

Analysis the Key of Recycled Water Processing Technic in Civil Engineering

Xiaoyan Wang, Yingying Cheng

School of Civil engineering, Chang'an University, Xi'an, China

Email: wannxy@163.com, 249373419@qq.com

Abstract: The article briefly describes the ideological origin of the water treatment technology and development, analysis the key technical requirements in water reuse age among of the prospect that are also conducted considering the present status of water resource in China, and recycling status and the problems existed in recycling system. The treatment water recycling and reuse depends on water systems markets, esp. the cost in purification and quantity and the size and scope of application of water related measures as effective in water. Then study the system organize of water reuse structure in engineering constructions, conclude to enhance structural design and effective implementation policy guide that promote the water recycling technology and system developing and weaken the water resources abstractions.

Keywords: Engineering construction; water treatment system; processing technology; waste water recycling system; system organization

工程建设中水处理技术的要点分析

王晓燕, 程莹莹

长安大学建筑工程学院, 西安, 中国, 710064

Email: wannxy@163.com, 249373419@qq.com

摘要: 总结国内外的中水处理回用的思想根源, 分析了中水回用关键环节的技术要求。针对目前国内水资源现状和中水回用现状及中水回用系统存在的问题, 提出中水回用技术的发展主要受制于水市场, 而其中中水成本与中水处理规模及中水的应用范围有关, 研究了小区、单体建筑工程中水回用的系统组织, 得出以中水的广泛应用为目标加强结构设计和水价政策制定和推广, 才能提高中水处理技术水平和使用率, 进而减弱我国城市化发展中的水资源短缺因素的限制, 倡导城市可持续绿色发展模式。

关键词: 工程建设; 中水系统; 处理技术; 中水回用; 系统组织

1 引言

随着人口的增长及城市建设和经济规模的扩张, 加上各类水污染事件时有发生, 资源性缺水叠加水质性缺水使得我国城市发展受制于水资源的制约性日益突出。我国的人均水资源占有量仅为 2300m^3 , 相当于世界人均水平的 $1/4$ 。在我国 669 个城市中, 400 个城市常年供水不足, 其中 110 个城市严重缺水, 日缺水量达 1600万 m^3 , 年缺水量达 60亿 m^3 ^[1], 水资源成为我国工业化和城市化发展的最大影响因素之一, 水循环利用技术也成为目前城市规划建设和工程规划建设不可缺少的重要技术之一。中水回用, 是解决城市水

资源危机的重要途径, 也是协调城市水资源与水环境的根本出路, 这对建筑设计中给排水设施规划也提出了更高的要求。

2 水资源短缺的原因及中水回用重要性

2.1 水资源短缺原因

造成现今淡水资源短缺的原因有很多, 具体有以下几点: 第一, 地球表面水资源基数小, 地球表面虽 70% 被水覆盖, 但能够为人类所利用的淡水资源不足 3%; 第二, 人类浪费严重 人们习惯于开发传统的水资源以解决水资源短缺问题, 先取地表水, 后取地下

水,或远距离调水,居民节水和保护水资源意识淡薄,世界许多地方因管道和渠沟泄漏有多达30%到40%甚至更多的水被白白浪费掉了^[2];第三,人类污染导致水质性缺水,加剧有限的淡水资源矛盾;第四,随着人口的增长及城市建设和工农业经济规模的扩张,对水资源的需求越来越大,我们面对的压力也越来越大;第五,用水政策不够合理,如今对于水资源超采、二次利用、梯度定价等政策和规划都还不完善,缺乏对水资源合理利用的引导。

2.2 中水回用的重要性

中水是水资源可持续利用、污水资源化、缓解城市水资源紧缺的有效途径,开发中水、利用中水、实现分质用水具有较高的现实紧迫性和必然性。

中水利用是污水资源化的一个重要方面。由于有明显的社会效益和经济效益,已受到各方面的重视,特别是在一些严重缺水的地区和缺水国家,包括一些发达国家及发展中国家的缺水城市,如美国、日本及韩国。如日本东京在20世纪90年代就曾在458栋建筑和2个工业区中规划建设的中水系统,回用中水7.4万m³/d^[3],建筑物节水率达76%。而在以色列、墨西哥,其污水回用率也分别占到了总用水量的16%和12%。可见,中水回用技术得到了许多国家和地区的重视。我国深圳市就在其规划设计标准中规定建筑面积大于2万m²的商住区,4万m²以上的办公建筑,日排水量250m³以上必须设置中水设施。

我国是水资源匮乏的国家,人均占有量仅为0.22-0.27万m³,位列世界第88位。中水利用对我国的环境保护、水资源保护、水污染防治、经济可持续发展能起到重要作用。建设部早在1996年就颁布了中水设施管理办法,推动各城市的中水设施建设。目前,国内除北京外,大连、青岛、太原、成都等缺水城市也在积极推广中水回用技术。但我国目前还没有中水利用专项工程,也没有专项资金,只是政策上引导,各城市的中水利用量是根据此城市的缺水程度不同而定的,中水利用的范围及规模发展缓慢。近年来,很多有识之士都在呼吁尽最大的可能利用中水,希望所有的工业、企业、居民都有这方面的意识。每一个新建小区、学校、大院都应该建有污水处理和中水利用设施,特别是用水量较大的工业,如石油化工、农产品加工企业、电力等更应该用中水,甚至是消防这种短期用水,也要使用中水。总之,只要不是饮用水都可以考虑用中水,把污水在本地消化,达到污水零

排放,既节能又减排,也不是太麻烦,更重要的是把环境污染降到了最小,真正达到了美化环境的目的。

3 中水系统的关键技术

中水,是指城市污水或生活污水经沉淀、过滤、净化、消毒等处理后达到一定的水质标准,可在一定范围内重复使用的非饮用循环利用水,是水资源有效利用的一种形式,也是节约用水、多元化利用雨水和城市废水的有效途径,目前成为世界各国城市更新发展的关键技术和重要环节。

《建筑中水设计规范》(GB50336-2002)中给出的几个定义是:建筑物中水是在一栋或几栋建筑物内建立的中水系统;小区中水是在小区内建立的中水系统。建筑中水则是建筑物中水和小区中水的总称。建筑物中水具有灵活、易于建设、不需要长距离输水、运行管理方便等优点,中水系统的处理站一般设在裙房或地下室,靠收集杂排水进行处理,中水达标后作为洗车、冲厕、绿化等用水。小区中水回用一般采用多种原水处理后来发挥水的综合作用和环境效益。

3.1 中水处理的工艺技术要求

一般水处理的技术有生物处理、物化处理以及生物与物化处理相结合3种工艺,包括前处理、初沉池、曝气池、二沉池、沉砂池、加氯消毒、污泥浓缩、好氧硝化、污泥脱水、化学除磷等处理工艺,其异同点见表1。

Table1. Compare to the technology of biological, Physical-Chemical Treatment and Both

表 1. 生物处理、物化处理以及生物与物化处理相结合工艺的比较

工艺名称	相同点	不同点
生物处理工艺	大致过程类似:都先经毛发过滤进入调节池,再经过两次提	净化原理:生物膜氧化分解处理;设备:中水一体化设备
物化处理工艺	升泵泵送,第一次是由调节池进入净化	净化原理:混凝反映并沉淀处理
生物与物化结合处理工艺	器,第二次是由净化器经消毒后进入中水池	净化原理:生物膜氧化分解处理;设备:生物接触氧化池

在原有污水处理技术上,我国的专家学者也在不断的研究新的、可用的技术,以便能够使中水回用技术更加成熟、更加大众化地应用于我们的城市建筑中,解决一些我国水资源紧张的问题(表2),给我国中水

回用的尽快发展奠定了坚实的基础。

Table2. Advances physical-chemical processes in wastewater treatment

表 2 污水处理技术新技术与工艺特点

技术名称	工艺特点
“物化—生化组合技术与设备”和“新型高效物化组合技术与设备”	研制出了新型电聚浮反应器、转动式微电解反应器、高效微涡旋迴流快速絮凝反应器等 11 项关键技术，形成了适合于城市污水处理与回用以及多种工业废水处理的物化与生化组合技术系统。
“新型高效物化组合技术与设备”	研制出无极紫外光源，形成了以“微波无极紫外光催化氧化及其协同技术”为核心的物化组合新技术；通过技术集成，建立了经济高效的高温染色废水处理回用成套设备系统。
“高效优良菌种选育及生物处理系统中微生物种群”	筛选出多株高效菌，对主要菌株进行了降解机制与应用方法的研究，开发了适用于石油和印染废水为主的 6 个品系菌剂及其高密度发酵工艺，形成了规模化的菌剂生产线，并在炼油废水处理工程上进行了示范应用。
“水质自动监测系统关键技术及集成设备研制”	实现了全系统的自动化控制、信息管理、数据采集、局域和远程传输等，进行了自动监测河水水质的现场实验。
“高效厌氧和好氧生物反应器研制与应用	研制了高效厌氧和好氧一体化生物反应器，开发了新型高分子载体和微生物菌剂，研究了微生物自固定化聚集体的活性和稳定性、反应器与载体和微生物的协同作用，可以用于以公厕中水处理工程中。

因此我们应该将不同的污水处理技术与不同的原水相对应，近几年的污水原水主要有以下几种：（1）优质杂排水；（2）生活污水，又分为综合生活污水和粪便水；（3）城市污水处理厂出水。

3.2 中水回用的经济技术要求

不管中水工程采用何种原水，无疑都会增加处理设施建设费、运行费和管道铺设费。但从长远来看，中水回用的经济优越性也是非常显著的：

（1）中水就近回用，缩短了运输距离，从而减少了城市供水和排水量，进而减轻了城市给水排水管网的负荷，节省了引水、调水、输水的投资及排水设施的建设和运行费用；

（2）以各种污水作为原水，经济上低于其它开发途

径。如北京市的原水处理成本不含设备折旧费，平均价格为 1.23 元/m³；若包含设备折旧费，平均处理成本在 2.0 元/m³左右。而中水处理成本约为 1.5 元/m³，低于原水处理的成本^[4]。

（3）使用中水可节约用水，有利于可持续性发展。中水回用可节省水资源，减少水资源污染，具有良好的社会效益、环境效益和经济效益。一般而言，商住小区设置中水系统可节水 70%，研究单位可节水 40%，民用住宅区可节水 30%^[5]。

3.3 中水回用的政策要求

因为中水处理技术无论是规模还是工艺流程都还在探讨中，致使中水系统的造价和运行成本都较高而不被市场和居民接受。再加上缺乏相应的激励措施和地方性政策强制性规定，中水系统没有引起开发商以及建筑设计相关职能部门的足够重视。

只有通过国家立法的方式，建立中水系统规划建设的要求和分质供水的价格差，并对中水实行财政补贴，才能激励该项技术的研发和应用得到推广普及，进而成为促进我国经济社会持续发展的有利保障措施。

4 工程建筑中水回用的系统组织

中水回用系统是由原水的收集、储存、处理和中水供给等工程设施组成的有机整体，是一个系统工程，是给水技术、排水技术、水处理技术和建筑环境技术的有机综合，是在建筑物或小区内运行上述技术，实现使用功能、节水功能及建筑环境功能的统一。中水系统按照系统的服务范围可分为建筑单循环中水系统、建筑小区中水系统和城镇中水系统三类。

尽管我国的城市中水利用已经开始，并有了一些成效，使用中水的优越性越来越得到人们的认可，但是也存在一些问题，其中最重要的就是应该应该由建筑物中水回用系统的单一形式过渡到建筑物中水回用、区域中水回用、城市污水再生回用的多种回用系统形式相结合。

在中水回用刚利用的前几年中，北京市中水大多以单体建筑中水系统为主，也就是本建筑物的废水经处理后，只回用于此建筑物的厕所冲水、绿化或景观用水。这类系统由于管理方便，责任分明，容易调动积极性，在初期发展较快。近年来随着水资源紧缺矛盾的加剧，这种系统已不能适应污水资源化的迫切需要，在这种形势下，就急需采用小区中水系统和城镇

中水系统,以便能够更加合理地处理污水、分配中水,获得更好的社会、经济效益。以居民小区为单元的中水回用系统陆续建立,以城镇乃至居住区为污水处理厂、酒仙桥污水处理厂等城市污水处理厂再生水回用工程相继投入使用,北京市污水回用的范围迅速扩大,回用水的规模大幅度提高。

建筑物中水回用、区域中水回用、城市污水再生

回用的多种回用系统相结合的形式技术可行,经济合理,有利于中水回用政策的贯彻实施,符合城市污水资源化发展的方向。所以希望我国其他城市都能够像这种形式发展,为本市以及全国的水资源紧缺问题的解决做出一些贡献。以下是节水建筑水系统组织方案图 3-1

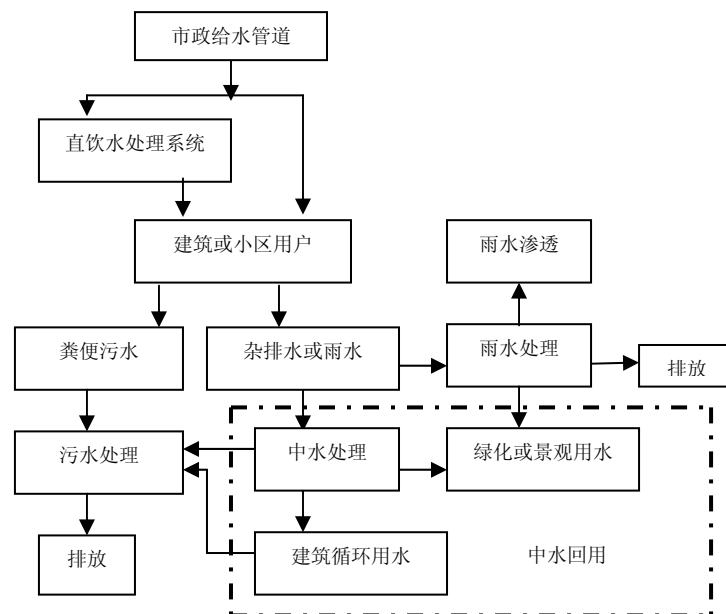


Fig1. Typical water resources planning project in building

图 1. 节水建筑水系统组织方案

5 结论

中水回用技术从 20 世纪 80 年代引入我国以来,已经取得了一些成效,但在具体推行过程中仍因缺乏内在动力和政策支持而难以推广,在小区规划和建筑施工中得不到重视。只有建立完整的分类水价机制和强化排污费、单位用水指标等政策,并制定完善的中水利用和用水、排水奖惩制度,立法规定小区开发中的中水管线和回用技术强制性标准,约束开发商积极建设中水处理技术,凸显中水在经济方面的优越性,提高单位利用中水的积极性。

此外为确保中水回用系统能切实落到实处,在用地、结构设计、缺水补给、埋设等方面都应该作出合理的设计和规定。中水设施适于设置在建筑的地下,以减少地表占地面积。设计和施工时应为防止中水污

染上水,中水管道与上、下水管道水平净距应大于 0.5m,或位于上、下水管道的中间,并建立上水作为中水水源的切换装置确保水量不济时或者系统故障时的双向保障。同时不断探索和研究改善中水的处理工艺,尽量降低中水系统的造价和运行成本。

中水回用作为开源节流的有效途径,将成为城市建筑给排水的发展趋势。从单体建筑独循环到小区循环,从城市新区建设到旧城区改造,逐步建立完善的城市中水系统标准,提高中水回用的价值。

References (参考文献)

- [1] Ruipan HUANG. Consideration and Suggestion on Urban Water Saving[EB/OL]. <http://www.gzmj.gov.cn/Article/ShowArticle.asp?ArticleID=786> [2010-5-29]
任瑞平. 关于城市节约用水的思考与建议[EB/OL]. <http://www.gzmj.gov.cn/Article/ShowArticle.asp?ArticleID=786>

- [2010-5-29]
- [2] Beijing urban water conservation office. In the water engineering examples and Comments. .2003 (1), China Building Industry Press
北京市城市节约用水办公室.中水工程实例及评析.中国建筑工业出版社.2003 (1)
- [3] The UN World Water Development Report: Water for People, Water for Life. [EB/OL].
http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/table_contents.shtml[2009-10-25]
- [4] 中华人民共和国科学技术部,“十五”重大科技专项技术,“水污染控制技术与治理工程”重大科技专项污水处理生物和物化强化技术 10 个课题通过验收
- [5] Yang Wenkun. On the water environment in ecological construction in the configuration. China Science and Technology Information, 2006,5:150
杨文坤.浅议水环境在生态建筑中的配置.中国科技信息, 2006, 5: 150
- [6] Fu Cuilian, Chi Yong Zhi. Green residential area to the drainage design. Residential ,2003,4:22-25
付翠莲, 池勇志.绿色生态住宅小区给排水设计.住宅科技, 2003, 4: 22-25
- [7] L.T.Wong,K.W.Mui.Modeling water consumption and flow rates for flushing water systems in high-rise residential buildings in Hong Kong.Building and Environment,2007,42(5):2024-2034.