

## 浅谈小型电力排灌站技术更新改造

黄伟

舒城县机电排灌中心管理站, 安徽 舒城 231300

[摘要] 以舒城县境内电力排灌站为例, 对农村小型电力排灌站技术更新改造进行了重点分析, 提出有关技术更新改造方面的技术措施和组织管理方面建议。文章中讨论的电力排灌站有别于机电排灌站, 机电排灌站包含电力排灌站, 电力排灌站主要动力来自电力资源。

[关键词] 电力排灌; 技术改造; 存在问题; 对策建议

DOI: 10.33142/hst.v4i2.3770

中图分类号: TV675

文献标识码: A

### Brief Discussion on Technical Renovation of Small Electric Power Irrigation and Drainage Station

HUANG Wei

Shucheng Electromechanical Drainage and Irrigation Center Management Station, Shucheng, Anhui, 231300, China

**Abstract:** Taking the electric power irrigation and drainage station in Shucheng County as an example, this paper mainly analyzes the technical renovation of rural small electric power irrigation and drainage station and puts forward some technical measures and suggestions on organization and management of technical renovation. The electric irrigation and drainage station discussed in this paper is different from the electromechanical irrigation and drainage station. The electromechanical irrigation and drainage station includes the electric irrigation and drainage station and the main power of the electric irrigation and drainage station comes from the power resources.

**Keywords:** electric drainage and irrigation; technical transformation; existing problems; countermeasures and suggestions

舒城县位于安徽省合肥市西南, 境内地势有圩区、平原、丘陵和山区。万佛湖镇以上至晓天镇为大别山区东麓, 抗旱站设置较少; 县城以西至干汉河镇地区多为丘陵地区, 设置了多座抗旱站; 县城以东至杭埠镇属于平原、圩区, 地势低洼, 及易遭受外洪内涝侵害, 排涝站设置最多。该县基本淘汰了柴油机械泵站, 现有电力排灌站工程 306 座, 总装机 1256 台, 15972.5kw, 设计灌溉面积 18.6 万亩, 排涝面积 19.7 万亩。其中: 排涝站 76 座, 装机 6996kw; 提水泵站 230 座, 装机 8976.5kw。基本形成了抗旱、排涝的水利治理系统。由于 95% 以上的电力排灌工程始建于上世纪 70~80 年代, 经过 40 多年的运转, 水工建筑物、机电设备等普遍存在运行质量和安全隐患, 为发挥电力排灌工程的水利作用, 需要及时对部分水工建筑物和机电设备进行技术更新改造。该项技术改造的政策依据, 是 2008 年 5 月 7 日安徽省委、省政府发布的《关于进一步加快全省水利建设和改革意见》。

#### 1 存在问题及技改措施

农用小型电力排灌工程改造最终目的是提高抗旱排涝能力, 技术更新改造的措施方面主要包括: 更新泵站的电器设备(一次设备和二次设备)和机械动力设备, 增加装机容量, 降低扬程损耗, 对进出水渠道清淤加固, 对机房、闸门等主要水工建筑物修缮加固处理; 在水利政策方面要理顺电力排灌站的运行管理机制(包括培训技术人员和管理人员)等。

##### 1.1 泵站设备日益破损老化, 更新机组及配套设备

小型电力排灌工程的划分依据《泵站设计规范》(GB/T50265-2010) 标准执行

表 1 泵站设计规范表

机组规模	轴流泵或混流泵机组		离心泵机组	
	水泵叶轮直径 (mm)	单机功率(kw)	水泵进口直径 (mm)	单机功率(kw)
大型	≥1540	≥800	≥800	≥600
中型	1540~1000	800~500	800~500	600~280
小型	<1000	<500	<500	<280

技术改造, 首先是要更新已经达到使用年限的机电设备。如千人桥镇下湾排涝站电力排灌设备, 自 2010 年以来每年都有技改任务, 但仍有 90% 的机电设备是 70~80 年代产品, 这些设备普遍存在电线绝缘老化、线圈绕组氧化、电动机

机身发热严重、启动程序复杂、站房破损、站房屋面漏雨，原有四台 55kW 电动机不能满足本区域的排涝要求，等问题，影响了排灌泵站的运行安全。

比如：位于杭埠镇境内的舒三电力排灌站装机 160kw，该站设备是 1971 年生产的产品，其中单台机组启动需要 6 人协作同时完成，启动程序较为复杂；水泵部分设备严重锈蚀没有保养和更换，部分泵体、出水弯管已经出现穿孔破烂现象。当丰乐河水位在 12.6m 以上时，水泵将无法抽水排涝。如杭埠镇的王渡排涝站 2002 年 7 月 10 日杭埠河水位 13.5 m 时，开机抽水，其中有 4 台泵出水管穿孔冒水、漏水。如杭埠镇的五星排涝站 2012 年 7 月 18 日丰乐河水位上涨到 13.5 m 时，开机抽水，其中有 2 台泵出水管破损，电动机受潮开不了机子。

针对上述问题，只有通过更新机组及配套机电设备才能解决问题所在。

### 1.2 当县域洪水流量增大，技改增加装机容量

原有电力排灌工程排涝灌溉标准普遍偏低，排涝标准只按 10 年一遇 160 mm，降雨 4 天排干 85%洪水装机设计，与现行标准 10 年一遇 24 h 设计暴雨 185 mm 降雨 3 d 排干标准相差较远，另外，随着城乡一体化不断深入推进，城区建设规模在不断扩大，特别是县级城镇化速度加快。原先为农业服务的排灌泵站，其排涝和灌溉功能发生了较大变化，其中泵站的大部分功能转变为城市排涝服务，比如舒城县的杭埠镇境内转移来多家长三角产业链，工业园区和经济开发区如雨后春笋的建设起来。原来境内承担的为农田和村庄服务的几个排涝站，现在承担起为城市洪涝电排任务，对泵站工程要求的标准提高。即要求提高排灌流量，那么在更新改造设计时细充分考虑怎么增加装机容量和扬程等参数。再如杭埠镇五星老站技术更新改造时增设 2 台 500 kW 机组，装机 4 台单机 250kw, 计 1000 kW 装机容量，满足了进水和排水量增大的要求，目前运行效果好。

### 1.3 泵站核心设备的技改措施

水泵机组包括水泵、动力机和传动装置等，是电力排灌工程中的核心设备。小型电力排灌站原来受益面积 70%以上是基本农田，设计扬程按基本农田的一般高程来设计；随着农村经济作物结构的调整，基本农田仅占受益面积的 55%，其余是经济作物、牧场、鱼塘、工业排水等，受淹水位提高了 40-50 cm。在水泵技改中，可以优选用现代的最先进最新式水泵型号，主要技术指标是：提高水泵曲线安装高程，降低曲线扬程数，增大出水流量。如孔集镇下河村灌溉站在技改时水泵安装高程提高了 2m，增大灌溉流量和灌溉面积明显。以下简单列举水泵常见故障和排除方法。

表 2 常见离心泵、混流泵故障原因与排除方法（列举）

故障现象	故障原因	排除方法
一、水泵不转或者使电动机堵转	叶轮与泵体之间被杂物卡住或者堵塞 泵轴或轴承锈蚀 叶轮与封闭环锈蚀 电动机负荷太大，功率不配套 泵轴弯曲 电动机有故障或电压太低 填料太紧 水泵停机时未放水，或者放水未尽而结冰 安装不符合要求，使转动部分与固定部分失去间隙	1、拆除泵体，清除杂物 2、拆开清洗，加润滑油 3、拆开除锈或者更换密封环 4、降低转速或者更换电动机 5、调整或更换泵轴 6、排除故障或待电压正常再开机 7、放松填料，进水冷却 8、加热化冰后再停机，注意停机后放水 9、重新装配
二、水泵不出水	充水不足或真空泵未将泵中空气抽尽 进水管悬空或者接近水面或进水管漏气严重 水泵反转 水泵叶轮损坏严重 进水管安装位置不正确，内有气囊存在 叶轮装反 叶轮螺母及键脱出 底阀锈住或被杂物卡住或被污泥堵住 装置吸程太高 装置扬程超过了泵的总扬程	1、排除故障，机械充水或抽气 2、吸水口应下落至动水位以下或者处理进水管漏气 3、改造旋转方向 4、更换叶轮 5、改装进水管，消除隆起部分 6、重装叶轮 7、修理紧固 8、针对故障排除 9、降低水泵安装高程 10、更换水泵或者适当提高转速

故障现象	故障原因	排除方法
三、水泵出水量不足	进水管口淹没深度不够空气吸入泵中 进水管路接头处或填料涵漏气 叶片断裂或松动。 进水管的滤网或叶轮缠有水草杂物 底阀、逆止阀，闸阀开启度不够 管路太细，底阀或进口太小，增加损失 装置吸程或装置总扬程超高 配套转速偏低 口环或叶轮磨损间隙大或局部损坏 几个进水管排列过细，水面有旋涡，吸入空气。 11、功率不足，是原转速下降	增加淹没深度或者进水管附近水面上铺放木板，阻止空气进入 堵塞漏气处，调整填料 调整或更换叶片 清除杂物 清除故障，适当开启闸阀 更换适当的管道或底阀 降低安装高度，减少管路损失等 调整到额定转速 更换口环或叶轮 加大排列间距，或采取办法破坏旋涡 加大动力，升高至额定电压
四、水泵消耗功率大	1、水泵转速偏高 2、泵轴弯曲 3、流量或扬程超过使用范围（离心泵扬程低） 4、填料压得太紧 5、直联两轴不同心或皮带较紧 6、叶轮螺母松脱，叶轮与泵有摩擦声 7、泵内有泥沙和杂物 8、轴承磨损过重或损坏 9、泵轴转动部分有锈	1、调整传动比，降低转速 2 校正泵轴 3 调整流量、扬程或关小出水阀门，降低轴功率。 4、旋松压盖螺丝或调整填料 5、校正机泵同心度，适当放松皮带 6、拧紧螺母 7、清理泥沙或杂物 8、更换轴承 9、拆泵、除锈
五、电动机超负荷	1、水泵超转速 2、装置扬程过高，出水管有阻塞或管路拍门未全部开启 3、橡胶轴磨损，泵轴弯曲，叶片边缘与泵壳磨损。 4、水泵流量偏大，扬程偏高，配套不当 5、叶片安装角度超规定 6、水源含砂量大，增加了水泵的轴功率 7、进水池不符合要求，量泵抢水造成涡流。	1、转速降至额定值 2、增加动力，清理出水管路或在拍门后设置平衡锤 3、更换橡胶轴承，检查叶片磨损程度，重新调整安装。 4、适当降低转速，更换配套动力机 5、调整叶片安装角度 6、含砂量超过 12%时，不宜抽水 7、改进进水池，注意水位不能降低过大
六、水泵运转有杂音或振动	1、叶片外缘与进水喇叭口有摩擦 2、泵轴与传动轴弯曲或安装不同心 3、水泵或传动装置地脚螺栓松动 4、水泵基础不稳定或地脚螺栓松 5、进水管路淹没深度不够，产生气蚀 6、进水流态不稳，产生涡旋 7、刚性联轴器四周间隙不一，不同心 8、轴承损坏或缺油 9、橡胶轴承紧固螺栓松动或脱落 10、叶轮螺母松动或联轴器销钉松动 11、几台水泵排列不当 12、水泵层大梁震动大 13、产生气蚀	1、检查并调整叶轮部件和泵轴垂直度 2、校正泵轴垂直度，调整同心度 3、加固基础，扭紧螺帽。 4. 加固基础，拧紧地脚螺栓 5、增加淹没深度 6、降低安装高度，后墙和各泵之间加隔板消除涡旋 7、调整机泵安装位置 8、更换轴承或加油 9、及时修理 10、拧紧松动螺母或更换销钉 11、采取防震措施或重新排列 12、正确安装水泵，加固大梁 13、查明原因再处理，如改善进水条件、调节工况点

故障现象	故障原因	排除方法
七、轴承发热	1、润滑油量不足，轴承干磨或油不清洁 2、润滑油失效或加得太多 3、轴承装配不正确或间隙不适当 4、轴承器不同心或轴弯曲 5、轴向推力过大 6、轴承压盖压的过紧 7、皮带太紧 8、水漏到轴承盒内把油冲掉	1、加油或更换保养 2、换新润滑油，油量要适度 3、检查后正确安装 4、调整同心度，更换泵轴 5、检查并消除推力大的原因 6、调整到一定的间隙（0.5~1mm） 7、调整松紧程度或另设皮带轮支架（如S、SH型泵） 8、加填料密封，更换新油

附水泵工况调节方法：

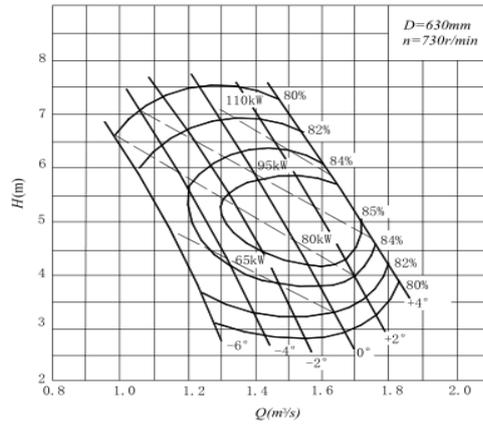


图1 改变叶片安放角曲线图如下

改变水泵转速：

$$\frac{Q_P}{Q_M} = \left(\frac{D_P}{D_M}\right)^3 \frac{n_P}{n_M} \tag{1}$$

$$\frac{H_P}{H_M} = \left(\frac{D_P}{D_M}\right)^2 \left(\frac{n_P}{n_M}\right)^2 \tag{2}$$

$$\frac{N_P}{N_M} = \left(\frac{D_P}{D_M}\right)^5 \left(\frac{n_P}{n_M}\right)^3 \tag{3}$$

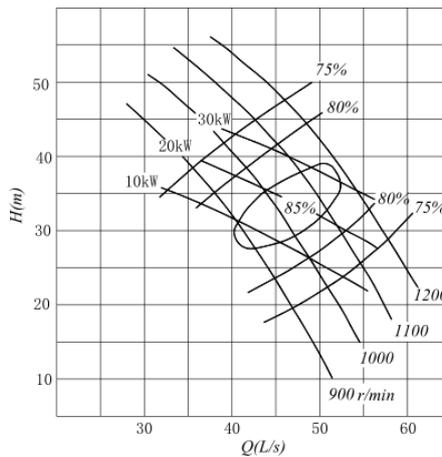


图2 改变水泵转速曲线图

改变叶轮外径:

$$\begin{cases} \frac{Q}{Q_a} = \frac{D}{D_a} \\ \frac{H}{H_a} = \left(\frac{D}{D_a}\right)^2 \\ \frac{N}{N_a} = \left(\frac{D}{D_a}\right)^3 \end{cases} \quad (4)$$

#### 1.4 排灌用渠道流量减小, 首要措施必须清淤扩建

现有的电力排灌站进水渠道渠底淤积现场严重, 过水断面变小, 过水流量相应变小, 不能满足过水断面需要, 技艺造成排涝泵占没有水可抽或者抽不上来水, 这样受到洪水威胁的上游积水难消现象加重。为了改善这种局面, 必须对进水渠道进行整修加固处理。包括: 清淤、坝体加固, 拓宽渠道断面, 增加过水流量等措施。目的是快速进水、快速排水。如星电力排灌站老站引水渠部分严重淤积, 杂草特别是水灯草、水生植物过多; 通道的流量被分解, 上游被淹没, 但下游没有水抽。技术改造期间应清洁通道, 以符合水流量要求。同样, 在灌溉过程中, 主要水涌水位较高, 但支涌无水, 达不到及时灌溉的目的, 浪费了大量的人力物力。千人桥镇下湾排水站灌溉时, 水位通常大于 3.2M 时才能满足灌溉要求。如果渠道过水能力较好, 则只有水位达到 2.9M 就可以满足抽水灌溉要求。这样可以节省许多成本。可以看出, 技改必须清淤扩涌。

针对以上问题只有通过改造机房、修建完善渠首渠尾工程来解决。

#### 1.5 需进行加固改造存在安全隐患的部分水工建筑物

该配套水工建筑物部分安全隐患大, 需要改造, 主要是: 电力排灌站的出水压力水箱、出水消力池以及进口拦污栅等。安全隐患处理如下:

压力水箱(关键配套水工建筑物): 围堤加固中, 压力水箱承重逐步加大了荷载, 很容易造成堤下掩埋的压力水箱分缝处错位、沉降、漏水现象。严重影响河道圩堤的运行安全。所以技术改造设计时, 必须加固压力水箱段, 通常是灌浆补强加固。

消力池: 部分消力池侧墙破损残缺, 底板破烂, 效能效果减弱, 对河道堤围的安全产生严重影响, 修复加固消力池或者重新建设, 减少堤围的隐患。

拦污栅:(关键配套水工建筑物)表现在拦污栅损毁, 进水时杂物进入水泵, 情况较轻时发生水泵叶片断裂, 情况严重时将发生烧毁电动机、控制设备、变压器跳闸等事故。所以在及时改造设计时, 要修复加固拦污栅, 更换旧的拦污栅。在条件允许的情况下加装拦污机, 电动清除杂物, 以达到快速清理污染物, 保证进水口通畅运行。保证机电设备的安全。拦污栅是有效运转, 对水泵的安全运行, 起到了功不可没的作用。

#### 1.6 泵站日常检查和养护要点:

- (1) 检查并处理易于松动的螺栓或螺母。
- (2) 油、水、气管路接头和阀门渗漏处理。
- (3) 电动机碳刷、滑环、绝缘等的处理。
- (4) 保持电动机干燥, 摇测电动机绝缘电阻。
- (5) 检修闸门吊点是否牢固, 门侧有无卡阻物, 锈蚀及磨损情况。
- (6) 闸门启闭设备维护。
- (7) 吊车运行维护。
- (8) 机组及设备本身和周围环境保洁。

#### 1.7 机组运行中的监视与维护

水泵运行过程中, 值班人员应注意以下事项:

- (1) 注意机组有无不正常的响动和振动。
- (2) 注意轴承温度和油量的检查。
- (3) 检查动力机的温度。
- (4) 注意仪表指针的变化。
- (5) 填料汉外的压盖要松紧适度, 填料要符合要求。
- (6) 注意防止水泵过流断面发生气蚀。
- (7) 进水池的防污和清淤。
- (8) 做好运行记录。

### 1.8 小型电力泵站运行效率降低, 运行费用缺少, 管理体制必须理顺

(1) 农用小型电力排灌工程的管理体系仍然停留在农用化时代。随着国家城镇化建设加速, 基本农田在逐渐减少, 公共用地如: 高铁、高速公路、公园、湿地等在汛期电排费转嫁到基本农田上, 但国家政策还没有及时调整这部分转嫁费用支付方式。

(2) 舒城县已经实行政策: 只要是正常抗旱、排涝启动机械设备, 在各个站上报县电力排灌中心管理站的情况下, 电费全部由县财政负责支付。改革的依据是根据国务院办公厅 2002 年 9 月转发的《关于水利工程管理体制改革实施意见》, 将担任防洪、排涝等水利工程管理运行维护任务的水管单位, 定性为纯公益性事业单位。结合事业单位的机构改革来理顺电力排灌事业管理体制。界定为纯公益性的机电排灌事业单位, 按照“精简、高效”原则, 在严格定岗、定员的前提下, 将运行和维修管养经费纳入地方财政安排, 确保经费来源, 维持正常运作, 达到以减轻农村和农民负担为目的。

当然在条件允许情况下, 探索实行管养分开, 通过承包、招标等方式将电力排灌工程的维修养护逐步推向市场化、社会化, 达到节省费用、提高管理效率的目的。

## 2 对策和建议

(1) 泵站技术更新改造, 在设计时必须考虑到排灌工程在受益地区历史水清、气候条件、排涝和灌溉面积的变化。来设计抽水、排水的流量和水泵安装高程等技术参数。要对水泵机组在方案比较的基础上优化选型, 提高机组的高效节能效果。还应充分结合现有水工建筑物尺寸、动力机械的种类, 来选择水泵机组, 避免设计上出现“大马拉小车”的情况, 减少技术改造中机电设备的投资。

(2) 和电力排灌站工程一起设计运营的截洪渠道标准过低, 一般 10 年一遇的洪水标准已经过时。现在都是超 10 年一遇的洪水经渠道漫延到灾区的标准。现状中存在洪水渠道由于淤积较多, 减少了过水断面, 导致下泄洪水流量加大; 无形中加重了电力排灌站排洪压力。所以, 在做好泵站技术改造时, 应考虑到提高洪水的过水渠道的防御标准值。

(3) 当前城镇生活污水排放、工业污水排放与农业用水混为一体, 在渠道中的交叉点较多。部分工业污水未经处理还超标排放, 严重污染农田灌溉用水安全, 也严重影响到泵站中排水设施的腐蚀现象加剧。这方面无形中增加了泵站维修、保养费用。为减少这方面的污水威胁, 在充分调研的基础上, 要对环境保护部门提出更高的要求。就是: 工业污水排放对农业水利工程建筑物的侵害监管, 必须加强不能放松标准。同时在电力排灌工程设计时也要考虑这块的影响。设计时建议: 进水前池、进水口多处增设拦污型节制闸。这样在非排灌期间关闭闸门, 将前池内水抽干, 以减少污水对水泵、水工建筑物的腐蚀。同时非排灌期定期也要做好对机械设备保养工作。

(4) 加强对电力排灌工程运行人员的内部管理和技术培训。培训可以分层次、分时段进行。比如高级技师可以到省级以上高等职业院校脱产学习半年以上, 中级技工和初级技工分别在市县一级的水利专业部门, 组织的培训机构学习, 并经考核合格后颁发岗位证书。这样才能提高排灌站人员的业务水平, 提高站房安全生产运行。

(5) 电力排灌工程一次性投入较大, 但工程建成后收益很小, 如果靠工程本身运作收费困难, 地方政府应加大农用电和管理人员的工资投入, 保障其正常运转。

(6) 做好电力排灌站设备信息数据库管理, 为解决电力排灌工程设备长期高质量运行使用问题, 应该运用现代网络和开发操作软件, 构建对应的电力排灌运行信息数据库。主要做好以下几点: A、结合电力排灌工程设备具体运转情况, 对设备出现老化、超出使用期限的设备进行统计, 掌握泵站设备基础参数。B、为保障电力排灌设备的最大应用价值, 提高机电工程效率, 必须建立电力排灌设备基本信息数据库, 解决对设备后期运转中出现问题提供技术参考数。C、掌握所有电力排灌设备的使用期限, 超过使用年限, 应该自动停止设备运行使用, 进行报废处理, 将有关报废信息详细记录录入数据库。D、利用网络和电脑功能强大的作用, 开发电力排灌工程的操作软件、管理软件。对比每年的相关数据, 五年一个周期观察数据变化趋势以便改进技术。

## 3 结语

总之, 农村地区的小型排灌工程与其他水利工程(如: 水库、堤防、节制闸等)在社会经济发展中, 发挥了不可替代的重要作用。在做好水利工程主流河道、农用支渠、水库达标、节制闸加固等工程基础上, 要高度重视电力排灌工程技术改造, 它在农业和工业产中的重大作用。积极贯彻中央三农政策, 切实提高机电排灌技术更新改造水平。显著提高电力排灌工程抵抗自然灾害的能力。从而改善农业、工业的生产外部条件。在建成的排灌工程基础上把运行管理工作切实地落到实处。使国家投入水利基础设施建设工程发挥到它应有的作用, 为今后的农业升级、城市现代化改造做好准备。

### [参考文献]

- [1] 周立群. 农村水利机电排灌设施运行管理中存在的问题及措施[J]. 防护工程, 2018(22).
- [2] 李鸿茂. 农村小型机电排灌工程技术改造[J]. 甘肃水利技术, 2008(8).
- [3] 高岩. 机电排灌工程设备常见问题及应用标准[J]. 中国标准化, 2016(11).
- [4] 扬州市江都水利局. 泵站运行管理与维护[M]. 江苏: 扬州大学水利科学与工程学院, 2012.

作者简介: 黄伟 (1971.10-), 男, 汉族, 籍贯: 安徽省舒城县人, 国有水利工程师中级职称, 水利水电工程专业, 考试获得水利部水利建筑工程监理工程师资格、建设部一级注册建造师资格等, 主要研究方向: 农田水利工程、泵站的管理和运行维护。