江都水利枢纽工程的技术改造

沈宏平, 冷其江

(江苏省江都水利工程管理处, 江苏 江都 225200)

摘要 指出江都水利枢纽工程存在的主要问题, 回顾了各项技术改造项目, 分析了技术改造取得的工程效益, 并总结了江都水利枢纽技术改造的经验, 包括采取整体提升改造方案, 科学选择泵型, 提高抽水站下游水位等工程措施, 对老化工程进行更新加固改造, 实践证明, 改造后的江都一站、二站等工程, 经济效益和社会效益都明显提高。

关键词 江都水利枢纽工程; 水闸; 排灌站; 技术改造

中图分类号 :TV61 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2005)06-0085-03

Technical renovation in Jiangu Water Conservancy Project//SHEN Hong-ping, LENG Qi-jiang(Administrative Office of Jiangu Water Project, Jiangu 225200, China)

Abstract The main problems in the Jiangu Water Conservancy Project were pointed out, and the benefit of different technical renovation projects was analyzed. Some experiences obtained from the technical renovation of the Jiangu Water Conservancy were summarized as follows: the adoption of integral improvement scheme, scientific selection of pump type, reinforcement of aged projects, and increase of downstream water level of pumping stations. Practices show that the Jiangu No.1 and No.2 hydraulic station reconstruction project and other projects have generated remarkable social and economic benefits.

Key words :Jiangu Water Conservancy Project; water gate; irrigation and drainage pumping station; technical renovation

江都水利枢纽工程地处江苏省扬州市东郊, 位于京杭大运河、新老通扬运河、淮河入江尾闾芒稻河交汇处, 由 4 座大型电力抽水站、12 座大中型水闸、4 座船闸、2 座涵洞组成, 具有泄洪、灌溉、排涝、通航、发电等多种功能。它既是我国南水北调东线工程的第一梯级抽水工程, 又是淮河入江水道最后一级控制工程, 同时还是向里下河地区引水的渠首工程, 地位十分重要。江都水利枢纽工程大多建于 20 世纪六七十年代, 经过几十年的运行后, 机电设备日益老化, 性能和效率普遍下降。为提高工程安全性能、扩大工程功能和效益, 必须对老化工程进行更新加固改造。

1 存在的主要问题

1.1 万福闸工程

万福闸建于 1958 年初, 与太平闸、金湾闸共同组成淮河入江水道的最后一道控制建筑物。由于历史原因及客观条件, 设计选用的混凝土标号偏低, 也未考虑混凝土的耐久性措施, 施工中混凝土水泥用量不足, 又掺入劣质粉煤灰, 水灰比控制不当, 振捣不实, 混凝土强度过低。竣工不久, 上游闸墩水位线上下混凝土表面剥落, 石子裸露, 公路桥桥面磨损。

随着时间的推移, 混凝土碳化不断发生和发展, 公路桥、工作桥排架、闸墩等碳化深度有的已超过钢筋保护层, 导致公路桥和工作桥大梁钢筋锈蚀, 混凝土表面膨胀开裂, 裂缝宽度最大达 9 mm, 尤以工作桥大梁最为突出, 消力池混凝土冲损, 闸门钢架锈蚀, 端柱内侧锈斑累累, 滚轮锈死, 混凝土面板碳化, 止水漏水等, 该闸存在问题较多, 隐患不断, 直接影响工程的安全运行。

1.2 太平闸、金湾闸工程

太平闸、金湾闸分别建于 1972 和 1973 年, 在设计、施工方面均作了不少探索, 应用了当时指定推广的新颖设计和施工方法。但原设计未考虑抗震设防, 两闸工作桥排架均采用混凝土空心砌块砌筑而成, 尽管空腔内填注了混凝土并配置了一定的钢筋, 但经抗震验算不能抵御 7 度地震。另外, 太平闸、金湾闸均是闸大河小, 上、下游河道淤塞严重, 工程效益不能充分发挥。

1.3 江都站工程

经 30 多年运行, 江都一、二站设备机械磨损严重, 主水泵空蚀严重, 主电机绝缘老化, 装置效率下降, 不但不能保证安全运行, 而且抽水量也达不到原设计流

量,如今江都三、四站类似问题也逐步暴露出来。

1.4 邵仙控制工程

邵仙控制工程包括邵仙闸(洞)、运盐闸两座建筑物。除建筑物本身老化严重外,其主体工程邵仙闸设计流量 $250 \text{ m}^3/\text{s}$,而实际担负着向北送水 $500 \text{ m}^3/\text{s}$ 的任务,同时承担大运河支线航道通航任务。因此,在江都站向北送水时,船只过闸很不安全,屡屡发生沉船事故。而在排涝期间,由于要保证船只的通航,邵仙闸不能控制水位,造成江都站高扬程运行,增加排涝运行能耗。随着江都站的更新改造,北送流量有望达到 $560 \text{ m}^3/\text{s}$,而邵仙闸将制约江都水利枢纽整体效益的发挥。

2 技术改造项目

从 1986 年万福闸加固开始,江都水利枢纽先后进行了近 10 项工程的加固改造。总体来说,通过加固改造,消除了工程隐患,保证了工程效益的正常发挥,有的工程还开发了新的功能,加固改造较为成功。回顾江都水利枢纽前期的工程加固改造,可归纳为以下 4 项工程。

2.1 万福闸加固

主要项目有:对上下扉闸门拆除重建,启闭机解体检修;对工作桥进行修补并喷刷保护涂料;对工作桥排架按地震烈度 7 度加固;对闸墩进行加固并接长上游墩头,增设检修门槽;将已碳化的闸墩表层凿除,喷高强混凝土修复;对闸底板基础灌浆;底板伸缩缝用沉柜检查修理;上游工作便桥拆除重建;公路桥加固和改建等。

万福闸加固历时 8 a,消除了许多工程隐患,为工程效益的再度发挥奠定了基础。在施工方案的选择、建设标准的定位等方面都进行了有益的尝试,但由于经费等原因,加固不彻底,仍存在一些问题:工作桥混凝土大梁纵、横向产生裂缝,混凝土碳化,挠度超标,抗剪强度不能满足规范要求;启闭机径向间隙超标,齿轮啮合不良;上下游翼墙错位,基底应力大于地基承载力,抗滑稳定不能满足规范要求等。

2.2 太平闸、金湾闸加固

为保证太平闸、金湾闸工程安全运行,1993 年对两闸进行了以抗震为目的的工程抗震加固。由于此次仅考虑抗震加固,没有考虑影响工程效益发挥的其他问题,因此,加固后的工程安全虽然有了一定保证,但工程效益仍不能充分发挥,特别是太平闸、金湾闸的上下游河道淤积严重,闸大河小,工程实际行洪能力达不到设计的行洪能力。

万福闸、太平闸、金湾闸上游同为邵伯湖,下游同为长江夹江,三闸距邵伯湖的距离大致相等,从

2003 年 7 月三闸行洪的水位、流量对比(表 1)可以看出,太平闸、金湾闸河道淤积、阻水,严重制约工程效益的发挥。

表 1 三闸水位、流量对比

时间	流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)			水位/m		
	万福闸	太平闸	金湾闸	万福闸	太平闸	金湾闸
11 日 8 时	7360	1150	1030	5.80	5.69	5.58
15 日 8 时	7080	1100	1030	6.33	6.32	6.21
19 日 8 时	7830	1190	1040	5.43	5.33	5.19

注:万福闸、太平闸、金湾闸的设计流量分别为 $7460 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1950 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $3200 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

2.3 江都一、二站改造

江都一、二站在更新改造中,不但对老化的机电设备进行了更新,管理设施进行了升级,而且还根据工程实际情况,在充分论证的基础上,优化电机、水泵选型,改 PVP-160 型水泵为 1.75ZLQ-6 型,改配套电机 TDL800-24/2150 为 TL1000-24/2150 型,从而提高了泵的装置效率和抽水流量。

2.4 邵仙控制工程加固改造

为解决邵仙控制工程送水与通航以及江都水利枢纽整体效益发挥之间的矛盾,在加固改造的方案论证中,确立了结合通航设施建设,扩大向北送水能力的指导思想,最后确定了在邵仙闸与运盐闸之间的运河隔堤上兴建一座集向北送水与通航功能于一体的邵仙套闸的方案。

3 技术改造效益分析

3.1 万福闸工程

加固后的万福闸安全性能得到保证,抗震强度得到增强,工作效率明显提高,为工程的安全运行和效益的充分发挥打下了基础。如 2003 年淮河流域发生特大洪水,作为淮河洪水入江的重要门户万福闸,汛期运行 152 d,泄洪近 470 亿 m^3 ,最大瞬间流量达 $8080 \text{ m}^3/\text{s}$,大大超过了设计流量($7460 \text{ m}^3/\text{s}$),为夺取淮河抗洪斗争的胜利作出了巨大贡献。

3.2 太平闸、金湾闸工程

太平闸和金湾闸加固工程由于主要是抗震加固,因此其主要目的是增加工程安全运行性能。

3.3 江都一、二站

江都一、二站更新改造如果只是更新调换同型号主泵设备,恢复原设计的效益,一个站需投资 1400 万元左右,而实施适当增容的更新改造方案,需投资 1600 万元,仅多支出 200 万元,但可增加抽水流量 $24 \text{ m}^3/\text{s}$,提高装置效率 9% 以上。以江苏省水利厅 20 世纪 90 年代测评标准计算,新建泵站每个流量需 100 万元,兴建 $24 \text{ m}^3/\text{s}$ 的泵站需要投资 2400 万元,仅此就远远超过一个站更新改造的全部费用。江都一、二站改造后抽水流量共增加 $48 \text{ m}^3/\text{s}$,可增加灌

溉面积 3.2 万 hm^2 , 年增农业效益约 5 000 万元. 此外, 工程改造后运行效率提高, 费用降低, 相关工业、航运等综合效益得到了充分发挥.

3.4 邵仙控制工程

邵仙控制工程加固改造后, 江都站在大流量向北送水时, 可通过邵仙套闸分流 $70 \text{ m}^3/\text{s}$, 减小了由于邵仙闸的阻水而产生的 0.1 m 水头差, 提高了送水效益. 在江都站抽排里下河涝水时关闭邵仙闸, 年均节约抽水用电 400 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$; 邵仙套闸通航后, 年收取船舶过闸费 650 万元左右. 邵仙控制工程改造后, 不但拓展了江都水利枢纽的功能, 增加了社会效益, 而且也产生了一定的经济效益.

4 技术改造的经验

江都水利枢纽是我国南水北调东线工程的第一梯级抽水控制工程. 随着南水北调东线工程的实施, 对江都水利枢纽的运行时间和运行保证率都提出了更高的要求. 江都水利枢纽今后的工程加固也正是围绕着实现南水北调东线工程效益而进行的. 如何充分利用工程加固改造的机会, 提高工程效益, 特别是提高工程的运行效率, 对年运行时间 8 000 h 以上的南水北调东线工程来说, 其意义非同一般.

4.1 采取整体提升改造方案, 扩大抽水规模

根据江都一、二站改造的经验, 江都三、四站通过技术改造, 优化水泵、电机的选型, 可以适当增加抽水流量. 根据《南水北调东线工程江都站改造可行性研究报告》, 江都三、四站改造后, 在设计扬程从 7 m 增加到 7.8 m 的情况下, 通过水泵、电机适当的选型, 可增加抽水流量约 $31 \text{ m}^3/\text{s}$. 南水北调东线工程建成投运后, 沿途各省用水量将愈来愈大, 因此江都三、四站改造时在基本不增加投资的前提下, 适当增加抽水流量, 留有足够的备用机组, 不仅可缓解工程运行压力, 而且将有效地缓解用水分配的矛盾, 其社会效益巨大.

4.2 科学选择泵型, 提高水泵抽水装置效率

南水北调东江都站改造中, 江都站站上设计水位 8.5 m, 站下设计水位根据《泵站设计规范》^[4], 取长江三江营历年保证率为 95% 的日平均潮水位 0.88 m, 相应站下设计水位为 0.7 m. 泵站设计扬程 7.8 m, 设计抽水能力 $400 \text{ m}^3/\text{s}$, 站下最低水位采用三江营日最低潮(低低潮)作频率曲线, 采用 99% 保证率的水位, 站下取为 -0.3 m. 江都站在设计扬程 7.8 m 时, 实际装机流量达 $505.6 \text{ m}^3/\text{s}$, 其中 $105.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 是作为备用流量的.

目前, 江都一、二站已经完成了更新改造. 在更新改造中, 根据当时的水情、工情, 确定了江都一、二站设计扬程为 6.0 m, 而江都三、四站设计扬程为

7.8 m, 也就是说, 江都一、二、三、四站水泵运行的高效区不一致. 事实上, 江都站正常抽水北送的扬程, 大多数情况在 4.0 ~ 5.0 m, 即为了保证江都站在最大扬程下的抽水能力, 大多数情况下, 江都站运行效率不是最高, 特别是江都三、四站. 因此, 在江都三、四站的改造中, 应科学合理地选择泵型, 既保证最大扬程的抽水能力, 又兼顾正常情况下的高效运行.

另外, 由于各站运行高效区的不同, 与江都站同属南水北调东线第一梯级的宝应站、广陵站建成后, 在不同的北调流量时, 根据上下游水位, 选择运行效率最高的泵站供水, 实现优化调度运行将成为可能.

4.3 抬高江都站下游水位, 大幅度提高工程效益

江都抽水站的主要功能为抽排里下河涝水及抽引长江水北送. 抽排里下河涝水时, 打开东闸, 关闭西闸, 涝水经抽排后, 由芒稻闸入长江; 抽长江水北送时, 打开西闸, 抽水站抽长江水经京杭大运河北送. 工程实际运行中, 长江水经江都西闸一级控制后, 损失了一定的水头. 经统计分析, 在江都站抽江水期间, 由于江都西闸的控制, 致使江都站损失扬程达日平均 0.29 ~ 1.67 m, 多年平均 0.6 m. 究其原因, 一是工程设计江都站下游(江都西闸下游)水位最高 4.5 m, 二是运行控制手段落后, 江都抽水站、江都东闸、江都西闸不能根据实时的水情进行优化调度运行.

实际上, 通过工程加固改造的一些措施, 完全有可能将江都站下游最高控制水位由 4.5 m 提高到 5.0 m, 利用对控制手段的改造, 亦可实现江都水利枢纽优化调度运行. 如果能就此进行改造, 江都站将能够充分利用长江潮位, 全面提高江都站进水池水位, 从而降低扬程, 增加抽水能力, 减少电能消耗, 显著地提高江都站的社会效益和经济效益.

5 结 语

本文既对江都水利枢纽前期工程加固改造工作进行了回顾和效益分析, 也对今后的工程加固改造工作进行了探讨. 在即将进行的南水北调东线工程加固改造中, 认真研究和采用上述方案, 将显著提高江都水利枢纽的社会效益和经济效益.

参考文献:

- [1] 汤正军, 沈宏平. 江都水利枢纽[M]. 南京: 河海大学出版社, 2004. 18—45.
- [2] 黄海田, 冷其江, 黄玉诚. 提高江都泵站进水池水位的措施和改造方案[J]. 中国农村水利水电, 2000(6): 43—45.
- [3] 冷其江, 董毅. 邵仙控制加固改造工程方案论证及效益分析[J]. 扬州大学学报, 2000(3): 122—124.
- [4] GB/T50262—97 泵站设计规范[S].

(收稿日期: 2004-09-21 编辑: 骆超)