



# 战胜千山万水的宝成铁路

田庆丰

科学普及出版社

# 战胜千山万水的 宝成铁路

田庆丰

科学普及出版社

1958年·北京

## 本書提要

本書首先說明寶成鐵路的全貌和它對我國社會主義建設的重要意義；然後結合工程上的特點，描述寶成鐵路的宏偉規模及其工程的艱巨性和複雜性；接着例舉修建寶成鐵路工程中取得的科學技術成就；最後突出地就寶成鐵路的土石方大爆破工程和翻越秦嶺地段的展綫方法，以及開挖隧道使列車通過秦嶺等等建設鐵路的科學技術知識，作了較詳細的介紹和說明。

總號：626

### 戰勝千山萬水的寶成鐵路

著者：田 慶 丰

出版者：科學普及出版社

(北京市西城門外柳樹園)

北京市書刊出版營業許可證出字第091號

發行者：新 華 書 店

印刷者：北京市印刷一廠

(北京市西便門大街乙1號)

開本：787×1092 1/32

1958年4月第1版

1958年4月第1次印刷

印張：1 1/4

字數：21,800

印數：3,500

統一書號：15051·96

定 價：(9)1角5分

# 目次

|                        |    |
|------------------------|----|
| 引言                     | 1  |
| 宝成铁路的建成对我国社会主义建设的意义    | 2  |
| 规模宏伟的宝成铁路和修建宝成铁路工程的特点  | 6  |
| 一、土石方工程规模巨大            | 6  |
| 二、隧道密、桥涵多、工程异常艰巨       | 7  |
| 三、地质情况复杂、工程技术和施工条件困难   | 8  |
| 修建宝成铁路工程中取得的科学技术成就     | 10 |
| 一、在隧道工程上               | 11 |
| 二、在桥梁工程上               | 15 |
| 三、在土石方工程上              | 16 |
| 四、在运输工作上               | 17 |
| 五、在铺轨工程上               | 17 |
| 六、在冬季施工上               | 18 |
| 七、在工厂化和机械化施工上          | 19 |
| 八、在整治路基病害上             | 19 |
| 九、在勘测设计工作上             | 19 |
| 我国筑路史上的创举——规模巨大的土石方大爆破 | 20 |
| 一、什么是土石方大爆破            | 20 |
| 二、宝成铁路所采用的土石方大爆破工程     | 22 |
| 宝成铁路是怎样通过秦岭的           | 24 |
| 一、在秦岭地区采用的展线方法         | 24 |
| 二、开挖长隧道时在技术上如何解决台榭问题   | 28 |
| 三、列车如何通过秦岭             | 32 |
| 结 语                    | 34 |

## 引 言

一条铁路总有一条铁路的特色，而宝成铁路却有它更为突出的特色。它是一条联接陕西、甘肃、四川三省，翻越秦岭高峰、穿过大巴山脉而自然环境极为复杂的山岳铁路。

四川省这个自古号称“天府之国”的富饶盆地，四周环绕着秦山峻岭，长江也只能从那高耸入云，而又十分狭长的三峡中奔流出境。多少年来，人们都把“出川”和“入川”视作畏途，近代虽然有了轮船、汽车和飞机，但是运输量终究有限，三峡中的险滩、暗礁和激流阻擋了大船的航行，弯曲陡峻的盘山公路给汽车运输造成很大的困难。几十年来，中国人民特别是四川人民，多么渴望着有一条通往四川的铁路，上面行驶着快速的列车。但是，从前那不过是一个不可实现的梦想罢了。

解放后，随着成渝铁路的完工，从1952年7月1日起分南、中、北三段先后动工来兴建宝成铁路。

从宝鸡往成都走，一出宝鸡就碰上了海拔约1,600公尺的秦岭。宝成铁路，是采用秦岭隧道通过秦岭，路基标高最高点拔海约1,400公尺。这是从陆路“入川”的必经之道，山岭巍然屹立，云飘雾绕，地形极为陡峻。在那高峰深谷的两旁，可以看见盘旋迂回的川陕公路。从秦岭到广元，线路沿嘉陵江而下，蜿蜒于秦岭和大巴山脉的秦山峻岭中。沿路多悬崖峭壁，下临急流，奔泻咆哮，惊险异常。在那陡壁险地上，只有千余年前古“栈道”的遗迹。

从广元到绵阳，线路离开嘉陵江进入“一夫怒临关，百万未可傍”的剑门天险。

离开綿陽，地势虽逐渐广闊，但又进入了江河交織的川西平原。我国唐代著名的詩人李白曾經用“蜀道之难难于上青天……黃鶴之飞尚不过，猿猱欲渡愁攀緣。”的詩句来描写由陝入川的險惡山道。要在这种山岳地区修筑一条铁路干綫，工程的艰巨复杂可想而知。

宝成铁路仅仅以四年多的時間，比設計方案提前13个月在1956年7月接軌，并已在1958年元旦全綫正式通車。几十年来，在地圖上画着的虛綫已經成了实綫。連同早在1952年建成的成渝铁路，共長1,170多公里的兩大千綫已經和隴海铁路相联接。到这时，一度孤悬在四川境內的成渝铁路便和全国铁路貫串在一起了。人們可以坐在舒适的火車上欣賞窗外的景致：那挺拔的山峰重重疊疊，那清清的江水曲曲弯弯；可以憑吊沿綫的名胜古迹：相傳有三国时代馬稷失守的街亭（在双石鋪）、蜀魏相爭的關平关、蜀將赵云曾經酣战过的子龙山等等。

宝成铁路的建成，是我国铁路建設中的巨大成就之一。以它的工程的艰巨和技术的复杂來說，在全世界的修建铁路史上也是很少見的。

談起宝成铁路，人們会要問：它对我国社会主义建設究竟有哪些重要意义？它是怎样翻越秦嶺，“讓高山低头、江河讓道”的？在科学技术方面究竟取得哪些成就和經驗呢？在这本書里，只能就一般情况和几个主要問題，作一些說明。

## 宝成铁路的建成 对我国社会主义建設的意义

宝成铁路是我国發展国民經济第一个五年計劃中規定新建的铁路干綫之一。它联接陝西、四川兩省，并經過甘肅省的东南部，全長約668公里，从隴海铁路的宝鷄車站起，經過鳳

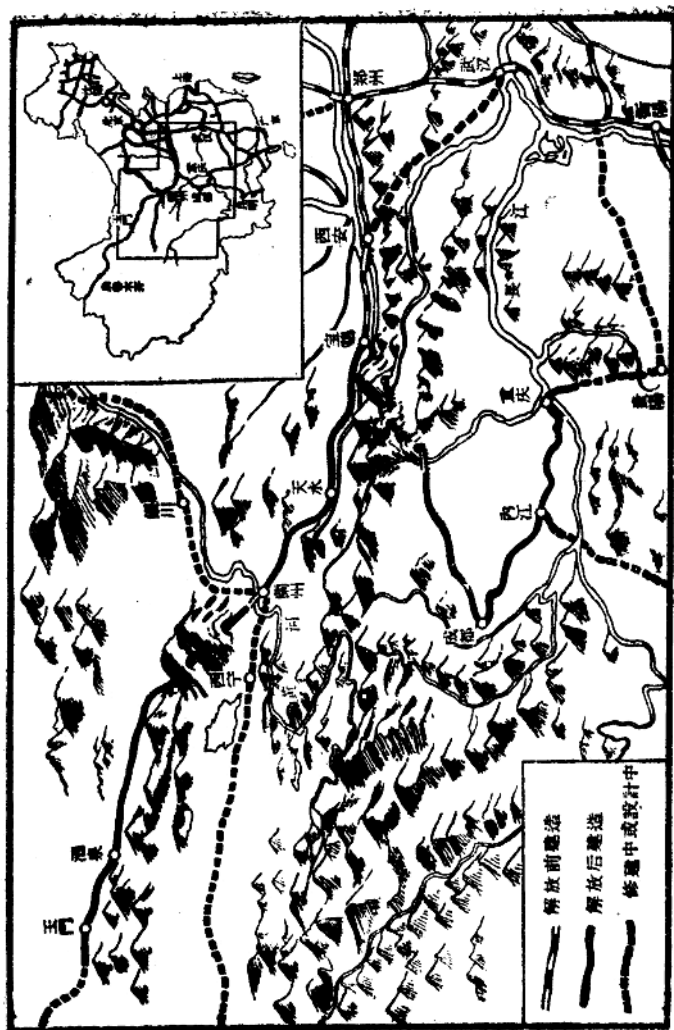


州、双石鋪、略陽、广元、宝輪院（昭化）、中坝（江油）、彰明、綿陽、罗江、德陽、广汉、新都等主要城鎮，到达四川省会成都，与成渝鐵路相接（圖1）。

这条铁路北接蘭海鐵路，与正在向西挺进的蘭新鐵路、正在緊張施工的包（头）蘭（州）鐵路以及正在筹建中的蘭（州）青（海）鐵路相連；南接成渝鐵路，并通过正在修建的內（江）昆（明）、川黔、都（匀）貴（陽）等鐵路与滇越、湘黔、湘桂、黎湛以至京广等鐵路都可以联接起来（圖2）。这样一来，宝成鐵路就成为貫通西北和西南并联接全国鐵路網的一条大动脉。当上述正在建設或筹建中的鐵路一一建成后，宝成鐵路的重要性將更加显著，它所担负的运输任务更將日益繁重。

这条铁路沿綫资源丰富，特别是四川更享有“谷倉”的盛名。沿綫的农产品、林产品、土特产和各种副業产品都很丰富。四川大米的产量为我国各省的最前列。柑橘、猪肉、猪鬃、蛋类、苧麻、桐油、生漆、蚕絲、药材（其中最著名的为五倍子）等山貨和土特产，更是国内和国际市場上所珍視的物資。四川省境內蘊藏着宝贵的矿产，广闊的煤田和石油，巨大的鉄矿以及無穷無尽的水力等等都在等待着人們去大規模地开发。也只有铁路才能大量地、迅速地、穩妥地担负起这些宝贵財富的运输任务。通过宝成鐵路，可以把四川省的余粮远销到全国各地，支援工業生产、支援缺粮地区；可以把沿綫的土特产远销到国内和国际市場上去；可以把工業建設用的建筑材料、重型机器和其他輕工業日用品源源不断地輸送到西南各地。这对开发西南經濟和全国經濟都是有重大意义的。

随着在工程期間开办的局部通車，宝成鐵路的重要作用已一天天显示出来。据統計，在全綫交付国家正式使用以前的最近四年多的期間內，全綫运输（包括各段的历年分段运输）旅



客三百多万人次和貨物四百多万吨。大大活躍了物資交流，有力地支援了社会主义建設事業，巩固了工农联盟，还为沿綫人民帶來了幸福和繁荣。可以想像：在这条鉄路上將行駛日益繁忙的列車，上面滿載着煤、鉄、木材、机器、粮食、布匹等工农业产品，往返于包头、蘭州、西安、重庆等大工业中心之間，为社会主义建設發揮更大的作用。可以想像：在宝成鉄路全綫正式通車之后，不久的将来，在四川將出現重要的鋼鉄和机器制造工业的基地，出現林立的石油井，出現更多的适于四川梯田用的农业机械……西南和全国各地一样，將变得更美丽、更繁荣、更幸福。

## 規模宏偉的宝成鉄路和修建宝成 鉄路工程的特点

宝成鉄路出宝鷄，跨渭河，沿清姜河，穿越“秦蜀天險”的秦嶺，沿嘉陵江而下，先后共 16 次从江的这一边跨越到另一边，并且通过地震区和历史上有名的古“棧道”，橫跨大巴山脉和劍門天險，然后进入江河交織的川西平原。除了綿陽到成都一段地势比較平坦外，絕大部分是山岳地帶，需要穿山越谷，迂回前进，加上沿途地質情况極為复杂，这就給宝成鉄路的施工帶來了極大的困难。我們可以从以下几方面來說明：

### 一、土石方工程規模巨大

宝成鉄路的路基土石方有 6,000 多万立方公尺；平均每公里的路基土石方工程达 10 万立方公尺以上，比我国过去修筑的哪一条鉄路都大得多，比起丰沙鉄路要多一倍。在土石方工程較多的区段，平均每公里达 15 万立方公尺之多，特別是高填深挖較多的地段，土石方工程更为集中。如略陽車站的土石方工程共有 130 多万立方公尺；某处綫路長度还不到 200 公尺，挖方

即有30多万立方公尺。如果把宝成铁路全綫的路基土石方筑成高、寬各1公尺的堤坝而联接起来，可以环绕地球赤道一周半以上；比从滿洲里到广州的铁路总長要長十几倍。这些土石方如果用火車裝运的話，那就得裝三百多万个載重30吨的車箱。

修建这条铁路曾經打穿上百座大山，炸掉好几座山头，削平很多悬崖峭壁，改移几十处公路或河道。

譬如秦嶺盤山道上的观音山、青石崖两个車站都是修建在一个沒有立足之地的山腰上，上面是笔陡的山峰，下面是深达几十丈的深谷。經過史無前例的大爆破，炸掉了6个山头，填平了两个深谷，一共炸掉40多万立方公尺的土石方才修起来的。劍門山区的路基，都曾經开挖了大量的土石方，填平許多深谷，最深处的填土高度达100公尺左右。

又如宝成铁路中段，有两个“半島”形的山脚伸在嘉陵江里，江水繞山迂回而流。为了使这段河流改道，以便少修一座技术复杂的桥梁，曾經采用規模巨大的大爆破，进行了惊人的“移山改河”工程。

## 二、隧道密、桥涵多、工程異常艰巨

宝成铁路有300多座隧道，总長度达80多公里，其中1公里以上的長隧道就有十余座。平均每兩公里多一点就有一座隧道；而天蘭铁路平均7公里多才有一座。在宝成铁路經過秦嶺的一段路綫上，隧道更密，从楊家灣到秦嶺一段綫路，只有20多公里長，隧道就有40多座，隧道長度約占这段綫路总長的57%；这和以隧道密而著名的丰沙铁路的三家店到官厅一段比起来，又密得多了。因此这段铁路是目前我国铁路上隧道最密的一段綫路。其中秦嶺隧道長2,360多公尺，为現在国内最大的隧道之一。秦嶺大盤道上綫路形成“8”字形（或称“鉗”形）的地段，就是由紧紧相連的十多座隧道組成的（一般

叫做隧道群)，鐵路所到的地方，几乎全是隧道，剛出这个洞口又进那个洞口，好像处在一座被切断的長隧道里。將來这里行駛电气機車时，那就同地下鐵道差不多了。

宝成鐵路上桥梁和涵渠工程之多，也是我国鐵路上少有的。这条鐵路桥梁近1,000座，总延長达20多公里；平均每公里就要有三座桥梁或涵渠，特别是跨过渭河、嘉陵江、安昌江、涪江、沱江等主要河流的許多大桥和跨过深谷的許多高桥，工程更为艰巨。其中位于秦嶺地区高达約50公尺、跨度38公尺的松树坡大桥，为我国目前最大和最高的連續石拱桥。北段深沙河一座大石拱桥，只是砌石和混凝土的圬工数量，就有1万多立方公尺，重达25,000吨以上。

### 三、地質情况复杂、工程技术和施工条件困难

宝成鐵路施工地帶，不仅地形險要和地質情况复杂，而且由于山、河的限制，施工的地点又極为集中，不像一般工程那样鋪得开。在施工中，鐵路和公路、河流互相干扰，工点和工点之間互相影响，这就更增加了設計和施工上的困难。

譬如許多地段工点密集在一个地方，有的山上和山下好几層工点同时动工，山上开山放炮，就会威胁山下的安全；山下施工，就会堵塞山上的交通。如果一項一項工程分开施工，又要影响工期。由于任务重、工期紧，只好采取晝夜輪流施工；有的地方桥梁和隧道相連，甚至桥台紧接隧道洞門，桥墩修好以后，还得等着隧道修好后再修和隧道洞口相接近的桥台，以避免或减少施工的干扰。

地質情况不良和極为复杂，更給施工方面帶來了很多困难。

就拿宝成鐵路南段某大桥的基础工程为例吧。这座桥的几个桥基下的地質情况都不一样，因此用了五种不同的施工方法。第一种叫做“扩大基础”，因为桥基下面是砂夾卵石，只要

把基础做得大一些，就不会下沉了。第二种叫做“打钢筋混凝土桩基础”，因为桥基下面有厚而松软的土壤，因此要先把钢筋混凝土桩打到坚硬的石层上，或者打入比较密实的地层，然后把桥基础在桩子上，靠岩石和地层的摩擦力把基础顶住。第三种叫做“沉井基础”，这种基础需要筑得很深，因此要先在基础的地点浇筑一个没有底的混凝土筒，上面加重压，里面就挖土，一面挖，一面沉，上面再一节一节地加混凝土筒；等沉到岩层或所要求的深度，再封底，就成了沉井基础。第四种叫做“水泥结石加固基底”或者“压浆加强基底”，这是因为桥基下的岩层倾斜很陡，如果用沉井基础，四周不能都固着在岩层上，因此就采用高压灌水泥浆或水泥砂浆的办法，把河床下的粗砂层固结起来，就能承担桥梁和桥墩了。第五种办法叫做“更换土壤”，把桥基下面的非常松软的土壤换成砂夹卵石，夯实后再修桥基。一座桥的基础用了五种方法来修建，就增加了施工的复杂性。

地质复杂给施工带来的困难还不止这样。有些地段要通过断层、滑坡地带，有些隧道是通过像豆腐渣似的堆积体、砂夹卵石层、泥夹砾石层等来修建的。有些隧道，由于岩石破碎、节理发达，地下水旺盛，甚至流沙、流泥、涌水或碰到溶洞等等。为了防止路基坍塌和变形，并为了确保工程质量，必须采取许多相应的技术措施。

同时，宝成铁路上隧道种类和样式又很多：不但有直綫隧道，还有曲綫隧道，形成“馬蹄”形，甚至形成“S”形；不仅有暗洞（就是一般的隧道），还有明洞（为了保证安全行车，在地质不良、土石松软、容易坍落的地段，所修建的拱顶上复盖一定厚度的土壤的洞）；不仅在蒸汽机车牵引区段，修建普通断面的隧道，并在电气机车牵引区段，修建扩大断面的隧道；还在某车站的一端，修建一座容纳三条站内轨道的大隧道。

宝成铁路从宝鸡到凤州段将成为我国第一段电气化铁路，这是我国铁路史上的一件大事，值得特别提一下。电气机车牵引力大、速度快、运输能力比蒸汽机车高得多，特别是起动能力强，更适于山岳地区的陡坡线路；并且操纵比较简单，又不需要上煤、给水和洗罐等作业，运输成本较低，运营费用也较蒸汽机车便宜；使用电气机车还可以节约煤的消耗；而且电气机车没有煤烟，在宝成铁路那样隧道连绵的线路上行驶时，旅客、列车乘务人员以及养路人员都不会因过隧道而觉得不舒服；沿线路旁的农作物和森林，又可以免受煤烟的损害。但由于我们尚缺乏建设电气化铁路的经验，在基本建设过程中不可避免地更增加了些困难。

在修建这条铁路过程中，建筑器材、物品等物资运输工作也是相当繁重而复杂的。不仅采用了陆上运输；还采用了水上运输和架空运输；不仅有平面运输，还有升降的垂直运输；不仅有机械化运输，还有因地制宜的人力运输。因此，运输工具是多种多样的：有火车、窄轨小火车、汽车、马车、独轮车，有电瓶车、土斗车，有架空索道、缆索起重机、轨道车和拖拉机等，还有船只和驮马等等。只是在施工过程中为工程服务所建的各种便道、索道和疏浚的航道的总长，即达 800 多公里。运输数量也是相当庞大的。修建宝成铁路所需大批工程材料以及供应广大筑路人员的生活物资等，都要一一运到筑路的工地。单是施工过程中利用汽车运输的物资，即近 200 万吨，约达 1 亿吨公里以上。

## 修建宝成铁路工程中取得的科学技术成就

有人把宝成铁路比做一所综合性的铁路工科“大学”，这是

再确切不过了。

在新建鐵路工程上，阻碍工程进展的，主要是長大的隧道、桥梁和重点土石方等控制工期的工程。由于过去我們对修建隧道工程的經驗不多、技术水平不高、进度很慢，整个铁路建設工期往往随之拖長。但是修建宝成铁路的广大职工發揮了高度的積極性和創造性，战胜了种种困难，迅速地完成了这一艰巨而复杂的偉大工程，取得了宏偉的科学成就。还創造出無數奇迹，培养出不少人材。現在摘要分別介紹如下：

### 一、在隧道工程上

工人們掌握了許多先进的施工方法。其中有下列几种：

第一种叫“竖井开挖法”。在开挖長大的隧道时，为了縮短工期，除了从隧道兩端向中間开挖外，有时根据地形和工程的需要，还在中途的适当地点，开挖一个或几个垂直井筒，进了井筒以后再分向兩端开挖。这种直上直下开挖的井筒叫做“竖井”，或叫做“直井”。如果是从山坡斜着开挖的叫做斜井；从山坡橫着开挖的叫做橫洞。此外，还有順着隧道方向平行开挖并借橫洞与隧道相通的坑道，叫做旁洞（或叫平行导坑）（參照圖3）。

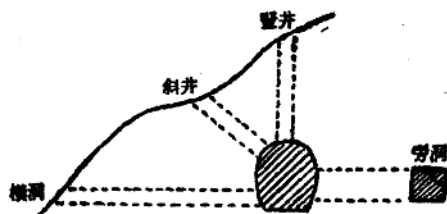


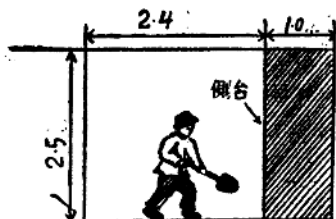
圖3 竖井、斜井、横洞、旁洞

秦嶺隧道不但采用了竖井，还使用了机械升降設備。秦嶺隧道竖井是我国新建铁路工程中最先完成的一座大竖井。井筒

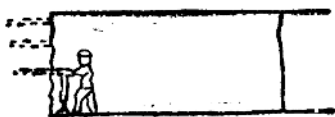


圖 4 各种导坑

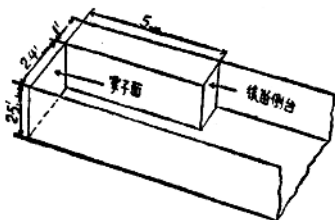
直徑为 4.5 公尺，深达 130 多公尺。利用这种隧道竖井，除了加速工程进度外，还便于輸出土石，抽出积水和搬运材料，改善洞内通風条件，了解洞内地質情况和进行測量等工作。隧道



(1) 梯形开挖断面圖



(2) 梯形开挖橫断面圖



(3) 梯形开挖立体圖

圖 5 立式梯形开挖法 (圖中所標的尺寸，其單位为公尺。)

竖井，有的在隧道完工后即行堵塞；有的修成永久建築物，作为通車后的永久通風設備。

第二种叫“立式梯形开挖法”。开挖隧道时，一般是先开鑿一个大約高、寬各兩公尺多的坑道，然后再进行扩大开挖。这个最初开鑿的坑道叫做“导坑”。根据不同的地質条件，采用上导坑、下导坑、側壁导坑、中央导坑、平行导坑等几种不同的导坑（見圖 4）。“立式梯形开挖法”（圖 5）是在开挖导坑时，把导坑断面划分为左右大小不同的兩部分，然后在前边挖出一个比較大的断面，在旁边留出—段几

公尺長的側台。这个开挖法的主要优点是：可以增加爆破临空面，节省人工和炸药；可以增加工作面，分散石碴集中点，从而提高工作效率；还由于导坑顶部临空面小，可以减少坍方的可能性。

第三种叫“拖槽扫底法”。在采用上导坑开挖隧道时，当顶上的拱部砌砌完成以后，用三个立眼和两个抬眼，在隧道内爆破拉槽子（圖6）。这个方法的优点是：炮眼少、炮眼总长度小，可以节省人工和炸药；炮眼排列簡單，工人容易掌握；工作效率高。

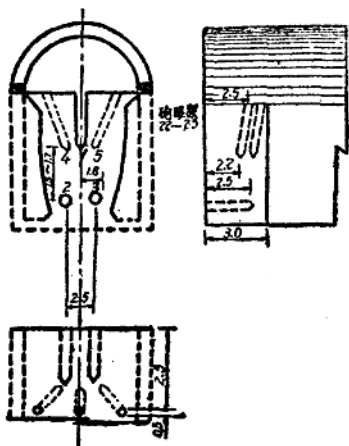


圖 6 拖槽扫底开挖法

第四种叫“側壁导坑”，又叫“核心支持法”。圖7是这种方法的施工順序：先在隧道底部兩側同时开挖两个导坑——側壁导坑（圖中1），挖好一段以后，就砌筑边牆（圖中三）；接着在两个导坑上方进行扩大开挖（圖中2），并繼續砌筑边牆，一直到拱脚；然后再挖頂部（圖中4、5），并进行拱部砌砌（圖中

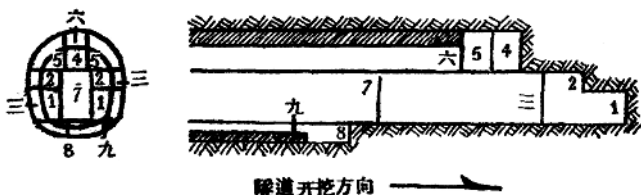


圖 7 側壁导坑法

圖中数字表示施工順序，其中阿拉伯字表示开挖，汉字表示砌筑。