

山区高速公路桥梁设计原则浅析

罗廷斌 车文庆

中铁二院昆明勘察设计研究院有限责任公司 云南昆明 650000

摘要:近年来,为了造福于民、发展经济,我们国家大力发展高速公路建设,特别是在西部地区,地形地貌陡峭、地质复杂多变,对高速公路的建设也是一种挑战;桥梁工程是公路上的重要结构,所以山区桥梁的设计是值得深入研究的一个问题。

关键词:公路;山区公路桥梁;设计原则

山区高速公路桥梁设计应全面贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念,认真分析研究,以“安全、适用、耐久、环保、经济、美观”为指导思想,并坚持“结构安全、技术先进、经济合理、适用耐久”的基本原则,考虑施工便利、舒适和谐、生态环保、桥型美观要求。并充分吸收国内外的建桥新理论、新材料、新工艺、新技术,建设符合现代气息的高质量桥梁。

一、桥位的选择原则

1. 满足相关规范要求

在选线及桥梁设计过程中,首先要满足规范;规范是我们设计的最基本原则,符合我国的当前的基本国情。

2. 满足功能需求

桥梁布设应满足排洪、灌溉、立交通行及地下管线保护等要求。

3. 注重水文水利调查分析

结合地形、地势及周边基本农田耕种情况,充分考虑沟渠、山坳泄洪及基本农田灌溉需求及山区小径流、河流特点,因地制宜、因势利导,以方便群众生产、生活为原则,合理布设桥梁排水结构物位置及孔径。

4. 做好桥路比选工作

山区地形复杂多变,很多地段往往需要对设置路基或桥梁进行比选。不同工点,影响因素是多方面的,并非完全的“桥比路贵”预算思维,需要考虑全线的填挖平衡、边坡高度、地质条件、征地面积等因素;最终选择合理的方案。

山区地区建议推广应用中小跨度预制桥梁,可以更好的适应山区地形条件。

5. 注重环保措施

尊重自然,保护环境,重视与周边环境、人文景观

协调;树立“绿水青山就是金山银山”的环保理念。良好生态环境是自然和经济的财富,关系到经济社会发展。我们要加快形成绿色发展方式,既促进经济发展又达到环境保护的效果,最后构建经济与环境协同的绿色家园。

6. 协调景观设计

6.1 充分利用桥位周边景观资源为基础。桥位周边景观是实施景观设计的主要环境,拓展景观设计思路,做到桥与景观相匹配,达到自然相融、桥景相宜的画面。

6.2 尊重民族文化。景观设计不但要与桥位周边环境相适应,还要尊重当地的民族文化。



图1 桥梁实景图

二、桥式选择原则

1. 普通梁跨

山区公路项目的桥梁体量较大,并且还会影响到后续工作的开展,所以对工期要求比较高。

桥梁上部结构的选型应进行综合考虑,减少跨径种类。同一座桥梁尽可能采用一种跨径;对于较长的桥,结合地形条件,也可以同时采用多种跨径的结构形式,跨径类型不宜过多;努力提高标准化便于流水线生产,方便后续施工;从而缩短工期,降低工程造价。一般优先采用20m、30m、40m跨径的装配式T梁,其优点如下:

1.1 标准化高:构件形式、尺寸标准化,可以大规模加工生产。

1.2 机械化高:在梁场集中进行预制生产,可充分采

作者简介:罗廷斌(1991~),男,云南宣威人,工程师,从事桥梁工程设计与研究。

用先进的自动化、机械化的施工技术,可以节省劳动力,提高生产率,从而降低工程造价。

1.3 同步性:构件的制造不受季节、天气影响,并且上、下部构造也可同时施工,大大提升速度。

其中对于不同跨径综合比较如下表 1:

通过对 20m、30m、40mT 梁技术经济比较,并采用 24 × 20mT 梁、16 × 30mT 梁、12 × 40mT 梁三种不同孔跨布置进行工程数量及经济性比较,得出以下结论:

(1) 平均墩高 $h \leq 20\text{m}$ 时,采用 20m 跨径预应力混凝土 T 梁;

(2) 平均墩高 $20\text{m} < h \leq 40\text{m}$ 时,采用 30m 跨径预应力混凝土 T 梁;

(3) 平均墩高 $40\text{m} < h \leq 70\text{m}$ 时,采用 40m 跨径预应力混凝土 T 梁;

(4) 当墩高 $H > 70\text{m}$ 时选用连续刚构等大跨度方案。

2. 特殊梁跨

一些特殊地形下采用跨越能力较大的连续梁、连续刚构桥等结构形式;从线路方案来说,悬浇梁优先位于直线或者圆曲线,尽量避免位于缓和曲线,以保证悬浇过程中对平衡的掌控。从桥梁方案来说,山区地区地形陡峭,搭设满堂支架困难,所以边跨现浇段尽量设计较短节段,以便利用边墩做托架施工。

3. 下部构造选择

下部结构可采用双柱式、多柱式桥墩,墩身截面通常为圆形;当桥墩墩高 $\leq 40\text{m}$ 时,常用柱式墩,这种桥墩适用性较广,并可与桩基配合使用。对于变宽桥还可采用多柱式,通过增大桩径,桩长或用多排桩加建承台等措施,也能适用于更复杂的软弱地质条件及较大跨径和较高的桥墩,缺点是水平刚度小,抵抗侧向撞击能力弱,在有侧向冲击要求时,应加强相应的保护措施。当墩高 $> 40\text{m}$ 时,选择空心薄壁墩;同一联尽量选用相同的下部结构类型。在桥墩类型选择上,根据山区地形及设计经验,结合桥墩墩高确定。

根据填土高度、地质条件,合理选择采用肋板台、柱式台或重力台,桥台填土高度原则上控制在 8m 以内。基础根据实际地质情况采用扩大基础或桩基础。

4. 基础形式选择

基础形式采用扩大基础、桩基础两类,以桩基础为主。在选择桥梁基础形式时不仅考虑桥位处地基承载力,还应考虑该基础位置实际地形、地质情况,在地形陡峭的情况下,采用桩基不仅可降低工程造价,也有利于保护环境,避免引发地质病害。因此应对扩大基础和钻孔桩基础作环境保护、经济技术比较后,择优选取。桩基直径一般采用 1.2m、1.5m、1.8m、2.0m;个别特别重大的桥梁,可以采用大直径桩基础,承台埋深在设计地面 0.5m 以下。

表 1 T 梁不同跨径方案综合比较表 (360m 桥长/25.5m 桥宽)

项目	方案一	方案二	方案三
结构型式	18 × 20mT 梁	12 × 30mT 梁	9 × 40mT 梁
跨越能力	一般	较好	好
梁高与桥下净高	梁高 1.5m, 建筑高度较小, 对桥下净高有利	梁高 2.0m, 建筑高度较大, 对桥下净高较为不利	梁高 2.5m, 建筑高度较大, 对桥下净高较为不利
视觉效果	视觉效果较好	视觉效果较好	视觉效果一般
整体协调受力均衡	20m 墩高: 较好 30m 墩高: 好 40m 墩高: 一般	20m 墩高: 较差 30m 墩高: 好 40m 墩高: 较好	20m 墩高: 较差 30m 墩高: 一般 40m 墩高: 好
桥墩个数	17 个	11 个	8 个
下部结构施工	下部结构较多, 施工所需时间较长	下部结构相对较少, 施工所需时间相对较短	下部结构少, 施工所需时间短
上部结构施工	梁片数较多, 架梁工作量大; 单片梁较轻, 架设难度小; 施工所需时间短	梁片数较多, 架梁工作量稍大; 单片梁较轻, 架设难度较小; 施工所需时间较长	梁片数少, 架设工作量大; 单片梁重, 架设难度大; 施工所需时间较长
运营期	伸缩缝较多, 后期维护工作较大; 可检性较弱	伸缩缝、支座较多, 后期维护工作较大; 可检性强	伸缩缝、支座较少, 后期维护工作小; 可检性强
经济指标	20m 墩高: 较低 30m 墩高: 较低 40m 墩高: 较低	20m 墩高: 较低 30m 墩高: 较低 40m 墩高: 较低	20m 墩高: 较高 30m 墩高: 较高 40m 墩高: 较高

表2 桥墩选型表

序号	墩高H	桥梁孔跨	桥墩形式	基础形式
1	$H \leq 20\text{m}$	20m连续T梁	柱式桥墩	配桩基础
2	$20\text{m} < H \leq 40\text{m}$	30m连续T梁	柱式桥墩	配桩基础
3	$40\text{m} < H \leq 70\text{m}$	40m连续T梁	等截面空心薄壁墩	配群桩基础

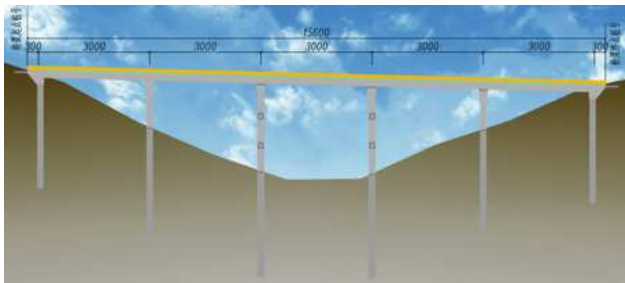


图2 标准跨径桥梁

三、结构设计原则

1. 重视陡坡墩台设计

山区地形陡坡问题突出；陡坡地形边坡稳定性差。主要体现在基础桩的有效桩长问题，这样的情况在山区中是常见的，目前桩基础的施工一般先填筑或者搭建施工作业平台，再施工桩基。设计时需要结合每个桩基所处实际环境综合分析考虑，分析各个墩台的桩基情况。并将相关墩台防护的处理方案及工程量在设计文件中体现出来，并提醒施工单位注意。同时，为较好的适应地形，避免大挖大填，造成不良环境影响和新的地质灾害，设计时应尽量降低桥台高度。

2. 加强结构计算

采用现有常用软件Midas Civil/CDN、桥梁博士对结构进行计算分析，以满足承载力极限状态和正常使用极限状态的结构受力要求。

3. 加强抗震设计

桥梁工程抗震设计要点是通过计算选择合理的结构形式及配筋，进而具备抗震能力。具体来说，选择能够有效地抵抗地震作用结构形式，将结构的刚度合理地进行分配，并正确计算地震对结构造成的破坏程度，以便通过结构构造和其他抗震措施，将损伤控制在可控范围内。

一般桥梁的抗震设计采用延性抗震设计和减隔震设计两种抗震设计理念。延性抗震设计，通常选用桥墩为耗能部位，便于后期修复，而其他构件均处于弹性变形范围；对于减隔震设计，桥梁的耗能部位位于上下部连接部位，结构构件还处于弹性范围；两种设计理念均是为了延长结构周期，但机理不同，适用范围也不一样。

此外，抗震构造措施也是抗震设计的关键部分，主要涉及上下部连接部位支承宽度设计（如盖梁和桥台宽

度）、横向挡块、防落梁装置以及梁体间碰撞缓冲装置等。

4. 重视耐久性设计

国内大部分桥梁结构为钢筋砼或预应力钢筋砼结构，其结构的耐久性主要由自身特性及周边环境决定，并与设计、施工及后期的养护运营密切相关。其耐久性设计内容需包含以下内容：

- (1) 确定结构和构件的设计使用年限；
- (2) 确定结构所在区域的环境类别及作用等级；
- (3) 选定原材料、混凝土和水泥基灌浆材料的性能和耐久性控制指标；
- (4) 注意混凝土保护层要与环境类别相匹配；
- (5) 在腐蚀性较强的环境中，如有必要时可以采取附加措施。

5. 注重桥梁细部设计

对桥梁的一些细节部位，也是设计过程中不可忽视的一部分。如：桥梁伸缩缝、支座、桥面排水、桥台背填土、路桥衔接、涵洞出入口等位置应精细化设计，避免出现常见病变，后期的修补也会有很大的麻烦。

6. 充分考虑施工条件

施工是具体体现设计图纸的一个过程，所以施工便利性尤为突出。在设计前期，则应该拟定拟订多项方案，通过比较，选取利于施工的方案。拟订方案过程中，需要考虑以下几点因素：

- (1) 修建便道的可实施性，便于施工机械及材料运输；
- (2) 机械在空间的可操作性；
- (3) 减少大规模使用大型机械；

良好的施工条件，利于提高工作效率；具备施工条件的同时还需要研究编制可行的施工方案，用于指导施工。

四、结束语

总之，山区高速公路设计需要综合水文、地质、地形、水利、规划等多方面因素，根据施工条件、工期、造价等方面多方案技术经济比较；在保证安全和功能的前提下节约工程投资，建设优质桥梁，以保证高速公路安全运营。

参考文献：

- [1]刘红卫，冯海江.装配式梁桥设计[M].—北京：科学出版社，2012.
- [2]叶爱君，管仲国.桥梁抗震[M].—北京：人民交通出版社，2017.
- [3]姜友生.桥梁总体设计[M].—北京：人民交通出版社，2012.