文章编号:1671-4814(2006)01-33-06

南昌市地下水特征及其应急水源地分析①

刘细元,马振兴,杨永革,王道英
(江西省地质调查研究院,江西南昌 330201)

摘要:该文从地下水类型、含水岩(层)组的空间分布和地下水的补给、迳流、排泄条件及动态变化规律等方面介绍了南昌地区地下水的基本特征。以城市规划为基础,根据区域水文地质条件,选择扬子洲—南新—带和广福—向塘一带作为地下水应急水源地。并阐述了各水源地水文地质条件、地下水资源量、水质及开发利用现状。

关键词:地下水类型;应急水源地;江西南昌
中图分类号:P641　　**文献标识码**:A

南昌是江西的省会城市,地处赣江和抚河的下游冲积平原,北临我国最大的淡水湖—鄱阳湖。城区河流、水渠、湖泊、池塘密布,地表水资源极为丰富,目前城市集中供水的主要水源为地表水。但是,随着国民经济的快速发展和城市人口的急剧增加,城市用水量也将骤然增加。另外,随着全球气候变暖,旱涝无常,不同季节和不同年份的降水分配有时严重不均,而地水表又与大气降水的多少密切相关,如2003年江西全省发生历史上罕见的旱灾,赣江水位达到最低点,部分河段出现断流现象,南昌多个取水口无法取水,全市用水出现空前的短缺和告急。再则地表水极易被污染,为了应对突发事件也很有必要有应急地下水水源地。南昌城坐落于冲积平原区,第四纪地层(砂砾石层)厚度巨大,且冲积层之下还隐伏"红层"含水岩系,具备了寻找地下水应急水源地的地质条件。因此,我们在开展南昌市城市环境地质问题调查评价项目时,将寻找和确立城市地下水应急水源地作为项目的重要内容之一,本文即为这项工作的初步总结。

1 研究区地下水类型及含水岩(层)组划分

1.1 地下水类型的划分

按照岩石建造类型及其孔(裂)隙性、含水性、地下水动力条件的差异[1,2],将区内地下水划分为松散岩类孔隙水,红层溶隙裂隙水和基岩裂隙水三大类型。

1.2 含水岩(层)组划分

根据含水岩(层)组的岩性特征,组合关系,贮水空间的形态及水力联系等,将区内含水

① 收稿日期:2005-10-15
基金项目:国家地质大调查项目:江西省主要城市环境地质问题调查评价(编号:1212010540303)项目资助。
第一作者简介:刘细元(1958~),男,高级工程师,从事区域地质和环境地质调查工作。

万方数据

岩(层)组划分为第四纪松散岩类孔隙含水层“红层”(古近系、白垩系)溶隙裂隙含水层、变质岩裂隙含水层组和岩浆岩裂隙含水层等四个含水层。

2 含水岩(层)组空间分布及水文地质特征

2.1 第四纪松散岩类孔隙含水层

该含水层由全新统、上更新统和中更新统冲积砂、砂砾石层组成。分布于赣江、抚河冲积平原区。全新统与上更新统两者呈内迭接触。全新统、上更新统、中更新统诸含水层的顶、底板高差相近,水力联系密切,构成统一含水层(图1)。

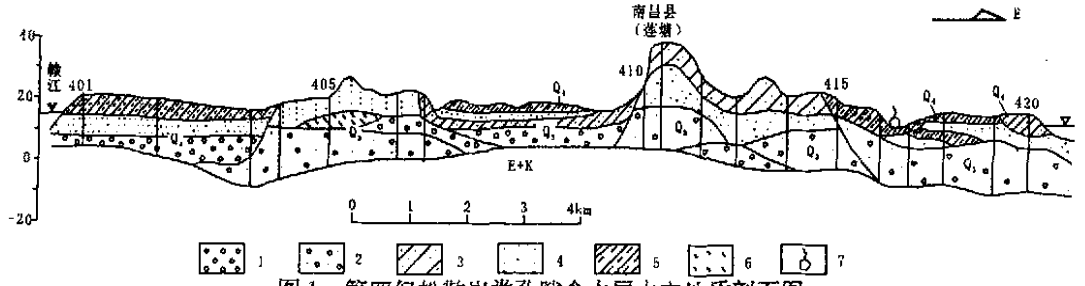

图1 第四纪松散岩类孔隙含水层水文地质剖面图

Fig. 1 The sectional drawing of pore water-bearing stratum in Quaternary loosened rock hydrology geology

1-砾石;2-砂砾石;3-砂;4-粉砂;5-粘土;6-淤泥;7-上升泉;Q_4-全新统;Q_3-上更新统;Q_2-中更新统;E-K-古近系-白垩系

一般由两个岩性段组成,上部为粘性土、粉质土,局部夹淤泥质粘性土透镜体,厚度5~10m,导水性微弱,渗透系数0.001~0.5 m左右,为相对隔水层。下部为砂砾石层,是地下水主要贮存空间。砂砾石层顶板标高一般9~18 m,底板标高-8~10 m,厚度10~28 m。含水层厚度自西向东(八一桥5 m,南昌大学17 m,太子殿一带达28 m)和自南向北(青云谱10 m,龙王庙14 m,江纺20 m,南新乡30 m)逐渐增厚。赣江沿岸及以东的广大地区单井涌水量为1016~4916 m^3/d,渗透系数一般为53~160.9 m/d,漫滩、心滩渗透系数为260~360 m/d。八一桥以下的赣江北支、中支、南支河间地块为极强富水,单井涌水量5486~9776 m^3/d,渗透系数一般为23.4~149.0 m/d。赣江以西的岗间谷地及残坡积层富水性弱,单井涌水量≤100~1000 m^3/d,渗透系数4~25.0 m/d。

2.2 红层溶隙裂隙含水层

区内红层溶隙裂隙含水层组伏于第四系孔隙含水层之下。老抚河桥—八一桥一线以东为古近纪新余组(Exn),以东为白垩纪晚世南雄组(K_2n),二者均属河湖相紫红色碎屑岩构造。“红层”含水岩组与上覆松散岩类孔隙含水层之间有良好的连通性,形成统一的承压水面,水位标高4~17.0 m。古近纪新余组的含钙泥岩CaO含量8%~18%,发育蜂窝状溶隙(孔),成为地下水良好的赋存场所及运移空间。沿莲塘-老福山-八一桥北北西向张剪性断裂带和老福山至南昌大学北东向背斜轴部一带,红层隔水顶板较薄,溶蚀孔隙发育,成为地下水富水带,富水带宽1~2.0 km。含水层厚19.59~69.00 m,顶板埋深30~50.84 m,单井涌水量一般为1183.68~3630.83 m^3/d,渗透系数一般为4.09~11.61 m/d,其富水带外围东西两侧含水层厚17.27~90.08 m,顶板埋深25.05~77.05 m,单井涌水量136.23~921.44 m^3/d,渗透系数0.22~4.09 m/d。在市区八一桥~赣江大桥一带,含水层厚15.11~28.61 m,顶板埋深33.66~38.59 m,单井涌水量44.06~68.26 m^3/d。渗透系数0.22~

万方数据

0.94 m/d。

2.3 变质岩裂隙含水层

分布于城区西北部的丘陵和岗地,岩性为混合片麻岩、千枚岩状板岩、千枚岩,岩层裂隙较发育。地下水赋存于裂隙中,单井涌水量仅43.98~144.29 m^3/d。

2.4 岩浆岩裂隙含水层

分布于城区西部的低山丘陵的梅岭地区,岩性为富斜花岗岩,构造裂隙、风化裂隙较发育,地下水以大气降水补给为主,单井涌水量≤100 m^3/d。

3 地下水的补给、迳流、排泄条件及动态变化规律

南昌市地势为西高东低,且由西向东逐渐降低。西部梅岭山区,断裂和裂隙是地下水的主要迳流通道,以大气降水补给为主,地下水埋藏较深,水位变幅大,地下水以垂向和就地排泄为主。赣江、抚河冲积平原区,第四纪松散岩类孔隙含水层补给来源有河水侧向补给,大气降水垂向补给和红层地下水越流补给三方面。

研究区第四纪松散岩类孔隙水的动态,受大气降水控制明显,地下水位变化与大气降水量的变化密切相关。相关系数0.73~0.92。地下水位的变化一般滞后于降水量的变化,滞后期一般为10~30天,地下水年变化幅度0.28~3.91 m,平均1.17 m,最高水位一般出现在5~6月份,最低水位在12月份。

除洪水季节外,研究区地下水位均高于赣江、抚河水位。因此地下水一般向赣江、抚河排泄。在漏斗区,人为开采则是地下水的主要排泄方式。由于红层含水层与第四纪松散岩类孔隙含水层存在着一定的水力联系,并且第四纪松散岩类孔隙含水层也排泄于红层含水层。南昌市2002年第四系地下水位总体上升0.22 m,水位上升面积259.85 km^2。第四系之下的红层溶隙裂隙地下水,仅通过含水层的出露地段及断裂带取得大气降水的渗入补给和孔隙含水层地下水的下渗补给,其补给范围主要分布于漏斗边缘及其外围一带。在漏斗以外,红层地下水由南向北迳流,在漏斗以内,红层地下水向漏斗中心运动。在漏斗中心及漏斗周边,红层地下水水位高于第四系地下水水位,红层地下水越流顶托排泄于第四系孔隙含水层;红层地下水总体呈上升态势,2002年与2001年同期比较,地下水位总体上升0.22 m,水位上升面积260.5 km^2,主要分布于艾溪湖-莲塘一带的广大地区。

4 地下水水化学特征

区内地下水一般为无色透明、无嗅、无味,仅在滨湖地区松散岩类孔隙地下水局部具泥、铁腥味。赣、抚冲积平原的全新统,上更新统冲积层,地下水交替条件较好,一般为 HCO_3-Ca·K+Na型水,沿江局部地段及中更新统分布区,一般为 HCO_3-Cl·Na·Ca型水。南昌降漏斗区受红层地下水的越流补给,致使矿化度和 SO_4^{-2} 离子含量增高。红谷滩地区和八一桥以下赣江支流的滨湖地区,地势低洼,地下水运动缓慢,并且处于地下水渗流交替缓慢的弱还原地球化学环境,第四系孔隙地下水中铁锰质含量普遍较高。

西部岗间沟谷冲积层和残坡积层,地下水交替条件好,地下水水质为 HCO_3-Ca型水。

第四系之下的红层溶隙裂隙水,地下水交替缓慢,岩层中富含易溶于水的钙盐,地下水 Ca^{+2}、SO_4^{-2} 含量普遍增高,形成 SO_4—K+Na·Ca型水。

区内西北部基岩分布区,基岩裸露地表,地下水主要随着循环介质中岩石可溶种类的变

万方数据

化而变化。

5 城市地下水应急水源地分析

以南昌市城市规划为基础，根据区域水文地质特征，按地下水贮存条件优越、资源量大、质量好、被污染的脆弱性低、上游和周边无污染源，以及就近取水的原则，选择赣江南支以北的扬子洲－南新一带和昌南地区的广福－向塘一带作为南昌市地下水应急水源地[3,4]。

5.1 扬子洲—南新应急地下水源地

5.1.1 水源地水文地质条件

该水源地位于赣江西支、中支、南支河间地块，面积 159.62 km^2，区内地势平坦，河流、湖泊、池塘发育，第四系全新统上更新统冲积层广泛分布，古近纪红层伏于第四纪地层之下。地下水以潜水为主，局部为微承压水。地下水水位埋深一般为 2.78～7 m，水位年变幅 1～3 m。含水层具二元相结构，上部为粉质粘土或粉土，河流心滩和沿岸边滩为粉砂，含水性差，为相对隔水层。下部为砂、砂砾卵石层，是地下水的贮水层，含水层厚度具有自南向北增厚的变化规律，一般为 14.7～28.5 m，地下水主要以大气降水垂向渗入补给和洪水期及开采状态下的河流侧向补给，次为红层溶隙裂隙水的越流补给。枯水期地下水向河流排泄。

5.1.2 地下水资源量与开发利用现状

(1)水源地水资源量估算

根据水源地水文地质条件，采用断面法和补给模数法估算求得地下水天然补给量，可开采资源按统一换算的平均单井涌水量和抽水试验确定的影响半径平均值采用平均布井法估算，详见表 1。

表 1 南昌市地下水应急水源地资源量一览表

Table 1 Resources quantity of emergency water source in Nanchang

水源地名称	水源地面积	天然补给资源量	可开采资源量	已开采资源量	开采程度
扬子洲—南新水源地	159.62 km^2	1.075	0.734	0.013	1.8%
广福—向塘水源地	250.0 km^2	1.12	0.90	小于 0.01	1.1%

(资源量单位：$10^8 \cdot m^3/a$)

为了保证地下水资源量的无限期开采，宜采用集中式统一管理方法开采，井径为 2.0 m，井距 1000 m，井深进入红层基岩 5～10 m，开采动水位取饱水含水层的 1/3。

(2)地下水水资源开发利用现状

区内地下水开采程度很低，地下水为集镇居民和农村村民的惟一饮用水，次为农用水。为机井、民井和压水井分散开采方式，机井深度均深入下部红层基岩 2.0～5.0 m，深度 20.0～32.20 m。民井和压水井深达砂层，一般深度小于 10 m。机井井径一般为 0.5 m，井结构上部粘性土采用 φ219 板管，下部砂及砂砾卵石含水层采用 φ219 缠丝滤水孔管，基岩段作为沉淀段。

5.1.3 水源地地下水水质

水源地范围内村庄、集镇较少，人口密度低，无明显污染源，自然生态环境较好。地下水水质为无色、透明、无嗅，具铁腥味。地下水水化学类型为 HCO_3—Ca、HC_3—K + Na 型水。地下水化学组分中的总 Fe 含量 2.8～105 mg/L，Mn 含量 0.15～5.0 mg/L，浓度含量超过国

万方数据

家饮用水卫生标准。其铁、锰质均为原始地下水环境条件所致。

5.2 广福—向塘应急地下水源地

5.2.1 水源地供水水文地质条件

该水源地位于昌南地区赣抚河流冲积平原,面积250.0 km^2,地势平坦,地形高差平原区一般为2~5 m,砂山地区为5~12 m。地表水系发育。区内广布第四系全新统上更新统冲积层,白垩纪红色碎屑岩系伏于第四系地层之下。第四纪地层总厚23.50~37.80 m。地下水以微承压水为主,局部为潜水。地下水水位埋深广福-岗上一带2.5~5 m,向塘地区5~10 m;水位年变化幅度0.5~2 m。含水层具二元结构,上部为粉质粘土,河流沿岸边滩为粉土,含水性差,为相对隔水层,横岗、岗上、向塘等地砂层裸露地表;下部为砂砾卵石层,构成地下水的贮水层,含水层厚度一般为16.0~27.75 m,渗透系数78.52~100.70 m/d,平均单井出水量1000 m^3/d。影响半径500 m。地下水主要以大气降水垂向渗入补给和丰水期及开采状态下的河流侧向补给,次为红层基岩裂隙水的越流补给。地下水排泄主要为人工开采和枯水期向河水排泄。

5.2.2 地下水资源量与开发利用现状

(1)水源地水资源量估算

根据南昌市区的平均补给模数(44.77万 $t/a.km^2$),估算求得地下水天然补给量;依据单孔抽水试验所获平均单井涌水量(平均单井涌水量1000 m^3/d)和平均影响半径(平均影响半径值500 m),采用平均布井法估算地下水可开采资源量,见表1。

区内开采程度仅1.1%,地下水资源量潜力很大。宜采用集中式统一管理方法,井径为1 m,井距500 m,井深进入红层基岩5~10 m,开采动水位取饱水含水层的1/3。

(2)地下水水资源开发利用现状

该水源地内地下水开采程度很低,采用机井、民井和压水井分散开采方式,机井深度均深入下部红层基岩2.0~5.0 m,深度25~40 m。民井、压水井多到砂层,深度小于10 m。机井井径一般为0.5 m,井结构上部粘性土采用φ219板管,下部砂及砂砾卵石含水层采用φ219缠丝滤水孔管,基岩段作为沉淀段。为了保护井水水质,上部板井管段选用优质粘土密实周围防止地面污水渗入井内污染地下水,下部进水过滤管段选用优质均匀细砾石充填作为地下水过滤层,保证地下水质量。

5.2.3 水源地地下水水质

该应急地下水水源地范围内村庄、集镇较少,人口密度不大,无明显的污染源,自然生态环境较好。地下水水质一般无色、透明、无嗅,无味。地下水水化学类型以 HCO_3-Ca 为主。地下水主要为低矿化度,低硬度的软淡水。各项地下水的化学成分浓度含量符合国家饮用水卫生标准。

本文是在"南昌市城市环境地质问题调查评价报告"的基础上整理提炼而成的,属集体劳动成果。项目组成员除本文作者外,有赖水保、张永忠、陶木金、吕少俊、秦岩等。

万方数据

参考文献

[1] 王大纯,张人权,等. 水文地质学基础[M]. 北京:地质出版社,1995.
[2] 蒋辉编. 环境水文地质[M]. 北京:中国环境科学出版社,1993.
[3] 严明疆,徐卫东. 地下水脆弱性评价的必要性[J]. 北京:新疆地质,2005,23(3):268-271.
[4] 王焰新,郭华湖,阎世龙,等. 浅层孔隙地下水系统环境演化及污染敏感性研究[M]. 北京:科学出版社,2004.

The ground water characteristics and its emergency water source in Nanchang

LIU Xi-yuan, MA Zhen-xing, YANG Yong-ge, WANG Dao-ying
(*Jiangxi Institute of Geological Survey, Nanchang* 330201, *China*)

Abstract

This article introduces the ground water basic characteristic of ground water type, aquifer system spatial distribution and the ground water military supplies, run off, excretion condition and dynamic change rule in Nanchang. According to the urban planning and the regional hydrogeology condition, Yangzi-Nanxin area and Guangfu-Xiangtang area are selected as the ground water emergency water source places. Hydrogeology conditions of various water sources, the ground water resources quantity, the water quality and the development utilization are also elaborated.

Key words: ground water type; emergency water source; Nanchang Jiangxi

万方数据