



# 应急供水水源地评价研究方法探讨

卜华<sup>1</sup>, 王义生<sup>1</sup>, 陈占成<sup>1</sup>, 张良鹏<sup>2</sup>

(1. 山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100; 2. 临沂市水利局, 山东 临沂 276001)

**摘要:** 应急供水水源地评价研究主要包括应急供水水源地的选择与确定、应急开采方案、应急供水量评价以及应急水源地恢复能力论证等几方面内容。该文从应急供水与持续供水相结合, 充分利用地下水资源潜力的角度论述了应急供水水源地的确定和评价原则, 根据应急供水水源地的类型、研究程度及开发利用水平探讨了应急供水水源地的应急开采方案及供水量评价方法, 并分析了不同类型应急水源地恢复能力的论证要点及应采取的保护方案。

**关键词:** 水源地; 应急供水; 开采潜力; 方案

**中图分类号:** P641.75

**文献标识码:** A

2005 年 11—12 月, 吉林松花江和广东北江水水质污染事件为我国的应急供水工作敲响了警钟; 2006 年 6—8 月, 重庆市近 70 天的连续干旱又使重庆市城区及工农业生产用水困难, 并造成重大经济损失。因此提高社会供水保障程度, 尤其是保证城市和重要工业区的供水安全已经引起国家的高度重视。发改委会同水利部等有关部门计划用 3 年左右的时间完成《全国城市饮水安全保障规划》的编制; 建设部已将落实城市供水应急预案列入了 2006 年城建工作的重点; 国土资源部也于 2006 年 1 月发出通知, 要求进一步做好地下水环境监测, 加强重要城市、重要工业基地和其他重要基础设施所在地应急水源地的勘察, 为紧急状态下的供水安全提供后备水源地和优质地下水资源。可见, 开展应急供水水源地评价研究, 对于加强城市和重要工业区地下水资源储备, 提高城市遭遇突发事件时的应对能力, 保证城市和重要工业区供水安全、构建和谐社会均具有重要现实意义。

## 1 应急供水水源地的选择与确定

### 1.1 应急供水水源地概念

地下水应急供水水源地是指在连续干旱年份及污染事故突发、现有供水水源地出现问题的情况下, 为解决城镇生产及生活用水的燃眉之急, 而采取的

一种非常规的、有一定开采周期的临时供水水源地。应急供水量包括可动用的地下水储存量, 在一定约束条件下环境损失的换取量, 需 1 年或多年补给的疏干量以及经政府协调改变原供水方向水源地的供水量<sup>[1]</sup>。

### 1.2 应急供水水源地确定原则

应急供水主要是利用地下水的开采潜力进行, 应在对已有供水水源地开采潜力、具开发利用前景富水地段开采能力和供水条件分析的基础上综合确定应急供水水源地。

(1) 应急供水要与持续供水相结合。应急供水以挖掘持续供水的剩余潜力来实现, 不对城市或重要工业区持续供水产生大的影响。

(2) 地表水、地下水综合利用、联合调度。对无开采潜力或不能满足供水需要的地区, 应规划可调用的地表水来解决应急供水问题。

(3) 目前仍具备开采潜力的供水水源地、尚未开发的富水地段均应列入应急供水水源地。

(4) 在可解决应急供水需求的情况下, 应急供水水源地应尽量选择距离城市或重要工业区位置近、供水条件便利的水源地或富水地段, 并同时考虑行政区划。如黄河冲积平原地区, 地下水资源缺乏, 深层孔隙水虽然补给恢复能力很差, 但其储存量巨大,

\* 收稿日期: 2006-12-04; 修订日期: 2007-06-15; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 卜华(1967-), 男, 山东邹城人, 高级工程师, 主要从事水文地质工程地质、环境地质及地质灾害勘查与评价工作。

应急时期可以在现有水位降落漏斗边缘或其外围区段增加开采,作为城市或重要工业区的应急供水水源。如山东省的德州、滨州等城市。

(5) 将供水条件适宜的一般性工业供水水源地纳入城市或重要工业应急供水水源地规划范围,应急时期由政府协调改变原供水方向,向城市或重要工业区进行应急供水。

## 2 应急供水量评价

### 2.1 应急供水量评价原则

(1) 充分利用城市或重要工业区已有水源地的资源潜力扩大开采应急供水。以多年开采动态资料为依据计算水源地的可扩大开采量,作为其应急供水量。

(2) 开发富水地段应急供水。以计算的富水地段最大可开采量作为向城市或重要工业区的应急供水量。

(3) 超量开采或疏干开采应急供水。对于具备较充沛补源条件及储存量巨大的河谷型水源地,如青岛大沽河水源地和烟台夹河水源地,可在应急时段超量开采、疏干部分含水层储存量作为城市或重要工业的应急供水量。

(4) 牺牲部分环境扩大开采应急供水。对于容易出现环境地质问题的水源地,应在分析研究类似水源地超强度开采条件下的动态特征及其所引发环境地质问题的基础上,设定当地可以承受的一定环境损失条件下的水位降深,计算水源地的可扩大开采量,以此作为其应急供水量。

(5) 增加深层孔隙水开采量应急供水。摆脱传统观念束缚,用发展的眼光重新审视深层孔隙水资源的开发利用问题,以开采含水层的水头不低于上覆弱透水层的底板作为应急开采的水位约束,计算深层孔隙水的可开采量作为规划水源地的应急供水量。

### 2.2 应急开采时限及开采水位控制深度

#### 2.2.1 应急开采时限

应急供水为一种暂时应急行为,不宜连续开采;具体应急开采时限可参照当地或其他地区已发生或预测的非常规时期确定,一般来说时间不应超过半年。

#### 2.2.2 水位控制深度

(1) 山间河谷型水源地:含水层埋藏浅、组成颗粒粗、渗透性好、储存空间大,地下水易采易补。应

急开采量主要为含水层储存量的疏干,应急期末的水位深度可降至含水层厚度的  $1/2$  或  $2/3$  处(视正常情况下的水位埋深确定),必要时还可疏干开采。沿海地区应急开采还应避开近海地带及海水入侵的前缘地带。

(2) 山前冲洪积平原区水源地:含水层具多层结构特征,地下水为承压水或微承压水,含水砂层厚度和埋深相对较大,补给来源以侧向径流和潜水越流为主,水源地超量开采产生的环境地质问题主要为缓慢的地面沉降,只要其他时间的开采量控制在允许开采量以内,或采取一定的补源措施水位即可得到恢复。持续开采水位一般控制在上覆弱透水层底板以上位置,应急开采水位可以降至含水层顶板。

(3) 岩溶水水源地:当含水层埋藏较深、水位较浅时,开采水位应限定在不低于含水层顶板位置;当含水层埋藏较浅、而水位又相对较深时,可以根据以往开采情况将应急开采水位设定于含水层顶板以下一定深度,使可能产生的环境地质问题保持在可以接受的限度内。

(4) 深层孔隙水水源地:天然资源量来源于侧向径流和上覆含水层的越流补给;开采资源量由侧向径流量、越流补给量、弹性释水量和压密释水量 4 部分组成。根据天津地质调查院计算结果,在开采量的构成中,侧向径流量占  $12.4\%$ ,越流补给量占  $52\%$ ,弹性释水量占  $4.1\%$ ,压密释水量占  $31.5\%$ ;从开采量的组成结构可以看出,该类型水源地的开采量主要来自越流补给和弱透水层的压密释水,而两者均是通过含水层的水头降低获取的,所以该类水源地的开采,应保持开采含水层具有足够的水位降深;可将开采含水层水头不低于上覆弱透水层底板作为应急水源地的开采控制水位。

### 2.3 应急开采量评价方法

水源地应急开采量评价应充分利用多年开采动态资料,根据水源地类型及其水文地质特征分别选用不同的方法评价,同一水源地也可同时选用几种方法进行评价,以便相互验证。

#### 2.3.1 已开采水源地

可采用的评价方法主要有:

(1) 补偿疏干法:充分发挥含水层储存量的调节功能,应急开采时借用部分储存量,待雨季或丰水年份进行偿还;计算时首先根据多年开采动态资料求出含水层的单位储存量,再按应急开采时限和设定

的应急开采降深计算水源地应急开采量。评价时应注意3方面的问题:一是在应急开采时限内水源地有足够的储存量可供借用;二是应急开采对持续供水不产生大的影响;三是借用的储存量在一定周期内能够补偿回来。山间河谷型水源地应急开采量较适宜采用该方法评价。

(2) 相关外推法:使用水源地多年开采动态资料进行统计分析预报未来开采动态,是已建水源地开采可靠性与扩大开采可能性评价的较好方法;适用于稳定型开采动态或调节型开采动态并具有开采潜力水源地的扩大开采评价。评价时先对水源地多年开采量与水位降深等资料进行统计分析,找出相关关系,建立相关方程,再据设定的应急开采降深计算出水源地的应急开采量。山前冲洪积平原承压水、微承压水水源地及岩溶承压水水源地均适宜采用此种方法评价。

(3) 降落漏斗法:适用于条件较好、有开采保证的承压水水源地,推算一定设计降深条件下的扩大开采量。评价时依据多年开采动态资料计算出水源地开采漏斗的平均单位下降系数,按直线规律推算设定降深条件下的应急开采量。该方法适用于相关外推法评价的水源地类型。

此外,富水性较均匀的平原地区水源地还可采用平均布井法进行评价。

### 2.3.2 未开发富水地段

主要进行其允许开采量及应急最大可开采量的评价,以应急时限的最大可开采量作为应急供水量。已勘察过的,允许开采量可直接引用原计算结果,应急最大可开采量最好根据设定水位降深采用原来的计算方法及参数进行评价;未勘察的,允许开采量及应急最大可开采量,应根据与已开发水源地水文地质条件的相似性,采用比拟法评价。当富水地段含水层为孔隙潜水或孔隙承压、微承压水类型时,可采用开采模数比拟法;当富水地段含水层为岩溶承压水类型时,可采用降水入渗系数比拟法;而当富水地段与已知水源地或已勘察富水地段水文地质条件极其相似时,也可直接按补给面积比拟确定。

### 2.4 应急供水量确定

应急状态下,城市或重要工业区的应急供水量为规划的各应急供水水源地应急开采量与新增开采量之和,包括原有供水水源地新增加的供水量、新开富水地段的供水量及其他用途水源地改变原供水

方向的供水量。

## 3 应急开采布局及恢复能力论证

### 3.1 应急供水开采布局

水源地应急供水开采布局应结合其水文地质条件和潜力状况确定,可有多种形式。已有水源地应急供水是在原来基础上扩大开采,为避免出现不良环境地质问题,应以分散开采布局为主,但潜力较大的仍可采用原来的布局开采;新建的部分应急水源地可以采取集中开采,以降低建设费用;已出现或潜在不良环境地质问题的水源地,以及新建的深层孔隙水水源地应采用分散的开采布局,这样可以降低井间干扰,减小水位降深,使区域水位变化均匀,避免造成局部地段地下水动力条件的急剧改变。

### 3.2 应急供水水源地恢复能力论证

应急供水水源地恢复能力应根据所具备的天然、人工补源条件、含水层调节功能、可扩大开采的潜力情况等几方面进行综合论证,已有供水水源地还应结合多年开采动态特征进行分析。利用含水层调节功能、开采储存量进行应急供水的水源地,应将应急开采与正常开采结合起来,根据水源地的补给条件及多年开采过程中典型时段的动态特征,用每年或多年的平均补给量对其恢复能力进行论证。

规划应急供水的富水地段,主要根据其补给条件概算每年或多年平均补给量,以论证其恢复能力。深层孔隙水应急供水水源地,应急开采以消耗含水层获得的越流补给量和弱透水层压密释水量为主,补给条件极差,恢复性主要取决于人工补源条件;该类水源地应结合类似水源地以往的开采情况论证可能引发的地面沉降影响问题。

## 4 经济技术条件分析及保护方案

### 4.1 应急供水水源地经济技术条件分析

#### 4.1.1 应急供水水源地经济条件

主要是估算应急水源地具备向城市或重要工业区应急供水的基本条件所需投入的费用,包括进行富水地段供水水文地质勘察、水源地增设供水井、铺设供水管道等项费用,应根据不同水源地达到应急供水条件所需开展的工作情况分别进行估算。

#### 4.1.2 应急供水水源地开采技术条件

主要分析规划应急供水水源地向城市或重要工

业区进行应急供水的可行性,包括水源地成井技术、取水条件、向城市或重要工业区供水的适宜条件等方面。

## 4.2 应急供水水源地保护方案

### 4.2.1 应急供水水源地涵养补源措施

应急供水水源地涵养补源措施应遵循因地制宜的原则。根据水源地所处的地形地貌条件、含水层的发育分布特征、具备的涵养补源条件等进行综合分析。

(1) 滨海山间河谷水源地:补源措施主要为修建地下截水墙及地上拦河坝,截流蓄水、减少排泄消耗、抬高地表水位,增加入渗补给。

(2) 山前冲洪积平原水源地:含水层具有多层结构,开采层位多为中深层承压或微承压含水层,地下水主要来源于上部潜水的越流,其补源措施应以增加地表的降水及河水入渗量为主。

(3) 岩溶地区水源地:主要补源措施为植树种草、增加植被覆盖度,在沟谷中修建拦水堤坝等水源涵养工程,滞留降水、拦截径流、增加入渗量。

(4) 深层孔隙水水源地:补源措施主要是利用丰水期多余的地表弃水、河水进行含水层人工回灌。

### 4.2.2 应急供水水源地保护对策

(1) 滨海山间河谷水源地:该类水源地位于河道旁侧,地下水与河水关系密切,容易出现水质污染问题。保护对策主要是防止城市和工业废水、污水向

河流排放,滨海地带应加强对海水入侵的防范。

(2) 山前冲洪积平原水源地:该类水源地开采量主要来自潜水含水层的越流,易产生的环境地质问题多为地面沉降。其保护对策:一是加强地表废水、污水排放的监管,防止入渗污染;二是分散开采,保持区域水位变化均匀,避免局部开采强度过大。

(3) 岩溶地区水源地:岩溶型水源地较容易出现岩溶地面塌陷和水质污染问题。保护对策主要是加强水位动态预报、合理确定开采降深和防止地表污染入渗。

(4) 深层孔隙水水源地:保护对策主要是合理规划开采布局,分散开采,减少对地面沉降的影响。

## 5 结语

城市及重要工业区应急供水水源地选择应根据当地的水文地质条件和水源地、富水地段分布及其开发利用特征综合确定,应急供水量的评价则应结合应急水源地的类型选用较为适宜的方法,使评价结果体现客观性和现实性。此外,为保证水源地应急供水功能的正常发挥,还应根据当地的环境条件提出较为合理的涵养补源措施及保护对策。

## 参考文献:

- [1] 段永侯,王家兵,王亚斌,等.天津市地下水资源与可持续利用[J].水文地质工程地质,2004,31(3):36.

# Study on Evaluation Method to Emergency Water Supplying Sources

BU Hua<sup>1</sup>, WANG Yi - sheng<sup>1</sup>, CHEN Zhan - cheng<sup>1</sup>, ZHANG Liang - peng<sup>2</sup>

(1. Lunan Geo - engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China; 2. Linyi Bureau of Water Conservancy, Shandong Linyi 276001, China)

**Abstract:** Evaluation and study to emergency water supplying sources are composed of choosing and determining emergency water supplying sources, emergency exploitation methods, emergency supplementation and restoring ability. On the basis of analyzing combination of emergency water supplying and continuous water supplying and underground water potentiality, determination of emergency water supplying sources and evaluation rules are introduced in this paper. According to emergency water supplying source types, studying degree and exploitation and utilization levels, emergency and evaluation methods for water supplementation are studied, and different emergency water supplying and restoring abilities and protection countermeasures are analyzed as well.

**Key words:** Water sources; emergency water supplying; exploitation potentiality; countermeasures