

## 浅议农村电力排灌站的节能措施

· 吴凡 ·

(辽宁省辽中县水利局)

**摘要:** 分别对新建和已建成投产的农村小型电力排灌站的降损节能进行分析讨论, 并提出排灌站的一些降损节能措施

**关键词:** 排灌, 泵站, 节能

**文献标识码:** C    **文章编号:** 1005-6254(2001)03-0031-02

随着农村电气化建设的深入发展, 农村电力排灌工程也得到飞速发展。但由于多种原因, 不少排灌站的运行效率偏低, 电能损耗过大, 从而增大了排灌站的运行费用, 加重了群众的负担。本文拟就农村电力排灌站的有关降损节能问题, 进行一些粗浅的分析讨论。

### 1 把好新建工程的设计关

农村电力排灌站装机容量小、机组台数少, 单机容量一般均小于 100 kW, 所采用的电动机几乎都是低压鼠笼式异步电动机, 且多由专用配电变压器单独供电。针对农村小型电力排灌站的这些特点, 从降损节能的角度出发, 笔者认为在设计方面应做好如下几项工作。

#### 1.1 水泵选型

一般根据排灌站单台机组的设计流量  $Q$  及设计扬程  $H$ , 对水泵进行选型, 只需在设计流量及设计扬程的基础上, 适当考虑所选水泵的富裕量 (15% 左右), 以保证在一些意外情况下, 水泵的出水流量及抽水扬程也能满足设计的要求。有人认为水泵的富裕扬程还应再大一些, 甚至认为越大越好。这种认识是不对的, 因为若所选用的水泵扬程比设计要求高出太多, 一方面在实际运行中这部分高出的扬程根本用不上, 还可能会脱离工况点运行; 另一方面还会使与水泵配套的电动机容量增大许多, 这样不但要增加一次性投资, 而且还会增大运行时的电能消耗, 这对节能及经济运行都极为不利。例如, 某农村电力灌溉站, 设计总扬程为 9.5 m, 设计灌溉流量为  $0.105 \text{ m}^3/\text{s}$ 。按要求, 选用 10Sh-19A 型水泵即可, 但若为了增加水泵扬程的富裕量而改选 10Sh-19 型水泵, 则与水泵配套的电动机将由 22 kW 增大到 30 kW, 从而大幅度增加电能的消耗。

初步选定水泵之后, 还需根据水泵生产厂家提供的产品样本、水泵性能曲线等资料, 对该水泵的运行

效率  $\eta$ 、出水流量  $Q$ 、抽水扬程  $H$  进行校验。若出水流量及扬程均能满足要求, 且大多数时间水泵能在高效区运行, 则可最后确定该水泵为本站所选定的水泵, 否则应重新选配更合适的水泵。

#### 1.2 合理布置管路

应根据排灌站的地形, 按最短、最合理的路径布置管路, 尽量少用弯头、弯管, 按直线布置。不应将管路布置成空气出流状态 (即出水口高于出水池水面), 这样出水口中心至出水池水面这一段水头 (扬程) 将被浪费掉 (即造成电能浪费), 应将管路布置成淹没出流, 但淹没深度不宜过大。在条件允许的排灌站, 还应推广取消“三阀”的布置设计方案。

#### 1.3 合理选配电动机

首先, 根据所选定的水泵流量  $Q$ 、扬程  $H$  及运行效率  $\eta$ , 求出水泵在选定参数下运行所需要的轴功率 ( $N_{\text{轴}}$ , 单位: kW):

$$N_{\text{轴}} = \frac{9.81HQ}{\eta} \quad (1)$$

与水泵配套的电动机, 除要满足其它方面的要求外, 还得根据水泵转速与轴功率进行选配。电动机的额定转速应与水泵转速相适应 (直联者与水泵转速相同, 间联者视传动比  $i$  而定), 而电动机的额定功率的选定则必须符合其最佳负载率  $\beta$  的要求。所谓最佳负载率, 就是电动机在此负载率下运行, 其可变损耗与不变损耗相等。此时电动机运行的总损耗最小, 电动机处在最经济、效率最高的运行状态。农用小型异步电动机的最佳负载率  $\beta$  一般为 0.85 左右, 所以, 与水泵配套的电动机额定功率 ( $N_{\text{电}}$ , 单位: kW):

$$N_{\text{电}} = \frac{N_{\text{轴}}}{\beta\eta_i} = \frac{N_{\text{轴}}}{0.85\eta_i} = \frac{1.18N_{\text{轴}}}{\eta_i} \quad (2)$$

式中,  $\eta_i$  是水泵与电动机的传动效率。

电动机的额定功率应以式 (2) 的计算值为准, 不宜选得过大。否则运行负载率会下降而远离最佳值, 这样不仅增大电动机的购置费, 而且还会使电动机运

行的总损耗增大,对降损节能、经济运行十分不利。当然,电动机的额定容量也不可太小,否则会使水泵出水流量不足、电动机过载,长期运行会损坏设备,其结果是排灌站运行既不经济又不可靠。

### 2 改造老站不合理的部分

对已建成投产的农村电力排灌站的不合理部分进行改造,是降损节能的另一条途径。

#### 2.1 管路布置不合理的改造

对排灌站管路布置不合理的部分,应按前面所讲的管路布置原则进行修正、改造,尽量使管路布置达到最佳,以达降损节能之目的。

#### 2.2 电动机负载率偏低的改造

根据排灌站水泵实际运行情况,计算出水泵所需要的实际轴功率。然后与配套电动机的额定功率进行比较,若电动机的负载率  $\beta$  大于 0.65,则可不进行改造;若  $\beta$  小于 0.45,则必须进行改造;若  $\beta$  在 0.45 ~ 0.65 之间,则视视改造前、后排灌站机组的运行情况和改造经费的收回时间等情况而定。

##### (1) 更换电动机。

若排灌站经济条件允许,或替换下来的电动机可改作它用,不致造成闲置浪费,则应按照电动机的最佳负载率的要求,为水泵重新选配更合适的配套电动机。

##### (2) 改变电动机的运行方式。

在排灌站经济条件欠佳,或替换下来的电动机又派不上用场的情况下,若电动机的定子绕组为  $\Delta$  联结,则可采用改变其定子绕组接线(即改变电动机的运行方式)的方法,来达到降损节能的目的。

异步电动机在低负载率(即轻载)下运行时,定子电流中的负荷电流分量很小,大部分定子电流都是励磁电流分量(即无功电流分量),所以电动机运行时的功率因数  $\cos\varphi$  值极低,损耗增大,电动机的运行效率下降。若将电动机定子绕组由  $\Delta$  联结改成 Y 联结,则会使电动机的空载线电流下降为原来的  $1/2$ 。

由于电动机的有功负荷(水泵所需的轴功率)不变,即相应地提高了电动机的运行功率因数  $\cos\varphi$  值。此外,还可使电动机的磁通值大幅度下降,虽然铁损会随负荷电流的增大而增加,但在轻载时,增加的幅度却不大,因此,电动机的总损耗值仍然较改变接线之前的要少。

##### (3) 改变电动机运行方式的可行性探讨

改变电动机运行方式,虽可达到降损的目的,但也带来了一些不利因素。所以必须对它的可行性进行论证之后,方可最后作出是否改变的决定。

电动机改变接线后,其最大转矩值也随之下降为原来的  $1/2$ 。要使抽水机组能够稳定、可靠地运行,要求电动机的原最大转矩的  $1/2$  必须大于水泵所需的最大负荷转矩(最大轴功率)。为了安全起见,为了在电网电压下降时电动机的输出最大转矩仍能满足要求,一般要求改变接线后的电动机在额定电压下其最大转矩值不得小于水泵的最大负荷转矩的 1.35 倍。

改变接线后,电动机的启动转矩也会降低为原来的  $1/2$ 。所以必须核算改变接线后的电动机的启动转矩,以使其满足所配套的水泵启动时所需要的启动转矩的要求。

此外,电动机改变接线的方案是否可行,还受到其发热状况的制约。因电动机改变接线之后,其散热条件未变,所以其发热状况的优劣,主要取决于其总损耗是否超过改变接线前的总损耗值。据有关资料介绍,将改变接线后的电动机实际运行时的负载率  $\beta$  值限制在 0.5 以内,电动机运行的总损耗值一般不会超过改变接线前的总损耗值,即电动机的发热情况不会劣于改变接线前的发热情况,可以满足要求。

以上三点,应同时满足要求,否则不可采用改变电动机定子绕组接线方式的方案。

### 3 进行无功补偿

无功补偿是农村电力排灌站降损节能的又一好方法。一般做法是:将补偿并联电容器直接接在电动机的主控制开关之后与电动机定子绕组引出端子之间的电源线上,随电动机的投入(退出)而投入(退出),即所谓的随机补偿。异步电动机随机补偿的并联电容器容量( $Q_c$ ,单位:kVar)可由下式求得:

$$Q_c = \sqrt{3} V I_0 K$$

式中  $V$ ——电动机的额定电压,kV

$I_0$ ——电动机的空载电流,A

$K$ ——计算系数,一般取 0.94 ~ 0.96

空载电流是不标注在铭牌上的,一般都是通过实测或采用经验公式计算而得到的。实测时先将水泵与电动机分离,启动电动机,用钳形电流表测量 3 ~ 5 次,取平均值为空载电流值;或用瑞典通用电气公司推荐的经验公式进行计算:

$$I_0 = 2I_n(1 - \cos\varphi_n)$$

式中  $I_n$ ——电动机的额定电流,A

$\cos\varphi_n$ ——电动机在额定负荷时的功率因数

另外,若有必要,还可在为排灌站供电的专用配电变压器高压侧装设 1~2 组总容量为配电变压器额定容量的 20% 左右的高压并联电容器来进行高压无功补偿。[4]