

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.07.010

渗滤排水方式在道路设计中的运用研究

魏富盛

(中国市政工程西南设计研究总院有限公司, 四川 成都 610036)

摘要:路面径流中含有一百多种污染物,直接排放会对地表接纳水体产生污染,同时随着城市化进程的加快,大部分城市存在着城市内涝问题。如何避免或减轻路面径流对接纳水体造成的污染,同时减轻城市的内涝问题是新时期道路设计的研究方向。基于生态环保和切实可行的原则,在分析渗滤介质对路面径流净化处理效果的基础上,结合海绵城市设计原理,在道路设计中提出了路面径流渗滤排水系统设计思路,最后针对不同的路段形式,分别提出相应的渗滤排水方式。

关键词:道路设计;渗滤排水;水环境保护;海绵城市
中图分类号: U412 **文献标志码:** A

文章编号: 1009-7716(2022)07-0037-03

0 引言

由于沥青路面具有行驶平稳、施工及养护周期短的特点,目前被广泛运用于道路设计中。在道路运营期,由于沥青路面组成成分的磨耗,轮胎颗粒物的掉落,液体运输物品的泄漏等原因会产生较多的有害物质,对邻近水源造成污染^[1]。当前极端天气较多,部分城市内涝严重,如何将径流污染防治与内涝治理相结合已成为目前的研究热点。

1 路面径流相关指标控制要求

1.1 径流污染物相关控制指标

根据《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002),地表水质量标准总共分为五类。同时对应地表五类水域的不同功能,将地表水环境质量标准基本项目标准值分为五类,不同功能类别分别执行相应类别的标准值。水域功能级别高的标准将大于水域功能级别低的标准,具体见表1。

1.2 径流总量控制指标

不同城市会根据全国总体海绵规划及自身城市特点,制定相应的城市海绵专项规划,并提出对应的径流总量控制率^[2]。本文以重庆市万州区为例,依据《万州区城市规划区海绵城市专项规划》,万州区不同设计降雨量对应的年径流总量控制率详见表2。

收稿日期: 2021-09-26

作者简介: 魏富盛(1989—),男,硕士,工程师,从事路桥设计工作。

表1 地表水环境质量标准

单位: mg/L

污染物成分分类标准值	I类	II类	III类	IV类	V类
化学需氧量 COD _{Cr} ≤	15	15	20	30	40
氨氮 NH ₃ -N ≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
总氮 TN ≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
总磷 TP ≤	0.02	0.1	0.2	0.3	0.4
铅 Pb ≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
锌 Zn ≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0

表2 不同年径流总量控制率对应设计降雨量一览表

年径流控制率/%	50	55	60	65	70	75	80	85
设计降雨量/mm	10	11	14	16	19	23	27	33

同时,相关部门会结合用地属性,针对性地制定控制指标,见表3。

表3 不同属性地块年径流总量控制率及污染物总量去除率一览表

用地性质	年径流总量控制率/%	污染物总量去除率/%
市政用地	75.08	56.31

2 渗滤介质的选取

渗滤系统是将水流通过颗粒吸附、物理过滤、化学反应及微生物分解等方式达到去除或减少污染物的目的。结合海绵城市对雨水的吸纳、蓄渗、缓释作用,达到缓解城市内涝的问题目的。

目前渗滤排水采取的渗滤介质主要分为过渡层和渗滤层两大类,主要有级配碎石、砂砾石、活性炭、炉渣、草炭、土工布、透水砖等。其中过渡层采用的介质粒径较大,主要起拦截过滤较大杂质的作用;渗滤层采用的介质较小,一般要加入少量大粒径介质以增

加其渗透系数。渗滤介质的性能一般应满足经济性及透水性要求^[3]。主要渗滤介质的渗透系数经验值见表4。

表4 常用介质渗透系数经验值

岩土名称	$K/(mm \cdot s^{-1})$	岩土名称	$K/(mm \cdot s^{-1})$
黏土	$<6 \times 10^{-5}$	中砂	$6 \times 10^{-2} \sim 0.2$
粉质黏土	$6 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3}$	粗砂	0.2 ~ 0.6
粉土	$1 \times 10^{-3} \sim 6 \times 10^{-3}$	砾石	0.6 ~ 1
粉砂	$6 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$	卵石	1 ~ 6
细砂	$1 \times 10^{-2} \sim 6 \times 10^{-2}$	漂石	6 ~ 1 000

选用的渗滤介质应根据实际效果及预定目标调整相应的材料组成、级配粒径及活性物质添加等,直到渗滤效果满足控制指标。初步搭配好介质后,技术人员应结合实验测定渗滤系统对污染物的控制指标,具体如下公式;

$$\mu_i = \frac{Y_i - B_i}{Y_i} \times 100\% = \frac{J_i}{Y_i} \times 100\% \quad (1)$$

$$\rho_i = \frac{Y_i - S_i}{Y_i L} \times 100\% \quad (2)$$

式中: μ_i 为污染物最小净化率; ρ_i 为单位长度介质对污染物的净化率; Y_i 为径流中各污染物的初始含量; B_i 为规范中含量标准值; J_i 为径流中污染物需净化量; S_i 为处理后的的剩余含量; L 为渗滤介质的厚度。

3 不同条件下渗滤排水方式的设计

3.1 人行道侧渗滤排水方式方案设计

人行道侧渗滤排水方式主要利用透水材料的吸纳和过滤作用,目前大部分使用材料有透水人行道砖、透水混凝土、级配碎石等,如图1所示。

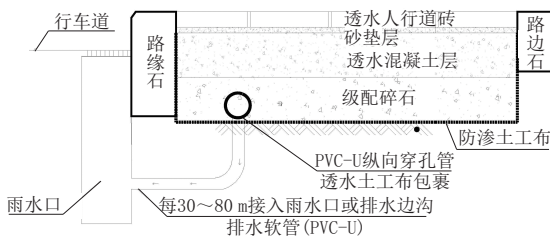


图1 人行道侧渗滤排水方式大样图

雨水降落在人行道后通过以上几层材料的吸附过滤作用,可以对大部分杂质进行过滤和清除,最后通过透水软管,每隔一定距离排入雨水口^[4]。此种渗滤排水方式,对控制径流的污染物指标及延缓径流峰值能收到较好的效果,其中透水混凝土基层集料级配见表5。

3.2 中分带渗滤排水方式方案设计

道路雨水首先通过路缘石开孔流入下凹式绿地,通过下渗进行水质和水量的处理(下渗雨水通过

表5 透水水泥混凝土基层集料级配

筛孔尺寸/mm	31.5	26.5	19.0	9.5	4.75	2.36
通过质量百分率/%	100	90 ~ 100	72 ~ 89	17 ~ 71	8 ~ 16	0 ~ 7

卵石层内的穿孔管收集);超出下渗能力的雨水在下凹式绿地里持续蓄积,超量雨水将通过溢流雨水口最终流入道路雨水管中,具体设计如图2所示。分隔带中种植的植物应该以耐涝、耐水、耐踩踏及生命力强的草本、乔木、灌木为主^[5]。

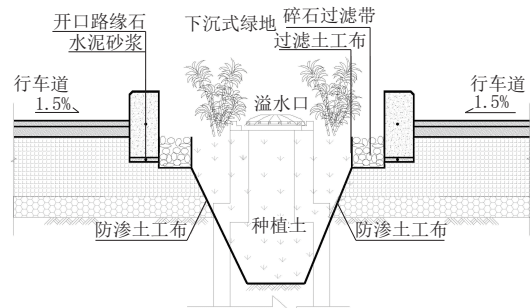


图2 中分带渗滤排水方式大样图

湿地中种植的植物既要满足美学要求,也要能承受高热高湿等极端天气,如:菖蒲、美人蕉、等,同时应该配置吸附污染物净化能力强的水生植物,如旱伞草等。为避免雨水溢流到路面,溢流雨水口标高应按大于下沉式绿地设计地面底20 cm设计,具体情况可根据实际需要溢流水位标高调整溢流口高度。

透水盲管设置于下沉式绿地下,其铺设坡度与路面坡度一致,应该用透水土工布缠绕盲管位于绿地中的部位,防止堵塞。盲管直径为16 cm,环刚度不应小于8 kN/m²。透水盲管开孔率宜为1%~3%,孔径为16 mm。在道路坡度大于1%的路段,为更好地利用下沉式绿地进行雨水下渗,每10 m设一挡水堰,高出蓄水区底部5 cm。

3.3 高路堤段渗滤排水方式方案设计

在高路堤段,渗滤排水系统主要由排水沟和种植槽组成,如图3所示。水沟因地制宜地沿边坡坡面设计,排水沟底壁向两侧倾斜,便于水流首先进入种植槽。沟内填充物与盖板之间有一定空间,水流较大时,可以从上部空间流出。

相邻种植槽的距离根据边坡高度和植物类型具体而定,种植槽长度跟坡面长度保持一致,相邻种植槽可以通过排水沟连通。种植槽通过边坡锚杆基部作为支撑连接点,保持其稳定性。种植槽宽度约50 cm,深度为60~80 cm。其主要由植被、种植土、碎石、透水土工布、支撑网和蓄水层等组成。支撑层一般由不

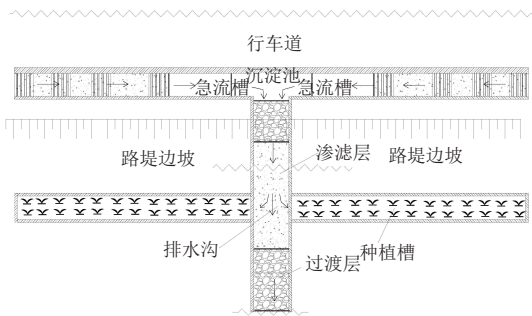


图3 高路堤段渗滤排水方式大样图

锈钢网条制作;土工布可以防止种植土进入蓄水层^[6]。位于蓄水层内和种植土部分的导管周边应预留渗水孔,可以通过调整孔径大小来控制水流进入种植土的速率,预留有空隙的部分应由土工布包裹,防止堵塞。路面径流由路侧边沟和排水通过由排水沟左右侧壁底部的通道进入种植槽,在种植槽蓄水层蓄满水后,再继续由排水沟向下排放。

此种渗滤排水方式不仅可以由种植槽减缓峰值强度,也由排水沟的过渡层和渗透层对径流污染物做进一步净化处理,同时种植槽的植物可以美化边坡,达到景观绿化的作用。

3.4 深路堑段渗滤排水方式方案设计

道路深挖方段由于路侧宽度较窄,但边坡的汇水面积又较大,一般的渗滤排水方式不适用于此类路段,本文通过大量现场踏勘及实践,提出了以下结合地下涵洞的渗滤排水方式,本系统主要由路侧边沟、路面径流边沟、边坡径流通道、地下径流通道组成,如图4所示。

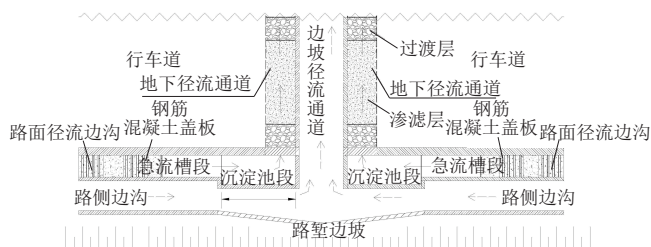


图4 深路堑段渗滤排水方式大样图

本渗滤排水方式中,用隔离墩将边沟分隔为路侧边沟和路面径流边沟,地下涵洞由通行边坡径流的边坡径流通道和和过滤路面径流的地下径流通道组成。边坡径流主要由雨水汇聚而成,一般不含有污染物,所以通行通道不设置过滤介质。路面径流夹杂着大量污染物,因此设置有过沉淀池,过渡层、渗滤

层等结构。地下径流通道与边坡径流通道之间有一定空间,当路面径流的流量过大时,可以溢出到边坡径流通道流出。

径流边沟内的介质粒径较大,主要起初步过滤大粒径杂质和缓冲水流的作用,其组成可以是级配碎石、炉渣等。沉淀池起到进一步沉淀泥沙,降低水能的作用。渗滤段主要由粒径较小的砂砾石、活性炭、土工布及其他添加物质组成,具体组成应根据污染物控制指标及径流控制指标,经过大量室内和现场实验确定。填充物隔一定距离应该设置隔离网进行固定。

本渗滤排水方式最大的优势是将边坡雨水与路面径流进行分隔处理。边坡雨水污染物含量低,但流量较大,可以不经过渗滤处理直接排放。路面径流相对流量较小,但污染物含量较多,因此必须进行针对性进行渗滤净化处理后再排放。该处理方式能较好地克服路堑边坡路侧宽度不足的缺点,较大地提高其使用范围。

4 结语

目前,随着国家环保战略力度的大力提升,路面径流污染防治越来越受到相关部门重视,相关处理技术正成为一个研究热点。同时由于国内部分城市内涝严重,海绵城市的运用也受到相关部门的重视。本文将路面径流污染处理及海绵城市运用有机结合,提出了几种切实可行、生态环保的道路渗滤排水方式,为治理路面径流污染及减轻城市内涝问题提供了技术指导和参考。

参考文献:

- [1] 王萍.水源保护区高速公路路面径流处理技术研究[D].西安:长安大学,2010.
- [2] 仇保兴.海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J].给水排水,2015(3):1-7.
- [3] 聂发辉,李田,向速林,等.不同结构生态浅层渗滤系统净化路面径流的效果与机理[J].给水排水,2012,48(6):31-37.
- [4] 李运程.透水水泥混凝土路面在常德市海绵城市建设中的应用研究[D].长沙:长沙理工大学,2017.
- [5] 李海燕,魏鹏,贾朝阳,等.渗排植被浅沟应用于处置路面径流案例分析[J].环境工程学报,2014,8(3):821-826.
- [6] 魏富强,屠书荣.渗滤排水方式在公路路面径流污染控制中的运用研究[J].公路,2016,61(2):186-192.