

文章编号: 0451-0712(2005)11-0207-05

中图分类号: U452.21

文献标识码: B

《公路隧道交通工程设计规范》 (JTG/T D71-2004)编制综述

姬为宇¹, 喻小红²

(1. 重庆交通科研设计院 重庆市 400067; 2. 重庆市华驰交通科技有限公司 重庆市 400060)

摘 要:《公路隧道交通工程设计规范》(JTG/T D71-2004)已发布实施,本文主要介绍本规范编制的必要性、编制方法及主要内容。

关键词:公路隧道; 交通工程; 设计规范; 编制

根据交通部交公路发(1999)739 号文下达了编制《公路隧道交通工程设计规范》的通知,由重庆交通科研设计院为主编单位,并邀请浙江省交通设计研究院、长安大学、福建省交通规划设计院、重庆市华驰交通科技有限公司有关单位技术人员,组成编写组,历时 3 年,共同完成了《公路隧道交通工程设计规范》(JTG/T D71-2004)。主要介绍本规范编制的必要性、编制指导思想、方法和主要内容。

1 编制的必要性

随着我国公路建设的发展,公路隧道建设规模越来越大,技术需求越来越高。作为地下建筑的公路隧道在交通工程方面的主要特点有:它是公路中的交通瓶颈,一旦发生事故,危害很大,甚至危及公路隧道主体的安全。为保证高速公路、一级公路的服务水平,公路隧道作为道路中的特殊路段,其交通工程也越来越受到人们的关注。

公路隧道交通工程是一个多学科的边缘科学,包括公路隧道交通诱导控制、通风控制、照明控制、火灾报警及救援设施、闭路电视监视系统、其他管理设施及人员编制等。长大公路隧道中交通工程的投资已占公路隧道建设总投资的 20% 左右,在以往的设计中,由于我国没有统一的技术规范和标准,往往参照国内外相关行业标准执行,如日本的公路隧道设计规范等。公路隧道有其自身特点,其他行业规范不能覆盖其所有范围。公路交通工程设计往往将公

路隧道独立出来进行单独设计,因此,有必要建立一套完整的公路隧道交通工程设计规范。

2 编制指导思想及方法

2.1 编制指导思想

为使公路隧道交通工程设计达到设计合理、技术先进、经济适用、确保质量的目的,在编制过程中遵循以下编制指导思想:

(1)总结国内外公路隧道交通工程理论与实际应用效果,建立一套适合于我国公路隧道建设的交通工程设计规范;

(2)依据实用、可靠及先进的原则,在公路隧道分类的基础上,按不同设计车速、设计交通量及环境和管理水平,给出设计等级和相应的设施配置原则;

(3)设计规范中的设施选用及技术要求,应能符合计算机应用技术、通信技术及交通工程理论的发展趋势;

(4)设计规范中所借鉴采用的国内公路建设以及其他相关行业的设计标准规范,应能符合公路隧道实际应用的条件。

2.2 编制方法

在编制过程中,编写组对全国已建和在建的公路隧道交通工程进行了较广泛的调查研究,搜集并分析了大量设计文件、工程报告、营运管理报告以及有关应用科研成果等技术资料。考虑到我国公路隧道交通工程技术起步较晚,其经验和基础资料不足,

因此在总结我国经验的基础上,又采用或借鉴了国外公路隧道交通工程的成功经验和先进技术。

本规范既采纳了新技术、新方法,又兼顾到较传统技术的存在。本规范中的各条文规定,均以可靠的技术依据和较成熟的经验为基础,对于一些目前我国没有实践经验或不够成熟的技术内容,本规范没有纳入或仅做出原则性的规定。

3 编制主要内容

《公路隧道交通工程设计规范》由总则、术语代号、公路隧道交通工程分级与设施配置、标志标线、交通监控系统、通风及照明控制系统、紧急呼叫系统、火灾报警及防灾系统、供配电系统、中央控制管理系统等部分组成。在编写中主要内容有以下几个方面:

- (1) 公路隧道交通工程分级与设施配置;
- (2) 安全标志及避难设施的设计;
- (3) 各类设施设置及技术条件的设计;
- (4) 各类设施控制方式及功能的设计。

4 公路隧道交通工程分级与设施配置

4.1 公路隧道交通工程分级

根据我国《公路隧道设计规范》(JTG D70—2004),公路隧道按长度划分为短隧道、中隧道、长隧道和特长隧道四类。公路隧道交通工程是公路隧道安全营运保障的重要部分,少数国家的标准规范将其分为五级,大部分国家则分为四级。其分级参数除考虑长度因素外,还应考虑到交通量、车速、占用率、事故概率、服务水平等参数。鉴于许多参数的互联性,为便于设计人员进行分级,参照 GB18567《高速公路公路隧道监控系统模式》的划分标准,本规范根据公路隧道长度和交通量将公路隧道划分为 A、B、C、D 四级,见图 1 所示。

考虑到长度小于 100 m 的公路隧道和日交通量小于 1 000 辆的公路隧道实际上已没有必要进行交通工程的特殊设计,因此图中不再对长度和交通量属于这一区域的公路隧道进行分级。同时对长度大于 10 000 m 公路隧道的分级没有明确等级,建议按超 A 级考虑。

4.2 公路隧道交通工程设施配置标准

目前,我国公路隧道交通工程建设规模参差不齐,设施配置标准不一,为保障公路隧道运营安全,提高公路隧道管理水平,本规范根据目前我国公路

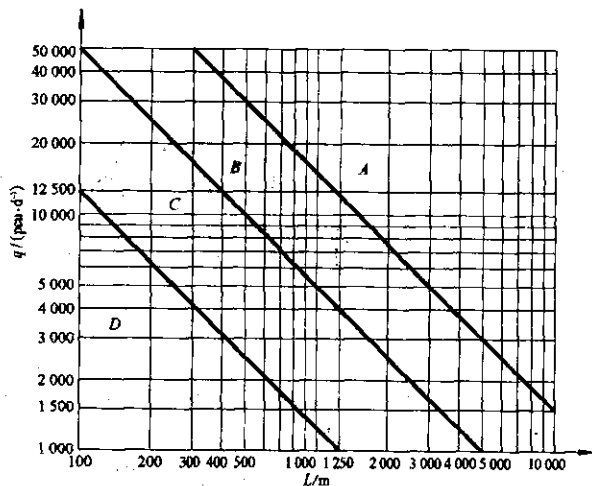


图 1 隧道交通工程分级示意

隧道交通工程建设的具体情况,按照高速公路隧道、一级公路隧道、二级及二级以下公路隧道三类条件,提出公路隧道交通工程设施配置标准。同时明确提出公路隧道交通工程设施配置标准应遵循下列原则:

(1) 根据隧道交通工程分级、设施配置,采用前期配置、后期完善的方法;

(2) 长度在 1 km 以上的公路隧道各类设施的配置规模应根据预测交通量进行总体规划设计,并据此一次性征用土地和实施基础工程、地下管线及预留预埋工程等;

(3) 各设施(系统)应视技术发展和交通量增长情况等逐步补充完善。

在公路隧道交通工程设施配置表中,仅列出公路隧道交通工程设计所涉及的内容以及相关的目前技术成熟的安装设施,与公路隧道交通工程并非直接相关的、或目前尚在开发的、未来可能出现的、或非安装性的设施并未列出。

在公路隧道交通工程设施配置表中,列出了与公路隧道交通工程对应的必选、应选和可选设施。其中,“必选设施”指按公路隧道交通工程分级必须配置的设施;“应选设备”指在一般情况下,按公路隧道交通工程分级配置的设施;“可选设备”是根据其他条件,如建设资金情况等,酌情安装的设备。

5 安全标志及避难设施的设计

在研究《道路交通标志和标线》(GB5768)和《公路隧道设计规范》(JTG D70—2004)的基础上,为加强驾驶员在隧道内的安全行车意识,增强自我防灾

能力,本规范增加安全标志及避难设施的设计。

5.1 安全标志设计

《道路交通标志和标线》(GB5768)对公路隧道具体设施未制定统一的指示标志,为保障公路隧道各类设施的有效使用,加强驾驶员在公路隧道内安全行车的意识,本规范除保留原有设置的公路隧道标志、限高标志、紧急电话指示标志外,增加了消防设备指示标志、行人横洞指示标志、行车横洞指示标志、紧急停车带标志和疏散指示标志,统一各标志版面图形和尺寸,上述标志均满足简洁明了、可视性好的要求。

5.2 避难设施的设计

公路隧道是地下管状构造物,在运营过程存在着火灾危险,尤其是汽车因各种交通事故引起的火灾或汽车发动机自燃产生的火灾。在国外隧道已有多起重大火灾引起伤亡事故,在2001年初国内某隧道(2×3.6 km)左洞发生卡车火灾,过火面积达 40 m^2 ,卡车被毁,隧道拱部混凝土衬砌高温剥落,机电设施毁坏,受损区域近120 m,幸得及时组织扑救,火灾得以有效控制,未引起蔓延,也未造成人员伤亡。公路隧道火灾的特点是:烟雾在火灾点开始迅速沿纵向蔓延,同时隧道内存在高温与缺氧的状况。因此如何疏散与避难是防灾中的一个重要环节。对于双洞分离式隧道,世界各国均以两洞之间开凿横洞来疏散避难。

(1) 行人横洞设置及技术要求。

行人横洞的间距国内外大多按250~400 m之间,故规定基本间距为250 m,但特殊情况允许最大间距为400 m。关于行人横洞净宽仍按原规范取2.2 m,原规范净高是2.0 m,考虑隧道洞内行人横洞净高为2.5 m,为统一本次编制调整为2.5 m。另外对于500~800 m的隧道,行人横洞宜设一处。

行人横洞的技术要求参照《地下铁道设计规范》(GB50157—92)和《民用建筑设计规范》(JGJ37—87)的规定,在规范中提出行人横洞要满足路面、纵坡、照明及防火等方面的要求。

(2) 行车横洞设置及技术要求。

行车横洞在日本无专门规定,在欧洲发达国家的公路隧道实例中亦少有设置。我国《公路隧道设计规范》(JTJ—026)规定为间距500 m,我国双洞分离式山岭隧道自颁布实施以来,均按规定进行设置。但从实际调查来看间距一般在500~1 000 m之间,并且许多隧道均为行车横洞兼做行人通道。根据国内

工程实例,行车横洞在救援及防灾方面还是有作用的,故宜设置,但设置间距做适当调整。取基本间距为750 m,特殊情况可放宽至1 000 m。

行车横洞的技术要求参照《城市公共交通站、场、厂设计规范》(GJJ15—87)的规定,在规范中提出行车横洞要满足线性、纵坡、照明及防火等方面的要求。

6 各类设施设置及技术条件的设计

公路隧道交通工程是一门涉及多学科的应用技术,其包含的设施品种繁多,特性各异。为保障公路隧道交通安全,有效地管理公路隧道运营,各类设施设置及技术条件应符合下列原则:

(1)明确各类设施的使用功能;

(2)了解各类设施的技术原理;

(3)各类设施技术条件应符合国家有关技术标准并适用公路隧道环境;

(4)注重计算机、通信及电子技术的发展,合理采用相关设备与技术。

下面就本规范包含的部分,即主要设施的设置及技术条件设计分别介绍。

6.1 各类检测设施

(1) 车辆检测器。

车辆检测器主要用于自动检测隧道内的交通参数,为制定交通控制方案提供依据。车辆检测器宜设置在车流平稳的区域,设置间距宜在500~700 m。在设计中应根据车辆检测器的使用条件选择设置间距,即根据交通控制方式采集交通参数,需增加检测器设置数量;仅检测交通参数,检测器设置数量可减少。

(2) 摄像机。

主要用于监视隧道的交通运行状况,并对交通事故及火灾报警等信息给予确认,为中央控制室值班人员处理交通事故等提供最直接、最直观的依据。隧道内和隧道入、出口处应设置摄像机;隧道外摄像机应设在距隧道入、出口外100~400 m处,能清楚地监视洞口全貌和交通状况;隧道内摄像机设置应能全程监视,直线段设置间距应不大于150 m;曲线段设置间距可根据实际情况适当减小;隧道内特殊位置如紧急停车带、行车横洞等处可增设摄像机。目前在隧道运营管理中,大部分管理人员认为摄像机是隧道运营管理最有效的设施,为此,在设计时可考虑两种设置方法,即以监视隧道交通通畅为目的,摄

像机设置数量可减少;以监视隧道各种情况为目的,需增加设置数量。

(3)通风环境检测设施。

通风环境检测设施对隧道内废气浓度和通风气流风速等隧道环境数据进行实时监测,为隧道通风控制提供依据。通风环境检测设施主要包括VI、CO检测器和WS检测器。VI、CO检测器宜设置在隧道侧壁壁面或隧道顶部,检测值应能有效地反映每个通风分段的废气分布情况;采用全射流方式时,通风环境检测设施应避免设置在射流风机附近,而宜设置在隧道轴线两组风机的中间部位;WS检测器的设置位置离洞口隧道轴线方向的距离应不小于隧道断面当量直径(D_r)的10倍,且应避免受汽车行驶气流的影响。

(4)亮度检测器。

亮度检测器主要用于检测隧道内外的亮度,为隧道照明控制提供依据。洞外亮度检测器(L_a)宜设置在离洞口一个停车视距位置处,高度以一个洞门高度为宜,检测器探头方向应指向洞口中心。洞内亮度检测器(L_i)宜设置在洞内离洞门一倍隧道净高的侧壁上,检测器探头方向应指向行车前进方向且离检测器一个停车视距位置路面中心处,检测器安装高度应不小于1.5 m。

6.2 区域控制单元

根据公路隧道交通工程设计内容,隧道内包含交通、通风、照明等系统的控制,采用的控制方式不同,控制网络各异,为此本规范确立区域控制单元的概念,区域控制单元可单独为一,也可合而为一,即交通、通风、照明区域控制单元可单独为一台设备,也可合并成一台设备。

区域控制单元应具有下列功能:

(1)收集区段内各设备的检测信息,对检测信息进行分析处理和存储,并将信息上传至中央控制室计算机系统;

(2)接收中央控制室计算机系统的控制指令,对下端执行设备进行控制;

(3)在中央控制室计算机或通讯线路发生故障的情况下,由区域控制单元对现场设备按预设程序实施控制。

6.3 有线广播设施

有线广播主要在隧道内阻塞、交通事故、火灾等情况下使用。当隧道内由于火灾或交通事故而发生交通阻塞,中央控制室必须立即组织灭火或指挥疏

导车辆、治理混乱、抢救受伤人员。值班操作员可通过广播向隧道内车辆进行喊话,传递信息、避难导向。平时也可利用此系统灵活地传递公路养护施工状况或交通信息。

有线广播控制器宜设置在中央控制室,与中央控制室计算机和显示设备相连接;根据经典声学传输公式 $L_p=L_o+10\times\lg PL-20\times\lg r$ 计算,在隧道内可每隔50 m设置一台扬声器;同时在隧道入、出口及行人横洞、行车横洞处各设置一台扬声器。

6.4 消防设施

消防设施具体设计应符合《建筑设计防火规范》的规定,本规范旨在确立公路隧道消防设施设计指导思想:以逃生为主、灭火为辅;以自救为主、外部救援为辅。在规范中明确规定公路隧道消防设施包括灭火器、消火栓、固定式水成膜泡沫灭火装置、隧道消防给水及管道等。

6.5 供配电设施

供配电设施具体设计应符合《供配电系统设计规范》(GB50052)和《低压配电设计规范》(GB50054)的规定,本规范根据供电可靠性和中断供电在隧道运营管理所造成的损失或影响程度制定隧道电力负荷等级。公路隧道负荷等级应符合表1。

表1 公路隧道负荷等级

序号	电力负荷名称	负荷级别
1	应急照明 电光标志 交通监控设施 通风及照明控制设施 紧急呼叫设施 火灾检测、报警、控制设施 中央控制设施	一级①
2	消防水泵 基本照明 排烟风机	一级
3	通风机②	二级
4	其余隧道电力负荷	三级

注:表中①表示该一级负荷为特别重要负荷。

表中②指除作为一级负荷以外的其他通风机。

7 各类设施控制方式及功能的设计

7.1 通风控制方式

规范中明确采用机械通风的隧道均应有手动控

制方式, A 级和 B 级的公路隧道宜采用自动控制为主、手动控制为辅的控制方式。

自动控制可采用下列 3 种控制方法, 各隧道应根据具体情况选择一种或多种控制方法。

(1) 控制法—1: 检测隧道内的能见度、一氧化碳浓度和风速风向, 经计算处理后, 控制风机运转。

(2) 控制法—2: 根据检测的交通量数据, 实时了解隧道内交通量、行车速度、车辆构成等, 通过交通流状况分析并计算出车辆烟雾和一氧化碳的排放量, 控制风机运转。

(3) 控制法—3: 按时间区间预先编制程序控制风机运转。

7.2 照明控制方式

在规范中提出照明控制均有手动控制方式, A 级和 B 级隧道的照明控制宜采用自动控制为主、手动控制为辅的控制方式。

自动控制可采用下列两种控制方法, 各隧道应根据具体情况选定。

(1) 控制法—1: 检测洞口内外亮度值, 经计算处理后, 控制隧道内的照明工况。

(2) 控制法—2: 按时间区段预先编制程序控制照明工况。

7.3 中央控制管理系统控制功能

为确保公路隧道运营管理科学有效, 规范中明确规定, 无论采用何种控制方式和结构, 中央控制管理系统应具有下列功能:

(1) 能够接受各类设施送来的各种信息, 包括数据信息、视频信息及语音信息;

(2) 能够对各类设施送来的各种信息进行综合处理, 并能协调各类设施的控制;

(3) 能够以自动或手动方式执行预置在计算机内的控制方案;

(4) 能够灵活地以数据、图形、图像等方式显示隧道内外的交通情况及设备的运行情况;

(5) 能够自动地完成数据备份、文档存储;

(6) 能够方便地进行查询、统计和形成报表;

(7) 能够定时检测各设备的工作状态;

(8) 中央控制室计算机网络应具有接口, 以便与所属公路其他管理系统进行信息交换。

7.4 中央控制管理系统的控制方式

(1) 多级控制方式。

多级控制方式适用于监控设备较多、信息量较大的隧道。

可将隧道分成若干个区域, 每个区域设置一台区域控制单元, 区域控制单元通过网络与中央控制室计算机相连。

隧道内的检测信息经过区域控制单元预处理后, 通过区域控制单元传至中央控制室计算机。

中央控制室计算机对区域控制单元上传的信息分析处理后, 向区域控制单元发出控制命令, 区域控制单元控制各类外场设备。

(2) 集中控制方式。

集中控制方式适用于监控设备较少、传输信息量不大的隧道。

隧道内的检测和控制设备直接与中央控制室有关设备相连, 并将检测信息直接传给中央控制室计算机。

中央控制室计算机经分析处理上传数据后, 直接向隧道内的各类外场设备发布控制命令。

8 结语

(1) 由于公路隧道交通工程技术起步较晚, 发展的速度极快, 国内外尚无有关交通工程设计规范的全面基础资料, 给设计规范的编写增加了难度, 因此在许多设计内容要求上仅提出基本要求。

(2) 本规范编写内容涉及了许多行业和部门的规范和标准, 引用和修改有关方面的内容存在许多方面要探讨的问题, 为此编写组采用有条件地选择与公路隧道实际情况相结合的方式进行了消化接收。

(3) 鉴于我国公路隧道交通工程发展和技术的完善, 通过本规范的采用, 发挥控制公路隧道交通工程建设规模的指导作用。