

# Research on the Operation Scheme of Tandem Booster Pumping Station Midway in Raw Water——Taking Nanhui Branch of Qingcaosha System as an Example

Lihua Cao

Shanghai Chengtou Raw Water Co., Ltd., Shanghai, 200120, China

## Abstract

The Qingcaosha raw water system is equipped with a series booster pumping station midway in the Nanhui branch line with long distance and large water supply. To address the risk of single power supply in the midway pumping station, the paper studied the feasibility of independent operation of the two lines of the system, and proposed an optimized operation scheme to install a check valve on the overflow pipe of the midway pumping station to ensure the safety of raw water transportation in case of emergency.

## Keywords

raw water system; operations; research

# 原水中途串联增压泵站运行方案研究——以青草沙系统南汇支线为例

曹丽华

上海城投原水有限公司, 中国·上海 200120

## 摘要

青草沙原水系统南汇支线输水距离长、供水量大, 中途设有串联增压泵站。针对中途泵站现阶段单路供电的运行风险, 论文研究系统双线独立运行方案的可行性, 并提出中途泵站超越管加装单向阀的优化运行方案, 保障突发状况下原水输送安全。

## 关键词

原水系统; 运行; 研究

## 1 概况

### 1.1 青草沙原水系统南汇支线概况

青草沙原水系统南汇支线是金海支线的下游段输水系统, 输水规模 108 万 m<sup>3</sup>/d, 向航头水厂、惠南水厂、南汇南水厂以及在建的南汇北水厂输送青草沙原水<sup>[1]</sup>。原水经金海泵站南汇支线机泵增压, 通过约 18.08km 的 DN2000 双管供应南汇北泵站, 向相邻的南汇北水厂分流 20 万 m<sup>3</sup>/d 后, 剩余 88 万 m<sup>3</sup>/d 由南汇北泵站加压后继续向下游的航头水厂、惠南水厂及南汇南水厂输水, 该线路上游段采用 DN1800 双管, 线路长约 11.44km, 输水规模为 88 万 m<sup>3</sup>/d, 下游段分成两路, 一路至航头水厂, 采用 DN1600 单管路, 线路长约 7.25km, 输水规模为 24 万 m<sup>3</sup>/d, 另一路至惠南水厂及南汇南水厂, 采用 DN1800 双管, 线路长约 7.33km, 输水规模为 64

万 m<sup>3</sup>/d。输水系统示意图见图 1。

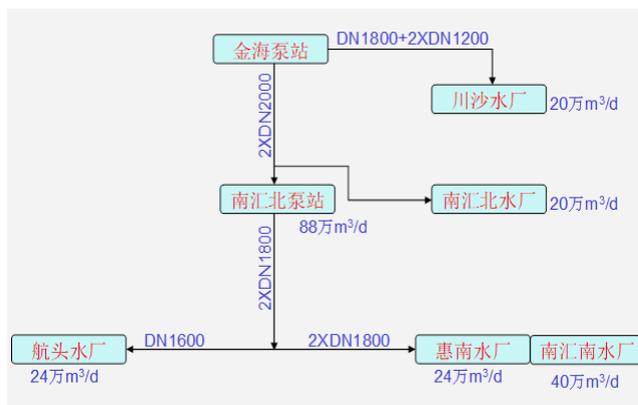


图 1 南汇支线输水系统示意图

金海泵站南汇方向设有机泵 6 台, 单泵设计流量 9630m<sup>3</sup>/h, 扬程 47m, 其中 1 台定速泵, 5 台变频泵, 调速范围 50%~100%。南汇北泵站设有有机泵 5 台, 预留远期泵位 1 个,

单泵设计流量 9808m<sup>3</sup>/h, 扬程 45.2m, 全部采用变频调速, 调速范围 50%~100%。为便于初期小水量工况下机泵的调节, 南汇北泵站进水总管装有调流阀。

## 1.2 南汇支线运行概况

青草沙原水系统南汇支线于 2012 年底建成投运, 由于当时南汇北泵站、南汇北水厂还未开工建设, 由金海泵站超越南汇北泵站直接供应南汇方向水厂<sup>[2]</sup>。随着南汇地区的不断发展, 原水用水需求日益增长, 目前仅依靠金海泵站供应南汇方向在局部高峰时刻存在一定缺口。2019 年南汇支线运行统计数据见表 1。

表 1 2019 年南汇支线水厂原水供应量统计

水厂名称	设计规模 (m <sup>3</sup> /d)	最高日 (m <sup>3</sup> /d)	平均日 (m <sup>3</sup> /d)	最高时 (m <sup>3</sup> /h)	平均时 (m <sup>3</sup> /h)	最低时 (m <sup>3</sup> /h)
航头水厂	24.0	26.2	22.6	13000	10000	6500
惠南水厂	24.0	21.5	16.1	11000	6900	5000
南汇南水厂	40.0	17.5	14.6	8000	6300	4800
合计	88.0	64.0	53.3	32000	23200	16300

由以上统计数据可见, 南汇支线最高时水量供应已达 31000 m<sup>3</sup>/h, 金海泵站出站压力在 55m 左右, 考虑到进站压力 11m, 机泵扬程达 44m, 接近设计扬程。2020 年 4 月, 南汇北泵站调试完成, 具备将金海泵站来水串联增压供应下游南汇方向水厂的条件。

## 2 泵站运行方案研究

### 2.1 泵站运行方案研究的必要性

南汇北泵站投运, 需关闭南汇支线主线北泵站超越管隔断阀门, 实现泵站串联接入南汇支线并网运行。然而南汇北泵站投运初期, 仅有一路外线路电源进线, 一旦发生失电将导致南汇方向三家水厂供水中断, 运行存在相当风险。根据南汇支线为双线供水情况, 考虑采取双线独立运行的方式, 其中一路经南汇北泵站串联增压, 另一路超越泵站直供南汇方向, 可以保证南汇北泵站突发失电情况下, 南汇支线供水不中断。

### 2.2 运行方案分析

南汇支线双管独立运行, 需关闭金海泵站至南汇北泵站之间双管的连通阀, 其中金海泵站南 1#~ 南 3# 机泵通过南汇支线 I 管直供南汇方向水厂, 南 4#~ 南 6# 机泵通过南汇支线 II 管, 经南汇北泵站串联增压后供应南汇方向。南汇北泵站出水与南汇支线 I 管供水通过北泵站下游的连通阀联通,

以实现下游段水量的平均分配, 减少整体水头损失。南汇支线双管独立运行的水量分配宜以南 1#~ 南 3# 机泵、南 4#~ 南 6# 机泵以及南汇北泵站机泵 3 处增压点输水负荷平均分配为原则, 通过水力计算结合水泵特性曲线制定合理的机泵运行方案。

为便于指导实际运行, 根据表 1 数据, 以最不利点航头水厂服务水压 11.0m 为末端控制点, 对南汇支线最高时、平均时、最低时供水量分别作水力计算, 经调整双管水量分配试算后, 理论水力坡降图及配泵方案如下。

#### 2.2.1 南汇支线最高时

根据表 1 统计, 南汇支线最高时总流量 32000m<sup>3</sup>/h, 其中 I 管 11000m<sup>3</sup>/h、II 管 21000m<sup>3</sup>/h。金海泵站南汇 I 管运行机泵 1 台, 调速约 95%; II 管运行机泵 2 台, 调速约 90%; 南汇北泵站运行机泵 2 台, 调速约 92%。三处增压点水泵效率均在 85% 以上, 沿程水力坡降示意图 2。

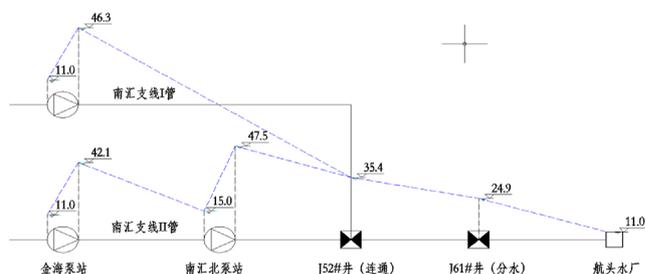


图 2 南汇支线大水量工况水力坡降图

#### 2.2.2 南汇支线平均时

根据表 1 统计, 南汇支线平均时总流量 23200m<sup>3</sup>/h, 其中 I 管 7500m<sup>3</sup>/h、II 管 15700m<sup>3</sup>/h。金海泵站南汇 I 管运行机泵 1 台, 调速约 68%; II 管运行机泵 2 台, 调速约 70%; 南汇北泵站运行机泵 2 台, 调速约 70%。三处增压点水泵效率均在 85% 以上, 沿程水力坡降示意图 3。

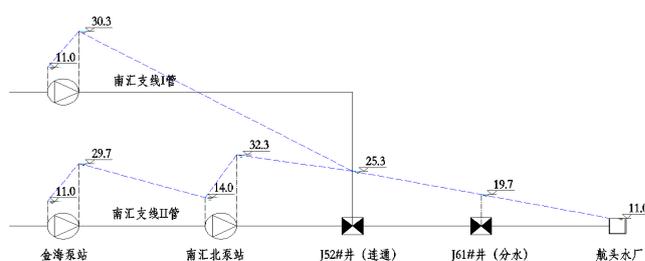


图 3 南汇支线平均水量工况水力坡降图

#### 2.2.3 南汇支线最低时

根据表 1 统计, 南汇支线平均时总流量 16300m<sup>3</sup>/h, 其中 I 管 6300m<sup>3</sup>/h、II 管 10000m<sup>3</sup>/h。金海泵站南汇 I 管运行机

泵1台,调速约50%;为保证变频机泵最低调速50%的要求,南汇北泵站进站调流阀需卡水头6m,可满足金海泵站南汇II管运行机泵2台,调速约50%,南汇北泵站运行机泵2台,调速约50%。三处增压点水泵效率均在85%以上,沿程水力坡降示意图4。

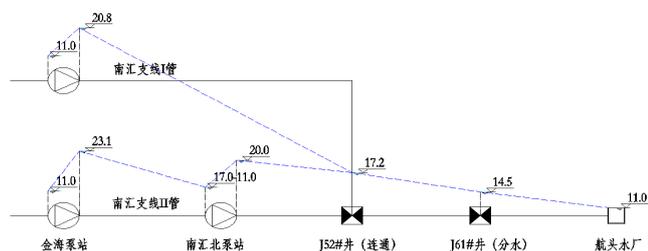


图4 沿程水力坡降示意图

### 3 优化运行措施

南汇支线双管独立运行,在现阶段南汇北泵站单路供电的条件下,可有效避免因中途串联增压泵站失电而导致的原水供应中断。然而,单路供电对正常生产运行仍存在一定风险,一旦南汇北泵站全站跳车,将影响原水供应能力,并存在管道水锤破坏的风险。为保证全线输水安全,在南汇北泵站两

根超越管加装单向阀。正常情况下,南汇北泵站串联增压,超越管单向阀在关闭状态;泵站突发失电跳车,单向阀自动开启向下游泄压,同时上级金海本站机泵提速增能,恢复原水的正常供应,实现管道的安全优化运行。

### 4 结语

(1) 南汇支线原水输送过程中,为防止中途串联增压泵站失电引起的运行风险,可采取双管独立运行方案。经理论计算,机泵调配可以满足不同工况下的原水供应需求,在小水量工况下,需调节南汇北泵站进站调流阀,以满足机泵运行的最低转速要求。

(2) 中途串联增压泵站超越管加装单向阀,可有效减少中途泵站失电对原水输送的影响,保护管道运行安全。

### 参考文献

- [1] 顾赞. 大型串联增压泵站的水锤分析及防护措施研究 [J]. 给水排水, 2010(08):50-52.
- [2] 王健, 黄澄. 金海支线工程增压泵站优化设计 [J]. 给水排水, 2010(03):49-52.