

青草沙南汇北泵站变频器减量化研究

汪 胜 王家华 蒋玖璐 徐 平

(上海市城市建设设计研究院, 上海 200125)

摘要 青草沙水源原水工程是一项大规模的原水输水系统, 南汇支线工程是其子项之一, 它包括 1 座 88 万 m^3/d 增压泵站和总长约 90 km 的输水管线, 输水管为 $DN2\ 000\sim 1\ 200$ 。南汇北泵站规模大, 为了满足不同运行条件下水泵均处于高效区运行的要求, 采用水泵并联特性曲线-效率曲线-管路特性曲线关系图对变频器数量的选择进行了优化, 节约了工程投资。

关键词 增压泵站 变频器 减量化 水泵并联特性曲线 效率曲线 管路特性曲线

1 工程概况

为了解决上海城市中长期的供水需求, 确定开发青草沙水源地。

青草沙水源原水工程三大主体工程 9 个子项包括: 青草沙水库及取输水泵闸工程(含中央沙圈围工程)、岛域输水管线工程、长江原水过江管工程、五号沟泵站工程、严桥支线工程、凌桥支线工程、金海支线工程、南汇支线工程、黄浦江上游引水系统改造工程, 其输水系统布置见图 1。其中南汇支线工程位于金海支线下游, 具有长距离、大口径、大水量等特点。

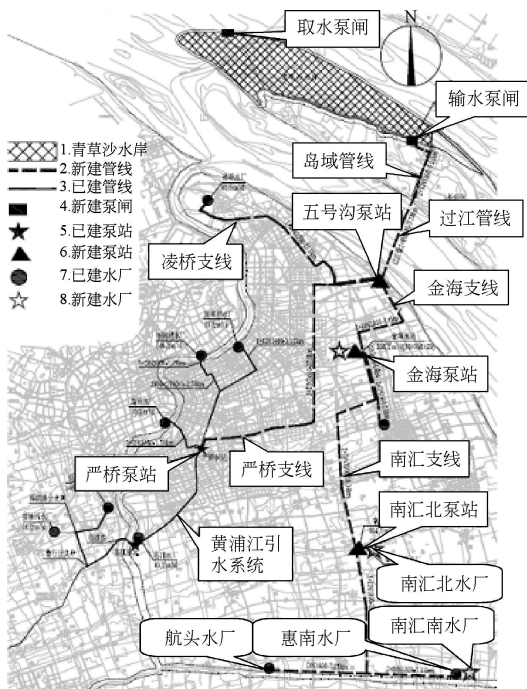


图 1 输水系统布置

2 水泵调节措施分析

水泵的运行效率直接影响到运行电费, 由于本工程输水规模大, 因此必须采取有效的水泵调节措施, 使水泵既高效运行又满足工况要求。通常, 可采用的工况调节措施有阀门调节, 调整转速, 切削叶轮或更换叶轮等。阀门调节流量并不节能, 因此不予考虑; 叶轮的切削是更改水泵性能曲线, 与管道特性曲线仍然只有一个交点, 无法满足多种工况的要求。同时, 叶轮切削具有不可逆性, 一旦叶轮切削减少直径后, 若要恢复则需重新更换原有直径的叶轮。在叶轮切削后, 叶轮与泵壳间的间距加大, 叶轮转动时通过间隙泄漏的水量增加, 因此叶轮切削后水泵效率还会有所降低。

变频调速已成为当今主流的交流电动机调速方式, 它具有显著的节能优势, 可以满足不同工况下的运行要求, 因此本工程中推荐采用变频调速。但是变频器本身设备成本较高, 因此在满足各种水力工况的前提下, 尽量减少变频器的配置数量。

3 南汇北泵站的特征流量

南汇支线工程远期输水规模为 108 万 m^3/d , 其中向南汇北水厂提供 20 万 m^3/d , 其余 88 万 m^3/d 由南汇北泵站增压至航头水厂、惠南水厂和南汇南水厂。日变化系数取 1.15, 事故流量系数取 0.7, 咸潮期流量系数取 0.8, 远期南汇北泵站各种特征流量及水泵扬程见表 1。

4 变频器减量化分析及台数确定

根据南汇北泵站的远期特征流量和水泵扬程进行水泵选型, 选用 5 台离心泵, 4 用 1 备, 单台水泵参

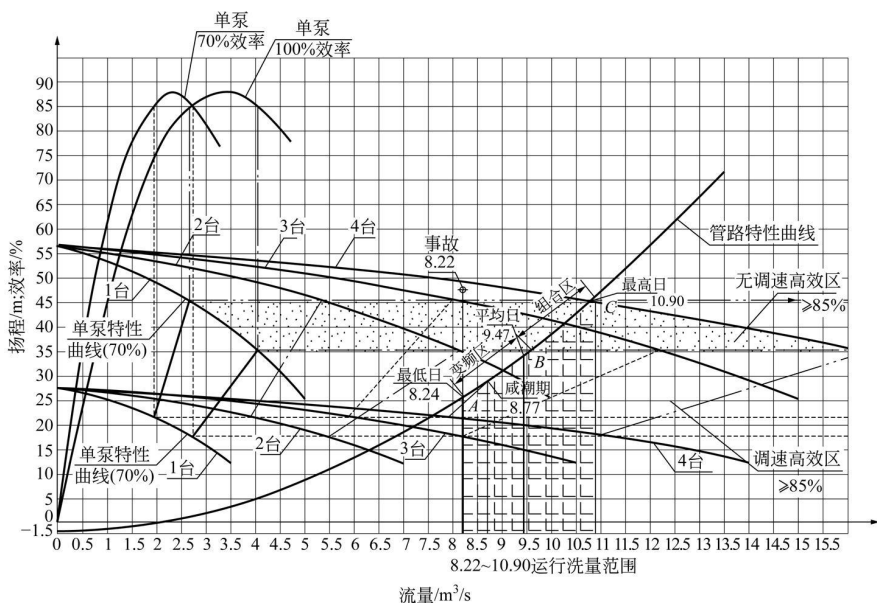


图2 水泵并联特性曲线-效率曲线-管路特性曲线关系

表1 南汇支线工程特征流量及水泵扬程

时间	工况	设计流量 / 万 m ³ / d	计算流量 / m ³ / s	扬程 / m
远期非 咸潮期	最高日	88.00	10.90	45.17
	平均日	76.52	9.47	34.52
	最低日	66.54	8.24	26.47
	事故	66.40	8.22	47.80
远期咸潮期	最高日	70.40	8.72	29.45

数: $Q = 9\,808.3\text{ m}^3/\text{h}$, $H = 45\text{ m}$, 调速范围为 $70\% \sim 100\%$, $n = 413 \sim 590\text{ r/min}$, 水泵运行效率 $\geq 85\%$ 。水泵特性曲线-效率曲线见图2。

南汇北泵站边界条件如下: 南汇北泵站进站水位为 13.5 m , 航头水厂进厂水位是控制点, 进厂水位为 12.0 m 。

按管路特性曲线公式:

$$H = H_0 + \Delta H_1 + \Delta H_2 \quad (1)$$

式中 H_0 ——进厂水位与进站水位的高差;

ΔH_1 ——输水管段水头损失;

ΔH_2 ——南汇北泵站内部管路系统水头损失。

在水泵特性曲线-效率曲线图上增加管路特性曲线, 如图2所示。

根据图2, 结合南汇北泵站远期各种运行工况, 以保证水泵在各工况运行时效率不低于 85% 为原则, 来确定变频水泵台数, 再对各特征流量时的水泵组合运行进行分析。

由图2分析, 当水泵扬程在 $25.5 \sim 35.5\text{ m}$ 即 AB

段范围时, 工频泵在此扬程段不在高效区范围, 必须采用至少3台变频泵组合运行, 才能达到高效运行的要求, 因此, 要满足 AB 段运行工况, 需要3台变频泵; 而当水泵扬程在 $35.5 \sim 45.5\text{ m}$ 即 BC 段范围时, 工频泵在此扬程段处于高效区范围, 因此, 要满足 BC 段运行工况, $3 \sim 4$ 台工频泵即可。

由上述分析可见, 当南汇北泵站采用1台工频泵和3台变频泵时, 即可满足 AC 段范围内各种工况要求; 因此, 南汇北泵站4台工作泵中, 确定3台采用变频泵, 1台采用工频泵, 另外1台备用泵也采用变频泵。上述水泵配置可以保证南汇北泵站在各种特征工况的流量条件下, 水泵运行均处在高效区范围内运行。

5 泵组合运行效率工况

同样通过图2可以分析不同工况下水泵组合运行情况, 南汇北泵站几种主要运行工况的工频泵及变频泵组合工作情况见表2。

表2 南汇北泵站主要运行工况

运行工况	单泵流量 / m ³ / s		扬程 / m	效率 / %	台数 / 台	
	定速泵	变频泵			工频泵	变频泵
非咸潮最高日	2.73	0	45.17	85	4	0
非咸潮平均日	0	3.16	34.52	87.5	0	3
非咸潮最低日	0	2.75	26.47	86	0	3
非咸潮事故时	2.20	2.01	47.80	变频泵 86	1	3
咸潮最高日	0	2.91	29.45	工频泵 76 85.5	0	3

6 结语

通过对水泵并联特性曲线-效率曲线-管路特性曲线关系图的分析, 可得出青草沙南汇支线南汇北泵站所采用变频器的数量, 对变频器进行了减量化, 以满足不同运行工况条件时水泵均处于高效区运行的要求, 节约了工程投资。

○ 通讯处: 201206 上海浦东新区金豫路700号2楼308室

电话: (021) 38723022

E-mail: yuliangu@online.sh.cn

收稿日期: 2010-10-29

修回日期: 2010-11-09