

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.04.021

循环经济理论与深圳市城区雨水利用规划

魏 杰

(深圳市城市规划发展研究中心 , 广东 深圳 518034)

摘要 :为合理利用深圳市城区雨水资源 ,从循环经济理论的物质流分析与管理出发 ,确定重构城市雨水健康循环体系的核心内容。结合深圳的实际情况 ,确定深圳市城区雨水利用的发展策略 :从雨水渗透为主 ,集蓄利用为辅 ,审慎对待雨水回灌 ,提倡雨水综合利用。对城区雨水利用分区、规划设计指引、建设时序等方面提出规划设想 ,给出相关政策建议。

关键词 :循环经济 ;雨水利用 ;物质流分析 ;深圳市

中图分类号 :X322 **文献标识码** :B **文章编号** :1004-6933(2010)04-0080-04

Circular economy and urban rainwater utilization planning of Shenzhen

WEI Jie

(Shenzhen Urban Planning and Research Center , Shenzhen 518034 , China)

Abstract :For the rational use of rainwater resources of Shenzhen , the core contents for construction of a healthy recycling system of urban rainwater were determined from the theory of circular economy and material flow analysis and management. According to the actual situation in Shenzhen , a development strategy for urban rainwater utilization is proposed :rainwater infiltration is the primary measure , harvesting is the supplementary measure , recharge is used with caution , and comprehensive utilization is promoted. Planning ideas for rainwater utilization district zoning , a design guide , and the time sequence for construction are provided , and policy suggestions are made.

Key words :circular economy ; rainwater utilization ; material flow analysis ; Shenzhen City

1 基本背景

不断加快的城市化速度和城市规模的迅速扩大 ,使得深圳市水资源匮乏的矛盾越来越突出。根据规划、水务部门的相关研究 ,未来该市水资源的供需矛盾将进一步加剧 ,水环境压力也将越来越大。按照目前的发展模式 ,计入农业和生态用水 ,至 2010 年、2020 年、2030 年 ,深圳市年缺水将分别达到 4.2 亿 m^3 、9.7 亿 m^3 、12.5 亿 m^3 ^[1]。水资源短缺问题已经成为制约深圳市经济发展的关键性因素。

另一方面 ,随着深圳市城市的发展 ,大量不透水面积的增加 ,使得城市的降水入渗量大大减少 ,雨洪峰值增加 ,汇流时间缩短 ,导致城市洪水危害加剧 ,

内涝灾害频发 ;与此同时还导致雨水资源大量流失、雨水径流污染加重、地下水位下降、地面下沉和城市生态环境恶化等多种环境危害。

针对深圳市所面临的严重水危机 ,规划部门提出了域外引水、城市节水及非常规水(雨洪、再生水、海水和微咸水)利用并重的新的水资源保障体系^[2] ,其中城区雨水利用无疑是该策略中的重要一环。深圳市多年平均降雨量为 1 837 mm ,按 2005 年全市建成区面积 703 km^2 计 ,城区降雨资源量已达 12.9 亿 m^3 ,随着城市的扩张 ,该数值还将持续增加 ,如何正确对待和有效利用这些既有巨大的潜在价值、又有广泛潜在威胁的雨水资源 ,无疑是一项崭新的课题和艰巨任务。

作者简介 魏杰(1979 —) ,男 ,福建三明人 ,工程师 ,从事市政专项规划工作。E-mail :weijie97@tsinghua.org.cn

2 循环经济理论及其城区雨水利用

2.1 循环经济理论内涵

循环经济思想萌芽于 20 世纪 60 年代 ,至 20 世纪 90 年代得到世界各国广泛认同。它是以资源的高效利用和循环利用为核心 ,以“ 减量化、再利用、资源化 ”为原则(即 3R 原则) ,以低消耗、低排放、高效率为特征的全新经济增长模式。其中物质流分析与 管理是循环经济理论的基本手段之一 ,即通过改造或调控现有的物质流模式 ,提高资源和能源效率 ,形成资源和能源效率较高的物质循环模式^[3-4]。

2.2 对城区雨水利用的指导意义

雨水循环是一个多环节的自然过程 ,降雨形成后 ,雨水的循环流动主要包括以下 3 种途径 :一部分通过植被和地表的蒸发作用形成水蒸气重返大气 ;一部分渗入土壤形成地下水和壤中流 ,持续而缓慢地与地表水进行相互补充和交换 ;其余雨水沿地面汇入河网形成地表径流。

在城市发展之前 ,自然界中雨水处于一种健康的循环状态。但随着城市发展 ,这种健康的循环状态被打破 ,集中体现在不透水面积不断增加 ,雨水循环过程中雨水下渗量急剧下降 ,蒸发量和地下渗出水 量显著减少 ,而表面排流量即地表径流量大幅增加 ,同时雨水循环周期明显缩短 ,呈现出“ 有水快流 ” 的态势。研究表明 ,一个自然植被覆盖的林区 ,几乎没有不透水地面 ,雨水下渗量、蒸发量和地表径流量 分别约占降雨总量的 50%、40%、10% ;而城市化后的商业区不透水地面的比例高达 70% ~ 100% ,雨水下渗量和蒸发量迅速下降为降雨总量的 5% 和 20% ,而地表径流量则增加至降雨总量的 75%(表 1)^[5]。这直接导致了径流暴涨暴落 ,一方面暴雨期间 河川峰值流量显著增大 ,雨水资源大量流失 ,水涝灾害频发 ;另一方面平时河川流量显著减小 ,地下水位下降甚至枯竭 ,河川水质恶化。另外 ,由于蒸发量减少 ,还加剧了城市的热岛效应。

表 1 土地利用类型对雨水循环体系的影响

土地利用类型	不透水地面 比例/%	雨水下渗量 比例/%	蒸发量 比例/%	地表径流量 比例/%
自然植被覆盖的林区	0	50	40	10
城市化后的居住区	30 ~ 50	35	35	30
城市化后的商业区	70 ~ 100	5	20	75

从物质流管理的角度出发 ,重构城市雨水健康循环体系 ,关键在于改变下垫面种类和径流方式 ,增加雨水地下渗透量 ,削减地表径流量 ,提高雨水利用率 ,延长雨水循环周期。其核心内容包括 :①雨水集 蓄利用 ,对雨水进行收集处理 ,达到相应水质标准后

用于城市生态环境和市政杂用 ;②雨水渗透 ,利用下 凹绿地、透水型铺装、渗水管渠等技术 ,增加地面透 水性 ,补给浅层地下水 ,调节城市气候 ,防止海水入 侵。此外 ,屋顶绿化能够有效吸纳雨水径流 ,也可归 入雨水渗透范畴 ;③雨水回灌 ,通过雨水回灌井、砂 石坑等方式 ,利用雨水补充深层地下水 ,达到地下水 采补平衡 ,防止地面沉降等 ;④雨水综合利用 ,通过 综合性的技术措施实现雨水资源的多种目标和功 能 ,这种系统通常较为复杂(图 1) ,可能包括雨水的 积蓄利用、渗透、排洪减涝、水景、屋顶绿化甚至太阳 能利用等多种子系统。

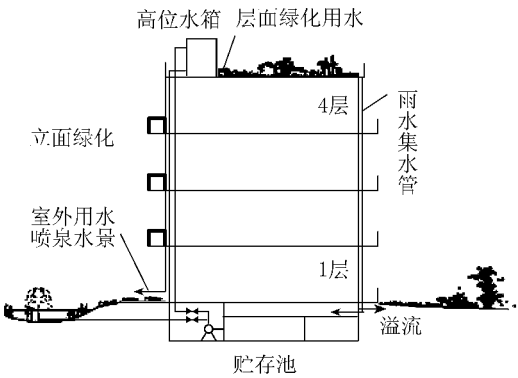


图 1 雨水综合利用系统示例^[6]

3 深圳市城区雨水利用规划

3.1 发展策略

基于循环经济理论 ,笔者提出了重构城市雨水健康循环体系的核心内容 ,但具体到深圳市 ,其发展策略的选择还需要结合实际情况进行综合分析。

3.1.1 降雨特性

深圳市多年平均降雨量 1 837 mm ,雨量丰沛 ,但降雨量年内分配不均 ,其中雨季(4 月—9 月)降雨量 占全年降雨量的 85% 以上 ,而旱季(10 月—3 月)则 罕有降雨 ,降雨量年际变化也较大 ,根据深圳水库站 1961—2004 年实测降雨分布来看 ,最大年降雨量与 最小年降雨量相差近 3 倍。降雨时间分布不均匀 , 不利于雨水储蓄设施的有效利用 ,从而提高了雨水 储蓄利用的经济成本。同时深圳地属酸雨污染控制 区 ,全市酸雨频率较高 ,由于下垫面情况较为复杂 , 全市的径流水质情况也较为复杂 ,但尚未建立相关 监测制度。

3.1.2 流域汇流特性

深圳市主要河流水系中 ,除龙岗河、坪山河、观 澜河外 ,其余河流都在市域内直接入海。在内陆城 市开展雨水利用 ,都存在一定的弊端 ,因为上游地区 雨水的截流意味着下游地区水资源的减少 ,而在沿 海地区则不存在这一问题。因而 ,深圳更应该大力

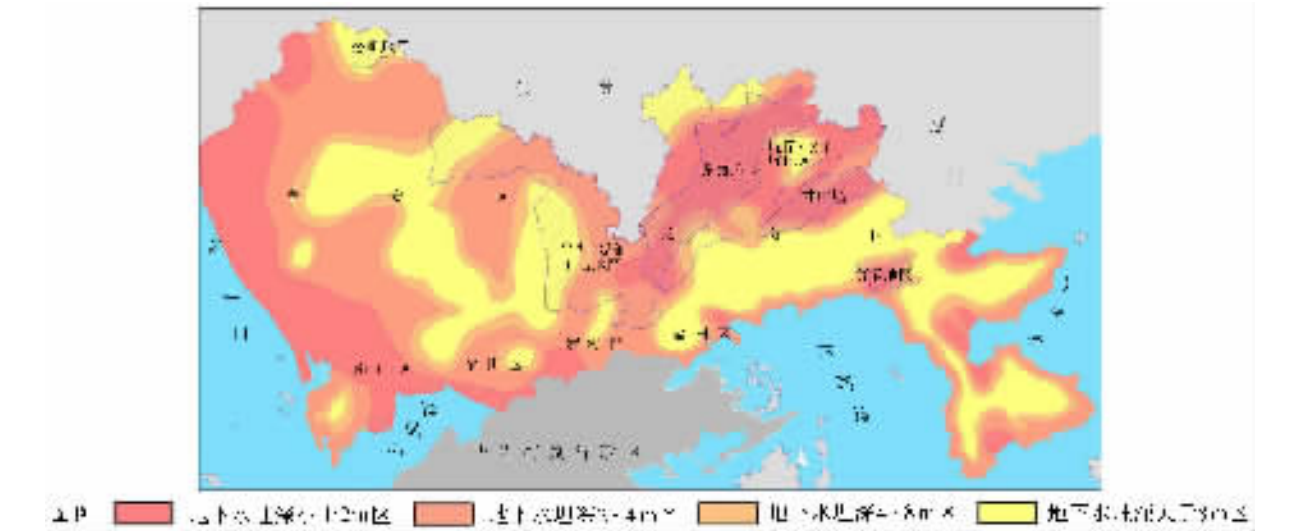


图2 深圳市地下水埋深分布

开发利用雨水资源。

3.1.3 水文地质条件

依据 GB 50400—2006《建筑与小区雨水利用工程技术规范》的有关规定,选择雨水渗透技术时,土壤渗透系数宜为 $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{m/s}$,且地下水位距渗透面大于 1.0 m。根据研究,25℃时深圳市城市绿地表层土壤渗透系数为 0.70 mm/min,约 $1.2 \times 10^{-5} \text{m/s}^{[6]}$,深圳市大部分区域地下水埋深大于 2.0 m(图2),满足雨水渗透的水文地质要求。

3.1.4 土地利用现状

深圳市由于市域面积受限,空间资源极其紧缺,截至 2005 年底,全市已有建设用地为 703 km²,剩余可建设用地约 200 km²。由于空间资源有限,适度的高密度发展是深圳市发展的必由之路,2000 年全市平均容积率为 0.94,而 1999—2006 年,全市规划许可建设用地的平均容积率达 2.3,平均建设覆盖率约 30%。相对雨水渗透设施,雨水储存设施占用空间较大^[7],在深圳市高强度高密度的开发模式下,其利用范围受到一定限制。

综合上述分析,以下凹绿地、透水型铺装、渗水管渠、屋顶绿化为代表的雨水渗透技术投资少、空间资源占用少、适用范围广、环境效应显著,应是城区雨水利用的主要手段;雨水集蓄利用技术受降雨均匀性、空间资源条件、投资运行费用等方面的限制,是城区雨水利用的辅助手段;雨水回灌技术对雨水水质和地下水位要求较高,应审慎对待,未经过充分论证不应建设实施;雨水综合利用技术环境效应最为显著,但它对空间资源条件、运行维护等要求更高,难以全面推广,可提倡在条件成熟的区域使用。因此,深圳市城区雨水利用的发展策略可概括为“雨水渗透为主,集蓄利用为辅,审慎对待雨水回灌,提倡雨水综合利用”。

3.2 规划设想

3.2.1 结合城市密度分区,划定雨水利用分区

相对于降雨、汇流和水文地质条件,深圳市土地利用的空间差异性最大,其中土地开发强度是影响雨水利用技术选取的重要因素。城市密度分区作为开发强度控制的重要手段,可以考虑将作为雨水利用分区的重要依据。依据在编的《深圳市城市总体规划(2009—2020)》密度分区专题研究成果,并结合深圳市降雨、汇流及水文地质条件,将全市划分为 4 个雨水利用分区,见图 3。

雨水利用Ⅰ区:主要为高密度开发的市、区级核心地区。该区域开发强度最大,雨水集蓄利用和综合利用的空间资源条件最差,应重点实施雨水渗透技术,以及空间资源条件要求较低的屋顶绿化技术;对于新建、改建公共开放空间如公园、广场等推广下凹绿地和透水型铺装技术。

雨水利用Ⅱ区:主要为中高密度开发的市一般地区或生态保护区内的组团中心。该区域开发强度较大,应重点实施雨水渗透技术,包括下凹绿地、透水型铺装和渗水管渠等;屋顶绿化技术成本相对较高,主要在地下水埋深小于 1 m 的区域内推广;部分条件适宜区域,也可考虑进行雨水集蓄利用。

雨水利用Ⅲ区:主要为中低密度开发的市敏感地区,一般为基本生态保护线以外 500 至 1 000 m 的范围。该区域空间资源条件较好,应重点实施下凹绿地、透水型铺装和渗水管渠等雨水渗透技术;同时可推广雨水集蓄利用技术,尤其对于地下水埋深小于 1 m 的区域,部分条件适宜区域,提倡进行雨水综合利用。

雨水利用Ⅳ区:主要为不开发或仅有少量低密度开发的市生态保育区。该区域空间资源条件最为优越,应重点实施环境综合效应最显著的雨水综

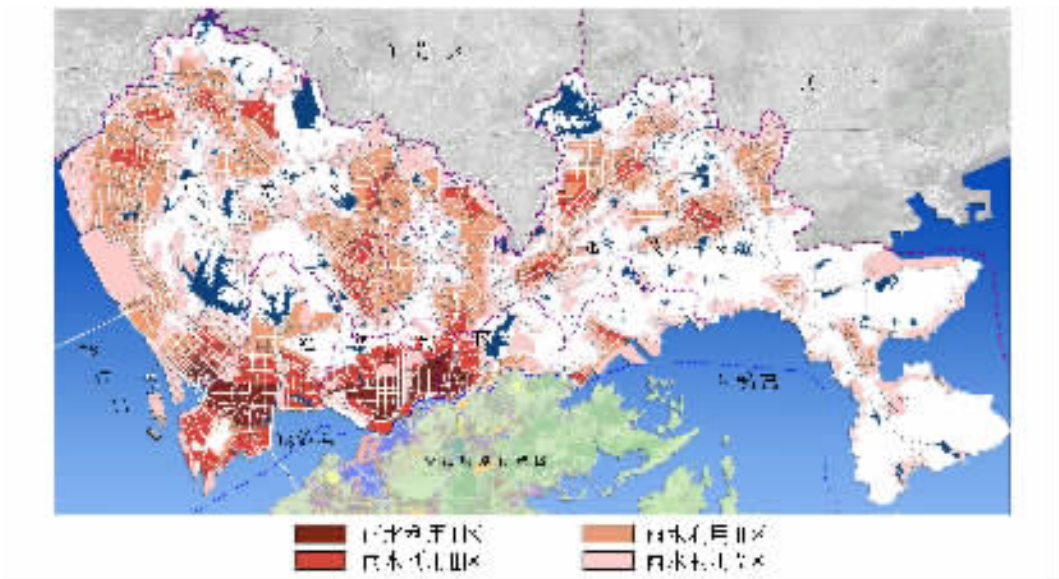


图3 深圳市雨水利用分区

合利用技术,推广下凹绿地、透水型铺装、渗水管渠、雨水集蓄利用等单项雨水利用技术。

3.2.2 针对土地利用类型,实施分类分级指引

在雨水利用分区的基本框架上,针对不同土地利用类型,实施分类分级的规划设计指引。根据不同的土地利用类型^[6],规划设计指引可分为公园、道路、广场、公建、住宅小区、旧村等多种类型,并应综合考虑实施主体、经济成本等因素,进行强制性或推荐性的分级指引,从而体现出规划控制的刚性和弹性。

3.2.3 结合城市更新改造,确定适宜实施时序

雨水利用在项目规划阶段考虑是最经济的做法,而建成后再改造则要追加一定投资。深圳市未来空间拓展将在严格控制增量用地规模的同时,大力推动城市更新改造。因此,在安排全市雨水利用规划的实施时序时,一方面要优先推进新增建设用地的雨水利用,另一方面要结合城市更新改造,在旧工业区升级换代、城中村改造时充分考虑雨水利用的因素^[8]。

3.3 建议

a. 强化管理 建立城区雨水利用多部门协作平台。建议成立由有关副市长挂帅、水务、规划、建设、园林等多部门参与的“水务协调领导小组”,统一协调和管理包括城区雨水利用在内的城市水务。

b. 法制建设 尽早出台相应雨水利用的条例法规。建立健全雨水利用的相关法律法规,如《深圳市城区雨水利用项目建设管理办法》、《深圳市城区雨水利用设计审查办法》、《深圳市城区雨水利用设计手册》等,将城区雨水利用设施建设纳入建设项目管理体系,依法保障城市雨水利用持续推进。

c. 经济支持 提高城区雨水利用的积极性和主动性。政府应运用经济杠杆,通过各种优惠政策和

利益机制调动企事业单位的积极性,政府可研究征收于水排放设施费和雨水排放费,对于开展雨水利用的建设项目,除免收污水处理费、水资源费等还可以按其雨水利用规模给予一定的奖励。

d. 以点带面,加快实施城区雨水利用示范工程。光明新区作为深圳市低碳城市建设示范区,可先行试点以城区雨水利用为代表的低冲击开发模式,探索深圳市雨水利用模式。

e. 加强宣传,全面提高公众节水意识。水务部门具体负责雨水利用的宣传工作,应强调机关、企业、事业单位在雨水利用的带头作用,通过各种媒体在全社会开展雨水利用的宣传,提升公众节水意识。

参考文献:

- [1] 深圳市规划局,深圳市城市规划设计研究院有限公司. 深圳水战略[R]. 深圳:深圳规划局,2007.
- [2] 张武强,杜雁,俞露.从城市规划角度研究深圳水问题[J].水资源保护,2007,23(3):92-94.
- [3] 吴季松.循环经济综论[M].北京:新华出版社,2006:19-23.
- [4] 李文鑫,王合成.循环经济再造“生态城市”新模式[M].北京:中国环境科学出版社,2007:45-46.
- [5] LAW P. Stormwater planning: a guidebook for british columbia [R]. Columbia: British Columbia Ministry of water, Land and Air Protection, 2002: 33-34.
- [6] 史正军,卢瑛,钟晓,等.深圳城市绿地土壤质量状况研究[J].园林科技,2006,23(1):20-24.
- [7] 车伍,李俊奇.城市雨水利用技术与管理[M].北京:中国建筑工业出版社,2006:179.
- [8] 深圳市规划局,深圳市城市规划设计研究院有限公司. 深圳市城中村(旧村)改造总体规划纲要[R]. 深圳:深圳市规划局,2006.

(收稿日期:2009-12-01 编辑:高渭文)