雨水回用在武汉光谷国际网球中心的应用

代华军

中信建筑设计研究总院有限公司 湖北 武汉 430014

【摘 要】：随着城市化进程的加快，人们生活水平的提高，城市对水资源的需求不断增加，水已不再是“取之不尽用之不竭”的自然资源，伴随国民经济的高速发展，我国水资源的紧缺已经成为制约经济发展重要因素，开发和保护水资源、充分利用雨水资源已成为一项重要的战略任务。本文以武汉光谷国际网球中心项目为例，结合项目的实际情况，对屋面雨水收集、储存、处理、回用进行了系统的介绍和分析，为其他雨水回用项目提供数据参考。

【关键词】：水量平衡；雨水收集；雨水回用

1 工程概况

项目位于武汉东湖新技术开发区内，东侧紧邻湖北省奥体中心，武黄高速以南，西侧紧邻武广高铁线。武汉光谷国际网球中心用地由高新二路、佛祖岭一路、武黄高速以及场地西侧高铁控制线围合成较为规整的矩形，总用地面积约为 15 万平方米，建筑总面积约 7 万平方米，绿化率 23.2%，机动车数量 578 辆。目前雨水利用系统主要包括：雨水入渗、雨水收集回用、雨水调蓄排放。本项目雨水利用的方式以雨水收集回用为主。

2 雨水收集回用系统构成

本项目的雨水收集回用系统的构成见图 1。

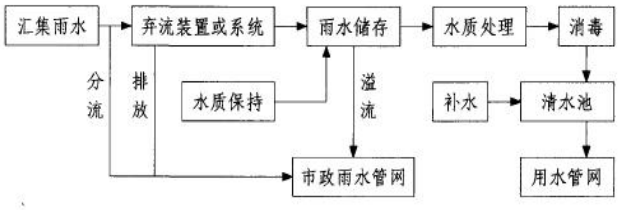

图 1 杂用水雨水收集回用系统

3 水量平衡

雨水回用与再生水等统称为非传统水源，但雨水回用又与污水回用有着很大的区别，污水作为回用水源，水量较均衡，不必进行较大的调蓄；而雨水的降水量变化较大，水量在时空分布上极不均匀，遇到丰水年和干旱年，相差将会更大，给雨水的收集、储存带来一定的难度，必须要利用适当的雨水调蓄池来调节高峰流量。如何高效地收集、处理、利用，就需要水量平衡，做到供需平衡。

3.1 可收集雨水水量

根据武汉气象及水务部门资料，武汉市平均年降雨量 1256.1mm，两年一遇日降雨量 102.6mm，一年一遇日降雨量为 61.3mm。根据规范要求，雨水储水设施的有效储水容积不宜小于集水面重现期 1-2 年，宜按照 2 年确定。因此本项目雨水利用系统的设计重现期取 2 年。

雨水设计径流总量按下式计算：

$W=10\Psi HA$

式中：

W—收集回用设施承担的雨水利用量（m^3）

Ψ—收集回用设施汇水面雨量径流系数(雨量径流系数取 0.85)

H—2 年重现期最大日降雨厚度，mm

A—收集回用设施汇水面积 hm^2

带入相关数据得出项目两年一遇雨水设计径流总量为 $582m^3$。

初期径流弃流量按下式计算：

$Wi=10NA$

式中：

Wi—设计初期径流弃流量（m^3）

N—初期径流厚度（取 3mm）

带入相关数据得出 $Wi=40m^3$

综上所述，最大一次雨水可利用量为 $542m^3$。

3.2 项目最高日用水量

本项目回用雨水主要用于绿化浇灌、室外网球场、道路和广场浇洒及洗车。每日杂用水量见表 1。

根据表 1 数据，得到 Qdmax=180 m^3/d。

表 1 日杂用水量

用水性质	面积/m2 或/辆	用水标准/L/(m2.d) L/辆·次	用水量/m3/d
绿化浇洒	42557	2	85
道路广场冲洗	25941	2.5	65
网球场冲洗	5000	3	15
洗车	578	30	17

3.3 水量平衡分析

综合所述，项目总平均日用水水量为 182m^3，用水时间取 3 天，共计 546 立方米。考虑实际收集回用设施雨水储水池的储存容积取 550 立方。

4 雨水收集的途径、雨水储存及处理工艺

4.1 雨水收集的途径

目前雨水的收集主要分为以下三类：绿化区域及公共区域的雨水；绿化区域汇集的雨水；屋面汇集的雨水。本项目主要的收集对象为 15000 座部分屋面，但由于项目结构基础复杂，存在较多的地梁，同时受场地管廊的限制，所能利用的管道埋深有限，雨水管道不能最终流向一个市政雨水接入口，因此对少量的绿化区域和道路的雨水进行了收集，雨水的实际收集面积 13000 平方米（如图 2）。

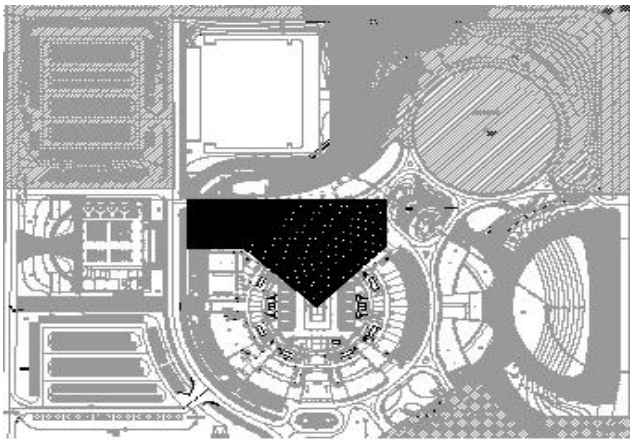

图 2 雨水收集范围示意图

4.1.1 屋面雨水和道路收集

屋面雨水主要经屋面天沟收集，汇至虹吸雨水斗，通过雨水立管排至室外雨水井，最终进入雨水蓄水池；道路雨水主要通过雨水篦子来收集。

4.1.2 绿化带雨水收集

绿化带雨水经绿化植被或是透水铺装下渗至种植土、滤水沙、碎石，最后全部汇集到盲管（如图 3、图 4），经盲管收集，最终进入雨水蓄水池。

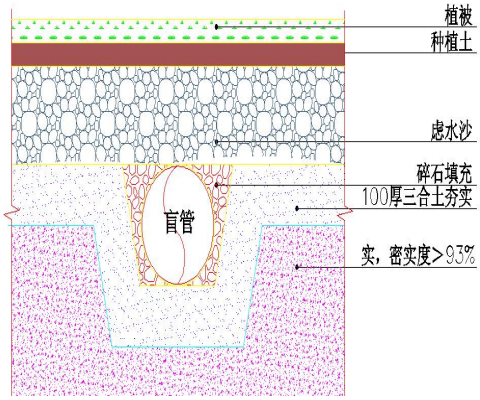

图 3 绿化带雨水收集示意图

图 4 盲管敷设示意图

4.2 雨水弃流系统

地表雨水经过雨水排洪管进入弃流装置后，初期雨水进入弃流系统，初期雨水弃流装置采用时间弃流法，系统采用模块式控制单元，控制单元的优点是可以准确地控制弃流量及弃流时间。智能控制模块包括单片机控制模块、流量控制和控制阀门。流量控制能够计算弃流的初期雨水量，排洪管网安装雨量计控制阀，当水流通过雨水探头 5min 时，智能控制模块能够自动关闭弃流阀，然后洁净的雨水能够进入收集管道。

4.3 雨水的储存

4.3.1 雨水机房的选择

雨水机房选择位于 15000 座网球馆东北角的绿化带，此处为一层为绿化带，二层为观众入场平台，一层二层通过室外楼梯连接。该处并非主要通道，同时位于雨水收集管道的下游，笔者认为较为合适，位置如图 5 所示。

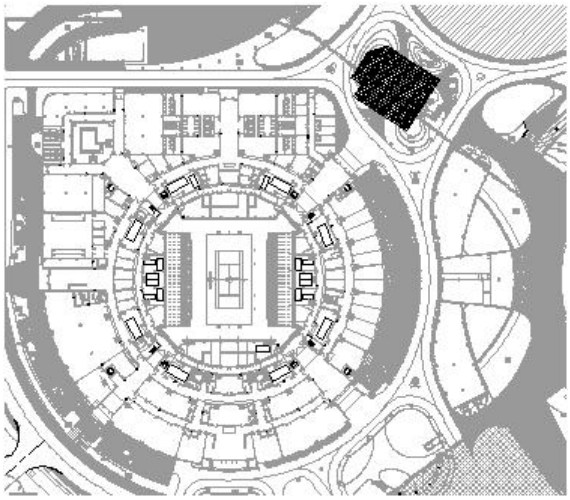

图 5 机房位置示意图

4.4 处理工艺设计

4.4.1 主要处理构（建）筑物项目

（1）雨水调蓄池。雨水调蓄池的容量取决于降雨量和用水量，根据前面的数据可知项目总平均日用水水量为 180m³，一次降雨可回收的水量约为 540 m³。根据武汉市气象站资料，武汉市降雨主要集中在 3-9 月，武汉市 3-9 月份平均 3 天下一场雨。根据以上数据，雨水调蓄池的储存容积取 550 m³，每次可以储存 3 天的杂用水。

（2）清水池。在保证场地用水的同时考虑建筑、结构、占地等经济因数，将清水池容积定为场区一天的杂用水量并稍作预留，即 200m³。

（3）工艺流程

雨水处理回用机房的工艺流程图 6。

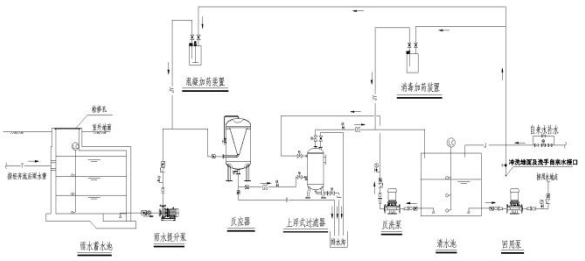

图 6 雨水机房工艺流程图

主要设备及处理构筑物见下表。

序号	设备或构筑物名称	规格型号	数量
1	雨水蓄水池	有效容积 550m³	1 座
2	清水池	有效容积 200m³	1 座
3	雨水提升泵	TD-65-34/2，Q=50 m³/h，H=34m，N=7.5kW	2 台
4	反应器	直径×高=2000×3600mm	1 套
5	浮动式上滤过滤器	WD-85FL 直径×高=1600×3600mm	2 套
6	反冲洗水泵	TD-65-34/2，Q=50 m³/h，H=34m，N=7.5kW	1 台
7	混凝假药装置	容积 200L	1 套
8	消毒加药装置	容积 200L	1 套
9	变频供水泵	2CDL65-30-2，Q=50m³/h，H=56m,N=15kW	1 套
10	气压罐	直径×高=600×1000mm	1 套
11	机房潜水排污泵	65QW25-28-5.5，Q=25.2m³/h，H=27m，N=5.5kW	2 台
12	液位显示仪	CY-6	2 台
13	电控柜		2 套
14	风机		1 台

5 问题及建议

本工程已于 2015 年 9 月完工，目前正处于调试阶段，尚未正式投入使用，笔者近期前往现场调研，发现如下不足之处：

（1）机房为全埋地式，处于绿化带内，尽管地势较高，但仍有进水的风险。

（2）机房的人孔较小，爬梯的高度较高，检修不太方便，有条件尽量可设置楼梯。

（3）机房内的通风措施不加，墙壁有水珠，建议增大排风量。

（4）雨水回用机房无指示标牌，后期可增设。

6 结语

（1）雨水收集应以屋面雨水为主，水质较好，处理工艺简单，投资成本低，处理效果好。

（2）合理确定收集范围，尽量做到水量的供需平衡，节约成本。

（3）机房布置尽量为地上式，降低机房被淹的风险，同时可自然通风，机房会更加干净、整洁。

参考文献：

[1] 林涛.某住宅小区雨水回用系统设计简介.给水排水 Vol.34 增刊.2008.(289-291).

[2] 徐建初,林建海,黄渝.雨水回用在上海浦东国际机场的应用研究.给水排水.Vol.33 No.5 2007.(90-93).

[3] 邓凤,陈卫.南京住宅小区雨水回用方案技术经济分析.城市环境与城市生态. Vol.16 No.6 2003.(104-106).

[4] 王强.屋面雨水回用技术在高校中的应用.现代农业科技.2009 年 6 期(296-298).

[5] GB50400-2006.建筑与小区雨水利用工程技术规范.