

变频器载波频率对电动机运行的影响

王军

(山东齐鲁石化开泰实业股份有限公司, 山东淄博, 255000)

摘要 介绍了 PWM 调制原理, 分析变频器载波频率对电动机运行的影响, 找出电动机发热原因, 制定相应的解决办法, 保证了水泵的稳定运行。

关键词 变频器 开关频率 PWM 调制 IGBT 变频电动机

中图分类号: TM 306 文献标识码: B 文章编号: 1009-9859(2011)02-0104-03

1 问题的提出

目前, 变频器拖动电动机在工业企业中的应用越来越广泛。山东齐鲁石化开泰实业股份有限公司为实现恒压供水, 在热电装置给水系统增加 1 台给水泵, 型号 DG46-50 × 12 扬程 600 mH₂O, 流量 46 t/h。水泵采用西门子变频器控制, 型号 MM 440 160 kW, 并配了 1 台 160 kW 的变频电动机。

水泵投运后, 变频电动机前后轴承在运行中温度偏高, 特别在夏季, 轴承温度常达 80℃以上。由于电动机后轴承运行中无法监视, 造成电动机抱轴, 直接影响水泵的正常工作。

为保证电动机的稳定运行, 对电动机的前后轴承更换成优质的 AKK 进口轴承, 并现场检查电动机轴、轴承室、轴承室的端盖各尺寸及电动机安装、对中的各项数据, 但电动机投用后轴承发热问题仍未得到解决。为此决定更换 1 台新电动机。

安装后的新电动机轴承运行温度仍然偏高, 特别是在环境温度超 30℃时, 电动机的前轴承温度达到了 85℃以上。为确保新电动机的安全, 只能降负荷运行。并且电动机的机身温度也偏高, 最高时机身温度在 70℃以上, 与电动机前轴承温度相差 10℃左右。

2 PWM 调制工作原理^[1]

工业生产中使用的变频器大多是采用 PWM 调制(脉宽调制)的形式进行变频调整。也就是说变频器输出的电压其实是一系列的脉冲, 脉冲的宽度和间隔均不相等。其大小取决于调制波和

载波的交点, 也就是开关频率。

PWM 控制方式是对逆变电路开关器件的通、断进行控制, 使输出端得到一系列幅值相等的脉冲, 用这些脉冲来代替正弦波或所需要的波形。即在输出波形的半个周期中产生多个脉冲, 使各脉冲的等值电压为正弦波形, 所获得的输出平滑且低次谐波少。按一定的规则对各脉冲的宽度进行调制, 即可改变逆变电路输出电压的大小, 也可改变输出频率。如图 1 所示, 用宽度相同的矩形波来代替正弦波, 通过对矩形波的控制来模拟输出不同频率的正弦波。在 PWM 波形中, 各脉冲的幅值是相等的, 要改变等效输出正弦波的幅值时, 只要按同一比例系数改变各脉冲的宽度即可。因此, 在交一直一交变频器中, 整流电路采用不可控的二极管电路即可, PWM 逆变电路输出的脉冲电压就是直流侧电压的幅值。

根据上述原理, 在给出了正弦波频率、幅值和半个周期内的脉冲数后, PWM 波形各脉冲的宽度和间隔就可以准确计算出来。按照计算结果控制电路中各开关器件的通、断, 就可以得到所需要的 PWM 波形。

3 变频器载波频率对电动机运行的影响分析

变频器载波频率的大小是可以选择的, 即用户可根据现场的实际情况进行调整, 根据自己的

收稿日期: 2011-02-21; 修回日期: 2011-04-19

作者简介: 王军, 男, 1990 年北京轻工业学院电气技术专业毕业。现在山东齐鲁石化开泰实业股份有限公司从事电气管理工作。电话: 0533-3576568

现场经验,在选择变频器载波频率值时,需了解以下影响因素来核定变频器的原有设定值。

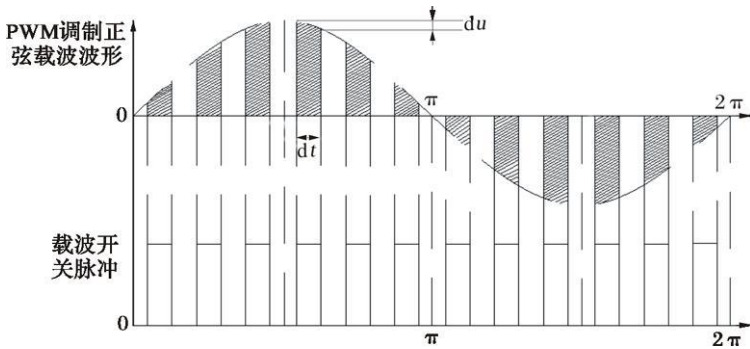


图 1 PWM 调制工作原理示意

3.1 载波频率与变频器输出电流波形^[1]

变频器的逆变 (DC/AC 变换) 部分,是由 IGBT (绝缘栅双极晶体管) 通过正弦脉宽调制 SPWM (正弦波调制) 后产生呈正弦波的电流波形。载波频率越高,一个周期内脉冲的个数就越多,电流波形的平滑性就越好,这样谐波就小,干扰就小,反之就差。当开关频率过低时,电流波形的平滑性较差,电动机的有效转矩减小,损耗加大,运行温度增高,反之载波频率过高时,变频器自身损耗加大,IGBT 温度上升,同时输出电压的变化率增大,对电动机绝缘影响较大。

3.2 载波频率与电动机功率

电动机功率较大的,相对选用载波频率要低些,目的是减少干扰 (对其他设备使用的影响),如果选用载波频率较高,功率模块 IGBT 的功率损耗将增加,模块运行发热。情况严重时,要降低功率模块的功率输出,减少输出电流^[2]。

由于逆变器采用正弦脉宽调制后其电流输出波形是近似正弦波,必定有一定分量的各次高次谐波产生,以及波形不够光滑有毛刺出现,会造成输出电流的增加可达 10%。而发热与电流 (I^2) 成正比,因此在相同工作频率相同负荷下,使用变频器后电动机的温升略高些。为减少这部分损耗,要尽可能使载波频率值大些,对运行有利,或选用变频电动机。具体解决办法是:①尽可能选用较高载波频率,以改善输出电流波形;②加装输入、输出 AC 电抗器或有源滤波器等;③选用变频电动机;④变频器的工作频率要低于 20 Hz,生产设备就要低速,而且较大的负荷运行时,电动机输出轴后需加装一级减速器,以利工作频率 (变频器) 提高,并增大输出转矩,以利统一解决

负荷的要求、变频器的许可,以及电动机的振动、噪音、发热、工作频率、载波频率等方面的问题^[1]。

3.3 载波频率与电动机噪音^[3]

变频器的输出电压、电流中含有一定分量的高次谐波,使电动机气隙的高次谐波磁通增加,所以噪声变大。其特征:①由于变频器输出的较低的高次谐波分量与转子固有频率的谐振,使转子固有频率附近的噪音增大;②由于变频器输出的高次谐波使铁心、机壳、轴承座等的谐振,在固有频率附近的噪音增大;③噪音与载波频率大小有直接关系,当载波频率高时相对噪音就小;④经测试得知,当电动机在变频运行时比在工频 50 Hz 运行时,噪声只大 2 dB,可见影响不很大,其绝对值约在 70 dB 附近;⑤采用变频电动机能降低相同运行参数时的噪音 6~10 dB。

3.4 载波频率与电动机的振动^[3]

电动机的振动原因可分为电磁与机械两种,电磁原因:①由于较低次的高次谐波分量与转子的谐振,其固有频率附近的振动分量增加;②由于高次谐波产生脉动转矩的影响发生振动;③可采用输出 AC (交流) 电抗器减振动;④采用变频电动机可降低振动。

4 改进措施及效果

(1) 根据以上原因分析,为保证电动机发热与散热的基本平衡,在满足工艺要求的前提下来确定变频器的载波频率。经查变频器出厂载波频率设置为 2 kHz 且此参数设置参考值为 2, 4, 6, 8 kHz, 将载波频率改为 4 kHz 且将电动机负荷提升到正常值,电动机轴承和电动机机身发热问题

得到了很好的改善。运行 1 a 来电动机的前轴承温度基本保持在 50℃, 最高未超过 60℃, 且机身温度未超过 60℃。

(2) 为确保环境温度超过 30℃ 时变频器运行的稳定, 在配电室内加装了空调, 以便降低变频器运行环境温度, 同时在控制柜上部加装了排风机, 通过强制排风, 降低变频器运行温度。

(3) 在变频器输出端增加了输出电抗器和电容器, 以减少高次谐波对电动机绝缘的损坏, 同时可以抑制电动机振动和减少电动机噪音。

5 经济效益

改造后的水泵达到了设计要求, 实现了恒压供水, 保证了装置的稳定运行。电动机运行电流

与其他同型号水泵相比平均减少 40A, 按 300 d/a 计算, 实际功率因数为 0.9, 电费 0.6 元/(kW·h), 每年可节电费为 $300 \times 24 \times 1.732 \times 0.38 \times 60 \times 0.9 \times 0.6 = 102\,357.04$ 元。系统改造投资 22 万元, 5 匹空调 1 a 运行 150 d 电费为 $2 \times 24 \times 150 \times 0.6 = 4\,320$ 元, 扣除改造费用和空调运行用电费, 给水泵运行 26 个月就可收回投资。

参考文献

- [1] 任致程. 电动机变频器实用手册. 北京: 中国电力出版社, 2004: 1-21.
- [2] 吴加林. 变频器应用手册. 北京: 机械工业出版社, 2002: 48-60.
- [3] 王仁祥. 通用变频器选型与维修技术. 北京: 中国电力出版社, 2004: 34-87.

INFLUENCE OF INVERTER CARRIER FREQUENCY ON THE OPERATION OF MOTOR

Wang Jun

(Shandong Qilu Petrochemical Kaitai Industrial Co., Ltd., Zibo, Shandong, 255000)

Abstract Principle of PWM modulation is presented, influence of inverter carrier frequency on the operation of motor is analyzed, reason of heating of the motor is found out, and appropriate solutions are developed to ensure stable operation of the water pump.

Key words inverter; switching frequency; PWM; modulation; IGBT; frequency motor

(上接第 98 页)

PROBLEMS AND COUNTERMEASURES IN EXTRACTIVE DISTILLATION OPERATION OF AROMATIC

Wang Guangyuan¹, Wang Jianhui²

(1. Qilu Branch Co., SINOPEC, Zibo, Shandong, 255400)

(2. Olefin Plant of Qilu Branch Co., SINOPEC, Zibo, Shandong, 255411)

Abstract This paper analyzed problems in the operation of the aromatic extractive distillation unit of Olefin Plant of Qilu Branch Co., SINOPEC, and proposed a series of countermeasures. Through implementation of technical revamping and optimization of the distillation process, better product quality and a steady operation rate were achieved.

Key words aromatic; extractive distillation; raw materials; technology; production; countermeasure