

公路隧道 机电工程

GONGLU SUIDAO JIDIAN GONGCHENG

赵忠杰 编著



人民交通出版社

China Communications Press

公路隧道 机电工程

赵忠杰 编著



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书全面介绍了我国公路隧道机电工程方面的技术知识,内容包括:通风系统、照明系统、交通控制系统、计算机控制系统、火灾报警系统、电视监视系统、供电系统、消防设施以及交通安全设施等。

本书可作为交通信息及控制、公路隧道与地下工程、交通工程、道路与桥梁工程等专业大专院校本科生和研究生教材,也可供从事公路机电工程建设和营运管理的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路隧道机电工程/赵忠杰编著. —北京:人民交通出版社, 2007.1

ISBN 978-7-114-06358-9

I . 公 ... II . 赵 ... III . 公路隧道—机电工程
IV . U459.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第155686号

书 名:公路隧道机电工程

著 作 者:赵忠杰

责任编辑:周往莲

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.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)85285977, 85285838

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京交通印务实业公司

开 本:787 × 980 1/16

印 张:27.5

字 数:454 千

版 次:2007年2月第1版

印 次:2007年2月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-06358-9

印 数:0001 — 5000 册

定 价:40.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



前言

Q ianyan

隧道作为克服地形障碍、改善线形、提高车速、缩短里程的有效途径,在公路交通中得到了广泛的应用。隧道机电工程是为营造安全、舒适、畅通的交通环境而设置的,是公路建设中的新领域。作者总结了在公路隧道机电工程研究、设计、建设和管理方面所取得的成果和经验,借鉴了国内外的著作和文献,结合工程实际,力图为交通信息及控制、公路隧道与地下工程、交通工程等相关专业的大专院校本科生、研究生,以及从事公路隧道机电工程建设和营运管理的工程技术人员提供一本较好的参考书。

全书共分十章。第一章主要介绍隧道的功能、作用、分类以及公路隧道的构造特点和设施配置;第二章主要介绍公路隧道的通风方式、通风计算以及通风控制;第三章主要介绍公路隧道的照明方式、照明计算以及照明控制;第四章主要介绍公路隧道交通流理论、交通诱导策略以及交通控制;第五章主要介绍公路隧道计算机控制系统的构成、原理和应用;第六章主要介绍公路隧道火灾的特点、火灾探测原理以及火灾报警系统;第七章主要介绍公路隧道电视监控系统的构成、设备选型及布设;第八章主要介绍公路隧道供电方案、负荷计算及电力监控;第九章主要介绍公路隧道消防设施;第十章主要介绍公路隧道交通安全设施。

本书在编写过程中参考了许多国内外资料,引用了国内学者著作的相关内容,在此向原作者表示衷心的感谢。参加本书编写、文档录入、校对及图表绘制工作的有:谢光秋、董敏娥、朱斌、陈井伟、彭尚军、谢海丽、康士虎、田梅等,在这里一并表示由衷的感谢。

由于作者水平有限,书中错误、疏漏、不足之处在所难免,敬请同行和读者批评指正。

作 者

2006年6月于长安大学



目 录

Mulu

第一章 绪论	1
第一节 隧道	1
第二节 公路隧道	6
第三节 公路隧道机电工程	11
第二章 公路隧道通风系统	14
第一节 公路隧道通风	14
第二节 公路隧道通风标准	19
第三节 公路隧道通风方式	22
第四节 公路隧道需风量	28
第五节 公路隧道通风计算	31
第六节 公路隧道通风控制	41
第七节 公路隧道通风节能	48
第三章 公路隧道照明系统	52
第一节 隧道的视觉特点	52
第二节 道路照明的质量	59
第三节 隧道照明	63
第四节 隧道照明计算	72
第五节 隧道照明控制	79
第六节 隧道照明经济分析与节能	83
第四章 公路隧道交通控制系统	93
第一节 概述	93



第二节	交通流基本理论	94
第三节	车辆检测设备	103
第四节	交通诱导与控制	113
第五节	监控系统的发展	129
第五章	公路隧道计算机控制系统	136
第一节	计算机控制系统	136
第二节	计算机网络	148
第三节	可编程控制器	156
第四节	计算机控制系统设计及应用	178
第五节	中央控制及显示设备	193
第六章	公路隧道火灾报警系统	197
第一节	概述	197
第二节	火灾探测器	205
第三节	火灾报警控制器	216
第四节	火灾自动报警系统	221
第五节	火灾自动报警系统设计	228
第六节	消防联动控制系统	236
第七节	工程实例	240
第七章	公路隧道电视监视系统	248
第一节	电视监视系统	248
第二节	电视摄像机	249
第三节	摄像机辅助设备	255
第四节	视频传输	260
第五节	显示设备	262
第六节	切换控制设备	265
第七节	隧道电视监视系统	271
第八章	公路隧道供电系统	284
第一节	公路隧道供配电系统概述	284
第二节	公路隧道供配电系统	288
第三节	公路隧道电力电缆	312
第四节	公路隧道防雷接地系统	317
第五节	公路隧道供配电监控系统	322
第六节	工程实例	339



第九章 公路隧道消防设施	344
第一节 概述	344
第二节 消防系统	350
第三节 消防水源与给水系统	365
第四节 水消防计算	374
第五节 消防管道及消防水泵	381
第六节 消防设施	390
第七节 工程实例	392
第十章 公路隧道交通安全设施	397
第一节 概述	397
第二节 标志	399
第三节 标线	410
第四节 隧道安全管理	415
参考文献	428



第一章

绪论

第一节 隧 道

一、隧道的基本概念

隧道 (tunnel) 是一种修建在地下, 两端有出入口, 供车辆、行人、水流及管线等通过的建筑物。隧道及地下工程 (tunnel and underground engineering) 有两方面的含义: 一方面是指研究和建造各种隧道及地下工程的规划、勘测、设计、施工和养护, 是一门应用科学和工程技术, 是土木工程的一个分支; 另一方面是指在岩体或土层中修建的通道和各种类型的地下建筑物。

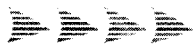
在修建隧道时, 一般先在地层内挖出具有一定几何形状, 如圆形、矩形、马蹄形等“坑道”, 由于地层被挖开后, 容易变形、塌落或有水涌入, 所以除了在极为稳固的地层中且没有地下水的地方以外, 大都要在坑道的周围修建支护结构, 或称之为“衬砌”, 以保证使用安全。衬砌的形状和尺寸, 应能使结构受力状态最为合理, 既不浪费材料又能稳固结构, 以保证隧道安全使用。

以交通为用途的隧道, 其两端将自地面引入。隧道端部外露, 一般都修建有保护洞口和排放流水的挡土墙, 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, 如为维护、检修和人员疏散而设置的横洞; 为保证车辆正常运行而设置的照明设施; 为排除隧道内渗入的地下水而设置的防排水设施; 为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。

二、隧道的种类及其作用

隧道的种类繁多, 从不同的角度有不同的分类方法。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;从隧道埋置的深度来分,可以分为浅埋隧道和深埋隧道;从隧道所在位置来分,可以分为山岭隧道、水底隧道和城市隧道。分类比较明确的还是按照它的用途划分,可以有以下几种。

1. 交通隧道

这是隧道中为数最多的一种。它们的作用是提供运输的孔道,其中有:

1) 铁路隧道

我国内地有许多地势起伏、叠峦纵横的山区。铁路穿越这些地区时,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,这时,开挖隧道直接穿山而过最为合理。它既可使线路顺直,避免许多无谓的展线,使线路缩短;又可以减小坡度,使营运条件得以改善,从而提高牵引定数,提高行车速度。铁路隧道按其长度一般分为特长隧道、长隧道、中隧道和短隧道。

2) 公路隧道

普通公路的限制坡度和最小曲线半径都没有严格限制。所以,以往的山区公路为节省工程造价,常常是宁愿绕行,多延长一些距离,而不愿修建费用昂贵的隧道。随着社会生产的发展,高等级公路增多,它要求线路顺直、平缓,路面宽敞,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,利于高速行车,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很好的作用。公路隧道按其长度分为特长隧道、长隧道、中隧道和短隧道。

3) 地下铁道

地下铁道是既能解决城市交通拥挤、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表面积。它没有平面交叉,各走上下行线,因而可以高速行车,节省乘车时间,便利乘客的活动。在战时,还可以起到人防的功能。

4) 水底隧道

当交通线需要横跨河道时,一般可以架桥或是轮渡通过。但是,如果在城市区域内,河道通航需要较高的净空,而桥梁受两端引线高程的限制,一时无法抬起必要的高度时,就难以克服这一矛盾。此时,采用水底隧道就可以解决。它不但避免了风暴天气轮渡中断的情况,而且在战时不易暴露交通设施的目标,是国防上的较好选择。



5) 航运隧道

当运河需要越过分水岭时,克服高程障碍成为十分困难的问题。一般需要绕行很长的路程。如果层层设立船闸则建设投资很大,运转和维修的费用也很高,而且过往船只延误时间很多。如果修建航运隧道,把分水岭两边的河道沟通起来,既可以缩短航程,又可以节省建船闸的费用,迅速而顺直地通行,航运条件也能大为改善。

6) 人行地道

城市闹区中,行人众多,往来交错,而且与车辆混行,偶有不慎便会发生交通事故。在横跨十字路口处,即使有指示灯和人行横道线,但快速行驶的机动车,不得不频繁减速,甚至要停车避让。为了提高道路通行能力及减少交通事故,除架设高架桥以外,也可以修建人行地道,这样可以缓解地面交通互相交叉的混乱景象,也大大减少了交通事故。

2. 水工隧道

它是水利枢纽的一个重要组成部分。水工隧道有:

1) 引水隧道

它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,分别称之为有压隧道和无压隧道。

2) 尾水隧道

它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

它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。举世瞩目的三峡工程即建有导流隧道。

4) 排沙隧道

它是用来冲刷水库中淤积的泥沙,把泥沙裹带送出水库,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。

3. 市政隧道

它是城市中为安放各种不同市政设施的地下孔道。把市政设施安放在地下,既不占用地面空间,又不致扰乱高空位置和损坏市容。市政隧道有:

1) 给水隧道

城市自来水管网遍布市区,必须有地下的孔道来容纳安置这些管道。



它既不占用地面,也避免遭受人为的损坏。

2)污水隧道

城市污水,除一部分可以净化利用外,仍有大部分的污水需要排放到城市以外的河流中去,这就需要有地下的排污隧道。这种隧道可能是本身导流排送,也可能是在孔道中安放排污管,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,防止杂物涌入隧道造成堵塞。

3)管路隧道

城市中煤气、暖气、热水的供给等,都需要把管路放置在地下的孔道中,并进行防漏及保温处理,把这些能源送到各家各户。

4)线路隧道

城市中输送电力的电缆以及通讯的电缆,都安放在地下孔道中,这样既可以保证不为人们的活动所损伤或破坏,又可免得悬挂高空,有碍市容。这些地下孔道多半是沿着街道两侧铺设的。

5)人防隧道

为了战时的防空目的,城市中需要建造人防工程。在受到空袭威胁时,市民可以进入供躲避用的庇护所。人防工程除应设有排水、通风、照明和通讯设备以外,在洞口处还需设置各种防爆装置,以阻止冲击波的侵入。并要做到多口连通、互相贯穿,在紧急时刻,人员可以随时找到出口。

4. 矿山隧道

在矿山开采中,常设一些隧道,从山体以外通向矿床。其中有:

1)运输巷道

向山体开凿隧道通到矿床,并逐步开辟巷道,通往各个开采面。前者称为主巷道,为地下矿区的主要出入口和主要运输干道;后者分布如树枝状,分向各个采掘面。此种巷道多用临时支撑,仅为满足作业开采时需要。

2)给水隧道

送入清洁水供采掘机械使用,并将废水及积水通过水泵抽出洞外。

3)通风隧道

矿山地下巷道穿过许多地层,将会有多种地下气体涌入巷道,再加上采掘机械不断排出废气,还有工作人员呼出的气体,使得巷道内空气变得污浊。如果地下气体含有瓦斯,在含量达到一定浓度后,将会发生危险,轻者使人窒息,重则引起爆炸。因此需要设置通风巷道,用通风机把污浊空气排





出,并把新鲜空气送入。

三、隧道工程的历史与发展

早在上古年代,人们就已经会利用天然洞穴作为栖身之所了,并且逐步在平原地区自己挖掘类似天然洞穴的窑洞来居住。公元前 2180 ~ 前 2160 年,在古巴比伦城幼发拉底河下修筑的人行隧道,是迄今已知的最早用于交通的隧道,为砖砌构造物,长 190m,它是奴隶在极危险的作业条件下完成的。古罗马时代,利用棚架支护和卷扬提升方法,开挖了数量较多的军用隧道和土工隧道,开挖方法是火烧开挖面,烧热后急速泼冷水使岩石开裂而形成。

现代隧道开挖技术的产生是在火药的发明和 19 世纪的产业革命后出现的,尤其是铁路的出现对隧道建造起到了很大的推动作用。第一座供蒸汽机车通行的铁路隧道是 1826 ~ 1830 年在英国利物浦至曼彻斯特的铁路线上修建的,全长 1 190m。以后又陆续修建了更多的铁路隧道。火药和钻眼工具的改进,使隧道的修建技术有了显著的提高,其中比较有影响的是 1898 年建成的穿越阿尔卑斯山的辛普郎隧道。在该座隧道中,第一次应用了 TNT 炸药(硝基甲苯)和凿岩机。1857 ~ 1871 年间,建成了连接法国和意大利的仙尼斯山隧道,长为 12 850m; 1889 年意大利又修建了辛普伦隧道,长达 19 700 m; 1971 年日本新干线上修建了大清水隧道,全长 22 230m,是目前世界上最长的铁路山岭隧道。除了山区的铁路隧道以外,各国又修建了一些在城市附近跨越河海的水底隧道。美国修建了宾夕法尼亚东河水底隧道,长为 7 190m。日本修建了新关门隧道,长达 18 675m; 1984 年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 53 850m,海底部分就有 23 300m,这是目前世界上最长的水底隧道。此外,比较著名的还有 1991 年建成通车的英法海峡隧道,长 50.50km。由于欧洲运输量急剧增长,迫切需要扩大公路网,因而随之出现了不少的公路隧道。奥地利修建了阿尔贝格公路隧道,长为 13 980m; 瑞士修建了圣哥达公路隧道,长为 16 285m。

我国春秋时代的古籍《左传》中,曾有“隧而相见”的记载,说明当时已经有过通道式的隧道了。最早用于交通的隧道为“石门”隧道,位于今陕西省汉中县褒谷口内,建于东汉明帝永平九年。

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台湾修建的狮球岭隧道,建造时间为 1887 ~ 1891 年,长 261.4m,最大埋深 61m,位于台北至基隆线上。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。建国之初,处于国民经济恢复时期,在短短的 3 年内,把全国原有铁路线上被破坏了和发生了病害的所有隧道都一一修复。在成渝线上修复了 13 座隧道,在宝天线上改建了 136 座隧道,并完成了天兰线上的 48 座隧道,使当时支离破碎、断断续续的铁路完全修整好,全国铁路畅通无阻。

1952 年修建沙丰一线,线路通过险峻的山区,需要修建密集的隧道。该线全长 100.6 km,有 56 座隧道,总延长为 27.03km,占全线总长的 27%。稍后,在宝成线上修建了 304 座总延长为 84.4km 的隧道。其中在三个马蹄形和一个 8 字形的复杂展线区段上,就集中修建了 48 座隧道,占全线总长的 37.7%,成为以隧道克服山区高程障碍,完成复杂展线的典型范例。

以后,随着时代的发展,修建隧道的技术不断提高,建成的隧道一个比一个长,一个比一个质量好。如 20 世纪 50 年代建成的最长隧道是宝成线上的秦岭隧道,长 2 363m;上鹰线上的加马石隧道长为 2 387m;60 年代建成的最长隧道是川黔线上的凉风垭隧道,长为 4 270m;70 年代建成的最长隧道是京原线上的驿马岭隧道,长为 7 032m;到了 80 年代,衡广复线上的大瑶山隧道长度便达到 14 295m。90 年代,建成的最长隧道是西康线上的秦岭 I 线隧道,长达 18 456m。目前我国最长的铁路隧道是正在建造中的宝兰复线上的乌鞘岭隧道,长约 22km。截至 20 世纪末,我国营运铁路隧道的总数达到 5 000 多座。近十多年来,随着我国高速公路及高等级公路建设的快速发展,公路隧道的建造也取得了迅猛发展,几乎每年都有 10 座以上的长大隧道建成。统计数字表明,截止 2002 年底,我国已建成 1 782 座公路隧道,总长度达 704km,而 1 000m 以上的长大隧道有 40 余座。其中较长的公路隧道有川藏公路的二郎山隧道,长 4 160m,海拔为 2 200m;广渝高速公路华莹山隧道,分别长 4 705m、4 686m(双洞),成渝高速公路的中梁山隧道,长 3 000m。即将建成的上海至瑞丽高速公路湖南境内的邵阳至怀化段采用 7km 的隧道穿越雪峰山脉。陕西省在建的穿越秦岭的西汉、西柞、西商三条高速公路上的隧道已成群出现,短则 2~3km,长则 5~6km,而秦岭终南山隧道长达 18.4km,居亚洲第一、世界第二。

第二节 公路隧道

公路隧道在山岭地区可用做克服地形或高程障碍,改善线形,提高车





速,缩短里程,节约燃料,节省时间,减少对植被的破坏,保护生态环境;还可用来避免落石、塌方等危害。在城市可减少用地,构成立体交叉,解决交叉口的拥堵问题。在水下可不影响水路通航。在修建公路隧道时,对其线路、限界与净空、横断面及附属建筑等都有相应的要求。公路隧道按长度分类如表 1-2-1 所示。

公路隧道分类表

表 1-2-1

隧道分类	特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道
隧道长度(m)	> 3 000	3 000 ~ 1 000	1 000 ~ 500	≤ 500

一、公路隧道线路

隧道内的线路是整条线路中的一个区段,设计时首先要满足露天线路规定的各种技术指标。而隧道内的环境比露天要差,在车辆运行或维修养护时,都处于不利的条件下,所以,在设计隧道内的线路时,除了满足露天线路所规定的技术指标以外,为了适应隧道的特点,还要附加一些技术要求。

1. 公路隧道线路平面

很明显,线形是越直越好。线路顺直,则距离短,行车速度快,在隧道内就更是这样。隧道如果位于曲线上,将有下列缺点:

(1)曲线隧道的建筑限界需要加宽,开挖尺寸相应地加大,不但增大了开挖土石方数量,也增加了衬砌的圬工量;

(2)曲线上,隧道的断面是变化的,不同断面上的支护和衬砌的尺寸不一致,因而施工时,技术上较直线地段复杂;

(3)因为洞身弯曲,洞壁对气流的阻力加大,使通风条件变差;

(4)由于曲线关系,洞内进行施工测量时,操作变得复杂,精度也有所降低;

(5)曲线隧道的维修养护工作条件不如直线隧道,而反向曲线隧道的条件比同向曲线隧道更差。

鉴于上述缺点,隧道内的线路最好采用直线。但当受到地形的限制,或是地质的原因,特别是线路走向需要时,往往不得不采用曲线。隧道中曲线设置总的原则是应采用较大的曲线半径和较短的曲线长度,并尽量设在洞口附近,以减少其不利影响。

公路隧道内应避免设置平曲线,如必须设置时,宜采用不设超高的平曲线半径,并应满足停车视距的要求,这就要求曲线半径不能太小。因为小半





径曲线会产生视距问题,即驾驶员视线不好,容易发生交通事故。要保证视距,势必要加宽隧道断面。而设置超高时,也会导致断面加宽。断面加宽将会增加工程造价,也增加了施工的难度。由于隧道内一般是禁止超车的,所以不能采用超车视距,而应采用停车视距。根据停车视距可以换算出不设超高的最小平曲线半径。

2. 公路隧道线路纵断面

公路隧道的基本坡道形式有单坡和人字坡两种,纵坡最小坡度不应小于 0.3%,以利排水。最大坡度不应大于 3%,且以控制在 2% 以下为好,这是因为当坡度大于 2% 时,汽车上坡行驶时排放的有害物质会急剧增加,为通风效果考虑,宜将坡度控制在 2% 以内。原则上,应尽量避免采用平坡。

对单向通行的隧道,设计成单坡(下坡)对通风是非常有利的,因为汽车都是下坡行驶,发动机处于低功率状态,产生的有害气体少,但坡度不要大于 3%,否则施工时,高位洞口的施工会有困难。对采用自然通风的隧道,因为两端洞口的高差是决定通风效果的重要因素之一,所以坡度可尽量采用上限值,但也不能大于 3%。采用人字坡的隧道,有利于施工时隧道两端的出渣与排水,但通风较差,所以一般将坡度控制在 1% 以下为宜。隧道内的纵坡变更处均应设置竖曲线,应尽量选用大半径竖曲线,以利于行车平顺、通视和通风。

二、公路隧道限界与净空

隧道净空是指隧道衬砌内轮廓线所包围的空间。隧道净空是根据隧道建筑限界确定的。隧道建筑限界是为了保证隧道内各种交通的正常运行与安全而规定的在一定宽度和高度范围内不得有任何障碍物的空间范围。隧道建筑限界是指衬砌内缘不能侵入的轮廓线。

三、公路隧道横断面

隧道的净空限界确定以后,就可以据此进行隧道横断面的初步拟定。由于隧道衬砌是一个超静定结构,不能直接用力学方法计算出应有的截面尺寸,而必须先拟定一种截面尺寸,按照这个截面尺寸来验算在荷载作用下的内力。如果截面强度不足,或是截面强度富裕太多,就得调整截面,重新计算,直至合适为止。所以,在设计隧道衬砌时,需要根据经验初步拟定一个用以计算的结构截面形状以及它的尺寸。初步拟定结构形状和尺寸可以



采取经验类比的方法,或是规范制订的方法。在隧道断面形状设计时需考虑的因素有以下几点:

(1)隧道的内轮廓必须符合隧道建筑净空限界,结构的任何部位都不应侵入限界以内。同时,隧道内轮廓还应考虑通风、照明、安全、监控等设施所必需的富余量。

(2)采用的施工方法能确保断面形状及尺寸有利于隧道的稳定。

(3)从经济观点出发,内轮廓线应尽量减少洞室的体积,即使土石开挖量与圬工砌筑量为最省。因此,内轮廓线一般紧贴限界。但其形状又不能如限界般曲折,要平顺圆滑,以使结构在受力及围岩稳定方面均处于有利条件。

(4)结构的轴线应尽可能地符合在荷载作用下所决定的压力线。若是两线重合,结构的各个截面都只承受单纯的压力而无拉力最为理想。

山岭隧道衬砌的断面形状根据围岩压力的性质和目前的一些施工方法,通常采用圆拱直墙式或曲墙式、全断面圆形或接近圆形等形式。当围岩的侧压力较小时,可采用直墙式侧壁断面,在地质条件差时可采用接近圆形的断面。

公路隧道的建筑限界取决于公路等级、地形、车道数等条件;公路隧道的附属设施如通风、照明、消防、报警等设备都需要占有一定的空间,且每一座隧道均会因交通流量和隧道长度不同而要求不同。因此,公路隧道的横断面需根据其具体的要求对每一座隧道进行单独设计。目前公路隧道大多采用单心圆或三心圆的拱形断面。

四、公路隧道附属建筑

公路隧道仅有主洞还不能保证车辆的安全通行,为了其安全营运,还必须修建一些附属设施,主要包括:行车横洞、行人横洞、紧急停车带、设备洞室、电缆沟槽及防排水设施等。

1. 紧急停车带

当隧道中行驶的车辆发生故障时应及时离开干道进行避让,以免发生交通事故,紧急停车带就是专供紧急停车使用的停车位置。尤其在长大隧道中,故障车必须尽快离开干道,否则必然引起交通阻塞,甚至导致交通事故。因此,高速公路、一级公路的特长隧道和长隧道,应根据需要设置紧急停车带。为使车辆能在发生火灾时退避,对于10km以上的特长隧道还应





考虑设置方向转换场地(或称回车道设施)。

紧急停车带的间隔主要根据故障车的可能滑行距离和人力可能推动的距离而定。一般很难断言其距离的大小,如小轿车较卡车滑行的距离长,人力推动也较省力;下坡较上坡时滑行的距离长,推动时也省力。依据经验,隧道内紧急停车带的间隔一般可取为 500 ~ 800m。我国目前参照国际道路常设委员会(PURC)隧道委员会推荐值来确定紧急停车带的有关参数,即超过 2km 以上的隧道必须考虑设置宽 2.5m、长 25 ~ 40m 的紧急停车带,间隔约为 750m。

2. 人行横洞和车行横洞

设计规范规定,行车方向分离的双洞公路隧道,当长度超过 400m 时,宜设置人行横洞,长度超过 800m 时,宜设置车行横洞,以供巡查、维修、救援及车辆转换方向之用。若隧道长度为 400 ~ 600m 时,可在隧道中间设一人行横洞,长度小于 400m 时,可不设人行横洞;当隧道长度为 800 ~ 1 000m 时,可在隧道中间设一车行横洞,长度小于 800m 时,可不设车行横洞。

3. 设备洞室

对长大公路隧道而言,特别是高速公路隧道和一级公路隧道均有诸如消防设备、供电设备、通讯设备、控制设备和检测设备等,这些设备都需要一个空间来安装,因此,需要预留相应的洞室。这些洞室应该做统一规划,尽量使其分布均匀,几何尺寸一致,避免杂乱,讲究美观。

4. 电缆沟槽

长大公路隧道一般都设置有通风、照明和交通监控等机电设施,与其对应的电力电缆、通讯电缆和信号电缆等需要分别敷设在不同的电缆沟槽内,同时,还应给沿线过往的缆线提供相应的通道,所以,一般需要在隧道侧壁下部设置电缆沟槽,电缆沟槽一般应与排水沟一并考虑,并在适当的地点预留引出或引入电缆的人井或手井。电缆沟槽应设置盖板。此外,公路隧道还需留有设置消防水管的位置,消防水管通常与缆线一起放置在电缆沟槽内,因此,在名称上,称之为其他设施预留沟槽更为确切。

5. 排水沟

除常年干燥无水的隧道以外,一般的隧道都应设置纵向排水沟,以便将

