

石港抽水站规模研究与思考

徐玲玲¹, 张友明²

(1. 江苏省水利工程科技咨询有限公司, 江苏 南京 210029;
2. 江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 淮安 223100)

摘要: 结合石港抽水站自身需要, 与南水北调工程结合的可能性及可行性, 分析石港抽水站规模, 得到在宝应湖调蓄能力充分利用时, 石港抽水站需要的最小排涝规模为 $64 \text{ m}^3/\text{s}$, 在区域暴雨时段集中时, 石港站需要的最大规模为 $90 \text{ m}^3/\text{s}$ 。研究结果对石港抽水站重建规模的确定以及平原水网地区产汇流计算具有理论与实际参考价值。

关键词: 石港抽水站; 排涝; 泵站设计

中图分类号: TV675 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 06-0030-05

Study and Thinking on the scale of Shigang pumping station

XU Lingling¹, ZHANG Youming²

(1. *Jiangsu Province Water Engineering Sci-tech Consulting Co., Ltd. Nanjing 210029, Jiangsu;*
2. *Hongze Lake Hydraulic Project Management Division of Jiangsu Province, Huaian 223100, Jiangsu*)

Abstract: Combined the own needs of Shigang station with the possibility and feasibility of incorporation with South-to-North Water Transfer Project, the scale of Shigang pumping station is analyzed. On the condition of making full use of the storage capacity of Baoying Lake, the smallest scale of drainage needed is $64 \text{ m}^3/\text{s}$; during the rainstorm concentrated period, it can expand to the size of $90 \text{ m}^3/\text{s}$. The research results have theoretical and practical reference value for the reasonable determination of pumping station scale and plain water network area runoff calculation.

Key words: Shigang pumping station; drainage; pump station design

0 引言

石港抽水站原设计主功能为引水灌溉, 兼顾白马湖、宝应湖地区排涝, 具有引水、抗旱双重功能。随着南水北调一期工程洪泽湖、金湖站的实施, 其引水灌溉功能逐步削弱, 基本以排涝为主, 如何结合南水北调一期工程重新确定其规模引发

关注。本文综合石港站帮助宝应湖地区排涝需要及其与南水北调东线工程的合理结合分析确定石港抽水站规模, 并总结平原水网地区结合湖泊调蓄产汇流计算的亲身体会。

1 研究站点概况

1.1 基本情况

收稿日期: 2016-04-07

作者简介: 徐玲玲(1969-), 女, 本科, 高级工程师, 主要从事水利规划及水文水资源工作。

石港抽水站位于金湖县,淮河入江水道北岸,是淮河下游引江济淮第二梯级泵站,于1973年11月开始兴建,1974年8月建成并投入运行。其功能是引水灌溉,并兼顾白马湖、宝应湖地区排涝。调度运行方案:当洪泽湖及其下游地区遇旱时,石港站可向洪泽湖补水,以确保农田灌溉和航道通运;遇涝时石港站承担白马湖、宝应湖地区约2000 km²排涝任务。

石港站安装了240台套20HB-40型卧式蜗壳混流泵,总装机容量13200 kW,设计流量120 m³/s,设计扬程5.5 m。石港站采用分基型泵房结构,总长670 m,利用金宝航道作为进水池,侧向进水,直管出水。站身由机房、便道、出水池圩堤组成,圩堤总长3650 m,圩堤上建有引江洞和退水洞,抽水时引江洞开启放水入淮河入江水道,关闭时可挡洪,退水洞用作非汛期时降低出水池水位。

1.2 存在问题

石港抽水站建成于1974年,是为苏北抗旱急需而兴建的临时站,最大流量130 m³/s,同时也是宝应湖地区主要外排站。经多年运行,受承泄区水位及泵站机组老化等影响,实际抽排能力下降。根据检测资料分析,被评定为四类泵站,列为拆除重建。

1.3 实际运行情况

石港站原设计以抗旱为主,结合排涝。经多年运行,从石港站1974年~2008年历年实际运行统计资料看,随着宝应湖地区工情、水情的改变,江水北调工程的完善,石港站多年累计抗旱抽水量为22.28亿 m³(2000年以来不再补湖,主要用于金湖县沿线用水),其中20世纪70年代为15.63亿 m³、80年代为2.93亿 m³、90年代为0.2亿 m³、本世纪以来为3.49亿 m³;石港站多年累计排涝抽水量为35.82亿 m³,其中20世纪70年代为0.76亿 m³、80年代为10.67亿 m³、90年代为10.08亿 m³、本世纪为14.32亿 m³。石港抽水站抗旱抽水量有减少的趋势,排涝抽水量有增加趋势,而且排涝抽水量明显高于抗旱量。

可见,石港站的功能随着宝应湖地区工情、水情的变化,正在转换功能角色,由抗旱为主逐步转变为排涝为主。

1.4 现状排涝出路及存在问题

宝应湖地区的治理与淮河入江水道的整治密

切相关,在开辟了金沟改道段、兴建三河拦河坝、大汕子隔堤和大汕子退水闸后,淮水直接由高邮湖入江,宝应湖不再行洪,宝应湖地区主要是区域排涝。宝应湖地区位于洪泽湖下游,东至京杭大运河,西倚洪泽湖大堤,南临高邮湖,北邻白马湖,汇水面积1001 km²,其中圩区692 km²、湖面60 km²。

宝应湖地区地势西高东低,涝水经通湖河道最终汇入宝应湖。涝水排出方式是自排和抽排相结合。目前主要自排出路有南运西闸、宝应湖退水闸和宝应穿运涵洞,抽排出路有石港抽水站和沿高邮湖圩区小排涝站。宝应湖地区因地势低洼,自排出路受周边高水影响,可用不可靠,主要以抽排为主。目前各排涝口门存在问题如下:

(1)南运西闸,是宝应湖地区向里运河的投机排水闸,设计流量350 m³/s,由于汛期运河水位经常高于宝应湖水位,仅能在运河水位较低时,或通过调度降低运河水位,伺机排一部分涝水;南水北调送水期间,由于抬高了里运河水位,南运西闸排涝功能将受到影响,受汛期淮安站、宝应站排除区域涝水的影响,南运西闸里运河侧的水位将抬高,南运西闸自排的机会进一步削弱,甚至失去能力。

(2)宝应湖退水闸在汛期到来时,由于受高邮湖高水位以及淮河入江水道行洪影响,实际已失去排涝作用,现为宝应湖非汛期排涝降渍的主要口门。

(3)宝应湖穿运地涵是宝应湖地区向运东的自排口门,设计流量150 m³/s,由于运西与里下河地区的排涝矛盾,排水规模大幅度降低,且只能相机排水。

(4)石港抽水站受承泄区水位及泵站机组老化等影响,实际抽排能力约为97.5 m³/s。

(5)沿高邮湖周围还设有滨湖小站,抽排圩区涝水入高邮湖,设计抽排流量39 m³/s。

根据宝应湖地区历年排涝实际运行情况,在自排出路受阻时,以石港抽水站排涝为主,其次为沿高邮湖小站,实际抽排能力约136.5 m³/s。根据宝应湖调节计算分析,宝应湖地区5年一遇排涝水位为7.15 m,比宝应湖排涝设计水位7.0 m高0.15 m,现状排涝标准不足5年一遇。

2 石港抽水站工程规模分析

2.1 设计标准

石港抽水站排涝标准,根据《江苏省防洪规划报告》确定,宝应湖地区近期排涝标准5年一遇,其中圩区抽排按10年一遇考虑。

2.2 宝应湖地区设计洪水计算

2.2.1 平原区设计雨量

雨量站选用覆盖较好、分布均匀的金湖、吕良、仁和、阮桥闸、银集、宝应、三河闸、界首8个站,面雨量采用算术平均法计算。根据本区域降水等特点,降水统计时段为3日,取历年最大3日暴雨进行频率分析计算,统计参数: $C_v=0.45$, $C_s=3.0C_v$,均值为113.69 mm。净雨计算由三部分组成,一是旱地净雨,根据《1984年江苏省暴雨洪水图集》(以下简称“84图集”)中旱地产流公式计算;二是水田净雨,扣除水田蓄水和水稻耗水;三是水面净雨,扣除水面蒸发。设计雨量成果见表1。

表1 宝应湖地区最大三天设计雨量成果表

频率	面雨量 (mm)	净雨 (mm)			合计 (mm)
		旱地	水田	沟塘水面	
20%	150.12	93.20	62.10	141.10	84.62
10%	182.14	122.40	94.10	173.10	115.16
5%	212.53	151.00	124.50	203.50	144.60
2%	251.11	187.90	163.10	242.10	182.34
1%	279.50	215.50	191.50	270.50	210.30
0.50%	307.43	242.80	219.40	298.40	237.89

2.2.2 圩区排涝模数分析

宝应湖地区汇水面积1001 km²,其中圩区总面积692 km²,圩区面积占69.1%,直接采用宝应湖地区面平均雨量计算,计算时段取用最大24小时。按照雨后一日排出,日开机20小时,采用水量平衡法计算排涝模数,计算公式如下式:

$$M = 1000 / t / 3600 * D$$

$$D = 1 / T * \sum R$$

表2 宝应湖圩区最大24小时设计雨量和排涝模数成果表

频率	面平均雨量 (mm)	净雨 (mm)			设计排模 (m ³ /s/km ²)
		旱地	水田	沟塘(水面)	
P=20%	108.63	56.70	99.60	105.63	0.54
P=10%	128.04	72.73	119.04	125.04	0.66

式中:

T —日开机小时数;

T —开机日数;

$\sum R$ —设计净雨深。

圩区设计雨量和排涝模数成果详见表2。

2.2.3 设计入湖洪水

汇流采用总入流槽蓄法,查“84图集”平原地区三日净雨100 mm排水模数过程线,根据净雨计算平原区不同频率的入湖过程;湖面按“84图集”中“平原区最大三日设计暴雨雨型”进行分配,扣除损失后将净雨换算为流量直接作为宝应湖的入流过程;圩区入流过程考虑圩区产汇流受区域面雨量和圩区排涝动力的共同影响,圩区排涝动力按10年一遇设计排模0.66 m³/s/km²考虑。然后进行平原、湖面、圩区汇流过程线错时叠加,5年一遇最大入流为793.6 m³/s。

2.3 石港抽水站排涝规模的确定

2.3.1 计算参数及边界条件

(1) 设计水位

根据《江苏省防洪规划报告》,宝应湖区域除涝标准近期为5年一遇、远期为10年一遇,排涝设计水位7.0 m;防洪标准为20年一遇,防洪设计水位7.5 m;宝应湖正常蓄水位5.7 m,正常水位在6.5 m左右。

(2) 计算控制条件

① 现状及结合南水北调抽排能力

据《南水北调东线规划》,在南水北调东线一期工程中新建金湖站、洪泽站,金湖站、洪泽站均为运西线金宝航道输水线上的梯级泵站,送水规模为 $150 \text{ m}^3/\text{s}$ 。两泵站在满足北调供水主功能的前提下,可结合宝应湖地区排涝,增加宝应湖地区外排动力,提高宝应湖地区的排涝标准。

金湖站结合宝应湖地区排涝,直接利用湖区和金宝航道抽引涝水,由于金湖站供水扬程与排涝扬程相差较大,金湖站结合排涝的能力只有 $130 \text{ m}^3/\text{s}$ 左右。洪泽站结合宝应湖地区的排涝主要对高程 10.0 m 以上高地抽排,实行高低水分排,结合抽排规模为 $72 \text{ m}^3/\text{s}$ 。南水北调工程实施后,如不考虑现状石港站抽排,总的抽排出路 $241 \text{ m}^3/\text{s}$ (金湖站 $130 \text{ m}^3/\text{s}$ 、洪泽站 $72 \text{ m}^3/\text{s}$ 、滨湖小站 $39 \text{ m}^3/\text{s}$)。

② 宝应湖地区自排出路

宝应湖地区现状自排出路只有通过南运西闸和宝应湖退水闸排水,自排出路可用不可靠,对石港站抽排规模进行计算时,不考虑自排出路。

2.3.2 石港抽水站抽排规模计算

根据宝应湖排涝调节计算,圩区动力按 5 年一遇标准配置后,考虑金湖一站结合排涝,石港站按现状能力抽排,排涝标准基本达到 5 年一遇;若再考虑洪泽站共同结合排涝,排涝标准可达 5 ~ 10 年一遇。如果该区按 5 年一遇标准治理,圩区按 10 年一遇动力配置,只考虑金湖站及现有石港站等排涝,宝应湖水位 7.09 m ,考虑金湖站和洪泽

站共同参加排涝,宝应湖水位按 7.0 m 控制,则石港站需要的最小规模为 $64 \text{ m}^3/\text{s}$;若考虑圩区集中抽排的因素,以宝应湖排涝水位 6.96 m 控制,则石港站规模为 $90 \text{ m}^3/\text{s}$ 。宝应湖排涝调节计算成果见表 3。

根据上述宝应湖地区水量平衡计算,按 5 年一遇排涝标准治理(圩区按 10 年一遇排涝动力配置),需外排规模 $305 \sim 331 \text{ m}^3/\text{s}$ (汇水面积 1001 km^2),则石港站排涝规模为 $64 \sim 90 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

2.3.3 石港抽水站设计功能定位和排涝规模的确定

根据宝应湖地区现状排涝情况和南水北调东线一期工程结合排涝分析,该区域供水问题将由金湖站和洪泽站解决,石港抽水站以排涝为主,兼顾供水,解决宝应湖地区排涝问题。

工程规模:根据宝应湖调洪演算,结合南水北调金湖站、洪泽站排涝,调动沿高邮湖小站,不考虑南运西闸的排水能力,该区达到 5 年一遇排涝标准,石港站需要的最小排涝规模为 $64 \text{ m}^3/\text{s}$,最大规模为 $90 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

3 结语

本文分析了石港抽水站本身的需要,同时结合南水北调工程角度分析石港抽水站需要规模,得到以下结论:

(1) 在进行宝应湖地区产汇流计算时,如何将平原坡地、水面和圩区汇流过程线组合是工程规模确定过程中的重要因素。应根据该地区特点,利用有限的测站资料粗略分析汇流速度,如果没有

表 3 宝应湖排涝调节计算成果表

序号	频率	最大入流 (m^3/s)	最大出流 (m^3/s)	最高水位 (m)	圩区动力 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)	工况	现状排涝出路 (m^3/s)			
							沿湖小站	石港站	金湖站	洪泽站
1	0.2	641.3	136.5	7.15	0.44	现状	39	97.5		
2		681.4	266.5	6.90	0.54	东线一期	39	97.5	130	
3		681.4	345.0	6.80	0.54	东线一期	39	97.5	130	72
4		793.6	266.5	7.09	0.66	东线一期	39	97.5	130	
5	0.2	793.6	338.5	6.94	0.66	东线一期	39	97.5	130	72
6		793.6	305.0	7.00	0.66	东线一期	39	64.0	130	72
7		793.6	331.0	6.96	0.66	东线一期	39	90.0	130	72

注:石港站为现状抽排能力 $97.5 \text{ m}^3/\text{s}$;圩区排涝动力设置 5 年一遇为 $0.54 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, 10 年一遇为 $0.66 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 。

测站资料可供分析,可通过汇流范围和比降、流路综合确定,然后将平原坡地、水面和圩区汇流过程线按汇流历时叠加,同时还要考虑圩区集中抽排的不利因素,确定工程设计规模。

(2) 根据调洪演算结果,石港站的规模大小与调洪水位关系密切。考虑平原水网区圩区众多,圩区抽排影响大,为保证排涝安全,可通过适当控制设计排涝水位,增加外排规模消除圩区的不确定影响因素。

(3) 为保持区域经济可持续发展,适应江苏水利现代化发展,石港抽水站建议按 $90 \text{ m}^3/\text{s}$ 的规模扩建。

(4) 随着南水北调东线一期工程的实施完成,该区域拥有金洪湖、洪泽站,以及即将开工的石港站,现状沿湖小站。建议结合现有自排口门—南运

西闸、宝应湖退水闸,整合资源、顺序调度,重新研究确定该区的排涝、送水调度运行方案,为该区域资源最大化利用提供非工程条件。

参考文献:

- [1] 江苏省水利勘测设计研究院.南水北调东线规划[R].2001.
- [2] 江苏省水利勘测设计研究院有限公司.南水北调东线一期工程洪泽站工程可行性研究报告[R].2005.
- [3] 江苏省水利厅.江苏省防洪规划报告[R].2011.
- [4] 詹江道,徐向阳,陈元芳.工程水文学[M].北京:中国水利水电出版社,2010.
- [5] 郭元裕.农田水利学[M].北京:中国水利水电出版社,2007.

(责任编辑:徐丽娜)