬误之处。热诚地希望读者给以指正，以便于在有机会时加以修改和补充。

本书在编写过程中，承陈玉珍、祁福环、张作珺等同志热情协助，才有可能早日与读者见面，在此一一致谢。

作 者

目 录

第一編 概 述

第一章 緒論	1
§1. 火药的发明和发展.....	1
§2. 爆破工程的发展概况.....	2
§3. 大量爆破在国民经济建设上的应用范围.....	5
§4. 大量爆破方法的优越性.....	7
§5. 大量爆破的发展趋势.....	9
第二章 药包計算原理	12
§1. 药包及其对介质的爆破作用.....	12
§2. 影响爆破作用的主要因素.....	17
§3. 药包计算的基本假定.....	21
第三章 爆破材料	60
§1. 炸药的基本知识.....	60
§2. 炸药爆轰理论基础.....	75
§3. 工业炸药.....	88
§4. 起爆材料.....	100
第四章 爆破工程地质	108
§1. 概论.....	108
§2. 岩石的分级.....	124
§3. 地质条件与爆破作用的关系.....	148
§4. 爆破作用与地质条件的关系.....	164
第五章 在固体介质中爆破的基本理論	175
§1. 物理力学理論.....	175
§2. 冲击波反射拉应力理論.....	176

§3. 流体动力学理论	178
§4. 功能平衡理论	181
§5. 药包量计算公式的综合比较	189

第二編 爆破設計

第六章 勘测設計工作	196
§1. 勘测工作	196
§2. 设计资料的准备	199
§3. 技术经济方案的比较	201
§4. 设计说明书的内容	203
第七章 计算公式及参数选择	206
§1. 装药量计算	206
§2. K 值及 e 值的决定	207
§3. n 值的选择	210
§4. 压缩圈及预留保护层范围	212
§5. 爆破漏斗抛掷作用半径 R 及 R' 的计算	216
§6. 药包距离的计算	218
§7. $\frac{W}{H}$ 的比值及不逸出半径	220
§8. 可见漏斗深度及爆破方量的计算	221
§9. 药包迟发间隔时间的计算与选择	225
第八章 壑沟大量爆破設計	230
§1. 大量爆破的类型与工点选择	230
§2. 壑沟大量爆破的设计步骤	235
§3. 平坦地面的扬弃爆破	239
§4. 斜坡地面的抛掷爆破	251
§5. 多面临空和陡壁的崩塌爆破	270
第九章 定向爆破的设计	274
§1. 定向爆破的技术原理	274

§2. 定向爆破的类型及其应用范围	276
§3. 药包布置	283
§4. 定向爆破的设计步骤与方法	313
§5. 抛掷堆积计算	332
第十章 起爆网路的设计	345
§1. 起爆方法	345
§2. 电力起爆法	346
§3. 电爆网路的联接方法	363
§4. 传爆线起爆方法	372
§5. 爆破网路设计实例	375
第十一章 安全距离	381
§1. 安全距离的意义	381
§2. 爆破的地震效应	382
§3. 殉爆安全距离的确定	396
§4. 空气冲击波安全距离的确定	400
§5. 个别碎片飞散的安全距离	404

第三編 爆破施工

第十二章 施工設計	411
§1. 現場布置	411
§2. 药室设计	417
§3. 准备坑道	422
§4. 起爆体和装药设计	426
§5. 坑道堵塞设计	429
§6. 药室防水和防潮	433
第十三章 施工前的准备工作	437
§1. 准备工作	437
§2. 导洞药室的現場測量定位	437
§3. 施工料具及机具的准备和安排	439

§4. 劳动力组织.....	442
第十四章 导洞及药室的开挖工作.....	447
§1. 钻眼爆破.....	447
§2. 通风、排烟、排水及照明工作.....	455
§3. 导洞的临时支衬工作.....	456
§4. 出碴工作.....	468
第十五章 装药堵塞和爆破.....	470
§1. 施工组织及准备工作.....	470
§2. 装药堵塞工作.....	474
§3. 爆破网路的敷设.....	481
§4. 警戒信号与爆破.....	489
§5. 爆破后的清理工作.....	492
§6. 拒爆的检查和处理.....	496
第十六章 爆破技术总结.....	501
§1. 技术总结的目的和意义.....	501
§2. 技术总结的方法.....	503
§3. 技术总结内容.....	505
附录: 炸药用量计算表.....	509

第一編 概 述

第一章 緒 論

§1. 火药的发明和发展

火药和炸药同样都是一种特殊的物质，它蕴藏着巨大的位能，除原子能外，至今还没有任何其它物质，可以在冲击、摩擦和热能等外力作用下，迅速地释放出来如此巨大的能量。

火药的发明和应用，对人类社会的文明起了十分重要的推动作用，人们第一次有可能利用大量廉价的能源代替人力劳动，创造人类的幸福生活与物质财富。也正是火药的发明，给现代炸药的理论和实践开辟了发展的道路。

可以认为，火药的发明是极其重大的荣誉，而这个荣誉就属于我们伟大的祖国。

根据考证，早在九世纪，我们的祖先已经创造了比较完备的黑火药，在十一世纪北宋年间的“武经总要”一书中，出现了世界上最早的黑火药的配方。直到十三世纪才逐渐由我国通过阿拉伯传入欧洲各国，因此黑火药在欧洲的出现至少要比我国晚300~400年。

在黑火药发明后大约1000年的时间内，是人们使用的唯一炸药品种。直到十八世纪末和十九世纪初叶，由于化学工业的发展，世界上才出现了与黑火药成分不同的其它新品种炸药，这就是雷汞、硝化棉、胶质炸药以及硝基化合物的梯恩梯炸药等新型炸药的相继发明和付诸实际应用。其中对爆破工程起了重大促进作用的事件，要推十九世纪末硝酸铵类炸药的发明问世，因为硝酸铵炸药具有成本低廉并能大量生产和生产与使用上的安全特性，到目前为止仍然是最合理的工业炸药。

现代炸药无论在威力、安全以及制造和使用方便等方面，都远

远地超过了黑火药。数以千计的各种类型和化学成份的炸药品种，成功地被应用于战争与和平建设事业的各种目的，为人类社会的物质文化起了重要的促进作用。但是必须承认，所有这些成就，都是在黑火药理论与实践的基础上发展起来的。

解放前的旧中国，只能生产少量的军用炸药供给反动统治者镇压人民革命运动之用，工程上需用的硝酸铵炸药及梯恩梯都是由外国进口供应，而应用最广仍是手工业生产的黑火药。这种炸药比较起来既不安全，威力又十分微小；在使用中安全事故不断发生，严重地损害了劳动人民的生命安全。

解放后，在党的关怀和鼓舞下，建立了许多大型炸药工业，生产各类品种的工业炸药，年产硝酸铵数十万吨的企业已经不是独一无二的了。这样巨大的产量，既可满足硝酸铵炸药的需要，又可供应农业上化学肥料的大量需要。此外，还试制成功了许多新品种的工业炸药，如防水硝酸铵炸药、油铵炸药和供地下爆破用的少毒炸药等，都是在大跃进以后获得的新成就。同时还生产了许多质量优良的起爆器材，如雷管、传爆线、导火线以及技术复杂的毫秒迟发雷管。

§2. 爆破工程的发展概况

根据历史学家冯家升的研究，认为黑火药的发明是我国古代炼丹家的创造成果，其后再由炼丹家转入军事家的手里，并被广泛地应用到战争中克敌制胜。然后才逐渐地应用到国民经济建设的和平目的上去。这种发展过程在一定的时期内是相当缓慢的。

应用火药的最初阶段，仅仅是用来作为火箭、火炮等发射武器，还谈不到爆破工程问题，因为使用药包爆破某种介质达到一定工程目的的爆破工程，在文献上能找到正式记载的是在十六世纪。例如1552年俄国人利用地雷爆破，炸毁了喀山城牆，1669年法国军事工程学家沃班首先提出倒立正圆锥体形的爆破漏斗，这才是军事爆破工程的开始。

1548~1572年俄国人开辟聶曼河航路，为世界上第一次将爆破工程用于经济建设事业的正式记录。

十七世纪火药被开始使用到矿山爆破中，开采煤炭及其它有用矿石，逐渐发展了以和平建设为目的的爆破工程。但是由于黑火药的危险性大，在矿山爆破中，因为地下矿尘及瓦斯的有害作用，更多地增加了爆破的危险性。

大量推广和应用爆破工程为各种国民经济建设服务的工作，只有在十九世纪化学工业发展起来后，先后出现各种炸药新品种，这才给爆破工程的发展开辟了广阔的道路。

1827~1830年间，在修建英国利物浦-曼切斯特铁路线时，工程师斯梯芬逊设计了通过奥里弗山脊长约3.2公里、挖深最大达30米、土石方总量达360,000立方米的双线铁路路堑开挖的爆破工程；这是铁路建筑中第一次大规模的应用爆破技术。

大量抛掷爆破技术的发展，为爆破工程开辟了新的广阔的世界，使之形成了独立的机械化施工方法之一。

由于苏联第一个五年计划的开始，大量爆破技术在苏联得到了充分发展的园地。1931年以后在水利渠道、交通建筑及矿山建设等国民经济建设部门普遍推广采用了大量爆破施工方法。

1929年苏联在修建土尔克明-西伯利亚铁路干线南段时，在奥古兹-奥库尔根一次爆破37,000立方米岩石的大量爆破，是苏联铁路建筑第一次采用大爆破方法施工的区段。1931年2月在奥克河上120米渠道的爆破，则是苏联水利上采用大爆破方法施工的开始。现在苏联是世界上应用大量爆破技术最多、最广和规模最大的国家之一。

我国在历史上什么时候开始在国民经济建设中应用爆破技术，暂时还没有找到可靠的根据。由于我国是黑火药诞生的祖国，可以相信也是世界上爆破工程发展最早的国家。但是应该承认，大量爆破技术的广泛应用和发展，还是全国解放后的事情。

大量爆破这一项新技术，在我国首先应用于交通建筑工程上。

1951年中国人民解放军修建康藏公路时采用了成吨装药的硃室药包法进行爆破，1953年铁道兵部队在担任铁路的抢修任务中，一年內曾經用大量爆破方法完成了200多个工点的土石方工程，共用炸药300余吨，爆落岩石720,000多立方米。与此同时，在1953~1955年间修建宝成铁路时，前后在148处采用了大量爆破方法施工，共爆落岩石2,491,356立方米，创造了爆破的空前规模。

此后在铁道部门各新线建筑工程中，逐年增加了爆破数量，其中大量爆破施工所完成的土石方数量在比重方面有了显著的增加，例如在1955年用爆破方法完成的土石方数量有17,184,878立方米，其中大量爆破占1,519,564立方米，为爆落总方量的8.9%，1956年就增加为爆落总方量19,028,287立方米的20.6%。大跃进以后，随着新线建设速度的飞跃发展，爆破数量和爆破规模都有了更大的发展，并取得了许多新的成就。

1956年白银厂矿山进行的三次空前规模的大量爆破，共用炸药15,573.3吨，爆破土石方9,065,000立方米，其中最大的一次装药9,242.26吨，最大的药包装药量达到1167吨。这是我国最大规模的爆破，也是世界上最大规模的爆破。

1958年大跃进以后，在各种爆破技术方面都取得了很大的成绩，爆破施工队伍迅速地成长起来，科学研究工作也随之有了新的发展。其中须特别提到的应该是定向爆破技术的发展和技術上的成就。

在1956年修建內昆铁路号志口工点时，为了适应该处的特殊地形，第一次成功地采用了定向爆破施工方法。但是大量的推广应用却是1959年1月东川口水库定向爆破筑坝的胜利建成后开始的，此后两年內水利水电部门采用定向爆破方法筑坝18座，根据其中16座坝的统计共用炸药2,530,66吨，完成土石方数量2,050,300立方米。这就大大地丰富了定向爆破的技术经验，提高了设计和施工的理论和技术水平，充实爆破队伍，培养了大量的科学技术人材，同时也普及了定向爆破筑坝技术，河北省邢台县人民公社就曾利用这种技

术，胜利完成了贺家坪等水库的爆破工程，在这个水库一次爆落了土石方35,000立方米，堆成了40米高的堆石坝。

我国爆破工作者，在党和政府的领导下，社会主义建设的热情高涨，技术水平不断提高，已经能够设计各种规模的和适用于各种工程目的的爆破工程，并能进行各种复杂技术的爆破施工，给今后对爆破理论和技术水平的继续提高创造了有利条件。

§3. 大量爆破在国民经济建设上的应用范围

大量爆破的主要对象是土石方工程。因此，它的应用范围很广，在国民经济建设中，可以说凡是有土石方开挖工作的部门都可以采用大量爆破方法施工以代替人力劳动或其它种类的机械化方法施工，还可以完成人工或机械不可能执行的某些特定条件下的施工工作。具体的情况可以分述如下：

一、在铁路或公路建设方面，可以利用大量爆破方法开挖路堑或填筑路堤。因为路基土石方的开挖工程，用任何其它施工方法施工，都必须有挖、装、运、卸、填、夯等多样复杂的工序，每一项工序都要占用一定数量的人力和机械。但是，利用大爆破方法施工，可以在极短的时间内同时完成上述各项工序，这就显出了它的优越性。

在铁路或公路建设方面，还可以利用大爆破方法开采石料，作为建筑材料或碎石、道碴等材料。在某些特殊条件，如在软土、冻土、高原气候等地区筑路时，大爆破方法的应用价值也是很高的。

二、在水利水电工程方面，首先要推定向爆破的应用范围最广，价值最大。大跃进以来的经验证明，水利水电部把定向爆破筑坝作为机械化筑坝施工方法的发展方向，是完全正确的。随着爆破规模的扩大，经验的积累，定向爆破筑坝的发展前途是无可限量的。最近一次装药1,400吨，填到坝上1,050,000立方米，平均填高62米的大型堆石坝，给进一步的发展创立有利条件，也给定向爆破筑坝创造了空前成功的实践经验。

在水利水电部门，大爆破还可以用在开运河、开渠道、改移河道以及疏浚航道、开采石料等工程项目上，每一个项目都可以代替大量劳动力，节约工程施工的时间。

可以认为大爆破在水利水电部门发展前途是无限的，应用范围是广阔的，而爆破的规模随着工程的需要和经验的积累也将远远超出通常限量之上。

三、矿业上应用爆破的范围，随着国民经济建设的飞跃发展，矿山规模的增大以及采矿技术的进步和机械化程度的提高，日益开展起来。类似白银厂15,573.3吨或更大规模的爆破将逐渐出现，同时也将积累更多的技术经验。因为现代矿业技术的发展证明，无论在地面或地下都可以采用大量爆破方法爆落大量矿石。

揭开复盖层使深埋在地层内的矿石暴露在露天条件下，把艰难繁重的地下开采变为露天采矿条件，对于矿业工程的意义和价值都是很大的。从改善开采条件，有利于安全和工人劳动环境方面来看，或者从开采矿石的数量要求来看，利用大爆破方法揭开复盖层，变地下矿为露天矿，完全有可能成为矿山工程的发展方向。

四、农业方面利用大量爆破的范围，和其它国民经济建设部门一样，正在迅速地推广和发展起来。我国首先应用大爆破在农业方面的是在水土保持的工程上。还在1959年就已开始了这方面的研究试验工作，实践证明这种方法是成功的、有效的。

改良土壤在农业技术方面是一项很重要的课题，利用大爆破可以使这种大规模的繁重工作变得轻便容易。因为爆破可以随心所欲地进行深翻土地的工作，而没有其它机械化方法施工由于机械型号和技术特性而受到的限制。

农业上需要的灌溉渠、排水渠以及蓄水库，都可以利用大爆破方法施工，这比水利水电方面的应用范围更为广阔、普遍，也更容易被农业需要所接受和推广。

五、其它特殊工程和需要而进行的大爆破，在我国社会主义建设事业的发展中表明存在着广大的发展园地。例如为了农业灌溉用

水而进行的冰川爆破，既可以加速冰的融化速度，又可以适当的改变冰川生成条件，使之有利于冰川的活动，比其它方法都好。

利用大爆破扑灭森林大火，消除石油井的火灾，是又特殊又有效的方法。一次利用大爆破方法消除失火燃烧一个多月的油井说明，在这种特殊情况下爆破方法是唯一可行的有效方法。

此外在建筑工程的某些特殊条件下，利用大爆破开挖基坑也能表现出它的优越性。

总之，随着国民经济建设事业的发展 and 爆破技术的不断改进与提高，大量爆破的应用范围日益扩大，它在机械化施工方法中的地位也就日益显著，以致发展成为土石方工程，特别是石方工程中超越其它施工方法之上，这是无可置疑的。

§4. 大量爆破方法的优越性

由于大量爆破作为独立的机械化施工方法之一的发展和应范围广阔，比较起来可以有如下的许多优点。

一、可以缩短施工期限，加快工程进展速度，提前交付使用。这对于我国社会主义建设事业的发展十分有利。在一天等于二十年的飞跃发展中，在我国工人阶级争分夺秒的斗争中，采用大量爆破方法施工，完全符合于多快好省的总路线精神。无疑，这个优越性是一个突出之点。

经验表明，在铁路路基土石方工程中，大量爆破方法的应用，对于数量比较集中的工点，可以较之其它方法施工缩短工期2~3倍。在水利工程方面，定向爆破筑坝，如果以单一的工序而论，可以缩短工期4~5倍，对于整个工程缩短的有效工期也可以达到1~2倍；在其它工序施工技术的发展能够与定向爆破配套后，还可能缩短更多的施工期限。

二、节约大量劳动力。由于大量爆破可以把土石方工程施工中挖、装、运、卸、填、夯等工序合而为一，注定了它可节省更多的机械台班，节约大量的劳动力，提高劳动生产率。

在铁路建筑中,经验表明,大量爆破的劳动生产率一般都在5~15立方米/人工天,比通常1~1.5立方米/人工天的劳动生产率要高。与定向爆破筑坝时由于土石方运距大、工程质量要求高而降低了的劳动生产率比较,大量爆破的生产率就提高得更显著。例如人工填土坝或堆石坝,每人工天还达不到0.5立方米的指标,然而定向爆破却可以达到20~30立方米/人工天或更高一些。在这同时,也减轻了工人的重体力劳动。

三、施工机械设备简单,便于山岳地区及交通困难地区施工。根据一般的情况知道,大爆破工作量最大的工序是准备坑道开挖工作,劳动力最集中的工序是装药堵塞工作。但是所有这些工作项目都不须要重型和复杂的机具设备,通常所要求的施工机械是空气压缩机、手持风钻、斗车或绞车等类,这些设备是属于小型或轻型的简单机械,便于搬运和使用;甚至在极端困难的条件下,机械设备难于到达现场或安装时,利用手工劳动仍然可以作好准备开挖工作和其它施工工序,按照设计要求进行爆破。

不难了解,在我国现阶段工程施工中,机械设备,特别是重型的施工机具还不能满足需要,同时无论在铁路路基土石方工程、定向爆破筑坝或其它水利工程以及矿业工程,大都是在山区地带,即使具有机械设备的施工队伍,在这种情况下,也难于搬运至现场使用,因此机械设备需要简单,形成了大爆破方法施工另一重要特点。

四、不受地理条件、地质条件和自然气候的限制是大量爆破的第四个优点。这是因为在任何情况下,不论是高山或平地,炎热的南方或寒冷的北方;不论是坚硬的岩石或松软的土壤,构造条件好或构造条件差的地质因素;不论是冬季或夏季,雨天或晴天。只要工程需要,有价值进行大量爆破时,都可以在采取适当措施后,照常起爆而又不致减少炸药自身所蕴藏的潜在位能。

其它任何种类的机械化施工方法,由于使用机械的缘故,不能不严格地受到地理、地质和气候等自然条件的限制,在这些限制条件下,可能降低机械的使用效率,甚至失去作用能力。