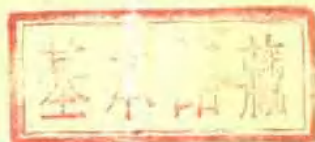


125066

秦嶺隧道豎井工程 施工經驗介紹

鐵道部新建鐵路工程總局第六工程局編



1
001

人民鐵道出版社

551

125066

83001

K.8

秦嶺隧道豎井工程 · 施工經驗介紹

鐵道部新建鐵路工程總局第六工程局編

人民鐵道出版社

一九五七年·北京

隧道豎井是比較陌生的工程，个中工作条件、工作要求和施工方法均有其特殊之点，本書很詳細地叙述了隧道豎井的实际施工过程，對於施工准备、設備安裝、井筒开鑿、井壁砌筑各个阶段的工作特点，均有很清楚的說明，中間並隨時总结經驗教訓以及应予注意和改良事項，可供隧道豎井工程設計和施工人員作为很好参考。

秦嶺隧道豎井工程施工經驗介紹

铁道部新建鐵路工程总局第六工程局編

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第010号

新华書店發行

人民鐵道出版社印刷厂印刷

(北京市建国門外七聖庙)

書号813开本 $850 \times 1168\frac{1}{2}$ 印張4 $\frac{1}{2}$ 插頁4 字數107千

1957年8月第1版

1957年8月第1版第1次印刷

印數0001——680册 定价(10)0.85元

目 录

序 言	1
第一篇 施工准备和设备安裝	3
第一章 概況	3
第一节 开鑿豎井的必要性	3
第二节 豎井工地的自然概況	3
第三节 豎井設計的变更情况	4
第二章 施工前的准备工作	8
第一节 豎井建設准备工作的重要性	8
第二节 施工機構的組成及力量的培养	8
第三节 机具材料的筹备	9
第四节 施工組織設計的編制及其主要內容的說明	10
第五节 工地建築物及开鑿設備的佈置計劃	17
第三章 施工初期概況及附屬工程的施工	21
第一节 井外复蓋土的明挖工程	21
第二节 混凝土磚的制造工程	22
第三节 临时房屋的修建	28
第四节 井筒鎖口部分的开鑿与瀉砌	28
第四章 开鑿設備的佈置安裝和施工操作	33
第一节 木井架的制造与安裝	33
第二节 电絞車的安裝和使用	35
第三节 井筒設備的裝吊	41
第四节 压風、通風及动力照明	49
第五节 井口佈置施工	52
第二篇 井筒开鑿	55
第一章 井筒开鑿的施工測量	55
第一节 井面与井底水平标高的決定与井深測量	55
第二节 井筒中線的測量	55
第三节 井筒边線的懸掛	58

第二章 施工順序及操作方法	61
第一节 爆破掘进	61
第二节 装岩班工作方法	70
第三节 爆破掘进的质量要求	73
第四节 开挖工作循环打乱后的处理和安排	79
第五节 筑壁基	80
第六节 砌筑井壁	84
第七节 信号及把钩	91
第八节 竖井冬季施工的防寒工作	93
第九节 竖井的雨季施工	94
第三章 竖井与隧道接头的施工	95
第一节 施工方案的探擇	95
第二节 竖井与洞身接头部分的施工設計和施工說明	96
第三节 接头处的施工过程	97
第四章 井底車場底槽的設置	99
第三篇 技术安全, 工程質量及經驗教訓的介紹	101
第一章 技术安全和工地衛生	101
第一节 技术安全的重要性	101
第二节 技术安全的措施	101
第三节 技术安全情况	103
第四节 恶性事故产生的原因分析	104
第五节 劳动保护	104
第六节 工地衛生設備	105
第二章 工程質量情况	105
第三章 合理化建議及先进工作方法的推行	106
第四章 施工过程中的教訓与缺点	109
第五章 对改进今后铁路隧道竖井建設工作的几点芻議	112
第四篇 附录	116
第一章 竖井开挖技术安全操作細則草案	116
第二章 各項統計圖表	121

序 言

秦嶺隧道豎井是我國鐵路新線建設部門最先完成的一座隧道豎井，井筒直徑為4.5公尺，掘進直徑為5.3公尺，井筒總深度達136.435公尺。井筒的掘進施工於1954年6月初步以人力方式進行，繼而進入机具設備的安裝階段，於8月下旬採用半機械化的掘進，迄1955年1月上旬豎井勝利的提前開挖到底。

回溯在施工前，我們對豎井修建工作是陌生的，舉凡井筒開鑿砌壁的施工方法，机具動力的配備及施工操作等都是缺乏應有的知識和經驗的，因此曾一度造成施工前的忙亂與準備工作的困難，也走了一些彎路。

為了迅速糾正以上缺點，我局採取了邊做邊學的工作方針，於1954年6月在工程總局的領導下除組織工程技術員工三十餘人先後分別赴煤礦豎井建設工地實地參觀學習外，並及時在北京向蘇聯專家請示有關建井工程的關鍵問題。通過了深入的學習與專家的指示，有了正確的施工依據，並吸取了煤礦建井的成熟工作經驗，為豎井轉入正規化施工，具備了有利條件。

在施工過程中，全體職工在黨的正確領導下進行着忘我的勞動，除了克服机具設備落後現象和種種困難外，並積極提出合理化建議，改進施工操作方法，使建井速度逐月提高，1954年12月曾創造月進成井32.30公尺，開工以來的最高記錄，（單行作業不做貫道）。

在施工期間由於蘇聯專家的熱忱指導，工程總局的具体幫助及前燃料工業部煤礦管理局所屬各單位，在人力物力上所給予的兄弟般的協助與支援，使豎井工程能順利的提前完成，均是值得特別提出感謝的。

铁路新線建設工作，在目前还在萌芽阶段，將來必定会遇到更多的隧道豎井需要开鑿，为了交流施工經驗介紹施工方法，特根据工作过程作出了初步总结以供今后的施工参考。（关于豎井与隧道的联系測量另行总结彙編並已由人民铁道出版社出版）。当然我們在施工方法上还存有不少缺点，在建井速度上、施工设备上，还达不到煤矿建井要求的标准，这些都有待於我們在今后的建井工作中加以鑽研和改进的。

本总结的内容尚不够全面，錯誤不当之处尚請讀者加以指正，（逕寄我局即可）以便及时修正。

第六工程局

第一篇 施工准备和設備安裝

第一章 概 况

第一节 开鑿豎井的必要性

秦嶺隧道全長 2,866 公尺，不但是宝成鐵路最長的隧道，也是目前全國新線施工中較長的隧道之一，隧道通過拔海一千五百余公尺的秦嶺山脈分水嶺地帶（渭河支流清姜河和嘉陵江的分水嶺），地形複雜，成為宝成鐵路北段重點控制工程之一，在隧道長、工期短的情況下，必須開鑿斜井、豎井或橫峒來增加工作面以達到加速施工縮短工期的目的。因此在施工前對上述三種方法曾先後作了幾個比較方案，來進行選擇。研究結果：

（一）隧道上部表土復蓋甚深，無適當地點可資開鑿橫峒。

（二）如設置斜井則因受地形限制必須開鑿長達 150 公尺左右的斜井兩座，否則將無法保證如期完成，為設置斜井兩座則施工設備和管理費用均相應增加。

（三）開鑿豎井乙座，對工期和經濟方面均較合理，並解決隧道建成後過渡時期內，採用蒸汽機車的通風問題。

第二节 豎井工地的自然概况

（一）地質水文情況：根據初步設計文件的地質勘測資料介紹，僅知豎井附近的地質情況為肉紅色的斑狀及偉晶花崗岩，風化輕微，但破碎，脆硬，節理發達，近乎垂直，破裂面黃褐色部分為片麻岩。地下水情況在設計文件內無介紹。

（二）氣象情況：豎井位置拔海達一千五百余公尺，根據施工期間的氣象記錄，（見附錄第 1、2、3 表）全年晴天約佔

50%，其余均不时出现云雾，或降落雨雪，雨季时期在每年的八到九月份间，最大日降雨量为79.50公厘，月降雨量为240.40公厘，冬季施工期为十一月至三月，气温最冷可达摄氏零下25°。冬季积雪厚度则在0.3~0.8公尺间。

(三) 地形与交通运输情况：竖井位于一突出的小山坡上，井面上有高出十余公尺的复盖土，井口和工作场地必须进行平整后方能进井，与布置设备。距井口约一百公尺的山坡下，有川陕公路通过，修建临时运输便道两条，即可直达井口和存料场所；交通便捷，为竖井施工有利条件之一。

第三节 竖井设计的变更情况

技术设计文件中，对竖井的位置，井筒直径掘砌形式以及竖基间距等，仅作了一个概略的规定与说明；经过铁道部技术鉴定委员会的鉴定意见，工程总局的指示，以及我局在学习了煤矿建井的先进工作经验以后，在施工过程中，对原设计所作的各项规定，曾作了一些必要的变更，并取得有关单位的同意进行施工。主要的变更有：

(一) 竖井设置地点的变更：原设计的竖井位置，在一个较高的山脊上，井深145公尺。如采用该位置，则有以下不利情况：

(甲) 地势较高，与川陕公路的高差较大，增大了修建临时运输便道的长度和工程数量。

(乙) 附近山坡陡峭，施工广场的布置受到一定的限制，举凡机具厂棚的修建，材料堆存场所的开拓，必须进行大量的土石方填挖工作，在时间上，经济上，均属浪费。

(丙) 附近缺少供应施工用的水源。

针对上述缺点，对原设计竖井位置进行变更，改移后竖井位置的优点是：

(1) 井深可较原设计缩短约10公尺。

(2) 与川陕公路的高差較小，可以修建較短的运输便道直达井口，器材供应方便。

(3) 地形較原址为开闊，工地佈置可适当展开。

(4) 井筒旁山窪处可挖井适当貯水，能解决工程上的用水問題。

(5) 豎井位置較前适中，更能起到早日打通隧道导坑的作用。

(二) 豎井与隧道联结方式的变更：

豎井与隧道联结的方式有兩種：

(甲) 豎井位於隧道峒身旁在側面联结。

(乙) 豎井与隧道中線一致，通过峒身在拱部联结。

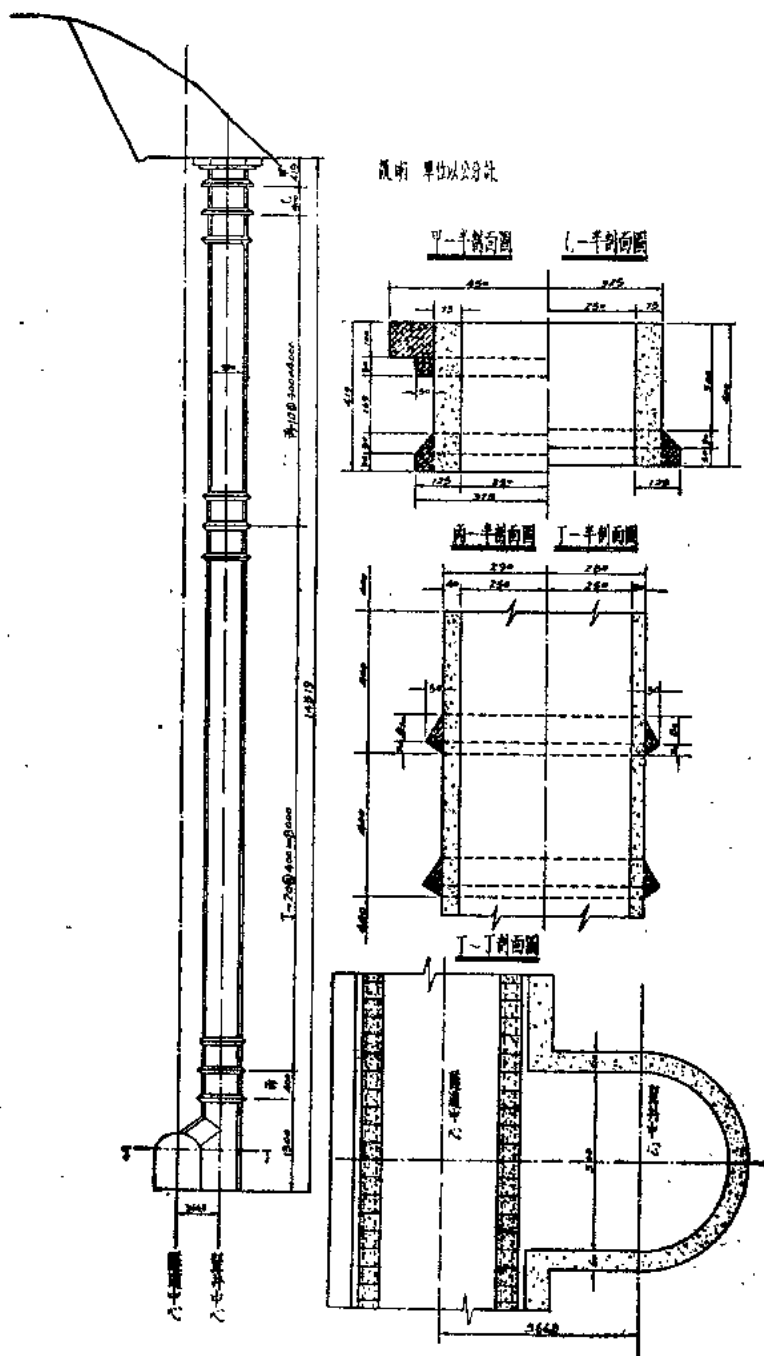
原設計豎井井筒和隧道峒身，採用在側面联结方式，隧道中線与豎井中線的水平横距为 5.668 公尺（見第 1 圖）。这种联结方式，可以避免因井身的地質不良而影响到隧道的施工，但豎井与隧道的联系測量是比較复杂的，当时我們以豎井地質較好，同时主要的更由於我們对这种联系方式的施工測量尚無經驗。为了避免將來在測量中因基線的往复折返引伸，而可能产生的差誤起見，决定改变了原設計而採用了（乙）种联结方式进行施工。当然上述的設計变更只能作为权宜之計。在今后施工中是必須加以縝密考虑的。

(三) 豎井井徑的变更：

原設計井徑为 5 公尺，一切开鑿提昇設備等的技术設計，因屬第三类工程，尚須施工單位自行設計。惟以時間及經驗等的限制，設計的編制远远落后於施工的要求。后經工程总局指示煤矿 4.50 公尺豎井的技术設計文件可資参考利用。並經檢算採用 4.50 公尺井徑，对隧道通車后的永久通風及井筒开鑿設備的悬挂等並無妨碍，故决定变更井徑为 4.50 公尺，以加速施工。

(四) 豎井井壁襯砌方式的变更：

原設計豎井井壁厚 30~40 公分，全部採用 140 級混凝土就地灌



第 1 圖 豎井原設計略圖

注（見第1圖）。這樣的機砌方式，給施工帶來了很大的困難，主要的有：

（甲）增加了造價：施工時需要很多的支撐、模板、鉄件等材料。

（乙）影響了工期：由於井壁混凝土採取就地灌注的方法，一切支撐模板等的安裝、拆除，需要一定時間，影響到開整工作的進行。

（丙）施工安全得不到保證：如果都灌注混凝土，則立模、拆模工作都要變成危險的高空作業。同時，由於混凝土的養護時間較長，模板支撐等不能很快拆除，吊罐升降的安全性也受到很大的影響。

以後參照了煤礦建井經驗將機砌方式予以變更，除井圈鎖口部分及壁基仍採用混凝土就地灌注外，其餘井壁部分則均採用混凝土磚來砌築。採用混凝土磚砌壁的優點有：

（甲）混凝土磚可以選擇適當有利地點，進行工場化的預制，施工管理方便，同時也可減少砂石在運輸途中不必要的浪費。

（乙）混凝土磚可以隨用隨運，能避免工地小存料多而引起的擁塞現象。

（丙）混凝土磚砌築井壁時操作方便，不需要任何模型板或支撐，這樣操作過程簡化了，可以提高工程進度，工程造價亦可降低。

（丁）若井壁岩石石質不良有鬆弱時，混凝土磚砌築後可早期承受側壓力。

（五）壁基設置數量及間距的變更：

原設計的壁基間距規定是4公尺，共需設置壁基三十餘座之多，（見第1圖）。後經煤礦建井實作經驗的介紹，根據本井的地質鑽探資料（花崗岩 $f=4\sim6$ ），壁基間距可以加長可每隔30~40公尺設置壁基一座。因此，在施工過程中，曾根據實際地質情況採用了上述原則進行施工，這樣可以省掉90%的循環作業時間。

(开挖及灌注一个壁基需3~4天工作时间)，不但在劳力和材料上，节省了很多，对缩短竖井施工工期也是起着很大的作用。

第二章 施工前的准备工作

第一节 竖井建设准备工作的重要性

竖井施工的基本工作，和隧道本身一样也可分为掘进、支撑、衬砌三大工序。但由于竖井中开挖的工作面是井底；而支撑、衬砌的工作面是井的周围，工作中井上下的交通问题，必须由空中提井和降落，因而提井装置就形成竖井工作中的主要特点。同时在井的中间为了要临时安装风筒、压缩空气管、排水管、吊环、以及进行井壁衬砌工作等，还必须有一套悬挂装置，并由井上控制。如果没有提井和悬挂装置，就没有井上下的交通和井内设备，建井工作就不可能进行。因此，在竖井施工前对提井动力及悬挂设备的筹划、购置、安装等准备工作，必须给予特别的重视，否则将会使工程进行遭致损失。其他如材料的筹存，施工力量的培养，工作场地的佈置，施工计划的编制等等，也必须于施工准备期间分别主次进行充分的筹备。这样才能保证建井工作的顺利进行。

关于建井准备时间的长短，参考苏联及我国矿井建设经验，一般需4~9个月的时间。从我们这次竖井施工的实例来看，也说明这样的施工准备时间是必需的适合的。

第二节 施工机构的组成及力量的培养

在竖井施工前，即在我局第三工程段内组成了竖井分队，负责该工程的施工，其人员组织概况如下：

在施工初期，我们对竖井建设工作是缺乏应有的建井知识和施工经验的，不但对一般建井常识不了解，就是需要那些机具设备名称都不知道，为了迅速扭转这一陌生不懂的情况，施工技术

知識的獲得和施工力量的培養，已形成迫切需要解決的問題。因

鑿井分隊	分隊部：(13人)隊長1，副隊長1（主管工程師兼），教導員1，工會主席1，土木實習生1，機械實習生2，总支幹事1，保衛幹事1，調度員2，材料員1，事務員1，會計員1，管庫員1，勞動安全保護員1，測工2。					
	第一個階段（8月18日以前）	第一小隊（80人）——負責臨時房屋修建及鑿井明挖。 第二小隊（70人）——負責鑿井明挖。 第三小隊（70人）——負責鑿井井筒施工。				
	第二個階段（8月18日以後）	第一小隊（80人）——於九月份調走。 第二小隊（80人）——負責井外工作。 第三小隊（110人內礦工40人）——負責井筒施工。 電力班（7人三班半制）——負責照明配電所。 鍛工班（21人共七組三班半制）——負責改鑄及鍛件鑄造。 機電小隊 { <table> <tr> <td data-bbox="324 681 413 718">機械班（35人）</td><td data-bbox="421 654 835 745"> 空氣壓縮機組（14人）三班半制。 發電機組（7人）三班半制。 50馬力電較車組（7人）三班半制。 190 瓩電較車組（7人）三班半制。 </td></tr> <tr> <td data-bbox="324 772 413 809">修配所（9人）</td><td data-bbox="421 761 754 829"> 電焊組（2人）一班制。 修配組（5人）一班制。 電力修理組（2人）一班制。 </td></tr> </table>	機械班（35人）	空氣壓縮機組（14人）三班半制。 發電機組（7人）三班半制。 50馬力電較車組（7人）三班半制。 190 瓩電較車組（7人）三班半制。	修配所（9人）	電焊組（2人）一班制。 修配組（5人）一班制。 電力修理組（2人）一班制。
	機械班（35人）	空氣壓縮機組（14人）三班半制。 發電機組（7人）三班半制。 50馬力電較車組（7人）三班半制。 190 瓩電較車組（7人）三班半制。				
修配所（9人）	電焊組（2人）一班制。 修配組（5人）一班制。 電力修理組（2人）一班制。					

此，在工程總局的領導下，於1954年6月上旬組織職工十餘名到××礦井建設工地進行學習，同時我局亦派出職工十餘名到××煤礦進行參觀生產礦井。在實地參觀學習中，由於煤礦建井職工的大力協助與親切指導，學習時間雖然不長，但已初步掌握了有關建井的理論知識，了解了施工順序和施工方法，熟悉所需機具設備的作用及其安裝過程。六月末學習人員回局後，對鑿井轉入正規化的施工，是打下了有力的基礎。其後洽商前燃料工業部借調熟練的建井職工四十餘名，於九月中旬到達現場助勤，這樣更壯大和充實了施工力量。

第三節 機具材料的籌備

（一）機具的筹划：鑿井機具設備的種類規格是多種多樣的。而鐵路部門開鑿鑿井尚屬創舉，所需用的機具設備是缺乏的。

質基礎的，除部分常用机具如手絞車、空氣壓縮機、通風機、工作吊盤、吊罐等，可以在我局或工程總局系統範圍內進行調撥或加工制做，其它特殊的机具，如電絞車、提昇天輪、天輪梁、吊泵、倒研台、抓岩機，和防止吊罐旋轉用的交叉捻的提昇鋼絲繩等，須根據性能規格，分別向路內外有關機構進行訂購，其中某些特殊机具材料（如吊泵、交叉捻鋼絲繩等），在市場上有時是短期內無法購到的，必須在施工準備時期特別注意及早訂購。

我局感到這一任務的關鍵性和複雜性，因此，曾指定專職人員負責這一工作的進行。經過多方面的接洽和半年多的奔走，並在有關各單位的大力支持下，所需各項机具方陸續到達安裝使用。當然由於客觀因素的限制——尤其是準備時間不足的因素限制——机具到達時間與施工需求相比，仍形稍晚，對工作是不無影響的。各項机具名稱規格和數量詳見附錄第7表。

（二）材料的籌劃：

施工準備階段曾對全部需用之材料也作了通盤的籌劃。製造混凝土磚所用之砂、碎石、水泥及木板料等，因可就地採集或調撥使用，問題不大。臨時支撐掛圈則擬採用12公斤鋼軌彎制，而以制做45圈為最終目標。當時在材料方面感覺到最成問題的是井筒掘進時所需用的膠質炸藥和段發雷管，二者均為提高爆破效率所不可缺少的材料，因此，曾向上級反映請求洽撥，復由前燃料工業部慨允調給膠質炸藥（蘇式）十噸，段發雷管七千余个於九月中旬到達供應使用。

第四節 施工組織設計的編制及其主要內容的說明

（一）編制原則：編制的原則是服從隧道總工期的要求為目的的。而秦嶺隧道施工組織設計的規定，豎井工程必須於1955年1月20日全部開鑿砌築完畢，並分向南北兩端進行水平導坑掘進。因此，必須根據這一目的，並結合施工方法變更設計、地質情況及機具設備等，來進行整個施工組織設計的編制與進度的安

排。

(二) 施工方法与进度的規定:

豎井建設的施工方法可分为两种:

(甲) 平行作業法;

(乙) 單行作業法。

我局在秦嶺隧道总工期的要求下，並結合井徑變更，技術條件，以及机具設備情況等進行了研究，決定採用單行作業法，並根據這一方法編制了施工进度圖表（見附录第5表），呈請上級批示執行。

(三) 施工組織設計內容的幾點規定和說明:

(甲) 施工步驟：根據机电及提昇設備的準備情況，施工步驟可分为兩個階段：

第一階段：半機械化開挖，利用德立克起重机的50馬力電絞車一台，0.80立方公尺的吊籠進行提昇，採用人力裝岩，自8月下旬迄10月上旬止。

第二階段：為機械開挖時期，在第一階段進行施工的同時，陸續進行各項机具安裝的準備工作，以190瓩電絞車1.40立方公尺的吊籠，進行提昇，利用抓岩機裝岩，自10月中旬迄完工為止。

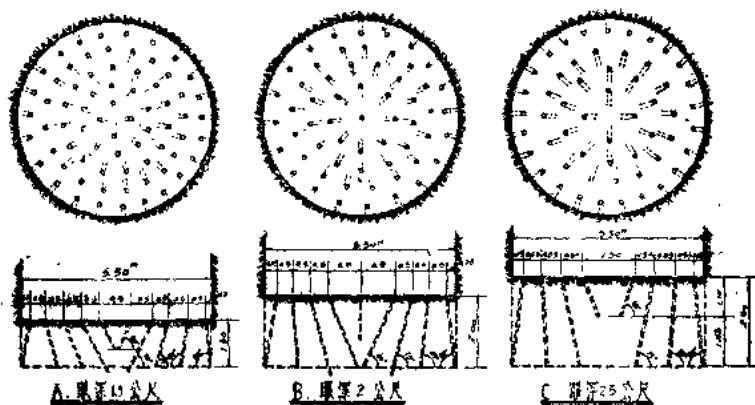
(乙) 施工进度：在爆破掘進施工进度方面規定如下：

第一期：由開工起，迄9月末止，使用黃色炸藥電雷管爆破（因估計膠質炸藥段發雷管當時無法到達），打眼深度平均為1.3公尺，平均掘進進度為1.00公尺/天。

第二期由十月初起迄完工為止，使用膠質炸藥段發雷管爆破，打眼深度在2.0~2.5公尺間，平均掘進進度為1.6~2.0公尺/天。

在筑壁方面施工进度規定如下：

(1) 筑壁基：規定每座為4天，計一天為人力開鑿，一天立模型灌注混凝土，一天保育，一天拆模提昇。



第 2 圖 炮眼佈置計劃圖

(2) 砌壁：砌壁平均日进度为 2.4 公尺，每一工作班合 0.8 公尺。

(丙) 炮眼佈置計劃：

根据技术操作熟練程度，及所使用之炸藥性能情况，并筒掘进时的炮眼佈置計劃，拟分下列三个不同的阶段来进行：

第一阶段：因技术生疏且採用黄色炸藥爆破，故採用 1.3 公尺深的炮眼施工，炮眼利用系数採用 0.8，每次爆破掘进进度为 1.0 公尺。

第二阶段：因技术較熟練同时已用膠質炸藥(苏式)爆破，故改变为 2.0 公尺深的炮眼施工，每次爆破掘进进度为 1.6 公尺。

第三阶段：最后採用 2.5 公尺的深眼，每次爆破掘进进度为 2.0 公尺，炮眼分期佈置，詳見第 2 圖 A. B. C。

鑽眼爆破的内容，制表說明如下：