

DOI: 10.3969/j.issn.1004-6933.2013.01.014

海口市地下水特征及城市应急水源地优选

方荣杰¹, 付检根^{1,2}

(1. 桂林理工大学环境科学与工程学院, 广西 桂林 541004; 2. 海南省地质调查院, 海南 海口 570206)

摘要:从海口市地下水类型、分布及富水性等方面分析海口市地下水的基本特征, 并根据地下水水质、水量、开采潜力等条件, 优选长流、东营为海口市应急供水水源。

关键词:地下水特征; 应急水源地优选; 海口市

中图分类号: P641 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-6933(2013)01-0061-04

Characteristics of groundwater and optimal selection of emergency groundwater sources in Haikou City

FANG Rongjie¹, FU Jiagen^{1,2}

(1. College of Environmental Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China; 2. Geological Survey of Hainan Province, Haikou 570206, China)

Abstract: This paper introduces the basic characteristics of groundwater in Haikou City in terms of its forms, distribution, and water abundance. Based on analysis of water quality, water volume, and exploitation potentiality of groundwater, Changliu and Dongying are selected as emergency groundwater sources for Haikou City.

Key words: groundwater characteristics; optimal selection of emergency groundwater source; Haikou City

城市地下水应急供水水源是在非常情况下(如战争、水源水质发生大面积污染、连续干旱及地震等自然或人类灾害)用来保障社会稳定、提高城市供水安全的地下水水源^[1-4]。

海口市位于海南省东北部。长期以来,地表水和地下水是海口市的供水水源。1995 年以后,海口市的供水主要来自南渡江和永庄水库等地表水,其中,南渡江供水约占海口市总供水量的 60%。随着人口的急剧增加和经济的快速发展,地表水被污染程度加剧,海口市的供水日益紧张。为了应对各种突发性灾难,当务之急便是建立海口市地下水应急水源地。

1 海口市地下水特征

1.1 地下水类型、分布及其富水性

根据含水层形成年代、岩性、水力特征等,将海口市地下水划分为第四系松散岩类孔隙水、火山岩裂隙孔洞潜水、基岩裂隙水和古近系、新近系松散-

半固结岩类孔隙承压水(以下简称“孔隙承压水”)4 大类^[5]。

1.1.1 第四系松散岩类孔隙潜水

第四系松散岩类孔隙潜水主要分布在海口市沿海地区的沙堤沙地、海积阶地和南渡江两岸的河流阶地,含水层岩性为灰白色、黄色的中粗砂、中细砂和粉质黏土,水位埋深一般为 1.30~9.20 m,钻孔单位涌水量 5~600 m³/(m·d),水位和水量的变化较大。

1.1.2 火山岩裂隙孔洞水

火山岩裂隙孔洞水主要分布在长流、府城和灵山以南的广大地区,根据含水介质类型可划分为裸露型熔岩裂隙孔洞水和红土覆盖型熔岩裂隙孔洞水 2 个亚类。

裸露型熔岩裂隙孔洞水分布在石山、永兴、龙桥、龙塘和十字路一带,地下水主要赋存于熔岩孔洞及其裂隙中,含水层厚度一般为 10.5~59.0 m,水位埋深的变化较大。红土覆盖型熔岩裂隙孔洞水分布在东部灵山—云龙一带,岩性一般为微孔状玄武岩,

与红土呈互层关系,水位埋深一般为 1.45~4.50 m。

1.1.3 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要分布在海口市东部大致坡和南部长昌煤矿一带,含水层岩性主要为白垩系、志留系、古近系碎屑岩和花岗岩类。地下水的分布极不均匀,富水性大部分属中等至贫乏,局部丰富。地下水径流模数为 0.12~16.65 L/(s·km²),钻孔单位涌水量为 0.026~60.010 m³/(m·h)。

1.1.4 孔隙承压水

海口市北部地区分布有巨厚的古近系、新近系松散一半固结孔隙承压含水层,在 1000 m 深度范围内主要分布有 8 个含水层。第 1~4 层孔隙承压水为常温水,是琼北地区地下水的主要开采水源;第 5~8 承压含水层由于勘探程度较低,含水层的分布范围难以圈定,在此不予陈述。

1.1.4.1 第 1 承压含水层

该含水层主要赋存于海口组第 4 段地层中,主要分布在遵潭—云龙—演海一线以北,长流—金牛岭一线以南。含水层岩性为贝壳碎屑岩、贝壳砂岩;含水层顶板埋深一般为 30~50 m,由东南向西北埋深逐渐变大;含水层厚度一般在 10~50 m,总体上由南向北厚度渐增。府城—东营一带是地下水汇流富集地段,富水性好,钻孔单位涌水量可达 519 m³/(m·d)。在含水层边缘地带,由于含水层厚度变薄,贝壳层坚硬致密,富水性较差,钻孔单位涌水量小于 20 m³/(m·d)。该含水层受大气降水及地表水的影响较大,供水意义一般,其水化学类型主要为 HCO₃⁻-Na⁺·Mg²⁺·Ca²⁺型,其次为 HCO₃⁻-Na⁺型。

1.1.4.2 第 2 承压含水层

该含水层主要赋存于海口组第 2 段地层中,主要分布在演海—三江—红旗一线以北,在盆地边界缺失。含水层岩性主要为贝壳砂砾岩、贝壳灰岩、糖饼状贝壳碎屑岩等;含水层顶板埋深一般为 40~150 m,由东南向西北埋深逐渐增大;含水层厚度一般在 30~60 m。自南向北,由盆地边缘向琼北盆地中心,含水层厚度和孔隙度逐渐增大,富水性逐渐增强,钻孔单位涌水量从 15 m³/(m·d) 逐渐增大至 3102 m³/(m·d)。含水层的富水性由水量贫乏逐渐过渡为水量丰富,具有供水意义,其水化学类型主要为 HCO₃⁻-Na⁺·Mg²⁺·Ca²⁺型,其次为 HCO₃⁻-Na⁺型,

1.1.4.3 第 3 承压含水层

该含水层主要赋存于灯角楼组第 3 段上部,平面上除了在云龙镇附近有缺失外,在自流盆地范围内均有分布。含水层的岩性主要为灰绿色含砾细中砂;含水层顶板埋深一般为 60~250 m,总体上从东南向西北逐渐增大;含水层厚度一般在 30~50 m,呈

四周薄、中间厚的特点,在府城—龙桥西边达到 60~90 m。总体上自南向北、自西向东,由盆地边缘向琼北盆地中心,含水层的厚度和孔隙度逐渐增大,富水性逐渐增强,钻孔单位涌水量从 25 m³/(m·d) 逐渐增大至 1193 m³/(m·d)。含水层的富水性由水量贫乏逐渐过渡为水量丰富,其水化学类型主要为 HCO₃⁻-Na⁺·Mg²⁺·Ca²⁺型,其次为 HCO₃⁻-Na⁺型。

1.1.4.4 第 4 承压含水层

该含水层主要赋存于灯角楼组第 3 段下部,平面上除了在云龙镇附近有缺失外,在自流盆地范围内均有分布。含水层的岩性主要为绿、灰绿、黄绿色的中粗砂、粗砂、沙砾石以及含砾粉土质砂;含水层顶板埋深一般为 80~300 m,总体上从南向北埋深逐渐增大,在长流附近最大埋深达到 400 m;含水层厚度为 15~160 m,且由南向北逐渐增厚,在秀英和府城之间最厚达 120~160 m。自南向北,由盆地边缘向琼北盆地中心,该含水层的厚度和孔隙度增大,富水性逐渐增强,钻孔单位涌水量从 26 m³/(m·d) 逐渐增大至 1080 m³/(m·d)。含水层的富水性由水量贫乏逐渐过渡为水量丰富,其水化学类型主要为 HCO₃⁻-Na⁺·Mg²⁺·Ca²⁺型,其次为 HCO₃⁻-Na⁺型。

1.2 地下水动态特征

研究区内的潜水主要包括松散岩类孔隙潜水和火山岩类裂隙孔洞水,水位的变化与大气降水、地表水、灌溉用水等关系密切,水位变化幅度一般在 2.0~10.5 m 之间,最低水位出现在 3—6 月份,最高水位一般出现在 7—11 月份。潜水的温度、水质和水量较为稳定,变化不大,但在局部人为污染地区水质变化较大,在沿海地区由于海水污染,水中氯化钠的质量浓度逐年升高,水质咸化。

承压水水位的变化与降雨的关系不明显,沿海地区的承压水受潮汐影响较为明显。承压水的温度、水质和水量较为稳定,变化不大,仅在局部报废孔污染区水中氯化钠的质量浓度有所增加,水质咸化。

1.3 地下水资源量

据海口市地下水的天然资源和可开采资源的计算与评价结果^[5],海口市区内地下水的天然资源总计为 12.714 05×10⁸ m³/a,可开采资源总计为 2.392 94×10⁸ m³/a;第 1~4 承压含水层的天然水资源总计为 2.733 12×10⁸ m³/a,可开采水资源总计为 1.621 695×10⁸ m³/a。

2 应急水源地优选

选择应急水源地应根据区域水文地质条件及应急水源地基本条件^[6]:①水量丰富,开采量大于 5000 m³/d,按 100 L/(人·d)计算,要解决附近 5 万

居民的应急供水;②开采条件良好,取水方便,输水便捷;③水质为淡水,符合或经简单处理后符合 GB5749—2006《生活饮用水卫生标准》。

海口市地下水联系紧密,是一个水文地质单元,其承压含水层呈单斜构造,向琼州海峡倾伏,总体埋深趋势是自南向北增大,而长流、东营正处于海口盆地的北部最大限度拦截区域地段。第2层含水层的岩性为贝壳砂砾岩、贝壳灰岩、糖饼状贝壳碎屑岩,开采时不易堵塞,开采方便,并且长流、东营位于海口市郊区,周边没有明显较大污染的工厂。经对海口市水文地质条件及利用潜力进行综合分析比较,选取长流、东营为海口市最佳应急供水水源地。

2.1 长流地下水应急水源地

长流地下水应急水源地位于海口市西北部、海口市城区西侧,其植被以水稻、胡椒、槟榔等经济作物为主,周围无污染性大的工厂和企业,且其第2承压水开采程度较低。

2.1.1 地下水含水层类型

长流地下水应急水源地含水层主要为新近系上新统海口组第2段白云质贝壳砂砾岩,杂红色,生物碎屑结构,局部胶结性差,相变为亚砂土,砂砾成分

以石英和贝壳为主,平均粒径2~5 mm,大者粒径达10~30 mm,呈次圆状。孔隙发育,透水性好,富水性强,地下水厚度约16.60~80.88 m,地下水厚度和埋深具有自南向北、由东到西缓慢变厚和加深的趋势。

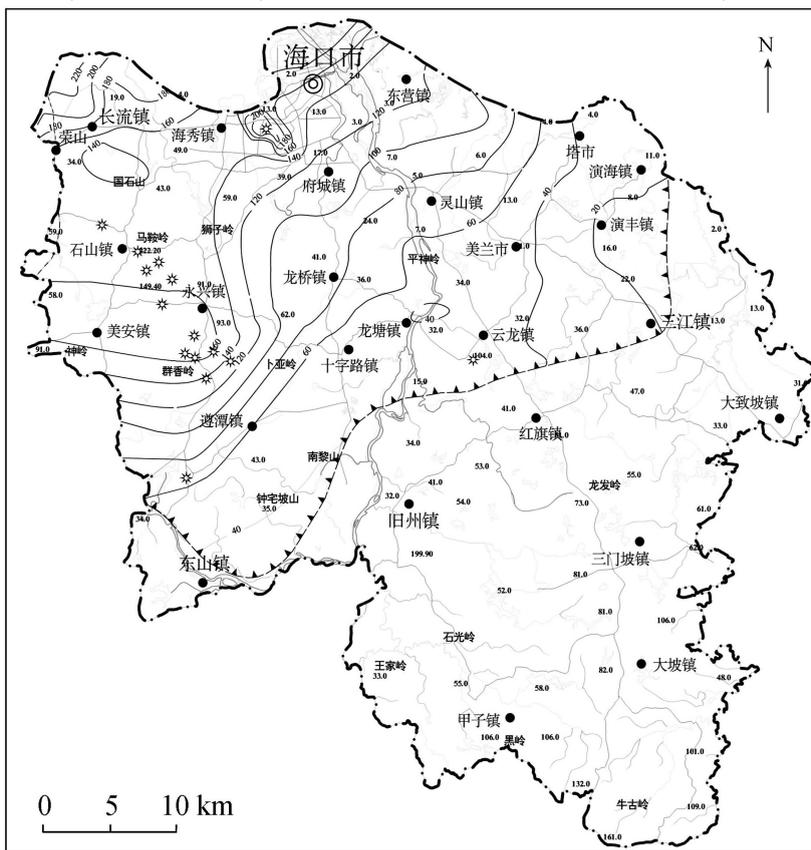
2.1.2 地下水补径排规律

大气降水在长流南部广阔火山岩分布区给予地下水水源补给。长流南部的文明村及区外石山一带全新世玄武岩熔岩坑道和炉渣状玄武岩组成的火山口,起着通道作用,有利于降雨下渗,以补给潜水及承压水。从承压含水层的水文等值线图(图1)来看,水力坡度约0.1%~0.6%的自南向北径流,向北、西北流入海中。

2.1.3 地下水水质

长流地下水应急水源地的水无色无味,水温26.5~32.0℃,总硬度49.5~63.8 mg/L, pH 值为5.78~8.77,总碱度为42~215 mg/L,矿化度为151~431 mg/L,偏硅酸质量浓度为30.3~34.5 mg/L。由地下水质量评价结果可知,该水源地的水质位于良好级别(Ⅱ)范畴,符合生活饮用水标准。

经初步测算,该水源地第2层贝壳砂砾岩承压水天然流量为79278 m³/d,可开采量约为110998 m³/d。



1—埋深等值线及数值(m);2—海口组第二段承压含水层边界线;3—海口市行政边界线;
4—山峰及标高;5—城镇中心;6—火山口及公路 7 水系

图1 海口组第二段含水层埋深等值线

其含水层主要为新近系上新统海口组第2段白云质贝壳砂砾岩,岩质坚硬,在开采过程中不易产生塌陷等不良工程地质现象。

2.2 东营地下水应急水源地

东营地下水应急水源地位于海口市东北部,海口市城区东侧,植被以水稻、甘蔗等经济作物为主,周围无污染性大的工厂和企业,且其第2承压水开采程度较低。

2.2.1 地下水含水层类型

东营地下水应急水源地的含水层主要为新近系上新统海口组第2段白云质贝壳砂砾岩、贝壳泥灰岩,生物碎屑结构,砂砾成分以石英和贝壳为主,粒径为2~6 mm。孔隙发育,透水性好,富水性强,地下水厚度为21.79~89.47 m。地下水厚度和埋深由东南向西北缓慢变厚加深。

2.2.2 地下水补径排规律

东营地下水应急水源地的地下水以大气降水补给为主,补给地点在本区南部广阔火山岩分布区。石山一带全新世玄武岩的熔岩坑道和炉渣状玄武岩组成的火山口,起着通道作用,有利于降雨下渗补给潜水及承压水。

2.2.3 地下水水质

东营地下水应急水源地的水无色无味,水温26.5~33.0℃,总硬度42.3~58.6 mg/L, pH 值为6.56~8.28,总碱度为65~186 mg/L,矿化度为163~377 mg/L,偏硅酸质量浓度为31.5~35.1 mg/L。由地下水质量评价结果得知,该水源地的地下水水质在良好级别(Ⅱ)范畴,符合生活饮用水标准。

经初步测算,该水源地第2层贝壳砂砾岩承压水天然流量为64347 m³/d,可开采量为122486 m³/d,含水层主要为新近系上新统海口组第二段白云质贝壳砂砾岩,供水能力强,短期超强开采不易诱发严重的地质灾害。

3 结论与建议

a. 根据含水层形成时代、岩性、水力特征等,将海口市地下水划分为第四系松散岩类孔隙潜水、火山岩裂隙孔洞潜水、基岩裂隙水和古近系、新近系松散-半固结岩类孔隙承压水4大类。

b. 根据海口市地下水类型及其水质、水量等情况,优选长流和东营两处为地下水应急水源地。

c. 建议启动应急水源地建设,加强供水安全保障,因地制宜,采取适宜方式进行应急水源地建设,储备应急水量,将应急水源与已有的供水系统联网。

d. 建议建立应急水源保护区,严禁在应急水源补径排区任意排放工业废水、生活污水、垃圾等,以

保护水质,确保关键时期的供水安全。

参考文献:

- [1] 李康,高涵. 曲靖市地下水特征及应急水源地优选[J]. 勘察科学技术,2008(5):50-54. (LI Kang, GAO Han. The groundwater characteristics and the optimization of emergency water source in Qujing City [J]. Site Investigation Science and Technology, 2008(5):50-54. (in Chinese))
- [2] 刘细元,马振兴,杨永革,等. 南昌市地下水特征及其应急水源地分析[J]. 资源调查与环境,2006,27(1):33-38. (LIU Xiyuan, MA Zhenxing, YANG Yongge, et al. The ground water characteristics and its emergency water source in Nanchang[J]. Resources Survey & Environment, 2006,27(1):33-38. (in Chinese))
- [3] 邱训平. 太仓市应急水源地水质影响分析[J]. 水资源保护,2011,27(2):87-90. (QIU Xunping. Impact analysis of water quality of emergency water source at Taicang City [J]. Water Resources Protection, 2011,27(2):87-90. (in Chinese))
- [4] 王凌芬,李洪文,胡伏生,等. 镇江市应急水源地规划评价[J]. 水资源保护,2011,27(1):89-94. (WANG Lingfen, LI Hongwen, HU Fusheng, et al. The planning assessment of emergency water sources in Zhenjiang City [J]. Water Resources Protection, 2011,27(1):89-94. (in Chinese))
- [5] 薛桂澄,夏长健,文健,等. 海口市城市环境地质调查报告[R]. 海口:海南省地质调查院,2007.
- [6] 斯小君,毛汉川,胡根兴,等. 杭州城市地下水特征及应急水源地选择[J]. 工程勘察,2009(2):589-593. (SI Xiaojun, MAO Hanchuan, HU Genxing, et al. Characteristics of groundwater and choices of emergent groundwater resources in Hangzhou [J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2009(2):589-593. (in Chinese))

(收稿日期:2012-01-29 编辑:彭桃英)

