

水力發電建設工程 先進經驗彙編

施工部分 第一輯

電力工業部水力發電建設總局編

電力工業出版社

水力發電建設工程 先進經驗彙編

施工部分 第一輯

電力工業部水力發電建設總局編

電力工業出版社

內 容 提 要

本書主要內容是水力發電施工建筑方面的先進經驗。这里介紹了“隧洞的开挖与爆破”、“大体积混凝土施工”、“塊石混凝土施工”、“双合鋼破石法”、“鑿岩机配件热处理”等二十項經驗。

書中所介紹的先進經驗作了詳細的敘述，具体說明了每項經驗的創造过程、施工条件、操作方法和注意事項。

本書是从事水力發電建設的土木工程人員和技術工人的重要學習參考資料。

水力發電建設工程先進經驗彙編

施工部分 第 輯

電力工業部水力發電建設总局編

*

408556

電力工業出版社出版(北京府右街26号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

北京市印刷一厂排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 7 $\frac{1}{4}$ 印張 * 135千字 * 定价(第10类)1.20元

1956年8月北京第1版

1956年8月北京第1次印刷(1—5,100册)



前 言

几年来，电力工業部水力發電建設工程在党的領導和苏联專家亲切的指导下，广大工人和技术人員在工作實踐中，学会並掌握了許多新技术，創造与积累了許多先进經驗。把这些經驗加以系統的整理和總結，並广泛地組織职工學習与推广，是提前完成五年計劃的有力保證。

电力工業部第一屆先进生产者代表會議的召开，給推广先进經驗起了很大的推动作用。为了引导羣众进一步开展社会主义竞赛並向科学进军，本局从上犹、獅子灘、丰满、官厅、古田等水力發電建設工程中已推行的先进經驗，選擇了其中比較有关鍵性和普通意义的五十項經驗进行了审查整理，輯成：“水力發電建設工程先进經驗彙編”，並分为勘测、施工建筑、机电安裝等部分，以使各單位相互學習和交流經驗，提高技术水平，加速社会主义建設。

由於時間倉促，資料尚不够全，故有些經驗还未列入，因此就难免沒有缺点和不完善的地方，这只好等再版时进行修正。此外，在当前社会主义竞赛的高潮中，必将湧現出更多的先进生产者和积累更多的先进經驗，已有的經驗也必将进一步得到提高和發展，我們希望各單位經常注意搜集資料及时總結，以便陸續彙編推广。

电力工業部水力發電建設总局

1956 年 6 月

目 錄

一、隧洞开挖爆破工作的經驗与体会·····	3
二、五星直眼拔心爆破法·····	19
三、“电引延期爆破法”介紹·····	24
四、“双合楔破石法”的先進經驗·····	29
五、塊石混凝土施工先進經驗·····	33
六、厂房屋頂混凝土工程採用承重鋼筋構架施工方 法介紹·····	41
七、大体积混凝土施工經驗介紹·····	50
八、混凝土泵运用經驗·····	80
九、隧洞襯砌封拱用的托拱机·····	92
十、水电站隧洞边頂拱一次襯砌施工經驗·····	98
十一、履帶式單斗挖土机的运行及檢修准备工作的經 驗介紹·····	124
十二、提高汽車行車效率的經驗·····	131
十三、安全行車节省燃料的經驗·····	133
十四、鑿岩机配件热处理經驗·····	135
十五、關於“傳动軋头工具胎”的經驗·····	201
十六、使用合金鑽头的一些經驗·····	205
十七、鑽机机件修理制造的改进經驗·····	212
十八、鋼釵尾部修制的几点改进·····	215
十九、大电流短弧焊接法·····	217
二十、“廢油再生濾过器”的性能及操作方法介紹·····	221

施 工 部 分

一、隧洞开挖爆破工作的經驗与体会

古田水力發電工程处

(一) 爆破前的主要准备工作

爆破工作是整个开挖过程中一个主要工序，爆破工作效果的好坏，不但直接影响开挖循环进度的快慢，更关系着技术安全的问题，因此必须做好下面几项主要准备工作：

(1) 所有爆破材料在送入企业火药库时，应进行试验，以确定是否宜于保存和适合于爆破。

1. 炸药：

炸药应进行下列主要试验：

1) 爆力试验(铅柱扩大体积试验)：可以测得炸药破坏岩石的能力。

2) 烈性试验(铅柱体压缩试验)：可以测定炸药将岩石炸成碎块的能力。

3) 湿度试验：对硝酸炸药及黑色炸药应进行其湿度试验。

4) 化学稳定性试验：对硝化甘油炸药及狄那米特炸药应进行其化学稳定性试验。

2. 雷管:

1) 外部檢查: 对雷管的包裝进行檢查, 看是否有损坏之处。对雷管表面应檢查是否有綠色斑点、泡孔、裂口的現象。

2) 炸鉛鈹試驗: 在雷管爆炸后要求將鉛鈹炸成直徑为 10 公厘, 深为 6 公厘之穴槽。

3) 穿孔試驗: 在 5 公厘厚的鉛鈹上爆炸后, 应將鉛鈹穿孔, 孔的直徑为 9 公厘。

4) 引爆試驗: 一般用 30 个雷管都連接导火綫裝入药筒中, 进行引爆。全部雷管应都爆炸。

3. 电雷管: 对电雷管除进行上述外部檢查、炸鉛鈹試驗及穿孔試驗外, 还要进行导电性試驗及成組起爆試驗。

4. 导火綫:

1) 燃速試驗: 我国生产的导火綫, 每公尺長的燃度应为 120 秒(快慢誤差均不能超过 5 秒)。

2) 耐水試驗: 將导火綫繞成圓圈浸入水中 2 小时后, 取出点燃应不熄火。

3) 外部檢查: 导火綫直徑一般为 5 至 6 公厘, 外表不能染油、發霉及折斷等現象。

(2) 当每循环开挖工作面的鑽机打至最后第一、二个炮眼时, 即須由爆破工將全部炮眼的佈置、深度、方向进行詳細檢查, 通过檢查决定那个炮眼担負重些, 那个炮眼担負輕些, 以及决定先由那一个炮眼起爆等。若質量不好时, 則应采取补救措施(如調节裝药量与进行必要的补眼等), 为保証做到炮眼方向正确, 位置适当、深度一致(即

所有炮眼的眼底均达到同一垂直的爆破面上), 在炮眼经过检查后, 应即利用压缩空气通空 $\frac{1}{2}$ 吋吹管將所有炮眼内岩碴与积水, 吹洗干净, 准备进行装药。

(3) 所有爆破工作使用的炸药的运输工具, 炮棒, 炮扒($\frac{3}{8}$ 吋洋铁制的)、照明手电筒等工具在装药以前都要进行检查。

(4) 在线路敷设前应检查铜心线及绝缘是否完整能用, 在敷设后应检查线路的电阻和确定其导电性。

(二) 一般隧洞爆破工作

掏槽的型式, 基本上分为斜炮眼掏槽及直线掏槽两种类型。在岩石硬度 $f=9-10$ 及直径为 5 公尺左右的隧洞开挖导洞工程中采取斜炮眼的楔形掏槽, 每循环开挖进度可达到 2 公尺左右; 由于斜炮眼钻进, 工作面上各台钻机担负打眼数量甚不平衡, 两侧的钻机比位于中央的钻机打眼数量要多。边眼的质量要求比中央炮眼高。因此边架一般需要五级以上的凿岩工来操作, 这样对生产效率的提高与凿岩工的培养曾都感到困难, 吸取了苏联先进经验并总结了工地的实际情况通过试验后, 我们采用了直线掏槽进行开挖工作。直线掏槽在大小不同的断面和各种形状的隧洞开挖工作面上, 对打眼、爆破所得到的效果都较大。

(1) 导洞部分: 图 1 是高为 2.4—2.7 公尺宽为 4.8 公尺的导洞工作面, 岩石硬度 $f=9-10$, 计划每循环开挖进度为 2.3—2.5 公尺 (实际爆破后均可达到计划数字), 全部炮眼布置数量为 38—39 个, 炮眼深度应较计划进度

所能达到的爆破面多整 2 公寸，使用硝铵炸药（硝铵炸药每筒重量 0.1125 公斤）。

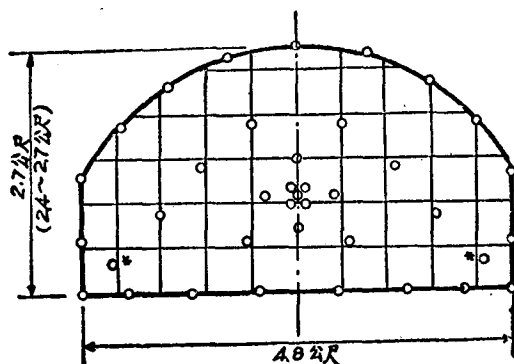


圖 1 炮眼佈置圖 比例尺 1:50

圖 1 炮眼的佈置。為便於使用架鑽起見，導洞高度採用 2.4—2.7 公尺。這種高度，當打洞頂部分炮眼時，風鑽工只要站在一條牢固的木板凳上即能操作。炮眼佈置與爆破工作概述如下：

1. 掏槽炮眼均在導洞斷面的中央，炮眼佈置成對稱形狀。掏槽炮眼計五個，相鄰兩眼外緣與外緣相距 2—2.5 公寸，在中央五個掏槽炮眼中有 3—4 個眼中裝藥，中心眼或中心眼與另一旁眼為構成自由面而不裝藥，每眼裝硝铵炸药 12—14 筒，掏槽炮眼一般均用 8 號瞬發電雷管同時起爆，裝有雷管的起爆筒一般均裝在眼底以上第三個藥筒的位置上，若炮眼深至 3 公尺左右時，可在掏槽炮眼中的一眼（一般均為擔負較重的）加裝一個起爆筒，可以減少掏槽炮眼殘留炮窩。電雷管用串聯法，爆破綫路電壓為 220

伏特。由於電爆法比火爆法在起爆時間上更能正確控制，所以效果較大，在本工地的隧道開挖工程中得到火爆效果約為電爆的80%（按進度計）。中間掏槽炮眼爆破後須經過檢查，再裝藥續放第二掏槽炮眼。若拔心眼發現眼底岩石未完全爆破，留有炮窩或眼口岩石未完全爆破，則應進行補炮。情況不甚嚴重者一般可以與二槽眼一起放。

2. 本工程之岩石為流紋岩，二槽眼與中心掏槽眼距離3—4公寸，每眼裝藥約9—10筒，可以使用火雷管。二槽的四個炮眼應由擔負較輕的眼放起，起爆的次序可用不同長度的導火綫或用間隔點火的辦法來控制（由於岩石節理情況或操作技術不同，而發生炮眼打得擔負不均勻的現象）。

3. 三槽與二槽眼，四槽與三槽眼間距一般約6—7公寸，三槽每眼裝藥7—8筒，四槽每眼裝藥較三槽約少一筒，先後爆破次序同上。

4. 圖1內緊靠兩底角的炮眼（有*符號者），工地一般稱為梅花眼。這兩眼是保證兩底角岩石爆破成直角形。因為兩底眼擔負最重，在它附近範圍內的幾個眼中它是最先爆破的。梅花眼的主要作用是將它四週岩石炸碎，增加導洞的自由面，讓底角爆破時容易將岩石掀起，它的裝藥量一般較四槽眼少二、三筒。

5. 邊眼包括底、頂、兩旁等四週炮眼，它們與四槽炮眼的距離：距兩旁炮眼為7—9公寸，距底部炮眼較近些，距頂部炮眼較遠些。頂部炮眼與頂部炮眼間的距離約為8公寸至1公尺。

(2) 扩大部分：导洞扩大部分与导洞部分两个工作面間有一个平台相隔着，平台的長度只要打导洞眼的架鑽在台上能够操作即可，一般的長度为 3.5 至 4 公尺，若太長时，則导洞爆破下来的石碴，扒下平台很費勁，这样既增加劳动强度，又会显著的降低出碴工作效率。

扩大炮眼一般均用手風鑽向下打，在岩石硬度 $f=9-10$ 的情况下，炮眼斜度約为 1:5 (水平距离为 1，垂直距离为 5)。这样傾斜度的炮眼，若在断面較大的工作面上，爆破下来的岩石往往为較大的碴塊；若將傾斜度增至 1:2.5，則可得到較小的碴塊 (用於开採碎石料較为适用)。但增加傾斜度会使平台边缘至洞底間的水平距离增長，因之出碴軌道不能紧鋪至平台下，影响出碴效率。一般隧洞扩大开挖尙以 1:5 的傾斜度为宜。

扩大炮眼的前后炮孔距一般为 0.7—0.8 公尺，左右孔距为 0.9—1.0 公尺，前后排之炮眼要互相交錯佈置成梅花形，若遇节理比較發育的岩石，則距离稍可放大些。兩旁靠近洞壁部分，应加打淺眼，才能保証开挖規格質量与循环进度 (如图 2)。

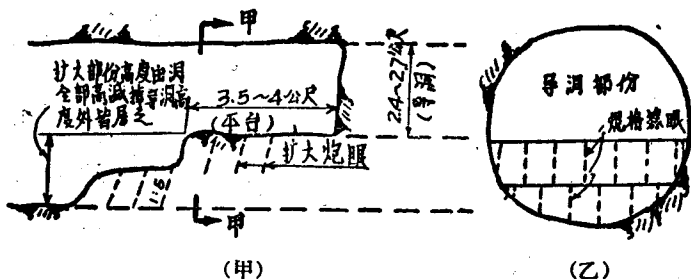


圖 2 导洞及扩大部分工作面佈置示意图

扩大每眼装药量一般约 5—6 筒，可用火雷管起爆，以截成不同长度的导火綫来控制先后爆破次序。由於不能十分正确的控制起爆时间，所以常常遺留殘余 3 至 4 公寸的炮窩。若能將前一、二列改放电爆，其余用火爆或全用迟发电雷管爆破，則可減少炮底現象。

放炮程序以先放平台下的炮眼，后放平台眼为原則。如炮数較多，最好採用电爆法。如用火爆法时，由於起爆时间不能正确掌握，如一次点燃起爆是不安全的，所以应以分批装药爆破为宜；但須在导洞岩碴放下平台以前，將扩大部分的炮放完。

手風鑽打扩大部分炮眼存在的缺点是很多的，手風鑽的鋼釵花小，鑽出来的孔徑小，手風鑽性能也限制了眼深，因此爆破效果不甚高；同时手風鑽鑽眼对洞底开挖規格掌握困难。曾經改用架鑽打扩大部分炮眼，若再配以合金鑽头，則扩大部分开挖每循环进度可达 3.5—4 公尺，炮眼数量可以大量減少。这样，不但保证了洞底規格，也減輕了風鑽工的劳动强度。但架鑽打扩大部分时，安架困

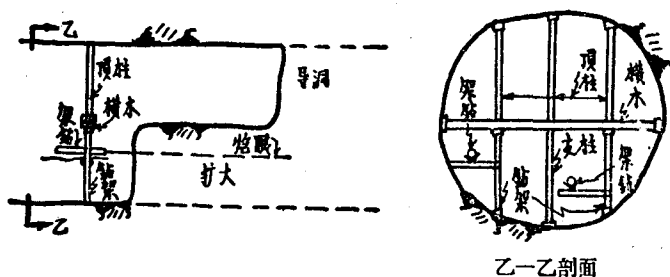


圖 3 架鑽打扩大部分示意图

難，需時較多，必須等出碴近於完畢時，才能進行安架等準備工作（手鑽打擴大可以與出碴平行作業），因此要有高速度的出碴效率，才能縮短循環總時間（如圖 3）。

（Ⅰ）中心導洞（走到最前面）；

（Ⅱ）導擴（進度要拖後於Ⅰ工作面約 3—5 公尺）；

（Ⅲ）拱座部分導擴（進度要拖後於Ⅱ工作面約 3—5 公尺）；

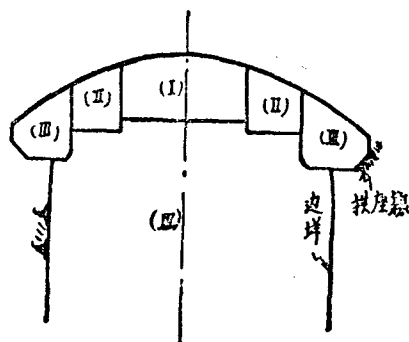


圖 4 大断面开挖工作面佈置示意圖

（Ⅳ）擴大部分可以分層分級开挖。

圖 4 是寬度為 5 公尺以上的隧洞开挖工作面。依断面結構形式有頂拱與邊牆等部分，大体上开挖方法亦可分为導洞與擴大兩部分。導洞由於寬度太大，可以划出一塊為中心導洞，讓它先挖進，其兩旁的導洞擴大部分可以隨後挖進。中心導洞断面以足供 3—4 把架鑽同時工作的寬度為宜，高度亦略同於一般隧洞導洞的高度（2.4—2.7 公尺），兩旁導洞擴大部分的工作面，以 1 把架鑽能够担

負下來鑽眼工作量的断面为宜，中心導洞與兩旁的進度，須保持有一、二個循環進度差額（即約 3—5 公尺，兩旁工作面工地通稱導擴）。

圖 4 內(Ⅳ)則屬擴大部分用手鑽鑽眼，分成梯級狀的開挖。

炮眼佈置與一般隧洞相似，但兩旁工作面因自由面多，炮眼佈置除隧洞邊界炮眼是為了要保證完好可以較密些外（眼距 0.7—0.8 公尺），其餘可以稀些，爆破效果還很好。

大断面開挖有下列各種缺點：

(1) 拱座附近的開挖邊界，往往易超挖，達不到設計要求。

(2) 上部邊牆（接近拱座處）爆破時極易受震而超挖。

(3) 擴大爆破極易發生巨大碴塊，阻碍出碴工作與增加風鑽工在大石上補眼改炮的工作量。

(4) 工作面大，開挖過程中高低不一，形成局部的積水坑。

對上述大断面開挖的缺點，初步解決方法如下：

(1) 拱座綫附近的超挖：工作面邊界綫上的每一個炮眼，都必需測定其方向綫，明顯地畫在洞頂上。風鑽工必須嚴格依照方向綫鑽進，保證炮眼的質量。同時邊界綫上的炮眼要加密一倍。用隔眼裝藥爆破岩石可以沿未裝藥的空眼開裂，形成開挖邊界綫。這是保證不超挖的一個主要措施。

(2) 保證邊牆開挖的質量：

1. 边牆綫上炮眼要密，一般眼距 0.3—0.4 公尺，裝藥量要少(約減少 40—60%)，藥筒要改裝成直徑 2—2.5 公分左右的小筒，节理稍發育者，藥筒与藥筒間可夾以短竹筒(每个竹筒長約 10—12 公分)。

2. 在边牆綫外应先打搜根眼，先爆破搜根眼，在眼底处形成最小抵抗綫以后爆破边牆眼(如圖 5 所示)。

3. 边牆炮眼的眼底不应低於前面已挖部分的底部。

4. 边牆眼避免平行穿过岩層裂縫或發育的节理。

5. 眼口填塞炮泥勿太紧。

6. 爆破前应先試放，摸出現場岩石的規律后，再行正式进行爆破。

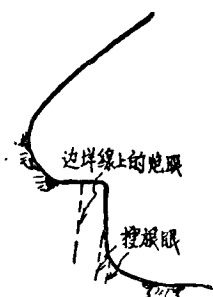


圖 5

(3) 爆破后如有較大的碴塊，人工裝碴搬运困难，严重的影响正規生

产时，可以採用裸露藥包法，在岩石表面进行爆破。裸露藥包法的优点：①不需要鑽炮眼，操作簡單；②爆破时石碴不会飞散，一般情况碴塊不会飞出 1.5 公尺 以外的范围，在採用裸露藥包时必须做到以下几点：

1. 应先將放藥筒的石面洗淨，找出节理狀況；

2. 石塊底下积碴最好要掏空，使石塊稍成悬空狀；

3. 炸藥要放在低凹处，或中央节理处；

4. 藥筒要平放，如用兩筒炸藥及一个起爆筒起爆时，則起爆筒放在二个炸藥筒上面，若炸藥与起爆筒各一时，則兩筒平放。但炸藥筒与起爆筒要靠紧；

5. 炮泥要選擇質量優良帶有黏性者。要先搗成團，當裝藥搗泥時，要搗打兩旁，勿搗打中央（中央是放藥處），並要將炸藥筒密封住；

6. 按石塊大小及厚薄準確的估計用藥量，最好採用爆炸速度快的硝化甘油炸藥。在本工程中的石塊寬度為 1 公尺余，厚度為 0.8 公尺，採用兩筒炸藥和一個起爆筒。

（4）在裝藥前，對洞內積水坑應進行排水。若積水難於排出時，可以按水下炮眼處理之。水下炮眼爆破工作須注意以下幾點：

1. 炮眼內積碴在裝藥前必須吹淨（即使少量碴屑亦易割破導火綫，造成瞎炮）；

2. 吹炮眼前，先將炮眼附近石碴扒淨，並用一個草環圍套在眼口。這樣，眼口附近流動的碴沫，方可避免回流入眼內；

3. 眼內吹出的碴，應即扒去，扒前應先用大石壓住草環；

4. 若積水太深時，導火綫可能受潮，為安全起見應將火爆法改用电爆法，硝鉍炸藥應做防水設備；

5. 裝藥時要輕搗藥筒，每裝一筒都要用炮棒量一下，驗明是否裝到底；

6. 每眼藥裝完後，即應填塞炮泥，否則藥筒易浮起。在最下面的炮泥要輕搗，以免擠破藥筒。若積水太多，應以稻草與炮泥混合填塞；若眼內有地下水冒起，則應以木炮棒代替炮泥來填塞；

7. 若水深不易裝藥，可先用小竹片將所要裝的藥筒綁

在一起裝下去。这样，还可以节省時間。

(三) 爆破質量事故

凡是爆破效果不良，均屬爆破質量事故。我們常遇的有瞎炮、殘留炮窩、炮眼口未完全爆破及打空槍等几种：

(1) 瞎炮：炸藥与雷管均未爆炸，或雷管已爆炸而炸藥未爆炸；

(甲) 电爆發生瞎炮的原因：

1) 串联时个别电雷管發生故障，致使全部炮眼产生瞎炮。

2) 綫路長、接头多、电阻增加，因而电流小於准爆电流。

3) 綫路接头不良。

4) 电雷管脚綫漏接。

5) 电雷管脚綫被炮棒擦破，絕緣损坏，漏电。

6) 电雷管使用錯誤，不同电阻的雷管串联在一起。

7) 主导綫接地及电气开关有毛病。

处理办法：

1. 將原有电炮的串联連接法改为並联連接法重放，但应注意：①首先檢查电源母綫綫路有無毛病(如暗損等)。

②並联爆炸后，出碴时应严密注意，是否还有未爆炸的雷管夾杂在石碴中間。

2. 联法更改后仍不能爆炸时，則应依照下述火炮瞎炮处理办法进行处理。

瞎炮处理是个危險的工作。故在处理时，应十分謹慎