城市用水健康循环及可持续城市水管理

刘俊良[1]， 王鹏飞[2]， 臧景红[2]， 马毅妹[3]
（1.黑龙江中龙医药集团 博士后工作站，黑龙江 哈尔滨 150080；2.北京工业大学 环境能源学院，北京 100022；3.武汉大学 土木学院，湖北 武昌 430072）

摘 要：分析了水的自然循环、社会循环与健康循环途径，讨论了节制用水与可持续城市水管理的基本内涵与相互关系，提出节制用水是可持续城市水管理的核心，初步构架了可持续城市水管理体系。

关键词：水循环；节制用水；可持续城市水管理
中图分类号：TU984 文献标识码：B 文章编号：1000－4602(2003)01－0029－04

由于城市规划区的滚动式扩展，城市的用水需求和用水构成会因城市人口和经济的发展而变化，城市水资源的质量和数量也会因城市的发展而改变，如果不倍加珍惜和保护，这种变化的总趋势将是水质的持续下降和可用水量的不断减少。

缓解城市水资源危机的根本出路在于实施可持续城市水管理，将水资源的开发、利用与管理纳入社会经济－水资源－生态环境复合系统之中加以全面考虑，并从协调社会经济、水资源和生态环境的相互关系入手，寻求城市水资源可持续利用的具体途径。

1 水的循环

地球上水的循环有两种基本类型：自然循环和社会循环。如果水的社会循环系统过分遵从经济和社会发展规律而忽视环境和生态规律，会对人类的可持续发展带来很多负面效应，这就要求有限的水资源能够处于一个服从各种自然与社会规律并有利于人类可持续发展的动力循环系统中，从而提出了水的健康循环概念。

城市用水健康循环应包括两方面：健全循环和良性循环。健康的水循环首先应该体现在其正常的水体组分、健全的水体功能和循环过程的完整性上。城市用水循环作为社会循环的一个局部循环体系，其取水、供水、用水、排水及相应的节水、中水利用、水处理环节应是相辅相成，互为前提的。每一环节的缺失或忽视都会影响整体水循环的健全性。另一方面，健康的水循环又是良性的水循环，即在循环过程中水体能保持良好的自我调节、净化和对胁迫因子的恢复能力，并在空间上可促进整个水体系统的良性发展。城市用水健康循环的目的是为人类提供健康的生存环境和水。城市用水健康循环的途径应贯穿于整个水的社会循环过程中。

从动态角度出发，健康的水循环就意味着循环过程的完整性、流畅性、稳定性和可持续性。另一方面，从静态角度考虑健康水循环中的水体应具有正常的水体组分、良好的水体功能和稳定的水量。从动力角度出发，水的健康循环需要一个渗透于整个循环过程的完整动力系统，这个动力系统不同于水的自然循环和社会循环过程，因自然循环和社会循环从熵学角度上说是一个熵增大的自发或半自发过程。由于自然生产和社会生产中可逆反应的存在，人类对资源的利用不可能达到完全，所以产生的废弃物必然有很大一部分以水为载体成为污(废)水，当这种以熵增大为特点的循环系统的熵循环速度超过了以太阳能和地球能为能源的地球生态系统的调节速度时，这个循环系统对地球生态系统就在起着破坏作用，而水的健康循环过程则需要一个渗透于

基金项目：河北省建设厅资助项目(2000－094)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

循环过程各个环节的完整动力系统，这个动力系统就是可持续的城市水管理系统，它以最小的能量输入使自然生产和社会生产的熵变优化到最小，甚至出现负熵学，这从能量学和混沌学角度考虑都是可以实现的。

2 可持续城市水管理的概念

城市水管理是为达到城市科学供、用、排水管理的目标而进行的多方位多学科的、系统的、动态的、综合性的管理工程。

城市水管理因涉及的因素较多而显现出其复杂性。国家法律、政策及各级政府的政令、城市的经济能力、科技发展水平及掌握程度、各级决策者的决策水平、水管理机构的性质、被授予的权限及工作能力等均在宏观上对城市水管理的成败产生重大影响。供水、用水、节水、排水、治污等各环节的具体操作也无一不影响着城市水管理的效果。因此，城市水管理是一项十分复杂、难度较大的管理工程。

可持续"城市水管理"是对 1996 年联合国教科文组织国际水文计划工作组提出的"可持续水资源管理"(Management of Sustainable Water Resources)的进一步升华。国际水文计划工作组将"可持续水资源管理"定义为"支撑从现在到未来社会及其福利而不破坏他们赖以生存的水文循环和生态系统完整性的水的管理与使用"[1]。现代可持续"城市水管理"的观点继承了其可持续性的先进思想(即强调未来变化、社会福利、水文循环、生态系统保护这样完整性的水的管理)，并从城市可持续发展这一更深层次提出：可持续城市水管理的目标与重点是要通过节制用水、科学管理城市水资源，实现社会发展的可持续性(其中生态持续是基础，经济持续是前提，社会持续才是最终目标)。

3 可持续城市水管理的核心——节制用水

节约用水从 20 世纪 80 年代提出至今，无论是作为一个口号、一个号召、还是一项事业和工作，都在广泛的社会范围内越来越受到重视。究其原因，迅速膨胀的社会生产力、持续增长的人口、日渐形成的文明习惯和不断提高的生活水平，使整个社会对水呈现了前所未有的强烈需求，而现实生活中能够获得的可利用水量又不能长期支撑这种巨大的社会需求，于是首先被人们想到的是缩小用水供求巨大反差的最快捷的办法——节约用水。

节约用水最初的含义是"节省"和"尽量少用"水。随着节水工作的深入开展，很多城市对节水的解释已远远超出了最初的范畴，节水已经从原始自发性发展为城市水资源环境的胁迫性和政府对可持续发展的强制性，而"节制用水"方能涵盖其真实意义。其内涵是：①遵循水的社会循环规律，将城市供水、节水和污水处理统一规划、有机结合；②科学管理城市水资源，使水的社会循环质量满足城市可持续发展的最低要求；③合理开发城市水资源使之可持续利用。④政府职能部门的行政强制措施。

可见，节制用水不是一般意义上的节约用水，从节约用水到节制用水不但是认识上的提高、意识上的进步，而且是城市水管理方法与手段的一种升华。节制用水才是现代可持续"城市水管理"的核心。节制用水就是要以可持续的城市水管理手段，通过可持续的城市水管理方法，实现城市水资源的可持续利用，从而支持城市与社会的可持续发展。但是，真正意义上的可持续城市水管理，从理论到实践目前尚处在初始阶段，仍需在实践中进一步摸索。

4 国内外城市水行业管理

按照国际惯例，城市水行业管理属于公共工程(Public Works)和公用事业(Public Utilities)范畴。城市基础是随着现代城市的出现而产生的，是既为城市物质生产又为人民生活提供一般的、共同的、社会化的物质条件，即公共设施或公共工程是城市赖以发展和生存的基础。城市基础设施建设形成了支撑城市运转的完整的系统，城市给、排水与城市规划、道路建设、建筑工程、房地产管理密切相关；各类城市基础设施之间在建设和运行上构成了一个不能割裂的整体，否则将无法正常运行。

城市水行业管理包括：城市供水、排水及污水处理、城市节水及行政管理。按照我国的分类方法，城市供水属于公用事业，城市排水及污水处理属于市政工程，城市节水属于行政管理。

国外水行政管理分为城市用水管理和农业用水管理两大系统。城市用水管理一般属于城市公共工程或公用事业；农业用水管理一般属于灌溉、水利工程和水电等部门。

① 城市化水平比较低的农业国家，一般单独设立水利(灌溉)部；城市供水和排水由公共工程部负责。属于这种情况的国家有 36 个，分布在非洲和亚洲。

② 城市化水平比较高、经济发达的国家和地

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

区农业用水较少，水行政管理以城市型为主，国家不单独设水利行政主管部门。城市供水、排水和水行政管理多数属于建设(建筑)部、公共工程部或公共事业部，有的属于城市发展部；农业用水分属不同部门，主要是农田灌溉和水资源管理部门。采用此体制管理的国家主要集中在欧洲、美洲和澳洲。a. 美国：内阁设住房和城市发展部，联邦不直接管理公共工程，各城市的市政工程分属不同部门；内阁设内务部，下设负责水利和土地的部长，内务部土地管理局下设灌溉局，部内设水利政策局。b. 日本：城市和水利行政主管部门均设在建设省，有河川局、道路局、都市局等。未单独设立水行政主管部门。c. 德国：联邦政府设区域、规划、建筑和城市发展部，管理公共工程，未单独设立水利行政部门。d. 法国：内阁设城市、住房和运输部管理公共工程，未单独设立水行政主管部门。e. 加拿大：内阁设公共工程部管理公共工程，未单独设立水行政主管部门。f. 澳大利亚：内阁设住房和建筑部管理公共工程，未单独设立水行政主管部门。

③ 采用城市供水和水利合一体制的只有坦桑尼亚，设立了“水利、建筑、自然资源部”。

5 可持续城市水管理体系探讨

我国目前水资源管理体制仍然是计划经济的产物，各地情况大同小异，大多由建委(建设局)、水利局、公用事业局、市政局、地矿局等部门分别管理。水管理的多部门参与直接导致管理权限的分散，而权利的分散化和部门利益冲突是我国水管理中的一个突出特点，也是引起众多管理问题的主要原因。主要体现在：①城市和乡村水资源区域划分或水资源分配权限的管理问题，如完整的一项引水工程，往往取水和引水工程由水利部门负责建设和管理，而处理和输水工程由城建部门建设和管理，人为地将完整工程按部门利益分散化，违背了基本建设程序和规律，导致种种问题。②地下水、地表水、城市污水等各类水资源的管理不统一，如各种水资源费的征收部门和标准不一致。③城市用水水质、水量、供水和防洪管理权属不统一。④政府水行业行政执法的部门分散，而且有的企业具有行政执法资格[2]。

解决上述城市水管理中存在的问题，必须从水的社会循环角度出发，建立全新的可持续城市水管理体系，经济合理地开采有限的城市水资源，支持城市国民经济的可持续发展和人民生活水平的可持续提高，对水的行政管理部门的职责、任务和权限进行严格分工，形成城市供水、用水、节水和污水处理以及水资源保护集成化管理，保证城市用水的健康循环。

城市水管理的对象不仅仅是水资源本身，还应包括人类从事水资源开发利用和保护过程的不同环节(如供水、用水和排水等)即水的社会循环系统，各环节既自成体系又彼此相关。因此，城市水管理的对象实际上是一个动态的多目标系统，包括城市水资源状态系统(水源)，城市水资源开发系统(供水)，城市水资源利用系统(用水)，污(废)水再生系统(排水)。在城市水资源开发利用和保护过程中，用水系统是消费系统，是龙头；供水系统是关键，是体现水资源商品价值的最终环节；水源系统是供水系统的源泉；排水系统既是水源的补充系统，又是水源的破坏因素，同时也是潜在的供水系统。节制用水是联系各个系统的纽带，是城市水管理的核心，通过节制用水可使用水结构更加合理化、用水效率更高，既可减轻供水系统的压力，又可减少排污量，使整个系统步入良性循环的轨道。

可持续城市水管理体系应包括以下内容：①按照中国国情，城市供水和农业用水性质不同、管理重点不同、资金来源不同，合一的体制不能适应行政管理的需要，因此水行业管理应该由城建部门和水利部门分别管理，但应明确其职责，水利部门属宏观调控水资源，以水的自然循环为主；而城建部门则属城市水管理系统，以水的社会循环为主。②城市节制用水是城市水管理的核心，也是城市水健康循环的基础。因此，城市节制用水管理部门应作为政府城市水管理唯一的执法部门。其余的城市水管理系统中的供水系统、排水系统、污水处理等部门均属企业行为，无权执法。③城市污水处理和污水资源(深度处理)与城市供水合并，组成新的供水集团，转变为由政府调控供水价格的全新的服务性企业。城市用水系统对水质的要求是不同的，因此可以根据用户需要由供水集团提供不同水质的用水。④城市建设中应统一考虑城市供水、污水处理工程的规模，特别是城市节水的作用，它已经或正在促使城市供水和污水处理的规模减少。国内外经验表明，节制用水可使城市用水得到控制，并且呈现零增长或负增长。⑤城市污水处理以及工业废水治理工程都是水的社会循环系统包括的内容，而且都需要工程支持，因此

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

同样应由城建部门统一管理，而水质是否达标排放，应符合环境保护部门的要求。

城市水管理就是以复杂系统论为基础，既认识到城市用水系统各要素之间存在的复杂联系，又对这种联系及相应的利益集团进行管理控制的一种全新的模式。在这样的管理模式中，在用水系统的各因素之间、利益团体之间存在着矛盾和冲突的现实状况下，采用法律、经济、行政、技术、信息传播、启发教育等多种手段，通过对各种利益集团之间的协调，以及对各个系统之间相互作用关系的综合考虑，把多种管理方法和手段集成起来，从决策、组织运作、系统控制这三个管理中最基本的方面入手管理好城市水资源和城市用水。

参考文献：

[1] 夏军. 可持续水资源管理研究的若干热点及讨论[J]. 人民长江，1997，28(4)：25－26.

[2] 曾思育，傅国伟. 中国水资源管理问题分析与集成化水管理模式的推行[J]. 水科学进展，2001，12(1)：81－8.

电话：(0313)2050899

E－mail：junliangliu@etang.com

收稿日期：2002－10－15

·技术交流·

污泥回流系统存在的问题及解决措施

广州市猎德污水处理厂(采用AB法)的污泥回流系统所用回流泵为德国生产的轴流泵，其由变频器控制运行(已实现远程控制)，是一个较为先进的系统。但在运行过程中回流污泥系统出现了一些故障，给生产带来极为不良的影响。

1 轴流泵存在的问题及解决措施

轴流泵在运行过程中出现了嵌在泵壳内的耐磨环磨损甚至整个松脱的现象。现场观察发现，在这些轴流泵的叶轮上缠绕着很多纤维状的物体，且叶轮与耐磨环之间的间隙非常小。经仔细分析研究后，技术人员断定故障主要是由叶轮上缠绕着的纤维状物体与耐磨环发生磨擦所致。当叶轮上缠绕的纤维状物体较少时，其与耐磨环的摩擦面积较小，故产生的摩擦力也较小，从而只使发生摩擦的部位出现磨损；当叶轮上缠绕的纤维状物体较多时，其与耐磨环的摩擦面积较大，故产生的摩擦力也较大，又由于耐磨环与泵壳间的配合为非紧固配合，因而会使耐磨环与泵壳分离。

经过对轴流泵故障的成因进行详细的分析，根据本厂的实际情况采取了以下的解决措施：①分别在各池的总回流槽中安装一台小格栅(栅距为1 mm)，对进入回流泵的污泥进行过滤；②将与耐磨环相配合的泵壳的内腔镗大，然后嵌上厚度较大(5 mm)的耐磨环(耐磨环的硬度须小于叶轮的硬度)，并且用螺栓把耐磨环与泵壳连接起来，形成坚固配合；③定期(每季度)清理干净缠绕在叶轮上的纤维状物体。采取上述措施后所有回流泵的叶轮上缠绕的物体均很少，其与耐磨环只有极其轻微的磨损，回流泵运行状况良好。

2 变频器存在的问题及解决措施

水区低压控制室通过排气扇降温，但在夏季，随着室外温度的升高和受阳光的直接照射则排气扇不能有效地降低室温，这使得室内温度不断升高(超过变频器所承受的温度)，从而导致变频器经常跳闸，回流泵停止运行。

为保证回流系统的正常运行采取了强制通风的方法：把原来的排气扇改为大功率的排气扇并将其反过来安装，即向室内吹风；将排气扇开、关的人工控制改为利用温度调节器自动控制。采取以上措施进行改造后，水区低压控制室的室内温度基本保持在设计的范围内，回流泵变频器的工作状态一直保持正常，不再出现过热跳闸的现象。

(广州市猎德污水处理厂　王　刚　供稿)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net