

隧道工程

兰州铁道学院《隧道工程》编写组



人民铁道出版社

隧 道 工 程

兰州铁道学院《隧道工程》编写组编

人 民 铁 道 出 版 社

1 9 7 7 年 · 北 京

内 容 提 要

本书内容取材于我国铁路隧道工程的实践经验，讲述铁路山岭隧道的构造、施工和设计。以现行技术规范为依据，详细说明隧道施工方法和施工技术，围岩压力和衬砌计算，并介绍了利用电子计算机计算隧道衬砌的方法及其计算程序。

本书可作为铁道工程专业“七·二一”工人大学教学参考材料及工程技术人员参考用。

隧 道 工 程

兰州铁道学院《隧道工程》编写组编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：19 插页：1 字数：453千

1977年5月 第1版

1977年5月 第1版 第1次印刷

印数：0001—11,000册 定价(科二)：1.35元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

无产阶级文化大革命不搞是不行的。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言

无产阶级文化大革命和批林批孔运动以来，我国各条战线出现了一派欣欣向荣的景象，无产阶级教育革命的强劲东风，吹遍了祖国大地。我校广大师生遵照毛主席关于“**教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合**”的指示，以阶级斗争为纲，深入铁路工程现场开门办学，并于1970年和铁道部第一工程局联合建立了“五七铁路工程处”，把教育与三大革命运动紧密结合在一起。几年来，已经完成了六座大桥和两座隧道的修建任务，并在生产劳动过程中，师生与工人、民兵相结合，开展了一系列教学、编写新教材和科研等活动。山沟办大学，工地当课堂，既修路，又炼人，有力地促进了广大师生的思想革命化。

《隧道工程》就是在教育革命和铁路建设蓬勃发展的大好形势下，在师生亲自参加隧道施工的初步实践基础上，由老工人、工农兵学员、现场技术人员和教师三结合编写的。在编写过程中，我们认真学习了毛主席关于教育革命的一系列指示，首先注意了用辩证唯物论和历史唯物论阐明科学技术问题，结合隧道工程的特点宣传马列主义、毛泽东思想，宣传党的路线、方针、政策，把转变学生的思想放在首位。力求处理好政治与业务、理论与实践、批判与继承的关系。立足我国实际，主要取材于我国铁路隧道工程建设的经验，并反映文化大革命和批林批孔以来的成果，使读者通过本书能获得修建隧道的一些基本知识。为了便于读者自学，尽量做到通俗易懂，因此在内容安排上按构造、施工、设计由浅入深的顺序予以讲述。

本书在编写过程中，得到铁道部第一、二、三设计院，第二工程局规改办公室，第一工程局五处，铁道部科学研究院西南研究所，中国人民解放军89121部队，兰州铁路局基建处，兰州化学工业公司设计院，北方交通大学，上海铁道学院等兄弟单位及本院有关同志的热情支持和大力协助，在此深表感谢。

《隧道工程》的编写虽作了一定努力，但由于我们学习马列和毛主席著作不够，对毛主席教育革命路线领会还不深，加之业务能力有限，书中缺点和错误一定不少，恳切希望广大读者提出宝贵意见，给予批评指正。

兰州铁道学院《隧道工程》编写组

一九七六年五月

目 录

绪 论	1
第一章 铁路隧道构造	7
§ 1—1 铁路隧道净空	7
一、直线隧道净空	7
二、曲线隧道的净空加宽	8
§ 1—2 洞身衬砌	12
一、隧道衬砌材料	12
二、洞身衬砌结构类型	13
三、衬砌断面设计及几何尺寸计算	16
§ 1—3 洞门	21
§ 1—4 明洞	23
§ 1—5 附属建筑物	24
第二章 隧道的施工方法	28
§ 2—1 概述	28
§ 2—2 在稳定围岩中修建隧道的的方法	29
一、全断面一次开挖法	29
二、正台阶法	34
三、下导坑漏斗棚架法	36
§ 2—3 在基本稳定的围岩中修建隧道的的方法（蘑菇式先拱后墙法）	43
§ 2—4 在不稳定的围岩中修建隧道的的方法	45
一、上下导坑先拱后墙法	45
二、上导坑先拱后墙法	54
§ 2—5 不良地质隧道的施工方法	57
一、先撑后挖的施工特点	58
二、侧壁导坑法	59
三、盾构法施工简介	61
§ 2—6 明挖法施工简介	63
一、浅埋地下铁道隧道的明挖施工	63
二、明洞的施工方法	64
§ 2—7 多线隧道的施工方法	65
§ 2—8 洞口段的开挖与支撑	69
§ 2—9 施工中的辅助坑道	70
第三章 隧道施工技术	76
§ 3—1 隧道开挖与钻爆技术	76

一、爆破的基本知识	76
二、用炮眼爆破法开挖隧道	86
三、钻眼作业	94
四、隧道掘进机	97
§ 3—2 装碴运输	98
一、装碴与调车设备	98
二、运输种类	101
三、运输轨道与运输组织	101
§ 3—3 隧道支撑与衬砌	105
一、就地灌筑混凝土衬砌	105
二、喷射混凝土衬砌	109
三、锚杆支撑	114
第四章 隧道施工安全	119
§ 4—1 坍方的防治	119
一、产生坍方的因素及其预防	119
二、坍方处理	121
三、衬砌加强措施	123
§ 4—2 施工通风与防尘	123
一、施工通风的必要性及有关规定	123
二、施工机械通风	125
三、防尘措施	129
§ 4—3 施工给水和排水	130
一、施工给水	131
二、洞内排水	132
§ 4—4 施工供电与照明	133
§ 4—5 隧道施工主要作业中的安全注意事项	134
第五章 隧道施工组织计划	136
§ 5—1 隧道施工组织计划的任务和内容	136
§ 5—2 施工调查	137
§ 5—3 施工场地布置	138
§ 5—4 施工过程的组织与劳动力组织	139
§ 5—5 隧道施工进度计划	140
§ 5—6 工程消耗与供应工作	143
§ 5—7 工程造价	143
第六章 铁路隧道位置的选择与设计	145
§ 6—1 地质条件与隧道位置的选择	145
一、地质构造与隧道位置选择	145
二、不良地质地区隧道位置的选择	148
三、影响隧道位置选择的其他因素	149
§ 6—2 隧道线路的选择	150

一、河谷线隧道位置的选择·····	150
二、越岭隧道位置的选择·····	151
三、洞口位置的选择·····	153
四、两个单线隧道与一个双线隧道的比较·····	154
§ 6—3 隧道平面、纵断面设计·····	155
一、隧道平面设计·····	155
二、隧道纵断面设计·····	156
§ 6—4 一般隧道工点施工设计内容·····	157
第七章 围岩压力 ·····	159
§ 7—1 围岩压力的现象·····	159
§ 7—2 围岩压力的发生和发展·····	160
一、坑道开挖前的应力状态·····	160
二、坑道开挖后围岩应力的重分布与变形运动·····	161
三、围岩的成拱作用·····	161
四、影响围岩压力的因素及确定围岩压力的方法·····	162
§ 7—3 以围岩稳定性为基础的围岩分类·····	164
一、岩体结构与岩体稳定·····	164
二、影响围岩分类的基本因素和基本指标·····	166
§ 7—4 围岩压力的估算·····	169
一、深埋隧道围岩压力的估算·····	170
二、浅埋隧道围岩压力的估算·····	174
三、按岩块刚体平衡理论计算围岩压力·····	180
§ 7—5 围岩压力的实地量测·····	181
一、用钢弦式压力盒量测地压·····	182
二、用支柱测力计量测地压·····	184
第八章 隧道衬砌计算 ·····	187
§ 8—1 隧道衬砌受力变形特征·····	187
一、弹性抗力的概念·····	187
二、地下结构的受力变形特点·····	189
三、荷载·····	189
§ 8—2 曲墙式衬砌的计算·····	190
一、结构受力分析与计算图式·····	190
二、基本结构与力法方程·····	191
三、计算途径与步骤·····	194
§ 8—3 衬砌截面强度检算·····	198
§ 8—4 曲墙式单线铁路隧道洞身衬砌算例·····	199
一、基本计算数据·····	199
二、衬砌几何要素·····	199
三、计算位移·····	204
四、解力法方程·····	211

五、计算主动荷载和被动荷载 ($\sigma_h = 1$) 分别产生的衬砌内力	212
六、最大抗力值的推求	212
七、计算衬砌总内力	213
八、衬砌截面强度检算	214
九、内力图	215
§ 8—5 直墙式衬砌的计算	215
一、结构受力变形特点与计算图式	215
二、计算原理和步骤	216
§ 8—6 链杆法要点	219
§ 8—7 明洞计算特点	221
§ 8—8 偏压隧道衬砌的计算图式	224
§ 8—9 隧道衬砌计算中存在的问题	224
第九章 隧道衬砌计算的矩阵力法	226
§ 9—1 荷载与结构对称的隧道衬砌结构分析的矩阵力法	226
一、计算简图和基本结构	226
二、结构单元的内荷载	229
三、柔度矩阵	229
四、冗力柔度矩阵 $[A_{xx}]$ 的计算	233
五、单位外荷载-冗力点位移柔度矩阵 $[A_{xp}]$ 的计算	235
六、衬砌实际内力的计算	236
§ 9—2 实例	236
第十章 运营隧道的通风	245
§ 10—1 运营隧道的自然通风	245
§ 10—2 机械通风的方式	247
一、纵向式通风	247
二、横向式通风	248
§ 10—3 机械通风设计步骤	249
一、通风方式的选择和通风系统的布置	249
二、通风量的计算	249
三、风道设计	251
四、通风阻力计算	252
五、通风机的选择	253
§ 10—4 运营隧道防治有害气体的其他措施	254
附录一 弹性地基梁的基本计算公式及其应用	256
一、弹性地基梁挠度曲线微分方程的通解及初参数方程式	256
二、衬砌边墙的一般性计算公式——短梁	261
三、刚性墙的计算——刚性梁	262
四、柔性墙的计算——长梁	264
附录二 矩阵代数摘要	271
一、行列式	271

二、矩阵代数摘要.....	274
附录三 隧道衬砌计算程序及其说明	282
一、一般说明.....	282
二、输入数据.....	282
三、计算框图.....	283
四、结构组合柔度矩阵 $[F_0]_{n \times n}$ 的存储形式和 $[\bar{P}_{s,x}]_{m \times n}^T [F_0]_{n \times n}$ 的计算 步骤.....	284
五、关于逆矩阵计算的简单说明.....	286
六、按 DJS-21 机算法语言编写的源程序全文.....	287

绪 论

(一)

隧道是一种埋置于地层内部的建筑物。修建时，在一般情况下，先在地层内挖出“坑道”，然后沿坑道周边建造永久性支护结构——“衬砌”，以防止四周岩层（围岩）的变形塌落，保证使用的安全。

一条铁路线是由许多单个的工程建筑物组成的，其中包括路堤、路堑、隧道、桥梁、涵洞、车站，等等。隧道是铁路线的重要组成部分之一。尤其是山岭地区，山峦耸立，地势起伏多变，峡谷深涧，地形蜿蜒曲折，当线路经过这里遇到地形障碍时，可以沿山坡顺地势用盘山道（绕线、展线）的办法越过，但往往更为合理的是用隧道穿行。这样可以缩短线路长度，减缓坡度，从而提高运输量和运行速度。

我们祖国幅员辽阔，广大山区地势高峻、山脉纵横，这些地区的铁路，多是桥隧相连、隧道成群，有的铁路干线，隧道所占比例是很大的。例如，在丰（台）沙（城）线上，共有隧道60余座，隧道总延长占线路长度的27%；在成都（明）线，总共修了400多座隧道，平均每2.5公里就有一座。有些线段隧道极为集中，象宝（鸡）成（都）线的宝鸡至凤州间，为使线路穿过秦岭山脊，往复迂回成双马蹄形及上下重迭的螺旋形，线路盘穿于山丛中，成为闻名的秦岭盘道（图1）。其中杨家湾至秦岭南坡一段，共修建37座隧道，其总延长占该段线路长度的56.7%。另一突出的例子，成昆铁路沿大渡河畔有一段线路长24公里，而隧道总长竟达21公里，约占该段线路长度的88%，人称大渡河畔的“地下铁道”。

当铁路线傍山沿河而行（河谷线），通常需要修建一些较短的隧道以穿过山咀，往往连续数座，形成隧道群（图2），这种隧道称为“河谷隧道”。当铁路线穿经分水岭时（越岭线），就需修建较长的隧道，称为“越岭隧道”。



图 1

当交通线遇到河流或海峡时，有时也可用“水底隧道”（图3）代替桥梁。尤其在城市建筑密集的条件下，修建引道和高净空桥梁以保证河道正常通航往往难以做到，这就需要进行桥梁与隧道方案的全面而详尽的比较来决定取舍。由于隧道较桥梁易于防护，因此从战备要求出发，往往偏向于修建水底隧道。

对于超过百万人口的大城市，其地面交通极为繁忙，“地下铁道”就成为解决城市交通运输问题的重要工具。它具有运输量大、行车迅速、准时和利于战备等特点。

我们伟大的社会主义祖国蕴藏着丰富的水利资源，随着水利事业的发展，各种类型的“水工隧道（洞）”得到广泛应用。在许多水利枢纽和农田灌溉系统中修建了大量的输水隧洞、泄水隧洞、水电站地下厂房和灌溉用引水隧洞。英雄的河南省林县人民以改天换地的气概，在红旗渠上凿通180座隧洞，总长30余公里，将漳河水引入延绵的丛山之中，为贯彻农业八字宪法，为“农业学大寨”，贡献着力量。

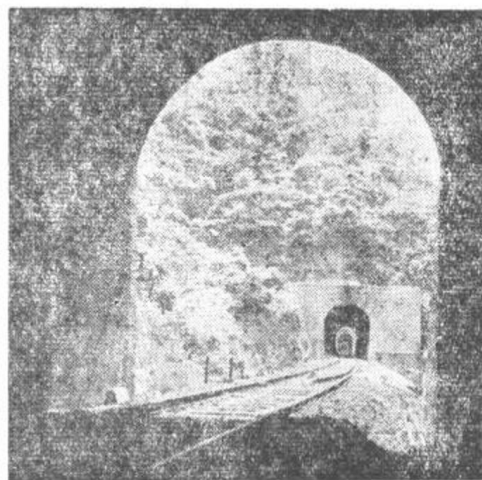


图 2

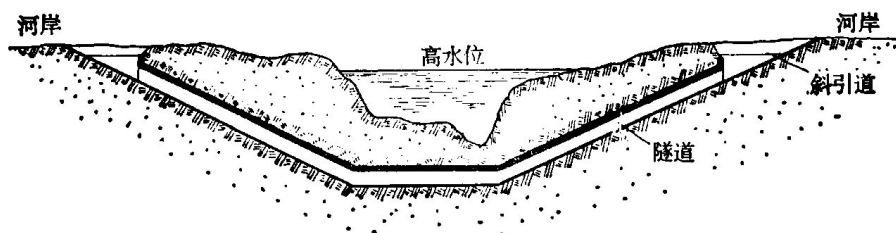


图 3

随着城市公用事业、交通运输和矿山建设的发展，在煤炭、冶金采掘（运输、排水、通风巷道）、建筑工程（给排水管网、电缆管道等）、公路交通（公路隧道、人行隧道、地道等）及内河航运等方面，地下工程的规模将日趋扩大。

在军事工程和人民防空设施方面，地下建筑亦被大量采用。在抗日战争和抗美援朝战争中，“地道战”发挥了极大的威力，抗击了日、美帝国主义侵略军；今天，在准备反侵略战争的新形势下，地下工程又发挥它应有的作用。在毛主席“备战、备荒、为人民”和“深挖洞、广积粮、不称霸”的伟大战略方针指引下，全国各地兴建了大量的地下人防工事、地下工厂、地下仓库、地下商店等等。

由上所述，隧道是在国民经济和国防建设中应用相当广泛的工程建筑，隧道工程是一项重要的工程技术。

（二）

中国是世界文明发达最早的国家之一。我国古代的地下工程有着悠久的历史 and 辉煌的成就。例如，我国是世界上采矿工业发展最早的国家，远在几千年前，就己能开采铜、铁、金、煤等矿石。到了周代（公元前1122年）金属矿床开采已相当发展，并开始了地下采煤。元朝（公元1271~1368年）就有了深达数百米的盐井。明朝末年（17世纪初）宋应星所著的

《天工开物》一书，是我国阐述有关地下工程方面较早的书籍，其中详细记载了经由竖井采煤的方法。在水利工程方面，例如陕西褒城的石门隧洞，陕西大荔县修建洛惠渠时发现的给水隧洞，规模都非常大。再有，奴隶社会与封建社会的统治者死后所用的坟墓多是规模较大的地下建筑，象长沙的楚墓，洛阳的汉墓，西安的唐墓等。1956年起在北京昌平发掘的明十三陵之一的定陵即是一座宏伟的地下宫殿（图4），它建于1584~1590年。从这些遗迹可以看出历代统治阶级残酷地奴役劳动人民和极度的荒淫愚昧，同时也显示出我国古代劳动人民在隧道建筑方面的高度智慧和我国古代工程在建筑材料与结构方面曾经达到的水平。



图 4

恩格斯指出：“科学的发生和发展从开始起便是由生产所决定的”。1949年，在毛主席和中国共产党领导下，推翻了国民党的反动统治，掀掉压在中国人民头上的“三座大山”，改变了旧的生产关系，解放了生产力，为科学技术的发展开辟了广阔的天地。就铁路隧道工程来说，到1973年为止，新建成的隧道总延长为解放前所修长度总和的14倍多，成为世界上铁路隧道总长超过千公里的少数国家之一。无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力，仅在1971年一年内便修建了相当于解放后最初十年间修复、改建及新建数量的总和。这样的速度与规模，不但旧中国不可能有，就是世界各国的铁路隧道建筑史上也是罕见的。

通过大量的工程实践，我国隧道技术水平日益提高，从打小洞、短洞逐渐掌握了打大洞、长洞的技术，从以人力手工施工为主逐步向半机械化、机械化发展，从怕“烂洞子”到逐渐掌握了处理各种不良地质情况的技术。长2公里以上的铁路长隧道已达百座以上，如沙木拉打隧道（图5）长度在6公里以上。

在1953年开始修建的宝成铁路工程中，铁路隧道工人在党的正确领导下，以自己的辛勤劳动，以英勇无畏的精神，克服了这条铁路的地形地质复杂、运输不便和

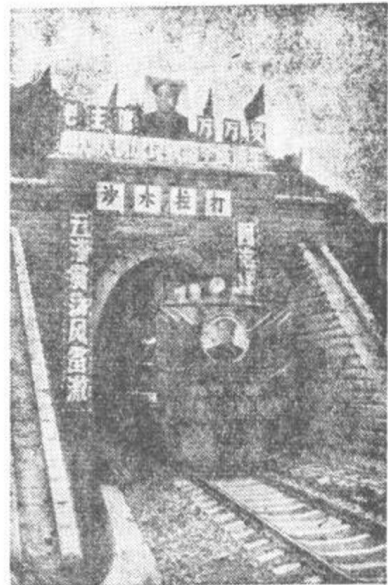


图 5

施工干扰多等等困难，胜利地在四年内建成了304座总延长84公里多的隧道，质量优良地完成了工程任务。通过这些隧道的建成，不仅丰富了在山岭地区修建隧道的设计和施工知识，打破和消除了以往怕做长隧道的顾虑，而且大大提高了技术和管理水平，壮大了隧道专业的建设力量。

纵贯西南的成昆铁路，沿线山高谷深，川大流急，地质复杂，不良物理地质现象很多，有“地质博物馆”之称。在隧道工程里，有一碰即塌的“烂洞子”，有坚硬如钢的“特坚石”，有40多度高温的“火焰山”，有山泉暴涌的“水帘洞”。曾有几个外国专家来过这里观察，认为“地质复杂，此路不通”，但是广大铁路工人和铁道兵战士在毛主席革命路线指引下，在这所谓“不能修路的禁区”胜利地修通了这条有着许多桥隧相连、洞中有桥（图6）等艰巨工程的钢铁大动脉，并且采用了许多先进技术。

在一些隧道的修建过程中，还碰到并战胜了种种困难的自然条件。如某隧道施工中遇到了每昼夜2万吨的涌水量（最大涌水量1800吨/小时），采用了平行于正洞的泄水洞解决排水问题；贵昆线某隧道穿过七层无烟煤层，瓦斯含量较大，每小时约逸出40~60米³瓦斯，在采取了相应的安全措施后顺利完工；川黔线某隧道穿经大型溶洞与暗河，用了一孔跨度32米的钢筋混凝土梁桥跨越而过；有一座隧道开挖中运用了锚杆加挂铁丝网的办法（图7）克服了“岩爆”这一少见的地质现象。

无产阶级文化大革命和批林批孔运动以来，在铁路隧道工程中，继成昆铁路之后，大量地推广和采用了新技术。如喷锚支护、大拱脚薄边墙、连拱式边墙等新型衬砌构造和干硬性混凝土、光面爆破、激光定向等施工新技术，在试验和使用中都收到良好效果。机械化施工向更新的水平迈进，大型钻孔台车、槽式出碴列车、混凝土运送车、隧道掘进机、混凝土喷射机等正在一些隧道中试验使用。围岩压力现场量测手段日益多样化。设计方法不断革新，电子计算机这一计算新技术已被用于衬砌结构分析，工程调查方面进行了大量工作，科学研究不断取得新成果。在施工进度方面，在采用中小型机械、分部开挖、平行导坑开辟工作面并辅助施工，配合其他技术措施的情况下，曾在某隧道创下导坑最高月掘进336.8米和在另一隧道单口最高月成洞501.3米的高纪录。并且出现了进出口连续15个月达到百米以上成洞的纪录，以及平均单口月成洞127米、出口连续4个月保持单口月成洞200米以上的优异成绩。



图 6

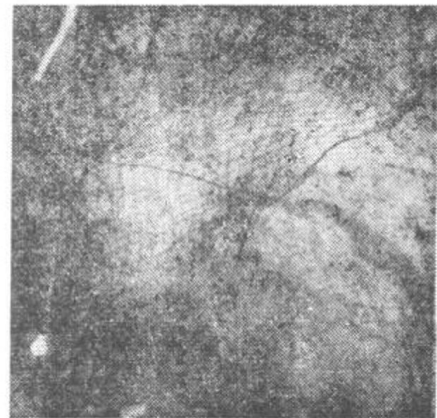


图 7

（三）

毛主席教导我们说：“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。”解放后二十多年来在隧道工程建设中所取得的辉煌成绩，和其他国民经济建设和工程技术一样，都是毛主席

无产阶级革命路线的胜利。

在全国解放前的一百多年中,由于我国处在半殖民地半封建的社会,劳动人民处于受剥削受压迫的地位,地下工程和技术发展极其缓慢。修建铁路的资金被国内外资产阶级层层盘剥,设备技术条件又差,遇有隧道往往畏难而退,宁可绕避或改为明堑通过。如旧天(水)兰(州)线的曲儿岔隧道,即由此半途而废,改为绕线,线路多延长12公里。就是修了一点隧道,也无统一的技术标准,工程质量差。因此,直到1949年为止,全国铁路隧道总长度只有几十公里,不到240座,其中长度超过1000米者仅十余座。在修建这些隧道时,那些帝国主义分子、资本家和国民党官僚们象豺狼一样,为了追求高额利润,从来不考虑工人的劳动条件,榨尽了工人的血汗,在修建长度只有400多米的旧北同蒲线二王洞隧道,就埋葬了200多名工人。

“革命就是解放生产力,革命就是促进生产力的发展。”现在我国工人阶级和广大劳动人民在政治上翻了身,在经济建设上当了主人,在上层建筑包括各个文化领域对资产阶级实行全面专政,生产面貌日新月异。

树欲静而风不止,在隧道工程发展过程中,经历了两条路线的严重斗争。毛主席制定的**“鞍钢宪法”**和**“工业学大庆”**的伟大号召,为多快好省地建设隧道工程指明了方向,但刘少奇、林彪之流在国民经济中竭力推行修正主义路线,与党的基本路线相对抗。毛主席一贯教导我们要坚持政治挂帅,加强党的领导,必须全心全意地依靠工人阶级,大搞群众运动,实行两参一改三结合,开展技术革新和技术革命,他们则鼓吹**“唯生产力论”**,搞物质刺激,贩卖**“专家治路”****“技术神秘”**,对群众实行管、卡、压;毛主席号召**“自力更生,艰苦奋斗,破除迷信,解放思想”**,他们则抛售**“洋奴哲学”****“爬行主义”**;毛主席制定土洋结合,两条腿走路的方针,他们则片面追求**“大洋全”**。广大工农兵、干部和技术人员对此极为气愤,在毛主席革命路线指引下,与修正主义路线进行了针锋相对的斗争,保证了铁路和隧道建设向前发展,出现了铁路建设大会战,设计和科研人员下楼出院,深入现场与工人并肩作战,各类专业战斗队普遍成立,呈现一片繁荣景象。

通往大西南的又一条钢铁大道湘黔铁路的建成,就是广大职工和民兵狠批修正主义、执行毛主席革命路线的一曲胜利凯歌。其中两千多米的雪峰山隧道,复工之初积水过两米深,工人们不坐等机械设备,划木筏进洞人工排水及时开工,坚持土法上马抢时间;长256米的**“三八隧道”**(图8),主要是由216名女民兵修通的。许多事实都给**“群众落后论”****“唯生产力论”**等以有力的回击。

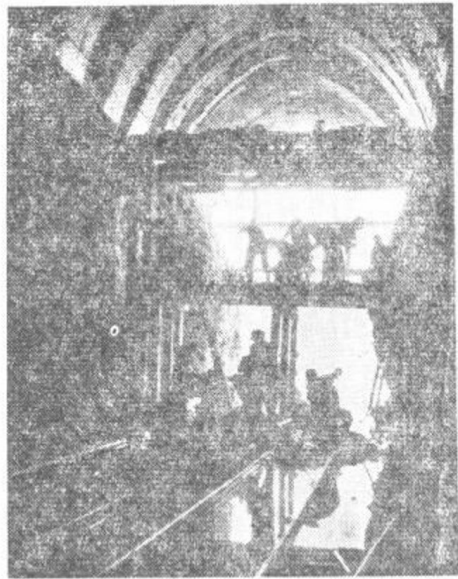


图 8

广大隧道工作者遵照毛主席**“要认真总结经验”**的指示,以奋发图强的精神,在同修正主义路线斗争中,依据我国实践,制定出新的《铁路工程技术规范》,在第三篇**“隧道”**(本书以下简称《隧规》)中纳入了许多新内容,如以工程地质分析和坑道围岩稳定性为基础的铁路隧道围岩分类与荷载的估算方法;确定洞口位置时依据具体情况宜**“早进晚出”**的经验;以排为主,截堵排相结合的综合治水方法;按挤压为主的原理计算运营通风量;等

等。在广泛深入进行工程调查的基础上，重新编制铁路隧道衬砌的标准设计。

一支以工人为主体的宏大的隧道工程建设队伍，在马列主义、毛泽东思想哺育下，不断壮大。

总之，我国铁路隧道工程和技术在毛主席革命路线指引下取得了很大成绩，但仍不能完全适应日益高涨的社会主义事业。前人的经验要总结，新的课题有待解决，这就要求施工、运营、设计、科研和院校各部门的广大隧道工作者团结协作，遵照毛主席的教导，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，全心全意地依靠工人阶级，贯彻独立自主、自力更生的方针，把隧道工程技术推向新的水平，为我国社会主义革命和社会主义建设做出更大的贡献。

第一章 铁路隧道构造

修筑铁路隧道的目的，是为了在地下占据一定的空间，以保证列车的安全运行。为此，必须首先在地层内开挖出一个空间（坑道），其次，必须设法保持这个空间。铁路隧道建筑物就是为了达到后一目的而修筑的。

隧道的主体建筑物一般由洞身衬砌和洞门组成；在洞口容易坍塌的地段，则需要接长洞身，加筑明洞。隧道的附属建筑物包括大、小避车洞和防排水设施，长大隧道还有专门的通风道和通风机房。图 1—1 为一座隧道的概貌。

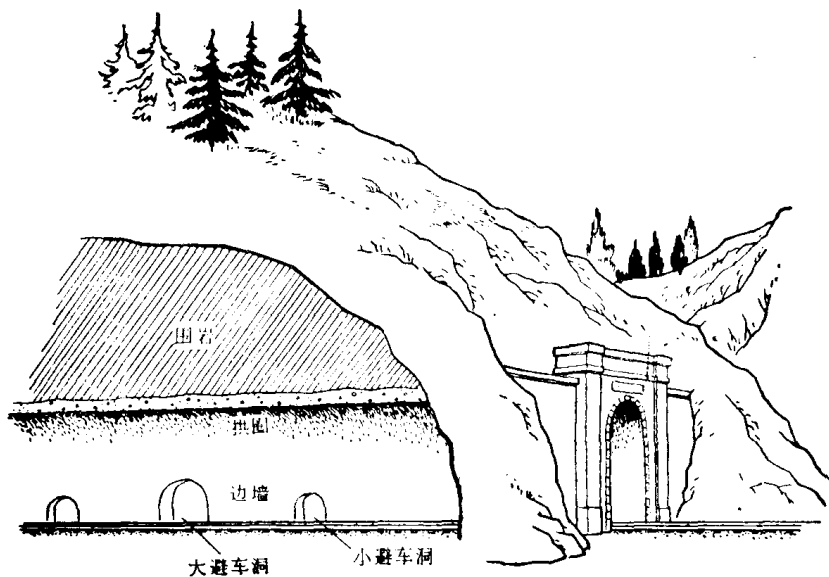


图 1—1

除了隧道洞口段衬砌往往按明洞设计和施工外，在傍山通过的线路地段，为了防止边坡坍方落石，有时要修筑明洞。明洞按其构造型式又分为拱式明洞和棚洞两种，它们是铁路隧道建筑物的特殊型式。

本章主要叙述铁路隧道建筑物的构造和编制隧道建筑物标准图时所需考虑的一些因素，使读者能恰当地利用标准图，并在必要时能够进行工点的特殊设计。

§ 1—1 铁路隧道净空

一、直线隧道净空

如前所述，隧道是保证列车安全地在地下通行的建筑物。为了达到这一目的，衬砌的断面尺寸应该怎样确定呢？为了回答这个问题，就有必要了解隧道净空的要求和影响净空的各