

污水再生、雨水利用 保证奥运水环境

■ 张统* 李志颖 董春宏 / 中国人民解放军环境工程设计与研究中心

编者按 作为奥运主场地的奥林匹克公园已初具规模,水环境的建设基本完成,目前正处于试运行阶段。水环境系统并非简单的土建工程,而是涉及多方面的系统工程,其污染防治、水量平衡、补给以及水质保持等是目前运行中的重要课题,国家科技部等部门拨出数千万科研经费,由北京市奥组委负责,组织有关专家从多方面进行研究,采取多种措施,确保奥运会水环境的水质安全及水处理设施的稳定运行。

奥运水环境系统的污染防治包括外源性污染防治和内源性污染防治。外源性污染指奥运公园周边城市污染引起奥运水环境污染或功能降低;内源性污染指奥运村各项设施排放的污水、地表径流、固体废物及水生植物腐烂等引起奥运水环境系统感官变差、水体污染、水质恶化等。奥运水环境系统的管理和运行需从外源性污染防治和内源性污染防治两方面入手。为实现绿色奥运的目标,奥运公园的水环境全部采用再生水和雨水。

完善的城市污水收集处理和先进的场馆雨水利用

创建绿色奥运,使北京加快了改善水环境的步伐,2008年之前,将实现城市污水处理率90%、再生水回用率50%的奥运水环境治理目标。申奥成功后,水污染治理被列为北京市政府奥运工作的重要目标,投入巨资加快水污染治理。截至2006年底,北京已累计投资100多亿元,相继在通惠河、坝河、清河、凉

水河等四大水系,建成了高碑店等9座污水处理厂,4000公里污水截流干线,日处理污水能力从1990年的4万 m^3 提高到现在的250万 m^3 ;完成了4座再生水厂建设,铺设再生水管线350公里,日供水能力达96万 m^3 ,再生水回用率达46%,城区水环境得到了明显改善。为实现城市污水处理率90%、再生水回用率50%的目标,北京将再建5座污水处理厂、6座再生水厂,全面实现城市污水治理和回用目标。为保障管网安全运行,特别是2008年奥运会期间的安全,北京通过建立排水管网信息系统(GIS),引进先进的专业设备,建立管网气体预警系统,强化应急抢险能力,进一步提高排水管网输水能力,确保奥运期间公共安全。

完善的污水收集和处理系统确保了所有工业废水和城市生活污水的有序收集,避免直接排放给北京水环境造成污染。

按照北京市奥运会工程设计要求,奥运场馆多年平均雨水综合利用率要超过80%,奥运场馆中水回用、污水处理再生利用率要达到100%。

国家奥林匹克体育中心“鸟巢”雨洪回用系统把建筑屋面、比赛场及周边地区约2万多平方米的雨水收集起来,集中在总容积为12000 m^3 的水池中,经过石英砂过滤、超滤膜过滤和纳滤膜过滤三道处理工艺,对雨水进行深化处理,可以满足体育场至少50%的水量需求。这套系统一年能处理雨水67000 m^3 ,可回用的雨水是53000 m^3 。在旱季的时候,这套系统处理北京市中水管网送来的中水,以保证系统能连续出水,满足供水要求。

在奥林匹克森林公园地下,设置一套目前非常先进的高效水处理系统。利用这套系统,森林公园内95%的雨水可以得到利用。无论是建筑群屋顶、林间道路还是运动场地,都设有雨水集中收集系统,并设置降雨初期弃流装置。园内道路选用多孔沥青混凝土透水路面,让雨水以渗为主而不是以排为主。在北区,所有路面都是沙砾路,100%透水。雨水通过透水地面流进渗滤沟,一部分涵养土地,一部分收集再利用。实现了水资源的综合利用,防止了地面径流污染进入水环境系统。

* 张统,中国人民解放军环境工程设计与研究中心主任,首席专家,研究员,博士生导师,国务院特殊政府津贴获得者,多次应邀参与奥运项目中水环境系统的方案评审和技术论证工作。

高质量的中水净化与先进科学的水质保持

为落实北京市《“十一五”水资源保护及利用规划》，2005年7月，清河再生水厂开工建设，共铺设4条主要干线，全长38公里，包括向西到圆明园西路，向南到奥运中心区及北土城沟，向北至回龙观居住区。它是以清河污水处理厂经过二级处理的出水作为水源，经过深度处理后达到回用要求，通过单独的中水压力管线供给使用方。清河再生水厂是北京市规划的9座再生水厂之一，建设规模8万m³/d，其中6万m³作为奥运公园景观水体及清河的补充水源，每年可节约清洁水源3000万m³；另外2万m³供给清河上游及周边地区，该厂占地2.86万平方米，总投资1亿元人民币。

在奥运村居住着各国和地区运动员，北京奥运会期间正值夏季，考虑到会有运动员接触到景观水，因此，全部由再生水形成的奥运公园水环境系统的水质必须达到人体部分接触的娱乐性景观环境用水标准，需从处理工艺上考虑提高处理要求。

清河再生水厂采用了国际上先进的

超滤膜+活性炭吸附+臭氧消毒组合水处理技术，出水水质优于《城市污水再生利用 景观环境用水水质标准》(GB18921-2002)，水质清澈透明，无色无味，这一技术在国内大型再生水厂中首次应用。

北京潮白河向阳闸上游为2008奥运会水上项目的主要比赛场所之一，为保障供水，除从其他水库调水外，规划设计了温榆河调水入向潮白河的补水方案，因此，首先将温榆河流域的污染源进行了系统的调查，并制定了综合治理规划，保证其水质达到规定的水质标准，然后采用先进的膜处理技术，进行深度处理后再补入潮白河。此项目投资数亿元，目前正在实施中。

水体自净和循环处理

奥林匹克森林公园总面积约680公顷，主峰高约48米，公园南区面积为380公顷，以“山形水系”为主，并规划有奥运会临时比赛场馆、奥运村国际区等奥运赛时设施，北区面积为300公顷，以自然生态绿色景观为主，保留了以前洼里公园的大树景观。

为保持公园水体的水质，防止夏季藻类滋生，在公园南部建设了人工湿地系统，利用微生物和水生植物的作用吸

收和降解污染物，增强水体的自净功能。在人工湿地内，底部铺设了1.5米厚的介质层，主要是沙石，上面种植芦苇、泽泻、菖蒲、水葱等水生植物。

公园设置地下高效水处理系统，在雨季通过净化雨水补充公园水体；在干旱季节水处理系统作为水体循环净化系统，对公园水体进行循环净化，控制水体的停留时间，保证水体各项指标达到相应要求。

水体置换加强水体流动

公园全部采用智能化浇灌，一方面中水补充进入公园水体，另一方面从水体抽水绿化，加强水体的流动，保持水体的置换。在雨季，通过处理后的雨水置换水体，多余的水排入清洋河河道。清洋河位于城市中轴线北端，奥运森林公园内，是奥运主场馆区域的排水河道。奥林匹克森林公园南区的雨水，全部由管道收集后，通过清洋河退入清河。所以，清洋河是奥运公园的排水道，同时也是奥运公园水系景观的重要组成部分。具有三大功能：解决奥运中心区防洪排水问题；为奥林匹克森林公园增添亮丽的水系景观；为奥运主湖水质改善工程提供循环通道。

奥运水环境质量是成功举办北京奥运会的重要条件之一。污水处理、中水回用、雨水利用在奥运会场馆的设施规划设计中得到了充分体现，丰富了绿色奥运的内涵，作为一个复杂的系统工程，还须要加强科学研究，并建立相应的监测预警和管理机制，并应做建立完整的水环境信息管理系统，为水环境管理决策提供及时准确的服务；加强供水系统水质监测，确保进入奥运水环境系统的水质合格；加强管理人员培训、水环境系统的管理和水质监测，保证处理设施、供水设施的正常稳定运行；加强预警能力和应急保障能力建设，在水质异常情况下，及时调整运行策略，确保供水和水体水质安全。

北京奥运，环保同行。

表1 城市污水再生利用 景观环境用水水质标准

序号	项 目	观赏性景观环境用水			娱乐性景观环境用水		
		河道类	湖泊类	水景类	河道类	湖泊类	水景类
1	基本要求	无漂浮物，无令人不愉快的嗅和味					
2	pH值(无量纲)	6.0-9.0					
3	五日生化需氧量(mg/L) <	10	6	6	6	6	6
4	悬浮物(mg/L) <	20	10	10	10	10	10
5	浊度/NTU <	3	1	1	3	1	5.0
6	溶解氧(mg/L) >	3	1.5	1.5	3	1.5	2.0
7	总磷(以P计, mg/L) <	1.0	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5
8	总氮(mg/L) <	15	15	15	15	15	15
9	氨氮(mg/L) <	5	5	5	5	5	5
10	粪大肠菌群(个/L) <	10000	2000	2000	500	500	不得检出
11	余氯(mg/L) <	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
12	色度(度) <	30	30	30	30	30	30
13	石油类(mg/L) <	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
14	阴离子表面活性剂(mg/L) <	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5