doi: 10.3724/SP.J.1201.2013.05108

北京西郊地区地下水恢复适宜水位分析

张 院, 寇文杰, 刘 凯, 王新娟, 孙 颖

(北京市水文地质工程地质大队, 北京 100195)

摘要: 北京西郊地处永定河冲洪积扇顶部, 地下水丰富, 然而多年来的过量开采使得该区地下水位下降幅度较大。南水北调水进京后, 地下水开采量将减少, 因此需要开展恢复适宜水位研究, 控制地下水位恢复。根据研究区水文地质条件, 通过砂石坑、地下建筑、垃圾填埋场调查进行工程与环境限制水位的研究, 对比历史流场后确定 1983 年枯水期流场为地下水位恢复的适宜水位。

关键词: 工程限制水位; 工程与环境限制水位; 适宜水位; 地下水流场
中图分类号: P641; TV213 文献标识码: A 文章编号: 1672-1683(2013)05-0108-04

Analysis of Suitable Groundwater Recovery Level in Western Part of Beijing

ZHANG Yuan, KOU Wen-jie, LIU Kai, WANG Xin-juan, SUN Ying

(Beijing Institute of Geological Engineering Investigation, Beijing 100195, China)

Abstract: The western part of Beijing is located in the top area of the Yongding River alluvial fan, where the storage of groundwater is abundant. Groundwater level declined rapidly in recent years due to over-exploitation. The South-to-North Water Transfer Project into Beijing can decrease groundwater extraction, so it is necessary to study the suitable groundwater recovery level and to control its recovery rate. Based on the hydrogeological conditions of the study area, the engineering and environmental limited groundwater level was studied through the investigations of gravel pit, underground construction, and landfill site. Compared with the historical flow field, the suitable groundwater recovery level was determined to be the flow field of the dry season in 1983.

Key words: engineering limited water level; engineering and environmental limited groundwater level; suitable groundwater level; groundwater flow field

北京西郊地区是北京市重要的供水水源区和水厂集中地。从 20 世纪 70 年代开始, 随着城市规模的扩大以及人口、经济的迅猛发展, 地下水长期处于过量开采状态, 部分含水层出现局部疏干现象, 引发地面沉降、水质恶化等地质环境问题。南水北调工程将极大地缓解中国北方水资源严重短缺的局面, 而与北京息息相关的南水北调中线工程将于 2014 年汛期后全线通水。届时在水源充足情况下, 通过合理减采、回灌等方式回补地下水, 地下水位将逐步回升, 缓解由于地下水过量开采引起的各种环境地质问题。然而, 地下水水位回升不当同样会引发一系列地质环境问题[1-3], 如固体垃圾填埋场浸泡引起地下水污染; 建筑物地基软化, 承载力降低、建筑物开裂和变形、地下室渗漏等情况。因此, 研究“地下水恢复适宜水位”具有重要的现实意义。

1 研究区概况

研究区西部以山区为边界, 东部边界为自北向南由昆明湖、紫竹院、陶然亭至西红门一线, 南部则是西红门经狼垡至南岗洼一线(图 1)。研究区地处永定河冲洪积扇形成的山前倾斜平原, 除沿山麓一带形成宽度不等的坡积及洪积层外, 广大平原区均以冲洪积相为主, 地下水丰富。冲洪积层由西向东, 岩性由粗变细, 由单一层逐渐变为多层, 地下水类型由潜水变为承压水, 渗透性能减弱; 底部为第四系冰碛泥砾或第三系半胶结的砂砾岩、泥岩, 为弱透水边界。因此, 在研究区范围内形成一个水位容易回升的空间。

2 研究方法

地下水恢复适宜水位指在不产生新的工程地质和环境地质等问题前提下, 地下水位能够回升的适宜高度。主要限制条件有两个: 一是建筑物基础、地下空间利用的工程设防水位的限制; 二是砂石坑、固体废弃物填埋场地质环境条件的限制。因此本次研究对研究区地下建筑、砂石坑、垃圾填埋场等限制性因素进行了深度调查, 并将调查成果插值形成

收稿日期: 2013-04-16 修回日期: 2013-08-08 网络出版时间: 2013-08-23
网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20130823.1501.010.html
作者简介: 张 院(1979-), 女, 陕西西安人, 工程师, 主要从事水文地质工程地质方面研究。E-mail: 309508471@qq.com

图 1　研究区范围

Fig. 1　Scope of study area

限高水位。由于限高水位只代表工程适宜性,而并不符合研究的水文地质条件,因此通过历史流场和限高水位的对比,确定某年份的历史流场为适宜水位。具体研究思路见图 2。

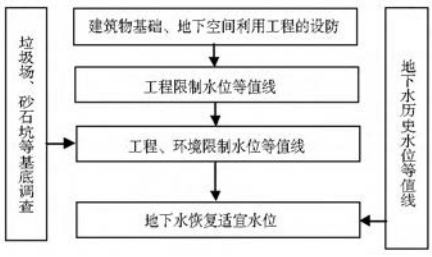

图 2　地下水恢复适宜水位工作流程

Fig. 2　Flow chart for determination of the suitable groundwater level

3　结果分析

3.1　工程设防水位的确定

研究区工程地质条件较好,地层结构单一,地基承载力较高。建筑物密度以 30% ~ 50% 为主,建筑物高差较大,中高层建筑、多层建筑和平房比例约为 3∶5∶2。地下空间的利用范围为- 30 m 以浅,主要为有大型地下商城、地下通道、地下管线、管廊等,其中地下停车场约占 30%,地下交通集散空间约占 30%,其余为商业设施、设备用房等[4]。根据收集资料和实地调查,防水要求严格的地下室或地下构筑物,通常采用历史最高水位作为设防水位,但一般建筑物采用规范规定的近 3~ 5 年最高水位进行设防。利用 300 多份建(构)筑物设防水位调查分类统计结果,结合地下空间利用控制深度和北京平原区地下水位变化趋势,得出研究区工程限制水位等值线(图 3)。

3.2　地质环境限制水位的确定

地下水水位回升不当,极易造成固体废弃物与地下水的接触,污染地下水。此前有很多人进行了北京西郊地区砂石坑回灌数值模拟的工作[5-7],以确定砂石坑回灌对该地区地下水水位及水质的影响。北京西郊地区老山砂石坑回填物一旦被水浸泡,其污染物会经过 28 年运移最终达到水源三厂[8]。

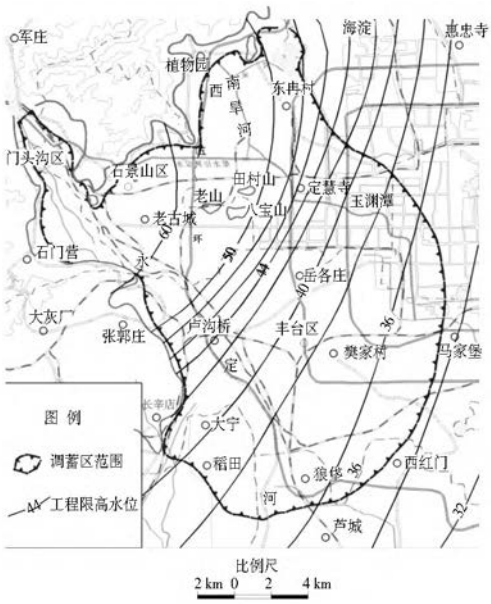

图 3　工程限制水位等值线

Fig. 3　The isoline of engineering limited groundwater level

据调查,研究区现有砂石坑主要分布在永定河河道、南旱河河道、永定河引水渠附近。其中永定河西岸分布 3 个,永定河引水渠附近 2 个,老山北 1 个,南旱河附近 1 个,砂石坑基本情况见表 1。另外,研究区现有垃圾填埋场共 49 个,垃圾填埋场填埋深度 5~ 20 m 不等。埋深较大、水位回升潜在危险较大的垃圾填埋场情况见表 2。

表 1　砂石坑基本情况

Table 1　The basic information of gravel pit

砂石坑名称	地面标高/m	坑深/m	坑底标高/m
西黄村砂石坑	64.0	8.1	55.9
老山砂石坑	65	20	45
廖公庄砂石坑	63.5	21	42.5
北坞砂石坑	55	7.2	47.8
桥户营砂石坑	90.5	18	72.5
白庄子砂石坑	85	13.5	71.5
东河沿砂石坑	71	15	56

表 2　垃圾填埋场基本情况

Table 2　The basic information of landfill site

垃圾场地名称	地面标高/m	坑深或堆放深度/m	坑底标高/m	防护
杨庄东垃圾填埋场	66	20	46	无防护
北坞村东垃圾填埋场	56	20	36	无防护
西站西侧垃圾填埋场	51	20	31	无防护
狼垡东北砂坑垃圾填埋场	52	20	32	无防护
北天堂村东北垃圾填埋场	51	18	33	无防护
丰台北天堂新建垃圾填埋场	53	18	35	简易防护
四合庄垃圾填埋场	49	17	32	无防护

将垃圾填埋场、砂石坑调查点绘于工程限制水位等值线图上,对比工程限制水位标高和砂石坑、垃圾填埋场坑底标高,选取二者基底标高较小的作为地下水恢复的限制标高,形成工程与环境的限高水位(图 4)。

工程与环境的限制水位仅仅是地下水恢复的限高水位,现实中的地下水流场不可能出现限高水位形态的地下水流

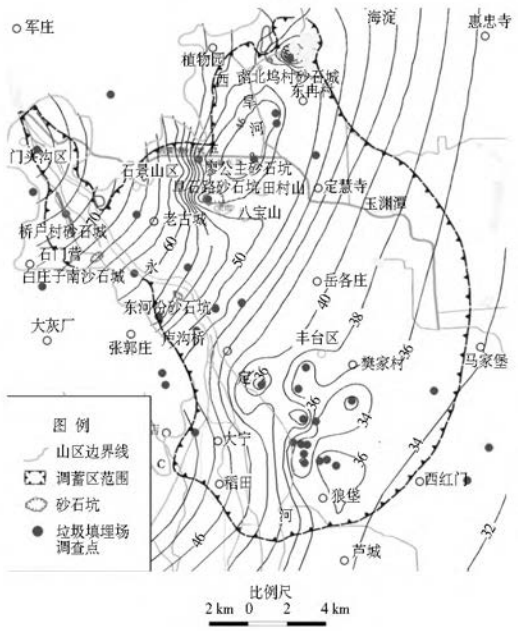

图 4 工程与环境限制水位

Fig. 4 The isoline of engineering and environmental limited groundwater level

场,地下水流场是受水文地质条件控制和开采活动干扰,具有自身的分布规律。因此本文在历史上曾经存在的地下水流场中,寻找一个最接近该限高水位的流场作为地下水恢复的适宜水位。

3.3 适宜水位分析

根据永定河冲洪积扇中上部地下水动态观测孔动态曲线[9](图 5)可知,20 世纪 70 年代以前开采量较小,地下水水位处于相对高位状态;进入 70 年代,地下水位下降迅速;80 年代开始,永定河断流及连续降水偏枯年份使地下水补给量减少,地下水水位下降,到 80 年代中期达到第一个低点;80 年代后期连续丰水年及节水、减少开采等措施的实施,地下水位保持稳定或略有下降,但 2000 年以后水位下降速率再次加大。

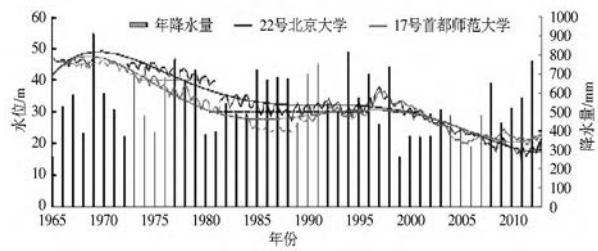

图 5 北京永定河流域观测孔地下水位动态曲线

Fig. 5 The dynamic groundwater level curves of the observation wells in the Yongding River Basin of Beijing

永定河流域历史最高水位为 20 世纪 70 年代初,对防水有严格要求的建筑工程设防水位多选用该时期水位,1975 年至 1985 年水位下降剧烈,形成第一个水位低点。由于限高水位与该时期水位关系密切,因此选取 1975 年– 1985 年中间段 1979、1980、1981、1982、1983 年西郊地区水位等值线,与工程和环境限制水位进行对比(图 6),发现 1979 年水位等值线高出限高水位较多,1983 年水位等值线基本未超过限高水位,因此确定 1983 年枯水期水位为地下水恢复的适宜水位。

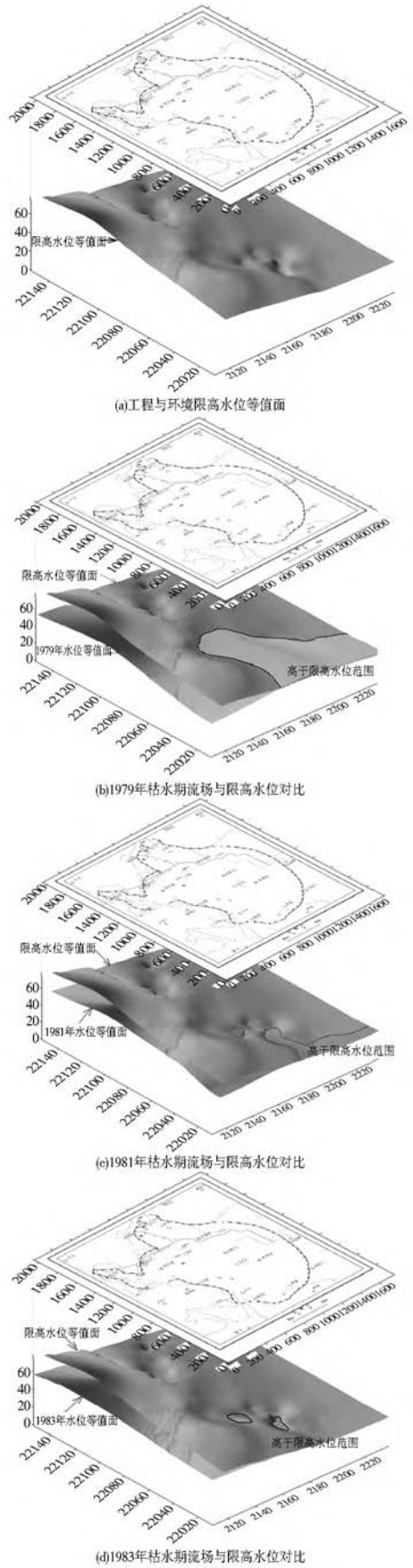

图 6 限高水位与不同年份流场对比

Fig. 6 Comparison of limited level and historical flow field (a) The isoline of engineering and environmental limited groundwater level; (b) Comparison of limited level and flow field in the dry season of 1979; (c) Comparison of limited level and flow field in the dry season of 1981; (d) Comparsion of limited level and flow field in the dry season of 1983

4　结语

本研究过程综合考虑了工程限制因素、环境地质限制因素,以及历史地下水流场,确定了北京西郊地区地下水恢复的适宜水位为1983年枯水期流场,对指导有关部门恢复生态、地下水储存等有指导、借鉴意义。今后,北京西郊地区无论是因减采或者回灌方式恢复地下水位时,均应密切监测地下水位动态,确保水位恢复不能超出适宜水位。

参考文献(References):

[1] 刘予,孙颖,殷琨.南水北调引水进京后北京市地下水环境预测[J].水文地质工程地质,2005,(5):93-96.(LIU Yu, SUN Ying, YIN Kun. Prediction Groundwater Environment after the South-to-North Water Transfers in Beijing[J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2005, (5): 93-96. (in Chinese))

[2] 李会安,窦艳兵.南水北调水进京后北京市地下水利用与保护[J].水利规划与设计,2006,(5):19-26.(LI Hui-an, DOU Yan-bing. Utilize and Protect Groundwater after the South-to-North Water Transfers in Beijing[J]. Water Resources Planning and Design, 2006, (5): 19-26. (in Chinese))

[3] 蔡向民,何静,白凌燕,等.北京市地下空间资源开发利用规划的地质问题[J].地下空间与工程学报,2010,12(6):1105-1111.(CAI Xiang-min, HE Jing, BAI Ling-yan, et al. The Geology Problem in Development and Utilization Programming of Underground Space Resources in Beijing[J]. Underground Space and Engineering, 2010, 12(6): 1105-1111. (in Chinese))

[4] 石晓东.北京城市地下空间开发利用的历程与未来[J].地下空间与工程学报,2006,2(7):1088-1091.(SHI Xiao-dong. History and Future of Underground Space Development and Utilization in Beijing[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2006, 2(7) 1088-1091. (in Chinese))

[5] 崔瑜,李宇,谢振华,等.北京市平原区地下水养蓄控高水位及其约束条件下的地下水库调蓄空间计算[J].城市地质,2009,4(1):12-15.(CUI Yu, LI Yu, XIE Zheng-hua, et al. The Estimate of Groundwater Restore Space Based on Groundwater Restore Level Research in Beijing Plain[J]. Urban Geology, 2009, 4(1): 12-15. (in Chinese))

[6] 王新娟,许苗娟,周训.北京市西郊区地表水地下水联合调蓄模型研究[J].勘察科学技术,2005,(5):16-19.(WANG Xin-juan, XU Miao-juan, ZHOU Xun. Model Research of United Dispatching of Surface Water and Groundwater in Western Urban and Outskirts of Beijing[J]. Site Investigation Science and Technology, 2005, (5): 16-19. (in Chinese))

[7] 孙颖,叶超,韩爱果,等.北京地区水资源养蓄方案初探[J].水土保持研究,2006,13(6):129-132.(SUN Ying, YE Chao, HAN Ai-guo, et al. Discussion of the Groundwater Resource Restore Plan[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2006, (13): 129-132. (in Chinese))

[8] 郑佳,窦艳兵,邵景力,等.南水北调供水前后北京西郊地区地下水流场趋势预测研究[J].工程勘察,2009,(5):35-39.(ZHENG Jia, DOU Yan-bing, SHAO Jing-li, et al. Prediction of Groundwater Flow Field in the West Suburb of Beijing before and After the South-to-North Water Diversion[J]. Geotechnical Investigation and Surveying, 2009, (5): 35-39. (in Chinese))

[9] 北京市地质矿产勘查开发局,北京市水文地质工程地质大队.北京地下水[M].中国大地出版社,2008.(Beijing Geology and Mineral Resources Exploration and Development Bureau, Hydrogeology and Engineering Geology Team of Beijing. Groundwater of Beijing[M]. China Land Publishing House, 2008. (in Chinese))

(上接第37页)

[9] 陈异晖.基于EFDC模型的滇池水质模拟[J].云南环境科学,2005,24(4):28-30.(CHEN Yi-hui. Water Quality Simulation of Dianchi Lake Based on EFDC Model[J]. Yunnan Environmental Science, 2005, 24(4): 28-30. (in Chinese))

[10] 陈小锋,揣小明,曾巾,等.太湖氮素出入湖通量与自净能力研究[J].环境科学,2012,33(7):2309-2311.(CHEN Xiao-feng, CHUAI Xiao-ming, ZENG Jin, et al. Nitrogenous Fluxes and Its Self-Purification Capacity in Lake Taihu[J]. Environmental Science, 2012, 33(7): 2309-2311. (in Chinese))

[11] 许旭峰,刘青泉.太湖风生流特征的数值模拟研究[J].水动力学研究与进展,2009,24(4):512-518.(XU Xu-feng, LIU Qing-quan. Numerical Study on the Characteristics of Wind-induced Current in Taihu Lake[J]. Journal of Hydrodynamics, 2009, 24(4): 512-518. (in Chinese))

[12] 罗潋葱,秦伯强.基于三维浅水模式的太湖水动力数值试验-盛行风作用下的太湖流场特征[J].水动力学研究与进展,2003,18(6):687-691.(LUO Lian-cong, QIN Bo-qiang. Numerical Simulation Based on a Three Dimensional Shallow-water Hydrodynamic Model in Lake Taihu-Current Circulations in Lake Taihu with Prevailing Wind-forcing[J]. Journal of Hydrodynamics, 2003, 18(6): 687-691. (in Chinese))