

浅层地下水资源评价的研究

杜晓舜, 夏自强

(河海大学 水文水资源及环境学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 论述了水量均衡法、水文分析法、比拟法等方法在浅层地下水资源评价中的应用, 对各种方法的适用范围以及优缺点进行了比较, 并通过一个实例说明上述3种方法在实际计算中的差别, 最后分析了产生这种差别的原因。

关键词: 浅层地下水; 资源; 评价

中图分类号: TV213

文献标识码: A

文章编号: 1672-3600(2003)02-0063-03

The research of shallow groundwater resource assessment

DU Xiao-shun, XIA Zi-qiang

(College of Water Resources and Environment, Hehai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: This paper discussed the applications of the water-balance method, the hydrological analysis method and the assimilate method in the assessment of shallow groundwater. Also the application ranges, advantages and shortcomings of these methods were compared. A calculation example was proposed to interpret the difference among these methods in the practical application. In the end the reasons that caused the difference were analyzed.

Key words: shallow groundwater; resource; assessment

1 地下水资源评价的目的及意义

对地下水资源的数量、质量、时空分布特征和开发利用条件作出科学的、全面的分析和估计称为地下水资源评价。它是地下水资源合理开发和管理的基础。地下水资源评价包括数量评价和质量评价两个方面。本文主要论述地下水资源的数量评价。

大区域的地下水资源评价通常只评价天然资源。成果的精度一般较低, 主要为国民经济规划提供依据, 为工业布局、城市和城镇建设的规模和分布、工农业用水量的分配等决策提供资料。我们评价地下水资源的目的, 是为了开采、利用地下水。所以更重要的是开采资源的评价。无论是对于城市供水、工矿企业的生产用水或农田灌溉用水, 都要求评价地下水的开采资源。随着工农业的发展和人口的不断增加, 对地下水的的需求正迅速增长, 因此, 必须要进一步查清地下水资源的数量、质量及其时空分布特点, 掌握水资源的补给、径流、排泄规律, 这是具有及其重要的现实意义和深远的历史意义的事情。

2 地下水资源的评价方法

目前, 对地下水资源的评价方法有水量均衡法、地下水水文分析法、流量统计法、比拟法、平均布井法、有限单元法、有限差分法、开采实验法、相关分析法等等。本文仅对水量均衡法、地下水水文分析法、比拟法进行论述。

2.1 水量均衡法

水均衡法就是求解根据水循环的平衡关系建立起来的水量均衡方程的方法, 可用如下的公式表示

$$U_{\text{总补}} - U_{\text{总排}} = \pm \mu \Delta h$$

式中: $U_{\text{总补}}$ —地下水总补给量; $U_{\text{总排}}$ —地下水总排出量; μ —给水度; Δh —计算时段始末地下水位变幅。

2.1.1 地下水补给量的计算

收稿日期: 2002-04-25

作者简介: 杜晓舜(1978-), 男, 浙江金华人, 河海大学硕士研究生, 主要从事水资源方面的研究。

浅层地下水总补给量主要包括项目有:降雨入渗补给、河流渗漏补给、区外侧向补给、越流补给、人工回灌和灌溉回归水等.

降雨入渗补给量: $U_p = aPF$

式中: P —降雨量; F —计算区面积; a —降雨入渗系数.

河道渗漏补给量: $U_r = kJLt$

式中: k —含水层平均渗透系数; J —水力坡度; L —河道补给地下水的长度

侧向补给量: $U_g = kWJ$

式中: W —周边含水层过水断面.

渠系渗漏补给量: $U_c = mQ_{引}$

式中: m —渠系渗漏补给系数; $Q_{引}$ —渠首引水量.

田间回归补给量: $U_f = \beta Q_{灌}$

式中: β —田间回归补给系数; $Q_{灌}$ —灌溉净用水量.

越流补给量: $U_z = FRt \Delta H$

式中: R —越流系数; t —计算时段; ΔH —水头差.

综上, 浅层地下水总补给量为: $U = U_p + U_r + U_c + U_z + U_f + U_g$.

2.1.2 地下水排出的计算

地下水排出量包括地下水实际开采量、潜水蒸发量、河道排泄量、侧向流出量和越流排泄量等.

地下水实际开采量: $V_a = \sum F_i M_i$

式中: F_i —不同作物的种植面积; M_i —不同作物的井灌定额.

潜水蒸发量: $V_e = \epsilon_0 CF$

式中: ϵ_0 —水面蒸发量; C —潜水蒸发系数; F —蒸发面积.

此外, 还有河道排泄量、侧向流出量和越流排泄量, 计算方法同地下水补给量. 把上述 5 项相加即可得总排泄量.

2.2 地下水水文分析法

地下水水文分析法是仿照水文学原理, 通过对地表水测流资料的分析来计算地下水系统在一定时间内(常取一个水文年)的流量. 一般采用流量过程线分割法来计算地下水资源. 由于常年有水河流的补给来源大多为大气降水与地下水. 在枯水期间, 河水流量几乎全部由地下水维持; 在洪水期间, 河水绝大部分为降水补给, 地下水补给量所占比重极少, 甚至河水补给地下水. 因此, 可以充分利用水文站现成的河流水文图(即流量过程图)结合具体的水文地质条件, 如含水层的埋藏条件, 地下水与河水水力联系特点等, 对地表水的流量过程线进行深入分析, 就可以把流量过程曲线上补给河水的地下径流分割出来. 若把评价区内各河流的水文图上的地下径流都分割出来, 即可得该区的地下水径流量. 该法一般用于流域地下水资源的评价中.

需要指出的是, 用枯水期河流流量(相当于地下水排泄入河的流量)来计算全年总地下径流量显然是偏小的. 此外, 当丘陵山区中的河谷冲积层厚度较大时, 河谷冲积层潜水流出口应单独进行计算, 列入总地下径流量中. 但流域面积较大时, 包括几个不同的含水岩组时, 则有必要结合枯季测流, 将全流域的地下径流量按各个含水岩组枯季流量之比进行分配, 以便分别计算其地下径流模数.

2.3 比拟法

比拟法就是用条件相似的老水源地的实际开采资料来比拟估算新水源地的允许开采量. 一般常用降深比拟法或综合可采模数法进行计算.

2.3.1 降深比拟法

降深比拟法是利用已知水源地(或开采区)的实际降落漏斗中心的最大降深, 根据水文地质条件和水动力条件相似的原则, 用比拟法求出未来开采井群区的最大下降值. 将求得的最大下降值与实际开采的允许下降值对比, 论证所定开采量的合理性. 有时, 尚难以确定今后的开采动态能否达到稳定, 为使计算结果更切合实际, 可利用稳定流和非稳定流干扰井群公式进行多种方法的对比计算. 降深比拟法一般用在基岩或岩溶地区, 水文地质条件较为复杂, 而开采区已有的资料比较丰富; 同时要有较充沛的补给条件, 且降水入渗补给为主要补给源.

2.3.2 综合可采模数法

综合可采模数法就是借助水文地质条件相似而又研究得比较清楚的含水层的开采模数来计算被比拟的含水层的有关参数, 依照所求的开采模数确定被比拟的含水层的允许开采量. 该法通常是在水源地的普查和详查阶段采用. 对于某些水文地质条件复杂而又不容易搞清楚补给条件的地区, 在采取多种方法论证允许开采量的保证程度时, 在勘探或开采阶段也可采用综合可采模数法.

3 计算实例

在“洛阳市水资源调查”课题中,着重对洛阳市地下水资源进行了评价.洛阳市的基本情况为:洛阳市位于黄河中游,河南省西部,在北纬 $33^{\circ}34' - 34^{\circ}57'$,东经 $111^{\circ}07' - 112^{\circ}58'$ 的范围内,呈东北—西南向斜长条形分布,地跨黄河南北两岸.东西宽约 110 km^2 ,南北长约 150 km ,总土地面积 15208.6 km^2 ,约占河南省总面积的 9% .其地下水资源主要由降雨补给,局部地区有灌溉入渗、地表水体侧渗、地下径流补给和河川径流互补.

当采用地下水水文分析法进行计算时,将洛阳市按流域划分为黄河流域(伊河水系、洛河水系、涧河水系)、长江流域(白河水系、老灌河水系)和淮河流域(北汝河水系),在各流域中选择具有代表性的水文站,采用直线或斜线法对各站的流量过程线进行分割,可得各流域的地下水径流量,各流域的地下水径流量如表1所示.

表1 平均年地下水径流量

流域	水系	面积/ (cm^2)	地下水径流量/ $(\times 10^8 \text{ m}^3/\text{a})$
黄河	洛河	4667.275	2.843
	伊河	5888.407	3.564
	黄河	1192.949	0.865
	涧河	685.004	2.388
淮河	北汝河	2082.5	1.817
长江	白河	374.995	3.212
	老灌河	317.470	3.356
合计		15208.6	18.045

地下水资源总量,是山区、丘岗区和河川平原区资源量之和.因山区地下水往往最终以地表径流形式汇入河流内,且山区利用地下水的条件和利用量

都很小,所以在评价地表和地下水总资源量时,将山区地下水作为地表、地下水的重复量;将丘岗区和河川平原区的地下水作为地下水资源的组成部分,加入地下径流的补给量作为可利用量.

在洛阳市地下水资源量的计算中,若采用综合可采模数法,对各县的地下水进行计算,结果见表2.

当采用水量均衡法进行计算时,需要掌握较多的资料,包括降雨径流资料、灌溉引水量资料、各种作物种植面积资料、地下水开采量资料、潜水蒸发极限深度等.其中,最关键是要确定含水层厚度、渗透系数、给水度等参数的合理取值范围,这样才有助于计算精度的提高.计算结果见表2.

表2 各县不同频率下的地下水量

分区县 / $(10^8 \text{ m}^3/\text{a})$	综合可采模数法			水量均衡法		
	平均年	50%	75%	平均年	50%	75%
栾川	2.95342	1.99	1.28541	2.06929	2.04200	1.77837
嵩县	3.24174	2.45	1.52548	2.03486	2.00733	1.74635
汝阳	1.2677	1.064	0.66698	0.99337	0.96280	0.80925
伊川	1.02826	0.97	0.79917	1.55313	1.42085	1.27545
洛宁	2.26524	1.92	1.33738	1.97748	1.93631	1.65670
宜阳	1.77758	1.566	1.28386	1.70258	1.65231	1.41481
新安	0.75888	0.702	0.55199	0.87754	0.85965	0.72394
孟津	0.54777	0.546	0.48281	0.99580	0.98051	0.88360
偃师	1.47137	1.373	1.18320	3.25611	3.22781	3.00472
吉利	0.79458	0.79458	0.79458	0.1772	0.17434	0.15074
合计	16.11188	13.37558	9.91086	17.8955	17.49465	51815

4 结 语

从上述表中可以看出,采用上述3种方法计算地下水资源时,在总量上还是十分接近的,因此可以用这3种方法来相互校对计算的正确性.还可从上面的表中看出,对于以山区地形为主的县来说,采用综合可采模数法时的计算值比采用水量均衡法时的大,而对以平原地形为主的县来说,情况刚好相反.究其原因,采用综合可采模数法进行计算时,是以水源地的参数来计算整个评价区的地下水资源,而山区的地质构造相差很大,有很多地方的地下水埋藏条件并没有水源地的地好,因此对地下水计算参数估计偏大,导致计算结果可能偏大.在平原区采用综合可采模数法时,用来参考的水源地的补给方式没有平原区地下水的补给方式多,而水量均衡法考虑的就比较周全,所以其计算值要比采用综合可采模数法时的计算值大.按照国内外的经验,在山丘区一般采用地下水水文分析法来计算区域的地下水资源,而在平原区则采用水量均衡法进行计算,最后可用综合可采模数法的计算值进行校合.

在地下水资源评价中,不能因为这些地下水是可以补给再生的,我们就可以完全利用,地下水量究竟有多少可以为我们所用,还需要考虑地下水生态径流量的问题,即要在生态环境不被破坏的前提下最终确定出我们的可用水量.

参考文献:

- [1] 朱永昌.水资源管理工作手册[M].南京:江苏科学技术出版社,1992.166-176.
- [2] 全国地下水资源评价经验交流会议论文集[M].北京:地质出版社,1983.15-19.
- [3] 朱学愚,等.地下水资源评价[M].南京:南京大学出版社,1987.22-24.