

文章编号: 0451-0712(2005)03-0016-07

中图分类号: U412.32

文献标识码: B

宁杭高速公路(江苏段)路线方案设计

周兴顺

(江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

摘 要: 宁杭高速公路(南京至杭州高速公路)是国道主干线上海至云南瑞丽段的重要组成部分,也是江苏省重要的出省骨架通道。途经江苏省南京市、江宁区、句容市、溧水县、溧阳市、宜兴市,沿线穿过江宁经济开发区、溧水东庐山垭口、溧阳前马荡、老鹰山、宜兴兰右山、梯子山等,地形地貌为丘陵、平原水网、低山,不良地质主要表现为软土和膨胀土。本文通过对宁杭高速公路部分段落路线控制因素的分析,全面介绍了路线方案比选论证的经过及采用的结果,为高速公路路线方案设计提供了有益的参考。

关键词: 宁杭高速公路; 路线方案; 比选; 设计

1 路线简况及主要技术指标

宁杭高速公路(江苏段)一、二期工程主线起于溧水卧龙湖西侧的桂庄,经溧水城东、溧阳城南、宜兴宜城与丁蜀镇间,至苏浙交界处的父子岭与浙江段相接。连接线起于宁高高速公路的骆家边,经中彭村北至桂庄设桂庄枢纽与主线起点相连。

宁杭高速公路一、二期工程平面线形以平曲线为主,全线平曲线半径除 1 处外,均大于不设超高的最小平曲线半径。其中,主线推荐方案路线长 108.634 km,共设置平曲线 36 个,平曲线长度占路线总长 74.21%,最小平曲线半径 3 300 m,最大平曲线半径 9 000 m,最小偏角 $10^{\circ}23'11''$,最大直线长度 2 270.97 m,最短直线长度 267.77 m。连接线路线长 5.505 km,设平曲线 1 个,半径 7 500 m,起终点段分别接骆家边互通和桂庄互通。

纵断面设计主要考虑指标应用的均衡及平、纵面的配合,以获得圆滑舒适的立体线形。主线纵断面设计最大纵坡为 2.739%,最短坡长 400 m,平均每公里纵坡变更次数 1.42 次,凸型竖曲线最小半径 20 000 m,凹型竖曲线最小半径 12 000 m,竖曲线长度占路线总长 60.68%,扣除挖方段,平均填土高度 3.49 m。连接线纵断面最大纵坡为 1.640%,最短坡长 400 m,凸型竖曲线最小半径 25 000 m,凹型竖曲线最小半径 12 000 m,扣除挖方段,平均填土高度 2.80 m。

2 路线方案及其比选

2.1 路线布设原则

宁杭高速公路设计路线方案依据“工可”所确定的路线走廊和主要控制点进行研究,根据沿线地形、地貌、水文、地质等自然条件,以及沿线主要城镇发展规划、路网布局、重要工程的实施现状及规划,遵循路线设计标准,按照技术可行、经济合理的原则,并考虑与周围环境和自然景观相协调,制定了以下路线布设的主要原则。

(1) 南京至杭州高速公路是上海至云南瑞丽国道主干线的重要组成部分,其走向应符合国家的总体规划,并考虑地方规划及沿线政治、经济、军事、文化、工农业布局、交通现状及规划、路网结构及与其他运输方式的联系,路线方案应力求顺捷,以缩短建设里程和运营里程。

(2) 路线布设应与沿线城镇规划相协调,宜做到“离而不远,近而不进”,以减少对城镇规划的干扰,同时方便城镇的利用,促进地方经济发展。

(3) 应与沿线地形相配合、相适应,丘陵区路线应尽可能顺应地形要求,沿地势相对平坦处进行路线布设,以取得较合适的平纵面指标,尽可能填挖平衡,平原区应注意选择与河流的交叉角度及交叉位置。

(4) 应尽可能减少不良工程地质、水文地质对路线及工程方案的影响。

(5)重视环境保护,尽量避开水源、文物古迹,少占良田和经济林,避让重要的电力、水利设施,同时在总体布局上与互通式立交、大型桥梁、分离式立交、服务区等设施相协调。

2.2 路线主要控制点

(1)路线起终点及连接线路方案。

根据一期工程路线总体走向、沿线地形地貌条件和互通布局,本项目连接线起点位于宁高高速公路的骆家边,终点位于卧龙水库西侧的桂庄,连接线位置比较适中,同时起终点互通与宁高高速公路溧水西互通和本项目溧水东互通的间距比较合适。本项目一期工程主线通过桂庄枢纽(分期实施)与连接线相接。

(2)溧水县城市总体规划。

溧水县是南京市东南重要的门户和交通枢纽,根据溧水县城市总体规划,溧水县城以现有城区为中心向四周发展,并重点向北、向东发展。本项目位于城市规划区以北及以东,连接线及主线与城市规划区最小距离分别为2.4 km和0.4 km,与城市规划无干扰。

(3)东庐山垭口。

东庐山位于溧水县城东南部,老明公路北侧,主峰高程约288.5 m,是本项目溧水境内主要的控制点之一。山体植被较完整,以杂树和竹林为主,岩石岩性为火成岩,石质坚硬,风化强度弱。路线选择在尖山、白虎山与石头巴子山之间的垭口穿经,路线较顺捷,拆迁量少。路线最高处地面标高约112 m,边坡最大挖深约40 m,山凹处最大填高约15 m,高填处结合排水及护林通道要求采用部分桥梁跨越。开挖出的石料视石质情况可用于路基防护和桥梁构造物中。

(4)溧阳市城市总体规划。

根据溧阳市城市总体规划,溧阳城区分为6个片区,分别为主城片、燕山片、城东片、湾溪片、昆仑片和西部工业片。城市规划发展方向:重点向南向西,适当向北,控制向东发展,远景主城向南发展至104国道改线段。宁杭高速公路从溧阳城西和城南经过,路线线位与城市规划区最小距离约为1.5 km,同时与溧阳城南规划燕山风景区亦无干扰。

(5)北河、中河、南河桥位。

北河、中河、南河为溧阳地区东西向主要的排洪河流,同时,也是标准不等的通航河道,其中南河为规划芜太运河的组成部分,规划等级为V级。以上河流流经地区为宜溧山地与宁镇丘陵之间的古湖沼

区,地势低洼,地面标高1.8~3.0 m,软土深厚,同时,在北河与中河之间分布着大面积的鱼塘,地质条件和工程建设条件较差。路线选线时尽量避免或减少与南北向河流的交叉,减少穿经鱼塘的长度,增大与东西向河流的交角,同时为“联二”枢纽(“联二”为镇江至溧阳高速公路)的衔接创造较为有利的条件。

(6)横山垭口。

横山位于溧阳城区西南,功德山北麓,山顶标高66.5 m。横山南侧与大石山相连,山顶标高155.5 m,路线无法穿经。横山北侧为104国道溧阳城区改线段线位,并新建有溧阳垃圾处理场,高速公路也无法穿越。故路线只能从横山与大石山之间的垭口穿经,垭口两侧坡地标高在20~30 m之间,布线条件较好。

(7)溧阳城南老鹰山。

溧阳城南老鹰山位于104国道改线段以南约1.5 km处,镇广公路东侧。老鹰山北侧为燕山风景保护区,两山相隔约150 m,路线在此布设了2个方案:正线方案从老鹰山与燕山之间穿经;B线方案从老鹰山南侧通过,两方案相距约400 m。

(8)宜兴市城市总体规划。

根据宜兴市城市总体规划,宜兴城区分为两大部分,即一城两镇,中间以自然植被或绿地相连。城市规划区东至蠡河、太湖,南至丁蜀镇南界,西至丁蜀林场、新街镇东界,北至红塔十里牌镇北界。其中宜城向南、向西、向北均匀扩展;丁蜀主要向北发展,次向西发展,形成宜城和丁蜀两块相对集中又独立发展的双城式城市。根据路线总体走向,路线在两镇之间规划区外侧穿越,尽量不影响城市的总体规划并与之协调。

(9)铜官山。

铜官山为江苏省苏南地区的最高山脉,主峰高521 m,结合路线的总体走向及宜兴市的城市规划,路线在其北麓及宜兴市城市规划区之间穿越。

(10)104国道及新长铁路。

104国道为宜兴市对外交通的主要通道,与本项目交叉设置宜兴互通式立交。从城市交通与本项目的衔接与交通组织顺捷等方面出发,路线宜选择在104国道改线段南梅东村附近通过。同时,新长铁路在梅东村附近与104国道平行,间距约300 m。结合宜兴互通布设,处理好本项目与104国道和新长铁路的相互关系成为路线方案需重点考虑的因素之一。

(11)城市大型基建项目。

由于路线在城镇(市)边缘通过,不可避免地涉

及到一些大型城市基础设施,在路线设计中,对一些大型设施均予以避让,如蓄能电站工程、宜兴市殡仪馆、武警部队及其射击场、宜兴市垃圾处理场、陶都路东别墅群、500 kV 高压输电线(一、二回路)、江苏省农业示范区等。

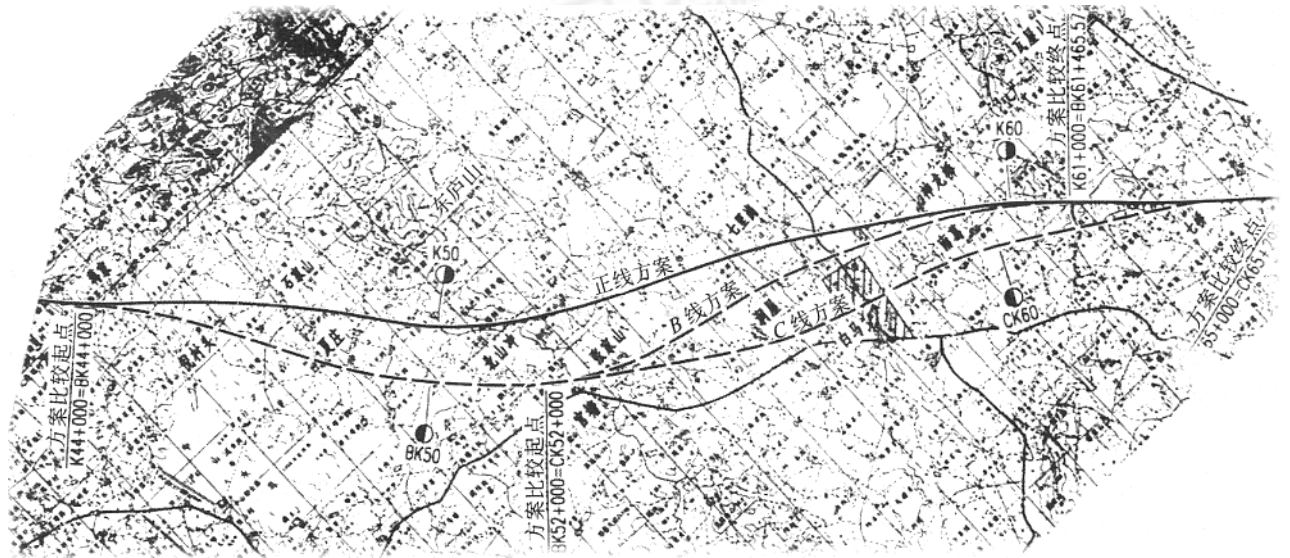
2.3 路线方案比选

(1)溧水县境东庐山段。

针对路线穿越东庐山垭口填挖方工程量较大的情况,初设阶段进行了东庐山穿行与绕行方案的比较,路线比较范围约 21.0 km。见表 1、图 1。

表 1 东庐山段路线方案比较

序号	评价内容	正线方案	比较方案 B	比较方案 C
1	比较范围 里程长度	21.000 km	21.466 km	21.299 km
2	平面指标	最大平曲线长度 3 666 m,最小平曲线长度 1 484 m,偏角在 10°~31.8°之间,平面指标均衡,平面顺捷。	最大平曲线长度 9 084 m,最小平曲线长度 2 097 m,偏角在 14°~57.9°之间,平面指标欠均衡。由于村庄密布,平面线形布设较为困难。该方案比正线长度长 466 m。	最大平曲线长度 5 165 m,最小平曲线长度 2 787 m,偏角在 20°~33°之间,平面指标均衡。由于村庄密布,穿越白马镇区,平面线形布设较为困难,且有一同向曲线。该方案比正线长约 299 m。
3	地形、地质条件	由于要穿过东庐山低山丘陵区,所以路线填挖石方数量较大,边坡最大开挖深度达 40 m 左右,且岩石为弱~微风化。	除在起点东庐山南有部分挖石方路段外,其余均为丘陵土质填挖路段。	同比较方案 B。
4	拆迁情况	由于选线时有效地避让了村庄,所以总体拆迁较少。	该方案避让村庄困难,如要满足平面指标要求,并与全线线形指标相协调,则会造成大量拆迁。	该方案由于穿过溧水县白马镇镇区,所以拆迁量大,与城镇规划有干扰。
5	与城镇的关系	与乡镇距离合适,对村镇密集区的出行影响较小。如设置白马互通,则互通设置条件好。	对乡镇出行影响不大,但由于过于靠近或穿过密集的村庄,对村庄出行影响较大。白马互通设置条件较差。	由于该路线方案穿过白马镇区,故对白马镇的影响较大。白马互通设置条件差,干扰大。
6	推荐意见	平面线形顺捷,里程短,指标均衡,拆迁量较小,对村镇干扰小,运营费用少,造价适中,推荐采用。	里程长,平面绕行较多,指标不均衡,拆迁量大,运营费用高,造价较高,不推荐。	里程长,平面指标尚可,但拆迁量过大,对白马镇干扰严重,造价较高,不推荐。



万方数据

图 1 蒋家村至七桥段路线方案比较

(2)溧阳段。

①老河口至横山垭口段。

该段路线比选方案主要是针对北河与中河间地

质条件差、存在大面积鱼塘而提出的,路线比较范围约 21.0 km。见表 2、图 2。

表 2 老河口至横山垭口段路线方案比较

序号	评价内容	正线方案	C 线方案
1	比较范围 里程长度	K68+000~K89+000 21.000 km	K68+000~CK89+098 21.098 km
2	平面指标	最大平曲线长度 2 995 m,最小平曲线长度 1 727 m,平曲线偏角在 11.6°~23.7°之间,平曲线指标均衡,平面顺捷。	最大平曲线长度 4 303 m,最小平曲线长度 1 394 m,平曲线偏角在 12.9°~44.8°之间,平曲线指标稍欠均衡,平面较顺捷,建设里程比正线方案长 98 m。
3	地形、地质条件	该方案在 K75+000 至 K82+000 间穿过低洼鱼塘地区,软土深度厚,地质条件差。	该方案在 K75+500~K83+000 之间穿过低洼地区,软土深度厚,局部地段软土厚度比正线方案更厚,地质条件差。
4	拆迁及占地情况	路线所经地区拆迁约 16 760 m ² ,占地约 105.8 hm ² (不含取土坑)。	拆迁较多,约 30 635 m ² ,穿越新昌镇区,与城镇规划干扰,占地约 106.3 hm ² (不含取土坑)。
5	对互通 布局的影响	该方案对“联二”枢纽布设较有利,地形平坦、开阔,对溧阳西互通布设影响不大。	该方案对“联二”互通布设影响较大,地形条件较差,且靠近村庄,互通布设困难;对溧阳西互通,由于靠近 104 国道溧阳收费站(约 100 m),且主线与 104 国道夹角小,主线跨线构造物处理困难。考虑在新昌镇北接“联二”,则“联二”接线长度比正线方案长 1.8 km。
6	推荐意见	该路线方案便捷,指标均衡,拆迁少,便于互通设置,推荐采用。	该路线方案比正线方案长约 98 m,指标欠均衡,拆迁较大,路线穿新昌镇区,不利于互通设置,不推荐采用。



图 2 老河口至横山垭口段路线方案比较

②横山垭口至东墟段。

该段路线比选方案主要是针对老鹰山南、北线位与溧阳城市规划的关系及溧阳南互通的布设条件而提出的,路线比较范围约 11.0 km。见表 3、图 3。

(3)宜兴段。

宜广公路至陶都路段。该段路线比选方案主要是针对与城市规划之间的关系、宜兴互通设置条件及交通组织而提出的,路线比较范围约 14.7 km。见

表 4、图 4。

3 宁杭高速公路路线推荐方案

(1)路线方案走向。

宁杭高速公路(江苏段)一期工程溧水至宜兴段主线起于溧水卧龙湖西侧的桂庄,路线向东南经十里牌、石家山西,穿东庐山垭口,经井塘水库北至溧水、溧阳交界处的瓦屋山。继续向东南经桃花村北、

表 3 横山垭口至东墟段路线方案比较

序号	评价内容	正线方案	B 线方案
1	比较范围 里程长度	K88+753.82~K99+490.53 10.737 km	BK88+753.82~BK99+788.95 11.035 km
2	平纵面指标	最大平曲线长度 2 797 m,最小平曲线长度 1 161 m,最大平曲线半径 $R=8\,600\text{ m}$,最小平曲线半径 $R=5\,500\text{ m}$,两同向曲线间直线长度 802 m,平面线形指标均衡,平面顺捷,最大纵坡 2.55%,最小凸型竖曲线半径 20 000 m,最小凹型竖曲线半径为 14 000 m,最小竖曲线长为 266.9 m。	最大平曲线长度 5 170 m,最小平曲线长度 1 891 m,最大平曲线半径 $R=8\,000\text{ m}$,最小平曲线半径 $R=5\,500\text{ m}$ 。平面线指标较高。最大纵坡 2.38%,最小凸型竖曲线半径 20 000 m,最小凹型竖曲线半径 12 666 m,最小竖曲线长为 275.8 m。
3	地形、地质条件	该方案在老鹰山北侧穿过,路线所在区域为平原丘陵区,局部分布浅层和深层淤泥质亚粘土。	该方案在老鹰山南侧穿过,路线所在区域为平原丘陵区,局部分布浅层和深层淤泥质亚粘土。
4	主要工程数量	主线桥桥长:1 314.52 m(不含一处匝道桥 246.24 m);拆迁:房屋 8 402 m ² ;软土处理长度:3 024 m;占地:77.2 hm ² (不含取土坑);路基总填方 1 711 292 m ³ ;总挖方 267 451 m ³ 。	主线桥桥长:1 279.44 m;拆迁:房屋 24 666 m ² ;软土处理长度:3 146 m;占地:79.58 hm ² (不含取土坑);路基总填方 1 639 115 m ³ ;总挖方 970 826 m ³ ,填挖方可适当平衡。
5	与城市规划的关系	离城市规划区域较近,给城市发展和规划的宁宜铁路留下的空间较小。	离城市规划区域距离合适,给城市发展留下的空间较大,另外给规划的宁宜铁路也留下了一定的空间。
6	对互通布设的影响	由于与溧广公路交叉的东侧民房较多,故对溧阳南互通布设有影响,互通布设在镇广公路西侧,主流向至杭州方向不顺捷。	有利于溧阳南互通布设,互通布设在镇广公路东侧,主流向至杭州方向顺捷。
7	概算金额	32 125 万元	32 717 万元
8	推荐意见	该路线方案平面顺捷,但离溧阳城区规划区域较近,且互通布设较困难。地方政府从城市规划的发展考虑,希望路线南移,初步设计作为比较方案。	该路线方案比正线方案长了近 300 m,但造价与正线方案相当,平面指标较高,与溧阳市城市总体规划协调较好,对互通布设有利,地方政府希望路线离规划城区远一点,初步设计作为推荐方案。



图 3 横山垭口至东墟段路线方案比较

老河口北、水西村西、新昌镇北、胡桥东,穿横山垭口,经老鹰山南、后同久北,至溧阳、宜兴交界处的西墟村北。继续向东,经溪稍南、大长村、水北村北,沿铜官山北麓向东,经梅东村,穿龙背山,在七庄附近跨蠡河后折向南,经定跨东,穿兰右山、梯子山后进入浙江境,与宁杭高速公路浙江段相接。溧水连接线起于宁高高速公路的骆家边,向东至桂庄与主线起点相接。通过宁高高速公路及南京机场高速公路,本项目一期工程可以达到南京至杭州全程高速贯通的效果。一期工程(含连接线)路线全长 114.139 km。

表 4 宜广公路至陶都路段路线方案比较

序号	评价内容	方案 A	方案 B
1	比较范围里程长度	14.759 km	14.729 km
2	地形、地物、地质	紧靠铜官山北麓下的环山公路,为典型的丘陵区,地形起伏,无不良地质问题。	路线稍北移,处于同一地质、地形区,地形起伏较小,无不良地质问题。
3	主要控制点	宜兴市城市规划、104 国道及新长铁路交叉点、殡仪馆、蓄能电站、武警部队、垃圾处理厂等。	宜兴市城市规划、宜兴市民兵训练基地、新长铁路宜城车站等。
4	平纵面线形	平纵面线形指标较高,组合良好。但由于地形起伏较大,部分路段填挖工程量较大。	平纵面组合较好,宜兴互通段由于 104 国道及新长铁路净高的要求,纵断面较高。
5	征地拆迁及公路、铁路等方面的关系	除宜兴互通处拆迁稍大外,居民拆迁较少,大量占用了山阴处的茶园。利用新长铁路路堑处跨越,但与 104 国道平交口相距较近。另一方面增加了 L4 的建设里程。	拆迁量有所减少,占用了部分良田,与新长铁路交叉处,新长铁路填高较大,与 104 国道改线段交叉角度不甚理想,宜兴互通设置条件稍好于方案 A,改线段利用该互通绕行距离加大,但缩短了 L4 的建设里程。
6	路网布局及与城市规划关系	两者在路网布局上无重大区别,该方案与城市规划配合较好,基本利用了城市规划的边缘或两镇之间的绿地通过,城市利用亦较为方便。	已进入宜兴市的城市规划区之内,对规划龙背山森林公园的影响较大。城市利用更为方便,但绕城段的过境交通组织有一些困难,甚至会影响城市交通。
7	环境影响	与铜官山结合较合,利用起伏的地形很好地与环境协调,未破坏龙背山森林公园大的布局;另一方面由于部分段落挖方工程量较大,对植被及自然生态会产生一定的负面影响。	同方案 A,在新老 104 国道之间采用了一段高架桥,对城市规划的干扰有所减小,但对龙背山森林公园的影响稍大。
8	概算金额	41 473 万元	52 284 万元
9	推荐意见	推荐方案 A	

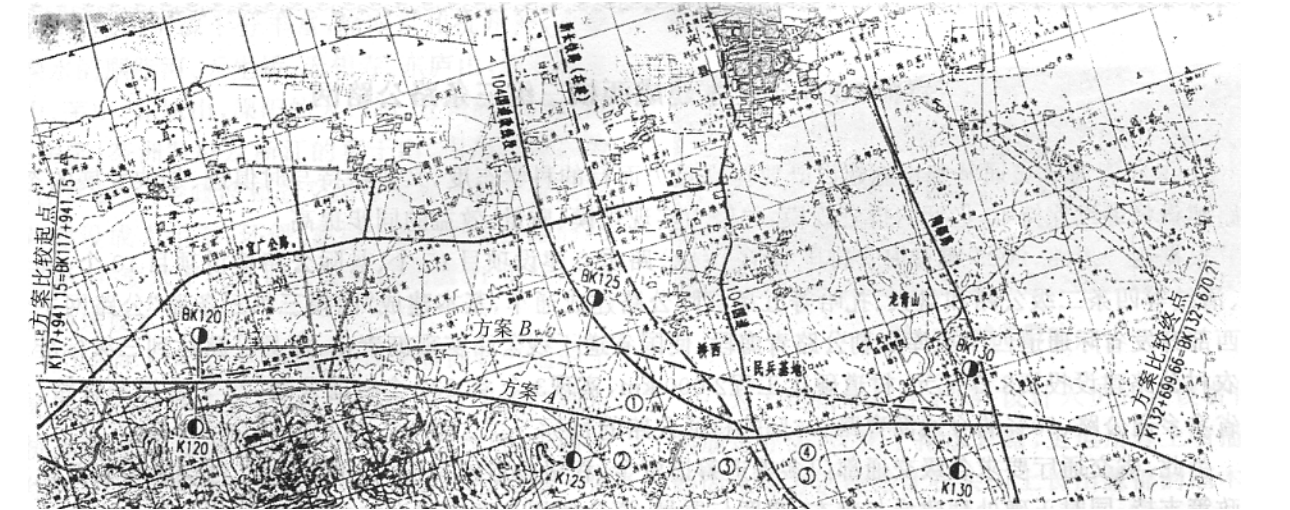


图 4 宜广公路至陶都路段路线方案比较

(2)纵断面线形设计及平、纵面组合设计。

纵断面线形设计时,综合考虑互通式立交、分离式立交、桥梁、通道、水文、地质和软土等因素,尽量采用部颁《标准》所规定的满足视觉要求所需的最小竖曲线半径以上值,竖曲线长度一般在 300 m 以上;同时,注重平、纵面线形的组合设计,力求平面线形

指标与纵断面线形指标间的协调,在平曲线和竖曲线组合时,尽力做到平包竖,以求获得良好的立体线形,并注意与自然环境的配合和沿线景观的协调。

4 降低路基填土高度的措施

项目区域位于平原水网区和低山丘陵区,初步

设计阶段着重就如何降低填土高度、减少填挖工程量进行了分析和探讨。

(1) 进行全线的水文计算分析,合理确定最小填土高度。

(2) 在进行平面线形设计及通道布设时综合考虑纵断面设计,如考虑在两乡村边缘通过,减少通道的布设数量;利用山脚坡地通过,减少地方道路与本路线横向交叉次数。

(3) 结合地形、地质条件考虑支线上跨的可能性。

(4) 有条件时进行通道的归并或适当下挖。

(5) 在高度受限制的地方采用建筑高度低的桥型方案,如一般中小桥采用 PC 空心板,一般大桥采用建筑高度较低的组合箱梁。

5 线形与环境的协调

(1) 线形设计时应充分考虑与环境的协调一致,利用自然地形,灵活掌握布设平纵面线形。

(2) 路线选线时,应加强对路侧山包的保护,以贴近而不破坏为原则。

(3) 路线选线时,应充分利用“借景、引景”的手法,将沿线的自然风光尽可能多地展示在乘客的视

线中。

(4) 线形设计应融入保护湿地、固土保水的理念。

6 结语

高速公路路线方案设计是高速公路各专业设计的重中之重,路线方案的选择对工程规模影响甚大,甚至对高速公路的营运养护产生极大的影响。笔者结合对宁杭高速公路选线的经历,总结高速公路选线应重视的几个方面:

(1) 以安全、经济的理念来选线;

(2) 以保护自然、贴近自然、尊重自然为原则,灵活运用技术指标;

(3) 对沿线区域的各项规划应充分了解掌握,使高速公路与之相协调;

(4) 对可能存在的路线方案,要做深入的比选论证,必要时应做同等深度的比较;

(5) 紧密结合高速公路网的现状及规划,合适布设路线走廊带;

(6) 路线方案设计者应具备高速公路其他专业的基本知识,路线方案拟定必须结合地质、路基、桥梁、互通、服务设施、路网规划等统筹考虑。

青海 2005 年基本建成两横三纵三条路公路网

2005 年青海省交通基础设施建设既要体现量力而行的科学态度,又要保持与时俱进、加快发展的态势,公路建设将继续保持 40 亿元的投资规模,并努力实现规模、质量、效益的同步提高。

根据这一思路,2005 年青海安排国省道干线公路重点建设项目 15 个、县际公路建设项目 10 个,确保察德、清结等四条二级公路和盘大、扎哈等五条县际公路建成通车,基本建成“两横三纵三条路”公路网主骨架和西部开发省际通道西宁至库尔勒公路青海段,使国省道干线公路实现沥青化,通县公路达到三级标准。安排农村公路建设投资 8.5 亿元、村道硬化工程 2 000 km,实现 3 个乡、232 个村通公路,25 个乡通沥青路。实现全省乡乡通公路、60% 的乡通沥青路、96% 的村通公路的目标。

为此,省交通厅要求各级交通部门多渠道筹措资金,积极争取国家投资、银行贷款、社会融资以及地方政府政策支持。同时正确处理建设与成本、速度与质量、资金使用与廉政建设的关系,确保建设资金安全和使用规范。

青海省今年将重点研究节约土地资源和保护环境问题,追求交通建设与自然环境的和谐统一,把以人为本的理念贯穿到工程设计、建设、管理等诸多环节,把侧重于考虑交通基础设施的功能性和管理的方便性,转移到更多考虑社会公众和管理对象的实际需求上来,努力提高交通基础设施的公共服务水平。