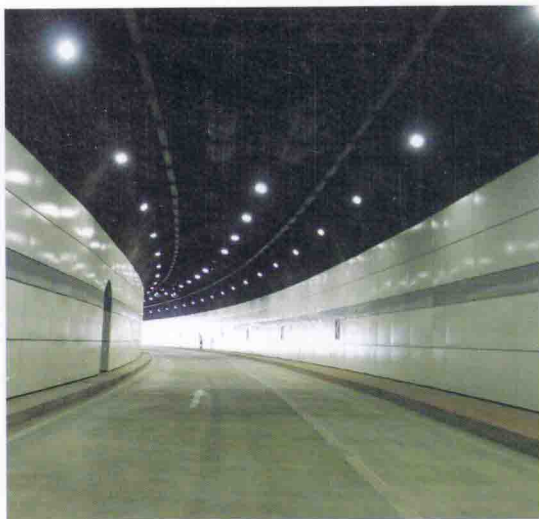
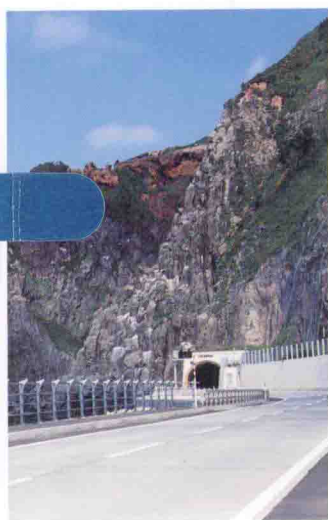


Gaodeng Xuexiao Jiaotong Yunshu yu Gongchenglei
Zhuanye Guihua Jiaocai

■ 高等学校交通运输与工程类专业规划教材
高等学校应用型本科规划教材

Tunnel Engineering 隧道工程

主编 / 王智远 张 宏 主审 / 韩常领



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

014059381

U45-43
06

高等学校交通运输与工程类专业规划教材
高等学校应用型本科规划教材

隧道工程

王智远 张 宏 主 编
韩常领 主 审



U45-43
06



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



北航

C1745806

183820310

内 容 提 要

本书较系统地介绍了隧道工程的种类及发展概况、隧道工程勘测设计、隧道结构构造、隧道围岩分级与围岩压力、隧道支护结构的计算、隧道施工方法、隧道通风与照明、隧道常见病害与防治。每章后附有思考题,可以加深学生对知识的理解与巩固。

本书可作为普通高等学校土木工程、交通工程等专业选修隧道与地下工程方向的教材,也可作为从事隧道与地下工程设计、施工和科学研究的专业技术人员、大专院校师生或短训班学员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

隧道工程 / 王智远,张宏主编. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2014. 8

高等学校交通运输与工程类专业规划教材 高等学校应用型本科规划教材

ISBN 978-7-114-11400-7

I. ①隧… II. ①王… ②张… III. ①隧道工程—高等学校—教材 IV. ①U45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 182370 号

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

高等学校应用型本科规划教材

书 名:隧道工程

著 者:王智远 张 宏

责任编辑:李 喆 潘艳霞

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

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:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京盈盛恒通印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:14

字 数:335 千

版 次:2014 年 8 月 第 1 版

印 次:2014 年 8 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11400-7

定 价:32.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校应用型本科规划教材

编 委 会

主任委员:张起森

副主任委员:(按姓氏笔画排序)

万德臣 马鹤龄 刘培文 伍必庆
汤跃群 张永清 吴宗元 武 鹤
杨少伟 杨渡军 赵永平 谈传生
倪宏革 章剑青

编写委员:(按姓氏笔画排序)

于吉太 于少春 王丽荣 王保群
朱 霞 张鹏飞 陈道军 谷 趣
赵志蒙 查旭东 唐 军 曹晓岩
葛建民 韩雪峰 蔡 璞

主要参编院校:长沙理工大学

长安大学

重庆交通大学

东南大学

华中科技大学

山东交通学院

黑龙江工程学院

内蒙古大学

交通运输部管理干部学院

辽宁省交通高等专科学校

鲁东大学

秘 书 组:李 喆 黎小东(人民交通出版社股份有限公司)

前言

PREFACE

本书根据教育部土木工程专业的课程设置指导意见及现行有关公路隧道设计规范,并结合土木工程专业应用型本科人才培养目标的教学要求编写而成。

隧道工程是一门包含多学科专业知识的课程,考虑到应用型本科的教学特点,编写过程中力求去繁从简,介绍了涉及各学科专业知识的重点内容,加强应用性内容的阐述,在有限的教学时间内提高学生解决实际工程问题的能力。本书主要介绍了隧道工程的种类及发展概况、隧道工程勘测设计、隧道结构构造、隧道围岩分级与围岩压力、隧道支护结构的计算、隧道施工方法、隧道通风与照明、隧道常见病害与防治等基础知识和基本理论。同时在每章后均配有思考题,以便于学生加深对知识的理解和巩固学习效果。

全书由内蒙古大学交通学院王智远、张宏主编,内蒙古大学交通学院张天宇、陈多鸿,内蒙古工业大学林敏,中交第一公路勘察设计研究院有限公司史彦文参与编写工作。全书由中交第一公路勘察设计研究院有限公司韩常领主审。各章节编写分工如下:第一、六、七章由张宏编写,第二、八章由王智远编写,第三章由陈多鸿、林敏编写,第四章由张天宇编写,第五章由史彦文编写。

在编写过程中得到了长安大学刘来君教授的支持与帮助,并提出了许多宝贵的意见,同时也参考了国内外许多前辈和同行的著作,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中缺点和错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 7 月于内蒙古大学交通学院

目录

CONTENTS

第一章 绪论	1
第一节 隧道工程的基本概念	1
第二节 隧道的种类及其作用	2
第三节 隧道工程的发展概况	3
思考题	7
第二章 隧道工程勘测设计	8
第一节 隧道工程勘测	9
第二节 隧道位置选择	13
第三节 隧道的线路设计	19
第四节 隧道净空断面横断面设计	21
思考题	26
第三章 隧道结构构造	27
第一节 洞身衬砌	27
第二节 洞门	31
第三节 明洞	34
第四节 内部装饰、顶棚及路面	35
第五节 公路隧道附属设施	39
第六节 隧道防排水设施	45
思考题	48
第四章 隧道围岩分级与围岩压力	49
第一节 围岩的概念与工程性质	49

第二节 围岩分级	52
第三节 围岩压力	62
思考题	65
第五章 隧道支护结构的计算	66
第一节 隧道结构体系的计算模型	66
第二节 结构力学方法	68
思考题	93
第六章 隧道施工方法	94
第一节 概述	94
第二节 新奥法	96
第三节 新奥法施工的掘进技术	104
第四节 新奥法的支护技术	109
第五节 出渣运输	122
第六节 其他隧道施工方法	128
思考题	142
第七章 隧道通风与照明	143
第一节 通风设施	143
第二节 照明设施	170
思考题	180
第八章 隧道常见病害与防治	181
第一节 概述	181
第二节 隧道的水害及其防治	186
第三节 隧道衬砌裂损及其防治	190
第四节 隧道冻害及其防治	202
第五节 隧道衬砌腐蚀及其防治	206
思考题	211
参考文献	212

第一章

绪论

第一节 隧道工程的基本概念

在公路、铁路、城市、水利以及矿山等工程建设中,为了穿越各种障碍(如山岭、水下、地下等),需要修建各种类型的隧道。

隧道(tunnel)是一种修建在地下,两端有出入口,可供车辆、行人、水流及管线等通过的工程建筑物。隧道结构由主体建筑物和附属建筑物组成。主体建筑物包括洞身衬砌和洞门建筑,附属建筑物包括通风、照明、防排水及安全设备等设施。

在修建隧道时,一般先在地层内开挖具有一定几何形状的“坑道”,如圆形、矩形、马蹄形等。由于地层被开挖后,容易变形、塌落或有水涌入,所以除在极为稳固的地层中且没有地下水的地方以外,都要在坑道的周围修建支护结构,或称之为“衬砌”,以保证隧道使用安全。

以交通为用途的隧道,其两端将自地面引入。隧道端部外露面,一般都修筑成保护洞口和排放流水的挡土墙式结构,称为“洞门”。

此外,为了保证隧道的正常使用,还需设置一些附属建筑物,如为工作人员在隧道内进行维修或检查时能及时避让来往车辆而在隧道两侧开辟的“避车洞”,为了保证车辆正常运行而

设置的照明设施,为了排除隧道内渗入的地下水而设置的防水及排水设施,为了净化隧道内车辆所排出的烟尘和有害气体而设置的通风系统等。

第二节 隧道的种类及其作用

1970年OECD(世界经济合作与发展组织)隧道会议从技术方面将隧道定义为:以任何方式修建,最终使用于地表面以下的条形建筑物,其空洞内部净空断面在 2m^2 以上者均为隧道。按照这个定义,隧道包括的范围很大。从不同角度区分,可得出不同的隧道分类方法。如按其所处地层划分,可分为岩石隧道(软岩、硬岩)、土质隧道;按其所处位置,可分为山岭隧道、城市隧道和水底隧道;按其施工方法,可分为矿山法、明挖法、盾构法、沉埋法及掘进机法隧道等;按其埋置深度,可分为浅埋和深埋隧道;按其断面形式,可分为圆形、马蹄形及矩形隧道等;按国际隧道协会(ITA)定义的断面数值划分标准,可分为特大断面(100m^2 以上)、大断面($50\sim 100\text{m}^2$)、中等断面($10\sim 50\text{m}^2$)、小断面($3\sim 10\text{m}^2$)及极小断面(3m^2 以下)隧道;按其车道数,可分为单车道、双车道和多车道隧道;按照我国《公路隧道设计规范》(JTG D70—2004)规定的长度标准,可分为特长隧道($L>3000\text{m}$)、长隧道($3000\geq L>1000\text{m}$)、中隧道($1000\text{m}\geq L>500\text{m}$)和短隧道($L\leq 500\text{m}$);按隧道间的距离,可分为连拱、小净距和分离式隧道。但一般认为按隧道的用途分类比较明确,简述如下。

一、交通隧道

交通隧道是隧道中数量最多的一种,它们的作用是提供运输的通道。

(1) 铁路隧道

铁路穿越山区时,往往会遇到高程障碍,而铁路限坡平缓,无法拔起需要的高度,同时,限于地形又无法绕避,因此,开挖隧道直接穿山而过最为合理。它既可以使线路顺直,避免许多无谓的展线,使路线缩短,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。所以,在山区铁路上,隧道方案常为人们所选用。例如,川黔线上的凉风垭隧道,拔起高度小,展线短,线路顺直,造价也低,越岭高度降低了 96m ,线路长度缩短了 14.7km ,并避开了不良地质区域。宝成线宝鸡至秦岭段线路上密集地设有48座隧道,总延长为 17.1km ,占线路总延长的 37.75% 。由此可见,隧道在山区铁路上发挥着重要的作用。

(2) 公路隧道

公路的限制坡度和最小曲线半径都没有铁路严格,因此以往的山区公路为节省工程造价,经常是宁愿绕行,多延长一些距离,也不愿修建费用高昂的隧道。随着社会生产的发展,高速公路逐年增多,对线路平顺性、路面宽敞度的要求越来越高。于是在穿越山区时,也常采用隧道方案。此外,在城市附近,为避免平面交叉,利于高速行驶,也常采用隧道方案。这类隧道在改善公路技术状态和提高运输能力方面起到重要的作用。

(3) 地下铁道

地下铁道是解决城市中交通拥挤、车辆堵塞问题,又能大量快速运送乘客的一种城市轨道交通设施。它可以使很大一部分地面客流转入地下而不占用地面面积。地下铁道没有平面交叉,各走上下行线,因而可以高速行驶,而且可缩短车次间隔时间,节省了乘车时间,便利

了乘客的出行。在战争时期,地下铁道还可以起到人防的功能。迄今为止,我国内地已在北京、上海、广州、深圳、天津等城市修建了地下铁道,它们在改善城市交通状况、减少交通事故方面起到了重要的作用。

(4) 水底隧道

当交通线需要横跨河道时,一般可以架桥或采用轮渡通过。但是在城市区域内,河道通航需要较高的净空,而桥梁受两端引线高程的限制,无法抬起必要的高度时,就难以克服这一矛盾。此时,采用水底隧道方案,不但避免了风暴天气轮渡中断的情况,而且在战时不致暴露交通设施的目标。我国上海横跨黄浦江的越江水底隧道,全长 2 793m,把黄浦江两岸的交通联结起来。1993 年建成的广州珠江水底隧道,是我国第一条采用沉埋法修建的隧道(地铁与公交、市政管道共用,长 1.23km),1995 年在宁波甬江建成了第二条沉管水底隧道(高速公路,长 1.019km),目前国内相继建成了各种越江、跨海的水底隧道工程。

(5) 人行地道

在城市闹区中,行人众多而且与车辆混行,偶有不慎便会发生交通事故。为了提高交通运送能力、减少交通事故,除架设街心高跨桥以外,也可以修建人行地道。这样既可以缓解地面交通,也大大减少了交通事故。

二、市政隧道

城市中为充分利用地下空间,将各种不同的市政设施安置在地下而修建的地下孔道,称为市政隧道。市政隧道与城市中人们的生活、工作和生产关系十分密切,为保障城市的正常运转起着重要的作用。市政隧道的类型主要有给水隧道、污水隧道、管路隧道、线路隧道及人防隧道。

三、水工隧道

水工隧道是水利枢纽的一个重要组成部分。水工隧道主要包括引水隧道、尾水隧道、导流隧道或泄洪隧道、排沙隧道等。

四、矿山隧道

在矿山资源开采中,为了能从山体以外通向矿床和将开采到的矿石运输出来,常常设置一些隧道,一般有运输巷道、给水隧道及通风隧道等。

第三节 隧道工程的发展概况

一、世界隧道工程的历史发展概况

隧道的产生和发展是与人类文明的历史发展相呼应的,大致可以分为以下 4 个时代。

(1) 原始时代

从人类的出现到公元前 3000 年的新石器时代,是人类利用隧道来防御自然威胁的穴居时代。当时的隧道主要用兽骨、石器工具开挖,修筑在可以自身稳定而无须支撑的地

层中。

(2) 远古时代

从公元前 3000 年到 5 世纪,即所谓的文明黎明时代,是为生活和军事防御目的而修建隧道的时代。这个时代隧道的开发技术形成了现代隧道开发技术的基础。例如,古埃及金字塔的建设就开始修建了地下建筑。公元前 2200 年的古代巴比伦王朝为连接宫殿和神殿而修建了长约 1km、断面为 $3.6\text{m} \times 4.5\text{m}$ 的隧道,施工期间将幼发拉底河水流改道,采用明挖法建造,该隧道是一种砖砌建筑,是世界上最早修建的隧道。

(3) 中世纪时代

约从 5 世纪到 14 世纪的 1000 年是隧道发展的中世纪时代。这个时期是欧洲文明发展的低潮期,工程建设技术发展缓慢,隧道技术没有显著的进步,但由于对地下铜、铁等矿产资源的需求,人们开始了矿石开采。

(4) 近代和现代

近代和现代即从 16 世纪以后的产业革命开始。这个时期由于炸药的发明和应用,加速了隧道技术的发展。如有益矿物的开采、灌溉、运河、公路和铁路隧道的修建,以及随着城市的发展修建的地下铁道、下水道等,使得隧道技术得到极大的发展,其应用范围迅速扩大。

火药的发明、隧道开挖技术的进步和测量技术的出现对隧道的发展起了很大的推动作用。1679 年法国使用火药开挖拉恩开得克运河隧道,获得了极大成功,隧道挖掘技术得到了飞速的发展。1818 年布鲁内尔(Brunel)发明了盾构法,意大利物理学家欧拉顿(Erardon)提出了以压缩空气平衡软弱地层涌水压力而防止地层坍塌的方法后,英国的科克伦(Co-Chrane)利用这个原理,发明利用压缩空气开挖水底隧道的方法。第一次应用压缩空气法和盾构法修建的水底隧道是 1896 年由英国人格雷特黑德(Greothed)实现的。贯穿阿尔卑斯山的辛普伦隧道是最先开始应用凿岩机和使用硝化甘油(TNT)炸药开挖的岩石隧道。

第一座用蒸汽机车牵引的铁路隧道是 1826 ~ 1830 年在英国利物浦至曼彻斯特的铁路线上修建的,全长 1190m。以后又陆续修建了更多的铁路隧道。1857 ~ 1871 年,建成了联结法国和意大利的仙尼斯山隧道,长为 12850m;1989 年意大利又修建了辛普伦隧道,长达 19700m;1971 年日本新干线上修建了大清水隧道,全长 22230m。

除了山区的铁路隧道以外,一些在城市附近跨越河海的水底隧道也相继修建。美国修建了宾夕发尼亚东河水底隧道,长为 7190m;日本修建了新关门隧道,长达 18675m。1984 年日本又建成了自本洲青森至北海道的函馆间的青函海底隧道,长达 53850m,海底部分就有 23300m。此外,比较著名的还有 1991 年建成通车的英吉利海峡隧道,长为 50.50km。

由于欧洲运输量急剧增长,迫切需要扩大公路网,因而随之出现了大量的公路隧道。奥地利修建了阿尔贝格公路隧道,长为 13980m;瑞士修了圣哥达公路隧道,长为 16285m。目前世界上长度 10km 以上的公路隧道如表 1-1 所示。其中通过阿尔卑斯山最高峰联结法国和意大利的勃朗峰(Mt. Blance)隧道,全长 11.6km,道路宽 7.0m,从顶板到路面高 6m,断面呈马蹄形,衬砌厚度为 80cm,法国侧入口高程为 1274m,意大利侧出口高程为 1381m,最大埋深约 2500m,双车道相向运行,最高限速为 80km/h。该隧道 1959 年开工,1965 年开始运营。目前世界上已建成的公路隧道,最长的是挪威的 Aurland-Laerdal(莱达尔)隧道,长度为 24.5km。

世界各国已建成的长度 10km 以上的公路隧道 表 1-1

隧 道 名 称	国家及地区	长度(m)
莱达尔(Aurland-Laerdal)	挪 威	24 500
终南山公路隧道	中国陕西	18 020
锦屏山隧道	中国四川	17 504
圣哥达(St. Gothard)	瑞 士	16 918
阿尔贝格(Arlberg)	奥地利	13 927
西山隧道	中国山西	13 654
虹梯关隧道	中国山西	13 122
坪林(Pinglin)	中国台湾	12 942
弗雷儒斯(Frejus)	法国—意大利	12 901
麦积山隧道	中国陕西	12 290
勃朗峰(Mt. Blance)	法国—意大利	11 600
居德旺恩(Gudvanga)	挪 威	11 400
包家山隧道	中国陕西	11 200
弗格丰纳隧道(Folgefonn)	挪 威	11 100

随着城市的发展,为了解决城区交通繁忙、车辆拥挤、人车混行以及交通安全等问题,地下铁道随之兴起。1863 年英国伦敦修筑了第一条地下铁道。截至 20 世纪末,全世界共有 43 个国家的 117 座城市建有地铁,总运营里程接近 6 000km。地铁的出现,把地上、地下的交通连接起来,成为城市中的立体交通网。时速最高的是旧金山的地下铁道,平均时速为 80km/h,最高可达 120km/h。最大客运量是莫斯科地下铁道,1977 年统计年运送 21.6 亿人次。

1964 年日本铁路新干线的运营,标志着高速铁路技术进入实用化阶段。高速铁路的发展,必然伴随大量隧道工程的出现,这主要是因为线路的标准必须大大提高,如最小曲线半径在多数情况下都需大于 4 000m,线路坡度必须比较平缓等。日本新建成的 5 条新干线中,出现了几座长隧道,如岩手隧道长 25.8km,紫尾山隧道长 10.0km 等。德国于 20 世纪 80 年代初期动工修建的汉诺威兹堡新干线,长 327km,隧道总延长达 118km,占线路长度的 37%;另一条从曼海姆到斯图加特的线路,长 100km,隧道长约占 30%。

二、我国隧道工程的发展

我国古代在地下工程方面具有悠久的历史 and 辉煌的成就,远在几千年前就能开采矿石,是世界上采矿工业发展最早的国家之一。公元前 1122 年金属矿石开采已相当发达,公元前 1271 ~ 1368 年就有深达数百米的盐井。奴隶为封建统治者修建的墓穴,如长沙的楚墓、洛阳的汉墓、西安的唐墓、明十三陵之一的定陵等都是规模较大的地下工程,这些历史古迹都显示出我国古代在隧道建筑方面卓越的水平。据现有资料记载,我国最早的交通隧道是位于今陕西汉中的“石门”隧道,建于公元 66 年,是供马车和行人通行的。

19 世纪以来,帝国主义争相在我国修建铁路,于是出现了铁路隧道。第一座铁路隧道是清朝在中国台湾修建的狮球岭隧道,建造时间为 1887 ~ 1891 年,轨距 1 067mm,长 261.4m,最大埋深 61m,位于台北基隆线上。而完全由中国人自行设计和修建的隧道则是 1907 年在京包

线上建成的八达岭隧道,它是由我国著名工程师詹天佑主持施工的。

1949 年以来,为改变国家的经济布局,发展内地和山区的经济,先后修建了数十条隧道比例较大的山区铁路,使得我国在铁路隧道的数量和施工技术都有了较大发展,逐渐掌握了隧道建筑的近代技术,从人力为主体的施工转向以机械开挖为主体的施工,技术上有了质的飞跃。目前我国最长的铁路隧道是石太客运专线上的太行山隧道,全长 27.848km。截至 2008 年年底,我国运营铁路隧道的总数达 6 102 多座,总延长 3 938.9km。

近十多年来,随着我国高速公路或高等级公路建设的快速发展,公路隧道的建设也取得了迅猛的发展。截至 2012 年年底,我国已通车公路隧道为 10 022 座,总长度 8 052.7km。其中,比较著名的有川藏公路的二郎山隧道,长度为 4 160m,海拔高程为 2 200m,是目前我国已建成的海拔最高的隧道;秦岭终南山隧道,长度为 18 020m,是我国目前最长的公路隧道;2011 年建成的阜新至盘锦高速公路的海棠山隧道,全长 7 033.897m,是目前我国东北地区最长的公路隧道。

在隧道机械化施工方面,早已抛弃了原始的人工开凿方法,机械钻孔已由人力持钻到支腿架钻,20 世纪 80 年代在大瑶山隧道施工中开始应用大型全液压的钻孔台车。修建衬砌由砖石垒砌,转而用混凝土就地模筑,混凝土泵送,又进而采用喷射混凝土的柔性衬砌,目前已普遍推广使用双层复合式衬砌。开挖程序已由小导坑超前,进而采用少分块的大断面开挖;从木支撑、钢木支撑,进而采用锚杆支撑。在施工方法上,从矿山法逐步过渡到新奥法,以量测信息指导并调整施工。20 世纪 90 年代中期,又引进全断面掘进机(Tunnel Boring Machine-TBM)用于西康线的秦岭隧道施工中,在广州、上海、南京、深圳等城市的地下铁道建造中,已普遍开始使用机械化盾构。

在隧道工程的理论方面,分析结构内力的方法,已经从结构力学计算转到以矩阵分析方法用电子计算机计算,并进一步用有限元方法进行分析;从把地层压力视为外力荷载,到把围岩和支护结构组成受力统一体系的作用理论;从过去认为地层岩体为松散介质,进而考虑岩体的弹性、塑性和黏性,以及各种性质的转变,拟出各种能进一步体现岩性的模型,进行受力的分析。

隧道工程发展的近期,除了以交通为目的的隧道以外,又扩大到其他多方面用途的地下工程。由于地下建筑物不占地面面积,具有抗震稳定性、隐蔽性等优点,于是充分利用地下空间的途径逐渐为人们所重视。在工业方面建成了许多地下仓库、地下工厂、地下电站、地下武器库、地下停车场及地下粮仓等。在人民生活方面,建造了形成网络的防空洞、地下影院、地下招待所、地下游乐场、地下体育中心、地下街、地下餐厅、地下会堂、地下战备医院和地下养殖场等。到目前为止,地下工程已经发展并渗透到国民经济的各个部门中,成为人们活动的又一层世界。

最后应该指出,尽管近年来隧道工程已经取得了一定的成就和相应的发展,但是还存在着许多问题和缺点。从总体来看,隧道结构还比较粗大厚实,施工环境还很恶劣,工人劳动强度还很大,工程进度不快和工程造价较高。具体来说,我们对围岩的性质还没有深入地了解清楚,对计算模型的选用和计算理论还不完全符合实际,施工技术水平和管理工作还比较落后,人力和物力的消耗和浪费较大,所有这些都有待隧道工作者去研究和解决。今后应当加强隧道环境和地质的现场量测及实验室的试验,以便对各种不同性质的围岩能模拟出较为符合实际的计算模型和计算理论;施工方面要进一步提高开挖技术和支护方法,配备完善的施工机

械,从目前的半机械化程度,提高到全机械化,再进一步达到洞内无人、洞外遥控的高度安全化;要提倡采用科学管理方法,用调查的信息,制订施工计划,又用实测信息反馈,不断调整计划达到最优方案,从而实现质量高、速度快、浪费少、造价低的目的。

【思考题】

- 1-1 什么叫隧道?隧道的分类方法有哪些?
- 1-2 在交通线路上修建隧道的意义是什么?

第二章

隧道工程勘测设计

隧道工程的勘测设计一般分两阶段进行,即初测阶段和定测阶段。对于长大隧道或地形、地质条件复杂的隧道,应采用两阶段勘测;对于地形及地质条件较简单的中、短隧道可以考虑采用一阶段勘测。勘测设计的基本内容包括:

(1)隧道工程调查,调查隧道穿越地段的地质、地貌、环境生态等自然条件,它们与隧道工程有着密切的关系。

(2)隧道位置选择。

(3)隧道线路确定,通过多种方案的比选,确定隧道的平面、纵断面线形。

(4)横断面设计。

初测为初步设计提供资料,应完成的勘测工作包括:隧道所在地区自然条件的调查、隧道工程对周围环境影响的调查、工程地质及水文地质的勘查、地形测量、导线测量等。

定测是根据有关单位批准的初步设计文件及审核意见,在初测基础上进一步核对、落实、深化相关勘测资料,对复杂地质问题给出可靠性结论,为施工图设计提供资料。

由于各类地质问题的复杂程度、自然地理条件的不同,以及隧道的规模差异,很难完全分开初测和定测的内容,实际工作中常互有穿插,因此不必太拘泥于阶段的划分,宜视工作的方便来进行工作。

第一节 隧道工程勘测

一、自然地理概况调查

自然地理概况主要指隧道所在地区的地形、地貌、气象、水文、用地、灾害及区域性地质等。调查的目的是为规划线路与隧道的关系及进行勘察工作提供条件。一般通过收集当地既有资料的方式进行。相关资料主要包括以下方面:

(1) 地形地貌资料

地形地貌资料通常是指地形图和遥感照片。一般情况下应从国家测绘系统收集到 1/50 000 ~ 1/25 000 及 1/5 000 ~ 1/1 000 两种比例尺的地形图,前者主要用于线路规划,后者主要用于隧道方案比选。地形资料是进行线路选择、隧道方案设计、施工用地以及自然环境、地质判断的基本资料。遥感照片主要用于重要的长隧道,它能提供的资料非常丰富,除了能提供地形地貌资料以外,还有地质和水文资料。通过对遥感照片的判释可以直观地看到断层、滑坡、溶洞、塌陷等不良地质问题以及大规模的地质构造。

(2) 地质资料

地质资料指工程地质与水文地质图和说明书。一般应从地质部门收集 1/200 000 ~ 1/50 000 比例尺的地质图。

(3) 工程资料

隧道附近的土建工程往往可以提供很多资料,如道路边坡的岩石露头和其他土木工程所记录的工程地质与水文地质资料,这些资料可以从施工记录和工程报告总结等文件中得到。

(4) 气象资料

气象资料包括气温、气压、降水、水温、地温等,这些资料可由气象台站和各种资料期刊、汇编、年鉴等处获得。气象资料可用于建筑设计、通风和照明设计、交通工程设计以及指导施工等。

(5) 用地及环境资料

用地包括工程用地和施工用地,一旦确定了需要的范围后,就应调查在该范围内是否有既有建筑,包括居民住宅、通信设施、排水设施、交通设施等,必须和有关部门处理协商好相关事宜。环境资料包括自然环境(动植物的生态、地形、地质、水文等)、文物古迹、自然保护区、居民环境等,一定要按照国家相关政策加以对待,否则将对隧道工程造成负面影响,甚至形成社会矛盾。

(6) 灾害资料

隧道所在地区历史上的暴雨、台风、地震、滑坡等发生的规模和频度,可通过查阅资料、地方志和对居民访问等方法获得。

将收集到的资料进行汇总和分析,研究其对隧道规划设计、施工与维护管理的影响,并为进一步的调查提供依据。

二、地形地质调查

地形调查是为路线服务的,目的是在现有地形条件下使路线满足规范要求,并尽可能得到

优化,这是设计的需要。地质调查是核对在实际地质条件上是否可以得到一个稳定的结构物。

隧道工程的最大特点是自始至终与地质有着密不可分的关系,因此彻底弄清地质情况对于隧道施工的顺利进行及结构的合理设计有着极其重要的作用。地质调查的主要内容包括以下几个方面:

(1)工程地质特征,指地质构造及地层、岩性的状况,着重查清地质构造变动的性质、类型、规模,断层、节理、软弱结构面特征及其与隧道的组合关系,围岩的基本物理力学性质等。

(2)水文地质特征,指地下水类型,含水层的分布范围、水量、补给关系、水质及其对混凝土的侵蚀性等。

(3)不良地质和特殊地质现象,如崩塌、岩堆、滑坡、岩溶、泥石流、湿陷性黄土、盐渍土、盐岩、多年冻土、雪崩、冰川等,查明其发生的原因及其类型和规模,根据其发展的趋势,判明其对隧道的影响程度。

(4)地震烈度,按《中国地震烈度区划图》的规定,划分隧道经过地区的地震烈度,必要时应经地震部门鉴定。在地震烈度 ≥ 7 度的地震区,搜集调查断裂构造时,应特别注意全新活动断裂和发震断裂。全新活动断裂是指在近代地质时期内(约一万年)有过较强烈的地震活动,或在近期正在活动,在将来(今后一百年)可能继续活动的断层。

(5)有害气体和放射性物质,当测区存在这类物质时,应按劳动保护、环境保护的相关条例查明含量,预测释放程度,当可能超出规定的容许值时,须采取必要的防护措施。

地质调查可按以下阶段进行。

1. 地形与地质初步调查

在收集资料的基础上,进行初步调查。其目的是初步查明地形条件、地质状况,为分析线路线形和隧道的走向、洞口位置、长度提供依据,同时还可以对施工的难易程度、投资的大致规模作出判断。在文献资料的基础上,初步分析出隧道线路的有利走向,勘测可沿这一走向进行。

地形地质初步调查应由有经验的地质工程师以现场踏勘的方式进行,主要由具有相应资格的地质部门进行。调查应查明陡壁、滑坡、崩塌、断层、破碎带、地下水以及其他地质特征。踏勘时结合文献资料和露头情况查明地质概况。调查的范围取决于隧道的规模,一般可在线路中线两侧各500~2000m的范围内进行,调查时可以使用1/25000~1/10000的地形图。

通过调查应掌握所在地区的地形地质的全貌。调查的实际情况应随时标记在地形图上和记入野外记录本。调查完毕后进行归纳整理和分析研究,写出调查报告,并附上调查线路图、地质平面图和地质剖面图。

2. 地质详查

在初步调查的基础上,进一步用钻探和物探等方法作地质详查。在完成地形地质等初步调查之后,一般可以大致决定出隧道的初步走向,但对于隧道结构的设计与施工,这些资料的完善程度是远不够的,还需要作进一步的地质详查。详查的项目有岩性、地质构造、地下水状态以及地下资源等。

岩性调查包括岩石的种类和岩石特征,松散堆积物,岩石的物理、力学性质,风化程度以及变质情况等。地质构造包括地层、褶皱、断层与破碎带、节理及围岩结构完整状态。地下水状态包括地下水的发育程度、水质、地层含水层与隔水层的分布、水的补给来源等。地下资源包