

天津平原区地下水位动态特征与影响因素分析

杨耀栋¹, 李晓华¹, 王兰化¹, 李长青², 刘振辉¹

(1.天津市地质环境监测总站, 天津 300191; 2.中国地质环境监测院, 北京 100081)

摘要:天津市地下水位监测工作已经开展了将近40年, 监测区覆盖整个平原区。根据多年地下水位监测资料, 笔者对区内浅层地下水和深层地下水不同含水层组的水位动态特征及其影响因素进行了分析研究, 认为: 天津平原区地下水位动态受水文地质条件、降水和开采条件的控制, 不同类型地下水动态规律在时空分布上有明显差异, 除降水量、温度等自然因素外, 开采地下水是影响地下水位动态变化的主要因素。

关键词: 天津平原区; 地下水位动态; 浅层地下水; 深层地下水

中图分类号: P641.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2011)04-0313-08

1 引言

地下水位监测是通过对区域地下水位进行长期监测、分析、研究, 掌握地下水形成、分布、运动规律, 为地下水资源评价、利用, 水资源保护以及农业发展、城镇交通规划决策提供科学依据, 是一项前期性的基础工作, 具有社会公益性的特点^[1]。地表水拦蓄、地下水过量开采等人类活动, 破坏了地下水自然演化规律, 导致地下水环境、补给方式和地下水更新速度等发生变化, 严重影响了地下水资源的开发利用, 产生了一系列因不合理开发水资源造成的环境地质问题, 如地面沉降、地下水污染等^[2]。在天津市平原区多年地下水位监测资料的基础上, 笔者分析了天津市平原地区不同含水层组的水位动态特征及其影响因素, 认为天津平原区地下水位动态及时空分布受多因素控制, 这对于合理开发利用地下水资源, 为政府制定水资源管理与保护对策具有十分重要的意义。

2 地质环境背景

天津市地处华北平原东北部, 平原区面积 11 164.7 km², 约占天津市国土总面积的93%, 本区属于暖温带半湿润大陆性季风气候, 年平均气温 11.4~12.9℃, 多年平均降水量 520~660 mm^[3]。

天津平原区按成因由北而南和自西北向东南可分为山前冲积洪积倾斜平原、洪积冲积平原、冲积平

原、海积冲积低平原和海积低平原。水文地质条件由简单到复杂, 呈现出明显的水平分带规律^[4]。根据王兰化等在2004年前的研究, 在含水层结构上, 由砂砾石层向南递变为中粗砂、中砂、中细砂和粉细砂; 富水性逐渐变差, 浅部水质变咸, 由全淡水区变为有咸水区, 且咸水体增厚, 咸水底界埋深逐渐变深, 从北部小于40 m变为160~200 m。供水条件变差, 有咸水区约占全市面积的85%以上。平原区北部水资源相对丰富, 但面积较小; 平原区南部咸水广泛分布, 淡水资源较贫乏^[5]。

平原区松散层自上而下划分为5个含水组, 第I含水组底界深度一般在70 m以上; 第II含水组在宝坻断裂以南, 一般底界埋深160~220 m, 在宝坻断裂以北底界埋深为110~200 m; 第III含水组底界深度260~340 m; 第IV含水组底界深度360~430 m; 第V含水组底界深度500~550 m。第I含水组属于浅层地下水系统, 第II、III、IV、V含水组属于深层地下水系统^[3]。

浅层地下水岩性结构为多种岩性相间结构或上细下粗的双层结构, 其间粘性土隔水层分布不稳定。水力特征为潜水、微承压潜水或浅层承压水, 参与现代水循环, 接受降水补给和蒸发排泄, 再补给能力较强。

深层地下水一般指在有咸水区咸水体以下的深层淡水, 在山前平原全淡水区, 一般为50~70 m稳定隔水层以下的地下水。岩性结构以冲湖积为主的多

收稿日期: 2011-07-11

基金项目: 国家国土资源大调查项目: 华北平原地下水动态调查评价(1212010634104)

作者简介: 杨耀栋(1982-), 男, 工程师, 2006年毕业于中国矿业大学(徐州), 硕士研究生, 勘查技术与工程专业, 现从事水文地质、工程地质方面工作, E-mail: fivess@139.com。

层粗细相间结构。各深层含水组水力特征为高水头承压水,由于其埋藏较深,不直接参与现代水循环,补给条件较差,主要接受侧向补给和上部浅层水的越流补给,在开采量中,弹性释水量和弱透水层压密释水量占很大比重^[4]。

3 地下水位动态特征

经过近50年的地下水位监测积累了大量的地下水位资料,以下选取典型观测孔作为代表分别论述各含水层组地下水位动态变化特征。

3.1 浅层地下水位动态特征

浅层水水位主要受降水和开采的影响,在山前平原全淡水和南部平原有咸水区,其动态特征也有差异。

山前平原全淡水区受降水和开采影响明显。高水位期与降水峰值基本一致,有的滞后在11~12月;受开采影响,低水位期几乎一致出现于6月初,年水位变幅1~2.5 m(图1,图2)。多年水位动态受降水控制,一般枯水年水位明显下降,而丰水年基本可得到恢复。多年水位无明显下降(图3)。

南部平原有咸水区,浅层水主要受降水补给,靠蒸发和开采消耗,目前开发利用不充分。地下水位动态多处于自然状态,基本与气象周期一致,降水峰值和强开采期对水位动态影响不明显,往往高水位出现在融冻期后的3~4月(图4)。多年动态变化较小。

3.2 深层地下水位动态特征

深层地下水由于埋藏较深,不能直接接受降水补给,主要是侧向迳流补给,补给条件差,受开采影响,表现为径流-越流-开采型动态特征。一般低水位期主要受夏灌强开采期的影响,出现于5~6月,有时出现在9~10月;在丰水期8月停采后,水位逐渐回升,有时出现高水位,大多至翌年1~3月高水位最高;高水位期较最大降水期滞后5~7个月,年水位变幅4~6 m。

在多年变化中,由于超量开采,水位在当年停采后或丰水年水位虽有回升,但是总体呈逐年下降趋势,一般丰水年水位回升或降幅变缓,枯水年降幅加大,年平均降幅由北向南加大。几个不同深度含水层组具有基本一致的动态特征,但自上而下有降幅增大、动态变幅变小的特征。就南部深层水开采区而言,水位受开采量控制。

3.2.1 第II含水组地下水位动态特征

第II含水组为主要的开采层位,地下水补给条件较好,有当年或多年补偿能力。但开采量大于补给量,地下水动态为开采消耗型,年内与年际变化大,总体表现为水位持续下降,年内变化规律为夏季

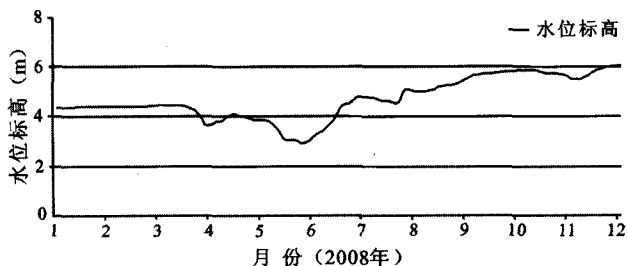


图1 蓟县MQ11孔水位动态曲线(I组)

Fig.1 Curves of the groundwater level at well MQ11 in Jixian (The First Aquifer)

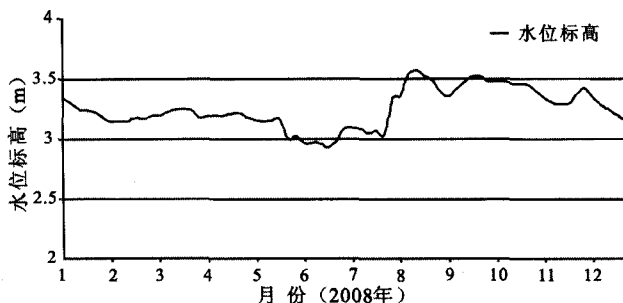


图2 宝坻BP1-6孔水位动态曲线(I组)

Fig.2 Curves of the groundwater level at well BP1-6 in Baodi (The First Aquifer)

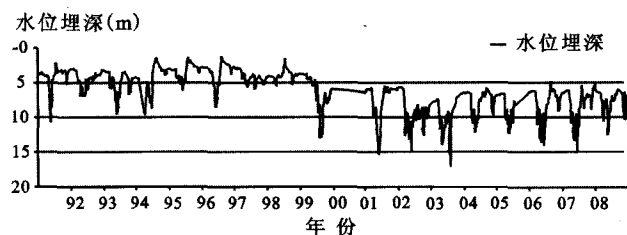


图3 蓟县J7孔多年水位动态曲线(I组)

Fig.3 Curves of the groundwater level at well J7 in Jixian (The First Aquifer)

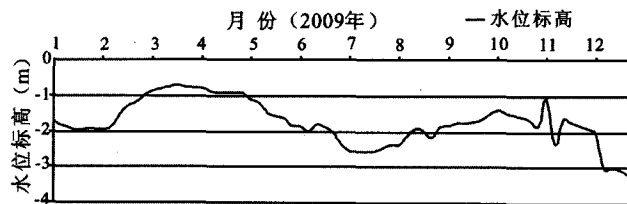


图4 滨海新区大港SHJ001孔水位动态曲线(I组)

Fig.4 Curves of the groundwater level at well SHJ001 in Binhai new area (The First Aquifer)

水位埋深大,冬季水位埋深浅。

在全淡水区,第II含水组与第I含水组联系密切,补给充沛,虽然地下水开采强度较大,但由于补给条件较好,地下水位未出现区域性持续下降。地下水位动态特征受补给和开采两个主要因素的控制,总的特征是采补基本平衡。旱季大气降水入渗补给减少,农业灌溉开采量增加,水位下降;雨季则相反,水位上升。年变幅一般为1~3 m(图5)。

在南部有咸水区第II含水组水位年内动态变化比北部要大,且年际间也有较大变化。第II含水组补给主要为侧向径流和上部含水组的越流补给,该区地下水的恢复性也比较强,但是由于开采量一直居高不下,使得地下水位难以恢复,而是表现出持续下降的趋势,在汉沽、北辰、静海城区形成降落漏斗,有咸水区第II含水组水位动态总的特征是水位埋深逐渐加大(图6)。

中心城区近些年严格控制对第II含水组地下水的开采,形成了地下水反漏斗区,水位埋深多在10~20 m。塘沽区自引滦后,也控制了地下水的开采,水位相对稳定,水位下降得到控制,并逐步恢复。而在郊县区域,地下水位则随着开采期及开采量的变化而出现不同的水位变幅,开采量大,则水位下降快,开采量小,水位下降慢或者逐渐恢复(图7)。

3.2.2 第III含水组地下水位动态特征

第III含水组主要在宝坻断裂和新安镇西断裂以南分布,也是天津市主要的地下水开采层。北部地下水开采强度较小,水位埋深一般<30 m,宝坻区中东部<10 m。在南部地区水位埋深普遍>50 m,出现了西青-静海-大港-津南、宁河-汉沽漏斗区和天津中心城区反漏斗区。西青-静海-大港-津南漏斗区为一个复合大漏斗,其中包含两个水位埋深超过90 m的漏斗中心。地下水位动态特征与上覆第II含水组类似,主要受人工开采的影响(图8、9)。地下水年内动态变化在北部没有第II含水组强烈,但在南部静海等区域年内变幅也有8 m左右,年际间水位变化大。该组地下水位由于开采量的增加而补给缓慢,使得该组地下水呈现消耗性动态,在开采条件下,地下水难以恢复,总体趋势为持续下降。而在中心城区和塘沽区及周边地区水位相对稳定,与控制地面沉降,限制开采地下水密切相关,目前水位逐渐恢复,水位埋深已从1991年的40~50 m回升到30 m左右。

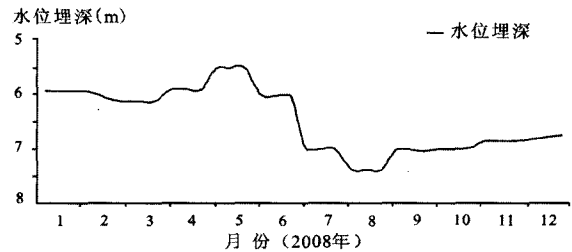


图5 蓟县H330孔水位动态曲线(II组)
Fig.5 Curves of the groundwater level at Well H330 in Jixian (The Second Aquifer)

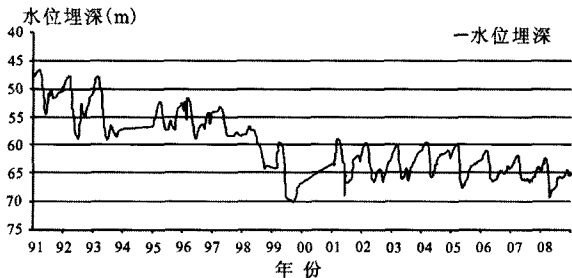


图6 静海县JH12孔水位动态曲线(II组)
Fig.6 Curves of the groundwater level at Well JH12 in Jinghai (The Second Aquifer)

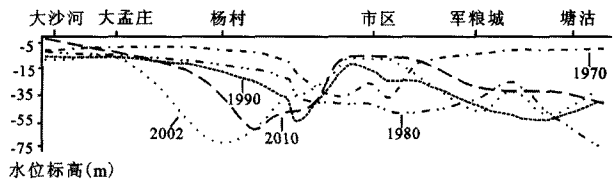


图7 第II含水组多年地下水位变化趋势剖面图
Fig.7 Profile of the second aquifer groundwater changing trends about 40 years

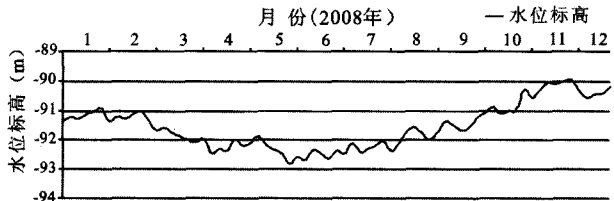


图8 西青区XI304孔水位动态曲线(III组)
Fig.8 Curves of the groundwater level at Well XI304 in Xiqing(The Third Aquifer)

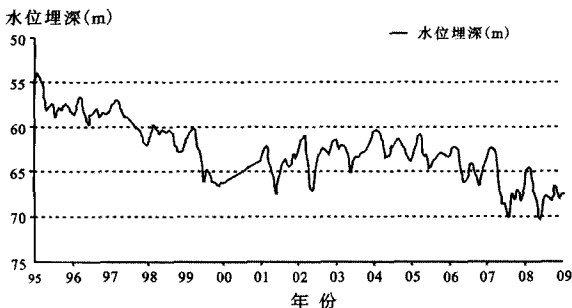


图9 静海县JH40-1孔水位动态曲线(III组)
Fig.9 Curves of the groundwater level at Well JH40-1 in Jinghai (The Third Aquifer)

3.2.3 第Ⅳ含水组地下水位动态特征

第Ⅳ含水组主要分布范围与第Ⅲ含水组相同。第Ⅳ含水组由于埋藏较深,补给条件差,地下水位持续下降,年际变幅随开采强度而变化,开采强度越大变幅越大,地下水恢复能力较差。

从多年观测数据看,开采之前原始水位高出地表,开采后水位迅速下降,地下水位在持续下降中。随着开采量的不断增加,地下水位埋深越来越大(图10),也形成了几个大型的地下水下降漏斗区,这一系列的漏斗中心随不同地区年开采量的变化而发生位置的变化,但总体特征为漏斗中心水位埋深不断增大,同一标高等水位线封闭的区域面积范围逐渐扩大(图11)。

3.2.4 第Ⅴ含水组地下水位动态特征

第Ⅴ含水组地下水流场分布与第Ⅳ含水组类似,在天津市的中南部地区现已形成了一个大型复合地下水位降落漏斗,但漏斗的影响范围更大,漏斗区水位埋深比第Ⅳ含水组更深。第Ⅴ含水组多数区域的地下水位埋深超过70 m,且多年水位呈明显的下降趋势。相对于上覆含水组,第Ⅴ含水组补给条件更差,地下水位持续下降(图12、13)。

4 地下水位动态影响因素分析

地下水的时空分布是受气象、水文、地质、地形、生态和人类活动综合影响的结果(图14)。影响地下水位动态的因素可归类为^[6]:

(1)地表特征:包括地形地貌和土地利用,影响地下水的补给和排泄。

(2)非饱和带特性:包括土壤岩性和地下水位埋深,作为一个缓冲带延迟和减缓地下水位对外部影响的响应。

(3)饱和带特性:包括含水层的岩性和边界条件,在很大程度上决定地下水位在空间上的复杂分布和随时间的复杂变化。

(4)水文因素:包括降水,蒸发蒸腾和地表水体,是天然地下水位变化的主要因素。

(5)人类活动影响:包括地表水库,引水和地下水开采,其中地下水开采是影响地下水位持续下降的主要因素。

地下水位动态在大气降水、温度、人工开采、地形地貌、地质构造和岩性等因素综合作用下,处于不停的变化之中。其中最重要的制约因素是气候因素

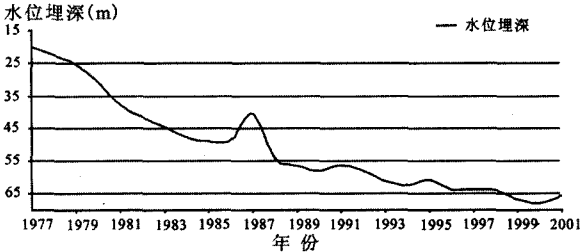


图10 滨海新区318孔地下水位动态曲线(Ⅳ组)
Fig.10 Curves of groundwater level at well 318 in Binhai new area (The Fourth Aquifer)

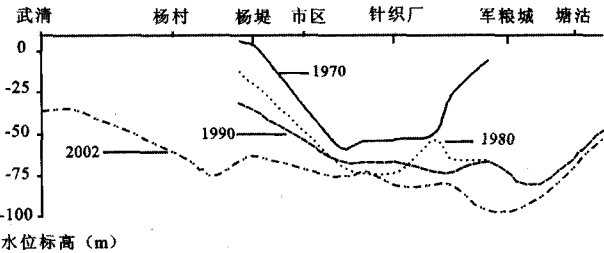


图11 第Ⅳ含水组多年地下水位变化趋势剖面图
Fig.11 Profile of the fourth aquifer groundwater changing trends in many years

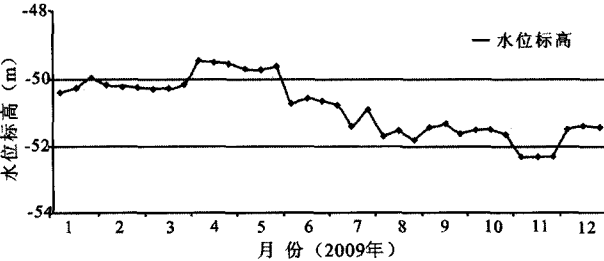


图12 滨海新区HG60孔地下水位动态曲线(Ⅴ组)
Fig.12 Curves of groundwater level at Well HG60 in Binhai new area (The Fifth Aquifer)

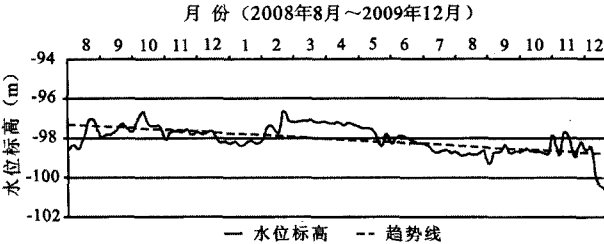


图13 滨海新区官1孔水位动态曲线(Ⅴ组)
Fig.13 Curve of groundwater level at Well 官1 in Binhai new area(The Fifth Aquifer)

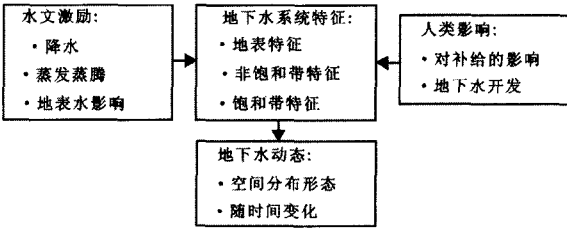


图14 影响地下水动态的因素
Fig.14 Factors influencing groundwater regime

(大气降水、温度)和人为因素(开采地下水)。

4.1 气候因素分析

4.1.1 大气降水变化特征

天津平原区降水量年内和年际变化大。年内分配不均,夏季6~8月降水量约占全市降水量的75%以上,春秋两季降水量约占全年的10%和11%,冬季降水量小于4%。降水量年际变化也很大,丰水年和枯水年相差3~4倍。降水入渗是地下水的主要补给来源。降水量的地区性、季节性、年际性变化规律,对地下水的形成和分布有重要影响。

据长系列气象观测资料,多年平均降水量在时空分布上变化较大,在地域上自北东向南西,呈现出多年平均降水量递减的分带规律,由700多mm减至550多mm。

近50年来天津年降水量总体上呈现出明显减少趋势(图15),降幅为4.5 mm/10 a,50年降水量共减少23.5 mm。同时阶段性变化趋势明显,20世纪70年代后期、80年代中期为两个多雨时段,70年代末至80年代前期和90年代中后期至今为降水量偏少时段,尤其是1997~2006年的平均降水量为473.2 mm,比常年平均(572.3 mm)偏少20%。

4.1.2 气温变化特征

近50年来,天津年平均温度呈现明显上升趋势(图16),其变化幅度为10.4~14.1℃。1969年达最低点,为10.4℃,1997~1998年发生了近百年最强的厄尔尼诺现象,受其影响,1998年达到13.5℃,2009年达最高点,为14.1℃。近50年平均温度上升了约1.9℃,增温幅度为0.38℃/10 a,表明天津属于全球变暖的响应区域,并且增温幅度大于全国同期平均水平^[7]。

4.1.3 相关性分析

气候变化与区域间的水循环密切相关,气候变化必然引起水循环的变化。气候上的昼夜、季节以及多年变化,影响到地下水的动态进程,引发地下水位相应的周期性变化,尤其是浅层地下水位往往具有明显的日变化和强烈的季节性变化现象。浅层地下水位年动态变化与降水量呈明显的正相关,雨季普遍上升,旱季普遍下降,随着降水量的变化,产生相应的“低-高-低”的季节性变化。

大气降水的年际变化(气候干湿变化)和年内分配都直接影响地下水位的变化。天津市浅层地下水一般平水年份补排平衡后,水位相对稳定,丰水年水

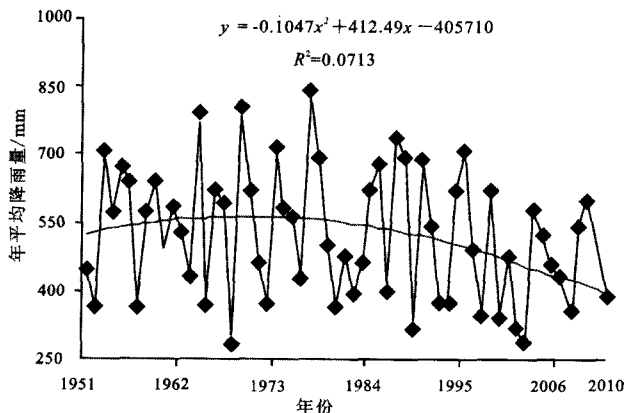


图15 1951~2006年天津地区年降水量的年际变化
Fig.15 Inter annual variations of annual precipitation in Tianjin area from 1951 to 2006

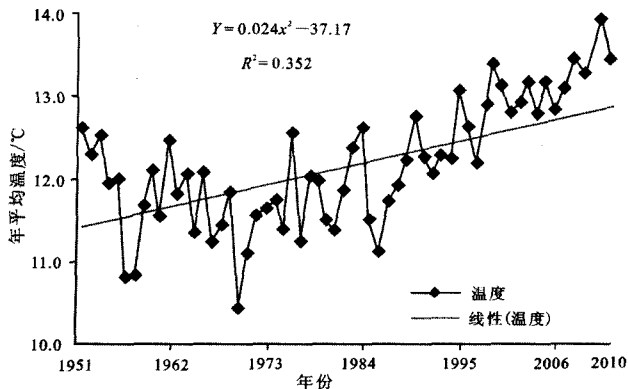


图16 1951~2006年天津地区年平均温度的年际变化
Fig.16 Interannual variations of annual mean temperature in Tianjin area from 1951 to 2006

位上升,枯水年份水位下降。同时,降水量变化与深层地下水位关系密切,降水量大时会有更多的侧向径流补给和上部含水层的越流补给,同时,农业灌溉用水量相对减少,二者共同作用促进了地下水位的短暂回升。而气温的升降则影响到潜水蒸发强度变化,还会引起地下水水温的波动^[8]。

4.2 人为因素分析

4.2.1 地下水开发利用情况

天津平原区主要开采松散层的全淡水、浅层淡水和深层淡水,咸水基本尚未开发利用。天津市地下水开采始于20世纪初,到50年代末开始大规模开采,60年代后期市区出现深层地下水降落漏斗和地面沉降。由于20世纪70末、80年代初相继出现历史罕见干旱,地表水来水量大幅减少,因此加剧了地下水的开采,其中1981年地下水开采达到历史最高峰(图17)。据统计,1981年全市共有机井3.1万多眼,地下水开采量达到 $10.38 \times 10^8 \text{ m}^3$,地下水开采

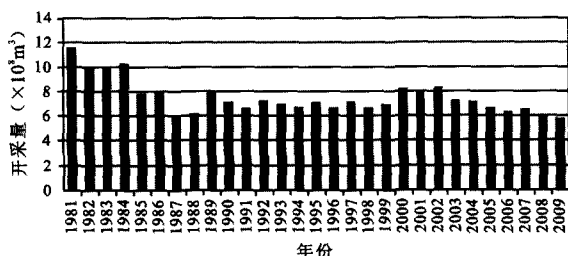


图17 天津市地下水开采量直方图(1981~2009)

Fig.17 Histogram of the groundwater exploitation quantity in Tianjin from 1981 to 2009

量为各年度之最^[9]。1984~1988年为偏丰年,地表水丰富,加之1983年9月引滦入津工程通水后,每年向天津送水 $10 \times 10^8 \text{ m}^3$,缓解了天津市区和塘沽城区的工业和生活用水。同时,为了控制地面沉降,天津市区和塘沽城区停封机井700余眼,压缩地下水开采量,天津市(外环线以内),第II-IV含水组开采量大幅减小。

北部的宝坻区、武清区、蓟县和宁河县开采量最大,中心城区、塘沽区开采量最小。北部地区主要开采第I、II含水组地下水,蓟县、宝坻区全淡水区第I、II含水组多为混合开采;有咸水分布区地下水开采主要以第II、III含水组为主,其多年平均地下水开采量分别占咸水分布区总开采量34%和36%,中南部地区第IV、V含水组的开采量也占相当大的比重^[10](图18~21)。

地下水开采主要用于农林牧渔副业及生态用水,其次为城乡生活用水和工业用水。在地下水开采中,农业用水占主要地位,开采量大的地区集中在北部地区;工业用水开采则主要集中在南部地区,由于工业开采比较集中,地下水位下降较明显。

4.2.2 相关性分析

地下水开采与全淡水区浅层地下水位动态具有良好的相关性。地下水位的下降伴随着开采量的增加而下降,又伴随着开采量的减少而上升,地下水开采量与地下水位动态之间关系密切(图22)。

地下水开采与深层地下水位动态变化关系密切。以天津市为例,图23和图24分别为第II含水组、第III含水组多年地下水开采强度与相应地下水位动态变化曲线,说明人类开采活动是影响深层地下水位动态的主要因素。

据资料,20世纪七十年代,由于工农业发展的需要,大量采取地下水,导致在中心城区周围水位下降很快,埋深超过了40 m,导致地下水位逐年下降并形

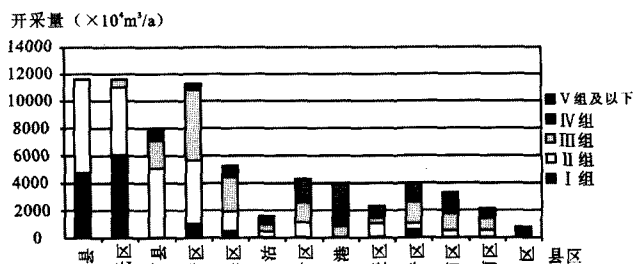


图18 1991~2009年天津平原区各区县各含水组地下水开采量图

Fig.18 The groundwater exploitation quantity Histogram of the different aquifers in the boroughs of Tianjin plain area from 1991 to 2009



图19 天津平原区各区县各含水组地下水开采量比例图(1991~2009)

Fig.19 The groundwater exploitation quantity scale Histogram of the different aquifers in the boroughs of Tianjin plain from 1991 to 2009

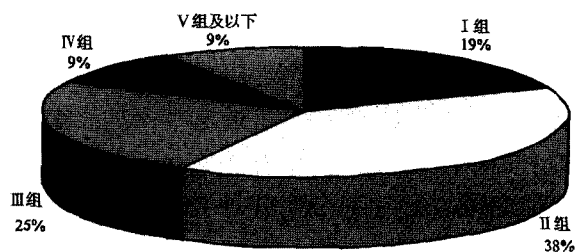


图20 平原区地下水开采量比例图(1991~2009)

Fig.20 Pie chart of the groundwater exploitation quantity in the plain area from 1991 to 2009

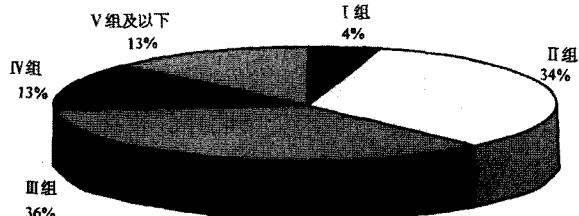


图21 咸水分布区开采量比例图(1991~2009)

Fig.21 Pie chart of groundwater exploitation quantity in the saline water distribution area from 1991 to 2009

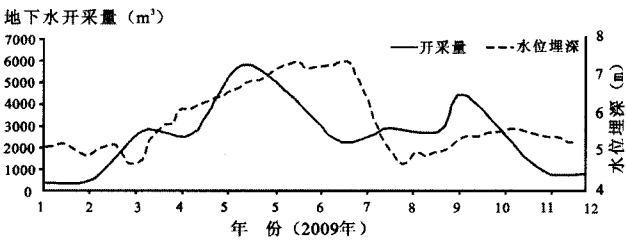


图22 武清区W15孔(I组)开采量与水位动态变化曲线图
Fig.22 Relationship between the groundwater level regime and exploitation quantity at Well 15 in Wuqing district

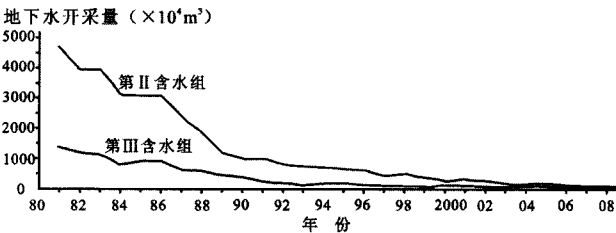


图23 天津市区(外环线内)地下水开采量动态曲线
Fig.23 Curves of the groundwater exploration quantity regime in Tianjin urban

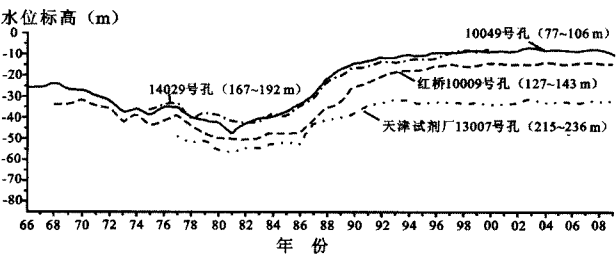


图24 天津市区地下水位动态曲线
Fig.24 Curves of the groundwater level regime in Tianjin urban

成区域性漏斗。八十年代中期以来,天津市在中心城区及塘沽采取一系列措施控制地面沉降,禁采限采深层地下水是其中的重要工作。地下水的开采受到严格控制,天津市区(外环线以内),第II~IV含水组开采量逐年减小,这两个地区第II、III含水组地下水位也因此出现了一定的回升。至目前,中心城

区第II含水组的水位埋深上升到20 m左右,第III含水组水位埋深上升至30 m左右。

5 结语

据多年地下水位监测资料分析,地下水位动态受水文地质条件、降水和开采条件的控制,不同类型地下水水位动态规律在时空分布上有明显差异。就全市而言,自北而南地下水位动态表现为多年均衡区、水位下降区和持续下降区。

除降水量和温度等自然因素外,人工开采地下水成为影响地下水位动态的主要因素。地下水开采与浅层地下水位动态具有良好的相关性,与深层地下水位动态变化关系密切。

对研究区地下水位动态特征及影响因素的分析研究,为实现含水层科学管理,促进地下水可持续利用具有现实意义。

参考文献:

[1] 胡 军. 地下水的自动化监测过程[J]. 水文地质工程地质, 2003, 30(1): 102-103.
[2] 王仕琴, 宋献方, 王勤学, 等. 华北平原浅层地下水水位动态变化[J]. 地理学报, 2008, 63(5): 462-472.
[3] 天津市地质矿产局编制. 天津市地质环境图集[M]. 北京: 地质出版社, 2004.
[4] 王家兵, 李 平. 天津平原地面沉降条件下的深层地下水资源组成[J]. 水文地质工程地质, 2004, 31(5): 35-37.
[5] 王兰化. 天津市平原区深层淡水咸化-咸水下移问题的讨论[J]. 地质调查与研究, 2004, 27(3): 169-176.
[6] 周仰效. 区域地下水位监测网络优化设计方法[J]. 水文地质工程地质, 2007, 34(1): 1-9.
[7] 刘德义, 傅宁, 范锦龙. 近20年天津地区植被变化及其对气候变化的响应[J]. 生态环境, 2008, 17(2): 798-801.
[8] 黄锡荃, 李惠明, 金伯欣. 水文学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004, 229-230.
[9] 刘 帅. 天津市地下水资源开发利用研究[J]. 海河水利, 2006: 10-12.
[10] 杨耀栋, 王兰化, 李晓华, 等. 华北平原(天津部分)地下水动态调查评价报告[R]. 天津: 天津市地质环境监测总站, 2010.

Characteristics of the Groundwater Level Regime and Effect Factors in the Plain Region of Tianjin City

YANG YAO-dong¹, LI Xiao-hua¹, WANG Lan-hua¹, LI Chang-qing², LIU Zhen-hui¹

(1.Tianjin General Station of Geological Environment Monitoring, Tianjin 300191,China; 2.China Institute of Geo-environment Monitoring, Beijing 100081,China)

Abstract: The groundwater monitoring in Tianjin has been conducted for nearly 40 years. The monitoring area includes the whole plain region. Based on the monitoring data of the groundwater level of many years, this paper analyzes and studies the groundwater regime characteristics and effect factors of the shallow groundwater and the groundwater in the deep-seated aquifers. It is concluded that, groundwater level regime is controlled by hydrogeology condition, precipitation and mining in the plain region of Tianjin city, different groundwater regime regularity shows the obvious difference in space and time, and in addition to some natural factors, such as the precipitation and temperature etc., mining groundwater is the main factor to affect the groundwater level regime.

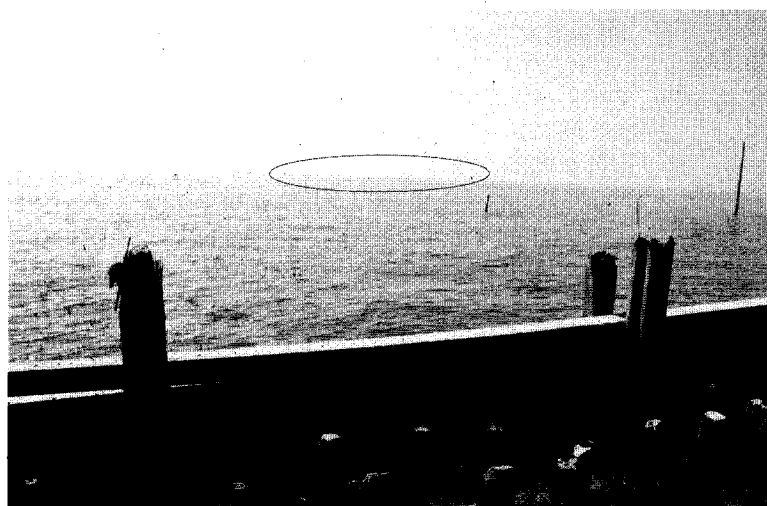
Keywords: plain region; Tianjin city; groundwater level regime; shallow groundwater; deep groundwater

参加“国际地质对比计划588项”和“国际第四纪研究联合会1001项” 第二次国际联合大会报道

受国际第四纪研究联合会1001项(INQUA1001)的邀请,2011年11月28日-2011年12月3日,天津地质调查中心海岸带与第四纪地质研究所王福、陈永胜参加了在泰国首都曼谷召开的国际地质对比计划588:“海岸变化的准备”、国际第四纪研究联合会1001:“晚第四纪以来海岸演化记录”第二次国际联合会议。本次会议以海岸带过去地质环境演化为背景,重点围绕现代人类活动、海岸带过程和极端灾害事件展开讨论,进而关注海岸带地质环境演化趋势的预测。来自英国、德国、西班牙等14个国家的近30位专家学者出席会议并作了报告,内容涉及海平面与海岸带变化、海岸演化与人类作用、极端灾难事件三大主题。各国学者分别以钻孔岩心、红树林、有孔虫及珊瑚礁体等为记录载体,重建不同时间尺度的古环境,研究海平面变化与气候

变化及人类活动之间的响应关系,并寻找古海啸等灾难性事件记录。陈永胜和王福在会上向国际同行介绍了渤海湾沿岸地区晚更世新以来的环境变化和现代沉积物测年研究的最新成果。会后各国学者考察了湄南河三角洲及普吉岛西海岸2004年海啸遗迹。湄南河三角洲在海平面上升及地面沉降等多重作用下,岸线在半个世纪内向陆延伸数十千米,海岸侵蚀严重,多座沿岸建筑已位于海平面以下(照片)。普吉岛西岸Pakarang、Phra Thong Island等多处地层中完整保存了海啸记录。本次会议给我们提供了丰富的信息以供参考,尤其是在海平面上升的背景下,对沿海低地面临的地质环境问题应引起高度重视。湄南河三角洲地区可以作为一面“镜子”,为天津滨海新区及渤海湾的发展提供一些宝贵的经验。

(海岸带与第四纪地质研究所供稿)



海岸侵蚀造成湄南河三角洲的一处学校已经被海水淹没,被迫搬迁,椭圆处为原学校位置,距现代海堤处约500 m