

# 地下水功能区划分浅谈

唐克旺<sup>1</sup> 杜 强<sup>2</sup>

(1. 中国水利水电科学研究院水资源研究所, 北京 100044 ;

2. 中国水利水电科学研究院水环境研究所, 北京 100044)

**摘要** 简要介绍了我国地下水面临的主要问题: 资源枯竭、生态功能退化、环境地质灾害加剧。根据地下水系统具有的资源供给、生态环境保护、地质安全保障这三大功能, 分析了地下水功能与当前地下水面临的诸多问题的关系, 提出将地下水分布区划分成四类一级功能区, 即开发利用区、生态环境保护区、地质灾害防治区和保留区, 分析了地下水功能区和地下水超采区的关系, 建议将地下水功能区和地表水功能区联合起来, 构成水资源统一管理的技术平台。指出地下水保护的程序是: 进行地下水功能区划, 建立地下水功能区评价指标体系, 研究地下水保护的标准体系, 制定和实施地下水系统保护方案, 加强地下水监测和管理。

**关键词** 地下水; 水资源保护; 功能区划分

中图分类号: P641.8 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2004)05-0016-04

## 1 我国地下水面临的问题

地下水不仅是维持社会经济发展的重要供水水源, 而且是维持生态环境系统稳定的重要因素。我国有 2/3 城市的主要供水水源是地下水, 在广大的北方农作物主产区, 地下水更是重要的水源保障。1997 年, 全国仅农业灌溉用机井就达 343 万眼<sup>①</sup>。2002 年, 全国地下水开采总量 1091 亿 m<sup>3</sup>, 位居世界第 3 位, 约占全国总供水量的 1/5<sup>①</sup>。但是, 随着地下水开发利用量的增加, 相关的生态环境和地质灾害问题开始显现。很多地区地下水日益枯竭, 各类生态环境和地质灾害问题越来越严重, 已经严重威胁到社会经济的长远发展。

### 1.1 地下水资源枯竭

地下水资源枯竭有三类诱发因素: ①地下水超采; ②地表水补给减少; ③地下水污染导致资源质量下降。

根据最近水利部水资源司开展的全国地下水开发利用规划, 目前全国地下水超采区总面积约 18 万 km<sup>2</sup>, 其中严重超采区面积 7.76 万 km<sup>2</sup>, 占总超采区面积的 43%。全国多年平均超采地下水 71.5 亿 m<sup>3</sup>。20 世纪 90 年代以来, 地下水超采量呈上升趋势。

由于地下水持续超采, 很多地区地下水水位持续下降, 地下水资源日益枯竭, 而地下水开发利用量持续增长。根据 1980 年以来的供水变化趋势, 在

1980~1997 年的 17 年间, 地下水源供水量占全国总供水量的比例从 14% 上升到 16.6%; 1997~2002 年 5 年间, 这个比例又上升了近两个百分点, 达 18.3%。地下水开发利用增长有加剧的态势。这种趋势如果继续发展下去, 地下水将面临更加严峻的局面。

地下水资源枯竭除了过量开采外, 地表水的河道外大量直接消耗导致平原区地下水补给减少也是一个重要原因。这个现象在华北平原和西北内陆地区十分突出。

地下水污染问题更是影响深远。在我国平原区, 特别是东部的黄淮海平原区, 浅层地下水的污染问题比较严重。海河流域在 14.38 万 km<sup>2</sup> 的评价面积中, 已有 61.7% 地下水不适宜饮用, 其中 34.1% 地下水不符合农灌标准, 完全丧失了使用价值。

### 1.2 生态系统退化

地下水是水资源系统的组成部分, 对于地表生态系统具有重要作用。由于地下水水位的持续下降, 地表生态系统出现退化问题, 主要表现在土地沙化、湿地萎缩、泉水枯竭、地表基流减少等方面。

我国土地荒漠化及沙化现象十分严重, 沙漠区面积逐年扩大, 其中的一个重要原因就是过量开采地下水或地表来水减少导致地下水水位下降, 地表植被死亡。黑河、塔里木河下游生态问题都与地下水水位的持续下降、非地带性植被死亡有关。

湿地是重要的生态系统。Davis 最早提出了湿

作者简介: 唐克旺(1963—)男, 吉林农安人, 高级工程师, 博士, 主要从事与水资源开发利用有关的生态环境问题研究。

① 水利部. 水资源公报. 2002. 3~9.

地水文分类<sup>[2]</sup>，并将美国的湿地分为3组：地下水补给类、雨水补给类和过渡型沼泽。显然，有些湿地是依靠地下水的调节能力来维持的。我国很多湿地的退化和萎缩与地下水水位持续下降有着密切的关系。很多河流的基流减少甚至出现河流季节化的现象与地下水的补给调节能力退化也有不可分割的联系。

泉水更是重要的生态环境保护目标，它具有景观、娱乐、供水和维系地表基流的重要作用。随着地下水的开发利用和超采，我国北方地区泉水流量和地表水基流量在持续减少。例如，被誉为华北第一大泉的娘子关泉在近40年内流量衰减了一半。过去最大流量曾达到 $15.75\text{ m}^3/\text{s}$ ，2000年实测流量仅 $7.58\text{ m}^3/\text{s}$ 。被誉为天下第一泉的济南趵突泉，由于盲目大量开采岩溶水，泉水量骤减。1965年的趵突泉高出地面4~5m，至1981年开始出现断流。近年来，由于地下水过度开采以及城市用水量的大幅增加，济南四大泉群长时间停涌，社会影响很大。

### 1.3 环境地质灾害

地下水不仅具有资源供给和生态系统保护的功能，还有维持环境地质安全的作用。地下水超采，导致地下水水位持续下降，地下压力系统和水盐平衡受到破坏，一系列地质灾害频繁发生，例如地面下沉、地面塌陷、海水入侵等。过量引用地表水灌溉，导致地下水水位持续升高，诱发土壤次生盐碱化问题。这些都可归结为环境地质灾害问题。据有关调查分析成果，仅辽宁、河北、山东三省的沿海地区，截止1992年底，海水入侵区共计70处，总面积为 $1434\text{ km}^2$ 。海水入侵给当地的工农业生产、人民生活及健康、生态环境等造成了极大的危害，并在经济上造成重大损失。

## 2 地下水服务功能分析

总结我国地下水面临的主要问题，可以分为三大类：资源枯竭、生态功能退化、环境地质灾害加剧。这三大类问题实际上是地下水服务功能丧失和受到破坏的外在表现，是地下水系统完整性受到严重影响的集中反映。

地下水是水资源循环系统的重要组成部分。和地表水一样，地下水具有多种重要的服务功能，只是地下水的功能和地表水的功能相比<sup>[3]</sup>，具有隐蔽性、滞后性和恢复缓慢的特点。具体地说，地下水系统有三大类功能。

### 2.1 资源供给功能

这里，资源指狭义的为人类社会经济供水的功能。而国际上的一些看法<sup>[4,5]</sup>，地下水资源不仅服务于人类，还服务于生态环境系统，属于具有更广泛

义的资源概念。为了保持地下水资源的供给能力，首先在水量上，地下水要得到可持续的稳定补给，这样才能保障可持续开发。而地下水补给受水位和地表水以及水生态系统的影响。地下水系统完整性的重要内涵之一就是地下水补给能力的维持。资源供给功能中也有水质要求，因此，地下水水质保护也是实现资源保障的重要因素。

### 2.2 生态环境保护功能

地表水生态系统（河道基流、湿地、泉水等）和陆地非地带性植被都需要地下水的补给和调节<sup>[5]</sup>。我国西北地区的平原天然绿洲更是需要地下水的支撑。地下水水位的下降和水质的恶化对地表生态系统会带来严重影响。因此，生态环境保护是地下水系统的主要作用之一。

### 2.3 地质安全保障功能

地下水尤其是深层承压水具有维持地下压力平衡、防止地面下沉和塌陷的作用。承压水水位过度下降导致黏土层被压缩，这是很多国家地面下沉的主要原因。海水入侵和咸淡水混合同样是地下水超采导致水压力平衡被破坏的结果。土壤次生盐碱化也与地下水水位过高、水分蒸发浓缩有密切关系。

综上所述，地下水系统是一个具有综合服务功能的开放系统。在地下水管理和保护工作中，要优先认识和识别不同地区地下水的主要功能和作用，分析这些功能受到的影响及其程度。这样，地下水保护和管理工作就有了明确的服务对象和保护目标。在地下水系统服务功能识别和分析基础上，地下水系统保护标准的制定才能够有充分的依据。

## 3 地下水功能区划体系

由于地下水开发利用主要在平原区，包括一般平原区、山间盆地和河谷平原等，所以地下水规划与管理的重点在平原。本文所提出的地下水功能区划分主要适用于平原区和山区河谷。

### 3.1 一级分区

根据地下水的三大功能类型，可以将地下水分布区划分成四类一级功能区，即：开发利用区、生态环境保护区、地质灾害防治区和保留区。应该指出，地下水系统具有综合服务功能。一个水文地质单元（具有独立的补、径、排系统）内的某个区可能具有多种功能。例如，华北平原东部承压水既具有供水功能，又具有防治地面下沉功能。各区要根据其主导功能或优先保护的制约性功能来命名。各类一级功能区划分依据如下。

a. 开发利用区。该区的地下水系统主要为社会经济供水服务，在现状或规划开采条件下，地下水

系统不会出现生态环境问题或地质环境安全问题。

b. 生态环境保护区。由于地下水开采或地表水污染以及补给减少等原因,该区地下水系统发生了很大的变化,生态环境服务功能受到损害,出现生态功能退化甚至丧失。例如,济南泉水保护区、塔里木下游河岸植被保护区、额济纳绿洲和湿地保护区等。

c. 地质灾害防治区。由于地下水开采和地表水的不合理利用,导致地下水系统出现地质灾害的地区。例如,海水入侵区、地面下沉控制区、土壤盐碱化防治区等,都属于地质灾害防治区。污染作为环境公害,列入灾害防治类型区。

d. 保留区。地下水没有大规模开发利用,未来规划期内也不会出现生态环境问题和地质灾害的地区,或者需要保留一定战略储备资源的地区,以便未来应付极端事件,作为应急预案储备资源。一般来说,这类地区是人烟稀少、社会经济欠发达的地区。

### 3.2 二级分区

每个一级分区都可以再进一步划分为二级分区,具体划分结果见表1。

表1 地下水功能区划

一级分区	二级分区	功能描述	主要控制指标
开发利用区	城镇集中开发区	工业和生活供水	水质、水量可持续
	农村分散开发区	农村生活和灌溉供水	水质、水量可持续
生态环境保护保护区	河岸植被保护区	河岸天然植被保护	水位、矿化度
	陆地植被保护区	陆地非地带性植被保护	水位、矿化度
	地表基流保护区	河道基流维持	水位
	泉水保护区	泉水流量维持	水位、水质
	湿地保护区	地表湿地保护和调节	水位、矿化度
地质灾害防治区	海水入侵防治区	海水入侵水位控制	水位
	地面沉降防治区	地面沉降水位控制	水位
	污染防治区	水质保护	水质
	土壤盐碱化防治区	土壤盐分控制	水位
	咸淡水混合防治区	地下水水质保护	水位、水质
保留区	保留区		水质、水量

## 4 地下水功能区和地表水功能区的协调

地表水和地下水作为水资源系统的重要组成部分,两者之间相互转化,密切联系,在功能区划和规

划管理方面需要统一考虑、协调进行。这项工作同样也赋予水资源统一管理一种新的内涵。

地下水功能区和地表水功能区的协调包括两个方面,即地下水系统服从于地表水类型的协调和地表水服从于地下水系统类型的协调,一般情况来说,要双向协调,共同保护。

地表水功能区划体系中<sup>①</sup>[6~8],保护区、保留区、开发利用区和缓冲区都具有确定的水质和水量目标,而其中有的地区,其水质或水量是受地下水影响的。例如,在重要湿地保护区,地下水具有维持和调节地表湿地水量的作用;在开发利用区内,计算地表水纳污能力时,设计水量重点是基流部分。在地下水基流保护区,要密切结合地表水的水量需求,包括纳污能力和河道维持流量需求,设立必要的基流保护区。

傍河地下水供水水源地划分为集中供水功能区,其水质目标按照用户需求,可能是II类。在这种情况下,河道内的功能区水质目标应兼顾地下水保护的需求。西北内陆河流的这种协调更迫切和重要。例如,塔里木河下游河岸植被保护区需要确定地下水水位管理目标,保障植被的需水。但是,这类保护区的地下水动态主要不是受开采影响的,而是受地表水来水量和来水盐分浓度影响的。在地表水功能区划和水质水量规划管理中,要兼顾地下水的功能需求。

## 5 地下水功能区和地下水超采区的关系

当前,水利部门正在开展全国水资源综合规划,有关地下水超采区划和相关的行业标准已经起草完毕<sup>②</sup>,这些工作是地下水保护和管理的基礎。但是,如果将地下水功能的概念和内涵纳入到当前的地下水规划管理中,对实际工作具有更重要价值。

功能区和超采区既有差别,又有共同之处,具体说有“三个区别”和“一个统一”。

“三个区别”是:①功能是地下水保护的本质,而超采只是地下水功能破坏的一个原因和表象。②功能区涵盖了更广范围,包括因地表水的不合理开发利用导致的各类问题。例如,塔里木河下游绿色走廊生态退化主要是因为河岸地下水水位下降,导致植被死亡,这种现象不属于超采问题。地下水污染也是水质破坏导致供水功能下降的问题,不是超采问题。③地下水功能区可以使地下水保护和管理的目的更明确,而目前以规模、地质介质和行政区进行的超采区分类和命名体系掩盖了问题的性质。

“一个统一”是指地下水功能区划和超采区划都

① 水利部. 中国地表水功能区划. 2002.

是为地下水可持续利用和保护服务的,目标是一致的。如果将功能区划和超采区划有机结合起来,则对地下水的保护和管理具有更大的意义。

从地下水功能保护的思想出发,地下水超采区可以划分为三大类:资源枯竭型、生态环境退化型和地质灾害型。这样的分类更明晰和具体,保护目标更明确。

## 6 功能导向的地下水保护程序

以地下水服务功能的思想为基础,可以认为,解决地下水面临的各类问题若从保护地下水服务功能出发,按照如下步骤建立起地下水保护的技术支撑体系,对地下水保护和管理具有重要意义。

a. 地下水功能区划工作。提出地下水功能分类,在此基础上对全国主要的水文地质单元进行功能分区。对于地表水和地下水功能区,在区划、管理目标和保护标准方面进行全面协调。在此基础上,建立起地表水和地下水统一保护和管理的平台。

b. 建立地下水功能区评价指标体系。对于地下水水质可以采用已有的地下水水质评价标准(GB14848—93)。对于其他功能指标,需要研究建立合理的评价体系,评价各类功能区的质量状况。研究提出地下水系统质量分类和分级标准,如A级(天然)、B级(良好)、C级(满足功能)、D级(较差)和E级(极差)。

c. 研究建立地下水保护的标准体系。在建立了评价指标体系的基础上,根据地下水可持续利用的需求、现实与可能,提出各类功能区地下水系统保护标准,以及近期、中期和远期分阶段保护目标。

d. 制定和实施地下水系统保护方案。根据地下水系统状况与保护目标之间的差距,分析主要的治理区、治理目标,提出针对性的解决方案,并对方案进行比较、筛选和评估。

e. 加强监测和管理。以法律的形式保障地下水系统保护方案的实施,建立监测体系。

上述五个步骤中,本文仅对第一步进行了初步的探讨。有关地下水功能区的具体划分方法、评价体系、标准体系、对策方案以及监测管理等都需要进一步研究。由于受传统部门分散管理等因素的影响,我国地下水管理还有很多事情要做,技术支撑体系还没有建立起来,这种薄弱性已经影响到地下水的保护和管理。本文所谈的基于功能区的地下水系统保护框架仅起到抛砖引玉的作用,供规划和管理人员参考。

本文得到了水利部水资源司水资源保护处刘

平、石秋池等人的指导,曾肇京教授提出了很多宝贵意见,在此表示感谢。

## 参考文献:

- [1] 水利部水资源司,南京水利科学研究院水资源研究所. 21世纪初期中国地下水资源开发利用[M].北京:中国水利水电出版社,2004.19~28.
- [2] 陈宜瑜.中国湿地研究[M].长春:吉林科学技术出版社,1995.35~41.
- [3] 石秋池.关于水功能区划[J].水资源保护,2002(3):58~59.
- [4] Parsons R. Resources directed measures for protection of water resources-groundwater component[R]. South Africa, Department of Water Affairs and Forestry, 1999.4~10.
- [5] Hatton T, Evans R, Merz S K. Dependence of ecosystems on groundwater and its significance to Australia[R]. Land and Water Resources Research and Development Corporation, CSIRO, Australia. 1998.23~28.
- [6] 王超,朱党生,程晓冰.地表水功能区划分系统的研究[J].河海大学学报(自然科学版)2002,30(5):7~11.
- [7] 郝云,尚晓成,李明.黄河流域水体功能区划概况[J].水资源保护,2001(1):36~40.
- [8] 李琴.安徽省水功能区划分方法和几点认识[J].水资源保护,2002(2):24~25.
- [9] 水利部水资源司.地下水超采区评价导则(SL286—2003)[M].北京:中国水利水电出版社,2002.

(收稿日期:2003-08-07 编辑:徐娟)

## 《中国农村水利水电》征订启事

《中国农村水利水电》是由水利部中国灌溉排水发展中心、水利部农村水电及电气化发展局、武汉大学、中国国家灌排委员会主办的水利水电专业性技术期刊,该刊物是全国中文核心期刊(农业工程类和水利工程类)、中国科技论文统计源期刊、中国学术期刊综合评价数据库来源期刊。内容包括水利水电研究、设计、建设和管理的各个方面,信息量大,读者面广,且注重应用技术的研究和推广,是全国(省、部)优秀科技期刊,并荣获“首届国家期刊奖”,是“中国期刊方阵”的双高期刊。

主要栏目:农田水利建设、农村饮水与乡镇供水、节水灌溉、灌区建设与管理、水工建筑、机电排灌、水文水资源、水电建设、水利经济、国外动态。

刊物为月刊,大16开,112页,每月15日出版,定价8.00元,全年96元。国内订阅:全国各地邮局,邮发代号38-49;国外订阅:中国国际图书贸易总公司(北京399信箱),国外代号:M4211。地址:武汉大学二区,430072;电话:(027)687796133;传真:(027)68776133(027)87652781。