

Ventilation Design and Energy Saving of Mountain Highway Tunnel

Guanghai Hu

Chongqing Yuqian Expressway Co., Ltd., Chongqing, 401336, China

Abstract

Tunnel construction is the key content of mountain highway engineering construction, but the difficulty is relatively more difficult, vulnerable to the impact of all kinds of toxic and harmful gases, if the gas accumulation is easy to cause personal injury accidents, is not conducive to the smooth progress of engineering construction. By strengthening the ventilation design of the tunnel, more fresh air can be transported into the tunnel, reducing the concentration of toxic and harmful gases and preventing the health and safety of workers. This paper analyzes the principle of ventilation design of mountain highway tunnel, explore the key points of ventilation design of mountain highway tunnel, and study the measures of ventilation and energy saving of mountain highway tunnel.

Keywords

mountain area; highway tunnel; ventilation design; energy saving

山区公路隧道的通风设计与节能

胡光辉

重庆渝黔高速公路有限公司, 中国·重庆 401336

摘要

隧道施工是山区公路工程建设的重要内容,但是难度也相对更大,容易受到各类有毒有害气体的影响,如果出现气体聚集的情况则容易引发人身伤害事故,不利于工程建设的顺利推进。加强隧道的通风设计,可以将更多新鲜空气输送到隧道当中,降低有毒有害气体的浓度,避免威胁作业人员的健康安全。论文对山区公路隧道的通风设计原则加以分析,探索山区公路隧道的通风设计要点,研究山区公路隧道的通风节能措施。

关键词

山区;公路隧道;通风设计;节能

1 引言

在公路建设规模逐渐扩增的趋势下,为群众日常出行和交通运输提供了可靠的基础保障,尤其是山区公路也在增多,会受到多种外界环境因素的影响,加大了建设的难度。隧道的长度和跨度也在拓展,如何确定合理的通风方案,是目前工程项目建设中的主要难题,会对施工作业环境和救灾工作质量等产生直接影响。隧道内的瓦斯气体等是威胁施工安全的主要因素,在通风设计中就是将相关气体排出隧道,同时提供更多的新风,将浓度控制在无害标准以内。通风系统的运行能耗较大,为了促进公路工程的绿色化发展,需要采取有效的节能措施对系统功能实施优化和改进,在保障空气质量的前提下提高资源利用率。

【作者简介】胡光辉(1989-),男,土家族,中国湖北恩施人,本科,工程师,从事交通工程研究。

2 山区公路隧道的通风设计原则

2.1 安全性

安全性是通风设计的首要原则,需要确保隧道内工作人员和设备的安全性,预防重大事故问题,这也是保障公路隧道工程质量的关键。需要遵循以人为本的原则,全面检查各类通风设备和系统的运行状况,防止设备故障而造成碰撞事故和坠落事故等,确定最佳通风形式,在提高设备利用率的同时,降低隧道施工和通风作业中的事故率。隧道安全隐患较多,受到有毒有害气体、隧道岩体和机械设备等因素的影响,因此在安全性设计中应该做到预防为主、防治结合,特别是在前期设计和后期运维管理中,应该对通风系统中的各类风险隐患进行排查与识别,及时采取事前控制措施,起到防患于未然的作用。明确不同通风方式的特点,结合隧道施工的具体要求加以选择与优化设计。

2.2 标准性

标准化建设也是通风系统设计的基本原则,特别是技

术手段逐渐增多的趋势下,更应该制定完善的技术标准和方案,确保在整个设计过程中的规范性。在确定最佳通风设备的基础上,还要对系统结构和空间布局实施优化,了解隧道的使用需求和车辆状况,提升通风系统的合理性,防止发生严重的事故。综合考量隧道的结构特点和运行要求,重点分析系统的动力调控特点,同时采取变频控制的方式优化设备运行状态,实现节能环保的目标。

2.3 经济性

除了要考虑到技术方面和安全方面的要求外,还应该在隧道通风系统设计中考虑经济性要素,降低整体成本投入,无论是在建设中还是在后期运行中,都应该以最小的投入获得最大的效益。注重对各类资源的优化配置,包括资金、能源、技术和人员等,对各个设计方案进行对比分析,以解决重点环节的能耗过高问题,落实可持续发展的理念要求。

3 山区公路隧道的通风设计要点

3.1 确定通风方式

在确定通风方式时,需要全面了解隧道的基本特点,分析有毒有害气体的类型、浓度和变化情况,以保障通风方式的合理性,降低通风设计的难度,改善施工作业环境。其中,机械通风和自然通风是两种基本通风方式,前者主要是利用机械设备加快隧道内的空气流动,以提高通风效率;后者则主要依靠自然风控制有多有害气体的浓度状况。机械通风的方式效率更高,而且也可以降低外界环境因素的影响,包括了地形地貌、气候状况等,主要包括横向式通风、纵向式通风和半横式通风等类型。在采用纵向式通风模式时,可以在通风机的作用下将新风送入车道当中,污浊气体则可以实现纵向流动,进而达到稀释浓度的目的。相较于其他通风形式而言,纵向式通风的经济性较好,但是也存在一定的局限性,像在出口位置会造成有毒有害气体的累积,导致浓度增大,对施工作业产生危害。纵向式通风也会受到火灾的威胁,会加剧火势的严重性,纵向蔓延速度加快,给火灾扑救工作造成困难^[1]。在单向行车的公路隧道中,纵向式通风模式的应用效果较好。通过车道底板的进气口,可以横向输入新鲜的空气,进而对隧道内的有毒有害气体加以稀释和排出,这是横向式通风的主要原理,该方式对于火灾的控制效果较好,防止造成局部范围内有毒有害气体的累积,如果公路隧道的距离较长,则可以采用横向式通风模式,但是经济性相对较差。半横向式通风的方式运用一条风道满足进风需求,通过车道纵向对有毒有害气体进行排出,当隧道距离不超过3000m且在1000m以上时,可以采用该通风模式。

3.2 资料收集与计算

对于各类资料和文件的收集与整理,也能够为隧道通风设计提供可靠的依据,基础资料主要包括了交通资料、地形资料、地质资料、地物资料和气象资料等,防止在设计中

出现盲目性的问题,确保系统功能的实用性,同时降低对周围环境的影响。在前期要做好全面的调查分析工作,了解通风竖井的设计要求,合理计算气压值、气温值等,为设备选型提供帮助。在需风量计算过程中,还应该全面了解未来车辆的通行需求,避免造成系统能耗不断升高的状况。一氧化碳是隧道中的主要有毒气体,会对人体健康安全形成威胁,在计算全长稀释一氧化碳的需风量时,应该获取各项参数值,包括隧道气压值^[2]、标准气温值、隧道夏季设计气温值和标准大气压等等,严格按照相关公式计算。烟雾也是威胁施工作业和人员安全的关键,在稀释烟雾的需风量计算中,应该确定最佳的烟雾设计密度。去除空气中的异味,也是通风系统设计的主要目的,需要控制换气频率在5次/小时以上,如果隧道长度不大则可以适当降低频次,控制在3~4次/小时左右。在纵向式通风模式下,还应该确定最佳风速值,一般在2.5m/s以上。

3.3 风机选择与结构设计

风机的类型是决定通风系统运行状态的主要因素,因此应该加强对选型过程的严格把控。射流风机和轴流风机是目前常见的两种风机类型,需要做好全面分析和评估,了解具体的规格、型号、运转方式和转速、叶片安装角度等,确保在整个使用过程中能够获得充足的风量,提高设备的运转效率,降低成本投入^[3]。射流风机是目前隧道通风中的良好选择,经济性特点显著,除了可以满足通风需求外,还能够为火灾救援中的排烟工作提供支持。

4 山区公路隧道的通风节能措施

4.1 首选自然通风

在通风系统的节能设计中,应该优先选择自然通风的方式,可以降低设备和系统的运行能耗,具有经济性特点。在该通风模式下,可以发挥自然风和汽车活塞作用,以实现烟尘和有毒有害气体的排出与稀释,达到改善隧道空气质量的目的。该方式不需要设置额外的设备,成本更低,具有便捷性特点,通风口的分散程度更高,因此满足了分散排放的需求,可以为轴流风机的安装和土建工作创造条件^[4]。在构建自然通风模式时,需要对隧道周围的环境状况进行全面分析和评估,了解具体的地形地貌和隧道走向、气候状况等,确定最佳风口数量。在设计工作当中,还要做好通风口的优化,防止加强照明而导致能耗增大。

4.2 引入静电除尘技术

烟雾控制是通风系统设计中的基本功能,尤其是要关注隧道内部烟尘的处理,因此可以引入静电除尘技术优化环境状况。该系统主要分为除尘机和相关附属设备,为了提高除尘工作的效率与质量,需要合理选择各类设备的性能参数,比如高压发生机和水处理装置、计测器、控制器和送风机等。在高压静电场的作用下,能够实现含尘气体的有效分离,从而促进负离子和尘粒的有效融合,再通过阳电极对其

进行沉积集中处理。集尘板的应用能够满足高效化处理的要求,同时随着尘粒数量的增多,可以运用清灰装置进行清理,防止对设备的性能产生影响。相较于传统的除尘手段而言,静电除尘技术的效率较高,而且可以满足大气量处理的要求,降低了系统的运行能耗,呈现出节能环保的特点^[5]。同时,静电除尘装置在隧道内部的应用,能够对需风量实施控制,所以通风系统的运行更加高效,节约58%左右的费用成本。

4.3 合理布置风机

风机的布置状况会影响通风的整体成效,其中射流风机在实践中得到广泛应用,该设备具有良好的灵活性,而且成本投入不大,可以在多种环境条件下使用。针对隧道的车流状况,可以对其实施针对性调节,确保系统达到最佳运行状态,但是也会降低运行效率。为了消除上述问题对通风质量的限制,可以对顶板和风机的距离加以优化,防止造成较大的射流摩阻,确保获得良好的升压效果。在安装过程中,应该对隧道的结构特点进行评估,确保在开启后能够将新风送入断面中,同时对风机的间距实施优化,改善风机的运行环境,设计人员需要了解横截面当量水力直径大小,以此为依据确定最佳间距值,一般不低于10倍值^[6]。

4.4 融合变频调速技术

变频调速技术是一种先进的节能技术,可以结合实际通风需求对系统的运行状态进行调整,防止造成浪费。在逆变器、整流器和控制电路的作用下,实现交流向直流的转换,再对直流实施逆变处理,因此可以有效控制交流异步电机,通过调速控制降低设备能耗^[7]。除了能够增强设备的可控性之外,变频调速技术也能够有效延长设备的使用年限,为无极调速和软启动奠定了保障,噪声控制效果也十分显著,避免在通风中造成严重的噪声污染问题。

4.5 优化通风控制系统

通风控制系统能够针对系统和设备的运行实施控制,不仅能够对污染状态加以调控,而且可以有效降低电子资源的消耗,同时在应对火灾等情况下也能够发挥至关重要的作用。反馈式控制法是控制系统的常见控制方式,在采用该方法时需要设置一氧化碳浓度传感器和烟雾透率传感器设备,设定预期的控制标准并对实际情况进行监测,设定相应的阈值,结合监测数据进行控制。特别是在风机启动的过程中,可以结合采集的数据信息确定具体的数量,在排烟和稀

释一氧化碳浓度的同时,防止启动过多的设备而造成能耗升高问题^[8]。然而,该方法也存在一定的局限性,尤其是预测效果不佳,无法达到提前控制的目的,尤其是一氧化碳浓度和烟雾浓度发生较大的波动时,会对控制效果产生一定影响。前馈式控制法可以达到实时化监控的目的,采用数值模拟的方式进行预测,提高控制工作的精准性和时效性。

5 结语

通风设计是保障山区公路隧道施工顺利实施的关键,可以创造良好的施工作业环境,避免对人员生命健康安全造成威胁,提高隧道施工效率与质量。在设计工作中应该遵循安全性、标准性和经济性的原则,提高通风系统的应用效果。设计人员要确定具体的通风方式,做好资料收集与计算、风机选择与结构设计等工作,编制切实可行的设计方案。在通风形式上优先选择自然通风,同时通过引入静电除尘技术、合理布置风机、融合变频调速技术和优化通风控制系统等方式,达到节能环保的效果,降低通风系统的能耗,创造良好的经济效益。

参考文献

- [1] 王毅宁,谢静超,薛鹏,等.公路隧道需风量计算对比分析——基于我国《公路隧道通风设计细则》2014与国外PIARC2019标准[J/OL].隧道建设(中英文):1-9.
- [2] 时竹星.公路隧道的通风设计与节能[J].四川建材,2021,47(11):218-219.
- [3] 易茜.高速公路隧道通风计算分析[J].西部交通科技,2021(8):141-143.
- [4] 高建山.公路隧道通风效果检测与分析[J].交通世界,2021(10):96-97.
- [5] 贾佳欣,曾柯华.某超特长公路隧道通风方案优选设计探讨[J].工程建设与设计,2021(6):58-60.
- [6] 张逸敏,田啸宇,姚文浩,等.特长跨海公路隧道排烟道辅助通风下排风口设计参数的数值模拟研究——以青岛第二海底隧道为例[J].隧道建设(中英文),2021,41(2):258-266.
- [7] 林欣欣.分叉式公路隧道通风设计实例及问题研究[J].建筑热能通风空调,2020,39(7):74-77.
- [8] 段宝文,田红旗,刘金兴,等.山区高速公路隧道群运营通风设计优化研究[J].科技与创新,2020(9):9-12.