

# 阜宁县渠南灌区引水口门输水流量率定浅析

陈 刚，余乃旺，黄宏家，刘融融

(江苏省水文水资源勘测局盐城分局, 江苏 盐城 224000)

**摘要:**加强水量水质监测能力建设,为强化监督考核提供技术支撑。以江苏省阜宁县渠南灌区为研究对象,分析灌区引水口门输水流量率定的可行性,通过对不同水情及工况进行流量率定,绘制水力因素与流量的关系曲线,计算在不同落差、闸门开启高度下的引水流量,从而对引水流量进行监测,实现科学调水。

**关键词:**灌区; 流量率定; 引水

**中图分类号:**TV67      **文献标识码:**B      **文章编号:**1007-7839(2019)10-0038-05

## Analysis on the flow calibration of water delivery in the diversion gate of Qunan Irrigation District of Funing County

CHEN Gang, YU Naiwang, HUANG Hongjia, LIU Rongrong

(Yancheng Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Yancheng 224051, Jiangsu)

**Abstract:** Strengthen the capacity building of water quality and water quality monitoring to provide technical support for strengthening supervision and assessment. Taking the Qunan Irrigation District of Funing County in Jiangsu Province as a research object, the feasibility of determining the water flow calibration of the diversion gate of the irrigation area was analyzed. The relationship between hydraulic factors and flow rate was drawn by determining the flow calibration of different water conditions and working conditions. The water diversion flow under different drop and gate opening heights was used to monitor the diversion flow to achieve scientific water diversion.

**Key words:** irrigation area; flow calibration; water diversion

### 0 引言

目前,我国正处于经济快速增长的时期,随着工业化、城市化的迅速发展以及人口的增长和农业灌溉面积的扩大,使水资源的需求量日益增加。长期以来,为了获得足够的水资源以支撑发展,盲目开发利用水资源不仅造成水资源的短缺,加剧了水危机,同时使十分脆弱的生态环境进一步恶化<sup>[1]</sup>。为提高水资源监控能力,水利部在全国范围内相继开展了两期国家水资源监控能力项目(一期2012~2014年及二期2016~2018年)。其中二期项目是为了进一步提高全国水资源监控能力,提高三大监

控体系中农业用水的监控比例,着重开展重点中型以上灌区渠首取水在线监测工作<sup>[2]</sup>。本文利用国家水资源监控能力二期建设项目(2016~2018年)开展灌区渠首取水监控为契机,分析阜宁县渠南灌区引水口门输水流量率定可行性。

### 1 研究区概况

阜宁县渠南灌区位于苏北灌溉总渠以南、射阳河以北的狭长地带,西与淮安市交界,东与滨海县接壤,总面积866 km<sup>2</sup>。灌区建成初期,淮水来量充沛,引总渠水源自流灌溉,20世纪70年代后期洪泽湖淮水北调后,总渠水位下降,灌区分配水量由原

收稿日期:2019-06-15  
作者简介:陈刚(1982—),男,本科,工程师,主要从事水文测验及调查评价工作。

来的  $150\text{ m}^3/\text{s}$  降为  $30\text{ m}^3/\text{s}$ , 现除了灌溉总渠水源外, 立足提引射阳河水源灌溉。灌区配套建筑物为总渠引水涵洞 11 座, 设计引水流量  $144.8\text{ m}^3/\text{s}$ , 输水总干渠 1 条, 长  $38.8\text{ km}$ , 主要输水干渠 15 条, 长  $229.9\text{ km}$ 。阜宁县渠南灌区水系图见图 1。

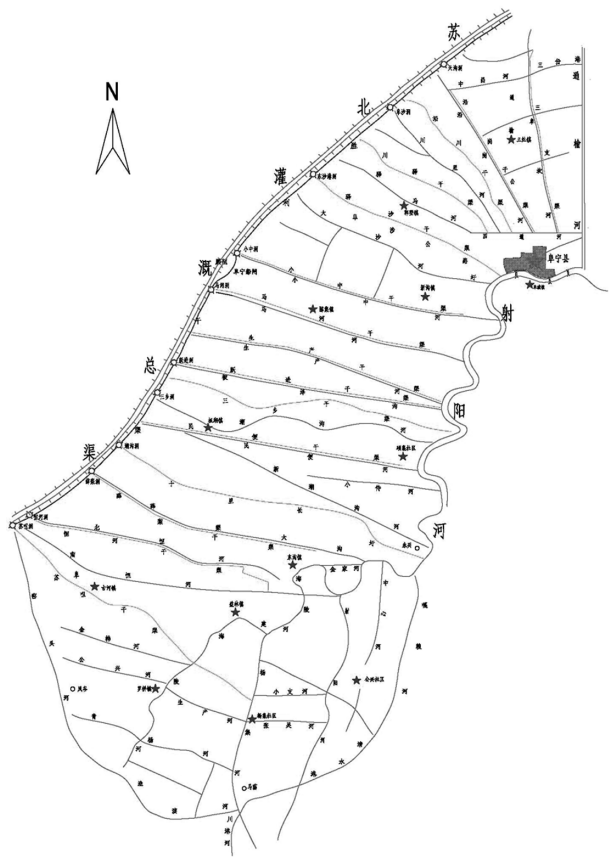


图 1 阜宁县渠南灌区水系图

2 研究区站点建设及运行情况

按照水利部提出的“3 年基本建成, 5 年基本完善”的总体部署, 形成与实行最严格水资源管理制度相适应的水资源监控能力, 为实施最严格水资源管理制度提供有力技术支撑要求, 江苏省国家水资源监控能力项目建设处委托南京水文自动化研究所在阜宁县渠南灌区苏北灌溉总渠沿线口门布置了渠首流量监测站点 11 处。分别采用水工建筑物法、超声波时差法及 H-ADCP 法推算渠首引水流量, 以实现水资源精确计量。其中小中洞站因数据异常未进行率定, 跃进洞、恒河洞站超声波时差法设备调试未到位, 观测数据异常紊乱, 与实际流量相差很大。因此, 对所测数据按照水工建筑物法进行分析率定, 其上游水位采用运东闸与阜宁腰闸水位按里程进行插补, 并考虑相邻引水涵洞水位修正确定。沿线引水口门平面布置情况见图 2, 沿线监

测站点运行情况见表 1。

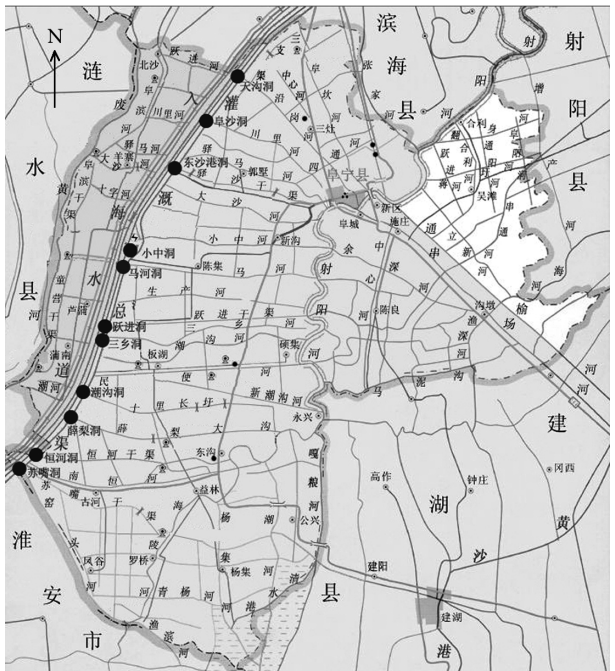


图 2 沿线引水口门平面布置图

3 流量率定情况

3.1 水准接测

为准确掌握闸上、下水位分布情况, 便于各站水位进行比较对照, 并在统一基面下建立水位、流量关系, 采用水工建筑物法推流的站点, 对上下游水尺、闸底高程进行了水准测量。因测站点附近没有国家基本水准点, 本次比测以 GPS 测量成果作为各站点的冻结基面。在每个站设置固定水准点, 并利用水准仪引测上下游水尺零高和闸底高程, 这样利用同一个水准点引测, 保证了上下游水位和闸底高程计算的一致性。各站水尺零高及闸底高程测量成果见表 2~3。

3.2 流量测验

阜宁县主要农业种植类型为水稻、小麦和豆类, 根据植物生长特性, 5~11 月为主要生长期, 也是农业灌溉用水期。特别是 6 月份, 一方面因还未到梅雨期, 降水不足; 另一方面由于温度上升, 蒸发量增加, 同时水稻种植的需水量很大, 故 6 月一般是阜宁地区农业灌溉的用水高峰期。

为抓住有利时机, 从 6 月份开始, 渠南灌区国控二期水资源监测站点比测率定工作迅速开展。测流断面选择在闸下无回流、无旋涡、水流流向顺直段, 尽量避开水跃区, 选取河流稳定区域作为测流断面。流量测验采用设备为瑞江牌 (RioGrande)

表 1 渠南灌区水资源监测站点运行情况一览表

序号	站点名称	流量测验方案	建设运行情况	备注
1	天沟洞	水工建筑物推流	运行正常	
2	阜沙洞	水工建筑物推流	运行正常	
3	东沙港涵洞	水工建筑物推流	运行正常	
4	马河洞	水工建筑物推流	运行正常	
5	三乡洞	水工建筑物推流	运行正常	
6	跃进洞	超声波时差法	设备数据异常	改为水工建筑物推流
7	薛梨洞	水工建筑物推流	运行正常	
8	恒河洞	超声波时差法	设备数据异常	改为水工建筑物推流
9	潮沟洞	水工建筑物推流	运行正常	
10	苏咀洞	水工建筑物推流	运行正常	
11	小中洞	H－ADCP	设备数据异常	未进行率定

表 2 水工建筑物法测流站点水准成果表

序号	洞(闸)名	水尺位置	引据高程/m	水尺零高/m	基面
1	苏咀洞	上游	8.492	3.431	冻结
		下游	5.497	1.523	冻结
2	薛梨洞	上游	7.104	3.400	冻结
		下游	5.840	2.393	冻结
3	三乡洞	上游	6.038	3.538	冻结
		下游	5.206	2.542	冻结
4	马河洞	上游	3.884	3.432	冻结
		下游	3.884	1.353	冻结
5	东沙港涵洞	上游	8.065	0.397	冻结
		下游	3.949	-0.618	冻结
6	阜沙洞	上游	5.734	0.115	冻结
		下游	5.734	0.465	冻结
7	天沟洞	上游	3.509	0.509	冻结
		下游	3.736	-0.475	冻结

表 3 水工建筑物法测流站点闸底高程成果表

序号	洞(闸)名	孔数	闸(孔)单宽/m	闸(孔)净高/m	闸底设计高程/m	基面
1	苏咀洞	1	2.2	2.2	1.8	冻结
2	恒河洞	1	2.2	2.5	2.5	冻结
3	薛梨洞	1	2.5	3.0	2.0	冻结
4	潮沟洞	2	2.0	2.5	2.5	冻结
5	三乡洞	1	3.0	3.0	1.8	冻结
6	跃进洞	1	1.8	2.2	2.5	冻结
7	马河洞	1	1.4	1.4	1.4	冻结
8	东沙港洞	1	2.2	2.7	-0.2	冻结
9	阜沙洞	1	2.2	2.2	0.4	冻结
10	天沟洞	2	1.6	2.7	0.0	冻结

河流型 ADCP( WHR1200 ), 闸门开启高度按 0.10 m 左右分级<sup>[3-4]</sup>。沿线各站流量测次统计如表 4。

通过对测量成果整理分析,可形成堰闸流量率定成果表、实测流量成果表及水位流量关系定线计

表 4 渠南灌区水资源监测站点流量测次一览表

序号	站名	测验次数	序号	站名	测验次数
1	天沟洞	8	6	跃进洞	6
2	阜沙洞	8	7	薛梨洞	9
3	东沙港涵洞	8	8	恒河洞	6
4	马河洞	7	9	潮沟洞	8
5	三乡洞	8	10	苏咀洞	9

4 率定结果

4.1 率定分析

将各闸站所测流量测次按时间顺序进行编号,并将全部资料编排成表,对相关成果进行分析比较,掌握不同水情下的流量分配规律,由于总渠沿线引水口门均为涵洞进水,根据闸(洞)过流特性,采用  $e/d-\mu$  关系进行定线, $e$  为开启高度, $d$  为上游水头, $\mu$  为流量系数。引水流量公式为: $Q=\mu a[2g(H-\eta e)]^{0.5}$ ,其中  $\mu$  为流量系数; $a$  为涵洞过水面积( $\text{m}^2$ ); $g$  为重力加速度; $H$  为上游水头( $\text{m}$ ); $\eta$  为势能系数,在 0.55~0.8 之间,盐城地区一般取 0.7; $e$  为闸门开高( $\text{m}$ )<sup>[5]</sup>。

算表,同时绘制出水位流量关系线图。其水位流量关系线成果见表 5。

4.2 定线精度分析

渠南灌区大部分口门均采用水工建筑物法,由于进水涵洞设计规模较小,约在  $10\text{ m}^3/\text{s}$  左右。实际比测过程中也发现,上游总渠水位较低,下游用水需求不大,引水流量大多数远小于设计值。小流量情况下,流速脉动影响增大,同一水情、工情时,测量的流量跳动较大,单次测量值不能代表该情况下的实际流量<sup>[6]</sup>,故对水情、工情时的流量值做均值化处理后参与定线。各站点定线误差统计表见表 6。

表 5 渠南灌区水资源监测站点水位关系成果表

站点	天沟洞	阜沙洞	东沙港涵洞	马河洞	三乡洞
关系线	$\mu = 0.68(e/d)^{0.114}$	$\mu = 0.90(e/d)^{0.117}$	$\mu = 0.889(e/d)^{0.735}$	$\mu = 0.853(e/d)^{0.539}$	$\mu = 0.75(e/d)^{0.102}$
站点	跃进洞	薛梨洞	恒河洞	潮沟洞	苏咀洞
关系线	$\mu = 1.58(e/d)^{0.55}$	$\mu = 0.585(e/d)^{0.108}$	$\mu = 0.59(e/d)^{0.07}$	$\mu = 0.71(e/d)^{0.10}$	$\mu = 0.613(e/d)^{0.11}$

表 6 渠南灌区水资源监测站点定线误差统计表

站点	天沟洞	阜沙洞	东沙港涵洞	马河洞	三乡洞	跃进洞	薛梨洞	恒河洞	潮沟洞	苏咀洞
相对误差	4.8%	-5.2%	-13.6%	0.6%	2.3%	9.6%	1.8%	-5.6%	-0.8%	-0.5%
误差合计	≤5% 计 6 个点, 占 75%	≤5% 计 9 个点, 占 100%	≤5% 计 6 个点, 占 75%	≤5% 计 5 个点, 占 71.4%	≤5% 计 8 个点, 占 100%	≤5% 计 4 个点, 占 66.7%	≤5% 计 9 个点, 占 100%	≤5% 计 0 个点, 占 0.0%	≤5% 计 8 个点, 占 100%	≤5% 计 8 个点, 占 100%
	≤10% 计 8 个点, 占 100%	≤10% 计 9 个点, 占 100%	≤10% 计 8 个点, 占 100%	≤10% 计 7 个点, 占 100%	≤10% 计 8 个点, 占 100%	≤10% 计 6 个点, 占 100%	≤10% 计 9 个点, 占 100%	≤10% 计 4 个点, 占 66.7%	≤10% 计 8 个点, 占 100%	≤10% 计 8 个点, 占 100%

5 结论

本文阐述了阜宁县渠南灌区引水口门输水流量监控的实施背景及对引水口门输水流量比测率定的过程,运用 ADCP 现场流量测验数据及定线成果论证实施水资源流量监控的可行性。可以看出,通过对各站点流量率定成果表、实测流量成果表及水位流量关系定线计算表进行分析统计,各站定线精度总体较好。

因此,通过后期继续加强对引水口门不同工情、水情下的率定测验及运行维护单位不断完善在线监控设备系统功能,丰富设备的统计分析和自纠错功能,即可实现渠南灌区沿线口门的流量在线监控,其成果将有效填补渠南灌区过堤涵洞水资源计量空白,为实现最严格水资源管理提供技术支撑。

参考文献:

[1] 黄国勤. 我国水资源面临的问题与对策[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(4):123-125.

[2] 胡四一. 全面实施国家水资源监控能力建设项目 全力提升水利信息化整体水平[R]. 北京:国家水资源监控能力建设项目建设管理工作会议, 2012.

[3] 中华人民共和国水利部. SL 58—2014 水文测量规范[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2014.

[4] 中华人民共和国水利部. SL 337—2006 声学多普勒流量测验规范[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2006.

[5] 刘和咏. 基于关系曲线和水利学法的泄洪闸门泄流曲线率定[J]. 水电与抽水蓄能, 2018(1):100-101.

[6] 张高峰, 任传胜. 基于闸门的水位流量关系分析[J]. 计量技术, 2010(4):11-13.