

# 宁杭高速公路排水系统设计

檀心福

(江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

**摘 要:** 排水系统设计是高速公路设计的重要组成部分,它对保证高速公路的使用性能和使用寿命具有十分重要的作用。针对宁杭高速公路江苏段排水系统,重点对中央分隔带排水、路面排水、路基边沟排水和路堑截水沟排水等方面的设计进行了介绍;此外,还结合高速公路排水系统如何与周围景观相协调,提出了一些设计原则和具体的工程措施,可供平原微丘区排水设计时参考。

**关键词:** 高速公路; 排水系统; 设计

## 1 工程概况

南京至杭州高速公路是我国“五纵七横”国道主干线上海至瑞丽段的重要组成部分,也是江苏省规划“四纵四横四联”高速公路网的骨架公路和重要的出省通道,该项目连接沪宁杭长江三角地区的南京、杭州两个重要省会城市,是江苏省首条“生态、环保、景观、旅游”高速公路。宁杭高速公路江苏段全长 152 km,采用双向六车道高速公路(部分按四车道高速公路)标准建设,计算行车速度:120 km/h,路基宽度:34.5(部分 28.0)m;路面:沥青混凝土路面;路基、桥涵设计洪水频率:1/100、1/300(特大桥);桥涵设计车辆荷载:汽车—超 20 级、挂车—120。

项目所在区域以平原夹垄岗地貌为主,海拔高程一般为 26~65 m,其中 K50+200~K52+500 为东庐山低山丘陵区,高程为 90~187 m。东庐山以西为秦淮河水系,以东为新桥河水系,水系不发育,以秦淮河和新桥河为主干,有卧龙、中山、贯庄、井塘与锁塘等 5 座水库,以及人工沟渠、水塘等。区域内为湿润的亚热带季风性气候,具有寒暑变化显著、四季分明、光照足、梅雨期明显、易洪涝的气候特征,年均气温在 15℃ 以上,日平均气温大于 10℃ 的天数为 230~245 d。主要气象灾害为春季多阴雨,伏秋多旱,秋季低温,汛期沿河湖圩排水不畅,易受洪涝威胁。鉴于该地区的气候特征,加强高速公路的排水系统设计显得尤为重要。

宁杭高速公路全线有填方路基和挖方路基,路界地表排水主要包括:中央分隔带排水、路面表面排

水和路基、路堑边坡坡面排水,以及有可能进入路界的毗邻地表水的排除。

## 2 中央分隔带排水

宁杭高速公路江苏段中央分隔带宽度为 3.0 m,中央分隔带内回填土,采用圆柱凸形表面,回填土表面植草绿化、植树防眩。对于降落在中央分隔带内的雨水,大部分可通过凸型的中央分隔带表面排到左侧路缘带上,再沿路面横坡经路基边坡汇集到路基边沟排出路界以外;少部分下渗到中央分隔带内部的下渗水,通过在中央分隔带底部设置 60 cm×20 cm 的矩形碎石盲沟排除。盲沟内全线贯通设置  $\phi 5$  cm 软式透水管以加快渗流速度;此外,在中央分隔带内沿路线每隔 40 m 设置一处  $\phi 11$  cm 横向塑料排水管,在塑料排水管道进水口处,碎石盲沟下设置 100 cm×60 cm×20 cm 集水槽。为加快下渗水的汇集和排除速度,当路线纵坡大于 0.3% 时,碎石盲沟沟底纵坡与路线纵坡相同,当路线纵坡小于 0.3% 时,对相邻的两个集水槽间碎石盲沟进行调坡,保证碎石盲沟底纵坡  $\geq 0.3\%$ 。

## 3 路面排水

宁杭高速公路江苏段沿线土质以粘性土为主,路基边坡采用生态防护(种植草皮、灌木等植被)并适当结合工程防护(预制六角块、衬砌拱等),具有较好的防冲刷能力。鉴于江苏省已建高速公路设置拦水带在暴雨期间会出现路表面积水现象,本工程的路

万方数据

表水采用沿路面横坡方向直接漫流至路基边坡方式排除。宁杭高速公路路面结构采用:4 cm 改性沥青玛蹄脂(SMA-13)+6 cm 中粒式沥青混凝土(AC-20 I 改良型)+8 cm 粗粒式沥青混凝土(AC-25 I 改良型),基层为36 cm 水泥稳定碎石,底基层为20 cm 二灰土。该结构层具有良好的防渗水性能,对于可能存在的少量路面下渗水,在水泥稳定碎石表面设置一层沥青封层,防止路面下渗水对水泥稳定碎石的破坏,保证路面基层具有足够的强度和耐久性。

#### 4 路基边沟排水

路基边沟设置的目的是为了排除路面、路基表面降水,防止雨水对路基产生冲刷,保证路基的稳定性。此外,为实现本项目提出的“生态、环保、景观、旅游”高速公路的目标,在路基边沟设计时,不能仅从工程角度进行边沟排水设计,更要注重将边沟设计与环境美化、景观效果相结合,并根据本地区的地理条件、土质类型、降雨量、边坡形式等因素进行综合分析,并积极吸收国内外排水工程的设计思想,学习和借鉴国内外在排水工程方面成功的经验,以合理确定边沟断面形式和几何尺寸。宁杭高速公路路基边沟设计主要依据以下原则:根据设计流量和设计流速等参数,合理确定路基边沟的几何断面形状和尺寸;边沟长度应尽可能短,使水流不过于汇集,力求做到及时疏散,就近分流;边沟的纵坡一般与路线纵坡一致,在局部地势较平坦路段,根据计算结果,以边沟不积水为原则,边沟的纵坡可降至0.3%以下;适当提高边沟底标高,以防止农田水倒灌;针对路基施工对沿线地形破坏较大,路基边沟还应根据现场实际情况进行调整。

根据以上原则,宁杭高速公路江苏段,填方段路基边沟最终采用顶宽为1.2 m、深为0.4 m、底宽为0.4 m的弧形边沟(断面见图1,实景见图2)。为提高边沟内在和外观质量,采用C30水泥混凝土冲压工艺进行预制,弧形边沟全断面由对称的两块组成,其底部采用5 cm C15小石子混凝土进行调平。挖方段路基边沟采用暗埋式矩形边沟(断面见图3,实景见图4),对于一般挖方段的暗沟,其顶部设置宽约50 cm的碟形汇水槽,暗沟底部采用水泥混凝土预制板,侧墙采用砖砌,顶部采用钢筋混凝土预制盖板,暗沟净宽40~60 cm,净高大于60 cm。为便于将路面积水通过其顶部的碟形汇水槽及时汇入暗沟内,沿暗沟纵向每隔30~40 m设置集水井,集水井

顶部设置带泄水孔的明盖板。此外,为防止地下水对路基的侵害,在暗沟底部还设置了宽40 cm、深50 cm的碎石盲沟,中央分隔带的下渗水通过横向排水,也引入碎石盲沟内排除。

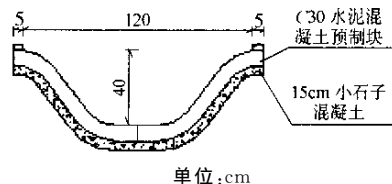


图1 弧形边沟断面示意



图2 路基弧形边沟

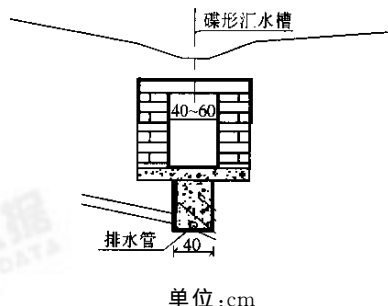


图3 暗埋式边沟断面示意



图4 暗埋式边沟

#### 5 互通区排水

宁杭高速公路江苏段所有互通的排水全部应用湿地处理系统替代传统的排水沟工程,是高速公路

互通排水系统的革新,是该工程景观设计的重要部分,也为今后高速公路的排水工程做了探索。宁杭高速公路所有互通区内侧边根据不同的土质条件以及填高放缓边坡,取消内侧边坡的浆砌和坡面防护工程,通过地形改造模仿自然排水,取消浆砌排水沟(实景见图5)。在互通区填、挖出各种各样的土丘与水塘,水塘通过涵洞与外相连,在涵洞设置截水沟以保持区内水位,这样营造了大量湿地景观,淡化人工痕迹,使人造工程返补归真,体现了工程设计、建设观念的进步(实景见图6)。

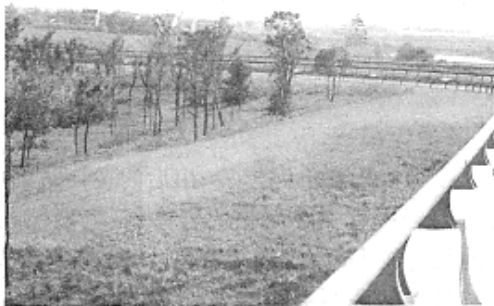


图5

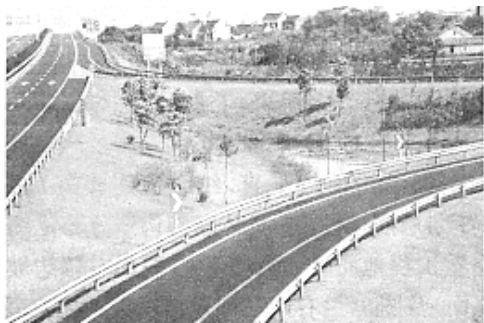


图6

## 6 路堑坡顶和台阶截水沟排水

宁杭高速公路东庐山等路段为挖方段,针对路堑边坡的降水,在路堑边坡坡顶台阶内侧设置截水沟进行拦截,截水沟中的积水,一般不引入路基边沟,尽可能引出路基范围以外排除,出水口尽量远离路基范围,以减小对总体景观的影响。但对于个别汇水量较小,出水口确定有困难的路段,才将截水沟中的积水通过暗埋式管状急流槽汇入路基边沟中。为排除路堑坡顶以上部分的山体降水,在路堑坡顶以外(大于50 m)设置截水沟,截水沟一般沿等高线方向布设,根据水文计算,断面尺寸根据需要采用

40 cm×40 cm、60 cm×60 cm两种型式,截水沟沟底采用C20水泥混凝土现浇,侧墙采用砖砌,并用M10水泥砂浆抹面。

## 7 挖方段边坡地下水处理

对边坡的地下水处理,设计采用“防治结合,以防为主”的原则,按照高速公路整体景观要求恢复地貌及植被,防止潜在的滑坡可能性。由于宁杭高速公路穿越苏、浙、皖交界处的丘陵山区,沿线景色秀美,风景怡人。根据省委、省政府的要求,要将宁杭高速公路建成“生态、环保、旅游、景观”路,在确保路堑边坡稳定的前提下,尽量保证边坡处理后与周围环境景观相协调。因此地下水处理方案的确定首先在于确保路堑边坡工程稳定,避免边坡在地下水的作用下产生滑动面而影响高速公路的运营。

对于重点路段(如宜兴兰右山),为防止雨水进入和有效排除路堑边坡内渗水,分别在距路堑坡顶以下10 m、有泥岩夹层处距泥岩顶面以上50 cm处设置排水管。距路堑坡顶以下10 m处,钻孔直径不小于100 mm,排水管采用高密度聚乙烯(HDPE)双壁打孔波纹管,内径72 mm,波纹管外包2层透水土工布,出口末端采用直径为7 cm的速排龙填塞。管长5~6 m,斜度5°~10°,水平设置间距5 m左右。有泥岩夹层处距泥岩顶面以上50 cm处则管长增加到10 m左右。

## 8 线外排水和服务区污水处理

线外排水系统充分考虑原有地形、地貌,尽量不破坏原有水系,避免明显改变地表水径流机制。对受公路切割的土地水系有完整的、系统的恢复设计。高速公路各管理、服务设施均设有满足污水处理要求的地理式污水处理设备,各种生产、生活污水不直接排入农田、河流、湖泊,经净化处理达标后方外排至湿地或为高速公路绿化养护用水。如天目湖服务区采用了先进的中水回用技术处理生活污水,处理后的污水再利用于浇花、洗车、冲厕,是“节约用水”、“一水多用”的重要环保措施。

## 9 路肩排水

对于路堤边坡高度大于3 m路段的路面积水,沿路线纵坡和路面横坡漫流至硬路肩外侧设置的集水沟(见图7),并通过纵向间距为15~20 m的急流槽汇至路基边沟,排出路基之外。对于路堤边坡高度



文章编号: 0451—0712(2005)03—0096—05

中图分类号: U416.13

文献标识码: B

# 宁杭高速公路兰右山段 路堑边坡防护及排水设计

李 浩, 孙海军

(江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

**摘 要:** 通过对宁杭高速公路兰右山段地质条件分析及路堑边坡稳定性研究, 介绍了高速公路特殊地质条件下路堑边坡的防护及排水设计。

**关键词:** 高速公路; 路堑边坡; 稳定; 防护; 排水

宁杭高速公路(江苏段)为国道主干线上海~瑞丽公路南京~杭州连接线的重要组成部分, 同时也是江苏省“四纵、四横、四联”高速公路网的“纵四”和重要的南部出省通道。兰右山段为双向 6 车道高速公路, 路基宽度为 34.5 m, 设计行车速度为 120 km/h。

## 1 地质概况

兰右山段位于低缓剥蚀丘陵区, 区内山脊海拔高程为 50~60 m。该段高速公路采用路堑通过, 全段开挖长度约为 500 m, 最大开挖高度 30 余 m。兰右山为宜兴市南山、白泥山向东延伸的余脉, 东临太湖, 山体走向近东西向, 山脊海拔高度为 50~60 m, 由西向东逐渐降低, 山体北坡较陡, 南坡平缓, 主要为泥盆纪砂岩构成的剥蚀丘陵区。该段地表植被较发育, 以低矮灌木为主, 近地表岩层风化强烈。兰右

山段遍布露天采石(陶土)场及废料堆, 采掘工作面长达数百米, 由于开采泥岩层, 山后的坡面被削成直面, 且部分岩层有一定面积的岩体剥落、崩塌, 原始地形、地貌有较大改变。从原地表及开挖后的地质勘查发现, 该路堑段断裂构造较发育, 主要有 4 处, 分别为 F1、F2-1、F2-2 和 F5。其中 F1 断层横贯兰右山北坡, 该断层规模大, 延展性好, 走向近东西向(N85°E); F1 断层面倾向北, 倾角 70°~80°; F1 断面上盘为侏罗系火山凝灰岩、凝灰质砂岩, 下盘为泥盆系五通组石英砂岩夹泥岩, 上盘相对下降, 兼有水平位移分量, 其性质属于“平移—正断层”。F2-1、F2-2 断层结构面较平直, 结合程度较好(钙质胶结)。F5 断层规模较小。具体断裂构造分布见图 1(兰右山路堑工程地质平面)、图 2(兰右山右幅边坡工程地质立面)及图 3(兰右山左幅边坡工程地质立面)。

收稿日期: 2005—01—10



万方数据

图 7

小于 3 m 路段的路面积水, 沿路线纵坡和路面横坡直接通过土路肩、路基边坡汇入路基边沟, 排出路基之外。

## 10 结语

宁杭高速公路江苏段排水系统的设计, 不但考虑了边沟自身的排水需要, 同时边沟设计力求与高速公路总体景观相协调, 尤其挖方段暗埋式边沟的设置, 增大了路堑边坡的绿化面积, 拓宽了驾乘人员的绿化视角, 增加了行车的安全感, 为路堑段外侧防撞护栏的取消创造了条件, 取得了良好的效果。