乌鲁木齐市海绵城市建设设计导则

及审查要点

（征求意见稿）

乌鲁木齐市建设局（人民防空办公室）

2022 年 4 月

目录

第一部分 设计导则 1

1 总则 1

1.1 编制目的 1

1.2 生效时限 1

1.3 适用范围 1

2 术语与符号 2

2.1 术语 2

2.2 符号 6

3 海绵城市设计标准 9

3.1 一般规定 9

3.2 建设指标体系 9

3.3 控制性标准 9

3.4 引导性标准 10

3.5 其他标准 11

4 海绵城市设计指引 13

4.1 建筑与小区 13

4.2 城市道路 17

4.3 公园绿地与广场 22

4.4 城市水系 22

5 相关计算 26

5.1 一般规定 26

5.2 基本公式 26

5.3 年径流总量控制率的核算 29

5.4 径流污染削减计算 30

5.5 雨水径流峰值控制核算 31
5.6 转输设施规模计算 33
5.7 渗透设施规模计算 34
5.8 储存设施规模计算 35
5.9 调节设施规模计算 35
5.10 调蓄设施计算 37

6 海绵城市设施设计指引 38

6.1 技术类型分类与选型 38
6.2 下沉式绿地 40
6.3 渗透塘 42
6.4 渗井 43
6.5 蓄水池 45
6.6 雨水罐 47
6.7 湿塘 48
6.8 调节塘（干塘） 50
6.9 调节池 51
6.10 植被缓冲带 52
6.11 雨水湿地 54
6.12 植草沟 56
6.13 渗管（渠） 58
6.14 旱溪 59
6.15 雨水断接 60
6.16 初期雨水弃流设施 61
6.17 堆雪融雪设施 63
6.18 关键技术要求 64

7 低影响开发植物选择 66

7.1 植物选择原则 66
7.2 植物选择要求 66

第二部分 施工图审查要点 68

8 施工图审查要点 68

8.1 审查原则 68

9 成果资料核查 69

9.1 总体要求 69

9.2 基础资料 69

10 海绵城市建设工程专项施工图审查要点 71

10.1 给排水专业审查要点 71

10.2 建筑专业审查要点 74

10.3 道路专业审查要点 75

10.4 水利工程专业 76

10.5 园林景观专业审查要点 77

10.6 结构专业审查要点 77

10.7 电气专业审查要点 78

11 海绵设施施工图审查要点 79

11.1 渗滞设施审查要点 79

11.2 储存设施审查要点 80

11.3 调蓄设施审查要点 80

11.4 转输设施审查要点 81

附录 82

附录 A 乌鲁木齐市降雨分析 82

附录 B 乌鲁木齐市年径流总量控制率与设计降雨量对照关系 91

附录 C 乌鲁木齐市系统化推进海绵城市建设的特征 92

附录 D 各类型土壤 PH 范围值表.....93

附录 E 各类型土壤的渗透系数.....94

附录 F 海绵城市建设工程施工图资料清单.....95

附录 G 施工图审查相关表格.....97

本导则用词说明.....100

引用标准名录.....101

条文说明.....102

第一部分 设计导则

1 总则

1.1 编制目的

为指导和规范乌鲁木齐市海绵城市设计工作，全面贯彻落实国家关于海绵城市建设的相关要求，实现乌鲁木齐市海绵城市建设的目标，提高乌鲁木齐市海绵城市建设的科学性，指导海绵城市建设相关项目设计，制订本技术导则。

1.2 生效时限

本导则是乌鲁木齐市区各种类型用地进行海绵工程设计方案编制、审批及行业管理的指导性文件。导则自批准公布之日起生效。

1.3 适用范围

本导则适用于指导乌鲁木齐市城市规划区范围（不包含市域范围）内建筑与小区、城市道路、公园绿地与广场、城市水系等系统新、改、扩建项目的设计。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 海绵城市（sponge city）：通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路、绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效的控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。

【条文说明】海绵城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。海绵城市涉及水生态、水环境、水资源、水安全等多个方面。海绵城市建设应统筹低影响开发雨水系统、城市雨水管渠系统及超标雨水排放系统，建设途径主要有对城市原有生态系统的保护、生态恢复和修复以及低影响开发。

2.1.2 低影响开发（LID）（low impact development）：强调城市开发应减少对环境的影响，其核心是基于源头控制和降低冲击负荷的理念，构建与自然相适应的排水系统，合理利用空间和采取相应措施削减暴雨径流产生的峰值和总量，延缓峰值流量出现时间，减少城市面源污染。

2.1.3 低影响开发设施（low impact developmen1 facilities）：依据低影响开发理念设计的“渗、滞、蓄、净、用、排”等多种工程设施的统称。

【条文说明】包括透水铺装、生物滞留设施、下沉式绿地、屋顶绿化、渗透塘、渗井、蓄水池、雨水罐、调节塘（干塘）、湿塘、调节池、植被缓冲带、雨水湿地、植草沟、渗管（渠）、旱溪、雨水断接、初期雨水弃流设施、堆雪融雪设施等。

2.1.4 年径流总量控制率（volume capture ratio of annual rainfall）：通过自然和人工强化的渗透、滞蓄、净化等方式控制城市建设下垫面的降雨径流，得到控制的年均降雨量占年均降雨总量的百分比。

2.1.5 设计降雨量（design rainfall depth）：为实现一定的年径流总量控制目标（年径流总量控制率），用于确定低影响开发设施设计规模的降雨量控制值，一般通过多年日降雨资料统计数据获取，通常用日降雨量（mm）表示。

2.1.6 年径流污染削减率（annual runoff pollution removal rate）：雨水经过预处理措施和低影响开发设施物理沉淀、生物净化等作用后，场地内得到控制的年均雨水径流污染物总量占年均雨水径流污染物总量的百分比。

2.1.7 内涝（urban flooding）：强降雨或连续性降雨超过城镇排水能力，导致城镇地面产生积水灾害的现象。

2.1.8 内涝防治系统（urban flooding prevention and control system）：用于防止和应对城镇内涝的工程性设施和非工程性措施以一定方式组合成的总体，包括雨水收集、输送、调蓄、行泄、处理、利用的天然和人工设施及管理措施等。

2.1.9 面源污染（non-point sources pollution）：溶解的和固体的污染物从非特定地点，在降水或融雪的冲刷作用下，通过径流过程而汇入受纳水体（包括河流、湖泊、水库和海湾等）并造成受纳水体污染的过程。

2.1.10 合流制溢流（combined sewer overflow （CSO））：降雨时，超过合流制排水系统截流能力而排入水体的合流污水。

2.1.11 流量径流系数（discharge runoff coefficient）：在形成峰值流量的降雨历时内产生的径流量与降雨量之比。

2.1.12 雨量径流系数（volumetric runoff coefficient）：设定时间内降雨产生的径流总量与降雨量之比。

2.1.13 汇流时间（flow concentration time）：雨水径流从汇水面积的最远点流到设计断面的时间，包括地面集水时间和管渠内流行时间。

2.1.14 雨水收集回用（rain harvesting）：利用一定的集雨面收集雨水作为水源，经过适宜的处理并达到一定的水质标准后，通过管道输送或现场使用方式予以利用的全过程。

2.1.15 融雪剂（snow-melting agent）：通过降低冰雪融化温度促使冰雪融化的化工产品。

2.1.16 下垫面（underlying surface）：降雨受水面的总称，包括屋面、道路、广场、绿地、水面等。

2.1.17 渗透系数（permeability coeffcient of soil）：单位水力坡度下水的稳定渗透速度。

2.1.18 硬化地面（impervious pavement）：通过人工行为使自然地面硬化形成的不透水或弱透水地面。

2.1.19 雨水渗透（stormwater infiltration）：利用人工或天然设施，使雨水下渗到土壤表层以下，以补充地下水。

2.1.20 雨水滞留（rainwater retention）：将雨水存储下来予以入渗、蒸发、蒸腾的

过程。

2.1.21 雨水储存（stormwater retention or storage）：采用具有一定容积的设施，对径流雨水进行滞留、集蓄，以达到利用、补充地下水或净化雨水等目的。

2.1.22 雨水调节（stormwater detention）：在降雨期间暂时储存一定量的雨水，削减向下游排放的雨水峰值流量、延长排放时间，一般不减少排放的径流总量，也称调控排放。

2.1.23 雨水调蓄（Stormwater Retention or Storage）：同时兼具雨水储存和雨水调节的功能。

2.1.24 透水铺装（permeable pavement）：利用透水材料替代传统混凝土、水泥、沥青等铺设广场、停车场及人行道等硬化路面使其具有渗透、滞留和渗排雨水并满足荷载要求和结构强度的道路形式。透水材料主要包括透水砖、透水沥青、透水混凝土、植草砖。

2.1.25 透水铺装率（proportion of permeable paving）：透水铺装面积占公共地面停车场、人行道、步行街、自行车道和休闲广场、室外庭院等硬化地面的比例。

2.1.26 生物滞留设施（bioretention facilities）：是指在地势低凹区域，通过植物、土壤和微生物系统滞蓄、净化径流雨水的设施。由植物层、蓄水层、覆盖层、种植土层、过渡层、排水层构成。按应用的位置不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花池、生态树池等。

2.1.27 雨水花园（rain garden）：利用浅洼地形种植耐旱耐涝植物，通过土壤的过滤和植物的根部吸附、吸收，以及微生物系统等作用对降落在不透水表面的雨水进行控制利用。属于生物滞留设施。

2.1.28 生物滞留带（bioretention zone）：利用土壤和植被的综合作用来净化雨水的设施，主要用于处置路面径流，一般布置成长条形，外表类似一般的绿化隔离带，可替代停车场、道路及高速公路中间的绿化隔离带。具有净化水质和美化景观的多重功能。属于生物滞留设施。

2.1.29 高位花池（high planter）：承接雨落管雨水的生态种植池.属于生物滞留设施。

2.1.30 生态树池（ecological tree pit）：在树坑内采用渗透性较好的种植土、滤料等生态化措施，减小雨水径流和污染的生态设施。属于生物滞留设施。

2.1.31 下沉式绿地（depressed green）：可积蓄、下渗自身和周边雨水径流的绿地。下沉式绿地也称下凹式绿地。下沉式绿地分为狭义下沉式绿地和广义下沉式绿地，

狭义的下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路在 200mm 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，包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。通常将溢流设施（雨水口）设置于绿地内，且其高程高于绿地，低于周边路面。

2.1.32 下沉式绿地率（depressed green ratio）：下沉式绿地面积占绿地总面积的比例。

2.1.33 绿色屋顶（green roof）：在高出地面以上，与自然土层不相连接的各类建筑物、构筑物的顶部以及天台、露台上由表层植物、覆土层和疏水设施构建的绿化体系。

2.1.34 渗透塘（infiltration pond）：指雨水通过侧壁和池底进行入渗的滞留水塘。

2.1.35 渗井（infiltration well）：雨水通过侧壁和井底进行入渗的设施。

2.1.36 蓄水池（Stormwater Tank）：指具有集蓄利用雨水功能的设施，同时也具有削减峰值流量以及综合利用功能的作用。蓄水池主要由钢筋混凝土建成，用地紧张的城市大多采用地下封闭式蓄水池。

2.1.37 湿塘（wet pond）：以雨水作为主要补水水源，可调蓄和净化降雨径流的景观水体。

2.1.38 调节塘（干塘）（detention pond）：雨水可在池壁和池底进行入渗以削减降雨峰值流量的水塘。

2.1.39 调节池（regulating reservoir）：在降雨期间能够暂时储存一定量的雨水，削减向下游排放的雨水峰值流量、延长排放时间的设施。

2.1.40 植被缓冲带（vegetated filter strip）：在城市中一些不透水面周边一定区域建设的乔灌草相结合的立体植被带或城市水系的滨水绿化带。

2.1.41 雨水湿地（stormwater wetland）：模拟天然湿地结构和功能，人工建造的具有雨水径流储存、总量减排、峰值流量调节和水质净化等功能的与沼泽地类似的区域，用于径流雨水水质控制和洪峰流量控制的雨水设施。分为雨水表流湿地和雨水潜流湿地两种类型。

2.1.42 植草沟（grass swale）：在地表沟渠中种植植被，用于收集、输送和排放（一般通过重力流）径流雨水，并利用沟渠内的土壤和植物截留、净化径流雨水的设施。包括转输型植草沟、渗透型干式植草沟以及渗透型湿式植草沟。

2.1.43 渗管（渠）（infiltration trench）：具有渗透和转输功能的雨水管或沟渠。

2.1.44 旱溪（dry creek）：底部为卵石、碎石的地表沟渠。在旱季和雨季有着良好的观赏性，并同时具备着雨水收集灌溉功能。不下雨时，旱溪就像干枯的河床，与周边场地景观结合。降雨较大时，雨水流过旱溪时变成细流，可以将较大的悬浮物拦截下来，有效防止水土流失，改善其他低影响开发设施的性能。

2.1.45 雨水断接（disconnection）：通过切断硬化面或建筑雨落管的径流路径，将径流合理连接到绿地等渗水区域或设施，通过渗透、调蓄及净化等方式控制径流雨水的方法。

2.1.46 初期雨水径流（first flush）：单场降雨在降雨初期的时间段内，在地面形成一定厚度的地表径流。

2.1.47 初期雨水弃流设施（first flush diverion facilities）：利用一定方法或装置去除掉污染物浓度较高且存在初期冲刷效应的降雨初期径流，从而有利于后期雨水处理和后期设施的建立。

2.1.48 环保型雨水口（environmental rainwater inlet）：具有一定截污功能和渗透作用的雨水口，对于地表径流产生的非溶解性污染物进入管渠系统有一定的阻碍作用。

2.2 符号

α——安全系数；

β——径流总量控制率；

γ——雨水储存设施有效容积折减系数；

η——排放效率；

ρ_{sn}——新雪的密度；

ρ_{so}——堆雪的密度；

δ——雨水径流截流厚度，雨水径流弃流厚度；

φ——综合雨量径流系数；

φ_i——第 i 种汇水面的雨量径流系数；

χ——湿周；

ψ——综合流量径流系数；

ψ_i——第 i 种汇水面的流量径流系数；

A——转输设施过水断面面积；

A_t——t 时刻调蓄池的表面积；

A_{d}——调节设施出口截面积；

A_{s}——有效渗透面积；

b、n——暴雨强度公式参数；

C_{d}——出口管道流量系数；

F——汇水面积；

F_{i}——第 i 种汇水面的面积；

F_{snow}——计算降雪面积；

g——重力加速度；

H——设计降雨量；

h——出流管道的有效水头；

h_1——放空前出流管道的有效水头；

h_2——放空后出流管道的有效水头；

H_{i}——初期径流弃流厚度；

H_{s}——降雪深度；

i——转输设施的纵向坡度；

J——水力坡降；

K——土壤渗透系数；

n——转输设施的粗糙率；

n_1——调节设施建成后运行期间的截流倍数；

n_0——系统原截流倍数；

P——设计重现期；

q——设计暴雨强度；

Q——雨水设计流量；

Q_1——调节设施出口流量；

Q_{dr}——截流井上游的旱流污水量；

Q_{in}——设施的入流流量；

$Q_{\mathrm{in},t}$——t 时刻设施的入流流量；

Q_{out}——设施的出流流量；

$Q_{\text{out},t}$——t时刻设施的出流流量；

$\frac{Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}}$——脱过系数；

$Q_{\text{泵}}$——水泵的流量；

R——过水断面的水力半径；

t——降雨历时；

t_0——放空时间；

t_{i}——调节设施进水时间；

t_{s}——渗透时间；

V——设计调蓄容积；

V_{D}——需增建雨水峰值调节容积；

V_{F}——需要的雨水径流峰值控制容积；

V_{i}——初期径流弃流量；

V_{P}——设施渗透量；

V_q——雨水径流弃流量；

V_{R}——调节设施有效容积；

V_{s}——渗透设施所需的有效滞蓄容积；

V_{so}——堆雪体积；

V_{U}——雨水收集回用容积 ；

V_{W}——雨水径流污染控制容积；

W_{sn}——积雪量；

W_{so}——堆雪量；

x——计算步长。

3 海绵城市设计标准

3.1 一般规定

3.1.1 乌鲁木齐市海绵城市的设计标准包括控制性标准、引导性标准和其他相关标准。其中，控制性标准包括多年平均径流总量控制率、再生水利用率、冒溢点消除率；引导性指标包括下沉式绿地率、透水铺装率；其他相关标准包括排水标准、排洪防涝标准。

3.1.2 控制性指标为本导则适用范围内所有新建、改建、扩建项目必须遵守的标准。

3.1.3 引导性标准为各个项目设计时参考的标准，各项目在设计时，可以采用下沉式绿地、透水铺装等措施，通过这些措施的结合，达到多年平均径流总量控制率的要求，也可因地制宜采取其他措施，达到多年平均径流总量控制率的要求。

3.2 建设指标体系

乌鲁木齐海绵城市建设指标体系如下表。

表 3.2 乌鲁木齐海绵城市建设指标体系

具体目标	指标	目标值
绿洲城市生态功能提升	自然生态格局管控与水体生态性岸线保护	开发前后天然水域面积不减少，落实蓝绿线管控要求
	年径流总量控制率	85%
	可透水面积比例	＞40%
	居民满意率	＞90%
	城市水体水环境质量	不降低
水资源利用效率提升	污水再生利用率	45%
	雨雪资源利用率	直接利用率不低于 10% 间接利用率不低于 50%
	地下水埋深变化	地下水（潜水）水位下降得到遏制
城市水安全保障	城市防洪	提升区域防洪能力，山洪防治达到设计标准
	冒溢点个数	全部消除
海绵城市建成区达标面积		40%

3.3 控制性标准

3.3.1 年径流总量控制率

乌鲁木齐市为干旱地区，年径流总量控制率的确定统筹考虑生态本底条件、

城市排水系统建设情况和城市水环境改善。

表 3.3.1 乌鲁木齐市不同建设项目的年径流总量控制率

建设项目	用地类型		年径流总量控制率
建筑与小区类	R1、R2	新建	90%
		改建	85%
	A、B	新建	85%
		改建	85%
	M1、M2、W1、W2	新建	85%
		改建	85%
市政道路类	S1、S3、S4	新建	80%
		改建	55%
公园绿地、广场类	G1、G3	新建	90%
		改建	90%
城市水体类	E1		

3.3.2 再生水利用率

再生水利用率不低于 45%。

3.3.3 冒溢点消除率

冒溢点全部消除。

3.4 引导性标准

设计时可参考引导性指标，自主选择以下或者其他有效措施组合，以达到强制性标准要求。

3.4.1 下沉式绿地率

乌鲁木齐市下沉式绿地率指标见下表。

表 3.4.1 乌鲁木齐市下沉式绿地率指标

建设项目	用地类型		下沉式绿地率
建筑与小区类	R1、R2	新建	90%
		改建	20%
	A、B	新建	70%
		改建	20%
	M1、M2、W1、W2	新建	55%
		改建	20%
市政道路类	S1、S3、S4	新建	80%
		改建	20%
公园绿地、广场类	G1、G3	新建	80%
		改建	30%
城市水体类	E1		

3.4.2 透水铺装率

乌鲁木齐市透水铺装率指标见下表。

表 3.4.2 乌鲁木齐市透水铺装率指标

建设项目	用地类型		透水铺装率
建筑与小区类	R1、R2	新建	40%
		改建	10%
	A、B	新建	50%
		改建	10%
	M1、M2、W1、W2	新建	20%
		改建	10%
市政道路类	S1、S3、S4	新建	60%
		改建	20%
公园绿地、广场类	G1、G3	新建	65%
		改建	20%
城市水体类	E1		

3.5 其他标准

3.5.1 管网排水标准

乌鲁木齐市雨水管渠设计重现期取值为：非中心城区取 2～3 年，中心城区的重要地区取 5～10 年，中心城区的其他地区取 2～5 年，中心城区下穿立交道路、地下通道和下沉式广场等取 20～30 年，非中心城区下穿立交道路不应小于 10 年，高架道路雨水管渠设计重现期不应小于 5 年。内涝防治设计重现期为 30～50 年。

【条文说明】中心城区重要地区主要指行政中心、交通枢纽、学校、医院和商业聚集区等。

3.5.2 城市防洪标准

①米东区、水磨沟片区：各河道中防护对象为农田村庄的河段，为乌市的生态旅游基地以及蔬菜副食基地，防洪标准为 20 年一遇；铁厂沟峡门子旅游区段以及铁厂沟Ⅱ级公路段河段防洪标准为 50 年一遇；柏杨河米东工业园区（中型）段防洪标准为 50 年一遇；水磨沟上游榆树沟、宋家沟、硫磺沟河道附近均为大型工矿企业，防洪标准为 100 年一遇；其余属于米东区规划城区的河段，保护对象主要是城市居民及其他城市设施，防洪标准为 50 年一遇。

②乌鲁木齐河：乌鲁木齐河是乌鲁木齐市中心城区防洪最重要的一条河流，其支流主要有仓房沟、和平南渠、东渠、西渠、北渠、河滩排洪渠、河滩公路泄洪通道。河滩排洪渠设计排洪流量为 30m^3/s，河滩路行洪流量为 400 m^3/s，和平渠南渠、中渠、北渠设计流量均为 25 m^3/s，其中和平西渠设计流量为 15 m^3/s，和平东渠设计流量为 10 m^3/s。分洪渠首分洪流量为 100 m^3/s，设计洪水标准为 50 年一遇，校核洪水标准为 200 年一遇；分洪渠道设计流量为 100 m^3/s，设计洪水标准 20 年一遇，校核洪水标准 50 年一遇。

③乌鲁木齐高新技术产业开发区（新市区）：各河道中防护对象为农田村庄的河段，防洪标准为20年一遇；城区段河段防洪标准为50年一遇；飞机场属于国际机场，该段渠道防洪标准为100年一遇。

④乌鲁木齐经济技术开发区（头屯河区）：各河道中防护对象为农田村庄的河段，为乌市的蔬菜果林基地，防洪标准为20年一遇；规划城区段河道防洪标准为50年一遇；经济技术开发区内有部分为大型工矿企业，因此该区域内的防洪标准为100年一遇。

3.5.3 初期雨水径流污染控制指标

屋面径流截流厚度按2～3mm进行计算；地面径流截流厚度3～5mm进行计算。

4 海绵城市设计指引

4.1 建筑与小区

I 一般规定

4.1.1 建筑与小区的海绵城市建设应根据规划要求进行，设计各个阶段应包括海绵城市建设设施设计内容，合理确定雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”设施。

4.1.2 为避免污染地下水水质，具有渗透作用的低影响开发设施底面与地下水季节最高水位的最小距离为 1.5m。

4.1.3 新建小区总图设计应包括冬季临时堆雪、积雪利用等内容。

4.1.4 建筑屋面和小区路面径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施，并应与城市雨水管渠系统和超标雨水径流系统有效衔接。因空间限制等原因不能满足控制目标的建筑与小区，径流雨水还可通过城市雨水管渠系统引至市绿地与广场内的低影响开发设施。

4.1.5 建筑与小区场地的海绵性设计应合理利用场地内原有的湿地、坑塘和沟渠等，应优化渗透、调蓄设施的场地布局，建筑物四周、道路两侧宜布置可消纳雨水径流的绿地。

4.1.6 建筑的海绵性设计应充分考虑雨水控制与利用，宜采用雨落管断接的方式将屋面雨水汇入地面绿地内的植草沟、雨水花园、景观水系统或蓄水池等低影响开发设施，进行下渗、净化及收集。

4.1.7 宜优先将屋面雨水进行集蓄利用，净化工艺应根据回用水水质要求和径流雨水水质确定。雨水储存设施可结合现场情况选用雨水罐、地上或地下蓄水池等设施。

4.1.8 小区道路的海绵性设计应优化路面与道路绿地的竖向关系，小区道路两侧、广场及停车场周边的绿地应采用下沉式绿地、雨水花园、植草沟等低影响开发设施，并通过设施内的溢流排放系统与其他低影响开发设施或城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统相衔接；小区道路、小广场、庭院式休憩地、地面停车场等应优先采用透水铺装；机动车道结合地勘资料酌情考虑透水路面结构的使用；透水铺装路面设计应满足路基路面强度和稳定性等要求。

4.1.9 小区道路径流雨水进入绿地内的低影响开发设施前，可利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。降雪时还应采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水宜经处理（如沉淀等）后排入市政污水管网。

4.1.10 小区绿地的海绵性设计应结合规模与竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场和停车场雨水径流的海绵设施，应合理配置绿地植物乔灌草的比例，增强冠层雨水截流能力。

4.1.11 低影响开发设施内植物宜根据水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物。

II 设计流程

4.1.12 建筑小区海绵设计，应遵循以下流程：

（1）勘察小区现状条件整体分析

根据建筑与小区的规划要求，分析小区地块与周边地块的地理环境，对小区地块及周边的地形、地貌、地势、标高、土质、绿化情况、水体情况等进行整体分析。分析建筑小区建设需求、土壤蓄渗特征、红线宽度、红线外用地条件、周边水体等相关因素，确定道路径流流向、集水点、汇水区面积等。

（2）评估建设条件、指标计算

根据规划用地性质规定的容积率、覆盖率、绿地率和海绵城市建设控制性指标，计算建筑小区海绵城市控制目标的可达性。

（3）技术选择和规模确定

根据海绵城市建设控制性指标和引导性指标，因地制宜地选用海绵城市建设技术，并确定建设内容和规模。

（4）方案设计

应结合建筑与小区整体设计要求，对海绵城市建设设施进行设计，对重点工程应开展多方案比选，优选技术先进、经济可靠的方案。

（5）指标复核优化

根据规划、平面设计和海绵城市措施的内容和规模，复核海绵城市建设技术指标和要求，并对其优化，确定最终设计方案。

（6）方案设计审批完善

由有关部门进行审批，按照审批要求进行调整和完善。

（7）设计实施

按照完善后的海绵城市建设措施的内容和规模，进行技术设计和实施，提出控制要求和措施保证实施。

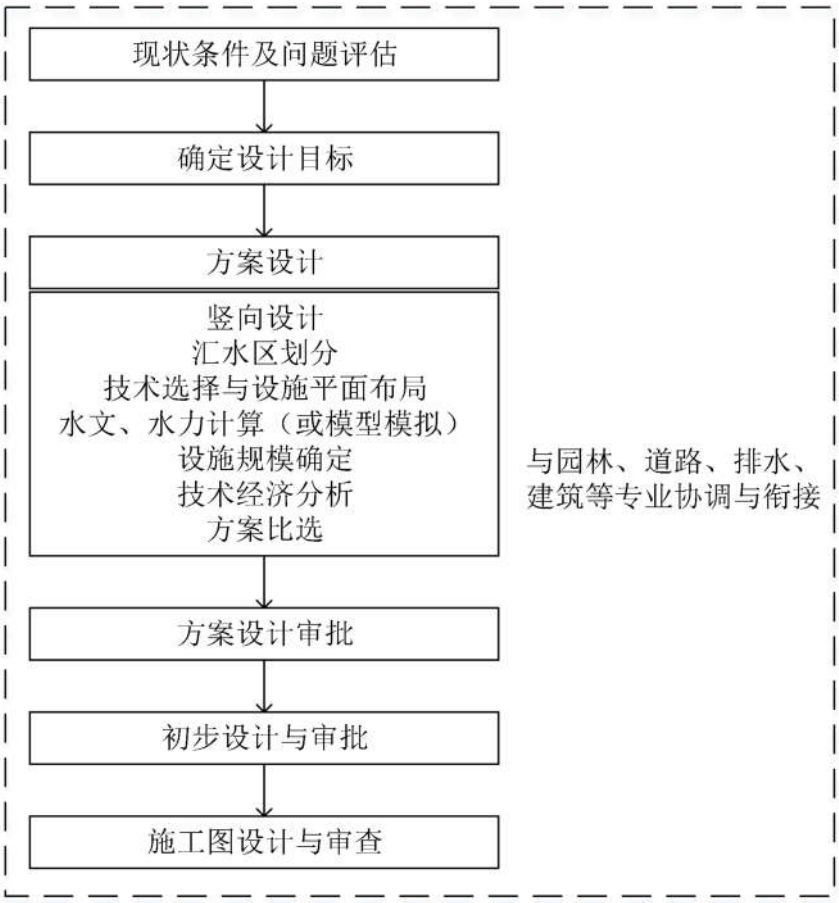


图 4.1.12 建筑与小区海绵城市建设设计流程

III 平面布局与竖向设计

4.1.13 建筑与小区总平面布局应根据规划要求，综合考虑各种因素，合理布置建筑、道路广场包括消防车道与登高面（含道路透水铺装）、绿化（含下凹式绿地）、屋顶绿化和必要的雨水调蓄池。

4.1.14 建筑与小区道路两侧及广场宜采用植草沟、沟槽等地表排水形式输送、消纳、滞留雨水径流，减少小区内雨水管道的使用。若必须设置雨水管道，设施规模原则上应该按照《室外排水设计标准》（GB50014-2021）中相应标准进行设计。

4.1.15 住宅、公建、工业仓储项目，应优先利用透水铺装、地形处理、下凹式绿地、雨落管断接设计、管道蓄水等设施和措施滞蓄雨水，达到海绵城市建设技术规定要求。

4.1.16 建筑与小区的竖向设计，应符合下列规定：

（1）应按照地块原有场地标高，结合土方平衡，确定绿地标高或室外建筑明沟、散水标高；

（2）场地有坡度时，绿地应结合坡度等高线，分块设计确定不同标高的绿地。与绿地相邻的道路、广场宜将雨水口设置在绿地内；

（3）建筑与小区道路，竖向高程应高出下沉式绿地不小于 50mm；

（4）下沉式绿地应低于周边铺砌地面或道路，下沉深度宜为 50mm～300mm；

（5）下沉式绿地内一般应设置溢流口，保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部与绿地地面的高差不宜超过 200mm；

（6）植草沟顶宽不宜大于 1500mm，深度宜为 50mm～250mm，最大边坡（垂直：水平）宜为 1:3，纵向坡度不应大于 4%；植草沟的进、出水口应与周边排水设施平顺衔接。当进、出水中坡度较大时应设置碎石或其他消能缓冲措施；

（7）在小区内建筑、道路及停车场的周边绿地宜设置生物滞留设施，对于径流污染严重、设施底部渗透面距离建筑物基础小于 3m 的区域，可采用底部防渗的复杂性生物滞留设施；生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物的耐淹性能和土壤渗透性能确定，一般为 200～300mm；

（8）屋面雨水宜采取雨落管断接或设置集水井等方式引入周边绿地内小型、分散的海绵城市建设设施，宜通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施；

（9）小区内硬地面的雨水口宜设在汇水面的最低处，雨水口周边可利用绿化对径流污染进行削减；雨水口内应设截污挂篮；

（10）小区内非机动车道路的雨水应优先排入周边绿地中消纳；人行道、广场、露天停车场和庭院步道等应尽量坡向绿地或建设适当的雨水导引设施，使雨水流入绿地消纳。

IV 技术措施

4.1.17 建筑与小区海绵城市建设设施和技术措施应符合以下关系：

（1）降落在屋面的雨水经过初期弃流，可进入高位花坛和雨水桶，并溢流进入下沉式绿地，雨水桶中雨水宜作为小区绿化用水；

（2）降落在道路、广场等其他硬化地面的雨水，应利用可透水铺装、下沉式绿地、渗管（渠）、雨水花园等设施对径流进行净化、消纳，超标雨水可就近

排入雨水管道；

（3）经处理后的雨水一部分可下渗或排入雨水管，进行间接利用，另一部分可进入雨水池和景观水体进行调蓄、储存，经过滤消毒后集中配水，用于绿化灌溉、景观水体补水和道路浇洒等；

（4）可采用的海绵设施主要有：

1）渗滞设施：包括透水铺装、生物滞留设施；

2）储存设施：包括蓄水池、雨水罐等；

3）调节设施：包括调节塘等；

4）转输设施：包括植草沟、渗管（渠）等；

5）净化设施：包括植被缓冲带、初期雨水弃流设施和人工湿地等。

4.1.18 建筑与小区低影响开发雨水系统构建流程如下图所示：

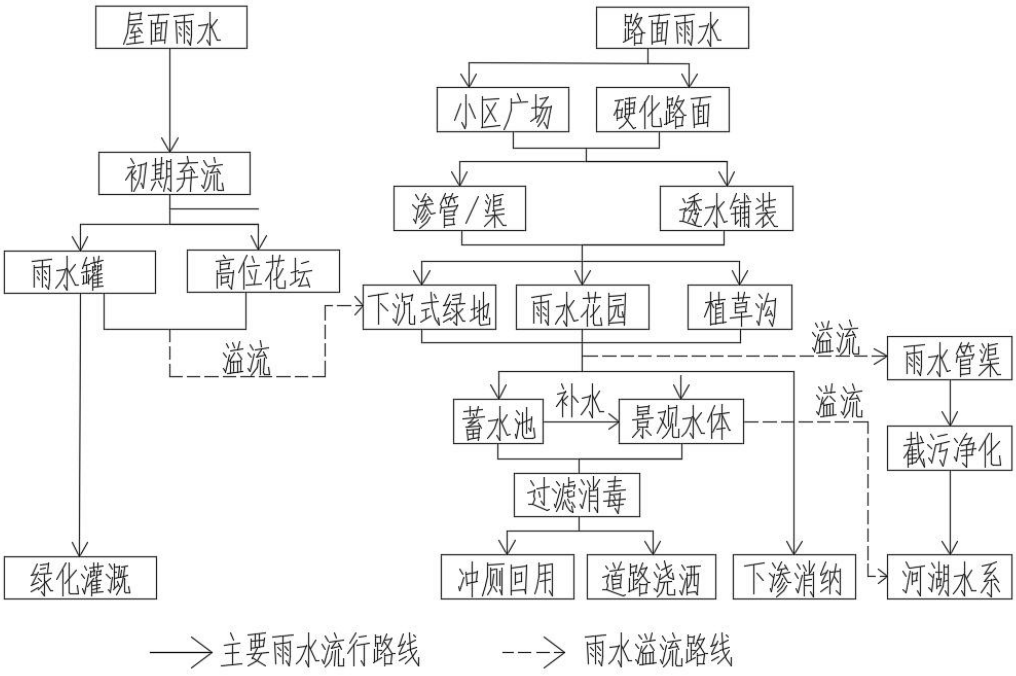


图 4.1.18 建筑与小区低影响开发雨水系统构建流程图

4.2 城市道路

I 一般规定

4.2.1 鉴于乌鲁木齐高寒气候特点，为确保市政道路的机动车道路面结构的使用要求，机动车道不宜采用透水路面。当相邻的人行道或绿化带采用渗水路面结构时，应设置有效防渗透隔离措施，防止雨水渗入路基。

4.2.2 当人行道面积较大，且宽度大于 3m 时，应采用透水铺装形式，透水铺装宜采用以缝隙型透水砖为主的铺装形式。

4.2.3 城市道路的海绵城市建设应根据规划要求进行，设计各个阶段应包括海绵城市建设设施设计内容，合理确定雨水“渗、滞、蓄、净、用、排”设施。

4.2.4 城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污过滤等预处理后引入道路红线内、外绿地（绿化带）内，并通过设置在绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施（海绵体）进行处理。在满足城市道路基本功能的前提下，达到相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求。

4.2.5 城市道路的低影响开发设计应考虑道路高程、道路横断面、绿化带、低影响开发设施与常规排水系统衔接等内容。

4.2.6 新建道路应落实海绵城市低影响开发建设要求。道路设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等，便于路面径流雨水汇入低影响开发设施。不同路面结构交接带及道路外侧宜设置绿化带，便于低影响开发设施布置及路面雨水收集排放。

4.2.7 现状道路改造时，应对人行道、绿化带、树池及雨水口进行海绵化改造。条件许可时，宜对现状道路横断面优化设计。

4.2.8 人行道、专用非机动车道和轻型荷载道路，宜采用透水铺装；城市快速路、非重载交通高架道路、景观车行道路宜采用透水沥青铺装，并设置边缘排水系统，接入雨水管渠系统。

4.2.9 行道树种植可选择穴状或带状种植，应采用生态树池，并应符合相关规范要求。有条件的地区，行道树种植可与植草沟相结合，提升人行道对雨水的蓄渗和消纳能力。

4.2.10 当城市道路（车行道）径流雨水排入道路红线内、外绿地时，在低影响开发设施前端，应设置沉淀池（井）、弃流井（管）等设施，对进入绿地内的初期雨水进行预处理或弃流，以减缓初期雨水对绿地环境及低影响开发设施的影响。还应采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水宜经处理（如沉淀等）后排入市政污水管网。

4.2.11 城区内已建下穿式立交桥、低洼地等严重积水点的改造，应充分利用周边现有绿地空间，建设分散式调蓄设施，防止“客水”汇入低洼区域。

4.2.12 城市高架道路，宜采用透水沥青铺装，高架下绿化带宜设置生物滞留设施或蓄渗模块。高架绿化带内设置生物滞留设施应符合如下规定：高架下绿化带具有较好的植被生长环境，且宽度较宽。宜采用局部下凹形式，在绿化带沿道路方向的两侧保留一定宽度高势绿地；中间部分下凹设置生物滞留设施，处理经雨落管收集的高架道路路面雨水。

4.2.13 为保障城市交通安全，在低影响开发设施的建设区域，城市雨水管渠和泵站的设计重现期、径流系数等设计参数应按《室外排水设计标准》（GB50014-2021）。

4.2.14 规划作为超标雨水径流行泄通道的城市道路，其断面及竖向设计应满足相应的设计要求，并与区域排水防涝系统相衔接。

4.2.15 含融雪剂的融雪水禁止汇入道路绿地内。分流制排水区域，在机动车道固定撒融雪剂段，宜设置弃流井，含融雪剂雪水应进入污水管网。

4.2.16 城市道路低影响开发设施的选择应以因地制宜、经济有效、方便易行为原则，在满足城市道路基本功能的前提下，达到相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求。同时，对道路内的海绵设施应采取必要的防渗措施，防止径流雨水对道路路基和附属管道基础的强度和稳定性造成破坏。

II 设计流程

4.2.17 道路海绵设计，应遵循以下流程：

（1）工程场地现状条件及问题评估

勘察建设区域现场，分析道路交通需求、土壤渗透特征、红线宽度、红线外用地条件、周边水体等相关因素，确定道路径流流向、集水点、汇水区面积等。

（2）确定设计目标

根据现状条件及存在问题评估，对接上位规划，确定设计目标。

（3）技术选择与规模确定

根据道路红线内外地形情况、绿地面积，有针对性地选择海绵城市建设技术，选用适合的海绵城市建设技术措施，确定建设内容和规模。

（4）方案设计

根据选择的海绵城市建设技术，进行道路的平面与竖向布置，提出总体设计方案。

（5）指标复核优化

根据道路规划、平面设计和海绵城市措施的内容和规模，复核海绵城市建设技术指标和要求，并对其优化，确定最终设计方案。

（6）方案设计审批

（7）初步设计与审批

（8）施工图设计与审查

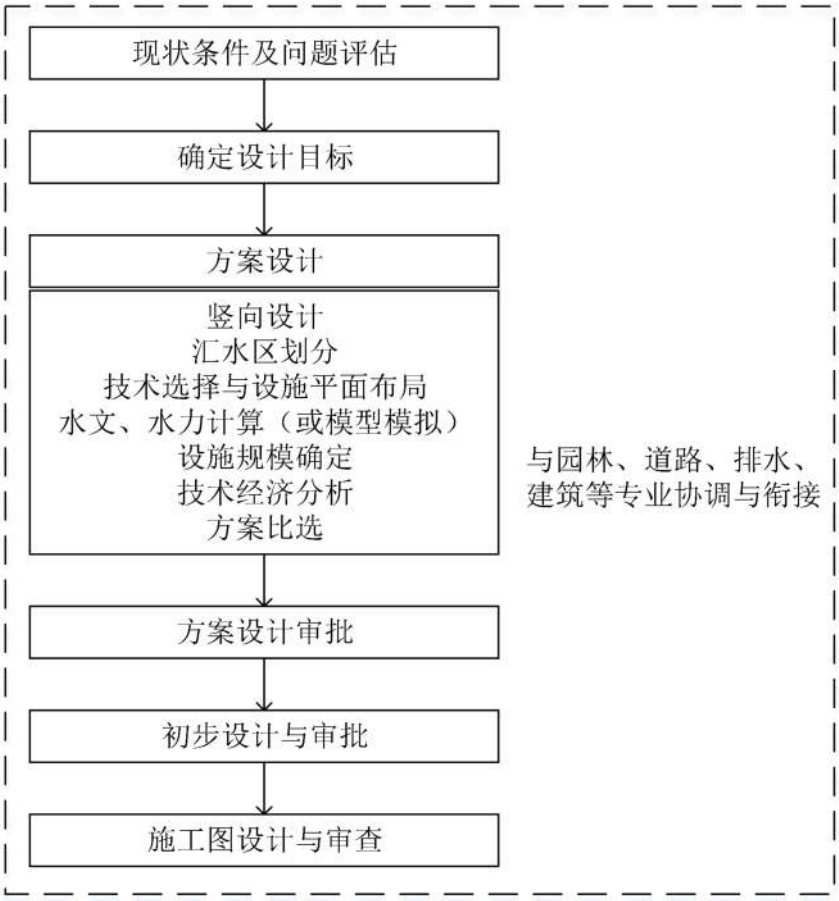


图 4.2.18 城市道路雨水系统设计流程图

III 平面布局和竖向设计

4.2.18 海绵城市建设设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行等，结合道路绿化带和道路红线外绿地可设计生物滞留设施、雨水调蓄或蓄渗设施等。

4.2.19 应以降低绿化带标高、增加路缘石开口等方式将道路径流引到绿化空间，并通过在绿化带内设置消能设施、植草沟、雨水花园、下沉式绿地等滞留设施净化、消纳雨水径流，并与道路景观设计紧密结合。

4.2.20 非机动车道、人行道以及轻型荷载道路，应优先采用渗透性铺装材料。

4.2.21 当城市道路车行道部分采用透水路面结构时，其砾石排水层应设渗排（管）设施，并接入排水系统。

4.2.22 采用渗排管、渗管（渠）时应采用透水土工布外包处理，防止管渠堵塞。

4.2.23 人行道雨水通过表面径流、透水铺装排至下沉式绿地、渗管（渠）等。人行道设置的树池，宜采用生态树池。

4.2.24 在道路开口处及道路交叉口处宜采用环保型雨水口。

4.2.25 低影响开发设施应通过溢流排放系统（雨水口、溢流井、渗管等）与城市雨水管渠系统相衔接，保证上下游排水系统的顺畅。

IV 技术措施

4.2.26 城市道路低影响开发设施的选用，应根据项目总体布置、水文地质等特点进行，可参照选用如下：

（1）渗透设施：1）透水砖铺装；2）下沉式绿地；3）生物滞留设施（如：生物滞留带、雨水花园、生态树池等）；4）透水水泥、沥青混凝土路面等。

（2）储存设施：1）雨水湿地；2）湿塘等。

（3）调节设施：1）调节塘；2）调节池等。

（4）转输设施：1）植草沟（干式、湿式、转输型）；2）渗管、渗渠等。

（5）截污净化设施：1）植被缓冲带；2）初期雨水弃流设施（池、井）。

4.2.27 道路的海绵城市建设雨水系统典型流程宜符合下图的规定。

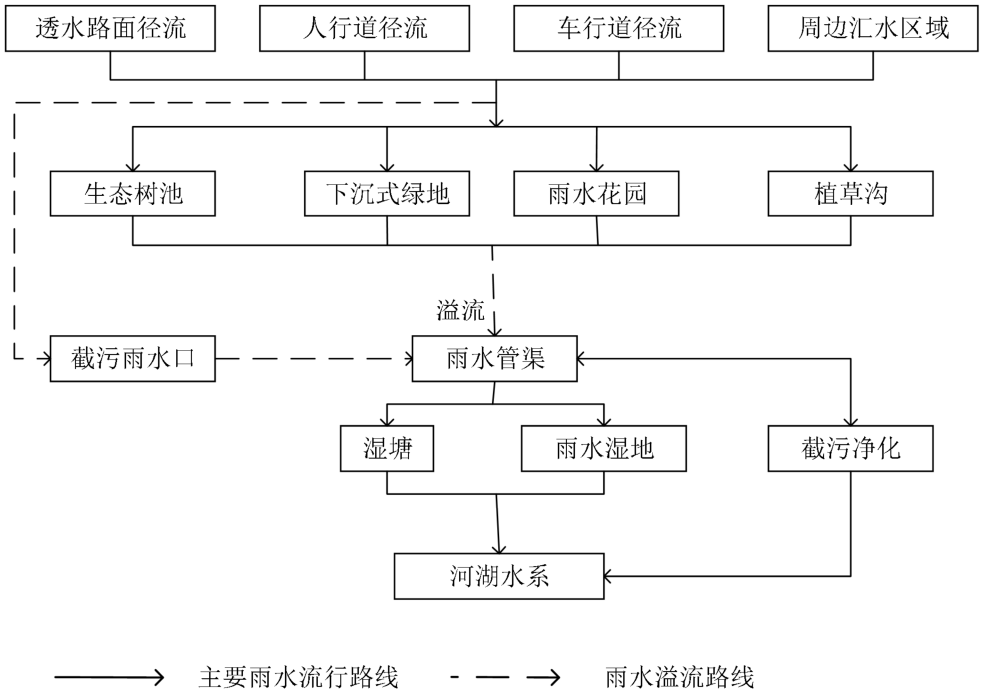


图 4.2.28 城市道路低影响开发雨水系统构建流程图

4.3 公园绿地与广场

4.3.1 城市绿地与广场应在满足自身功能条件下（如吸热、吸尘、降噪等生态功能，为居民提供游憩场地和美化城市等功能），设置雨水渗滞、调蓄、净化为主要功能的低影响开发设施，达到相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求。

4.3.2 城市绿地与广场宜利用透水铺装、生物滞留设施、植草沟等小型分散式低影响开发设施消纳自身径流雨水。同一设施可能同时兼具多种功能，应用时结合场地条件与实际需求选择。

4.3.3 城市湿地公园、城市绿地中的景观水体宜具有雨水调蓄功能，构建多功能调蓄水体或湿地公园，平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能，宜设计为集雨水调蓄、净化和生态景观为一体的多功能生态设施。实现土地资源的多功能利用。其总体布局、规模、竖向设计应与城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统、城市内涝防治系统相衔接。

4.3.4 城市绿地宜做成下沉式，以削减峰值流量，延缓峰值时间，净化雨水径流。

4.3.5 有条件的城市广场宜设计为下沉式广场，作为超标降雨的调蓄空间。广场的硬化地面应优先选用透水铺装，并配建蓄水模块等蓄水设施，对经过分隔绿带和透水铺装等低影响开发设施过滤、净化后的雨水进行收集并回用。

4.3.6 在场地允许的地块，宜将绿地周边道路和地块的雨水或融雪水径流引入绿地进行处理和调蓄，其收水范围应结合绿地的面积、场地竖向和周边的河流水系等要素进行划定。

4.3.7 周边区域径流雨水进入城市绿地与广场内的低影响开发设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。有融雪水进入时还应采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水宜经处理（如沉淀等）后排入市政污水管网。

4.3.8 城市绿地与广场低影响开发设施应建设有效的溢流排放系统，与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

4.3.9 城市绿地与广场中湿塘、雨水湿地等大型低影响开发设施应建设警示标识和预警系统，保证暴雨期间人员的安全撤离，避免事故的发生。

4.4 城市水系

4.4.1 城市水系在城市排水、防洪、排涝及改善城市生态环境中发挥着重要作用，

是城市水循环过程中的重要环节，湿塘、雨水湿地等低影响开发末端调蓄设施也是城市水系的重要组成部分，同时城市水系也是超标雨水径流排放系统的重要组成部分。

4.4.2 城市水系设计应根据其功能定位、水体现状、岸线利用现状及滨水区现状等，进行合理保护、利用和改造，在满足雨洪行泄等功能条件下，实现相关规划提出的低影响开发控制目标及指标要求，并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

I 一般规定

4.4.3 应根据城市水系的功能定位、水体水质等级与达标率、保护或改善水的制约因素与有利条件、水系利用现状及存在问题等因素，合理确定城市水系的保护与改造方案，使其满足相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求。

4.4.4 应保护现状河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠等城市自然水体。

4.4.5 应充分利用城市自然水体设计湿塘、雨水湿地等具有雨水调蓄与净化功能的低影响开发设施，湿塘、雨水湿地的布局、调蓄水位等应与城市上游雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统及下游水系相衔接。

4.4.6 规划建设新的水体或扩大现有水体的水域面积，应与低影响开发雨水系统的控制目标相协调，增加的水域宜具有雨水调蓄功能。

4.4.7 应充分利用城市水系滨水绿化控制线范围内的城市公共绿地，在绿地内设计湿塘、雨水湿地等设施调蓄、净化径流雨水，并与城市雨水管渠的水系入口、经过或穿越水系的城市道路的排水口相衔接。

4.4.8 滨水绿化控制线范围内的绿化带接纳相邻城市道路等不透水面的径流雨水时，应设计为植被缓冲带，以削减径流流速和污染负荷。

4.4.9 有条件的水系，其岸线应设计为生态驳岸，并根据调蓄水位变化选择适宜的水生及湿生植物。

4.4.10 地表径流雨水进入滨水绿化控制线范围内的低影响开发设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。有降雪的城市还应采取措施对含融雪剂的融雪水进行弃流，弃流的融雪水宜经处理（如沉淀等）后排入市政污水管网。

4.4.11 城市水系低影响开发雨水系统的设计应满足《城市防洪工程设计规范》

（GB/T50805）中的相关要求。

II 设计流程

4.4.12 城市水系低影响开发设计应遵循以下流程：

（1）资料收集。收集水文条件、水质等级、水系连通状况、水系利用状况、岸线与滨水带状况等资料；

（2）流域分析。在流域洪水风险分析、水量平衡分析、纳污能力污染分析的基础上，重点进行城市水系低影响开发分析；

（3）总体布局。确定平面总体布局，重点分析水域与绿化、道路、广场、建筑物等其它配套要素的竖向关系；

（4）工程规模。根据调蓄、排水、生态、景观、航道、雨水利用等功能需求，确定工程规模，重点论证调蓄量、生态流速、污染削减量等；

（5）方案设计及选择。进行河湖岸线设计、排口设计、水质净化设计、以及滨水带的绿化景观、临水建筑物等，并在设计过程中应优先选用具有生态性、海绵性的措施；

（6）目标核算及方案调整。对方案设计进行低影响开发指标核算，对于不满足要求的，应进行方案调整。

4.4.13 城市河湖水系断面设计，应符合下列规定：

（1）河道断面应满足行洪排涝、航运和引排水等基本功能；

（2）应避免河道断面单一化，并应优先保持天然河道断面；在保持天然河道断面有困难时，按复式断面、梯形断面、矩形断面的顺序选择；

（3）应结合河岸生态景观，通过地形改造适当布置湿地、岛屿、浅滩、林荫、鱼礁等为生物提供不同的生境；

（4）对于纵坡较大的河道，可设置堰以维持基本水深要求。

4.4.14 滨水绿化控制线内的绿化带接纳雨水径流时，应建设为植被缓冲带，并应符合下列规定：

（1）坡度宜为 2%～6%，宽度不宜小于 2m，并应根据污染削减要求进行布置；

（2）植被缓冲带范围内布置的防汛通道、慢行道、游步道、休憩平台等设施宜采用透水铺装；

（3）植被缓冲带种植结构应采用乔木、灌木和地被植物搭配结构。

4.4.15 城市河湖水系排口衔接设计，应符合下列规定：

（1）城市河湖水系禁止新增污水排口；

（2）雨水排口标高应设置在常水位以上。特殊情况下可在满足水头线高于设计水位的条件下，设计为淹没式出流；

（3）现有排口整治设计中，应结合汇水范围内的源头海绵性改造措施，根据不同排水体制的要求，设置初期雨水调蓄池、截污管涵等工程措施，并应进行水质监测，且不应超过受纳水体水质管理目标。合流制溢流排口处宜增设水力旋流、污染颗粒分离等设施，削减超标溢流污水中的污染。同时宜在排口入河处建设生物净化拦网、多级生态滤池、隔离式生态浮岛等原位排口净化设施。

4.4.16 设计系统图：

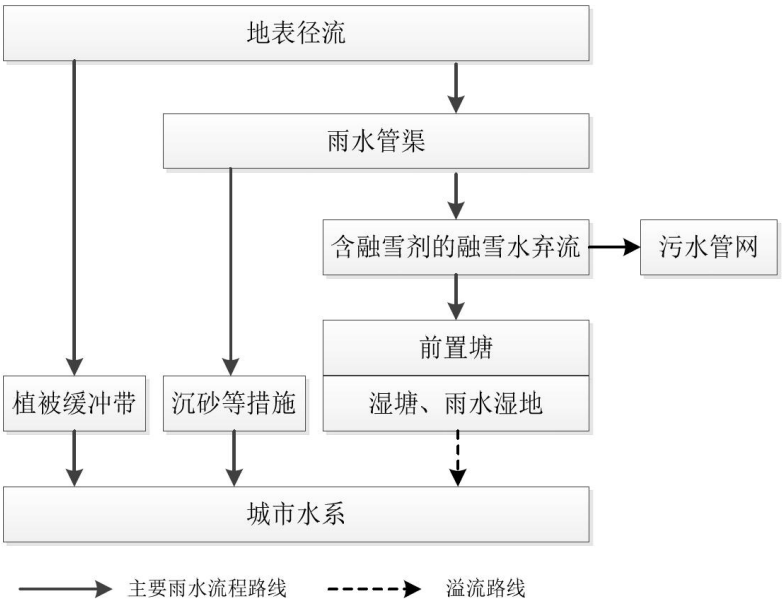


图 4.4.17 城市水系低影响开发设计系统图

5 相关计算

5.1 一般规定

5.1.1 海绵城市相关计算包括年径流总量控制率、年径流污染削减率、雨水径流峰值控制、设施规模计算等。

5.1.2 海绵城市计算可采用模型算法和简易算法两种方法。建设项目总占地面积大于 2km^2 时，应考虑区域降雨和地面渗透性能的时空分布不均匀性和产流汇流过程等因素，采用模型算法，模型选取和参数取值应符合相关规范的要求。建设项目总占地面积小于 2km^2 但条件时宜优先采用模型算法。

5.1.3 应根据建设项目的年径流总量控制目标、年径流污染削减目标、雨雪资源利用目标、雨水径流峰值控制目标分别确定年径流总量控制容积、雨水径流污染控制容积、雨水收集利用容积和雨水径流峰值控制容积。以上容积可通过不同低影响开发设施组合实现。

5.1.4 建设项目内有多个汇水分区时，所有汇水分区的年径流总量控制率按面积的加权平均值应不小于项目整体的年径流总量控制率。

5.1.5 建设项目内有多个汇水分区时，所有汇水分区的雨水径流污染控制容积之和应不小于项目整体的雨水径流污染控制容积。

5.1.6 各海绵设施需保证所承担汇水分区雨水有效汇入。

5.2 基本公式

5.2.1 容积法

容积法将设计径流体积作为设施的调蓄容积。容积法计算公式如下：

$$V = 10H\varphi F \qquad (5.2.1-1)$$

式中：V——设计调蓄容积，m^3；

H——设计降雨量，mm；

F——汇水面积，hm^2；

φ——综合雨量径流系数，根据表 5.2.1 规定的雨量径流系数，按照汇水面种类的面积加权平均计算得到。

$$\varphi = \frac{\sum(F_i\varphi_i)}{F} \qquad (5.2.1-2)$$

F_i——第 i 种汇水面的面积，hm^2，$F = \sum F_i$；

φ_i——第 i 种汇水面的雨量径流系数。

表 5.2.1 不同种类下垫面的径流系数

汇水面种类	雨量径流系数φ	流量径流系数ψ
绿化屋面（绿色屋顶，基质层厚度≥300mm）	0.30～0.40	0.40
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
混凝土或沥青路面及广场	0.80～0.90	0.85～0.95
大块石等铺砌路面及广场	0.50～0.60	0.55～0.65
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45～0.55	0.55～0.65
级配碎石路面及广场	0.40	0.40～0.50
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40	0.35～0.40
非铺砌的土路面	0.30	0.25～0.35
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
透水铺装地面①	0.08～0.45	0.08～0.45
下沉广场（50 年及以上一遇)	—	0.85～1.00

注：①构造透水砖铺装宜取较大值。

5.2.2 流量法

流量法指雨水设计流量的计算，当采用推理公式法时，设施的雨水设计流量应按下式计算。当汇水面积大于 2km^2 时，应考虑区域降雨和地面渗透性能的时空分布不均匀性和管网汇流过程等因素，采用数学模型法确定雨水设计流量。

$$Q = \psi q F \qquad (5.2.2-1)$$

式中：Q——雨水设计流量，L/s；

q——设计暴雨强度，L/(s·hm^2)，按照附录 A 公式（A.2.2）计算；

F——汇水面积，hm^2；

ψ——综合流量径流系数，根据表 5.2.1 规定的流量径流系数，按照汇水面种类的面积加权平均计算得到。

$$\psi = \frac{\sum(F_i\psi_i)}{F} \qquad (5.2.2-2)$$

F_i——第 i 种汇水面的面积，hm^2，$F = \sum F_i$；

ψ_i——第 i 种汇水面的流量径流系数。

5.2.3 水量平衡法

对于湿塘、景观水体、雨水湿地等调蓄设施，先用式（$5.2.1-1$）计算设计容积，再通过水量平衡法逐月计算设施的雨水补水水量、外排水量、水量差、水体水深等相关参数，以保证设施正常运行（如保持设计常水位），最后通过经济分析确定设施合理的设计容积。水量平衡法可参照下表计算。

表 5.2.3 水量平衡法计算表

月份	汇流雨水量(m^3/月)	补水量(m^3/月)	蒸发量(m^3/月)	用水量(m^3/月)	渗漏量(m^3/月)	水量差(m^3/月)	水体水深(m)	剩余调蓄高度(m)	外排水量(m^3/月)	额外补水量(m^3/月)
编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 月										
2 月										
……										
11 月										
12 月										
合计										

【条文说明】5.2.3 根据当地气象资料和用地规划、径流系数等可计算出该月内汇流雨水量和蒸发量；补水量指较为固定的水源（如再生水）每月进入设施的水量，该值可能为 0；用水量指用于绿化或浇洒道路等用水，依据乌鲁木齐用水定额确定；渗漏量为水体的渗漏损失，可依据实际条件计算，也可按定值估算。确定完以上水量后，可以填写表 5.2.3 中 1～5 项的内容。

根据上述几项数值，由水量平衡计算公式（1）～（3）可得水量差；根据水量差可计算出水体水深、剩余调蓄高度，以及为保障安全和设施运行而必须的外排水量或额外补水量。由此可填写表 5.2.3 全部内容。

$$\sum \text{输入水量} - \sum \text{输出水量} = \text{水量差} \qquad (1)$$

$$\sum \text{输入水量} = \text{汇流雨水量} + \text{补水量} \quad (2)$$

$$\sum \text{输出量} = \text{蒸发量} + \text{用水量} + \text{渗漏量} \quad (3)$$

水量差为正值时，水在设施内蓄积，达到溢流水位为止；水量差为负值时，设施水量亏损，水位下降。

5.3 年径流总量控制率的核算

5.3.1 年径流总量控制率的核算流程如下：

（1）确定年径流总量控制率

根据《乌鲁木齐市海绵城市专项规划》等资料确定地块的年径流总量控制率。再根据附录 B 查找年径流总量控制率对应的设计降雨量 H。

（2）计算综合雨量径流系数

根据地块汇水面种类，按公式（5.2.1-2）计算地块的综合雨量径流系数。

（3）计算需要的调蓄容积

按公式（5.2.1-1）计算地块需要的调蓄容积V_{V}。

（4）计算设施的设计调蓄容积

根据第 5.7 节和 5.8 节计算地块内所有海绵设施的调蓄容积$V_{设计}$。特别注意，本计算过程中的调蓄设施的容积不包括用于削减峰值流量的调节容积。

（5）复核设计调蓄容积

对比$V_{设计}$和V_{V}，如$V_{设计} \geq V_{\mathrm{V}}$，地块满足年径流总量控制率的要求；如$V_{设计} < V_{\mathrm{V}}$，地块不满足径流总量控制率要求，需重新调整地块内的海绵设施，增大地块的设计调蓄容积或减小综合雨量径流系数，直至$V_{设计} \geq V_{\mathrm{V}}$。

5.3.2 对于径流总量大、红线内绿地及其他调蓄空间不足的用地，需统筹周边用地内的调蓄空间共同承担其径流总量控制目标时（如城市绿地用于消纳周边道路和地块内径流雨水），可将相关用地作为一个整体进行计算。

5.3.3 调蓄设施的蓄水容积计算应满足以下要求：

（1）顶部和结构内部有蓄水空间的渗透设施（如复杂型生物滞留设施、渗管/渠等）的渗透量应计入总调蓄容积；

（2）用于接纳初始阶段降雨的雨水罐、雨水池等，可蓄水容积应结合所蓄雨水的利用安排确定，雨前不能及时排空的容积不应计入核算年径流总量控制率

的蓄水容积；

（3）每项设施计入总调蓄容积不应大于设计降雨量下其汇水面内的实际降雨径流量。

5.3.4 以下设施的蓄水容积不计入总蓄水容积：

（1）对径流总量削减没有贡献的设施，如用于削峰的调节塘、调节池等。

（2）对径流总量削减贡献很小的设施，如转输型植草沟、渗管/渠、初期雨水弃流、植被缓冲带、人工土壤渗滤设施等。

（3）在径流系数内已综合考虑其空隙的设施，如透水铺装、绿色屋顶结构内的空隙。

（4）受地形条件、汇水面大小等因素影响，无法有效收集径流雨水的设施。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。

5.4 径流污染削减计算

5.4.1 雨水径流的污染物浓度应实测确定。

5.4.2 初期雨水弃流量宜按下式计算。

$$V_{\mathrm{q}} = 10\delta F \qquad (5.4.2)$$

式中：V_{q}——雨水径流弃流量，m^2；

δ——雨水径流弃流厚度，mm；

F——汇水面积，hm^2。

5.4.3 确定具体设施的污染物去除率时，可按照下表取值。

表 5.4.3 不同设施污染物去除率

单项设施	污染物去除率（以 ss，计%）
透水砖铺装	80～90
透水水泥混凝土	80～90
透水沥青混凝土	80～90
绿色屋顶	70～80
复杂型生物滞留设施	70～95
渗透塘	70～80
湿塘	50～80
雨水湿地	50～80

蓄水池	80～90
雨水罐	80～90
转输型植草沟	35～90（与水力停留时间有关）
植被缓冲带	50～75
人工土壤渗滤	75～95

注：转输型植草沟的污染物去除率与水力停留时间关系密切，相关研究结果显示，水力停留时间分别为 5.5、7、10 和 18min 时，污染物的去除率分别为 48%、70%、77%和 86%，建议结合植草沟的水力停留时间进行取值。

5.5 雨水径流峰值控制核算

5.5.1 需要的雨水径流峰值控制容积V_{F}

1 雨水径流峰值控制容积为设计重现期降雨条件图 5.5.1 阴影部分所示容积。

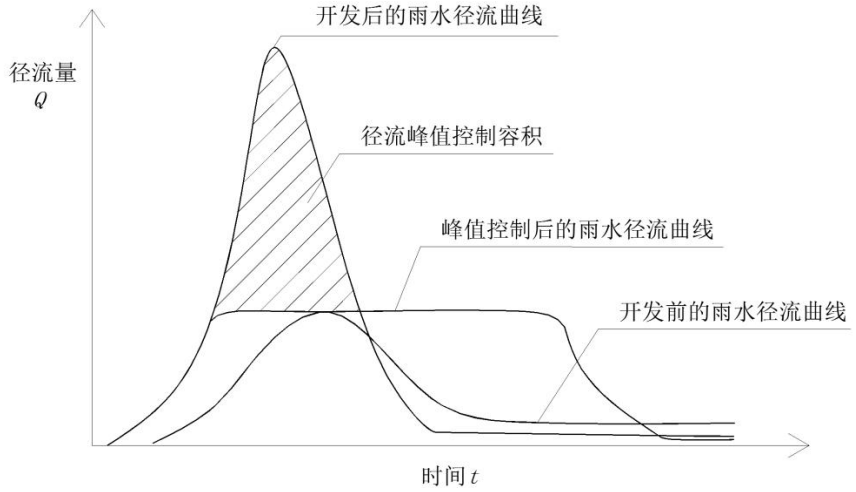


图 5.5.1 地块雨水径流峰值控制示意图

2 根据实际降雨资料，分别计算地块建设前后设计降雨雨量和降雨雨型，得到地块建设前后的雨水径流曲线，累计计算地块建设后的径流过程中超出地块建设前的洪峰流量的部分流量所产生的径流量，即为需要的雨水径流峰值控制容积，按下式计算：

$$V_{\mathrm{F}}=\max_{0\le t\le 1440}\left[60\times\int_{0}^{t}\left(Q_{\mathrm{in},t}-Q_{\mathrm{out},t}\right)\mathrm{d}x\right] \qquad (5.5.1-1)$$

式中：V_{F}——需要的雨水径流峰值控制容积，m^3；

$Q_{\mathrm{in},t}$——t 时刻设施的入流流量，m^3/s，按照公式（5.2.2-1）计算；

$Q_{\mathrm{out},t}$——t 时刻设施的出流流量，m^3/s；

x——计算步长，min；

t——降雨历时，min，宜取 3～24h。

【条文说明】公式（$5.5.1-1$）是基于水流的连续性方程，通过在不同设计暴雨重现期条件下，计算入流和出流过程线确定所需调蓄量的基本理论公式。

《室外排水设计标准》（GB50014）第 4.1.6 条作为强制条文规定：当地区改建时，改建后相同设计重现期的径流量不得超过原径流量；条文所指的径流量为设计雨水径流量峰值，设计重现期包括雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期。因此，入流过程线根据内涝防治设计重现期或者雨水管渠设计重现期计算确定，出流过程线是按调蓄设施下游系统受纳能力和地块开发前的设计流量确定的。

《城镇雨水调蓄工程技术规范》（GB51174-2017）规定，降雨历时宜采用 3h～24h 较长降雨历时进行试算复核，并应采用适合当地的设计雨型；

3 当缺乏上下游流量过程线资料时，可采用脱过系数法，按下式计算：

$$V_{\mathrm{F}}=\left[13.2-\left(\frac{432}{t}+114\right)\log\left(\frac{Q_{\mathrm{out}}}{Q_{\mathrm{in}}}+0.3\right)\right]Q_{\mathrm{in}}t \qquad (5.5.1-2)$$

式中：t——降雨历时，min，宜取 120min；

$\frac{Q_{\mathrm{out}}}{Q_{\mathrm{in}}}$——脱过系数，指调蓄池出流流量与入流流量之比；

b、n——暴雨强度公式参数，乌鲁木齐市 b=15，n=0.841；

Q_{in}和Q_{out}的含义与单位同公式（5.2.2-1）。

【条文说明】脱过系数法，是一种采用由径流成因所推理的流量过程线推求调蓄容积的方法。《城镇雨水调蓄工程技术规范》（GB51174-2017）推荐公式如下：

$$V_{\mathrm{F}}=60\times\left[\frac{0.215}{n^{0.15}}-\left(\frac{0.65}{n^{1.2}}+\frac{b}{t}\frac{0.5}{n+0.2}+1.10\right)\log\left(\frac{Q_{\mathrm{out}}}{Q_{\mathrm{in}}}+0.3\right)\right]Q_{\mathrm{in}}t \qquad (1)$$

选取脱过系数时，调蓄设施上游的设计流量，应根据其上游服务面积的雨水设计流量确定；调蓄设施下游的设计流量，不应超过其下游排水设施的最大受纳能力；降雨历时不应大于编制暴雨强度公式时采纳的最大降雨历时。由于脱过系数法是在暴雨强度公式的基础上推理得到的，因此该方法的适用范围应与暴雨强度公式的适用范围相同。乌鲁木齐市暴雨强度公式的降雨历时采用的 120min，因此，运用脱过系数法确定调蓄量时降雨历时宜取 120min。

4 当对控制容积进行快速估算时，可以采用下式计算：

$$V_{\mathrm{F}}=\left(9.02-8.265\frac{Q_{\mathrm{out}}}{Q_{\mathrm{in}}}\right)\varphi HF \qquad (5.5.1-3)$$

式中：φ——综合雨量径流系数，按照公式（5.2.1—2）计算；

F——汇水面积，hm；

H——设计降雨量，mm，按照峰值控制目标“地块开发后雨水管渠设计重现期和内涝防治设计重现期下 2 小时设计暴雨产生的降雨深度”确定。

5.5.2 所需增建雨水峰值控制容积V_D按下式计算：

$$V_D = V_F - \gamma(V_W + V_U) \quad (5.5.2)$$

式中：V_D——需增建的雨水峰值调节容积，m^3；

V_F——需要的雨水径流峰值控制容积，m^3；

γ——雨水储存设施有效容积折减系数，一般取 0.9；

V_W——雨水径流污染控制容积，m^3，按实际情况确定其是否计入；

V_U——雨水收集回用容积，m^3，按实际情况确定其是否计入。

生物滞留设施、雨水湿地、下沉式绿地、雨水塘、蓄水池、雨水罐、调节池（塘）等地表径流可直接流入雨水设施的调蓄容积（包括储存容积和调节容积，要求雨前可及时排空）均计入雨水径流峰值控制容积；雨水通过过滤、下渗等方式进入的雨水设施的调蓄容积不计入雨水径流峰值控制容积；V_W和V_U是否计入雨水径流峰值控制容积应按照上述方法进行判断；透水铺装、绿色屋顶、转输型植草沟等在雨水流量系数中已予以考虑，其容积不再计入。

5.6 转输设施规模计算

5.6.1 植草沟、管渠等转输设施雨水设计流量Q宜采用公式（5.2.2-1）计算，公式中的汇水面积F为植草沟、管渠等转输设施的服务面积。

5.6.2 植草沟、管渠等转输设施的过水断面面积计算公式如下：

$$A = \frac{Q}{v} \quad (5.6.2-1)$$

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (5.6.2-2)$$

$$R = \frac{A}{\chi} \quad (5.6.2-3)$$

式中：A——转输设施过水断面面积，m^2；

Q——转输设施雨水设计流量，m^3/s；

v——雨水在转输设施内的平均流速，m/s；

R——过水断面的水力半径，m；

i——转输设施的纵向坡度；

n——转输设施的粗糙率，对于植草沟宜为 0.2～0.3；

χ——湿周，m。

5.7 渗透设施规模计算

5.7.1 绿色屋顶、透水铺装等渗透设施的作用通过雨量径流系数反映，不计算其调蓄能力。

5.7.2 人工土壤渗滤的规模根据设计净化周期和渗滤介质的渗透性能确定。

5.7.3 生物滞留设施、渗透塘、渗井等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施，设施所需规模应按照以下方法进行计算。

1 渗透设施所需有效滞蓄容积

$$V_{\mathrm{S}} = V - V_{\mathrm{P}} \qquad (5.7.3-1)$$

式中：V_{S}——渗透设施所需的有效滞蓄容积，包括顶部和结构内部蓄水空间的容积，m^3；

V——渗透设施的设计调蓄容积，m^3，参照第 5.2.1 节“容积法”计算，其中设计降雨量 H 根据径流总量控制率确定；

V_{P}——设施渗透量，m^3。

2 设施渗透量

$$V_{\mathrm{P}} = \alpha K J A_{\mathrm{S}} t_s \qquad (5.7.3-2)$$

式中：α——安全系数，一般取 0.5～0.6；

K——土壤渗透系数，m/s，以实测资料为准，缺少实测资料时，也可参考附录 E 土壤渗透系数表；

J——水力坡降，一般可取$J = 1$；

t_{S}——渗透时间，s，指降雨过程中设施的渗透时间，一般可取 2h；

A_{S}——有效渗透面积，m^2。

5.7.4 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 斜渗透面（包括竖直渗透面）按有效水位高度的 1/2 所对应的斜面（竖直渗透面）实际面积计算；

3 地下渗透设施的顶面积不计。

5.8 储存设施规模计算

雨水罐、蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施以储存为主要功能时，其储存容积应按调蓄目标通过 5.2.1 节“容积法”初步计算规模。湿塘、雨水湿地不需对不同条件下按“水量平衡法”进行分析，并通过技术经济分析综合确定。

5.9 调节设施规模计算

5.9.1 调节塘、调节池等调节设施，以及以径流峰值调节为目标的蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施的有效调节容积，应按照第 5.5 节计算。

5.9.2 合流制排水区域，用于控制径流污染时，雨水调节池的有效容积，可按下式计算：

$$V_{\mathrm{R}} = 3600 t_{\mathrm{i}} (n_1 - n_0) Q_{\mathrm{dr}} \alpha \qquad (5.9.2)$$

式中：V_{R}——调节设施有效容积，m^3；

t_{i}——调节设施进水时间，h，采用 0.5h～1h，当合流制排水系统雨天溢流污水水质在单次降雨事件中无明显初期效应时，宜取上限，反之，可取下限；

n_1——调节设施建成后运行期间的截流倍数，由要求的污染负荷目标削减率、当地截流倍数和截流量占降雨量比例之间的关系求得；

n_0——系统原截流倍数；

Q_{dr}——截流井上游的旱流污水量，m^3/s；

α——安全系数，可取 1.1～1.5。

【条文说明】截流倍数计算法是一种简化计算方法，该方法建立在降雨事件为均匀降雨的基础上，且假设调蓄工程的运行时间不小于发生溢流的降雨历时，以及调蓄工程的放空时间小于两场降雨的间隔，而实际情况很难满足上述两种假设。因此，以截流倍数计算法得到的调蓄量偏小，计算得到的调蓄量在实际运行过程中发挥的效益小于设定的调蓄效益，在设计中应乘以安全系数α，可取 1.1～1.5。

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

$$V_{\mathrm{R}} = 10 \delta F \alpha \qquad (5.9.3)$$

式中：δ——雨水径流截流厚度，mm，根据 3.5.3 节初期雨水径流污染控制要求确定。屋面径流截流厚度取 2～3mm，地面径流截流厚度取 3～5mm；

F——汇水面积，hm^2；

α——安全系数，可取 1.1～1.5。

5.9.4 设施排空时间计算

1 以排放为主要排空途径的调节塘、调节池、湿塘等调节设施，其设施有效调节容积的排放可采用重力放空、水泵排空或两者相结合的方式。有条件时，应采用重力放空。放空管管径应根据放空时间确定，且放空管排水能力不应超过下游管渠排水能力。出口流量和放空时间，应符合下列规定：

（1）采用管道就近重力出流的调节设施，放空时间应按下式计算：

$$t_0 = \int_{h_2}^{h_1} \frac{A_t}{C_\mathrm{d} A_\mathrm{d} \sqrt{2gh}} \mathrm{d}h \qquad (5.9.4-1)$$

式中：t_0——放空时间，s；

h_1——放空前出流管道的有效水头，m；

h_2——放空后出流管道的有效水头，m；

A_t——t时刻调蓄池的表面积，m^2；

C_d——出口管道流量系数，取 0.62；

A_d——调节设施出口截面积，m^2；

g——重力加速度，m^2/s；

h——出流管道的有效水头，为管道末端水面与调节设施水面的高度差，m。

重力出流的流量按下式计算：

$$Q_1 = C_\mathrm{d} A_\mathrm{d} \sqrt{2gh} \qquad (5.9.4-2)$$

式中：Q_1——调节设施出口流量，m^3/s。

（2）采用水泵排空的调蓄池，放空时间可按下式计算：

$$t_0 = \frac{V_\mathrm{R}}{Q_{泵}\eta} \qquad (5.9.4-3)$$

式中：t_0——放空时间，s；

$Q_{泵}$——水泵的流量，m^3/s，由下游排水管渠或设施的受纳能力确定；

η——排放效率，一般取 0.3～0.9。

2 以下渗为主要排空途径的下沉式绿地、蓄渗洼地、渗透塘、渗井、生物滞留设施等调蓄设施，其有效调蓄容积的渗透排空时间应按下式计算。

$$t_0 = \frac{V_\mathrm{R}}{\alpha K J A_\mathrm{s}} \qquad (5.9.4-4)$$

式中：t_0——放空时间，s，下沉式绿地、生物滞留设施等的排空时间应保证淹没时间对植物不造成影响；

α——安全系数，一般取 0.5～0.8；

K——土壤渗透系数，m/s，应以实测为准，资料不足时可参考乌鲁木齐土壤资料；

J——水力坡降，一般可取$J=1$；

A_s——有效渗透面积，m^2，详见第 5.7.4 节的规定。

【条文说明】调蓄池放空可采用重力放空、水泵排空和两者相结合的方式。

重力放空的优点是无需电力或机械驱动，符合节能环保政策，且控制简单。依靠重力排放的调蓄池，其出口流量随调蓄池上下游水位的变化而改变，出流过程线也随之改变。因此，确定调蓄池的容积时，应考虑出流过程线的变化。采用公式（$5.9.4-1$）时，还需事先确定调蓄池表面积A_t随水头h变化的关系。对于矩形或圆形调蓄设施等表面积不随水深发生变化的调蓄池，如不考虑调蓄池水深变化对出流流速的影响，对式（$5.9.4-1$）积分计算，并化简可得快速计算公式：

$$t_0=\frac{0.73A_t\sqrt{h_1-h_2}}{A}$$

公式（$5.9.4-1$）和（$5.9.4-2$）仅考虑了调蓄设施出口处的水头损失，没有考虑出流管道引起的沿程和局部水头损失，因此仅适用于调蓄池出水就近排放的情况。当排放口离调蓄池较远时，应根据管道直径、长度和阻力情况等因素计算出流速度，并通过积分计算放空时间。

5.10 调蓄设施计算

5.10.1 具有储存和调节综合功能的湿塘、雨水湿地、景观水体等多功能调蓄设施，其规模应综合第 5.8 节“储存设施计算”和 5.9 节“调节设施计算”确定调蓄容积。

6 海绵城市设施设计指引

6.1 技术类型分类与选型

6.1.1 海绵城市设施比选

海绵城市设施往往具有补充地下水、集蓄利用、削减峰值流量及净化雨水等多个功能，可实现径流总量、径流峰值和径流污染等多个控制目标，因此应根据城市总规、专项规划及控制性详细规划中明确的控制目标，结合汇水区特征和设施的主要功能、经济性、适用性、景观效果等因素灵活选用海绵城市设施及其组合系统。海绵城市设施比选可参照表 6.1.1 选用。

表 6.1.1 海绵城市设施比选一览表

单项设施	功能					控制目标			处置方式		经济性		污染物去除率（以SS计，%）	景观效果
	集蓄利用雨水	补充地下水	削减峰值流量	净化雨水	转输	径流总量	径流峰值	径流污染	分散	相对集中	建造费用	维护费用		
透水砖铺装	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	80～	—
透水水泥混凝土	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80～	—
透水沥青混凝土	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80～	—
构造透水铺装	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	低	中	80～	—
简易型生物滞留设施	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	—	好
复杂型生物滞留设施	○	●	◎	●	○	●	◎	●	√	—	中	低	70～95	好
下沉式绿地	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	—	一般
绿色屋顶	○	○	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	高	中	70～	好
渗透塘	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	—	√	中	中	70～	一般
渗井	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	√	低	低	—	—
蓄水池	●	○	◎	◎	○	●	◎	◎	—	√	高	中	80～	—
雨水罐	●	○	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	80～	—
调节塘	○	○	●	◎	○	○	●	◎	—	√	高	中	—	一般
湿塘	●	○	●	◎	○	●	●	◎	—	√	高	中	50～	好
调节池	○	○	●	○	○	○	●	○	—	√	高	中	—	—
植被缓冲带	○	○	○	●	—	○	○	●	√	—	低	低	50～	一般
雨水湿地	●	○	●	●	○	●	●	●	√	√	高	中	50～	好
转输型植草沟	◎	○	○	◎	●	◎	○	◎	√	—	低	低	35～	一般

干式植草沟	○	●	○	◎	●	●	○	◎	√	—	低	低	35～	好
湿式植草沟	○	○	○	●	●	○	○	●	√	—	中	低	—	好
渗管/渠	○	◎	○	○	●	◎	○	◎	√	—	中	中	35～	—
初期雨水弃流设施	◎	○	○	●	—	○	○	●	√	—	低	中	40～60	—
带截污功能雨水口	○	○	○	●	—	○	○	●	√	—	中	低	25-40	—

注：●——强◎——较强○——弱或较弱。

6.1.2 各类海绵城市设施选用

各类用地中海绵城市设施的选用应根据不同类型用地的功能、用地构成、土地利用布局、水文地质等特点进行，可参照表 6.1.2 选用。

表 6.1.2 各类用地中海绵城市设施选用一览表

技术类型（按主要功能）	单项设施	用地类型			
		建筑与小区	城市道路	公园绿地与广场	城市水系
渗滞类	透水砖铺装	●[a]	●	●	◎
	透水水泥混凝土	◎	◎	◎	◎
	透水沥青混凝土	◎	◎	◎	◎
	构造透水铺装	●	○	◎	◎
	简易型生物滞留设施	●	●	●	◎
	复杂型生物滞留设施	●	●	◎	◎
	下沉式绿地	●	●	●	◎
	绿色屋顶[b]	◎	○	◎	◎
	渗透塘	●	◎	●	○
	渗井	●	◎	●	○
集蓄利用	蓄水池	◎	○	◎	○
	雨水罐	●	○	○	○
调蓄类	调节塘	●	◎	●	◎
	湿塘	●	◎	●	●
	调节池	◎	◎	◎	○
截污净化类	植被缓冲带	●	●	●	●
	雨水湿地	●	●	●	●
	初期雨水弃流设施	●	◎	◎	○

转输类	转输型植草沟	●	●	●	◎
	干式植草沟	●	●	●	◎
	湿式植草沟	●	●	●	◎
	渗管/渠	●	●	●	○

注：a：●——宜选用◎——可选用○——不宜选用。

b：在建筑与小区、公园绿地与广场、城市水系等对景观要求高的管理用房、公共厕所可采用绿色屋顶，其设计应符合相关规定。

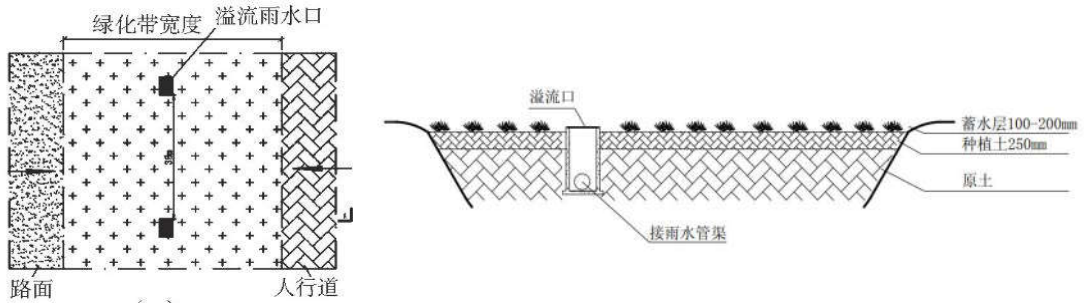
6.2 下沉式绿地

6.2.1 概念、功能与构造

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 200mm 以内的绿地；广义的下沉式绿地泛指具有调蓄和净化径流雨水的绿地，包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。本节仅指狭义的下沉式绿地。

下沉式绿地具有截留污染物、净化雨水径流、减少水体污染，增加土壤入渗量和地下水资源量，通过回用减少绿地灌溉用水，增加雨水渗透面积、减少热岛效应以及削减峰流量、减少洪涝灾害的功能。

狭义的下沉绿地典型构造如图所 6.2.1 所示。



（a）平面 **（b）剖面**

图 6.2.1 狭义的下沉绿地典型构造示意图

6.2.2 适用性

下沉式绿地适用于居住区、商业、服务业和工业建筑物、街道、广场、停车场等不透水地面周边，道路中央隔离带或微地形中的下凹处，用于收集、滞蓄、渗透小面积汇水区域的径流雨水；也可在公共设施用地、集中绿地、市郊等空旷区域大规模应用，用于提高整个区域的雨洪滞蓄能力。对于径流污染严重、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，及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域，应采取必要的措施防止次生灾害的发生。

6.2.3 计算方法

1 下沉式绿地为具有储存和调节综合的多功能调蓄设施，其规模应综合储存设施、调节设施的计算方法进行计算，并通过技术经济分析综合确定。

有关储存容积具体计算按照 5.2.1 节“容积法”及 5.2.3 节“水量平衡法”，并通过技术经济分析综合确定。

2 有关调节容积按照 5.9 节计算。

3 下沉式绿地溢流口，排水能力计算应根据下游雨水管渠或超标雨水径流排放系统的排水能力确定。

6.2.4 优缺点

狭义的下沉式绿地适用区域广，其建设费用和维护费用均较低，但大面积应用时，易受地形等条件的影响，实际调蓄容积较小。

6.2.5 设计要点

1 应选用渗透系数较大且具有常规土壤土质的种植土。绿地土壤的入渗率应满足现行行业标准《绿化种植土壤》CJ/T340 的相关规定；

2 下沉式绿地的下沉深度应根据土壤入渗系数和最大渗透排空时间确定，一般为 100～200mm；

3 下沉式绿地内一般应设置溢流口（如雨水口），保证暴雨时径流的溢流排放，溢流口顶部标高一般应高于绿地 50～100mm；

4 下沉式绿地有效储水容积应按溢流排水口标高以下的实际储水容积计算；

5 周边雨水宜分散进入下沉式绿地，当集中汇入时应在入口处设置缓冲设施；

6 应选择耐盐、耐污、耐淹、耐旱的乡土草本植物，植物的耐淹时间宜为 1～3 天；

7 在有较大径流通过的种植土区域，宜设置防冲刷措施；

8 湿陷性黄土区域的下沉式绿地应增加防渗措施；

9 地下建筑顶板之上的下沉式绿地应增加防渗措施；

10 下沉式绿地的设施底部应距季节性最高地下水位或岩石层 1 m 以上，蓄水层边缘应距建筑物基础 6m 以上（水平距离）。

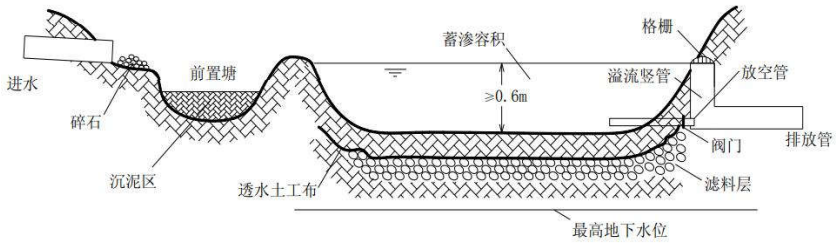
6.3 渗透塘

6.3.1 概念、功能与构造

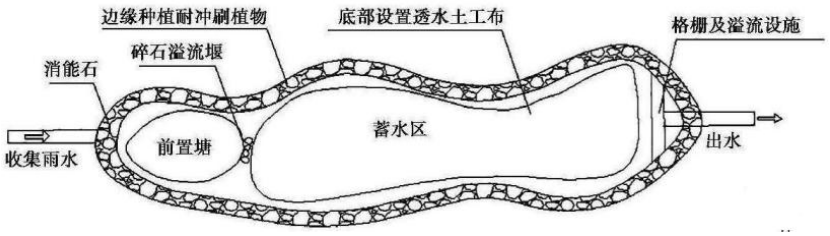
渗透塘也称干塘，具有较强渗透能力的低洼绿地，用于临时蓄存雨水并可较快渗透排空。一般布置于低影响开发雨水系统末端，起蓄存、入渗雨水作用，进行外排雨量的控制。

渗透塘可有效收集、净化、回用雨水；减小雨水径流流量，调控暴雨径流峰值。

渗透塘典型构造如图 6.3.1 所示。



（a）平面



（b）剖面

图 6.3.1 渗透塘典型构造示意图

6.3.2 适用性

渗透塘适用于土壤渗透性能较好（渗透系数大于 10^{-6}m/s），汇水面积较大的场地，其汇水面积不应小于 1 hm^2。

6.3.3 计算方法

1 渗透塘所需有效调蓄容积根据公式（5.7.1-1）计算；其渗透量根据公式（5.7.1-2）计算。

2 渗透塘溢流出水口及溢流竖管，管径的确定应根据下游雨水管渠或超标雨

水径流排放系统的排水能力确定。

6.3.4 优缺点

渗透塘可有效补充地下水、削减峰值流量，建设费用较低，但对场地条件要求较严格，对后期维护管理要求较高。

6.3.5 设计要点

1 应用于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小 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。

2 渗透塘前应设置沉砂池、前置塘等预处理设施，去除大颗粒的污染物并减缓流速；有降雪的城市，应采取弃流、排盐等措施防止融雪剂侵害植物。

【条文说明】渗透塘的前置塘最小蓄水容积宜大于渗透塘蓄水总容积的 25%。

3 渗透塘边坡坡度一般不应大于 1:3，宽深比不应小于 6:1，塘底至最高水位不应小于 0.6m。

4 渗透塘底部一般应设置 200mm～300mm 种植土、透水土工布和 300mm～500mm 过滤介质层。

【条文说明】渗透塘的土壤层及介质层的渗透系数宜大于 3.4×10^{-6} m/s。

5 渗透塘排空时间不应大于 24h。

6 渗透塘应设溢流设施，并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统衔接，渗透塘外围应设安全防护措施和警示牌。

7 湿陷性黄土、膨胀土等特殊土壤地质条件下，渗透塘应慎用，如需使用时，应确保渗透塘与周边地上、地下建（构）筑物保持足够安全距离，并采取防渗、换填等防护措施。

8 设施底部应设置防渗措施和穿孔收集管。

9 植物应耐淹耐旱，适应洼地内水位变化。

6.4 渗井

6.4.1 概念、功能与构造

渗井是指在地层中开凿的立式孔洞，通过井壁和井底将地表的雨水渗透到地下，达到排除雨水的效果，具有排洪和集雨等功能。为增大渗透效果，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，形成辐射渗井。

渗井的典型构造如图 6.4.1 所示。

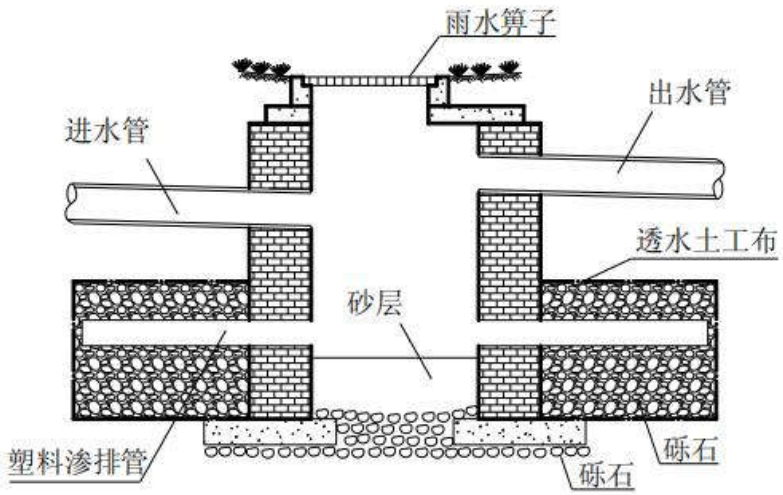


图 6.4.1 渗井构造示意图

6.4.2 适用性

渗井主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地内。

【条文说明】城市绿地雨水井可采用渗井形式，雨水管采用渗管形式，通过地表、渗管和渗井多层次立体渗透，达到加快地表水入渗和吸收的作用。公园绿地内的径流雨水污染较轻微，雨水井可全部采用渗井形式。防护绿地内的径流雨水污染较小，可通过植草沟、沉淀池等对径流雨水进行预处理后溢流入渗井。城市广场内的径流雨水污染较严重，不宜采用渗井。道路路面初期雨水水质较差时，宜在道路非机动车隔离带内设置植被浅沟、生物滞留设施等，先将雨水收集至其中，经塑料模块渗透渠物理沉淀和生态过滤后，将雨水收集至渗井中，然后溢流至市政雨水排除系统中。

6.4.3 优缺点

渗井占地面积小，建设和维护费用较低，但其水质和水量控制作用有限。

6.4.4 设计要点

1 雨水进入渗井下渗前应通过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理；污染较重的区域，应根据具体污染特征，强化预处理措施。

2 渗井出水管的管内底高程应高于进水管管顶，但不应高于上游相邻井的出水管管底。

3 底部及周边渗透面的土壤渗透系数宜大于 5×10^{-6} m/s。

4 渗井的井底宜贯入到地下水上方连续砂层，砂层渗透系数宜大于 1×10^{-4}m/s。

5 渗透面应设过滤层，且过滤层底面距季节性最高地下水位的距离不应小于1.5m，防止地下水污染。

6 渗井距离建筑物基础水平距离不得小于 5m。

7 渗井井壁可使用砖砌、钢筋混凝土浇筑或预制，强度应满足地面荷载和侧壁土压力要求。

8 渗井在对道路雨水径流进行控制时，为了防止与其他管线冲突，设计时需充分考虑道路地下综合管线的具体情况。

9 湿陷性黄土、膨胀土等特殊土壤地质条件下，渗井应慎用。如需使用，应结合场地湿陷性等级、胀缩等级、特殊地质土层厚度、地下水埋深、周边建（构）筑物的基础形式等因素，综合确定渗井系统设计方案，采用消除湿陷性或膨胀性、设置安全防护距离、贯穿式结构设计、防渗处理等防护措施，保障渗井使用安全。

10 渗排管宜按如下要求设计：

（1）渗排管的材质可以采用经过开槽或者穿孔处理的 PVC 管或 HDPE 管；

（2）渗排管最小直径不得小于 100mm；

（3）渗排管的最小坡度宜为 0.5%；

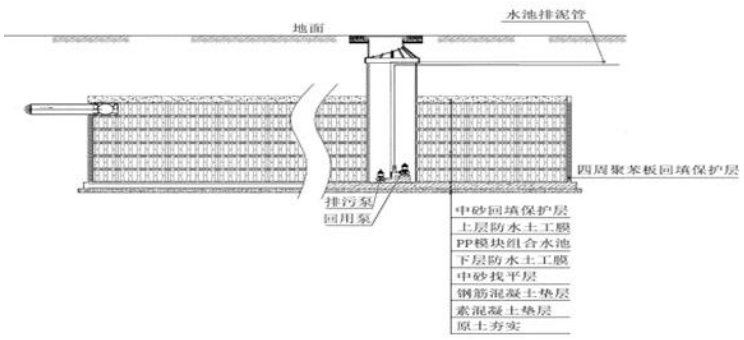
（4）在渗排管上每 75m～90m 应设置未开孔的清淤立管。

6.5 蓄水池

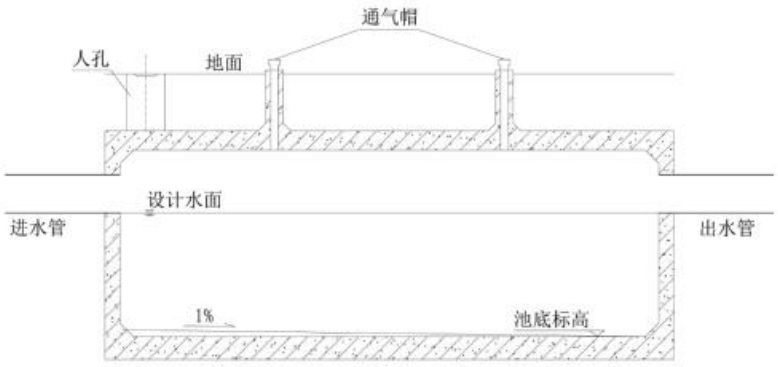
6.5.1 概念、功能与构造

蓄水池指具有雨水储存功能的集蓄利用设施。主要包括钢筋混凝土蓄水池，砖、石砌筑蓄水池及塑料蓄水模块拼装等形式。

蓄水池典型构造见图 6.5.1。



（a）塑料模块蓄水池



（b）混凝土蓄水池

图 6.5.1 蓄水池典型构造示意图

【条文说明】蓄水池按照其安装位置分为地上调蓄池、地下调蓄池。

地下调蓄池一般采用钢筋混凝土或砖石结构，其优点是节省占地，便于雨水重力收集，避免阳光的直接照射，保持较低的水温和良好的水质，藻类不易生长，防止蚊蝇滋生。由于该调蓄池增加了封闭设施，具有防冻、防蒸发功效，可常年蓄水，也可季节性蓄水，适应性强。可以用于地面用地紧张、对水质要求较高的场合。

地上封闭式调蓄池一般用于单体建筑屋面雨水集蓄利用系统中，常用玻璃钢、金属或塑料制作。其优点是安装简便，施工难度小，维护管理方便；但需要占地面空间，水质不易保障。该方式调蓄池一般不具备防冻功效，季节性较强。

地上开敞式调蓄池属于一种地表水体，其调蓄容积一般较大，费用较低，但占地较大，蒸发量也较大；地表水体分为天然水体和人工水体。一般地表敞开式调蓄池体应结合景观设计和小区整体规划以及现场条件进行综合设计。

6.5.2 适用性

蓄水池适用于有雨水回用需求的建筑与小区、城市绿地等，根据雨水回用用途（绿化、道路喷洒及冲厕等）不同需求配建相应的雨水净化设施；不适用于无雨水回用需求和径流污染严重的地区。无地表调蓄水体且径流污染较小的城市绿地，可设置一体化雨水净化调蓄池。

6.5.3 计算方法

蓄水池按照第 5.8 节或者 5.10 节计算。

6.5.4 优缺点

蓄水池具有节省占地、雨水管渠易接入、避免阳光直射、防止蚊蝇滋生、储存水量大等优点，雨水可回用于绿化灌溉、冲洗路面和车辆等，但建设费用高，

后期需重视维护管理。钢混预制模块安装方便、设计灵活、易于维护，适用范围广泛。

6.5.5 设计要点

1 蓄水池主体构造应符合现行国家建筑标准设计图集《雨水综合利用》（10SS705）；

2 应对防洪排涝要求进行校核；

3 应设有检查口或检查井，检查口下方的池底应设有集泥坑，集泥坑平面最小尺寸应不小于 300mm×300mm；当有分格时，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；

4 当不具备设置排泥设施或排泥确有困难时，应设搅拌冲洗管道，搅拌冲洗水源应采用储存的雨水；

5 应设溢流管和通气管并采取防虫措施；

6 蓄水池兼作沉淀池时，进水和吸水口应避免扰动池底沉积物；

7 蓄水池应考虑上部及周边荷载的影响；

8 塑料模块拼装蓄水池作为雨水储存设施时，其竖向承载能力及侧向承载能力应大于上层铺装和道路荷载及施工要求，考虑模块使用期限的安全系数应大于 2.0；

9 塑料模块水池内应具有良好的水流流动性，水池内的流通直径应不小于 50mm，塑料模块外围应包土工布层，土工布可根据需要采用防渗性或透水性；

10 蓄水池构筑物内部应采用防水措施。乌鲁木齐地区蓄水池宜采用钢筋混凝土结构，不宜采用砖、石砌筑蓄水池及塑料蓄水模块拼装式蓄水池；乌鲁木齐地区宜采用地下式蓄水池，蓄水池的埋深以及覆土厚度应根据当地的冻土深度确定设计。

6.6 雨水罐

6.6.1 概念、功能与构造

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。

6.6.2 适用性

适用于单体建筑屋面雨水的收集利用。

6.6.3 计算方法

雨水罐以储存为主要功能，其储存容积应通过第 5.2.1 节“容积法”计算。

6.6.4 优缺点

雨水罐多为成型产品，施工安装方便，便于维护，但其储存容积较小，雨水净化能力有限。

6.6.5 设计要点

由于雨水罐大多为成型产品，选用厂家的成品即可，无需再进行设计。在乌鲁木齐地区，雨水罐应设有放空管，进入冬季前应将雨水罐及其连接的管路中的水排空。为防止在初春融雪水结冰破坏雨水罐，宜采用塑料薄膜覆盖、选用抗冻性强的材料以及在内壁涂抹涂料等方法。

6.7 湿塘

6.7.1 概念、功能与构造

湿塘是指常年保持一定水域面积且具有拦截、临时蓄存径流雨水，并通过限制最大流量的排水口慢慢将其引入雨水排放系统或受纳水体等功能的低洼区，是具有雨水调蓄和净化功能且长期能够维持一定水位的景观水体，又称水塘。湿塘一般位于低影响开发雨水系统的末端，宜在场地的最低点设置，通常布置于汇水面的下游、场地雨水排入城市雨水系统的出口之前，以便充分发挥其对外排径流峰值流量的调节作用。湿塘的主要功能是滞流雨水、调节流量，延长排放时间，并具有一定的净化功能，一般用以削减峰值流量，同时雨水也可作为其补水水源。湿塘有时可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体，即平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能，实现土地资源的多功能利用。湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口构成，必要时可设置护坡、驳岸、维护通道等。

湿塘的典型构造如图 6.7.1 所示。

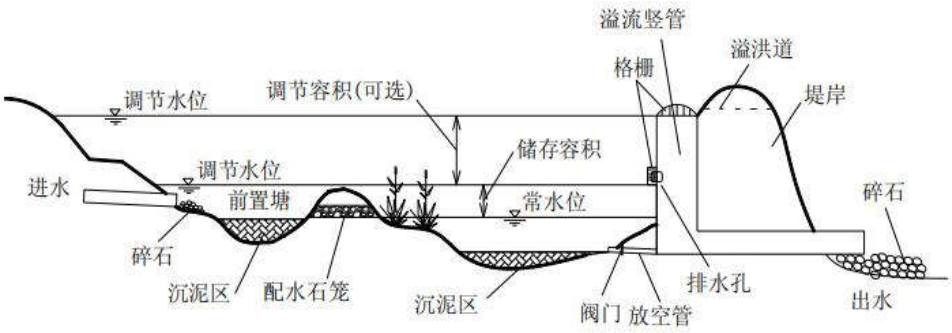


图 6.7.1 湿塘典型构造示意图

6.7.2 适用性

湿塘适用于建筑与小区、城市绿地、广场等具有空间条件的场地。

6.7.3 计算方法

1 湿塘是具有储存和调节的多功能调蓄设施，其规模应综合储存设施、调节设施的计算方法进行计算，并通过技术经济分析综合确定。有关储存设施规模按照第 5.2.1 节“容积法”及“第 5.2.3 节水量平衡法”计算。有关调节设施规模按照第 5.9 节计算。

2 湿塘溢流出水口，包括溢流竖管和溢洪道，排水能力计算时应根据下游雨水管渠或超标雨水径流排放系统的排水能力确定。

6.7.4 优缺点

湿塘可有效削减较大区域的径流总量、径流污染和峰值流量，是城市内涝防治系统的重要组成部分，但对场地条件要求较严格，建设和维护费用高。

6.7.5 设计要点

1 前置塘为湿塘的预处理设施，起到沉淀径流中大颗粒污染物的作用，池底一般为混凝土或块石结构，便于清淤；前置塘应设置清淤通道及防护设施，驳岸形式宜为生态软驳岸，边坡坡比（垂直:水平）一般为 1:2～1:8；前置塘沉泥区容积应根据清淤周期和所汇入径流雨水的 SS 污染物负荷确定；

2 主塘一般包括常水位以下的永久容积和储存容积（可选），永久容积水深一般为 0.8～2.5m，储存容积应根据其受纳的汇水面所需控制的径流总量确定。具有峰值流量削减功能的调节容积应根据所需调节的水量和相应排空时间确定，调节容积的排空时间应为 24～48h。主塘与前置塘间宜设置水生植物种植区（雨水湿地），主塘驳岸宜为生态软驳岸，边坡坡比（垂直:水平）不宜大于 1:6；

3 湿塘适用汇水面积为 10～150hm^2；

4 湿塘长宽比应大于 3:1，推荐长宽比宜为 4:1～5:1；

5 进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀；

6 溢流出水口包括溢流竖管和溢洪道，排水能力应根据下游雨水管渠或超标雨水径流排放系统的排水能力确定；

7 雨水湿塘应设置防渗措施；

8 湿塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示设施；

9 湿陷性黄土、膨胀土等特殊土壤地质条件下，应确保湿塘与地上、地下的建筑物、构筑物保持足够的安全距离，并采取防渗、换填等防护措施。

6.8 调节塘（干塘）

6.8.1 概念、功能与构造

调节塘是拦截、临时蓄存径流雨水，并通过限制最大流量的排水口慢慢将其引入雨水排放系统或受纳水体中的低洼绿地，具有调蓄雨水和生态净化雨水功能的天然或人工塘，在非雨季可能是干的，也称干塘。调节塘的主要功能是滞流雨水、调节流量，延长排放时间，削减峰值流量，也可通过合理设计使其具有渗透功能，起到一定的补充地下水和净化雨水的作用。

调节塘一般由进水口、调节区、出水口构成，必要时可设置护坡及堤岸。调节塘的典型构造如图 6.8.1 所示。

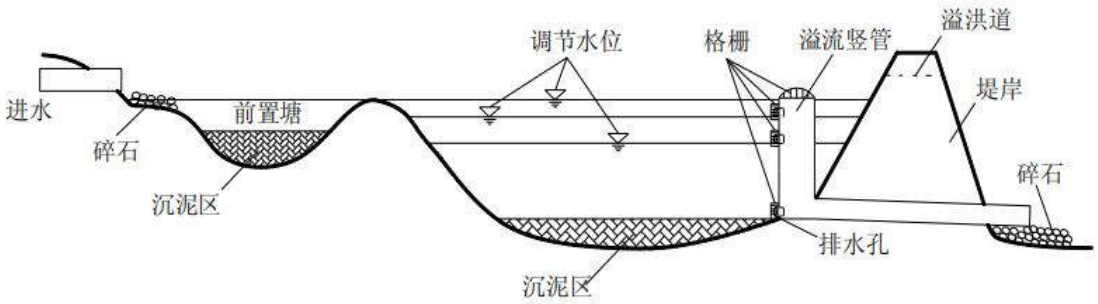


图 6.8.1 调节塘典型构造示意图

6.8.2 适用性

调节塘适用于建筑与小区、城市绿地等具有一定空间条件的区域。

6.8.3 计算方法

调节塘按照第 5.9 节计算。

6.8.4 优缺点

调节塘能够有效削减峰值流量，建设及维护费用较低，但其功能较为单一，宜利用下沉式公园及广场等与湿塘、雨水湿地合建，构建多功能调蓄水体。

6.8.5 设计要点

1 调节塘应在径流结束后 24 小时内排空。

2 调节塘进水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。

3 调节塘出水口宜设计成多级出水形式，以控制调节塘水位，增加雨水水力停留时间（一般不大于 24h），差异化控制不同强度降雨径流的最大外排流量。

4 宜设置前置塘对径流雨水进行预处理。

5 调节区深度宜为 0.6～3m，塘中可以种植耐淹植物以减小流速、增加雨水净化效果。

6 塘底设计成可渗透时，塘底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1m，距离建筑物基础水平距离不应小于 3m。调节塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示设施。

6.9 调节池

6.9.1 概念、功能与构造

调节池为调节设施的一种，主要用于削减雨水管渠峰值流量，其构造有溢流堰式、底部流槽式和中部侧堰式，根据地形地势及管网布置选用。有地上敞口式和地下封闭式两种形式。

调节池一般由进水口、调节区、出水口构成。调节池的典型构造如图 6.9.1 所示。

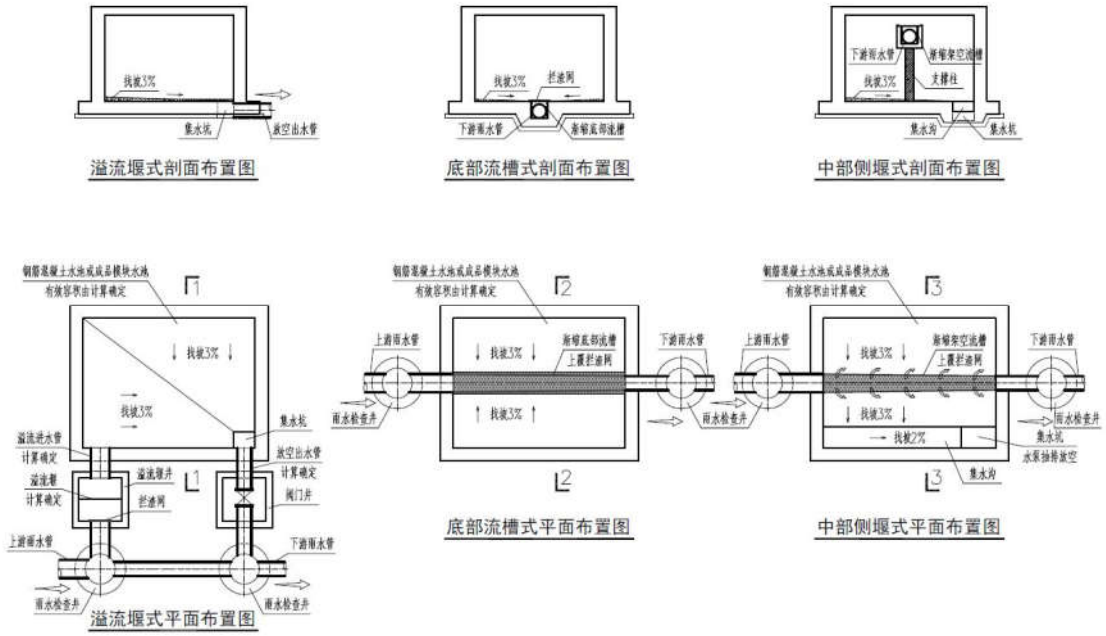


图 6.9.1 调节池典型构造示意图

6.9.2 适用性

调节池适用于需要削减管渠峰值流量的城市雨水管渠系统。溢流堰式适用于陡坡地段，底部流槽式适用于平坦地形而管道埋深较大的情况，中部侧堰式适用于平坦地形而管道埋深不大的情况，其调节水量需用泵抽升排除。

6.9.3 计算方法

调节池按照第 5.9 节计算。

6.9.4 优缺点

调节池可有效削减峰值流量，但其功能单一，建设及维护费用较高。

6.9.5 设计要点

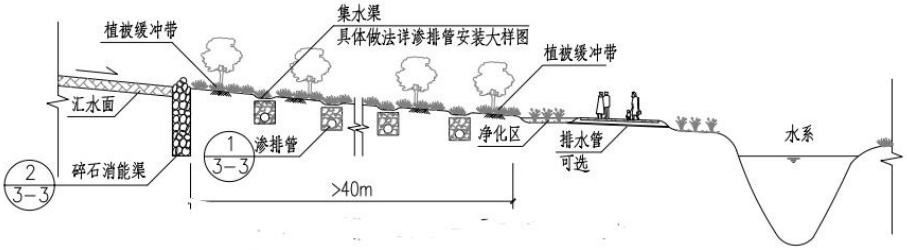
调节池的设计要求可参考蓄水池的相关规定。

6.10 植被缓冲带

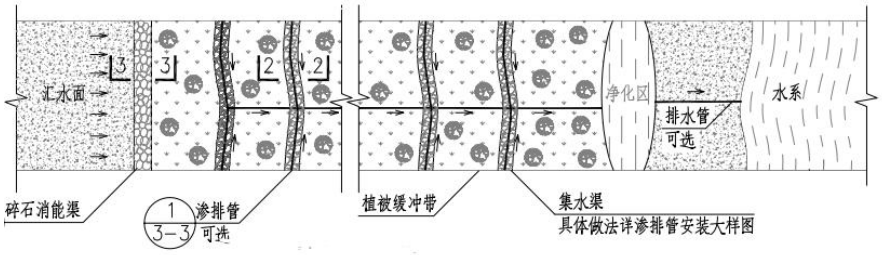
6.10.1 概念、功能与构造

植被缓冲带为坡度较缓的植被区，经植被拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速，减少降雨径流中悬浮团体颗粒和有机污染物，保护土壤和减少水土流失。

植被缓冲带构造如图 6.10.1 所示。



（a）平面



（b）剖面

图 6.10.1 植被缓冲带典型构造示意图

6.10.2 适用性

植被缓冲带适用于道路等不透水面周边，可作为生物滞留设施等低影响开发设施的预处理设施，也可作为城市水系的滨水绿化带。

6.10.3 优缺点

植被缓冲带建设与维护费用低，可以用作其他设施的预处理设施。当坡度不超过 6%时，它还可以用作城市水系统的滨水绿化带。但对场地空间大小、坡度等条件要求较高，且径流控制效果有限；坡度较大（大于 6%）时雨水净化效果较差。

6.10.4 设计要点

1 植被缓冲带坡度一般为 2%～6%，宽度不宜小于 2m；

2 碎石消能渠位于植被缓冲带前，碎石消能渠内满填碎石，填充碎石粒径采用 30～40mm，压实度大于 85%；

3 植被缓冲带较长时，应设置渗排管，其安装在植被缓冲带下，渗排管上设置集水渠，具体的渗排管的尺寸及安装距离需根据实际情况计算确定；

4 植被缓冲带后应设置净化区，根据用地现状条件进行选择布置，尽量选用自然滨水区进行利用。下游水系水质要求不高或场地限制时，净化区可选用生物滞留设施，具体的生物滞留设施的类型由设计确定。下游水系水质要求高时，通常选用无动力的人工湿地、土壤渗滤等技术，对收集来的雨水进行净化，以符合

标准要求；

5 植被缓冲带距水系较远时，需设置排水管，将净化后的雨水排入水系中。缺水区域可考虑将雨水收集后进行回用，具体做法根据实际情况确定。植被缓冲带距水系较近时，可不设排水管，净化后的雨水直接排入湖泊、河流等水系中。

6 种植植被应选择根系发达、长势强的乡土植物，耐冲刷、耐旱、耐涝并抗逆性良好的植物。

6.11 雨水湿地

6.11.1 概念、功能与构造

雨水湿地是通过模拟天然湿地的结构，以雨水沉淀、过滤、净化和调蓄以及生态景观功能为主，人为建造的由饱和基质、挺水和沉水植被、动物和水体组成的复合体，是一种高效的径流污染控制设施。雨水湿地分为雨水表流湿地和雨水潜流湿地。雨水潜流主要是雨水在湿地床内部流动，具有截留、保温性好以及受季节性影响小的特点；雨水表流湿地主要是雨水在湿地表面漫流。雨水湿地一般设计成防渗型以便维持雨水湿地植物所需要的水量，雨水湿地常与湿塘合建并设计一定的调蓄容积。

雨水湿地与湿塘的构造相似，一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。雨水湿地典型构造如图 6.11.1 所示。

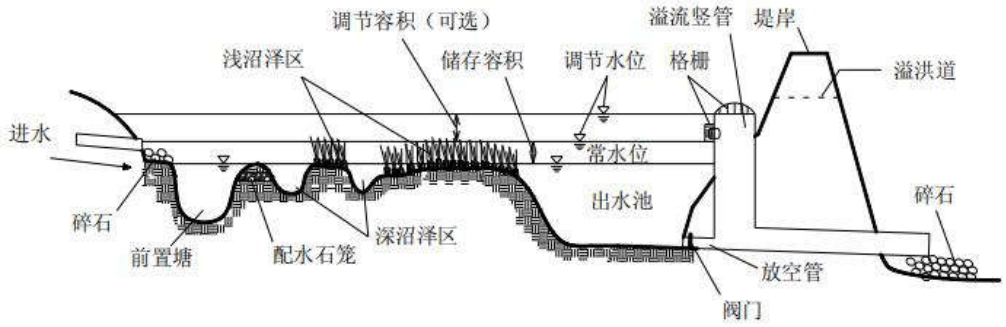


图 6.11.1 雨水湿地典型构造示意图

6.11.2 适用性

雨水湿地适用于水质污染较严重、一定空间条件的建筑与小区、城市道路、城市绿地以及公共设施用地内的水域与陆地交界地区（如公园、河湖旁）等区域。

6.11.3 计算方法

1 雨水湿地是具有储存和调节的多功能调蓄设施，其规模应综合储存设施、调节设施的计算方法进行计算，并通过技术经济分析综合确定。有关储存设施规

模按照第 5.2.1 节“容积法”及“第 5.2.3 节水量平衡法”计算。有关调节设施规模按照第 5.9 节计算。

2 雨水湿地流出水口，包括溢流竖管和溢洪道，排水能力计算时应根据下游雨水管渠或超标雨水径流排放系统的排水能力确定。

6.11.4 优缺点

雨水湿地可有效削减污染物，并具有一定的径流总量和峰值流量控制效果，但建设及维护费用较高。

6.11.5 设计要点

1 雨水湿地场址宜选择自然坡度不大于 3%的洼地、塘及未利用土地，多单元湿地系统高程设计应结合自然坡度，采用重力流形式，需提升时宜一次提升；

2 雨水湿地岸边高程应高于溢流口 30cm 以上，且雨水湿地应设置防渗措施；

3 雨水湿地应设置前置塘对雨水径流进行预处理，进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀；

4 沼泽区包括浅沼泽区和深沼泽区，其中浅沼泽区水深范围一般为 0.1～0.4m，深沼泽区水深范围为一般为 0.5～0.7m，根据水深不同种植不同类型的水生植物，宜以生命力强、净化能力高、生长量较小的耐冲刷和抗寒的水生植物为主；

5 出水池主要起防止沉淀物的再悬浮和降低温度的作用，水深一般为 0.8～1.2 m，出水池容积约为总容积（不含调节容积）的 10%。出水池生态驳岸边坡坡度（垂直：水平）不宜大于 1:6。常水位附近区域的坡度要更小，具体设计坡度的大小应由结构设计人员根据土质和护坡措施决定；

6 雨水湿地的调节容积应在 24h 内排空；

7 湿地应设置护栏、警示牌等安全防护与警示措施；

8 在水质污染较重的区域，也可设置人工湿地，也分为表流湿地和潜流湿地，其中潜流湿地又分为水平潜流湿地和垂直潜流湿地，其设计原理与污水湿地相似，一般在进入人工湿地前建有雨水储存设施，严格控制进入人工雨水湿地的水量；

9 雨水湿地土壤层应为未压实的天然土，在沼泽区宜覆盖 50mm～150mm 的土壤过滤层；

10 潜流雨水湿地设计，应符合下列要求：

（1）水平潜流雨水湿地单元的面积宜小于 800m^2，垂直潜流雨水湿地单元面

积宜小于 1500 m^2；

（2）潜流雨水湿地单元的长宽比宜控制在 3:1 以下；

（3）规则潜流雨水湿地单元的长度宜为 20m～50m，对于不规则潜流雨水湿地单元，应考虑均匀布水和集水问题；

（4）潜流雨水湿地水深宜为 0.4m～1.6m，潜流雨水湿地水力坡度宜为 0.5%～1%。

11 表流雨水湿地设计，应符合下列要求：

（1）表流雨水湿地单元长宽比宜控制在 3:1～5:1，当区域受限，长宽比大于 10:1 时，应计算死水曲线；

（2）表流雨水湿地水深宜为 0.3m～0.5m；表流雨水湿地水力坡度宜小于 0.5%。

6.12 植草沟

6.12.1 概念、功能与构造

植草沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送、削减和净化雨水径流，可用于衔接其他各单项设施、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。植草沟一般分为三种类型：转输型植草沟、干式植草沟和湿式植草沟。转输型植草沟是栽种植物，并将雨水径流引导并传输至下游水处理设施的浅沟，主要功能是转输径流雨水，这需要较少的土壤渗透性；干式植草沟的主要功能是渗透、净化和转移径流雨水，底部设有砾石排水层，并通过基质对雨水径流的过滤与吸附作用，加强其对径流污染的削减效果；湿植草沟与转输型植草沟结构类似，但其功能上可称为一种雨水湿地，在设计上加强停留时间，保持常湿状态以净化雨水，湿式植草沟的主要功能是储存和净化径流雨水，底层设有填料层和砾石排水层。

植草沟的构造如图 6.12.1 所示。

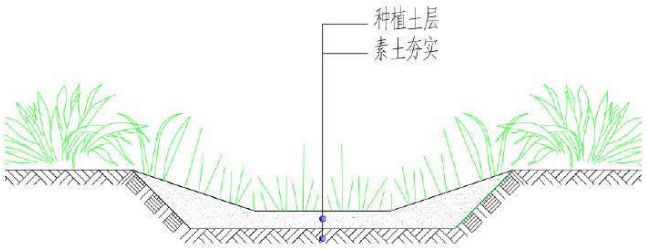


图 6.12.1-1 转输型植草沟构造图

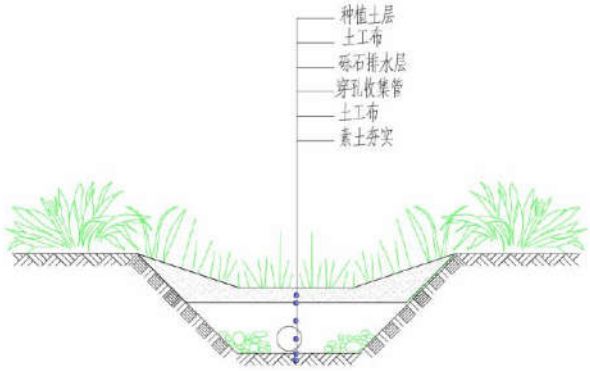


图 6.12.1-2 干式植草沟构造图

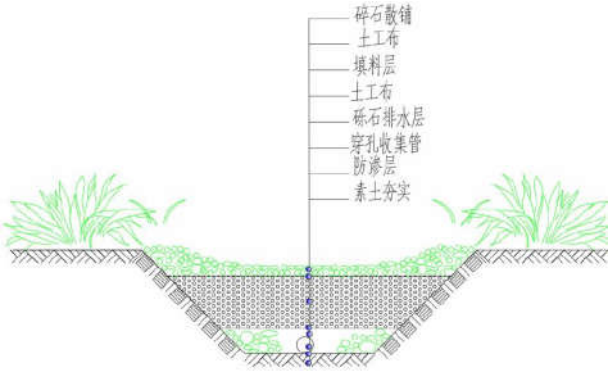


图 6.12.1-3 湿式植草沟构造图

6.12.2 适用性

植草沟适用于建筑与小区内道路，广场、停车场等不透水地面的周边，城市道路及城市绿地等区域，也可作为生物滞留设施、湿塘等低影响开发设施的预处理设施。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。

但植草沟不适用于潜水位高的、坡度大于 15%的区域，同时受场地条件制约，不适用于已建成区及开发强度较大的新建城区。

6.12.3 计算方法

植草沟的计算方法参见第 5.7 节。

植草沟采用的设计重现期宜按雨水管渠设计重现期确定，当同一服务范围内同时设置雨水管时，植草沟的设计重现期可适当减小。

6.12.4 优缺点

植草沟具有截留径流污染物，减小雨水径流，削减径流流量，增加绿地景观效果，不占用专门土地，提高土地使用效率，雨水生态输送，造价低，可节约管

道建设维护费用的优点。但已建城区及开发强度较大的新建城区等区域易受场地条件制约。

6.12.5 设计要点

1 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；

2 植草沟的进口应能快速将径流分散，减少水流冲击，避免雨水径流对坡底形成冲刷。尤其是当大量雨水径流通过管道进入植草沟时，应在进口处设置由卵石、碎石或混凝土砌块等构成的分散消能设施。若排入植草沟的径流携带大量的悬浮颗粒，还可采取适当的预处理，避免沟内产生较厚沉积物；

3 植草沟的设计，应符合下列规定：

（1）植草沟应采用重力流排水；

（2）应根据各汇水面的分布、性质和竖向条件，均匀分配径流量，合理确定汇水面积；

（3）竖向设计应进行土方平衡计算；

（4）进口设计应考虑分散消能措施；

（5）植草沟的布置应和周围环境相协调；

（6）湿陷性黄土区域的植草沟应设置防渗措施。

4 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）植草沟的边坡坡度（垂直:水平）不宜大于 1:3；

（3）植草沟的纵坡不宜大于 4%；当植草沟的纵向坡度大于 4%时，沿植草沟的横断面应设置节制堰。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）植草沟最大流速应小于 0.8m/s，粗糙系数宜为 0.2～0.3；

（5）植草沟内植被高度宜为 100mm～200mm。

6.13 渗管（渠）

6.13.1 概念、功能与构造

渗管（渠）指具有渗透功能的雨水管（渠），达到加快地表水入渗和吸收的作用，可采用穿孔塑料管、无砂混凝土管（渠）和砾（碎）石等材料组合而成。

渗管（渠）典型构造如图 6.13.1 所示。

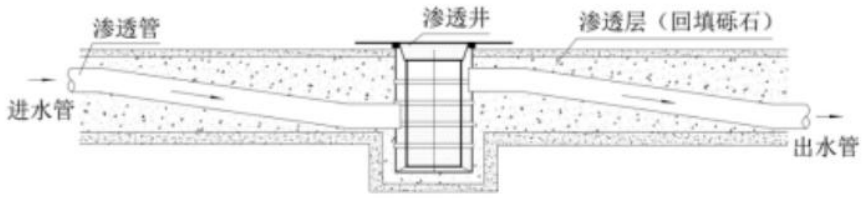


图 6.13.1 渗管（渠）典型构造示意图

6.13.2 适用性

适用于建筑与小区及公共绿地内转输流量较小的区域，不适用于地下水位高、径流污染严重或不宜进行雨水渗透的区域。

6.13.3 计算方法

渗管（渠）的排水能力应按满流工况水力计算确定。

6.13.4 优缺点

渗管（渠）对场地空间要求小，但建设费用较高，易堵塞，维护较困难。

6.13.5 设计要点

1 渗管（渠）可采用穿孔塑料管、聚乙烯丝绕管、无砂混凝土管等材料制成，穿孔塑料管开孔应为梅花形均匀开孔，开孔率宜为 1.0%～3.0%，孔径宜为 8mm～12mm；无砂混凝土管孔隙率不应小于 20%；

2 地面雨水进入渗管（渠）前宜采用低影响开发设施净化或沉泥沉沙预处理，并设置渗透检查井；

3 渗管（渠）不宜设置在车行道下，在湿陷性黄土、膨胀土等特殊地质条件下应慎用；

4 渗管（渠）设在行车路面下时覆土深度不应小于 700mm；

5 渗透层宜采用砾石，渗透层外或塑料模块外应采用透水土工布包覆，检查井间管沟敷设坡度宜采用 0.003～0.02，土工布搭接宽度不应少于 200mm。

6.14 旱溪

6.14.1 概念、功能构造

旱溪是指底部为卵石、碎石的地表沟渠。不下雨时，旱溪就像干枯的河床一样，易与周边场地景观结合。当降雨较大时，从雨落管、道路偏沟汇集的雨水在进入其他低影响开发设施之前，流经旱溪时变成涓涓细流，并使得雨水径流中一

些较大的悬浮物被拦截下来，有效防止水土流失，改善其他低影响开发设施的性能。

6.14.2 适用性

旱溪适用于汇水面积较小的区域，位于低影响开发雨水系统的中游，可用于建筑与小区内道路、广场、停车场等不透水下垫面的周边、城市道路及城市绿地等区域，也可以与渗透水塘、植草沟，雨水花园等雨水储存净化景观一起配置，不仅在旱季和雨季有着良好的观赏性，并同时具备着雨水收集灌溉功能。

6.14.3 设计要点

1 旱溪断面形式可采用抛物线形、三角形或梯形；

2 旱溪最大边坡坡比（垂直:水平）不宜大于 1:3，纵向坡度宜为 0.3%～8%，纵坡较大时宜在底部增设土工布，纵坡过大时可设置成阶梯型或在中途设置消能台坎。

6.15 雨水断接

6.15.1 概念、功能与构造

雨水断接是指切断径流排放通道，辅助雨水径流生态化控制、资源化利用，使雨水尽可能遵循自然水循环的规律。狭义的雨水断接常指屋面雨落管断接，广义的雨水断接还包括道路广场等非建筑屋面雨水径流通道的断接以及对管道系统的断接。

雨落管断接典型构造见图 6.15.1。

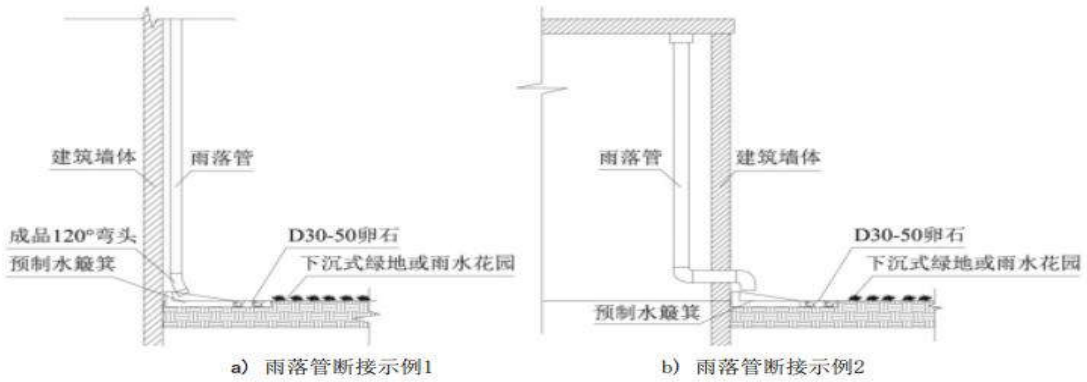


图 6.15.1 雨落管断接典型构造示意图

【条文说明】传统的建筑雨水排水系统，大都是就近通过雨水口、雨水管将雨水收集，快速排入市政雨水或污水管网，雨水很难就地入渗涵养地下水。根据海绵城市的要求，场地雨水应按低影响开发的理念尽可能地就地消纳。

场地雨水应优先考虑在场地内入渗消纳，应改变将雨水直接排入市政管网的做法，先将雨水引入绿地、植草沟、雨水花园、旱溪、干塘等地面生态设施进行入渗，超出土壤渗透能力的雨水再溢流排入雨水排水管网。

应将屋面雨水管在接入室外排水管网前断开，接入绿地等地面生态设施，充分入渗后，通过绿地中设置的溢流排水口，接至室外雨水管网排放。屋面雨水在接入地面生态设施前应采取适当措施进行消能。

传统的地面雨水是通过在道路两旁设置的雨水口来收集排放，雨水断接的改造要求将道路、广场等硬质铺装地面的雨水，就近排入绿地、雨水花园等地面生态设施入渗；因此需要根据场地情况，适当取消原有的道路雨水口，通过竖向设计，使雨水以重力流方式进入地面生态设施。

6.15.2 适用性

雨水断接可以在一定程度上缓解城市雨洪问题，对于洪涝较严重的地区宜用雨水断接的措施。

6.15.3 优缺点

雨水断接基于模拟自然水循环的方式来控制地表径流，当地表径流经过透水区域时，通过入渗和滞蓄等方式被截留，破坏了径流的连续性，从而达到削减径流量和雨水集蓄利用的效果，既在一定程度上缓解城市内涝，又能实现雨水的资源化利用。

6.15.4 设计要点

1 屋面雨水和地面雨水应就近排入绿地、雨水花园等地面生态设施；

2 建筑雨落管断接形式应根据建筑雨水排放方式、周边场地条件等确定；

3 高层建筑的雨落管断接应设置雨水消能措施；

4 污染严重的工业区域不宜做雨落管断接；

5 接收雨落管断接的低影响开发设施面积至少为截流屋面面积的 10%。当土壤渗透性能较差时，应改良土壤渗透性，或适当增大接收面积；

6 断接点与绿地低影响开发设施间的地表坡度不宜小于 3%；

7 接收雨落管排水的地表坡度不宜超过 10%，并确保降雨径流远离建筑。

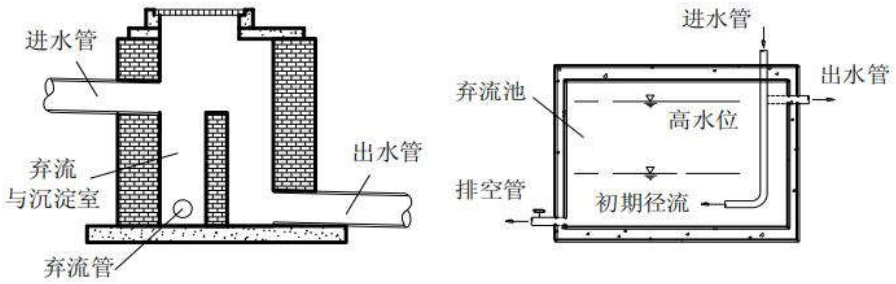
6.16 初期雨水弃流设施

6.16.1 概念、功能与构造

初期雨水弃流指通过一定方法或装置将存在初期冲刷效应、污染物浓度较高

的降雨初期径流予以弃除，以降低雨水的后续处理难度。弃流雨水应进行处理，如排入市政污水管网（或雨污合流管网）由污水处理厂集中处理等。常见的初期弃流方法包括容积法弃流、小管弃流（水流切换法）、出流控制阀等，弃流形式包括自控弃流、渗透弃流、弃流池、雨落管弃流等。

初期雨水弃流设施典型构造如图 6.16.1 所示



小管弃流井　　容积法弃流装置

图 6.16.1 初期雨水弃流设施示意图

6.16.2 适用性

初期雨水弃流设施是其他低影响开发设施的重要预处理设施，主要适用于屋面雨水的雨落管、径流雨水的集中入口等低影响开发设施的前端。

6.16.3 计算方法

雨水初期径流弃流量应按下式计算：

$$V_{\mathrm{i}} = 10H_{\mathrm{i}}F \qquad (6.16.3)$$

式中：V_{i}——初期径流弃流量，m^3；

H_{i}——初期径流弃流厚度，mm；弃流厚度根据下垫面径流污染监测及初期冲刷规律综合确定，乌鲁木齐市的屋面雨水弃流厚度宜取 1mm～3mm，道路雨水弃流厚度宜取 2mm～5mm；

F——汇水面积，hm^2。

6.16.4 优缺点

初期雨水弃流设施占地面积小，建设费用低，可降低雨水储存及雨水净化设施的维护管理费用，但弃流量一般不易控制。

6.16.5 设计要点

1 雨水弃流井宜设置在排水系统的中游、雨水调蓄池及储水设施前；

2 雨水弃流井应通过设置止回阀等相关设施避免污水倒灌入雨水管道系统中；

3 屋面雨水收集系统的弃流装置宜设于室外，当设在室内时，应为封闭式；

4 地面雨水收集系统的雨水弃流设施宜分散设置，集中设置时，可设雨水弃流池；

5 弃流雨水应就近接入污水管网，确保污水不倒灌至弃流装置，后续雨水不进入污水管网；

6 初期雨水弃流设施的类型较多、构造各异，初期径流弃流池、自控弃流装置、渗透弃流井等常见设施的设计要点可参见《建筑与小区雨水控制及利用技术工程技术规范》（GB50400）的相关规定，具体构造可参考国家建筑标准设计图集10SS705《雨水综合利用》。

6.17 堆雪融雪设施

6.17.1 应充分利用低影响开发设施作为堆雪设施，融化后的雪水应充分下渗补充地下水。

【条文说明】乌鲁木齐市近20年年均降雪量约139.3mm，按建成区521.6km^{2}计算，总降雪量合计约1400万吨，具有丰富的雪水资源，也需要巨大清雪人力和财力。

据统计，2018冬季至2019年春季共降雪14场，累计出动清雪车辆2万台次、累计出动保洁员和社会人员26万人次、共计拉运冰雪83.8万余吨、累计积雪深度74cm；2019冬季至2020年春季共降雪14场，累计出动清雪车辆1.7万台次、累计出动保洁员和社会人员25.5万人次、共计拉运冰雪85万余吨、累计积雪深度52cm；2020冬季至2021年春季共降雪16场，累计出动清雪车辆2.1万台次、累计出动保洁员和社会人员30.1万人次、共计拉运冰雪129万余吨、累计积雪深度86cm。

低影响开发设施如下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、调节塘、湿塘、雨水湿地、调节池、蓄水池、植草沟、植被缓冲带、旱溪等均具有堆雪空间，设计时可优化设施结构，利于积雪倾倒、疏导雪水径流，最大限度地补充地下水资源。

6.17.2 在条件适宜的情况下可建设集中式堆雪场。

6.17.3 应积极探讨使用城市污水余热、工业余热、太阳能等强化人工融雪。

6.17.4 对于使用融雪剂的道路融雪水应设有弃流井，严禁汇入绿地，含融雪剂的雪水应进入污水管网。

6.17.5 积雪量可按下式计算：

$$W_{sn} = F_{snow} H_s \rho_{sn} \qquad (6.17.5)$$

式中：W_{sn}——积雪量，kg；

F_{snow}——计算降雪面积，m^2；

H_s——降雪深度，m；

ρ_{sn}——新雪的密度，kg/m^3，可采用 $300kg/m^3$。

6.17.6 堆雪体积可按下式计算：

$$V_{so} = \frac{W_{so}}{\rho_{so}} \qquad (6.17.6)$$

式中：V_{so}——堆雪体积，m^3；

W_{so}——堆雪量，kg；

ρ_{so}——堆雪的密度，kg/m^3，可采用 $500kg/m^3$。

6.18 关键技术要求

6.18.1 土壤要求

1 应用于 LID 设施中的植物土壤应尽量以原始土壤为主，原始土壤应满足于 pH 值为 6.0～8.5，土壤含盐量在 0.10%以下；有机质≥2.5%；容重≤1.20g/cm；非毛管孔隙度≥10；渗透系数不小于 2×10^{-6}m/s；石砾粒径≤l cm，石砾含量＜8%；全氮量 71≥0.10%；全磷量≥0.06%；全钾量＞1.7%等条件。对于不能满足条件的现状土壤，建议更换种植土以保证植物的成活率；

2 对于需要换土的 LID 设施，必须用优质种植土进行部分或全部置换。回填土必须经过振压或灌水沉降，夯实基础位置。种植土应满足符合行业标准《绿化种植土壤》（CJ/T340-2016）中的有关规定；

3 为满足雨水渗滤、净化等功能性要求，LID 设施内的种植土层下方应设置过滤层，滤料可选用炉渣、蛭石、砂石、卵石、陶粒等材料；

4 LID 设施因种植土渗透能力逐渐下降，导致调蓄空间雨水的排空时间超过 36h 时，应及时置换种植土及下层过滤层。

6.18.2 防渗

1 对于靠近道路、建筑物基础或者其他基础设施，或者因为雨水浸泡可能出现地面不均匀沉降的入渗型低影响开发设施，需要考虑侧向防渗。

2 对于以下情况，还需采取底部防渗措施：

（1）因土壤过饱和可能出现沉降或者塌陷；

（2）底部是地下室或者其他基础设施；

（3）距离建筑物基础过近的；

（4）湿陷性黄土地区。

6.18.3 防冻

1 蓄水池、雨水罐、调节池等设施应在冬季来临之前排空；

2 调节池等设施调蓄的雪融水宜在 24 小时内排空。

6.18.4 路缘石开口

1 在道路和停车场等不透水率较高的区域进行低影响开发设施设计时，一般应设置路缘石开口。

2 路缘石的开口设计要点如下：

（1）路缘石的开口形式可以为垂直开口或者 45°倒角；

（2）路缘石开口的底部应该朝向低影响开发设施，确保雨水能够顺流进入低影响开发设施；

（3）路缘石开口入口处应设置消能设施，以防止侵蚀；

（4）对于需要跨越步行通道的路缘石开口，应采取加盖等防护措施；

（5）对于纵坡坡度大于 4%的道路，应适当增加开口数量。

6.18.5 管道入流入口处导流和消能应通过合理的竖向设计，使雨水能够沿设计路径进入低影响开发设施。以管道集中入流方式进入低影响开发设施的，入口处应采取散流和消能措施，具体的方式包括：（1）前池溢流；（2）卵石或者碎石；（3）围堰；（4）弯头消能。

6.18.6 低影响开发设施应尽量避让市政基础设施，对于确实不能避让的，应做好防渗。对于市政设施需要穿越低影响开发设施防渗层的，应在穿越处做好密封。

7 低影响开发植物选择

7.1 植物选择原则

7.1.1安全为主生态优先的原则

场地设计应在满足地块径流总量控制指标的前提下，优先利用自然排水系统与低影响开发设施，实现雨水的自然积存、自然渗透、自然净化和可持续水循环，提高水生态系统的自然修复能力，维护城市良好的生态功能。

设计中合理选择相应的技术措施：源头减量措施主要有透水铺装、绿色屋顶；分散处理措施主要包括植被浅沟、下沉式绿地、生物滞留设施；调蓄、净化措施主要包括景观水体、湿地；集中调蓄利用措施主要包括调蓄池、蓄水模块。

7.1.2环境美化和谐共生的原则

低影响开发设计既要考虑雨水的综合管控效率，又要注重与环境良好融合的景观表达，赋予低影响开发设施自然灵动之美，促进人与自然和谐发展。

7.1.3适地适树科学配置的原则

植被浅沟以乡土草本植物为主，根据景观要求，宜选用易维护、覆被能力强、耐淹、耐旱的草本花卉、地被植物。根据景观需要可在沟边点缀具有上述生态习性的灌木地被。

建筑顶板之上宜选用浅根性、生长健康、耐旱的植物种类；下沉式绿地宜选用耐短时水淹，且耐旱的植物种类；雨水花园应结合净化的目标，选用对污染源能有效净化，且既耐水湿又耐旱的草本及花灌木植物种类；雨水湿地需选择具有一定净化能力，适合沼生、湿生的草本植物，在岸际，可点缀喜水湿的灌木；水岸际植被缓冲带应选用观赏价值高，根系发达的乔灌木植物种类。

7.1.4统筹兼顾经济合理的原则

多选择乡土植物，且树形较好，少修剪植物，既可降低成本，又能减少种植后的养护管理费用，还有利于形成地域植物特色；应多选择寿命长，生长速度适中的植物以减少重复工程。

7.2 植物选择要求

7.2.1根据乌鲁木齐市气候特征以及低影响设施的场地条件，除了考虑夏季多雨

时节植物的适应性，更要兼顾干旱季节植物景观和植物耐旱能力，选择适宜的植物种类。

7.2.2木本植物应生长健壮、株型完整。

（1）胸径、株高、冠幅、主枝长度和分枝点高度应符合现行行业标准《园林绿化木本苗》（CJ/T24-2018）的规定。

（2）枝干无机械损伤，无冻伤，无毒无害，少污染。

7.2.3绿篱色块植物宜株型丰满，耐修剪。

7.2.4藤本植物应具有较强的覆盖和攀爬能力。

7.2.5禁止使用入侵物种。

7.2.6乌鲁木齐大部分土地为轻度盐化土壤，选择耐盐碱化的植物很有必要。

第二部分 施工图审查要点

8 施工图审查要点

8.1 审查原则

8.1.1 为贯彻落实国家和乌鲁木齐市建设海绵城市的相关要求，推动乌鲁木齐市海绵城市的科学建设，指导乌鲁木齐市海绵城市建设的施工图审查工作，明确审查内容，统一审查标准，根据《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75号）、《海绵城市建设评价标准》（GB/T51345-2018）、《建设工程质量管理条例》《建设工程勘察设计管理条例》等相关文件，特编制乌鲁木齐市海绵城市建设施工图审查要点。

8.1.2 本审查要点的审查对象为建设工程施工图设计阶段的海绵城市建设专项设计成果。

8.1.3 海绵城市建设工程施工图审查以通过评估的海绵城市建设工程技术方案和技术评估报告为审查依据。

8.1.4 审查建设工程施工图设计成果是否按已通过评估的海绵城市建设技术方案落实，并校核施工图阶段所确定方案的海绵城市建设目标可达性。

8.1.5 审查建设工程施工图设计成果材料的齐全性、海绵城市建设技术专项施工图设计的规范性、海绵城市建设技术施工设计说明的完整性、计算文件的准确性、主要设备材料选择的适宜程度等。

8.1.6 本要点随着乌鲁木齐市海绵城市建设的深入推进，及时总结完善要点内容，与新颁布的法律法规和工程建设标准自动适应和更新。

8.1.7 本要点的使用对象包括但不限于海绵城市建设工程相关的施工图审查单位。

9 成果资料核查

9.1 总体要求

9.1.1 资料收文时即应对施工图设计阶段成果的完整性进行核查。核查海绵城市建设工程施工图资料清单详见附表 F。

9.2 基础资料

9.2.1 海绵城市建设工程设计项目基础资料收文时，应对其完整性、合规性进行核查。基础文件的核查应提供如下文件。

9.2.2 【核查文件】建设项目海绵城市建设专项技术方案文件及批复。

【核查要点】建设项目海绵城市建设专项技术方案文件及批复，应有以下可供核查内容：

1 复核项目用地规划许可证及相关规划与政策性文件的要求。

2 重点审核海绵城市设计施工图与上阶段批复方案的一致性，对已审批过的方案批复中需要修正增加与完善的审批意见，施工图是否予以修正完善。

3 对施工图控制性指标未达到相关海绵城市指标文件要求值时，应重新进行设计或对施工图对应的方案重新进行申报。

9.2.3 【核查文件】项目地质详细勘察合格报告

【核查要点】项目地质详细勘察报告，应有以下可供核查内容：

1 重点核查地质详细勘察报告中地形地貌中是否含有以下特殊地质类型：可能造成坍塌、滑坡灾害的场所；对居住环境以及自然环境造成危害的场所；自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质场所。存在以上场所的项目，因地制宜的进行海绵城市建设，选择适宜的海绵设施。

2 核查土壤渗透系数、地下水位、不透水层、原土利用等情况与海绵城市建设技术施工图设计说明采用数据是否一致。

9.2.4 【核查文件】建设项目海绵城市目标取值计算表

【核查要点】建设项目海绵城市目标取值计算表，应有以下可供核查内容：

1 重点核查海绵城市目标取值计算是否符合《海绵城市建设评价标准》、《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建（试行）》及各区海绵城市专项规划等标准及规范指引的相关计算方式。

9.2.5 【核查文件】海绵城市建设模型

【核查要点】对于需要进行软件模拟的工程项目，应核查：

1 对建模过程、目标表和自评表进行形式审查，判断是否合理。

2 认可的模型软件如下：在城市地表径流模拟方面，美国 EPA SWMM（共享）、丹麦水力系统 MIKE 系列软件（商业）、英国 Infoworks ICM（商业）、国内基于 SWMM 模型开发的 DigitalWater、鸿业 SWMM 等；在城市河湖水体模拟方面，美国 EPA 的 EFDC（共享）、QUAL2K（共享）和 WASP（共享）、丹麦水力系统 MIKE 系列软件（商业）、英国 Infoworks ICM（商业）、荷兰的 Delft3D（商业）等，及其他经过市海绵办认可的模型。

10 海绵城市建设工程专项施工图审查要点

10.1 给排水专业审查要点

10.1.1 【审查文件】海绵城市设计专篇

【审查要点】海绵城市设计专篇应包含的内容有：

1 设计依据：主要标准、规范、技术导则、政策文件、相关基础资料、方案阶段确定的海绵城市建设目标等，依据应充分并具有时效性。

2 项目概况：项目区位、工程范围、主要工程内容及措施等。

3 地质条件情况：包括地质灾害条件、土壤性质、地下水位。海绵城市建设工程项目，不得存在可能造成塌陷点、泥石流、陡坡坍塌、滑坡等地质灾害易发的危险场所，不得因为海绵城市建设引起塌陷、泥石流、陡坡坍塌、滑坡等地质灾害。

4 施工图阶段对海绵城市建设技术方案落实情况：建设工程海绵城市建设达标要求及目标完成情况、采用的海绵城市建设技术措施及规模、场地雨水径流组织及超标雨水的排放途径、建设工程范围内海绵设施之间及建设工程与市政或城市海绵设施之间的衔接关系、主要设备与材料的选择及施工要求等。

10.1.2 【审查文件】建设项目海绵设施建设目标表、建设项目海绵城市专项设计方案自评表

【审查要点】建设项目海绵设施建设目标表、建设项目海绵城市专项设计方案自评表重点审查以下内容：

1 建设项目海绵设施建设目标表应包括年径流总量控制率、年径流污染控制率、排水防涝设计重现期以及《海绵城市建设项目方案设计文件技术评估报告》中要求的其他指标。目标值不得低于《海绵城市建设项目方案设计文件技术评估报告》的要求。

2 建设项目海绵城市专项设计方案自评表应审查年径流总量控制率、年径流污染控制率、排水防涝设计重现期及《海绵城市建设项目方案设计文件技术评估报告》中要求的其他指标，实际设计值应不低于海绵城市建设目标表的目标值。

注：**1** 排水防涝设计重现期应结合给排水专业设计说明和室外排水总平面图审查。

2 建设项目海绵设施建设目标表、建设项目海绵城市专项设计方案自评表的数据应与海绵城市建设工程施工图设计计算书一致。

10.1.3【审查文件】海绵城市建设工程施工图设计计算书

【审查要点】海绵城市建设工程施工图设计计算书应包括但不限于：下垫面综合径流系数计算、年径流总量控制率、径流污染去除率、建设前、后雨水径流量、雨水资源利用率、单位硬化面积调蓄容积、下沉式绿地率的详细计算过程。

1 复核各类型下垫面综合径流系数取值参数在规范要求范围内各类下垫面规模与图纸一致，计算过程正确。

2 复核年径流总量控制率目标分解计算及各海绵设施的有效调蓄容积及各海绵设施服务范围内雨水径流量计算合规，参数选取正确。

10.1.4【审查文件】汇水分区图

【审查要点】汇水分区图应主要审查以下内容：

1 审查汇水分区是否根据场地设计标高、排出口、雨水收集范围划分。

2 划分汇水分区的数量不应小于雨水排出口数量之和。

10.1.5【审查文件】场地竖向及雨水径流路径图

【审查要点】场地竖向及雨水径流路径图主要审查以下内容：

1 审查项目地块与周边场地及市政道路的竖向高差关系，客水不得对建设场地产生不利影响。

2 处于山地周边的地块，山体排洪应独立设置，并应满足相关规范要求。

3 海绵设施滞蓄净化容积应与汇水面积相匹配。

4 审查地面标高和汇水流向，判断雨水径流是否能顺流至海绵设施。

5 具备调蓄功能的景观水体应能顺利收集周边雨水，并根据汇水面积确定其调蓄容积。

6 应表达建设工程范围内海绵设施之间、海绵设施与排水管道、工程范围内海绵设施与市政设施或城市海绵设施之间的衔接关系，应明确超标雨水的排放措施。

10.1.6【审查文件】海绵设施布局图

【审查要点】海绵设施布局图主要审查以下内容：

1 海绵设施的布局方式、位置与《海绵城市建设项目方案设计文件》大体一致。

2 海绵设施的主要参数及调蓄容积应在海绵设施布局图上表达，规模与计算书相符。

3 海绵设施布局图应标注海绵设施汇水范围边界。

4 工业用地、仓储用地内存在连续污染源时，其附属绿地不应设置海绵设施；存在非连续污染源时，海绵设施应设置初雨弃流设施；加油站、修车厂、危险废物和化学品的储存和处置地点，污染严重的重工业场地，严禁采取渗透设施。

10.1.7【审查文件】排水总平面

【审查要点】排水总平面图主要审查以下内容：

1 室外排水管网的设计标准满足《室外排水设计标准》（GB50014）的要求，海绵设施的设置不得降低管道排水标准。

2 市政排水接驳口的位置、标高、管径，能使地块内雨水顺接排出。

3 海绵设施的溢流和排水口，能顺利接入排水管网或排入批准的受纳水体。

4 建筑屋面或高架桥路面雨水通过立管断接引入海绵设施时，根据高差和汇流量设置消能或者防冲刷措施。

5 注意场地低洼处、排水未连通处的排水设计，设计上不存在漏排、汲水、易涝点。

10.1.8【审查文件】雨水回用设施施工图

【审查要点】雨水回用设施施工图应主要审查以下内容：

1 雨水处理回用规模应与计算书一致。

2 雨水处理设施工艺选择合理、设备选型得当。

3 景观水体补水严禁采用市政供水和自备地下水井供水。

4 雨水供水管道应与生活饮用水管道分开设置，严禁回用雨水进入生活饮用水给水系统。

5 应有旱季或者回收雨量不足时的供水方案。

6 当采用生活饮用水补充景观水体以外的回用雨水时，应采取防止生活饮用水被污染的措施，并符合下列规定：

①清水池（箱）内的自来水补水管出水口应高于清水池（箱）内溢流水位，

其间距不得小于 2.5 倍补水管管径，且不应小于 150mm；

②向蓄水池（箱）补水时，补水管口应设在池外，且应高于室外地面。

7 雨水供水管道上不得装设取水龙头，并应采取下列防止误接、误用、误饮的措施：雨水供水管外壁应按设计规定涂色或标识；当设有取水口时，应设锁具或专门开启工具；水池（箱）、阀门、水表、给水栓、取水口应有明显的“雨水”标识。

10.2 建筑专业审查要点

10.2.1 【审查文件】建筑专业施工图设计说明

【审查要点】建筑专业施工图设计说明应主要审查以下内容：

1 审查设计是否安全正确采用雨水入渗系统。根据《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400）第 4.1.6 条：雨水入渗不应引起地质灾害及损害建筑物。下列场所不得采用雨水入渗系统：可能造成坍塌、滑坡灾害的场所；对居住环境以及自然环境造成危害的场所；自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊土壤地质场所。

2 审查设计是否满足安全性距离要求或是否采取相关措施。

3 审查设计是否满足一级防水等级设防要求。《种植屋面工程技术规程》（JGJ155-2013 ）第 5.1.7 条：种植屋面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。

10.2.2 【审查文件】海绵设施布局与建筑总平面图

【审查要点】海绵设施布局与建筑总平面图应主要审查以下内容：

1 建筑总平面图应落实海绵设施的平面布局，竖向设计应有利于径流汇入海绵设施。

2 海绵设施与建筑物的安全距离满足规范要求。

10.2.3 【审查文件】竖向设计图

【审查要点】竖向设计图主要审查以下内容：

1 审查地下建筑户外出入口挡水设施的高度、室内外正负零高差、内部厂平高出相邻城市道路高度满足相关规范要求。

2 场地地形坡向应使场地雨水顺利汇入具备调蓄功能的海绵设施，如下凹式绿地、景观水体等。

10.2.4【审查文件】建筑绿色屋顶平面图

【审查要点】建筑绿色屋顶平面图主要审查以下内容：

1 覆土厚度满足以下要求：简单式绿色屋顶种植土厚度应不小于 200mm，花园式绿色屋顶种植土厚度应不小于 900mm，地下室顶板种植土厚度应不小于 1500mm。

2 绿色屋顶设施安全措施符合下列要求：根据《种植屋面工程技术规程》（JGJ 155） 第 3.2.7 条：对于坡度大于 20%的绿色屋顶，其保温隔热层、防水层、蓄排水层、种植土层应采取防滑措施。

10.2.5【审查文件】海绵设施构筑物大样图

【审查要点】海绵设施构筑物大样图主要审查以下内容：

1 海绵设施构筑物，如调蓄水池等的外围护及承重结构，应在建筑专业构造大样中表达，并应满足建筑、结构相关规范的要求。

2 防渗、防水措施满足相关规范要求。

10.3 道路专业审查要点

10.3.1【审查文件】道路专业施工图设计说明

【审查要点】道路专业施工图设计说明应主要审查以下内容：

1 设计依据：包括海绵城市设计相关的主要标准、规范、技术导则、政策文件、相关基础资料等，依据应充分具有时效性。

2 项目概况：应包含项目区位、工程范围及主要工程内容等。

3 海绵城市建设主要工程概况：应说明海绵城市建设施工图中海绵设施平面布局和竖向设计。

10.3.2【审查文件】道路平面图、道路纵断面图、道路横断面图

【审查要点】道路平面图、道路纵断面图、道路横断面图主要审查以下内容：

1 道路平面图应包含透水性路面平面布置。

2 道路路面的雨水组织汇流方式，应有利于雨水流向海绵设施。

3 规划作为超标雨水径流行泄通道的城市道路，其断面及竖向设计应满足相应的设计要求，并与区域排水防涝系统相衔接。

10.3.3【审查文件】道路附属构筑物结构详图

【审查要点】道路附属构筑物结构详图主要审查以下内容：

1 透水路面材料、构造、荷载、排水以及标高关系是否满足规范要求。

2 路缘石应采用开口方式将路面径流导入海绵设施，开口尺寸及间距应根据径流量计算确定。

注：本条应结合海绵城市建设工程施工图设计计算书审查。

10.4 水利工程专业

10.4.1 【审查文件】水利水电建筑工程施工图设计说明

【审查要点】水利水电建筑工程施工图设计说明应主要审查以下内容：

1 设计依据：包括海绵城市设计相关的主要标准、规范、技术导则、政策文件、相关基础资料等，依据应充分具有时效性。

2 项目概况：应包含项目区位、工程范围及主要工程内容等。

3 海绵城市建设主要工程概况：应说明海绵城市建设施工图中海绵设施平面布局和竖向设计。

4 建设标准：（1）年径流总量控制率应优先以建设用地规划条件为标准执行，其次为各区海绵城市相关专项规划的指标要求；（2）防洪排涝设施的设计重现期和各种汇水区域的设计重现期不应小于《海绵城市建设专项规划》规定取值。（3）生态岸线恢复率：河湖堤岸整治要尽量恢复原有生态岸线。

10.4.2 【审查文件】总平面图

【审查要点】总平面图主要审查以下内容：

1 审查城市水系蓝线区域内不被占用、填埋，改造项目蓝线区域面积和调蓄容积不减少，或遵照《乌鲁木齐市海绵城市建设项目方案设计文件技术评估报告》的要求审查。

2 新建、改造河湖水系项目，生态岸线建设比例应遵照《乌鲁木齐市海绵城市建设项目方案设计文件技术评估报告》的要求审查。

3 水系改造应有利于提高城市水系的综合利用价值，符合区域地形地貌、水系分布特征及水系综合利用要求。

4 滨水绿化控制线范围内的绿化带接纳相邻城市道路等不透水面的径流雨水时，应设计为植被缓冲带，以削减径流流速和污染负荷。

5 应统筹考虑流域、河流水体功能、水环境容量、水深条件、排水口布局、竖向等因素，在滨水绿化控制区内设置湿塘、湿地、植被缓冲带、生物滞留池、调蓄设施等低影响开发设施。

6 场地竖向设计和坡向应使场地雨水顺利汇入具备调蓄功能的海绵设施，海绵设施应与排水设施顺利衔接。

7 对截留式合流制排水系统，应控制溢流污染总量和次数；对分流制排水系统，应结合海绵城市建设，削减城市径流污染。

10.5 园林景观专业审查要点

10.5.1【审查文件】园林景观总平面图

【审查要点】园林景观总平面图应主要审查以下内容：

1 景观总平面图上应落实海绵设施布局图上的内容，位置、规模与海绵设施布局一致。

2 景观总平面图上应有各海绵设施构造大样的索引。

10.5.2【审查文件】海绵设施构造大样图及参数说明

【审查要点】建议海绵设施构造大样图及参数说明由园林景观或给排水专业审查。

10.5.3【审查文件】植物配置平面图、苗木表

【审查要点】海绵设施所选择配置的植物是否选用乌鲁木齐市当地植物，如雨水花园内部是否选用耐涝抗旱植物。

10.6 结构专业审查要点

10.6.1【审查文件】结构专业计算书

【审查要点】结构专业计算书主要审查内容：计算的结构荷载应考虑设置的海绵设施所增加的负荷，且其范围应与海绵设施布置范围一致。

注：本条应结合建筑专业、海绵设施平面布局图的覆土范围和厚度审查。

10.6.2【审查文件】结构专业图纸

【审查要点】结构专业图纸应审查以下内容：

1 审查设计是否安全正确的采用雨水入渗系统。

2 审查设计是否满足雨水渗透设施的安全设置：雨水渗透设施应保证其周围构筑物的安全使用。埋在地下的雨水渗透设施距建筑物基础边缘不应小 5m，且不应对其他构筑物、管道基础产生影响。

10.7 电气专业审查要点

10.7.1 【审查文件】电气系统控制图、平面布置图

【审查要点】对于海绵设施设置有电气设备的，如水泵、水处理设备等应审查电气系统控制图、平面布置图中相应设施的设计满足相关规范要求。

11 海绵设施施工图审查要点

11.1 渗滞设施审查要点

11.1.1 透水铺装

1 透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于渗透铺装。透水铺装结构应符合《透水砖路面技术规程》（CJJ/T188）、《透水沥青路面技术规程》（CJJ/T190）和《透水水泥混凝土路面技术规程》（CJJ/T135）的规定。

2 透水铺装对道路路基强度和稳定性的潜在风险较大时，可采用半透水铺装结构。土地透水能力有限时，应在透水铺装的透水基层内设置排水管或排水板。

3 铺装面应满足承载力要求及抗冻要求。

4 以下区域慎用透水铺装，若采用，宜采用半透式铺装结构或采取必要的措施防止次生灾害发生或地下水污染的发生：可能造成陡坡坍塌、滑坡灾害的区域，膨胀土等特殊土壤地质区域、使用频率较高的商业停车场、汽车回收及维修点、加油站等径流污染严重的区域。

11.1.2 下凹式绿地构造大样

1 下凹式绿地内应设置溢流式雨水口，雨水口间距根据汇水面积计算确定；溢流口顶标高应根据海绵设施的调蓄容积需求经计算确定，一般应高于绿地 50～100mm，但不得高于周边路面。

2 复核下凹式绿地的下凹深度，与计算书一致。

注：本条应结合海绵城市建设工程施工图设计计算书审查。

3 下凹式绿地雨水下渗时间，不应大于 24h。

11.1.3 生物滞留设施构造大样

1 对于确需设在污染严重的汇水区的生物滞留设施，应选用植草沟、植被缓冲带或沉淀池等对径流雨水进行预处理。

2 生物滞留设施设于道路边绿化带时，设施靠近路基部分应作防渗处理。生物滞留设施确需设于径流污染严重的、或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，或距离建筑物基础小于 5m（水平距离）的区域，应在生物滞留设施底部和周边进行防渗处理。

3 复杂型生物滞留设施结构层外侧及底部应设置透水土工布，防止周围原土侵入。

4 生物滞留设施内应设溢流装置，包括溢流管、排水蓖子等，其顶部标高宜低于汇水面 100mm。

5 审查生物滞留设施的构造做法，应自上而下包括蓄水层、植被及种植土层、砂层、砾石排水层及调蓄层等。审查土壤和介质配比、各结构层介质粒径、饱和渗透能力、有效调蓄深度等。蓄水层深度应与计算书一致，最高不超过 400mm，并应设 100mm 的超高。

注：本条应结合海绵城市建设工程施工图设计计算书审查。

6 审查生物滞留设施的调蓄容积与其汇水区域相匹配。

注：本条应结合海绵设施汇水分区图、进行审查。

7 生物滞留设施蓄水层深度，应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能等因素确定。

8 审查生物滞留设施的排空时间满足国家和地方规范的要求。

11.1.4 绿色屋面构造大样

简单式绿色屋面种植土厚度应不小于 100mm，花园式绿色屋面种植土厚度应不小于 900mm，地下室顶板种植土厚度应不小于 1500mm。

11.2 储存设施审查要点

11.2.1 雨水湿地

1 雨水湿地的设计规模应能满足防洪要求。

2 结合计算书，审查雨水湿地的调节容积的排空时间应≤24h。

3 雨水湿地进口应设置缓冲消能设施，并设置前置预处理池。

11.2.2 雨水桶（罐）

雨水罐容积大小，应结合场地条件、海绵设施建设控制性指标和引导性指标，并经工程计算确定。

11.3 调蓄设施审查要点

11.3.1 调蓄设施

1 调蓄设施的设计调蓄量应根据雨水设计流量和调蓄设施的主要功能，经计算确定。以雨水储蓄为目的并有景观需求的小区水体调蓄工程，应标明景观水位

等，计算水量平衡，校核水体面积和有效调蓄深度。

2 雨水调蓄工程应设置溢流和放空设施，雨水调蓄设施的排空时间不应超过12h，且出水管管径不应超过市政管道排水能力。

3 结合地下空间建设的雨水调蓄设施，应有防止雨水倒灌的措施。

4 雨水调蓄工程应设置警示牌和相应的安全防护措施。

5 具有渗透功能的调蓄设施的底部应比当地季节性最高地下水位高1m，当不能满足要求时，应在底部敷设防渗材料。

6 具有渗透功能的调蓄设施与周围建筑基础之间应满足规范对于安全距离的要求，当安全距离无法满足时，应采取在调蓄设施四周敷设厚度不小于1.2mm的防渗膜等措施，避免对路基或地基产生影响。

11.4 转输设施审查要点

11.4.1 渗井和渗管（渠）

1 雨水通过渗井下渗前应通过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理。

2 渗透检查井的出水管的管内底高程应高于进水管管顶，但不应高于上游相邻井的出水管管底。

11.4.2 植草沟

1 植草沟应满足《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建》第4.7.2.13条中相关要求：

（1） 浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形；

（2） 植草沟的边坡坡度（垂直：水平）不宜大于1：3，纵坡不应大于4%。纵坡较大时宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎。

2 植草沟应采用重力流排水。

3 植草沟进水设计应考虑分散消能措施。

4 当植草沟兼具排水通道功能时，其排水能力设计重现期应与场地排水设计重现期一致。

11.4.3 路缘石

路缘石开口尺寸以及开口间距根据服务汇水面积确定，同时考虑路缘石的承载力，开口不宜过大、过密。

附录

附录 A 乌鲁木齐市降雨分析

A.1 降雨特性

通过对乌鲁木齐市域内天山气象站等 8 个气象站和乌拉泊水文站等 4 个水文站的气象水文资料分析得出乌鲁木齐市暴雨特性如下：

（1）乌鲁木齐降水量地区分布不均匀。降水分布总趋势为山区多，平原少；西部多，东部少；迎风坡多，背风坡少；

（2）暴雨主要集中在 5～8 月；大暴雨（雨量大于 50mm 以上）集中在 6～8 月；

（3）大雨（雨量大于 10mm 以上）、暴雨（雨量大于 30mm 以上）、大暴雨（雨量大于 50mm 以上）的年发生频率分别为 74%、20%、6%；

（4）暴雨地区分布是：山区大于平原，郊区大于市区，局部性暴雨常见，暴雨走向大多是自西南向东北。

A.2 短历时分析

A.2.1 短历时雨型分析

对乌鲁木齐市 30 年降雨资料进行统计分析归纳，乌鲁木齐市短历时强降雨大多在 120 分钟以内。因此分析短历时降雨雨型主要反映在 120 分钟的暴雨时程分布，在 1 年、2 年、3 年、5 年、10 年不同重现期下的 120 分钟降雨总量分别为 8mm 、 11mm 、 12mm 、 14mm 、 17mm 。 峰 值 雨 强 分 别 为 1.53mm/min 、 2.10mm/min、2.43mm/min、2.85mm/min、3.41mm/min。其中，0-20min 降雨强度增长缓慢，20-36min 降雨强度增长较快，第 36min 降雨强度达到峰值，36-84min 降雨强度下降较快，84-100min 之后降雨强度下降的较慢，100min 之后降雨强度稳定在一个较小值，雨峰系数约为 0.32。

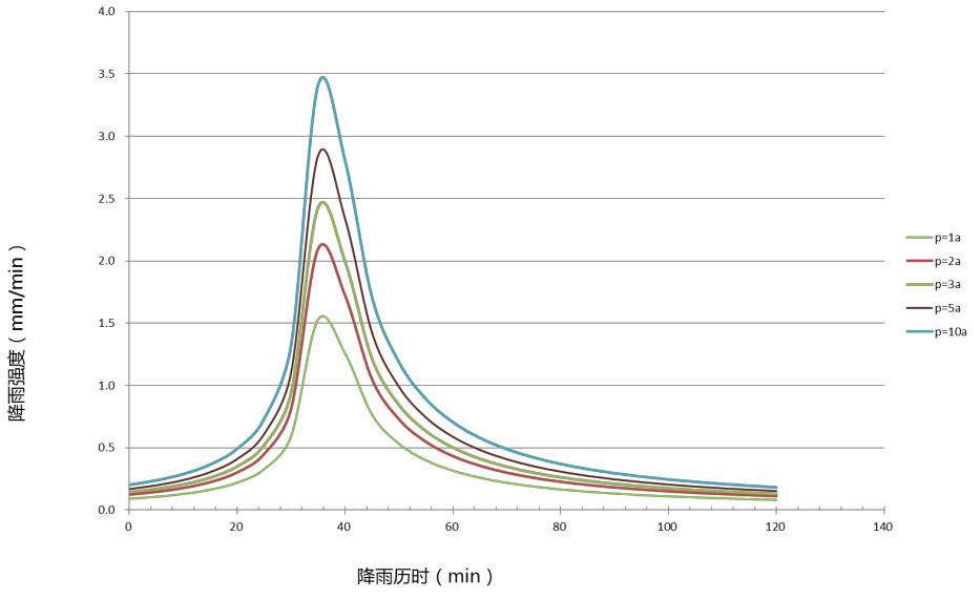


图 A.2.1 短历时雨型

A.2.2 暴雨强度分析

乌鲁木齐市依据 1981～2010 年共 30 年实测降雨资料，采用年多个样法选取数据，通过指数分布曲线进行频率调整，直接拟合法推求，得到暴雨强度公式：

$$q = \frac{693(1 + 1.123 \lg P)}{(t + 15)^{0.841}} \qquad （A.2.2）$$

式中：q——设计暴雨强度，L/（s·hm^2）；

t——降雨历时，min；

P——设计重现期，年。非中心城区取 2～3 年，中心城区的重要地区取 5～10 年，中心城区的其他地区取 2～5 年，中心城区下穿立交道路、地下通道和下沉式广场等取 20～30 年，非中心城区下穿立交道路不应小于 10 年，高架道路雨水管渠设计重现期不应小于 5 年。内涝防治设计重现期为 30～50 年。

A.2.3 暴雨强度查算表

重现期分别为 2 年、3 年、5 年、10 年、20 年、50 年时的乌鲁木齐市暴雨强度查算见表 A.2.3—1～A.2.3—7。

表 A.2.3-1 *P*=2a 暴雨强度查算表（$q=\frac{693(1+1.123\lg P)}{(t+15)^{0.841}}$）

t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]
5	74.652	34	35.136	63	23.766	92	18.218
6	71.651	35	34.544	64	23.513	93	18.076
7	68.902	36	33.974	65	23.265	94	17.936
8	66.373	37	33.423	66	23.024	95	17.799
9	64.040	38	32.892	67	22.787	96	17.664
10	61.879	39	32.379	68	22.556	97	17.531
11	59.871	40	31.883	69	22.330	98	17.401
12	58.000	41	31.404	70	22.109	99	17.272
13	56.253	42	30.940	71	21.892	100	17.146
14	54.617	43	30.491	72	21.681	101	17.022
15	53.082	44	30.055	73	21.473	102	16.899
16	51.638	45	29.633	74	21.270	103	16.779
17	50.278	46	29.224	75	21.071	104	16.660
18	48.993	47	28.827	76	20.876	105	16.543
19	47.779	48	28.442	77	20.685	106	16.428
20	46.628	49	28.068	78	20.498	107	16.315
21	45.536	50	27.704	79	20.315	108	16.203
22	44.499	51	27.351	80	20.135	109	16.093
23	43.512	52	27.007	81	19.958	110	15.985
24	42.572	53	26.673	82	19.785	111	15.878
25	41.675	54	26.347	83	19.615	112	15.773
26	40.818	55	26.030	84	19.448	113	15.669
27	40.000	56	25.722	85	19.284	114	15.567
28	39.216	57	25.421	86	19.124	115	15.466
29	38.465	58	25.128	87	18.966	116	15.367
30	37.745	59	24.842	88	18.811	117	15.269
31	37.053	60	24.563	89	18.659	118	15.172
32	36.389	61	24.291	90	18.509	119	15.077
33	35.751	62	24.025	91	18.362	120	14.983

表 A.2.3-2 P=3a 暴雨强度查算表（$q=\frac{693(1+1.123\lg P)}{(t+15)^{0.841}}$）

t (min)	q $[L/(s\cdot hm^2)]$	t (min)	q $[L/(s\cdot hm^2)]$	t (min)	q $[L/(s\cdot hm^2)]$	t (min)	q $[L/(s\cdot hm^2)]$
5	85.685	34	40.329	63	27.278	92	20.910
6	82.240	35	39.649	64	26.988	93	20.747
7	79.085	36	38.995	65	26.704	94	20.587
8	76.183	37	38.363	66	26.426	95	20.430
9	73.504	38	37.753	67	26.155	96	20.275
10	71.024	39	37.164	68	25.890	97	20.122
11	68.719	40	36.595	69	25.630	98	19.972
12	66.572	41	36.045	70	25.376	99	19.825
13	64.567	42	35.512	71	25.128	100	19.680
14	62.689	43	34.997	72	24.885	101	19.537
15	60.927	44	34.497	73	24.647	102	19.397
16	59.270	45	34.013	74	24.414	103	19.258
17	57.708	46	33.543	75	24.185	104	19.122
18	56.234	47	33.088	76	23.962	105	18.988
19	54.840	48	32.646	77	23.742	106	18.856
20	53.519	49	32.216	78	23.527	107	18.726
21	52.266	50	31.799	79	23.317	108	18.598
22	51.075	51	31.393	80	23.110	109	18.472
23	49.943	52	30.999	81	22.908	110	18.347
24	48.864	53	30.615	82	22.709	111	18.225
25	47.834	54	30.241	83	22.514	112	18.104
26	46.851	55	29.877	84	22.322	113	17.985
27	45.911	56	29.523	85	22.135	114	17.868
28	45.011	57	29.178	86	21.950	115	17.752
29	44.150	58	28.841	87	21.769	116	17.638
30	43.323	59	28.513	88	21.591	117	17.525
31	42.530	60	28.193	89	21.416	118	17.414
32	41.767	61	27.881	90	21.245	119	17.305
33	41.034	62	27.576	91	21.076	120	17.197

表 A.2.3-3 P=5a 暴雨强度查算表（$q=\frac{693(1+1.123\lg p)}{(t+15)^{0.841}}$）

t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]
5	99.584	34	46.871	63	31.703	92	24.302
6	95.581	35	46.081	64	31.366	93	24.113
7	91.914	36	45.320	65	31.036	94	23.927
8	88.541	37	44.586	66	30.713	95	23.744
9	85.428	38	43.877	67	30.398	96	23.564
10	82.545	39	43.193	68	30.089	97	23.387
11	79.867	40	42.532	69	29.788	98	23.212
12	77.371	41	41.892	70	29.493	99	23.041
13	75.041	42	41.273	71	29.204	100	22.872
14	72.859	43	40.674	72	28.922	101	22.706
15	70.811	44	40.093	73	28.645	102	22.543
16	68.885	45	39.531	74	28.374	103	22.382
17	67.070	46	38.985	75	28.109	104	22.224
18	65.356	47	38.455	76	27.849	105	22.068
19	63.736	48	37.941	77	27.594	106	21.915
20	62.201	49	37.442	78	27.344	107	21.764
21	60.745	50	36.957	79	27.099	108	21.615
22	59.361	51	36.486	80	26.859	109	21.468
23	58.044	52	36.027	81	26.624	110	21.323
24	56.790	53	35.581	82	26.393	111	21.181
25	55.594	54	35.147	83	26.166	112	21.041
26	54.451	55	34.724	84	25.943	113	20.902
27	53.359	56	34.312	85	25.725	114	20.766
28	52.313	57	33.911	86	25.511	115	20.632
29	51.311	58	33.520	87	25.300	116	20.499
30	50.351	59	33.139	88	25.094	117	20.368
31	49.429	60	32.767	89	24.890	118	20.239
32	48.543	61	32.404	90	24.691	119	20.112
33	47.691	62	32.049	91	24.495	120	19.987

表 A.2.3-4 P=10a 暴雨强度查算表（$q=\frac{693(1+1.123\lg P)}{(t+15)^{0.841}}$）

t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]
5	118.445	34	55.748	63	37.708	92	28.905
6	113.683	35	54.809	64	37.306	93	28.680
7	109.322	36	53.903	65	36.913	94	28.458
8	105.310	37	53.030	66	36.530	95	28.240
9	101.607	38	52.188	67	36.155	96	28.026
10	98.178	39	51.374	68	35.788	97	27.816
11	94.993	40	50.587	69	35.429	98	27.609
12	92.025	41	49.826	70	35.079	99	27.405
13	89.253	42	49.090	71	34.735	100	27.204
14	86.658	43	48.377	72	34.399	101	27.007
15	84.222	44	47.687	73	34.070	102	26.813
16	81.931	45	47.017	74	33.748	103	26.621
17	79.772	46	46.368	75	33.432	104	26.433
18	77.734	47	45.738	76	33.123	105	26.248
19	75.807	48	45.127	77	32.820	106	26.065
20	73.981	49	44.533	78	32.523	107	25.885
21	72.249	50	43.956	79	32.232	108	25.708
22	70.603	51	43.396	80	31.946	109	25.534
23	69.038	52	42.850	81	31.666	110	25.362
24	67.546	53	42.320	82	31.391	111	25.193
25	66.123	54	41.803	83	31.122	112	25.026
26	64.764	55	41.301	84	30.857	113	24.861
27	63.464	56	40.811	85	30.597	114	24.699
28	62.221	57	40.334	86	30.342	115	24.539
29	61.029	58	39.868	87	30.092	116	24.381
30	59.887	59	39.415	88	29.846	117	24.226
31	58.790	60	38.972	89	29.605	118	24.073
32	57.736	61	38.541	90	29.367	119	23.921
33	56.723	62	38.119	91	29.134	120	23.772

表 A.2.3-5 P=20a 暴雨强度查算表（$q=\frac{693(1+1.123\lg P)}{(t+15)^{0.841}}$）

t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]
5	137.306	34	64.625	63	43.712	92	33.508
6	131.786	35	63.536	64	43.246	93	33.246
7	126.729	36	62.487	65	42.791	94	32.990
8	122.079	37	61.475	66	42.347	95	32.737
9	117.787	38	60.498	67	41.912	96	32.489
10	113.812	39	59.554	68	41.487	97	32.245
11	110.119	40	58.642	69	41.071	98	32.005
12	106.679	41	57.760	70	40.664	99	31.769
13	103.465	42	56.907	71	40.266	100	31.536
14	100.457	43	56.081	72	39.877	101	31.307
15	97.633	44	55.280	73	39.495	102	31.082
16	94.977	45	54.504	74	39.122	103	30.860
17	92.475	46	53.752	75	38.756	104	30.642
18	90.112	47	53.022	76	38.397	105	30.427
19	87.878	48	52.313	77	38.046	106	30.216
20	85.762	49	51.625	78	37.702	107	30.007
21	83.754	50	50.956	79	37.364	108	29.802
22	81.846	51	50.306	80	37.033	109	29.600
23	80.031	52	49.674	81	36.708	110	29.400
24	78.301	53	49.059	82	36.390	111	29.204
25	76.652	54	48.460	83	36.077	112	29.011
26	75.076	55	47.877	84	35.771	113	28.820
27	73.570	56	47.309	85	35.469	114	28.632
28	72.129	57	46.756	86	35.174	115	28.446
29	70.748	58	46.217	87	34.884	116	28.264
30	69.423	59	45.691	88	34.599	117	28.084
31	68.152	60	45.178	89	34.319	118	27.906
32	66.930	61	44.678	90	34.044	119	27.731
33	65.755	62	44.189	91	33.773	120	27.558

表 A.2.3-6 P=50a 暴雨强度查算表（$q=\frac{693(1+1.123\lg P)}{(t+15)^{0.841}}$）

t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]	t (min)	q [L/(s · hm^2)]
5	162.238	34	76.360	63	51.650	92	39.592
6	155.716	35	75.073	64	51.099	93	39.283
7	149.741	36	73.833	65	50.562	94	38.980
8	144.247	37	72.637	66	50.036	95	38.682
9	139.175	38	71.483	67	49.522	96	38.389
10	134.478	39	70.368	68	49.020	97	38.100
11	130.115	40	69.291	69	48.529	98	37.816
12	126.050	41	68.248	70	48.048	99	37.537
13	122.253	42	67.240	71	47.578	100	37.263
14	118.698	43	66.264	72	47.118	101	36.992
15	115.361	44	65.318	73	46.667	102	36.726
16	112.224	45	64.401	74	46.226	103	36.464
17	109.267	46	63.512	75	45.793	104	36.206
18	106.475	47	62.650	76	45.370	105	35.952
19	103.835	48	61.812	77	44.955	106	35.702
20	101.335	49	60.999	78	44.548	107	35.456
21	98.962	50	60.209	79	44.149	108	35.213
22	96.708	51	59.441	80	43.758	109	34.975
23	94.563	52	58.694	81	43.374	110	34.739
24	92.520	53	57.967	82	42.998	111	34.507
25	90.570	54	57.259	83	42.628	112	34.278
26	88.709	55	56.571	84	42.266	113	34.053
27	86.929	56	55.900	85	41.910	114	33.831
28	85.226	57	55.246	86	41.561	115	33.612
29	83.594	58	54.609	87	41.218	116	33.396
30	82.029	59	53.988	88	40.881	117	33.183
31	80.527	60	53.382	89	40.550	118	32.973
32	79.083	61	52.790	90	40.225	119	32.766
33	77.695	62	52.213	91	39.906	120	32.562

A.3 长历时降雨分析

对乌鲁木齐市超标雨水地表漫流控制工程影响作用较大的是长历时持续性强降雨。分析统计乌鲁木齐市 30 年实测降雨资料，24h 各频率设计暴雨总降雨量见表 A.3。24h 降雨频率曲线见图 A.3。

表 A.3 不同重现期 24h 总降雨量

重现期（年）	100	50	30	20	10	5	3	2	1
降雨量（mm）	81.9	79.3	76.39	74.46	71.1	67.62	64.96	62.79	58.93

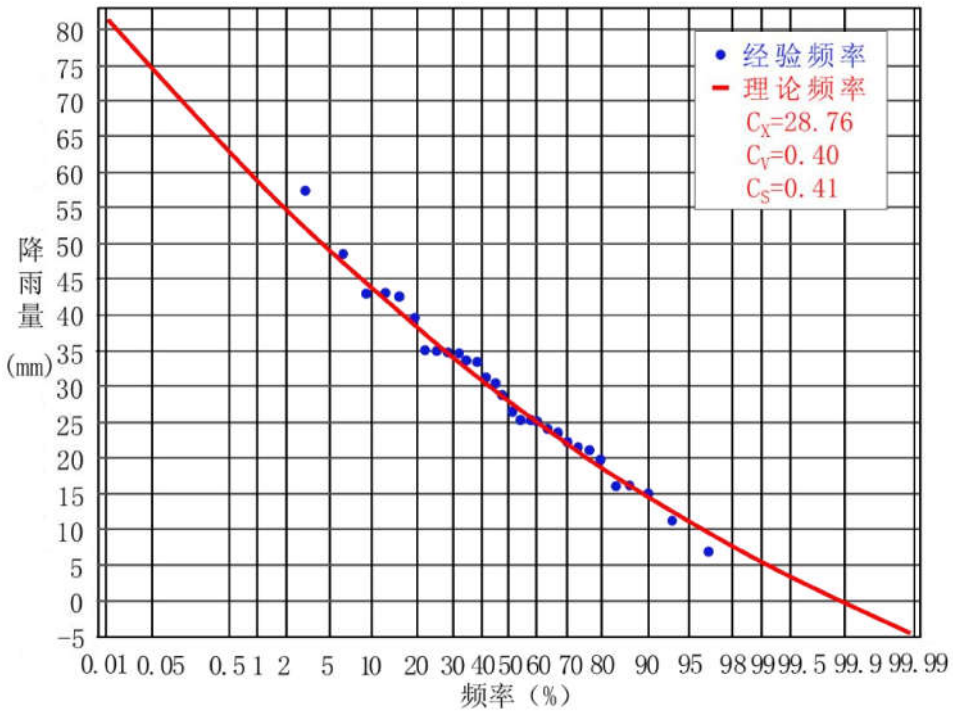


图 A.3 乌鲁木齐市 24h 降雨频率曲线图

附录 B 乌鲁木齐市年径流总量控制率与设计降雨量对照关系

B.1 对乌鲁木齐降雨资料进行分析，年径流总量控制率与设计降雨量的关系见表 B.1 和图 B.1。

表 B.1 乌鲁木齐市年径流总量控制率与设计降雨量对应表

径流总量控制率	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
设计降雨量（mm）	4.4	5.1	6.0	7.0	8.2	9.6	11.3
径流总量控制率	83%	84%	85%	86%	87%	88%	89%
设计降雨量（mm）	12.4	12.9	13.4	13.9	14.5	15.1	15.8
径流总量控制率	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%
设计降雨量（mm）	16.5	17.3	18.2	19.3	20.4	21.7	23.4

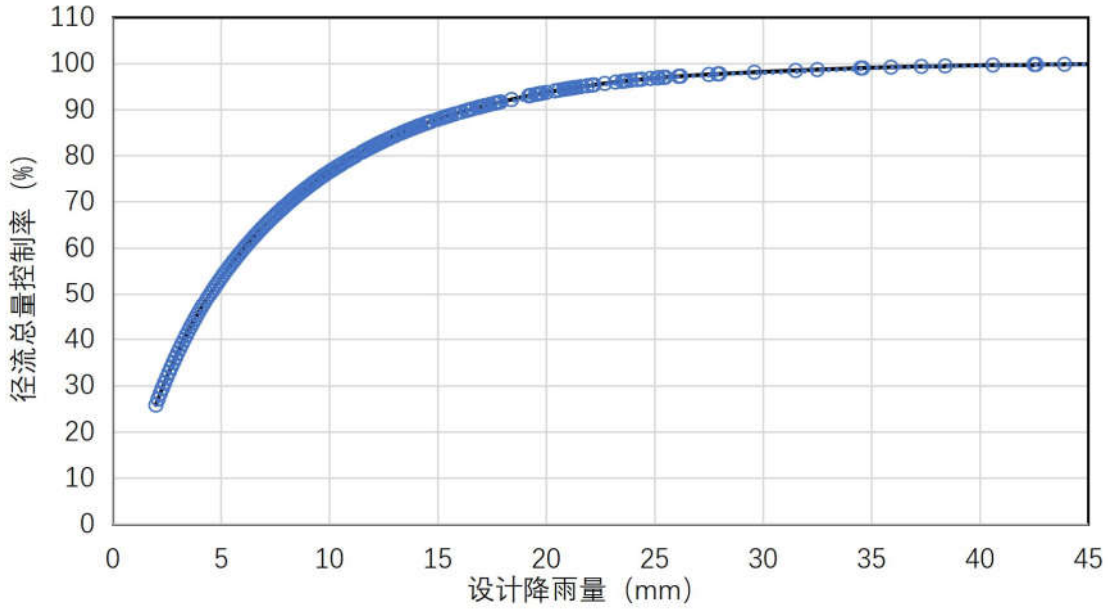


图 B.1 乌鲁木齐市径流总量控制率与设计关系曲线图

B.2 当年径流总量控制率大于 50%且小于 85%时，也可以按公式（B.1）计算设计降雨量：

$$H = 0.9172\mathrm{e}^{3.137\beta} \qquad (B.1)$$

式中，H——设计降雨量，mm；

β——径流总量控制率。

附录 C 乌鲁木齐市系统化推进海绵城市建设的特征

C1 降雪量较大地区堆雪和雪水资源利用的需求

乌鲁木齐市城区年平均降雪量为 248.5 mm，年均降雪频次为 100 次，堆雪是乌鲁木齐需要面对的问题。在渗透设施里堆雪有助于减少融雪水产生的径流峰值，并有利于渗透。因此可充分利用 LID 设施如下沉式绿地、生物滞留设施和植草沟等堆雪，也可积极探索集中堆雪及其雪水利用的模式。

C2 水资源缺乏地区雨水利用的需求

据统计，2019 年乌鲁木齐市全年用水量达到 11.32 亿 m^3；据预测，总用水量缓慢升至 11.5 亿 m^3。根据《乌鲁木齐市水资源调查与评价》报告，乌市地下水可开采量为 0.29 亿 m^3/a；地表水可供水量为 8.12 亿 m^3/a；外调水量为 1.46 亿 m^3/a；回用水量为 1.5 亿 m^3/a。总可供水量为 11.37 亿 m^3/a，比 2025 年用水量少 0.13 亿 m^3。

乌鲁木齐市地处缺水性地区，而且自身水资源有限，承载能力极其有限。如何充分利用雨水资源，缓解水资源短缺的问题，是海绵城市建设需要重点关注的问题。

C3 冬季寒冷区域透水设施的冻融影响

乌鲁木齐市四季分明，冬季漫长，温度较低，冻土深度达 1.44m，对海绵城市建设具有很大程度的影响。具体有：低温导致的沉速降低、生物活性减弱、水体被冰层覆盖并降低溶解氧浓度等，较大的冻土深度导致的冻融破坏、降低土壤渗透系数等，缩短植物生长时间，春季降雨与融化雪水叠加增大径流量、融雪水较大的污染物浓度、融雪剂对海绵设施的影响以及雪的堆积等问题。

C4 湿陷性黄土地区自然渗透的特征

乌鲁木齐市部分区域有湿陷性黄土，如红光山周边等地。海绵城市诸多设施，尤其是以渗透、滞留为主要功能的生态化设施，均面临地基沉降、过度渗透后土壤板结与冲刷等问题。对于生物滞留设施、植草沟、透水铺装等，必须充分考虑径流的疏导与周边基础防护结构的完整和有效，才能够避免出现路基或地基失稳、沉降、坍塌等工程事故。

附录 D 各类型土壤 pH 范围值表

表 D 各类型土壤 pH 范围值表

土壤名称	pH 值
火山灰土	6.6 左右
灰化土	5.2 左右
灰棕壤	6.0 左右
白浆土	5.8 左右
黑土	6.4 左右
草甸土	5.7 左右
冲积土	6.1 左右
沼泽土	5.6 左右
泥炭土	5.4 左右
石灰岩土	7.5 左右
水稻土	5.9 左右
黑钙土	5.6 左右

注：以项目地土壤理化性质化验分析为准，本表仅为参考

附录 E 各类型土壤的渗透系数

表 E 不同土质类别的渗透系数经验值

土质类别	K（m/s）	土质类别	K（m/s）
杂填土	3×10^{-4}～8×10^{-4}	卵石	1.5×10^{-4}～7×10^{-4}
素填土	1.5×10^{-4}	中风化砂岩	5×10^{-6}～2×10^{-5}
粉土	3×10^{-6}～6×10^{-6}	中风化泥岩	4×10^{-6}～1×10^{-5}
冲洪积粉土	1×10^{-4}～1.0×10^{-3}	中风化砾岩	1.5×10^{-5}
黄土状粉土	2×10^{-6}	全风化泥岩	1×10^{-5}
含砾粉土	6×10^{-6}～1×10^{-5}	全风化砂岩	1×10^{-5}
细砂	2×10^{-4}	强风化砂岩	8×10^{-6}～1×10^{-4}
角砾	6×10^{-4}～1×10^{-3}	强风化泥岩	8×10^{-6}～2×10^{-5}
圆砾	3×10^{-4}～4×10^{-4}	强风化炭质泥岩	2×10^{-5}
砾砂	1.7×10^{-4}	强风化砾岩	5×10^{-5}

附录 F 海绵城市建设工程施工图资料清单

附录 F 海绵城市建设工程施工图资料清单

项目名称					资料阶段	施工图
报送人			联系方式		报送时间	结论
序号	类别	资料名称				
1	基础资料	《乌鲁木齐市海绵城市建设项目方案设计文件》				
2		《乌鲁木齐市海绵城市建设项目方案设计文件技术评估报告》				
3		建设项目海绵设施建设目标表				
4		建设项目海绵城市专项设计方案自评表				
5	地勘	详细地质勘查报告				
6	给排水专业海绵专项	海绵城市设计说明专篇				
7		汇水分区图				
8		雨水径流组织图				
9		海绵设施布局综合平面图				
10	道路专业	道路专业设计说明				
11		海绵设施布局与道路平面图				
12		道路横断面图（含海绵设施构造）				
13		路面结构图				
14	建筑	建筑专业设计说明				
15		海绵设施布局与建筑总平面图				
16		竖向设计图				
17		建筑屋顶平面图				
18		海绵设施构筑物大样图				
19	园林景观	园林景观总平面图（参考图、不审查）				
20		海绵设施参数说明或设施大样图				
21	给排水	给排水专业设计说明				
22		室外排水总平面				

23		雨水回用设施施工图		
24	其他	交通、绿化（参考图、不审查）、电力等专业图纸		
25				
26				
注：				

附录 G 施工图审查相关表格

附表 F.1 建设项目海绵设施建设目标表

指标类型	序号	指标名称	上位规划	方案设计
控制性指标	1	年径流总量控制率（%）		
	2	年径流污染控制率（%）		
	3	雨水管网设计暴雨重现期		
其他指标	4	下沉式绿地率		
	5	透水铺装率		
	6	雨水资源设计利用量		
	7	设计综合雨量径流系数		
	8			

注：当上位规划或通过评估的方案对相关指标提出要求时，填写 4～8 项。

附表 G.2 建设项目海绵城市专项设计方案自评表

<table>
<tr><td colspan="4">年径流总量控制率目标（%）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">年径流总量控制率目标对应设计降雨量（mm）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">指标</td><td>备注</td></tr>
<tr><td rowspan="11">下垫面情况</td><td>排水分区个数</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>排水口个数</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">屋顶</td><td>总面积（m^2）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>绿色屋面面积（m^2）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>其他软化屋顶面积（m^2）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">铺装面积</td><td>总面积（m^2）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>透水铺装面积（m^2）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">绿化</td><td>总面积（m^2）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>水体面积（m^2）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>综合雨量径流系数</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">设施核算</td><td rowspan="5">具体控制容积的设施</td><td>总容积（m^3）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>地表水体（景）调蓄容积（m^3）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>生物滞留设施蓄水容积（m^3）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>地下蓄水设施蓄水容积（m^3）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>雨水桶蓄水容积（m^3）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">竖向用地控制</td><td>地下建筑</td><td>户外出入口挡水设施高度（m）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>内部厂平</td><td>高出相邻城市道路高度（m）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>地面建筑</td><td>室内外正负零高差（m）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">综合自评</td><td>控制性指标评价</td><td>目标值</td><td>完成值</td></tr>
<tr><td>年径流总量控制率（%）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>年径流污染去除率</td><td></td><td></td></tr>
</table>

	（%）		
	雨水管网设计		
	重现期（年）		
	建议性指标	目标值	完成值
	下沉式绿地率		
	透水铺装率		
	雨水资源设计利用量		
	设计综合雨量径流系数		
	结论	本项目控制性指标____（达标或不达标），建议性指标（达标或不达标）	

本导则用词说明

1 为便于在执行本指南条文时区别对待，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、规范执行的写法为“应符合……的要求或规定”或为“应按……执行”。

引用标准名录

1《室外排水设计标准》（GB50014-2021）

2《城市排水工程规划规范》（GB50318-2017）

3《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）

4《城镇污水再生利用工程设计规范》（GB50335-2016）

5《城市污水再生利用分类》（GB/T18919-2002）

6《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）

7《国家森林城市评价指标》（GB/T 37342-2019）

8《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400-2016）

9《绿色建筑评价标准》（GB/T50378-2019）

10《民用建筑绿色设计规范》（JGJ/T229-2010）

11《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）

12《建筑给水排水设计规范》（GB 50015-2019 ）

13《种植屋面工程技术规程》（JGJ155-2013）

14《透水砖路面技术规程》（CJ/T 188-2012）

15《屋面工程技术规范》（GB50345-2012）

16《坡屋面工程技术规范》（GB50693-2011）

17《屋面工程质量验收规范》（GB50207-2012）

18《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ 82-2012）

19《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）

20《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）

21《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300-2013）

22《地下防水工程质量验收规范》（GB50208-2011）

23《建筑屋面雨水排水系统技术规程》（CJJ142-2014）

24《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）

25《城市绿地设计规范》（GB50420-2007）

26《海绵城市建设评价标准》（GB/T 51345-2018）

27《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》（试行）

28《低影响开发雨水控制利用 基础术语》（GB/T 39599-2020）

29《低影响开发雨水控制利用 设施分类》（ GB/T38906-2020）

30《建筑与小区低影响开发技术规程》（T/CECS469-2017）

31《多雨地区低影响开发设施设计标准》（T/CECA20008-2021）

32《海绵城市低影响开发设施比选方法技术导则》（T/CECS866-2021）

条文说明（定稿后从正文拷贝过来）