

全国中型水利水电工程經驗交流會議叢書

土石方的爆破及炸藥的制法

河北省水利电力厅等著

水利电力出版社

內 容 提 要

在水利建設高潮中各地在用工制炸藥開石方面作出了很大成績，并取得不少經驗。近來各地為了減輕體力勞動、加快施工進度正在採用土制炸藥爆破土方，也已取得了很好的效果。因而廣泛傳播爆破土方的經驗以及炸藥製作的經驗，對即將以更大規模開展的今冬明春的水利建設高潮有極為重要的意義，本書即着重介紹全國各地在這些方面所取得的經驗，特別着重介紹了一些具體作法，以供各地參考採用。

土石方的爆破及炸藥的制法

河北省水利電力廳等著

*

14858397

水利電力出版社出版(北京西郊科學路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第105號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 3 $\frac{1}{16}$ 印張 * 71千字

1958年10月北京第1版

1958年10月北京第1次印刷(0001—10,300冊)

統一書號: 15143·1176 定價(第9類)0.34元

目 录

关于推广大爆破和定向爆破施工方法的意見.....	1
河北省曲阳县大爆破开石的先进經驗.....	5
大爆破工程技术.....	7
大爆破安全技术操作規程.....	27
福建省羣众爆石的經驗.....	32
四川深眼爆破經驗.....	36
山东省大型爆破試驗.....	40
河南省板桥灌渠爆破土試驗成功的經驗.....	49
点炮筒.....	52
自制硝铵类炸药.....	55
云南省在兴修水庫工程上創造的火药爆土的經驗.....	77
土炸药的制法.....	30
广西省兴安县商业局土制炸药的情况.....	93
广西省平果县土法制炸药雷管的經驗.....	95

关于推广大爆破 和定向爆破施工方法的意見

(一)

用大爆破和定向爆破的施工方法爆炸土石方，去冬今春在全国很多地区的水利、水电工程中，取得了很大效果。如湖北省均县官山河水库，在溢洪道开挖中，采用大爆破方法，打深10公尺的炮眼14个，装黄炸药27吨，一次爆炸石方50,000余公方，并基本上炸出了一个宽20公尺，深10公尺的溢洪道；山西利用定向爆破方法，一次爆炸土方800余公方，按设计要求堆筑成一个高5公尺，长12公尺的小土坝；在采用松动爆破法方面：甘肃武山北梁渠用黄炸药320公斤，一炮炸掉石方15,000公方；甘肃引洮工程用黑药40公斤（掺有石子与食盐），一炮炸掉砂岩与胶土5,900公方；三门峡工程用钻机打眼，亦已达到一炮数千方。云南爆破土方，一炮也达数千方到万余方的纪录。并已在全省普遍推广。此外，北京设计院已为河北邢台，东川口水库作出一定向爆破的设计，计划装药289.20吨，一炮要筑成一个高29公尺的堆石坝；同时，其他各省也都正在研究和试用大爆破和定向爆破方法来修建水利水电工程。

根据各地区以及铁路、矿山部门和苏联使用的经验，充分地显示了大爆破和定向爆破在水利水电工程中的适应性及它的优越性。首先，在大搞水利水电工程运动中，土石方工程量是相当大的，而修建工程的时间又是相当短促，这样就迫切需要一种高速度的施工方法来解决这个问题，采用大爆破和定向爆

破，就是一个很好的途径。而且这种施工方法不受气候影响，这对赶工期也是极有利的条件。其次，在工农业全面大跃进的形势下，劳动力普遍地感到不足，采用大爆破和定向爆破开采石料，劈山开渠，爆炸土石，直接堆筑成坝，不但可以大大减轻劳动强度，而且比人工开挖或中小型爆破要提高工效几十倍以至几百倍，可以节省大量劳力，尤其在工地窄小的工程上，更是显得优越；第三，大爆破及定向爆破也可以在沒有机械的情况下进行工作，能适应目前我国各地的情况；最后，合理地使用大爆破和定向爆破的施工方法，可以减少单位耗药量，从而降低成本、节约资金。如河北帽儿崖一次仅用2,974公斤黄药，炸出石方12,000公方，又据甘肃和云南爆破土方的资料，每方土成本只用3厘到6分多钱。

总之，大爆破、松动爆破和定向爆破的施工方法，能节约大量劳动力，能高速度地完成工程，能大量节约资金，是一种多、快、好、省的施工方法，应该在全国各地大力推广。

(二)

推广和使用大爆破及定向爆破的具体措施是：

一、合理地使用这种施工方法，以进一步提高爆破效率；其中包括：

(1)炮眼：选择炮眼位置应该考虑地形条件，尽量增多自由面，以提高爆破效果。在自由面不足的情况下，可以用辅助炮或人工先开出所需要的自由面。炮眼有平眼、斜眼和豎眼。一般讲，打平洞比豎井好些，因为平洞易于工作，也容易出碴，洞的尺寸视炸药量而定，但应该考虑人能进入工作，不宜太低太窄。药室放在洞的末端，应该拐一个弯，以提高爆破效果。

(2)裝藥：裝藥應該注意防止漏氣和防潮。因此，裝藥時，應該有防潮措施，如加墊木板，用油紙保護等。裝藥後，封口可用含水量在25%左右的粘土，必須逐層夯實，以免漏氣。

(3)引爆：大爆破必須保證引爆有效，防止出現瞎炮現象，否則將很難處理。一般在炸藥中多放幾個雷管，防止個別雷管失效而不爆炸的事故；綫路在封口時，應該隨時檢查，防止有損壞現象而引起斷路；引爆可以用电爆或火爆，但在可能條件下，應該采用电爆，這比較安全可靠。為保險起見，可以採用二套引爆設備，如河北東川口水庫採用一套电爆設備和一套傳爆綫設備。

二、大力地推廣土制炸藥和土制鉗頭：

隨著這種施工方法的推廣，炸藥的供應必然會感到不足。為克服這一困難，必須大力推廣土制炸藥。土制炸藥及炸藥代用品，各地已有不少經驗，應該予以推廣，並且應該進一步地研究提高土制炸藥的威力問題。土制鉗頭，河北八一水庫的經驗可以推廣，其辦法是先用廢鋼製成鉗頭，然後將頭部25公厘放入溫度為 800°C 的溶液（碳酸鈉5%，氯化鈉30%，氯化鋇30%，氫氧化鈉35%合成）中，再加熱至 900°C ，維持15~20分鐘，然後取出鉗頭，將其頭部30公厘浸入冷卻溶液（水70%，滴水30%合成）中，冷卻至 300°C ，再把鉗頭全部丟入溶液，冷卻後即可使用，其效果根據八一水庫的經驗與合金鉗頭相同。

三、注意安全問題：

大爆破應該特別注意安全問題，要合理地決定安全距離，一次爆破在一萬方以上的，應該大於1,000公尺，在萬方以下的，應該大於500公尺；並且應該設立警戒哨；裝藥和爆破應該選擇政治上可靠的人進行工作。各地還應制定切實可行的符

4

合具体情况的安全操作规程，以保证爆破工作的安全进行，不发生事故。

(三)

鉴于目前这种施工方法，在水利水电工程中经验不足，因此要求各有关部门一方面应该尽速收集和总结这方面现有的施工经验，加以整理出版介绍各地。一方面应该加强对这种施工方法的试验、研究工作，同时可以组织现场参观、学习，以培养技术人员，大力推广。此外，对大爆破和定向爆破的震动、抛掷范围，以及对附近基础和建筑物的影响问题；对爆破所堆筑成的挡水建筑物的渗透和沉陷问题；对大爆破和定向爆破中一些参数（如爆破指数 n ，单位装药量 K ，炮眼深度 H ……等）采用的数值问题等，应该进一步的予以研究，以提高设计施工的技术水平。

关于这方面的资料可参考：

保定专区水利建设委员会关于大爆破工程技术总结；

甘肃省引洮工程土石方大爆破经验介绍；

山东省大型爆破试验初步总结；

云南省兴修水库工程上创造火药炸土消灭人挖的做法介绍；

河北东川口水库定向爆破筑坝设计简介。

全国中型水利水电工程经验交流会议

1958年9月15日

· 河北省曲陽縣大爆破開石的先進經驗

为了适应水利运动大跃进的要求，加快水庫施工进度，解决建筑材料的开采是一个关键性的問題。如果仍以过去放小炮的办法来开石，显然不能满足这个要求，因而必須改用大爆破的办法。曲阳县在施工中普遍采用了放大炮的办法，加速了施工的进度，节约了炸药和人力。现将放大炮的操作方法分述如下：

1. 炮眼位置的选择：放大炮时所要选择的位置，必須有足够大的自由面，最少需要有两个自由面，愈多愈好。岩石要坚硬、裂縫少，并且岩石要有足够的厚度，最少不小于5公尺。

2. 打眼的方法：在已选好的位置上进行打眼。打眼的方法和小炮相同，不过在这一个大眼的位置上打3~4个炮眼，然后放小炮，而后將矽子清除，再繼續向下打，直到要求的深度为止，一般不小于5公尺。若用黑火药炸破时以見不到地下水为原则。將炮眼打好后即可装药、填土，进行爆破。

为了使炮眼发挥更大的效力，可在炮眼下部拐几个弯。这样效力就会更大(如图1所示)。

3. 装药：炮眼打成后，將它清理乾淨，就可进行装药。若岩石完整、无裂縫时，用黄色或黑色炸药均可。若有裂縫时，最好用黄药，否則效果不好。如果用黄药，可將药包撕开一个小口就装入。每放一部分炸药，最好就放一些雷管，但不必加导火綫，等炸药全部装好后加装5~6个帶导火綫的雷管即可。若用黑炸药，最好用机制的导火綫，而且还不能用一根，可用3~4根，以防其中有坏了的。將药装好后，用夯夯实。

若岩石坚硬时可夯得坚实一些；岩石松软时可夯松些。每炮装药量的多少，视岩石的好坏、爆破面的大小、炮眼的深浅而定。不过一般的都装100~300公斤，或更多一些。一炮可开石800~1500公方或更多一些。平均每公斤炸药能开石4~6方，有的可达到8公分。

4. 注意事项：这样大的爆破，装药很多，用的时间也比较长，爆破力非常大，因此在放炮时必须将安全问题提到应有的高度，并注意以下的事项：

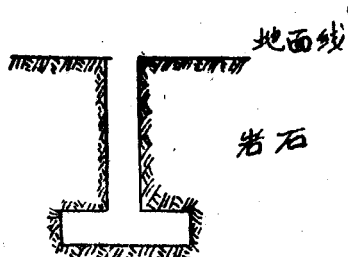


图1

(1) 放炮地址必须远离村庄和建筑物（一般需离开1500公尺以上）；

(2) 装炮、点炮必须有专门信号，并要指定专人负责装、点，不得自行爆破；

(3) 放炮时，危险区内不得有人，并应指定民兵加以警戒，行人不得进入危险区；

(4) 药装好后要立即爆破，不得长期停留，以防潮湿；

(5) 大爆破最好在施工前备料时进行，正在施工期间离坝较近时不宜放大炮；

(6) 点炮人员必须在点炮前选好藏身洞，洞身必须有足够的支撑设备；

(7) 在雨季施工时，应注意在下工前将炮眼盖严，炮眼周围迭以土埕，以防雨水流入。

大 爆 破 工 程 技 術

保定專區水利建設委員會

大爆破是一項開山炸石的措施，對興建水土保持、采石截堵山溝的作用很大。大型爆破工程共分三項即：洞室鬆動爆破；拋擲爆破；定向爆破。經過我們試點舉辦結果，效率高，並能節省人工。特將試辦情況總結如下。

一、概況

1958年5月於涿源縣蔡村崗鄉靈吉村北溝組織了兩次大型爆破試驗：一次在該溝下游“牛車站”（見圖1）處；另一次在溝口附近的“帽兒崖”。牛車站系一陡而窄（底寬約12公尺）的山谷，谷中曾用打眼爆破法劈山筑成一高為10公尺的堆石壩，壩頂西北面有一段 45° 的山坡，再上則為陡立的崖壁。在崖壁內掘出了長10.2公尺的平洞，設置了一個重為810公斤的藥包。該次試驗的目的為了解岩石水平拋出的情況，以確定大爆破劈山堵溝的可性，同時也可利用被炸下的岩石加寬加高已有的堆石壩。帽兒崖為一直立的大崖，高達40余公尺，東、北、南三面壁陡，僅西面與山頭相聯。崖的東面隔溝與一小山頭對峙，成合抱之勢。該處溝寬16公尺，宜作一小型水庫。帽兒崖共設置了三個藥包，分上下兩層，上層一個，下層兩個，用藥2700公斤。掘出了三個平洞，最長者達18公尺，該處爆破主要作開采石料試驗，同時也盡量使鬆動後的岩石能墜入溝內，以便形成堆石壩，給以後修建水庫打下基礎。

由於初次試驗大爆破的原則和目的有所變動，以致試驗的確定拖延時日達一月之久。確定試驗方向後，為了早日進行爆破，經過初步測量和草草計算於4月底匆忙開工。因為准备工作

仓促，計劃不周，物資供应不及时，工程进展較緩。至5月15日牛車站平洞藥室始結束，5月25日进行爆破。而帽儿崖則到5月29日才告完工，5月30日才开始爆破。牛車站爆破共用勞力145工天，炸下石方1600方左右；帽儿崖爆破共用勞力740工天，爆破岩石达12,000方。

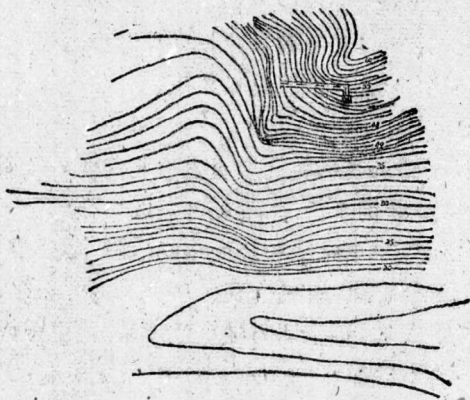


图1 淅源县灵吉北溝牛車站平面图

从試驗結果来看，大爆破具有工期短、省勞力的优点，适合在山区的水土保持工程，为緩洪攔沙的堆石坝工程中采用，另外，也适于大量采石工程。根据不同爆破的方法尚能用于其他各項工程。因此在水利建設中，采用大爆破，能大大加速工程的进行，符合多快好省建設社会主义的原则。

这次爆破試驗，得到各級党的充分重視和大力支持，使試驗进行具有人力和物力的充分保証。担任施工的工兵連同志的艰苦忘我的劳动和严格地遵守安全操作規程的作风，对試驗的成功起着决定性的作用。但由于設計施工技术力量薄弱，經驗較少，在計劃方面和指导方面存在很多問題，給施工帶來很多

困难，如能改正这些缺点，將能大大提高工作效率，收益更多，使大爆破工作能在水利建設的大跃进中發揮它的作用。

二、設計：

1. 地質及水文地質情况：由于条件和時間的限制，工点沒有可能进行地質鑽探，也沒有任何地質及水文地質資料，岩石也未进行抗压强度試驗，因此在确定用藥量上沒有确切的根据，仅凭經驗粗略估計，显然这样作是不准确的，对于爆破的效果將很难預計。从工点岩石外表及导洞开挖中观察所見，兩工点全屬水平石灰岩层，岩石坡度陡峭，复盖土很薄，仅40公分，外露岩石风化破碎严重，裂隙很多，部分可用撬棍撬掉，内部岩石較好，一般在八至九級之間，个别部分如帽儿崖上层藥包导洞硬度較高，約为十至十一級，工人打眼时頗为困难，岩石内无地下水，雨后略有潮气。

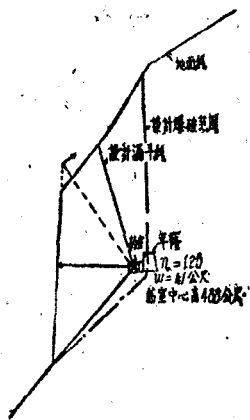


图2 牛車站藥包位置图

2. 藥包布置及計算：牛車站工点在已有堆石坝西北角，具有两个临空面，一个正对坝身，一个朝坝的上游，坡度均很陡峭，約为 $80^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。崖壁与坝頂之間尚有一高約15公尺、傾角为 45° 的斜坡，由于力求縮小試驗規模，本工点只設置了一个藥包，而且最小抵抗綫取的較小，長7.1公尺。考虑該处具有两个临空面的有利地形，藥包位置布置于两个抵抗綫接近相等之处，以增大爆破效果，并使朝坝壁上游方向的抵抗綫略大一些，以

使主要抛擲方向正对坝身，藥包中心高度在崖的坡脚(即于下面 45° 度角坡交点处)以上8.6公尺，以免受下向斜坡的夾压作

用，降低爆破效果见图2。爆破作用指数采用1.25，使其具有较大的抛掷作用。单位耗药量 K 按八级岩石采用1.4，药包量计算，按保列斯科夫公式进行：

$$Q = KW^3(0.24 + 0.6n^3) \text{ 公斤}$$

式中 Q ——药包重量(按中等强度硝酸炸药计算)；

K ——标准抛掷时每方岩石耗药量(公斤/方)；

W ——最小抵抗线(公尺)；

n ——爆炸作用指数。

从爆破结果来看，所炸出的爆破漏斗与设计的很相近，如清理残留于漏斗内的石块和上方的松石后尚可扩大不小，抛掷情况也和预计相符，即大部分岩石只能抛至崖壁下面的斜坡上，然后滚入沟内坝上，这一点可从爆破时岩石飞掷的情况或者从斜坡上石岩被撞击情况以及沟内岩石堆积的情况断定。

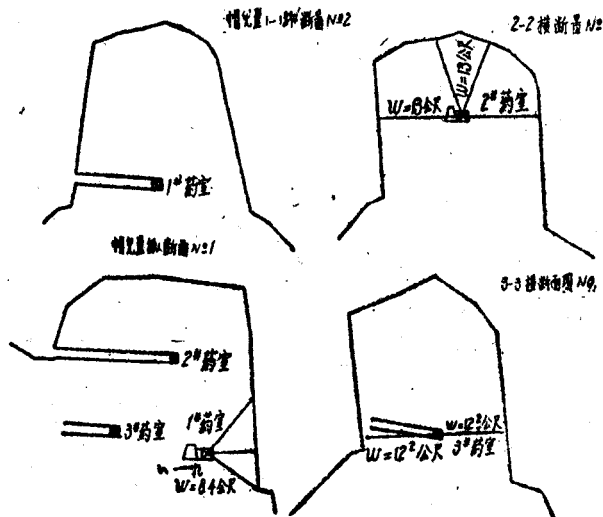


图 3

帽儿崖形似礼帽上层，高27公尺，下层有突出的平台高16公尺。上崖东西較长达30公尺，南北較短約26公尺。水平断面是橢圓形，在該处爆破时不許炸破下层平台以免影响以后水庫質量。爆破上层时，主要为采石試驗同时也力求使部分岩石崩塌，墜入东面沟內形成堆石坝。由于南北方向距离較短，控制了最小抵抗綫的長度及方向，这就不可能大量往东面沟內抛擲。因此在上崖的东部下布置的一号药包其抵抗綫朝东，方向大大短于朝南北的抵抗綫，長为9.4公尺。药包按标准抛擲計算重815公斤，以便能适当朝东面抛擲，同时由于崖的底部岩石抛出形成缺口，可使上面的岩石更多地墜入沟內。另外尚在崖內設置了兩個药包，二号药包在上面，三号药包在下面，与一号适成品字形。二号药包抵抗綫以南北最短，長均为12公尺，朝上的抵抗綫長度亦同，以便药包力量能充分發揮。但由于下层药包間距所限；同时上面出現的大石块墜入东面沟底，反而有利，也就按以上所述布置(見图3)。三号药包的最小抵抗綫長南北面均为12.2公尺。兩药包按标准松动計算。二号药包重1007公斤，三号重825公斤。药包量計算公式如下：

一号药包为标准抛擲药包，

$$Q = KW^3 \text{ 公斤；}$$

二、三号药包为标准松动药包：

$$Q = 0.33KW^3 \text{ 公斤。}$$

(如用有其他炸药应乘以換算系数)药包之間的距离采用兩药包最小抵抗綫的平均值。为了使药包發揮协同作用，增加破碎效果，可使3个药包同时起爆(該处采取瞬发电雷管)。

爆破結果达到了預期的效果，崖的西部炸下的岩石較預計要多，由于南北抵抗綫較短，爆破后岩石堆积也以南北較多，尤其以北面为最多。分析原因可能是由于測量誤差和药室未达

到設計位置所致。东面沟里墜入岩石很多，几乎填滿整个沟的深度，其中有些大块岩石（最長有达5公尺者），这对于堆石坝的穩固程度有一定作用。从全部炸下岩石的破碎程度来看，大块岩石（需二次爆破攻破的）約占 $\frac{1}{3}$ ，如果要减少大块岩石的数量，則应增加药包数目减少單个药包的炸药量以及縮短药包間的距离。

3. 危險范围:

(1) 飞石距离:

$$\text{牛車站 } L = 20n^2 W = 20 \times 1.25^2 \times 7.1 = 222 \text{ 公尺,}$$

$$\text{帽儿崖 } L = 20n^2 W = 20 \times 1^2 \times \left(13 \times \frac{5}{7}\right) = 186 \text{ 公尺。}$$

实际是由于崖壁很陡，抵抗綫近于水平，抛擲距离較一般計算为小。在牛車站处朝沟对岸抛擲，因山势較高多落于山坡上，朝沟上游飞揚，距离最大也不过100公尺。帽儿崖的飞石距离实际只有80余公尺；一方大小的石块，有飞至60余公尺者。

(2) 空气冲击波范围:

$$\text{牛車站 } R_B = K_B \sqrt{Q} = 5 \times \sqrt{810} = 140 \text{ 公尺;}$$

$$\text{帽儿崖 } R_B = 5 \sqrt{2700} = 260 \text{ 公尺。}$$

(3) 爆破所引起的地震对建設物的危險范围:

$$\begin{aligned} \text{牛車站 } R_c &= \frac{K_c}{3\sqrt{9(n)}} 3 \times \sqrt{Q} = \frac{3}{3\sqrt{1.57}} 3 \times \sqrt{810} \\ &= 24 \text{ 公尺;} \end{aligned}$$

$$\text{帽儿崖 } R_c = 3 \times 3 \sqrt{2700} = 42 \text{ 公尺。}$$

由于初次进行大爆破羣众对它存在恐惧心理，所以划分危險区时，采用了較大数值为1000公尺，指定参观地点約400公尺，爆破时沒有任何危險迹象。

4. 药室和导洞的选择: 药室体积由下式計算:

$$V = \frac{Q}{\Delta} K_v \text{ 立方公尺。}$$

V ——药室体积(立方公尺);

Q ——药包重量(吨);

Δ ——炸药密度(吨立方公尺)。牛车站用 0.9, 帽儿崖用 0.85;

K_v ——支撑系数, 兩工点平均用 1.1;

牛车站和帽儿崖所采用的各項数值見表 1。

表 1

編 号	W	W ³	K	n	F(N)	Q	实用炸藥		备 考
牛車站	7.1	388	1.4	1.25	1.57	810	硝酸	梯恩梯	
帽儿崖	8.4	592	1.4	1.0	1.0	830	810		
"1" 号							680	135	
"2" 号	13.0	2197	1.4		0.33	1032	782	225	
"3" 号	12.2	1815	1.4		0.33	840	690	135	

药室体积均一立方公尺多故宜采用正立方形。导洞的选择系根据地形和施工难易。在兩工点地势一般只宜打平洞, 在施工上平洞具有进度快、排水通风出渣容易的优点, 但堵塞困难和开挖数量較大。探井的缺点与此恰恰相反, 所以所有导洞均采用平洞。原帽儿崖二号药室计划探井, 后由于考虑悬崖陡壁上下不便, 工兵不习惯爬山而改为平洞。由西面与山联接处进口开挖长度較探井多 4 公尺, 其他平洞进口处也在施工时临时定出以施工方便安全为原则。如牛车站药室位置較高, 故平洞进口也需置于高处。一个方法是搭架子, 在架上开洞口, 一法是避免搭架子而选择高的平台处进洞。当然这样作往往要增加平

洞長度，帽儿崖三号平洞情况也是如此。除此之外，还因原进洞处在悬崖之下，岩石破碎較严重恐放炮震动坍塌伤人，平洞断面均为梯形。上寬1.0公尺、底寬1.2公尺、高1.6公尺。牛車站平洞長8公尺，帽儿崖一号平洞12.1公尺，二号18公尺，三号15.3公尺。

5. 电爆網路：大爆破时，为了使药包同时(瞬間)起爆，达到增大爆破效果的目的，必須采用电爆网或傳爆綫网。同时为了保证准爆，必須采用双套的起爆網路，以免产生瞎炮和給处理和施工帶來很大危險和困难。

由于必須采用双套电网需要較大的电流(10安培交流电)，因此必須采用发电机，而且需要不同規格的膠皮絕緣电綫，在本次試驗中物資設備有困難的情况下达不到一般正規保險的要求。因此采用了簡便的方法虽不如发电机好，却也可以使用，但如果药室数目多时則不宜使用。

电網路設計应先行計算，但因电綫、电池直到爆破前不久才运到，而且电綫直徑、單位电阻、干电池、內电阻等，都沒有說明，我們采用了試驗方法解决这些問題，經多次試驗(按爆破时綫路联結)尙无拒爆現象。布置方式見图4和图5。

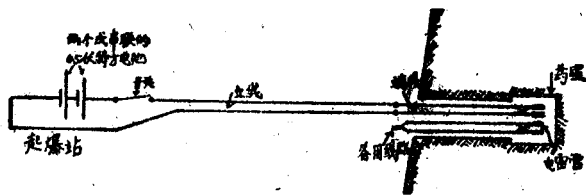


图4 牛車站电爆綫路立面示意图