

“十二五”国家重点图书出版规划项目

公路隧道

MANUAL FOR DESIGN OF HIGHWAY TUNNEL

设计手册

廖朝华 郭小红 主编



人民交通出版社
China Communications Press

“十二五”国家重点图书出版规划项目

公路隧道设计手册

廖朝华 郭小红 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为“十二五”国家重点图书出版规划项目,是公路隧道设计领域第一本系统全面的工具书,内容主要包括:隧道总体设计、隧道建筑限界及净空断面、隧道勘测、隧道地质勘察、隧道围岩分级及其物理力学参数、隧道围岩压力的计算、隧道支护地层—结构分析方法、隧道支护结构的荷载—结构计算方法、洞门与洞口构造物设计、明洞及棚洞设计、衬砌设计、特殊地质隧道设计、隧道抗震设计、辅助施工设计、隧道监控量测、隧道超前地质预报、隧道防水及排水系统设计、隧道内的路基与路面、隧道内附属构造物设计、钻爆法水下隧道设计、盾构隧道设计、沉管隧道设计、隧道通风构造物及辅助通道设计、隧道通风系统设计、隧道照明系统设计、隧道消防与给水系统设计、隧道监控系统设计、隧道供配电系统设计、隧道交通安全设施设计、隧道安全风险评估与管理、隧道改建与扩建、隧道病害整治、隧道建筑材料、附录。

本书主要供公路隧道设计、施工及科研人员使用,也可供高等学校隧道专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路隧道设计手册/廖朝华,郭小红主编.--北京:
人民交通出版社,2012.5
ISBN 978-7-114-09671-6

I. ①公… II. ①廖…②郭… III. ①公路隧道—隧
道工程—设计—技术手册 IV. ①U459.2—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 037280 号

“十二五”国家重点图书出版规划项目

书 名:公路隧道设计手册

著 者:廖朝华 郭小红

责任编辑:曲乐 韩亚楠 李喆

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)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:73.75

字 数:1710千

版 次:2012年5月 第1版

印 次:2012年5月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09671-6

定 价:180.0元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《公路隧道设计手册》

编 委 会

主 编:廖朝华 郭小红
副主编:柯晓华 梁 巍 胡彦杰 李玉文 李志厚 张武祥
程崇国 颜静仪 高世军 杨林德 李伟平
撰稿人:廖朝华 郭小红 柯晓华 梁 巍 程 勇 乔春江
褚以惇 胡彦杰 黄小明 张 涛 李 昕 田元进
宋康林 李东升 刘继国 李鸿博 吕 彬 张武祥
王万平 卢晓玲 曹校勇 仇玉良 姚红志 胡晓勇
杨林德 丁文其 刘学增 王晓彤 李玉文 李海清
王 联 林国进 钟 勇 陈贵红 李志厚 雷 华
陈树汪 鲍学俊 赵永辉 颜静仪 盛 刚 杨 峰
杨季军 程崇国 林 志 张 毅 高世军 周 森
尚德明 李伟平 高 翔 郭 霄 胡嘉平 姜 杰
曹学强 拓勇飞 胡云华 魏龙海 舒 恒 贾瑞华
统 稿:郭小红 梁 巍 胡彦杰

编 写 单 位

主编单位:中交第二公路勘察设计研究院有限公司
参编单位:中交第一公路勘察设计研究院有限公司
交通运输部公路科学研究院
四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院
云南省交通规划设计研究院
同济大学
浙江省交通规划设计研究院
招商局重庆交通科研设计院有限公司
贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司
山西省交通规划勘察设计院

前 言

近二十多年来,我国公路隧道建设迅速发展,隧道建设长度、断面形式和处理方法也日益丰富,从事公路隧道建设的人员也越来越多,国家也相继推出了《公路隧道通风照明设计规范》(JTJ 026.1—1999)、《公路隧道设计规范》(JTJ D70—2004)、《公路隧道交通工程设计规范》(JTJ/T D71—2004)、《公路隧道设计细则》(JTJ/T D70—2010)等行业规范,对推进我国公路隧道建设技术进步,规范和指导其设计行为起到了重要作用。为了更好地理解规范的相关规定和要求,也为了系统总结我国公路隧道建设最新成就,进一步提高公路隧道设计质量,在人民交通出版社的倡议下,决定组织编写《公路隧道设计手册》(以下简称《手册》),并组成以中交第二公路勘察设计研究院有限公司为主编单位,国内其他9家设计、科研单位为参编单位的编写组,共同负责《手册》的编写工作。《手册》有幸入选“十二五”国家重点图书出版规划项目。

公路隧道与其他类型隧道相比有明显的特点,一是跨度较大,双车道隧道开挖跨度达到12m,三车道隧道跨度达到16~18m,四车道隧道可达19~22m;二是隧道形式多样,如低等级公路一般为单洞,一级公路及高速公路为并行双洞或连拱隧道及小净距隧道,近期还出现了分岔隧道等;三是隧道机电工程及交通工程系统复杂,特别是长大公路隧道,对通风、照明、消防、监控以及防灾救援等要求高。通过近些年公路建设技术的发展,公路隧道技术已自成体系,取得了丰硕成果。目前,尽管已全面修订或新编了隧道设计施工规范,但是公路隧道建设技术人员仍感觉在工作中缺少相对系统全面的工具书作参考。本《手册》的编写在一定程度上解决了该方面的需求。

《手册》编写组成员都为长期从事公路隧道建设的人员,其中不少人员还参与了上述规范的起草编制,因此保证了本《手册》各章节内容的编写,不仅是建立在近年来大量的隧道建设实践经验和科研成果的坚实基础之上,同时也较好地符合现行规范的规定和要求,使《手册》具有较好的系统性、全面性、可靠性、实用性和参考性。

《手册》共分为三十四章,涵盖了公路隧道设计的方方面面,在编写内容方面,以公路山岭隧道作为主线,土建方面系统地介绍了隧道总体设计、隧道建筑限界及净空断面、隧道勘测、隧道地质勘察、隧道围岩分级及其物理力学参数、隧道围岩压力的计算、隧道支护地层—结构分析方法、隧道支护结构的荷载—结构计算方法、

洞门与洞口构造物设计、明洞及棚洞设计、衬砌设计、特殊地质隧道设计、隧道抗震设计、辅助施工设计、隧道监控量测、隧道超前地质预报、隧道防水及排水系统设计、隧道内的路基与路面、隧道内附属构造物设计、隧道通风构造物及辅助通道设计；机电及交通工程方面系统地介绍了隧道通风系统设计、隧道照明系统设计、隧道消防与给水系统设计、隧道监控系统设计、隧道供配电系统设计、隧道交通安全设施设计。考虑目前公路隧道建设日新月异，不少公路隧道需穿越江河湖泊，《手册》第二十至第二十二章分别介绍了钻爆法水下隧道设计、盾构隧道设计、沉管隧道设计。根据交通运输部的相关规定，《手册》第三十章介绍了隧道安全风险评估与管理。由于目前已建成的公路隧道非常多，不少地段存在隧道的改扩建和病害整治，《手册》第三十一、三十二章对相关内容进行了介绍。此外，《手册》第三十三章还介绍了隧道建设中的一些主要建筑材料，第三十四章附录摘录了隧道设计常用的一些公式、材料重度、地质图例及质量评定验收标准等。

《手册》由廖朝华、郭小红主编，其中第一章、第二章、第八章、第十一章、第十四章、第十六章、第二十至第二十五章、第二十八章及第三十四章由中交第二公路勘察设计研究院有限公司编写；第十七章、第十九章、第三十一章及第三十二章由中交第一公路勘察设计研究院有限公司编写；第五章、第六章及第十三章由四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院编写；第七章、第十五章及第三十章由同济大学编写；第十二章的第一、二节、第十八章及第二十六章由云南省交通规划设计研究院编写；第二十七章及第二十九章由交通运输部公路科学研究院编写；第四章及第十二章的第三、五、六、八、九节由招商局重庆交通科研设计院有限公司编写；第十章由浙江省交通规划设计研究院编写；第九章由贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司编写；第十二章的第四、七节由山西省交通规划勘察设计院编写。全书由中交第二公路勘察设计研究院有限公司的郭小红、梁巍、胡彦杰三位同志统稿。

本手册从策划到编写完成历时近10年，在此期间正是我国公路隧道建设技术大发展时期。虽然《手册》各章的作者都是公路隧道建设领域内的专家和学者，但由于时间仓促及学术水平有限，疏漏和不足之处在所难免，敬请广大读者不吝指正。

编者

2012年4月5日

目 录

第一章 隧道总体设计	1
第一节 隧道总体设计原则.....	1
第二节 隧道总体设计各阶段工作重点内容.....	2
第三节 隧道位置的选择.....	5
第四节 隧道线形设计	11
第五节 隧道设置形式的选择	16
第六节 隧道工程的环境保护	19
第二章 隧道建筑限界及净空断面	22
第一节 公路隧道建筑限界	22
第二节 公路隧道净空断面	26
第三节 紧急停车带建筑限界及净空断面	29
第四节 人行、车行横通道建筑限界及净空断面.....	30
第三章 隧道勘测	32
第一节 隧道勘测阶段的划分	32
第二节 隧道勘测资料的搜集和调查	33
第三节 隧道测量	34
第四节 各阶段勘测应提交的资料	37
第四章 隧道地质勘察	41
第一节 一般规定	42
第二节 前期研究阶段的地质勘察	48
第三节 初步设计阶段的地质勘察	51
第四节 施工图设计阶段的地质勘察	57
第五节 不良地质勘察	61
第六节 特殊岩土地质勘察	70
第五章 隧道围岩分级及其物理力学参数	78
第一节 一般规定	78
第二节 围岩分级指标	79
第三节 围岩分级方法	87
第四节 围岩物理力学参数	95
第六章 隧道围岩压力的计算	102
第一节 隧道围岩压力的分类及特点.....	102
第二节 单洞隧道的围岩压力.....	106

第三节	连拱隧道的围岩压力	112
第四节	小净距隧道的围岩压力	117
第七章	隧道支护地层—结构分析方法	126
第一节	概述	126
第二节	初始地应力与开挖效应	127
第三节	隧道开挖施工过程的计算方法	132
第四节	材料本构模型与模拟技术	135
第五节	有限单元法	137
第六节	隧道稳定性的判别	141
第八章	隧道支护结构的荷载—结构计算方法	143
第一节	概述	143
第二节	荷载的分类与组合	145
第三节	弹性抗力与弹性地基梁	159
第四节	隧道支护结构的内力计算	164
第五节	隧道支护结构的验算	171
第六节	隧道支护结构的可靠度分析方法	188
第九章	洞门与洞口构造物设计	194
第一节	一般规定	194
第二节	洞门形式的选择及进洞处理方式	196
第三节	洞门墙计算	201
第四节	洞口遮光棚设计	210
第五节	洞口转向车道设计	211
第六节	洞口防水与排水设计	212
第七节	洞口景观设计	215
第十章	明洞及棚洞设计	219
第一节	概述	219
第二节	明洞及棚洞的荷载	221
第三节	明洞设计	234
第四节	棚洞设计	245
第五节	明洞及棚洞段的边仰坡设计	253
第十一章	衬砌设计	257
第一节	一般规定	257
第二节	整体现浇衬砌	258
第三节	喷锚支护	265
第四节	单洞隧道复合式衬砌	278
第五节	连拱隧道复合式衬砌	283
第六节	小净距隧道复合式衬砌	286

第十二章	特殊地质隧道设计	293
第一节	滑坡地层隧道设计.....	293
第二节	岩溶地层隧道设计.....	304
第三节	含瓦斯地层隧道设计.....	311
第四节	采空区隧道设计.....	319
第五节	高地应力地区隧道设计.....	324
第六节	膨胀性围岩隧道设计.....	333
第七节	黄土地区隧道设计.....	338
第八节	多年冻土地区隧道设计.....	344
第九节	放射性地层隧道设计.....	353
第十三章	隧道抗震设计	358
第一节	概述.....	358
第二节	一般规定.....	362
第三节	衬砌抗震设计.....	365
第四节	明洞及棚洞的抗震设计.....	375
第五节	洞门抗震设计.....	376
第六节	隧道减震.....	380
第十四章	辅助施工设计	383
第一节	概述.....	383
第二节	超前支护设计.....	384
第三节	临时封闭措施设计.....	395
第四节	地表加固措施设计.....	396
第五节	排水措施设计.....	399
第六节	超前加固堵水注浆设计.....	403
第七节	注浆设计方法.....	406
第十五章	隧道监控量测	419
第一节	一般规定.....	419
第二节	洞内监控量测.....	420
第三节	地面监控量测.....	432
第四节	监控量测的信息反馈.....	436
第五节	监控量测的仪器与设备.....	450
第十六章	隧道超前地质预报	465
第一节	一般规定.....	465
第二节	超前地质预报设计.....	466
第三节	地质调查方法.....	473
第四节	超前钻探方法.....	475
第五节	物探方法.....	477

第六节	其他超前地质预报方法	488
第十七章	隧道防水及排水系统设计	489
第一节	概述	489
第二节	防水系统设计	489
第三节	排水系统设计	495
第四节	隧道涌水量估算与涌水段防排水设计	501
第五节	寒冷和严寒地区排水设计	503
第十八章	隧道内的路基与路面	508
第一节	概述	508
第二节	隧道路基设计	508
第三节	隧道路面类型及组成	509
第四节	接缝和面层配筋设计	514
第五节	路面结构计算及特殊路面结构设计要求	516
第十九章	隧道内附属构造物设计	525
第一节	一般规定	525
第二节	行车横洞	525
第三节	行人横洞	530
第四节	主要设备洞室	533
第五节	电缆管沟及桥架	538
第六节	隧道内防护与装饰	540
第二十章	钻爆法水下隧道设计	542
第一节	概述	542
第二节	钻爆法水下隧道地质勘察	546
第三节	钻爆法水下隧道结构设计	549
第四节	防排水设计	556
第五节	特殊处置措施设计	559
第六节	安全保障措施设计	562
第二十一章	盾构隧道设计	565
第一节	概述	565
第二节	地质勘察	570
第三节	主体设计	574
第四节	工作井设计	594
第五节	盾构机选型	599
第二十二章	沉管隧道设计	602
第一节	概述	602
第二节	沉管段总体设计	604
第三节	沉管段结构设计	605

第四节	接头及防水设计·····	608
第五节	沉管隧道基槽开挖设计·····	612
第六节	沉管隧道基础设计·····	616
第七节	干坞、系泊区及临时航道设计·····	619
第二十三章	隧道通风构造物及辅助通道设计·····	621
第一节	概述·····	621
第二节	竖井·····	623
第三节	斜井·····	630
第四节	联络风道·····	634
第五节	风机房·····	637
第二十四章	隧道通风系统设计·····	641
第一节	概述·····	641
第二节	通风规划与资料调查·····	647
第三节	通风方式·····	648
第四节	通风标准·····	654
第五节	需风量计算·····	655
第六节	通风计算·····	667
第七节	风机的选型与布置·····	715
第八节	风道及其设备·····	720
第九节	隧道火灾排烟和防烟、空气调节·····	727
第二十五章	隧道照明系统设计·····	732
第一节	概述·····	732
第二节	照明标准·····	737
第三节	洞内照明·····	739
第四节	洞外引道照明·····	749
第五节	应急照明·····	750
第六节	灯具的选择与布置·····	750
第七节	照明计算·····	755
第八节	照明控制及配电·····	763
第二十六章	隧道消防与给水系统设计·····	770
第一节	总则·····	770
第二节	隧道附属用房建筑消防设计·····	784
第三节	消防给水和灭火器配置·····	792
第四节	消防管理机构及设备维护·····	802
第二十七章	隧道监控系统设计·····	808
第一节	一般规定·····	808
第二节	隧道监控等级划分·····	809

第三节	隧道运营管理机构	814
第四节	隧道监控设施及布置	830
第五节	数据和图像传输系统	851
第六节	控制系统	856
第七节	监控设施预留预埋	859
第八节	其他	862
第九节	隧道救援预案	866
第十节	代号	876
第二十八章	隧道供配电系统设计	877
第一节	概述	877
第二节	负荷分级与计算	881
第三节	隧道外供电设计	891
第四节	隧道供配电系统	892
第五节	低压配电线路	900
第六节	自备电源	912
第七节	变配电所	916
第八节	防雷与接地	929
第二十九章	隧道交通安全设施设计	940
第一节	一般规定	940
第二节	隧道标志	941
第三节	隧道标线及轮廓标	967
第三十章	隧道安全风险评估与管理	975
第一节	概述	975
第二节	风险管理的基本原理	977
第三节	隧道工程安全风险分析方法	980
第四节	安全风险评估与控制	981
第五节	隧道安全风险评估案例	985
第六节	术语和符号	998
第三十一章	隧道改建与扩建	1000
第一节	一般规定	1000
第二节	基本资料收集	1002
第三节	隧道改扩建方案设计	1003
第四节	改扩建中的隧道结构设计	1012
第三十二章	隧道病害整治	1020
第一节	一般规定	1020
第二节	基本资料搜集	1021
第三节	隧道病害的分类及调查	1023

第四节 隧道病害整治设计	1035
第五节 隧道病害整治结构计算	1041
第三十三章 隧道建筑材料	1044
第一节 一般规定	1044
第二节 石料、水泥砂浆及砌体	1046
第三节 混凝土	1050
第四节 钢材	1073
第五节 防排水材料	1110
第六节 注浆材料	1125
第七节 其他隧道常用材料	1132
第三十四章 附录	1137
第一节 常用单位及换算关系	1137
第二节 常用材料重度	1141
第三节 梁内力计算公式	1142
第四节 工程地质及水文地质图例符号摘编	1150
第五节 《公路工程质量检验评定标准》摘编	1152
参考文献	1162

第一章 隧道总体设计

第一节 隧道总体设计原则

公路隧道既是道路构造物又是地下工程,因此,隧道总体设计不仅要满足公路自身的功能需求,还要着重研究隧道使用者在特定环境下影响行车安全的各种复杂因素。隧道总体设计的内容涵盖了公路自身的功能要素和地下岩土工程的各种特性,设计也就是对这些要素和特性进行综合分析,使其系统化、规范化和有机化的过程。最终使建造的公路隧道既能满足公路自身功能要求,又能与环境相协调,造价合理。

最开始修建公路隧道更多是出于对缩短行车里程、提高交通便捷等方面的考虑。随着科学发展观的确立,修建公路隧道也成为保护环境、防治地质灾害、改善行车安全、节约用地等重要手段。隧道总体设计也应紧紧围绕提高行车安全、保护环境这两个主题进行展开。

1. 正确处理好隧道与路线走向的关系,合理确定隧道位置

隧道是路线上非常有价值的一种构造形式,隧道轴线方案选择与路线总体设计密不可分。从大的方面讲,隧道轴线方案选择要考虑路线所处区域的人文、自然环境和地形、地质条件等,坚持“地形选线”和“地质选线”的原则;从小的方面讲,隧道轴线方案选择要考虑沿线构造物间的整体协调性,处理好隧道结构形式与路线总体的关系。

地质条件很差时,超长、特长隧道的位置应控制路线走向,以避免不良地质地段。长隧道的位置宜避开不良地质地段,并与路线走向综合考虑。中、短隧道可服从路线走向。

是否采用隧道方案,应综合考虑社会、经济、地质、环保、工程造价等因素进行比选。隧道可大大降低路线高度,改善路线纵面指标,同时也降低了前后路段的路线设计高度,便于工程方案的拟订。当路线总体布线为低线位时,采用隧道方案更有利于设计单元内路线的总体布局。

隧道位置的选择,应在地形、地貌、地质、气象、社会、人文和环境等调查的基础上,综合比选各轴线方案的走向、平纵线形、洞口位置等。

隧道内外的平纵线形应协调,以满足行车安全、舒适的要求。

2. 围绕提高行车安全、保护环境主题,进行深路堑和隧道比选论证

隧道尤其是长隧道往往造价较高,后期运营费用也较大。然而,隧道本身具有很好的环保意义和价值,能节约占地,社会效益和环境效益较好,是实现公路可持续发展的重要保证。因此,从全寿命周期成本角度考虑,在确保安全、功能的前提下,隧道设计往往能通过提高技术含量,合理、灵活的设计措施,达到最佳的社会经济效益。

隧道设计应首先置身于路线总体设计的环境中进行多方案比选,根据路线总体走向确定隧道轴线方案;其次,从经济、环保的角度出发,进行隧道与深路堑局部方案比选;再次,结合洞口地形及洞外构造物的布设情况,对隧道结构形式进行技术比选;最后,从隧道施工的便利性

及后期运营的安全性,对隧道施工方案和隧道运营设施布设方案进行比选。

一般当路基中心线处挖深达到 25m 时,应进行隧道方案与深路堑方案的比选。两者在进行工程造价比较时,除考虑工程本身的造价外,还须重点考虑土地征用费用、防止水土流失费用、弃渣场设置费用和提高工程可靠度的费用(高边坡的处治费用)等,并应充分了解区域生态环境的特点,从保护生态环境、道路景观两方面进行定量或定性的分析论证。

3. 遵循交通规划、环境保护和自然景观的要求,满足公路交通服务功能

公路等级与公路交通服务功能、交通规划、交通量及项目所在地区的综合运输体系、社会经济等多种因素有关。一条公路可分段选用不同的公路等级,同一公路等级可分段选用不同的设计速度。隧道的设计车速、建筑限界、断面净空和主体结构,应服从隧道所在路段的公路等级和技术标准,一次建成;但是对于一级公路以上的超长、特长、长大隧道,当近期交通量不大时可以分期修建;对于洞内设施的分期安装,应设置好预留件和接口,不得对后期的安装造成困难。

隧道本身具有很好的环保意义和价值。它利用地下空间构筑交通线,不造成人工边坡,从而保护了植被,避免了水土流失。但是,隧道建设中的弃渣和污水排放,容易造成环境污染。因此,隧道建设应注意减小对周边生态环境的破坏,降低对居民生产、生活的影响。

4. 贯彻以人为本的交通服务宗旨,坚持安全至上的设计原则

隧道设计,首先应确保隧道主体结构(洞口坡体、洞门、衬砌、路面等)稳定可靠,避免运营期间病害的发生。在设计中应全面比较、重点勘察,尽可能将隧道布置在地质条件较好的稳定地层中,并有利于两端接线及洞外工程布置,尽可能降低运营期间的养护费用。

从隧道结构和施工安全考虑,隧道位置应选择在地层中,尽量避免穿越工程地质和水文地质较为复杂甚至严重不良的地质地段。如避免选择与地质构造线平行的轴线,避免顺沟进洞,避免选择垭口位置穿越山体,避免岩层陡倾时顺岩层走向布置隧道等。

5. 根据所处地质条件、周边环境等,合理确定隧道断面设置形式及适应于地层特性和环境要求的施工方法

隧道进出口设计,应追求自然,提倡早进洞、晚出洞,应与自然地形坡面平顺衔接;应避免设在滑坡、崩塌、岩堆、危岩、落石、泥石流等不良地质及排水困难的沟谷低洼处或不稳定的悬崖陡壁下。

山区公路控制性重点工程较多,经常遇到桥隧相接、隧道和互通式立体交叉紧邻等情况,特别是当桥梁结构形式(如悬索桥、拱桥等特大跨径桥梁)和交通组织(如隧道内交通分、合流)等影响到隧道结构形式的选择时,应加大隧道方案的研究范围,对洞外构造物与隧道方案整体进行综合比选,必要时可考虑采用分岔式隧道等特殊结构形式。

山区公路桥隧集中、施工组织困难的特殊地段,隧道的布设应结合隧道施工方案和施工期间的交通组织设计,从减小施工难度、降低临时工程造价和有利于环保的角度出发,进行方案综合比选。

第二节 隧道总体设计各阶段工作重点内容

隧道从规划到建成,往往需要很长的过程,其主要阶段有工程可行性研究阶段、初步(技术)设计阶段、施工图设计阶段、招投标阶段和施工阶段等。可行性研究阶段、初步(技术)设计

阶段、施工图设计阶段的隧道总体设计工作重点有所不同。

一、工程可行性研究阶段

工程可行性研究阶段的主要任务是结合路线走廊带的选择,对规划走廊带内可能的隧道方案进行规划和概略设计,确定修建隧道的可行性与必要性、建设规模与技术标准,选择可行的隧址区。

在调查中,需在区域性地质资料分析论证的基础上,结合隧道所在位置的地形、地质、环境等自然条件,论证隧道设置的目的、必要性、使用功能、规模和可行性,同时考虑隧道运营期间的维护管理,总体要求是安全经济。

由于隧道属地下工程,更容易受地质条件的影响,因此在工程可行性研究阶段需高度重视隧址区的地质工作,遵循“地质选址”的原则。通过采取地质遥感、地面调绘、地球物理勘探与地质钻孔等手段,基本掌握隧址区的工程地质与水文地质条件、地应力条件,以确保将隧道设置在稳定的地层中,为下阶段的工作打下良好基础。另外,需要对隧道的各项基本资料,如隧址区的气温、降雨、降雪、气象、资源开发、文物保护、城市规划和已有构造物等进行调查。

隧道位置应结合地形、地质条件以及隧道前后桥梁、路基情况,并考虑隧道施工难易程度、附属设施和环境保护等具体情况加以确定。工程可行性研究阶段设计应完成隧道说明、平纵断面图、建筑限界、内轮廓图、设施规模图、工程数量及投资估算等。

二、初步(技术)设计阶段

初步设计阶段是在工程可行性研究阶段已经确定的技术标准的前提下,结合路线方案,通过论证、比选,确定隧道设计原则和设计方案,控制工程投资。

1. 隧道工程地质勘察

隧道工程地质勘察是初步设计调查工作中最重要的环节,初勘地质工作的原则是大范围内普查地质情况,以地表调绘、物探为主,辅以必要的钻孔验证,基本查明隧址区的地质情况,避免在详勘阶段出现重大不良地质情况而调整线位或过大增加工程造价。

2. 隧道工程方案比选

在工程可行性研究阶段的基础上,超长、特长、长隧道应对可行的方案,从隧址区域的自然建设条件、建设规模、施工条件和运营管理技术难度和成本等方面,进行系统的论证和比选,在基本符合路线总体走向的前提下,由隧道控制局部线位。在方案比选过程中,应综合考虑不同隧址的隧道施工总体方案、施工安排和施工工期等对整个工程投资的影响。对于技术复杂的超长隧道,有时还需增加技术设计阶段,加深隧道地质勘探调查及工程方案分析比较,解决初步设计中未解决的技术问题。

中、短隧道,原则上应服从路线布设要求,根据地形条件可进行连拱隧道与小净距隧道方案比较;对于中心挖深大于 25m 的路堑需进行路隧方案比较;对于短隧道群需进行整体式路基连拱隧道方案与分离式路基小净距隧道方案的比选。

3. 隧道方案设计

初步设计阶段隧道设计主要包括以下内容:

- (1)比选与隧道工程有关的路线方案。
- (2)通过隧址区地质条件调查分析,提出围岩分类。
- (3)隧道纵坡设计与隧道洞口位置的确定。
- (4)隧道衬砌结构、洞门设计、防排水方案设计。
- (5)位于高地震烈度区的隧道,其洞门浅埋地段支护结构应进行抗震验算。
- (6)隧道施工方案与施工组织设计。
- (7)隧道附属设施设置及运营管理等方案设计。
- (8)计算主要工程数量及工程造价等。

三、施工图设计阶段

施工图设计阶段是在初步(技术)设计阶段的基础上,进一步优化隧道位置,补充完善地质资料,进行隧道细部设计。

1. 隧道位置的确定

根据初步(技术)设计批复意见进一步优化隧道段平纵面线形,然后进行实地核查,确定隧道轴线,开展补充地形测量与详勘地质工作以及相应专业资料与施工条件调查工作。

2. 详细工程地质勘察

在对初勘资料分析的基础上,主要采取工程地质钻探手段,辅以物理探测(弹性波法、电阻法等)、现场测试和补充调绘等方法,查明隧道所在地区的地形、地质以及在工程中可能出现的不良地质问题,完成围岩类别的划分,进行隧道细部结构及洞门工程施工图设计。

3. 隧道设计

隧道施工图设计是在地质详勘工作的基础上,根据围岩物理力学参数完成有关力学分析计算、结构计算,并结合工程类比,在满足建筑的安全性、实用性和经济性要求以及进行充分计算和分析的条件下,完成隧道工程各细部的设计。对于超长、特长、长大隧道与复杂地质条件下的隧道,还应制订详细的隧道施工安全预案。

隧道通风、防灾等与交通量有关的设施,应按隧道的设计通行能力控制设计。但是,当隧道设计交通量小于其设计通行能力一半以上时,可采用隧道设计交通量控制设计,节约投资。

高速公路和具有干线功能的一级公路,所在路段的隧道通风、防灾等与交通量有关设施的设计交通量应按20年预测。但是,当隧道通风、防灾等设施的近期与远期系统配置差异较大时,经充分论证后,可根据交通组成及交通量增长情况等因素,按统筹规划、一次设计、分期实施的原则进行预测。设置斜、竖井等运营通风通道的土建工程不宜分期实施。

隧道不同于地面工程,因其位于地下岩体中,地质条件有许多不可预见的因素,在设计阶段受勘测手段等多种因素的影响,不可能将隧道地质情况完全查明,因此施工期间工程变更不可避免。隧道设计应根据结构类型、施工方法、使用条件和荷载特性,采用与其特点相适宜的设计理念与方法,结合现场监控量测,实现信息化设计和动态设计。

施工图设计阶段隧道设计主要包括以下内容:

(1)根据不同围岩的物理力学指标,完成不同类型隧道结构分析计算,根据计算结构,进行详细的结构设计。

(2)制订详细的隧道施工总体方案和施工工序安排。