

天长市地下水资源开发利用研究

邱志勇,刘学全,陈 炎

(安徽省地质环境监测总站,安徽 蚌埠 233000)

摘要:天长市紧邻我国东部沿海和“长三角”经济发达地区,是安徽省经济最发达的县(市)之一,工业化发展迅速,对水资源的需求与日俱增。本文通过对天长市地下水资源分布规律的研究,指明了优质地下水资源的分布范围;结合地下水资源的开采利用现状和可能产生的地质环境问题,分析了未来该市水资源的利用趋势,是城区以利用地表水为主,广大乡(镇)村仍然以开采利用地下水为主的供水模式;提出了针对未来可能扩大地下水资源利用时应当采取的措施。

关键词:地下水资源;分布规律;开采现状;利用趋势;天长市

中图分类号:P641.8

文献标识码:A

1 概述

天长市位于安徽省最东部,除了西部与本省来安县接壤外,其余为江苏省南京、扬州、淮安等六市县环抱。紧邻我国东部沿海和“长三角”经济发达地区,是江淮之间正在崛起的一座新型工业城市,2006年,全市实现生产总值72亿元,处于全省综合十强县第六名,已经连续8年位居全省十强县(市)行列。

该区域属于沿江丘陵平原一级地貌单元^[1],地处江淮丘陵东端,地势西南高,东部低,江淮分水岭蜿蜒于西南和东南边界地区。南部和西部为低丘,中部、东北部为河湖冲积平原。水系主要有铜龙、白塔(新白塔)、秦栏等河流,汇入高邮湖,属淮河水系。多年平均气温14.8℃,降水量1041mm,无霜期220d,属亚热带湿润性季风气候区。

天长市工业化发展迅速,对水资源的需求与日俱增,水资源的利用主要以乡村分散的地下水开采为主,中等规模的城区地下水集中开采为辅的供水模式,县域经济、民营企业、乡镇企业、个私经济的发展以及农村人畜饮水工程的实施带动了分散的区域地下水的开采利用,呈现逐年递增的趋势。

2 地下水资源赋存特征

根据地下水赋存的孔隙介质条件,天长市地下水类型^[2]主要有松散岩类孔隙水、玄武岩类孔隙水、花岗岩类风化裂隙水、碳酸盐岩类岩溶裂隙水。由于各类型地下水所处的水文地质条件差异较大,其富水

程度有很大不同。

2.1 松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水基本上分布于天长市城乡各地,是天长市城乡供水的主要来源。按照地下水的富水程度可划分为富水区、中等富水区、贫水区。

2.1.1 富水区

主要分布于安乐、便益以东,关塘、金集、官桥以北的广大地区。地下水资源十分丰富,其中,天长市城区附近以地下水为水源的集中供水规模已达 $3.5 \times 10^4 \sim 4.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

该区地下水赋存于第四系及新近系孔隙含水层组之中,含水层岩性主要由粉砂、细砂和砂砾石层组成,具多层结构,单层厚度可达10~30m,顶板埋深在天长市城区附近仅7~12m、一般为26~40m、局部为50~60m。开采深度200m以浅的多层混合抽水,单井涌水量可达1000~3000 m^3/d 。地下水一般具有半承压—承压性质,水位埋深一般0.8~3.0m,局部与大气降水和地表水关系密切;在开采状态下,天长市城区附近静水位埋深一般可达20~30m。水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型或 $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ 型,浅层水pH值7.3~7.8,深层水pH值6.4~7.0;溶解性总固体为0.5~1.0g/L。

2.1.2 中等富水区

分布于天长市西部的平安、张铺、汭涧、王店一带,以及南东部的谕兴、官桥附近。该区地下水主要赋存于玄武岩下伏的新近系孔隙含水层组之中,含水

层岩性主要由粉砂、细砂和砂砾石层组成,具多层结构,单层厚度可达10~25m,顶板埋深一般为90~125m。开采深度200m以浅的多层混合抽水,单井涌水量100~1000m³/d。地下水具有承压性质,初期静水位埋深一般2.0~8.0m,在多年的开采状态下,静水位埋深已经深达16~30m。水化学类型一般为HCO₃-Cl-Na型或HCO₃-Na-Ca型,pH值6.8~7.5,溶解性总固体一般小于1.0g/L。

2.1.3 贫水区

分布于天长市南部的南街、郑集、金集、冶山一带。该区地下水主要赋存于第四系孔隙含水层组之中,含水层岩性主要由粉质粘土、粉砂、细砂、中粗砂层组成,具多层结构,砂层单层厚度仅2.0~5.0m,砂层顶板埋深一般为8~35m。仅局部在玄武岩下伏的新近系孔隙含水层组之中夹有薄层的含水砂层。单井涌水量小于100m³/d。地下水具有半承压性质,静水位埋深一般6.0~12.0m,水化学类型一般为HCO₃-Ca-Na型,pH值7.2~8.2,溶解性总固体一般小于1.0g/L。

2.2 玄武岩类孔洞裂隙水

玄武岩类孔洞裂隙水主要分布于安乐、便益、石梁、郑集以西的广大地区,以及金集、谕兴附近。地下水赋存于玄武岩孔洞裂隙中,玄武岩一般厚度28~70m,南街、郑集附近可厚达120~150m;局部呈多层结构,夹薄层粘土。顶板埋深9~50m,北部的安乐附近可深达75m。由于构造裂隙发育的不均一性,导致局部地下水不甚丰富,单井涌水量一般为100~500m³/d。地下水具有承压性质,在多年的开采状态下,静水位埋深已经深达17~40m。水化学类型一般为HCO₃-Ca-Mg型,pH值7.0~7.9,溶解性总固体一般小于1.0g/L。

2.3 花岗岩类风化裂隙水

花岗岩类风化裂隙水分布于南部的关塘、冶山附近。地下水主要赋存在花岗闪长岩风化裂隙中,风化层厚度2~5m,埋深14~60m,地下水不甚丰富,单井涌水量一般小于100m³/d。地下水具有半承压—承压性质,在间断开采状态下,静水位埋深已经深达10~20m。水化学类型一般为HCO₃-Ca型,pH值7.0~8.0,溶解性总固体一般小于1.0g/L。

2.4 碳酸盐岩类岩溶裂隙水

碳酸盐岩类岩溶裂隙水分布于南部的关塘附近。

地下水赋存于早寒武世幕府山组碳酸盐岩岩溶裂隙中,主要岩性为灰岩、白云质灰岩。由于受到岩浆侵入的影响,幕府山组蚀变大理岩被切割成残留体和捕虏体。断裂构造及岩溶裂隙较发育。地下水水位埋深15~20m,单井涌水量100~1000m³/d。水化学类型一般为HCO₃-Ca型,pH值7.1~8.2,溶解性总固体一般小于1.0g/L。

3 优质地下水资源分布规律

3.1 水质特征

天长市地下水水质优良,经测试表明,有多处地下水优于国家地下水质量标准^[3]的三类水要求,其中,有三处达到饮用天然矿泉水国家标准,且通过了有关部门组织的评审鉴定。

3.1.1 碳酸偏硅酸锶型饮用天然矿泉水

经过认定的该类型饮用天然矿泉水位于天长市城区,分别属于重庆啤酒集团安徽天岛啤酒有限公司1号井^[4]和龙泉水务(天长)有限公司1号井,矿泉水赋存于地下深度100~128m处的松散岩类孔隙中,单井涌水量可达1000~1500m³/d,资源丰富,质地优良,是安徽省少有的珍稀品种。

测试结果表明,该类型矿泉水清彻透明,无嗅无味,口感甘甜,色度<5度,浑浊度<3度。含游离二氧化碳403.75~463.95mg/L、偏硅酸65.44~70.54mg/L、锶0.752~1.177mg/L,均达到饮用天然矿泉水国家标准中特殊组分的界限指标要求,并含有溴(0.114mg/L)、碘(0.014mg/L)、锂(0.037mg/L)、锌(0.021mg/L)、硒等多种有益人体健康的微量元素,pH值6.47~6.84,总硬度(以CaCO₃计)329~427mg/L,可溶性总固体757~877mg/L,水质类型为重碳酸钙镁钠型水,属于碳酸偏硅酸锶型饮用天然矿泉水。

3.1.2 偏硅酸锶型饮用天然矿泉水

经过认定的该类型饮用天然矿泉水位于城区以西的石梁镇,属于天长市盛达工贸有限责任公司1号井,原名称为泉水庄矿泉水^[5]。该矿泉水赋存于地下深度17~62m处的玄武岩孔洞裂隙中,单井涌水量300~500m³/d,资源较丰富,质地优良。

测试结果表明,该类型矿泉水清彻透明,无嗅无味,口感爽口,色度<5度,浑浊度<3度。含偏硅酸52.0~57.2mg/L、锶0.479~0.624mg/L,均达到饮用天然

矿泉水国家标准中特殊组分的界限指标要求,并含有溴(0.35mg/L)、碘(0.013mg/L)、锂(0.004mg/L)、锌、硒等多种有益人体健康的微量元素,pH值7.48~7.58,总硬度(以CaCO₃计)338~362mg/L,可溶性总固体641~651mg/L,水质类型为重碳酸钙镁型水,属于偏硅酸锶型饮用天然矿泉水。

3.2 成因分析

天长市优质地下水的形成与其特定的水文地球化学环境有关。地下水在地下岩层漫长的循环过程中,发生的各种水-岩化学作用,为地下水持续提供各种微量元素和物质组分,形成了特有的优质地下水。

3.2.1 碳酸偏硅酸锶型饮用天然矿泉水成因

天长市城区深层地下水水质独特,其主要特色是游离二氧化碳(CO₂)含量比较高,在松散岩类孔隙水中含有如此高含量的游离CO₂的确少有。

根据地质条件分析,天长市城区东侧附近的一条北西走向的地下深断裂^[6]是城区深层地下水中游离CO₂来源的主要通道。该断裂在北部杨村镇西南附近与一条北东走向的深断裂(即杨村断裂带)交汇,沟通了金湖凹陷南部地下深部气体成分的向上运移。

金湖凹陷中心位于天长市北部的苏皖交界处,在地下2000~4000m深处的古近纪地层中累计探明石油地质储量6505×10⁴t(至2002年底),并且认定,油气可能会通过杨村深断裂向上运移,而且该处盖层条件不是很有利^[7]。

储油层中的甲烷(CH₄)气体和石油(C₁₅H₃₂)沿杨村深断裂向上运移过程中,与深层地下水中氧化剂SO₄²⁻产生化学反应而分解出大量CO₂气体溶于水^[8],部分CO₂气体也储存在地下深处的局部有利位置,以至于在个别油气勘探井中出现CO₂气体井喷现象。

在地下高压的作用下,CO₂气体沿着断层的有利部位向上或者侧向运移,在地下水中参与对铝硅酸盐矿物等岩石矿物溶解不断消耗的同时,又能不断得到补充,使得地下水始终保持较高含量的游离CO₂气体,水质略偏酸性,含有溴、碘等标志性元素。

因此,油气等物质的存在以及产生一系列的化学反应是该处优质地下水的主要物质来源,断裂构造的存在是为该处地下水提供的物质创造了良好的运移条件。

3.2.2 偏硅酸锶型饮用天然矿泉水成因

位于城区以西的石梁镇玄武岩孔洞裂隙水,独特

之处就是含有一定量的偏硅酸、锶、镁,其物质来源主要取决于地下含水层的岩石矿物组分。

石梁镇附近的地下岩层为大面积易风化的新近系桂五组橄欖玄武岩,组成矿物主要为橄欖石、辉石、拉长石等含钙、镁的铝硅酸盐矿物。降雨入渗后在玄武岩孔洞裂隙中渗流的地下水,在CO₂的参与下,通过对岩石矿物的风化、溶解,促使一些化学元素溶于地下水中,形成含有特定矿物质成分的地下水。

组成玄武岩的矿物质元素主要有:Si、Ca、Mg、Al、Fe、Na等,根据下式可求解元素在水中的迁移系数(K_x),计算结果详见表1,由此反映出桂五组橄欖玄武岩部分元素在水中的相对迁移强度。

$$K_x = M_x \cdot 100 / A \cdot N_x$$

式中:K_x——水迁移系数,无量纲;

M_x——元素x在水中的含量,mg/l;

A——水的矿物质残渣,mg/l;

N_x——元素x在含水岩石中的百分含量(%)。

3.3 分布规律

初步分析认为:安乐至便益以东、天长市城区以北广大地区的地下深部,可能分布有富含碳酸偏硅酸锶的重碳酸钙镁钠型或者重碳酸钠钙型地下水;天长市西部至南部的

广大玄武岩分布区主要赋存有富含偏硅酸锶的重碳酸钙镁型地下水。

4 地下水资源利用现状

4.1 区域地下水利用状况

4.1.1 地下水开采量

天长市的社会经济发展主要以地下水为供水水源,几乎每个乡镇均建有自来水厂,每个乡镇企业都有自备井,大部分的农村居民家庭也建有小水井,分散开采地下水是天长市社会经济发展的主要供水模式,年均开采地下水基本上维持在2500×10⁴~3000×10⁴m³。

2007年度天长市降水丰沛,但是,降雨过于集中于夏季,其它时间降雨偏少,年内局部地区需要适当开采地下水用于农业抗旱。由于经济的发展,所辖地区对地下水的需求也略有增加。全年地下水利用量估算结果详见表2、表3。

4.1.2 地下水水位

天长市城区外围乡镇经济的发展,自来水厂和一些企业开采深层地下水,导致静水位一般埋深15~20m,安乐、平安、张铺等局部地区可达25~30m。广

大乡镇以分散开采地下水为主,地下水位升降幅度较小,年变化平稳。

城区东南约3.5km的芦龙乡街区的深层孔隙水,2007年平均静水位标高4.17m,地面埋深18.44m,较上

年同期微升0.02m。最高月平均水位出现在11月,标高4.73m,较上年最高月均水位上升0.29m;最低月平均水位出现在2月,标高3.76m,较上年最低月均水位上升1.30m;年内最大变幅2.05m,变幅远小于上年,总体

表1 桂五组玄武岩矿物元素的水迁移系数

Table 1 Water transmission coefficient for mineral elements of basalts from the Guiwu Formation

项目	单位	Si	Ca	Mg	Na	Sr	Zn	Al	Fe	Ti
Mx	mg/l	19.97	84.99	36.35	29.95	0.624	0.003	<0.02	0.007	<0.0005
Nx	%	23.4	6.4	2.3	1.1	0.1	0.008	3.85	5.20	1.26
Kx		0.18	2.86	3.41	5.87	1.34	0.08	<0.001	<0.0003	<0.0001

变化比较平稳。水温常年18~19℃。

4.2 城市地下水利用状况

4.2.1 地下水开采量

天长市城区以开采中、深层孔隙水为主,浅层孔隙水开采利用较少。据2007年12月调查统计,全市城区及近郊57家单位共有各类开采井97眼,其中<50m的浅井有28眼,深井69眼,集中开采范围约16km²。如果包括个体、私人小水井,地下水开采井将达100多眼。2007年城区地下水开采总量约为1346 × 10⁴m³,较上

年减少13.7%,其中,浅层地下水开采量为36 × 10⁴m³,深层地下水开采量为1310 × 10⁴m³,分别占开采总量的2.7%和97.3%;市自来水公司水井最多,开采量最大,约680 × 10⁴m³,占全市总开采量的50.5%。2007年总开采量减少的主要原因可能是企业转产和节水措施的实施导致用水量减少。

4.2.2 地下水水位

2007年12月天长市城区地下水在开采状态下,单井静水位标高低于0m的降落漏斗影响范围呈现

表2 2007年天长市不同用途的地下水利用量一览表

Table 2 List of consumptions of groundwater of different uses in Tianchang City in 2007

地下水总利用量(10 ⁴ m ³ /a)	总利用量较上年增加(10 ⁴ m ³ /a)	工业用水		农业用水		生活及其它用水	
		利用量(10 ⁴ m ³ /a)	占总利用量的比例(%)	利用量(10 ⁴ m ³ /a)	占总利用量的比例(%)	利用量(10 ⁴ m ³ /a)	占总利用量的比例(%)
2860	260	1020	35.7	210	7.3	1630	57.0

表3 2007年天长市不同类型的地下水利用量一览表

Table 3 List of consumptions of groundwater of different types in Tianchang City in 2007

地下水总利用量(10 ⁴ m ³ /a)	开采程度(%)	地下水开采分布	孔隙水		岩溶水		裂隙水	
			利用量(10 ⁴ m ³ /a)	占总利用量的比例(%)	利用量(10 ⁴ m ³ /a)	占总利用量的比例(%)	利用量(10 ⁴ m ³ /a)	占总利用量的比例(%)
2860	22.3	水源地	1346	47.1	0	0	0	0
		区域	684	23.9	20	0.7	810	28.3

为北西南东向的不规则椭圆形,估算约为10km²左右;城区北东方向的皖东化工厂构成了一个独立的地下水位下降漏斗。城区基本上由1~3眼开采井构成一个标高低于-10m水位的次级下降漏斗区有多个,其中,由数十眼开采井构成的一个大漏斗区内水位标高低于-20m的次级漏斗区有2个。一般地下水位埋深20~30m,仅局部的漏斗中心最大水位埋深可达35~40m。与上年比较,城区地下水动静水位有升有降(如表4),总体上升幅较大,动态类型为人工开采型。

4.2.3 水质与水温

以天长市城区地下水为代表的天长冲积平原孔隙水,水质优良,地下水化学类型为HCO₃-Ca·Mg·Na型水。城区有2处开采井地下水经国家级鉴定为碳酸偏硅酸锶型饮用天然矿泉水,经过多年跟踪监测,各项指标年内变化比较稳定,水质综合评价为良好水质地下水。城区地下水常年水温一般18.5~19.5℃。

5 地下水资源利用趋势分析

天长市城区及近郊建设布局地跨白塔河两岸,是

开采深层地下水最集中的地区,现有深层开采井69眼,城区地下水位已经持续多年形成了总体上呈不规则的大圆形漏斗区,一般静水位埋深20~30m,局部可达35~40m。初步估算城区附近地下水允许开采量为 $2020 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$,2007年开采程度约为66.6%。根据其它地区地面沉降的资料分析,天长市城区地下水位埋深处于诱发地面沉降的临界值附近,已经引起了当地政府的高度重视。

为了防止因开采地下水导致不良地质现象的发生,确保当地社会经济持续健康发展,天长市政府早在2006年就开始寻求新的水源,以此解决城市供水问题,为未来的城市发展提供水资源保障。2007年度天长市实施了取自高邮湖水的引水工程,铺设引水管道

长约14km,设计供水规模 $5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$,引水工程于2007年12月完工,从2008年1月1日开始向城区供水,目前实际供水约 $1.3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$,原有的企事业单位大部分自备井将于2008年分批关闭。

今后,天长市城区附近大规模开采地下水的历史将宣告结束,未来支撑天长市社会经济发展的水资源利用将是城区以利用地表水为主、广大乡(镇)村以开采利用地下水为主的供水模式。

由于天长市的乡镇经济发达,已经形成了多个著名小城镇,东部有电子名镇秦栏、西部有农产品加工重镇汉涧、北部有医药重镇杨村和综合经济名镇铜城等。经济发达的乡镇多处于地下水资源比较丰富的地区,地下水资源为当地的经济的发展提供了重要

表4 天长市区部分井中水位年变化对比表
Table 4 Comparison of annual change in water level of some wells in the Tianchang urban area

井号	水位标高(m)		水位升降(m)	状态
	2006年	2007年		
TS2	-23.22	-24.06	-0.84	年均动水位
TS3	-21.20	-19.76	+1.44	年均停泵静水位
公1 [#]	-4.20	-3.1	+1.10	12月静水位
园1 [#]	0.32	0.31	-0.01	12月静水位
天玩1 [#]	-19.3	-17.0	+2.30	12月静水位
天佳2 [#]	-21.4	-21.3	+0.10	12月静水位

的资源保障。

6 建议

根据对天长市未来的水资源利用趋势分析,目前或者今后一段时间,广大乡(镇)村还不具备利用地表水进行大规模集中供水的条件,作为水资源利用的补充形式,分散地开采利用地下水仍然是未来乡(镇)村经济发展的主要供水模式。城区附近丰富的地下水资源是难得的重要战略资源,应当作为特殊情况下的应急水源备用。因此建议:

(1)进一步摸清地下水的家底,开展地下水资源评价工作,科学规划、合理利用地下水,要在充分查清地下水资源的基础上规划备用水源地建设和开采利用地下水。

(2)在发展小城镇建设中合理规划利用地下水资源,避免地下水开采井的高度集中,防止可能产生的局部地质环境问题。限制利用浅层地下水作为城镇、

工业的大规模集中供水。

(3)保留天长市城区部分深层供水井和原有的供水管网连接系统,防止在突发事件的情况下造成水资源危机时,便于及时启用地下水应急。

(4)应当根据地下水的分布规律,科学合理地规划乡镇企业的布局,做到地下水的优质优用,尽量用于居民的生活用水。

(5)加强地下水资源保护知识的宣传教育,提高全民地下水资源保护意识,减少“三废”排放,防止对地下水的污染。

参考文献:

- [1]安徽省地矿局第一水文地质工程地质队、安徽省地矿局第二水文地质工程地质队.安徽省地貌图说明书(1/50万)[R].1990
- [2]安徽省地质环境监测总站.安徽省地下水资源评价[R].2002
- [3]国家技术监督局.地下水质量标准(GB/T 14848—93)[S].北京:中国标准出版社.1994
- [4]安徽省地质环境监测总站.安徽省天长市天岛啤酒厂天岛1

号井饮用天然矿泉水勘查评价报告[R].1996

杨林,等.金湖凹陷泰州组成藏条件研究[J].安徽地质,2006,16

[5]安徽省地矿局第一水文地质工程地质队.安徽省天长县泉水

(1):36~39.

庄饮用天然矿泉水勘察评价报告[R].1989

[7]沈照理.水文地质学[M].北京:科学出版社.1985.187~229.

[6]安徽省地矿局.安徽省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987

GROUNDWATER DEVELOPMENT AND UTILIZATION RESEARCH FOR TIANCHANG CITY

QIU Zhi-yong, LIU Xue-quan, CHEN Yan

(Anhui Geological Environment Monitoring Station, Bengbu, Anhui 233000, China)

Abstract: Close to the eastern coast and the Yangtze River Delta economically developed areas, Tianchang City is one of the most developed counties (cities of same level) in Anhui Province. Rapid industrialized development has ever-increasing requirement for water resources. This paper studied the distribution of groundwater in the city, showed the range of quality groundwater resources, argued that the trend of utilization of water resources in the future of the city as the urban area dominantly using surface water and the broad rural area still groundwater by considering the current situation of development and utilization of groundwater resources and geological environment issues likely to occur, and put forward measures for possible expansion of the use of groundwater in the future.

Keywords: groundwater resource; distribution law; development situation; utilization treand; Tianchang City

安徽省地矿局开展2008年度地质科学技术奖评奖工作

2008年度安徽省地质矿产勘查局地质科技奖评奖工作近日结束。根据局2008年度地质科学技术奖评奖的通知精神和《安徽省地质矿产勘查局地质科技奖励办法(试行)》规定,通过各单位推荐、局科技委员会组织专家认真评审,经局长办公会审定并公示后,在37个申报项目中共评出2008年度地质科技奖26项,其中地质找矿成果奖一等奖4项、二等奖2项;地质科技进步奖一等奖4项、二等奖16项。共有15个局属单位获奖。近日局发出表彰决定,希望受表彰的单位再接再厉,努力进取,为地质找矿突破和地质科技创新再立新功,为实施局发展战略和安徽经济社会发展做出新的更大的贡献。

(局科技信息处)