

# 中水回灌的水质标准比较分析

柳文华

(北京市水利科学研究所 100044)

**摘要** 中水回灌可增加地下水资源储量,其回灌地下的方法主要有地表回灌和井灌2种。回灌用中水水质要求较高,依据不同回灌方式和水质要求,可选择和组合不同处理工艺。国外回灌用中水水质多以饮用水为标准,而我国中水回灌存在水质标准和监测要求偏低等问题。

**关键词** 回灌 方法 标准

中图分类号 TV213.9

文献标志码 A

文章编号 1673-4637(2007)04-0024-03

**Comparison analysis on different water quality standards in different technologies for reclaimed water recharged into underground**

LIU Wen-hua

(Beijing hydraulic research institute, Beijing, 100044, China)

**Abstract** Artificial utilization of reclaimed water into the underground may increase water resources quantity. There are two common methods, well injection and surface leakage. Water quality standards for reused water recharged into the underground are very strict, thus the paper suggests that different technologies are chosen to meet different requirements of methods based on different water quality standards. Drinkable water quality standards are applied to reclaimed water recharged into the aquifer in other countries. But the standards of water quality and monitoring requirements are set lower in China.

**Key words** Artificial injection Method Standard

中水回灌可增加地下水资源储量,对解决北京水资源问题具有重要战略意义。但要保证中水回灌不污染地下水,解决中水回灌技术和水质标准问题成为关键所在,也是有效实施中水回灌的保障。

## 1 地下水回灌方法

地下水回灌的方式主要有2种:一种是在透水性较好的土层上修建沟、渠、塘等蓄水建筑物,利用水的自重进行回灌;另一种方式就是井灌。前者是人工回灌的最简单形式。后者适合于地表土层透水性较差和回灌承压含水层,或要解决寒冷地区冬季回灌越冬问题等情况。人工回灌地下水发展历史不长,现在国际上将地下含水层的人工回灌和再利用通称为ASR(Aquifer Storage and Recovery,简称ASR)技术,其

基本过程为:收集雨水、废水→预处理→回灌→抽取→再利用。如饮用、灌溉等。

## 2 中水回灌技术与工艺

中水经进一步处理回灌地下含水层已在国内外广泛应用。中水处理的技术可组合成不同处理工艺流程,满足污水处理厂出水水质及回灌地下的水质要求。下表是不同处理工艺的出水水质比较,方法包括传统的物化法、生物处理和生物膜法(简称MBR)等。结合水质要求和处理运行成本等因素,可选择不同处理技术和工艺。

## 3 中水回灌水质标准

中水回灌虽然可以实现水资源回用等多种目标,

收稿日期:2007-04-17

作者简介:柳文华(1976—),女,工程师。

表1 不同处理技术出水水质比较

处理工艺	工艺流程	出水水质					适用条件
		COD/ (mg/L)	BOD/ (mg/L)	浊度/ NTU	NH <sub>3</sub> -N/ (mg/L)	TP/ (mg/L)	
物化法处理	二级出水→调节池→混凝沉淀→过滤→消毒→再生利用	≤40	≤10	≤10	≤1	≤0.5	地表回灌
物化法处理与生物处理结合	二级出水→调节池→微絮凝过滤→生物活性炭→消毒→再生利用	≤20	≤4	≤5	≤0.5	≤0.5	井灌、地表回灌
曝气生物滤池处理	二级出水→调节池→曝气生物滤池→消毒→再生利用	≤40	≤10	≤10	≤1	≤1	地表回灌
分体式膜生物反应器	城镇污水→曝气池→超(微)滤→消毒→再生利用	≤20	≤4	≤5	≤0.5	≤0.5	井灌、地表回灌
一体式膜生物反应器	城镇污水→一体式膜生物反应器(SMBR)→消毒→再生利用	≤20	≤4	≤5	≤0.5	≤0.5	井灌、地表回灌
膜法脱盐(双膜法)	二级出水→调节池→超(微)滤→反渗透脱盐→消毒→再生利用	≤10	≤2	0	0	≤1	井灌、地表回灌

但其安全性始终是人们担忧的问题。通过制定严格的回灌用水水质标准或指南来提高回灌后地下水安全系数,是世界各国普遍采用的方法。我国中水回灌起步晚,中水回灌水质标准正处于不断完善的过程中。

### 3.1 我国中水回灌水质标准

2005年,国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会发布了《城市污水再生利用地下水回灌水质标准》(GB/T 19772-2005),对地下水回灌水质标准和检测方法做了明确规定。

对利用回灌井直接回灌地下储水层的方式,回灌中水的水质在生物和化学特性方面要相当于或不劣于现有的地下水水质,混合后的地下水水质应接近饮用水标准(生活饮用水卫生标准 GB 5749-1985);对于流域水体漫流下渗方式,回灌水质应有地表水Ⅲ类标准(地表水环境质量标准 GB 3838-2002)。污水处理厂处理后的二级出水,经过进一步处理即可达到地表水饮用水标准(地表水环境质量标准(GB 3838-2002)中Ⅱ类水质标准),符合国家标准化管理委员会对于回灌地下水的水质标准,可以作为回灌下的水源。

### 3.2 国外中水回灌水质标准

再生水补给地下水在国外已有较长的历史,美国早在1970年就开始使用再生水补给地下水,以防止海水入侵和地下水位的下降。随着世界性大规模水资源短缺和水污染的加剧,美、法、德、以色列等发达国家都在应用中水回灌。

美国加州的标准以其严密与科学得到了世界各国广泛的认可。1976年加州公布了第一个污水回灌下的水质标准草案,草案规定回灌污水在经过二级处理后必须再经过滤、消毒和活性炭吸附等深度处理,在回用前必须在地下停留6个月以上。水的注入点离地下水位至少3m,抽水点离注入点水平距离至少150m,抽取水中的回灌水不能超过50%。COD和TOC要求每天检测,其他每天检测的项目包括苯和四氯化碳等,目的在于控制有机污染物进入作为饮用水源的地下含水层。

德国一般要求回灌水应优于当地的地下水水质。在柏林地区,要求污水处理厂三级处理出水再经深度处理和土壤含水层处理后,最终同地下水混合的水中DOC应<3mg/L, AOX应<30mg/L。其他国家多以饮用水水质标准作为中水回灌水质要求。

### 3.3 存在的差异

中水回灌地下含水层虽可增加地下水资源储量,但存在污染地下水水质和引起人体健康和环境风险问题。因此,制定严格的回灌中水水质标准和加强监测十分必要,是中水回灌安全的重要保障。与世界其他国家相比,我国对于回灌地下水的中水水质和监测要求偏低。

(1) 回灌水质标准偏低。与其他国家标准相比较,我国回灌水质标准偏低。回灌水质部分指标比我国饮用水水质标准偏低,而国外基本要求是回灌水质达到

表2 我国不同水质标准比较

项目	COD/(mg/L)	BOD <sub>5</sub> /(mg/L)	NH <sub>3</sub> -N/(mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /(mg/L)	浊度/NTU	总硬度/(mg/L)	粪大肠菌群/(个/L)
二级出水	≤120	≤30	≤25	-	-	-	≤10000
再生水	≤50	≤10	≤15	-	≤5	-	≤1000
回灌水质	地表回灌	≤40	≤10	≤1.0	≤15	≤450	≤1000
	井灌	≤15	≤4	≤0.2	≤15	≤450	≤3
饮用水	一级	≤3	-	≤0.5	≤10	≤350	总大肠菌群≤1000
	二级	≤6	-	≤1.0	≤20	≤450	≤10000

注: -, 未列出或未要求。

表3 中国与美国回灌水质比较

项目	COD/ (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / (mg/L)	TN/ (mg/L)	TOC/ (mg/L)	Pb/ (mg/L)	Hg/ (mg/L)	Cd/ (mg/L)	F/ (mg/L)	Cl/ (mg/L)	大肠杆菌/ (个/100mL)	粪大肠菌群数/ (个/L)
美国	<5.0,每天检测	<45	<10	<3.0,每天检测	<0.05	<0.005	<0.01	<0.8	<120	<2.2	-
中国	井灌 ≤ 15	地表回灌 ≤ 40	≤ 15	≤ 10	-	≤ 0.05	≤ 0.001	≤ 0.01	≤ 1.0	≤ 250	

注: -, 未要求。

饮用水标准。同时,我国饮用水中有部分指标缺失,如没有 TOC 的标准等,因此不推荐作为中水回灌水质参考。

(2) 监测要求偏低。我国对地下水回灌项目分为基本控制项目和选择控制项目,对基本控制项目要求每天监测,对选择控制项目则只要求半年监测 1 次。我国虽然将有机污染物(如农药)和重金属列入控制项目,但只作为选择控制项目,监测要求为半年 1 次,标准较低。这加大了回灌的环境与健康风险。中水回灌应提高对环境风险较高控制项目的监测频率,以便掌握地下水水质变化,及时化解风险。

#### 参考文献

- [1] 石秋池.国外回收水再生利用水质标准和处理要求[J].中国水利,2003,6:26-28.
- [2] 聂梅生.美国污水回用技术调研分析[J].给水排水,

2001,127(19):1-3.

- [3] 何星海,马世豪.再生水补充地下水水质指标及控制技术[J].环境科学,2004,25(5):61-64.
- [4] 郭金敏,田长勋,刘书芳.地下水回灌与再利用[J].资源节约与利用,2000,2:38-39.
- [5] 谢娟,姜凌,李泉.地下水人工补给水质的研究——以西安市回灌为例[J].西安工程学院学报,2004,24(4):67-72.
- [6] 王新娟,谢振华,周训,邵景力.北京西郊地区大口井人工回灌的模拟研究[J].水文地质工程地质,2005,1:70-84.
- [7] 全贵婵,蹇兴超,吴天宝,等.城市污水地下回灌深度处理技术[J].中国环境科学,1999,19(3):219-222.
- [8] 成徐洲,吴天宝,陈天柱.城市污水地下回灌技术现状与发展[J].中国给水排水,1999,15(6):20-21.
- [9] 云桂春,皮运正,胡俊.浅谈再生污水地下回灌的健康危害风险[J].给水排水,2004,30(4):7-10.

(责任编辑:林跃朝)

#### · 简讯 ·

## 刘淇调研绿色奥运水系设施建设

2007年7月7日,市委书记刘淇、市长王岐山就“绿色奥运”主题,调研奥运水系设施建设情况。市委常委、秘书长李士祥,副市长牛有成,市政府秘书长黎晓宏,副秘书长王云峰一同调研。

市领导首先来到奥林匹克森林公园主山,察看奥林匹克森林公园水系。市水务局局长焦志忠向市领导汇报了奥运生态水系设计理念和水资源配置情况。奥运湖配置了4种水源:清河与北小河再生水厂中水、奥运中心区和森林公园雨洪水、地表水和自来水。实现了水的循环利用、雨洪控制与中水回用。雨水利用率达70%。

接着,市领导察看了清洋河治理环境整治情况。清洋河是奥运公园的排水河道,同时也是奥运公园水系景观的重要组成部分。水体与奥运主湖水系连通,参与水循环,奥运公园区域内的雨水全部由雨水管道收集后,通过清洋河退入清河。

最后,市领导来到清河再生水厂,察看了该厂膜处

理新技术的应用和为奥运公园供水情况。刘淇详细询问了工艺流程、水质和水量情况,对膜技术的运用非常满意,高度赞扬污水资源化利用和服务奥运的功能。

王岐山讲话说,要落实市第十次党代会精神,紧抓奥运契机加强城市环境建设,实现“新北京、新奥运”战略构想,落实好“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”三大理念,在水环境治理和绿化美化工作中,要处理好建设与养护的关系,体现节俭办奥运的原则,打造“阳光工程”。

刘淇充分肯定了水务工作取得的成效。他指出,在奥运筹办工作中,要认真落实“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”三大理念,整治河湖水系,加强污水治理,扩大再生水利用,建设水资源循环利用系统。要以科学发展观为统领,实践“新北京、新奥运”战略构想,为北京留下宝贵的财富。当前要弘扬奥运精神,努力将“三大理念”转化为推动北京在奥运会后实现可持续发展的强劲动力,努力建设更加繁荣、文明、和谐、宜居的首善之区。(王氏洲)