



T/CECS G XXXX: 2019

中国工程建设协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路工程海绵设施设计与施工
技术规程

Technical Specification for Design and Construction of Sponge
Facilities for Highway Engineering

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardiz

征求意见稿

中国工程建设协会标准

公路工程海绵设施设计与施工技术规范

Technical Specification for Design and Construction of Sponge

Facilities for Highway Engineering

T/CECS G: XX-XX-2019

主编单位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：2019年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

前 言

根据中国工程建设标准化协会【标准制修订计划文件】（建标协字[2017]014号）的要求，由中交第一公路勘察设计研究院有限公司承担中国工程建设协会标准《公路工程海绵设施设计与施工技术规程》（以下简称“本规程”）的制订工作。

本规程编制过程中，参考了国内外海绵城市建设先进的标准和要求，针对主要技术问题开展了相关科学研究，并广泛征求了有关单位及相关专家的意见，完成了本规程的编写工作。

本规程共分6章及附录，主要内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 公路工程海绵设施设计；5. 施工与验收；6. 运营养护；附录A和附录B。适用于一般道路、高速公路及其附属设施（服务区、停车场）、互通立交、桥梁等工程中新建、扩建和改建海绵设施的设计、施工与验收、维护管理。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由中交第一公路勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路8号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或中交第一公路勘察设计研究院有限公司，陈虹（收）（地址：陕西省西安市高新区科技四路中交一公院科技产业园；邮编：710075；电子邮箱：172174609@qq.com），以便修订时研用。

主 编 单 位：中交第一公路勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位：中交城乡建设规划设计研究院有限公司

西安中交环境工程有限公司

大连市城市交通设计研究院

贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司

中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司

山东省交通规划设计院

北京市市政专业设计院股份公司

大成工程建设集团有限公司

广东省交通规划设计研究院股份有限公司

河北省交通规划设计院

陕西省交通规划设计研究院

山西省交通规划勘察设计院

北京和众大成环保科技有限公司

陕西昊然海绵城市建设技术有限公司

主要参编人员：

征求意见稿

目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	5
4 公路工程海绵设施设计.....	6
4.1 一般规定.....	7
4.2 设计内容.....	8
4.3 技术模式选择.....	9
4.4 水文计算.....	14
4.5 海绵设施结构设计.....	25
4.6 植物选择要求.....	42
5 施工与验收.....	45
5.1 一般规定.....	45
5.2 透水砖铺装.....	45
5.3 透水水泥混凝土.....	49
5.4 透水沥青混凝土.....	51
5.5 下沉式绿地.....	57
5.6 生物滞留设施.....	60
5.7 渗井.....	61
5.8 蓄水池.....	63
5.9 雨水罐.....	71
5.10 绿色屋顶.....	72

5.11 人工土壤渗滤.....	77
5.12 植草沟.....	79
6 运营养护.....	82
6.1 一般规定.....	82
6.2 海绵设施.....	82
6.3 风险管理.....	86
7 附录.....	87
附录 A 我国大陆地区年径流总量控制率分区图	87
附录 B 我国部分城市年径流总量控制率对应设计降雨量值一览表	88
本规范用词说明.....	90
引用标准名录.....	91

1 总则

1.0.1 为削减公路工程径流污染负荷，降低公路建设对原生态环境的破坏，推广和应用低影响开发建设模式，实现雨水资源化利用。同时，规范公路工程中海绵设施的设计、施工与验收、维护管理，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇化地区公路、高速公路及其附属设施（服务区、停车场）、互通立交、桥梁等工程中新建、扩建和改建海绵设施的设计、施工与验收、维护管理。

1.0.3 公路工程海绵设施应与项目主体工程同时设计，同时施工，同时使用。

1.0.4 公路工程海绵设施建设应根据所在地的气候特征、地质条件、土壤渗透性能、城市防洪、河道水系、水体现状、公路交通、周边区域规划、原有排水设施、污水处理程度和处理后出水利用等具体情况综合确定。

1.0.5 海绵设施设计应与公路主体工程设计、景观绿化设计、建筑设计、给水排水设计等专业密切配合，相互协调。

1.0.6 公路工程海绵设施的设计、施工与验收、维护管理除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 公路工程海绵设施 (Sponge Facility for Highway Engineering)

指在公路工程建设中运用低影响开发原则设计的“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种设施的统称，包括透水铺装、渗井、渗透管（渠）、生物滞留设施、植草沟、下沉式绿地、绿色屋顶、雨水塘、人工湿地、涝池、雨水桶、植被缓冲带、水堰、初期雨水弃流设施等。

2.0.2 低影响开发 (Low Impact Development)

在城市开发建设过程中，一种通过分散的、小规模源头控制措施来实现对场地开发后径流雨水水量和水质控制，以维持或重现场地开发前水文特征为目的的设计策略。

2.0.3 年径流总量控制率 (Annual Runoff Total Control Rate)

根据多年日降雨量统计分析计算，通过自然和人工强化入渗、滞留、调蓄和收集回用，场地内累计全年得到控制（不排入规划区域外）的雨水量占全年总降雨量的比例。

2.0.4 年径流污染控制率 (Annual Runoff Pollution Control Rate)

等同于年径流污染物总削减率，以固体悬浮物（SS）的削减量来计算。年悬浮物（SS）总量削减率等于区域内年径流总量控制率与海绵城市建设设施对悬浮物（SS）平均去除率的乘积。

2.0.5 径流峰值控制率 (Runoff Peak Control Rate)

海绵设施最大出水流量与最大进水流量之间的比值。

2.0.6 设计降雨量 (Design Rainfall)

为实现一定的年径流总量控制目标（年径流总量控制率），用于确定海绵设

施设计规模的降雨量控制值，一般通过当地多年日降雨资料统计数据获取，通常用日降雨量（mm）表示。

2.0.7 单位面积控制容积 (Control Volume of Unit Area)

以径流总量控制为目标时，单位汇水面积上所需海绵设施的有效调蓄容积（不包括雨水调节容积）。

2.0.8 超标雨水 (Excessive Rainfall)

超出排水管渠设施承载能力的雨水径流。

2.0.9 下沉式绿地 (Sunken Green Space)

低于周边地面标高 200mm 以内，未进行原位土壤改良，可积蓄、下渗自身和周边雨水径流的狭义下沉式绿地。

2.0.10 透水铺装 (Permeable Pavement)

指可渗透、滞留和渗排雨水并满足一定要求的地面铺装结构。

2.0.11 生物滞留设施 (Bioretention Facility)

在地势较低的区域通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、净化雨水径流的设施，由植物层、蓄水层、土壤层、过滤层（或排水层）构成。

2.0.12 渗井 (Seepage Well)

指通过井壁和井底进行雨水下渗的设施。

2.0.13 植草沟 (Planting Ditch)

指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的净化作用，可用于衔接其他各单项措施、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。

2.0.14 绿色屋顶 (Green Roof)

指在高出地面以上，与自然土层不连接各类建筑物、构筑物的顶部以及

天台、露台上由覆土层和疏水设施构建的绿化体系。

2.0.15 雨水渗透 (Rainfall Infiltration)

指天然原生态的自然入渗系统被破坏,雨水无法再次回补到地下,人工将落到受雨面上的雨水经处理后,再次回补到地下的雨水处理系统。

2.0.16 雨水储存回用 (Rainfall Storage and Reuse)

指将雨水根据需求进行收集以达到控制径流总量和峰值,实现径流污染控制和回收利用的目的。

2.0.17 渗滤法 (Percolation Method)

依据生物滞留设施自身的渗透能力以及达西定律的计算方法。

2.0.18 有效容积法 (Effective Volume Method)

一种在水量平衡的基础上,利用蓄水层的有效容积消纳径流雨水的设计方法。

2.0.19 比例估算法 (Proportional Estimation)

根据生物滞留设施服务的汇水面积乘以相应的比例系数的计算方法。

3 基本规定

3.0.1 公路工程海绵设施建设需要的基础资料主要包括气象（降雨量）、土壤（土质类型、渗透系数等）和土地利用条件、水文、地形、水质（区域水环境水质及要求）及下垫面情况等。

3.0.2 公路工程海绵设施建设的控制目标应包括年径流总量控制率、防洪排涝目标、年径流污染控制率、水环境保护目标、水资源化利用目标等。

3.0.3 公路工程海绵设施建设的实际目标应满足城市总体规划、专项规划等相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求。

3.0.4 公路工程海绵设施的总体设计应在公路设计中同步完成，根据调研基础资料和公路工程的功能、等级，确定海绵设施的设计方案。

3.0.5 公路工程海绵设施建设应根据工程建设区的水文条件、土壤类型、水质状况，分别考虑海绵设施设计的明渠与暗管结合，截留与排水结合，下渗与排水结合，雨污分流，注重各种海绵设施的功能与相互之间的衔接，以达到削减径流，保护水质，雨水资源化利用的目的。

3.0.6 公路工程海绵设施应与主体工程、自然环境相适应，结构安全耐久，经济合理，便于施工、检查、养护和维修。

3.0.7 公路工程海绵设计对象主要包括道路、互通立交、高速公路附属设施（服务区、停车区及养护工区等）、桥梁等。

3.0.8 设计确定公路海绵设施功能时，宜按具备雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”的优先次序考虑。

3.0.9 高程控制测量应做好与上下游市政排水管渠、排水沟渠、河湖水系、周边道路竖向的衔接。

3.0.10 严禁向雨水收集口和海绵设施内倾倒垃圾、生活污水和工业废水, 严禁将城市污水管网接入海绵设施。

3.0.11 易发生内涝积水的道路、下沉式立交桥区等区域应设置警示标识和报警系统, 避免安全事故发生。

征求意见稿

4 公路工程海绵设施设计

4.1 一般规定

4.1.1 公路工程海绵设施建设应保护公路周边的现状河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等自然水体。

4.1.2 公路工程海绵设施的规模应根据设计目标，经水文、水力计算得出，有条件的应通过模型模拟对设计方案进行综合评估，并结合技术经济分析确定最优方案。

4.1.3 公路工程海绵设施设计应与公路路基、路面、桥梁、景观、排水、房建等专业相协调。

4.1.4 渗透型海绵设施不得对公路路基和周边建筑的安全性构成影响。下列场所不宜采用渗透型海绵设施：

- 1 可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的路段；
- 2 对居住环境以及自然环境造成危害的路段；
- 3 设施底部渗透面距离季节性最高地下水位（或岩石层）小于 1m 的路段。

4.1.5 膨胀土、湿陷性黄土和高含盐土等特殊土壤，在保证公路路基和周边建筑的安全性前提下，采取相应的保护措施后方可设计海绵设施。

4.1.6 一般道路初期雨水径流应采用雨水花园、生态树池等生物滞留系统净化后入渗、滞留或排放。

4.1.7 服务区建筑屋面和路面径流雨水应通过有组织的汇流与运输，经截污等预处理后引入绿地内以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的海绵设施。

4.1.8 进行公路海绵场地设计时，应尊重现状地形地貌和地质特征，不宜过度开发地下空间及改变原有排水方向，应优先利用自然海绵设施。

4.1.9 含有海绵设施内容的公路工程设计文件中，应有海绵设施设计专篇。

4.1.10 公路工程海绵设施，不得妨碍行车安全及行人安全。

4.2 设计内容

4.2.1 公路工程海绵设施设计的一般流程见图 4.2.1。

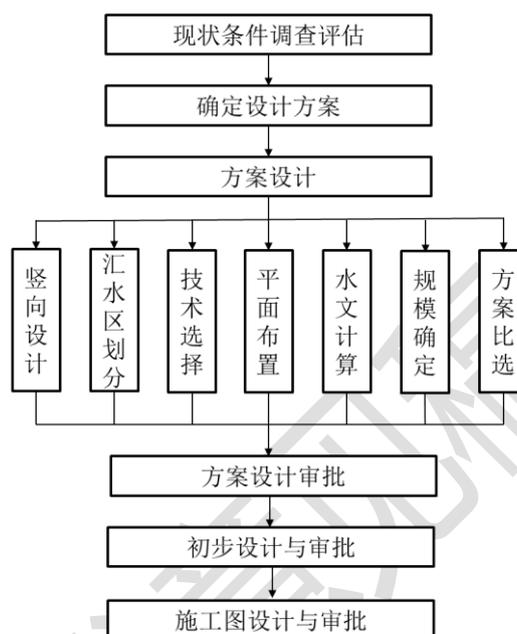


图 4.2.1 公路工程海绵设施设计流程

4.2.2 方案设计阶段工作应符合以下要求：

- 1 了解项目属性（新建/改建）及项目位置，项目自身及与周边的竖向关系；
- 2 了解项目及周边市政排水、水系、绿地系统规划与现状条件；
- 3 确定项目排水方向及下垫面可接纳的最大排水量；
- 4 根据控规及专项规划指标，结合总平面设计确定年径流总量控制率及其设计降雨量、下沉式绿地率、透水铺装率、绿色屋顶率的比例等；
- 5 按项目条件进行汇水区划分，选择雨水控制利用模式及调蓄设施类型，计算调蓄设施规模，确定设施与周边场地、道路的竖向关系，设计雨水汇集方向、调蓄设施与雨水管渠系统、水系的衔接关系等；

6 根据技术经济分析进行方案比选。

4.2.3 初步设计阶段应符合以下要求：

- 1 对方案设计内容进行深化和优化，根据相关主管部门批文进行总平面调整；
- 2 根据总体规划对下沉式绿地的要求，结合园林景观需要，合理规划设计；
- 3 调整道路横坡与纵坡坡向、道路横断面形式，包括绿化带宽度与位置等；
- 4 完成专项工程概算。

4.2.4 施工图设计

- 1 落实细化初步设计阶段的内容，落实低影响开发各项设施的标高控制，下沉式绿地、调蓄设施的位置和标高关系等；
- 2 结合总图，确定雨水管线、雨水井的具体位置和标高关系，并附纵断面和雨水调蓄设施的位置、规模、进出水标高和构造做法详图，并提供相关计算书；
- 3 根据下沉绿地深度等条件进行种植设计，以及各景观设施的做法详图；
- 4 提供道路雨水管道的布置图、纵断面图、雨水口布置图等；
- 5 完成结构、电气专业内容的施工图设计。

4.3 技术模式选择

4.3.1 公路工程海绵设施模式选择时应结合不同区域气候、水文地质、水资源等特点及技术经济分析，按照因地制宜和经济高效的原则选择单一或组合的雨水控制利用模式。

条文说明

公路工程海绵设施常见技术模式包括雨水渗透、储存回用、峰值流量调节及雨水综合调蓄等。通过以上模式的单一或组合应用，可实现径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等目标。

4.3.2 雨水渗透模式选择时应满足以下要求:

1 土壤渗透系数宜大于 10^{-6}m/s , 且地下水位距渗透面高差大于 1.0m; 雨水渗透设施 (边缘) 距离建筑物基础不应小于 3.0m。

2 应采取必要的技术措施防止塌方、塌陷、滑坡、污染地下水, 损坏道路及建筑基础等灾害的发生。

3 自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤的场所不应采用雨水渗透模式。

条文说明

雨水渗透是自然水文循环过程中的重要环节, 有效的雨水下渗是维持地下水位与地下径流, 保证河道径流必不可少的。雨水渗透模式的选择应考虑地形、土壤条件、地下水位等因素, 土壤渗透条件较好、地下水位较低、径流水质较好(如屋面雨水)、无特殊雨水回用和内涝防治需求的地区或项目, 可优先选择雨水渗透。一定规模的雨水渗透, 尤其具有一定滞蓄容积的渗透设施同样具有雨水调蓄功能, 可起到削减峰值流量、延缓汇流时间的作用, 可一定程度上缓解雨水管渠系统的排水压力。因此, 当市政管渠排水能力不足、提标改造难度时, 可选择雨水渗透模式, 或辅助峰值流量调节、综合调蓄等模式, 实现径流总量、峰值和污染等综合目标。

4.3.3 雨水储存回用模式选择时应满足以下要求:

1 雨水储存回用系统应由收集、截污、储存、净化与回用等设施构成;

2 雨水储存设施的规模应根据可收集水量、回用水量、用水时间 (储存设施排空时间) 与降雨规律的吻合程度及回用水水质要求等条件, 经水量平衡和经济合理性分析后合理确定;

3 雨水回用的用途宜按照“低质低用”的原则或按下列次序选择:

1) 景观用水;

2) 绿化用水;

3) 路面、地面冲洗用水;

4) 汽车洗涤用水;

5) 其他。

条文说明

有雨水回用需求的地区或项目,可选择雨水储存回用模式,实现雨水资源化利用、节约水资源的目的;汇水面径流雨水水质较好时(如服务区及养护工段屋面雨水)可优先考虑收集回用,当汇水面日均可收集水量大于平均降雨间隔期间的回用水量时,可采用雨水储存回用与雨水渗透组合模式;雨水储存可选择蓄水池、雨水罐、雨水湿地等。

4.3.4 峰值流量调节模式选择时应满足以下要求:

1 径流峰值流量调节系统应设置收集、调节、溢流排放及必要的预报预警设施;

2 调节系统的进水与溢流设施设计标准不应小于下游雨水管渠系统和超标雨水排放系统的设计重现期。

条文说明

峰值流量调节适用于区域排水标准较低、管网上下游择水标准不衔接,管渠提标改造难度较大的区域或项目。径流调节系统对径流总量、径流污染控制贡献较小,因此,可通过雨水湿地、生物滞留、蓄水池等设施的渗透以及蓄水池等设施的储存回用功能进行调节。

4.3.5 有条件的地区,宜采用综合调蓄模式,实现多种雨水调蓄功能与综合控制目标。

条文说明

雨水综合调蓄可以通过一种或多种低影响设施共同实现。通过构建多功能调蓄设施,非暴雨时兼可作为公园、绿地、运动场等其他用途,充分利用城市土地资源,发挥调蓄和环境、社会多方面功能。

4.3.6 服务区、停车场、养护工段径流可就近引入生物滞留、雨水湿地,进行净

化之后进一步入渗、储存回用或排放，设计时可参照图 4.3.6 的流程。

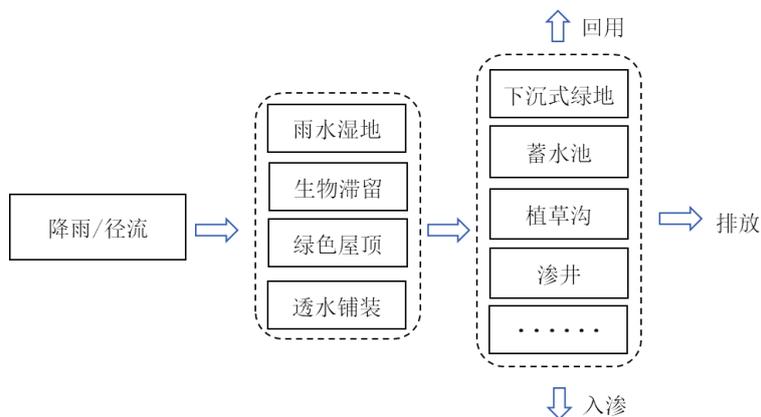


图 4.3.6 服务区、停车场及养护工段海绵设施设计流程

4.3.7 互通立交桥面径流应先引入其开放空间上的雨水湿地、生物滞留设施内，经净化后再进行储存回用或排放，设计时可参照图 4.3.7 的流程。

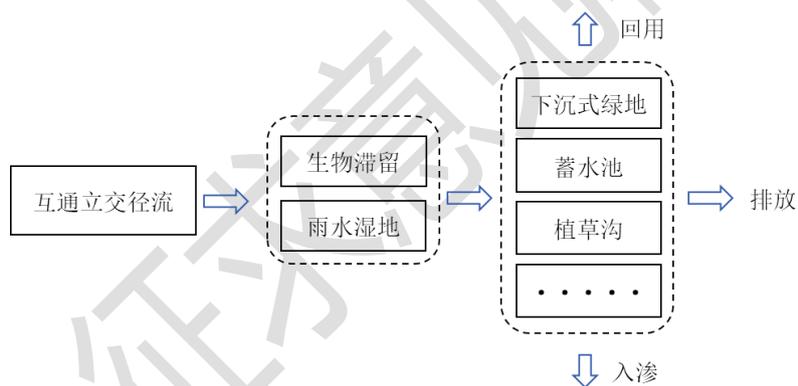


图 4.3.7 互通立交海绵设施设计流程

4.3.8 桥梁径流、尤其是跨越水环境敏感区的桥梁径流雨水应先净化后回用或排放，设计时可参照图 4.3.8 的流程。

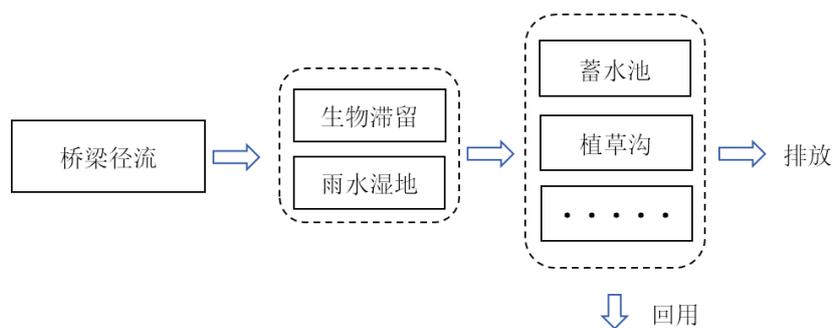


图 4.3.8 桥梁海绵设施设计流程

4.3.9 高速公路海绵设施设计可参照图 4.3.9 的流程进行。

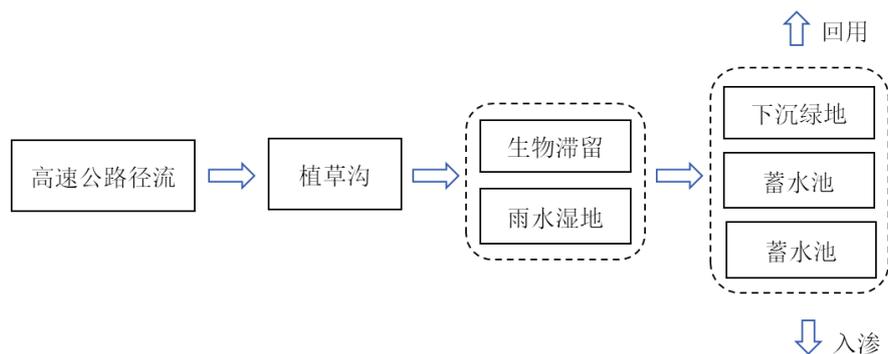


图 4.3.9 高速公路海绵设施设计流程

4.3.10 普通公路海绵设施设计可参照用图 4.3.10 的流程进行。

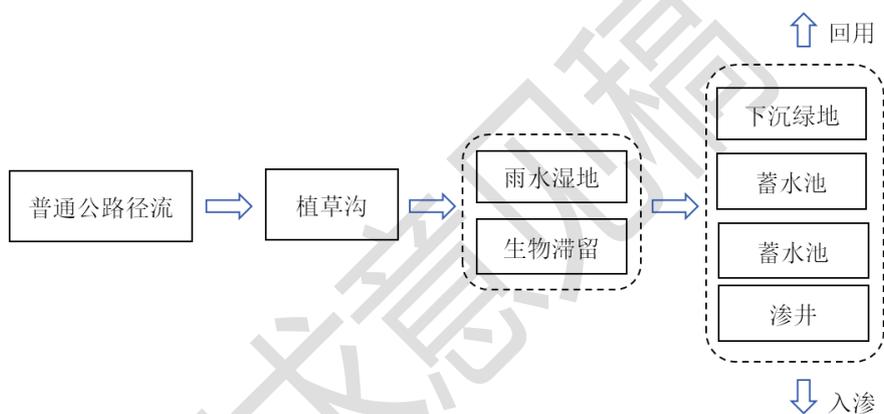


图 4.3.10 高速公路海绵设施设计流程

4.3.11 公路工程海绵技术选用可参照表 4.3.11 进行。

表 4.3.11 公路工程海绵设施选用一览表

技术类型	单项设施	服务类型					经济性		污染物去除率(以SS计, %)	景观效果
		普通公路	高速公路	桥梁	互通立交	服务区/停车场	建造费	维护费		
渗透技术(渗)	透水砖铺装	○	○	○	◎	●	低	低	80-90	-
	透水水泥混凝土	○	○	○	◎	●	高	中	80-90	-
	透水沥青混凝土	○	○	○	◎	●	高	中	80-90	-
	下沉式	●	◎	○	●	●	低	低	-	好

	绿地									
	渗井	◎	○	○	○	●	低	低	-	-
存储 技术 (蓄、 用)	雨水湿地	●	◎	●	●	●	高	中	50-80	好
	蓄水池	◎	◎	◎	●	●	高	中	80-90	-
	雨水罐	◎	◎	◎	◎	●	高	中	80-90	-
净化 技术 (滞、 净)	生物滞留 设施	●	◎	●	●	●	中	低	70-95	好
	绿色屋顶	○	○	○	○	●	高	中	70-80	好
	人工土壤 渗滤	○	○	○	◎	◎	高	中	75-95	好
转输 技术 (排)	转输型植 草沟	●	●	●	●	●	低	低	35-90	一般
	干式植 草沟	●	●	●	●	●	低	低	35-90	好
	湿式植 草沟	◎	◎	◎	●	●	中	低	-	好

注：●——宜选用，◎——可选用，○——不宜选用。

条文说明

公路工程海绵设施按主要功能一般可分为渗透、储存与回用、截污净化、转输等几类。通过各类技术的组合应用，可实现径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等目标。实践中，应选择与雨水控制利用模式相对应的技术。

各类海绵技术又包含若干不同形式的低影响开发设施，主要有透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、渗井、蓄水池、雨水罐、植草沟、人工土壤渗滤等。应根据设计目标灵活选用海绵设施及其组合系统，根据主要功能按相应的方法进行设施规模计算，并对单项设施及其组合系统的设施选型和规模进行优化。

4.4 水文计算

4.4.1 公路海绵设施设计计算一般应满足以下规定：

1 海绵设施的规模应通过基于达西定律的渗滤法、蓄水层有效容积法和基于汇水面积的比例估算法等方法计算确定，并选择其中较大的规模作为设计规模，

有条件的可利用模型模拟方法确定设施规模；

2 以径流总量控制为目标时，地块内各海绵设施的总调蓄容积（不包括用于削减峰值流量的调节容积），不应低于该地块“单位面积控制容积”的控制要求，计算总调蓄容积时，应符合以下规定：

1) 顶部和结构内部有蓄水空间的渗透设施（如生物滞留设施）的渗透量应计入总调蓄容积；

2) 转输型植草沟、人工土壤渗滤等对径流总量削减贡献较小的设施，其调蓄容积可不计入总调蓄容积；

3) 透水铺装和绿色屋顶仅参与综合雨量径流系数的计算，其结构内的空隙容积一般不应计入总调蓄容积；

4) 受地形条件、汇水面大小等影响，无法发挥径流总量削减作用的设施（如较大面积的下沉式绿地，往往受坡度和汇水面竖向条件限制，实际调蓄容积远远小于其设计调蓄容积），以及无法有效收集汇水面径流雨水的设施具有的调蓄容积不应计入总调蓄容积。

4.4.2 公路海绵设施设计参数选取应符合以下规定：

1 降雨资料应根据项目建设区或临近地区雨量观测站 30 年以上降雨资料确定；

2 具有 30 年以上自动雨量记录的地区，排水系统设计暴雨强度公式应采用年最大值法。设计暴雨强度应按 4.4.1-1 计算：

$$q = \frac{167 A_1 (1 + C \lg P)}{(t + b)^n} \quad (4.4.2-1)$$

式中： q ——设计暴雨强度[L/s·h m²];

T ——降雨历时 (min);

P ——设计重现期 (年);

A_1, C, b, n ——参数, 根据统计方法进行计算明确。

3 设计降雨历时应符合下列规定:

1) 雨水管渠的设计降雨历时, 应按式 (4.4.2-2) 计算:

$$t=t_1+t_2 \quad (4.4.2-2)$$

式中: t ——降雨历时 (min);

t_1 ——汇水面汇水时间 (min), 视距离长短、地形坡度和地面铺装情况而定 (屋面一般取 5min, 公路路面取 5min-15min);

t_2 ——管渠内雨水流行时间 (min)。

2) 服务区、停车场设计降雨历时可按 10min-15min 计算。

4 不同种类下垫面的径流系数应依据实测数据确定, 无实测资料时可参照径流系数表 4.4.2-1 取值。综合径流系数应按下垫面种类加权平均计算:

$$\Psi_z = \frac{\sum F_i \Psi_i}{F} \quad (4.4.2-3)$$

式中: Ψ_z ——综合径流系数;

F ——汇水面积 (m^2);

F_i ——汇水面上各类下垫面面积 (m^2);

Ψ_i ——各类下垫面的径流系数。

表 4.4.2-1 径流系数表

下垫面类型	雨量径流系数 Ψ_c	流量径流系数 Ψ_m
混凝土或沥青路面	0.80 ~ 0.90	0.85 ~ 0.95
大块石铺砌路面或沥青表面处理	0.50 ~ 0.60	0.55 ~ 0.65

的碎石路面		
级配碎石路面	0.40	0.40 ~ 0.50
干砌砖时或碎石路面	0.40	0.35 ~ 0.40
非铺砌土路面	0.30	0.25 ~ 0.35
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80 ~ 0.90	0.85 ~ 0.95
铺石子的平屋面	0.60 ~ 0.70	0.80
绿化屋面	0.30 ~ 0.40	0.35 ~ 0.50
透水铺装	0.08 ~ 0.45	0.08 ~ 0.45
绿地	0.15	0.10 ~ 0.20
水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地 (覆土厚度 ≥500mm)	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地 (覆土厚度 < 500mm)	0.30 ~ 0.40	0.40
下沉广场 (50 年及以上一遇)	—	0.85 ~ 1.0

5 初期径流雨水水质应以实测值为准，无实测资料时参照表 4.4.2-2。

表 4.4.2-2 初期雨水水质指标参考值

初期径流水质	高速路	城市道路	服务区、停车场等
COD (mg/L)	50 ~ 400	350 ~ 692	20 ~ 170
SS (mg/L)	60 ~ 425	140 ~ 2150	30 ~ 380

NH ₃ -N (mg/L)	0.63 ~ 3.36	0.37-6.21	0.58 ~ 2.74
TP (mg/L)	0.25 ~ 3.5	0.45 ~ 1.74	0.16 ~ 2.32

6 雨水收集回用系统处理后的雨水水质指标应符合国家现行相关标准规定。

雨水同时回用多种用途时，其水质应按所选用途的最高水质标准确定。

7 全年水面蒸发量应依据实测数据确定。

8 土壤渗透系数应以实测资料为准，无实测资料时，参照表 4.4.2-3。

表 4.4.2-3 土壤渗透系数参考值

土壤种类	渗透系数	
	(m/d)	(cm/s)
黏土	<0.005	<6×10 ⁻⁶
粉质黏土	0.005 ~ 0.1	6×10 ⁻⁶ ~ 1×10 ⁻⁴
粉土	0.1 ~ 0.5	1×10 ⁻⁴ ~ 6×10 ⁻⁴
粉砂	0.5 ~ 1.0	6×10 ⁻⁴ ~ 1×10 ⁻³
细砂	1.0 ~ 5.0	1×10 ⁻³ ~ 6×10 ⁻³
中砂	5.0 ~ 20.0	6×10 ⁻³ ~ 1×10 ⁻²
粗砂	20 ~ 50	2×10 ⁻² ~ 6×10 ⁻²
圆砾	50 ~ 100	6×10 ⁻² ~ 1×10 ⁻¹
卵石	100 ~ 500	1×10 ⁻¹ ~ 6×10 ⁻¹

4.4.3 公路工程海绵设施水量计算应满足以下规定：

1 设计径流总量应按下列公式计算：

$$W = 10\psi_{zc} H_y F \quad (4.4.3-1)$$

式中：W——径流总量 (m³)；

Ψ_{zc} ——雨量综合径流系数;

H_y ——设计降雨量 (mm);

F ——汇水面积 (hm²)。

2 设计流量应按下列公式计算:

$$Q = \Psi_{zm} q F \quad (4.4.3-2)$$

式中: Q ——设计流量 (L/s);

Ψ_{zm} ——流量综合径流系数;

q ——设计暴雨强度[L/s·h m²]。

3 水量平衡分析应根据总体设计目标进行确定, 并应符合下列规定:

1) 滞蓄、渗透设施的水量平衡应包括雨水来水量、滞蓄量、排放量;

2) 雨水回用时, 水量平衡分析应包括雨水来水量、初期雨水弃流量、回用水量、补充水量和排放量;

3) 利用景观水体对雨水进行调蓄利用时, 水量平衡分析应包括雨水来水量、初期雨水弃流量、回用水量、渗漏量、蒸发量、补充水量和排放量。

4 雨水回用于景观水体的日补水量应包括水面蒸发量、水体渗漏量以及雨水处理设施自用水量, 并应符合下列规定:

1) 日平均水面蒸发量应根据实测数据确定, 无实测资料可按下列公式计算:

$$Q_{zh} = 52.0S(P_m - P_a)(1 + 0.135V_{md}) \quad (4.4.3-3)$$

式中: Q_{zh} ——水池水面蒸发量 (L/d);

S ——水池表面积 (m²);

P_m ——水面温度下的饱和蒸汽压 (Pa), 可查阅给水排水设计手册第 1 册

常用资料表 3-27;

P_a ——空气的蒸汽分压 (Pa), 为相对湿度与饱和水蒸汽压力的乘积;

V_{md} ——日平均风速 (m/s)。

2) 水体日渗透量可按下式计算:

$$Q_s = S_m \cdot A_s / 1000 \quad (4.4.3-4)$$

式中: Q_s ——水体的日渗透漏失量 (m^3/d);

S_m ——单位面积日渗透量, ($L/m^3 \cdot d$); 不大于 1;

A_s ——有效渗透面积, 指水体常水位水面面积及常水位以下侧面渗水面积之和, m^2 。

3) 海绵设施前的预处理措施中采用物化及生化处理设施时自用水量可取总处理水量的 5%-10%, 当采用自然净化方法处理时可不考虑自用水量。

5 绿化灌溉最高日用水量应根据气候条件、植物种类、土壤理化性状、浇灌方式和管理制度等因素确定, 绿化灌溉用水定额应按表 4.4.3-1 取值。当无相关资料时, 可按 $1.0L/m^2 \cdot d \sim 3.0L/m^2 \cdot d$ 计。

表 4.4.3-1 绿化灌溉年均用水定额 (m^3/m^2)

草坪种类	用水定额		
	特级养护	一级养护	二级养护
冷季型	0.66	0.50	0.28
暖季型	—	0.28	0.12

6 公路及服务区路面浇洒用水定额可按照下垫面的类型参照表 4.4.3-2 中的取值选用, 公路及广场浇洒最高日用水量可按 $2.0L/m^2 \cdot d \sim 3.0L/m^2 \cdot d$ 计。

表 4.4.3-2 公路浇洒用水定额 ($L/m^2 \cdot 次$)

序号	路面性质	用水定额
----	------	------

1	碎石路面	0.40-0.70
2	土路面	1.00-1.50
3	水泥或沥青路面	0.20-0.50

7 汽车冲洗用水定额，应根据车辆用途、公路路面等级，以及采取的冲洗方式等因素确定，并按表 4.4.3-3 取值。

表 4.4.3-3 汽车冲洗用水量定额 (L/辆·次)

冲洗方式	高压水枪冲洗	循环用水冲洗	抹车、微水冲洗	蒸汽冲洗
轿车	40-60	20-30	10-15	3-5
公共汽车 载重汽车	80-120	40-60	15-30	—

8 服务区雨水用于冲洗厕所的用水量按照现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015 和《建筑中水设计规范》GB50336 中的用水定额及用水百分率确定。

9 雨水收集回用量应进行水量平衡分析后确定，还应满足以下要求：

- 1) 雨水径流总量按式 4.4.4 计算；
- 2) 雨水可回用量宜按不大于雨水径流总量的 90% 计算，并应扣除初期弃流量；
- 3) 回用系统的最高日设计水量不宜小于集水面雨水径流总量的 40%。

10 初期弃流量宜按下式进行计算，有特殊要求时，可根据实测雨水径流中污染物浓度确定。

$$W_i = 10 \times \delta \times F \quad (4.4.3-5)$$

式中： W_i ——初期弃流量 (m^3)；

δ ——初期径流厚度 (mm)，一般建筑屋顶取 2mm-3mm；服务区路面取 3mm-5mm，公路路面取 5mm-9mm。

F ——汇水面积， hm^2 ，按水平投影面积计算。

4.4.4 渗透设施规模计算应满足以下规定：

1 渗透设施的有效渗透面积 A_s 应按下列要求确定：

- 1) 水平渗透面按投影面积计算；
- 2) 竖直渗透面按有效水位高度的 1/2 计算；
- 3) 斜渗透面按有效水位高度的 1/2 所对应的斜面实际面积计算；
- 4) 地下渗透设施的顶面积不计。

2 渗透设施的渗透量应按下列公式计算：

$$W_s = \alpha K J A_s t_s \quad (4.4.4-1)$$

式中： W_s ——渗透量 (m^3)；

α ——综合安全系数，一般取 0.5-0.6；

K ——土壤渗透系数 (m/s)；

J ——水力坡降，一般取 1；

A_s ——有效渗透面积 (m^2)；

t_s ——渗透时间 (s)，当计算调蓄时应 $\leq 12h$ ，渗透池 (塘)、渗透井可 $\leq 72h$ ，

其他 $\leq 24h$ 。

3 渗透设施进水量应按下列公式计算：

$$W_c = \left[60 \frac{q_c}{1000} (F_y \times \Psi_m + F_0) \right] t_c \quad (4.4.4-2)$$

式中： W_c ——渗透设施进水量 (m^3)；

F_y ——渗透设施接纳的集水面积 (hm²);

F_0 ——渗透设施的直接受水面积 (hm²), 埋地渗透设施取 0;

t_c ——渗透设施产流历时 (min);

q_c ——渗透设施产流历时对应的暴雨强度[L/ (s·hm²)]。

4 渗透设施系统产流历时内的积蓄雨水量按下式计算:

$$W_p = \text{Max}(W_c - W_s) \quad (4.4.4-2)$$

式中: W_p ——产流历时内的蓄积雨水量 (m³), 产流历时经计算确定, 不宜大于 120min。

4.4.5 调蓄设施规模计算应满足以下规定:

1 合流制排水区域, 用于控制面源污染时, 调蓄池的有效容积可按下式计算:

$$V_c = 3600 t_i (n - n_0) Q_{dr} \beta \quad (4.4.5-1)$$

式中: V_c ——调蓄池有效容积 (m³);

t_i ——调蓄池进水时间 (h), 宜采用 0.5h-1h, 当合流制排水系统雨天溢流污水至水质在单次降雨时间中无明显初期效应时, 宜取上限; 反之, 可取下限;

n ——调蓄池运行期间的截留倍数, 由要求的污染负荷目标削减率、当地截留倍数和截留量占降雨量比例之间的关系求的;

n_0 ——系统原截留倍数;

Q_{dr} ——截流井以前的旱流污水量 (m³/s);

β ——安全系数, 可取 1.1-1.5。

2 在分流制排水区域, 用于控制面源污染时, 雨水调蓄池的有效容积可按下式计算:

$$V = 1.5 \times VSR \times S_{ip} \quad (4.4.5-2)$$

式中： VSR ——单位面积上需调蓄雨水量 (m^3/hm^2)；根据初期雨水控制量要求确定，宜采用 $20m^3/hm^2-100m^3/hm^2$ ；

S_{ip} ——产流面积， $S_{ip} = S_{总} \times \Psi_z$ ；

$S_{总}$ ——系统汇水总面积 (hm^2)；

Ψ_m ——径流系数。

3 用于削减排水管道洪峰量时，调蓄池的有效容积，可按下式计算：

$$V_c = \left[- \left(\frac{0.65}{n^{1.2}} + \frac{b}{t} \cdot \frac{0.5}{n+0.2} + 1.10 \right) \lg(t+0.3) + \frac{0.215}{n^{0.15}} \right] \cdot Q_s \cdot t \quad (4.4.5-3)$$

式中： V_c ——调蓄池有效容积 (m^3)；

at ——脱过系数，取值为调蓄池下游排水管道设计流量和上游排水管道设计流量之比；

Q_s ——调蓄池上游设计流量 (m^3/min)；

b 、 n ——暴雨强度公式参数；

t ——降雨历时 (min)，根据公式 $t=t_1+t_2$ 计算。

4 用于雨水利用时，调蓄池的有效容积应根据降雨特征、用水需求和经济效益等确定。

5 雨水调蓄池的放空时间，可按下式计算：

$$t' = \frac{V_c}{3600 Q_x \eta} \quad (4.4.5-4)$$

式中： t' ——放空时间 (h)；

V_c ——调蓄池有效容积 (m^3)；

Q_x ——下游排水管道或设施的受纳能力 (m^3/s)；

η ——排放效率，一般可取 0.3-0.9。

4.4.6 储存设施规模计算应通过“容积法”及“水量平衡法”计算，并通过技术经济分析综合确定。

4.4.7 植草沟等转输设施规模计算应满足以下规定：

- 1 根据总平面图布置植草沟，并划分各段的汇水面积。
- 2 根据《室外排水设计规范》(GB50014) 确定排水设计重现期，通过“流量法”计算设计流量 Q 。
- 3 根据工程实际情况和植草沟的设计参数取值（参照 4.5.9），确定各设计参数。

4.5 海绵设施结构设计

4.5.1 透水铺装设计应满足以下规定：

- 1 透水铺装可参照图 4.5.1 所示的典型结构进行设计。

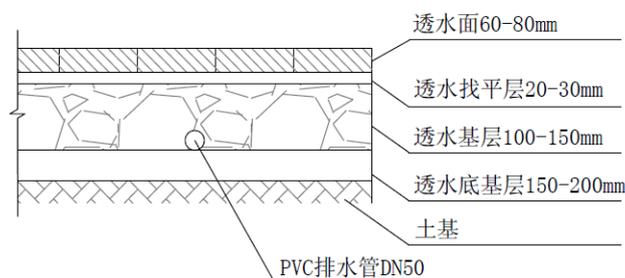


图 4.5.1 透水铺装典型结构图

条文说明

透水路面可以用来替代传统的硬化路面，具有降低地面径流系数、储水、回补地下水等功能，还具有提高路面抗滑性能、降低噪声的功能。透水路面宜采用透水水泥混凝土路面、透水沥青混凝土路面或透水砖路面。透水混凝土及透水沥青路面可用于服务区广场和停车场；透水砖路面可用于服务区人行道区域。

- 2 透水铺装应根据土基透水性要求，采用全透水或半透水铺装结构。

- 1) 当土基渗透系数大于 $1 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 时，宜采用全透水铺装结构；

2) 当土基渗透系数小于 $1 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 时, 宜采用半透水铺装结构, 并在土基中设置集水管, 排入雨水管渠。

条文说明

全透水铺装结构适宜在土基透水性较好时采用, 一般情况下雨水可全部透过透水铺装结构层, 渗入地下或在路基内有组织排出; 土基透水性较差(渗透系数小于 $1 \times 10^{-6} \text{m/s}$) 时, 宜采用半透水铺装结构, 雨水在通过透水铺装结构层后进入透水基层, 一部分雨水渗入透水基层下的土壤, 超过基层渗透能力的雨水进入地下集水管, 通过雨水管渠排出。地下集水管接入雨水管渠时, 应采取防倒流措施。

3 透水路面的设置场地和规模数量应符合下列规定:

1) 服务区人行道、停车场、广场和建设工程的外部庭院等宜采用渗透性铺装。

2) 有条件的地区应对现有硬化地面结合道路功能和交通要求进行透水性改建。

4 透水路面组成的设置应符合下列规定:

1) 透水路面自上而下宜设置透水面层、透水找平层和透水基层。

2) 透水路面铺设在地下室顶板上时, 顶板覆土厚度应大于 600mm, 并应设置排水层。

3) 透水面层渗透系数应大于 $1 \times 10^{-4} \text{m/s}$, 透水面砖有效孔隙率应大于 8%, 透水混凝土有效孔隙率应大于 10%。

4) 透水找平层渗透系数应大于面层, 采用细石透水混凝土、干砂、碎石或石屑等铺设, 厚度宜为 20mm ~ 30mm, 有效孔隙率应不小于面层。

5) 透水基层渗透系数应大于面层, 采用级配碎石或者透水混凝土铺设, 厚度应大于 150 mm, 有效孔隙率应大于 20%, 透水基层底部不设坡度, 蓄水宜

在 48h 内排空。

6) 寒冷地区透水路面的设置应满足承载力和抗冻要求。

7) 当透水面层栽种植物时，宜在找平层和基层中混合一定比例的营养土。

5 采用半透水铺装结构时，地下集水管应符合下列规定：

1) 集水管应设置沉泥井等预处理设施。

2) 集水管管径宜为 100mm ~ 150mm。

3) 检查井之间的管道敷设坡度宜为 0.01 ~ 0.02。

4) 渗透检查井出水管内底高程应高于进水管内顶高程，并低于上游相邻井的出水管管底高程。

5) 集水管设在机动车道下时，覆土厚度应大于 700mm。

6) 地下集水管可采用穿孔塑料管、聚乙烯丝绕管、无砂混凝土管等。塑料管开孔率宜为 1% ~ 3%，无砂混凝土管的孔隙率宜大于 20%，孔间距不宜超过 150mm。

7) 地下集水管四周应填充砾石或其他多孔材料。

6 全透水铺装透水路面的基层厚度应满足道路荷载的要求，并按下式计算：

$$d_{pp} = \frac{H_c R + H_p - \beta f_m T_f}{n_i} \quad (4.5.1-1)$$

d_{pp} ——全透水铺装透水路面基层厚度 (mm)；

H_c ——透水路面 汇水范围内(不包括透水路面面积) 设计降雨量(mm)；

R ——透水路面汇水范围面积(不包括透水路面面积)与透水路面面积之比；

H_p ——设计降雨量(mm)；

β ——安全系数，可取 0.5；

f_m ——土壤入渗率 (mm/h)；

T_f ——透水基层的充满时间 (h), 可取 2;

n_i ——透水基层平均孔隙率, 可取 0.3~ 0.4。

条文说明

式中设计降雨量 H_c 和 H_p 应与透水基层的充满时间 T_f 对应, 例如 T_f 取 2 h, H_p 为 2h 内的降雨量。当透水基层与下方和周围的土壤被不透水膜分隔开时, f_m 应取 0。安全系数 β 可视为土壤入渗率的修正系数, 其取值应在 0 到 1 之间。 β 值越小, 修正后的土壤入渗率越小, 安全系数越大, 计算所得透水基层厚度也越大。

7 半透水铺装透水路面的基层厚度应按下式计算:

$$d_{rpp} = \frac{\beta i t_s}{n_i} \quad (4.5.3-3)$$

式中:

d_{rpp} ——半透水铺装透水路面集水管下方透水基层厚度 (mm);

t_s ——放空时间, 可取 48h。

8 透水路面的透水基层底部应比当地季节性地下水位至少高 60 cm。

条文说明

当地下水位过高时, 可能在透水路面的透水基层形成季节性积水, 造成透水路面失效, 且有可能导致地下水污染, 因此, 设计透水路面时, 应首先调查了解当地的地下水位, 特别是雨季高水位情况, 避免地下水进入透水基层。

9 可渗透地面应与周围建筑的基础保持一定安全距离, 避免其积蓄的雨水渗入基础, 安全距离可按表 4.5.1 的规定取值。当透水路面下方设有不透水膜, 并与周围土壤完全隔绝时, 可不受以上规定限制。

表 4.5.1 透水路面与周围建筑物的安全距离

透水路面面积	与周围建筑物地面高程关系	安全距离
小于 100m ²	高于周围建筑物地面高程	8.0m

	低于周围建筑物地面高程	1.5m
100m ² ~1000m ²	高于周围建筑物地面高程	16.0m
	低于周围建筑物地面高程	3.5m
大于 1000m ²	高于周围建筑物地面高程	32.0m
	低于周围建筑物地面高程	8.0m

10 透水路面观察井的最大水平间距不应超过 50 m，当设有集水管时，观察井底部宜与集水管连通。

条文说明

通过查看观察井中水位可以方便地了解透水基层的蓄水和排水情况，估算其排空时间。观察井应设置在不影响交通的位置，并设置井盖，防止杂物落入。

4.5.2 下沉式绿地的设计应符合下列规定：

1 下沉式绿地的设计结构可参考图 4.5.2。

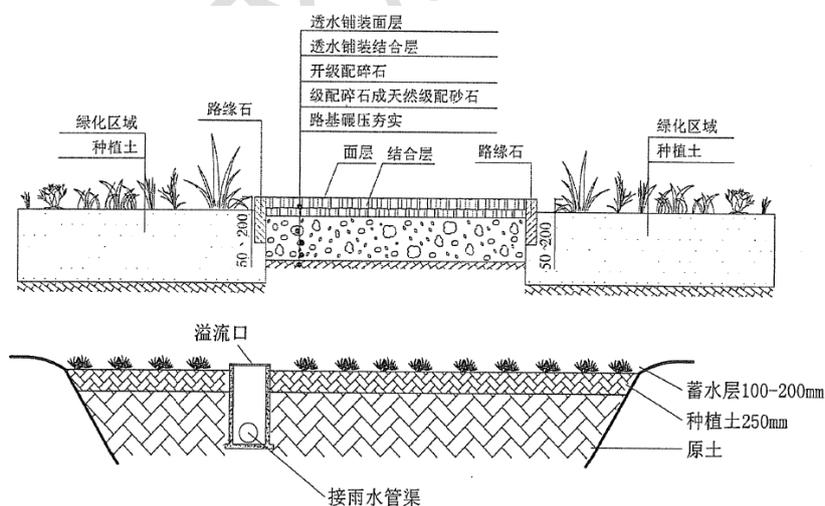


图 4.5.2 下沉式绿地典型构造图

2 对以草皮为主的绿地，下沉深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能确定，宜为 50 mm ~ 200 mm，且不得大于 300 mm。

3 根据下沉式绿地的设计和主要目的,绿地内应选用适合绿地运行条件,并满足景观设计要求的植物品种。

4 下沉式绿地内宜设置雨水口,并应满足暴雨时径流的溢流排放,雨水口顶部标高应低于周边硬化汇水面不小于 50 mm。宜采用 立体排水等不易堵塞的雨水口。

5 绿地排空时间一般为 24h ~ 48h。

6 溢流口宜设有沉泥斗,深度不应小于 300mm。

7 滞留或蓄渗功能为主的下沉式绿地,其下沉深度可选择高值 (200 mm);植物种类选择应优先考虑耐淹性能。

8 以净化功能为主的下沉式绿地,应通过采用合理的下沉深度和溢流雨水口高度等方式,在满足其他设计要求情况下,适当延长雨水滞留时间,保证径流净化效果。

条文说明

下沉式绿地具有狭义和广义之分,狭义的下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路在 200 mm 以内的绿地;广义的下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积(在以径流总量控制为目标进行目标分解或设计计算时,不包括调节容积),且可用于调蓄和净化径流雨水的绿地,包生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等,广义的下沉式绿地下沉深度无硬性规定。

4.5.3 生物滞留设施的设计应符合下列规定:

1 生物滞留设施结构设计可参考图 4.5.3-1 和图 4.5.3-2。

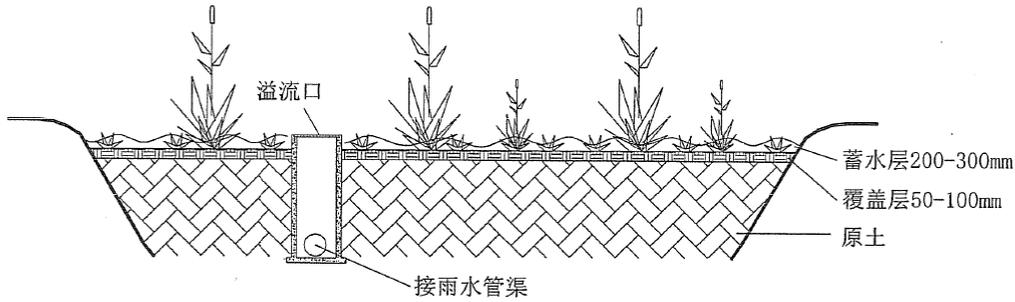


图 4.5.3-1 简易型生物滞留设施典型构造示意图

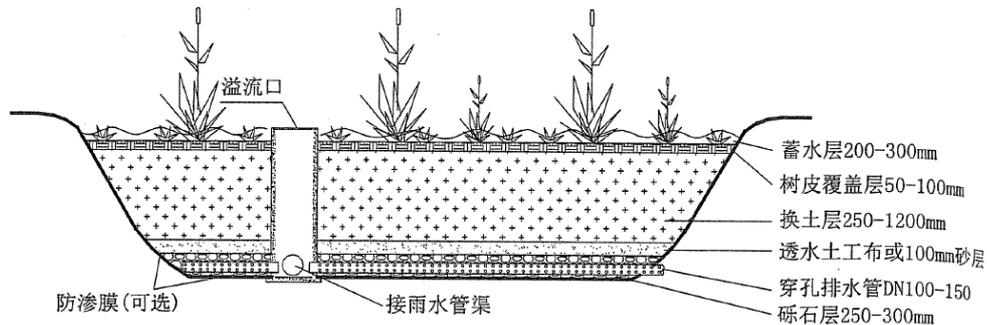


图 4.5.3-2 复杂型生物滞留设施典型构造示意图

条文说明

生物滞留设施根据应用位置不同可分为雨水花园、生物滞留带、高位花坛和生态树池等。一般设置在互通立交桥下、公路两侧或服务区绿地、停车场、景观花园等位置，其规模可根据地形灵活选择，是一种应用较广的源头控制设施。

生物滞留设施分为简易型生物滞留设施和复杂型生物滞留设施。生物滞留设施一般用于截留和过滤强度较小的降雨产生的径流。发生强度较大的降雨时，由于生物滞留设施具有短时期储存雨水的功能，因此可以在一定程度上削减雨水径流的峰值流量、径流总量和径流污染。

2 生物滞留设施占不透水地面的汇水面积的比例宜为 5~10%。

3 生物滞留各层结构应满足以下规定：

1) 设施宜在土基上铺设，自上而下宜设置蓄水层、覆盖层、种植层、透水土工布和砾石层。

2) 蓄水层的高度由溢流管控制，其设置应考虑植物的耐淹程度和土壤渗透性能。

3) 覆盖层的作用是防止雨水径流对种植层的直接冲刷, 减少水土流失, 并可防止结构层过早堵塞; 同时可以使植物根部保持潮湿, 为生物生长和分解有机物提供媒介, 并截留吸附部分污染物。

4) 种植土的配比应根据当地的自然和经济条件综合确定。为防止换土层介质流失, 土层底部一般设置透水土工布隔离层, 也可采用厚度不小于 100 mm 的砂层 (细砂和粗砂) 代替。

5) 砾石层起到排水作用, 厚度一般为 250 mm ~ 300 mm, 可在其底部埋置管径为 100 mm ~ 150 mm 的穿孔排水管, 砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径; 为提高生物滞留设施的调蓄作用, 在穿孔管底部可增设一定厚度的砾石调蓄层。

4 生物滞留设施应设置溢流口, 溢流口标高应根据当地土壤的下渗能力和植物的耐淹程度等因素确定; 超过蓄水层调蓄深度的雨水, 应通过溢流装置排至接纳水体或排水管渠。

5 生物滞留设施渗透溢流口标高宜高于生物滞留设施表面 100 mm ~ 300 mm。

条文说明

溢流装置可采用溢流管或溢流井等形式, 保证设施排水能力。溢流装置的设计应与生物滞留设施的设计目标相匹配。溢流装置应远离雨水口, 避免发生短流。

6 生物滞留设施宜设置格栅、植草沟、前置的沉淀和过滤区等预处理设施。

条文说明

预处理设施应根据生物滞留设施进水的污染程度和污染物性质确定。当雨水中污染物的粒径较大时, 应设置粗格栅、旋流分离装置; 否则, 可以直接选择沉淀和过滤设施。预处理设施可去除雨水中的树叶、垃圾和其他污染物, 并减缓雨水径流流速, 避免造成对生物滞留设施的冲刷和堵塞。

7 生物滞留设施宜设置观察设施。观察设施的高度应高于生物滞留设施的溢流高度。

8 对于生态树池，应满足以下规定：

- 1) 树池顶宜与周边路面相平或低于周边路面 10 mm ~ 20 mm。
- 2) 植物宜以中小型的灌木或小乔木植物为主；
- 3) 生态树池宜设置溢流口，溢流口顶部标高应高于绿地 20 mm ~ 50 mm；
- 4) 生态树池种植灌木、花草覆土不得低于 500 mm，种植乔木覆土不得低于 1500mm，宽度不得低于 1500 mm；底部碎石垫层不宜小于 150 mm。

9 滞留或储存功能为主的生物滞留设施，其蓄水层深度宜选择高值 (300mm)。

10 净化功能为主的生物滞留设施应通过调整设计参数，适当延长雨水滞留时间，保证设施的径流净化效果。

4.5.4 渗井设计应符合下列规定：

1 渗井可建在高速公路服务区及公路养护区的景观建筑、道路及停车场周边绿地区域。

2 渗井结构设计可参照图 4.5.4-1 与图 4.5.4-2。

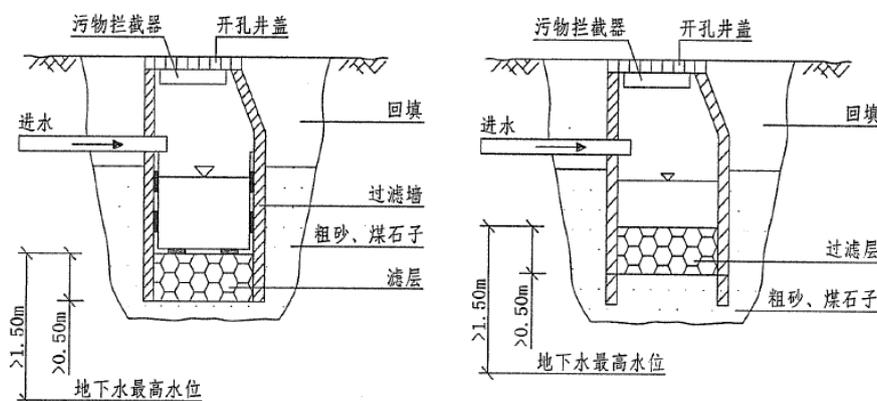


图 4.5.4-1 渗井结构示意图

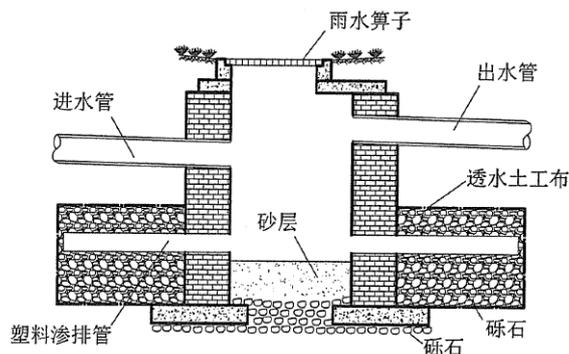


图 4.5.4-2 辐射渗井构造示意图

条文说明

渗井通过井壁和井底进行雨水下渗，可在渗井周围设置水平渗排管，并在渗排管周围铺设砾（碎）石，增大其渗水效果。

3 渗井应用于径流污染严重、设施底部距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m (水平距离)的区域时，应采取必要的措施防止发生次生灾害。

4 雨水通过渗井下渗前应道过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理。

5 渗井的出水管的内底高程应高于进水管管内顶高程，但不应高于上游相邻井的出水管管内底高程。

6 渗井外层应采用土工布或性能相同的材料包覆，透水土工布宜选用无纺土工织物，单位面积质量宜为 $100\sim 300\text{g/m}^2$ ，渗透性能应大于所包覆渗透设施的最大渗水要求，应满足保土性、造水性和防堵性的要求；当设有人孔时，应采用双层井盖；渗井调蓄容积不足时，也可在渗井周围连接水平渗排管，形成辐射渗井。

7 渗井设计时也可参考《排水工程标准图集》(91SB4-1)，图集中渗水井做法包含直径为 1500mm 及 2000mm 两个规格，砖砌及干砌片石两种材料类型。

8 在人行道、广场、绿地等荷载较小的场所可采用成品渗透检查井，成品渗

透检查井开孔率以 1%-3%为宜。上部井算具有集水收水功能，当不需要该功能，仅作为渗水井使用时，可换为井盖。上部井算下方设置的截污筐用于拦截雨水中固体物，可人工取出进行清理。

9 为保证景观效果与使用安全，可在井盖框架内填种植土或卵石、铺装材料，进行景观化处理。也可通过在井盖周边栽植植物进行遮挡。

10 为提高土壤渗透能力，加快渗透速率，可在表层土壤下设置透水片材、透水型材、透水管材、渗蓄筐等增渗设施。

4.5.5 蓄水池设计应符合下列规定：

1 蓄水池典型构造可参照国家建筑标准设计图集《雨水综合利用》(10SS705)。

2 蓄水池适用于有雨水回用需求的互通立交下方绿地、高速公路服务区等地，根据雨水回用用途（绿化、道路喷洒及冲厕等）不同需配建相应的雨水净化设施。

3 蓄水池宜设置在室外地下，室外地下蓄水池的人孔或检查口应设置防止人员落入水中的双层井盖。雨水蓄水池设在室外地下的益处是排水安全和环境温度低、水质易保持。水池人孔或检查孔设双层井盖的目的是保护人身安全。雨水蓄水池也可根据具体使用场所状况设置在屋面、地面或室内。

4 雨水储存设施应设有溢流排水措施，溢流排水措施宜采用重力溢流。雨水收集系统的蓄水构筑物在发生超过设计能力降雨、连续降雨或在某种故障状态时，池内水位可能超过溢流水位发生溢流。

5 当蓄水池和弃流池设在室内且溢流口低于室外地面时，应符合下列要求：

1) 当设置自动提升设备排除溢流雨水时，溢流提升设备的排水标准应按 50

年降雨重现期 5min 降雨强度设计，并不得小于集雨屋面设计重现期降雨强度；

- 2) 当不设溢流提升设备时，应采取防止雨水进入室内的措施；
- 3) 雨水蓄水池应设溢流水位报警装置，报警信号引至相关管理中心；
- 4) 雨水收集管道上应设置能以重力流排放到室外的超越管，超越转换阀门

宜能实现自动控制。

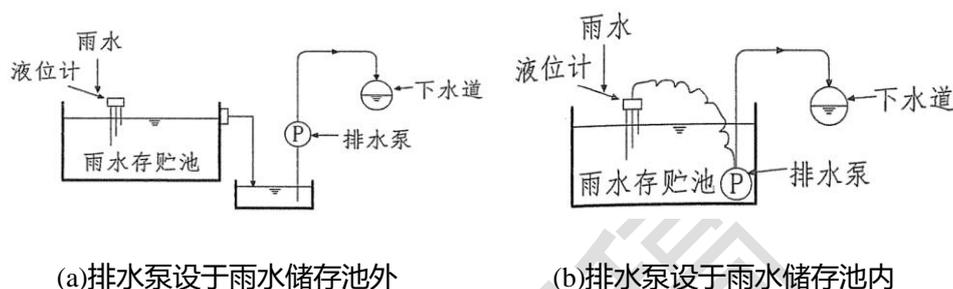


图 4.5.5 溢流排水方式示意

6 当蓄水池兼作沉淀池时，其进、出水管的设置应防止水流短路；避免扰动沉积物；进水端宜均匀布水。

7 蓄水池应设检查口或人孔，池底宜设集泥坑和吸水坑。当蓄水池分格时，每格都应设检查口和集泥坑。池底设不小于 5% 的坡度坡向集泥坑。检查口附近宜设给水栓和排水泵的电插座。当采用型材拼装的蓄水池，且内部构造具有集泥功能时，池底可不做坡度。

8 当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，排水设施应配有搅拌冲洗系统，应设搅拌冲洗管道，搅拌冲洗水源宜采用池水，并与自动控制系统联动。同时，应在雨水处理前自动冲洗水池池壁和将蓄水池内的沉淀物与水搅匀，随净化系统排水将排除沉淀物排至污水管道，以免在蓄水池内过量沉淀。

9 溢流管和通气管应设防虫措施。蓄水池宜采用耐腐蚀、易清洁的环保材料。

4.5.6 雨水罐设计应符合下列规定：

1 雨水罐也称雨水桶, 为地上或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施, 可用塑料、玻璃钢或金属等材料制成。

2 面水罐多为成型产品, 适用于服务区建筑屋面雨水或立交桥桥面径流雨水的收集利用。

3 以雨水资源利用为主要功能的雨水罐, 须采用初期雨水弃流装置。

4 以雨水资源利用为主要功能的雨水罐设置与设计还应符合以下规定:

1) 收集屋面径流宜采用檐沟、天沟和雨落管, 瓦屋面应设置接水槽。有条件时, 可将雨水贮存设施建在较高位置, 易于自流供水;

2) 应设置检查口, 封闭式贮存设施还应设通气设施;

3) 溢流管和通气设施应设防虫措施。

4.5.7 绿色屋顶设计应符合下列规定:

1 绿色屋顶基质深度根据植物需求及屋顶荷载确定, 绿色屋顶的典型构造如图 4.5.7 所示。

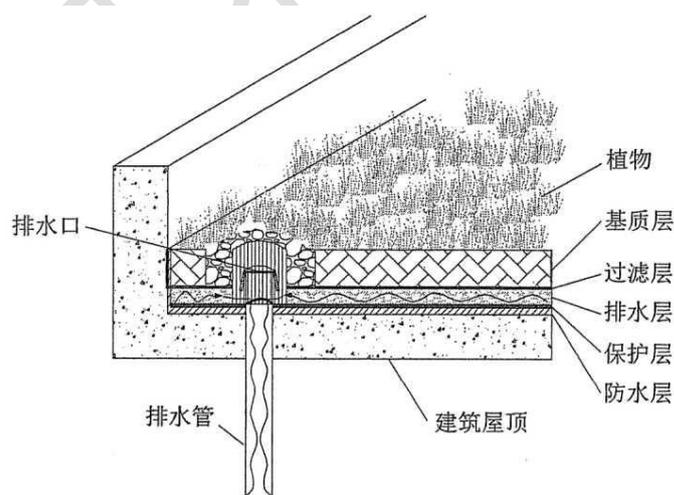


图 4.5.7 绿色屋顶典型构造示意图

2 设置绿色屋顶屋面, 其坡度应不大于 15° 。

3 绿色屋顶的类型应根据建筑物的结构强度、景观和内涝防治需求等因素,

综合考虑后合理确定。一般种植草本植物、小型灌木和攀缘植物等的绿色屋顶，其土壤层和总体厚度较小，对屋顶结构强度要求较低（屋面静荷载不低于 140kg/m^2 ），主要功能为削减雨水径流量。一般栽种根系较深的木本植物的绿色屋顶，其土壤层和总体厚度较大，对屋顶结构强度要求高（屋面静荷载不低于 250kg/m^2 ），主要用于景观，设计较为复杂。绿色屋顶的设计可参考《种植屋面工程技术规程》（JGJ155）。

4 既有建筑设置绿色屋顶时，应校核屋顶的荷载和防水性能，还应满足建筑、结构等相关专业规范的要求。

5 不具备设置绿色屋顶条件的建筑，可采取措施延缓雨水进入雨水斗、落雨管和地下管道的时间。雨水斗的数量和布置，应根据单个装置的过水能力和设计屋顶积水深度确定。具体做法为不设土壤和植被层，仅在屋顶安装一个或多个带有溢流堰（孔）的雨水斗，下部和落雨管连接。降雨时，屋面雨水经过带溢流堰（孔）的雨水斗，进入落雨管和地下排水系统。由于溢流槽（孔）可以控制水流速度，可以延缓屋面雨水进入排水系统的时间，也可起到削减流量峰值的作用。

6 绿色屋顶自上而下由土壤层、过滤层、排水层、保护层、防水层和找平层组成，应符合下列规定：

1) 土壤层宜选择轻质、适宜植物生长的材料，其铺设厚度应根据种植植物的类型确定，当种植乔木时，其厚度可超过 600mm ；当种植其它植物时，其厚度不宜超过 150mm 。

2) 过滤层应采用透水且能防止泥土流失的材料。

3) 排水层宜采用卵石、碎石或具有储水能力的合成材料，孔隙率宜大于 25% ，厚度宜为 $100\text{mm}\sim 150\text{mm}$ 。

- 4) 保护层厚度应能防止被植物根系穿透。
- 5) 防水层宜选择对屋顶变形或开裂适应性强的柔性材料。
- 6) 找平层由水泥砂浆铺成，厚度宜为 20mm ~30mm。

7 绿色屋顶应设置屋面排水沟或排水管等溢流设施，用以排除超出绿色屋顶容纳能力的雨水。

4.5.8 人工土壤渗滤设计应符合下列规定：

1 人工土壤渗滤主要作为蓄水池等雨水储存设施的配套雨水设施，以达到回用水水质指标。人工土壤渗滤设施的典型构造可参照复杂型生物滞留设施。

2 人工土壤渗滤适用于有一定场地空间的服务区建筑及互通立交桥绿地系统。

4.5.9 植草沟设计应符合下列规定：

1 植草沟的结构设计可参照图 4.5.9。

2 植草沟可用于各等级公路、高速公路及其服务区停车场等不透水面的周边，也可作为生物滞留设施的预处理设施。

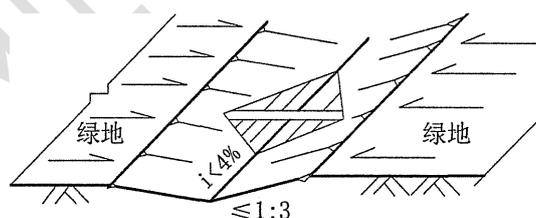


图 4.5.9 植草沟典型构造示意图

条文说明

植草沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用，可用于衔接其他各单项设施、公路雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。除转输型植草沟外，还包括渗透型的干式植草沟及常有水的湿式植草沟，可分别提高径流总量和径流污染控制效果。

3 植草沟也可与雨水管渠联合应用，场地竖向允许且不影响安全的情况下也

可代替雨水管渠。

4 植草沟应采用重力流排水，应根据各汇水面的分布、性质和竖向特征，均匀分配径流量，合理确定汇水面积。

5 竖向设计应进行土方平衡计算。

6 植草沟的设计参数应符合下列规定：

1) 浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形；

2) 植草沟边坡坡度不宜大于（垂直:水平）1:3，纵坡不应大于 4%，纵坡较大时宜按照设计要求在中途设置消能台坎。

3) 植沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2~0.3；

4) 转输型植草沟内植被高度宜为 100mm~200mm。

5) 植草沟的设计参数应考虑当地的地理条件、汇水范围、降雨特点和内涝防治设计标准等因素综合确定。选取植草沟坡度和设计流速时，应避免对植被和土壤形成冲刷。

7 植草沟的水力计算方法和普通明渠相同，其设计流量应按下列公式计算：

$$Q = \frac{1}{n} A_h R^{0.667} i^{0.5} \quad (4.5.3)$$

式中：

Q——设计流量（m³/s）；

A_h——横断面面积（m²）；

R——横断面的水力半径（m）；

i——纵向坡度；

n——粗糙系数。

8 采用上式计算植草沟流量时，应验算植草沟过水断面的平均流速，保证其满足最大流速要求。

9 当大量雨水径流通过管道进入植草沟时，宜在进口处设置消能设施，消能设施可由卵石、碎石或混凝土砌块等构成，避免雨水径流对坡底形成冲刷。

10 当植草沟的纵向坡度大于 4% 时，宜设置为阶梯型植草沟或在其横断面设置节制堰或消能挡板。节制堰宜由卵石、碎石或混凝土等构成，以延缓流速。堰顶高度应根据植草沟的设计蓄水量确定。

4.5.10 雨水湿地设计应符合下列规定：

1 进水口和溢流水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

2 雨水湿地应设置前置塘对径流雨水进行预处理。

3 雨水湿地浅沼泽区水深范围一般为 0.0m ~ 0.3 m，深沼泽区水深范围一般为 0.3m ~ 0.5 m，根据水深不同种植不同类型的水生植物。

4 雨水湿地出水池水深一般为 0.8m ~ 1.2m，出水池容积约为总容积（不含调节容积）的 10%。

条文说明

雨水湿地沼泽区包括浅沼泽区和深沼泽区，均是雨水湿地主要的净化区。雨水湿地设出水池主要起防止沉淀物的再悬浮和降低温度的作用。

5 雨水湿地的调节容积应在 24h 内排空。

6 雨水湿地的土壤层应为未压实的天然土，在沼泽区宜覆盖 50mm ~ 150mm 以上的土壤过滤层，过滤层的材料宜为 50% 的中粗砂、20% 的腐殖层、30% 的表土。

4.6 植物选择要求

4.6.1 低影响开发种植设计应以乡土树种为主，建立乔灌草结合，陆生、湿生及水生植物并举的复层自然式植物群落。

4.6.2 坚持适地适树，依据气候区划及土壤等条件进行植物树种的选择，有针对性地选择具有不同耐寒、耐旱、耐涝、耐冲、耐盐碱和抗污染习性的适生植物。

4.6.3 重视植物的经济适用性，应加强低维护成本的绿化植物应用。

4.6.4 注重植物多样性的保护，不应采用入侵物种或有侵略性根系的物种。

4.6.5 低影响开发设施植物栽植应遵循所在场地的总体绿化设计要求，注意速生与慢生植物、常绿与落叶植物的合理搭配，满足季相景观要求。

4.6.6 依据低影响开发设施的功能构建及地表雨水径流控制目标的差别，可选择具有“净化、滞留、促渗、低维护、观赏价值”等不同功能侧重的植物种类。

4.6.7 冬季应考虑融雪剂对植物生长的影响。

4.6.8 按气候及降雨量状况划分时，植物选择应满足以下要求：

1 干寒地区植物可参考表 4.6.8-1 进行选择。

表 4.6.8-1 干寒地区常用植物类型

名称	科属	优缺点
旱柳	杨柳科柳属	喜光、较耐寒、耐干旱、喜湿润、适宜排水、通气良好的沙壤土
文冠果	无患子科文冠果属	对土壤适应性很强，耐瘠薄、耐盐碱，抗寒能力强抗旱能力极强
湿地杉	松科松属	常绿、耐寒、耐水湿；碱土中种植有黄化现象

小叶杨	杨柳科杨属	喜光、耐寒、耐旱、耐盐碱、生长迅速、根系发达；不耐阴
大叶女贞	木犀科女贞属	常绿、耐寒、耐水湿、深根性；不耐贫瘠
蒲苇	禾本科蒲苇属	常绿，耐寒、耐旱，观赏性强
黑麦草	禾本科黑麦草属	须根发达、耐湿；不耐旱
狼尾草	禾本科狼尾草属	根系发达、耐寒、耐旱、较耐盐碱
八宝景天	景天科八宝属	耐寒、耐旱、耐贫瘠

2 干暖地区植物可参考表 4.6.8-2 进行选择。

表 4.6.8-2 干暖地区常用植物类型

名称	科属	优缺点
垂柳	杨柳科柳属	喜光、较耐寒、特耐水湿、根系发达；某些虫害比较严重
河柳	杨柳科柳属	喜光、耐寒、喜水湿
水杉	杉科水杉属	耐寒性强、不耐贫瘠和干旱、耐水湿能力强、根系发达；生长快慢常受水分支配
白蜡	木犀科栲属	喜光、喜肥沃土壤、耐旱
小叶杨	杨柳科杨属	喜光、耐寒、耐旱、耐盐碱、生长迅速、根系发达；不耐阴。
女贞	木犀科女贞属	耐寒、耐水湿、深根性；掉叶掉蕾、不耐贫瘠
大叶黄杨	黄杨科黄杨属	耐旱、耐湿
金叶女贞	木犀科女贞属	耐寒、耐湿、耐污染；不耐高温高湿

月季	蔷薇科蔷薇属	耐寒、耐旱；不耐高温
冬青	冬青科冬青属	耐寒、耐阴湿
凤尾兰	百合科科丝兰属	耐寒、喜阳、耐阴、耐旱耐湿

3 湿润地区植物可参考表 4.6.8-3 进行选择。

表 4.6.8-3 湿润地区常用植物类型

名称	科属	优缺点
香樟	樟科樟属	喜光、较耐水湿；不耐旱、不耐寒
水杉	杉科水杉属	耐寒性强、不耐贫瘠和干旱、耐水湿能力强、根系发达；生长快慢常受水分支配
垂柳	杨柳科柳属	喜光、较耐寒、特耐水；湿、根系发达，某些虫害比较严重
女贞	木犀科女贞属	耐寒、耐水湿、深根性；掉叶掉蕾、不耐贫瘠
棕榈	棕榈科棕榈属	喜温暖、耐阴、抗旱、耐水湿；易风倒，生长慢
芭蕉	芭蕉科芭蕉属	喜温暖湿润、耐阴
小叶石楠	蔷薇科石楠属	耐寒、耐旱
凤尾兰	龙舌兰科丝兰属	耐寒、喜阳、耐阴、耐旱耐湿
蒲葦	禾本科蒲葦属	常绿，耐寒、耐旱，观赏性强

5 施工与验收

5.1 一般规定

5.1.1 在实施海绵设施工程开挖、填埋、碾压作业时，应进行现场事前调查、选择施工方法、编制工程施工组织设计文件。

5.1.2 海绵设施所用原材料、半成品、构（配）件、设备等产品，进入施工现场时必须按相关规定进行进场验收。

5.1.3 工程建设应尽量避免在雨季施工。如在雨季施工应做好水土保持、防洪及防风措施。

5.1.4 施工过程中应重点对设施规模、竖向、进水设施、溢流排放口、防渗、水土保持、绿化种植等关键环节进行验收并做好验收记录，验收合格后方可交付使用。

5.1.5 海绵设施验收应符合国家和地方工程验收标准。

5.2 透水砖铺装

I 施工要求

5.2.1 透水砖铺装施工的一般规定：

1 采用透水砖铺装的路面适用于停车场、步行街和广场及人行道等轻型荷载道路。

2 透水砖路基应稳定、密实、均质，应具有足够的强度、稳定性、抗变形能力和耐久性，设计未明确时，路槽底面土基回弹模量不宜小于 20MPa。

3 透水砖基层可采用刚性基层、半刚性基层或柔性基层，可根据地区资源差异选择透水粒料基层、透水水泥混凝土基层、水泥稳定碎石基层等类型，并应具有足够的强度、透水性和水稳定性。

4 透水砖找平层可采用中砂、粗砂或干硬性水泥砂浆，厚度宜为 20mm~30mm，其透水性能应高于所采用的透水砖。

5 透水砖路面排水分为表面排水和内部排水，应结合市政景观、绿化景观、生态建设及雨水综合利用系统的设计情况进行综合考虑施工，保证路面坡度及排水方式符合设计要求。

6 结构层施工所用原材料、半成品、构（配）件、设备等产品进入施工现场必须按相关要求进行现场验收。

7 透水铺装应逐层检验透水系数，当设计无明确要求时，下层透水系数不得低于上层，且透水铺装顶面透水系数不得低于 0.05mm/s。

5.2.2 透水砖铺装应按下列工序进行施工：

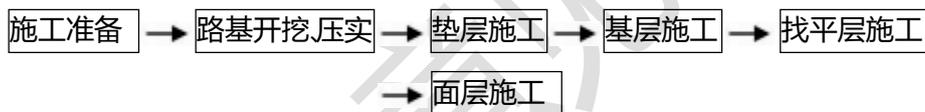


图5.2.2 透水铺装施工工序

5.2.3 透水砖铺装施工时应符合下列要求：

- 1 施工前，应根据设计文件进行路面的定位及标定高程。
- 2 施工时，基准点和基准面应根据平面设计图、工程规模及透水砖规格、块形及尺寸设置。透水砖的铺筑应从透水砖基准点开始，并以透水砖基准线为基准，按设计图铺筑，基准点宜每 3m~5m 设置，应用经纬仪或直尺测定纵、横方格网，定好面砖基准线，并在路幅中线（或边线）上，宜每隔 5~10m 安设一块透水砖作平面、高程控制点。
- 3 透水砖铺筑过程中，不应直接站在找平层上作业，不应在新铺设的砖面上拌合砂浆或堆放材料。
- 4 透水砖铺筑过程中，应随时检查牢固性与平整度，应及时修整，不应采用

向砖底部填塞砂浆或支垫等方法进行砖面找平。

5 应采用切割机械切割透水砖。透水砖的接缝宽度不宜大于 3mm。曲线外侧透水砖的接缝宽度不应大于 5mm，内侧不应小于 2mm；竖曲线透水砖接缝宽度宜为 2mm~5mm。

6 铺设时应将砖轻轻平放，用橡胶锤锤打稳定、平整，不得损坏边角，也可采用高频小振幅板夯（80~90Hz）振压 2~3 遍。

7 透水砖铺筑完成后，表面敲实，应及时清除砖面上的杂物、碎屑，面砖上不应有残留水泥砂浆。面层铺筑完成后基层未达到规定强度前，严禁车辆进入。

8 透水砖施工过程中应防止堵塞透水层及透水面砖，必要时应采用土工布遮盖。

9 透水砖填缝砂不得采用易堵塞透水孔隙的细砂，用砂级配应符合下表要求。

表5.2.3 透水砖接缝用砂级配

筛孔尺寸 (mm)	5	2.5	1.25	0.63	0.315
通过质量百分率	90~100	60~90	0~20	0~5	0

II 验收标准

5.2.4 透水砖的透水性能、抗滑性、耐磨性、块形、颜色、厚度、强度等应符合《透水路面砖和透水路面板》(GB/T25993) 规定。

1 检查频率：透水砖以同一块形，同一颜色，同一强度且以 1000m² 为一验收批；不足 1000 m² 按一批计。每一批中应随机抽取 32 块试件。每验收批试件的主检项目应符合《透水路面砖和透水路面板》(GB/T25993) 规定。

2 检验方法：观察、钢尺量测，检查出厂合格证和质量检验报告、进场复试报告。

5.2.5 结构层的透水性应逐层验收，其性能需符合设计要求。

1 检查频率：每 500m²抽测 1 点。

2 检验方法：采用透水系数检验方法检验，利用路面渗水仪进行测定。

5.2.6 透水砖的铺筑形式、图案应符合设计要求。

1 检查频率：全数检查。

2 检验方法：观察。

5.2.7 透水砖铺砌应平整、稳固，外观色泽均匀一致，无蜂窝、脱皮等现象，不应有污染、空鼓、掉角及断裂等外观缺陷，不得有翘动现象，灌缝应饱满，缝隙一致。

1 检查频率：全数检查。

2 检验方法：观察检查、钢尺量测。

5.2.8 透水砖面层与路缘石及其他构筑物应顺接，不应有反坡积水现象。

1 检查频率：全数检查。

2 检验方法：观察、钢尺量测或水准仪。

5.2.9 水泥、外加剂、集料及砂的品种、级别、质量、包装、储存等应符合国家现行有关标准的规定。

5.2.10 透水砖铺装的允许偏差应符合表 5.2.10 的规定。

表 5.2.10 透水砖铺装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范围(m)	点数	

1	表面平整度	≤ 5	20	1	用3m 直尺连续量取两次取
2	宽度	不小于设计规定	40	1	用钢尺量
3	相邻块高差	≤ 2	20	1	用塞尺量取最大值
4	道路中线偏位	≤ 20	100	1	用经纬仪测量
5	纵缝直顺度	≤ 10	40	1	拉20m 小线量3 点取最大值
6	横缝直顺度	≤ 10	20	1	沿路宽拉小线量3 点取最大
7	缝宽	± 2	20	1	用钢尺量3 点取最大值
8	井框与路面高差	≤ 3	每座	1	用塞尺量取最大值
9	路面标高	± 20	20m	1	用水准仪测量
10	各结构层厚度	± 10	20m	1	用钢尺量3 点取最大值

5.3 透水水泥混凝土

I 施工要求

5.3.1 透水水泥混凝土施工的一般规定：

1 透水水泥混凝土路基应稳定、密实、均质，路基施工应符合设计要求和《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1) 相关规定。

2 透水水泥混凝土路面结构组成与构造应符合设计要求和《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135) 相关规定。

3 透水水泥混凝土季节性施工应符合《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135) 相关规定。

4 透水水泥混凝土搅拌、运输、铺筑和养护应符合《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135) 相关规定。

5 施工中对透水水泥混凝土的质量有怀疑或争议时，应在监理单位或建设单位的见证下，由施工单位组织实施实体检验。实体检验应委托具有相应资质等级的检测机构进行。

5.3.2 全透水结构基层和半透水结构基层不应使用湿陷性黄土、盐渍土、砂性土，

使用不透水结构基层时应设置排水措施。

5.3.3 透水水泥混凝土施工时应符合下列要求：

1 全透水结构的人行道基层应采用级配砂砾、级配碎石及级配砾石基层，厚度不应小于 150mm。

2 半透水结构基层应采用稳定土基层或石灰、粉煤灰稳定砂砾基层，厚度不应小于 150mm。

3 面层施工前必须按规定对基层、排水系统进行检查验收，符合要求后才能进行面层施工。

4 在透水水泥混凝土面层施工前，应对基层作清洁处理，处理后的基层表面应保持一定湿润状态、清洁、无积水，且粗糙面凹凸深度不应小于 4mm。

5 透水水泥混凝土不宜采用振捣器振捣，宜采用平整压实机，或采用低频平板振动器振动和专用滚压工具滚压。压实时应辅以人工补料及找平，人工找平时施工人员应穿上减压鞋进行操作。

6 透水水泥混凝土压实后，宜使用抹平机对透水水泥混凝土面层进行收面，必要时配合人工拍实、整平。整平时必须保持模板顶面整洁，接缝处板面应平整。

7 当采用彩色透水水泥混凝土双色组合层施工时，上面层应在下面层初凝前进行铺筑。

8 路面缩缝切割深度宜为 $(1/2 \sim 1/3)$ 路面面层厚度；路面胀缝应与路面厚度相同。施工中施工缝可代替缩缝，缩缝和胀缝均应嵌入弹性嵌缝材料。

II 验收标准

5.3.4 透水水泥混凝土原材料质量应符合下列要求：

1 水泥品种、级别、质量、包装、贮存，应符合国家现行有关标准的规定。

2 混凝土中掺加外加剂的质量应符合《混凝土外加剂》(GB8076)和《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119)的规定。

3 骨料应采用质地坚硬、耐久、洁净的碎石、砾石、破碎砾石,并应符合《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135)的规定。

5.3.5 路基、基层的压实度应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1)的规定。

5.3.6 基层试件作 7d 饱水抗压强度,应符合设计要求。

5.3.7 透水水泥混凝土路面面层弯拉强度、抗压强度、透水系数、厚度应符合设计要求。

5.3.8 透水水泥混凝土路面面层应板面平整,边角应整齐、无裂缝,不应有石子脱落现象。

5.3.9 路面伸缩缝应垂直、直顺,缝内不应有杂物。伸缩缝在规定的深度和宽度范围应全部贯通。

5.3.10 彩色透水水泥混凝土路面颜色必须均匀一致。

5.3.11 露骨料透水水泥混凝土面层石子分布应均匀一致,不得有松动现象。

5.3.12 透水水泥混凝土路面面层允许偏差应符合《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135)的规定。

5.4 透水沥青混凝土

I 施工要求

5.4.1 透水沥青混凝土路面基层应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1)的要求。

5.4.2 透水沥青混凝土的原材料应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量

验收规范》(CJJ1) 和《透水沥青路面技术规程》(CJJ/T190) 的相关规定。

5.4.3 透水沥青混凝土面层集料的最大粒径应与分层压实厚度相匹配，每层的压实厚度不宜小于混合料公称最大粒径的 2~2.5 倍，以减少离析，便于压实，透水沥青混凝土面层厚度设计没有要求时，应符合表 5.4.3 的规定。

表5.4.3 透水沥青混凝土推荐厚度

沥青混凝土类型	符合	面层厚度 (mm)
透水沥青混凝土	PAC-10	30~40
	PAC-13	40~50
	PAC-16	50~60
	PAC-20	60~80

5.4.4 透水沥青混凝土面层不得在雨、雪天气及环境温度低于 5°C时施工。

5.4.5 透水沥青混凝土为骨架-空隙结构，采用间断级配（又称开级配），矿料级配主要由粗集料嵌挤组成，细集料及填料较少，空隙率一般为 18%~25%。

5.4.6 透水沥青混凝土路面在透水层和不透水层之间应设防水封层。

5.4.7 透水沥青混凝土施工准备：

1 铺筑透水沥青混凝土路面面层前，应检查下承层的质量，不符合要求的不得铺筑透水沥青混凝土面层；下承层已被污染时，必须清洗或铣刨处理后方可铺筑透水沥青混凝土面层。

2 透水沥青混凝土面层施工前，应按设计要求设置防水封层。

3 透水沥青混凝土的施工温度应根据沥青黏度、气候条件、设计厚度并参照表 5.4.7 确定。

表 5.4.7 透水沥青混凝土施工温度 (°C)

工序	预混式	直投式
沥青加热温度	165~175 (高黏度改性沥青)	155~165 (基质沥青)

集料加热温度	190~200
混合料出料温度	170~185
混合料贮料仓贮存温度	贮料过程中温度下降不超过10
混合料废弃温度	≥195 或≤155
摊铺温度	≥160
初压温度	≥150
碾压终了的表面温度	≥60

5.4.8 透水沥青混凝土拌制要求:

- 1 透水沥青混凝土必须在沥青拌合场站采用拌合机械拌制。
- 2 透水沥青混凝土搅拌时间应经试拌确定，以基料均匀裹覆沥青为度。
- 3 透水沥青混凝土应随拌随用。
- 4 生产添加纤维的透水沥青混凝土时，搅拌机应配备同步添加纤维投料装置，搅拌时间宜延长 5s 以上。
- 5 拌合场拌合的透水沥青混凝土应均匀一致，无花白料、无结团成块或严重粗细料分离现象，不符合要求时不得使用，并应及时调整。
- 6 透水沥青混凝土出厂时，应逐车检测透水沥青混凝土的质量和温度，并附带载有出厂时间的运料单，不合格品不得出厂。

5.4.9 透水沥青混凝土的运输要求:

- 1 透水沥青混凝土宜采用与摊铺机匹配的自卸汽车运输，运输时应防止沥青与车厢板粘结，车厢应清扫干净，车厢侧板和底板应涂隔离剂，并不得有余液积聚在车厢底部，禁止使用柴油作为隔离剂。
- 2 从拌合机向运料车装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，以减少透水沥青混凝土的离析。
- 3 运料车应采取覆盖篷布等保温、防雨、防污染的措施。
- 4 运输车辆的总运力应比搅拌能力或摊铺能力有所富余。

5 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得粘有泥土等可能污染路面杂物。

6 透水沥青混凝土运至摊铺地点，应凭运料单接收，并对搅拌质量和温度进行检查，合格后方可使用。

7 摊铺过程中，运料车应停在摊铺机前 10~30cm 处，并不得撞击摊铺机，卸料过程中运料车应挂空挡，靠摊铺机推动前进。

5.4.10 透水沥青混凝土的摊铺要求：

1 应采用沥青摊铺机摊铺，摊铺机受料前，应在料斗内涂刷防粘剂，并在施工中经常将两侧板收拢。

2 铺筑透水沥青混凝土时，一台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 6m (双车道) ~ 7.5m (三车道以上)，通常宜采用两台或多台摊铺机前后错开 10~20m 成梯队方式同步摊铺，两幅之间应有 5~10cm 的搭接，并躲开车道轮迹带，上、下层的搭接位置宜错开 20cm 以上。

3 施工前应提前 0.5~1.0h 预热摊铺机熨平板，使其温度不低于 100℃。铺筑过程中，熨平板的振捣或者夯锤压实装置应具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。

4 摊铺机应缓慢、均匀、连续不间断的摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，摊铺速度宜控制在 1.5m/min ~ 3.0m/min。

5 透水沥青混凝土的松铺系数应通过试验段确定，试验段长度宜为 100~200m。

5.4.11 透水沥青混凝土的压实及成型要求：

1 压实机械组合和压实遍数应根据试验段确定。

2 透水沥青混凝土宜采用 12t 以上的钢筒式压路机碾压，碾压速度应符合

表 5.4.11 的规定,碾压过程中碾压轮应保持清洁,可对钢轮涂刷隔离剂或防粘剂,严禁涂刷柴油,当采用向碾压轮喷水方式时,必须严格控制喷水量应成雾状,不得漫流。

表 5.4.11 压路机碾压速度 (km/h)

压路机类型	初压		复压		终压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢筒式压路机	1.5~2	3	2.5~3.5	5	2.5~3.5	5

3 初压应在紧跟摊铺机后碾压,并保持较短的初压区长度,以尽快使表面压实,减少热量损失,碾压应从外侧向中心碾压,碾速稳定均匀。初压后应检查平整度、路拱,必要时修整乃至返工。

4 复压应紧跟初压连续进行,压实遍数应经试验段确定,复压后路面达到要求的压实度,并无显著轮迹。复压压路机碾压段的总长度应尽量缩短,通常不超过 60~80m。

5 对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难以碾压的部位,宜采用小型振动压路机或振动夯板作补充碾压。

6 终压应紧随复压后进行,一般不宜少于 2 遍,至无明显轮迹为止。

7 压路机不得在未碾压成型路段上转向、掉头、加水或停留。在当天成型的路面上,不得停放各种机械设备或车辆,不得散落矿料、油料等杂物。

5.4.12 施工后,应待透水沥青混凝土摊铺层完全自然冷却,即当透水沥青路面表面温度降低到 50℃以下后,方可开放交通。

5.4.13 透水沥青混凝土路面雨季施工应符合下列要求:

1 注意气象预报,加强工地现场、沥青拌和厂及气象站之间的联系,控制施工长度,各工序紧密衔接。

2 运料车和工地应备有防雨设施，并应做好基层和路肩排水。

3 当遇雨或下层潮湿时，不得摊铺沥青混合料。对未经压实即遭雨淋的沥青混合料，应全部清除，更换新料。

II 验收标准

5.4.14 透水沥青混凝土原材料质量应符合下列规定：

1 透水沥青混凝土采用沥青的品种、标号应符合国家现行标准。

2 透水沥青混凝土所用粗集料、细集料、矿粉、纤维等材料的质量及规格应符合设计要求。

3 透水沥青混凝土施工温度应符合表 5.2.1-3 的有关规定。

4 透水沥青混凝土品质应符合设计要求。

5.4.15 透水沥青混凝土面层压实度不应小于设计值。

5.4.16 透水沥青混凝土面层厚度应符合设计规定，允许偏差为 $-5\text{mm} \sim +10\text{mm}$ 。

5.4.17 弯沉值不应大于设计规定。

5.4.18 透水沥青混凝土面层渗透系数应达到设计要求。

5.4.19 透水沥青混凝土路面表面应平整、坚实，接缝紧密，无枯焦；不应有明显轮迹、推挤裂缝、脱落、烂边、油斑、掉渣等现象，不得污染其他构筑物。面层与路缘石、平石及其他构筑物应接顺，不得有积水现象。

5.4.20 透水沥青混凝土面层允许偏差应符合表 5.4.20 的规定。

表5.4.20 透水沥青混凝土面层允许偏差

项目	允许偏差	检验频率			检验方法	
		范围	点数			
纵断高程	$\pm 15\text{mm}$	20m	1		用水准仪测量	
中线偏位	$\leq 20\text{mm}$	100m	1		用经纬仪测量	
平整 标准 差值	$\leq 1.5\text{mm}$	100m	路宽 (m)	< 9	1	用测平仪检测
				9~15	2	

度	最大 间隙	$\leq 5\text{mm}$	20m	路宽 (m)	> 15	3	用3m 直尺和塞尺 连续量取两尺, 取 最大值
					< 9	1	
					9~15	2	
					> 15	3	
宽度	不小于设计 值	40m	1		用钢尺量		
横坡	$\pm 0.3\%$ 且不 反坡	20m	路宽 (m)	< 9	2	用水准仪测量	
				9~15	4		
				> 15	6		
井框与路面 高差	$\leq 5\text{mm}$	每座	1		十字法, 用直尺、 塞尺量取最大值		
抗 滑	摩擦 系数	符合设计要 求	200m	1		摆式仪	
				全线连续		横向力系数车	
	构造 深度	符合设计要 求	200m	1		砂铺法 激光构造深度仪	

注: 1 测平仪为全线每车道连续检测每100m 计算标准差 σ ; 无测平仪时可采用3m 直尺检测; 表中检验频率点数为测线数。

2 平整度、抗滑性能也可采用自动检测设备进行检测。

3 底基层表面、下面层应按设计规定用量洒泼透油层、粘油层。

4 中面层、下面层仅进行中线偏位、平整度、宽度、横坡的检测。

5 十字法检查井框与路面高差, 每座检查井均应检查。十字法检查中, 以平行于道路中心线, 过检查井盖中心的直线做基线, 另一条线与基线垂直, 构成检查用十字线。

5.5 下沉式绿地

I 施工要求

5.5.1 一般规定

1 下沉式绿地施工前应查询相关图纸资料, 明确相应区域内地下管线的埋设情况, 避免施工过程中损坏管线。

2 下沉式绿地土方回填的密实度应按设计要求, 设计不能明确时宜按照90%~93%进行控制。

3 下沉式绿地中的微地形在施工前期为保持水土, 应采用相应的施工措施, 避免泥土进入雨水系统堵塞管网。

4 下沉式绿地内的植物应满足设计要求, 并能保证耐旱耐淹耐滞、净化雨水、

低维护等要求。

5 施工所用原材料、半成品、构（配）件、设备等产品进入施工现场必须进行现场检查、验收。

5.5.2 下沉式绿地应按下列工序进行施工：

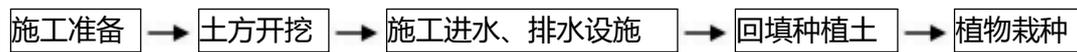


图5.5.2 下沉式绿地施工工序

5.5.3 下沉式绿地施工应符合下列要求：

1 下沉式绿地回填土面宜低于硬化道路地面 100 ~ 200mm，进水口截污设施应正确设置，且保证雨水无返流、积水现象，施工的进水口流道必须顺畅。截污设施的周围应设置水流消能措施，如设计没有明确时宜采用直径为 100 ~ 200mm 的卵石作为水流消能措施，布置宽度宜为 200 ~ 300mm。

2 下沉式绿地内溢流口（雨水口）顶面标高应符合设计要求，无设计要求时，其顶面应低于铺砌地面或道路 100mm，应高出绿化带草沟底面 100mm，以确保暴雨时超标雨水的溢流排放。

3 下沉式绿地靠近机动车道一侧 1 ~ 2m 范围内的防渗措施应满足设计要求，当设计未明确时路基应呈梯形延伸至绿地内 1 ~ 1.5 倍路基深度。施工时路基区域的各项排水施工措施满足《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ 1）相关规定。

5.5.4 下沉式绿地的构造做法应符合设计要求。

5.5.5 溢流口设置的位置、深度及间距应符合设计要求，安装应顺直。

5.5.6 管道的敷设应符合设计要求和现行国家标准《建筑给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268）相关规定

5.5.7 截污、溢流设施、检查井的施工应符合设计要求和现行国家标准《建筑给

水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268) 相关规定。

5.5.8 栽植土以排水良好的沙性土壤为宜，应避免重型机械的碾压，对已压实的土壤需要借助机械改善土壤密实度，当土壤渗透性较差，应通过改良措施（如适量加入有机质、膨胀页岩、多孔陶粒等碎材来改良土壤结构）增大土壤渗透能力，保证土壤渗透能力符合规范和设计要求。

5.5.9 在下沉式绿地的雨水集中入口、坡度较大的截污设施出水口处铺设卵石、设置消能坎、隔离纺织物料、栽种永久性的植被等消能措施，防止水流对下沉式绿化带的冲击。

II 验收标准

5.5.10 下沉式绿地施工的构造形式应满足设计要求，使用的栽植土和渗滤材料不得污染水土，不得导致周边次生灾害发生。

5.5.11 下沉式绿地栽植的品种、规格和单位面积栽植数应符合设计要求。

5.5.12 下沉式绿地植物的病虫害防治应采用生物和物理防治方法，严禁药物污染水源。

5.5.13 栽植土及地形工程、植物材料工程、栽植工程验收主控项目应满足《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJ82) 相关要求。

5.5.14 下沉式绿地的下凹深度应低于周边铺砌地面或道路，蓄水层高度满足设计要求，设计未明确时控制在 100mm。

5.5.15 下沉式绿地内的溢流口顶部标高应符合设计要求，设计未明确时，高于蓄水水面 100mm。

5.5.16 栽植土及地形工程、植物材料工程、栽植工程验收一般项目应满足《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJ82) 相关要求。

5.5.17 下沉式绿地施工允许偏差应符合表 5.5.17 的要求。

表5.5.17 下沉式绿地允许偏差

项目	允许偏差	检验频率		检验方法
		范围	点数	
轴线	≤50mm	每200m	5	用经纬仪、钢尺量
基底高程	+0, -10mm	每200m	4	用水准仪测量
断面尺寸	不低于设计要求	每200m	4	用钢尺量
蓄水层厚度	±10mm	每200m	4	用钢尺量
渗水种植土厚度	±10mm	每200m	4	用钢尺量
渗水砂砾层厚度	±10mm	每200m	4	用钢尺量

5.6 生物滞留设施

I 施工要求

5.6.1 一般规定

1 蓄水深度根据植物耐淹性能、土壤渗透性能及年径流控制目标确定，一般为 200~300mm，并应设 100mm 的超高。

2 覆盖层一般采用干枯的树叶、树皮进行覆盖，最大深度为 50~80mm 厚。

3 植被及种植土层一般选用渗透系数较大的砂质土壤，其主要成分中砂子含量为 60%~85%，有机成分含量为 5%~10%，黏土含量不超过 5%，种植土层厚度根据植物类型而定，当采用草本植物时一般厚度为 250mm 左右。

4 种植土层及换填层间设置透水土工布或 50~100mm 砂滤水层，其中换填层宜设穿孔管排水，厚宜为 300~600mm。

5 生物滞留设施内应设有溢流井和渗井等溢流设施，溢流高度宜设为 100mm。

5.6.2 生物滞留设施应按下列工序进行施工：





图5.6.2 生物滞留设施施工工序

5.6.3 生物滞留设施施工应符合下列要求：

- 1 砾石排水层铺设厚度应符合设计要求，砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径；
- 2 为防止换土层介质流失，换土层底部应铺设透水土工布隔离层，或厚度不小于 100mm 的砂层；
- 3 换土层介质类型及深度应满足设计要求，还应符合《园林绿化工程施工及验收规范》(CJJ82) 的要求。

II 验收标准

- 5.6.4 生物滞留设施构造应满足设计要求，不得导致周边次生灾害发生。
- 5.6.5 生物滞留溢流装置应符合设计要求，设计未明确时，溢流口应高于设计液位 100mm。
- 5.6.6 蓄水层深度应符合设计要求，设计未明确时，一般为 200~300mm，最高不超过 400mm，并应设 100mm 的超高。
- 5.6.7 砾石排水层的粒径应符合设计要求，设计未明确时，应为 25~40mm。
- 5.6.8 覆盖层采用树皮层的厚度允许偏 10mm。
- 5.6.9 穿孔 PVC 排水管钻孔率应不小于设计要求 95%。
- 5.6.10 透水土工布隔离层规格应符合设计要求，设计未明确时，规格宜为 200~300g/m²，土工布搭接宽度不应少于 150mm。

5.7 渗井

I 施工要求

5.7.1 一般规定

1 渗井宜采用 PE (聚乙烯) 材质, 井壁及井底均开孔, 开孔率宜大于 15%, 井口公称直径宜为 600mm ~ 800mm, 井深宜小于等于 1 ~ 1.4m, 渗井宜与渗管配套使用。

2 渗井的雨水井算应符合《再生树脂复合材料水算》(CJ/T130)、《聚合物基复合材料水算》(CJ/T212) 及《球墨铸铁复合树脂水算》(CJ/T328) 等现行有关标准的规定。HDPE 成品井, 应符合设计要求和《建筑小区排水用塑料检查井》(CJ/T233) 的相关规定。

3 施工所用原材料、半成品、构(配)件、设备等产品进入施工现场必须按相关要求进行现场验收。

5.7.2 渗井应按下列工序进行施工:

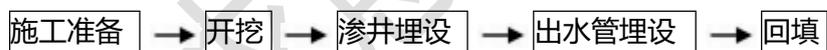


图5.7.2 渗井施工工序

5.7.3 渗井基坑土方施工应符合下列要求:

- 1 沟槽开挖时应做好支护措施, 防止土方塌方。
- 2 基坑不得超挖, 超挖后不得采用超挖土方回填, 宜采用碎石回填。
- 3 沟槽开挖验槽合格后, 应立即铺设碎砾石或砂, 不得用机械碾压。
- 4 土方回填材料宜选用不含有害物质、不易堵塞反滤层的砂类土。

5.7.4 渗井施工, 应符合下列要求:

1 渗井的井室应符合《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB50268)、《塑料排水检查井应用技术规程》(CJJ/T209) 的有关要求。

2 渗井的水源应通过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理, 且出水

管的内底高程应高于进水管的内顶高程, 但不应高于上游相邻井出水管的内底高程。

3 渗井砾石层应外包透水土工布, 透水土工布性能指标应符合表 5.7.4 的规定。

表 5.7.4 土工布主要性能指标要求

项目	性能指标
单位面积质量 (g/m ²)	≥200
厚度 (mm)	≥1.7
断裂强度 (KN/m)	≥6.5
断裂伸长率 (%)	25~100
撕破强力 (KN)	≥1.6

II 验收标准

5.7.5 渗井几何尺寸应满足设计要求, 不得使用含有毒害物质的材料制作。

5.7.6 渗井开孔率应符合设计要求。

5.7.7 透水土工布性能应满足设计要求, 不得使用不合格的产品。

5.7.8 渗井的井体周围应用砾石填充, 砾石的含泥量宜小于 1%, 粒径范围为 25~40mm。

5.7.9 渗井周边的植物应能保证耐旱耐淹耐滞的要求。

5.8 蓄水池

I 施工要求

5.8.1 一般规定

1 蓄水池施工前应根据设计要求, 复核蓄水池与收集、弃流、雨水回用等其他配套设施相结合位置处的有关管道、控制点和水准位置的准确性; 施工时应采取相应措施、合理安排施工顺序, 避免管道、构筑物之间出现影响结构安全、运

行功能的差异沉降。

2 蓄水池底板的基础在设计未明确时,必须先采取有效的地基处理措施(采用碎石或粗砂铺平并夯实)才可修建蓄水池,并且根据其重要性做好不同施工工况条件下的沉降观测。

3 蓄水池的预埋管与外部管道连接,在设计未明确时,跨越基坑的管下填土应压实,必要时可填灰土、砌砖或浇筑混凝土,对于比较重要的位于蓄水池底板以下的工艺管道,回填处理材料可采用灰土、级配砂石或混凝土等。

条文说明

蓄水池可分为钢筋混凝土蓄水池及装配式预应力混凝土蓄水池两种。

4 管道穿墙部位的防水处理应符合设计要求,当设计未明确时具体做法参见《防水套管图集》(02S404)。

5 蓄水池进水口应正确设置拦污设施,以减少后期池体的清理工作量。

6 蓄水池满水试验检验结构本体(混凝土、装配式预应力混凝土)施工结构强度和抗渗性质量,试验应在表面层(防水层、防腐层、保温层、喷浆保护层)施工前进行,且应符合《给水排水构筑物工程施工及验收规范》(GB50141)相关规定。

7 原材料、半成品或成品的进场质量均应按《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300)要求进行材料进场验收。

5.8.2 钢筋混凝土蓄水池施工要求:

1 钢筋混凝土蓄水池应按下列工序进行施工:



图5.8.2 钢筋混凝土蓄水池施工工序

2 施工单位施工前对业主所交控制桩进行复核。

3 土方开挖制定专项施工方案, 根据土质按照比例放坡, 减少对地基土和周边土的扰动, 在机械开挖至设计标高以上 200~300mm 处, 由人工完成开挖与整平。

4 固定在模板上的预埋管、预埋件安装必须牢固, 位置准确; 安装前应清除铁锈和油污, 安装后应做标志。

5 钢筋进场检验以及钢筋加工、连接、安装等应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204) 相关规定执行。

6 模板、钢筋的制安及混凝土的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204) 相关规定。

7 混凝土蓄水池防水的施工应符合现行规范《地下工程防水技术规范》(GB50108) 相关规定。

8 蓄水池位于地下水水位较高区域时, 在设计未明确时, 施工时根据当地实际情况采取相应抗浮措施 (桩基拉结、增加自重)。

5.8.3 装配式预应力混凝土蓄水池施工要求:

1 装配式预应力混凝土蓄水池应按下列工序进行施工:

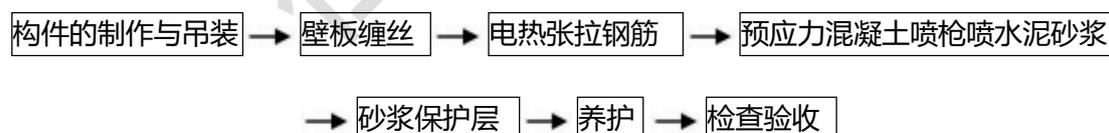


图 5.8.3 装配式预应力混凝土蓄水池施工工序

2 构件的制作及吊装

1) 构件运输及吊装的混凝土强度不应低于设计强度的 70%。

2) 带有锚具槽的壁板数量和布置, 应符合设计规定。壁板安装前应将不同类别的壁板按预定位置顺序编号。壁板两侧面宜凿毛, 并将浮渣、松动的混凝土等冲洗干净。

3) 构件安装到位后, 必须在轴线位置及高程进行校正后焊接或浇注接头混凝土。

4) 装配式预应力混凝土水池壁板的接缝施工: 浇筑前, 接缝的壁板表面应洒水保持湿润, 模内应洁净; 接缝的混凝土应采用微膨胀混凝土, 其强度应符合设计规定, 当设计无规定时, 应比壁板混凝土强度提高一级; 内模一次安装到顶, 外模应分段随浇随支, 分段支模高度不宜超过 1.5m; 浇筑时间应根据气温和混凝土温度选在壁板间缝宽较大时进行; 混凝土分层浇筑厚度不宜超过 250mm, 并应采用机械振捣, 配合人工捣固。

3 壁板缠丝

1) 预应力钢丝接头应采用 18~22 号铁丝并密排绑扎牢固, 其搭接长度不应小于 250mm。

2) 缠绕预应力钢丝, 应由池壁顶向下进行, 第一圈距池顶的距离应按设计规定或依缠丝机设备确定, 并不宜大于 500mm。

3) 池壁两端不能用绕丝机缠绕部位, 应在顶端和底端附近局部加密或改用电热张拉。

4 电热张拉钢筋

1) 电热张拉前, 应根据电工、热工等参数计算伸长值, 并应取一环作试张拉, 进行验证。

2) 电热张拉可采用螺丝端杆, 墩粗头插 U 形垫板, 帮条锚具 U 形垫板或其他锚具。

3) 电热张拉预应力钢筋应力值的测定, 应在每环钢筋中选一根钢筋, 在两端和中间附近各设测点一处。测点的初读数应在钢筋初应力建立后, 通电前测读,

末读数应在断电并冷却后测读。

5 预应力混凝土喷枪喷水泥砂浆保护层

- 1) 预应力钢筋保护层的施工应在满水试验合格后的条件下进行。
- 2) 枪喷水泥砂浆砂子粒径不得大于 5mm；细度模量应为 2.3~3.7，最优含水率应经试验确定，宜为 1.5~5.0%，其配合比应符合设计要求，经试验确定，当无条件试验时，其灰砂比宜为 1:2~1:3，水灰比宜为 0.25~0.35。
- 3) 喷浆前，必须对受喷面进行除污、去油、清洗等处理。
- 4) 喷浆机罐内压力宜为 0.5MPa，供水压力应相适应。输料管长度不宜小于 10m；管径不宜小于 25mm。
- 5) 喷浆应沿池壁的圆周方向自池身上端开始；喷口至受喷面的距离应以回弹物较少、喷层密实确定。
- 6) 喷枪应与喷射面保持垂直，当受障碍物影响时，其入射角不应大于 15 度；喷浆时应连环旋射，出浆量应稳定和连续，不得滞射或扫射，并保持层厚均匀密实，水泥砂浆保护层凝结后应遮盖，保持湿润并不应少于 14d。

II 验收标准

5.8.4 钢筋混凝土蓄水池验收标准：

- 1 地基承载力符合图纸要求，基底不应受浸泡，天然地基不得扰动、超挖。
- 2 蓄水量应满足图纸设计要求，进水口拦污设施设置准确。
- 3 模板及支架材料的技术指标应符合国家现行有关标准和专项施工方案。
- 4 钢筋进场时，应按国家现行相关标准的规定抽取试件作屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果必须符合相关标准的规定。
- 5 现浇混凝土所用的水泥、细骨料、粗骨料、外加剂等原材料的产品质量保

证资料应齐全。

6 现浇混凝土蓄水池不应有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

7 施工缝用止水带、遇水膨胀止水条或止水胶、水泥基渗透结晶防水涂料和预埋注浆管必须符合设计要求。

8 混凝土表面不应有一般缺陷。

9 墙体水平施工缝应留设在高出底板表面不小于 300mm；板与墙结合的水平施工缝，宜留在板与墙交接处以下 150 ~ 300mm；垂直施工缝应避开地下水和裂隙水较多的地段，并宜与变形缝相结合。

10 现浇混凝土水池模板安装的尺寸允许偏差应符合表 5.8.4-1 的规定。

表 5.8.4-1 现浇混凝土水池模板安装的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检查数量	检验方法
模板间偏差		2	1 点/20m	靠尺量测
模表面标高		±5	1 点/10m	水准仪检查
模平整度		3	1 点/20m	直尺、塞尺检查
截面(内部) 尺寸	L≤20m	±10	4 点/每池	尺量检查
	20m≤L≤50m	±L/2000	6 点/每池	尺量检查
	L≥50m	±25	8 点/每池	尺量检查
	池壁、顶板	±3	4 点/每池	尺量检查
轴线偏差 中心线止 水带	底板	10	1 点/每面	经纬仪检查
	墙	5	1 点/10m	经纬仪检查
	预埋件、放埋管	3	1 点/1 处	尺量检查
	预留洞	5	1 点/1 处	尺量检查
	中心位移	5	1 点/5m	尺量检查
	垂直度	5	1 点/5m	垂线配合尺量检测

11 现浇混凝土水池允许偏差应符合表 5.8.4-2 的规定。

表 5.8.4-2 现浇混凝土水池允许偏差及检验方法

检查项目		允许偏差 (mm)	检验方法
轴线偏差	池壁、柱、梁	8	经纬仪量测
标高控制	池壁、柱、梁、顶板	±10	水准仪检查
池体尺寸	边长/直径	±20	尺量测
中心线位置偏移	预埋件、预埋管道	5	尺量测
	预留洞	10	尺量测
墙垂直度	池壁高度≤5m	8	垂线检查
	5m<池壁高度≤20m	1.5H/1000	垂线检查
面平整度	一般平面	8	尺量测
	轮轨面	5	水准仪检查
截面尺寸	池壁、柱、梁、顶板	±10, -5	尺量测
	孔洞、槽	±10	尺量测

12 固定在模板上的预埋件、预留孔和预留洞不得遗漏，且应安装牢固。当设计无具体要求时，其位置偏差应符合表 5.8.4-3 的规定。

表5.8.4-3 预埋件和预留孔洞的允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
预埋钢板中心线位置		3
预埋管、预留孔中心线位置		3
预留洞	中心线位置	10
	尺寸	+10, 0

注：检查中心线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值。

检查频率：在同一检验批内，对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵横轴线划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。检验方法：尺量检查。

5.8.5 装配式预应力混凝土蓄水池验收标准：

- 1 对工厂生产的预制构件，进场时应检查其质量证明文件和表面标识。
- 2 预制构件的外观质量不应有严重缺陷，且不应有影响结构性能和安装、使

用功能的尺寸偏差。

3 预应力工程材料进场必须符合设计要求。

4 装配式预应力混凝土在连接节点及叠合构件浇筑混凝土之前, 应进行隐蔽工程验收。

5 预制混凝土构件的尺寸偏差应符合表 5.8.5-1 的规定。

表5.8.5-1 预制混凝土构件尺寸的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差(mm)	检验方法
长度	板、梁、柱、桁架	<12m	±5
		≥12m 且<18m	±10
		≥18m	±20
	墙板	±5	尺量检查
宽度、高(厚)度	板、梁、柱、墙板、桁架	±5	钢尺量一端及中部, 取其中偏差绝对值较大处
侧向弯曲	梁、柱、板	$L/750$ 且 ≤ 20	拉线、钢尺量最大侧向弯曲处
	墙板、桁架	$L/1000$ 且 ≤ 20	
预埋件	预埋板中心线位置	5	尺量检查
	预埋板与混凝土面平面高差	±5	
	预埋螺栓、预埋套筒中心线位置	2	
	预埋螺栓外露长度	+10, -5	
预留孔	中心线位置	5	尺量检查
	孔尺寸	±5	
预留洞	中心线位置	10	尺量检查
	洞口尺寸	±10	
对角线差	板、墙板	10	钢尺量两个对角线
表面平整度	板、墙板内表面、柱、梁	5	2m 靠尺和塞尺检查
	墙板外表面	3	钢尺检查
翘曲	板	$L/750$	调平尺在两端量测
	墙板	$L/1000$	

注: 1) L 为构件长度 (mm); 2) 检查中心线、螺栓和孔道位置偏差时, 应沿纵、横两个方向量测, 取其中偏差较大值。

6 装配式结构安装完毕后, 尺寸偏差应符合表 5.8.5-2 要求。

表5.8.5-2 预制构件安装尺寸的允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 (mm)	检验方法	
构件中心线对轴线位置	基础		15	尺量检查
	竖向构件 (柱、墙板、桁架)		10	
	水平构件 (梁、板)		5	
构件标高	梁、板底面或顶面		±5	水准仪或尺量检查
构件垂直度	柱、墙板	<5m	5	经纬仪量测
		≥5m 且 <10m	10	
		≥10m	20	
构件倾斜度	梁、桁架		5	垂线、钢尺量测
相邻构件平整度	板端面		5	钢尺、塞尺量测
	梁、板下表面	抹灰	5	
		不抹灰	3	
	柱、墙板侧面	外露	5	
		不外露	10	
构件搁置长度	梁、板		±10	尺量检查
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙板、桁架		±10	尺量检查
接缝宽度	板	<12m	±10	尺量检查

5.9 雨水罐

I 施工要求

5.9.1 一般规定

1 雨水罐的安装方式分为地上安置或地下埋设, 施工前, 应对雨水罐平面位置及安装高程进行复核, 确认无误后方可施工。

2 雨水罐应做满水试验。

5.9.2 施工要求

1 雨水罐应按照产品要求进行安装, 采用埋地式施工时, 应确保基坑安全放坡、尺寸准确, 基坑承载力满足设计要求。

2 基坑回填应分层填筑、对称施工, 回填密实度应满足设计要求, 回填前应进行雨水罐安装隐蔽验收。

3 安放在地面上的应确保固定牢靠，使用方便、便于维护。

4 雨水罐应避免设置在阳光直射的地方。雨水罐应采取防止误接、误用、误饮的措施。

II 验收标准

5.9.3 雨水罐的质量应符合国家有关标准的规定。

5.9.4 雨水罐的基础底座做法应符合设计要求。

5.9.5 雨水罐容积不小于设计要求。

5.9.6 雨水罐地面周边的防护装置及安全警示标志应符合设计要求。

5.9.7 进、出水管接口应严密，无渗漏。

5.9.8 雨水罐的允许偏差应符合表 5.9.8 要求。

表 5.9.8 雨水罐的允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法	
		范围	点数		
轴线偏位	5	每座	2	用经纬仪和钢尺测量，纵、横各1	
底高程	±5	每座	1	用水准仪量测	
垂直度	H≤5m	5	每座	1	用垂线配合钢尺量测
	H>5m	8	每座		

5.10 绿色屋顶

I 施工要求

5.10.1 一般规定

1 绿色屋顶应遵循因地制宜、“防、排、蓄、植”并重的原则进行施工。

2 绿色屋顶选用材料的品种、规格、性能等应符合国家现行有关标准和设计规定，并提供产品合格证书、检验报告。进场的保温隔热材料、防水层材料、

排（蓄）水层和过滤层材料、种植土层材料应按规定抽样复验，并提供检验报告。非本地植物应提供病虫害检疫报告。

3 绿色屋顶保温隔热层、找平层、普通防水层和保护层的施工应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》（GB50345）、《坡屋面工程技术规范》（GB50693）的有关规定。

4 绿色屋顶防水层应满足一级防水等级设防要求，且必须至少设置一道具有耐根穿刺性能的防水材料。耐根穿刺防水材料应通过耐根穿刺性能试验，试验方法应符合现行行业标准《种植屋面用耐根穿刺防水卷材》（JC/T1075）的规定，并由具有资质的检测机构出具合格检验报告方可使用。耐根穿刺防水材料应具有耐霉菌腐蚀性能。改性沥青类耐根穿刺防水材料应含有化学阻根剂。

5 种植土层必须有一定渗透性并能满足植被生长的需要，植被必须适应当地气候条件并与种植层土壤性质相匹配。种植土铺设前应经过测试，其各项指标应满足设计要求。种植土进场后应避免雨淋，散装种植土应有防止扬尘措施。

6 绿色屋顶应根据不同地区的风力因素和植物高度，采取植物抗风固定措施。具体固定措施可参照图集：《种植屋面建筑构造》（14J206）种植平屋面有关节点构造。进场的植物宜在 6h 之内栽植完毕，未栽植完毕的植物应及时喷水保湿，或采取假植措施。

5.10.2 绿色屋顶应按下列工序进行施工：

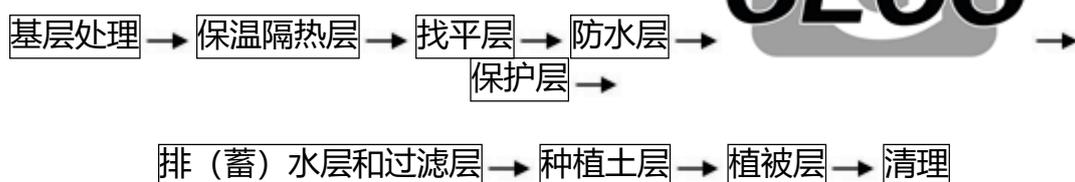


图 5.10.2 绿色屋顶施工工序

5.10.3 绿色屋顶防水工程和园林绿化工程的施工单位应有专业施工资质，主要作

业人员应持证上岗，按照作业程序进行施工。

5.10.4 施工前进行图纸会审，明确细部构造及技术要求。编制针对性的施工方案，进行技术交底和安全交底。

5.10.5 绿色屋顶的施工涉及土建、防水、保温、种植等多项专业，应遵守国家有关环境保护、建筑节能和安全的規定，并应采取相应措施。

5.10.6 绿色屋顶雨水口应不高于种植土标高，可设置在雨水收集沟内或雨水收集井内，且屋面应有疏排水设施。

5.10.7 绿色屋顶的保温隔热层施工，应符合下列要求：

1 种植坡屋面的保温隔热层应采用粘贴法或机械固定法施工。

2 保温板施工应符合下列规定：基层应平整、干燥和洁净；应紧贴基层，并铺平垫稳；铺设保温板接缝应相互错开，并用同类材料嵌填密实；粘贴保温板时，胶粘剂应与保温板的材性相容。

5.10.8 绿色屋顶的耐根穿刺防水层施工，应符合下列要求：

1 耐根穿刺防水层的施工方式应与防水材料的检测报告要求相符。

2 耐根穿刺防水卷材施工应符合下列规定：改性沥青类耐根穿刺防水卷材搭接缝应一次性焊接完成，并溢出 5mm~10mm 沥青胶封边，不得过火或欠火；塑料类耐根穿刺防水卷材施工前应试焊，检查搭接强度，调整工艺参数，必要时应进行表面处理；高分子耐根穿刺防水卷材暴露内增强织物的边缘应密封处理，密封材料与防水卷材应相容；高分子耐根穿刺防水卷材“T”形搭接处应作附加层，附加层直径（尺寸）不应小于 20mm，附加层应为同质的同材质高分子防水卷材，矩形附加层的角应为光滑的圆角；不应采用溶剂型胶粘剂搭接。

3 耐根穿刺防水层与普通防水层上下相邻，施工应符合下列规定：耐根穿刺

防水层的沥青基防水卷材与普通防水层的沥青基防水卷材复合时,应采用热熔法施工;耐根穿刺防水层的高分子防水卷材与普通防水层的高分子防水卷材复合时,宜采用冷粘法施工。

5.10.9 绿色屋顶的排(蓄)水层和过滤层施工,应符合下列要求:

1 排(蓄)水层的高度应根据种植土厚度及排水量确定。

2 排(蓄)水层施工应符合下列规定:排(蓄)水层应与排水系统连通;排(蓄)水设施施工前应根据屋面坡向确定整体排水方向;排(蓄)水层应铺设至排水沟边缘或水落口周边;铺设排(蓄)水材料时,不应破坏耐根穿刺防水层;排水层采用卵石、陶粒等材料铺设时,粒径应大小均匀,铺设厚度应符合设计要求。陶粒的粒径不应小于25mm,大粒径在下,小粒径在上。为了便于疏水,陶粒排水层应铺设平整,厚度均匀;凹凸型塑料排(蓄)水板宜采用搭接法施工,搭接宽度应根据产品的规格而确定;网状交织、块状塑料排水板宜采用对接法施工,并应接茬齐整;挡墙或挡板下部设置泄水孔,主要是排泄种植土中过多的水分,泄水孔周围放置疏水粗细骨料,以防止泄水孔被种植土堵塞,影响正常的排水功能。

3 过滤层施工应符合下列规定:空铺于排(蓄)水层之上,铺设应平整、无皱折;搭接宜采用粘合或缝合固定,搭接宽度不应小于150mm;边缘沿种植挡墙上翻时应与种植土高度一致,并应与挡墙或挡板粘牢。

5.10.10 绿色屋顶的种植土层施工,应符合下列要求:

1 种植土、植物等应在屋面上均匀堆放,且不得损坏防水层。为了防止种植土流失,种植土表面应低于挡墙高度100mm。

2 种植土进场后不得集中码放,应及时摊平铺设、分层压实,平整度和坡度

应符合竖向设计要求。摊铺后的种植土表面应采取覆盖或洒水措施防止扬尘。

3 厚度 500mm 以下的种植土不得采取机械回填。

5.10.11 绿色屋顶施工时，施工现场应采取下列安全防护措施：

1 屋面周边和预留孔洞部位必须设置防止人员和物体坠落的安全防护措施。

2 雨雪天和五级风（8.0-10.7m/s）及以上时不得施工。

3 应设置消防设施。

5.10.12 除上述要求，绿色屋顶工程应严格按照《种植屋面工程技术规程》（JGJ155）的相关规定执行。

II 验收标准

5.10.13 绿色屋顶保温隔热层所用材料的质量及厚度应符合设计要求。

1 保温板铺设应紧贴基层、固定牢固、拼缝严密。

2 保温板平整度的允许偏差应为 5mm。

3 保温板接缝高差的允许偏差应为 2mm。

5.10.14 绿色屋顶防水层应符合以下标准：

1 卷材防水层的收头应与基层粘结牢固不翘边。

2 卷材的搭接缝应粘结或焊接牢固，密封严密，不应扭曲、皱折或起泡。

3 卷材防水层的铺贴方向应正确，卷材搭接宽度的允许偏差应为 10mm。

4 涂膜防水层与基层应粘结牢固，涂布均匀，不应有流淌、皱折、鼓泡、露胎体和翘边等缺陷。

5 绿色屋顶防水工程竣工后，平屋面应进行 48h 蓄水检验，坡屋面应进行持续 3h 淋水检验。防水层不应有渗漏或积水现象。

6 耐根穿刺防水材料及其配套材料的质量应符合设计要求。

7 耐根穿刺防水层施工方式应与耐根穿刺检验报告一致。

8 防水层在檐沟、檐口、天沟、水落口、泛水、变形缝和伸出屋面管道的防水构造，应符合设计要求。

9 涂膜防水层的平均厚度应符合设计要求，最小厚度不应小于设计厚度的80%。

5.10.15 绿色屋顶排（蓄）水层和过滤层符合以下标准：

1 排水层应与排水系统连通。

2 排（蓄）水层和过滤层材料的质量应符合设计要求。

3 排（蓄）水层和过滤层材料的厚度、单位面积质量和搭接宽度应符合设计要求。

4 挡墙或挡板泄水孔的留设应符合设计要求，并不得堵塞。

5 陶粒应铺设平整、均匀，宽度、厚度符合设计要求。

6 排水板应铺设平整、无皱折，接缝方法应符合设计规定。

7 过滤层应铺设平整、接缝严密，其搭接宽度的允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ 以内。

5.10.17 绿色屋顶种植土层应铺设平整、均匀，其厚度的允许偏差为 $\pm 5\%$ ，且不得大于 30mm。

5.10.18 绿色屋顶种植土层的 pH 值应符合设计要求。

5.11 人工土壤渗滤

I 施工要求

5.11.1 一般规定

1 防渗膜可采用聚乙烯土工膜，其性能指标应符合《土工合成材料聚乙烯土工膜》(GB/T17643)的规定。

2 人工土壤渗滤设置的种植层表层土壤应由渗透速率高、毛细作用强、吸附容量大、通透性较好的耕植土壤组成，其表层可用 50 ~ 100mm 的树皮、落叶等腐殖质覆盖。

5.11.2 人工土壤渗滤施工应满足以下要求：

1 渗滤材料不得含有草根、树叶、塑料袋等有机杂物及垃圾，矿石泥砂量不得超过 3%，材料配合比应符合设计要求。采用生物填料的原料、材料比重、有效堆积生物膜表面面积、堆积密度应符合设计要求。

2 施工前，应将基槽上的积水排除或疏干，将树根坑等各类坑穴进行技术处理，并整平。

3 换土沟槽底部严禁超挖，靠近沟槽底部 20cm 采用人工开挖，开挖完成后槽底不得扰动。

4 换土沟槽边坡支护方式应符合设计要求，沟槽顶堆土距沟槽边缘不小于 0.8m，且堆土高度不大于设计堆置高度及 1.5m。

5 防渗膜接缝应采用焊接或专用胶粘剂粘合，不应有渗透现象。施工中应保护好防渗膜，如有破损，应及时修补。

6 防渗膜与溢流井应连接良好，密闭，连接处不渗水。

7 防渗膜铺贴应贴紧基坑底和基坑壁，适度张紧，不应有皱折。

8 渗滤体铺装填料时，应均匀轻撒填料，严禁由高向低把承托料倾倒至下一层承托料之上。

9 渗滤体应分层填筑，并应保护好下层渗管、排水管及防渗膜等不受破坏。

II 验收标准

5.11.3 人工土壤渗滤所用的防渗膜等原材料的质量应符合国家有关标准的规定

和设计要求。

5.11.4 渗滤体土壤的压实度应满足设计要求。

5.11.5 蓄水层的容积应不小于设计要求。

5.11.6 渗滤体土壤渗透系数应满足设计要求，设计未明确时不应小于 $5 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 。

5.11.7 人工土壤渗滤体的厚度不应小于设计要求。

5.11.8 人工土壤渗滤体的表面应平顺、密实。

5.11.9 人工土壤渗滤体的允许偏差应符合表 5.11.9 规定。

表 5.11.9 人工土壤渗滤体的允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
平面偏位	≤50	每 100m	2	测量
底高程	-20, +10	每 10m	1	水准仪测量
顶高程	-20, +10	每 10m	1	水准仪测量
宽度	不小于设计值	每 20m	1	钢尺测量

5.12 植草沟

I 施工要求

5.12.1 一般规定

1 植草沟断面形式应按照设计要求设置成倒抛物线型、三角形、梯形。

5.12.2 植草沟施工工序：



图 5.12.2 植草沟施工工序

5.12.3 植草沟施工应符合下列要求：

1 植草沟沟渠应按设计形式施工，表面平整、密实。兼顾入渗的植草沟沟槽应避免重型机械碾压造成的基层土壤渗透性能降低，已压实的土壤可对基层不小于 300mm 厚范围内土壤进行翻土作业，尽量恢复其渗透性能。

2 断面成形施工按照设计确定草沟坡度，每隔 5m 检测与设计坡度是否一致；

3 断面形状应严格按设计要求施工，场地应平整，不含大块碎石等；边坡可轻度压实保证其稳定；沿纵坡方向各断面应保持一致，断面及线性应美观。

4 植草沟的进、出水口应与周边排水设施平顺衔接。设计未明确时当进、出水中坡度较大时应设置卵石或跌水消能缓冲措施。

5 铺设台坎时块石级配良好、干净；不能使用浆砌，应直接铺设；其顶面高度应严格按照设计要求。

6 可添加种植土以利于种植物生长，种植土应铺设平整，不得破坏坡度及断面形状。设计未明确时植草沟种植土厚度宜为 200 ~ 300mm，砾石孔隙率应为 35% ~ 45%，有效粒径不小于 80%。

7 种植物种植时应满足：先种植坡面和边坡，再种植沟底种植物，在种植沟底种植物前，应再次确认其坡度和形状是否被破坏；雨季施工时应采取排水、保土措施。

5.12.4 植草沟溢流设施施工，应符合下列要求：

1 植草沟沟渠处于低洼地带，如未设计排水措施，施工时应设置排水设施或集水井。同时正式的植草沟溢流设施应满足设计要求，设计图纸未明确时应在植草沟距离周边地面下 0.2m 左右标高处设置小型排水管引流，保证汇集的超量雨

水有组织排放。

2 溢流管的排水口应按照设计要求，标高位置满足设计要求。溢流口雨水篦子安装宜采用立篦式。

II 验收标准

5.12.5 植草沟验收标准

1 植草沟过水断面形式及尺寸应不小于设计要求，进水口拦污设施准确设置。

2 植草沟植被成活率、植被高度应不小于设计要求。

3 植草沟应直顺，沟底平整、无反坡，沟内无杂物，边坡坡度及纵坡符合设计要求，沟长不宜小于 30m，滤水层厚度应满足设计或规范要求。

4 植草沟最大流速应小于 0.8m/s。

检验方法：明渠流量计实测。

5 植草沟的允许偏差应符合表 5.12.5 的要求。

表 5.12.5 植草沟允许偏差

项目	允许偏差	检验频率		检验方法
		范围	点数	
轴线 (mm)	≤50	每 200m	5	经纬仪、钢尺量
沟底高程 (mm)	+0, -30	每 200m	4	水准仪测量
断面尺寸 (mm)	不低于设计要求	每 200m	2	钢尺测量
边坡坡度	不陡于设计要求	每 200m	2	钢尺测量

6 运营养护

6.1 一般规定

6.1.1 LID 设施应制定相应的运行维护管理制度、岗位操作手册、设施和设备保养手册和事故应急预案，并应定期修订。

6.1.2 海绵设施的维护管理部门应做好雨季来临前和雨季期间设施的检修和维护管理，保障设施正常、安全运行。

6.1.3 项目条件允许的情况下，可在维护阶段对海绵设施的效果进行监测和评估，确保设施的功能得以正常发挥和改进。

6.1.4 海绵设施的管理和维护可通过数字化信息手段进行科学规划、设计，并为海绵设施建设与运行提供科学支撑。

6.2 海绵设施

6.2.1 透水铺装

- 1 面层出现破损时应及时进行修补或更换。
- 2 出现不均匀沉降时应进行局部整修找平。
- 3 当渗透能力大幅下降时应采用冲洗、负压抽吸等方法及时进行清理。

6.2.2 下沉式绿地、生物滞留设施

- 1 应及时补种修剪植物、清除杂草；
- 2 进水口不能有效收集汇水面径流雨水时，应加大进水口规模或进行局部下凹等；
- 3 进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施；
- 4 进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物；

- 5 调蓄空间因沉积物淤积导致调蓄能力不足时, 应及时清理沉积物;
- 6 边坡出现坍塌时, 应进行加固;
- 7 由于坡度导致调蓄空间调蓄能力不足时, 应增设挡水堰或抬高挡水堰、溢流口高程;
- 8 当调蓄空间雨水的排空时间超过 36 h 时, 应及时置换树皮覆盖层或表层种植土;
- 9 出水水质不符合设计要求时应换填填料。

6.2.3 渗井

- 1 进水口出现冲刷造成水土流失时, 应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施;
- 2 设施内因沉积物淤积导致调蓄能力或过流能力不足时, 应及时清理沉积物;
- 3 当渗井调蓄空间雨水的排空时间超过 36 h 时, 应及时置换填料。

6.2.4 蓄水池

- 1 进水口、溢流口因冲刷造成水土流失时, 应及时设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施;
- 2 进水口、溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时, 应及时清理垃圾与沉积物;
- 3 沉淀池沉积物淤积超过设计清淤高度时, 应及时进行清淤;
- 4 应定期检查泵、阀门等相关设备, 保证其能正常工作;
- 5 防误接、误用、误饮等警示标识、护栏等安全防护设施及预警系统损坏或缺失时, 应及时进行修复和完善。

6.2.5 雨水罐

- 1 进水口存在堵塞或淤积导致的过水不畅现象时，及时清理垃圾与沉积物；
- 2 及时清除雨水罐内沉积物；
- 3 北方地区，在冬期来临前应将雨水罐及其连接管路中的水放空，以免受冻损坏；
- 4 防误接、误用、误饮等警示标识损坏或缺失时，应及时进行修复和完善。

6.2.6 绿色屋顶

- 1 应及时补种修剪植物、清除杂草、防治病虫害；
- 2 溢流口堵塞或淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物；
- 3 排水层排水不畅时，应及时排查原因并修复；
- 4 屋顶出现漏水时，应及时修复或更换防渗层。

6.2.7 人工土壤渗滤

- 1 应及时补种修剪植物、清除杂草；
- 2 土壤渗滤能力不足时，应及时更换配水层；
- 3 配水管出现堵塞时，应及时疏通或更换等。

6.2.8 植草沟

- 1 应及时补种修剪植物、清除杂草；
- 2 进水口不能有效收集汇水面径流雨水时，应加大进水口规模或进行局部下凹等；
- 3 进水口因冲刷造成水土流失时，应设置碎石缓冲或采取其他防冲刷措施；
- 4 沟内沉积物淤积导致过水不畅时，应及时清理垃圾与沉积物；
- 5 边坡出现坍塌时，应及时进行加固；
- 6 由于坡度较大导致沟内水流流速超过设计流速时，应增设挡水堰或抬高挡

水堰高程。

6.2.9 维护频次

公路工程海绵设施的常规维护频次及时间要求如表 6.2.9 所示。

表 6.2.9 低影响开发设施常规维护频次

海绵设施	维护频次	备注
透水铺装	检修、疏通透水能力2次/年（雨季之前和期中）	—
下沉式绿地	检修2次/年（雨季之前、期中），植物生长季节修剪1次/月	指狭义的下沉式绿地
生物滞留设施	检修、植物养护2次/年（雨季之前、期中）	植物栽种初期适当增加浇灌次数；不定期清理植物残体及其他垃圾
渗井	检修、清淤2次/年（雨季之前、期中）	—
蓄水池	检修、淤泥清理2次/年（雨季之前和期中）	每次暴雨之前预留调蓄空间
雨水罐	检修、淤泥清理2次/年（雨季之前和期中）	每次暴雨之前预留调蓄空间
绿色屋顶	检修、植物养护2-3次/年	初春浇灌1次，雨季期间除杂草1次，北方气温降至0℃前浇灌1次；视天气情况不定期浇灌植物
人工土壤渗透	检修3次/年（雨季之前、期中、之后），植物修剪2次/年（雨季）	—

植草沟	检修2次/年（雨季之前、期中），植物 生长季节修剪1次/月	—
-----	----------------------------------	---

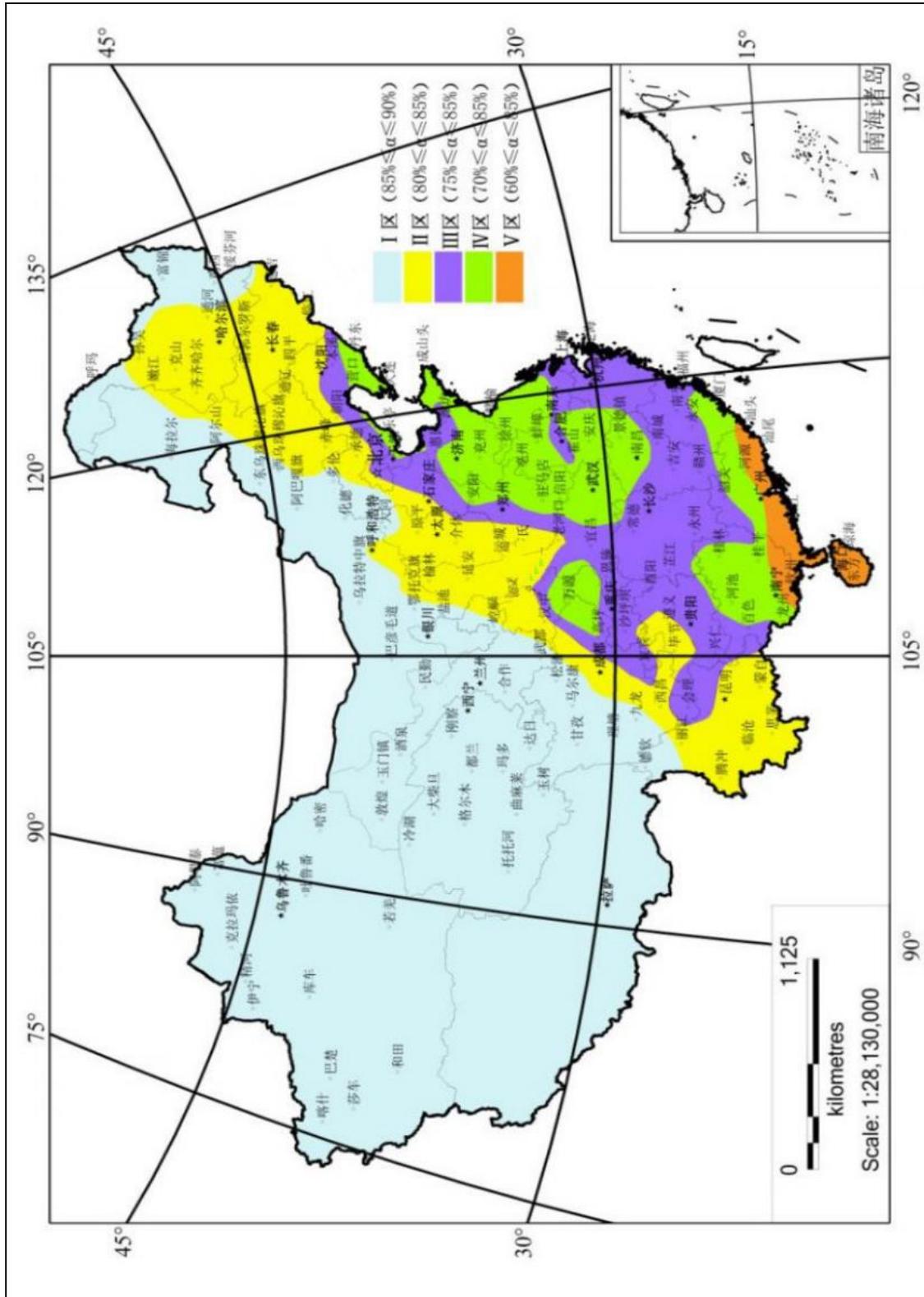
6.3 风险管理

- 1 地下水位高及径流污染严重地区应采取措施防止下渗径流污染地下水。
- 2 绿色屋顶设施在运行过程中需注意防范屋顶漏水的风险。
- 3 生物滞留设施运行过程中需防止引起道路或周边建筑物坍塌。
- 4 渗井等渗透设施运行过程中需防止引起地面塌陷或地下室渗水等。

征求意见稿

7 附录

附录 A 我国大陆地区年径流总量控制率分区图



附录 B 我国部分城市年径流总量控制率对应设计降雨量值一览表

城市	不同年径流总量控制率对应的设计降雨量(mm)				
	60%	70%	75%	80%	85%
酒泉	4.1	5.4	6.3	7.4	8.9
拉萨	6.2	8.1	9.2	10.6	12.3
西宁	6.1	8.0	9.2	10.7	12.7
乌鲁木齐	5.8	7.8	9.1	10.8	13.0
银川	7.5	10.3	12.1	14.4	17.7
呼和浩特	9.5	13.0	15.2	18.2	22.0
哈尔滨	9.1	12.7	15.1	18.2	22.2
太原	9.7	13.5	16.1	19.4	23.6
长春	10.6	14.9	17.8	21.4	26.6
昆明	11.5	15.7	18.5	22.0	26.8
汉中	11.7	16.0	18.8	22.3	27.0
石家庄	12.3	17.1	20.3	24.1	28.9
沈阳	12.8	17.5	20.8	25.0	30.3
杭州	13.1	17.8	21.0	24.9	30.3
合肥	13.1	18.0	21.3	25.6	31.3
长沙	13.7	18.5	21.8	26.0	31.6
重庆	12.2	17.4	20.9	25.5	31.9
贵阳	13.2	18.4	21.9	26.3	32.0
上海	13.4	18.7	22.2	26.7	33.0

北京	14.0	19.4	22.8	27.3	33.6
郑州	14.0	19.5	23.1	27.8	34.3
福州	14.8	20.4	24.1	28.9	35.7
南京	14.7	20.5	24.6	29.7	36.6
宜宾	12.9	19.0	23.4	29.1	36.7
天津	14.9	20.9	25.0	30.4	37.8
南昌	16.7	22.8	26.8	32.0	38.9
南宁	17.0	23.5	27.9	33.4	40.4
济南	16.7	23.2	27.7	33.5	41.3
武汉	17.6	24.5	29.2	35.2	43.3
广州	18.4	25.2	29.7	35.5	43.4
海口	23.5	33.1	40.0	49.5	63.4

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

本技术规程引用或参考了下列标准、指南中的有关条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本技术规程。

- (1) 《公路工程技术标准》 JTG B01-2014
- (2) 《公路排水设计规范》 JTG/T D33-2012
- (3) 《公路路基设计规范》 JTG D30-2015
- (4) 《公路工程标准编写导则》 JTG A04-2013
- (5) 《公路工程施工监理规范》 JTG G10-2016
- (6) 《公路交通安全设施设计规范》 JTG D81-2017
- (7) 《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》 JTG D80-2006
- (8) 《室外排水设计规范》 GB50014
- (9) 《透水砖路面技术规程》 CJJ/T188-2012
- (10) 《透水沥青路面技术规程》 CJJ/T190-2017
- (11) 《透水水泥混凝土路面技术规程》 CJJ/T135-2009
- (12) 《雨水集蓄利用工程技术规范》 GB/T50596-2010
- (13) 《给水排水管道工程施工及验收规范》 GB 50268-2008
- (14) 《建筑与小区雨水利用技术规范》 GB50400-2016
- (15) 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ1-2008
- (16) 《种植屋面工程技术规程》 JGJ155-2013
- (17) 《城市道路工程设计规范》 CJJ37-2016
- (18) 《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》，2015