

我国泵站工程的现状与发展

梅瑞松, 杨富昌

(河海大学水利水电工程学院, 江苏南京 210098)

摘要:综述我国泵站工程的规模及自动化发展水平,我国目前拥有大、中、小型泵站47万多座,排灌动力达6805万kW;跨流域调水泵站发展亦具有相当规模,泵站自动化技术已达到一定水平.提出应重视机组高速化的经济性、装置型式多样化、流道型式创新等泵站工程发展中应注意的问题.

关键词:水泵站;排灌技术;监控;自动化;综述评

中图分类号:TV675

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2000)01-0021-03

随着工农业生产发展和科学技术的进步,我国泵站工程得到了很大的发展.到目前为止,我国拥有大、中、小型泵站47万多座^[1],排灌动力达6805万kW,与1949年的7.13万kW相比,增加900多倍^[1,2].这些泵站工程的建设,在工农业生产发展及提供城乡用水等方面发挥了巨大作用.

1 泵站工程的规模

我国泵站建设的特点是,速度快、类型多、规模大、范围广.已建成的大面积泵站排灌地区有长江三角洲、洞庭湖地区、江汉平原、珠江三角洲及西北的高原灌区等.

1.1 泵站类型与规模

由于我国疆域辽阔、地形复杂,根据各地区自然条件的不同,我国泵站工程基本上有下列几种类型^[2,3].

1.1.1 大型低扬程泵站

大型低扬程泵站的建设,最近30多年来发展十分迅速.这类泵站的特点是扬程低、流量大、自动化程度高.这些泵站主要分布在长江中下游沿江低洼地区.

自1961年兴建江都一站开始,至今先后在江苏、安徽、山东、湖南、湖北、广东、江西等省区建成200多座大型泵站.如江苏自1961年至1977年兴建的江都四座大型排灌泵站,计安装33台轴流泵,抽引流量473m³/s,总装机达4.98万kW.该站抽引长江水北上,向淮北地区补给水源,同时减轻里下河地区内涝,为彻底改变苏北地区多灾低产面貌,建设高产稳产农田创造了条件.

为了挖掘潜力,充分发挥江都站的效益,从1997年开始对江都一、二站进行了节能技术改造.改造后每台机组装置效率提高6%,单机流量提高37.5%,增加总流量48m³/s,相当于增加一座6台800kW机组的泵站.在对江都一、二站改造的同时,对江都三站亦提出了改造的设想方案^[4].由于江都站在设计、施工、运行管理方面均创全国一流水平,1982年、1984年均被国家质量奖审定委员会评为全国优质工程.

已建成的淮安二站,安装了目前国内最大的轴流泵2台,水泵口径4.5m,单机流量60m³/s,总装机1.0万kW.江苏皂河泵站,安装了国内最大的立式混流泵2台,水泵口径6.0m,单机流量100m³/s,总装机1.4万kW.湖北江汉平原的凡口泵站安装4台口径4.0m的大型轴流泵,总流量214m³/s,排涝受益面积3.13万hm²,灌溉受益面积1.33万hm².

1.1.2 大型高扬程泵站

这类泵站主要分布在陕西、甘肃、宁夏、山西等高原地区,其特点是扬程高、梯级多、工程艰巨.

早在50年代,黄河中上游广大黄土高原地区就进行了泵站提灌工程的建设.60年代初,黄河干流上第一座大型工程山西夹马口泵站建成并投入运行,分三级提水,总计净扬程110m,总流量9.5m³/s.到目前为止,黄河干流上兴建了百余座泵站抽水工程,总灌溉面积约60万hm².其中大型泵站34座,如甘肃景泰川工程,一期工程11个梯级,总净扬程445m;二期工程规模更大,输水干渠100多km,总净扬程602m.

陕西东雷二级站,安装了目前国内最大的农用

离心泵,其单泵扬程 225 m,单机容量 8000 kW.

1.1.3 机井泵站(井灌)

我国华北、西北等广大地区,地表水缺乏,因此,从 60 年代起大力开发利用地下水资源.到目前已发展机井 273 万眼,最大井深达 500 m,各型井泵每年抽取地下水 400~500 亿 m^3 ,井灌面积约 800 万 hm^2 .

1.1.4 浮动式泵站

这类型泵站主要分布在我国西南、中南等省区水位变幅较大的江河与水库等沿岸.如长江在重庆的最大水位变幅达 35 m.这些地区若采用固定式泵站,则投资大、施工难,因此多采用浮船式和缆车式泵站.

1.1.5 中小型泵站

这类泵站主要分布在平原、圩垸等水源丰富地区,如长江三角洲、珠江三角洲等.这些地区地势平坦、水位变幅小,泵站星罗棋布,形成大面积泵站群,全国有 47 万多座.

1.2 跨流域调水泵站^[5]

跨流域调水是指某一流域的多水区向其他流域的缺水地区补充水源,使水资源得到合理的开发利用.目前,我国跨流域调水工程已具有相当规模,而调水往往需通过泵站来完成.

1.2.1 东(江)—深(圳)工程

东深工程以供水为主,结合农田灌溉、防洪、发电.该工程 1964 年 2 月动工,至 1965 年 1 月竣工,当年 3 月份正式向香港供水.工程从广东东莞市桥头镇取东江水,经东江、司马、雁田等 8 个梯级站,供水至深圳,送往香港,线路全长 83 km,每年为香港供水 11 亿 m^3 ,占香港总用水量的 70%.

1.2.2 引滦入津工程

引滦入津工程是一项包括提水、蓄水、配水等的大型调水工程.工程于 1981 年动工,1983 年竣工通水.

工程从河北大黑汀水库引滦河水,经潮白河、尔王庄及大张庄三个梯级提升后入天津.输水线路全长 64.2 km,沿线建造大型泵站 4 座,安装大型轴流泵 27 台,总流量 50 m^3/s .工程每年向天津供水 10 亿 m^3 ,社会效益显著.

1.2.3 引黄(河)济青(岛)工程

该工程由山东博兴县引黄河水,经惠民、东营、潍坊、青岛 4 地市,线路全长 290 km,沿线建造 5 个梯级站,安装 34 台大型机组,总流量 159.5 m^3/s ,每天为青岛供水 30 万 m^3 .该工程质量优、技术先进,荣获“国家科技进步奖”.

1.2.4 南水北调工程

南水北调工程是中外关注的国家重点、跨流域

调水工程.整个规划宏伟浩大,分为东线、中线、西线三项工程.工程实施后,将从根本上解决我国北方的水资源短缺问题.

其中东线工程已经国家批准,正在积极筹建.东线工程分二期实施.一期工程由已建成的江都站抽取长江水 500 m^3/s 北上,送至黄河以南地区.输水线路 646 km,新建和扩建泵站 20 余座.二期工程抽水 700 m^3/s (其中过黄河 200 m^3/s).全线总长 1150 km,建站 37 座,总装机达 103 万 kW.

经论证,东线工程水流过黄采用由黄河底下穿越的输水方案,并于 1988 年成功地开挖了穿黄探洞,该试验洞位于山东东阿县境内,从黄河底部 63 m 处穿过,洞全长 488 m,洞口高 2.6 m,宽 2.9 m.

中线工程前期研究工作历时多年,1993 年 6 月至 9 月通过国家计委、水利部工程可行性审查.

该工程由湖北丹江口水库引水,开挖长 1241.2 km 的运河,过黄河入天津,运河宽 30 m、深 7 m,中途流经湖北、河南、河北三省,每年调水 140 亿 m^3 .水流过黄亦采用水下穿越方案,在黄河底部 50 m 处拟开挖两条直径 8.5 m、中心距 20 m、长 7.2 km 的特大型倒虹吸结构的隧洞.其位置在河南郑州附近.

西线工程取水口位于四川省区,其工程比东线、中线更为艰巨,仍在研究、论证之中.

2 泵站工程自动化的发展^[6]

随着经济的发展与计算机技术的进步,我国泵站监控自动化技术逐渐发展起来.泵站监控系统自 70 年代至目前为止,已发展到一定水平,发展过程总的可分为起步、完善、应用三个阶段.

2.1 起步阶段

至 1969 年,江都一、二、三站先后投产.1972 年在江都站进行自动化试验,在站上建一总控室,对整个枢纽进行遥测、遥控,但由于元件质量问题,无法正常使用.

2.2 完善阶段

80 年代以来,监控系统不断提高与完善,泵站中陆续使用自动化设备.江苏皂河站及淮阴站,投产时未设监控装置,至 80 年代,皂河站配置微机,淮阴站进行就地监控,用无线传送进行遥测.但两个站均由于元件质量问题,未达到监控目的.

1983 年投入运行的我国西北地区最大的新疆博斯腾湖泵站,该站采用当时比较先进的 DJK-F-T 型集中控制装置,在机组运行中发挥了一定作用.

又如 1986 年投入运行的湖北汉川二站,采用自动监控系统,利用 JYT-850 型综合调度端,对站内运行参数自动巡检.

2.3 应用阶段

进入 90 年代,计算机技术飞速发展,自动化技术在泵站中得到了较大的发展与应用。

上文提及的甘肃景泰川二期工程,采用计算机监控系统,系统中采用 SG-8 型可编程序控制器,调度中心采用敷膜式模拟屏,对灌区内运行设备与参数直接监控。

江苏省在大型泵站中已全部采用微机监控,如 1993 年竣工的徐州沙集站,1996 年建成的淮安三站^[7],以及 1977 年进行节能改造的江都一、二站等项目均采用自动监控。

3 泵站工程发展中应重视的问题

综上所述,我国自 60 年代以来,泵站工程的发展,就其类型、数量、规模而言,均在世界前列,但在迅速发展的同时,也存在不足之处,应引起我们的重视。

a. 重视机组高速化的经济性。机组高速化、提高电机转速,对工程投资会带来显著的经济效益。我国大中型泵站机组基本上采用直联,因此泵站土建及机电投资指标均偏高,与国外相比,差距较大。今后应注重主机组的研制与开发。

b. 机组装置型式应多样化。90 年代以来,出现了如江苏沙集泵站(泵轴倾角 45°)与江苏新夏港泵站(泵轴倾角 30°)等斜式装置机组。但总的情况而言,我国泵站中机组多以立式装置为主,卧式及斜式机组偏少,在特低扬程中,选用效率高、投资省的贯流式机组更少。今后应根据泵站的具体特点,选用不同的装置型式。

c. 流道型式应不断创新。我国泵站建设中,进出水流道型式比较单调,进水较多采用开挖较深的肘形弯管,出水多采用工程量较大的虹吸式结构,这也是与国外相比的不足之处。

d. 注意多种能源的开发利用。我国幅员辽阔,水能、风能、潮汐能和太阳能等自然能源较为丰富,如何因地制宜地发展一些利用自然能源进行抽水的设施,也是值得今后努力的一个方面。

参考文献:

- [1] GB/T 50265-97, 泵站设计规范[S].
- [2] 刘竹溪. 水泵及水泵站. 第二版. 北京: 水利电力出版社, 1986.
- [3] 栾鸿儒. 水泵及水泵站. 北京: 水利电力出版社, 1993.
- [4] 陆一忠, 杨淮, 钱钧. 江都三站改造的设想. 江苏农学院学报, 1998, 19: 29 ~ 33.
- [5] 黄林泉. 中国跨流域调水工程泵站技术进步. 水泵技术, 1993(2): 3 ~ 6.
- [6] 钟震, 沈日迈, 黄逸中等. 国内外泵站监控自动化技术设

备现状与发展. 中国农村水利水电, 1998(2): 18 ~ 20.

- [7] 陈学富, 汤正军, 黄海田. 江苏九十年代所建大型泵站的特点分析. 江苏农学院学报, 1998, 19: 25 ~ 28.

(收稿日期: 1998-10-14 编辑: 熊水斌)

·简讯·

21 世纪世界水资源危机及其影响

水资源的日益紧缺正威胁着世界贫困人口生活质量的持续提高。现在,全世界有三分之一左右的人口用水中度或严重紧张,至少有 19 个国家 50% 以上的地表水来自国外。预计到 2050 年,生活在中度缺水地区的人口将翻一番,其中,绝大多数人居住在发展中国家。由于缺水,灌溉农业产量将下降,更多的人因不得不使用劣质水而使健康受损。与此同时,界河水权纠纷也会增加。

从 1940 年至今,世界人口增长了 1 倍,但淡水用量却提高了 4 倍,据对世界可利用淡水资源的评估分析,不可能再将用水量提高 4 倍。未来缺水不言而喻。这将对区域和平、全球粮食安全、城市发展和工业的布局等产生深远的影响。更不幸的是,世界水资源分布十分不均衡,仅占世界人口五分之一的工业发达国家占有大部分淡水资源。到 2025 年世界人口将再增加约 30 亿,且主要是在发展中国家,这些国家现在水资源已经十分紧缺。现有 18 个国家的 1.66 亿人饱受着缺水之苦(缺水的定义:人均淡水资源年占有量低于 1000 m³)。另有 11 个国家的 2.7 亿多人用水紧张(用水紧张的定义:人均淡水资源年占有量低于 1700 m³)。很明显,降低全球范围内的人口增长变得越来越迫切。

受缺水影响最大的将是干旱、半干旱地区和高速发展的沿海地区及发展中国家的大城市。由于城镇人均用水量较高,全球城市化进程无疑将大幅度增加淡水需求。25 年前,世界上不到 40% 的人居住在城市,而 25 年之后,这一比例会达到 60%。因此,保证安全、清洁的生活用水供应便成为一个巨大的挑战。

缺水会在一些区域乃至全球产生的重要影响之一就是用水冲突的增加。这与水资源的地理分布有关。因为世界 47% 的土地面积(不包括南极洲)位于两个或两个以上国家拥有的国际界河流域,有 44 个国家至少 80% 以上的总面积属于国际河流域面积。同时,有 300 多条河流(湖泊)是两个或两个以上国家共同拥有的。

缺水将对农业用水产生特别不利的影响,使粮食安全受到威胁。近几十年来,农业生产的发展,包括耕地面积的增大和生产率的提高,主要是靠灌溉。农业灌溉耗用了 70% ~ 80% 的可利用淡水资源。按现在能达到的最高灌溉水利用系数,到 2025 年要保证全球的粮食供应,农业用水量还需增加 17%。这意味着农业与其它用水部门(如工业、居民生活用水)争水将日趋激烈。尽管现代科技可以将海水淡化为沿海城市和工业供水,但其代价对农业生产是无法承受的。

为了预防出现严重的危机和地区冲突等问题,需要采取一系列经济和机构等方面的措施,包括赋予水资源合理的经济价格、签定界河(湖)合作开发协议,制定和完善水资源配置和利用的法规、政策,建设有效的蓄、输、供水设施,特别是要寻求以流域(而非以国家)为单元的发展战略和解决办法。

(李晚凯摘译自世界银行 1999/2000 世界发展报告)