

山区改扩建公路提档升级线形设计方法及应用

蔡健, 曹峰杰

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430060)

摘要: 针对山区改扩建公路的提档升级, 提出拟合既有公路平纵面线形、对局部不达标路段进行行政线及优化设计、地形地质条件困难路段灵活运用技术指标的设计方法, 并运用于湖北 478 省道利川市汪营至打杵坳段改扩建工程, 从减少工程投资及对生态环境的保护方面分析了该优化设计方法的可行性和优越性。

关键词: 公路; 山区公路; 改扩建; 线形设计; 提档升级

中图分类号: U418.8

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)04-0086-04

截至 2017 年末, 中国等级公路里程为 433.86 万 km, 等外公路 43.49 万 km。二级及二级以上公路 62.21 万 km, 仅占 13.1%, 低等级公路占比很大。低等级既有公路受当时经济和建设条件制约, 线形技术指标低, 且使用年限久, 路面破损严重, 已成为制约社会经济进一步发展的瓶颈, 特别是在偏远山区, 阻碍了贫困落后地区脱贫攻坚的历史进程。因此, 低等级公路的改扩建特别是偏远山区公路改扩建提档升级势在必行。

1 山区改扩建公路线形设计方法

1.1 线形指标灵活运用

山区公路如果严格按照唯一的技术标准进行线形设计, 难免会出现高填深挖路段, 破坏沿线生态环境, 引发地质灾害, 对生态环境保护不利, 特别是对一些越岭线路, 工程代价太大。

根据 JTG D20-2017《公路路线设计规范》, 同一公路项目可分段选用不同的技术等级, 同一技术等级可分段选用不同的设计速度。改扩建公路应采

用改扩建后的公路技术标准和指标, 对于利用原有公路的路段, 因提高设计速度可能诱发工程地质灾害, 增加工程造价或对环境和文物保护有不利影响时, 经论证可维持原设计速度和指标。据此, 对于山区改扩建公路特别是由等外公路提档升级为二级公路, 受地形、地质等条件限制时, 可采用 40 km/h 设计速度及对应的线形技术指标, 还可采用分段局部限速 30 和 20 km/h 及对应的线形技术指标, 即在 20~40 km/h 区间内, 有灵活运用线形指标的空间。表 1、表 2 分别为 40 km/h 及以下圆曲线最小半径和纵断面设计主要指标。

表 1 40 km/h 及以下圆曲线最小半径

设计速度/ (km · h ⁻¹)	圆曲线最 小半径/m	不同坡度下的圆曲线 最小半径(极限值)/m		
		$i_{\max}=4\%$	$i_{\max}=6\%$	$i_{\max}=8\%$
40	100	65	60	60
30	65	40	35	30
20	30	20	15	15

表 2 40 km/h 及以下纵断面设计主要指标

设计速度/(km · h ⁻¹)	最大纵坡/%	最小坡长/m	不同纵坡下的最大坡长/m							
			3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
40	7	120	—	1 100	900	700	500	300	—	—
30	8	100	—	1 100	900	700	500	300	200	—
20	9	60	—	1 200	1 000	800	600	400	300	200

1.2 既有公路平、纵面线形拟合

为减少林地征用, 避免发生高填深挖及地质次生灾害, 降低工程投资, 山区公路改扩建中应最大化

利用现状旧路。提高现状旧路利用率的关键是对既有公路平、纵面线形的拟合。

在对既有公路平面及纵断面的拟合中, 需准确

测量现状公路的平、纵面线形,纵断面线形拟合要结合路面结构加铺方案。目前,山区公路平面线形拟合根据测量的既有公路坐标位置,采用拟合平面线形法线偏差拟合精度评估法等进行,借助常用的路线设计软件(如 EI-CAD3.0)进行优化设计。纵断面拟合以老路上碎部点高程为控制点,结合路基路面老路处置方案进行。

1.3 线形局部优化设计

现状山区道路提档升级为更高等级公路,在拟合老路平、纵面线形的同时,因其原有的平曲线、曲线间夹直线长度、纵断面及回头曲线等线形指标达不到升级后的线形指标要求,局部路段的线形需进行优化升级。

1.3.1 平曲线设计

山区低等级公路选线中常依据地形、地质选线的原则,平曲线顺应不规则的地形走向,会出现无缓和曲线、小半径圆曲线直接相连的不良线形组合,曲线长度过短,造成行车频繁转弯,不利于行车安全。山区公路改建中,在最大化拟合现状公路平面线形的基础上,通过裁弯取直、加大圆曲线半径、增设缓和曲线等措施来优化平曲线线形。

1.3.2 曲线间夹直线设计

按照 JTG D20-2017《公路路线设计规范》,同向圆曲线间最小直线长度以不小于设计速度的 6 倍为宜,反向圆曲线间的最小直线长度以不小于设计速度的 2 倍为宜。设计速度小于或等于 40 km/h 时,可参照上述规定执行。在山区公路改建中,在尽量利用现状公路的前提下,在曲线间夹直线长度不够且地形复杂路段,同向曲线可采用多单元的卵形曲线、C 形曲线等复合曲线,反向曲线可加设或加长缓和曲线的 S 形曲线。

1.3.3 纵断面设计

山区公路常有越岭线,路线起、终点高差大。在现状低等级山区公路中,为尽快克服高差,缩短路线展线长度,降低工程投资,采用长、陡纵坡,陡坡和小半径圆曲线的不良线形组合存在较大安全隐患。山区公路改扩建中,可采取控制平均纵坡,通过展线实现坡降,在长、陡纵坡中加设缓和坡段等措施来保障行车安全过渡。

1.3.4 回头曲线设计

山区公路设计中,为克服高差,通过设置回头曲线实现路线展线,实现坡降。而实际中,受地形、地质条件限制,山区低等级公路回头曲线半径过小,相

邻回头曲线之间距离较近,回头曲线段纵坡较大,行车视距不够,合成坡度太大,造成行车安全隐患。山区改扩建公路中,结合地形、地质条件,可采取合并回头曲线,加大回头曲线半径,在回头曲线路段设置缓坡,同时设置限速标志、交通安全设施等措施来保障行车安全。

2 工程实例

2.1 老路概况

以湖北 478 省道利川市汪营至打杵坳段改扩建工程为例,采用上述方法进行线形优化设计。

该项目设计重点和难点为翻越齐岳山路段,即第 2、3 合同段。该路段现状老路为等外级公路,平、纵面线形指标较低,全路段共有 13 道回头曲线,高程最低点为齐岳桥中桥处 1 109 m、最高点为齐岳山山脊处 1 683 m,高差达 574 m,线形指标较差,几乎无法满足标准 40 km/h 的技术指标要求。

2.1.1 齐岳桥至第一道回头弯段

(1) 平面指标。该路段(K6+600—K7+800)长约 1.2 km。齐岳桥中桥位于两个同向曲线间夹的直线上,两端平曲线半径约 20 m,直线长度约 60 m,最小圆曲线半径 23 m;凸形曲线一处,对应圆曲线半径为 34.35 m。

(2) 纵面指标。北端桥头为齐岳桥水泥厂,老路沿水泥厂北侧爬坡越岭。该路段平均纵坡约 8%,其中齐岳桥桥头开始约 700 m 长路段的纵坡约 9%。

2.1.2 第一道回头弯至花岗岩段

(1) 平面指标。该路段(K7+800—K13+780)全长 5.98 km,老路平曲线半径小于一般值(100 m)的平曲线有 21 处,其中 14 处半径小于极限值 60 m(不含回头曲线)。

(2) 纵面指标。该路段纵坡超出 7%的路段有 9 段,长约 1 555 m,其中纵坡大于 8%的坡段 4 段,长约 855 m。

(3) 回头曲线。该路段共有 8 道回头弯,其中 2 处约 20 m、5 处约 15 m、1 处约 12 m。

2.1.3 花岗岩至齐岳山山脊段

(1) 平面指标。该路段(K13+780—K19+000)全长 5.22 km。半径小于一般值(100 m)的平曲线有 10 处,其中 8 处半径小于极限值 60 m(不含回头曲线)。

(2) 纵面指标。该路段前 2.35 km 为连续爬坡

路段,平均纵坡约 5.23%;接着 0.25 km 为降坡,纵坡为 6.6%;后 3 km 为连续爬坡路段,平均纵坡为 4.53%。纵坡超出规范规定的最大纵坡(7%)的路段共 7 段,长约 1 435 m,其中纵坡大于 8%的坡段 4 段,长约 925 m。

(3) 回头曲线。该路段共有 4 道回头弯,其中 1 处约 25 m、2 处约 22 m、1 处约 20 m。相邻回头曲线间距不满足规范要求(≥ 200 m)的路段有 1 处,回头曲线间距 126 m。

2.1.4 齐岳山山脊至四房湾段

该路段(K19+000—K24+787)全长约 5.8 km,为连续降坡路段,路基宽度约 6.5 m,沿线山体横坡度变化不大、起伏较小,总体线形较好。

(1) 平面指标。该路段半径小于一般值(100 m)的平曲线有 7 处,其中 11 处半径小于极限值 60 m(不含回头曲线)。

(2) 纵面指标。该路段为连续降坡路段,纵坡超出规范规定的最大纵坡(7%)的路段共 6 段,长约 1 285 m,其中纵坡大于 8%的坡段 2 段,长 300 m。

(3) 回头曲线。该路段有 1 道回头弯,回头曲

线半径约 15 m,半径不满足规范要求(≥ 30 m)。

2.2 线形指标的灵活运用

采用不同线形指标对第 2、3 合同段布设不同路线方案。方案一:全线采用 40 km/h 路线指标;方案二:充分拟合现状老路线形,提高老路利用率,其中 K6+600—K13+780、K22+400—K24+787.78 路段灵活采用 20 km/h 的路线指标(见表 3)。

山区公路线形指标灵活运用后,其效果主要体现在工程投资减少及对生态环境的保护上。工程投资可定量分析比较,生态环境保护只能进行定性分析。可通过对现状植被的保护来反映对生态环境的保护,但山区公路植被密布,统计其数量难度较大。因此,通过对比新征用的林地面积来反映生态环境的破坏程度。两方案的比较见表 3。

由表 3 可知:与方案二相比,方案一的土石方工程量几乎增加 1 倍,林地面积增加 139 807.0 m²,工程投资增加 5 305.94 万元,方案二即灵活采用线形指标的方案优于方案一。山区道路受地形、地质条件限制,灵活采用线形指标可有效降低工程投资,较好地保护山区生态环境。

表 3 采用不同线形指标的路线方案对比分析

项目		规范值	设计值		差值
			方案一	方案二	
路线长度/km		—	20.248	18.288	1.897
设计速度/(km·h ⁻¹)		40	40	40(20)	
最大超高 6%的圆曲线最小半径/m		60	65,1 处	60,2 处(40,2 处)	
回头曲线最小半径/m		30	30,9 处	30,5 处(15,5 处)	
竖曲线最小半径	凸形/m	450	1 400	1 000(450,2 处)	
	凹形/m	450	1 200	900(400,1 处)	
最大纵坡/%		7	7,17 处	7,8 处(9,7 处)	
竖曲线最小长度/m		35	68	40(24)	
最短纵坡长度/m		120	120	120(60)	
土石方/m ³	填方	—	50 0391	370 012	130 379
	挖方	—	860 988	357 407	503 581
占地/m ²	耕地	—	9 133.8	29 401.5	—20 267.7
	林地	—	254 479.4	114 672.4	139 807.0
	宅基地	—	10 133.8	1 000.1	9 133.8
	荒地	—	26 401.3	38 935.3	—12 534.0
	小计	—	300 148.3	184 009.2	116 139.1
工程建安费/万元		—	16 469.02	12 971.08	3 497.94
工程总投资/万元		—	21 925.21	16 619.27	5 305.94

注:括号内指标为局部限速 20 km/h 的技术指标;差值=方案一设计值-方案二设计值。

2.3 线形的拟合

该项目第2、3合同段翻越齐岳山,兼具旅游公路功能,为尽量保护沿线旅游生态资源,沿老路设计,局部路段优化平、纵面线形指标。由于现状老路为等外级公路,按照规范要求,圆曲线与直线相接或径向相接应设置缓和曲线,连续上坡路段纵坡长度超限之间应设置缓和坡段。改扩建设计中,路线尽量拟合老路,局部圆曲线半径过小路段增大半径,在长、陡纵坡之间设置坡度小于3%的缓和坡段(见图1、图2)。

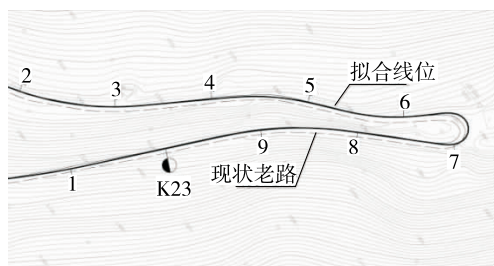


图1 典型路段老路平面线形拟合设计

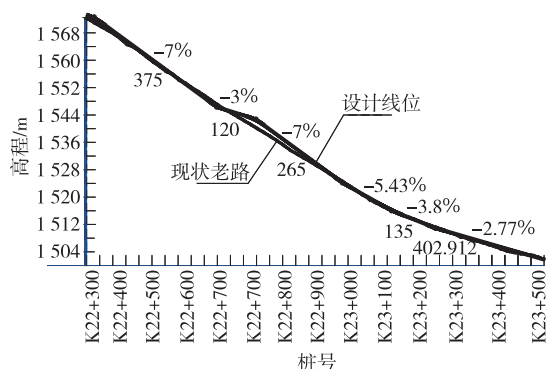


图2 典型路段老路纵断面拟合设计

2.4 局部线形优化

K18+300—K19+000段老路有2道回头曲线,回头曲线半径为12~15 m,且2道回头曲线间距较小,无法满足二级公路设计速度40 km/h时最小间距200 m的要求。改扩建设计中,结合地形、地质条件,将老路2道回头弯合并为1道,回头曲线半径采用30 m(见图3)。优化后线形更顺畅,更有利于行车。

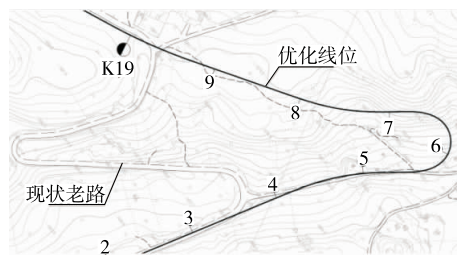


图3 典型局部路段路线优化设计

3 结语

山区公路改扩建中应注意以下几点:

(1) 指标灵活运用。对于复杂地形、地质条件路段,通过经济比较论证,可灵活降低线形指标,避免高填深挖和引发地质次生灾害,降低对生态环境的破坏。同时设置限速标志、震动标线等保障行车安全。

(2) 与现状老路线形拟合。采用高精度老路拟合方法,建立BIM三维信息化模型,统筹平、纵、横系统设计,从新征土地、对沿线生态环境的破坏、工程造价等方面提出最优老路拟合方案。

(3) 局部路段线形优化。现状老路等级低,线形指标偏低,在前述两点的基础上,加强经济、技术论证,最大程度优化局部路段线形,有效实现山区改扩建公路提档升级。

参考文献:

- [1] 葛忠清,沈丽鹃.试论基于环保设计的山区道路选线新思路[J].城市道桥与防洪,2014(6).
- [2] 白合提尔·艾热提.基于欠发达地区干线公路快速化的灵活性设计策略研究[D].西安:长安大学,2014.
- [3] 周斌华,杨建明.公路改建的线形设计方法与工程应用[J].交通科学与工程,2013,29(1).
- [4] 周宁.浅析低等级山区公路灵活性设计[J].城市道桥与防洪,2018(7).
- [5] 廖世波.合理线形指标在山区低等级公路改扩建工程中的应用[J].低碳世界,2018(5).

收稿日期:2018-12-06

(上接第85页)

- [2] JTG F80/1-2017,公路工程质量检验评定标准[S].
- [3] 陈公增,马绪荣,冷冰,等.摊铺机摊铺时出现波浪形路面的原因及预防措施[J].工程机械与维修,2018(4).
- [4] JTG F40-2004,公路沥青路面施工技术规范[S].

- [5] 徐清刚.双钢轮振动压路机面层压实工艺研究[D].西安:长安大学,2014.
- [6] JTG/T F20-2015,公路路面基层施工技术细则[S].

收稿日期:2019-03-04