

广西南宁地区H-J段二级公路工程设计

刘金双

北京中航空港建设工程有限公司 北京 101300

【摘要】本次设计公路位于广西南宁地区，设计公路等级为二级，设计时速60km/h。结合设计路段的交通数据，进行了交通量的计算，确定了公路等级及其路基宽度。论文依据选线原则，根据填挖土石方量，土地占用面积，与地形地貌的协调程度，以及路面线形的美观等因素进行了方案比选，并推荐出最优方案。

【关键词】道路交通量；曲线要素；路基路面；排水；施工

1 绪论

1.1 设计目的及意义

如今我国公路网正在不断完善，大量低等级公路，断头路都在不断进行升级改造。随着脱贫攻坚战的胜利，大量山区道路在不断修建，公路交通为社会主义现代化建设做出了巨大的贡献。

1.2 设计资料、设计内容及需要提交的成果

1.2.1 设计资料

(1) 路线所经地区地形图一份比例1:2000，等高距：2米（或1米）及路线的起终点；

(2) 近期的交通运输量统计数据：近期的交通量构成及总量：小型客车：2000辆/日（中客车）；中型车：500辆/日（其中：解放CA-10B占40%；东风EQ-140占30%；黄河JN-150占30%）；大型车：300辆/日（大货车）；汽车列车：100辆/日（拖挂车）。

(3) 各类交通工具年平均增长率：各类机动汽车 $\gamma=8\%$ 。

(4) 预测道路年限：道路使用年限按15年；路面设计年限按12年。

1.2.2 设计内容

- (1) 路线方案的拟定与比选；
- (2) 公路技术等级的确定；
- (3) 公路技术标准的确定，计算与验证；
- (4) 公路平面设计；
- (5) 公路纵断面设计；
- (6) 道路横断面的设计、土石方项目数量的计算和调

配(操作 1km)；

(7) 路基综合排水设计；

(8) 路面等级确定，结构组合设计，厚度计算，路面结构的验算；

(9) 涵洞的水力水文计算，进行涵洞设计，并完成验算。

2 交通量计算及公路等级确定

2.1 交通量设计

2.1.1 交通参数的确定

根据规范，各种代表车型换算成小客车，折算系数如表2.1所示。

表2.1 各代表车型折算系数

汽车代表车型	小客车	中型车	大型车	汽车列车
折算系数	1.0	1.5	2.5	4.0

据调查，本次设计路线的交通量组成如表2.2所示。

表2.2 交通量与车辆组成

车型	小客车	中型车	大型车	汽车列车
辆/日	2000	500	300	100

查规范可知，汽车代表车型分类如表2.3所示。

车型	小客车	中型车	大型车	汽车列车
辆/日	2000	500	300	100

根据规范，各级公路的设计服务水平如表2.4所示。

表2.4 各级公路设计服务水平

公路技术等级	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
服务水平	三级	三级	四级	四级	

查规范可知，设计小时交通量系数K如表2.5所示。

	华北	东北	华东	中南	西南	西北
	京、津、冀、晋、蒙	辽、吉、黑	沪、苏、浙、皖、闽、赣、鲁	豫、湘、鄂、粤、桂、琼	川、滇、黔、藏、渝	陕、甘、青、宁、新
高速公路(%)	8.0	9.5	8.5	8.5	9.0	9.5
一级公路(%)	9.5	11.0	10.0	10.0	10.5	11.0
二级公路、三级公路(%)	11.5	13.5	12.0	12.5	13.0	13.5
高公路(%)	12.0	13.5	12.5	12.5	13.0	13.5
一级公路(%)	13.5	15.0	14.0	14.0	14.5	15.0
二级公路、三级公路(%)	15.5	17.5	16.0	16.5	17.0	17.5

本次设计公路的服务水平取四级，路侧干扰等级为轻微干扰，设计小时交通量系数 $K=12.5\%$ 。年平均增长率取 $\gamma=8\%$ ，预测年限取 $n=15$ 年。

2.1.2 交通量计算

初始年交通量

$$ADT = 2000 \times 1.0 + 500 \times 1.5 + 300 \times 2.5 + 100 \times 4.0 = 3900(\text{辆/日})$$

远景设计年限交通量

$$AADT = ADT \times (1 + \gamma)^{n-1} = 3900 \times (1 + 8\%)^{15-1} = 11456(\text{辆/日})$$

设计小时交通量

$$DHV = AADT \times K = 11456 \times 12.5\% = 1432(\text{辆/日})$$

2.1.3 通行能力设计

本次公路选用双车道设计，双车道路段内的车辆折减系数的取值如表2.6所示。

汽车代表车型	交通量(veh/h)	设计速度(km/h)		
		80	60	40
中型车	<400	2.0	2.0	2.5
	400-900	2.0	2.5	3.0
	900-1400	2.0	2.5	3.0
	≥ 1400	2.0	2.0	2.5
大型车	<400	2.5	2.5	3.0
	400-900	2.5	3.0	4.0
	900-1400	3.5	5	7.0
	>1400	2.5	3.5	3.5
汽车列车	<400	2.5	2.5	3.0
	400-900	3.0	3.5	5.0
	900-1400	4.0	5.0	6.0
	>1400	3.5	4.5	5.5

根据规范可知，方向修正系数 f_d 的取值如表2.7所示。

表2.7 方向分布修正系数

方向分布(%)	50/50	55/45	60/40	65/35	70/30
修正系数	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88

查规范知，车道宽度、路肩宽度修正系数 f_w 的取值如表2.8所示。

表2.8 车道宽度、路肩宽度修正系数

车道宽度 (m)	3.0	3.25	3.5	3.75			
路肩宽度 (m)	0	0.5	1.0	1.5	2.5	3.5	≥4.5
修正系数	0.52	0.56	0.84	1.00	1.16	1.32	1.48

2.2 公路等级确定

根据本次公路设计的要求,设计年限为15年。通过交通量的调查数据可知,可以将各种类型的车辆折算成小客车,其远景设计年限的交通量为11456辆/日。本次设计公路等级为二级,选用车道数为双车道,车速为60km/h,本设计路基设计宽为10m,设计车道宽度为3.5m,得总车道宽度为 $3.5 \times 2 = 7\text{m}$,两侧硬路肩宽度为 $0.75 \times 2 = 1.5\text{m}$,土路肩的宽度为 $0.75 \times 2 = 1.5\text{m}$ 。

3 路线与平面设计

3.1 选线基本原则及定线

3.1.1 选线基本原则

(1) 路线的选择要考虑所定公路等级的规范要求,既要考虑转角与平曲线半径,各曲线段和直线段长度要求,也要考虑平均纵坡,尽量沿等高线方向布设路线来减少填挖满足各项要求的指标。

(2) 要考虑到工程造价的要求,尽量避免大填大挖,也要注意填挖平衡,挖方数量略大于填方。同时在各方面条件满足的情况下缩短路线长度。

(3) 在遇到农田与村庄的时候,尽量少占用农田,尽可能以直线段通过,同时靠近村庄但不进入村庄,减少拆迁及占用土地的费用,在带动经济的情况下,缩减工程造价。

3.1.2 定线

(1) 纸上定线:依照本次公路设计选取的起终点位置,找到恰当的路线控制点。依据所处的地形和自然地貌地理条件状况来合理确定道路整体走向大致设计方位,初步可以提出几种可行性较高的设计方案,然后在纸上定线。

(2) 确定方案:在1:2000的地形图上,依据各控制点间地形地貌,不良地质地段等各种情况来确定处两条基本路线方案。

(3) 根据具体的路线设计指标来进行平纵横设计,以平曲线设计为主导最终确定公路中线的位置。

3.2 路线方案

全长5060米,共设15个交点,一个变坡点。在QD跟JD1之间平均纵坡小于0.3%,故设置一个变坡点。之后路线相对高差较大,由于JD2与JD3之间的横向高差较大为控制平均纵坡,所以加长两点之间的水平距离。之后的路线高差较大,为控制平均纵坡不得不穿过冲沟。JD4与JD5值之间沿着等高线的方向,JD5跟JD6之间避免穿过农田。JD6至JD7沿等高线方向,同时避开不良地质段。JD7与JD8之间农田和村庄,故应该在离村庄不远处通过,尽量少占用农田,同时带动村庄的经济发展。JD8跟JD9之间的高差不大,故可直接通过。JD9与JD10之间虽然有原有道路,但是离村庄太近可能需要拆迁,所以不得不占用农田。JD10至JD11,JD11至JD12沿等高线方向行进。JD12至JD15之间原有道路的走向与地形条件较好,故可利用原有道路。JD15至JD16之间高差不大,无不良地质,故可直接通过。

4 纵断面设计

4.1 纵断面设计步骤及方法

(1) 准备工作:在米格纸上按比例尺将所拟路线上平面上每20米一个桩号绘出其高程,并用平滑的曲线连接起来。

(2) 标高控制点:在路线的越岭垭口,地质不良处,以及填挖平衡的要求初步拟定纵断面的各控制点和经济点。

(3) 试坡:积极实施经济试坡,在控制试点规划为主要决策依据的经济条件下,照顾大多数的经济点,拟出若干个方案,再比选出既满足各项要求又多快好省的方案,定出变坡点的初步位置。

(4) 调整:根据最大纵坡6%和最小纵坡0.5%,少变动控制点,填挖平衡的原则来调整方案。

(5) 校核:如果发现横断面设计时,填挖过大,需要及时调整。

(6) 定坡:在最终方案选定的情况下,进行定坡,同时变坡点的位置最好在整10米桩号处,与平断面设计相协调。

4.2 纵断面设计原则及要求

4.2.1 设计原则

(1) 纵断面设计必须要满足规范要求, 包括最大纵坡, 最小纵坡, 最大坡长, 最小坡长, 竖曲线最小半径, 竖曲线最小长度等要求。

(2) 平竖曲线组合时, 要保持平衡合理, 尽量不要使平曲线与竖曲线不良组合在一起。

4.2.2 设计要求

(1) 山岭地形上要避免高差变化较大, 纵坡的长度和坡度要合理尽量不采用极限值, 连续和夹在陡坡间比较缓和的各个斜坡段其长度也尽量不应太短, 纵坡要缓一些。

(2) 需要考虑好不良地质段的最小填土高度和最大挖坡深度, 在通过农田和村庄的时, 要考虑相关影响。

4.3 竖曲线的设计要求和指标

4.3.1 设计要求

(1) 当不过分地增加施工数量时, 尽量合理地选用竖向曲线的半径, 能够得到较好的视觉和美观体验。

(2) 同向断背曲线间尽量避免不会有多个断背同向曲线的连接情况同时出现, 反向断背曲线间既或者可以通过直坡段连接进行正向连接, 也或者说还可以通过直坡段连接进行反向连接, 一般来说直坡段的断背曲线连接长度不能超过车辆设计最高时速行驶3s的距离。

(3) 需要满足规范的各项要求。

4.3.2 设计指标

本次设计公路的设计指标如表4.1所示。

表4.1 设计时速60km/h的二级公路竖曲线相关设计指标

最大纵坡		6%
最小纵坡		0.5%
最小坡长		150m
最大合成坡度		9.5%
凸型曲线最小半径	一般值	2400m
	极限值	1400m
凹形曲线最小半径	一般值	1500m
	极限值	1000m
竖曲线最小长度	一般值	120m
	极限值	50m

5 横断面设计

5.1 横断面设计步骤及原则

5.1.1 横断面设计步骤

(1) 准备工作: 根据设计资料, 逐桩绘制横断面图的地面线, 并将填挖高度, 超高和加宽以及路面宽度等标注在道路中桩断面上, 同时标出各断面的土石方边界线, 确定处边坡的坡度和边沟的形状及尺寸。

(2) 加盖帽子: 用三角板逐桩画出路基横断面的设计线, 以路肩两侧边缘之间的连接线作为路拱的横坡设计线, 根据路拱的边坡倾斜度画出路拱的横向设计线, 与其他地面的横向设计线一起相交画出路拱的坡脚和坡顶点。

(3) 超高与加宽的设置: 超高按照旋转的方式绘出有超高的路肩边缘连线, 加宽按照加宽后的路基宽度绘出路肩边缘连线。

(4) 填挖方面积的计算: 逐桩在米格纸上数格子, 计算出填挖方面积。

5.1.2 横断面设计原则

(1) 根据公路等级, 公路沿线自然环境等, 并考虑经济因素, 合理设计横断面。

(2) 路基设计既要考虑路基横断面形式和边坡坡度, 也要考虑排水跟边坡防护与加固。

(3) 对于不良的地质路段, 工程量相对比较大且技术和施工困难程度较高的地区, 要比较改移路线与直接施工, 以便选出较优方案。

(4) 要保证路基处于中湿和干燥状态, 需要使用水稳性能较好材料进行铺筑, 设置防水功能层等。

(5) 路基设计还要考虑村庄的拆迁与农田的占用, 以及环境保护的需要, 尽量节省费用和保护环境。

5.2 横断面组成及要素的确定

5.2.1 横断面的组成

二级公路的横断面包括行车道, 硬路肩, 土路肩, 边坡, 排水措施等。(见图5.1)

5.2.2 横断面要素的确定

由之前的公路等级确定可知, 本公路工程设计方案中的路基设计宽度值取10m, 设计车道宽度为3.5m, 得总车道宽度为 $3.5 \times 2 = 7m$, 两侧沥青混凝土硬路肩宽度为

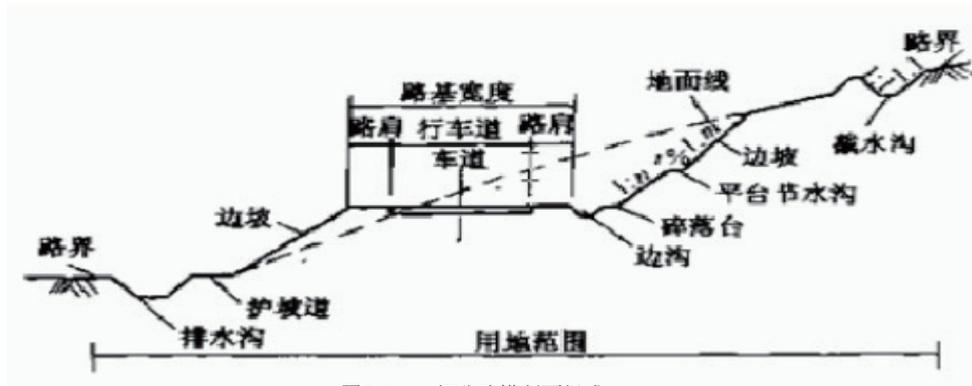


图5.1 二级公路横断面组成

0.75×2=1.5m，土路肩的宽度为0.75×2=1.5m。

表5.1 路拱横坡度

路面类型	路拱横坡度(%)
水泥混凝土路面、沥青混凝土路面	1.0~2.0

本次公路设计采用双向路拱坡度，路面与硬路肩的路拱横坡度相同，取2%，土路肩路拱横坡度取3%。

5.3 土石方调配与计算

路基土石方的计算调配是公路设计中重要一项，既要土石方进行计算和处理，又需要对其进行合理的土石方度，计算好各个地段的交通运量，从而完成施工概预算。

6 排水设计

6.1 雨量分析及排水系统布设原则

路基排水主要是为了引导流向路基范围内的水流，使路基土长期处于本次设计容许的干湿状态，减少路基所受到的不利影响。路基排水需要从设计、施工、养护各个阶段进行考虑。

6.2 边沟的设计

本次设计中边沟沿公路走向，在公路边侧布置，在纵坡较大处，边沟易发生冲刷现象，需要加固。同时边沟的连续长度不应大于500m，要在有利于排水的地段设置出水口，也应在设置出水口的地方进行加固。本次选择的最小边沟纵坡为0.5%，出水口距离取200~300米。边沟断面形式选用矩形，沟深和底宽均为0.6米，修筑材料采用浆砌片石。

6.3 排水沟的设计

排水沟的作用主要是引排，在大纵坡地段需要进行加固，每段排水沟的长度不得超过500m。同时，排水沟地段

的纵坡需要合理选用，如果采取的纵坡过大，则容易产生冲刷，如果选取的纵坡过小时，则会导致排水不畅。本次公路设计中排水沟长度定为30米左右。

6.4 涵洞设计

6.4.1 涵洞的分类及其优缺点

(1) 按建筑材料的不同，涵洞可以分为圬工涵（主要是为了可以有效地节省建筑物的钢筋，石涵虽然经久耐用，造价和养护费用低，但是跨径小；混凝土涵虽然是便于进行预制，但是损坏后的维修和养护比较困难）、钢筋混凝土涵（虽然涵体的结构坚固，经久耐用，养护成本相对较少，但是其造价相对较高。）、波纹型钢管（板）涵等（对地基的要求较低，变形适应性较强，结构受力合理，但是需要进行抗磨蚀、抗腐蚀处理）。

(2) 按照其构造形式的不同，涵洞一般可以细分为管涵（对于地基与建筑物的适应性相对较强，受力性相对比较好，不需要墩台，管涵工程量相对比较少，造价相对低，但一般孔径相对比较小，不利于养护和清淤）、盖板涵（由于构造简单、维护方便。但是对于铰接板明涵容易形成单板受力，导致桥面损坏）、拱涵（由于跨径相对较小，承载力相对较大，但因自重而引起的恒载较大，对地基的承载力有一定的要求，所以施工过程中的操作比较繁琐）、箱涵（其整体性相对较强，对地基的适应性相对较强，但是造价高，施工困难）。

(3) 根据填土层厚度的不同，涵洞可分为明涵、暗涵，当涵洞洞顶填料的厚度（其中包括路面）少于0.5m 时为明涵，不少于0.5m 时为暗涵。

(4) 根据水力学性质的差异，涵洞大小可以划分为无

压力型涵洞、半压力型涵洞和有压力型涵洞三种。

(5) 按施工方法的不同,涵洞可分为装配式涵洞、现浇涵洞和顶进涵洞三种。

6.4.2 涵洞选用原则及要求

(1) 公路涵洞的建造要满足各种功能性要求。在农田排灌地区,以及靠近城镇、铁路及水利设施的涵洞,要与各方相协商。同时,要根据公路等级、功能和将来发展的需求,进行技术经济比较后确定。

(2) 涵洞的确定要与地形地貌、地质水文和填土高度等条件相适应。在交通量较大或不能完全中断交通的原有道路上,当保证路基平整而且无任何下沉的情况时,应要结合其地质、地形及运营等条件,要对其进行相应的技术和经济竞争优先筛选,考虑是否可以选顶进涵。

(3) 对于公路涵洞基本设计技术要求不仅应当严格符合安全可靠、耐久性足够、环境友好、经济合理和造型美观的基本设计原则,还应充分综合考虑因地制宜、就地取材、方便后期施工及便于养护方便维修。

总结

公路设计不光是道路线形的设计,要根据公路等级来

确定路基宽度,完成横断面的设计,也要根据调查的交通量进行路面结构层设计。在本次设计过程中,对设计过程中各个方面的进行综合考虑。对公路设计和施工的各个方面有了基本的了解,为将来的实际工程需要提供了经验。

参考文献:

[1] JTG B01-2014, 公路工程技术标准[S].北京:人民交通出版社,2014.

[2] JTG D20-2017, 公路路线设计规范[S].北京:人民交通出版社,2017.

[3] 许金良等.道路勘测设计(第5版)[M].北京:人民交通出版社,2009.

[4] JTJ 003-86, 公路自然区划标准[S].北京:人民交通出版社,1986.

[5] JTG D30-2015, 公路路基设计规范[S].北京:人民交通出版社,2015.

[6] 黄晓明.路基路面工程(第6版)[M].北京:高等教育出版社,2011.