

变频器的选用及故障干扰处理

吴卫荣 苏州工业园区职业技术学院(215021)

Abstract

This paper summarizes the inverter's characteristics, control mode and how to select inverter properly during practice usages. The disturbances and resolving measures and the faulty causes are present also.

Keywords: alternating speed control, inverter, selection, disturbance, fault

摘要

本文介绍如何合理选择变频器,同时也给出了变频器在实际应用中的干扰问题及解决的措施;讲述了实际应用中变频器的故障原因及分析方法和排除手段。

关键词: 交流调速, 变频器, 选择, 干扰, 故障

1 变频器的合理选用

选用变频器的类型,按照生产机械的类型、调速范围、静态速度精度、起动转矩的要求,决定选用那种控制方式的变频器最合适。所谓合适是既要好用,又要经济,以满足工艺和生产的基本条件和要求。

1.1 需要控制的电机及变频器自身

1) 电机的极数。一般电机极数以不多于 4 极为宜,否则变频器容量就要适当加大。

2) 转矩特性、临界转矩、加速转矩。在同等电机功率情况下,相对于高过载转矩模式,变频器规格可以降低选取。

3) 电磁兼容性。为减少主电源干扰,使用时可在中间电路或变频器输入电路中增加电抗器,或安装前置隔离变压器。一般当电机与变频器距离超过 50m 时,应在它们中间串入电抗器、滤波器或采用屏蔽防护电缆。

表 1 为不同类型变频器的主要性能、应用场合;表 2 为常见输送设备的负载特性和负载转矩特性,可供变频器选型时参考。

1.2 变频器功率的选用

变频器负载率 b 与效率 h 的关系曲线见图 1。可见:当 $b=50\%$ 时, $h=94\%$; 当 $b=100\%$ 时, $h=96\%$ 。虽然 b 增一倍, h 变化仅 2%, 但对中大功率例几百 KW 至几千 KW 电动而言亦是可观的。系统效率等于变频器效率与电动机效率的乘积,只有两者都处在较高的效率下工作时,则系统效率才较高。从效率角度出发,在选用变频器功率时,要注意以下几点:

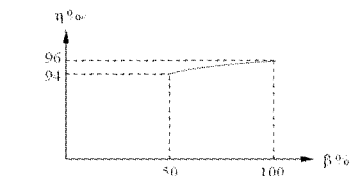


图 1 变频器负载与效率关系曲线图

1) 变频器功率值与电动机功率值相当时最合适,以利变频器在高的效率值下运转。

表 1

控制方式	U/f 开环	U/f 闭环	电压 相量	电流 相量	直接 转矩
速度控制范围	<1:40	1:60	1:100	1:1000	1:100
起动转矩	150%在 3Hz	150%在 3Hz	150%在 3Hz	200%在 3Hz	200%在 0Hz
静态速度精度 (%)	± (2 ~ 3)	± (0.2 ~ 0.3)	± 0.2	± 0.02	± 0.2
反馈装置	不要	PID 调节器	不要	编码器	不要
主要应用场合	一般风机、泵类	保持压力、温度、流量、pH 定值	一般工业设备	高精工业设备	起重机械、电梯、轧机等设备

表 2

应用	负载特性				负载转矩特性			
	磨擦性负载	重力负载	流体负载	惯性负载	恒转矩	恒功率	降转矩	降功率
传送带	●				●			
门式提升机		●			●			
起重机、升降机升降		●			●		●	
起重机、升降机平移旋转	●				●			
运料机				●	●			
自动仓库上下		●			●			
连料器、自动仓库输送	●				●			

2) 在变频器的功率分级与电动机功率分级不相对应时,则变频器的功率要尽可能接近电动机的功率,但应略大于电动机的功率。

3) 当电动机属频繁起动、制动工作或处于重载起动且较频繁工作时,可选取大一级的变频器,以利用变频器长期、安全地运行。

4) 经测试,电动机实际功率确实有富余,可以考虑选用功率小于电动机功率的变频器,但要注意瞬时峰值电流是否会造成过电流保护动作。

5) 当变频器与电动机功率不相对应时,则必须相应调整节能程序的设置,以利达到较高的节能效果。

1.3 变频器箱体结构的选用

变频器的箱体结构要与环境条件相适应,即必须

考虑温度、湿度、粉尘、酸碱度、腐蚀性气体等因素。常见有下列几种结构类型可供用户选用:

1) 敞开型 IP00 型本身无机箱, 适用装在电控箱内或电气室内的屏、盘、架上, 尤其是多台变频器集中使用时, 选用这种型式较好, 但环境条件要求较高;

2) 封闭型 IP20 型适用一般用途, 可有少量粉尘或少许温度、湿度的场合;

3) 密封型 IP45 型适用工业现场条件较差的环境;

4) 密闭型 IP65 型适用环境条件差, 有水、尘及一定腐蚀性气体的场合。

1.4 变频器容量的确定

合理的容量选择本身就是一种节能降耗措施。根据现有资料和经验, 比较简便的方法有三种:

1) 电机实际功率确定法。首先测定电机的实际功率, 以此来选用变频器的容量。

2) 公式法。设安全系数取 1.05, 则变频器的容量 P_b 为: $P_b = 1.05 P_m / \eta_m \times \cos \phi$ (kW), 式中, P_m 为电机负载; η_m 为电机功率。计算出 P_b 后, 按变频器产品目录选具体规格。

当一台变频器用于多台电机时, 应满足: 至少要考虑一台电动机启动电流的影响, 以避免变频器过流跳闸。

3) 电机额定电流法变频器。变频器容量选定过程, 实际上是一个变频器与电机的最佳匹配过程, 最常见、也较安全的是使变频器的容量大于或等于电机的额定功率, 但实际匹配中要考虑电机的实际功率与额定功率相差多少, 通常都是设备所选能力偏大, 而实际需要的能力小, 因此按电机的实际功率选择变频器是合理的, 避免选用的变频器过大, 使投资增大。对于轻负载类, 变频器电流一般应按 $1.1 I_N$ (I_N 为电动机额定电流) 来选择, 或按厂家在产品中标明的与变频器的输出功率额定值相配套的最大电机功率来选择。

1.5 主电源

1) 电源电压及波动。应特别注意与变频器低电压保护整定值相适应 (出厂时一般设定为 $0.8 \sim 0.9 U_N$), 因为在实际使用中, 电网电压偏低的可能性较大。

2) 主电源频率波动和谐波干扰。这方面的干扰会增加变频器系统的热损耗, 导致噪声增加, 输出降低。

3) 变频器和电机在工作时, 自身的功率消耗。在进行系统主电源供电设计时, 两者的功率消耗因素都应考虑进去。

2 抗干扰

变频器由主回路和控制回路两大部分组成, 由于主回路的非线性 (进行开关动作), 变频器本身就是谐波干扰源, 所以对电源侧和输出侧的设备会产生影响。与主回路相比, 变频器的控制回路却是小能量、弱信号回路, 极易遭受其它装置产生的干扰。因此, 变频器在安装使用时, 必须对控制回路采取抗干扰措施。

2.1 变频器的基本控制回路

同外部进行信号交流的基本回路有模拟与数字两种: ① $4 \sim 20 \text{mA}$ 电流信号回路 (模拟); $1 \sim 5 \text{V} / 0 \sim 5 \text{V}$ 电压信号回路 (模拟)。② 开关信号回路, 变频器的开停指令、正反转指令等 (数字)。

外部控制指令信号通过上述基本回路导入变频器, 同时干扰源也在其回路上产生干扰电势, 以控制电缆为媒体入侵变频器。

2.2 干扰的基本类型及抗干扰措施。

1) 静电耦合干扰: 指控制电缆与周围电气回路的静电容耦合, 在电缆中产生的电势。

措施: 加大与干扰源电缆的距离, 达到导体直径 40 倍以上时, 干扰程度就不大明显。在两电缆间设置屏蔽导体, 再将屏蔽导体接地。

2) 静电感应干扰: 指周围电气回路产生的磁通变化在电缆中感应出的电势。

措施: 一般将控制电缆与主回路电缆或其它动力电缆分离铺设, 分离距离通常在 30cm 以上 (最低为 10cm), 分离困难时, 将控制电缆穿过铁管铺设。将控制导体绞合, 绞合间距越小, 铺设的路线越短, 抗干扰效果越好。

3) 电波干扰: 指控制电缆成为天线, 由外来电波在电缆中产生电势。

措施: 同 (1) 和 (2) 所述。必要时将变频器放入铁箱内进行电波屏蔽, 屏蔽用的铁箱要接地。

4) 接触不良干扰: 指变频器控制电缆的电接点及继电器触电接触不良, 电阻发生变化产生的干扰。

措施: 对继电器触点接触不良, 采用并联触点或镀金触点继电器或选用密封式继电器。对电缆连接点应定期做拧紧加固处理。

5) 电源线传导干扰: 指各种电气设备从同一电源系统获得供电时, 由其它设备在电源系统直接产生电势。

措施: 变频器的控制电源由另外系统供电; 在控制电源的输入侧装设线路滤波器; 装设绝缘变压器, 且屏蔽接地。

6) 接地干扰: 指机体接地和信号接地。对于弱电电压电流回路及任何不合理的接地均可诱发的各种意想不到的干扰, 比如设置两个以上接地点, 接地处会产生电位差, 产生干扰。

措施: 速度给定的控制电缆取 1 点接地, 接地线不作为信号的通路使用。电缆的接地在变频器侧进行, 使用专设的接地端子, 不与其它接地端子共用。并尽量减少接地端子引接点的电阻, 一般不大于 100Ω 。

2.3 其它注意事项

1) 装有变频器的控制柜, 应尽量远离大容量变压器和电动机。其控制电缆线路也应避开这些漏磁通大的设备。

2) 弱电电压电流控制电缆不要接近易产生电弧的断路器和接触器。

3) 控制电缆建议采用 1.25mm² 或 2mm² 屏蔽绞合绝缘电缆。

4)屏蔽电缆的屏蔽要连续到电缆导体同样长。电缆在端子箱中连接时,屏蔽端子要互相连接。

3 故障分析及排除

3.1 变频器的主要故障原因及预防措施

(1) 安装环境

1)对于振动冲击较大的场合,应采用橡胶等避振措施。

2)应对控制板进行防腐防尘处理,并尽量采用封闭式结构。

3) 应根据装置要求的环境条件安装空调或避免日光直射。

除上述 3 点外,定期检查变频器的空气滤清器及冷却风扇也是非常必要的。

对于特殊的高寒场合,为防止微处理器因温度过低而不能正常工作,应采取设置空间加热器等必要措施。

(2) 电源异常

电源异常表现为各种形式，但大致分以下 3 种，即：缺相、低电压、停电。

1) 如果附近有直接起动电动机和电磁炉等设备,为防止这些设备投入时造成的电压降低,硬是变频器供电系统分离,减小相互影响。

2) 对于要求瞬时停电后仍能继续运行的场合,除选择合适规格的变频器外,还因预先考虑负载电机的降速比例。变频器和外部控制回路采用瞬停补偿方式,当电压回复后,通过速度追踪和测速电机的检测来防止在加速中的过电流。

3)对于要求必须量需运行的设备,要对变频器加装自动切换的不停电电源装置。

二极管输入及使用单相控制电源的变频器,虽然在缺相状态也能继续工作,但整流器中个别器件电流过大及电容器的脉冲电流过大,若长期运行将对变频器的寿命及可靠性造成不良影响,应及早检查处理。

3.2 变频器本身的故障自诊断及预防功能

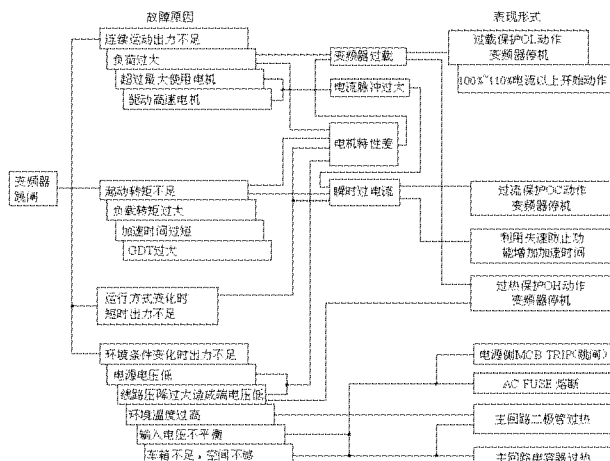


图 2 变频器故障解析图

如图 2 变频器故障解析示意图可知,如果使用矢量控制变频器中的“全领域自动转矩补偿功能”,其中“起动转矩不足”,“环境条件变化造成出力下降”等故障原因,将得到很好的克服。该功能是利用变频器内部的微型计算机的高速运算,计算出当前时刻所需要的转矩,迅速对输出电压进行修正和补偿,以抵消因外部条件变化而造成的变频器输出转矩变化。

此外,由于变频器的软件开发更加完善,可以预先在变频器的内部设置各种故障防止措施,并使故障化解后仍能保持继续运行,例如:①对自由停车过程中的电机进行再启动;②对内部故障自动复位并保持连续运行;③负载转矩过大时能自动调整运行曲线,避免Trip;④能够对机械系统的异常转矩进行检测。

3.3 变频器对周边设备的影响及故障防范

变频器的安装使用也将对其他设备产生影响。

(1) 电源高次谐波

由于目前的变频器几乎都采用 PWM 控制方式, 这样的脉冲调制形式使得变频器运行时在电源侧产生高次谐波电流, 并造成电压波形畸变, 对电源系统产生严重影响, 通常采用以下处理措施。

1)采用专用变压器对变频器供电,与其它供电系统分离。

2) 在变频器输入侧加装滤波电抗器或多种整流桥回路,降低高次谐波分量,如图 3 所示。

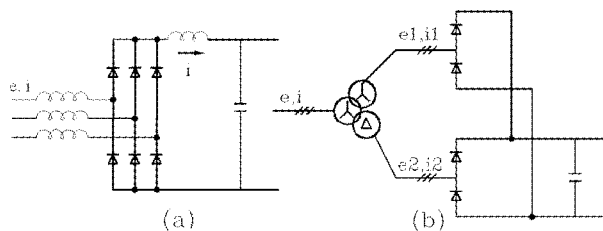


图 3 输入侧接线图

对于有进相电容器的场合因高次谐波电流将电容电流增加造成发热严重,必须在电容前串接电抗器,以减小谐波分量。如图 4 所示,对电抗器的电感应合理分析计算,避免形成 LC 振荡。

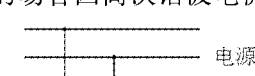


图 4 串接电抗器示意图

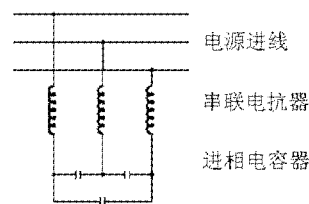


图 4 串接电抗器示意图

对于现有电机进行变频调速改造时,由于自冷电机在低速运行时冷却能力下降造成电机过热。此外,因为变频器输出波形中所含有的高次谐波势必增加电机的铁损和铜损,因此在确认电机的负载状态和运行范围之后,采取以下的相应措施:①对电机进行强冷通风或提高电机规格等级。②更换变频专用电机。③限定运行范围,避开低速区。

(2)高频开关形成的尖峰电压对电机绝缘不利

(下转第 41 页)

```

do while((inportb(statcomm)&0x80==0x80);
    outportb(statcomm,initcomm[i];
    while((inportb(statcomm)&0x20==0x20);
        outportb(para,initpara[i]);
        i++;
while (i!=4);
void sendcomm(void)
    int sendpara[2]=0x3c,0x00;
    int i=0;
    do while((inportb(statcomm)&0x80==0x80);
        outportb(statcomm,0xc8);
        while(inportb(statcomm)&0x20==0x20);
        outportb(para,sendpara[i]);
        while(i!=2);
void sending(void)
    int * p,sresult,stop=0;
    int data[60]=0xaa,0x60,.....;
    p=data;
    do while((inportb(statcomm)&0x04)!=0x04);
        if((inportb(statcomm)&0x01)!=0x01)
            outportb(sbuffer,*p++);
        else result=inportb(sendresult);
        stop=1;
        while (stop!=1);
main()
.....
.....
init5355()
init8273()
sendcomm()
sending()
.....
.....
接收程序
#include<dos.h>
#include<conio.h>
#include<stdio.h>
#define sbuffer * * *
#define sendresult * * *
#define statcomm * * *
#define para * * *
voidinit53-55(void)
    /* 用于初始化 8255 和 8253,与发送程序同在此省略/
voidinit8273(void)

```

(上接第 39 页)

在变频器的输出电压中,含有高频尖峰浪涌电压。这些高次谐波冲击电压将使电动机绕组的绝缘强度降低,尤其以 PWM 控制型变频器更为明显,应采取以下措施。

1) 尽量缩短变频器到电机的配线距离。

2) 采用阻断二极管的浪涌电压吸收装置,对变频器输出电压进行处理。

3) 对 PWM 型变频器应尽量在电机输入侧加装图 5a 所示的滤波器。图 5b 中无滤波器使输出电压上升

```

int initpara[4]=0x7f,0x01,0xf8;
int initcomm[4]=0x64,0x97,0x91,0x60;
int i=0;
do while((inportb(statcomm)&0x80==0x80);
    outportb(statcomm,initcomm[i];
    while((inportb(statcomm)&0x20==0x20);
        outportb(para,initpara[i]);
        i++;
while (i!=4);
void recvcomm(void)
    int recvpara[2]= 0xff,0xff;
do while((inportb(statcomm)&0x80==0x80);
    outportb(statcomm,0xc0);
    while((inportb(statcomm)&0x20==0x20);
        outportb(para,recvpara[i]);
        i++;
while (i!=2);
void recving(void)
    int * p,rresult,stop=0;
    int data[1000];
    p=data;
    do while((inportb(statcomm)&0x08)!=0x08);
        if((inportb(statcomm)&0x02)!=0x02)
            *p++ = inportb(rbuffer);
        else rresult=inportb(recvresult);
        stop=1;
        while (stop!=1);
main()
.....
.....
init5355()
init8273()
recvcomm()
recving()
.....
.....

```

无论哪种工作方式都是基于硬件向 8273 发送正确的命令序列从而完成三步工作过程。以上关于 HCLC 通讯的软硬件设计,运行正确可靠。

参考文献

- 1 马宏杰,等.微机通讯原理与实用技术.清华大学出版社

[收稿日期:2003.4.24]

沿有明显冲击电压,容易造成电机绝缘损伤。

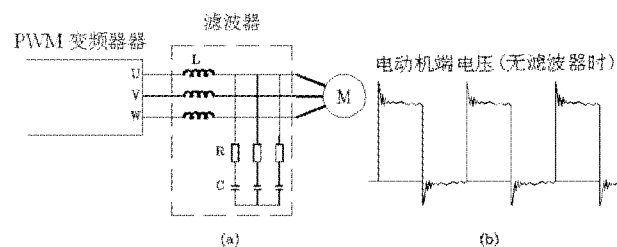


图 5 滤波器

[收稿日期:2003.3.26]