

当前公路隧道设计存在的问题与解决措施

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] 中国作为目前世界基础建设占比最多的国家, 公路、隧道占有量位于直接前列。因此, 公路隧道设计建设的使用年限、质量保障关系着人们生命、财产安全。基于此背景下, 文中主要探究了当前公路隧道设计存在的问题与解决措施。通过对地质环境、地理位置、施工技术、设计水准的优化, 为我国公路隧道修建跻身国际行列奠基铺路。

[关键词] 公路隧道设计; 问题; 解决措施

DOI: 10.33142/ec.v6i2.7756

中图分类号: U452.28

文献标识码: A

Discussion on Problems and Solutions in Current Highway Tunnel Design

DONG Chao

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

Abstract: As the country with the largest share of infrastructure construction in the world, China has the largest share of highways and tunnels. Therefore, the service life and quality assurance of highway tunnel design and construction are related to people's life and property safety. Based on this background, this paper mainly explores the problems and solutions of the current highway tunnel design. Through the optimization of geological environment, geographical location, construction technology and design level, it will pave the way for Chinese highway tunnel construction to rank among the international ranks.

Keywords: highway tunnel design; problems; solutions

1 公路隧道设计要点

1.1 选线定点控制原则

在公路隧道工程中, 首先面临的主要问题就是选线定点, 只有做好选线定点工作, 才能够顺利开展工程施工, 把握好工程的进度和投资。选线定点的原则: (1) 在选线过程中, 须详细勘测施工现场的水文地质情况和工程地质情况, 了解其对于工程建设所产生的影响。有些地区地质情况比较特殊, 要设法绕过这一区域。(2) 选线时要密切注意选线与各种基础建设的协调配合, 避免大量占用耕地。

(3) 路线设计要保障行车安全性, 且能够为工程施工和后期的养护创造良好的条件。(4) 选线定点需要对洞口的拆迁量、工程地质水文条件等进行充分的分析和考虑, 做好现有道路与隧道之间的衔接。(5) 影响选线的因素有多种, 只经过一次很难选出最佳的方案, 需要加强测试, 反复比选确定最为合理的方案。

1.2 定线的控制要点

(1) 首先将路线的相关方案资料收集好, 把握好项目建设条件及地质、水文等情况, 明确计划、规划。(2) 结合已经确定好的路线起终点和公路的等级, 绘制地形图, 并结合所收集的资料, 对各种可能的路线走向展开研究。(3) 结合初步的研究, 提出明确的方案, 并展开实地调查。

1.3 作好地质勘察, 优化设计

首先根据地表勘察资料, 确定好物探的位置, 使其与

设计要求相符合, 然后对区域的地质情况展开全面的勘测, 并绘制地质结构剖面图, 并加强物理力学实验, 明确岩体的抗压强度及物理参数, 做好水文及地质资料的收集, 科学分类围岩。对区域地势及地形起伏情况等进行全面分析, 了解水文地质、地质构造形迹等各方面的情况, 尤其要特别关注孔隙性含水层和裂隙性含水层, 根据实际情况, 科学合理地进行隧道施工建设方案设计。

1.4 岩隧道初期支护设计思路与设计方案的

(1) 初期支护设计思路。根据隧道围岩的具体情况, 初期支护主要采用打设锚杆和喷射混凝土联合支护的方式。局部围岩性质明显较弱时, 采用打设锚杆加钢筋网和喷射混凝土联合支护的方式, 设计完善的支护结构体系, 强化支护效果。喷锚支护结构稳定性好, 可承受源自于围岩的变形压力, 提高围岩的自承能力, 维持围岩的稳定性。但喷锚支护存在特定的适用范围, 需根据现场施工条件适时优化支护方案, 例如喷锚支护在软弱破碎严重的V级围岩中缺乏可行性, 为确保开挖后早期支护结构有足够的刚度, 可采用钢筋格栅加喷锚支护的综合支护方案, 其中钢筋格栅可抵抗岩石塌落, 维持围岩的稳定性, 并承受冲击荷载, 避免围岩过度变形。

(2) 初期支护设计方案。在隧道施工中, 采用“中空注浆锚杆+药卷锚杆+砂浆锚杆+钢筋网片+型钢架+喷射混凝土”的初期支护方案。根据开挖进度及时施作初期

支护,尽快封闭围岩,以防围岩长时间在环境中暴露而松弛剥落。于洞外构件加工厂提前加工初期支护所需的钢架、钢筋网、锚杆,钢架构件进场后由人工安装成型并挂设钢筋网,于现场适配风洞凿岩机,用于打设锚杆,待各类基础构件均设置到位后,用湿喷机喷射混凝土。

2 公路隧道设计

2.1 公路隧道工程设计的原则

为了能够提高桥梁建设的安全性,就需要对桥梁的结构形式进行分析,从而选择出更加合适的桥梁结构类型,然后再根据实际情况对内部的构造特征去选择相应的施工措施。目前,设计人员将公路桥梁和隧道工程建设分为两个结构部分,分别是:上部结构部分和下部结构部分。在进行上部结构部分的设计时,必须到施工现场进行实地考察,根据现场地形的地貌特征展开分析,从而选择出更加合理的结构方式,而且所选择的结构方式会影响整个桥梁今后的使用情况,在设计时一定要合理。下部结构部分的设计主要是桥墩台的设计,首先要对公路路线的走向以及每个桥梁的特点展开分析,而且还要遵循以下几点原则。一,结构安全。由于施工现场徐坤在地形还是还是地貌上都是相对复杂的,因此,当桥梁经济了风、雪、雨的洗涤后是否还保持稳定性,这是设计师需要注意的。二,要对刚性梁和柔性梁进行合理的分配。三,具有一定的可操作性。由于施工条件过于恶劣,导致在材料运输的过程中也有一定的难度,因此在选择构件的时候,就要选择相对较小的构建进行利用,并通过其他构件的相互配合,使施工效率有所提高。四,成本低。在对公路桥梁以及隧道进行施工的时候,由于所处的地形过于复杂,且还能满足大量的运输情况,就需要设计人员到实地进行考察并结合自身的施工能力,并且本着质量第一,利益最大化的设计理念对比展开设计并施工。六,具有较高的观赏价值。在对桥梁进行设计时,还要本着不破坏大自然的情况下,使其更具美观性。

表1 某公路隧道断面尺寸

隧道断面组成	断面尺寸/m
行车道	3.75*2
路缘带	0.5+0.75
检修道	0.75*2
净高	8
限界高	5

2.2 加强型隧道防排水设计

2.2.1 衬砌背后排水系统

为有效提高衬砌背后排水能力,降低衬砌背后水压致裂、渗漏水等病害风险和排水系统运营维护成本增加。衬砌背后排水系统采取如下设计:

(1)对环向盲管进行纵向加密,一般地段环向盲管间距取为5m,岩溶及地下水发育地段纵向间距取为2m。

(2)在矮边墙增设孔径不小于110mm的泄水孔(管),孔(管)间距不大于2m,并与盲管错开布置。在侧沟(槽)立模浇筑前,疏通孔内结晶物并钻孔深入围岩0.5m。(3)隧底布设环向盲管,管径不小于50mm,纵向间距不大于5m;同时采用无纺布进行包裹用以收集仰拱底部地下水,波纹管两头弯入边墙侧沟。(4)拱墙环向施工缝1.5m范围布设“凸”壳型排水板,发挥“凸”壳型排水板的“面排水”功能。

2.2.2 隧道内排水系统

首先在左右边墙侧沟槽壁与道床之间各纵向拉通增设尺寸为宽0.3m×深0.2m的道床侧沟。然后在道床侧沟与中心沟之间增设横向排水沟,沟顶板低于道床板0.15m,排水坡度2%。横向排水沟宽0.4m、深0.17~0.23m,沿纵向每隔30m设置一道,使得道床与侧沟之间的积水汇入道床侧沟,再经横向排水沟连接中心水沟排出洞外^[2]。最后在边墙侧沟与横向排水沟之间埋设 $\varnothing 110\text{mm}$ 的PVC弯头进行连接,从而分流边墙侧沟的水,使得排水系统更加通畅、科学、合理。

2.2.3 隧底地下水泄压系统

在岩溶及地下水发育段,布设隧底环向盲管,间距5m,两端弯入边墙侧沟,在中心水沟两侧壁位置打设竖向管(左右交错)弯入中心水沟,必要时,在道床侧沟底部打设泄压管。为隧底有压水提供排水通道,安全防止有压水破坏道床,保证施工质量及运营维护。

2.2.4 围岩集中出水点和裂隙股状水处置

对于开挖面揭示的集中出水点和裂隙股状水,可于初期支护背后单独设置管径不小于110mm的PVC管作为专项排水管路直接接入中心水沟,从而提高隧道施工阶段的排水能力,降低出现衬砌开裂、渗漏水等病害的风险。

表2 各级围岩所占比例表

围岩	III级		IV级		V级	
	长度	百分比	长度	百分比	长度	百分比
(单位)	m	%	m	%	m	%
左洞	2240	41.3	2310	42.6	869	16
右洞	2310	43.1	2260	42.2	790	14

2.3 做好隧道抗震设计

(1)明挖隧道设计地震动的确定。《抗震标准》规定,甲类地下结构采取的地震动参数,应采用经审定的工程场地地震安全评价结果或经专门研究论证的结果与《抗震标准》规定的地震动参数中的较大值。乙类或丙类地下结构可采用地震动参数区划结果与《抗震标准》规定的地震动参数的较大值。对于明挖隧道,抗震设防类别多属于乙类,可根据地质动参数区划结果确定设计地震动。当地层均质时,可根据区划结果结合规范公式计算地震作用。但当明挖隧道地质复杂、存在软弱层或液化土层时,应采用一维地震分析或动力时程分析确定地震作用,二者所需的基岩

加速度时程曲线由人工合成或通过地面加速度曲线反演取得。

对于道路明挖隧道抗震设计,首先,应确定其抗震设防类别和抗震设防烈度,从而进一步确定抗震设防目标,设防目标应满足多遇、基本及罕遇设防水准的抗震性能要求,并建立相应地震水准作用的分析模型。其次,应根据隧道所处场地的地质条件,合理确定地震作用。当地层复杂分布,存在软弱土层及液化土层时,应避免采用适用于均质或均匀成层分布地层的规范公式或等效线性地震分析确定地震作用。当地下结构为纵向非条状分布时,应考虑地下结构空间效应对地震响应的影响,采用多个二维分析模型或三维结构分析模型确定明挖隧道的地震响应。最后,根据模型计算结果,评价抗震性能是否满足要求。

(2) 隧道结构抗震设计内容。地下结构抗震设计主要包括两方面内容,一是进行不同地震水准作用下结构性能设计,二是选取满足相应地下结构抗震等级的抗震措施。地下结构在不同地震水准作用下的地震响应分析、截面承载能力及层间位移的验算是以弹性理论为基础。对于道路明挖隧道,首先,应进行多遇及设防地震作用下的弹性结构分析,验算结构是否满足抗震性能 I、性能 II 的要求,具体包括构件承载能力验算和层间弹性位移角验算。其次,应进行罕遇地震作用下的弹塑性结构分析,验算是否满足抗震性能 III 要求的层间弹塑性位移角限值。

3 提升隧道设计质量的策略

3.1 隧道设计方案完善化

为了让公路隧道工程施工得以顺利开展,公路隧道设计方案应朝着完善化趋势进一步发展,在线形设计方面,公路隧道设计单位应做好平面线形、纵面线形、洞内外线形衔接设计工作,保证平面线形尽可能使用较大半径曲线或直线,在隧道净空断面设计中,设计单位应确保其可以让隧道建筑限界得到满足,同时还应考量隧道洞内排水需要、路面需要、装饰需要,让隧道内消防、照明、通风、监控、管理设施安装具有充足空间,与此同时,还应考量施工方法、围岩变形造成影响,预留富裕量,保证断面尺寸、形式具有经济性、安全性、合理性。在隧道洞门设计中,应考量隧道所处位置水文地质条件、自然环境完成明洞洞门、墙式洞门设计工作,在未来发展应用中,针对陡峭、偏压大、横断面地形复杂隧道,墙式洞门具有良好应用效果,在山体稳定、地形平稳、单侧边坡高隧道中,明洞洞门具有良好应用效果。

3.2 隧道施工技术及设备的改进

近年来,为了提升隧道施工质量与施工安全,在隧道掘进施工中,逐步应用了三臂凿岩台车、立拱台车及混凝土湿喷机械手等机械设备,通过采用现代化机械设备进行施工,有效提升钻孔、立拱、喷射混凝土的效率,极大地改善了隧道的施工环境,强化了施工安全。但目前我们所

使用的一些先进机械设备,多数还需进口,且价格比较高,不具备较强的适用性,因此,需要结合我国路桥工程的发展实际,加强液压岩凿机及其配套设备的研发,以更好地适应我国的地质环境。

3.3 设计施工管理全面化

设计施工管理全面化是公路隧道设计施工未来发展主要方向之一,可以让公路隧道管理问题得到有效解决。首先,设计施工单位应构建健全管理体系,提升设计施工管理水平;其次,应结合工程特点,健全隧道工程设计施工管理制度,如质量管理制度、现场管理制度、安全管理制度等,为管理工作高质量开展提供保障;最后,应对管理人员职责进行清晰划分,避免产生互相推诿责任问题。

3.4 人员素质要求严格化

首先,公路隧道设计单位应提升人员招聘门槛,在设计队伍中引入高素质人才;其次,设计单位应积极开展人员培训活动,让工作人员全面了解设计方案、工程特点、施工方案,让项目管理人员掌握全面管理知识,具有专业业务技能;最后,应全面落实工作人员奖惩条例,在工作人员队伍中树立优秀模范^[5]。

3.5 防排水施工规范化

防排水施工规范化是公路隧道设计施工重要发展趋势,可以保证公路隧道施工运营安全。在具体工作中,首先,应全面检验防排水工程材料设备,保证材料设备质量合格、性能优异;其次,需要全面落实施工质量管理条例,严格检查各道施工环节;最后,应确保防排水施工与施工方案相符,可以满足施工质量要求。

4 结语

公路隧道工程建设本身由于环境复杂,施工难度较大,因此在实际设计中,需要严格遵循最新的公路隧道工程规范,形成科学的设计方案,以确保公路隧道工程稳定与安全为基本目标,尽可能提高其经济效益。

[参考文献]

- [1] 孙中秋,袁松,肖春红.基于工程经验法的山岭公路隧道信息化设计体系研究及应用[J].隧道建设(中英文),2021,41(5):849-857.
 - [2] 李建林,吴金刚,毕强.大跨度小净距公路隧道设计与施工方法研究[J].现代隧道技术,2019,56(5):157-162.
 - [3] 曹建涛.BIM技术在公路隧道正向设计中的应用研究[D].北京:北京交通大学,2019.
 - [4] 刘晓庆.高速公路隧道设计方案三维智能优化方法研究[D].河北:石家庄铁道大学,2018.
 - [5] 顾博渊.特殊地质条件下特长公路隧道设计阶段安全风险评估技术研究[D].西安:长安大学,2013.
- 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。