

“城市中水回用”科普活动资源包的初步设计

戚雁俊

[摘要] 从设计开发原则、内容和形式等方面思考,设计“城市中水回用”科普活动资源包。该科普资源包由科普讲座、科普参观、科普实验和科普讨论等内容构成。

[关键词] 中水回用 科普活动资源包 设计

Abstract: The science popularization resource package of neutral water recycle in city was primarily designed by taking consideration of the designing principle, content and format. The package consists of lectures, visits, experiments and topic discussions by focusing on science popularization.

Keywords: neutral water recycle; package of science popularization resource; design

一、中水回用原理及其技术介绍

中水回用是伴随污水资源化而产生的一项生态化互利共生环保技术。城市用水有上水、中水和下水之分。人们平时所饮用的自来水即为上水,而生活污水和工业废水统称为下水。中水介于上水和下水之间,特指下水(各种排水)经过一定处理后达到规定的水质标准,可在生活、市政、环境等范围内杂用的非饮用水。在不同的场合,中水有不同的叫法:在污水处理工程上称为“再生水”,工厂往往称为“循环水”或“回用水”,一般以水质要求作为区分的标志。目前,中水回用的技术在国内外国均已成熟,100吨污水最多可有80吨被回用为中水。因此,中水已经被国际社会公认为“城市第二水源”。

中水的水源一般包括城市清下水(如雨水)、中央空调冷却排水、城市商旅排水、居民家庭用水、城市污水厂二次沉降池出水以及少量河、湖地表水等。工业污水一般不采用作为

中水水源,传染病医院、结核病医院污水和放射性污水更是严禁作为中水水源。

二、“城市中水回用”的意义

我国人均水资源拥有量为2200立方米,仅达世界平均水平的1/4。目前,全国有14个省市、自治区的人均水资源拥有量低于国际公认的1750立方米用水紧张线。其中,低于500立方米严重缺水线的有北京、天津、河北、山西、上海、江苏、山东、河南、宁夏等9个地区。

在现代化城市中,约有40%的生活、生产用水与人们的健康生活紧密相关;而多达60%的城市用水,主要是工业生产、农业灌溉、环卫清扫、消防用水和绿化用水,其给水质量并不需要等同于自来水水质标准。即使是在家庭用水中,冲厕、拖地等用水也无需高水质给水。因此,在大力倡导节约、环保、文明生产方式和消费模式的今天,中水回用已经超出传统意义的环保工程概念,成为一种符合我国水资源现状与经济社会科学发展的节约、环保、文明

和生态型经济模式。而中水回用的科学普及,不仅可以促进我们的社会实现水资源的生态型共生体系,还可以通过宣传合理的中水价格政策体现中水的经济效益和文明生活方式;同时,它能够增强科普受众水资源的意识,为我国经济、社会、生态的保障机制及其拓展发展空间提供更多更好的群众性基础。总之,城市中水回用既符合当前节能减排战略,又突出节约、环保、文明和生态四重效果于一体的特点,是构建资源节约型、环境友好型、生态平衡型社会的必然选择。

三、“城市中水回用”

科普活动资源包设计

(一) 科普活动资源包设计的开发原则

1. 系统性原则。采用系统工程的思路设计“城市中水回用”科普活动资源包,既考虑面向未成年人,也符合领导干部和公务员的科普层次;既针对城镇居民,也适应社区化居住的农村人口。

2. 可比性原则。其一,充分考虑“城市中水回用”与目前城市自来水之间具有明确、公认、量化的质量评价指标;其二,“城市中水回用”科普活动资源包具有很强的适应性,而非仅仅局限于某一城市或特定水质的对比。

3. 科学性、知识性和趣味性原则。运用循环经济的原理(理念)进行设计,所研发的科普资源在保证知识传播准确性和权威性的同时,也客观地反映环境保护、水资源等科学技术发展的最新成果,兼顾我们国家循环经济、节能减排的政策与导向。科学性、知识性、趣味性及通俗易懂的设计、演示、实验和验证,有助于启发、提高社会各个层次公众群体对“中水回用”的关注和兴趣。

4. 资源共享原则。资源包的设计与开发中充分考虑数字化,以便于最大限度地实现资源共享,并且能够通过各类数字科技馆以及科普资源共享网站和其他媒体渠道进行传播。

5. 突出重点、体现共性原则。按照《全民科学素质行动计划纲要》工作重点和工作主题,参照中国科协《科普资源质量及规格要求(试

行)》和《科普资源开发指南(2007)》的要求,针对我国水资源的现状及其“中水回用”的必要性,针对重点人群的知识构成和基本特点开发此项科普资源。从科普内容和演示形式的实际需求出发,力求体现不同地域、不同文化背景、不同受众群体等方面的共性。

(二) 科普活动资源包设计的内容和形式

该科普活动资源包的设计内容包括中水回用的相关背景知识、科普受众对象(人群或年龄等要求)、科普活动的具体目标,以及公众从科普活动中能够掌握或了解的科学知识、方法、技能、观念等。对于组织实施流程、开展科普活动所需的设备或材料清单等,本设计尚未过多涉及,但是,对活动实施的注意事项、风险评估和经费支出等均有所思考。

1. 科普讲座

通过科普演讲的形式,结合幻灯片、录像片等数字化媒介,由科普专家实施“城市中水回用”科普讲座。内容包括中水回用原理介绍、中水回用技术简介、中水回用的典型案例、中水回用的国内外进展以及中水回用的技术经济评价等(见图1)。

(1) 中水回用原理

中水回用原理主要介绍水资源的一些定义,了解水资源的基本概念,包括:①何为中水,回用的定义是什么;②城市给排水系统以及城市用水上水、中水和下水的划分;③不同水资源的国家、地方水质标准;④中水与非饮用水的关系;⑤中水在不同场合的叫法;⑥中水已经被国际社会公认为“城市第二水源”等等。

(2) 中水回用技术

中水回用技术主要包括以下内容。①中水水源,例如城市清下水、中央空调冷却排水、城市商旅排水、居民家庭用水、城市污水厂二沉池出水,以及少量河、湖地表水等。②中水的水体调质,即经水源采集后,大都进行预处理、主处理、后处理3个阶段。预处理的作用是去除污水中的机械性固体杂质和物理化均匀水质;主处理的作用是去除污水的溶解性有机物;后处理主要以消毒处理为主,对出水进行深度处理。③中水的主处理方法:一是生物处

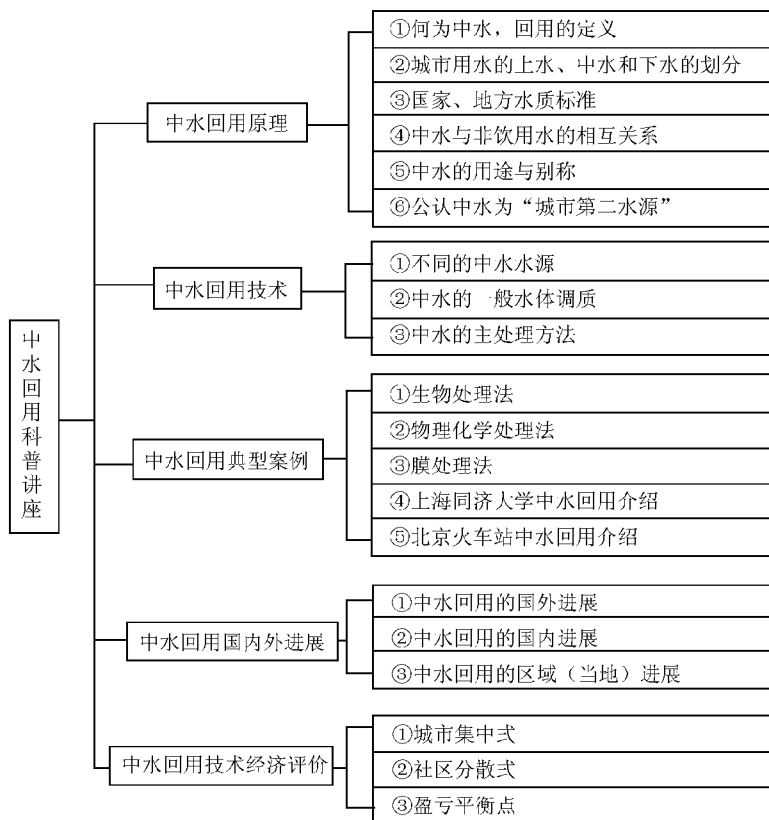


图1 “城市中水回用”科普讲座内容的层次分析结构图

理法，其原理是利用水中微生物的吸附、氧化分解污水中的有机物，包括好氧和厌氧微生物处理，一般以好氧处理为多；二是物理化学处理法，其原理是以混凝沉淀（气浮）技术及活性炭吸附相结合为基本方式，与传统的二级处理相比，可以提高水质，但运行费用较高；三是膜处理法，其原理是采用超滤（微滤）或反渗透膜处理，其优点是溶解性有机物去除率很高，与传统的二级处理相比，可大大减少设施的占地面积。

(3) 中水回用的典型案例

①不同处理方法的介绍，例如生物处理法、物理化学处理法和膜处理法等。②中水回用的两种主要形式：一是集中式市政中水，二是用水单位或居民小区自建中水。③相关典型中水回用案例介绍：分别选择上海同济大学学生公寓、北京火车站公共卫生厕所等中水回用实践进行示范。

(4) 中水回用的国内外进展

①中水回用在国外的进展。在美国、日本、以色列、英国等国家的中水开发与回用技术近年来得到了迅速发展。日本的双管供水系统比较普遍，要求新建的政府机关、学校、企业办公楼，以及会馆、公园、运动场等公共建筑物都需设置中水道；以色列目前100%的生活污水和72%的城市污水得到了回用，现有200多个污水回用工程，处理后的污水42%用于农灌，30%用于地下水回灌，其余用于工业及市政建设等；新加坡为了更好地节约水资源，推广中水市场，在媒体上对中水大做广告，以引导民众的消费习惯，吸引更多人接受它。

②中水回用在国内的进展。我国开展中水回用已有20多年。1985年北京试验性地建设了第一座中水处理利用设施。进入21世纪以来，上海不仅率先出台了《用水定额管理办法（试行）》，在中水资源利用方面更是积极推进。

③中水回用的区域（当地）进展。这是为讲座内容贴近科普受众而专门设计的一项内容。比如当该科普讲座在上海实施时，就可以有针对性地介绍：上海闵行两个污水处理厂的中水回用量累计 6 000 立方米 / 月；在居民住宅小区的中水回用示范工程中，万里小区 11 号街坊回用规模达到 70 立方米 / 小时。

(5) 中水回用的经济评价

中水回用的经济评价主要包括 3 项技术经济评价。一是城市集中式中水回用管网的技术经济评价。例如，2003 年北京城市自来水的综合价格已达 4.07 元，而市政中水价格仅为 1 元。中水价值的凸现也可为相关产业注入活力。二是居民小区分散式中水回用设施的技术经济评价。三是社区化中水回用的盈亏平衡点静态分析。以住宅区采用二段式生物处理或“生物 + 物化”处理的中水回用技术为例，当中水处理规模在 150 立方米 / 日时，中水的单位运行成本可降到 0.75 元以下；即使包括设备折旧等因素，也可以实现 1.30 元以下的经济运行合理性。若以住宅区人均用水量 0.25 立方米 / 天以及中水回用量是污水量的 40% 来测算，一个 600 人以上的住宅小区就能实施类似的二段式中水回用技术。

2. 科普参观

科普参观内容要与科普讲座的内容相吻合，即讲座中所涉及的“中水回用的区域（当地）进展”原则上就是科普参观的首选设施。其它的科普参观设施，还应当包括工厂企业、居民社区等。参观中水回用设施，一要进行必要的经费预算，二要事先联系被参观方。

3. 科普实验

科普实验不仅要与科普讲座演讲的内容一一对应，主要内容就是采集中水样本化验水质，并且直接与居民生活用自来水进行水质理化指标、卫生指标、嗅觉感观等比较与评价。实验还要考虑所处环境、地点的实验条件。一般说来有两个基本的解决途径。

(1) 把“科普实验”作为“科普参观”的一项内容，由被参观的中水回用设施投用、管理方来承担。但应当考虑其承受能力，以参观受众少量代表参与“科普实验”为宜。

(2) 可与当地学校（包括高等院校、高级中学、职业学校）或者科研院所联合开展科普实验，充分利用其实验室设施，让更多的受众参与。在扩大科普参与度的同时，切实提高受众的感性认识。

4. 科普讨论

科普讨论的内容与以往的科普活动有着明显的不同，因为“中水回用”科普活动资源包的初步设计更加注重受众群体的参与度和直接的科普绩效评估。正是基于此项目的，设计初期就专门考虑安排“科普讨论”一节的内容。也就是说，让受众群体在科普讲座、科普参观、科普实验的基础上，以“科普讨论”的形式，紧紧围绕“节约能源资源、保护生态环境、保障安全健康”的主题畅谈与思考以下论题：（1）中水回用与节能减排科学理念、循环经济运行模式的相互关系；（2）中水回用对城市、社区、家庭来讲都是一项非常值得推广的节约措施；（3）对中水回用的认识以及未来参与中水回用的信心和积极性等。

5. 其它科普形式

“中水回用”科普活动既要考虑面向未成年人的知识构成，也应当符合领导干部和公务员的科普层次；既要针对城镇居民人口，也应适应社区化居住的农村人口。因此，该项科普活动资源包的设计中也应包括音像制品、挂图、平面展览、图片，甚至于“中水回用”读本（物）等科普内容与形式。当面向大众进行传播时，其形式可以拓展至网站、画廊、橱窗、报刊、电视台、广播电台等公众传媒普遍使用的科普资源。

作者简介

戚雁俊，同济大学环境科学与工程学院环境科学与工程专业学生；Email: yuliangw@sh163.net