

跨水源地保护区的桥面径流收集处理设计方案研究

周 铖

(国家林业局昆明勘察设计院, 云南 昆明 650000)

摘 要:水源地保护区对桥面排水设计提出的要求较高。通过工程设计实例说明了跨水源地保护区的桥面径流收集处理系统的设计过程,对特大桥梁的桥面径流收集处理系统提出了比选方案,解决排水与环保问题的同时,对桥面纵坡和结构形式提出了合理的设计建议,对类似项目的设计工作起到一定的借鉴作用。

关键词:水源地;桥面径流;排水;设计

中图分类号: U44;X79

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)03-0111-03

0 引 言

桥梁跨越水体时通常设置桥面落水井收集桥面雨水后直接排入水体。但研究表明,初期雨水径流中含有相当数量的污染物质,直排雨水将造成水体污染;且运输危险化学品材料车辆在桥梁上发生事故时,泄漏的危险品将通过桥面排水系统直接排入水体,也将对水体造成污染^[1-3]。

2007年,国家环境保护总局印发了《关于加强公路规划和建设环境影响评价工作的通知》(环发[2007]184号),规定公路建设设计路线应尽量避免开饮用水水源保护区。跨越饮用水水源二级保护区、准保护区和二类以上水体的桥梁,为防范危险化学品运输带来的环境风险,应在桥梁上设计桥面径流收集系统,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处理,确保饮用水的安全^[4]。因此,桥梁跨越水源地保护区应在设计前期就要深入研究桥面径流收集处理方案,排水设计人员应根据桥面径流收集处理设计方案对桥面纵坡和结构形式提出建议,否则,设计后期容易出现重大修改。

本文以拉萨市某跨河特大桥为例,对设计前期应考虑桥面径流收集处理方案进行分析,以期对类似项目的设计工作起到一定的参考作用。

1 工程概况

本项目横跨拉萨河,桥位处属于水源地二级保护区。与本项目连接的拉萨河南北两岸道路为规划

主干路,高程为北高南低,桥梁纵坡有调整空间,设计速度为50 km/h,沥青混凝土路面,主桥跨河段红线宽度分为31 m,双向4车道外加非机动车道与人行道的横断面形式,桥梁长约1.14 km。

2 总体方案

本项目采用目前常用的桥面径流收集处理方案,桥面径流通过管道全部汇流至桥梁端部,在桥梁端部设置桥面径流应急池,该池平时沉淀雨水,事故时具有应急的作用。

雨天时汇集的雨水先进入应急池沉淀后排出,雨停用潜水排污泵排出池底沉积的雨水。

事故时桥面溢流的污染物全部通过管道收集入应急池,同时关闭应急池出水阀门,应急管理人员可根据污染物情况用潜水排污泵将污水排入污水管网或排入污水收集车运至相关单位处理。

3 收集管道设计

针对桥梁连接的南北两侧道路高程特点,提出四种桥梁纵断面布置和径流收集管道设计方案,管材均采用聚氯乙烯塑料管。

方案一:桥梁纵坡采用单向坡,取值1%,最大汇水长度为1 000 m;管道采用桥底双侧布管,径流收集后排入南侧应急沉淀池内处理。

方案二:桥梁纵坡采用单向坡,取值2%,最大汇水长度为1 000 m;管道采用桥底双侧布管,径流收集后排入南侧应急沉淀池内处理。

方案三:桥梁纵坡采用双向坡,取值1%,最大汇水长度为650 m;管道采用桥底双侧布管,径流收集后排入南北两侧应急沉淀池内处理。

收稿日期:2021-05-29

作者简介:周铖(1990—),男,硕士,工程师,从事市政工程设计工作。

方案四:桥梁纵坡采用双向坡,取值 2%,最大汇水长度为 650 m;管道采用桥底双侧布管,径流收集后向南北两侧排入南侧应急沉淀池内处理。

我国现行相关规范主要包括《公路排水设计规范》(JTG/T D33—2012)、《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)、《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011)。

(1)依据《公路排水设计规范》(JTG/T D33—2012)计算:

以降雨强度等值线图 and 降雨强度转换系数等值线图为基础进行设计径流量计算,设计降雨重现期 5 a,标准降雨强度 $q_{5,10} = 0.8 \text{ mm/min}$,径流系数取值 0.9,如表 1 所示。

表 1 等值线图为基础计算

布管形式	最大汇水长度 /m	设计流量 / $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	纵坡 /%	设计管径 /mm
双侧布管	1 000	0.186	1	400
双侧布管	1 000	0.186	2	400
双侧布管	650	0.121	1	300
双侧布管	650	0.121	2	300

(2)依据《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)计算:

以暴雨强度公式为基础进行设计径流量计算,设计降雨重现期 5 a,采用拉萨市暴雨强度公式:

$$i = \frac{670(1+0.75\lg P)}{t^{0.596}} \text{ (L/hm}^2 \cdot \text{s)}$$

式中: i 为降雨强度; P 为重现期; t 为降雨历时。

径流系数取值 0.9,降雨历时取值 17 min(考虑雨水流行时间 7 min)如表 2 所示。

表 2 暴雨强度公式为基础计算

布管形式	最大汇水长度 /m	设计流量 / $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	纵坡 /%	设计最大管径 /mm
双侧布管	1 000	0.257	1	400
双侧布管	1 000	0.257	2	400
双侧布管	650	0.171	1	400
双侧布管	650	0.171	2	400

(3)依据《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011)校核:

《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011),第 9.2.3 条第 4 款规定,桥面排水设施的设置应符合下列规定:排水管道的间距可根据桥梁汇水面积和桥面纵坡大小确定,当纵坡大于 2%时,桥面设置排水管的截面积不宜小于 $60 \text{ mm}^2/\text{m}^2$;当纵坡小于 1%时,桥面设置排水管的截面积不宜小于 $100 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ 。

根据上述规定,采用 DN400 管道,纵坡大于 2%时,最大汇水面积为 $2\,093 \text{ m}^2$,双侧布管时最大汇水长度为 135 m。但本项目桥面长度总长 1 000 m,明显无法满足该条规定。

但根据本条规定的条文说明,该条文参照《公路排水设计规范》中的水力计算并考虑了 2 倍的安全率制定,且计算用的管道基准管径为 150 mm,举例地区为北京。因此本项目以该条文说明中的计算过程作为校核,以拉萨市降雨条件为基础,管道基准管径采用 400 mm,则计算出每平米桥面面积所需设置的排水管面积为:1%纵坡时, $6.2 \text{ mm}^2/\text{m}^2$;2%纵坡时, $4.37 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ 。考虑 2 倍安全率,1%纵坡时, $12.4 \text{ mm}^2/\text{m}^2$;2%纵坡时, $8.8 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ 。

校核结果如表 3 所示。

表 3 校核计算

布管形式	最大汇水长度 /m	纵坡 /%	校核管径 /mm
双侧布管	1 000	1	494
双侧布管	1 000	2	416
双侧布管	650	1	398
双侧布管	650	2	336

(4)收集管道设计结论

经计算校核,可选方案为桥面排水管道采用双侧布管,单面坡排水时,设计纵坡 1%,设计管径 DN500;双面坡排水时,最大汇水长度 650 m,设计纵坡 1%,设计管径 DN400。考虑到桥梁景观性,建议选取管径小的设计方案,即桥梁纵坡尽可能采用双面坡,纵坡取值 1%比较合适,将纵坡增大到 2%仍无法减小排水管径。

4 应急沉淀池设计

(1)事故时一次危险品泄漏量

根据国内外工程实际^[1,5],一次危险品泄漏量取值 50 m^3 。

(2)应急处理反应时间

根据国内外工程实际^[6],应急处理反应时间取值 30 min,即发生事故 30 min 内应急管理部门应到达事故现场对污染物进行处理。

(3)应急池容积计算

应急池容积应按最不利情况设计,即暴雨的同时发生事故,应急池应收集 30 min 暴雨量和危险品泄露量。

$$V = Q \times t + V_1$$

式中: V 为应急池容积, m^3 ; Q 为设计暴雨流量, m^3/min ; t

为应急处理反应时间,min; V_1 为一次危险品泄漏量。

应急池容积计算中的暴雨流量计算尚无规范规定,有研究表明考虑暴雨强度随降雨历时逐渐减小,采用暴雨强度公式在降雨历时上的积分计算方法更为合理^[7]。但本项目为提高水源地保护区桥面径流的安全性,未考虑暴雨强度随降雨历时的减小,计算结果为 $Q=188.7\text{ L/hm}^2\cdot\text{s}$,换算为 30 min 降雨强度即为 34.0 mm,根据国家气象局颁布的降水强度等级划分标准 12 h 降雨总量超过 30 mm 即为暴雨。故该应急池容积计算结果可靠。

为减小应急池容积,在本项目南北两侧各设置两个应急沉淀池,分别处理本段道路分幅汇流雨水,如图 1 所示。应急池容积计算结果如表 4 所示。

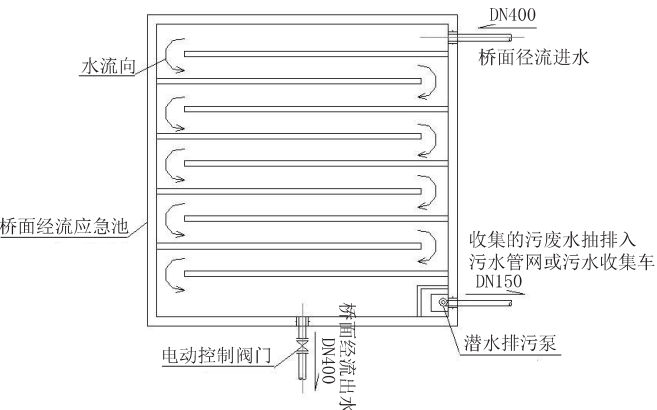


图 1 桥面径流应急沉淀池平面图

表 4 桥面径流雨水水力计算表及应急池设计

段落	汇水面 积 / hm^2	计算流量 / ($\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$)	坡度 / %	设计管 径 /mm	应急池设计 容积 / m^3	尺寸设计 /m
K0+070— K0+720	0.89	185	1	400	400	$B\times L\times$ $H=12\times$ 12×3.5
K0+720— K1+070	0.48	100	1	300	250	$B\times L\times$ $H=10\times$ 10×3.5

5 结 论

通过设计前期对桥面径流收集处理方案的深入分析,排水设计人员应对桥面纵坡和结构形式提出如下建议。

(1)建议桥梁纵坡采用双面坡,且一端坡长不大于 650 m,纵坡不小于 1%,这样可减小排水管径到 DN400。

(2)建议桥面下方预留出 DN400 排水管道的布置空间,并注意主桥和引桥的桥面结构连接处应便于管道穿过。

(3)桥梁南北两侧桥头处应留出应急沉淀池的布置空间。

随着我国基础设施建设的加速发展和生态环境保护的不断加强,桥面径流收集处理系统设计必然成为跨越重要水体桥梁设计中的重要环节和关键因素,因此今后在类似工程设计中应在前期规划及方案研究中做好统筹考虑。

参考文献:

[1] 杨文娟,陈莹,吴沛.敏感水体公路桥梁桥面径流排水系统设计方法[J]. 长安大学学报:自然科学版,2020,40(4): 60-67.

[2] KAYHANIAN M, FRUCHTMAN B D, GULLIVERJ S, et al. Review of highway runoff characteristics: Comparative analysis and universal implications [J]. Water Research, 2012, 46(20): 6609-6624

[3] FURUMAI H, BALMER H, BOLLER M, et al. Dynamic behavior of suspended pollutants and particlesize distribution in highway run off [J]. Water Science & Technology, 2002, 46(11): 413-418.

[4] 张威振.跨越湿地水体的城市景观桥梁排水方式研究[J].给水排水, 2017,43(7): 34-38.

[5] 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):148-151.

[6] 孙金,王庆丰.高速公路桥面径流收集和应急处理系统设计[J].公路交通技术,2017,33(1): 59-62

[7] 孙渐豪.跨河大桥桥面径流收集和事故应急系统设计[J].城市道桥与防洪,2019(7): 161-163.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com