

Visual Modflow 在地下水资源评价中的应用

李宏卿¹, 吴 琼^{1,2}, 李宏罡³, 李绪谦⁴

(1. 吉林大学地球探测科学与技术学院, 长春 130026; 2. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085;

3. 黑龙江省农牧水产职业学院, 哈尔滨 150027; 4. 吉林大学环境与资源学院, 长春 130026)

摘要: 地下水资源评价是在已建立的三维数值模拟管理系统基础上, 应用 Visual Modflow 软件的系统化和可视化特点以及所拥有的强大模拟功能, 对长春市城区地下水资源进行整体、分层和分区评价, 研究结果表明: 长春市地下水开发利用程度是很高的, 在开采总量不变的情况下, 可适当调整产业结构、开采布局, 以实现地下水可持续发展。实践证明 Visual Modflow 所建立的地下水资源评价系统, 对于科学制订水资源利用、开发和保护决策方案具有极其重要的理论指导意义和实用价值。

关键词: Visual Modflow; 地下水资源; 评价应用

中图分类号: P641.8

文献标识码: A

Abstract: The evaluation of the groundwater resources in Changchun urban area is based on the management system of three-dimensional numerical simulation, and the software Visual Modflow is used for the systematic and visual features and the strong simulation functions. The evaluation is divided for the whole system, the layers and the district zone. The study shows that the exploitation of the groundwater is in a very high degree, and that under the constant exploitation the industry structure and the exploitation layout can be adjusted to realize the sustainable development of the groundwater. The practice indicates that the developed evaluation system for the groundwater resources based on Visual Modflow is useful for the decision-making of groundwater utilization, exploitation and protection.

Key words: Visual Modflow; groundwater resource; evaluation and application

基于 Visual Modflow 所建立的地下水资源评价系统, 能够三维立体显示水文地质模型, 比以往任何软件能更好的再现研究客体, 所建模型和地下水资源评价系统可信度高^[1]。应用 Visual Modflow 所建立的地下水资源评价系统, 对研究区含水系统的整体进行评价, 又分别对含水系统的各层含水层、各行

政区进行评价, 有助于含水系统的统一管理与分层、分区管理相结合, 具有便于使用、管理和决策的优点。本文以长春市为例, 对长春市整个城区、浅层含水层、深层含水层 (图 1) 和 5 个行政区 (图 2) 分别进行了水资源评价, 并对工业结构和开采布局提出了可行性建议。

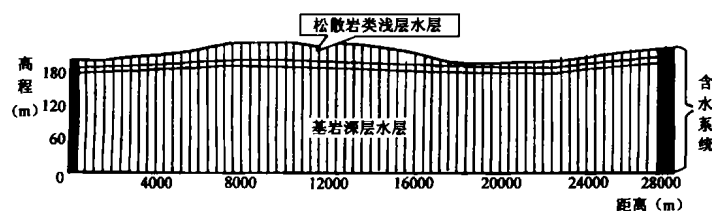


图 1 长春城区水量均衡计算区域剖面

1 长春城区地下水资源开采现状^[2]

1.1 水文地质条件

长春城区由朝阳区、绿园区、二道区、宽城区和南关区组成, 总面积为 567.2km²。区内地形总趋势为东南高, 西北低, 自然坡度一般小于 5°。研究区内据地貌成因形态可划分为河谷冲积平原和冲积

洪积平原 2 种类型。城区多年平均气温 4.8℃, 多年平均降雨量为 564.88mm。研究区主要水系有伊通河及其支流新凯河, 饮马河干流距研究区较远, 但

收稿日期: 2003-10-21

作者简介: 李宏卿 (1972-), 女 (汉族), 吉林大安人, 博士, 讲师。

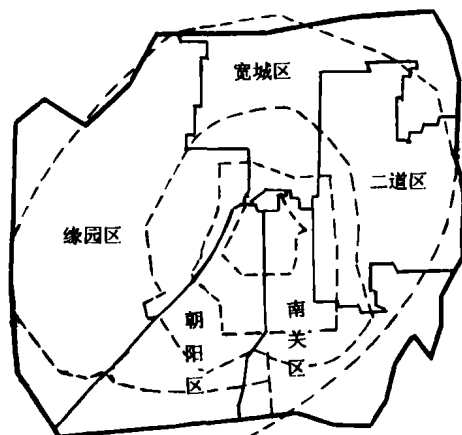


图2 长春城区水量均衡计算区域行政图

有几条支流伸入研究区东缘,起着排泄地下水作用。根据含水介质的空间分布、性质和埋藏特征分析,研究区地下水含水系统由松散介质浅层含水岩组、基岩风化壳顶部弱透水层和坚硬介质深层含水岩组及其下伏隔水层构成。

1.2 地下水资源开采现状

长春城区解放初期地下水开采量仅为 $0.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,到1988年已有深井339眼,浅井158眼,总开采量为 $8.46 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。随着城市化进程的加

快,自20世纪90年代后期到2000年以来,共有深井363眼,浅井343眼,总井数706眼。受开采量的自然衰减和自来水管网的扩大等因素影响,地下水开采量有所下降,目前的总开采量为 $5.05 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。地下水的高强度开发使人工开采成为城区地下水排泄的主要方式,在城区形成了十几个深浅不同、大小不一的降落漏斗。

2 地下水资源评价

基于 Visual Modflow 所建立的模型,既可对含水系统的整体进行评价,又可对含水系统的分层、分区进行评价,这有助于含水系统的统一管理与分层、分区管理相结合。为了合理开发利用地下水资源,本次评价以地下水的补给资源和开采资源的计算、评价为主,同时注意地下水的环境与污染问题。

地下水资源评价是应用已建立的三维数值模拟管理系统^[1],对长春市现状开采模拟方案($5.05 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)进行10a预测,获得2010年含水系统及其分层、分区的地下水补给量见表1,漏斗中心地下水动态的变化趋势见表2。

整个含水系统地下水的补给量为 $50891.99 \text{ m}^3/\text{d}$,

现状开采方案预测评价 2010 年行政区地下水补给资源 (单位: m^3/d)

表 1

计算分区	浅层水		深层水		含水系统			备 注
	$Q_{\text{开}}$	$Q_{\text{补}}$	$Q_{\text{开}}$	$Q_{\text{补}}$	$Q_{\text{开}}$	$Q_{\text{补}}$	$Q_{\text{补}} - Q_{\text{开}}$	
绿园区	760.93	13040.39	5022.40	117.25	5783.33	13157.64	7374.31	1. 表中的 $Q_{\text{补}}$ 主要包括研究区外边界和河流边界补给及降水入渗补给 2. 浅层水的补给量主要消耗在浅层水的开采和向深层水的越流补给两个方面 3. $Q_{\text{补}} - Q_{\text{开}} > 0$, 储存量增加; $Q_{\text{补}} - Q_{\text{开}} < 0$, 储存量减小
朝阳区	610.11	6059.00	10607.00	820.84	11217.11	6879.84	-4337.27	
宽城区	2283.50	9829.68	6738.80	1030.20	9022.30	10859.88	1837.58	
南关区	538.58	9962.41	12026.00	1549.60	12564.58	11512.01	-1052.57	
二道区	1085.30	8107.998	10822.00	374.61	11907.30	8482.608	-3424.69	
长春城区	5278.40	46999.48	45216.20	3892.50	50494.60	50891.99	397.39	

现状开采方案预测 2010 年漏斗中心水位与污染质浓度变化趋势

表 2

漏斗名称	漏斗中心井号	地面 标高 (m)	现状开采方案预测				漏斗名称	漏斗中心井号	地面 标高 (m)	现状开采方案预测			
			水位 (m)		浓度 (mg/l)					水位 (m)		浓度 (mg/l)	
			730d	4015d	730d	4015d				730d	4015d	730d	4015d
长春经济开发区	E4	199.72	186.74	187.96	24.25	19.10	大成公司	DC1	204.32	156.30	158.26	72.75	75.38
铁北	A059	214.99	192.79	196.10	72.75	68.36		DC18	204.91	157.50	158.50	72.75	74.81
市城建水泥制品厂	B053a	198.31	174.26	175.22	24.25	25.19		DC14	205.65	156.20	158.08	24.25	74.80
东郊煤气公司	M2	193.02	183.35	183.35	72.75	74.98	化工部 地勘院	N51	237.97	172.97	177.54	24.25	25.00
彩晶公司	CI3	199.35	165.05	164.67	24.25	25.05	吉林农大	A022d	219.08	174.45	178.77	24.25	25.13
市中心区	A020	209.10	181.08	182.13	169.75	174.96	市水泥厂	L03	215.57	156.85	154.62	24.25	26.15
	A0641a	204.67	178.26	183.55	169.75	174.92	幸福乡	X5	221.73	210.00	208.20	24.25	25.00
	A240	195.59	180.15	184.70	169.75	172.89	小南	44	210.64	194.28	191.73	121.25	124.98

现状开采量为 $50494.60 \text{ m}^3/\text{d}$,其开采量占补给量的99.2%,可见长春市地下水开发利用程度是很高的。

浅层地下水的补给量(减去越流补给深层水后)为 $6554.97 \text{ m}^3/\text{d}$,现状开采量为 $5278.40 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

(下转第71页)

作的基础和出发点,应贯穿于电法工作的全过程,

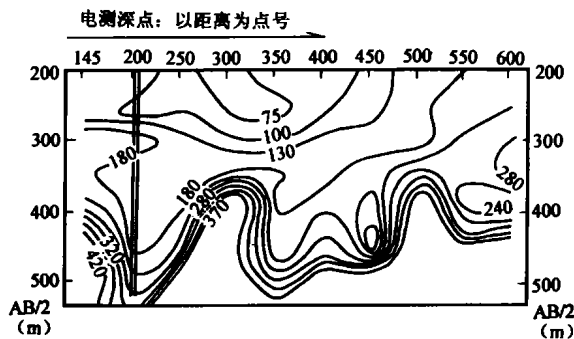


图 3

如果出发点出现错误,那么工作出现失败是不可避免的,导致的后果有时甚至相当严重。所以,物探人员每进入 1 个工区一定要注意收集地层和区域构造资料,总结和积累野外观察经验,虚心学习地质专业知识,让失误率减少。

参 考 文 献

- [1] 傅良魁. 电法勘探教程 [M]. 北京:地质出版社, 1983.
- [2] 安徽省煤田地质物测队电法队等. 煤田电法勘探 [M]. 北京:煤炭工业出版社, 1976.
- [3] 黄作华等. 煤田地球物理勘探 [M]. 北京:煤炭工业出版社, 1992.

(上接第 28 页)

深层地下水的补给量(接受越流补给后)为 $44337.01\text{m}^3/\text{d}$, 现状开采量为 $45216.20\text{m}^3/\text{d}$ 。长春城区浅层地下水略有上升趋势, 深层地下水呈下降趋势, 但幅度均在允许范围。

绿园区、宽城区地下水的补给量大于现状开采量, 处于正均衡状态, 有继续开发和布井的潜力; 朝阳区、二道区和南关区的地下水补给量小于现状开采量, 处于负均衡状态, 需调整该区工业结构, 重新布设开采布局 and 减少开采量, 以实现地下水可持续发展。

从表 2 中看出, 浅层水漏斗中心水位, 具有上升趋势, 而深层水漏斗中心水位呈下降趋势, 无论水位上升或下降, 均在允许变幅之内。污染质浓度变化是浅层水的浓度下降, 而深层水的浓度上升, 但变化幅度很小, 故水位和污染质浓度基本处于波动稳定状态, 这与长春市地下水多年动态特征基本相符。

研究区内, 地下水的补给量在年内分配不均, 主要补给集中在 6~8 月份, 但在枯水期可动用部分储存量, 待丰水期得到补偿, 实现年内调节。枯水年也可动用部分储存量, 待丰水年得到补偿, 实现多年调节。

3 结 论

(1) 应用 Visual Modflow 所建立的地下水资源评

价系统, 既可对含水系统的整体进行评价, 又可对含水系统的分层、分区进行评价, 这有助于含水系统的统一管理与分层、分区管理相结合, 便于使用、管理和决策的优点。

(2) 长春市地下水开发利用程度较高, 其中浅层地下水略有增加趋势, 深层地下水呈下降趋势; 绿园区、宽城区有继续开发和布井的潜力; 朝阳区、二道区和南关区在分析浅层地下水和深层地下水补给和开采情况的基础上, 调整该区工业结构, 重新布设开采布局或减少开采量。

总之, 长春市地下水资源处于可持续利用状态。在开采总量不变的情况下, 根据地下水资源评价系统, 可适当调整工业结构和地下水开采布局, 以实现地下水资源可持续利用。基于 Visual Modflow 所建立的地下水资源评价系统, 对于科学制订水资源利用、开发和保护决策方案具有极其重要的理论指导意义和实用价值。

参 考 文 献

- [1] 李宏卿, 吴琼, 张福林等. Visual Modflow 在建立长春市地下水开采预警系统中的应用 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2003, 33 (3): 319~322.
- [2] 李同斌, 赵宇琦. 长春市城市地下水资源科学原理 [J]. 长春地质学院学报, 1994, 24 (增刊): 30~54.