

桥梁桥面排水事故池设计研究

吕丽萍, 钟凯强

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要:传统的桥梁桥面排水采取直排入河或入江的排水系统已不能满足现今愈来愈高的环保质量要求。针对跨越敏感水体的桥梁排水,为避免初期雨水及发生交通事故导致液体危险品泄漏直接排入水体造成水环境污染,结合工程实际,对跨水体桥梁桥面排水进行有组织排放设计,探讨了桥面收水设施的设置、事故池容积的计算及事故池工艺的设计,研究结果可为新建跨敏感水体的桥梁排水设计提供参考。

关键词:桥面排水;危险品泄漏;初期雨水;事故池

中图分类号: U443.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)10-0174-03

0 引言

随着我国经济水平的不断提升,机动车保有量逐年增长,各类交通事故发生频繁^[1]。其中,运输液态危险品车辆发生交通事故造成危险化学品泄漏进入敏感水体而造成水环境污染问题是社会关注的焦点问题,也引起了相关部门的高度重视。2007年国家环境保护总局下发的文件《关于加强公路规划和建设环境影响评价工作的通知》中明确规定:为防范危险化学品运输到来的环境风险,对跨越饮用水水源二级保护区、准保护区和二类水体以上水体的桥梁,在确保安全和可行技术的前提下,应在桥梁上设置桥面径流水收集系统,并在桥梁两侧设置沉淀池,对发生污染事故后的桥面径流进行收集处理,确保饮用水安全。因此,在设计跨敏感水体的桥梁时,合理且完善的桥面径流收集系统的设计是不可缺少的^[2]。

本文通过对实际跨敏感水体桥梁工程项目进行分析,针对桥面径流收集系统进行设计,对初期雨水及由交通事故导致泄漏的液体危险品进行有组织的排放,避免对敏感水体造成污染。

2 工程项目概况

水南二桥位于福建省建瓯市古城中心区,是古

城片区与水南片区的重要连接通道。本项目拟建范围北起规划江滨路,南至水南江滨路,道路红线宽36 m。本项目跨越松溪,并在松溪处设桥梁,桥梁跨径布置长190 m。道路红线宽36 m,包含两头接线,工程范围约307 m,桥面纵坡2.9%,横坡2%。

根据建瓯市环保局针对水南二桥工程环境影响报告表的审批意见,水南二桥工程建设项目应按“雨污分流、达标排放”原则,建设完善的排水系统、事故池等,路面雨水通过封闭排水管道接入周边排水系统,做好日常排水、应急设施的巡检和养护工作,严格管理车辆行使,严禁污染物直接或间接污染松溪,确保项目沿线地表水水质达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中的Ⅲ类标准。

3 桥面径流收集系统设计

3.1 设计标准

(1)暴雨强度计算公式

暴雨强度公式采用建瓯市暴雨强度公式计算。

$$q = \frac{2\,787.609 \times (1 + 0.528 \lg T_e)}{(t + 8.614)^{0.787}} \quad (\text{L/s} \cdot \text{hm}^2) \quad (1)$$

式中: q 为暴雨强度, $\text{L/s} \cdot \text{hm}^2$; T_e 为设计暴雨重现期,本次雨水工程设计桥面暴雨重现期取10 a; t 为降雨历时,min。

$$t = t_1 + t_2$$

式中: t_1 为地面集水时间,根据计算,取5 min; t_2 为管内流行时间,min。

(2)雨量计算公式

收稿日期: 2023-12-29

作者简介: 吕丽萍(1992—),女,硕士,工程师,从事市政给排水设计工作。

根据《室外排水设计标准》(GB 50014—2021)^[3]第4.1.7条规定,雨水设计流量 Q_s 计算公式如下:

$$Q_s = q \times \psi \times F \quad (2)$$

式中: Q_s 为雨水设计流量,L/s; ψ 为径流系数,本工程范围内的桥面径流系数采用 $\psi=0.90$; q 为设计暴雨强度,L/s·hm²; F 为汇水面积,hm²。

3.2 桥面雨水收集

桥面双向机动车道沿纵向每隔10 m设置集水井,在正常情况下,桥面雨水径流进入集水井后通过 $\phi 250$ PVC泄水管接入地面排水系统进行有组织排放。桥面机动车泄水管断面布置、桥台位置泄水管立面布置分别如图1、图2所示。

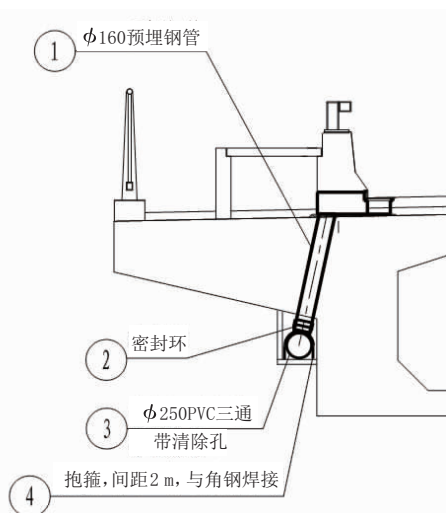


图1 机动车道泄水管断面布置

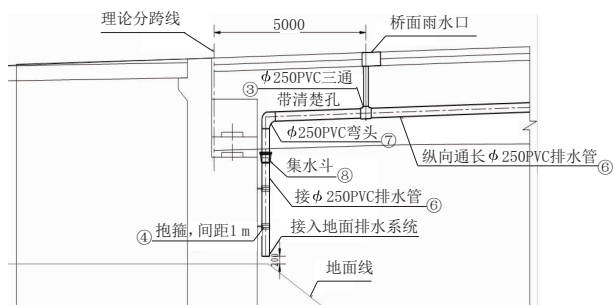


图2 桥台位置泄水管立面布置

3.3 事故池设计

为实现松溪污染防治目标,按照雨污分流、清污分流及达标排放原则,在水南二桥桥面径流排入自然水体前需先经事故池调蓄处理,以免降雨初期地表污染物及液体危险品泄漏对水体造成污染。

本工程桥梁总长190 m,根据桥梁纵坡特性,本次设计于水南二桥两侧桥头各设事故池一座,单座事故池容积按半幅桥面收水计算。

3.3.1 事故池容积确定

事故池的最大设计容积的确定应根据事故池实

际功能分情况考虑。

(1)无事故发生时需要收集初期雨水。此时事故池容积 V_1 需满足桥面汇水面积内的雨水量。

$$V_1 = 10 \times D \times F \times \Psi \times \beta \quad (3)$$

式中: V_1 为调蓄池有效容积,m³; D 为调蓄量,mm,按降雨量计,可取4~8 mm; F 为汇水面积,hm²; Ψ 为径流系数; β 为安全系数,可取1.1~1.5。

本工程中,调蓄量 D 以5 mm计,径流系数取0.9,则每公顷蓄水量为45 m³。水南二桥半幅桥长95 m,道路红线宽36 m,桥面面积 $F=0.342$ hm²,则事故池体积 $V_1=15$ m³。

(2)无降雨时发生危险品泄漏。此时事故池容积 V_2 需满足泄漏液体化学品的体积 V_a 及处理现场事故冲洗水 V_b 之和。

经市场调查发现,目前中国常见液态危险品运输车辆主要有运油品的槽罐车和化工液体运输车,容积在2~50 m³,较常见的多在30 m³以下^[4]。迄今为止,国内对危险品运输车辆发生事故时危险品泄漏量概率尚无研究结果;国外对油罐车发生事故时不同泄漏量的概率研究结果表明油罐车发生泄漏事故是小概率事件,且一般事故造成的泄漏量多在几个立方米^[5]。设计时按最不利情况考虑,本工程按一次事故产生液态危险品泄漏体积 $V_a=30$ m³计算。

危险品泄漏后须进行冲洗。冲洗水量计算参照《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2019)^[6]第3.2.2条规定,地面冲洗水量按每平方米3 L计算,则泄漏事故发生后水南二桥需要冲洗的面积按桥长95 m计算,产生的冲洗水量 $V_b=95 \times 36 \times 0.003=10.3$ m³。

因此,此种情况下,事故池容积 $V_2=V_a+V_b=40.3$ m³。

(3)有降雨时发生液体危险品泄漏,降雨可作为冲洗水,故此种情况下不考虑冲洗水,事故池体积主要考虑液态危险品泄露体积 V_a 及受污染雨水径流量。本工程受污染雨水径流量按桥面初期雨水量考虑,后期清洁雨水可经岔道管溢流,排入江滨路雨水管道系统。设此时事故池容积为 V_3 ,则此种情况下:

$$V_3 = V_a + V_1 = 45 \text{ m}^3$$

综合上述计算,结合实际情况,考虑风险因素及最不利状态,本次事故池设计有效容积45 m³。

3.3.2 事故池工艺设计图

根据3.3.1事故池容积计算结果,确定事故池平面尺寸为3 m×5 m,池深约6.5 m,有效水深3.0 m,池壁厚0.3 m,底板厚0.30 m,桥面排水入地连接调

蓄池段管道管径为 DN300。事故池平面图与剖面图如图 3 至图 5 所示。

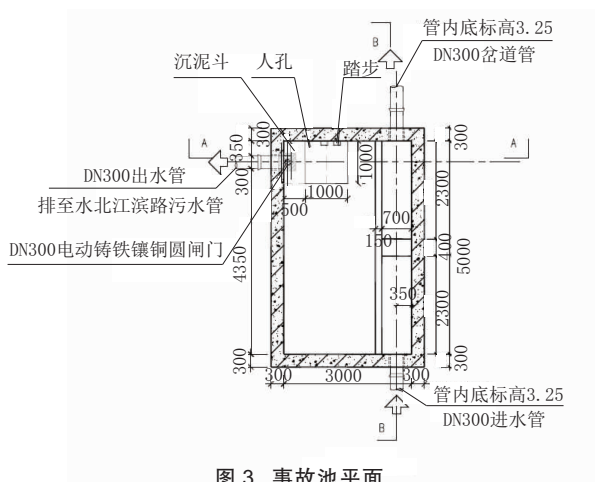


图 3 事故池平面

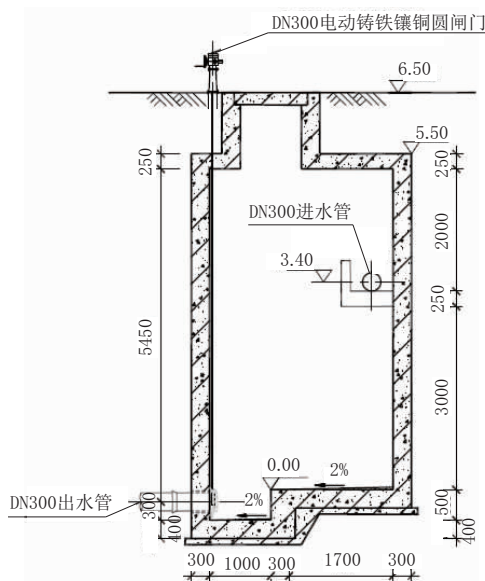


图 4 事故池 A-A 剖面

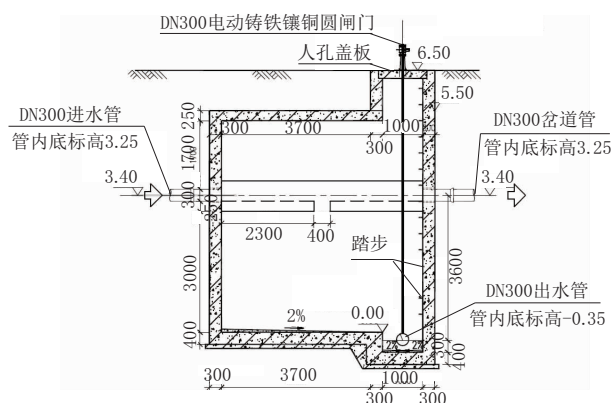


图 5 事故池 B-B 剖面

如图 3~图 5 所示,事故池内设置进水管、出水管及岔道管。正常情况降雨时,初期雨水经进水管流入事故池蓄积。待降雨结束后,初期雨水通过电动闸门控制经出水管排入江滨路或水南江滨路市政污

水管道系统。当降雨量达到事故池有效容积水位时,雨水水质较好,雨水可经岔道管溢流,排入江滨路雨水管道系统。发生事故时,关闭调蓄池出水管闸门,启动应急预案,用沙包袋封堵路面防止危废水流入桥两侧路面或雨水口。将危废水引入池中。污染物随冲洗水通过桥面排水系统进入调蓄池后,调蓄池内的废水及沉砂通过泵抽至池外,同时槽罐车配合外运处置。

4 事故池施工及运行维护注意事项

(1)池体为现浇钢筋混凝土结构,需做好防腐措施。

(2)本次工程设计中,正常情况下,事故池收集初期雨水,兼具雨水沉砂池功能。因此,在事故池运行期间,应定期维护,清掏池内沉砂。

(3)调蓄池为地下全封闭式结构,池顶设置检修人孔,检修人孔盖板下方应设置防坠网,防止人员跌落。在运行维护期间,人工进入事故池内清掏前,需充分做好通风工作,并待毒气监测合格后,严格按照有关规程操作。入口设置钢筋混凝土盖板。该调蓄池闸门为无人值守型,为保证设备的正常使用,平时需加强巡视和维护。

(4)在两侧桥头应设置明显标示牌,明确化学危险品车辆发生事故后应急处理措施。事故池周围应设警示标志并设置围栏。

5 结 语

桥面排水事故池的设计重点在于事故池容积的确定,而事故池容积的确定取决于事故池的功能。因此,在做桥面排水事故池设计时,应当结合环评要求,明确事故池的功能,再根据事故池不同运行工况来计算事故池有效容积。

本次设计针对水南二桥桥面雨水集流系统设计,既能收集桥面初期雨水,也可以确保桥面排水通畅。同时,也能满足环评要求,有效应对跨水体桥梁上因交通事故等原因造成的突发的液体危险品泄漏问题,能较为全面、系统地对清、污进行分离、收集和处理,具有现实意义。

参考文献:

- [1] 杨云峰,赵剑强.公路建设项目水环境风险评价方法[J].长安大学学报(自然科学版),2006,26(3):84-86.
- [2] 曾志刚.西固黄河大桥雨水集流系统设计[J].城市道桥与防洪,2014(8):149-151.
- [3] GB 50014—2021,室外排水设计标准[S].

上的受力最大,分别为 $\sigma_{\text{tmax}}=24.0\text{ MPa}$ 、 $\sigma_{\text{cmax}}=-23.7\text{ MPa}$;而在钢箱梁落梁至永久支撑时即成桥时,在钢箱梁的上翼缘产生最大拉应力 $\sigma_{\text{tmax}}=34.9\text{ MPa}$,在钢箱梁的下缘产生最大压应力 $\sigma_{\text{cmax}}=-40.6\text{ MPa}$,如图8、图9所示。

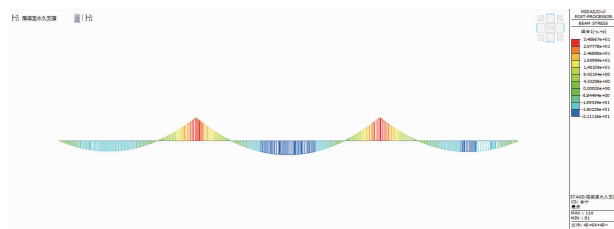


图8 落梁至永久支撑阶段上缘应力图(钢箱梁:34.9/-21.1 MPa)

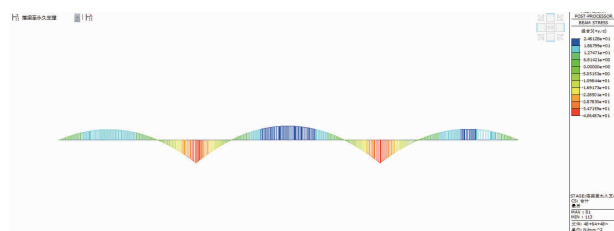


图9 落梁至永久支撑阶段下缘应力图(钢箱梁:24.6/-40.6 MPa)

3 结 语

本文通过对顶推施工项目进行仿真模拟,确保了主梁与导梁满足相关规范要求,为在4层立体交通的复杂条件下进行顶推施工提供了安全依据,分析过程可为类似项目提供借鉴意义。根据项目模拟得到以下结论:

(1)在钢箱梁拼装阶段,拼装第二节钢箱梁时,导梁和钢箱梁所受的拉压应力同时达到最大值,导梁

的拉压应力分别为 $\sigma_{\text{tmax}}=39.6\text{ MPa}$ 、 $\sigma_{\text{cmax}}=-39.6\text{ MPa}$,钢箱梁的最大拉压应力分别为 $\sigma_{\text{tmax}}=18.2\text{ MPa}$ 、 $\sigma_{\text{cmax}}=-21.2\text{ MPa}$,均满足相关规范要求,保证了施工的安全性;

(2)在钢箱梁顶推至顶推支墩前但还未上墩的最大悬臂阶段,导梁在各段钢箱梁顶推悬臂状态下的受力基本不变,其最大拉压应力分别为 $\sigma_{\text{tmax}}=40.2\text{ MPa}$ 、 $\sigma_{\text{cmax}}=-39.7\text{ MPa}$,钢箱梁的最大拉压应力分别为 $\sigma_{\text{tmax}}=19.9\text{ MPa}$ 、 $\sigma_{\text{cmax}}=-23.3\text{ MPa}$,均满足相关规范要求,保证了施工的安全性;

(3)在钢箱梁顶推至顶推支墩之上及成桥阶段,导梁在第二个顶推支墩之上的受力最大,其拉压应力分别为 $\sigma_{\text{tmax}}=24.0\text{ MPa}$ 、 $\sigma_{\text{cmax}}=-23.7\text{ MPa}$;在钢箱梁落梁至永久支撑时即成桥时,钢箱梁的受力最大,其最大拉压应力分别为 $\sigma_{\text{tmax}}=34.9\text{ MPa}$ 、 $\sigma_{\text{cmax}}=-40.6\text{ MPa}$,均满足相关规范要求,保证了施工的安全性。

参考文献:

- [1] 胡青松,刘坤鹏,徐军,等.大跨度网状吊杆钢箱拱桥顶推施工技术[J].公路,2021,66(4):115-118.
- [2] 易翔,郑辉,柏观福.钢箱梁顶推施工控制与数值模拟[J].长沙大学学报,2021,35(5):18-22,33.
- [3] 王泽能,成魁.连续梁拱组合桥拱肋结构顶推力学性能分析[J].西部交通科技,2021(12):68-71.
- [4] 卢成龙.钢桁梁桥顶推施工过程节点受力分析[J].江西建材,2023(3):23-25.
- [5] 王洪彪,张全帅,王其林,等.大跨度钢箱梁步履式顶推施工安全研究[J].山西交通科技,2023(2):72-75.

(上接第176页)

- [4] 王革来.桥梁排水事故收集池设计探究[J].低碳世界,2016(9):215-216.
- [5] Lacey R F, Cole J A. Estimating water pollution risks arising from

road and railway accidents[J]. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 2003, 36(2):367-368.

- [6] GB 50015—2019,建筑给水排水设计标准[S].