南水北调梯级泵站技术管理研究

仇宝云[1,2]，林海江[1]，冯晓莉[1]，黄季艳[1]，袁寿其[2]，
陈建康[1]，黄海田[3]
（1. 扬州大学水利学院，江苏 扬州 225009；2. 江苏大学流体机械工程技术研究中心，江苏 镇江 2120131；
3. 江苏省苏北供水局，江苏 南京 215000）

摘　要：分析了江苏省江水北调泵站技术管理现状，根据准市场化运作要求，对南水北调东线工程大型梯级泵站的技术管理体制、运行管理、日常管理和维护检修管理等进行研究。对提高工程管理的合理性，提高工程调水可靠性与经济性，促进工程良性循环与发展有较大意义。

关键词：南水北调东线工程；梯级泵站；技术管理
中图分类号：S277　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1005-6254(2004)01-0008-05

1　江水北调泵站技术管理现状

江水北调工程始建于上世纪60年代初，以江都抽水站为起点站，大部分泵站直属江苏省水利厅，由厅属各水利工程管理处管理，少部分为市属。计划经济条件下形成的泵站管理体制和模式一直延用至今，未有大的改变。省属泵站由水利厅防汛抗旱指挥部根据旱情、水情制定抽水方案，管理费用、动力费用和维修费用由省财政统一支付；市属泵站各类费用主要由地方财政承担，省财政给予适当补贴。其特点是只考虑社会效益，不考虑经济效益，政府财政负担较重，经费来源单一，管理关系不顺，泵站维持和发展困难。

由于泵站运行管理与维护检修费用由政府财政支付，与管理单位利益无关，所以泵站管理不讲究经济效益，忽视泵站优化调度和经济运行，费用使用不合理。例如，虽然设有叶片全调节装置，但都未能根据上下游水位差实现变角经济运行，泵站运行效率低，增加了运行费用。

设备检修由泵站向上级部门申请经费，管理部门缺少对立项的审查、经费使用的监督、检修质量的检验和检修项目的验收，维修费用高，设备质量和可靠性有待提高。

南水北调东线工程以江苏省江水北调工程为基础，扩大规模，向北延伸，大型梯级泵站是工程的心脏。除了合理规划、设计、选型、施工和安装外，泵站的技术管理同样占有很重要的地位。泵站技术管理要吸取江水北调泵站管理的经验和教训，针对水资源准市场化的特点，理顺管理体制，明确管理内容与制度，提高调水可靠性，降低运营和调水成本，实现工程良性循环。

2　管理体制与管理职责

管理体制是大型泵站管理的基础，其次是管理岗位与职责，最根本的目的是保证调水可靠，管理和运营费用最省，主要体现为技术管理。南水北调东线工程实施后，首先要在泵站管理中引入既能适应市场经济要求，又能考虑到水资源特点的现代管理理念和机制，理顺技术管理体制，实行准市场化运作，达到高效、精简、可靠、经济和可持续发展。

工程设立江苏段总公司和江苏外总公司，两总公司在国家南水北调管理局的领导和指导下运作，在江苏与山东省界附近计量交水。为便于统一调度和管理，江苏境内沿线所有泵站，包括厅属泵站和非厅属泵站，调水时划归江苏供水总公司管理。总公司下设若干分公司，分公司以现有各大水利工程管理处为基础，由相距较近的若干座泵站组成，实行总公司、分公司、泵站三级建制，总公司、分公司二级管理模式。分公司设有综合办公室、财务部等一般机构，主要业务部门有工程管理部、维修中心。明确各个部门、各类人员的管理权限和职责，考虑到泵站管理现状与特点，采取合理的技术管理模式，逐步实行运行管理、养护维

基金项目：国家自然科学基金项目(50179032)；江苏省水利科技重点项目
作者简介：仇宝云(1962-)，男，江苏扬州人，教授，博士生，主要从事大型水泵系统与泵站方面的研究与教学工作。

万方数据

修、对外经营相分离。

总公司对外负责调水经营业务，对内负责泵站及输水系统优化调度、发送开机指令，审批分公司工程与设备大修计划和经费，对分公司指令执行、可靠运行、经济运行、安全运行和费用使用情况检查考核。分公司负责所属泵站的技术管理工作，工程管理部负责泵站运行管理的技术指导、监督和工程监测；维修中心负责泵站机电设备和工程的维护检修工作；泵站负责运行值班和日常管理，协助做好设备检修和工程养护工作。

制定和完善管理制度和操作规程，提高机组设备运行可靠性。要求充分利用已有条件实现调水系统优化运行、泵站经济运行，明确泵站各类技术管理质量要求和考核标准，制定切实可行的奖罚办法，提高各类人员的积极性和责任心。

3　系统优化调度与泵站经济运行

3.1 优化调度方案与实施

总公司负责对所有分公司调水的统一调度。调度运行方案要在满足用户供水要求的前提下，从整个系统出发，对调水方案进行优化。优化调度的原则是在保证相关输水河段总调水流量或一定时段内总调水量和调水系统安全可靠的前提下，根据实际情况采取优化方案与经济运行，各河段供水量与需、耗水量基本平衡，耗水量与弃水量最少，减少动力费用，降低调水成本。

总公司制定优化调度方案后，向相关分公司下达开机指令。指令一般应包括泵站名称，泵站所处位置、河道，开机流量及预定的运行天数。若同一分公司所属泵站属于不同调水梯级，或虽属同一调水梯级，但泵站相距较远、地处不同的并联输水河道，则总公司调水指令应指明具体的泵站。若同一分公司处于同一调水梯级的泵站群相距很近（如江都分公司1~4抽水站），则调水指令只指明泵站群的调水流量，而泵站群中各具体泵站的调水流量则由分公司负责分配，目的是便于分公司对泵站和运行人员的统一安排。

分公司调度室24 h值班不脱岗，确保总公司指令及时传达执行。分公司接到开机指令后，应立即向变电所、泵站、节制闸等相关部门下达分开机指令，做好准备工作。相关部门对开机指令要反应讯速、执行有力。分公司接到总公司开机指令后，分管领导在下传指令的同时，应与技术人员到泵站现场对开机进行监督、指导，开机指令的接收、传达与执行应符合相关规定。当遇特殊情况泵站无法完全执行指令时，必须上报总公司，以便统一安排。

3.2 泵站经济运行

充分利用设备条件，选开设备状况好、效率高的泵站和机组，根据泵站扬程的变化，采取变角、变速等运行方式，提高泵站系统效率。起点站可以利用长江高潮位抢抽，降低泵站运行扬程，节省运行费用。如果供电部门按时段定电价，泵站可以考虑在保证时段调水总量前提下，利用上下梯级配合与湖泊和河道的调蓄作用，对应不同电价时段确定泵站抽水流量，白天电价高，不开机或少开机；夜间电价低，多开机或全开机，甚至调大叶片角度或提高运行转速，增大抽水流量[1]。

4　泵站运行技术管理

泵站运行管理实行工作票制度，操作监护制度，运行值班制度，巡回检查制度，交接班制度，紧急情况处置制度，确保设备和人员的安全。

4.1 开机准备工作

泵机组起动阶段最容易发生事故和故障，相关人员必须在要求的时间内及时认真做好机组起动准备工作。泵站、变电所负责人接到开机指令后，应立即通知相关人员在规定的时间内进入岗位。包括泵站技术人员、运行值班人员、负责泵站设备维护检修的维修中心技术代表、电气试验人员、相关辅助和后勤人员。

电气调试人员、运行值班人员开机准备工作包括：主机电气试验，自动化设备调试，辅助设备的供排水系统起用，润滑油系统检查，中、低压气系统和操作油系统投入，泵站检修闸门调节等。机组起动稳定后，检查水泵出水正常、机组设备工作正常、仪器仪表指示正常后，起动结束。

4.2 运行值班管理与职责

泵站设四个运行班，运行值班实行三班制。各运行班人员组成合理，包含机械、电气方面的专业人员。班长应由技师或高级工以上人员担任，具有高中或中专及以上学历，经过相关专业训练，熟悉业务，具有5年以上至少100个班次的大型泵站运行值班的经验。

运行班在班长的领导下严格执行运行值班制度，注意通过各种仪器仪表观察机组及辅机系统工作是否正常，巡视检查设备运行工作状况，负责值班期间停机、运行方案变更、工况调节和经

万方数据

济运行的实施操作，做好运行记录，做好交接班工作。发现故障及隐患应及时排除，若不能排除，应作妥善处理，立即报告相关部门和人员到场排除。泵站应在各层的适当部位挂牌提示值班人员应检查的项目。

泵站运行期间，分公司工程管理部直接负责泵站运行指导、监督、运行资料汇总上报。分公司运行小组对泵站进行安全与纪律巡查，检查、监督运行值班情况。泵站经济运行方案应由分公司工程管理部根据总公司调水指令，会同泵站技术管理人员根据泵站实际情况制定。站长、副站长、站技术人员要经常检查了解各班的运行情况，遇有问题及时处理。维修中心驻站技术代表要始终把握机组设备的运行状况，除每天听取值班人员汇报和现场亲自检查机组运行情况外，每周至少值一次运行班。

5 泵站设备维护与工程监测

分公司工程管理部领导、组织、指导和监督维修中心和泵站技术人员对泵站设备的日常维护和水工建筑物的观测，做好经常检查、定期检查、特殊检查，整理分析检查观测资料，工程数据资料统计上报，制定岁修、保养计划。

5.1 设备维护制度与内容

非运行期，由维修中心驻泵站技术代表负责，在泵站人员的协助下，对设备进行日常维护。泵站日常管理实行安全生产制度、设备分工维护制度、设备缺陷管理制度、非运行期值班制度。

泵站设备日常维护主要内容有：主水泵、主电动机、电气及自动化设备、辅助系统与设备的日常检查、试验、测试，对易磨、易损零部件进行清洗检查，维护修理，更换调试等维护项目，保证其技术安全性能始终处于良好状态，满足运行要求。机组设备维护项目以运行记录为依据，主要解决运行期间机组出现的不良症状和问题。

5.2 工程监测内容

泵站实行工程定期检查与观测制度，在运行期间和非运行期间都要对引河（渠）、前池（进水池）、泵房、进出水流（管）道、出水池、翼墙等相关水工建筑物进行跟踪监测和分析，主要任务是[2]：观测检查工程技术状况的变化，为泵站工程的应用、管理、技术改造等提供科学依据；整理和分析工程观测资料，如发现异常，及时采取防护措施，保证工程安全；通过现场观测，验证建筑物设计的主要技术指标；定期做好水文测验和工程检查。主要项目有：位移、沉陷、裂缝、渗漏、扬压力、冲刷、淤积、混凝土碳化、水质、含沙率、冻胀以及厂房温度、噪音等。

检查观测按照规定的内容、测次、时间进行，观测和检查资料要及时整理、分析、归档；在观测和检查中，发现严重情况或险情时，及时上报，研究解决办法并作出处理。

6 泵站机组设备检修与工程养护

6.1 设备检修分类与实施

机组小修只需少部分解体，对个别不重要的部件检修，费用通常在0.5~1.0万元以下，在泵站年度维护经费中支出。中修是对机组个别或某些较重要的部件进行检修或更换，需要机组部分解体，费用一般为1.0~3.0万元。大修是对主泵机组设备全面解体、检查、修理、更换、调试。立式机组应吊出电动机转子、泵轴，对叶轮进行防汽蚀处理，检修水泵轴承，清理定子与转子，维修、更换、处理易摩易损部件等，大修费用一般为3.0~30.0万元。抢修是机组运行中发生故障，立即停机，查明原因、检修处理，在尽量短的时间内恢复机组正常运行。

由于泵站机电设备的维护检修工作专业性强，目前状况下宜从各泵站抽调技术业务能力强的人员组成分公司维修中心，以协议形式承担分公司泵站机组设备的维护检修任务。维修中心向泵站派遣常驻技术代表，及时掌握泵站机组设备状况，制定维修方案，实施维护和小修。设备多、技术复杂的泵站派遣3~4名，一般2~3名，其中1名为组长。

机组大修和中修、抢修需要维修中心派出专门检修力量。鼓励维修中心在完成分公司泵站检修任务的前提下，积极开展对外服务，承包工程项目，逐渐向社会化过渡。泵站人员参与设备检修有利于提高业务素质，如果分公司泵站比较分散，相距较远，则泵站机组设备的抢修宜由技术代表和泵站人员完成。

6.2 工程养护分类与实施

分公司工程管理部会同泵站制定岁修和大修方案。岁修是针对泵站工程在应用、观测和检查中发现的问题，每年安排的必要的整修、局部改善和配套。岁修计划报分公司批准后，由维修中心或社会力量完成，费用在总公司下拨的岁修经

万方数据

费中支出。

大修指工程有较大损坏或缺陷，技术复杂、工程量大。由分公司编报大修计划，经总公司批准后，根据工程情况下拨大修专项经费。泵站水工建筑物养护与检修是比较通用的技术，按照管理、养护分离的原则，应该采用外包方式，工程量较大的应进行招标。由社会专业力量承担工程的养护检修，可以减少泵站管理人员，提高工程质量，降低养护成本。泵站管理部门要做好工程检修项目的前期论证评估、方案制定、申报招标、质量监控和验收工作。

7　处理好泵站管理中的矛盾

7.1 排涝与调水

工程运营后，江苏境内沿线部分泵站的排涝功能仍然保留。当排涝与调水矛盾时，优先保证排涝。如果涝水水质满足要求，可以调涝水北上，将涝水转化为调水资源，既节省了排涝费用，又能保证调水，并节省部分调水费用。

工程沿线地区原先从输水河道和调蓄湖泊内取用水。工程启用后，抽调水体在输送过程中必定要与沿线地区的原有水体混合，要计算多少属于不收水费的原有水量，多少属于收水费的调水水量。做好用水管理与计量工作，合理分配沿线用户的用水量，兼顾各方利益，解决用水矛盾，促进共同发展。

7.2 机组大修与抢修

在机组设备几种检修中，周期性大修[3]所需经费、人力、物力最多，时间最长，对机组质量影响最大，是泵站技术管理的最重要工作之一。由技术代表提供机组相关的运行维护资料，在详细调研的基础上，由维修中心负责，泵站、分公司技术人员参与，共同制定检修方案，向总公司申请检修项目和专项经费。机组大修由维修中心实施并对检修质量负责，泵站人员协助，工程管理部指导、监督，总公司专人巡回督察，对特大型机组大修应进行监理。

大修周期有两种确定方法：运行时数法、日历时间法，原则是：预防为主，抢修为辅，该修必修，修必作好。本工程年平均运行时数5 000 h左右，大修周期用日历时间比较方便。影响大修周期的主要因素有：机组设备状况、运行条件和管理水平等。为保证大修质量，机组大修要求泵站所有机组停止运行。同一泵站机组大修周期应相对固定，大修宜安排在泵站不抽水或抽水少的季节。并联泵站可以错开机组大修时间，以减小对调水流量的影响。积极创造条件，实施泵站机组运行状态在线监测，变目前的计划周期性大修为状态检修。

在泵站紧张运行阶段，如果机组设备发生故障影响运行，需立即抢修。如果泵站比较集中，维修人员集中比较容易，抢修由维修队完成；如果泵站相距较远，维修人员居住分散，暂时难以集中，为了不延误时间，抢修应由技术代表与泵站人员完成。

由于时间紧、环境差（站内其他机组仍在运行），机组抢修质量很难保证。如果泵站运行并不紧急，有2台及以上的备用机组，则1台发生故障停机后，可以投入备用机组保证泵站流量，而故障机组待泵站所有机组停机后再进行仔细检查、分析原因、认真修理，以保证检修质量。

泵站机组正常检修应根据运行状况，采取有针对性的措施，力争检修后机组性能有明显的改善。对故障机组，必须检查分析故障原因，采取相应对策，避免同类故障重复发生。对因机组设计、选型造成的运行故障问题，从长远考虑，必须进行设备更新改造。

衡量机组检修质量的最直接、最有效的办法，就是观测检修后机组运行状态是否得到改善，故障机组检修后是否在较长运行时间内不再发生同类故障。对经长期运行证明，针对某些故障行之有效的检修处理措施和方法，应该加以分析总结和推广应用。

7.3 工程管养分离

水利工程实行管、养、经分离是发展方向。大型泵站的工程养护属一般水利工程技术，可以直接向社会招标；而泵站机组设备检修安装专业技术性较强，目前仍主要以泵站管理部门自身的技术力量为主，鼓励维修力量到社会上承包工程项目，逐渐从泵站管理部门剥离，实现平稳过渡。

7.4 维修与更新改造

正确区分泵站工程设备的维修与更新改造。维修的目的是恢复工程设备的原有功能与安全性能，工程量小，时间短，维护费用由工程管理岁修经费支出，检修费用则由专项经费支出，但都属泵站管理范畴，由泵站管理部门负责实施。泵站更新改造的目的是使工程设备的功能和安全性能有质的提高，工程规模扩大（增大抽水流

万方数据

量），需要进行可行性研究与论证，由业主投资，工程量大，周期长，属工程建设范畴，各项操作要严格遵守工程建设的相关法规。

8 结论

南水北调东线工程要实现准市场化运作，大型梯级泵站计划经济体制下的技术管理模式必须改变。首先要理顺管理体制，使之适应准市场化的要求；其次是完善泵站运行管理和日常维护，制定并严格执行各项规章制度和考核指标，实现泵站的优化调度和经济运行；第三是泵站管养逐步分离，实现工程养护市场化，设备检修内部市场化，处理好几个方面的关系，才能充分发挥工程效益，实现工程的良性循环和发展。

参考文献：

[1] 仇宝云，袁寿其，冯旭松，等. 南水北调东线工程梯级泵站的几个问题[J]. 灌溉排水学报，2003，(2)：69-73.

[2] 水利电力部. 泵站技术规范(技术管理分册)[S]. 北京：水利电力出版社，1987.

[3] 仇宝云，汤正军，黄海田，等. 大型水泵机组大修与大修周期分析[J]. 水泵技术，1998(3)：40-42.

[4] 刘 超，等. 大型轴流泵站主泵改型研究与应用[J]. 排灌机械，2002(3).

[5] 厉明祥. 南水北调大型泵结构设计研究[J]. 排灌机械，2003(3).

Study of Technique Management of Step Pumping Stations in South to North Water Transfer Project

QIU Bao-yun[1,2], *LIN Hai-jiag*[1], *FENG Xiao-li*[1], *HUAG Ji-yan*[1], *YUAN Souqi*[2], *CHEN Jian-kang*[1], *HUANG Hai-tian*[3]

(1. Water Conservancy College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Fluid Machinery Research Center, Jiangsu University, Zhengjiang 212013, China; 3. The Office of Water Resources of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China)

Abstract: This paper analyzed present situation of technique management of the project for water diversion from Yangtze to North Jiangsu. On the basis of demands of sub-marketization, management system; operation management; daily management; maintenance and overhaul of large step pumping stations in South to North Water Transfer Project were studied. The results of study could improve management rationality and water transfer reliability, reduce the cost of water and promote benign circulation and development of the project.

Key word: Eastern Route of South to North Water Transfer Project; Step pumping stations; Technique management

（上接第 7 页）

Study on Selection of Water Pump-unit on the East Route of South-North Water Diversion Project

LAN Cai-you[1], *YI Xiu-tang*[1], *DUAN Gui-fang*[1], *WANG li*[2]

(1. Chinese Academy of Agriculture Mechanization Sciences, Beijing 100000, China; 2. Jilin Academy of Agriculture Mechanization Sciences, Changchun, Jilin 130021, China)

Abstract: Selection of water pump-unit on the east route of South-North Water Diversion Project is one of problems that were focused by many specialists and experts. Making a rational choice will have a great impact on designing、construction、operation and benefit of the project. This paper discussed and analyzed main pump、main motor、transmission and regulating mechanism that were related to the project. In the paper, the relationship between these parts and impact on each other were pointed out. Conclusion and advice will be signality and valuable for decision-maker and designer of this project or other similar projects.

Keywords: South-north water diversion project; Water Pump-unit; Selection; Discussion

万方数据