

关于山区公路隧道设计的研究分析

董超

中国公路工程咨询集团有限公司(中咨华科交通建设技术有限公司),北京 100089

[摘要]因山区公路地形和地质结构复杂,所以隧道较长,往往需要耗费很多时间,加上隧道规模较大,在施工前期准备工作中,就要做好隧道设计工作,以确保工程施工顺利进行。隧道设计最重要的是安全和它的功能性,其次是环保和经济性,在设计过程中,相关的设计工作人员要严格按照国家有关部门给出的相关指标,同时还需考虑路线、环境等其他因素。因此,山区公路隧道设计十分复杂,需要设计人员更加认真与细致。

[关键词]山区公路;隧道设计;设计要点

DOI: 10.33142/aem.v4i12.7517 中图分类号: U459.2 文献标识码: A

Research and Analysis of the Design of Highway Tunnels in Mountainous Areas

DONG Chao

China Highway Engineering Consulting Corporation (Zhongzi Huake Transportation Construction Technology Co., Ltd.), Beijing, 100089, China

Abstract: Due to the complex terrain and geological structure of mountain roads, the tunnel is long and often takes a lot of time. In addition, the tunnel is large in scale. In the preliminary preparation for construction, it is necessary to do a good job in tunnel design to ensure the smooth construction of the project. The most important thing for tunnel design is safety and its functionality, followed by environmental protection and economy. During the design process, the relevant design staff should strictly follow the relevant indicators given by the relevant national departments, and also consider other factors such as route, environment, etc. Therefore, the design of highway tunnels in mountainous areas is very complex and requires designers to be more careful and careful.

Keywords: mountain highway; tunnel design; design points

引言

俗话说“要想富,先修路”,公路是国家发展的重要基础,同时也是一项最基础的民生设施。自改革开放以后,我国经济水平快速提升,公路建设规模也在不断扩大,截止到2022年,我国公路里程已经达到528万公里,为国家发展作出了卓越的贡献。但公路修建并不是一帆风顺,由于我国地域辽阔,地形地貌十分丰富,特别是在西南和西部地区,地形十分崎岖,山高坡陡,还有许多河流,就需要修建隧道和架桥。隧道是公路修建遇到崎岖的山区而无法越过时所采用的一种解决方法,通过修建隧道可以在最大程度上减少对植被的破坏,有着较好的经济性,能够更好地保护自然生态环境,减少因为过度开发而带来的危害。随着社会经济的不断发展,公路建设规模越来越大,公路隧道修建也在逐渐增加,公路隧道设计问题同步受到重视。由于山区公路在建设过程中的规模较大,从而使得隧道的数量也为其较多,给施工单位增加了一定的技术难度,尤其是在偏远的山区,因环境方面的原因,在修建过程中时常会遇到各种影响因素,进而阻碍工程顺利开展,干扰山区公路隧道施工正常进行。因此,在早期公路隧道设计过程中,相关的设计人员需要重视设计的合理性与施工安全性。

1 山区公路隧道设计的要求

隧道是公路建设的重要组成部分,隧道的设计应当符合工程标准及国家技术规范。结合公路隧道工程建设特征以及功能要求,在进行设计过程中,需要遵从以下几点要求。

1.1 重视地质勘探过程

地质勘探是开展隧道设计之前的重要工作,根据地质勘探数据设计出来的隧道施工方案才能达到工程标准及相关要求。由于山区地质结构比较复杂,在建设山区公路隧道时,其施工周围多是岩石,具有很高的危险性,若没有做好地质勘探工作,施工时就很有可能会引起安全事故。因此,在进行山区公路隧道设计工作之前,必须先完成地质勘探。要对隧道施工区域的地质结构和岩石分布情况进行详细分析,结合实际情况准确分析出施工时地质条件可能会造成的危害,并根据勘探结果提出相应的应对和预防措施。要合理的选择施工技术,分析隧道设计的具体位置,在开展设计安全评估过程中,应把地质条件作为评估的主要标准。要做好隧道施工区域的测量工作,选择相应的设备开展测量,完成基础测量工作以后,还需分析地质结构。在测量过程中,工程勘测人员必须要做到认真和仔细,严格按照标准要求开展作业,分析的重点是地质构造,观察地质结构是否稳定,包括岩层内部地质结构、岩土发

育情况、洞口坡体构造情况及其稳定性与河边的山体稳定性等,测量过程中要做好相应的记录,测量结束后应进行总结。要加强新技术的应用,如BIM技术,利用该技术三维模型和自动检测等技术进行模拟,通过模拟找出设计方案存在的问题以及优势。另一方面,可结合路线设计的总体情况,选择大半径曲线绕路方式绕过隧道,如果路线存在可能会出现滑坡等情况时,则要重新进行勘测与设计,直到方案没有问题和安全,以减少安全事故发生。此外,在地质勘探时,应严格划分围岩的等级,这对于工程稳定开展有着重要的作用。

1.2 保证路线设计的灵活性

山区公路修建不可避免的会给自然生态环境带来破坏,要想减少对环境的破坏,就要优化设计方案。由于山区公路建设十分复杂,各种影响因素也比较多,因此在实际设计过程中,相关的设计人员必须要充分考虑到各种因素对隧道建设的影响,同时还要注重设计方案的经济性、环保性与安全性等要素。设计方案不仅要满足总路线设计要求,还要确保工程的顺利。施工准备阶段可以设计多种方案,再进行比较,最后选择最优质的设计方案。其次,在设计路线时,要结合具体要求和实际环境,路线不能太直或太弯曲,也在满足地形与地质的条件下来设计路线。山区公路隧道设计方案不仅符合工程规范,而且要保证驾驶员在行车过程中的稳定,确保有良好的驾驶体验,这也是设计的重点^[1]。除此之外,设计人员还需考虑隧道后期运行中的问题,如养护、管理等,在设计时就要针对这些问题做出相应的解决措施。由于隧道的长度不同,其要求存在着较大的区别,如在设计中中长或短隧道时,就要根据线路设计要求进行系统性分析,确保隧道建设的安全性与经济性。因不同长度隧道的优点与缺点不同,为此在满足经济性的背景下可选择多隧道长度结合方法,使设计更为灵活。

2 山区公路隧道设计研究分析

2.1 桥隧相连隧道设计

山区公路周围环境较复杂,有些地区在洞口与洞外公路连接处采用的是桥隧连接方式,连接位置山体坡度较陡,施工过程中存在很高的危险性,十分考验施工单位的技术水平,加上桥隧相连的位置处理存在不小的困难,因此隧道设计就更加重要。通常情况下横断面有连拱隧道与整幅式桥梁连接、单式桥梁与分离式隧道连接,而在纵断面上有桥梁深入与不深入隧道两种连接方式。在实际施工过程中,如果在隧道设计过程中采用的是桥梁深入方案,为了使桥梁能够顺利进入洞内,设计时就需要取消仰拱,一般是通过加大隧道断面来实现。仰拱取消再在洞内增加横系梁,以此作为承担桥梁的平台,同时还能起到支撑隧道口的作用。若设计时采用的是桥梁不伸入隧道的方法,桥台的处理工作就需要在洞口进行。通过浇筑桥台,使其与洞

门结合,让桥台独自承担重力,避免隧道洞门受到影响而出现损坏。这种设计方法的优点在于,当桥台发生变形时,其作用力不会传递给洞门,但对桥台的结构稳定及承载能力有着很高的要求,设计时需要充分考虑到各种因素,并作出有效的解决措施,同时在施工时需保证有足够的施工空间。倘若工程需要桥隧相连的路段较多,为了方便施工,减少施工成本,可选择桥梁不伸入隧道的设计方法,使桥隧连接更加牢固。

2.2 特长公路隧道通风设计

通风是公路隧道设计的重要环节,如果隧道内部通风能力差,则很有可能造成车辆行驶到隧道深处后出现熄火的情况,尤其是特长公路隧道。通风也是判断特长公路隧道建设质量的重要一项标准,如果设计方案不合理,便会增加施工成本,延长工程周期,同时也会影响到隧道后续的安全使用及总体效益,因此可以说公路隧道设计方案质量的好坏与隧道经济、环保和安全息息相关。在山区公路工程建设中,有不少的特长隧道施工环节,针对特长隧道施工相关技术人员在早期设计时就需要做好特长隧道的通风设计。在进行特长隧道通风设计过程中,设计人员应切实满足消防与安全要求,结合实际具体情况及勘测数据,精确计算出隧道需要的通风量,并根据计算结果合理选择电气设备。

从当前特长隧道通风设计来看,应用的比较多的通风方式为纵向式,在实际设计中较常见的有竖井与斜井机械通风。设计时,设计人员需根据隧道真实情况,认真考虑两种形式的经济性与优缺点,合理选择相应的通风方式,才能保证通风效果和总体效益。设置竖井时,要保证位置正确,一般设置在地质条件较好的区域,如果是平面位置应靠近主隧道,同时确保井口周围空旷与平坦,至少高出最高洪水位的50cm,严格控制好竖井的深度,深度宜控制在200m以内,超出则需重新设计。工作人员在设计竖井时,需把控好排风与进风口的高差,高差不得低于5m,防止竖井内的污染空气无法正常排出。联络风道时可选择斜井,断面形式有缩径、扩径等,具体形式需结合实际。



图1 通风设计

2.3 隧道衬砌结构设计

设计隧道横截面时,设计人员除了要确保隧道的功能和经济性以外,还要保证隧道在后面使用时的安全与稳定。此外,还需考虑到驾驶体验、消防安全和环境保护等问题。为防止人们行车过程中出现意外事故,需加强隧道结构的优化,不仅要在口段设置明洞,还应加设衬砌结构,减少人为原因带来的影响。目前,在山区公路隧道设计中,应用比较多的结构形式有小净距式、分离式和连拱式,不同的结构形式对施工技术和工艺有不同的要求^[2]。比如分离式设计,设计时需考虑隧道周围围岩的影响,确保围岩不会影响施工稳定开展,并以围岩具体等级和工艺规范来作为分离式设计的依据。实际中连拱设计中墙结构应用的比较多,小间距需考虑中夹岩稳定性。因山区地质结构比较复杂,隧道建设时会出现斜交进洞的情况,这时便可选择斜交衬砌结构,设计时斜角要大于 45° 。

2.4 防水结构设计

因山区地质结构复杂,而且山体坡度大,下雨时雨水会渗透经山体内部,如果隧道没有做好防水措施,便会造成严重的渗水事件,隧道内部结构稳定性下降,很有可能导致隧道出现坍塌,从而引起重大的事故。因此,相关技术人员必须要做好隧道的防水设计,在设计隧道防水结构过程中,设计人员要始终围绕预防、堵截、排水等要点,建造一套健全完善的隧道防水与排水系统,同时要考虑到外部环境因素对防水和排水结构的影响。例如进入冬季后,因气温降低隧道内的防水和排水管道就会出现冻结的情况,导致管道阻塞,水源无法正常排出,此时就可以设计一个保温层,保证防排水系统到冬季也能运行。在设计防水系统过程中,还需考虑环保性,在最大程度上减少对当地水源环境的影响。

2.5 大跨度公路隧道设计

结合国内大跨度公路隧道设计情况,在断面设计上,主要采用了两种设计形式。首先是三心圆断面形式,大跨度公路隧道与其他形式的隧道存在很大的区别,在达到建筑界限的标准要求后,需要根据情况适当的降低高度与跨度比值,以减少对环境的破坏,还能节约工程建设成本。同时,高度与跨度比值降低后,衬砌结构体系会发生一定的变化,影响到隧道结构的可靠与安全,有可能发生坍塌事故。因此,在实际设计过程中,设计人员要充分考虑到各种因素对隧道结构稳定的影响。其次是单心圆断面形式,与三心圆断面相比,单心圆的断面面积较大,相应的工程建设成本就会增加,施工量增多,工程周期较长。但经过综合比较后,发现单心圆断面无论是隧洞受力还是施工控制难易程度等,要好于三心圆曲边墙断面。通过比较当前已经竣工的大跨度公路隧道的断面尺寸规格,发现各个大跨度隧道工程的尺寸规格明显不同,其断面开挖面积也同样如此,但高度与跨度比大都位于0.6左右。大跨度公路

隧道施工难度较大,在设计过程中就需要做好充分的准备工作,综合考虑断面几何特性、围岩稳定性、工程经济性等要素。因结构较复杂,且施工涉及到的专业内容多、工序杂,结合其它要素很容易出现隧道结构开裂等情况。针对这一情况,许多施工单位都加强了管理,更加重视监控量测和隧道支护等,使公路隧道更加稳定,减少安全事故的发生。

2.6 洞口段设计

洞口段设计是山区公路隧道设计的重要环节,其设计质量直接影响到施工的安全与总体效益,包括对施工区域的自然环境破坏程度。在设计洞口段时,尽量使山体维持原本的状态,并控制好洞口的仰坡,结合洞口山体围岩情况,将其控制在3m范围内,防止出现高仰坡的情况。通常情况下,隧道洞口施工的坡率在 $1:0.3\sim 1:1$ 为宜,需做好防护工作,防止岩土松动掉落堵住洞口。针对特殊的洞口,比如洞口地质较差等,设计人员则要根据具体地质勘探数据,选择相应的解决方法,当前常用的有设置前置式洞口、回填反压、地表加固等等,从而减少建设危险。设计隧道洞口顶端截水沟时,也要依据实际地质条件和水文情况,如果山顶坡长不大,对洞口不会带来太大的影响。洞口的位置对隧道施工和后面运行也很重要,选择洞口位置时,要考虑工程要求、隧道功能要求、环境、安全等方面,综合比较其经济性与技术后,才确定洞口最终位置^[3]。倘若在工程设计中过于看重经济性而忽略水文环境和地质条件,不合理的缩短隧道长度,必然会造成洞口边仰坡过高,很有可能会出现顺层滑动等情况,就会影响到施工的正常进行。



图2 洞口设计

3 结语

综上所述,山区公路地质结构不稳定,环境复杂,隧道施工存在很大的困难,而施工前的隧道设计工作是保证工程稳定、安全开展的重要保障。设计时,设计人员不仅要充分考虑到各种影响因素,还要保证设计规范达到工艺要求,以及隧道的功能性、安全性与环保性等等,在实际

设计中,要严格遵守科学原则,合理进行规划,准确掌握山区公路隧道设计重点,以提高设计质量,保证隧道总体效益。

[参考文献]

- [1]刘海军,张佳东,闵臣然.隧道断层破碎带结构设计动态优化与辅助控制分析[J].运输经理世界,2022(27):116-118.
- [2]王洲亚,贾瑞华,童念,等.中外复合式衬砌隧道支护设

计理念差异及安全性对比分析[J].第二十二届全国现代结构工程学术研讨会论文集,2022(11):428-433.

[3]彭小庆.公路隧道工程生态型洞门设计分析[J].黑龙江交通科技,2021,44(11):124-125.

作者简介:董超(1988.12-),男,毕业院校:郑州大学,土木工程专业,中国公路工程咨询集团有限公司,中咨华科交通建设技术有限公司,隧道工程师,工程师。