

# 建筑与小区雨水利用工程技术规范 实施指南

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》编制组 编

中国建筑工业出版社

建筑与小区雨水利用工程技术规范

# 实施指南

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》编制组 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑与小区雨水利用工程技术规范实施指南/《建筑与小区雨水利用工程技术规范》编制组编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

ISBN 978-7-112-10054-5

I. 建… II. 建… III. 降水-蓄水-建筑物-技术操作规程-中国 IV. TU991.34-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 056013 号

为使读者准确理解《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB 50400—2006)的规定,推动该规范的贯彻实施,由规范主编单位中国建筑设计研究院编写了本书,作为实施该技术规范的参考技术资料。

本书适用于雨水利用工程的设计、施工安装、工程验收、运行管理技术人员,也可供相关大专院校师生参考。

\* \* \*

责任编辑:于莉 田启铭 丁洪良

责任设计:郑秋菊

责任校对:王爽 孟楠

建筑与小区雨水利用工程技术规范实施指南  
《建筑与小区雨水利用工程技术规范》编制组 编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京市兴顺印刷厂印刷

\*

开本: 850×1168 毫米 1/16 印张: 28 $\frac{1}{4}$  插页: 1 字数: 815 千字

2008 年 7 月第一版 2008 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3,000 册 定价: 76.00 元

ISBN 978-7-112-10054-5

(16857)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 前 言

根据中华人民共和国建设部建标[2005]84号关于印发《2005年工程建设标准制订、修订计划(第一批)》的通知”要求,由中国建筑设计研究院等单位完成的《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB 50400—2006)已于2007年4月1日起正式实施。该技术规范是在深入研究、认真总结国内外科研成果和已有的工程实践经验,并在广泛征求意见的基础上制定的。该技术规范的实施,将从技术上起到规范、指导建筑与小区雨水利用工程的设计、施工安装、工程验收、运行管理的作用,对于这一产业的存在和有序发展,对于维护自然界水循环环境、修复城市生态环境、抑制城市洪涝、节约用水是非常重要的。

由于建筑与小区雨水利用工程是水综合利用中的一种新的系统工程,我国的雨水利用工程起步也较晚,主要在缺水地区有一些小型、局部的非标准性应用。各方面的经验不足,待研究问题很多。为使使用者准确理解《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB 50400—2006)的规定,推动技术规范的贯彻实施,由技术规范主编单位中国建筑设计研究院编写了《〈建筑与小区雨水利用工程技术规范〉实施指南》,作为技术规范实施的参考技术资料。

本书由赵世明、赵锂、王耀堂、杨澎、刘鹏、朱跃云、钱江锋组成编写委员会。

本书撰写情况如下:第一篇 赵 锂

第二篇 赵 锂、赵世明、王耀堂、杨 澎、刘 鹏

第三篇

专题一 赵世明

专题二 朱跃云、孙星明

专题三 孟德良

专题四 杨 澎

专题五 陈建刚、丁跃元、张书函

专题六 刘 鹏、王耀堂、郭汝艳、赵 昕、朱跃云、吴连荣、

郑克白、吕维娅

专题七 刘 鹏、朱跃云、钱江锋

专题八 汪慧贞 车 武

今后在技术规范的实施过程中,会遇到大量的问题、意见和建议,欢迎随时将有关意见和建议反馈给主编单位中国建筑设计研究院,同时由于时间仓促和编者水平所限,本书错误和不当之处在所难免,恳请读者对本指南提出意见和建议。

《建筑与小区雨水利用工程技术规范》编制组

2007年6月

# 目 录

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 第一篇 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》编制概况 ..... | 1   |
| 第二篇 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》条文释义 ..... | 15  |
| 第1章 总则 .....                    | 16  |
| 第2章 术语、符号 .....                 | 20  |
| 第3章 水量与水质 .....                 | 23  |
| 第4章 雨水利用系统设置 .....              | 31  |
| 第5章 雨水收集 .....                  | 45  |
| 第6章 雨水入渗 .....                  | 65  |
| 第7章 雨水储存与回用 .....               | 78  |
| 第8章 水质处理 .....                  | 88  |
| 第9章 调蓄排放 .....                  | 92  |
| 第10章 施工安装 .....                 | 95  |
| 第11章 工程验收 .....                 | 101 |
| 第12章 运行管理 .....                 | 103 |
| 第三篇 专题论述 .....                  | 107 |
| 专题一 屋面雨水管道系统试验资料 .....          | 108 |
| 专题二 日本的雨水利用 .....               | 117 |
| 专题三 德国雨水利用的相关规定 .....           | 205 |
| 专题四 我国有关城市、地区雨水利用的相关规定 .....    | 221 |
| 专题五 北京城区雨洪控制与利用技术研究 .....       | 241 |
| 专题六 雨水利用工程实例 .....              | 251 |
| 专题七 我国主要城市降雨量资料 .....           | 319 |
| 专题八 雨水利用相关重要文献资料 .....          | 378 |
| 附录 雨水利用相关产品 .....               | 405 |
| 附录 A 雨水利用相关产品研制报告 .....         | 406 |
| 附录 B 雨水利用、渗透系统设计手册 .....        | 416 |
| 附录 C 威文雨水管理系统 .....             | 445 |
| 附录 D 无砂透水混凝土排水管 .....           | 451 |
| 参考文献 .....                      | 454 |

## 第一篇

# 《建筑与小区雨水利用工程技术规范》

## 编制概况

随着城市化的进程,造成地面硬化(如建筑屋面、路面、广场、停车场等)改变了原地面的水文特性,干预了自然的水文循环。这种干预产生的效果是负面的:大量雨水流失,交通路面频繁积水影响正常生活,雨洪峰值变大加重排水系统负荷,土壤含水量减少,热岛效应及地下水位下降现象加剧等。而与此同时,我国城市缺水问题却越来越严重,全国 600 多个城市中,有近 400 座城市缺水或严重缺水,且均呈递增趋势,以至国家花费巨资搞城市调水工程。

建筑区雨水利用,是通过土壤入渗调控和地表(包括屋面)径流调控,实现雨水的资源化,使水文循环向着有利于城市生活的方向发展。雨水利用有几个方面的功能:(1)维护自然界原有的水循环环境;(2)节水功能:用雨水冲洗厕所、浇洒路面、浇灌草坪、水景补水,甚至用于循环冷却水和消防水,可节省城市自来水;(3)水及生态环境修复功能:强化雨水的土壤入渗增加土壤的含水量,甚至利用雨水回灌提升地下水的水位,可改善水环境乃至生态环境;(4)雨洪调节功能:土壤的雨水入渗量增加和雨水径流的存储,都会减少进入雨水排除系统的流量,从而提高城市排洪系统的可靠性,减少城市洪涝。

建筑区占据着城区近 70% 的面积,并且是城市排水系统的起端。建筑区雨水利用是城市雨水利用工程的重要组成部分,对城市雨水利用的贡献效果明显,并且相对经济。城市雨水利用需要首先解决好建筑区的雨水利用。对于一个多年平均降雨量 600mm 的城市来说,建筑区拥有约 300mm 左右的降水可以利用,而以往这部分资源被排走浪费掉了。

我国雨水利用起步较晚,目前主要在缺水地区有一些小型、局部的非标准性应用,如山东的长岛县、大连的獐子岛和浙江省舟山市葫芦岛等雨水集流利用工程。大中城市的雨水利用基本处于探索与研究阶段,但已显示出良好的发展势头。北京、上海、南京、大连、哈尔滨、深圳、西安等许多城市已相继开展研究和应用工作。由于缺水形势严峻,北京的步伐较快,曾于 20 世纪 90 年代初,开展了“北京市水资源开发利用的关键问题之一——雨水利用研究”课题的研究,提出了一些北京城区雨水利用的对策和技术措施。正在实施的北京城区雨洪控制与利用相关试验性研究,形成了雨水收集与传输、雨水处理与利用、雨水回补地下水以及雨洪控制系统等完整的雨洪控制与利用技术体系;并通过示范工程验证,探索了雨洪控制与利用的工程形式,开发了雨洪控制与利用设备,形成了配套工程技术,为加强管理提供雨洪控制指标和管理措施,为北京乃至我国北方地区城市雨水利用提供方法、依据和途径。另外,中国建筑设计研究院设计的 2008 年国家体育场、用友软件园等多项工程已经开始了建筑雨水利用技术的施工应用。

雨水利用是水资源综合利用中的一种新的系统工程,具有良好的节水效能和环境生态效益。目前我国城市缺水问题日益严重,与此同时,健康住宅、生态住区正迅猛发展,建筑区雨水利用系统,以其良好的节水效益和环境生态效益适应了城市的现状与需求,具有广阔的应用前景。北京是我国城市雨水利用技术进展居前的城市,在利用屋面收集利用雨水、路面入渗产品、利用草地及土壤净化水质等方面取得了重要成果,确立了我国开展城市雨水利用的可行性,并为城市雨水利用的研究创造了良好的氛围。目前,人们越来越认识到雨水利用在节水、防洪、环境方面的重大效益,全国各地,特别是大中城市已开始逐步实施雨水利用工程。

为了从技术上规范、指导建筑与小区雨水利用工程的设计、施工安装、运行维护管理,及时编制《建筑与小区雨水利用工程技术规范》对于这一产业的健康发展,对于提高水资源综合利用率,保护生态环境是非常重要的。

## 1. 计划来源及编制工作概况

根据中华人民共和国建设部建标函[2005]84号“关于印发《2005年度工程建设标准制订、修订计划(第一批)》的通知”要求,由中国建筑设计研究院、北京泰宁科创科技有限公司、北京市水利科学研究所、中国仲元兴华工程公司、总后勤部建筑设计研究院、北京建筑工程学院、山东建筑大学、北京工业大学、中国工程建设标准化协会、中国建筑西北设计研究院、大连市建筑设计研究院、深圳华森建筑与工程设计顾问有限公司、积水化学工业株式会社、北京恒动科技开发有限公司编制《建筑与小区雨水利用工程技术规范》(GB 50400—2006)(以下简称《规范》),编制组由26位专家组成。本《规范》与《建筑节能工程施工验收规范》为建设部2006年重点完成的标准规范。《规范》编制组在总结了近年来建筑与小区雨水利用工程的设计经验,并参考有关国内外相关应用研究资料,广泛征求意见的基础上,制定了本规范。

2005年4月22~23日在北京召开了第一次编制组会议,本次会议就《规范》的编写工作进行了认真探讨,正式成立了《规范》编制组。与会专家对《规范》的章节调整发表了意见,对现有雨水利用工程方面的经验进行了交流,对《规范》初稿的部分条文提出了很好的修改建议。来自全国各地的专家还呼吁本《规范》尽快出台,为落实中央的节水政策提供技术上的指导,规范雨水利用工程的建设。最后,本次会议针对下一阶段《规范》编制组各单位的具体分工和进度计划进行了详尽、合理的安排。

主编单位按照“规范第一次编制组会议”的工作分工及进度安排,将《规范》各章节内容进行汇总,于2005年8月形成了《规范》的征求意见稿初稿。

2005年8月12~14日,《规范》北京地区部分参编单位赴昌平区对征求意见稿初稿进行了三整天的激烈讨论,对初稿逐条、逐字讨论,对后期形成《规范》征求意见稿起到了重要作用。会后,主编单位对初稿进行再次修改,于2005年9月30日形成了《规范》的征求意见稿,并采取在国内各大专业媒体、各相关网站以及函调等方式对本《规范》征求意见稿进行广泛征求意见。

截至2005年11月中旬,编写组陆续收到数十位专家的来电来函,他们对本《规范》的编写给予了充分的肯定,并在此基础上对《规范》的进一步完善提出了很多中肯的意见。经汇总整理,传真、函件共计20余份,对规范提出意见共计587条。

2005年11月18日在宁波市召开的全国建筑给水排水委员会排水分会第二届委员会成立大会暨学术交流会上,主编单位在排水分会的协助下召开了《规范》征求意见稿专家研讨会,对征求意见稿进行了讨论,形成了会议纪要。

2006年1月23~27日,主编单位对收集汇总的反馈意见,进行了逐条研究,对征求意见稿进行了修改。

2006年3月20~21日,《规范》全体参编单位在北京对《规范》征求意见稿进行了最后一轮的集体讨论,建设部标准定额司规范处有关领导对编写组前段的工作给予了肯定,对《规范》下阶段的编写工作提出了具体要求。会后,主编单位对《规范》再次进行了修改。

通过上述对《规范》征求意见稿的多次修改,最终形成了《规范》(送审稿),提交建设部标准定额司组织专家审查。

## 2.《规范》重点内容的确定

建筑与小区的雨水利用,是城市雨水利用的主体部位,工程主要包括两方面:雨水入渗和雨水收集回用。前者有时称为间接利用,后者为直接利用。雨水利用工程能够吸纳硬化地面上的大量雨水,把雨水入渗到土壤和回用到供水系统中,从而削减雨水外排的总水量,保持建设用地内原有的自然雨水径流特征,避免雨水流失,节约自来水或改善水与生态环境。同时还能够使整个工程用地向外排放的雨水高峰流量得到削减,减轻城市排洪的压力和受水河道的洪峰负荷。雨水利用不仅是一项节水工程,更是一项环境保护工程。

《规范》编制中需研究解决很多关键性技术,其中雨水利用工程的水量平衡技术、雨水利用工程中的径流系数确定技术、雨水利用工程的适用性技术为本《规范》的重点内容,确定依据如下:

### (1) 雨水利用工程的水量平衡技术

雨水利用工程的水量平衡主要解决以下三个问题:第一,确定建设用地内雨水利用工程的总体规模或“标准”;第二,雨水入渗系统的设计参数;第三,雨水收集回用系统的设计参数。前者决定入渗设施和收集回用设施的总体规模,后两者通过对各自系统内部的水量平衡确保雨水利用的实现。

#### 1) 雨水利用工程设计标准的确定

建设用地内雨水利用工程的规模或标准在确定过程中需考虑的主要因素有:雨水资源的潜力;利用雨水的能力;雨水自然循环特征等。

##### ① 雨水资源的潜力

雨水资源潜力可分为理论潜力和可实现潜力等。建设用地内雨水资源理论潜力应为该用地上的降雨总量,它是雨水资源量的最大值,其计算方法为:

$$W=10\times H\times F \quad (1-1-1)$$

式中  $W$ ——雨水资源潜力或雨水总量( $\text{m}^3$ );

$H$ ——降雨量( $\text{mm}$ );

$F$ ——建设用地面积( $\text{hm}^2$ )。

一般多年平均降雨量或正常降雨量用于水量平衡计算,因此,上式中的降雨量  $H$  应取多年平均值。

建设用地内雨水资源化可实现潜力是通过现有的入渗和收集回用等方式和技术,雨水资源中可以开发利用的最大量。

雨水利用规模无疑应与雨水资源的潜力相匹配。

## ② 利用雨水的力量

建设用地上通过雨水利用工程而资源化的雨水主要用于入渗和生产或生活用水。由于城市化使人口和用水高度集中,城市用水量远远大于城市地面上的降雨量。因此,建设用地上耗用雨水的力量大于雨水资源潜力(只是在雨水非常充沛的少量地区才有可能例外),也就是说,建设用地上可资源化的雨水都能够通过入渗和回用而消耗掉。这样,在确定雨水利用工程的整体规模过程中就不再认为雨水消耗力量具有制约作用。

## ③ 雨水自然循环特征

雨水在自然界循环过程中,落到地上的正常降雨量约 80% 被截留,约 20% 形成地面径流排走。城市化产生的地面硬化会改变这种特征。城市雨水利用作为节水和环保工程,应遏制这种改变,尽量维持原来的自然水文环境,这是确定城市雨水利用规模的原则。

## ④ 建设用地上雨水利用规模

建设用地上雨水利用工程的规模或标准需要合理地确定。规模定得过大,标准定得过高,会造成投资上的浪费;定得过小过低,又会使雨水资源得不到充分利用,造成雨水流失,恶化水文环境。从经济与安全的综合考虑出发,应采用设计频率作为决定工程规模的一项标准。

在农业雨水收集利用工程中,设计频率或保证率取 50%~90%,相当于降雨重现期 1~2 年。《规范》参考了这一成果,设计标准取降雨重现期 1~2 年,降雨径流计算参数等均按此标准取值。

上述设计标准,保证了雨水利用规模没有超过雨水资源的潜力(年均降雨或正常降雨)、径流计算参数等,保证了水量平衡计算与排放反映正常降雨条件,并逼近雨水自然循环特征。

此外,城市雨水利用同农业领域的雨水利用一样,也存在着避免雨水资源过度开发问题。尽管雨水利用工程中,雨水资源到底开发到什么程度才合理是一个尚无定论需要继续深入研究的课题,但《规范》不提倡提高设计标准或规模,以免造成投资的浪费甚至水文环境的再破坏。

## 2) 雨水入渗设施的水量平衡

对于那种接纳从硬化地面上径流来的雨水入渗设施而言(例如渗透管、下凹绿地等),进行水量平衡是必须的,以保证入渗设施的规模与来水相匹配。平衡内容包括以下两部分:

① 入渗设施的日渗透能力(24h),不宜小于其汇流面上重现期 1~2 年的日雨水设计总量,见公式(1-1-2)。式中左端是入渗设施的渗透量,右端是设计雨水量。根据此式,可确定所需的设计渗透面积  $A_s$  甚至设计渗透系数(当需要改造土壤增加渗透能力时)。

$$KJA_s t_s \geq 10\phi_c h_y F \quad (1-1-2)$$

式中  $K$ ——土壤渗透系数(m/s);

$J$ ——水力坡降,一般可取  $J=1$ ;

$A_s$ ——有效渗透面积( $m^2$ );

$t_s$ ——渗透时间(s),按  $3600 \times 24$  计;

$\phi_c$ ——雨量径流系数(雨水收集效率);

$h_y$ ——设计日降雨厚度(mm);

$F$ ——汇水面积( $hm^2$ )。

② 入渗系统应设有储存容积,其有效容积宜能蓄存其产流历时内的蓄积雨水量,见公式

(1-1-3)。式中右端是入渗设施上产流历时内的蓄积雨水量。

$$V_s n \geq (1.25 \phi_m q F - K J A_s) t \quad (1-1-3)$$

式中  $V_s$ ——有效存贮容积；

$n$ ——存贮容积内填料的孔隙率；

$\phi_m$ ——流量径流系数；

$q$ ——设计暴雨强度；

$t$ ——渗透面上的产流历时，经计算确定。

其余符号同式(1-1-2)。

式1-1-3中实际上是在根据降雨强度公式计算径流总水量，这是一个较新的概念。其要点是：径流总量等于径流流量与降雨历时的乘积；降雨历时取值不大于120min；计算的降雨总量不可大于日降雨量。

根据我国给水排水专业降雨强度的概念，某降雨历时的降雨强度是该时间段上的平均降雨强度。比如：5min降雨强度是5min时间段上的平均降雨强度，60min降雨强度是60min时间段上的平均降雨强度。这样，降雨历时和雨强的乘积就是该历时上的降雨总量。同理，汇水面积上径流流量与降雨历时的乘积就是该时间段上的径流总量。

我国在建立降雨强度公式时选取的降雨资料样本中，都是5~120min的降雨强度，所以，利用降雨强度公式计算径流总量时，应限于计算120min内的径流总量。

上述计算的降雨总量当超过日降雨量时，则说明计算结果不合理，超出了该计算方法的适用区域，此时应按日降雨量取值，因为日降雨量是更为客观的气象数据，具有权威性。

### 3) 收集回用系统的水量平衡

雨水收集回用系统的水量平衡含有以下三部分内容：

① 回用管网的最高日用水量，宜不小于集水面重现期1~2年的日雨水设计总量的40%，见式1-1-4。这相当于平均日耗水量不小于日雨水设计总量的30%。

② 回用管网系统应设自动补水，补水能力按管网的最高日用水量计。管网大部分时间无雨水可用，这时用水要全部由补水供应。

③ 收集回用系统应设置雨水储存设施，其有效储水容积不宜小于集水面重现期1~2年的日雨水设计总量(雨水总量应扣除设计初期雨水弃流量)，见式1-1-5。这是确保日雨水设计总量无流失的最小容积。

$$Q_d \geq 0.4 W_d \quad (1-1-4)$$

$$V \geq W_d \quad (1-1-5)$$

式中  $Q_d$ ——管网最高日用水量( $m^3$ )；

$W_d$ ——日雨水设计总量( $m^3$ )；

$V$ ——蓄水池有效容积( $m^3$ )。

对回用管网耗用雨水的能力提出如此高的要求主要基于以下理由：(1)条件具备。建设用地内雨水的需用量很大，比如公共建筑项目中的空调冷却补水、绿地和地面浇洒、冲厕等用水，都可利用雨水，而汇集的雨水很有限，每千平方米汇水面的日集雨量一般只有几十立方米。只要把可用雨水的部位尽量用雨水供应，则雨水回用管网的设计用水量很容易达到不小于日雨水

设计总量 40% 的要求。(2) 提高蓄水池周转利用率。管网耗用雨水的能力越大, 则蓄水池用空得越快, 在不增加池容积的情况下, 后续的降雨(比如连续 3d、7d 等)都可收集蓄存进来, 提高了水池的周转利用率或雨水的收集效率。

雨水利用还有其他的水量平衡方法, 比如月平衡法、年平衡法, 即令回用管网的月用水或年用水量与最大月降雨或年降雨量平衡, 不依赖自来水补水。这样做的优点是能照顾到雨水回用设施的连续运行和回用管网能连续使用雨水, 雨水管网的用水量小从而覆盖面小, 但缺陷是雨水蓄水池的周转率低, 容积相对增大, 造成回用雨水的成本提高。

## (2) 雨水利用工程中的径流系数确定技术

下垫面的径流系数是个较复杂的函数, 受诸多因素影响。下面仅对《规范》中涉及到的部分因素进行论述。

城市雨水利用工程中需要用到两个雨水计算公式, 雨水设计径流量 [见式(1-1-1)右端] 和雨水设计流量, 其中各含有一个径流系数: 雨量径流系数  $\psi_c$  和流量径流系数  $\psi_m$ , 见式(1-1-1)和式(1-1-2)。两个径流系数的概念和数值都互不相同。雨量径流系数是一定时间内(比如 1 次、1 日、1 年等)降雨产生的径流总量与总雨量之比, 流量径流系数是形成高峰流量的历时内产生的径流量与相应的降雨量之比。在数值上因前者扣除了洼地填蓄和径流初损, 故而小于后者。这种关系可从图 1-1-1 中的试验曲线中直观地反映出来, 图中流量径流系数  $\psi_m$  曲线位于上方, 雨量径流系数  $\psi_c$  曲线位于下方,  $\psi_c \leq \psi_m$ 。

《规范》中采纳了两个径流系数的概念, 并整理国内外的大量相关资料, 给出了相应的数值。

### ① 径流系数与降雨量的关系

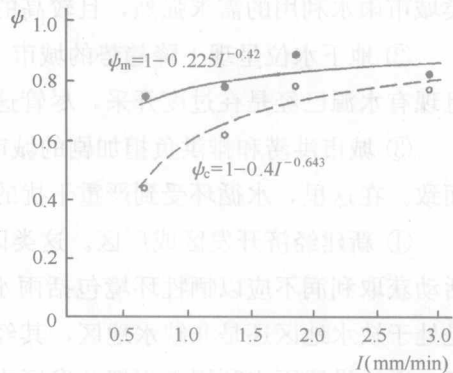
两个径流系数都随降雨量、降雨强度、雨力的大小而增减。西安空军工程学院等在实验室坡面条件下得到了径流系数随雨强  $I$  的增大而增大的变化曲线, 见图 1-1-1; 径流系数为雨力的增函数在公式 1-1-6 中得到体现, 式中雨力  $A$  增加,  $\psi_m$  增大; 北京市水利科学研究所等在北京城区通过几个汛期的观测, 取有代表性的场次降雨与相应的屋顶径流进行相关分析, 大于 30mm 的降雨平均径流系数为 0.94, 10~30mm 的降雨平均径流系数为 0.84。

另一方面, 降雨重现期大, 降雨强度就大, 因此, 径流系数应随设计重现期的增大而增大。《规范》中推荐雨水利用工程的降雨重现期取 1~2 年, 数值较低且变化范围小, 故径流系数偏低取值, 且为定值。

### ② 雨水利用设施对径流系数的影响

城市雨水利用的原则就是把径流系数降下来, 并逼近城市开发前的水平。雨水利用设施通过利用(入渗和回用)雨水而降低径流系数。建设用地属于全面积汇流, 流量径流系数和雨水损耗的关系可用式(1-1-6)表述:

$$\psi_m = 1 - \frac{\mu}{A} \tau^n \quad (1-1-6)$$



(混凝土与土地面各占一半, 土地面在下部,  
含水量转换到 16%, 土壤密实)

图 1-1-1 雨强对径流系数的影响

式中  $\mu$ ——产流期间内平均损失强度(mm/h);  
 $A$ ——暴雨雨力(mm/h);  
 $\tau$ ——场地汇流时间(h);  
 $n$ ——暴雨强度衰减指数。

建设用地内雨水利用工程正常运行后,将增大式(1-1-6)中的平均损失强度 $\mu$ ,从而使径流系数 $\phi_m$ 下降。 $\mu$ 值的增加量从入渗设施的入渗强度和回用管网的耗水强度获得,而这些值都是能够计算的。这意味着,根据雨水利用设施损耗雨水的能力,能够对径流系数的下降程度进行量化评估,这使得《规范》中的原则性要求(4.1.5条)具有了可操作性。

通过上述分析还可以看到,入渗设施的渗透量大,或收集回用系统的耗水量大,则流量径流系数 $\phi_m$ 就小。利用 $\phi_m$ ,可以实现对雨水利用工程的效能评估。

### (3) 雨水利用工程的适用性技术

#### 1) 雨水利用工程的适用城市

任何一个城市,几乎都会造成不透水地面的增加和雨水的流失。从维护自然水文循环环境的角度出发,所有城市都有必要对因不透水面增加而产生的流失雨水拦蓄,加以间接或直接利用。然而,我国的城市雨水利用是在起步阶段,且经济水平尚处于“发展是硬道理”的时期,现实性的方法应该是其中的部分城市或区域首先开展雨水利用。这部分城市或区域应具备以下条件:水文循环环境受损较为突出或具有经济实力,其表现特征如下:

① 水资源缺乏城市。城市水资源缺乏特别是水量缺乏是水文循环环境受损的突出表现。这类城市雨水利用的需求强烈,且较高的自来水水价使雨水利用的经济性优势凸增。

② 地下水位呈现下降趋势的城市。城市地下水位下降便表明水文循环环境已受到明显损害,且现有水源已经是在过度开采,尽管这类城市有时尚未表现出缺水。

③ 城市洪涝和排洪负担加剧的城市。城市洪涝和排洪负担加剧,是由城区雨水的大量流失而致。在这里,水循环受到严重干扰的表现方式是给城市居民的正常生活带来不便甚至损害。

④ 新建经济开发区或厂区。这类区域是以发展经济、追逐经济利润为目标而开发的。经济活动获取利润不应以牺牲环境包括雨水自然循环的环境为代价。因此,新建经济开发区,不论是处于缺水地区还是非缺水地区,其经济活动都有必要有责任维护雨水自然循环的环境不被破坏、通过设置雨水利用工程把开发区内的雨水排放径流量维持在开发前的水平。新建经济开发区或厂区,建设项目是通过招商引资程序进入的,投资商完全有经济实力建设雨水利用工程。即使对投资商给予优惠,也不应优惠在免除雨水利用设施的建设上。

#### 2) 雨水入渗技术应用的限制条件

雨水入渗技术的应用限制主要考虑的是环境卫生的约束,对经济性方面的约束未进行深入分析。它不适用于土壤渗透系数小于 $10^{-6}$ m/s和大于 $10^{-3}$ m/s的场所,也不适用于地下水位高、距渗透面小于1.0m的场所。另外,自重湿陷性黄土场地也不可采用土壤入渗方式。

雨水的自然入渗通常情况下不会对地下水水质产生不利影响,地下水会受到土壤的持续保护。渗透区对雨水的净化效能主要体现在生化及物化过程,其最重要的过程为过滤与吸附,这些作用主要发生在表层土壤中。这些反应过程会自动调节以适应外部条件的变化。生物净化的效果与入渗水在地下的停留时间有关,雨水通过地下水位以上的渗透区时停留时间长或入渗速度

小,其净化效果会更明显。当渗透系数  $K$  值大于  $10^{-3}\text{m/s}$  时,入渗太快,雨水在到达地下水时没有足够的停留时间得到净化。另外,渗透区厚度小于  $1\text{m}$  时只能截留一些颗粒状物质,当渗透区厚度小于  $0.5\text{m}$  时雨水会直接进入地下水,这样会对地下水带来污染。

当渗透系数  $K$  值小于  $10^{-6}\text{m/s}$  时入渗太慢,在渗透区内会出现厌氧,这对于污染物的截留与转化是不利的。同时,入渗慢使渗透设施的渗透效率降低,经济上失去合理性。

### 3) 雨水收集回用技术应用的限制条件

对于年均降雨量小于  $400\text{mm}$  的城市,《规范》不提倡采用雨水收集回用系统。

雨水收集回用工程的直接目标是节省城市自来水。就雨水收集回用技术本身而言,只要有天然降雨的城市,这种技术都可以应用。但雨水收集回用作为一门科学技术,必然有其成立与应用的限定前提和条件。只有在能够获得较好效益的条件下,该技术的应用才是适宜的。如果投资很大,而单方水的造价很高,显然不合理;或者投资不大,而汇集的雨水水量很少,所产生的效益很低,这种技术也没有其存在的生命力。

我国农业雨水利用开展的时间较长。在农业雨水利用中的经验思考中,对年均降雨量小于  $300\text{mm}$  的地区,不提倡发展人工汇集雨水灌溉农业,而注重发展强化降水就地入渗技术与配套农艺高效用水技术。与农业相比,城市雨水收集回用系统具有有利因素:雨水收集不用额外投资特建,借用固有雨水排除系统即可。但也有不利因素:水质标准要求较高,从而水质净化投资高。城市雨水利用中,雨水只是辅助性供水源,对其依赖程度远不像农业领域那样强,权衡利弊后,借鉴该经验数值,把  $400\text{mm}$  降雨量的适用分界范围应用于本《规范》之中。

城市中雨水资源的开发回用,是否会减少江河或地下水的原有自然径流,是否会对下游区域的生态环境产生影响,也是一个令人关注的、存有争议的问题,比如,有的地方已经对上游城市开展雨水回用表示出了担心。但雨水资源开发对流域生态环境的影响问题属于雨水利用的基础研究中探索的课题,尚无定论。此外,国外的城市雨水利用经验也没有暴露出这方面的环境问题。但《规范》稳妥起见,不提倡雨水资源的过度开发回用。

## 3. 《规范》审查会及审查意见

规范主编单位中国建筑设计研究院受建设部标准定额司委托于2006年5月25日在北京市组织召开了《规范》(送审稿)专家审查会。会上,建设部标准定额司领导和来自全国各地的专家对《规范》的编制工作给予了充分肯定,经过逐条研究,对《规范》提出了一些修改意见,审查通过《规范》(送审稿)。专家主要意见如下:

(1) 编制组在总结国内外实践经验和广泛征求意见的基础上,编制完成的《规范》送审稿内容全面、资料翔实,可满足我国建筑与小区雨水利用工程的设计、施工安装、验收、运行维护和管理等要求;

(2) 《规范》结合国情,实用性和可操作性强,对保障我国建筑与小区雨水利用工程的质量与效益具有重要的指导意义;

(3) 专家组建议1.0.6条、7.3.1条、7.3.3条、7.3.9条为强制性条文;

(4) 《规范》结构合理、用词严谨,符合国家工程建设标准编写要求;

(5)《规范》对各种雨水利用技术进行综合运用,方法正确;对雨水利用的目标控制科学合理;用径流系数反映工程效果具有独创性。规范对这些技术的处理与集成,具有一定的创建,达到国际领先水平。

专家组一致同意通过该《规范》的审查,并建议按照专家组审查意见修改完善,尽快上报。

编制单位于2006年6月13~14日在北京就审查会上专家提出的意见进行了讨论,对《规范》(送审稿)进行了认真修改,最终形成了《规范》报批稿,上报建设部审核批准。

建设部2006年9月26日第485号文件“建设部关于发布国家标准《建筑与小区雨水利用工程技术规范》的公告”批准本《规范》为国家标准,自2007年4月1日起实施。

#### 4.《规范》内容简介

本《规范》编写共分12章,内容包括:总则;术语、符号;水量与水质;雨水利用系统设置;雨水收集;雨水入渗;雨水储存与回用;水质处理;调蓄排放;施工安装;工程验收;运行管理。

##### (1) 总则

本章规定了制定本规范的目的;本规范的适用范围;规划和设计阶段应包括雨水利用的内容且雨水利用设施应与项目主体工程同时施工,同时使用;雨水利用工程设计中总图专业、园林景观专业、建筑专业、给水排水专业应密切配合、相互协调。

##### (2) 术语、符号

本章规定了本规范较为重要和常用的术语及本规范中使用的符号。

##### (3) 水量与水质

本章规定了降雨量应根据当地近期10年以上降雨量资料确定。雨水水质应以实测资料为准。屋面雨水经初期径流弃流后的水质,无实测资料时 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、SS、色度的经验值。绿化、道路及广场浇洒、车库地面冲洗、车辆冲洗、循环冷却水补水等各项最高日用水量;处理后的雨水水质应根据用途确定,并给出了 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 和SS指标应满足的规定。

##### (4) 雨水利用系统设置

本章规定了雨水利用应采用雨水入渗系统、收集回用系统、调蓄排放系统之一或其中系统的组合。雨水入渗系统的土壤渗透系数宜为 $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ ,且渗透面距地下水位大于1.0m;收集回用系统宜用于年均降雨量大于400mm的地区;调蓄排放系统宜用于有防洪排涝要求的场所。不得采用雨水入渗系统的场所。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。设有雨水利用系统的建设用地,应设有雨水外排措施。雨水设计径流总量和设计流量的计算公式;各种下垫面雨量径流系数和流量径流系数。汇水面积按汇水面水平投影面积计算。设计暴雨强度计算公式、设计重现期、设计降雨历时的规定。地面雨水宜采用雨水入渗。降落在景观水体上的雨水应就地储存。屋面雨水可采用雨水入渗、收集回用,或二者相结合的方式。小区内设有景观水体时,屋面雨水宜优先考虑用于景观水体补水。室外土壤在承担了室外各种地面的雨水入渗后,其入渗能力仍有足够的余量时,屋面雨水可进行雨水入渗。大型屋面的公共建筑或设有

人工水体的项目,屋面雨水宜采用收集回用系统。为削减城市洪峰或要求场地的雨水迅速排干时,宜采用调蓄排放系统。雨水可用于景观用水、绿化用水、循环冷却系统补水、汽车冲洗用水、路面、地面冲洗用水、冲厕用水、消防用水。

#### (5) 雨水收集

本章规定了屋面雨水收集宜采用半有压屋面雨水收集系统;大型屋面宜采用虹吸式屋面雨水收集系统,并应有溢流措施。屋面集水宜采用集水沟。本章给出了水平短沟、长沟的设计排水量计算公式,规定了半有压流屋面雨水收集系统的设计原则、虹吸式屋面雨水收集系统的设计原则、硬化地面雨水收集的设计原则。初期径流弃流量应按照下垫面实测收集雨水的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、SS、色度等污染物浓度确定。当无资料时,屋面弃流可采用  $2\sim 3\text{mm}$  径流厚度,地面弃流可采用  $3\sim 5\text{mm}$  径流厚度。本章还给出了初期径流弃流量的计算公式,规定了初期径流弃流池、自动控制弃流装置、渗透弃流井的要求。

#### (6) 雨水入渗

本章规定了雨水入渗可采用绿地入渗、透水铺装地面入渗、浅沟与洼地入渗、浅沟渗渠组合入渗、渗透管沟、入渗井、入渗池、渗透管-排放系统等方式。渗透设施的日渗透能力不宜小于其汇水面上重现期为 2 年的日雨水设计径流总量。其中入渗池、井的日入渗能力,不宜小于汇水面上的日雨水设计径流总量的  $1/3$ 。入渗系统应设有储存容积,其有效容积宜能调蓄系统产流历时内的蓄积雨水量,入渗池、井的有效容积宜能调蓄日雨水设计径流总量。雨水渗透设施选择时宜优先采用绿地、透水铺装地面、渗透管沟、入渗井等入渗方式。地下建筑顶面与覆土之间设有渗排设施时,地下建筑顶面覆土可作为渗透层。除地面入渗外,雨水渗透设施距建筑物基础边缘不应小于  $3\text{m}$ ,并对其他构筑物、管道基础不产生影响。雨水入渗系统宜设置溢流设施。规定了透水铺装地面、浅沟与洼地入渗、渗透管沟、渗透管-排放系统、入渗池(塘)、埋地入渗池的设置要求。给出了渗透设施的渗透量计算公式,土壤的渗透系数值,渗透设施产流历时内的蓄积雨水量计算公式,渗透设施进水量、渗透设施的储存容积计算公式。

#### (7) 雨水储存与回用

本章规定了雨水收集回用系统应优先收集屋面雨水,不宜收集机动车道路等污染严重的下垫面上的雨水。雨水收集回用系统设计应进行水量平衡计算,回用系统的最高日设计用水量不宜小于集水面日雨水设计径流总量的  $40\%$ ;雨水量足以满足需用量的地区或项目,集水面最高月雨水设计径流总量不宜小于回用管网该月用水量。收集回用系统应设置雨水储存设施。雨水储存设施的有效储水容积不宜小于集水面重现期为  $1\sim 2$  年的日雨水设计径流总量扣除设计初期径流弃流量。水面景观水体宜作为雨水储存设施。雨水可回用量宜按雨水设计径流总量的  $90\%$  计。当雨水回用系统设有清水池时,其有效容积可按雨水回用系统最高日设计用水量的  $25\%\sim 35\%$  计算。雨水蓄水池、蓄水罐宜设置在室外地下。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。雨水供水管道应与生活饮用水管道分开设置。当雨水清水池(箱)、蓄水池(箱)采用生活饮用水补水时,应采取防止生活饮用水被污染的措施。雨水供水管道上不得装设取水龙头,并应采取防止误接、误用、误饮的措施。雨水收集、处理设施和回用系统宜设置自动控制、远程控制、就地手动控制。

#### (8) 水质处理

本章规定了收集回用系统处理工艺可采用物理法、化学法或多种工艺组合等。屋面雨水水质处理根据原水水质可选择下列工艺流程：1) 屋面雨水→初期径流弃流→景观水体；2) 屋面雨水→初期径流弃流→雨水蓄水池沉淀→消毒→雨水清水池；3) 屋面雨水→初期径流弃流→雨水蓄水池沉淀→过滤→消毒→雨水清水池。回用雨水宜消毒。此外，本章还给出了雨水过滤及深度处理设施的处理能力的计算公式和雨水处理站设计的相关规定。

#### (9) 调蓄排放

本章规定了在雨水管渠沿线附近的天然洼地、池塘、景观水体，可作为雨水径流高峰流量调蓄设施，当天然条件不满足时，可建造室外调蓄池。调蓄排放系统的降雨设计重现期宜取2年。本章还给出了调蓄池容积、出户管管径计算公式。

#### (10) 施工安装

本章规定了雨水利用工程应按照批准的设计文件和施工技术标准进行施工。雨水利用工程的施工应由具有相应施工资质的施工队伍承担。规定了埋地渗透设施、透水地面的施工工序，施工注意事项等。规定了室外雨水管道敷设、水处理设备的安装要求。

#### (11) 工程验收

本章规定了雨水收集和排放管道在回填土前应进行无压力管道严密性试验。雨水蓄水池(罐)应作满水试验。雨水利用工程的验收内容及应具备的验收文件。

#### (12) 运行管理

本章规定了雨水利用设施维护管理应建立相应的管理制度。在雨季来临前应对雨水利用设施进行清洁和保养，并在雨季定期对工程各部分的运行状态进行观测检查。规定了雨水收集回用设施的检查内容和周期。

### 5. 本指南的编制情况

由于建筑雨水利用工程在我国起步较晚，目前主要在缺水地区有一些小型、局部的非标准性应用。大中城市的雨水利用基本处于探索与研究阶段，但已显示出良好的发展势头。雨水利用对改善我国城市水环境、降低自来水的使用量，提高节水率具有重要的作用。在我国雨水利用工程由于处于起步阶段，各方面经验不足，待研究问题很多。为使使用者准确理解本《规范》的规定，推动《规范》的贯彻实施，由《规范》主编单位中国建筑设计研究院开展了《建筑与小区雨水利用工程技术规范实施指南》的编制工作，作为《规范》宣贯的技术资料。

#### 实施指南内容说明：

第一篇主要介绍《规范》编制的任务来源及编制过程、《规范》审查会及审查意见、《规范》重点内容的确定依据、《规范》的主要内容等。

第二篇包括12章，对应《规范》各章条文。主要包括条文含义的说明，在条文说明中无法展开的内容，执行过程中应注意的问题等。

第三篇包括8章，共8个专题，分别为对雨水利用在屋面雨水收集系统的实验资料，日本、德国雨水利用的相关规定，我国有关城市(含台湾地区)雨水利用的相关规定，北京开展雨水利用的实验数据、成果，2008年奥运会主体育场、北京用友软件园、南京聚福园及银城东苑等项