

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2018.04.007

引用格式:梁靖. 雷州半岛地下水资源特征及开采潜力评价[J]. 华东地质, 2018, 39(4): 299-304.

# 雷州半岛地下水资源特征及开采潜力评价

梁 靖

(广东省地质局第四地质大队, 湛江 524049)

**摘要:** 为计算雷州半岛地下水资源量并评价其开采潜力, 在分析雷州半岛水文地质条件的基础上, 应用水文学与地下水动力学原理, 建立雷州半岛地下水补给量和地下水允许开采量的计算模型。计算获得雷州半岛地下水的总补给量为  $67.79 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ , 地下水允许开采量为  $50.19 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ , 其中可供饮用或适当处理后可供饮用的地下水可开采量为  $48.92 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ , 占地下水允许开采量的 97.47%。2015 年, 雷州半岛各类地下水的实际开采量为  $9.82 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ , 地下水资源的开采潜力为  $40.37 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ , 开采程度总体较低, 具有较大的开采潜力。

**关键词:** 地下水资源; 开采潜力; 地下水补给量; 地下水允许开采量; 雷州半岛

**中图分类号:** P64; P641.13

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2096-1871(2018)04-299-06

雷州半岛位于中国大陆最南端, 三面环海, 地表水资源贫乏, 地下水资源丰富, 地下水是雷州半岛居民生产、生活的主要供水水源。雷州半岛已开展 1:20 万区域水文地质普查和城市水文地质调查及钻探工作<sup>[1]</sup>, 但由于时间已久, 该区水文地质条件已发生较大变化, 以往研究已不能满足目前城市发展的要求, 地下水资源允许开采量及其开采潜力需要重新评价。2014—2015 年, 中国地质调查局开展了“雷州半岛 1:5 万水文地质调查”项目, 本文基于该项目, 在收集、分析以往水文地质资料的基础上, 建立雷州半岛地下水补给量及地下水允许开采量的计算模型, 计算雷州半岛地下水资源量并评价其开采潜力, 为该区合理开发利用地下水资源提供科学依据。

## 1 地质概况

### 1.1 地层与岩石

雷州半岛为雷琼凹陷的组成部分, 除奥陶系、二叠系、三叠系和侏罗系缺失外, 元古宇—第四系均有分布。地表为第四系松散层、火山岩及其风化

残积土, 自上而下依次为第四纪全新世曲界组(Qhq)、灯笼沙组(Qhdl)、新寮组(Qhxi), 更新世陆丰组(Qpl)、徐闻组(Qpxw)、湖光岩组(Qph)、北海组(Qpb)、湛江组(Qpz), 新近纪上新世下洋组(N<sub>2</sub>x), 古近纪渐新世濠洲组(Ew), 晚白垩世三丫江组(K<sub>2</sub>sy)和元古宙云开群(P<sub>1</sub>y)。岩浆岩主要有燕山期花岗岩、玄武岩和火山碎屑岩<sup>[2]</sup>。其中, 新近纪下洋组和第四纪湛江组是该区最重要的承压水含水层位。

### 1.2 水文地质

雷州半岛位于雷琼地下水自流盆地中北部, 含水层主要由砂石和砾石组成, 在 800 m 以浅的濠洲组—湛江组可见 3~25 个粗粒层(含水层), 单层厚 2~30 m, 总厚 20~310 m。区内地下水划分为松散岩类孔隙水、火山岩类孔隙裂隙水、碳酸盐岩类裂隙溶洞水和基岩裂隙水 4 类。其中松散岩类孔隙水分布最广, 又可分为潜水—微承压水(含水层埋深 < 30 m)、中层承压水(含水层埋深 30~200 m)、深层承压水(含水层埋深 200~500 m)和超深层承压水(含水层埋深 > 500 m) 4 亚类。大气降雨是地下水的主要补给来源, 越流补

\* 收稿日期: 2017-10-09 修订日期: 2018-01-18 责任编辑: 谭桂丽

基金项目: 中国地质调查局“雷州半岛 1:5 万水文地质调查(编号: 1212011406920)”项目资助。

第一作者简介: 梁靖, 1964 年生, 男, 高级工程师, 主要从事水文地质和环境地质研究。

给是中层、深层地下水的重要补给源;浅层水在重力作用下通过弱透水层、隔水层缺失的“天窗”、火山口等垂直下渗越流补给下伏承压含水层<sup>[3]</sup>;浅层水由高向低径流,一部分以浅循环为主,沿切割沟谷、岸边排泄和溢出,另一部分耗于人工开采和越流补给下伏承压水;承压水主要排泄于海或耗于人工开采<sup>[4]</sup>。

## 2 地下水资源量评价

### 2.1 地下水补给量计算模型

雷州半岛地下水以当地补给为主,主要接受大气降雨补给,兼有地表水下渗补给、灌溉回归水入渗补给和区外地下水侧向补给,地下水补给量主要由大气降雨入渗补给量( $Q_{\text{降补}}$ )、水利工程(水库、山塘、渠道和运河)渗漏补给量( $Q_{\text{水利补}}$ )、灌溉回归水入渗补给量( $Q_{\text{灌补}}$ )和区外侧向补给量 4 部分构成,地下水总补给量( $Q_{\text{总补}}$ )是上述 4 部分之和<sup>[5-7]</sup>。

$$Q_{\text{降补}} = 100 \cdot F \cdot X \cdot \alpha, \quad (1)$$

式中: $Q_{\text{降补}}$ 为降雨入渗补给量, $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $\alpha$  为大气降雨入渗系数; $F$  为计算块段面积, $\text{km}^2$ ;  $X$  为多年平均降雨量, $\text{cm}$ 。

$$Q_{\text{水利补}} = \Sigma Q \cdot \alpha_r, \quad (2)$$

式中: $Q_{\text{水利补}}$ 为水利工程渗漏补给量, $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $\alpha_r$  为水利工程渗漏系数; $\Sigma Q$  为水库总放水量,万 $\text{m}^3/\text{a}$ 。

$$Q_{\text{灌补}} = 0.15 \cdot \Phi \cdot F \cdot I, \quad (3)$$

式中: $Q_{\text{灌补}}$ 为灌溉回归水补给量, $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $\Phi$  为灌溉水入渗系数; $F$  为农田面积, $\text{km}^2$ ;  $I$  为计算区农田毛灌溉定额, $\text{m}^3/\text{亩} \cdot \text{a}$ 。

$$Q_{\text{侧}} = B \cdot M \cdot I \cdot K, \quad (4)$$

式中: $Q_{\text{侧}}$ 为侧向补给量, $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $B$  为计算断面长度, $\text{m}$ ;  $M$  为含水层厚度, $\text{m}$ ;  $I$  为水力坡度, $\%$ ;  $K$  为渗透系数, $\text{m}/\text{d}$ 。

### 2.2 地下水允许开采量计算模型

雷州半岛地下水包括松散岩类孔隙水、火山岩孔洞裂隙水、基岩裂隙水及碳酸盐岩类裂隙溶洞水 4 类,不同类型地下水允许开采量采用不同的计算模型<sup>[8-9]</sup>。

(1)松散岩类孔隙水允许开采量。主要采用开

采模数法和均匀布井法计算。在湛江市市区地下水长期集中开采区,地下水允许开采量可引用区内实际开采模数,采用开采模数法计算;在岛内水文地质条件与之相似的其他地区的松散岩类孔隙水允许开采量也参照该方法计算;地下水零星开采区松散岩类孔隙水的允许开采量采用均匀布井法计算。

开采模数法计算公式为

$$Q_{\text{允}} = \eta \cdot F \cdot M_{\text{开}}, \quad (5)$$

式中: $Q_{\text{允}}$ 为允许开采量, $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $F$  为计算块段面积, $\text{km}^2$ ;  $M_{\text{开}}$  为开采模数, $10^4 \text{ m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$ ;  $\eta$  为水量类比系数。

均匀布井法计算公式为

$$Q_{\text{允}} = 0.146 Q_{\text{m}} \cdot F / (\pi R^2), \quad (6)$$

式中: $Q_{\text{允}}$ 为允许开采量, $10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ;  $Q_{\text{m}}$  为单井平均涌水量, $\text{m}^3/\text{d}$ ;  $F$  为计算块段面积, $\text{km}^2$ ;  $R$  为井距,按影响半径取值, $\text{km}$ 。

(2)火山岩孔洞裂隙水和基岩裂隙水允许开采量。大气降雨入渗补给是该区火山岩孔洞裂隙水和基岩裂隙水的主要补给来源。根据地下水均衡原理,在缺乏降雨补给的枯季,岩石分布区天然泉流量及流入河溪的水量实际为地下水可开采量。因此,在火山岩孔洞裂隙水和基岩裂隙水分布区,采用枯季地下水径流模数法计算其允许开采量,计算公式为

$$Q_{\text{允}} = M_{\text{k}} \cdot F, \quad (7)$$

式中: $Q_{\text{允}}$ 为允许开采量, $10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ;  $M_{\text{k}}$  为枯季地下径流模数, $10^4 \text{ m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$ ;  $F$  为计算块段的面积, $\text{km}^2$ 。

(3)碳酸盐岩类裂隙溶洞水允许开采量。该区碳酸盐岩类裂隙溶洞水主要为覆盖型岩溶水,开采程度不高,试验资料较少,可根据钻孔出水量,采用均匀布井法计算其允许开采量,计算公式为

$$Q_{\text{允}} = 0.146 Q_{\text{m}} \cdot F / (\pi R^2), \quad (8)$$

式中: $Q_{\text{允}}$ 为允许开采量, $10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ;  $Q_{\text{m}}$  为单井平均涌水量, $\text{m}^3/\text{d}$ ;  $F$  为计算块段面积, $\text{km}^2$ ;  $R$  为井距,按影响半径取值, $\text{km}$ 。

### 2.3 水文地质参数

(1)补给量计算参数。降雨入渗系数( $\alpha$ )、渠道渗漏系数( $\alpha_r$ )和灌溉回归水入渗系数( $\Phi$ )均采用《雷州半岛 1:5 万水文地质调查报告》<sup>[9]</sup>中各相应块

段参数,其中  $\alpha$  为  $0.113 \sim 0.394$ ,  $\alpha_r$  为  $0.11$ ,  $\Phi$  为  $0.18 \sim 0.21$ ; 渗透系数 ( $K$ ) 采用《雷州半岛 1:20 万区域水文地质普查报告》<sup>[1]</sup> 各含水层的渗透系数,其值为  $5.650 \sim 64.229$  m/d。

(2) 允许开采量计算参数。开采模数 ( $M_{\text{开}}$ ) 采用《雷州半岛 1:5 万水文地质调查报告》<sup>[9]</sup> 中各开采层的开采模数,其值为  $(2.643 \sim 35.7335) \times 10^4$  m<sup>3</sup>/(a · km<sup>2</sup>)。枯季地下径流模数 ( $M_k$ ) 采用《雷州半岛 1:5 万水文地质调查报告》<sup>[9]</sup> 枯季测流值,其值为  $(8.627 \sim 15.320) \times 10^4$  m<sup>3</sup>/(a · km<sup>2</sup>)。

## 2.4 地下水资源总量

根据上述公式及相关参数,计算雷州半岛地下水资源补给总量为  $67.79 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a,地下水允许开采量为  $50.19 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a,地下水允许开采量占地下水补给总量的 74.04%,地下水资源补给充足,补给量大于允许开采量,计算的地下水允许开采量保证程度较高(表 1)。

表 1 雷州半岛地下水资源量及保证程度  
Table 1 Statistics of groundwater resources and supply assurance in the Leizhou Peninsula

地区	面积/ km <sup>2</sup>	补给资源量/ (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> · a <sup>-1</sup> )	允许开采量/ (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> · a <sup>-1</sup> )	允许开采量 与补给量 之比/%
廉江市	2 835.0	8.78	5.85	66.63
吴川市	848.5	2.53	1.72	68.80
遂溪县	2 005.4	14.74	11.11	75.37
湛江市	1 460.0	8.36	6.01	71.89
雷州市	3 459.0	22.49	18.41	81.86
徐闻县	1 862.6	10.89	7.09	65.11
全区	12 471.0	67.79	50.19	74.04

## 3 地下水质量评价

### 3.1 评价方法

地下水是雷州半岛居民生活饮用水的主要供水水源。为了规划饮用水资源,雷州半岛地下水质量评价主要侧重于饮水安全方面。评价方法包括水质单项组分评价、水质综合评价和地下水质量分级评价。

水质单项组分评价按照《GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准》<sup>[10]</sup> 相关规定进行评价;水质综合评价以地下水质量标准为准,采用内梅罗指数综合评分法进行评价,将地下水划分为优良(I)、良好(II)、较好(III)、较差(IV)和极差(V)5 个级别;地下水质量分级评价是在水质综合评价的基础上,结合毒理指标超标程度进行评价,划分为 A 级质量地下水、B 级质量地下水、C 级质量地下水和 D 级质量地下水,其中 A 级为可供饮用的地下水,包括 I 类水、II 类水和 III 类水;B 级为无毒理指标超标,适当处理后可供饮用的地下水,包括 IV 类水和 V 类水;C 级为毒理指标轻度超标,应急状态下可供临时饮用的地下水;D 级为毒理指标严重超标,不宜饮用的地下水。

### 3.2 评价结果

根据上述方法,评价出 A 级质量地下水(可供饮用)可采资源量为  $17.89 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a, B 级质量地下水(适当处理后可供饮用)可采资源量为  $31.03 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a, C 级质量地下水(应急状态下可供临时饮用)可采资源量为  $0.91 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a, D 级质量地下水(不宜饮用)可采资源量为  $0.36 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a(表 2)。A 级 + B 级质量地下水可采资源量为  $48.92 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a,占地下水可采资源量的 97.47%;A 级 + B 级 + C 级质量的地下水可采资源量为  $49.83 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/a,占地下水可采资源量的 99.28%。

表 2 按质量分级的地下水可采资源量  
Table 2 Allowable yields of quality-based groundwater

地下水质量分级	地下水可采资源量/(10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> · a <sup>-1</sup> )				
	松散岩类孔隙水	火山岩孔隙裂隙水	碳酸盐岩类裂隙溶洞水	基岩裂隙水	合计
A	14.85	2.13	0.45	0.46	17.89
B	26.55	3.62	0.35	0.51	31.03
C	0.77	0.09	0.03	0.02	0.91
D	0.26	0.10	—	—	0.36
合计	42.43	5.94	0.83	0.99	50.19

## 4 地下水资源开采利用现状与开采潜力评价

### 4.1 开采现状

本次调查统计显示,雷州半岛开采地下水的工程主要为钻井和民井,全岛共有各类开采井近 15 万眼,其中开采中一深层承压水的机井 3 万余眼。2015 年,各类地下水开采总量为  $98\,240 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,其中,松散岩类孔隙水开采量为  $80\,730 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,主要集中在湛江市、遂溪县和雷州市开采,其他县(市)开采相对较少;火山岩孔洞裂隙水开采量为  $9\,790 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,主要集中在徐闻县开采,湛江市、雷州市和遂溪县开采相对较少,廉江市及吴川市无

开采;基岩裂隙水开采量为  $7\,482 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,主要集中在廉江市和吴川市开采,在湛江市和遂溪县有少量开采,雷州市及徐闻县无开采;岩溶水开采量为  $238 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (表 3),主要集中在廉江市开采,其他县(市)无开采<sup>[9]</sup>。

雷州半岛地下水开采历史悠久,工农业生产的飞速发展使地下水开采量日益增长,开采范围及开采深度不断增加,一些地区因开采或疏干地下水诱发了环境地质问题,如湛江市因集中大量开采地下水,地下水水位大幅下降,形成了区域地下水位降落漏斗、地面沉降和地裂缝。因集中大量开采或疏干岩溶水引发了局部岩溶地面塌陷等<sup>[11-13]</sup>,这些环境地质问题总体以轻微为主,仅局部地区较严重。

表 3 2015 年雷州半岛各类地下水开采量统计

Table 3 Statistics of the groundwater yields in the Leizhou Peninsula in 2015

类型	各县(市)地下水开采量/( $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ )						全市合计
	湛江市	廉江市	吴川市	遂溪县	雷州市	徐闻县	
松散岩类孔隙水	30 764	3 314	5 145	17 952	17 093	6 462	80 730
火山岩孔洞裂隙水	1 136	—	—	442	1 784	6 428	9 790
基岩裂隙水	242	4 586	2 635	19	—	—	7 482
岩溶水	—	238	—	—	—	—	238
合计	32 142	8 138	7 780	18 413	18 877	12 890	98 240

### 4.2 利用现状

雷州半岛工农业及生产生活用水均以地下水为主,2015 年地下水用水量为  $98\,240 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,其中生活用水量为  $26\,809 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,全岛各地均有开采;工业用水量为  $18\,880 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,主要集中在

湛江市城区、各县(市)城区开采,乡镇企业少量开采;农业用水量为  $34\,794 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ,主要集中在乡村开采,多用于水稻、甘蔗、香蕉和蔬菜的灌溉;渔业用水量为  $17\,757 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ (表 4),主要集中在近海地带开采,用于养殖鱼虾。

表 4 2015 年雷州半岛地下水利用情况统计

Table 4 Statistics of groundwater utilization in the Leizhou Peninsula in 2015

用途	各县(市)地下水开采量/( $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ )						合计
	湛江市	廉江市	吴川市	遂溪县	雷州市	徐闻县	
生活用水	4 222	5 830	2 630	4 465	6 509	3 153	26 809
工业用水	14 317	146	2 160	850	834	573	18 880
农业用水	8 046	1 007	830	8 925	9 323	6 663	34 794
渔业用水	5 557	1 155	2 160	4 173	2 211	2 501	17 757
合计	32 142	8 138	7 780	18 413	18 877	12 890	98 240

### 4.3 开采潜力评价

根据地下水开采潜力评价公式及地下水开采程度分级公式<sup>[14-15]</sup>,对雷州半岛地下水进行开采潜

力评价。地下水开采潜力评价公式为

$$Q_{\text{潜}} = Q_{\text{可}} - Q_{\text{开}}, \quad (9)$$

式中: $Q_{\text{潜}}$  为地下水的开采潜力,  $\text{m}^3/\text{a}$ ;  $Q_{\text{可}}$  为地下

水的可采资源量,  $m^3/a$ ;  $Q_{开}$  为地下水的实际开采量,  $m^3/a$ 。

地下水开采程度分级公式为

$$\beta = Q_{开} / Q_{可}, \quad (10)$$

式中:  $Q_{可}$  为地下水可采资源量,  $m^3/a$ ;  $Q_{开}$  为地下水实际开采量,  $m^3/a$ 。

根据地下水资源计算结果,雷州半岛地下水允许开采(可开采)总量为  $50.19 \times 10^8 m^3/a$ , 2015年各类地下水实际开采量为  $9.82 \times 10^8 m^3/a$ 。应用公式(9)和公式(10),计算评价雷州半岛地下水资源的开采潜力  $Q_{潜}$  为  $40.37 \times 10^8 m^3/a$ ;计算评价其地下水开采程度  $\beta$  为 0.196,地下水开采程度  $\beta < 0.4$ ,说明雷州半岛地下水开采程度低,开采潜力较大。但是,由于雷州半岛不同地区的地质条件不同,地下水开采差别较大。雷北地区主要以开采浅层潜水和中—深层承压地下水为主,现状开采程度为中等—低,开采潜力为中等—大;雷南地区主要以开采中层承压水为主,其次为玄武岩孔洞裂隙水和深层承压水,现状开采程度低,局部开采程度中等,开采潜力总体较大。

#### 4.4 开发利用建议

因开采地下水,雷州半岛出现了不同的环境地质问题<sup>[16]</sup>。为了有效保护雷州半岛地下水资源,保护地质环境,需采取合理的开采方案及有效的监测措施。

(1)根据雷州半岛水文地质条件、地下水开采利用现状及其开采潜力,需因地制宜、合理开采地下水。其中,农田供水(分散的中小水量供水)可采用单井开采地下水;城市供水(集中的较大水量供水)可采用井群、井组分层或分段开采地下水;在地下水开采程度高、开采潜力相对小的地区,宜采用地下水与地表水联合供水,并发挥优势,丰水年和丰水期多用地表水,枯水年和枯水期以开采地下水为主,使有限的水资源发挥最大效益。

(2)雷州半岛地处南海之滨,海水对地下水具有威胁性,因此,需采取有效的防范措施,防止海水入侵。近海地区一般不宜开采潜水—微承压水,使浅层地下水长期处于正压状态,对中—深层承压水起到保护屏障作用;中—深层承压水开采量需控制在允许开采量范围内,开采量不得大于补给量;成井时应充分做好咸水地段的止水隔离,防止人为混入咸水。

(3)地下水动态监测是掌握地下水水位和水质变化的主要方法,建议进一步健全雷州半岛地下水动态自动化监测网络系统,加强地下水水位水质实时监测,科学管理,有效控制地下水超采。

## 5 结 论

(1)通过建立雷州半岛地下水补给量及地下水允许开采量的计算模型,获得雷州半岛地下水的总补给量为  $67.79 \times 10^8 m^3/a$ ,地下水的允许开采量为  $50.19 \times 10^8 m^3/a$ ,允许开采量占地下水补给总量的 74.04%,雷州半岛地下水资源补给充足,地下水可开采量较大。

(2)雷州半岛地下水质量总体较好,可供饮用或适当处理后可供饮用的地下水可采资源量为  $48.92 \times 10^8 m^3/a$ ,占地下水可采资源量的 97.47%,是岛内居民生产生活的主要供水水源。

(3)2015年,雷州半岛各类地下水实际开采量为  $9.82 \times 10^8 m^3/a$ ,地下水开采潜力为  $40.37 \times 10^8 m^3/a$ 。总体上,雷州半岛地下水开采程度低,具有较大的开采潜力。

## 参考文献

- [1] 张国梅,劳浣冰,陈丽芬,等.雷州半岛 1:20 万区域水文地质普查报告[R].湛江:广东省地质局水文工程地质一大队,1981:115-168.
- [2] 南颐,周国强.广东省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,2008:242-255.
- [3] 周鹏鹏,李国敏,卢耀东,等.大陆岛地下水动力学特征——以湛江东海岛为例[J].水文地质工程地质,2013,40(1):12-18.
- [4] 粤西沿海地区水资源研究组.粤西沿海地区水资源开发利用与经济发展[M].北京:海洋出版社,1998:13-21.
- [5] 黑龙江省水文总站.区域水资源分析计算方法[M].北京:水利电力出版社,1987:154-162.
- [6] 曹万金.地下水资源计算与评价[M].北京:水利电力出版社,1987:164-174.
- [7] 高玉生,宋子玺,韩再生,等. SL 454—2010 地下水资源勘察规范[S].北京:中国水利电力出版社,2010:74-75.
- [8] 彭文,陈思佳,周世玲.福清平原地下水可采资源量及应急开采量评价[J].华东地质,2017,38(4):314-320.
- [9] 梁靖,揭江,罗树文,等.雷州半岛 1:5 万水文地质调查报告[R].广州:广东省水文地质大队,2017:163-226.

- [10] 金银龙,鄂学礼,陈昌杰,等. GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准[S]. 北京:中国标准出版社,2007:2-3.
- [11] 薛禹群,张云,长江三角洲南部地面沉降与地裂缝[J]. 华东地质,2016,37(1):1-9.
- [12] 黎伟,陈远法,沈慧珍,等.浙江温黄平原地下水控采后地面沉降效应分析[J]. 资源调查与环境,2015,36(4):306-310.
- [13] 张宗祜,李烈荣.中国地下水资源[M].北京:中国地图出版社,2004:174-176
- [14] 文冬光,王贵玲,吴爱民,等. DZ/T 0282—2015 水文地质调查规范(1:50 000)[S]. 北京:地质出版社,2015:19-20.
- [15] 侯光才,梁永平,尹立河,等. 鄂尔多斯盆地地下水系统及水资源潜力[J].水文地质工程地质,2009,36(1):18-23.
- [16] 王丽亚,刘久荣,周涛,等. 北京平原地下水可持续开采方案分析[J].水文地质工程地质,2010,37(1):9-17.

## Characteristics and potential assessment of groundwater resources in the Leizhou Peninsula

LIANG Jing

(N0.4 Geological Party, Guangdong Geology Investigation Bureau, Zhanjiang 524049, China)

**Abstract:** Based on the theories of hydrology and groundwater dynamics, a numerical model of groundwater recharge and allowable yield was put forward to calculate groundwater resources and evaluate its potential in the Leizhou Peninsula. The results calculated indicate that the total recharge amount of groundwater was  $67.79 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$  and the allowable yield of groundwater was  $50.19 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$  in the Leizhou Peninsula. The groundwater resources of drinking or drinking after appropriate treatment were  $48.92 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ , which accounted for 97.47% of the total allowable yield of groundwater. In fact, the groundwater yield in the Leizhou Peninsula was  $9.82 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$  in 2015. However, the potential of groundwater resources was  $40.37 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ . The exploitation level of groundwater resources in this area is relatively low, and therefore, the Leizhou Peninsula will have great potential for exploration of groundwater.

**Key words:** groundwater resources; exploitation potential; groundwater recharge; allowable yield of groundwater; Leizhou Peninsula