

# 钦州港临海工业园区供水安全评价及保障对策研究\*

## Water Safety Assessment and Protection Countermeasures for Costal Industrial Park in Qinzhou Port of Guangxi

叶汝坤<sup>1</sup>,程和琴<sup>2</sup>,江红<sup>2</sup>,杨忠勇<sup>2</sup>

YE Ru-kun<sup>1</sup>, CHENG He-qin<sup>2</sup>, JIANG Hong<sup>2</sup>, YANG Zhong-yong<sup>2</sup>

(1. 钦州学院资源与环境学院, 广西钦州 535000; 2. 华东师范大学河口海岸学国家重点实验室, 上海 200062)

(1. Resources and Environmental Sciences College, Qinzhou University, Qinzhou, Guangxi, 535000, China; 2. State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai, 200062, China)

**摘要:**在预测钦州港临海工业区 2020 年和 2030 年需水量和供水量的基础上,建立钦州港临海工业区供水安全评价指标体系,采用模糊综合评价法分别对 2010 年、2020 年和 2030 年钦州港临海工业区的供水安全进行评价,研究钦州港临海工业区供水安全保障对策。

**关键词:**供水安全 评价 指标体系 模糊综合评价法 对策

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2012)03-0224-04

**Abstract:** Based on the calculation of water supply and demand in 2020 and 2030, a water supply safety evaluation index system of 2010, 2020 and 2030 is established. By the fuzzy comprehensive evaluation method water supply safety is evaluated and some countermeasures are given.

**Key words:** safety water supply, assessment, index system, fuzzy comprehensive evaluation, countermeasure

钦州港临海工业园区位于广西钦州市南部沿海,属国家级钦州港经济技术开发区的核心产业园区,总面积 152km<sup>2</sup>,包括金谷工业园和金光工业园。园区气候温和,雨量充沛,多年平均降水量 1996.6mm;园区供水主要来源于钦江、大风江等,多年平均径流量 6.353 亿米<sup>3</sup>,水资源总量 2.96 亿米<sup>3</sup>。园区现有或在建水库 5 座,金窝水库是园区的主要供水源地,其有效库容 5373×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,企山水库和对坎龙水库作为应急供水源地,总有效库容量不及 800×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。2010 年末,园区总人口 5.5 万人,

生活需水量 959×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>;地区生产总值 102.6 亿元,其中规模以上工业总产值 288.24 亿元,工业耗水量约 16841×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。目前,钦州港水厂、大榄坪水厂日生活供水量仅 10.5×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>;已建成的钦江-大风江-金窝水库联合调水系统日供水量 55×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。近年来,园区已逐步建成石化、能源、粮油加工、造纸、冶金和现代物流等临港产业集群。随着广西北部湾经济区发展规划的深入实施,未来钦州港临海工业园区将继续扩大能源、石化、林浆纸、食品、磷锰化工等耗水工业规模。根据现有工业用水标准及未来工业需水量预测,未来 20 年,园区年均用水将递增 20%~25%。这无疑加剧未来工业用水与水资源有效供给之间的矛盾,导致供需水结构性失衡。钦州港临海工业区潜在的用水量需求将不能及时满足,按照悉尼大学 David Hensher 教授等<sup>[1]</sup>对供水安全概念的描述,钦州港临海工业园区

收稿日期:2012-02-28

修回日期:2012-04-23

作者简介:叶汝坤(1969-),男,硕士,副教授,主要从事水资源开发利用与保护研究。

\*广西教育厅 2009 年面上项目:基于广西临海工业可持续发展的水资源安全保障体系研究(200911MS245)资助。

的供水安全就得不到保障。为了科学把握钦州港临海工业园区供水安全态势,本文在预测钦州港临海工业园区 2020 年和 2030 年需水量和供水量的基础上,建立钦州港临海工业园区供水安全评价指标体系,采用模糊综合评价法<sup>[2]</sup>分别对 2010 年、2020 年和 2030 年钦州港临海工业园区的供水安全进行评价,研究钦州港临海工业园区供水安全保障对策。

## 1 钦州港临海工业园区的需水量和供水量预测

### 1.1 需水量预测

基于园区 2010 年经济社会发展现状及趋势的分析,调查园区各业用水现状,确定各业正常需水定额,然后根据预测期经济社会发展规划结果,选取生产、生活、生态和公共环境等需水指标,用定额法对园区中远期各业需水量进行预测<sup>[3]</sup>。分别计算 2020 年和 2030 年各业需水量如表 1 和表 2。以工业万元增加值需水量预测为例,参照区内外同类工业平均用水定额及产业增长参数,利用公式(1)预测 2020 年园区万元工业增加值平均需水量为 117m<sup>3</sup>。同理,用定额法预测 2020 年园区工业总用水量为 35643×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>(表 1)。

$$M_n = M_0(1 - \alpha)^n(1 - \eta_n)/(1 - \eta_0) \quad (1)$$

式中: $M_0$ 、 $M_n$  分别为预测期始年和末年的万元工业增加值用水量(m<sup>3</sup>/万元); $\eta_1$ 、 $\eta_n$  分别为预测期始年、末年工业用水重复利用率(%); $\alpha$  为产业技术进步系数(一般取值为 0.02~0.05); $n$  为预测期(a)。

### 1.2 供水量预测

根据 2006 年至 2010 年园区各水厂、水库年均供水量及废水循环利用率,以多年平均有效径流量、水库总有效库容量、园区日均有效调水量、地下水供水量、工业废水循环利用量为预测基准指标(表 2),运用数理统计及回归分析法进行指标值量化,建立供水灰色 GM(1,1)预测模型<sup>[4]</sup>。结合广西钦州市水资源综合规划报告,推算 2010 年至 2030 年园区可供水量年均递增 15%左右,预测 2020 年、2030 年园区供水总量分别为 31938×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>、43800×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>

(表 1 和图 1)。

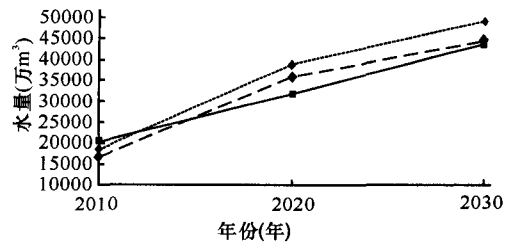


图 1 2010~2030 年园区供水量和需水量变化趋势  
—◆—:总需水量,--■--:工业需水量,■:总供水量。

## 2 钦州港临海工业园区供水安全评价

### 2.1 评价指标体系构建和指标赋值

根据园区水资源供需现状及经济、社会发展前景,遵循供水安全评价系统性、重要性、实用性和可操作性原则,考虑不同时期、不同评价因子影响程度的差异性,建立钦州港临海工业园区供水安全综合评价指标体系如表 2 所示。

该指标体系由 3 个层次构成,分别为目标层 A、准则层 B 和指标层 C;目标层为园区供水安全目标;准则层包括供水量 B<sub>1</sub>和需水量 B<sub>2</sub>子目标(其中需水量再分 3 个次子目标);指标层含多年平均有效径流量、总有效库容量、日均有效调水量等,共 13 个指标。通过园区中远期供水量及各业需水量预测,结合“广西钦州市水资源综合规划报告”、“广西北部湾经济区水资源综合开发利用规划”等进行指标赋值。

### 2.2 权重确定和隶属度函数计算

通过问卷调查、专家访谈、实地调研的方式,把握各评价指标在供水安全中的重要性,用层次分析法确定准则层和指标层权重值如表 3 所。

用比值法确定评价指标隶属度函数。以总有效库容量隶属度函数计算为例,得出 2010 年、2020 年和 2030 年的隶属度函数分别为

$$\mu_1 = E_1/E_1 = 5373/5373 = 1 \quad (2)$$

$$\mu_2 = E_2/E_1 = 6751/5373 = 1.26 \quad (3)$$

$$\mu_3 = E_3/E_1 = 9520/5373 = 1.41 \quad (4)$$

式中  $\mu$  表示隶属度函数值,  $E$  表示指标测算值,其他隶属度函数值同理可得(见表 3)。

表 1 钦州港临海工业园区各业需水预测结果

水平年	需水量(×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )							供水总量
	农村生活	城镇生活	林牧渔畜	工业	生态	公共	需水总量	
2010	119	959	92	16841	116	174	18301	20075
2020	15	1899	26	35643	585	883	39051	31938
2030	18	2761	31	44167	879	1250	49106	43800

表2 钦州港临海工业园区供水安全综合评价指标体系及指标测算值

目标层 A	准则层 B	指标层 C	2010	2020	2030	
供水安全 A	供水量 B <sub>1</sub>	多年平均有效径流量 C <sub>1</sub> (×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	63530	63530	63530	
		总有效库容量 C <sub>2</sub> (×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	5373	6751	9520	
		日均有效调水量 C <sub>3</sub> (×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d)	55	88	120	
		地下水供水量 C <sub>4</sub> (×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	843	759	675	
		工业废水循环利用率 C <sub>5</sub> (%)	65	85	90	
	需水量 B <sub>2</sub>	生产需水 B <sub>2-1</sub>	化学工业增加值耗水量 C <sub>6</sub> (m <sup>3</sup> /万元)	89	74	65
			能源工业增加值耗水量 C <sub>7</sub> (m <sup>3</sup> /万元)	210	135	85
			食品工业增加值耗水量 C <sub>8</sub> (m <sup>3</sup> /万元)	150	110	80
			冶金工业增加值耗水量 C <sub>9</sub> (m <sup>3</sup> /万元)	243	150	92
		生活需水 B <sub>2-2</sub>	人口总量 C <sub>10</sub> (万人)	5.5	19.8	26.75
			人均日生活用水量 C <sub>11</sub> (L/d)	181	187	191
		生态需水 B <sub>2-3</sub>	年生态用水量 C <sub>12</sub> (×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a)	116	412	591
			年公共耗水量 C <sub>13</sub> (×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a)	174	622	840

表3 评价指标比值及权重值

目标层	权重		比值(E <sub>k</sub> )			
	准则层(ω)	指标层(r <sub>k</sub> )	2010	2020	2030	
A	B <sub>1</sub> (0.5)	C <sub>1</sub> 0.22	1	1	1	
		C <sub>2</sub> 0.22	1	1.26	1.41	
		C <sub>3</sub> 0.22	1	1.6	2.18	
		C <sub>4</sub> 0.22	1	0.9	0.8	
		C <sub>5</sub> 0.12	1	1.31	1.38	
	B <sub>2</sub> (0.5)	B <sub>2-1</sub> (0.3)	C <sub>6</sub> 0.25	1	0.83	0.73
			C <sub>7</sub> 0.25	1	0.64	0.40
			C <sub>8</sub> 0.25	1	0.73	0.53
			C <sub>9</sub> 0.25	1	0.62	0.39
		B <sub>2-2</sub> (0.5)	C <sub>10</sub> 0.5	1	3.6	4.86
			C <sub>11</sub> 0.5	1	1.03	1.06
		B <sub>2-3</sub> (0.2)	C <sub>12</sub> 0.6	1	3.55	5.09
			C <sub>13</sub> 0.4	1	3.57	4.83

2.3 综合评价模型及评价结果

考虑供水安全综合评价的可操作性,用模糊评价法<sup>[2]</sup>进行综合评价,计算公式为:

$$R = \sum_{k=1}^m (r_k \cdot E_k) \quad (5)$$

式中,R为模糊矩阵,E<sub>k</sub>为评价指标(指标层)的隶属度函数,r<sub>k</sub>为评价指标(指标层)的权重。

根据已确定的评价指标权重、隶属度函数和

2010年、2020年、2030年园区供需水等情况,以2010年为现状评价基准年,应用模糊综合评价模型(5)计算,可得2010年、2020年、2030年园区供水模糊综合评价矩阵(R<sub>1</sub>)和需水模糊综合评价矩阵(R<sub>2</sub>)如下:

$$R_1 = [1 \quad 1.2044 \quad 1.3514]$$

$$R_2 = [1 \quad 2.0806 \quad 2.3810]$$

2020年和2030年园区需水和供水综合评价之比分别为 a<sub>2020</sub> = R<sub>2</sub>/R<sub>1</sub> = 2.0806/1.2044 = 1.73, a<sub>2030</sub> = R<sub>2</sub>/R<sub>1</sub> = 2.3810/1.3514 = 1.76。

2.4 评价结果分析

从2020年和2030年园区需水和供水综合评价之比值来看,2020年和2030年园区需水量远远大于供水量。2010年至2030年园区供水量、需水量预测结果也表明,2020年园区总供水量为31938×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,其中工业用水量占总需水量91.3%,届时将缺水7113×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>;2030年总供水量为43800×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,工业需水量占总需水量的89.9%,届时将缺水5306×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。据文献[5]测算,2020年和2030年郁江-大风江调水系统日均供水分别达55×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>和120×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,即使其他保障性水源稳定供水的前提下,园区也不可避免地出现水资源“供不应求”的状况,这一需水态势与模糊综合评价结果完全吻合。导致园区水水源供需失衡的根本原因是工业用水剧增,随着石化、能源、冶金、粮油、林浆纸等五大耗水产业的深度发展,水环境问题的恶化,供需水矛盾,供水安全态势不容乐观。

3 钦州港临海工业园区供水安全保障对策

3.1 拓宽调水渠道,扩充供水来源

钦州港临海工业园区需水量预测结果表明,2020年和2030年园区日供水量如能达到107×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>和135×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,方可基本满足临海工业用水需求。鉴于此,应调整和优化原来调水方案,加快郁江二期调水工程扩流增容步伐;通过增加提水泵站数量、拓宽渠道、疏浚调水河道等,将原来20m<sup>3</sup>/t设计流量调至30m<sup>3</sup>/t,扩大有效调水量。未来10年,应积极开辟新水源,规划新的调水线路,减轻大风江调水压力。如中期可在钦江河口黄鹿岭筑坝取水(如图1),沿进港公路铺设供水管道或开挖调水明渠,将钦江水输送至对坎龙水库或钦州港水厂,满足钦州港千万吨炼油厂及下游产业链的用水需求,缓解金窝水库供水压力。远期可从茅岭江牛皮电站-黄屋屯米隆湾调水,不仅为钦州城区供水,亦可通过

黄鹿岭调水工程源源不断地向园区供水。

### 3.2 优化产业结构,推动工业节水

2010年,园区电力、石化、食品、冶金和造纸5大产业耗水占工业总耗水量的90%。若上述产业耗水符合国家用水定额标准,年均可节水 $1376 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,约占当年工业总耗水量的8.2%,相当金窝水库有效库容量的1/4。随着耗水工业的不断涌入,节水无疑是园区供水安全保障的生命线。因此,建议有关部门尽快出台企业节水奖惩措施,推动工矿企业的节水减排改造,普及水循环利用新技术;对耗水量大、节水效率低、难以实施节水减污的中小型企业,坚决予以关、停、并、转;加强新建、改建、扩建项目节水工艺论证,严控高耗水工业引进。鼓励发展节水环保产业,延长节水产业链,树立节水技术示范工程。如建立循环冷却水高浓缩、稠油污水处理回用和污水深度处理回用等石化产业节水示范工程;及循环冷却水高浓缩、浓浆输灰(代替稀浆输灰)、干除灰(代替水力除灰)、干除渣(代替水力除渣)等电力节水示范工程;以海水取代淡水作为火力发电冷却水等<sup>[6]</sup>。

### 3.3 加强水源地建设,确保供水渠道畅通

园区水库多建于上世纪六七十年代,因年久失修,部分水库老化、超负荷运行现象突出;水库防洪抗震能力差,存在库底渗漏、泥沙淤积、坝堤崩塌、水质污染等隐患。近年来,园区产业发展迅速,人流、物流量大,自然灾害频繁,水源地及供水设施受损时有发生。为此,应加大水库新建、扩建及维修经费投入。启动金窝水库二期加高扩容工程,对企山水库、对坎龙水库、金鼓江水库等进行疏浚整治,实现库底水泥硬化、坝堤加固加高、主副坝调蓄目标;减少水源漏损,确保库容稳定,力争2020年末总有效库量突破1亿 $\text{m}^3$ 。开展大风江下游及库区周围生态修复,实行供水源地隔离防护,降低其灾害风险。同时,完善园区供水管网系统,使“十二五”末期主管网度达 $50 \sim 60 \text{ km}/100 \text{ km}^2$ ,管网漏损率低于12%的国家标准,构建安全高效的供水管网系统。

### 3.4 谨防咸潮入侵,保障取水安全

钦州港海域平均涨潮位2.8m,历年最高潮位3.96m,高于园区地下潜水和金窝水库的平均水位。虽然水库与海域不直接贯通,但水库及地下水井距海较近,潮水涨落引起沿岸地下水水位变化,破坏地下水水质,影响水库库容量及地下水水量。另外,咸潮沿大风江口上溯,制约东场挡潮闸正常调水;沿鹿耳环江、金鼓江、金窝江上溯,危及金窝水库、企山水

库坝堤安全。因此,要尽快对库区堤围进行防渗加固改造;在鹿耳环江上游建造金窝水库防潮堤,减轻坝堤盐水侵蚀,防止水源渗漏。同时,加强大风江东场挡潮闸水质、流量的日常监测预警,确保天文大潮时大风江能正常取水。

### 3.5 利用淡化海水,减轻供水压力

钦州港工业园区雨量充沛,入海河口及临近海域盐度较低,属于亚海水,可淡化海水资源丰富。多数耗水工矿企业临海聚集分布,耗水量大,对水质要求不高。可将淡化海水作为工业辅助用水或冷却水,或生态景观和公共用水等。如将淡化海水作为燃煤电厂、铁合金冶炼厂、造纸厂等冷却水和洗涤水,可减少淡水资源消耗,降低生产成本。再如,将淡化海水作炼油厂循环冷却补充水、工艺用水或锅炉给水,及其他辅助生产用水等,亦可降低此类耗水大户的淡水资源消耗,减少污水排放量,努力实现2020年石化工业万元产值耗水量降至 $25 \sim 45 \text{ m}^3$ 目标。据此,可建设年产 $1000 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的海水综合利用化工厂,不仅为临海工业提供淡化海水,亦提取海水中的镁、钾、溴及铀、氡等化学成分,做强做大园区海洋化工产业,打造海水综合利用一体化工程。

### 3.6 供水管理智能化,提高安全保障效率

目前,园区尚未配备供水安全智能管理系统,无法实现水源、取水、调水、供水和排水等环节的科学化管理,难以有效保障园区供水安全。为此,要成立钦州港区水务局,构建覆盖园区的供水安全智能管理系统,统筹园区调水、供水等业务。编制园区2010~2030年供水规划方案及供水安全保障预案;协同水利、海洋、环保等部门,解决水利建设、污水处理、海洋保护等问题,消除园区供水安全隐患。另外,尽快建立园区供水安全智能管理预警系统,提高供水安全保障效率。利用“3S”、“CDMA”和计算机控制等技术,建立重点水源地及供水线路全程监控网络;对供水管网流量、压力、泵站容量及水库水位等参数进行实时采集、传输和监测,实现供水监测的智能化和可视化监控效果<sup>[7]</sup>。根据不同行业、不同时段水资源供求信息,作出供水安全级别预报;根据预报结果,合理调配园区蓄水、调水和管网流量及流向,减少水资源流失,确保园区供水安全。

#### 参考文献:

- [1] David Hensher, Nina Shore, Kenneth Train. Water supply security and willingness to pay to avoid drought restrictions[J]. *Economic Record*, 2006, 82(256): 56-66.

(下转第231页)

克拉计算),一般天然宝石的颗粒较小,故颗粒越大,重量越大,质量越好,越珍贵,观赏价值越高;第二是净度,指石内部纯净程度、杂质、裂纹、包裹体等越少,越小,透明度越高,净度越好,质量越高,观赏价值也越高;第三是颜色,宝石分无色和有色两大类,无色宝石以透明无瑕的质量高,有色宝石则以颜色鲜艳均匀质量高,观赏价值高,色淡、偏深、不均匀的质量较差;第四是切工(磨工),宝石饰物需经切磨加工后才能配戴,一般加工后形态(款式)分两类:一类是有棱、面、角的“刻面石”,另一类为半球状的“素身石”,要评价宝石质量的“比率”性和“修饰”度如何,即加工品各要素的对称性、平行性及齐整性、光洁度、圆度是否标准,分为好、较好、较差3个档次。

玉石饰品质量评价:玉石的质量,早在东汉时许慎在《说文解字》中写道:“玉石之美兼玉德者”。即高质量玉石必须具备以下五个条件:具有坚韧的质地、晶莹的光泽、美丽的色彩、细腻温润的调和的纹理和悠扬悦耳的声音。条件不足者,质量相对下降,档次将相应降至中、低档。

### 2.2.2 真伪鉴定

常见的宝石假饰品:一是代用石,以质感、颜色、光性等类似之石搞以假乱真,例如以无色的锆石、水晶、黄玉代替钻石;二是层石,上下两层石质不同,一般上层、表层石真,质好,被粘合的下层,内层石假,质差,例如美丽变色的白欧珀片,黏合在普通白色蛋白石底托上;黑欧珀片黏合在黑色玛瑙底托上;三是改色石,宝石经人工处理以增色或变色,例如玛瑙经高温灼烧,灰白色、灰蓝色变为棕红色,用激光轰击低档翡翠,可以使它的绿色变深变美;四是染色石,用颜料、化学试剂、动物血浸泡,有的还深埋地下,例如将无色或浅色的石料染成鲜艳夺目的石料,以玛瑙、翡翠、岫玉被染色的在市场上多见;五是人工(造)石,一种叫“合成宝石”,以一定的化学成分和

生成条件相同或相似的材料,制造出与天然宝石有着相同或近似的物理化学性质的宝玉石,例如市场上常见的合成刚玉宝石(红宝石、蓝宝石)、人造水晶、祖母绿、金红石、钻石等,另一种是用别的材料仿造,例如用玻璃纤维原料加树脂熔合成“人造猫眼石”、用“玛瑙粉”为原料烧制大型玛瑙件、用“骨粉”制成的雕制品,第三种是人工“创造”的石质代用品,如立方体的氧化锆冒充钻石等。

宝石真伪鉴定方法:一是看颜色,人造宝石颜色一般非常鲜艳,而且均一;二是看净度,人造合成宝石相当透明纯净,或有百色面包渣状未熔融色体,天然宝玉石中常含有包裹体、“绵柳”“羽缝”;三是看气泡,用放大镜观察,人造合成的宝石内有圆形或微拉长形气泡,天然的则没有;四是看生长纹,合成宝石带有的生长纹常成弧形线,天然宝石则为直线;五是掂重量,人造材料的料器是有机合成材料制品,他们密度小,无厚重感;六是感知温度,用手或舌感觉一下凉热情况,石质材料显凉,有机合成材料显湿;七是听声音,真的“玉质”清脆,合成材料声音低沉。

### 3 结束语

作为旅游岩石的研究,目前主要是根据它服务对象来确定每一类的研究方向和深入程度,以便于更好地实现服务旅游业,提高广大游客和地学爱好者自身素质,实现学术方面的与时俱进。

#### 参考文献:

- [1] 傅中等. 旅游岩石学的创名及分类[J]. 广西科学院学报, 2010, 26(1): 78-80.
- [2] 傅中等. 广西奇峰怪石成因机理分类及开发理念研究[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2012.

(责任编辑: 邓大玉)

(上接第 227 页)

- [2] 杨铭威, 石亚东, 盛东, 等. 城市供水安全评价指标体系初探[J]. 水利经济, 2009, 27(6): 34.
- [3] 佟长福, 史海滨, 李和平, 等. 鄂尔多斯市工业用水变化趋势和需水量预测研究[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(1): 149.
- [4] 杜道渊, 柏宏斌. 城市供水量的灰色 GM(1, 1) 预测[J]. 西华大学学报: 自然科学版, 2008, 27(6): 104.
- [5] 黄生, 吕全, 龚国平. 大风江调水工程在钦州沿海工业园供水中的作用[J]. 广西水利水电, 2003(2): 29-31.

- [6] 江苏省水利厅. 江苏省节水型社会建设规划纲要[J/OL]. 江苏水利, <http://www.jswater.gov.cn/zwgk/jgzt/jssh/zcfg/2009/12/28125235241.html>.
- [7] 刘裕伟, 刘景彬. 提高滨海新区供水系统管理水平的信息技术[J]. 水利信息化, 2010(2): 49.

(责任编辑: 邓大玉)