

公路勘察设计新理念在山区公路设计中的实践

彭圣华, 牛圣宽, 陈长胜

(长江勘测规划设计研究有限责任公司, 湖北 武汉 430010)

摘要:随着社会经济的发展和山区大型基础设施的兴建,山区公路的建设步伐正在不断加快。山区公路具有山高坡陡、地势险要、地形与地质条件复杂、制约因素众多等特点,从而导致山区公路设计工作十分复杂。结合山区公路的特点和工程实例,分别从公路等级的选择,平、纵、横技术指标的运用及避险车道的设置等方面,阐述了山区公路设计时应注意的事项及采取的对应措施。对山区公路建设具有针对性的指导意义。

关键词:公路选线; 行车安全; 公路设计; 山区公路

中图法分类号: U412.36 **文献标志码:** A

山区公路不仅具有复杂的地形地质条件、连绵不绝的山脉、深切的冲沟、河谷及“十里不同天”的立体气候等特点,而且沿线地方经济还处于欠发达状态。因而在山区公路设计时,既要在满足公路正常运输功能的前提下,选择适当的公路等级,又要根据山区公路的地形、地质条件等的变化,进行细致、全面的平面、纵面和横断面的设计,以保证行车安全、顺适,减少工程投资、降低运输、养护及管理成本。

1 选用适当的公路等级

公路等级的选择是一项科学性较强、涉及因素众多的工作,是公路建设的前提。公路等级越高,行车速度及曲线半径等技术指标相应也越高,路基宽度越宽,相应的土石方量及防护工程量等也越大,工程投资就越高。某山区公路等级由二级公路调整为三级公路后,其主要工程规模对比见表 1。

表 1 主要工程规模对比

项目	公路等级	路基	路面	占用	土石方	浆砌石	大、中桥		隧道		估算 造价/ 万元
		宽度/ m	宽度/ m	土地/ hm ²	挖填/ 万 m ³	防护/ 万 m ³	长度/ m	数量/ 座	长度/ m	数量/ 条	
调整前	二级	10	8.5	221.3	864.6	40.3	8753.03	78	3760.5	14	165000
调整后	三级	8.5	7.5	174.0	852.3	29.1	8589.03	75	1650	5	138000
差值		-1.5	-1.0	-47.3	-12.3	-11.2	-164	-3	-2062	-9	-27000

从表 1 可以看出,随着公路等级的降低,路基宽度

的缩窄,技术指标的降低,导致工程规模降低成果显著,从而节约了工程投资。因此,山区公路等级的采用不仅要分析公路的使用功能,还要考虑当地的自然环境和社会环境,并应与区域经济发展水平相适应。

2 平面线形设计

2.1 地质选线与地形选线应有有机结合

山区公路沿线地形、地质条件复杂,以往的习惯做法是,先选定路线走廊带,再去评估地质背景条件。这样往往会造成“华山一条路”的局面,甚至有可能把线路选在复杂的地质条件上,从而带来较多的地质处理问题,增加工程投资。

一般情况下,正确的选线程序:

(1) 应用卫星图片、航拍图片等资料,密切联系有经验的地质人员,从先宏观、后局部的地质角度,选择可供比选的路线走廊,条件允许时最好能进行实地查勘。

(2) 从可供比选的地质路线走廊中,结合地形条件,再挑选出可供布线的地形路线走廊。

(3) 对可供布线的路线走廊局部地质条件进行评估,找出可能存在的地质灾害,初步评估灾害规模,评价其对线路方案的影响程度,再推荐合适的路线走廊方案。

2.2 平面线形宜以曲线为主

路线平面线形要与沿线地形条件相吻合,特别是与大型沟壑、河流等地形相吻合。应避免长直线线形,在地形困难的山区,强拉长直线,不仅加大工程量,使工程费用增加,而且由于高填、深挖造成严重的地质灾害,也破坏了自然环境和生态平衡,造成水土流失。因此,山区公路首先考虑的应该是在平面线形上采用与自然地形相协调的曲线线形,尽量少采用直线。

为了使线形与自然地形结合的更加完美,并降低工程造价,可以采用等于或接近于一般最小半径值的圆曲线。在选用较小的半径时,应避免长直线条小半径的组合。圆曲线长度除应满足规范要求外,缓和曲线长度 L_s 与圆曲线长度 L_y 的关系宜为 $L_s : L_y : L_x = 1 : 1 : 1$, 或 $L_s : L_y : L_x = 1 : 2 : 1$ 。

在确定某项目平面线形之初,曾研究比较过两个不同的平面线形方案。K 方案根据地形起伏情况采用了曲线线形,较好与地形条件相协调;而 BK 方案较多地采用了直线线形,硬切山梁,对自然环境影响较大,工程规模也较大。由于 K 方案具有工程投资省、对环境影响小等优点,经综合比选后最终选择了 K 方案(见图 1 与表 2)。

表 2 K 方案与 BK 方案对比

项目	路线长度/	平曲线最小	路基土石方 数量/万 m^3	桥梁		估算造价/ 万元
	km	半径/m		长度/m	数量/座	
K 线方案	1.90	100	22.78	/	/	1865.56
BK 线方案	1.84	150	24.68	148	1	2358.35
差值	/	/	1.9	148	1	492.79

2.3 桥梁、隧道等应与平面线形相协调

山区公路平面线形设计中,需要重点考虑大型桥梁、隧道的位置、规模和施工难度等因素,有时桥梁、隧道会成为影响和制约路线方案的关键因素,对桥梁和隧道的位置、规模及施工难度考虑不当,会严重影响路线方案的合理性。

一般情况下,路线布设需服从于大型桥梁和隧道

的布置,使大型桥梁、隧道尽量位于直线段,或者大型桥梁的主桥位于直线段;对不可避免的曲线桥梁、隧道等,应尽量采用不加宽和不超高的曲线半径。在遵循“路线线形服从大型桥梁、隧道”理念的同时,还应该避免在临近大型桥梁、隧道的位置采用小半径和极限半径,应在保证大型桥梁的主跨位于直线段的情况下,适当增大半径,避免出现路线指标突然下降的情况。

3 纵面线形设计

3.1 慎用极限坡长和坡比

山区公路路线多沿河、沿溪或越岭、越脊布置,布线或展线多受纵坡制约。而山区公路一般以大中型载重汽车为居主,特别是电站的进场公路,尤以重载车辆多。因此,纵剖面设计首先要求适应性强,应根据河流纵坡、沟谷纵坡,山体横坡等地形条件反复试坡,通过拟定几何线形来模拟公路未来的轮廓,找出工程的难点、重点等;其次,公路的纵坡不宜过长,过长则可能导致车辆制动失灵,影响行车安全,也不利于与地形结合,增加工程量,并且对排水设计也不利,纵坡过小则展线距离长,可能增加桥隧长度及挡护工程量等;另外,在规范允许范围内,尽量少采用极限坡比或极限坡长,对一些以重车运输为主路段和桥隧集中路段,应慎重采用极限值,必要时可以结合地形地质条件设置爬坡车道或避险车道。如某电站进场公路设计里程长约 62 km,起终点高差 2 000 m,平均纵坡 3.25%,为保证重车长距离下坡行车安全,纵面设计时就尽量控制少使用极限坡长和坡比,对实在无法避免的长下坡路段,根据地形条件设置了适量的避险车道,以保证制动失灵车辆的安全。

另外,在山区公路中也存在一些纵坡坡度较缓(小于 0.3%)或平坡的问题,由于山区暴雨多,雨量大,持续时间长,导致雨天路面积水严重,使车辆漂滑而发生事故,因此,对这些路段应加强排水,加密、加大涵洞,加深、加宽、加陡排水沟,有条件时加大路肩和路面的横向坡度。

3.2 竖曲线半径选用恰当

由于山区公路受地形地貌等因素的制约,连续小半径短平曲线与连续小半径竖曲线的组合时常出现,从理论的角度来说这是一种满足规范要求的平纵组合设计,但这种组合往往忽略了视距要求,当采用上述平纵组合时,驾驶员视觉范围较小,视线诱导性

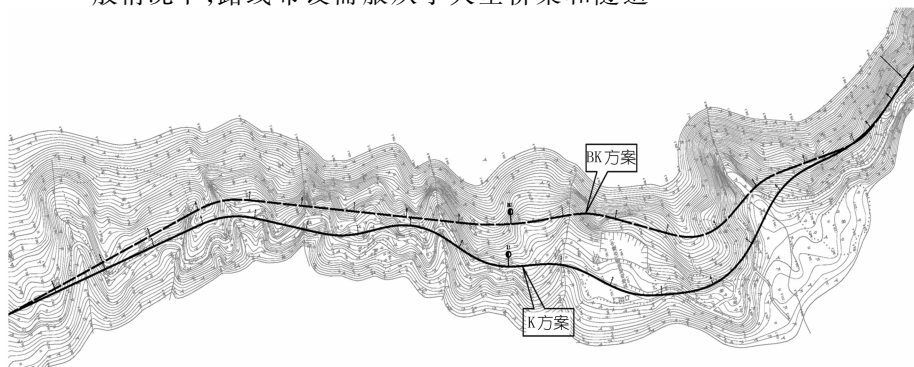


图 1 某公路项目局部路段选线方案

差,难以判断前方路线去向,当出现纵面上的断背曲线时,对行驶安全来说是最为不利的。但受地形条件的限制,往往难以通过调整平曲线半径来解决,只能在适当增加工程量的前提下加大竖曲线半径,以增大视距,有利于获得视觉良好的线形,保证行车安全。

当然,竖曲线并不是越大越好,采用过大的竖曲线,将导致投资增加或排水不畅等后果。如凹曲线半径设置越大,虽然对行车视线的增加有利,但同时导致路基填土抬高,增加了防护设施及工程量。而对于挖方来说,可能会因排水困难而对行车安全不利。

4 横断面设计

4.1 灵活选择断面形式

山区公路地面横坡大、边坡陡峻,靠山上一侧不易开挖,靠山下一侧不易填筑。为使路基稳定,往往形成路基半填半挖甚至全挖,导致路基工程量大,山体破坏强烈或填筑边坡高,容易造成边坡滑塌,不利于环境保护。因此,根据不同地段的地形,灵活设计路基横断面十分重要。对地形平坦、自然横坡较缓的路段,一般以整体式路基断面为宜;对地形复杂且以挖方为主的路段,当自然横坡较陡时,可采用分离式路基水平布置或上下错开,或设计为半桥半路等形式,以减少开挖量。

4.2 控制填挖高度

山区地形复杂,高路堤与陡坡路堤往往相伴而生,存在边坡稳定性不足和路堤不均匀变形等隐患,不仅增加工程投资,而且关系工程安全、占用大量土地等。按照“不破坏是最大的保护”的设计理念,路基填挖高度一般按以下原则控制:

(1) 路基中心填方高度不应大于 20 m。若填方高度大于 20 m 时,原则上采用桥梁。在地形复杂的狭窄沟谷地带,当路基弃方数量较大、且难以选择较为合适的弃渣场地时,在采取切实可行的工程措施保证路基稳定,并能消除路基不均匀沉降变形等前提下,可选用高路堤方案,但也尽量少用。

(2) 路基中心挖方高度不宜超过 30 m。若挖方深度超过 30 m,原则上应研究是否能采用隧道方案。

(3) 路基挖方边坡高度不宜超过 40 m。若超过 40 m 时,需要结合地形地质条件,适当优化路线方案,可考虑采用隧道或半隧半路、分离式路基等方案。

在某山区公路中局部路段设计之初,采用的是开挖路堑方案,但横断面形成后,由于路基中心挖方超过了 30 m,且路基最大挖方高度达 60 m,为此,增加了隧道方案进行比选,经比选后,由于隧道方案避免了开挖高边坡,有利于行车安全,且对自然环境影响较小,工

程投资增加也不大,最终选择了隧道方案。

5 适当设置避险车道

国内外的事故资料都表明,山区公路下坡路段的事故频率明显高于上坡路段,特别是长大下坡路段。对下坡路段的事故原因进行分析,肇事车辆 60% 以上为大中型货车,一般多发生在下坡方向的坡底路段,且越靠近坡底段,因制动失效而引起的事故越集中。由于车辆在下坡路段由于连续的刹车制动,造成刹车片发热,磨损严重,导致刹车失灵。

当设计上无法避免连续长大下坡路段时,除妥善安排缓和坡段和陡坡外,应选择合适位置设置避险车道,让这些车辆减速并分离主道停下来。避险车道设置的位置,通常只能根据预测车辆可能失控的路段确定。避险车道设置应注意以下几点:

(1) 避险车道入口必须能使车辆以高速率安全驶入。主要的车行道路面应铺设至出口三角区某一点以外,使车辆前轮能同时进入制动坡床,并使司机有所准备。

(2) 最好设在直线段、较小曲率的曲线段或左偏曲线的切线方向,并应修建在失控车辆不能安全转弯的主线弯道之前,以方便司机控制故障车辆到达撤离坡道上。

(3) 视野开阔,应有清晰醒目的前置标志,并修建在人口密集区之前。

(4) 制动坡床要求采用滚动阻力系数较大的路面材料,并不易压实,如碎砾石、砾石、砂、豆砾石等松散材料。

(5) 坡道长度必须足以消除行驶车辆的动能,以使失控车辆能够安全停住。

(6) 避险车道宽度应足以容纳 1 辆以上车辆,制动坡床加服务道路的最小宽度应不小于 8 m。

(7) 撤离坡道的线形应采用直线或小曲率曲线。

6 结论与建议

山区公路设计的好坏,直接影响到车辆运营的安全舒适、工程投资的控制、自然景观的协调等。山区公路的设计是一项综合性强的设计工作,不仅需考虑路线平面、纵面和横断面设计,还要考虑桥梁、隧道的设计,更要考虑到山区公路建设对自然环境的影响,因此在山区公路设计中应科学、严谨、慎重地确定路线标准,合理运用路线各项指标,综合比选、不断优化,寻找最优的设计方案。

(编辑:徐诗银)

(下转第 12 页)