

# 中国泵站工程现状及「十一五」更新改造任务

<sup>1</sup>陈坚, <sup>2</sup>李琪 <sup>2</sup>许建中 <sup>2</sup>李端明, <sup>3</sup>储训

(<sup>1</sup>武汉大学 水资源与水电工程科学国家重点实验室;

<sup>2</sup>中国灌溉排水发展中心; <sup>3</sup>扬州大学)

**摘 要:**近五年来,作者有幸参加了中国大型泵站现状调研,并参与完成了水利部“泵站现状评价及重点工程技术改造与设备研究”专项课题、全国大型泵站更新改造“十一五”规划研究和编制工作。根据作者的体会及有关研究,系统地介绍了中国泵站工程建设和管理状况、排灌泵站的地位和效益、当前存在的主要问题和困难、“十一五”更新改造的目标与任务等。分析研究表明:中国泵站发展速度快,建设规模大,作用地位显著,但存在的问题不容忽视。有鉴于此,“十一五”期间国家拟投入 180 多亿元,更新改造 1500 多座大型排灌泵站,占现有大型排灌泵站的一半以上,是建国以来投入和建设规模最大的一次。更新改造后,中国泵站的技术装备水平将明显提高,年节省电能约占大型泵站年耗电量的 1/4,更新改造效益显著。

**关键词:**中国,泵站,现状,更新改造,“十一五”规划

## 1 泵站建设和管理概况

据统计,截止 2004 年底,中国机电排灌动力保有量接近 8000 万 kW,占全国农用总动力的 1/4 强。机电排灌设施效益总面积 5.6 亿亩,其中提灌面积 4.98 亿亩,占全国有效灌溉面积 8.385 亿亩的 60%;提排面积 1.89 亿亩,约占全国除涝面积(达五年一遇除涝标准)的 70%。此外,还有水轮泵灌溉面积 457 万亩。由此可见,中国的机电排灌效益面积,已占全国排灌效益总面积的一半以上,即泵站在中国灌排事业中占有“半壁江山”<sup>[1、2]</sup>。

中国现有大中小型各类固定式排灌泵站 50 余万座,其中登记在册并实行正规管理的泵站有 33.5 万座,装机容量 2373.5 万 kW,占机电排灌总动力的 30%(其余为未登记在册的固定式泵站、水轮泵站、井灌、喷灌等)。属于大型泵站管理单位管理的泵站有 383 处、2663 座、1.636 万台、448.88 万 kW,其中单座泵站达到大型泵站标准的 158 座、2514 台、153.9 万 kW(排涝 115 座、2030 台、94.5 万 kW;灌溉 43 座、484 台、59.4 万 kW);中型泵站有 2384 处、4895 座,总功率 618 万 kW<sup>[2]</sup>。这些提水设施,在防洪、除涝和抗旱,减少灾害损失,保障人民生命财产安全和保护城乡建设,以及解决一些地区工业生产、城乡生活用水等方面,发挥了极其重要的作用。

中国泵站的发展,大致经历了以下五个时期:

(1) 新中国建立初的三年国民经济恢复（1953～1957 年）和第一个五年计划时期。

机电灌排工作的重点是推广改良人力、畜力水车，东部经济基础较好的部分地区建成了一批中小型泵站。配套动力多使用锅驼机、煤气机或柴油机，电动机作动力的只占动力总数的  $1/5 \sim 1/6$ 。1957 年底机电排灌动力保有量达到 40 万 kW。这一时期机电排灌的发展从一个侧面反映出当时水利建设的重点放在江河整治，防止洪涝灾害上。

(2) 第二个五年计划（1958～1962 年）和随之而来的三年国民经济调整时期。

在全国广大农村普遍兴建了一大批中、小型机电灌排泵站，并在长江中下游、山西、陕西等省陆续兴建了一些大型泵站，为提高中国机电排灌泵站建设和管理水平，积累了宝贵经验。到 1965 年，排灌泵站动力设备保有量约 200 多万 kW，电动机占总动力保有量的一半左右。随着中国电力、石油工业的发展，农田排灌动力逐步转向柴油机、电动机并举，并淘汰了煤气机、锅驼机。但有些工程仓促上马，设计不正规，留下的后遗症多，给以后的工程管理带来被动。

(3) 十年文化大革命时期（1966～1976 年）排灌泵站的建设与管理受到适当压缩。

这一时期，为保证农业生产而大搞农田基本建设，大中型泵站仍继续发展，且速度快，规模大。到 1978 年，全国排灌泵站达到 41 万处，动力达 1500 万 kW，其中电力排灌泵站接近 80%。但大多数泵站规划设计标准低，安装使用的机电设备质量差，施工质量和工程配套跟不上，一部分沦为“半拉子”工程。管理上，原有规章制度遭废弃，工程技术和工程受轻视，泵站运行表现为“低能高耗”，使泵站更加“雪上加霜”。

(4) 党的十一届三中全会，泵站建设与管理迎来了新的发展时期。

这一时期，泵站建设与管理逐步转向“注重内涵发展”为主。除了新建少量重点大中型泵站工程外，主要工作是抓了工程管理和技术改造。到 1990 年底，全国共有排灌泵站 46 万座，装机总动力达 2000 万 kW。

(5) 1990 年至今，我国泵站已进入大规模的更新改造时期。

进入 90 年代，随着早期建成的一批机电排灌泵站老化问题日益严重，泵站的更新改造问题逐渐提上议事日程，各地政府和有关部门在资金渠道不畅、财力极其困难的情况下不断增加投入，特别是最近几年泵站机电设备严重老化及工程年久失修问题，已经引起中央和地方各级政府的高度重视，泵站大规模的更新改造已经进入新的历史时期。这一阶段，中国经历了 1991 年和 1998 年的特大洪涝灾害和严重的干旱，各地同时加快了大中型泵站特别是排涝泵站的建设。到 2004 年底，全国机电排灌动力保有量已近 8000 万 kW。泵站建设更加注重工程质量和自动化设施配套，中国的机电排灌事业发展将迈向新的台阶。

中国泵站按其服务对象、扬程和地理位置不同，主要分布在以下三个地区：长江中下游及珠江三角洲地区、黄河上中游地区和其它地区。长江中下游及珠江三角洲地区的泵站除引水外，主要以低扬程排涝为主，包括湖北、湖南、江西、安徽、江苏、浙江和广东 7 省，大型泵站数量约占全国的 3/4，是中国涝渍灾害治理的主要地区。黄河上中游地区的泵站主要以高扬程多级提灌为主，包括陕西、甘肃、宁夏、山西、内蒙古 5 个省（区）。其他地区，地域分散，泵站类型较多，但主要以中低扬程的排、灌，或排灌结合为主。如松辽流域、海河流域以中低扬程混流泵、轴流泵排涝与灌溉并重，包括东北三省与海河流域的天津、河北及河南等 6 省（市）；黄河下游、长江上游、珠江及新疆塔里木流域等以中低扬程提灌为主，包括山东、福建、广西、四川、重庆、新疆等 6 个省（区、市）。

## 2 排灌泵站的地位和效益

水利是国民经济的基础，而泵站是水利工程的重要组成部分，是保护和发展粮食生产的关键，在解决洪涝灾害、干旱缺水、水环境恶化当今三大水资源问题中起着其它水利工程不可替代的作用。特别是大型泵站承担着区域性的除涝、灌溉、调水和供水的重任，在中国国民经济可持续发展和全面服务于小康社会的建设中，占有非常重要的地位。中国泵站的地位和效益主要表现在以下几个方面：

### 2.1 灌溉引水方面

灌溉引水泵站的效益主要表现在农业干旱减灾和解决区域性缺水问题。最有代表性的南水北调东线工程，以长江为水源，通过 8 级提水穿过黄河，解决山东、河北等北方地区用水紧张。灌溉方面，最具代表性的是我国西北一些干旱和半干旱地区。这些地区虽距黄河较近，但水低地高，人畜生存和农业生产常年受到严重的缺水威胁。自六十年代，在甘肃、山西、陕西、宁夏等省（区）陆续兴建了一批高扬程提灌工程，开发利用两岸的水土资源，发展工农业生产。这些地区的农业生产获得了迅猛的发展，粮食产量成倍增长，农民收入大幅度地提高，大量灾民从干旱缺水的地区向灌区移民，实现了“一年搬迁、两年定居、三年温饱、四年致富”的梦想。

### 2.2 防洪排涝方面

泵站工程的排涝效益以平原湖区最为显著。如湖北的江汉平原、广东的珠江三角洲、东北的三江平原、浙江的杭嘉湖地区以及洞庭湖、鄱阳湖、太湖、巢湖的周边地区，过去由于洪涝灾害，这些地区许多地方人烟稀少，杂草丛生，交通阻隔，钉螺成灾。有了泵站后，带来百业兴旺。如今，这些地方都成了重镇、交通枢纽和当地政治、经济、文化中心。

在农业排涝方面，以我国排涝面积最大、装机容量最多的湖北省为例。截止 2004 年，该省建有各种排涝泵站 4205 座、8429 台，装机 121.03 万 kW，排水流量 12946m<sup>3</sup>/s，排涝受益面积 2260 万亩。该省泵站多年平均排水量为 80 亿 m<sup>3</sup>，其中单机功率 800kW 以上的大型泵站排水 70 亿 m<sup>3</sup>。二十多年来，先后战胜了 1980、1981、1983、1991、1996、1998、1999 年的特大洪涝灾害。其中在 1991 年历史罕见的特大洪水排涝中，单机功率 800kW 以上的大中型泵站发挥了骨干作用，日排水量为 4.2 亿 m<sup>3</sup>，累计排水量近 100 亿 m<sup>3</sup>，当年泵站排涝减灾效益达 160 亿元。

### 2.3 生态环境及其它方面

排灌泵站对受益区生态环境的改善起到了重要作用，实现了人与自然的和谐相处。

西北地区高扬程泵站的建成，改变了严酷的荒漠条件，有效地阻止了沙漠南移，给旱川带来了生机。在风沙滚滚的荒漠区，镶嵌着数十万亩的块块绿洲。还有数十万亩退耕还林、还草工程，正在西部大开发政策的带动下逐年实施。

据景泰县气象局 42 年的气象资料，该地年平均降水量增加了 16.6mm，平均风速由 3.5m/s 减少到 2.4m/s，8 级以上大风日数由 29 天减少到 14 天，相对湿度由 46%增加到 48%，多年平均蒸发量由 3390mm 减少到 2307.8mm，灌区小气候有了较大的改善。

## 3 主要存在问题和困难

### 3.1 主要问题

(1) 先天不足，后天失调。这主要包括：建设标准低；规划设计不尽合理；机组设备质量差；工程配套迟迟跟不上；工程缺乏有效维护；工程管理水平落后。

(2) 年久失修，老化严重。这包括：建筑物年久失修，混凝土碳化、钢筋锈蚀，建筑物裂缝、沉陷，门窗破损；机组老化，设备绝缘性能下降，控制元件失灵、拒绝动作，泵站安全可靠性和故障频率降低，维修周期越来越短；各种闸门、闸阀、压力管道严重锈蚀、腐蚀，造成事故隐患，严重影响泵站安全运行和效益正常发挥。

(3) 技术装备落后，自动化程度低。泵的水力模型大多是六七十年代的，性能指标落后，新的模型难以引进；机组结构形式单一，许多淘汰过时的机电设备，得不到及时更新，普遍缺少自动化监控设施和基本的信息化手段，不能实现泵站的优化调度和经济运行。

(4) 更新改造速度赶不上老化速度。

### 3.2 带来的后果

(1) 事故率增加，运行安全无保障。

(2) 装置效率下降, 能源单耗超标。中国机电排灌年均耗电约 160 亿 kW·h, 年均耗油约 200 万 t。大中型泵站平均装置效率仅 40% ~ 50%, 能源单耗高达 6 ~ 7kW·h/(kt·m)<sup>[1]</sup>, 距部颁标准要求的能源单耗  $e = 5\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{kt}\cdot\text{m})$  相差甚远, 不符合建设节约型社会的需要。

(3) 工程效益衰减, 抗灾能力减弱。全国排区平均排涝能力比原设计标准普遍降低 15% 以上<sup>[4]</sup>。湖北、湖南、江西、安徽四省排涝总流量由原设计时的 18957 m<sup>3</sup>/s 下降到目前的 15734 m<sup>3</sup>/s, 排涝流量降低 17%; 排涝面积由原设计时的 5455 万亩下降到目前的 5015 万亩, 农田排涝面积减少 440 万亩, 排涝面积降低 8%, 年均减少粮食产量 17.6 亿公斤<sup>[3]</sup>。一些泵站面对洪涝灾害不能开机运行, 造成的损失更加惨重。淹没指数如广东的一些经济发达地区, 在改革开放前, 洪涝灾害损失的淹没综合指数不到 1500 元/ha; 到 1990 年, 淹没综合指数达到 5 ~ 6 万元/ha; 进入 21 世纪后, 该指数达到 25 万元/ha 以上。

### 3.3 问题产生的原因

造成上述问题的原因很多, 有认识方面的问题, 也有管理方面的问题。认识方面的问题主要表现在对我国排灌泵站的作用和地位认识不足, 重视不够。

(1) 中国机电排灌事业的发展自解放后才开始, 特别是大规模的泵站建设始于上世纪六七十年代。由于发展的历史不长, 因而它不象其它水利工程那样, 广泛被人们所了解和重视。应该看到, 从使用规模和装备水平上讲, 中国已成为世界上除涝抗旱减灾工程中采用泵站最多的国家之一。尽管机电排灌泵站在中国防洪、排涝、灌溉和供水工程中占有半壁江山, 但由于它的效益主要表现为社会公益等原因, 人们对其重视程度远远不够。

(2) 要正确认识水库、堤防、泵站的作用和他们之间的关系: 在现有的防灾、减灾体系中, 水库、堤防和泵站都具有非常重要的地位。水库具有防洪、发电和灌溉多种功能, 堤防则侧重于防洪, 但解决不了局部或周围地区暴雨形成的洪水和涝灾。泵站除防洪外, 还用于排涝、灌溉和供水。从工程本身安全的重要性讲, 前者“保命”, 后者“保收”。泵站服务的直接对象是农业、农村和农民, 无论是对经济落后或欠发达的山区、丘陵地区, 还是对经济发达的平原湖区, 灌排泵站实不可少, 它与农民的衣、食、住、行息息相关。从使用规模讲, 中国已成为世界上防灾、减灾工程中采用泵站最多的国家之一, 泵站是中国防洪、排涝和抗旱减灾体系中一个非常重要的组成部份。堤防是防外患、保安全, 泵站是除内涝、保丰收, 它们分别起到“防外”与“安内”作用。显然, 有堤防无泵站, 抗灾体系不健全、减灾目的难实现。堤防与泵站是一个完整的体系, 有堤防的地方, 必有泵站, 因此在防洪达标的情况下解决内涝问题, 泵站就显得非常重要。

(3) 泵站是现代水利的重要体现和标志。它利用现代技术和装备取代传统、笨拙的筑

坝建库技术,以实现排灌或输水。随着水资源的不断开发和利用,以及水环境的进一步恶化,有自排、自灌条件的将越来越少,泵站以其投资小、成本低、工期短、见效快、对资源 and 环境无影响、易于实现自动化等,已得到人们的普遍关注和重视。在传统水利向现代水利、传统农业向现代农业转变过程中,泵站在国民经济可持续发展及建设社会主义新农村,特别是对于解决中国的“三农”和“粮食安全”问题,将发挥着越来越重要的作用。

(4) 管理方面的问题主要表现在:管理薄弱,责任不明;定位不准,体制不顺;管理机构臃肿,人员素质不高;水费征收困难,财务严重亏损;资金投入不足,运行难以维持。

## 4 “十一五”更新改造的目标与任务

中国泵站存在的问题已引起中央和地方各级政府的高度关注和重视,为配合社会主义新农村的建设,目前已把大型泵站的更新改造列入了“十一五”规划。

### 4.1 指导思想、基本原则和更新改造目标

大型泵站更新改造的指导思想是:依据党中央国务院关于加强农业和水利基础设施建设的有关方针政策,全面体现“三个代表”和科学发展观要求,以提高农业综合生产能力和灌溉、防洪、除涝、保安为核心,促进农业和农村经济结构调整、增加农民收入、改善农业生产条件和农村生态环境为目标,实现大型泵站的安全运行、节能高效。

其实施的基本原则是:安全运行,节能高效;突出重点,统筹兼顾;因地制宜,量力而行;推进改革,良性运行。

总目标是:通过对泵站的更新改造,提高泵站机电设备的技术装备水平,消除工程安全隐患,达到安全、高效,并通过机组适度增容,适当增加排灌流量,提高泵站防洪、排涝、灌溉标准,提高泵站抗御自然灾害的能力;改善排灌条件,巩固、扩大排灌区受益保护范围,保证粮食高产稳产,促进当地国民经济持续、高速、稳定发展。

### 4.2 更新改造的主要任务

主要任务是:通过对建筑物的除险加固、机电设备和金属结构设备的更新改造,全面改善泵站的运行环境和管理条件;应用先进科技,提高泵站机电设备的质量和性能,实现泵站自动化,逐步实施信息化;加强管理,推进改革,促进现代管理技术的应用和推广。

“十一五”期间,纳入规划拟改的泵站,主要数据如下<sup>[4]</sup>:

全国总共: 318 处、1514 座、10649 台、 375.69 万 kW。

其中,排涝泵站: 214 处、 826 座、 6221 台、 172.62 万 kW;

灌溉泵站: 104 处、 688 座、 4428 台、 203.07 万 kW。

上述泵站中，

单座大型泵站：120 座、 1231 台、 126.74 万 kW。

其中，单座大型排涝泵站： 81 座、 830 台、 66.07 万 kW；

单座大型灌溉泵站： 39 座、 401 台、 60.67 万 kW。

纳入“十一五”拟改的 1514 座泵站，占现有泵站 2663 座的 57%。其中，需要拆除重建的 271 座，约占 10%；扩建的 97 座，占 4%；需要更新改造的 1150 座，占 43%；无需或暂不更新改造的 1150 座，占 43%。

根据测算，“十一五”上述泵站更新改造共需投资 186.67 亿元人民币。其中，排涝泵站投资 97.72 亿元人民币，灌溉泵站投资 88.95 亿元人民币。

#### 4.3 投资效益分析

(1) 根据统计<sup>[4]</sup>，全国现有大型泵站 383 处、2663 座，工程总投资 157.18 亿元人民币（建设投入 136.74 亿元，历年更新改造投入 19.57 亿元），排灌设计效益总面积约 2.1 亿亩，实达面积 1.86 亿亩，保护范围约 16 万 km<sup>2</sup>、人口 1.23 亿、产值 5360 亿元人民币，年均效益 401.43 亿元人民币。由此可见，泵站发挥的效益是巨大的。

(2) 对 318 处、1514 座泵站更新改造后（工程总投资 186.67 亿元人民币），新增效益：增加流量 2580m<sup>3</sup>/s，改善面积 8513 万亩，新增面积 945 万亩，年均增产粮食 803.7 万吨（改善平均每亩增产 50kg，新增平均每亩增产 400kg），年均新增效益 80.45 亿元人民币。若按静态粗略估算，不到两年半便可回收全部更新改造投资。

(3) 关于节能，可以算一笔账。规程规定：更新改造后的大中型轴流和混流泵站，装置效率不低于 65%；装置扬程低于 3m 的不低于 55%。离心泵站装置效率抽清水时不低于 60%；抽浑水（含沙水流）时，不低于 55%。加权平均取 60%。根据调查，现有泵站的装置效率仅 40%~50%，这里平均按 45%计算。

全国现有大型排涝泵站 269 处、1540 座、10055 台、222.94 万 kW；大型灌溉泵站 114 处、1124 座、6304 台、225.94 万 kW。上述泵站总功率 448.88 万 kW，仅占全国机电排灌总动力的 5.6%，年耗电约 96.80 亿 kW·h，如果改造后的泵站维持原有的流量和扬程不变，则年节省电能

$$\Delta E = \frac{\eta_{sy}' - \eta_{sy}}{\eta_{sy}'} E = \frac{60 - 45}{60} \times 96.80 = 24.2 \text{ 亿 kW} \cdot \text{h}$$

即年节省的电能，约占大型泵站年耗电量的 1/4。

#### 参考资料：

- [1] 水利部农村水利水土保持司，中国水利学会农田水利专业委员会泵站工程学组.中国泵站工程[M].北京：水利电力出版社，1993.
- [2] 中国灌溉排水发展中心, 武汉大学，扬州大学. 泵站现状评价及重点工程技术改造与设备研究综合报告[R]，2005-12.
- [3] 中国灌溉排水发展中心, 湖北省水利水电勘测设计院, 湖南省水利水电勘测设计研究院, 江西省水利规划设计院, 安徽省水利水电勘测设计院. 中部四省大型排涝泵站更新改造规划报告[R]，2005-08.
- [4] 水利部农村水利司, 中国灌溉排水发展中心. 全国大型泵站更新改造“十一五”规划(征求意见稿)[R]，2005-12.

#### 注：课题来源

“十一五”国家科技支撑计划重点项目

项目名称：大型农业灌区节水改造工程关键支撑技术研究

课题名称：灌区大型泵站改造关键技术研究

课题编号：2006BAD11B07

### Present situation of pumping station in China and mission of renewal and renovation on 11th Five-Year Plan

<sup>1</sup>Chen Jian , <sup>2</sup>Li Qi , <sup>2</sup>Xu Jianzhong , <sup>2</sup>Li Duanming , <sup>3</sup>Chu Xun

(<sup>1</sup>State Key Lab. of Water Resources and Hydropower Eng. Sci., Wuhan Univ., Wuhan 430072, China ; <sup>2</sup>Development Centre of Irrigation and Drainage of China, Beijing ; <sup>3</sup>University of Yangzhou )

**Abstract** : For the past five years, the author luckily participated in the investigation of the present situation of the large-scale pumping station in China and completed the special topic—the appraisal of the present situation of pumping station and the technological renovation and equipment research of the priority project held by Ministry of Water Conservation and the research of the renewal and renovation of national large-scale pumping station in the “11<sup>th</sup> Five”. According to the author’s experience and the research results, the article briefs the present situation, status, function and main problems existing of pumping station project in China, and the goal and mission of renewal and renovation pumping station during the “11<sup>th</sup> Five-Year” Plan period and so on.

**Key words** : pumping station, present situation, renewal and renovation, the 11th Five-Year Plan in China