



高职交通运输与土建类专业规划教材

隧道施工 (第二版)

S U I D A O S H I G O N G

主 编 宋秀清 刘 杰



人民交通出版社
China Communications Press



高职交通运输与土建类专业规划教材

隧道施工 (第二版)

S U I D A O S H I G O N G



主 编 宋秀清 刘 杰



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书系统讲述了隧道工程的施工和维修养护知识,内容包括:一般条件下隧道施工技术、特殊地质地段隧道施工技术、掘进机与盾构施工技术、沉管法施工技术,以及隧道养护维修等方面的内容,每部分内容均附有相关工程图片和实例,以辅助读者更全面深入掌握相应知识。

本书可供高职高专铁道工程技术等相关专业师生选作教材使用,也可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

隧道施工/宋秀清,刘杰主编.—2版.—北京:
人民交通出版社,2014.7

ISBN 978-7-114-10979-9

I. ①隧道… II. ①宋…②刘… III. ①隧道施工
IV. ①U455

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第258278号

书 名:隧道施工(第二版)

著 作 者:宋秀清 刘 杰

责任编辑:杜 琛 卢 珊

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:中国电影出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:20.25

字 数:496千

版 次:2009年10月 第1版

2014年7月 第2版

印 次:2014年7月 第1次印刷 累计第11次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10979-9

定 价:43.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

第二版前言

当前,我国隧道及地下工程建设正步入高速发展时期,我国已成为世界上隧道数量最多、建设规模最大、发展速度最快的国家。根据近年来隧道及地下工程施工技术的发展,编者从2012年年底开始对本书进行了修订,在本书修订中强化了隧道施工过程,弱化了隧道理论知识;增加了目前隧道和地铁施工采用的新材料和新技术等内容,删除了围岩压力计算等内容;对原有部分章节的内容进行了重新梳理,使其能够更加贴近施工现场。本书是以山岭隧道施工工艺流程为主进行编写的,覆盖面广,综合了铁路隧道、公路隧道、地下铁道和沉管隧道等知识。

本书是由陕西铁路工程职业技术学院、天津铁道职业技术学院两所高职院校和中铁七局集团有限公司合作编写,坚持“质量一流、特色鲜明、合编共用”的原则,由上述院校骨干教师以及企业长期从事隧道现场施工的技术人员参与并合力精心打造完成。由宋秀清、刘杰统稿并任主编。

参加本书编写的人员有:陕西铁路工程职业技术学院宋秀清(绪论、第三章、第四章、第七章、第十章第二节~案例、第十一章)、陕西铁路工程职业技术学院刘杰(第十二章第一节、第十三章)、天津铁道职业技术学院张齐坤(第一章、第五章)、陕西铁路工程职业技术学院任锐(第十章第一节)、陕西铁路工程职业技术学院郭军(第十二章第二节~案例)、陕西铁路工程职业技术学院毛红梅(第九章)、陕西铁路工程职业技术学院欧阳艳(第十四章)、中铁七局张晓玮(第二章、第六章、第八章)。

本书特邀西南交通大学关宝树教授审阅,他对书稿提出了很多中肯的意见和建议,在此表示由衷的感谢。同时,在编写过程中,编者得到了中铁一局集团有限公司和中铁七局集团有限公司两家施工企业在图片上的大力协助,人民交通出版社亦给予了大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中还存在不当和错误之处,敬请批评指正。

编者
2014年5月

第一版前言

21 世纪是地下空间资源大力开发利用的世纪,是隧道和地下工程大发展的世纪。隧道及地下工程是土木工程的一个重要领域,是人类拓展生存空间的重要方式,同时其具有节能、环保、抗震防灾、防御战争损毁等优势,因而在铁路、公路、水利水电、城市交通、市政设施、国防等方面得以广泛应用。当前,我国隧道及地下工程建设正步入高速发展时期,预计到 2020 年,我国将成为世界上隧道数量最多、建设规模最大、发展速度最快的国家。

本书是高职交通运输与土建类专业规划教材之一。本教材按最新铁路、公路隧道设计规范和施工规范要求编写。内容上将铁路、公路及城市轨道交通知识交叉、整合,力求使学生全面掌握隧道知识,并注重培养学生的职业能力,以实现高职高专学生所学知识和就业岗位要求贴合。本书适于高职高专院校隧道及地下工程专业、城市轨道交通工程专业及相关专业学生选作教材使用,亦可为相关领域的工程技术人员和管理人员参考使用。

全书共十四章,重点介绍了一般条件下隧道施工技术、特殊地质地段隧道施工技术、掘进机与盾构施工技术、沉管法施工技术以及隧道养护维修等方面的内容,并附以工程实例。

本书由宋秀清、刘杰任主编并统稿。具体编写人员分工如下:陕西铁路工程职业技术学院刘杰(绪论、第十二章、第十三章)、天津铁道职业技术学院张齐坤(第一章、第二章、第五章)、陕西铁路工程职业技术学院宋秀清(第四章、第六章、第九章、第十章、第十一章)、西安铁路职业技术学院张军(第三章、第七章、第六章第三节)、陕西铁路工程职业技术学院毛红梅(第八章、第十四章)。

本书在编写过程中得到了人民交通出版社的大力支持和帮助,并参考了大量国内专家和学者的著作资料,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不当和错误之处,敬请批评指正。

编者
2009 年 6 月

目 录

绪论	1	第三节 隧道爆破设计	86
第一章 隧道构造和围岩		第四节 控制爆破	91
分级	9	第五节 水压爆破	93
第一节 隧道主体建筑物	10	案例: IV级钻爆设计	94
第二节 铁路隧道附属建筑物	23	思考与练习	96
第三节 公路隧道附属建筑物	28	第五章 装渣运输	97
第四节 围岩分级	32	第一节 装渣运输机具	98
案例:石太客运专线太行山隧道		第二节 装渣	102
结构	38	第三节 运输	103
思考与练习	40	第四节 卸渣	106
第二章 施工准备	43	案例:太行山隧道装渣运输	
第一节 施工调查	44	情况	107
第二节 技术准备	45	思考与练习	108
第三节 资源配置	47	第六章 支护施工	109
案例:×××隧道洞口施工场地		第一节 初期支护	110
布置图	51	第二节 二次衬砌混凝土施工	125
思考与练习	51	第三节 预支护技术	130
第三章 矿山法的施工方法	53	案例:支护工程施工工序	138
第一节 矿山法的施工特点	54	思考与练习	141
第二节 隧道洞身开挖方法	57	第七章 监控量测	143
第三节 洞口和明洞施工	66	第一节 监控量测计划的	
第四节 浅埋暗挖法	70	编制	144
案例:隧道施工方案的选择	71	第二节 隧道监控量测的项目	
思考与练习	72	和方法	145
第四章 隧道开挖作业	73	第三节 超前地质预报	159
第一节 凿岩	74	案例:×××隧道监控量测	161
第二节 炸药	77	思考与练习	166

第八章 隧道防排水技术	167
第一节 概述	168
第二节 隧道防排水措施	169
第三节 防排水施工工艺	175
案例:溪涌隧道防排水技术	180
思考与练习	182
第九章 辅助坑道	183
第一节 横洞	184
第二节 平行导坑	185
第三节 斜井	186
第四节 竖井	189
第五节 隧道竣工后辅助坑道的 处理	191
案例:函谷关隧道辅助坑道 设计	191
思考与练习	192
第十章 施工通风及风水电 供应	193
第一节 通风与防尘	194
第二节 压缩空气供应	202
第三节 施工供水与排水	205
第四节 施工供电、照明及 通信	208
案例:×××隧道风水电作业	212
思考与练习	213
第十一章 特殊地质地段隧道 施工	215
第一节 膨胀性围岩	216
第二节 黄土	218
案例:大断面黄土隧道施工方法	220
第三节 溶洞	222
第四节 风积沙	225
第五节 瓦斯地层	226
第六节 岩爆	228
第七节 高地温	230
案例:铁山峰2号隧道工程特殊地质 地段初步处理方案	231
第八节 塌方	232
案例:宝成复线新会龙场隧道塌方 处理	235
思考与练习	236
第十二章 掘进机与盾构	237
第一节 掘进机	238
第二节 盾构法施工	245
案例:西安地铁2号线区间隧道 施工	259
思考与练习	261
第十三章 沉管法施工	263
第一节 概述	264
第二节 沉管隧道设计	267
第三节 沉管施工	270
第四节 基础处理	276
案例:港珠澳大桥沉管隧道方案	281
思考与练习	284
第十四章 隧道养护与维修	285
第一节 隧道养护概述	286
第二节 隧道技术文件	289
第三节 隧道水害及整治	292
第四节 衬砌裂损及整治	300
第五节 衬砌腐蚀及整治	306
案例:京广铁路南岭隧道病害 整治	309
思考与练习	312
参考文献	313

绪 论




隧道的概念

隧道工程是与人类生活息息相关的古老工程,原始人用以栖息而开挖的洞穴,是最原始的隧道工程。伴随着人类社会的发展与科学技术的进步,各种用途的隧道相继出现。

隧道通常是指修建在地层中的地下通道类工程建筑物。它被广泛地应用于公路、铁路、矿山、水利、市政和国防等方面,因此,单纯理解为“地下通道”的隧道概念,也可扩大到地下空间利用的各个方面。即也可以把各种用途的地下通道和洞室都称为隧道。

1970年,国际经济合作与发展组织(OECD)隧道会议中将隧道定义为,以某种用途在地面下用任何方法按规定形状和尺寸修筑的断面面积大于 2m^2 的线状建筑物。

在21世纪以前,隧道建筑大都是交通运输隧道和水工隧道。由于隧道的修建使用,克服了平面、高程、江河等障碍,改善了运输条件,缩短了里程,节省了运费,提高了运输能力,使线路更加平缓顺直,更好地满足了高速行驶的要求,取得了理想的经济效果,因而越来越多的隧道在铁路和公路等交通运输中得以应用。目前,单座隧道的长度越来越长,已成为当前发展的趋势。



隧道的基本分类与功能

(1) 从隧道所处的地质条件来分,可以分为土质隧道和石质隧道。

(2) 根据隧道的长度,可以分为短隧道(铁路隧道规定: $L \leq 500\text{m}$;公路隧道规定: $L \leq 500\text{m}$)、中长隧道(铁路隧道规定: $500 < L \leq 3000\text{m}$;公路隧道规定: $500 < L < 1000\text{m}$)、长隧道(铁路隧道规定: $3000 < L \leq 10000\text{m}$;公路隧道规定: $1000 \leq L \leq 3000\text{m}$)和特长隧道(铁路隧道规定: $L > 10000\text{m}$;公路隧道规定: $L > 3000\text{m}$)。

(3) 按国际隧道协会(ITA)定义的隧道横断面面积的大小划分标准,可以分为极小断面隧道($2 \sim 3\text{m}^2$)、小断面隧道($3 \sim 10\text{m}^2$)、中等断面隧道($10 \sim 50\text{m}^2$)、大断面隧道($50 \sim 100\text{m}^2$)和特大断面隧道(大于 100m^2)。

(4) 从隧道所在的位置来分,可以分为山岭隧道、水底隧道和城市隧道。

(5) 从埋置的深度来分,可以分为浅埋隧道和深埋隧道。

(6) 按照隧道的用途来分,可以分为交通隧道、水工隧道、市政隧道和矿山隧道。

(一) 交通隧道

交通隧道的作用是提供交通运输和人行的通道,以满足交通线路畅通的要求,一般包括以下几种。

1. 铁路隧道

开挖隧道直接穿山而过,既可使线路顺直,避免许多无谓的展线,使线路缩短,又可以减小坡度,使运营条件得以改善,从而提高牵引定数,多拉快跑。

2. 公路隧道

高速公路对道路的修建技术提出了较高的标准,要求线路顺直、坡度平缓、路面宽敞等。

隧道的修建在改善公路技术状态、缩短运行距离、提高运输能力,以及减少事故等方面起到了重要的作用。

3. 水底隧道

当交通线路需要跨越江、河、湖、海时,水底隧道方案因具备不受气候影响、不影响通航、引道占地少、战时不暴露交通设施目标等优点,越来越受到人们的青睐。

4. 地下铁道

地下铁道是解决大城市中交通拥挤、车辆堵塞问题,且能大量快速运送乘客的一种城市交通设施。

5. 航运隧道

当运河需要越过分水岭时,隧道将分水岭两边河道沟通,既可缩短航程,又可省去船闸费用,并使得航运条件大为改善。

6. 人行地下通道

为了提高交通运输能力及减少交通事故,除架设街心高架桥以外,也可以修建人行地下通道来穿越街道或跨越铁路、高速公路等。

(二) 水工隧道

水工隧道是水利工程和水力发电枢纽的重要组成部分。

1. 引水隧道

引水隧道进行水资源的调动或把水引入水电站的发电机组,产生动力资源。引水隧道有的内部充水因而内壁承压,有的只是部分过水,因而内部只受大气压力而无水压,分别称为有压隧道和无压隧道。

2. 排水隧道

排水隧道是把发电机组排出的废水送出去的隧道。

3. 导流隧道或泄洪隧道

导流隧道或泄洪隧道是水利工程中的一个重要组成部分。由它疏导水流并补充溢洪道流量超限后的泄洪作用。

4. 排沙隧道

用来冲刷水库中淤积的泥砂,把泥砂裹带运出水库。有时也用来放空水库里的水,以便进行库身检查或修理建筑物。

(三) 市政隧道

市政隧道是指安置各种市政设施、改善人居环境、合理利用地下空间的洞室。

1. 给水隧道

给水隧道用于布置城市自来水供水管网。

2. 污水隧道

污水隧道本身导流排污或由管道排污。一般排污隧道的进口处,多设有拦渣隔栅,把漂浮的杂物拦在隧道之外,不致涌入造成堵塞。

3. 管路隧道

管路隧道用于供给煤气、暖气、热水等。

4. 线路隧道

线路隧道用于铺设电力电缆、通信电缆等。

5. 人防隧道

人防隧道是为战时的防空目的而修建的防空避难隧道。

(四) 矿山隧道

在矿山开采中,常设一些为采矿服务的隧道,从山体以外通向矿床,并将开采到的矿石运输出来。

1. 运输巷道

主巷道:向山体开凿通到矿床的隧道,是主要出入口和主要的运输干道。

由主巷道通往各个开采面的巷道,分布如树枝状,分向各个采掘面。此种巷道多用临时支撑,仅供作业人员进行开采工作的需要。

2. 给水隧道

通过给水隧道送入清洁水为采掘机械使用,并将废水及积水通过泵抽排出洞外。

3. 通风隧道

通风隧道的作用在于净化巷道中的空气,创造良好的工作环境,用通风机及时把有害气体和污浊空气排除出去,并把新鲜空气补充进来。

我国隧道及地下工程建设成就与发展

自 1888 年我国修建第一条隧道——狮球岭隧道以来,经过 120 余年艰难曲折的发展历程,中国隧道修建技术从成昆铁路隧道和衡广复线大瑶山双线铁路隧道开始使用以喷混凝土—锚杆支护为主体的方法以来,经过高速铁路隧道的建设,目前施工技术已步入了世界先进水平的行列,在勘察设计、施工、运营、科研等方面取得许多重大的成就和创新。

纵观我国隧道修建史,其修建技术的发展大体上经历了三个阶段:①中华人民共和国成立之前,是隧道修建技术落后的时期。这一时期基本上依靠人力开挖,手工操作,机具十分简单。②中华人民共和国成立以后的 20 世纪 50~70 年代,是隧道技术有所发展的时期,隧道施工由以人为主转为普遍采用中、小型机械施工。③20 世纪 80 年代以后,隧道技术进入大发展时期。这一时期,隧道修建由以传统矿山法为主的建设方法,转向以光面爆破、喷锚支护、监控量测信息反馈、复合式衬砌结构等为特征的施工技术。一系列的新技术、新设备在工程实践中涌现出来,隧道施工形成了大型、配套的机械化施工,隧道修建技术达到世界先进水平。

西康线秦岭隧道、乌鞘岭隧道、秦岭终南山隧道、石太客运专线太行山隧道、新关角隧道等一批越岭特长交通隧道已经建成,跨越水域的武汉长江隧道、上海崇明岛隧道、南京长江隧道、厦门翔安海底隧道、青黄海底隧道等内陆水域及海域隧道也已建成,琼州海峡隧道、港珠澳桥隧大通道、渤海湾桥隧工程正在规划,北京、南京、西安、成都、深圳、广州、郑州、青岛等 30 多个城市的地铁正处于在建与规划的热潮中。辽宁省直径 8m 的大伙房水库输水隧道长度达到 85.32km,已建成投入使用,这条隧道成为目前世界上已经建成的最长隧道。规模宏大的葛洲坝、三峡、溪洛渡等水电站的建成,说明了我国修建大型复杂地下工程的技术水平已位居国际前列。可以自豪地说,中国已经跻身世界隧道大国的行列。而且,大量工程的修建证明:我国

是世界上隧道修建数量最多、发展速度最快、地质条件与施工环境最复杂、隧道结构形式多样的国家。

目前,我国隧道修建技术已有长足的发展,有许多大型的隧道成果处于国际先进水平。今后通过工程实践的创新,将逐步形成具有我国特色的隧道及地下工程修建方法与技术体系,使我国隧道及地下工程修建技术进入跨越性发展的轨道,使我国成为引领世界隧道及地下工程修建技术的国家。

四 我国隧道修建技术的展望

我国是个多山国家,大规模铁路、公路、地铁建设项目的开展,为隧道修建技术进步和创新提供了很好的发展机遇,设计理念、施工技术和管理水平的提高,使得隧道修建技术愈发精湛。

1. 特长隧道的修建技术

我国已经开工和规划了很多特长隧道,对于特长隧道的辅助坑道设置、缓冲措施、防灾救援、运营通风和维护管理、施工工法和建设工期等问题,都需要结合工程实际进行认真研究,不断完善和优化,逐步形成一套适合我国的特长隧道修建技术。

2. 跨越江河、海峡的水下隧道

对航道标准要求较高的大江、大河,对于水中设桥墩特别敏感,防洪方面也提出比较高的要求,因此我国已经开工和规划的多个项目中,采用了隧道方式穿越江河,这将对我国水底隧道修建技术的发展起到促进作用。

3. 掘进机技术

掘进机以其掘进速度快、施工质量高、沉降控制好、劳动强度低等优越性,在长大铁路隧道中应用越来越广泛。随着大规模高速铁路隧道的修建,对于地质和作业条件适宜的特长山岭隧道、下穿城市建筑物的隧道、水底隧道等,会更多地采用掘进机(盾构)施工,掘进机技术将会得到广泛应用。

4. 大断面、特大断面隧道快速施工技术

要实现大断面、特大断面隧道的快速施工,减少施工工序最为关键。应尽量地多采用机械化施工,加大一次施工的断面面积和作业循环长度。在能够保证有效控制变形和沉降的情况下,尽早实现初期支护的封闭。为了充分发挥掘进机和钻爆法施工的各自优势,采用小断面掘进机施工超前导坑,然后采用钻爆法扩挖的工法,也是解决大断面、特大断面隧道快速施工的有效措施。

五 我国部分重点隧道介绍

1. 大瑶山隧道

我国修建长度在10km以上的铁路隧道的实践是从修建14.295km长的双线隧道——大瑶山隧道开始的。在这座隧道的施工中,采用凿岩台车,衬砌模板台车和高效能的装运工具等机具配套作业,实行全断面开挖。大瑶山隧道是我国山岭隧道采用重型机具综合机械化施工的开端,将隧道工程的修建技术和修建长大隧道的能力提高到一个新的阶段,缩短了同国际隧道施工先进水平的差距,见图0-1。

2. 西康线秦岭隧道

西康线秦岭隧道工程由1号线和2号线两座隧道组成(图0-2),通过混合片麻岩及花岗岩。其中2号线隧道是用钻爆法开挖的。采用轨行门架三臂钻孔台车、挖掘装载机、大容积梭式矿车等重型机具,先开挖断面面积为 $26\sim 30\text{m}^2$ 的导坑,平均月进尺达 264m 。值得指出的是,在2号线导坑的开挖中,创造了单台风机独头通风距离 6000m 的记录;超过 6000m 后,再串联一台风机,到独头通风距离 9500m 时,作业面空气仍符合标准要求。1号线隧道则是用直径为 8.8m 的全断面掘进机开挖的,实现了隧道施工作业的工业化、自动化和信息化,为国内岩石掘进机施工积累了宝贵的经验。

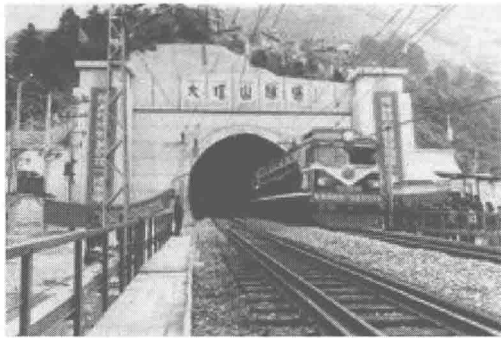


图0-1 大瑶山隧道

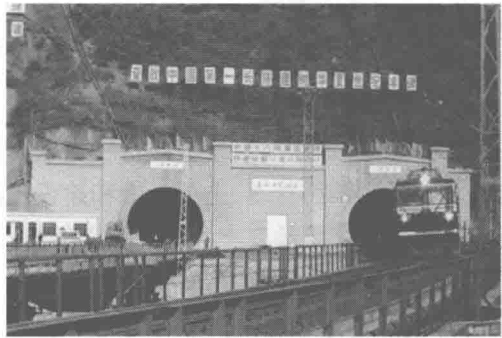


图0-2 西康线秦岭隧道

3. 秦岭终南山隧道

秦岭终南山隧道位于我国国道主线包头至北海段陕西境内的西康高速公路北段,同时也是银川至武汉主干线的西部大通道共用的“咽喉工程”。隧道穿越秦岭山脉的终南山,单洞全长 18.02km ,双洞长 36.04km ,双向四车道(图0-3)。隧道按双向车道高速公路标准建设,净宽 10.5m ,限高 5m ,设计行车速度为 80km/h ,总投资为 31.93 亿元。隧道于2002年3月开工,2007年1月正式通车。

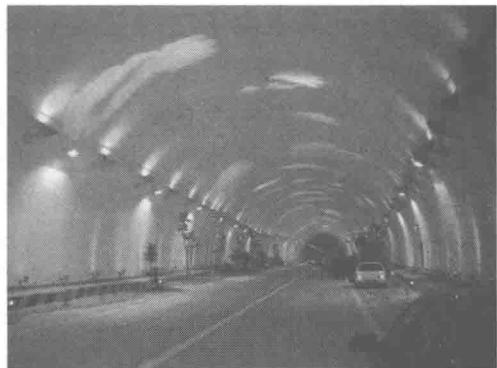


图0-3 秦岭终南山隧道

这一具有世界规模的工程克服了地质断层、涌水、岩爆等施工中的难题。在借鉴日本、美国、奥地利、德国、挪威等国家的特长隧道建设经验,吸取欧洲三起隧道大火灾的经验教训,并破解通风、火灾、监控等运营中的重大技术难题之后,秦岭终南山隧道具备了国际领先的防灾救援系统、监控管理系统和运营服务系统。它的建成是我国公路隧道建设史上的一个新的里程碑,将进一步促进我国公路隧道建设水平的提高。

4. 厦门翔安隧道

厦门翔安隧道是一项规模浩大的跨海工程,全长约 9km,其中海底隧道 5.95km,海域段 4.2km。隧道最浅在海平面下约 70m,工程总投资约 32 亿元,是我国大陆地区第一座海底隧道。设计采用三孔双向 6 车道隧道方案(图 0-4),两侧为行车主洞,各设置 3 车道,中孔为服务隧道,主线设计时速为 80km。隧道于 2005 年开工,2010 年 4 月通车,按 100 年的设计使用年限确保工程的安全性和耐久性。

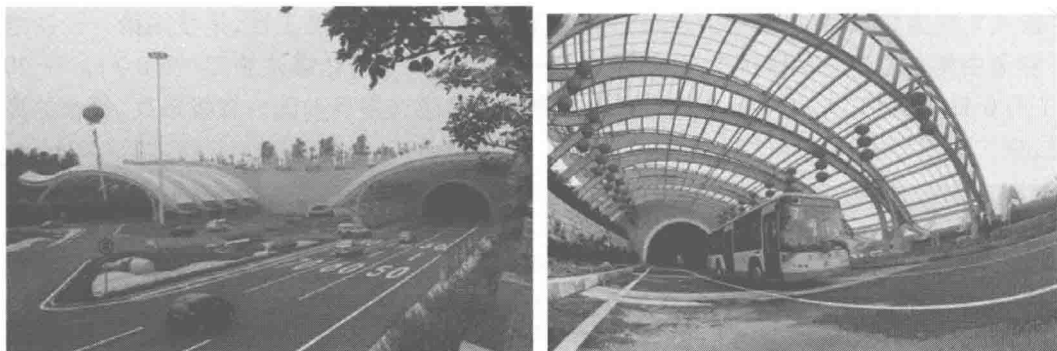


图 0-4 厦门翔安隧道

厦门翔安隧道不仅是我国大陆第一座海底隧道,而且还是一座钻爆法施工的海底隧道。在强风化的松软土层、浅滩段透水砂层、海底风化深槽等恶劣地质条件下,分别采用了 CRD 四部工法和双侧壁导坑法、地下连续墙井点降水、全断面帷幕注浆等先进施工技术和工艺,对探索适合我国国情的海底隧道建造技术,为类似工程提供借鉴,缩小与世界先进水平的差距,起到了重要的作用。

5. 高原隧道

青藏铁路有 4 座海拔在 4000m 以上的隧道。其中风火山隧道是高海拔隧道,轨顶高程 4906m,长 1210m;昆仑山隧道处于海拔 4600~4700m 区段,全长 1686m,地处两条逆冲断层间的隆起盘中,进口端在 2001 年地震中断开。高原缺氧、高原冻土、冻融是高原隧道设计施工的巨大难题。昆仑山隧道设计采用一次模筑支护+复合防水板+隔热保温层+复合防水板+二次钢筋混凝土衬砌 5 层结构,施工中采取特殊的控温、通风、排水、供氧和健康监测等措施,确保了隧道的顺利施工。

风火山隧道和昆仑山隧道(图 0-5)在 2002 年全部贯通,这是我国在高原隧道的设计和施工技术方面取得的新突破,已位于世界前列。

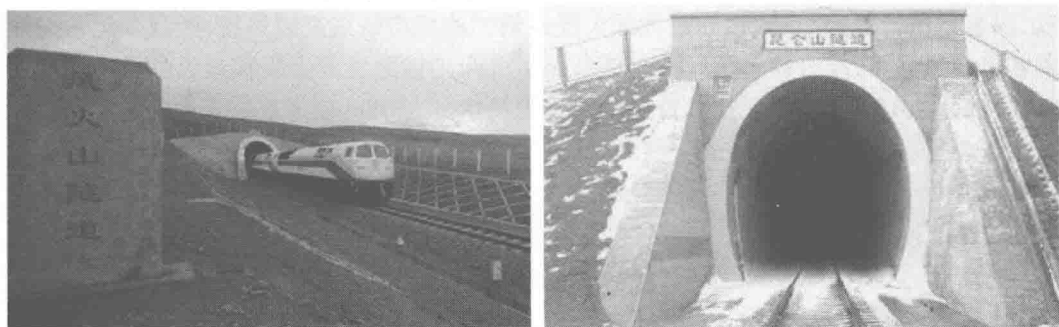


图 0-5 风火山隧道和昆仑山隧道

6. 西秦岭隧道

兰渝铁路西秦岭隧道为我国第二长铁路隧道,如图 0-6 所示。该隧道由两座平行的分离式单线隧道构成,长 28236m,是目前采用钻爆法和 TBM 法相结合施工的最长隧道。出口段采用两台直径为 10.20m 的敞开式硬岩掘进机进行施工,在我国铁路隧道建设史上具有重要意义。

7. 新关角隧道

新关角隧道是青藏铁路西格(西宁—格尔木)二线重点控制性工程,是我国第一长铁路隧道。隧道由两条分离式单线隧道组成,隧道全长 32.6km,采用钻爆法施工(图 0-7)。于 2007 年 11 月 6 日全面开工,2014 年 4 月隧道全部贯通。该隧道是目前国内海拔最高、最长的高原隧道,施工难度罕见。

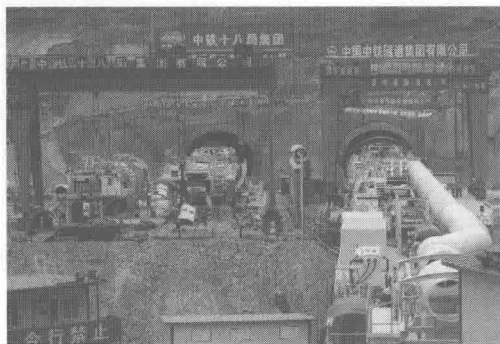


图 0-6 西秦岭隧道

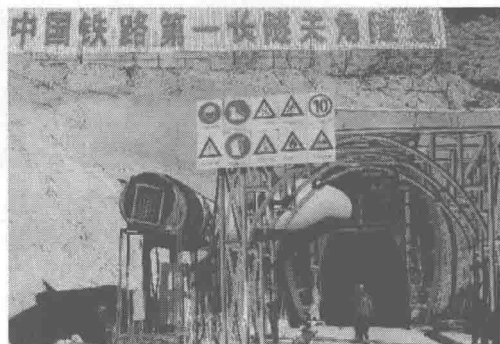


图 0-7 新关角隧道

8. 大伙房水库输水工程

大伙房水库输水工程,是为了引用优质充沛的辽宁东部山区水源,供给辽宁省老工业基地的中部城市群,以解决这些地区百年内的用水问题,受益人口近 1000 万。其一期工程输水隧洞开挖洞径 8m,连续长 85.3km,其中 60.3km 采用 TBM 法施工。这条超长深埋隧洞是目前世界上最长的隧洞之一,穿越 50 余座山、50 余条河谷,最大埋深 630m,最小埋深 60m,地质情况复杂多变,在一条隧洞上使用 3 台 TBM,国内仍属首次。

9. 北京地铁

北京地铁规划始于 1953 年,工程始建于 1965 年,最早的线路竣工于 1969 年,是我国第一个地铁系统。截至 2014 年 1 月,北京地铁共有 17 条运营线路。它包含 16 条地铁线路、1 条机场轨道,组成覆盖北京市 11 个市辖区,拥有 273 座运营车站、总长 465km 运营线路的轨道交通系统。以客运量计算,北京地铁亦是我国大陆最繁忙的城市轨道交通系统,是我国运营时间最久、乘客运载量最多、早晚峰值最忙的地铁线路。北京地铁是世界上规模最大的城市地铁系统之一。预计到 2016 年年底,北京地铁运营总里程将达到 660km 以上。在远景规划中,到 2020 年时,运营总里程将超过 1000km。

第一章

隧道构造和围岩分级

【知识目标】

通过本章学习,你应:

1. 掌握隧道建筑物的组成;
2. 掌握隧道主体建筑的构造和类型;
3. 掌握隧道曲线加宽的计算;
4. 熟悉隧道附属建筑物的组成;
5. 掌握隧道围岩的概念、围岩基本分级及其修正方法。

【能力目标】

通过本章学习,你应:

1. 具有曲线隧道加宽计算的能力;
2. 具备根据围岩级别选择衬砌结构类型的能力;
3. 具备初步辨识围岩的能力。

隧道建筑物应按满足 100 年正常使用的永久性结构设计,建成的隧道应能适应运营的需要,方便养护作业,并具有必要的安全防护等设施,隧道建筑结构、防排水的设计及建筑材料的选择,应充分考虑地区环境的影响。隧道结构由主体建筑物和附属建筑物两部分组成。

第一节 隧道主体建筑物

隧道的主体建筑物是为了保持隧道的稳定、保证列车的安全运行而修筑的,由洞身衬砌和洞门组成。在洞口容易坍塌或有落石危险时则需要加筑明洞。

隧道净空

(一) 铁路隧道净空

铁路隧道净空是指隧道衬砌的内轮廓线所包围的空间。确定隧道衬砌内轮廓线应考虑的因素包括:隧道建筑限界、股道数和线间距、隧道设备空间、空气动力学效应、轨道结构形式及运营维护方式等。

1. 直线隧道净空

(1) 机车车辆限界

机车车辆限界是指机车车辆最大轮廓的限界尺寸。要求所有在线路上行驶的机车车辆在平坡直线上时,车体所有部分都必须容纳在此限界范围内而不得超越。

(2) 基本建筑限界

基本建筑限界是指线路上各种建筑物和设备不得侵入的轮廓线,是为保证机车车辆的安全运行及建筑物和设备不受损坏,根据机车车辆限界制订的。

(3) 隧道建筑限界

隧道建筑限界是指隧道建筑物不得侵入的一个界限。比基本建筑限界大一些,留出少许空间用于安装照明、通信、信号及电力等设备。

(4) 直线隧道净空

直线隧道净空除了满足限界要求外,还要考虑结构形式的合理及施工方便等因素,因此,比隧道建筑限界要稍大一些。

2. 隧道建筑限界

对于速度 120km/h 新建和改建的蒸汽及内燃牵引的单线和双线铁路隧道,采用“隧限—1A”和“隧限—1B”;对于新建和改建的电力牵引的单线和双线铁路隧道,采用“隧限—2A”和“隧限—2B”,如图 1-1 所示。

我国高速铁路隧道建筑限界分为 200km/h 客货共线、200km/h 及以上客运专线(图 1-2)、200km/h 客货共线双层集装箱运输三种。

速度 120km/h 电力牵引铁路隧道的衬砌内轮廓如图 1-3 所示。此外,还统一制订了 200km/h、250km/h、350km/h 不同行车速度条件下的隧道衬砌内轮廓,详见相应的规范。