

浅析城市雨水资源的高效利用

谢登举, 任惠琴

(黄河水利委员会天水水土保持科学试验站, 甘肃 天水 741000)

摘要 在综合分析国内外城市雨水资源利用研究状况的基础上, 提出城市雨水集蓄利用的 3 种技术 推广透水性铺装、建立城区雨水地下储存系统、利用城区凹地截流暂储 提出城区雨水收集利用的 3 种方式 建筑物顶雨水收集技术、路面雨水收集技术、院落雨水收集方式, 并介绍每种方式的基本技术。

关键词 城市 雨水资源 高效利用

中图分类号 :TV213.4 **文献标识码** :B **文章编号** :1004-6933(2009)S1-0025-02

1 雨水集蓄利用的意义及必要性

我国水资源人均占有量偏少, 地区分布不均。1956~2000 年全国年平均降水量为 61 786 亿 m^3 , 相应的降水深约为 650 mm, 低于全球(800 mm)陆地面积平均降雨量。按 2000 年 12.66 亿人口计算, 我国人均水资源量为 2 220 m^3 , 约为世界人均水资源量的 1/4, 已被联合国列为 13 个贫水国家之一^[1-2]。干旱缺水、洪涝灾害和水环境恶化成为新世纪我国面临的三大水问题, 并较大程度地制约了经济增长和社会的可持续发展。随着社会经济的发展, 城市规模和数量迅速扩大, 水资源短缺的局面也日趋严峻。据水利部统计, 截止 2006 年, 我国 660 个建制市中有 551 个常年缺水, 其中有 110 个城市严重缺水, 年缺水量达 400 亿 m^3 。与此同时, 城市化也带来了环境污染、洪涝灾害等一系列问题。特别是不透水地表铺砌面积的不断扩大和建筑密度的提高, 使地面径流形成时间缩短, 峰值流量不断加大, 排水系统的雨季流量大量增加, 产生洪涝灾害的机会增加、危害加剧。同时, 城市雨洪也是城市水体的一种污染源。

雨水集蓄利用作为开源和节流并举的一项措施, 是缓解或解决上述水问题的一项重要措施, 它具有节水、防洪和保护生态环境三个方面的效益, 是解决城市水资源短缺问题、促进城市可持续发展的极具现实与战略意义的途径。

2 国内外雨水利用研究现状

近年来, 随着人口的增长和城市化进程的加快,

以及众多城市水资源问题的接踵而至, 人们对于雨水资源利用的兴趣又逐渐增加。我国对雨水资源的利用自古即有, 但大多数应用于农业方面, 主要集中在干旱半干旱地区的人畜饮水和集雨水灌溉上。我国对城市雨水资源化及其应用方面的研究尚处于起步阶段, 只有个别城市进入工程实施和推广阶段, 主要是缺水地区的一些小型、局部的非标准性应用, 大中城市的雨水利用基本处于研究与示范阶段。1995 年 6 月, 北京举办了第七届国际雨水集流系统大会。2001 年, 水利部颁布了《雨水集蓄利用工程技术规范》, 标志着该技术的初步成熟。中德合作研究项目“北京市水资源可持续利用——城区雨洪控制及利用”已开始实施, 并在北京水利水电学校、双紫小区、丰台体育场等地建立了雨水利用的示范基地。2003 年, 甘肃省庆阳市西峰区把在城郊修建人工湖、拦蓄雨洪作为科研项目——城市雨水资源高效利用试验研究专题付诸实施。经过勘测设计, 建成了以城区为集流场, 从雨水管网末端埋设引水管至蓄水工程, 名为日、月、星的 3 个三级储蓄湖体“天湖”。工程占地 11.3 hm^2 , 水面面积 4.4 hm^2 , 总容积 13.28 万 m^3 , 年储蓄水总量 38.8 万 m^3 , 实现了城市雨水由排到蓄、由害到利的转变, 实现了雨水利用由农村分散小工程向城市集中大工程的转变, 也实现了水土保持由坡道治理、沟头防护到源头治理的转变。天湖建成两年多来, 提供抗旱用水 53.2 万 m^3 , 灌溉用水 21.3 万 m^3 。蓄水至今, 先后为城市建筑、绿化、街道洒水提供水量 13.2 万 m^3 , 为周围 93.3 hm^2 农田灌溉提供用水 40 万 m^3 , 直接效益达到 150.2 万元。不仅

解决了城市汛期防洪排水的难题,缓解了日趋严重的城市缺水问题,又遏制了水土流失 12.7 万 m³,还成为一个休闲娱乐的好去处,一举多得。另外,湖周下渗区及周边地下水位也有明显回升。“旱塬平湖”景观还累计接待游客 1.5 万多人次。舟山群岛、南海诸群岛的雨水集流,湖南、江西、浙江等地区雨水蓄积,湖北、安徽等地的埂塘田生态系统,黄、淮海的节水农业等都是我国雨水资源化和有效利用的成果。

国外城市雨水利用较早,且已形成规模。雨水利用已成为国际上普遍重视的课题。国际研究的共识是 雨水利用将成为解决 21 世纪水资源短缺的主要途径。20 世纪 60 年代,日本开始收集利用路面雨水,70 年代修筑集流面收集雨水,80 年代开展了对城市雨水利用与管理的研究,提出了“雨水抑制型下水道”并纳入国家下水道推进计划,制定相应的政策,已有大量工程实施。如日本福冈体育场和国技馆,建筑面积 69 130 m²,屋顶面积 50 000 m²,而雨水收集面积为 25 900 m²,设计雨水蓄水池总容积 2 900 m³,福冈体育场通过雨水利用每年可节约 12 万美元的费用。此外,许多国家和地区已经出台了相应的技术手册、规范和标准。如美国 STAFFORD 郡的《雨水管理设计手册》、佐治亚州的《雨水管理手册》、北卡罗来纳州《雨水设计手册》、弗吉尼亚州的《弗吉尼亚雨水管理模式条例》等。德国污水联合会(ATV)和 1995 年成立的雨水利用专业协会(FBR)制定了一系列城市雨水利用与管理的技术性规范和标准。与此同时,国外的许多专门生产雨洪利用设备的厂家和公司逐渐增多。例如德国 GEP 公司的雨水过滤器、屋顶回水处理回用 IRM 控制设备,雨水储存罐等产品畅销整个欧洲市场 荷兰 WAVIN 公司的孔隙雨水蓄水池填充料、整体式雨水检查井、雨水口等雨水利用设备已经在全球 30 多个国家使用。

3 城市雨水集蓄利用技术

3.1 推广透水性铺装

城市下垫面的排水性能直接影响雨水渗透的最终效果。因此根据城区下垫面的具体情况,因地制宜地选择透水性铺装的适用范围,是做好此项工作的关键。透水性能最好的垫层是砾石垫层,最差的是黏土。如果遇到西北地区常见的黏土层时,局部少量小范围的可采用换土法解决 若下部黏土层范围很大,这时可考虑利用其上部透水垫层中的透水孔隙作为雨水的储存空间,也就是通过加大上部透水垫层厚度的方法来处理。我国北方尤其是西北地区年降雨量不大,这种方法还是切实可行的。但对于降雨量大的地区,单靠换土或加大透水垫层的储

水厚度形成的储水量不能满足要求,这就需要建立专门的地下渗水池用于解决雨水储存问题。由此可知,透水性铺装适用于地面垫层下部土壤地质透水性良好的地区。

3.2 建立城区雨水地下储存系统

雨水径流集蓄是充分有效地利用当地雨水资源、解决城市水资源短缺问题、促进城市可持续发展的极具现实与战略意义的途径。在进行雨水集蓄利用系统设计中,工程规模尤其是雨水贮存池的规模往往是雨水利用工程可行与否的关键影响因素。雨水贮存池规模与每年可收集水量直接相关。一般来讲,规模愈大,可收集水量也愈多,但每年蓄满水的复蓄次数(简称满蓄次数)则愈少,因此贮存池规模、可收集水量、满蓄次数三者之间互为条件、互为制约。在进行雨水集蓄利用工程设计时,应对三者互相作用下的工程规模进行优化设计,合理确定雨水集蓄利用的经济规模,以期获得系统最优。雨水贮存池的规模大小直接影响雨水利用系统的集流效率、投资和成本,优化设计应寻求效益与费用比值最大时所对应的经济规模。

目前我国大多数城市水资源短缺的情况下,作为直接利用的雨水贮存池,其工作过程为 集蓄—利用—再集蓄—再利用……,若每次集蓄后在两场雨的间隔期间所收集的雨水全部被利用,则每场雨的集蓄效率最高,否则,由于雨水贮存池的规模受限多余雨水只能溢流排放^[3-4]。

3.3 利用城区凹地截留暂储雨水

城市利用市区天然地形地貌或人工凹地作为截留雨水的暂储空间,可以削减雨水的地面径流量,进而减轻城市排水系统的压力,并减少雨季合流制管网污水处理厂的负荷,是解决夏季暴雨内涝的一条有效途径。这些凹地包括下沉式广场、停车场、运动场、露天内庭院及景观池塘等,在多雨季节它们可作为临时储存雨水的空间。如日本的东京、大阪等城市利用当地的棒球场和田径场汇集截流雨水,汇集的雨水经过处理可用于冲洗厕所和绿化灌溉。欧美、日本及我国台湾省均将该措施列为城市泄洪分流的重要对策加以推广。当下部垫层地质构造透水性能良好时,储水凹地底部还可考虑铺设透水性底面,蓄积的雨水可通过底部透水性铺装缓慢渗透到地下,补充地下水源。在储水凹地适当高度可设置溢流孔与相邻排水管沟相连,以便排除过量的雨水。

目前景观规划中水体的用水供应及绿化植被的浇灌大都依靠城市自来水管网,这无疑会增加城市用水的压力。应从景观规划设计入手,研究探索切实可行的综合利用雨水资源的方法(下转第 48 页)

行为。②要推广采用节水型卫生用具,如节水型龙头、节水型冲洗用具,这些装置一般节水 20% 左右。③推广一水多用等先进技术,提高城市居民生活用水的重复利用率。如可将洗浴洗涤用水用于冲洗厕所,经过滤后的洗菜用水冲洗地板、家庭绿化等。④公共设施用水积极推广淡水、咸水分用的办法,如微咸水用来冲洒地板、道路、公厕等环境卫生,以节约淡水资源。

f. 坚持水污染防、治并重的原则,使污水资源化。对全市污染源要加强监督管理,对超标排污的单位勒令限期治理;对重点工程要积极引进并开发利用无毒或低毒的新技术新设备,改革其生产工艺;对废水排放量大,污染物浓度高而又难以治理,且经济效益差的少数厂家,坚决实行关、停、转。切实控制水环境的进一步恶化,对今后新上的建设项目,一定要严格把关,杜绝新污染源的产生,绝不能再走“先污染,后治理”的路子^[4]。

g. 坚持集中与分散治理相结合原则,使污水资源化。本市污染源主要在各县城和市区,为废污水处理集中提供了条件,各县区要统一规划,分别建立污水处理厂或生物氧化塘集中处理。由于企业性质、地理位置等不同,废水中有害物质也有差异,因此,在集中处理之前,对那些含有重金属、剧毒物质及难溶解污染物质的废污水要进行分散处理。各企业排放的污染物达到《工业三废排放标准》后,方可排入污

水处理厂或氧化塘集中处理。经集中处理后的污水可用于农灌、工业回用、绿化等^[5]。

h. 进一步强化资源管理。为使有限的水资源发挥更大的效益,应按水务一体化的原则,贯彻《中华人民共和国水法》等法律法规,切实加强水资源的统一管理。必须采取行政、经济、法律、思想教育等一系列方法和手段,实现对水资源统一规划、统一调度、统一发放取水许可证、统一征收水资源费、统一管理水量水质,加强全面服务和宣传教育,切实使全民充分认识到水资源管理的必要性、计划用水和节约用水的迫切性,在全社会形成一个珍惜水、爱护水、节约水的良好风尚,促使水资源可持续利用,为该市经济发展和社会进步奠定可靠基础。

参考文献:

- [1] 乔光建,张均玲.邢台地下水环境现状和保护对策[J].水资源保护,2003(1):52-54.
- [2] 史晓新,朱党生,张建永.河北地下水[M].北京:化学工业出版社,2005:208-213.
- [3] 陈望和.河北地下水[M].北京:地震出版社,1999.
- [4] 方子云,周家祥,郑连生.中国水利百科全书:环境水利分册[M].北京:中国水利水电出版社,2004.
- [5] 方子云.水资源保护工作手册[M].南京:河海大学出版社,1988:375-411.

(收稿日期 2008-10-07 编辑 徐娟)

(上接第 26 页)和措施,充分利用景观用地周围凹地汇集储存雨水并用于景区水体用水、绿化灌溉及其他维护清洗。

3.4 城区雨水收集利用方式

城区雨水收集利用可分为建筑物顶雨水收集、路面雨水收集和院落雨水收集 3 种类型。

a. 建筑物顶雨水收集技术。城市屋顶除了少数自由落水屋面外,大部分屋顶均有专门的排水系统通道,除了初降雨水以外,屋顶收集的这一部分雨水相对比较干净,西北地区居民用于饮用的水窖,储水的主要来源就是依靠屋顶收集的雨水。城市雨水收集利用应将屋顶水落管下引的雨水导入附近储水池中,水质的净化可通过过滤、杀菌及沉淀等措施加以实现。对于饮用水来说,屋顶最好避免使用类似石棉、含铅塑料等有害物质,应铺设环保滤水层以起到净化初期雨水的作用。

b. 路面雨水收集技术。路面集雨工程宜选择在前方具有较大汇水面积,路面具有坡度且路牙连接尽量少的区域。路面雨水收集系统可采用雨水管、雨水暗渠、雨水明渠等方式^[4]。路面雨水收集

系统可采用在场所周边开设下渗设施,将雨水引入地下蓄水池。

c. 院落雨水收集方式。城市院落包括庭院地面、运动场、广场等,基本都经过硬化处理,是天然的集流面。

通过城市道路、城市地表收集的雨水,因为径流过程中容易混入有害杂质,污染程度相对较高,这部分储存雨水经过处理宜用于灌溉、洗车、冲洗厕所等非饮用目的。

参考文献:

- [1] 李现社,杜霞,耿雷华,等.中国水资源安全战略研究[J].人民黄河,2008,30(5):1-3.
- [2] 吴普特,高建恩.黄土高原水土保持与雨水资源化[J].中国水土保持,2008,6(1):107-111.
- [3] 李俊奇,余苹,车伍,等.城市雨水集蓄利用工程经济规模的优化[J].中国给水排水,2005,21(3):54-57.
- [4] 孙力,于晓晶,张凤英.济南市雨水利用收集技术研究[J].水资源与水工程学报,2008,19(2):102-105.

(收稿日期 2009-02-14 编辑 徐娟)