

三相异步电动机节能技术

张薇

哈电集团佳木斯电机股份有限公司

[摘要]三相异步电动机在人们的生产生活中起着重要作用，占电能耗的60%以上。然而，我国电动机的平均运行效率不足60%，需改进。因此，对三相异步电动机的节能研究具有重要意义，能提高工作效率，节约资源，带来可观的经济效益。

[关键词]三相异步电动机；节能；意义；技术要点

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.079

三相异步电动机通过旋转磁场及转子绕组产生的感应电流的相互作用，由电磁转矩驱动。因其由380V三相交流电源驱动，且其转子转速低于旋转磁场，因此被称为三相异步电动机。三相异步电动机在现代生产制造业中应用广泛，其节能技术对促进经济增长、节能减排意义重大。

一、三相异步电动机基本结构

三相异步电动机结构由定子、转子两部分组成。固定不动的部分叫做定子部分，包括机座、定子铁芯、定子绕组、端盖等部件；旋转部分叫做转子部分，包括转子铁芯、转子绕组、转轴、风叶等部件。

由于三相异步电动机转子绕组结构的不同，它又分为鼠笼式转子和绕线式转子。鼠笼型转子绕组像一个圆柱形的笼子，在转子铁芯槽中放置着若干铜条或铝条，两端用端环短接。而绕线式转子绕组则与定子绕组相似，在转子铁芯槽内放着对称的三相绕组，该三相绕组一般做星型联结，转子绕组的三相末端连接在一起，三个首端分别连接到转轴上的三个彼此绝缘铜制集电环上，环与环、环与转轴间相互绝缘，是通过电刷与外电路的联结开始工作。

二、三相异步电动机节能原理

电机的效率是电机输出、输入功率比值的百分数。供电机的电能即输入功率并不仅用来驱动电机即输出功率，还有一部分将成为电机固有的损耗。电机的主要损耗为铜耗和铁损，其中铜耗由于电流流过电机绕组而产生，与电流的平方成正比；铁损由于定子和转子铁芯中的磁化电流而产生，与供电电压成正比。其他损耗很小。调压节电原理是当负荷下降时，可适当降低电源电压以减少铁损，电流随之下降也减少了铜损及浪费，此时电机效率将得到改善。电机负荷检测通常采用功率因数法进行：电机负荷大，则其功率因数大；电机负荷小，则功率因数小。

实际设计中，由于普通异步电动机是基于恒定频率恒定电压的原理设计，就不能完全适应变频调速要求。由于变频器的影响，会对电动机效率产生影响，使温度上升，变频器产生谐波电压和电流，这会让电动机在非正弦电压、电流下运行。在高次谐波影响下，让电动机定子铜耗、转子铜（铝）耗、铁耗增加，从而提高其他附加损耗。

三、三相异步电机节能技术意义

三相异步电动机是我国广泛应用的电动机之一，但其耗能大，几乎每年对我国电力消耗达到全国年总发电量的

二分之一。从我国电能节约的中心出发考虑，加强和提高三相异步电动机的节能控制，必定是受到一定重视的。一般情况下，三相异步电动机的功效在电流满负荷情况下，相对较高，甚至可达到近百分之九十。当然，电流负荷量下降时，相应三相异步电动机功效就会明显降低，归根究底，三相异步电动机的功效使用还是相对较低。假如对三相异步电动机节能进行相应控制，进而提升其运行效率，就会在这方面有所提高，将带来极大的经济效益。要想做好三相异步电动机的节能控制，需注意：一方面，在科技飞速发展的今天，提升三相异步电动机的制造技术发展尤为重要；另一方面，要切实做好电动机节能控制技术的重点——电动机运行控制技术。

四、三相异步电动机耗能高的原因

当前，三相异步电动机用电量占我国用电总量的60%，对电机进行节能改造，实现节本降耗，将提高电机运行经济效益。电动机存在的最大问题是高启动电流及它未能在启动运行时将电机扭力配合负荷扭力。电机启动时扭力一般在150%~200%间，基本能瞬间升至最高转速，可能造成电机内部元件被烧毁。电机在启动时用电量是标称电流（ I_n ）的8倍，造成电压失稳。当转矩满足负载要求后，电机才会维持轻负载运行，这样电机长时间不能工作在高效率、高功率因数点附近，造成电机资源浪费。当供电电压、频率及转矩负载固定不变时，电机励磁电流基本不变，在一定程度上提高了耗能量。

五、节能设计的着手点

在落实这一设计理念时，可从以下方面入手：①优化完善电动机本身工艺、结构、零部件使用等，在工作中充分融入节能理念，通过优化电动机参数降低其整体能耗。②在电动机转速控制中融入相应变频节能技术。应用这一节能技术能让电动机在不同运行状态下保持不同转速，从而达到节能目的。实践中，要对驱动电源电压和频率做节能设计，保证其转速，以平滑调节方式促使其能按相应输出量优化调整，进而实现节能目标。③实现电动机降压节能。电动机损耗是其所输出机械损耗与输入的有功电功率差值，所以需采取降压方式实现电动机降压节能目标。

六、电机节能问题

1、电机负载率低。使用中电机选型不合适，裕量过大或生产工艺发生变化，导致电机实际工作负荷低于规定额定负

荷。装机容量较小的风机却在比规定范围额定负载还大的电机上运行，最终导致运行效率低。

2、电机电源电压不对称或电压过低。因三相四线制低压供电的系统不平衡的单相负荷，导致三相电压不对称，从而使电机产生负序转矩，增加了电机在运行中电能的损耗。另外，电网电压处于长期偏低环境，致使正常时电机电流变大，从而电能损耗增大。而且三相电压不对称度越来越大，电压就会越低，导致的电能损耗就越大。

3、负荷调节与控制转速不当。因风机与水泵两者间所具有机械特性极其相似，当定性分析通过风机的调节风门是以何种方式来对风量进行调节，和利用电机转速调节来对风量调整的比较。结合现实工况发现，在对风机风量和水泵流量的调节，仍有部分场合利用挡板或阀门来调节，这就导致截流所损耗功率变大。另外，很多设备仍应用机械调速方法，电气调速还未能有效普及。而且因调速方法选用和负载性质不同及对转速控制的适当程度都会影响到在调速中电能损耗的增大。

4、维修管理不善。有些单位对电机及设备未按要求进行维修保养，任其长期运行，使损耗不断增大。此外，由于管理不善，工作人员长时间离开工作台后不关机，造成有些电机及设备空转时间长，或只关电机而不关与电机配套的风机、照明设备等，从而使能量损耗增加。

七、节能技术难点

1、功率因数角的检测。理论上电流波形是完整的，若想测得功率因数角，只要检测电压和电流过零点获得的相位差即可。但有的控制器由于采用可控硅交流调压，因此当导通角较小时电流会出现断续波形，此时会导致电流过零检测出现实效。为避免这种情况，技术处理时通常采用将电流与微电平比较获得正半周期连续波形，从而取得近似相位差来得到功率因数角。

2、电压和电流有效值的检测。若按有效值进行电路检测一般会用到模拟乘法器，其本身电路复杂且价格高。为降低电流和电压检测成本，在技术处理时通常会先测绝对平均值，再转化为有效值，这样是因有效值和绝对平均值本身就存在一定对应关系且此处对检测精度要求低。

3、强干扰下的系统加固。若电器工作在恶劣环境下，强电磁干扰会严重影响微机系统正常工作，为此，可将数字电路部分单独安装在金属机壳中，以屏蔽空间电磁干扰；选用优质开关电源和传感器，以减少从线路串入的干扰；在微机外围电路中广泛采用串行接口芯片，以简化电路板布线；采用广泛使用的WDT电路，提高软件抗干扰能力。

4、可控硅的移相触发电路。在三相交流调压电路中，一个很重要的指标是三相平衡问题。以前的三相交流调压常采用3个单相移相触发芯片设计（如TA785），要细心调试才能达到三相平衡。可采用三相移相触发芯片AT787，简化电路设计，使该电路免于繁杂的调试；还可采用可控硅的强触发电术，使其触发更准确。

八、三相异步电动机节能技术要点

1、注意硬件设计。三相异步电动机的硬件设计较重要，例如，可控硅及移相触发电路部分，这部分基本会使用在接收控制板的信号和转变控制电压，另外，对信号检测板而言，这部分主要作用是接收传感器信号同时做出相应处理，利用信号获取适当的电流值和电压值，借此取得功率因数；此外，还有单片机控制板部分，这部分作用是接收信号检测板信号，并以此来操纵运算产生的控制信号到移相触发电路来调节取得最佳功率因数，不但如此，这部分还可调节控制器上的参数，显示出控制器运行情况。通过对硬件的设计制作，来获得功率因数角，使节能技术更加完善。

2、完善软件设计。三相异步电动机的控制软件通常运用C51语言编程，这是单片机软件的主要编程语言，相比汇编语言，C51语言编程效率高且代码维护容易。不但如此，编程时，程序主要是集合了键盘与显示控制部分、串行接口芯片驱动部分、信号采集及实时控制部分。这其中的串行接口芯片驱动部分是根据芯片厂商时序图，利用单片机F0口模拟串行口，实现该部分的读写操作。但信号采集和实时控制部分却以实时时钟为标准，利用采集电压电流信号等来实现对系统的监控。利用PI控制运算法来将采集的功率因数信号和最优值进行数值比较，利用适时发出控制指令来调压电动机，进而达到其高效运行状态。

3、加强系统调试。①电动机可控硅交流调压的稳定性问题。由于电动机是大电感性负载，在按外三角接法时最好采用半控形式。其中的数据管发挥了吸收谐波的作用。要使用全控形式，最好采用内三角形式。该接法中各绕组单独供电，绕组间不会产生相互干扰。②三相调压移相触发板的器件选择问题。3个积分电容的值必须相互一致，误差在1%以内，调制电容C7的值不能太大，耦合电容C1、C2、C3亦不能太大，不然会使电路不能长期运行，或出现三相不平衡。③节电控制器的最佳功率因数设定问题。最佳值一般在0.85附近，风机可设定在0.9附近，针对不同电动机稍有不同。若超出此范围，则属不正常现象。因电动机从理论上有一个在75~80%负载率附近的最高效率点，若电动机老化而无此特性，则节能不能成立，应用中必须注意此原则。

总之，三相异步电动机作为目前在我国广泛应用的电动机机械，其每年对我国电力的消耗，基本达到全国年总发电量的一半以上，耗能较高。因此，加强和提高三相异步电动机的节能控制对我国电能的节约将起到巨大作用。

参考文献

[1] 纪勇. 三相异步电动机降压节能技术研究[J]. 科技创新导报, 2017(05).

[2] 李胜. 三相异步电动机节能的技术分析[J]. 中小企业管理与科技, 2016(24).

[3] 于莹. 三相异步电动机节能的技术分析[J]. 企业技术开发, 2016(02).