

HANDBOOK OF
HIGHWAY CONSTRUCTION

公路施工手册

TUNNEL

隧道

杨林德 主编



人民交通出版社
China Communications Press

Handbook of Highway Construction

公路施工手册

Tunnel

隧 道

杨林德 主 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要介绍公路隧道的施工方法。全书共分四篇:第一篇为公路隧道施工的基本资料,内容包括公路隧道的分类和技术标准,以及公路隧道的建筑材料;第二篇为山岭隧道的施工方法,内容包括山岭隧道施工的基本作业、辅助作业、特殊部位隧道的施工及其他施工工作;第三篇为软土隧道和水底隧道的施工方法,主要介绍软土隧道成熟的常见工法,包括明挖法、盾构工法、沉管工法和顶管工法。第四篇介绍设施安装的施工方法,内容包括通风设施的安 装、照明设施的安 装、消防设施的安 装、监控设施的安 装和供配电设施的安 装等。

本书可供公路隧道施工技术人员使用,亦可供相关院校隧道与地下工程专业方向师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公路施工手册 隧道 / 杨林德主编. —北京:人民交通出版社,2011.7

ISBN 978-7-114-09210-7

I. 公… II. ①杨… III. ①道路工程-工程施工-手册 ②公路隧道-隧道工程-工程施工-手册 IV. ①U415-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 116294 号

书 名:公路施工手册 隧道

著 者:杨林德

责任编辑:曲 乐 郑蕉林 丁润铎

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:60.25

字 数:1441千

版 次:2011年7月 第1版

印 次:2011年7月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09210-7

印 数:0001-3000册

定 价:135.00元

(如有印刷、装订质量问题,由本社负责调换)



《公路施工手册 隧道》

编写人员名单

主 编 杨林德

副主编 白效忍 张松寿 丁文其 苏生瑞

郭小红 李志厚 丁 浩

撰稿人 (以姓氏笔画为序)

丁 浩 丁文其 邓 敏 王文龙 王华牢 白效忍

汤永净 朱合华 闫治国 乔春江 伍振志 朱道建

陈 宝 李玉文 严长征 苏生瑞 李志厚 杨林德

陈树汪 张庆贺 张松寿 钟 勇 赵永辉 胡彦杰

袁 剑 郭小红 夏才初 谢东武 喻良伟 蒋贵川

雷 华 鲍学俊 廖少明 蔡珊瑜

主 审 蒋树屏

前 言

在各位编委的共同努力下,《公路施工手册 隧道》终于完成。编著这本手册的目的,是因为公路隧道建设的发展非常迅速,很有必要通过编著手册总结、宣传和推广国内现有的筑隧技术,以便对公路隧道建设的进一步发展能起一定的促进作用。完成编著延续的时间则较长,原因首先是承担撰稿和编辑任务的同志多数正在从事公路隧道建设的工程技术工作,手头任务十分繁忙,很难挤出时间潜心写作;其次是国内筑隧技术的发展百花齐放,结合面临的技术难题开展的攻关研究范围之广、内容之多、成果之丰硕令人目不暇接,由此陆续更新了有关章节的内容。

我国公路隧道的建设起步较晚,但发展非常迅速。20世纪80年代,随着高速公路的建设向山区发展,我国的公路隧道才开始兴建,并在80年代建成了福建鼓山隧道和深圳梧桐山隧道等典型公路隧道。到1990年底,我国建成的千米以上的公路隧道已有十余座,标志着我国公路隧道的筑隧技术已开始步入发展轨道。进入20世纪90年代后,我国高速公路的建设开始迅速发展,使公路隧道的建设也迅速发展。经过二十多年的建设,迄今我国不仅已相继建成数千座隧道,而且已建隧道的长度愈来愈长,断面愈来愈大,结构形式愈来愈丰富,与之相应的修建技术则不断创新,营运技术也正不断提高。

在建设里程方面,据不完全统计,截至2010年底,我国共建设公路隧道7384座,总长512.26千米。其中特长隧道265座,总长约113.80千米;长隧道1218座,总长约202.08千米。可见随着公路建设逐渐向大山延伸,我国公路隧道的建设规模正愈来愈大,公路隧道总长占公路全线总长的比例正愈来愈高。

在断面规模方面,随着交通量的日益增大,双车道隧道已不能完全满足交通功能的需要,使三车道隧道、四车道隧道等大跨度扁平断面隧道应运而生。

在结构形式方面,早期公路隧道普遍采用双向分离式隧道结构,但因种种条件限制,很多情况下双向隧道左、右线间距往往不能满足使其成为分离式隧道结构的要求,从而出现了连拱隧道和小净距隧道。此外,伴随着桥隧相连和实现地下互通等特殊交通功能的需求,分岔式隧道、桥隧混合式结构、地下立交式结构等形式也相继出现。

公路隧道建设规模的发展,尤其是复杂条件下长隧道、特长隧道和大跨度复杂隧道结构形式的出现,必然伴随着筑隧技术的不断创新。20多年来,结合公路隧道的大规模建设开展的研究,尤其是超特长隧道技术、大跨扁平隧道技术、连拱及小净距隧道技术、分岔结构隧道技术、复杂地质和地理条件下的隧道技术、隧道防排水技术、隧道防灾减灾技术、隧道环保技术、全断面隧道掘进机(TBM)方法的研究,以及新材料、新技术、新工艺、新设备的研制已经取得丰硕的成果。其中许多项目的研究内容涉及公路隧道的施工技术,成果都可以对公路隧道的安全施工起到保证或促进作用。对这些领域的丰硕成

果,手册注意了新技术的吸纳,然而由于我国筑隧技术的发展内容太过丰富,相比之下,书中内容对新技术的介绍仍难免挂一漏万。

本书旨在介绍公路隧道的施工方法。鉴于隧道工程的施工方法与岩土地层的属性及工程地质条件关系密切,国内公路隧道在山区和软土地区都获得了快速发展,我国对山岭和软土地区公路隧道的筑隧技术都已有许多经验和创造,本书对山岭隧道和软土隧道的施工方法都作了简要介绍。与此同时,鉴于随着“以人为本”的思想认识和环保意识的逐渐提高,隧道工程施工的安全性、洞内运营的舒适性和周边环境的生态保护等愈来愈受到业界的关注,洞内的通风、照明、安全监控和防灾设施都正日趋完善,本书对洞内设备安装的工法要点也作了扼要介绍。

我国山岭隧道施工方法的发展有着漫长的历史,并有着大量的经验累积和创造,本书在将其按基本作业、辅助作业、特殊部位隧道的施工及其他施工工作归类后分别进行了介绍。撰稿过程中发现许多工法名称虽然沿用习惯提法,实际内容与以往相比却面目一新。尤其是开挖地层、装渣运输、支护围岩和修筑衬砌等基本作业,名称虽然相同,内容却相差很大。例如开挖方法,由于公路隧道的断面不断增大以及开挖、支护技术的不断革新,早年常用的简单开挖方法已由单侧壁导坑法、双侧壁导坑法、CD 开挖法(中隔壁法)及 CRD 开挖法(交叉中隔壁法)等充实丰富。与此同时,隧道施工过程的监控量测和质量管理,以及松散堆积层、断层破碎带、溶洞、膨胀性围岩、流沙、黄土和冻土等特殊地质地段地层中的公路隧道的施工方法等,都是根据结合工程实践、通过创新研究取得的成果建立的方法。

山岭隧道通常采用新奥法施工,正确进行围岩分类是合理确定施工方法的基础,而锚喷支护则是伴随新奥法施工的应用得到发展的关键技术,因此本书对公路隧道的围岩分类和锚喷支护都作了扼要介绍。其中对锚喷支护的介绍用了近两章的篇幅,但也仍只涉及这一领域的部分成果。

在软土隧道施工方面,我国的筑隧技术 20 多年来也已得到快速的发展,本书对常用的明挖法、盾构工法、沉管工法和顶管工法都作了介绍。与山岭隧道的情况相仿,软土隧道的工法名称虽然相同,内涵却相差很大。例如软土地层中超大深度基坑的支护开挖技术,用于在热闹市区形成下穿越通道的箱涵顶进方法等,名称虽仍可沿用明挖法等常用术语,技术难度和工艺水平却都能充分体现我国筑隧技术的发展水平,许多已达到世界先进水平。本书对其已择要介绍,但也仅能涉及少部分内容。

希望本手册的出版有助于读者了解我国筑隧技术发展的形势,并能对我国公路隧道建设的进一步发展起促进作用。

限于水平,书中疏漏之处难免,欢迎读者指正。

杨林德

2011 年 6 月 10 日

目 录

绪论	1
0.1 我国公路隧道建设的发展	1
0.2 我国公路隧道筑隧技术的研究	7
0.3 本书主要内容	12
本章参考文献	13

第一篇 公路隧道施工的基本资料

第1章 隧道分类和技术标准	17
1.1 公路隧道的分类	17
1.2 隧道平曲线、纵断面及引线的技术要求	18
1.3 隧道建筑限界及净空断面	23
1.4 公路隧道消防、通风等的技术要求	27
本章参考文献	30
第2章 隧道建筑材料	31
2.1 混凝土材料	31
2.2 砌体材料	54
2.3 钢材和木材	60
2.4 防排水材料	100
2.5 装饰材料	121
本章参考文献	123

第二篇 山岭隧道的施工方法

第3章 山岭隧道施工概述	127
3.1 山岭隧道的施工方法	127
3.2 山岭隧道施工的基本作业	128
3.3 山岭隧道施工的辅助作业	131
3.4 特殊部位隧道的施工	133
3.5 其他	135
本章参考文献	136
第4章 隧道围岩的分级和荷载	138
4.1 隧道围岩分级的方法	138

4.2	隧道各级围岩的参数	160
4.3	矿山法隧道围岩荷载的计算	179
	本章参考文献	182
第5章	施工准备	183
5.1	核对设计文件	183
5.2	施工调查	185
5.3	施工组织设计	187
5.4	施工场地与临时工程	198
5.5	施工人员、材料和设备	203
	本章参考文献	205
第6章	隧道测量	206
6.1	测量准备	206
6.2	控制测量	207
6.3	施工测量	219
6.4	辅助坑道测量	222
6.5	竣工测量	227
6.6	测量误差的调整	227
	本章参考文献	234
第7章	洞口、明洞与浅埋段工程	235
7.1	洞口工程的施工	235
7.2	明洞工程的施工	244
7.3	浅埋段工程施工	248
	本章参考文献	251
第8章	开挖	252
8.1	隧道施工方法的分类	252
8.2	矿山法施工的开挖方法	253
8.3	超欠挖控制	266
8.4	爆破设计及材料	268
8.5	钻爆作业及设备	288
8.6	掘进机开挖	299
	本章参考文献	305
第9章	装渣与运输	306
9.1	装渣作业及设备	306
9.2	运输作业及设施	318
9.3	卸渣作业	329
	本章参考文献	329
第10章	支护	330

10.1	施工支护的类型	330
10.2	锚杆安装	337
10.3	喷射混凝土	341
10.4	锚喷支护的设备	356
10.5	构件支护的结构	359
10.6	构件支护的架设	363
	本章参考文献	364
第 11 章	衬砌	365
11.1	引言	365
11.2	一般要求	365
11.3	拱墙衬砌结构的形式及构造	366
11.4	混凝土衬砌的施工	369
11.5	洞门工程及施工	372
11.6	衬砌施工设备	377
	本章参考文献	378
第 12 章	防水和排水	379
12.1	一般要求	379
12.2	防水系统设计	379
12.3	施工期排水措施设计	400
12.4	排水系统设计	403
12.5	隧道涌水量的估算与涌水段的防排水设计	408
12.6	寒冷和严寒地区隧道的排水设计	410
12.7	防排水工程的质量控制与检验	412
	本章参考文献	415
第 13 章	隧道施工的监控量测	416
13.1	概述	416
13.2	量测内容与方法	417
13.3	量测数据的处理与应用	427
13.4	监控量测的管理	431
	本章参考文献	432
第 14 章	辅助坑道的施工	434
14.1	概述	434
14.2	横洞	435
14.3	斜井	436
14.4	竖井	442
14.5	平行导坑	448
	本章参考文献	450
第 15 章	施工期间的风、水、电作业	451

15.1	隧道施工的供风、供水和供电作业	451
15.2	施工通风与防尘	463
	本章参考文献	469
第 16 章	特殊地质地段隧道的施工	470
16.1	引言	470
16.2	辅助施工方法	471
16.3	堆积体中隧道的施工	472
16.4	穿越断层带时隧道的施工	474
16.5	溶洞地段隧道的施工	476
16.6	塌方地段隧道的施工	481
16.7	膨胀性围岩中隧道的施工	487
16.8	流沙地段隧道的施工	489
16.9	黄土隧道的施工	490
16.10	瓦斯地层中隧道的施工	492
16.11	冻土地区隧道的施工	497
	本章参考文献	499
第 17 章	洞内路基和路面的施工	501
17.1	隧道路面的结构形式	501
17.2	隧道路面的材料	501
17.3	隧道路面施工的机械设备	508
17.4	隧道路面施工的组织与管理	509
17.5	隧道路面施工的安全与环保管理	539
17.6	隧道路面的内业管理	540
17.7	隧道路面质量通病的防治	541
	本章参考文献	542
第 18 章	隧道施工的质量管理	544
18.1	概述	544
18.2	喷射混凝土质量的检验	546
18.3	锚杆安装质量的检验	553
18.4	混凝土衬砌质量的检验	559
	本章参考文献	577

第三篇 软土隧道和水底隧道的施工方法

第 19 章	软土隧道施工概述	581
19.1	软土地层的特点及我国软土地区的分布	581
19.2	软土隧道的施工技术	582
19.3	盾构法隧道的施工技术	583
19.4	沉管法隧道的施工技术	584

19.5 顶管法隧道的施工技术·····	585
本章参考文献·····	587
第20章 明挖隧道的施工 ·····	588
20.1 引言·····	588
20.2 明挖隧道的构造与主要工法·····	589
20.3 基坑支护结构·····	592
20.4 地下连续墙施工·····	599
20.5 井点降水·····	614
20.6 基坑工程的动态预报及其安全性的控制·····	634
本章参考文献·····	654
第21章 盾构隧道的施工 ·····	656
21.1 盾构隧道发展的历史·····	656
21.2 盾构机的分类及其应用·····	658
21.3 盾构基本参数的选定·····	668
21.4 盾构施工的准备工作的·····	673
21.5 盾构进出洞·····	687
21.6 盾构推进及衬砌拼装·····	690
21.7 盾构隧道的防水技术·····	710
21.8 盾构法隧道掘进中的辅助工法·····	715
本章参考文献·····	716
第22章 沉管隧道的施工 ·····	717
22.1 水底隧道及沉管法·····	717
22.2 管段制作·····	722
22.3 管段浮运、沉放与水下对接·····	725
22.4 沉管隧道的基础处理·····	737
本章参考文献·····	743
第23章 顶管隧道的施工 ·····	744
23.1 概述·····	744
23.2 顶管技术的分类及其特征·····	747
23.3 顶进箱涵的施工·····	756
23.4 工程实例——中环线北虹路下立交工程·····	774
本章参考文献·····	780

第四篇 设施安装的施工方法

第24章 隧道设施安装概述 ·····	783
24.1 引言·····	783
24.2 高速公路隧道机电工程的前期工作·····	784
24.3 公路隧道的通风设施·····	784

24.4	公路隧道的照明设施	786
24.5	公路隧道的消防设施	788
24.6	公路隧道的监控设施	789
24.7	公路隧道的供配电设施	790
	本章参考文献	791
第 25 章	通风设施的施工与安装	792
25.1	通风方式	792
25.2	通风构造物	796
25.3	通风机械与设备	807
25.4	风道及其设备	827
25.5	隧道火灾的排烟	829
25.6	隧道机电工程的前期工作	830
	本章参考文献	834
第 26 章	照明设施安装施工	835
26.1	概述	835
26.2	照明系统的工程内容和界面划分	841
26.3	设备采购和现场验收	841
26.4	照明设备安装	843
26.5	照明安装实例—厦门翔安隧道照明系统的安装	845
	本章参考文献	850
第 27 章	消防设施的施工与安装	852
27.1	隧道火灾的起因、分类及特点	852
27.2	隧道消防设施设置	854
27.3	隧道消防工程施工的一般规定	856
27.4	隧道消防工程施工的准备	856
27.5	供水设施的施工与安装	857
27.6	消火栓的安装施工	867
	本章参考文献	876
第 28 章	监控设施安装施工	877
28.1	概述	877
28.2	隧道监控设施及布置	881
28.3	施工程序	899
28.4	施工前的准备	899
28.5	设备设施的安装通用要求	900
28.6	软件安装通用要求	902
28.7	设备调试与测试通用要求	902
28.8	联合调试通用要求	902
28.9	现场控制系统的施工	903

28.10	闭路电视系统的施工	904
28.11	火灾报警系统的施工	907
28.12	紧急电话和有线广播系统的施工	911
28.13	视频检测系统的施工	913
28.14	公路隧道机电系统的联合调试	915
28.15	与上级系统的联合调试	916
	本章参考文献	916
第 29 章	供配电设施安装施工	917
29.1	总则	917
29.2	变压器、箱式变电站的安装	929
29.3	高、低压屏柜的安装	932
29.4	应急电源的安装	935
29.5	柴油发电机安装	937
29.6	高、低压电缆敷设	939
29.7	防雷与接地装置的安装	946
	本章参考文献	948

绪 论

0.1 我国公路隧道建设的发展

我国山区面积约占国土总面积的 70%，是一个多山的国家。在山区建设公路必然遇到地形障碍，有必要采用公路隧道穿越山岭。但以往在山区公路建设中，普遍采用的做法是盘山绕行或切坡深挖，缺点很多。首先是增加了公路里程，并降低了时速。据统计，汽车翻越山岭的平均时速不足 30km，不到经济时速的一半，因此大大影响运输效率。同时，汽车的机械损坏和轮胎磨损极为严重，汽油耗量比高等级公路多 20% ~ 50%，而且切坡筑路会造成许多高边坡，不仅严重破坏自然景观，而且容易导致塌方、滑坡和水土流失。采用隧道方案不仅可缩短行车里程，提高线形标准，增强运营安全，而且与盘山绕行相比具有节省公路用地，并利于保护生态环境等优点。因此，自 20 世纪 80 年代以来，随着公路建设的快速发展，公路隧道也逐渐得到采用和发展。

0.1.1 早期典型公路隧道

我国最早用于公路交通的隧道是 1966 年建成的陕西古褒斜道上的石门隧道。20 世纪 50 ~ 80 年代，由于公路等级低，线形要求不高，遇山多盘山展线绕行，公路隧道较少。50 年代，据北京等九省市统计，我国仅有公路隧道 30 多座，总长约 2 500m，隧道长度都较短。60 ~ 70 年代，我国开始在干线公路上修建百米以上的隧道，但标准仍很低。1964 年，在北京至山西的原平公路上修建了两座 200m 左右的隧道。在此期间为发展山区经济和解决山区群众出行难的问题，有些地方利用国家补助、地方自筹和群众集资投劳等政策，组织群众开山打洞修建公路，建成了一些隧道，如河南辉县的愚公洞，河北涉县的桃花岭隧道，山东淄川的黑峪隧道，浙江永康的鸢岭隧道和北京延庆的幸福岭隧道等。

1980 年以后，公路隧道的发展逐渐加快。具有代表性的隧道工程有：1983 年建成的新疆天山公路上的铁力买提隧道（长 189m）、玉希莫勒盖隧道和哈希勒根隧道（海拔 3 400m），开辟了通往昔日交通禁区的通衢；1986 年建成的福州—马尾一级公路上的鼓山隧道（长 3 138m），洞内设置了照明、吸音、防潮、通信、防火等装置和闭路电视监控及雷达测速系统，是我国第一条现代化双线公路隧道；1987 年建成的广东深圳梧桐山隧道（长 2 300m），也设计了照明、消防、供水、监控、交通信号、广播通信等设施；1989 年建成的甘肃七道梁隧道（长 1 560m），首次在我国公路隧道中采用了射流通风技术，并使用了第一批国产射流风机，成为我国公路隧道射流通风技术发展的标志性工程（图 0.1-1）。同期建成的典型工程还有珠海板樟山隧道（1 210m）和福建马尾隧道（1 935m）等。

这些早期典型公路隧道的建成，标志着我国的公路隧道开始步入发展轨道。

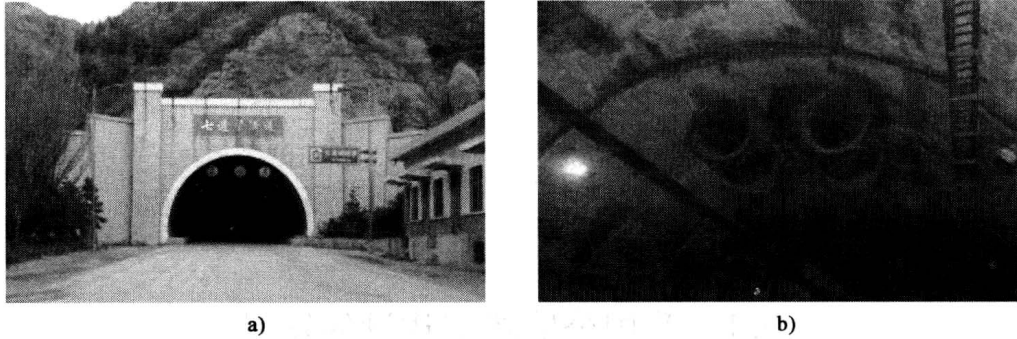


图 0.1-1 甘肃七道梁隧道

0.1.2 公路隧道的建设规模

到 1990 年底,我国建成的千米以上的公路隧道已有十余座。进入 20 世纪 90 年代后,我国公路特别是高速公路开始迅速发展,公路隧道的建设也随之迅速发展。时至当今,经过二十多年的建设,我国已相继建成数千座隧道,而且单洞长度越来越长,断面越来越大,结构形式越来越丰富,修建与营运技术也不断发展。

据不完全统计(表 0.1-1),截至 2009 年年底,国内特长公路隧道(含在建)已达到 196 座,其中 8km 以上的超特长隧道就有 9 座,包括陕西秦岭终南山公路隧道(2 × 18.02km)、台湾雪山隧道(坪林,2 × 12.9km)、甘肃大坪里隧道(2 × 12.288km)、陕西包家山隧道(2 × 11.185km)、四川泥巴山(大相岭)隧道(2 × 9.985km)、甘肃麻崖子隧道(2 × 9km)、湖北龙潭隧道(2 × 8.657km)、四川歪山梁隧道(2 × 8.53km)、重庆金寨山隧道(2 × 8.1km)等。

特长隧道分段长度统计表

表 0.1-1

序号	分段范围	座数
1	3 ~ 4km	90
2	4 ~ 5km	62
3	5 ~ 6km	15
4	6 ~ 7km	13
5	7 ~ 8km	7
6	8km 以上	9

在标准断面规模方面,随着交通量的日益增大,双车道隧道(内轮廓净空面积 65m² 左右)已逐渐不能满足交通功能需求,三车道断面(内轮廓净空面积 96m² 左右)、四车道断面(内轮廓净空面积 136m² 左右)等大跨扁平断面应运而生。我国一些大跨度扁平隧道的工程实例如表 0.1-2 所示。

大跨扁平隧道典型工程

表 0.1-2

隧道名称	长度(m)	车道数 × 洞数	开挖宽度(m) × 高度(m)	建成年份	备注
大阁山隧道(贵州)	496	4 × 1	21.04 × 11.5	2002	第一座单洞四车道城市公路隧道
金州隧道(辽宁)	520	4 × 1	22.482 × 15.52	2003	第一座单洞四车道高速公路隧道
雅宝隧道(广东)	260	4 × 2	21.1 × 13.7	2006	第一座双洞八车道隧道
龙头山隧道(广东)	1 020	4 × 2	21.1 × 13.2	2008	双洞八车道隧道

在结构形式方面,早期公路隧道普遍采用双洞分离式结构,但因种种条件限制,很多情况下双洞隧道左右线间距往往不能达到要求,因此产生了连拱隧道和小净距隧道。此外,伴随着桥隧相连和实现地下互通等特殊功能的要求,分岔式隧道、桥隧混合式结构、地下立交结构等形式也已出现并日益增多。

在建设里程方面,截至2010年年底,我国共建设公路隧道7384座,总长512.26万米(表0.1-3)。其中特长隧道265座,总长约113.80万米;长隧道1218座,总长约202.08万米(上述统计数据不包括香港、澳门和台湾以及城市隧道)。以上数据表明,由于我国的公路建设正逐渐向大山延伸,使得隧道总长占全线总长的比例越来越高,隧道建设的规模也越来越大。

隧道与公路建设规模发展对比表

表0.1-3

工程类型	2010年总里程	同比2009年增长
公路	400.82万公里	14.74万公里
等级公路	330.47万公里	24.84万公里
高速公路	7.41万公里	0.9万公里
隧道	512.26万米	118.06万米
	7384座	1245处

0.1.3 特色典型隧道工程

经过二十多年的建设,我国先后建成了一批具有显著特色的典型公路隧道工程。它们有的结构形式特殊,有的建设时间最早,有的建设规模最大,有的环境条件复杂,地质情况特殊。

1) 最长的公路隧道

秦岭终南山公路隧道,位于国家高速公路网包头—茂名线,单洞全长18.02km,是目前总长世界第一的双洞高速公路隧道。该工程于2002年3月开工建设,2007年10月建成通车(图0.1-2)。工程施工利用了已经贯通的西康铁路秦岭隧道的H形平导,将18km隧道分为9段,多开工作面,长隧短打,节省投资约3.54亿元,缩短建设周期2.5年。

2) 第一座双洞八车道公路隧道

2006年建成的深圳雅宝隧道是我国第一座投入运营的双洞八车道公路隧道(图0.1-3)。该隧道长225.5m+262.5m,最大埋深70m,内轮廓净宽18.8m,净高9.2m,净空面积136.4m²(最大开挖宽度21.1m,最大开挖高度13.7m),穿越地层为人工填土层、第四系坡洪积层和第四系残积层等。



图0.1-2 秦岭终南山公路隧道



图0.1-3 深圳雅宝隧道

3) 规模最大的小净距公路隧道群

福建京福路小净距隧道群位于京福高速公路一期工程三明至福州段,沿线主要为鸡爪形地形,路线展布十分困难,因此根据科研成果将原设计的沿线 14 座连拱隧道均变更为小净距隧道(图 0.1-4),直接节约工程投资 1.04 亿元。这是国内首次大规模推广“小净距隧道”的建设理念,建成的工程成为国内规模最大的小净距公路隧道群。

4) 跨度最大的连拱隧道

福建金鸡山隧道,位于福州机场高速公路二期 A5 标段,全长 295m,单洞净跨 18.2m,开挖总跨度最大达 41.5m。工程于 2008 年 12 月 25 日正式开工,建成后是我国跨度最大的八车道连拱隧道(图 0.1-5)。

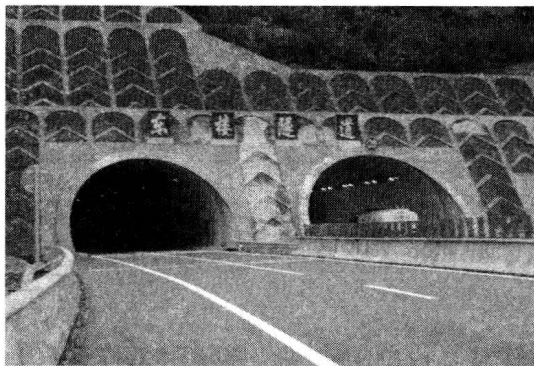


图 0.1-4 东楼小净距隧道(中夹岩最小厚度 3.2m)



图 0.1-5 金鸡山连拱隧道

5) 首例建成的分岔式隧道

八字岭隧道位于湖北境内的沪蓉西高速公路段,双洞四车道,单洞全长 3 525m。该隧道进口端与八字岭特大桥西桥台相连,设计为分离式;出口端与四渡河特大桥东桥台间距仅 15m,依次采用四车道大拱段、双连拱段、小净距段和标准间距分离段。2007 年建成,是国内首例建成的分岔式隧道(图 0.1-6)。

6) 无中墙连拱隧道

浦南隧道是厦门市机场路一期工程上的连拱隧道,处于超浅埋回填土地层,单洞全长 400m,为无中导洞的整体式暗挖连拱隧道(图 0.1-7)。

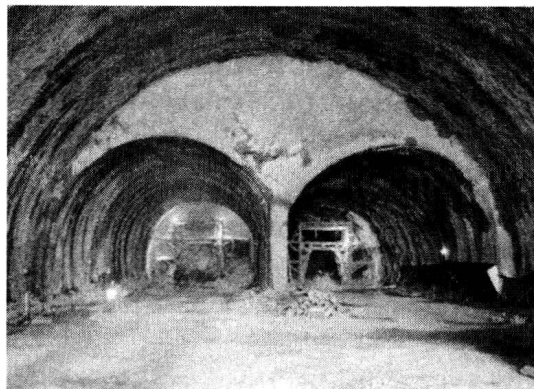


图 0.1-6 八字岭分岔式隧道

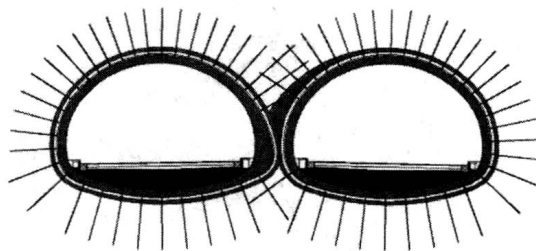


图 0.1-7 浦南隧道典型断面示意图
(无中墙连拱隧道)