

海绵城市建设适用技术丛书

小区雨水收集利用 规划与设计

水浩然 主编



中国建材工业出版社

海绵城市建设适用技术丛书

小区雨水收集利用 规划与设计

水浩然 主编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

小区雨水收集利用规划与设计/水浩然主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2016. 6

(海绵城市建设适用技术丛书)

ISBN 978-7-5160-1493-6

I. ①小… II. ①水… III. ①雨水资源-资源利用-研究
IV. ①TV21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 117921 号

小区雨水收集利用规划与设计

水浩然 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京金特印刷有限责任公司

开 本: 710mm×1000mm 1/16

印 张: 15

字 数: 288 千字

版 次: 2017 年 6 月第 1 版

印 次: 2017 年 6 月第 1 次

定 价: 58.00 元

本社网址: www.jccbs.com 微信公众号: [zgjcgychs](https://www.weixin.com/zgjcgychs)

本书如出现印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换。联系电话: (010)88386906

《海绵城市建设适用技术丛书》

组编单位：全联城市基础设施商会
全联城市基础设施商会绿道专委会
海绵城市产业联盟

主编单位：宏祥新材料股份有限公司
北京卓创和信建筑材料有限公司
广州腾威科技有限公司

编 委 会

主 任：李占通
副 主 任：水浩然 杨永起 程 林 杜继秋 崔占明
全 泉 赵德贤
委 员：李同辉 段海林 曾 宇 吴俊奇 王 欣
邵志军 刘好武 张红广 续 进

《小区雨水收集利用规划与设计》

主 编：水浩然
副 主 编：杜继秋 崔占明 全 泉 赵德贤
参编人员：刘好武 张红广 续 进 张 任 王钟鸣
王小丽

参编单位：宏祥新材料股份有限公司
北京卓创和信建筑材料有限公司
广州腾威科技有限公司
小儒技术（深圳）有限公司
江西绿岛科技有限公司

前言

快速的城市化进程加之气候变化的影响，改变了城市区域暴雨的径流条件，使雨水径流总量增大，洪峰流量提高，洪峰出现的时间提前。尤其是随着城镇化进程的加快，道路、广场、楼房等大量人工建筑使城市硬化地面和屋面迅速增加，直接影响着城市原始的水系统，使土壤渗透系数减小，雨水入渗量减少，地下水源的涵养和补给受到阻碍，地下水位急剧下降。目前，我国城市雨水大多采用“道路边沟—雨水口—连接管—检查井—市政雨水管线”的传统排水方式，这种雨水排除方式的重点放在“排”字上，其结果是降水后雨水迅速形成了地面径流，并携带市区污水进入城市水系统，使径流水质变差，水中的固体悬浮物及污染物浓度大幅提高。城市暴雨径流大量增加后，会使雨水排水系统的过水能力不足，以至于引起城市下游洪水泛滥，城市中雨水道拥堵返水，造成交通中断，下凹式立交桥及地下通道淹没，房屋和财产受到破坏和损失。

针对传统城市雨水排放表现出的严重缺陷，近年来产生了海绵城市的理念。所谓海绵城市是指城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的雨水“释放”并加以利用。在海绵城市建设中，首先，建筑设计与改造的主要途径是推广普及绿色屋顶、透水停车场、雨水收集利用设施等。其次，通过绿色屋顶、透水地面和雨水储罐收集到的雨水，经过净化既可以作为生活杂用水，也可以作为消防用水和应急用水，可大幅提高建筑用水的节约和循环利用，体现低影响开发的内涵。海绵城市就像一块海绵那样，能把水循环利用起来，把初期雨水径流的污染削减掉。同时，通过雨水的储存与渗透，将雨水渗入地下补充地下水，使地下水系得到涵养，地下水位缓慢回升，修复水生态系统。

城市雨水收集回用系统的建立是城镇建设的新课题，尚处在研讨和推广阶段。本书出版的目的是基本理清建筑和小区雨水收集和利用系统的构架，概要介绍了雨水收集利用规划和设计方法，供同行在做此项工作时参考。由于作者水平有限、经验不足，文中若有错误和不妥之处，恳请不吝赐教。

水浩然
2017.4

目 录

1 小区雨水收集利用规划要点	1
1.1 规划小区的规模划分	1
1.2 规划内容要点	1
2 小区雨水收集利用工程设计要点	22
2.1 屋面雨水蓄渗系统	22
2.2 小区道路雨水蓄渗系统	28
2.3 屋面雨水收集回用系统	42
2.4 小区硬性地面雨水收集回用系统	59
2.5 雨水调蓄排放系统	67
3 雨水收集利用工程设施介绍	89
3.1 雨水设施分类图	89
3.2 雨水设施分项介绍	90
3.2.1 铺面	90
3.2.2 管渠	107
3.2.3 截污、弃流设施	111
3.2.4 连接设施	117
3.2.5 储存设施	126
3.2.6 处理设施	131
3.2.7 监测及管理设施	137
4 雨水收集利用工程规划设计的内容和深度	142
4.1 参与专业与配合	142
4.2 不同设计阶段各专业的工作内容	142
4.3 规划阶段内容和深度	143
4.3.1 规划内容	143
4.3.2 控制目标	143
4.4 施工图设计阶段内容和深度	145
4.4.1 总图、建筑专业	145
4.4.2 景观(园林)专业	145
4.4.3 道路专业	146

4.4.4	给排水专业	147
4.4.5	结构及电气专业	147
5	雨水收集利用产品与举例	148
5.1	海绵城市离不开的土工合成材料	148
5.1.1	产品介绍	148
5.1.2	企业成长史	154
5.2	卓创环保彩色透水路面	155
5.2.1	产品介绍	155
5.2.2	适用范围	157
5.2.3	施工方法	158
5.2.4	施工注意事项	161
5.2.5	道路设计结构案例	161
5.2.6	卓创部分工程案例	162
5.2.7	企业介绍	166
5.3	固瑞达 (Greenhalt) 海绵绿道和海绵透水产品	167
5.3.1	产品介绍	167
5.3.2	典型案例	168
5.3.3	企业介绍	169
5.4	城市内涝监测预警系统	169
5.4.1	城市内涝监测预警系统介绍	169
5.4.2	案例介绍	179
5.4.3	企业介绍	182
5.5	海绵城市玻璃钢雨水收集、调蓄、渗透设备	182
5.5.1	玻璃钢雨水收集系统	182
5.5.2	玻璃钢雨水调蓄系统	186
5.5.3	玻璃钢雨水渗透系统	189
附录 A	计算公式	194
附录 B	符号说明	196
附录 C	雨水系统规划、设计计算常遇规范、规程条文内容摘录	198
附录 D	有关北京市的雨量资料	204
附录 E	全国部分城镇雨量资料	206

1 小区雨水收集利用规划要点

1.1 规划小区的规模划分

在做雨水收集利用规划时，对建筑小区的规模有一定要求。北京市地方标准《雨水控制与利用工程设计规范》（DB11/685—2013）第 4.1.4 条规定：

“总用地面积为 5 公顷（含）（即 $5 \times 10^4 \text{m}^2$ ）以上的新建工程项目，应先编制雨水控制与利用规划，再进行工程设计。用地面积小于 5 公顷（即 $5 \times 10^4 \text{m}^2$ ）的，可直接进行雨水控制与利用工程设计，且应按照规划指标要求进行。”

建筑小区是否需要编制雨水控制和利用规划，或是可以直接做雨水控制与利用工程的设计，与建筑小区的规模有关。

1.2 规划内容要点

1. 基本规划参数——雨水径流系数的确定

《雨水控制与利用工程设计规范》（DB11/685—2013）第 4.2.2 条条文说明指出：

“雨水控制与利用规划参数应包括确定雨水排水设计标准及外排雨水流量径流系数，根据要求给出建设项目需要达到的雨水外排流量的径流系数值。”

《雨水控制与利用工程设计规范》（DB11/685—2013）第 4.1.3 条规定：

“雨水控制与利用工程的设计标准，应使得建设区域的外排水总量不大于开发前的水平，并满足以下要求：

- （1）已建成城区的外排雨水流量径流系数不大于 0.5；
- （2）新开发区域外排雨水流量径流系数不大于 0.4；
- （3）外排雨水峰值流量不大于市政管网的接纳能力。”

国家标准《建筑与小区雨水利用工程技术规范》（GB 50400—2006）第 4.2.2 条规定：

“径流系数应按下列要求确定：建设用地雨水外排管渠流量径流系数宜

按扣损法经计算确定，资料不足时可采用 0.25~0.4。”

所谓雨量扣损法是指扣除平均损失强度的方法，参见《建筑与小区雨水利用工程技术规范》（GB 50400—2006）第 4.2.2 条条文明，或西安冶金建筑学院主编的《水文学》一书介绍。

具体计算时，若已知小区汇水面积内各种性质的屋面、地面的不同占地比例，其雨水雨量径流系数和流量径流系数应按所占地面加权平均法计算，见式（1-1）、式（1-2）：

$$\psi_c = \frac{\sum \psi_{ci} F_i}{\sum F_i} \tag{1-1}$$

$$\psi_m = \frac{\sum \psi_{mi} F_i}{\sum F_i} \tag{1-2}$$

式中 ψ_c ——综合雨量径流系数；
 ψ_m ——综合流量径流系数；
 ψ_{ci} ——各类下垫面的雨量径流系数；
 ψ_{mi} ——各类下垫面的流量径流系数；
 F_i ——汇水面上各类下垫面面积（m²）。

注：变量的下角变化代表不同的应用场合。

不同下垫面种类的雨量径流系数和流量径流系数的取值见表 1-1：

表 1-1 径流系数表

下垫面种类		雨量径流系数 ψ_c	流量径流系数 ψ_m
屋面	绿化屋面（基层厚度≥300mm）	0.3~0.4	0.4
	硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.8~0.9	1
	铺石子的平屋面	0.6~0.7	0.8
混凝土或沥青路面及广场		0.8~0.9	0.9~0.95
大块石铺砌路面及广场		0.5~0.6	0.7
沥青表面处理的碎石路面及广场		0.45~0.55	0.65
级配碎石路面及广场		0.4	0.5
平砌砖石或碎石路面及广场		0.4	0.4~0.5
非铺砌的土路面		0.3	0.35~0.4
绿地		0.15	0.3
水面		1	1
地下室覆土绿地（≥500mm）		0.15	0.3
地下室覆土绿地（<500mm）		0.3~0.4	0.4
透水铺装地面		0.08~0.45	0.08~0.45
下沉广场（50 年及以上一遇）		—	0.85~1.0

2. 雨水控制与利用方案的选用

《雨水控制与利用工程设计规范》（DB11/685—2013）第 4.3.1 条规定：

“雨水控制与利用应采用入渗、滞蓄系统，收集回用系统，调节系统之一或其组合，并满足以下规定：

(1) 建筑与小区宜优先采用雨水入渗、滞蓄系统，地下建筑顶面的透水铺装及绿地宜设增渗设施；

(2) 具有大型屋面的建筑宜设收集回用系统，收集屋面雨水回用于绿地浇灌、场地清洗及渗入地下等；

(3) 市政条件不完善或项目排水标准高的区域，当排水量超过市政管网接纳能力时，应设调节系统，减少外排雨水的峰值流量。”

常用的雨水控制与利用的工艺流程和形式如下：

(1) 屋面雨水蓄渗

① 屋面雨水→埋地雨水管→雨水收集井→多孔渗透管→溢流至市政管网（图 1-1）。

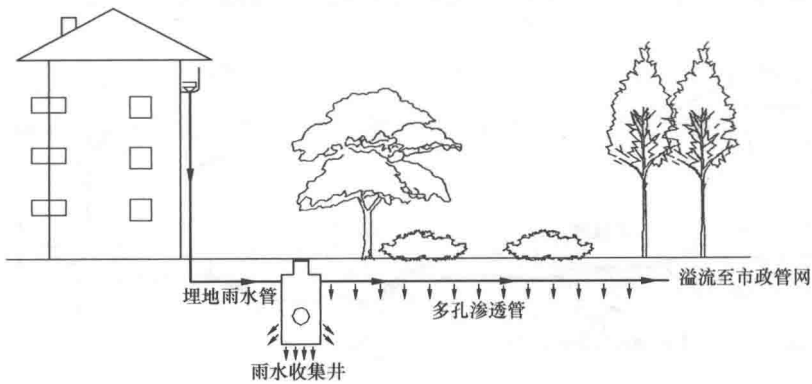


图 1-1 屋面雨水蓄渗方案一

② 屋面雨水→雨水口→泥沙分离井→多孔渗透管→溢流至市政管网（图 1-2）。

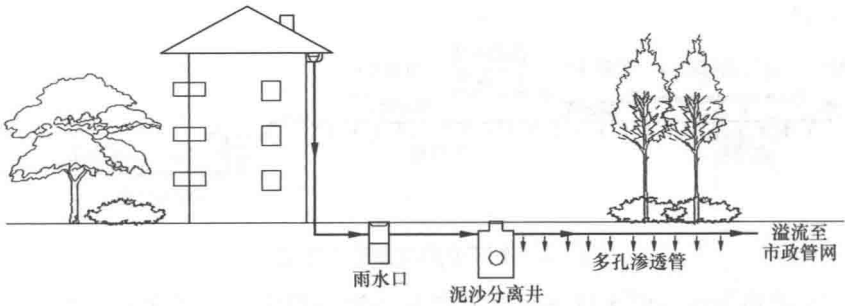


图 1-2 屋面雨水蓄渗方案二

③ 屋面雨水→下凹式绿地→溢流→雨水口→泥沙分离井→多孔渗透管→溢流至市政管网（图 1-3）。

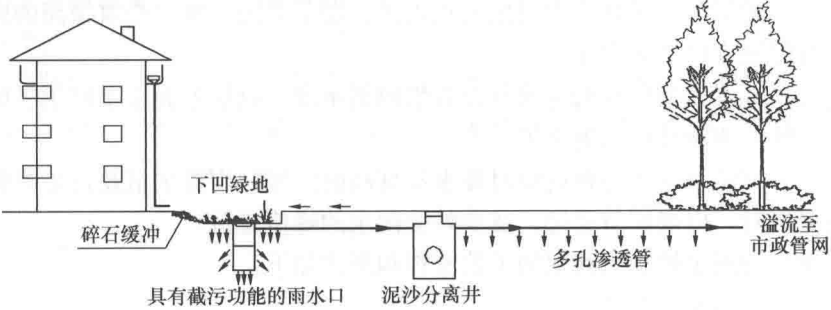


图 1-3 屋面雨水蓄渗方案三

④ 屋面雨水→下凹式绿地→溢流→景观水体溢流排放（图 1-4）。

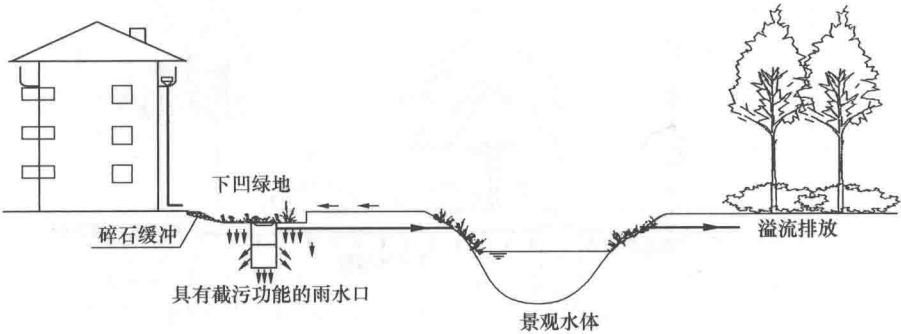


图 1-4 屋面雨水蓄渗方案四

(2) 小区道路雨水蓄渗

① 道路雨水→植被浅沟→渗透管渠→渗透池（塘）→溢流至市政管网（图 1-5）。

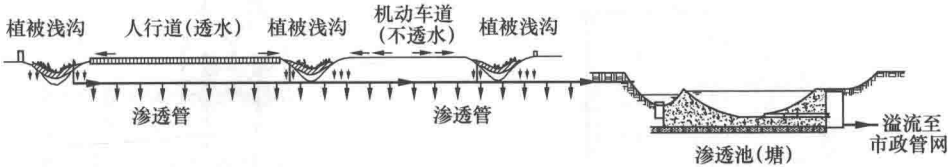


图 1-5 小区道路雨水蓄渗方案一

② 道路雨水→雨水口→泥沙分离井→渗透管渠→溢流至市政管网（图 1-6）。

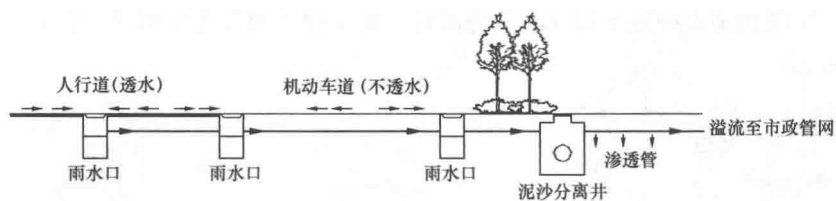


图 1-6 小区道路雨水蓄渗方案二

③ 道路雨水→泥沙分离井→多孔渗透管→溢流至市政管网 (图 1-7)。

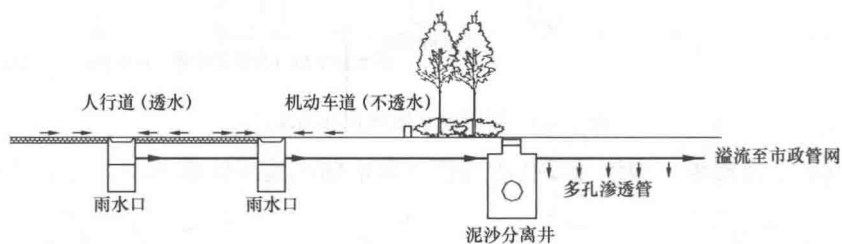


图 1-7 小区道路雨水蓄渗方案三

④ 道路雨水→雨水预处理→生物滞留设施→多孔渗透管→溢流至市政管网 (图 1-8)。

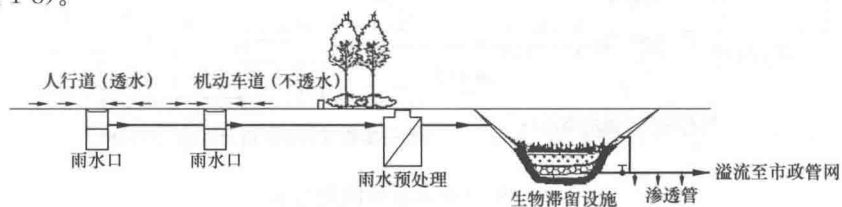


图 1-8 小区道路雨水蓄渗方案四

(3) 屋面雨水收集回用

① 屋面雨水→埋地雨水管→雨水收集井→雨水储水池→处理回用 (图 1-9)。

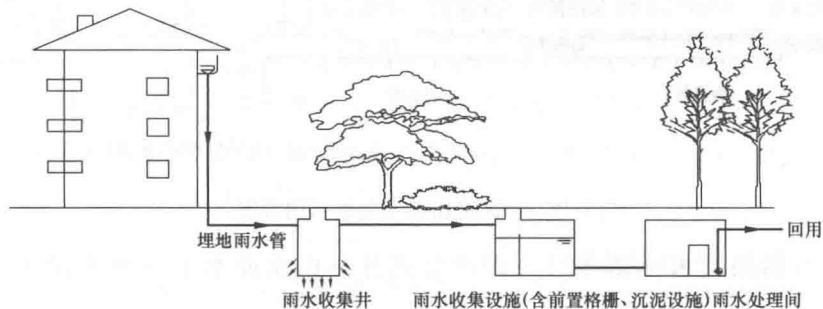


图 1-9 屋面雨水收集回用方案一

② 屋面雨水→雨水口→泥沙分离井→雨水储水池→处理回用 (图 1-10)。

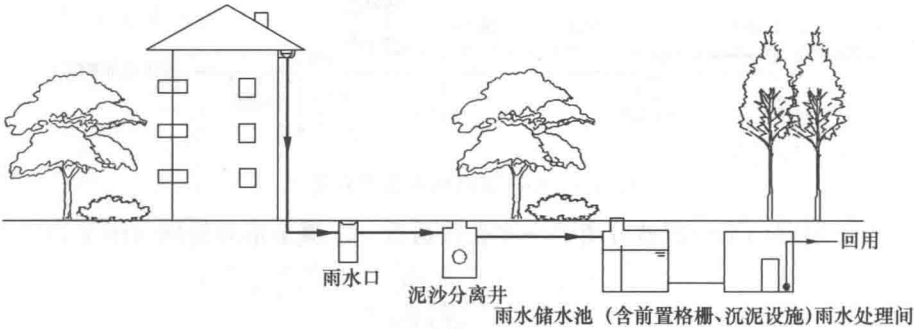


图 1-10 屋面雨水收集回用方案二

③ 屋面雨水→绿地→多孔渗透管→雨水储水池→处理回用 (图 1-11)。

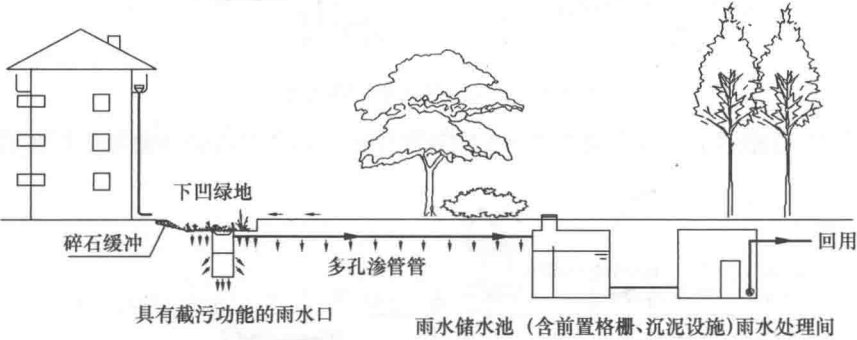


图 1-11 屋面雨水收集回用方案三

(4) 小区道路雨水收集回用

① 道路雨水→植被浅沟→雨水储水池→处理回用 (图 1-12)。

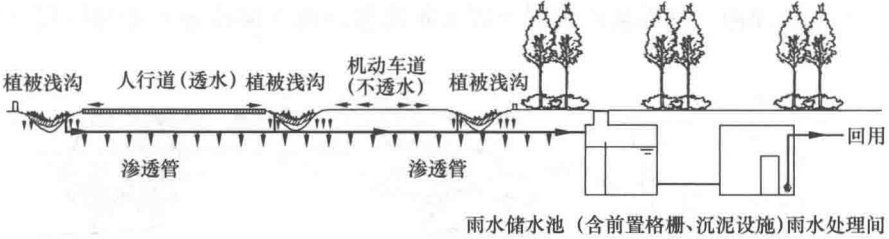


图 1-12 小区道路雨水收集回用方案一

② 道路雨水→雨水口→泥沙分离井→雨水储水池→处理回用 (图 1-13)。

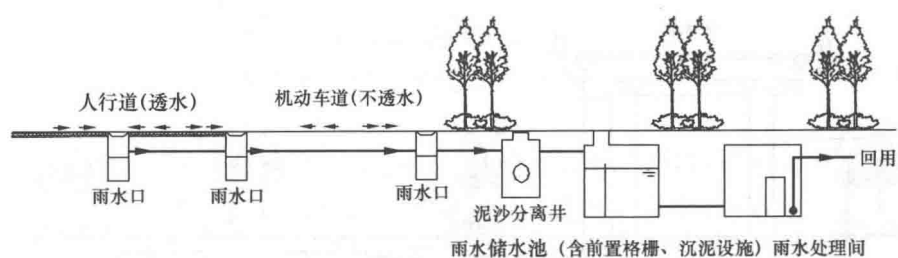


图 1-13 小区道路雨水收集回用方案二

③ 道路雨水→雨水预处理→生物滞留设施→雨水储水池→处理回用 (图 1-14)。

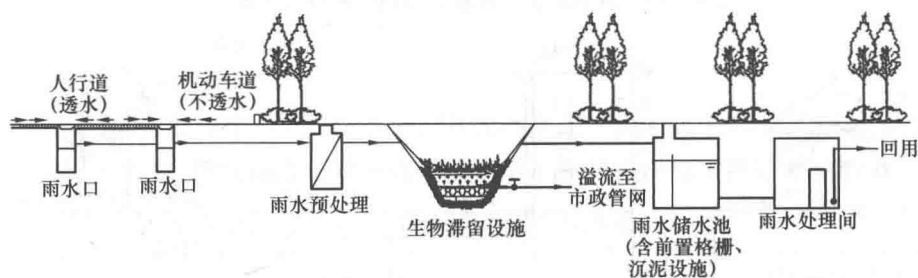


图 1-14 小区道路雨水收集回用方案三

(5) 道路雨水 (含融雪剂) 收集回用

① 道路雨水→雨水口→弃流井→雨水储水池→处理回用 (图 1-15)。

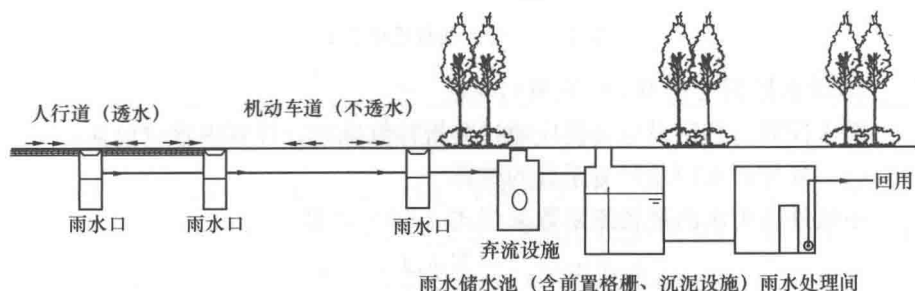


图 1-15 道路雨水 (含融雪剂) 收集回用方案一

② 立交桥桥面雨水→雨水口→雨水储水池→处理回用 (图 1-16)。

(6) 雨水调蓄排放 (图 1-17)

屋面雨水→雨水口→雨水调节池→溢流
下沉式广场雨水→防洪调蓄池→提升

→外排至市政雨水管。

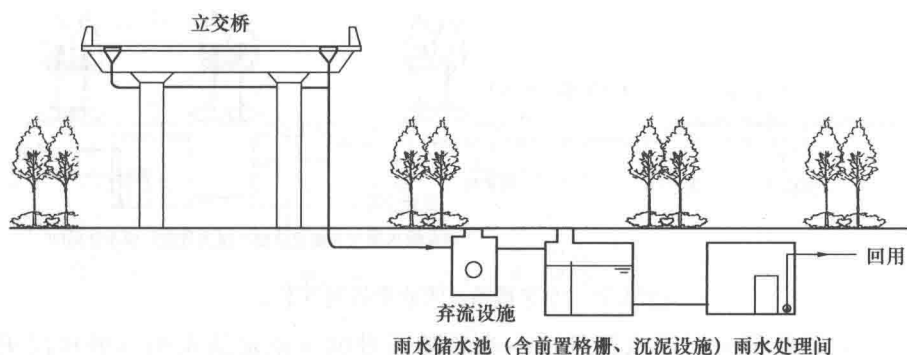


图 1-16 道路雨水（含融雪剂）收集回用方案二

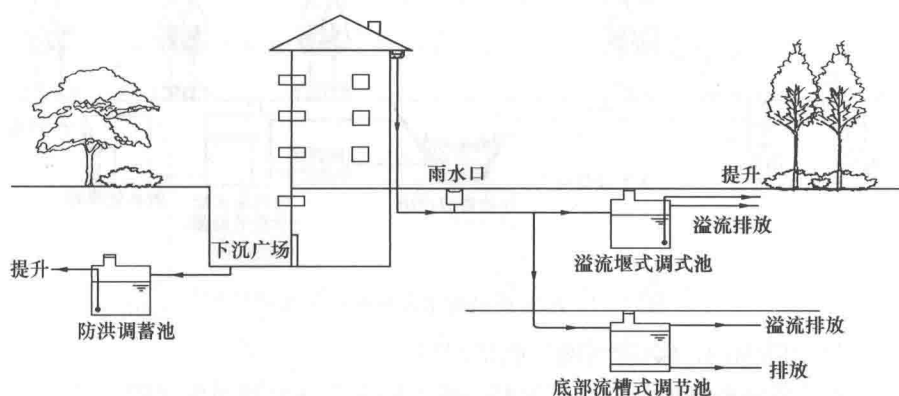


图 1-17 雨水调蓄排放方案

3. 雨水控制与利用设施规模的确定

雨水控制与利用设施规模应通过分析计算确定。计算内容应包括：

(1) 外排雨水雨量径流系数的核算

小区外排雨水雨量径流系数采用式 (1-2) 计算：

$$\psi_m = \frac{\sum \psi_{mi} F_i}{\sum F_i}$$

计算所得的 ψ_m 值需满足如下要求：

- a. 已建成城区的外排雨水流量径流系数不大于 0.5；
- b. 新开发区域外排雨水流量径流系数不大于 0.4。

(2) 水量平衡

水量平衡就是用表格或方块图的形式表达雨水入渗、收集回用和调蓄排放系统水量的分配和路线。

(3) 确定雨水收集利用系统规模的依据

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB 50400—2006) 第 4.1.5 条规定:

“雨水利用系统的规模应满足建设用地外排雨水设计流量不大于开发建设前的水平或规定的值,设计重现期不得小于 1 年,宜按 2 年确定。”

《雨水控制与利用工程设计规范》(DB11/685—2013) 第 4.3.4 条规定:

“雨水收集回用系统的设施规模根据下列条件确定:

(1) 可收集的雨量;

(2) 回用水量、回用水用水时间与雨季降雨规律的吻合程度及回用水的水质要求;

(3) 水量平衡分析;

(4) 经济合理性。

例 1-1 北京有一个综合小区,其各种受雨水面积及其采用的雨量径流系数见表 1-2。请据此进行雨量收集及回用系统的规划和水量平衡分析。

表 1-2 小区受水面数量与径流系数

受水面种类	面积 (m ²)	雨量径流系数 ψ_c	流量径流系数 ψ_m
硬屋面	$F_1=13794$	0.9	1
混凝土广场	$F_2=2706$	0.9	0.95
沥青路面	$F_3=14500$	0.85	0.95
人行道	$F_4=2475$	0.4	0.5
未铺砌地面	$F_5=1225$	0.3	0.35
绿地	$F_6=20300$	0.15	0.3
小计	$\Sigma F=55000$		

注:表中“人行道”的径流系数以干砌砖石路面考虑。

解 (1) 从表 1-2 知,本小区总用地面积为 55000m² (合 5.5 公顷),根据《雨水控制与利用工程设计规范》(DB11/685—2013) 第 4.1.4 条规定,应先编制雨水控制与利用规划,再进行工程设计。

以下叙述规划内容的要点。

(2) 小区外排综合雨水流量系数的核算

如果小区不做雨水收集和回用系统,其受水面积的外排综合雨水流量径流系数计算如下,采用式 (1-2):

$$\begin{aligned}\psi_m &= \frac{1 \times 1.3794 + 0.95 \times 0.2706 + 0.95 \times 1.45 + 0.35 \times 0.145 + 0.3 \times 2.03 + 0.4 \times 0.2475}{5.5} \\ &= 0.685\end{aligned}$$

由于 $\phi_m > 0.4$, 依据《雨水控制与利用工程设计规范》(DB11/685—2013) 第 4.1.3 条规定, 对于新开发小区而言, 应在小区内设置雨水控制与利用系统。

(3) 受水面硬屋面部分雨水分析

1) 硬屋面上降雨总量 W_j

采用《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB 50400—2006) 的公式 (4.2.1-1) 计算, 其设计重现期依据规范第 4.1.5 条可取 $P=2a$, 此时北京地区 $P=2a$ 最大 24h 的典型降雨量查《雨水控制与利用工程设计规范》(DB11/685—2013) 的表 3.1.1-1, 降雨量可取 $h_y=81\text{mm}$ 。计算公式如下:

$$W_j = 10\phi_{cl}h_yF_1 \quad (1-3)$$

式中 W_j ——受水面硬屋面上降雨总量 (m^3);

ϕ_{cl} ——硬屋面雨量径流系数, 取 $\phi_{cl}=0.9$;

h_y ——降水量, 为 $81(\text{mm})$;

F_1 ——硬屋面面积 (hm^2)。 $F_1=13794\text{m}^2=1.3794(\text{hm}^2)$ 。

注: 变量的下角变化代表不同的应用场合。

代入式 (1-3) 得:

$$\begin{aligned} W_j &= 10 \times 0.9 \times 81 \times 1.3794 \\ &= 1005.6(\text{m}^3) \end{aligned}$$

2) 硬屋面雨水初期弃流量 W_i

雨水弃流量的计算采用《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB 50400—2006) 中公式 (5.6.5), 即式 (1-4)。

$$W_i = 10\delta F_i \quad (1-4)$$

式中 W_i ——雨水初期弃流量 (m^3);

δ ——雨水初期弃流厚度 (mm), 屋面弃流可取 $(2\sim3)\text{mm}$ 。本例题中的 $\delta=2\text{mm}$;

F_i ——受水硬屋面面积 (hm^2)。也即公式 (1-3) 中的 F_1 。

注: 变量的下角变化代表不同的应用场合。

代入公式 (1-4) 得:

$$\begin{aligned} W_i &= 10 \times 2 \times 1.3794 \\ &= 27.6(\text{m}^3) \end{aligned}$$

3) 屋面雨水可回用量 W_h

$$\begin{aligned} W_h &= W_j - W_i \\ &= 1005.6 - 27.6 \\ &= 978(\text{m}^3) \end{aligned}$$