

《公路石方综合爆破方法》 编写组



公路石方 综合爆破方法

人民交通出版社

公路石方 综合爆破方法

《公路石方综合爆破方法》 编写组

人 民 交 通 出 版 社

1 9 7 8 · 北 京

内 容 提 要

本书是适应农业学大寨群众运动中，农村人民修建山区公路的需要而编写的。本书以介绍石方综合爆破为中心，其内容包括：石方爆破的基本知识；爆破材料的性能、使用、运输、保管及部分爆炸材料的土法制造方法；常用起爆方法；各种基本爆破方法（如钢钎小炮、葫芦炮、猫洞炮、裸露炮与缝子炮等）以及抛掷爆破的设计施工方法。为节省时间，便于使用，将有关药量计算及常用的资料制成图表列于正文及附录中。

本书可供农村人民公社社员、干部、知识青年使用，也可供专业公路施工部门工人、技术人员及有关院校师生参考。

公路石方综合爆破方法

《公路石方综合爆破方法》编写组

人民交通出版社出版

（北京市安定门外和平里）

北京市书刊出版业营业许可证出字第 006 号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：6 插页：4 字数：138千

1978年2月第1版

1973年2月第1版第1次印刷

印数：0000—16,500册 定价（科二）：0.60元

（限国内发行）

出版说明

公路石方综合爆破方法是我国交通战线上广大革命职工，在毛主席革命路线指引下，在无产阶级文化大革命中，通过生产和科研实践总结出来的一种行之有效的爆破方法。采用这种方法进行土石方爆破，可以大大加速山区公路的建设。

为了适应在农业学大寨和普及大寨县的伟大群众运动中大修山区公路的需要，我社邀请北京工业大学，北京市第一市政工程公司，四川省渡口交通指挥部组成三结合编写组，编写这本《公路石方综合爆破方法》。为了便于山区人民公社社员、知识青年等阅读和使用，在取材方面尽量结合农村的实际情况，在文字方面力求通俗，需计算的部分，尽量绘制成图表。本书初稿完成后，编写组同志曾到一些省的基层单位和生产工地征求有经验的炮工、贫下中农、干部、技术人员、知识青年的意见，这些单位提供了很多宝贵的修改补充意见和建议，对进一步提高本书质量起了很大作用。对于参加本书编写工作和提供修改意见的各单位，在此一并表示衷心地感谢。

由于编写时间仓促，对全国爆破方面的新鲜经验搜集得不够，错误之处请广大革命读者批评指正，并将意见直接寄北京安定门外和平里人民交通出版社，以便重印时修改。

目 录

第一章 爆破的基本知识	1
第一节 综合爆破方法的种类及其选用原则.....	1
第二节 药包对岩石和土壤的爆破作用.....	11
第三节 药量的计算.....	21
第二章 爆破材料	31
第一节 炸药及其爆炸的基本知识.....	31
第二节 硝铵类炸药.....	39
第三节 起爆材料.....	61
第四节 爆炸材料管理安全须知.....	69
第三章 起爆方法	74
第一节 火花起爆法.....	74
第二节 电力起爆法.....	79
第四章 爆破方法	102
第一节 钢钎炮（炮眼法）.....	102
第二节 葫芦炮.....	111
第三节 猫洞炮.....	118
第四节 裸露炮和缝子炮.....	123
第五章 抛坍爆破的设计与施工	129
第一节 抛坍爆破的设计.....	129
第二节 抛坍爆破设计应用的计算公式.....	139
第三节 导洞药室的选择与布置.....	146
第四节 抛坍爆破的施工.....	148
第五节 抛坍爆破设计计算示例.....	163

附录一	土壤工程分类及其坚石系数表.....	175
附录二	药包性质变化表.....	180
附录三	岩石单位体积重量(容重) γ 的测定和 计算方法.....	180
附录四	测量旧电池电动势及其内阻的方法.....	181
附录五	装药量与所需药室尺寸表.....	183
附录六	爆破人员安全距离表.....	186
附录七	抛坍爆破药量计算公式诺模图.....	插页
附录八	多边界药量计算公式诺模图.....	插页
附录九	葫芦炮药量计算公式诺模图.....	插页

第一章 爆破的基本知识

爆破就是利用炸药爆炸时产生的高温和极高的压力来破碎、抛掷岩石或土壤。

综合爆破就是因地制宜（根据石方工程的集中程度、地质特别是地形条件、公路路基断面的形状、结合各种爆破方法最有效的使用特性），综合配套使用的一种比较先进的爆破方法。这种爆破方法可以提高工效，保证工程质量，减轻体力劳动，缩短工期，若采用廉价的铵油炸药，更可大幅度地降低工程造价，是多快好省修建山区公路开挖岩土的较好方法。

第一节 综合爆破方法的种类 及其选用原则

综合爆破一般包括小炮和洞室炮（亦称综合大爆破）两大类。小炮主要分为钢钎炮、药壶炮和猫洞炮。洞室炮则随药包的性质、路基断面的形状和地形的变化而不同。一般洞室装药量在一吨以上的称为大炮，一吨以下的称为中炮。在公路爆破工程中，人们也习惯称洞室炮为大炮，葫芦炮、猫洞炮为中炮，钢钎炮为小炮。现分述如下：

一、钢钎炮（炮眼法） 钢钎炮是指直径小于75毫米、深度小于5米、炮眼中炸药装成长条形并用泥土堵塞的一种爆破方法。由于这种爆破方法使用的工具简单，技术好掌握，

施工方便，灵活性很大，单位体积耗药量较小，爆破震动力小，爆后不易造成坍方滑坡，所以广泛用于露天、地下石方数量较少的爆破工程，如整修边坡、检平路基、打水沟、炸孤石、改造地形、打洞井等。但是在路基开挖工程中，单独使用钢钎炮爆破路基石方是不太经济的，其原因：1. 由于这种炮的炮眼浅，装药少，每次爆破的方数不多，并全靠人工消除，所以工效较低；2. 从爆破力量的利用情况来看，也是不利的。由于眼浅，爆破时爆炸气体很容易冲出，变成不起作用的声音，使个别飞石飞得较远，响声大而炸下石方不多。因此，在路基工程中，除石方数量较少，不便采用其它炮型的情况下，应尽可能少用这种炮型。在综合爆破中，钢钎炮主要是一种改造地形、为其它炮型服务的辅助炮型。

二、药壶炮（又称葫芦炮、烘膛炮） 药壶炮就是在深2.5~3.0米以上炮眼底部，用少量炸药，经过多次扩膛成为圆球形或葫芦形状，集中装入一定数量的炸药进行爆破的一种方法，如图1-1。

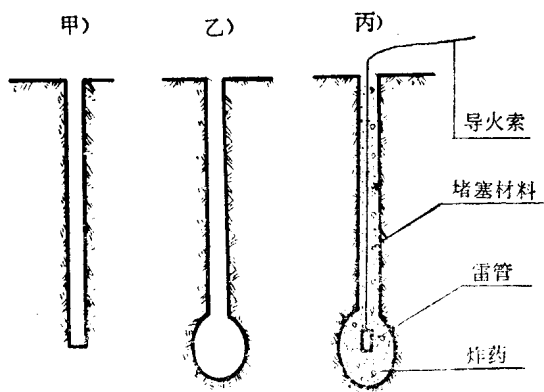


图1-1 药壶炮形成过程示意图
甲)打眼；乙)扩膛；丙)装药、堵塞、爆破

这种炮的优点是：炸药消耗量少、炸药利用率高；不会因为堵塞不好发生冲天炮；爆破效果好、工效高、劳力用得少；爆破时比较安全。

缺点是：打深眼、技术要求高；需多次扩膛才能形成药壶，扩膛用时间长；药壶的大小很难测量且不准确，操作比钢钎炮复杂；爆破后岩石破碎不够均匀。

药壶炮主要用于露天爆破。它的适用条件是：岩石应在坚石以下，不含水分，阶梯高度（ H ）小于10~12米，自然地面坡度在 70° 左右。当自然地面坡度较缓时一般先用钢钎炮截脚，炸出台阶或陡壁后再使用。经验证明，药壶炮最好用于8级以上岩石，中心挖深在4~6米，阶梯高度在7米以下，装药量根据所炸出的药壶体积确定，一般介于10~60公斤，最多可达100余公斤。这种炮每次炸岩石数十方至数百方，是最省工省料的爆破方法。

三、猫洞炮（亦称蛇穴炮、小洞室炮） 猫洞炮就是指洞的直径为20~40厘米、深度为2~5米，洞穴成水平或略向下倾斜（台眼），把炸药集中放于洞穴底部，用泥土或砂

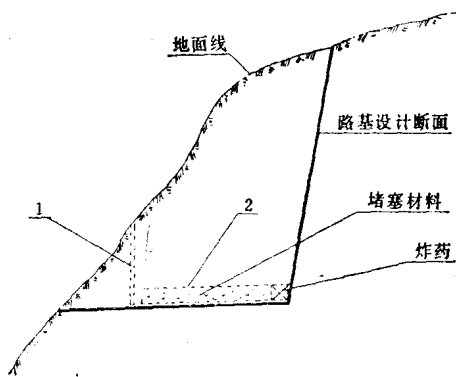


图1-2. 猫洞炮示意图
1-钢钎炮截脚改造地形；2-猫洞炮

粘土将洞穴堵满进行爆破的一种方法，如图 1-2。

猫洞炮的优点：充分利用了岩石本身的崩塌作用，能用较浅的洞穴爆破较高的岩体，一次可爆松数十至上万方；用工少，进度快，比钢钎炮工效高；操作方便，技术简单，易掌握。

缺点：打洞耗药量较多，爆破每单位石方耗药量较大；掘洞出碴较困难；堵塞不好或放孤炮容易冲炮；孤炮爆破效果差。

猫洞炮的适用条件是：9级以下的岩石，最好是软石或有裂缝、软弱夹层的次坚石，9级以上岩石也可以，但打洞耗药量较大，不太经济；阶梯高度最少应大于洞穴深度的两倍；自然地面坡度不小于 50° ，在 70° 左右效果更好。由于洞穴直径较大，深度一般还是较浅而且为直洞，这样爆破时爆炸气体容易从炮口中冲出，爆炸力的利用率较差。因此，洞深至少应大于2米。最好不放孤炮，采用群炮起爆效果较好。猫洞炮爆破每工日产量可达4~10立方米，单位耗药量在0.13~0.3公斤之间。在有裂缝的软石和次坚石中，阶梯高度大于4米，若采用药壶炮的话，药壶又不易形成，改为猫洞炮可获得较好的爆破效果。这种炮在云南、四川等省得到了广泛的应用。特别是在农村修建简易单车道公路、机耕路、田间路和旧路改善加宽的半挖半填地段用得比较多。

四、综合大爆破简介（洞室炮）

综合大爆破在公路工程中主要是指洞室爆破。其作用是使路基断面内土石方大量抛掷或抛坍出路基，或者移挖作填，使爆破后路基断面内清方的工作量减少到最小的程度，有较多的土石方进入填方断面，并保证爆破后的边坡与路基质量良好。综合大爆破一般按地形特点分为以下几种。

（一）抛掷爆破

1. 平坦地形抛掷爆破（亦称扬弃爆破） 这种爆破方法适用条件是：自然地面坡度小于 15° ；路基设计断面为拉槽路堑；石质大多是软石或土，完全靠炸药的爆炸力将岩土由下向上抬高，大量向四周扬弃或抛到路基两侧（如图1-3）。这种爆破方法通常采用稳定的加强抛掷药包，抛掷率①在70~100%。抛掷每方岩土的炸药用量为1.8~2.2公斤，炸药费用占工程造价80%以上。爆破后对路堑边坡的破坏较大，在公路工程中很少采用。

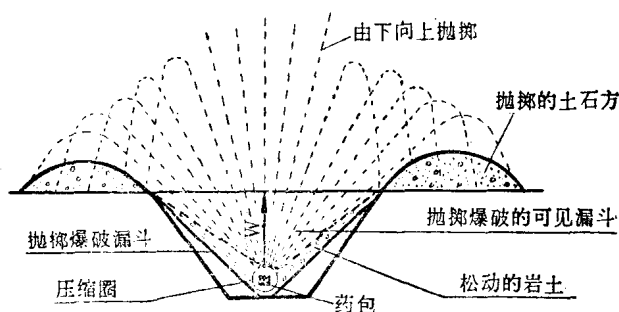


图1-3 平坦地形的抛掷爆破

2. 斜坡地形的抛掷爆破 这种爆破方法的适用条件是：缓斜坡地形和斜坡地形；路基设计断面仍为拉槽路堑；石质较松软。此法通常用加强抛掷药包。临空面②较大，岩石由下向侧向上抛掷，抛掷率一般可达65%（如图1-4所示）。单位耗药量在缓斜坡地形约为0.8~1.8公斤。在斜坡地形约为0.6~1.2公斤。炸药费用占工程造价60%以上。爆破后对路堑边坡有不同程度的破坏作用。在公路工程中应严格控制使用。

- ① 抛掷率：抛出去的岩土数量占爆破岩土总数量的百分比（%），常用符号 E 来表示。
- ② 临空面：岩土与空间相邻的表面称为临空面或自由面。

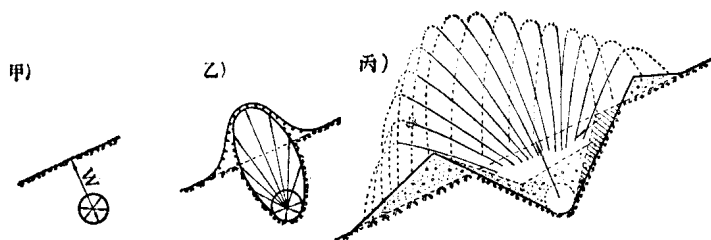


图1-4 斜坡地形爆破漏斗形成过程示意图
甲)形成空腔；乙)鼓包阶段；丙)岩土飞扬和崩坍阶段

(二)倾斜地形抛坍爆破 这种爆破方法适用条件是：适用于自然地面坡度大于 30° 以上的半路堑；临空面较大，地形地质均较复杂，岩石多为次坚石和坚石。岩石只要充分破碎或适当的侧向抛掷，就可利用岩石本身自重而坍滑出路基，提高爆破效果，如图 1-5 所示。此法抛坍率一般为 $48 \sim 85\%$ ，单位耗药量为 $0.2 \sim 0.6$ 公斤。炸药费用不到总造价的 40% ，而每工日产量可达 $6 \sim 15$ 立方米，比小炮工效高 $2 \sim 4$ 倍，降低工程造价 16% 以上，爆破后半路堑边坡稳定，现已在公路工程中普遍采用。

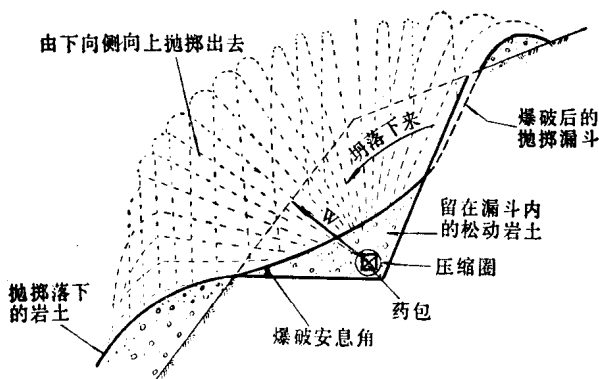


图1-5 倾斜地形抛坍爆破示意图

(三)多面临空地地形爆破 这种爆破一般是指路线通过波浪起伏的峡谷或鸡爪地形地段，横切山包、山咀，完整的临空面较多，路基成山包路堑（如图1-6所示）条件下的爆破。这种地形，由于石方集中，工作面狭窄，往往是控制工期的重点工程。山包山咀的石质一般较周围岩体完整。因此，爆破后可获得较陡的稳定边坡。抛掷率为60~80%，单位耗药量为0.2~0.8公斤，每工日产量达10~20立方米，使工效提高6~10倍，而工程造价可比用小炮开挖减少5%。当采用铵油炸药时，可降低造价50%以上。

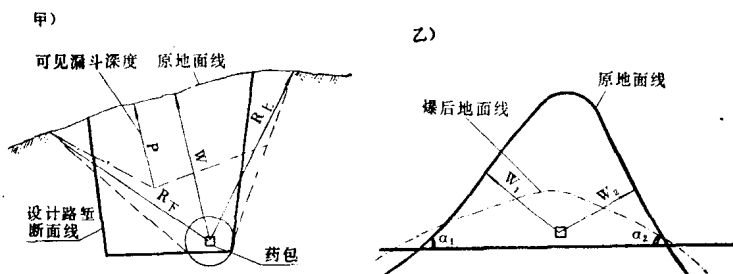


图1-6 多面临空地地形爆破示意图
甲)山脊附近断面；乙)沿山脊两侧弧形作用剖面图

山包路堑多面临空地地形爆破，是无产阶级文化大革命中，我国广大从事爆破工作的革命职工在大爆破研究方面的一项新成就。

(四)定向爆破 定向爆破就是采用各种措施，利用炸药的爆炸力来使被爆破的大量土石方，按照指定的方向，搬移到一定的位置并堆积成路堤（从而减少挖、装、运、夯等工序）的一种生产率极高的爆破方法。此法在公路工程中用于借岩土填方、移挖作填，特别适用于深挖高填连续交替出现，石方工程巨大的鸡爪形地形。采用此法，一次爆破即可

实现土石方调配，形成路基雏型。图 1-7 就是在我国某条公路上，采用挖填定向爆破方法，将一段三个挖深为 10~15 米的山包路堑和高填为 20~26 米两个深谷，一次爆破就形成了 170 米长路基雏型的例子。节约了大量的人工，大大缩短了工期，减少了投资。

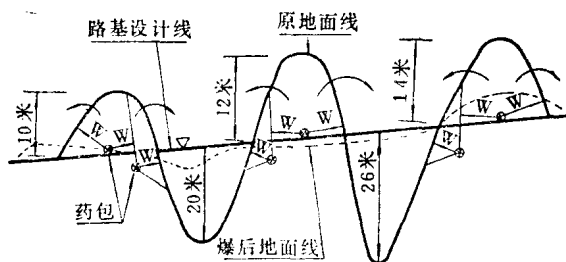


图 1-7 某条公路鸡爪地形挖填定向爆破示意图

(五) 松动爆破 松动爆破是指只将岩石破碎而不抛掷出去的一种爆破方法。此法主要用于不宜采用抛掷爆破的次坚石、软石路基，或配合机械清方的地段。在坚石中，宜采用深眼炮。

五、各种爆破方法的选用原则

在路基石方工程中，根据地形和地质（岩土性质和破碎情况）上的客观条件，充分利用各种爆破方法的特性，因地制宜选用爆破方法，组织炮群，精心设计，精心施工，有计划有步骤地进行土石方爆破是十分重要的。现将石方工程中各种爆破方法的选用原则及施工方案介绍如下。

(一) 全面规划，重点选炮位或设计 对准备爆破的路基工程，首先应根据石方集中的程度来考虑爆破方法。一般中心挖深大于 4~6 米时，可考虑采用综合大爆破；中心挖深

小于4~6米的缓坡地形拉槽地段，则可考虑综合采用各种小炮。其次根据地形的变化，路基设计断面的形状以及地质条件所能允许的爆破规模，结合各种爆破方法的特性进行全面规划，指出哪些地段应采用大中炮，哪些拟用小炮群，以及各段的开挖顺序。然后，首先从石方集中的点（一般指大炮）开始进行选炮位或做爆破设计，并首先开工。

（二）从路基面开挖创造高阶梯 为了充分利用岩石的崩塌作用，用小炮开挖应从路基面标高开始，创造出高阶梯。为药壶炮、猫洞炮的爆破提供良好的地形条件。

（三）综合利用小炮群，分段分批爆破 根据生产中的使用经验，有以下几种方法：

1. 在半挖半填的斜坡地形，采用一字排炮。在自然地面坡度较缓的地形，先用钢钎炮截脚，改造地形后再采用一字排炮。

2. 路线横切小山包时，采用钢钎炮三面截脚，改造地形后，再在中间用药壶炮爆破。

3. 遇路基加宽，阶梯较高的地形，采用上下互相配合的小炮群，如图1-8所示。

4. 遇拉槽路堑，采用两头开挖时，可以用立眼揭盖，平眼扫底的梅花炮，如图1-9所示。

5. 机械化清方时，如遇坚石，可采用眼深为2米以上的钢钎炮多排多层炮群，同时爆破30~40个。在坚石中，为使岩石破碎的块度满足清方的要求，除调整炮群眼与眼的距离外，还可以采用间隔药包（一个眼中炸药分成几段装，炸药之间仅有支撑，没有堵塞材料）。遇软石或裂隙较多的次坚石，可用松动爆破开挖。

由上述各种爆破方法的特性可以看出，根据不同的客观条件而采用不同的爆破方法，可以使工效提高2~10倍，劳

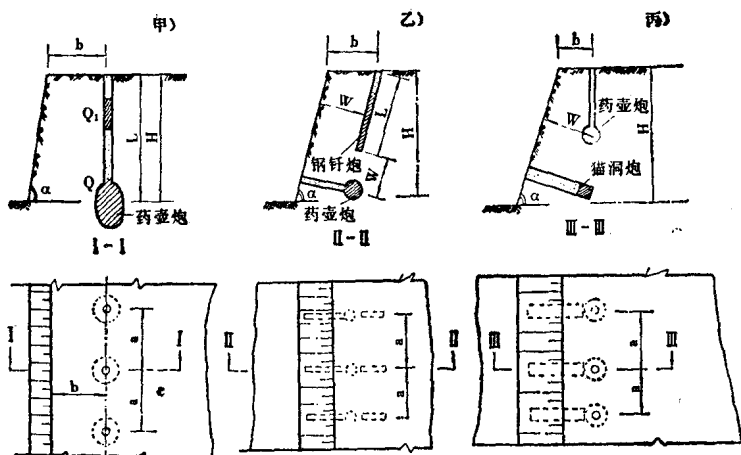


图1-8 上下互相配合的小炮群

甲)下面用药壶炮，在眼的上部再装入一定药量相结合进行爆破；乙)下面用药壶炮，上面用钢钎炮或深眼炮相结合进行爆破；丙)上面用药壶炮，下面用猫洞炮相结合进行爆破

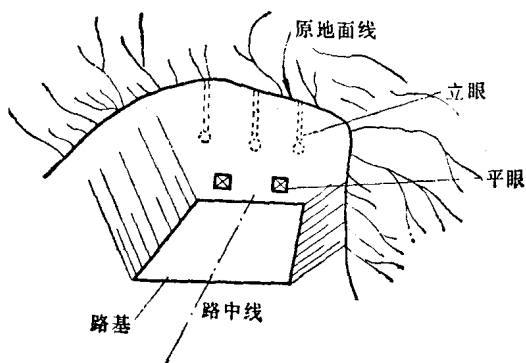


图1-9 拉槽路堑立眼平眼相结合的梅花炮

动强度也可大大减轻。但对工程造价的降低却不显著，最多为16%。这是因为单位耗药量都比小炮定额高2~4倍的缘故。因此，为大幅度降低工程造价起见，在综合爆破中必须采用价廉、安全而具有一定威力的铵油炸药、铵木炸药。

(四)以控制单位耗药量为标准来选择爆破方法。

1.若单位耗药量控制在每方0.2公斤左右时，可以选用钢钎炮、药壶炮、猫洞炮和地面自然坡度大于 50° 时的抛掷爆破。

2.若单位耗药量控制在每方0.4公斤左右时，可选用钢钎炮、药壶炮、猫洞炮、抛掷爆破和地面自然坡度大于 40° 的山包路堑多面临空地形的爆破。

3.若单位耗药量控制在每方0.6公斤左右时，可选用钢钎炮、药壶炮、猫洞炮、抛掷爆破、山包路堑多面临空综合大爆破。但抛掷爆破、裸露爆破不宜采用。

虽然综合大爆破具有不少优点，但是在快速施工方面仍很不够。目前，特别严重的是导洞掘进和清方这两道工序很慢。一般打导洞就需15~30天时间。爆破时虽然有60%左右的岩体被抛掷（抛坍）出路基，但剩下岩体用人工清方仍需1~2个月左右。因此，只有采用机械化打眼和机械化半机械化清方，才能全面提高路基石方工程的施工速度。

第二节 药包对岩石和土壤的 爆破作用

一、药包及药包的种类

放置在被爆破的岩土内或表面上的一定量炸药称为药包。药包一般按其形状或集中程度和爆破的作用分类如下：