

住区雨水利用与景观水体水质保障工程设计

李俊奇¹, 李宝宏², 张洁¹, 车武¹

(1 北京建筑工程学院 城市建设工程系, 北京 100044; 2 平顶山工学院 市政工程系, 河南 平顶山 467001)

摘 要: 介绍了北京地区某住宅小区雨水利用工程和景观水体设计的总体思路和主要技术环节, 对以景观水体为核心的水量平衡、雨水收集、生态堤岸、安全调蓄、循环利用等问题进行了分析, 提出了解决措施和对策, 可为住区雨水利用设计提供借鉴。

关键词: 雨水利用; 景观水体; 水质保障

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2006)24-0057-04

Rainwater Utilization and Water Quality Control Design for Landscape Water Body in Residential Area

LI Jun-q¹, LI Bao-hong², ZHANG Jie¹, CHE Wu¹

(1 Department of Urban Construction, Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China; 2 Department of Municipal Engineering, Pingdingshan Institute of Technology, Pingdingshan 467001, China)

Abstract: The overall thinking and chief technologies for rainwater utilization and landscape water body design of a residential area in Beijing were introduced. Especially according to demand of the landscape water body, water balance, rainwater catchment, ecological embankment, safe detention, cycle re-use were analyzed. The solution measures and methods were put forward, which provides valuable reference for rainwater utilization engineering design of the residential areas.

Key words: rainwater utilization; landscape water body; water quality control

1 工程概况

北京近郊某住宅小区, 一期总占地面积为 11.4 hm², 按径流系数不同划分的各部分组成与比例见表 1。经计算, 包括人工水体在内的综合径流系数为 0.695, 不包括人工水体时的综合径流系数为 0.65。该小区一期住宅包括 48 栋 3~6 层高级别墅和公寓, 还有会所、幼儿园等公建。大部分别墅和公园后院均为下沉式庭院, 周边无市政雨、污水管线,

生活水源为自备地下水源井, 生活污水经中水站处理后作为绿地浇灌等杂用水。在园区北侧和西侧各有一条排洪渠。地面平均设计高程为 32.5~33.5 m。

工程目标: 在保障景观水体水质的前提下最大限度地节约用水, 合理利用水资源, 减少运行成本, 实现雨/污水资源化, 同时兼顾景观、防洪与生态, 满足绿色住宅小区对水资源、水景观和水环境的整体要求^[1~3]。

基金项目: 北京市规划委员会基金资助项目 (200503001); 北京城市节水管理中心基金资助项目; 北京市“学术创新团队”项目 (BJE10016200611)

表 1 某住区一期工程用地

Tab 1 Land distribution of the 1st phase of a residential area

用地类型		面积 /hm ²	径流系数
居住区用地	建筑用地面积 (含公建 0.3 hm ²)	5.1	0.9
	道路用地面积	1.6	0.9
	绿地 (含公共绿地 1.2 hm ²) 面积	3.3	0.15
水体面积 (含人工水道 0.2 hm ²)		1.4	1.0
总计		11.4	0.695

2 水量平衡

2.1 水量平衡计算的依据

- ① 1995年—1999年北京某区月均降雨量、月均蒸发量。
- ② 北京园林部门统计的月均绿化用水量或绿化用水量预测。降雨量、蒸发量和绿化用水量的对比见图 1。由于该小区采用了较多的高尔夫球场绿化用草,耗水量较大,故绿化用水量均按 120 mm/月计算。
- ③ 径流雨水量的计算。计算公式为:

$$V_1 = \psi \times H \times A \times \alpha \times \beta$$

式中 ψ ——径流系数
 H ——降雨量
 A ——径流面积, m²
 α ——季节折减系数,取 0.85
 β ——初期雨水弃流系数,取 0.87

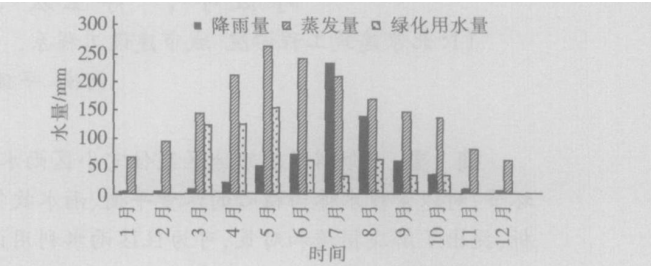


图 1 降雨量、蒸发量和绿化用水量

- Fig 1 Comparison among rainfall, evaporation and green belt sprinkling
- ④ 根据北京地区的降雨和该住区绿化等特点,水量平衡计算仅计算 3月—10月,共计 8个月。
- ⑤ 其他损失量按用水量的 10%计。
- 平衡计算结果见表 2。

表 2 住区水量平衡计算结果

Tab 2 Calculation results of water balance in residential area

月份	降雨量与径流量		蒸发量		绿化用水量		喷洒道路用水量		用水量小计 /m ³	其他损失量 (按用水量的 10%计) /m ³	总用水量 /m ³	入湖雨水量 - 总用水量 /m ³	保持常水位时需补水量或外排水量 /m ³
	月均 /mm	入湖径流雨水 /m ³	月均 /mm	湖体蒸发 /m ³	月均 /mm	绿化用水 /m ³	月均 /mm	喷洒道路用水 /m ³					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)					
3	5.9	407	139.8	1 957	120	3 960	15	240	6 157	616	6 773	- 6 366	需补水 6 366
4	18.5	1 274	206.2	2 887	120	3 960	15	240	7 087	709	7 796	- 6 522	需补水 6 522
5	47.1	3 247	256	3 584	120	3 960	15	240	7 784	778	8 562	- 5 315	需补水 5 315
6	68.2	4 701	235.7	3 300	120	3 960	15	240	7 500	750	8 250	- 3 549	需补水 3 549
7	226.4	15 606	205.2	2 873	120	3 960	15	240	7 073	707	7 780	7 826	需外排 7 826
8	134.9	9 299	164.1	2 297	120	3 960	15	240	6 497	650	7 147	2 152	需外排 2 152
9	56.3	3 881	140.5	1 967	120	3 960	15	240	6 167	617	6 784	- 2 903	需补水 2 903
10	32.5	2 240	131.4	1 840	120	3 960	15	240	6 040	604	6 644	- 4 404	需补水 4 404
合计	589.80	40 655	1 479	20 705	960	31 680	120	1 920	54 305	5 431	59 736	- 19 081	共需补水量为 29 059 m ³ ; 7、8 月份水不外排时需补水量为 19 081 m ³

2.2 结果分析

当人工水体采用不同水源时将出现不同的补水方案。

- ① 优先采用雨水,不足时用中水或地下水补充
- 该住区人工湖蒸发、绿化、喷洒道路和损耗用水

量共计 59 735 m³,而年均雨水径流量为 40 655 m³,即若径流雨水全部被收集利用,则可以解决 68.1% 的用水量。

当仅用雨水作为人工湖水源时,保持人工湖常水位,所计算 8 个月中,7、8 月需向外排水,排水量分别是 7 826 m³和 2 152 m³,其余月份均需向湖中补水,每月需补水量见表 2,共需补水量为 29 058 m³/a,当 7、8 月份水不外排时年共需补水量为 19 080 m³。

人工湖水源不足时用中水补充,特殊情况下才使用地下水补水。以中水作为补充水源时,为保障湖水水质,应对中水进行深度处理以达到景观用水的要求。

中水可供回用的水量为 117.2 m³/d,3 月—10 月可供水量为 32 816 m³,可以满足人工湖补水要求。11 月—1 月共计水量为 14 064 m³,需另行考虑出路。

② 优先考虑中水,不足时用雨水补充

全年中水水量为 42 192 m³,若中水出水全部入湖,可以满足 70.6% 的用水量。为了有利于保障湖水水质、缩短湖水的循环周期,以上几项用水均从湖中取水。此时,雨水可以作为补充水源,收集水量为 17 543 m³,即可仅收集该住区 43% 的径流表面雨水,其余 57% 的径流表面雨水外排。

结合现场实际情况,为了最大限度地利用雨水资源,首先考虑使用雨水作为湖水的补充水源,以中水为第二水源。即尽量收集径流雨水,为保证湖水水质,收集时应采用净化和弃流设施(采用弃流和

低势绿地后径流雨水量会相应减少);鉴于雨水的随机性,为了维持景观要求,中水需经深度处理达到景观用水要求后方可入湖。建议冬季通过人工湖调蓄中水,超过调蓄量时排放。

3 人工水体调蓄能力分析

首先对原设计人工湖的调蓄功能进行分析。

人工湖面积为 12 000 m²,水深为 0.6~3.0 m,可调蓄量为 0.4 m,调蓄容量为 4 800 m³。另外,该住区还有面积为 2 000 m²的人工水道,平均水深为 0.45 m,可调蓄量为 0.3 m,调蓄容量为 600 m³。合计水体调蓄总容积为 5 400 m³,即相当于一次调蓄能力为日降雨量 78 mm(约相当于北京地区 1.5 年重现期)。

考虑到目前该区域外围市政管线尚不完善,可以适当增大湖的调蓄能力。措施包括:适当降低湖的常水位深度,将湖的常水位按 30.00 m 进行设计;为了不破坏湖与周边建筑物的景观效果,沿建筑物附近设立 31.60 m 的高水位区;同时,在近湖周边建立多功能缓冲区,超过设计能力时通过溢流管外排。

4 景观水体水质保障

4.1 总体方案

指导思想:在进行水量平衡分析的基础上,以人工湖为核心,以自然净化、生态修复、截污截流、循环利用为关键技术,以水质保障与生态景观、雨污水资源化、防洪调蓄等相结合为目的进行综合设计,以保持整个系统的协调和可持续性。

依据工程目标和设计指导思想提出了如图 2 所示的工艺流程。

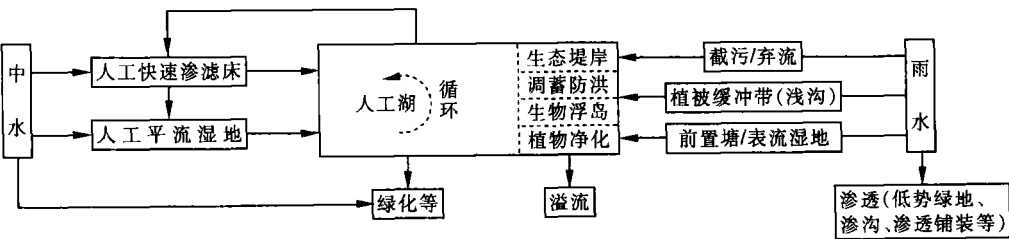


图 2 景观水体水质保障工艺流程图

Fig 2 Flow chart of water quality control for landscape water body

4.2 雨水收集、输送与污染控制系统

屋面雨水就近汇入建筑附近的低势绿地,低势绿地按低于路面 5~10 cm 控制,达到明显削减雨水径流量、去除初期雨水污染物和节约绿化用水的目的。低势绿地应有溢流口与排放雨水的浅沟连通或

有自然坡面通向排水沟,以避免局部过量积水。

路面和停车场雨水首先汇入附近低势绿地、条状截污带或路边植被浅沟,对初期雨水径流进行截流、截污后输送排放。

对污染量较大的区域,在排水管(渠)内设置初

期雨水自动弃流装置,将污染的初期雨水分流,排入小区污水管系进入中水处理站。

将小区划分为北区、中区、南区三个雨水排出区域,南区和中区分别通过两个入口排入人工湖,由于北区下沉小院太深且距人工湖太远,可以考虑将雨水直接排放至北侧明渠。

南区和中区的雨水重力排入人工湖,管线按重现期 $P=5$ a 设计。

4.3 湖区自然净化系统

在湖区北部和湖心岛两处分别设置生态净化区,北区包括可以交替使用的人工土植被快速渗滤床和人工平流湿地,主要处理对象是中水和循环净化的湖水。

湖心岛净化区主要针对湖体循环水设置人工土植被快速渗滤床,解决湖体死角的循环净化,根据水质情况间歇运行。

在雨水干管集中入湖处设置雨水前置塘,种植耐水冲和净化能力较强的水生植物,起到沉淀、截污及生物净化作用。

4.4 景观水循环与湖体生态净化系统

为了强化人工湖水的循环,缩短置换时间,设置了循环水泵,按循环周期为 7 d、湖面面积为 $1.2 \times 10^4 \text{ m}^2$ 、湖深平均为 2.0 m 计,则湖的容积为 $2.4 \times 10^4 \text{ m}^3$,循环流量为 $3\,429 \text{ m}^3/\text{d} = 143 \text{ m}^3/\text{h}$ 。在湖体中设置五处循环泵坑(其中两处备用),分别往北部净化区、湖心岛净化区循环供水,同时还兼有往上游高水位(31.60 m 处湖面)循环供水和溢流排洪的功能。

在湖中和湖边设置水生植物区,也可根据需要在湖内增设植物浮岛,旨在改善湖本身的生态功能,提供一定的自净能力,为各种水生植物和鸟类提供必要的栖息场所,使人工湖更具生机,也达到改善湖体景观的目的。

4.5 湖底设计和生态堤岸

人工湖底敷设 LDPE 防渗膜。为了保证不同种类植物的生存,要求湖底高程、湖底回填材料等与植物的要求相适应。堤岸设计采用了多种堤岸相结合的方式,包括草皮入水、水生植物阶梯形驳岸、透水驳岸、石砌驳岸和跌水驳岸等,需考虑的主要因素包括:周边地形、道路、水生植物种植、净化功能和景观要求等。

4.6 小区防洪系统

在雨水截流和充分利用景观湖调蓄能力的基础上设计小区一期工程的排洪渠,可削减排洪渠的建设费用,同时满足小区排洪设计标准。

在人工湖南侧设溢洪口,通过暗渠(管)与二期西侧排洪渠连通。溢流管重现期按 $P=2.0$ a 设计。

5 结语

雨水利用是绿色住宅小区的重要内容之一,设计中应根据住区的特点进行细致的水量平衡分析,在此基础上进行水源的优化选择,同时考虑防洪、景观等要求。当住区有水体时,应寻求以水体为核心的水源优化方案。为了保障水体的水质,应建立源头污染控制和提高水体自净能力相结合的综合水质保障体系。

参考文献:

- [1] 李俊奇,车武,汪宏玲. 雨水利用与生态小区[J]. 给水排水, 2003, 29(5): 14-16
- [2] 李俊奇,车武. 城市雨水问题与可持续发展对策[J]. 城市环境与城市生态, 2005, 18(4): 5-8
- [3] 车武,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

电话: (010) 68322128

E-mail: jqli6711@vip.163.com

收稿日期: 2006-05-10

· 工程信息 ·

北京市危险废物处置中心工程

工程内容: 焚烧、安全填埋、物化处理、资源综合利用、废荧光灯管处理; 处理规模: 焚烧 $1 \times 10^4 \text{ t/a}$, 安全填埋 $1 \times 10^4 \text{ t/a}$, 物化处理 $1 \times 10^4 \text{ t/a}$, 资源综合利用 $3 \times 10^4 \text{ t/a}$, 废荧光灯管处理 1 000 t/a; 投资总额: 4.84 亿元; 进展阶段: 正在进行初步设计; 设计单位: 中国市政工程华北设计研究院。

(中国市政工程华北设计研究院 韩志威)