

北海市区地下水资源现状与供需展望

佟智成,陈 瑾

(广西水文水资源钦州分局,广西 钦州 535000)

摘要 简述北海市区地下水资源储量、水质现状和开发利用状况,并对北海市区地下水的供需现状及未来的需求趋势进行分析,为北海市水行政部门实施水资源可持续发展战略提供参考依据。

关键词 地下水资源 水资源供需分析 北海市

中图分类号 :TV213.9 **文献标识码** :A **文章编号** :1006-7647(2003) 07-0088-02

北海市位于广西壮族自治区南部,北部湾东北岸.西北距南宁市 206 km,东距湛江市 198 km,东南距海口市 272 km.市区南北西三面环海,包括海城区、银海区、铁山港区 3 个区,总面积 957 km²,人口为 49.70 万人.2002 年全市实现国内生产总值 138 亿元.

北海市城区供水水源以地下水为水源,市区工业和城市生活用水、市郊农村人畜用水和蔬菜喷灌用水均采自地下水.因此,如何开发、保护好地下水水源地,使之达到供需平衡,成为可持续利用的资源,已成为北海市众所关心的问题之一.

1 市区水文地质概况

北海市区位于南康盆地西隅.南康盆地面积为 1 067.07 km²,第三、第四系松散层厚度一般为 50~100 m,岩性以砾砂、粗砂、沙砾及亚砂土、亚粘土为主.地下水主要接受降雨和渠道水的补给,地下水类型有孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水及基岩裂隙水等,其中以孔隙水为主,孔隙水又分为孔隙潜水和孔隙承压水.

孔隙潜水含水层:分布面积占南康盆地面积 90% 以上,厚 2.3~11 m.大部分地区水量中等,民井涌水量 152~543 m³/d,在盆地边缘,沿海岸带和山口至沙田地区水量贫乏,民井涌水量一般为 33~87 m³/d.

孔隙承压水含水层:分布在孔隙潜水含水层以下,总厚度大于 200 m,因层组间粘土层的分隔,构成 3 个承压含水层.第Ⅰ承压含水层厚 8.5~42.89 m,埋深 10~135 m;第Ⅱ承压含水层厚 20~93.9 m,埋深 38~63 m;第Ⅲ承压含水层厚 0~150.6 m,埋深 80~130 m.Ⅰ,Ⅱ承压水层混采管井涌水量一般为 1 127~5 520 m³/d,最大达 8 404 m³/d.

地下水化学类型:孔隙潜水和孔隙承压水质以

HCO₃·Cl—Ca·Na 型和 Cl—Na 型为主,呈弱酸性至中性,pH 值一般为 5.5~7,矿化度小于 0.05 g/L.裂隙水以 HCO₃—Ca 为主,中性微硬,矿化度为 0.15~0.30 g/L.沿岸带因受海水影响,变为 Cl—Na 型硬水或极硬水.

2 市区地下水资源量

北海市地处丘陵沿海地区,河床切割较深,河道坡降大,地下水基本以河道排泄为主,形成河川基流量即地下水资源量.

基流法通常通过计算河川基流量来推求地下水资源量,其基本方法是,首先选用水文部门实测并经过资料整编分析、审查后的流量资料,点绘成逐日流量过程线,然后在此曲线图上,根据流量变化特征、降水特征以及水文地质特点,用直线斜割法将河川径流分解为地表与地下径流两部分,并根据分割图形用梯形法计算河流各单站逐年、多年平均河川基流量即地下水资源量.

广西壮族自治区水利厅使用上述方法,利用计算机软件 GGWR,对北海市规划范围内地下水资源量进行计算.根据式(1)得出其计算成果(表 1).

$$Q_{\text{储}} = MF \tag{1}$$

式中: $Q_{\text{储}}$ 为地下水资源量,亿 m³; M 为地下水模数,万 m³/km²; F 为面积,km².

表 1 北海市地下水资源量计算成果

分区名称	F/km^2	$M/(\text{万 m}^3 \cdot \text{km}^{-2})$	$Q_{\text{储}}/\text{亿 m}^3$
市区	957	18.28	1.7494

3 地下水水质状况

地下水水质评价采用单因子评价法.单因子评

作者简介 佟智成(1969—),男,广西防城港人,工程师,从事水资源管理及水环境评价等工作.

价方法如下：

$$I_i = \frac{C_i}{C_0} \tag{2}$$

式中： I_i 为单要素指数，无量纲； C_i 为 i 组分的实测浓度，mg/L； C_0 为生活饮用水标准值，mg/L。

如标准值为一区间值时，则

$$I_i = |C_i - \bar{C}_0| / (C_{0max} - \bar{C}_0)$$

或
$$I = |C_i - \bar{C}_0| / (\bar{C}_0 - C_{0min})$$

式中： I_i 为单要素指数，无量纲； C_i 为 i 组分的实测浓度，mg/L； $\bar{C}_0$ 为生活饮用水标准值区间均值，mg/L； C_{0max} 为生活饮用水标准值区间最大值，mg/L； C_{0min} 为生活饮用水标准值区间最小值，mg/L。当 $I \leq 1$ 时，为可饮用水；当 $I > 1$ 时，为不可饮用水。

根据地下水水质调查结果资料，参照上述方法进行评价(表 2)。评价结果表明，北海市区地下水水源地水质除 pH 值外其余项目均达到 GB 5749-85《生活饮用水卫生标准》，符合饮用水水质的要求。虽然水质 pH 值偏低，但可处理且工艺简单，不影响作为生活饮用。另据‘《北海市地下水动态监测工作年报》(1998 年)’资料介绍，目前北海市区地下水不存在Ⅰ级(优良级)水质，广大地区水质一般为Ⅱ~Ⅲ类水，虽然仍符合生活饮用水标准，但 NH₃-N、NO₂-N、NO₃-N 等‘三氮’污染物指标在许多生产井都有检出，部份井水水质‘三氮’含量有上升趋势。

表 2 北海市水源地地下水水质现状评价

水源地名称	水化学类型	水质类别	水源地名称	水化学类型	水质类别
海城区(丰)	软水	Ⅱ	龙潭村(丰)	软水	Ⅱ
海城区(枯)	软水	Ⅱ	龙潭村(枯)	软水	Ⅱ
禾塘村(丰)	软水	Ⅱ	高阳村(丰)	软水	Ⅱ
禾塘村(枯)	软水	Ⅱ	高阳村(枯)	软水	Ⅱ
后塘村(丰)	软水	Ⅱ			
后塘村(枯)	软水	Ⅱ			

4 地下水资源的开发利用状况

根据广西北海地质勘察公司以地下水资源评价为主体的基础地质、水文地质、工程地质、环境地质等综合调查的成果，把北海市区及近郊地下水水源地划分为 5 个区，即海城区、后塘村、龙潭村、禾塘村、高阳村等地下水水源地。

a. 海城区水源地。据调查，现有生产井 51 眼，开采层位主要是Ⅰ，Ⅱ承压含水层混合开采，管井深度为 20 ~ 100 m。1997 年，1998 年的开采量分别为 3.2190 万 m³/d，3.2105 万 m³/d。

b. 禾塘村水源地。禾塘村水源地允许开采量为 5.83 万 m³/d，有开采井 60 眼，1998 年实际开采量为

4.2689 万 m³/d，比 1997 年开采量减少 1.4082 万 m³/d，开采井有水厂专用井、单位自备水井、农灌井等。

c. 龙潭村水源地。龙潭村水源地的主要开采井集中在南部的龙潭水厂 5 组机井，北部为各单位分散零星开采，1998 年开采量为 3.7190 万 m³/d，占允许开采量的 33%。

d. 后塘村水源地。1998 年后塘村水源地有机井 32 眼，开采量为 1.0129 万 m³/d。

e. 高阳村水源地。1998 年高阳村水源地只有各单位自备井零星分散少量开采，有机井 44 眼，1998 年开采量为 0.5229 万 m³/d。

北海市(1998 年)水地下水水源地现状调查情况见表 3。

表 3 北海市城区地下水水源地水资源量及开采现状

水源地名称	面积 /km ²	允许开采量 /(万 m ³ ·d ⁻¹)	现状开采量 /(万 m ³ ·d ⁻¹)	开采程度 /%	机井数 /个	机井密度 /(个·km ⁻²)
海城区	16.2	0.90	3.2105	357	51	3.15
禾塘村	41.0	5.83	4.9268	85	60	1.46
后塘村	20.6	2.40	1.0129	42	32	1.55
龙潭村	87.9	11.34	3.7190	33	34	0.39
高阳村	97.9	7.00	0.5229	7	44	0.45
总 计	263.6	27.47	13.3921	49	221	

5 供需分析与预测

5.1 供水分析

1998 年北海市自来水厂年取水量为 3910 万 m³，供水人口为 33 万人，工业供水占 58.2%。加上各单位自备井取水，1998 年北海市城区地下水开采量为 4888 万 m³。随着规划中的北郊水厂(牛尾岭水库)一期工程续建，供水能力达 15 万 m³/d，计划 60% 供生活用水，40% 供工业用水。按采用合浦水库群向北海市供水的方案，远期由清水江水库通过输水管道与牛尾岭水库连接，联合向北海市区供水，年输水量约为 0.6 亿 m³，使北郊水厂供水能力(二期)达到 30 万 m³/d。加上市区地下水允许开采量为 13676 万 m³(含铁山港区 10 万 m³/d)，得出北海市区近期供水量为 13676 万 m³/a，中期为 19151 万 m³/a，远期为 24626 万 m³/a。

5.2 需水预测分析

a. 工业需水量。工业需水量采用工业产值与万元产值用水量的相关关系推求，1998 年北海市区工业总产值为 48.95 亿元(当年价)，市区工业用水量为 2593 万 m³，万元产值用水量为 53 m³/万元。预测到 2005 年，2010 年，2020 年，北海市区工业总产值分别为 85 亿，124 亿，242 亿元，万元工业产值用水量(下转第 98 页)

元,从 25 km 以外的国家二级水准点引接到市区对市区地面沉降情况进行测量,及时将观测的数据提供给有关部门,供其决策参考,并对控制地面沉降提出了相应的措施.根据测量结果,近年来,由于大丰市强化了地下水资源管理,地面沉降速度趋于缓慢.

4 优质服务促进管理

大丰市对地下水资源不但利用法律、行政、经济等手段进行管理,更重要的是以优良的服务来促进管理.1998 年,大丰市江苏森威集团飞达股份有限公司每月用水量突然增加 2 万多 t,大丰市水利部门及时派出了工程技术人员进行检查,发现该企业用水的水质要求不高,建议采用地表水,该企业采纳了这一建议,降低生产成本 60 万元/a 左右.

纺织行业一直靠使用地下水进行冷却和喷淋,用水量较大.大丰市是产棉区,纺织企业较多,要降低地下水的开采,首先要控制纺织行业的用水.大丰

市水利部门通过调查纺织行业的用水特点,并根据外地企业的成功经验,建议市区一家较大的纺织企业——江苏鸿祥泰和有限公司将使用地下水改为使用地表水.该企业通过对相关行业的考察论证,决定新上一套地表水处理设备.目前该套设备已投入使用,各方面运行良好,供水成本大幅度下降,可减少开采地下水 20 万 t/a,为纺织行业用水探索了一条新路子.

为加强乡镇供水管理,大丰市水资源办公室每年从所收取的水资源费中拿出 10 多万元用于乡镇供水管网改造和节水技术改造的补助,努力降低管网漏损率.在用水管理方面,要求供水企业按计量收费,取消包费制,多用多交费,少用少交费.为减少管道的跑冒滴漏问题,大丰市水资源办公室专门购置了一台测漏仪,到目前为止,共计节约地下水资源 50 多万 t,为企业节约了 90 多万元.

(收稿日期 2002-08-28 编辑 胡新宇)

(上接第 89 页)

表 4 北海市市区工业及生活需水量预测

规划 水平年	工业用水			生活用水									总 计	
	工业 产值 /亿元	日用水 定额 /(m³·万元⁻¹)	年用 水量 /万 m³	城镇生活用水			农村生活用水							
				城镇 人口 /万人	人均用 水定额/ (m³·d⁻¹)	年用 水量 /万 m³	农村 人口 /万人	人均用 水定额 /(m³·d⁻¹)	年用 水量 /万 m³	牲畜 /万头	日用水 定额 /(m³·头⁻¹)	年用 水量 /万 m³		小 计
2005	85	50	4250	25	0.3	2737	30	0.15	1643	25	0.04	365	4745	8995
2010	124	45	5580	30	0.4	4380	30	0.20	2190	35	0.04	511	7081	12661
2020	242	40	9680	40	0.5	7300	40	0.25	3650	50	0.04	730	11680	21360

分别按 50,45,40 m³ 计,则工业用水量分别为 4250 万,5580 万,9680 万 m³.

b. 生活需水量.生活用水量包括城镇生活用水量和农村生活用水量.随着社会发展,生活水平不断提高,城镇及农村生活用水也不断增加.1998 年北海市区生活用水量为 3699 万 m³,其中 城镇生活用水量 1844 万 m³,城镇公共设施用水量为 200 万 m³,农村居民生活用水量 1380 万 m³,农村牲畜用水量为 275 万 m³.预测到 2005 年,2010 年,2020 年,北海市区生活用水量分别为 4745 万,7081 万,11680 万 m³.北海市区工业、生活需水量预测具体情况见表 4.

5.3 供需平衡分析

北海市区可供水量(不含农灌用水)近期、中期、远期分别为 13676 万,19151 万,24626 万 m³,而城市需水量分别为 8995 万,12661 万,21360 万 m³.从上面数据对比可知,北海市区近期、中期、远期供需水基本平衡,但前提是必须适时起用“北郊水厂”,实施地表水、地下水联合调度,优化配置,同时要坚持开源节流并重,节水优先,治污为本的原则,实现水资

源可持续利用.北海市区各水平年供需水平衡计算结果见表 5.

表 5 北海市区各水平年供需水平衡计算成果

水平年	可供水量/万 m ³	需水量/万 m ³	平衡与否
2005	13676	8995	平衡
2010	19151	12661	平衡
2020	24626	21360	平衡

注:供需水平衡计算中未包含农灌用水.

6 结 语

近年来,随着北海市经济迅速发展,人口增多,用水量也随之增大,由于缺乏有计划、有节制地开采利用,不少地方出现了超采现象,引起了地面沉降、海水入侵等环境地质问题.因此,北海市只有实行科学管水,优化水资源的配置和调度,坚持开源节流并重,厉行节约用水,提高工业用水重复利用率和农业灌溉水资源利用率,开发污水循环利用技术,走节水型发展道路,才能满足城市用水需求和保障经济社会可持续发展.

(收稿日期 2003-09-03 编辑 高渭文)