基于 TMS320F2812 的变频调速系统的保护装置设计

唐廷江
（安徽理工大学 电气与信息工程学院，安徽 淮南　232001）

摘　要：基于 TMS320F2812 的变频调速系统保护装置通过在传统的变频调速系统保护装置上集成多种保护措施，实现对变频调速系统故障的判断和保护。该装置解决了传统保护装置与保护算法之间的速度响应矛盾，并且更具有实时性。通过实验表明，该装置能够良好的保护变频调速系统。

关键词：微控制器；变频调速；保护装置
中图分类号：TP273　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1671－0959(2010)10-0123-02

变频调速系统的保护装置也越来越广泛的得到应用和发展。在现代化大规模生产中，对变频调速系统的长时间运行，速度控制以及复载的变化等提出了新的要求。微控制器的产生及其应用技术为变频调速保护设备的研制提供了新的技术基础。本文介绍基于 TMS320F2812 变频调速系统保护装置是一种智能保护装置，在系统发生故障时具有判断、保护、报警和控制功能。

1　系统故障分析及判据

在变频调速系统中，变频器的容量要比电动机的容量大得多，自身的保护能力也较强，因此，文章主要分析来源于电动机的故障。电动机有两类故障，第一类是对称故障；第二类是不对称故障。由对称分量法可知，当产生不对称故障时，电动机定子电流可分解为三个电流分量：正序、负序和零序。由于负序和零序分量在电动机正常运行时可以忽略，如果出现必然发生了故障，因此可根据负序和零序分量来鉴别各种不对称故障。以过流为特征的电动机对称过载、短路等故障可以通过检测电流幅值来检测其过流强度。这样就得到了具有很高灵敏度和可靠性的以检测过流、负序和零序电流分量为基础的故障判据。

2　保护算法

求取电流与电压的幅值采用付氏滤波算法。先求出付氏基波正、余弦系数（Y_{sl}，Y_{cl}）再用平方、开方公式算出幅值。设输入电量为：

$$Y(i) = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \sin(K\omega_1 t + \varphi_k)$$

离散后一周期内连续 N 点采样值 Y_1，Y_2，…，Y_n，则可求出全周付氏正、余弦函数如下：

$$Y_{sk} = \frac{2}{N}\sum_{n=1}^{N} Y_n \sin\left(\frac{2\pi}{N}nk\right)$$

$$Y_{ck} = \frac{2}{N}\sum_{n=1}^{N} Y_n \cos\left(\frac{2\pi}{N}nk\right)$$

式中，N 为一周期采样点数，600Hz 采样频率时，$N=12$。

$k=1$ 时得到基波的正、余弦系数为：

$$Y_{sl} = \frac{1}{6}\left[\frac{1}{2}(Y_1 + Y_5 - Y_7 - Y_{11}) + \frac{\sqrt{3}}{2}(Y_2 + Y_4 - Y_8 - Y_{10}) + Y_3 - Y_9\right]$$

$$Y_{cl} = \frac{1}{6}\left[\frac{1}{2}(Y_2 + Y_4 - Y_8 - Y_{10}) + \frac{\sqrt{3}}{2}(Y_1 + Y_{11} - Y_5 - Y_7) + Y_{12} - Y_6\right]$$

幅值的精确计算公式如下

$$M = \sqrt{Y_{sl}^2 + Y_{cl}^2}$$

在推导上述算法时，前提条件是在一个周期内要采样 12 个点。传统的保护算法计算一次幅值要等一个周期内 12 个点全部采样完成。这样计算一次幅值的最短时间就是 20ms，如图 1 所示。

Ⅰ和Ⅱ所包含的 12 个点分别构成了一个完整的周期，只是Ⅰ、Ⅱ之间存在一个很小的时间间隔。这个时间间隔可以由计算得出为 1.667ms。从而就利用这个很小的时间间隔在Ⅰ、Ⅱ段采样完成时分别计算一次幅值，则两个幅值之间的时间间隔就是 1.667ms，于是就缩短了各次故障判断之间的时间间隔，提高了整个保护装置的反应速度。

收稿日期：2010－01－21
作者简介：唐廷江(1985－)，男，辽宁朝阳人，2008 年毕业于杭州电子科技大学自动化专业，现研究方向为电力电子与电力传动。

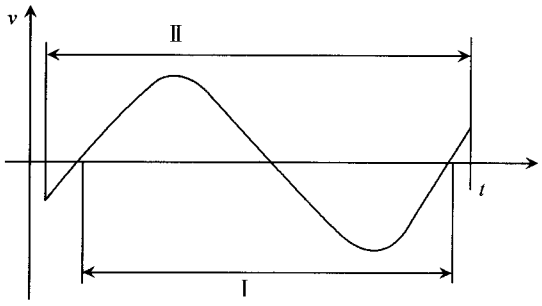

图 1　采样示意图

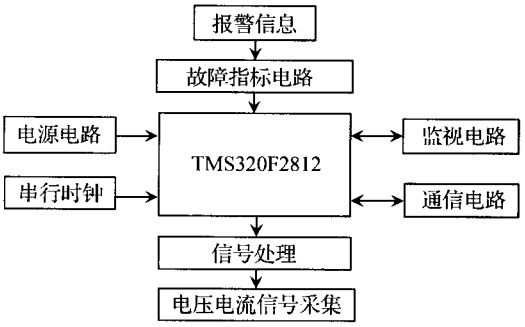

图 2　硬件结构图

3　系统原理

该保护装置采用带时限的速断保护，首先要判断一下电动机的启动过程。如果启动过程电流从 0 超过 20% 的电动机额定电流，则起动判别元件动作。这时若三相电流中的任一相大于速断保护设定值，经过整定延时后保护元件动作。当电动机启动过程结束后，自动调整到起动后速断设定值，这样就有效地躲过起动瞬间暂态过程，并且不影响保护的灵敏程度。只要电动机的保护装置动作，串接在保护装置上的接触器线圈通电，当达到一定数量的电动机出现故障时，切断串接在变频器输入侧的电源，从而保护整个系统。以下是几个具体保护的动作条件。电流继电器动作条件：起动中 $I_{\varphi max} \geqslant I_{sd1}$；起动后 $I_{\varphi max} \geqslant I_{sd2}$，其中 I_{sd1}、I_{sd2} 分别为起动中和起动后的速断电流额定值、$I_{\varphi max}$ 为实际电流最大值。过流保护动作条件：$I_{\varphi max} \geqslant I_{gl}$，$I_{ql}$ 为过流保护的电流额定值，一般为额定电流 I_e 的 2.5 倍。过载保护动作条件：$I_{\varphi max} \geqslant 1.1I_e$，$I_e$ 为电动机额定电流定值。缺相保护动作条件：不衡率 $\max\{(|I - I_p| / I_P) \times 100\%\} \geqslant 90\%$，$I_P$ 为三相电流平均值。起动时间过长保护动作条件：$I_{\varphi max} \geqslant I_{dz}$，$I_{dz}$ 为起动时间到达时的过流定值，一般可取额定电流的 1.1 倍。接地保护动作条件：$I_{\varphi max} \geqslant I_{gf}$，$I_{gf}$ 为接地过流额定值。欠载保护动作条件：$I_{\varphi min} \geqslant I_{dl}$ 其中 I_{dl} 为欠载保护定值。过压保护动作条件：$U_{\varphi max} \geqslant U_{gy}$，$U_{gy}$ 为过压保护定值。欠压保护动作条件：$U_{\varphi max} \geqslant U_{qy}$，$U_{qy}$ 为欠压保护定值。

4　硬件设计

该保护装置以 TMS320F2812 为核心，其主要工作流程是：首先由信号采集模块采集电动机的电压和电流信号，然后通过信号处理模块将采集到的信号转化为合适的电平。由于 TMS320F2812 自身具有采样保持功能和模数转换功能，因此就可以可直接对采样电平进行保持和转换。转换后的信号经 TMS320F2812 分析处理，然后通过软件编程发送相应的动作指令，使继电器执行相应的动作，并且指示故障类型。通过异步串行方式与计算机通信，从而监测装置的运行状态。硬件结构框图如图 2 所示。

5　软件设计

首先判断整个系统是否上电运行，然后对系统进行初始化，对 RAM 执行一个简单的读和写的测试。由计算机发出一个数据 RAM，然后再读回来，若发现错误则立即复位。接下来判断受控电动机是否上电运行，若是，则自动检测电动机运行状态并同时进行数据采集处理。否则将继续等待电动机上电。如果发现电动机运行不正常，马上发出故障报警，根据设定值识别故障类型，实时的识别出故障类型并予以相应故障处理，同时显示故障信息，进而执行相应的动作环节。执行好相应的指令后经过延时将会继续判断电动机是否运转正常，如果正常将继续运行，否则会继续循环执行初始化以后的程序，在循环执行次数达到计数器的设定值时还存在故障整个系统将断电，需要工作人员进一步查看故障原因，然后系统上电试运行，直到正常运行为止。

软件程序采用 TI 公司的 CCS3.3 编译器编写，它具有方便的可视化界面和强大的编程功能，并且提供了 C 语言的标准特性。

6　结　语

文章介绍的变频调速系统保护装置充分利用了 TMS320F2812 的各种功能，具有准确性高、可靠性好的特点。特别是在低功耗、实时监测、速度响应方面用很大的优势。本保护装置经过实验调试，各项保护功能都达到设计要求，当变频调速系统出现各种故障时，能及时、准确地进行识别和处理。

参考文献：

[1]　王念旭．DSP 基础与应用系统设计［M］．北京：北京航空航天大学出版社，2001.

[2]　刘和平，等．TMS320LF240XDSP 结构，原理及应用［M］．北京：北京航空航天大学出版社，2002.

[3]　张蔷，等．基于 TMS320C2812 的交流变频调速系统的设计［J］．节能技术，2005，(7)：15～17.

[4]　黄天戍，徐长宝，罗璠等．基于 DSP 的电动机保护算法优化［J］．电子质量，2003，(6)：32～33.

[5]　黄健．三相异步电动机故障分析及对策［J］．武汉船舶职业技术学院学报，2009，(1)：8～10.

（责任编辑　赵巧芝）