

赣榆区莒城湖应急水源论证研究

王德维¹，张 超²，谢瑞敏³，吴晓东¹

(1. 江苏省水文水资源勘测局连云港分局, 江苏 连云港 222004;
2. 江苏省水文水资源勘测局宿迁分局, 江苏 宿迁 223800; 3. 江苏省泰州引江河管理处, 江苏 泰州 225300)

摘要:为了论证莒城湖作为赣榆区应急水源的可行性,从需水预测、可利用水量分析、水质分析等三个方面开展了莒城湖调查分析研究。研究表明:①赣榆区近期日应急需水量为12.6万m³/d,总需水量126万m³,远期日应急需水量为14万m³/d,总需水量140万m³。②莒城湖可利用水量为209.0万m³,可以满足赣榆区近期16.6d、远期14.9d的应急供水需求,均大于10d,满足水量要求。③莒城湖可以达到Ⅲ类水,并长期稳定,满足饮用水水质标准,仍存在污染风险,需要加强水源地达标建设。④莒城湖基本具备作为赣榆区应急水源的条件,可以保障赣榆区应急用水和饮水安全。研究成果可为地方设置应急水源提供决策依据。

关键词:应急水源; 需水预测; 可利用水量; 水质; 生态水位

中图分类号:TV211 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2019)10-0009-05

Study on the demonstration of emergency water source
of Jucheng Lake in Ganyu District

WANG Dewei¹, ZHANG Chao², XIE Ruimin³, WU Xiaodong¹

(1. Lianyungang Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Lianyungang 222004, Jiangsu;
2. Suqian Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Suqian 223800, Jiangsu;
3. Jiangsu Taizhou Leading River Administrative Office, Taizhou 225300, Jiangsu)

Abstract: In order to demonstrate the feasibility of Jucheng Lake as an emergency water source in Ganyu District, the investigation and analysis of Jucheng Lake were carried out from three aspects, including water demand prediction, available water amount analysis and water quality analysis. The research showed that: (1) the the short-term daily emergency water demand in Ganyu District was 126,000m³/d, the total water demand was 1.26 million m³, while the long-term daily emergency water demand was 140,000 m³/d, and the total water demand was 1.4 million m³. (2) The available water amount of Jucheng Lake was 2.09 million m³, which could meet the emergency water supply demand of 16.6d in the near term and 14.9d in the long term in Ganyu District, both of which were larger than 10 d and met the water requirement. (3) The water quality of Jucheng Lake could reach Class III water and be stable for a long time, met the drinking water quality standards, but still have pollution risks. Therefore, it was necessary to strengthen the construction of water source standards. (4) Jucheng Lake basically had the condition of being the emergency water source in Ganyu District, which could guarantee the emergency water and drinking water safety in Ganyu District. The research results could provide decision basis for local emergency water supply.

Key words: emergency water source; water demand prediction; available water amount; ecological water level

收稿日期:2019-04-03
作者简介:王德维(1987—),男,硕士,工程师,主要从事水文水资源调查评价工作。

根据《中华人民共和国水污染防治法》,单一水源供水城市的人民政府应当建设应急水源或者备用水源。小塔山水库作为赣榆城区唯一的在用水源,为提高赣榆区供水安全性和可靠性,及时有效地处置突发性供水事故,拟设置莒城湖作为应急水源,莒城湖水厂供水管道计划与其他水厂供水管道互联互通,应急水源接入莒城湖水厂,经处理后,通过自身及其他水厂供水管网向整个赣榆区应急供水。在小塔山水库发生突发性水污染事件时,该水源可以有效解决赣榆区取水安全问题,保障赣榆区的用水和饮水安全。

1 莒城湖概况

莒城湖位于小塔山水库泄洪道青口河与石梁河水库灌溉渠道北干渠交界处,为青口河中部采砂而形成的河中湖,在赣榆区当地俗称“莒城湖”。莒城湖属于连云港市赣榆区青口河部分段,在连云港市按青口河河道进行管理。莒城湖汇水区北至一级截洪沟,南至二级截洪沟,西至大沟头分水闸,东至青口河,汇水面积约 44.76 km³,莒城湖水域面积 0.88 km³。莒城湖水源主要来自二级截洪沟及地下水补给。见图 1。



图 1 莒城湖水系图

2 需水预测

2.1 预测方法

应急水源用于满足风险期的生活和生产用水需要,其水量应根据城市规模、性质、面临的供水风险及用水特征确定,依据供水优先次序,可根据各

地实际情况确定风险期的供水压缩比例。

小塔山水库是赣榆区唯一饮用水源地,对于单一供水水源城市,应急水量按面公式^[1-2]确定:

$$Q = q \times (1 - k) \times t \tag{1}$$

式中:

- Q —应急水量(m³);
- q —城市平均日用水量(m³/d);
- k —风险期用水压缩比例(%);
- t —持续时间(d)。

各城市面临的供水风险是不一样的,风险的持续时间也有很大差别,在确定应急水源规模时,应考虑到能够应对各种水源水质风险的需要,以持续时间最长的作为应急水源规模的确定依据。当缺乏基础资料时,不同风险影响城市供水的时间可参考表 1。

表 1 不同风险影响城市供水的时间

水源水质 风险	突发性 水源污染	城市 排涝	咸潮	水源水质 恶化
影响时间(d)	5~10	5~15	10~30	30~120

2.2 预测范围

应急水源供水范围,应考虑现况及规划期内统一供给的居民生活用水、工业用水、公共设施用水及其他用水水量,不包括城市供水工程统一供给以外的其他用水水量,如工业和公共设施自备水源供给的用水、河湖环境用水和航道用水、农业灌溉和

养殖及畜牧业用水、农村居民和乡镇企业用水等^[3-5]。

2.3 供水规划

根据赣榆区供水规划,近期规划生活、生产供水的水厂有塔山水厂、城西水厂、城南水厂和莒城湖水厂,供水能力分别为4.0万m³/d、1.5万m³/d、2.5万m³/d、10.0万m³/d,总规模18万m³/d。远期,待莒城湖水厂16万m³/d规模建成后,取消城南水厂、城西水厂,保留莒城湖水厂和塔山水厂,总规模20万m³/d,见表2。

表2 赣榆区供水规模规划表

序号	水厂名称	供水规模(万m ³ /d)	
		近期规划	远期规划
1	塔山水厂	4	4
2	城西水厂	1.5	0
3	城南水厂	2.5	0
4	莒城湖水厂	10	16
5	合计	18	20

2.4 需水预测分析

赣榆区主要存在突发性水源污染,则风险期取10d,风险期用水压缩比例取0.3。根据公式(1)计算得到,近期日应急需水量为12.6万m³/d,总需水量126万m³,远期日应急需水量为14万m³/d,总需水量140万m³。

3 可利用水量论证

3.1 分析方法

莒城湖汇水区内没有水文站及雨量站,附近有小塔山水库和班庄两座雨量站,具有1956~2017年长系列雨量资料,可以通过降雨径流法即公式(2)计算莒城湖历年来水量^[6]。

$$R = \sqrt[3]{(P + P_a - C_p)^3 + C_i^3} - C_i \tag{2}$$

式中:

- R—面净雨量,mm;
 - P—面暴雨量,mm;
 - P_a—前期雨量,采用 $P_a = \alpha \times I_{\max}$ 式来计算。
- 其中,平原区 $I_{\max} = 95$ mm,山丘区 $I_{\max} = 75$ mm。当三日暴雨在250mm以下时 $\alpha = 0.5$;当三日暴雨大于等于250 mm时, $\alpha = 0.65$ 。参数 C_p 、 C_i ,山丘区 $C_p = 20$ mm, $C_i = 75$ mm;平原区 $C_p =$

15 mm, $C_i = 110$ mm。

通过算术平均法求出逐日面雨量,再采用式(2)求出逐日净雨量即逐日径流深,最后将逐日径流深与流域面积相乘得到逐日入湖水量,进而得到逐月、逐年入湖水量。

根据莒城湖汇水区来水情况和用水情况,分析莒城湖水资源可利用量。

3.2 资料“三性”分析

(1)资料的可靠性:小塔山水库、班庄雨量站为国家基本雨量站点,水文资料为水文年鉴刊印的资料,资料具有较高的可靠性。

(2)资料的一致性:小塔山水库、班庄站的雨量资料系列受天气变化影响不大,受人类活动影响部分资料在运用时已进行了换算和修正,资料一致性较好。

(3)资料的代表性:小塔山水库、班庄雨量站位于莒城湖汇水区边缘且呈对角线,同时具有1956~2017年长达62年系列资料,具有较好代表性。

3.3 来水量分析

根据小塔山水库和班庄雨量站资料,推算出莒城湖1956~2017年的净来水量。小塔山水库净来水量成果见图2。

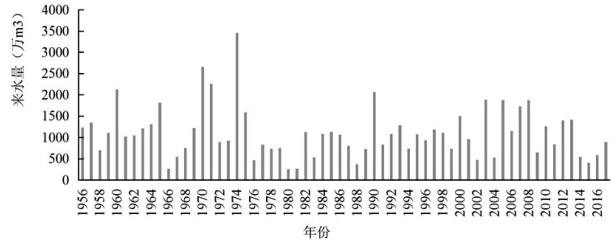


图2 莒城湖年净来水量柱状图

根据计算成果分析,莒城湖多年平均净来水量1112万m³,最小年净来水量261万m³,发生在1980年,最大年净来水量3457万m³,发生在1974年,最大年净来水量是最小年净来水量的13.2倍,莒城湖来水量年际间分配不均。

对莒城湖净来水量作P_Ⅲ频率分析,成果见图3。由频率分析得不同频率下净来水量,成果见表3。

表3 莒城湖净来水量成果表 单位:万m³

多年平均	20%	50%	75%	90%	95%	97%
1112	1542	985	668	468	380	334

3.4 可利用水量分析

邵庄陡坡为莒城湖下游侧的控制建筑,跌水坎

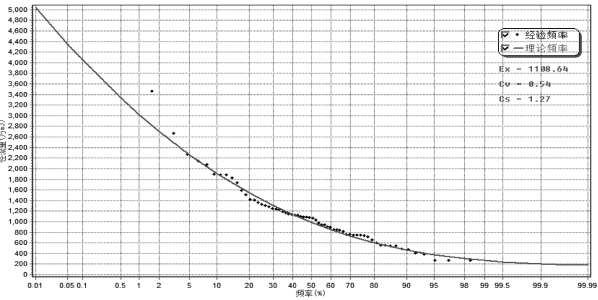


图3 莒城湖水库净来水量 P_{III} 频率曲线图

顶高程约10.5 m,当莒城湖蓄满水位超10.5 m时,多余水量通过邵庄陡坡溢流,根据调查,枯水期邵庄陡坡溢流量均大于0.1 m³/s,此水量为扣除莒城湖渗漏、蒸发损失后的青口河基流量,此水量可以满足莒城湖少量农灌用水需求。因此二级截洪沟来水量为莒城湖净来水量。

根据调查,邵庄陡坡常年跌水,说明莒城湖水

位常年在10.5 m以上,常年处于蓄满状态。

2018年10月,连云港分局开展了莒城湖水下地形测量,推算出莒城湖库容曲线,见图4。

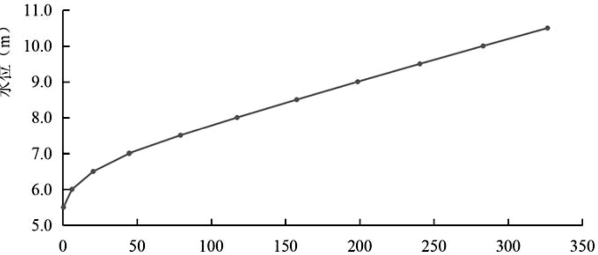


图4 莒城湖库容曲线

根据莒城湖测量成果,莒城湖最高蓄水位10.5 m,此水位也为莒城湖常水位,一般情况下莒城湖蓄满,相应水面面积0.88 km²,相应总库容326.5万m³,湖中最大水深约9.5 m。

选取最小生物空间法^[7-8]计算莒城湖最低生态水位。经分析,在水位6.5 m时,莒城湖水面面积约为常水位水面面积的38.5%,鱼类生存所需的水深取1.5 m,莒城湖最低生态水位确定为8.0 m,相应水面面积约为常水位水面面积的93.0%,湖泊主要水生生态系统藻类、浮游植物、浮游动物、大型水生植物、底栖动物和鱼类各类生物的生存空间均可得到满足。

在生态水位取8.0 m时,生态库容117.5万m³,可利用水量209.0万m³。

根据来水量分析,在97%保证率下,莒城湖净来水量334.0万m³,超总库容7.5万m³,即莒城湖蓄满,大于总库容部分的水量则通过邵庄陡坡跌水

自流。因此,可利用水量为209.0万m³。在小塔山水库出现水污染事故,启用莒城湖应急水源,可以满足赣榆区近期16.6 d、远期14.9 d的应急供水需求,均大于10 d,满足要求。

4 水源质量论证

4.1 水质论证方法

青口河莒城湖为应急取水水源,通过对青口河莒城湖、区域水功能区和污染情况等进行分析,确定水质状况。水质评价方法采用单因子评价法,评价分单项评价和综合评价。单项评价是将所选项目对照评价标准确定单项水质类别;综合评价是在单项评价的基础上采用地图重叠法按最不利类别作为断面水质类别^[9]。

标准值采用地表水环境质量标准基本项目标准限值、集中式生活饮用水地表水源地补充项目标准限值以及集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。单项水质项目水质类别应根据该项目实测浓度值与标准限值的比对结果确定^[10]。当不同类别标准值相同时,应遵循从优不从劣原则。单项水质项目浓度超过标准限值的称为超标项目,超标项目的超标倍数应按以下公式计算:

$$B_i = \frac{C_i}{S_i} - 1 \tag{3}$$

式中:

- B_i ——某水质项目超标倍数;
- S_i ——某水质项目的Ⅲ类标准限值,mg/L;
- C_i ——某水质项目浓度,mg/L。

4.2 水质论证分析

青口河莒城湖没有列入常规监测,暂无长期水质监测资料。连云港水文分局和赣榆区环境监测站于2018年7~10月对青口河莒城湖水源地取水口断面进行了6次水质监测,均为Ⅲ类水。见表4。

表4 莒城湖水质监测成果表

序号	监测时间	水质类别
1	2018年7月11日	Ⅲ
2	2018年7月12日	Ⅲ
3	2018年7月13日	Ⅲ
4	2018年9月10日	Ⅲ
5	2018年10月11日	Ⅲ
6	2018年10月22日	Ⅲ

因为青口河莒城湖水质监测次数较少,所以同

时采用其所在水功能区水质作为评价参考。青口河莒城湖位于青口河上,处于赣榆县黑林水文站~赣榆县孙园漫水闸之间,水质目标为Ⅲ类。2014 年~2017 年 4 年监测成果,均为Ⅲ类水。见表 5。因此,青口河莒城湖所在的水功能区水质较好且比较稳定,也从侧面说明青口河莒城湖水质比较稳定。

表 5 青口河(赣榆县黑林水文站~赣榆县孙园漫水闸段)水质监测成果表

序号	年份	水质类别
1	2014 年	Ⅲ
2	2015 年	Ⅲ
3	2016 年	Ⅲ
4	2017 年	Ⅲ

4.3 污染源调查

根据实地调查,莒城湖应急水源地保护区在赣榆区境内涉及塔山镇与城头镇,主要针对饮用水源河道上游至小塔山水库、入河支流二级截洪沟及河道两侧附近的污染源进行调查。

- (1)农村生活污染源
- 莒城湖附近有大莒城村、南杨村等多个村庄,存在农村生活污染源。
- (2)农业面源
- 莒城湖南岸边有农业种植区,约 16.67 ha (250 亩),存在农业种植面源污染。
- (3)水产养殖
- 根据现场查勘,莒城湖内有大量的网箱养殖和围网养殖,存在水产养殖污染。
- (4)相关道路及桥梁
- 莒城湖环湖及青口河左岸有河滨大道,二级截洪沟、青口河上有多座桥梁,桥面径流导流设施不完善,均存在路桥流动污染风险。

5 结论

- (1)通过需水预测,赣榆区近期日应急需水量

- 为 12.6 万 m³/d,总需水量 126 万 m³,远期日应急需水量为 14 万 m³/d,总需水量 140 万 m³。
- (2)莒城湖可利用水量为 209.0 万 m³,可以满足赣榆区近期 16.6 d、远期 14.9 d 的应急供水需求,均大于 10 d,满足水量要求。
- (3)根据莒城湖和其所在水功能区的水质监测成果,莒城湖可以达到Ⅲ类水,并长期稳定,满足饮用水水质标准;莒城湖保护区内仍具有很多污染源,存在污染风险,需要加强水源地达标建设。
- (4)莒城湖基本具备作为赣榆区应急水源的条件,可以保障赣榆区应急用水和饮水安全。

参考文献:

[1] 北京市市政工程设计研究总院有限公司. 城市供水应急水源工程技术规程(征求意见稿)[R]. 北京:中华人民共和国住房和城乡建设部, 2017:4-5.

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市给水工程规划规范[S]. 北京:中国计划出版社, 2016:5-6.

[3] 郅燕秋,王胜军,张炯,等. 城市供水备用水源工程规划设计探讨[J]. 给水排水, 2012, 48(12):25-30.

[4] 南京市水资源管理中心,南京大学地理与海洋科学学院,厅科技处(供稿). 南京市水源安全与应急对策研究[J]. 江苏水利, 2018(8):74-74.

[5] 刘高华. 寿宁县城区自来水补充与应急水源方案[J]. 水利科技, 2017(03):1-3.

[6] 江苏省水文总站. 江苏省暴雨洪水图集[R]. 南京:江苏省水利厅,1984:14-16.

[7] 中华人民共和国水利部. 河湖生态需水评估导则(试行)[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2011:11-13.

[8] 中华人民共和国水利部. 河湖生态环境需水计算规范[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2015:15-16.

[9] 吕振平,董华,何锡君. 浙江省供水水库的水质评价及富营养化防治对策研究[J]. 水生态学杂志, 2010, 31(01):18-21.

[10] 陈雨艳,余恒,向秋实,等. 沱江流域水环境质量分析[J]. 四川环境, 2015, 34(02):85-89.