

市政道路下穿高速公路设计方案探讨

袁立坤

中国轻工业武汉设计工程有限责任公司 湖北 武汉 430071

摘要: 本文以某市政道路工程为实例,对城市道路通道下穿高架桥的方案制定与设计过程进行剖析。按照安全、耐久、适用、环保、经济和美观的原则^[1],城市道路工程设计应根据城市总体规划、城市综合交通规划、专项规划,考虑社会效益、环境效益与经济效益的协调统一,遵循和体现以人为本、资源节约、环境友好的设计原则^[2]。本工程通过科学分析与设计,实现了工程建设目标。

关键词: 市政道路;下穿;高架桥;U型槽

引言

随着城市发展日新月异,城市交通需求迅猛增长,城市道路建设中,城市道路下穿既有道路、铁路的情况非常普遍。一般而言,道路交叉方案需要充分考虑现有地形地貌,结合道路远期规划及近期功能需求,根据交通组织设计及交通工程要求,处理好人、车、路、环境之间的关系^[3]。实际工程设计中,宜提出多个方案综合对比,选择可实施性、经济性较好的方案。

1 项目概况

根据城市规划文件,本工程城市道路等级为次干路,规划红线宽度为60m=20m(道路)+20m(雨水箱涵,上部绿化)+20m(道路),为双循环道路。根据业主要求,工程分阶段实施,近期仅实施单侧市政道路的机动车道(双向两车道)。设计车速:30km/h。本工程与既有绕城高速高架桥立体交叉。根据测绘图纸及现场踏勘结果,高速高架桥的桥下净空不足。高速高架桥底面标高22.89m,桥下自然地面标高19.35m~19.58m,现状净空3.31m~3.54m。该净空无法满足市政道路净空4.5m的要求。

本工程平行于既有河道,位于河道北侧,高速高架桥为南北走向,横跨河道及本项目红线范围。该高速高架桥为南北走向。桥梁总长1297.57m,孔径跨距为16*30+27*30.15m。该桥梁上构为预应力混凝土简支T梁桥,下构为桩柱式桥墩。本工程所在桥梁单孔跨距为30m。桩柱桥墩为圆形,直径1.5m。高架桥的桥面总宽度为28.0m。

本工程平行于既有河流。该河流东西走向,是本区域内雨水排放的主要通道,当前河流底面宽度约15.0~17.0米,河道两侧为土质边坡,人工种植大量水杉树林。根据城市雨水排放专项规划,该河道远期规划为排水暗渠,本工程所在位置箱涵底面标高约为16.55m,箱涵横断面B×H=4.0m×2.0m。河道当前状况为开放式排灌渠,短期内不会封闭做箱涵。现阶段明渠控制最高水位19.483m,控制常水位18.483m。

2 通道下穿设计方案

(1) 主要技术标准、规范及设计原则

主要技术标准如下^[1-7]:

道路等级:次干路;	结构安全等级:一级,重要性系数 $\gamma_0 = 1.1$;
设计荷载:城-A级;人群:3.5KPa;	结构抗渗等级:不低于P8
设计基准期:100年,结构使用年限:100年	通风方式:自然通风
建筑限界:按《城市道路设计规范》(CJJ37—2012)	抗浮水位:以地面标高作为最不利水位标高
地震设防参数:地震动峰值加速度系数0.05g,基本烈度6度;按7度设防;	

设计原则如下:

设计应满足道路的主要技术指标,尚应考虑地形、工程地质条件、周边环境等因素。

本工程分阶段实施。应依据规划做出总体设计方案,再根据近、远期实际情况进行分期修建设计。应使前期工程在后期仍能充分利用,并应为后期工程的修建留有控制余地和创造有利条件。

本工程上部为高速公路,施工期间确保高速公路的

正常通车。

(2) 工程地质条件

拟建场地内除表层为填土(Qm1)外,覆盖层为第四系全新统湖积(Q4l)的淤泥层、冲积(Q4al)的黏性土层、冲湖积(Q4al+1)的淤泥质黏性土层、黏土层及第四系上更新统冲积(Q4al)的砂土层。线路区未见全新断裂构造,无崩塌滑坡泥石流等地质灾害分布;主要特殊性岩土为地表填土、软土。素填土主要由黏性土组

成, 含少许碎石、细砂及植物根系, 结构松散, 力学性质不均, 堆积年限大于10年。素填土和杂填土主要分布于农田段, 透水性较强, 工程性质差。软土以淤泥质土为主, 现状为鱼塘。

(3) 工程方案比选

根据现场实地踏勘情况, 结合勘察测量资料, 本工程通道下穿既有高架桥方案如下:

1) 方案一: 土槽通道下穿。

现有桥梁底面标高22.89m, 地面标高19.35m, 桥下现有净空约3.54m。设计道路标高顶面控制在18.35m即可满足4.5m净空需求。即现有自然地面下挖1.0m。

土槽通道下穿做法如下:

沿道路平面线型, 于自然地面向下明挖, 开挖深度为1.66m(含路面结构层), 开挖至设计标高后施工路面结构。车道两侧设置排水沟, 于最低处设置雨水井, 并埋设排水管将雨水自流排放至南侧河流。土槽两侧边坡坡度1:1.5, 采用砌块护砌, 边坡顶部设置砖砌截水沟, 路侧边坡喷播植草护坡。

方案优点: 该方案最大的优点就是造价极为低廉, 施工难度小。不影响上部高架桥的正常通行。施工工期短。

方案缺点: 本方案容易积水, 当河流的水位上涨, 超过路面标高时, 河水将通过排水管倒灌进入通道内, 影响道路通行。

2) 方案二: 土槽+支挡结构通道下穿。

在方案一的基础上, 道路两侧设置支挡结构, 不放坡, 减小道路两侧影响范围, 增加道路边缘到桥墩的距离。且通过设置支挡结构, 提高道路边坡的稳定性。支挡结构采用块石砌筑的重力式挡土墙, 石料的抗压强度不小于MU30, 重度不小于20kN/m³。砌筑砂浆采用M7.5水泥砂浆。墙顶宽度0.5m, 墙底部宽度1.5m, 墙体基础标高平路基顶面标高。墙身沿长度方向间距10m设置伸缩缝, 墙体预埋泄水孔。道路两侧沿挡土墙的墙脚设置排水沟, 排水沟最低点设置雨水井, 通过预埋雨水管, 将雨水井中的雨水排放至南侧河流中。

方案二优点: 施工难度极小, 造价相对低廉。且不影响高速正常通行。

缺点: 本方案非常容易积水, 当河流的水位上涨, 超过路面标高时, 河水将通过排水管倒灌进入通道内, 影响道路通行。

3) 方案三: U型槽通道下穿。

钢筋混凝土U型槽被广泛应用于市政道路、公路等以路堑下穿方式与既有桥梁、铁路垂直交叉的情况。钢筋混凝土U型槽具有的刚度大、稳定性好、挡水性能优异的特

征, 对于城市道路沿线地下水的水位较高, 且难以永久性的降低水位的工况下, 钢筋混凝土U型槽应用效果较好。

本工程可采用钢筋混凝土U型槽, 降低路面标高, 从高架桥下部横穿。U型槽总长度约150m, 路面纵断面最大坡度按2%控制, U型槽内道路横断面组成为: 0.5m路缘带(含边沟)+7.0m机动车道+0.5m路缘带(含边沟)=8.0m。城市道路两侧的人行道从U型槽外高架桥下自然地面处下穿高架桥, U型槽内不设置人行道。本工程路面最低点为自然地面以下1.0m, 考虑到路面结构层厚度及道路两侧的排水沟深度, U型槽两侧挡墙垂直直挡高度为1.45m。为避免两侧自然地面雨水进入U型槽, 两侧挡墙顶面标高抬高0.3m, 即挡墙垂直高度1.75m。挡墙厚度为0.3m。U型槽底板厚度0.5m, 两侧宽出挡墙0.8m。U型槽所在路段地基存在淤泥层, 需要对地基进行处理, 综合考虑到淤泥层厚度较小, 且U型槽本身就需要下挖, 路基处理措施可采用换填垫层法, 即全部挖除淤泥层, 换填砂砾垫层, 砂砾垫层材料可采用中砂、粗砂、砾砂和碎(卵)石, 砾料粒径不宜大于50mm; 不宜含植物残体等杂质, 其中黏粒含量不应大于5%, 粉粒含量不应大于25%。换填垫层厚度0.8m。U型槽采用C35自防水混凝土, 抗渗等级P8, 底板下设置20cm厚C15混凝土垫层, 钢筋采用HRB400钢筋。本工程抗浮设防水位为自然地面, 抗浮措施采用自重抗浮, 局部混凝土压重。考虑到本工程地下水位较高, U型槽应相应考虑防水措施, 具体措施以混凝土自防水为主, 柔性防水层为辅, 对变形缝, 施工缝等特殊部位采用多道防线处理的全封闭密闭防水, 遵循“以防为主, 刚柔并济, 因地制宜, 综合治理”的原则^[8-9]。槽身采用C35防水混凝土, 迎水面喷涂两遍环保化学渗透型混凝土水凝胶防水剂, 在结构外侧采用高分子自粘胶膜防水卷材, 外敷400g/m²无纺布。为防止施工回填对防水层的破坏, 侧壁设置7cm厚泡沫塑料板。U型槽每20~30m设一道变形缝, 变形缝宽20mm, 采用橡胶止水带止水, 聚乙烯闭孔泡沫防水板嵌缝, 侧墙采用聚氨酯密封胶封口, 底板采用AC-10C细粒式沥青砼封口。变形缝两侧各1m范围内采用粘土回填, 回填需在结构混凝土强度达到设计强度的80%后方可进行。对于通道内雨水排放, 道路两侧设置排水沟, 进出口处设截水沟, 于最低点设置雨水井, 雨水通过管井收集后, 采用一体化泵站抽排至南南侧河道。

方案三优点: 施工难度小, 造价相对低, 工期较短。不影响高速正常通行。在采取抽排措施后, 可以保证道路全天候通行。

缺点: 雨水泵站后期运营会产生维护费用。

方案对比表

方案	方案描述	造价	对高速影响	工期	施工难度	运营维护与使用
方案一	土槽	造价最廉	不影响通行	工期短	极易	路面低于控制常水位，土槽内可能长期积水，影响通行。
方案二	土槽+支挡	相对经济	不影响通行	工期短	极易	路面低于控制常水位，土槽内可能长期积水，影响通行。
方案三	U形槽	相对经济	不影响通行	工期短	相对容易	降雨后，道路积水需要抽排。能保证全天候通行。

通过方案对比，方案一、方案二可作为短期临时方案，本次设计应考虑远期结合，故不建议采用。方案三U型槽本身具有防水抗渗的特点，在南十三支沟水位高于路面时，可避免地下水进入U槽，仅需控制U槽内雨水即可。本项目最终采用方案三，钢筋混凝土U型槽通道下穿高架桥。

3 照明与通风设计

在市政道路下穿高速公路的设计中，照明和通风设计是确保道路安全、舒适的关键环节。

(1) 照明设计：下穿路段常常因为上方的高速公路遮挡，导致自然光线不足，特别是在夜间和阴雨天气，视线可能受到影响。照明设计要考虑光线分布均匀，避免眩光和阴影，为节能和环保，可以优先选择LED等高效、长寿命的照明设备。照明系统可以采用光控或时控方式，根据实际需要自动调整亮度或开关。

(2) 通风设计：对于密闭空间需要进行通风设计。常见的通风措施包括自然通风设计和机械通风。本工程高架桥的桥面宽度28m，且建设场地周边为空旷农田，通风条件良好，采取自然通风。

4 交通安全设施设计

在市政道路的建设中，交通安全设施是保障行车安全的重要组成部分^[10]。

本工程道路通行空间受限，上部为高速高架桥，道路两侧为高架桥的桥墩，应采取合理的交通安全设施，保障通行车辆安全，避免意外事故破坏高架桥。本工程在下穿路段前后均设置限高架、防撞桶，避免超限车辆的不利影响。

本工程道路竖曲线的变化较大，应通过交通安全设

施的合理设置来限制通行车辆的通行状态。通过设置相应的交通标志，明确车辆的行驶方向和限速要求；在入口和出口处设置指示标志，注明下穿路段起点和终点。通过合理划设车道线，避免车辆超车与变道，确保交通流畅和行车安全。通过设置护栏，防止车辆偏离道路、闯入对向车道，根据本工程沿线护栏类型，可统一采用波形梁护栏。在下穿路段的出入口、弯道等危险区域，设置防撞桶，有效吸收车辆碰撞能量，减轻事故后果。

5 结论

市政道路与既有高架桥的交叉设计是一个综合性的工作，涉及多个因素和细节。在设计中，需要充分考虑现有地形地貌，结合道路远期规划及近期功能需求，综合对比，科学合理的选择可实施性、经济性较好的方案。

参考文献

[1]JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》[S]
 [2]CJJ 37-2012《城市道路工程设计规范（2016年版）》[S]
 [3]CJJ152-2010《城市道路交叉口设计规程》[S]
 [4]CJJ11-2011《城市桥梁设计规范（2019年版）》[S]
 [5]JTG B02-2013《公路工程抗震规范》[S]
 [6]JTG/T 2231-01-2020《公路桥梁抗震设计规范》[S]
 [7]GB 55030-2022《建筑与市政工程防水通用规范》[S]
 [8]JTG 3362-2018《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》[S]
 [9]JTG 3370.1—2018《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》[S]
 [10]JTG D70/2-2014《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》[S]