

德国城市雨水利用技术考察分析*

李俊奇, 车 武

(北京建筑工程学院城建系, 北京 100044)

摘要:对近年来德国城市雨水利用的几种主要形式:雨水集蓄利用系统、雨水屋顶花园利用系统、雨水截污与渗透系统、生态小区雨水利用系统作了总结和分析,结合国情提出了我国城市雨水利用与管理的一些建议。

关键词:雨水利用;城市雨水;德国

中图分类号:X703 文献标识码:A 文章编号:1002-1264(2002)01-0047-03

Review of Rainwater Utilization Technology in Germany Cities

LI Jun qi, CHE Wu

(Department of Urban Construction and Engineering, Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China)

Abstract: Several main forms of urban rainwater utilization in Germany are summarized and analyzed in this paper, including rainwater collection, storage and utilization systems; green roof systems; pollutant separators and infiltration systems; rainwater utilization systems in ecological residential area etc. Some suggestions about urban rainwater utilization and management for China are put forward.

Key words: rainwater utilization; urban rainwater; Germany

随着城市化发展,水资源紧缺、环境污染、生态破坏等问题不断加剧,现代城市雨水利用从20世纪80年代开始已引起世界各国的关注。德国是欧洲极力主张广泛进行雨水利用的国家之一。自1989年制定了屋面雨水利用设施标准(DIN 1989)以来,德国城市雨水利用技术已进入标准化、产业化阶段,并逐步向集成化、综合化方向发展。许多公司已开发出具有收集、过滤、储存、提升、渗透、控制、监测等功能的成套设备和系列定型产品,并已建成较多的雨水利用工程。柏林等一些城市已将城市雨水利用和城市环境、城市生态建设等结合起来进行设计,已建或正在建成一批各具特色的生态小区雨水利用系统^[1]。城市雨水利用兼有节约水资源、减缓洪涝灾害、补充地下水、控制径流污染和改善城市生态环境等多重意义,因而是项多目标的综合性技术。现就德国现阶段城市雨水利用的主要技术作简要介绍分析。

1 屋面雨水集蓄利用系统

雨水集蓄利用系统主要用于家庭、公共和工业等三方面非饮用水,如浇灌、冲厕、洗衣、冷却循

环等中水系统。集雨面主要是屋顶。屋顶材料以瓦质屋面和水泥混凝土屋面为主。

雨水集蓄利用系统可以设置为单体建筑物的分散式系统,也可在建筑群或小区中集中设置。系统由集雨区(通常是屋顶)、输水系统、截污净化系统(如过滤)、储存系统(地下水池或水箱)以及配水系统等几部分组成。有时还设有渗透设施,并与贮水池溢流管相连,当集雨量较多或降雨频繁时,部分雨水可以进行渗透。图1是德国城市家庭典型雨水集蓄利用系统示意。

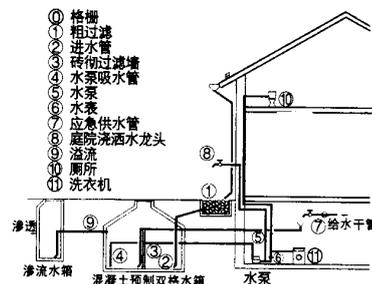


图1 德国城市家庭典型雨水集蓄利用系统示意

为了消除人们对雨水水质的担心和顾虑,还采用了一些革新技术。如采用可渗透的中隔墙将地下贮水池分成两个小室,可以起到有效的过滤

* 基金项目:北京市科委专项基金项目“北京城区雨水径流污染控制与管理模式”(H010610020112)。

作用。

雨水集蓄利用技术在德国的推广得到了公众的大力支持。尤其是一些私人公司起到了非常积极的作用。他们开发出许多成套设备和产品,如 WISY 公司研制的金属筛网或立管旋流过滤器安装在雨水立管上能有效地改善水质,过滤能力可满足 $100 \sim 3\,000 \text{ m}^2$ 屋面雨水径流。许多公司研制的硬塑料贮水箱中,使用的浮动式过滤取水器可以保证出水始终是水箱中最洁净的。此外,一些公司还建造了人工湿地净化系统以满足更高的水质要求。

雨水集蓄利用系统除了用于家庭非饮用水以外,还可用于公用事业或工业项目。Ludwigshafen 已经运行十年的公共汽车洗车工程利用 $1\,000 \text{ m}^2$ 屋面雨水作为冲洗水源,除紧急情况外,几乎所有的水源均是雨水。法兰克福 Possmann 苹果轧汁厂将屋顶花园雨水作为冷却循环水源,是工业项目雨水利用的成功范例。

2 雨水屋顶花园利用系统

雨水屋顶花园利用系统是削减城市暴雨径流量、控制非点源污染和美化城市的重要途径之一,也可作为雨水集蓄利用的预处理措施。屋顶类型有平屋型,也有坡屋顶;既有单层建筑,也有多层和高层建筑。图 2 是德国某公司建造的城市屋顶花园构造作法示意。

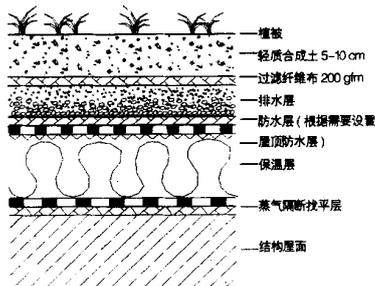


图 2 德国城市屋顶花园构造示意

为了确保屋顶花园不漏水 and 屋顶下水道通畅,可以考虑在屋顶花园的种植区和水体(水池、喷泉等)中再增加一道防水和排水措施。

屋顶材料中,关键是植物和上层土壤的选择。植物应根据当地气候条件来确定,还应与土壤类型、厚度相匹配。上层土壤应选择孔隙率高、密度小、耐冲刷、可供植物生长的洁净天然或人工材料。在德国最常用的是火山石、沸石、浮石等。需要收集时可在下部布置集水管,集水管周围可适

当填塞卵(碎)石,如图 3 所示。屋顶花园系统可使屋面径流系数减少到 0.3,有效地削减了雨水流失量,同时改善了城市环境。此技术已在德国等欧洲城市较普遍应用。

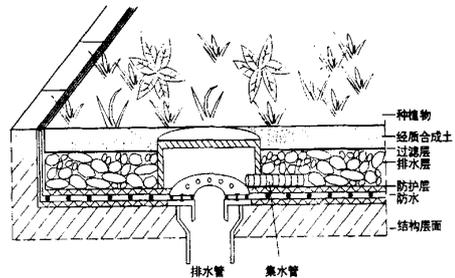


图 3 屋顶花园下部集水管布置示意

3 雨水截污与渗透系统

与屋面雨水不同,道路雨水主要排入下水道或渗透补充地下水。在德国,城市街道雨水口均设有截污挂篮,以拦截雨水径流携带的污染物。

城市中使用了大量可渗透的铺装材料,以减小径流。如城市铁路轨道沿线多以低洼绿地或草皮砖为主;许多步行道用精心排列的铺地石和透水砖铺设而成;树池中则以疏松的树皮、木屑、碎石、镂空金属盖板等覆盖。在许多小区沿着排水道建有渗透浅沟,表面覆有植被。有些来自屋顶和不可避免的非渗透铺装的径流雨水则排入雨水渗透管(沟),超过渗透能力的雨水则进入雨水池或人工湿地,作为水景或继续下渗。这一开放的排水系统与传统的封闭的排水系统相比,减少了下游的洪峰流量、流速和径流体积,污染物得到过滤,补充了地下水,减少了下游排水系统的压力,同时还可增加植物的多样性,改善生态环境。有些小区甚至实现了雨水零排放。图 4 是一种典型小区雨水渗透系统。

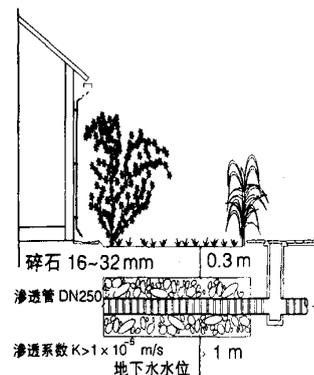


图 4 典型小区雨水渗透系统

4 生态小区雨水利用系统

生态小区雨水利用系统是 90 年代开始在德国兴起的一种综合性雨水利用技术。此技术利用生态学、工程学、经济学原理,通过人工设计,依赖水生植物系统或土壤的自然净化作用,将雨水利用与景观设计相结合,从而实现环境、经济、社会效益的和谐与统一。具体作法和规模依据小区特点而不同,一般包括屋顶花园、水景、渗透、中水回用等。此外,有些小区建造出集太阳能、风能和雨水利用水景于一体的花园式生态建筑。

柏林 Potsdamer 广场 Daimlerchrysler 区域城市水体工程设计是雨水生态系统成功范例。该区域年产径流雨水量 2.3 万 m³。采取的主要管理措施:建有屋顶花园 4 hm²,雨水贮存池 3 500 m³,主要用于冲厕和浇灌绿地(包括屋顶花园);建有人工湖 12 hm²,人工湿地 1 900 m²,雨水先收集进入贮存池,在贮存池中,较大颗粒的污染物可经沉淀去除,之后用泵将水输送至人工湿地和人工水体。通过基层、植物和藻类等来净化雨水。此外,还建有自动控制系统,可对水质进行连续监测和控制。主要监控指标有:磷、氮、碳、氧和 pH 值。在这里,水不断循环,鸭子、水鸟、鱼等动物都可栖息在水体中或水体周围,建筑、水、生物达到了高度和谐和统一。

5 建议

我国城市雨水利用起步较晚。2001 年水利部发布的《雨水集蓄利用工程技术规范》(SL267-2001) 为广大农村地区雨水利用奠定了基础,对城

市雨水利用的指导性不强。目前,北京、上海、大连、南京、长岛等许多城市已相继投入研究和应用,取得了一些成就。但在以下方面亟待加强:

(1) 虽然雨水利用的社会效益、环境效益显著,但由于目前我国的水价偏低,单从经济效益来看往往不可行^[2],故必须尽快出台我国城市雨水利用的相关政策、法规。

(2) 我国各地区差异较大,雨水收集和利用的技术与管理措施无法统一,应因地制宜地制定各地区的雨水利用技术规范 and 标准。

(3) 与节约用水一样,城市雨水利用是一项功在当代、利在千秋的公益事业,应通过各种渠道加以宣传,进行公众教育,转变观众,唤起民众的理解和支持。

(4) 加大投入进行研究,在一些城市率先建成一批示范工程,从而对全国城市雨水利用起带动作用。

(5) 与发达国家相比,我国城市雨水利用最大的难题之一是雨水水质较差^[3],所以必须寻求并实施减少城市雨水径流污染的最佳管理模式和技术措施。

参考文献

- [1] Fakt, IRCSA/ Europe. 10th International Conference on Rainwater Catchment Systems[M]. Mannheim(Germany): Murggraf Verlag, 2001. 3 - 297.
- [2] 李俊奇,车武,施曼,等.城市雨水利用与节约用水[J].城镇供水,2001,(2):40 - 41.
- [3] 车武,汪慧贞,任超,等.北京城区屋面雨水污染及利用研究[J].中国给水排水,2001,17(6):57 - 61.

作者简介:李俊奇(1967 -),男,山西省稷山人,硕士,副教授,现从事给排水工程专业教学与研究工作,发表论文 10 余篇。

环境科技简讯

天津市宁河县完成 2001 年绿色学校创建工作

2001 年,宁河县环保局和县教委、县科委联合组织在全县中小学继续开展争创“绿色学校”活动。各学校积极响应并结合自身特点,开展了“红领巾绿色环保百里行”、“环保知识竞赛”和上街清除“白色污染”等活动,在学生中树立爱护环境的文明意识。日前,经县环保局、教委联合验收评比,芦台三中等 3 所学校被评为“绿色学校”。至此,2000 年—2001 年度,该县共有 6 所学校被评为“宁河县绿色学校”,其中,芦台一中被评为“天津市绿色学校”。

(宁河县环保局)