

基于 DS1302 的低压三相异步电动机 抗晃电及综合保护装置设计

钟锐¹, 杨晓健¹, 刁龙²

(1. 东南大学国家专用集成电路系统工程技术研究中心, 江苏 南京 210096;

2. 南京苏之芯电子有限公司, 江苏 南京 210096)

摘要: 本装置对工业生产企业因晃电而导致生产线上的低压三相异步电动机非正常停车的问题, 提供一种抗晃电及综合保护方案, 能实现低压线路电网波动后再次送电时重启电动机的功能。装置基于 DS1302 时钟芯片, 与已有的抗晃电设备相比, 具有整定精度高、可重复性好、动作时间准确等特点, 且无需外部为装置提供大功率后备电源。

关键词: 电动机; 抗晃电; 无需大功率后备电源; DS1302

A design of anti-interference electricity and integrated protection device for low-voltage three-phase asynchronous motor based-on DS1302

ZHONG Rui¹, YANG Xiao-jian¹, DIAO Long²

(1. National ASIC System Engineering Center, Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. JSCORE Electronics Co., Ltd., Nanjing 210096, China)

Abstract: This paper provides a scheme of anti-interference electricity to solve the abnormal stop problem of low-voltage three-phase asynchronous motor caused by interference electricity in industrial enterprises, which can implement the function of rebooting motors stopped after low-voltage power network fluctuation. The device is based on clock chip DS1302, compared with the existing anti-interference electricity device, it has the features of high precision, repeatability, accurate operating time and no need for external devices to provide high-power back-up power supply.

Key words: motor; anti-interference electricity; no need for external highback-up power supply; DS1302

中图分类号: TM774 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)23-0100-04

0 引言

“晃电”是厂区线路或电气设备短路造成的电压大幅波动和电源瞬间消失, 但通过自动重合闸和备用电源自投入装置的作用, 短时间内得到恢复的现象。如果设备和系统抵御“晃电”能力较差, 将给生产带来不应有的损失。一般化工和石化工厂中, 每年都会发生数起甚至数十起此类“晃电”现象, 造成部分机泵停车, 生产流程混乱, 产品不合格, 甚至造成非计划停工, 大量物料放空, 损失惨重。

目前, 已有的抗晃电设备主要是抗晃电专用交流接触器, 或者是在二次控制回路中使用 UPS 不间断电源控制交流接触器, 这类设备的缺点在于其内部极其复杂, 不可靠性急剧增加, 此外其内部所具备的储能电路将极大延迟正常跳闸动作的时间, 当二次控制回路做出保护动作, 需要接触器立即跳闸

时, 无法按时完成保护动作, 这将给设备造成极大的损失。而采用微机式保护装置, 可以有效避免上述装置的缺点, 但是目前的微机式保护装置一般也都需要 UPS 供电, 增加了设备成本。

本文所要讨论的是基于 SEP3203 处理器与实时操作系统 Nucleus 的微机式保护装置, 具有适用范围广、整定精度高、可重复性好、动作时间准确等特点, 且无需外部为装置提供 UPS 等大功率后备电源。

1 抗晃电设计方案简述

“晃电”是指持续时间较短的电压跌落现象。在不同的应用场合, 判断“晃电”时对电压跌落的门限值与电压跌落的持续时间会有不同的要求。抗晃电方案设计的关键在于可以根据不同的要求准确判断“晃电”现象的发生, 并根据电动机之前的状

态来决定是否要进行动作。所以问题可以简化为对电动机状态的判断、对电压信号的采集还原以及对电压跌落时间的计算。对于微机式保护装置来说,通过采集电源电流信号,可以准确地判断电动机状态;通过设定电压与时间整定值,可以很方便地适用于各种不同场合。

对于电压、电流信号的采集,这里使用的是采集离散采样值并通过离散傅里叶算法还原的方法。这部分不是本文的重点,故不再赘述。

对于电压跌落时间的计算,是本文所要讨论的关键部分。本文讨论的设计方案,不使用大功率后备电源,因此“晃电”发生时,很可能造成保护装置本身掉电。考虑到这种情况,需要记录下装置掉电那一刻的时间以及当时电动机的运行状态。当电压恢复,保护装置正常工作后,通过当前的时间与之前记录的掉电时间之间的比较就可以间接得到掉电持续时间。这样,对于保护装置来说就可以如同未发生掉电一样进行时间计算。又因为装置掉电的情况存在不可预知性,难以通过判断保护装置是否即将掉电来决定是否需要记录信息,所以这里的做法是,在装置运行时随时记录时间与电动机状态信息。这样当装置重启时,读出的记录就是装置掉电那一刻的状态。

2 硬件设计方案简述

装置的硬件系统构成如图 1 所示,主要包括以下组成部分:处理器,时钟芯片,时钟供电电池,电压信号采样电路,电流信号采样电路,继电器控制电路等。

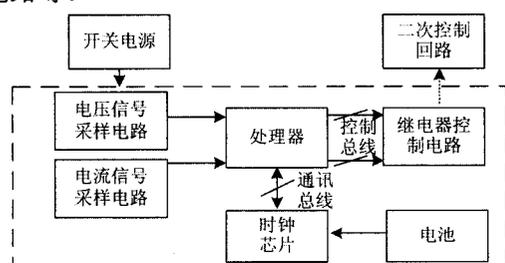


图 1 硬件系统框架图

Fig.1 Structure of hardware system

处理器为 32 位高性能单片机芯片 SEP3203^[1,2],接收从电压信号采样电路和电流信号采样电路输出的信号,并通过内部通讯总线与时钟芯片相连,通过内部控制总线与继电器控制电路相连;低功耗实时时钟芯片 DS1302^[3],通过内部通讯总线与处理器相连,芯片内部有 31 字节容量的 RAM,在由电源或外部电池对其供电时能维持 RAM 中保存的信息;电

池为普通 3.3 V 纽扣电池;电压信号采样电路包括电压互感器及采样芯片 AD7927,电机电源电压信号经过电压互感器,由 AD 采样后送交 CPU 处理;电流信号采样电路包括电流互感器及采样芯片 AD7927,电机电源电流信号经过电流互感器,由 AD 采样后送交 CPU 处理。

3 软件设计方案简述

通过采样计算得到的电源电流值,既可以作为判断电动机状态的依据,也可以用于“短路”、“启动时间过长”等保护功能。一般认为当电流值大于电动机额定电流值的 0.15 倍时电动机处于“运行”状态。

保护装置运行过程中,不停地记录当前时间和电动机状态信息,并根据电压信号来进行保护判断。

图 2 是保护装置软件工作流程图。

当发生晃电时,根据电压跌落严重程度,要分两种情况讨论:

(1) 电压跌落未导致保护装置掉电

这种情况比较简单,只需要在检测到电压电信号低于“低电压门限整定值”时开始计时,当电压在“允许晃电时间整定值”内得以恢复,则认为发生了晃电故障,否则认为是发生了欠压故障。

(2) 电压跌落导致保护装置掉电

装置掉电期间,由纽扣电池供电的 RTC 时钟芯片仍然在正常工作,并且芯片内部的 RAM 中保存了掉电之前那一刻的时间和电动机运行状态。

当电压恢复之后,装置上电重启,完成必要的初始化工作后,立即读出时钟芯片 RAM 中保存的信息。如果读到的电动机状态是表示“停止”,则不需要作其他后续处理。如果读到的电动机状态是表示“运行”,则需要根据记录到的掉电时间与当前时间计算出装置掉电持续时间 T 。当 T 大于“允许晃电时间整定值”时,认为发生欠压故障;当 T 小于“允许晃电时间整定值”时,又要分两种情况讨论:

(a) 电压大于“低电压门限整定值”

此时电压恢复且电压跌落时间较短,认为是晃电故障。

(b) 电压小于“低电压门限整定值”

此时虽然装置恢复工作,但是电压值还不能满足电动机工作条件。这时如同(1)中的情况,装置在时间 T 的基础上开始计时,如果低电压时间超时则认为是欠压故障,否则认为是晃电故障。

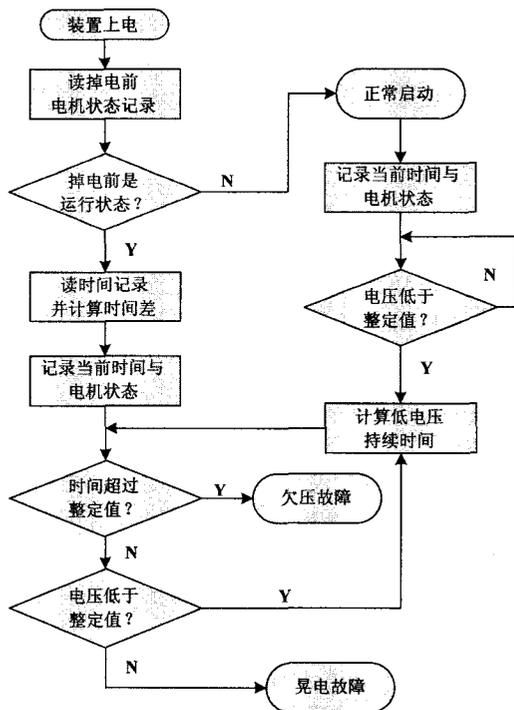


图 2 保护装置软件流程图

Fig.2 Software flow chart of protection device

4 时钟芯片与信息记录

本文所述的保护装置关键在于应对装置掉电这种情况，根据前文的讨论，问题的重点在于时间的记录与处理。

4.1 时钟芯片 DS1302

DS1302 是美国 DALLAS 公司推出的一种高性能、低功耗、带 RAM 的实时时钟电路，它可以对年、月、日、周日、时、分、秒进行计时，具有闰年补偿功能，工作电压为 2.5~5.5 V。采用三线接口与 CPU 进行同步通信，并可采用突发方式一次传送多个字节的时钟信号或 RAM 数据。DS1302 内部有一个 31×8 的用于临时性存放数据的 RAM 寄存器。DS1302 是 DS1202 的升级产品，与 DS1202 兼容，但增加了主电源/后背电源双电源引脚，同时提供了对后背电源进行涓细电流充电的能力。

4.1.1 DS1302 的控制字节

DS1302 的控制字如图 3 所示。控制字节的最高有效位(位 7)必须是逻辑 1，如果它为 0，则不能把数据写入 DS1302 中，位 6 如果为 0，则表示存取日历时钟数据，为 1 表示存取 RAM 数据；位 5 至位 1 指示操作单元的地址；最低有效位(位 0)如为 0 表示要进行写操作，为 1 表示进行读操作，控制字节总是从最低位开始输出。

表 1 DS1302 的寄存器定义及其控制字

Tab.1 Register definition and command byte of DS1302

寄存器名	命令字		各位内容								
	写操作	读操作	7	6	5	4	3	2	1	0	
秒寄存器	80H	81H	CH	10SEC			SEC				
分钟寄存器	82H	83H	0	10MIN			MIN				
小时寄存器	84H	85H	12/24	0	10/AP	HR		HR			
日期寄存器	86H	87H	0	0	10DATE			DATE			
月份寄存器	88H	89H	0	0	0	10M	MONTH				
周日寄存器	8AH	8BH	0	0	0	0	0	DAY			
年份寄存器	8CH	8DH	10 YEAR					YEAR			

4.1.2 数据输入输出

在控制指令字输入后的下一个 SCLK 时钟的上升沿时，数据被写入 DS1302，数据输入从低位即位 0 开始。同样，在紧跟 8 位的控制指令字后的下一个 SCLK 脉冲的下降沿读出 DS1302 的数据，读出数据时从低位 0 位到高位 7。

4.1.3 DS1302 的寄存器

DS1302 有 12 个寄存器，其中有 7 个寄存器与日历、时钟相关，存放的数据位为 BCD 码形式，其日

历、时间寄存器及其控制字见表 1。时钟突发寄存器可一次性顺序读写除充电寄存器外的所有寄存器内容。

DS1302 与 RAM 相关的寄存器分为两类：一类是单个 RAM 单元，共 31 个，每个单元组态为一个 8 位的字节，其命令控制字为 COH~FDH，其中奇数为读操作，偶数为写操作；另一类为突发方式下的 RAM 寄存器，此方式下可一次性读写所有的 RAM 的 31 个字节，命令控制字为 FEH(写)、FFH(读)。

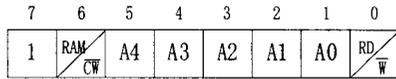


图 3 DS1302 的控制字格式

Fig.3 Command byte of DS1302

4.2 信息记录

装置运行过程中, 记录的信息保存在 DS1302 的 RAM 中, 每项内容占用一个 RAM 单元, 每个 RAM 单元大小为一个字节。具体内容见表 2。

表 2 记录内容

Tab.2 Records of the content

RAM单元	内容	RAM单元	内容
0	电动机状态		
1	毫秒	10	毫秒
2	秒	11	秒
3	标志位一	12	标志位一
4	分钟	13	分钟
5	小时	14	小时
6	日期	15	日期
7	月份	16	月份
8	年份	17	年份
9	标志位二	18	标志位二

4.2.1 “电动机状态”内容更新

保护装置是通过检测接触器常开辅助触点的状态来判断电动机状态。当发现电动机状态发生变化时, 更新 RAM 中的内容。当电网掉电时, 接触器立刻失电断开, 常开触点也立刻断开。但是由于装置内部电源模块储存了一定的能量, 可以在电网掉电后维持装置工作一段时间, 如果在这段时间内对触点状态做检测的话会得到“电机停机”的结果并导致在 RAM 中写入错误的状态信息。所以, 对电动机状态做判断时要加一定的延时以躲过这段时间。

4.2.2 时间内容更新

DS1302 提供的实时时钟只能精确到秒级。但是我们可以通过配合保护装置内部精确到毫秒级的系统时间来得到实时时间的毫秒值 T_1 。

由于保护装置的主保护函数每 4 ms 被激活一次, 所以这里我们每 4 ms 读取一次 DS1302 的“秒寄存器”。当发现“秒”发生跳变时, 记下系统时间作为当前秒的零毫秒时刻。此后毫秒值随系统时间的变化每 4 ms 更新一次。这样我们可以得到 10 ms 级精度的时间记录。

当发生“秒”跳变时更新“秒”记录, 同时如果是由 59 s 跳变到 0 s 时, 更新从“年”到“分钟”的其他记录。

4.2.3 时间记录的分组更新

由于在更新记录的过程中, 可能会因为装置掉电导致记录不完整。所以采用保存两组记录轮流更新的做法。

每一组记录中, “毫秒”、“秒”与“标志位一”作为一部分独立更新; “分钟”至“年”加上“标志位二”作为另一部分独立更新。

这里的标志位, 用来在读取记录时检验每组记录是否更新完毕, 以确定有效数据。我们选择 3 个不同的值作为标志位内容。假定 3 个值分别为 A、B、C, 那么正常工作时, 两个对应的标志位的内容变化将会是:

AB→BB→BC→CC→CA→AA→AB

当两组数据的标志位一样时, 第一组的数据有效。否则, 按照 A>C、B>A、C>B 的优先级确定有效数据。

4.3 时间读取与计算

标准 C 库提供的 mktime() 函数, 可以将参数 timeptr 所指的时间结构体数据转换成从公元 1970 年 1 月 1 日 0 时 0 分 0 秒算起至今的 UTC 时间所经过的秒数。

装置上电后读取 RTC 的实时时间和记录的掉电时间。将两个时间记录转换为符合 mktime() 函数的数据格式后, 可以通过两次函数调用很容易得到掉电时间的秒数 T_5 。

计算毫秒数之前, 先要得到从保护装置得电到读出 RTC 实时时间为止的时间。通过在程序中加入 GPIO 置位代码, 配合示波器, 可以比较精确的得到这个时间 T_2 。

通过上文提到的使用内部计时器的方法, 在读出 RTC 实时时间后开始计时, 直至“秒”发生跳变, 就可以间接得到读到实时时间时的毫秒数 T_3 。

这样, 掉电时间 T 就可以通过下式计算得到:

$$T = T_5 - T_1 - T_2 + T_3$$

考虑到硬件器件差异和测量误差等因素, 计算得到的掉电时间 T 的误差不会大于 100 ms, 可以满足大部分实际应用要求。

5 结束语

本文讨论的抗晃电解决方法, 虽然是基于特定平台, 但是所采用的 DS1302 芯片, 应用比较广泛, 也有很多类似的产品可以替代。而且, 软件部分实现起来也比较简单。因此, 对于其它微机继电保护装置在设计抗晃电功能时, 具有一般的参考意义。

(下转第 115 页 continued on page 115)

图 7 所示, 包括标题栏, 菜单栏和工作区空间, 其中工作区空间在默认情况下包含两个子窗体, 左边的子窗体即为五防操作预演的主界面, 右边的子窗体为主接线图的显示界面, 在进入五防操作预演的状态下, 此时的主接线图即为五防图, 用于五防图形开票。

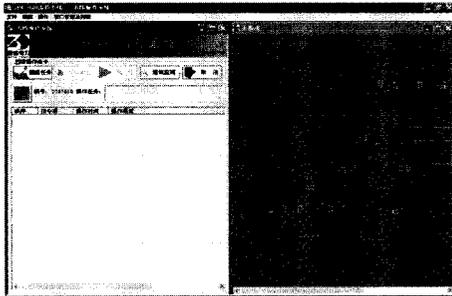


图 7 监控五防一体化系统中五防操作预演主界面图

Fig.7 Main interface of the operation previews of five-prevention in online substation monitoring and five-prevention integration system

4 结束语

目前国内真正开展在线五防闭锁与计算机监控系统完全融合的厂家不多, 本监控五防一体化系统从系统整体角度出发, 对综合操作屏、监控系统、五防操作主控机和远动工作站等各个独立的防误闭锁功能进行了有效协调, 使监控五防彼此渗透、浑然一体, 通过双重闭锁和对现场锁具状态实时检测保证五防操作的正确性, 同时节约硬件成本, 提高了五防操作的可操作性和操作效率, 必将是五防闭锁与计算机监控系统合并的一个良好实现。

参考文献

- [1] 孔庆月, 翟少华, 徐明贤. 对传统式分布式系统的改进研究[J]. 黑龙江科技信息, 2007,(6):34-37.
KONG Qing-yue, ZHAI Shao-hua, XU Ming-xian. Improvement Research of Traditional Distributed System[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2007,(6):34-37.

- [2] 朱永强, 崔文进. 微机五防操作系统的开发及应用研究[J]. 电力系统自动化, 2005,28:77-80.
ZHU Yong-qiang, CUI Wen-jin. The Development and Applied Research of Five-prevented Operating System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005,28:77-80.
- [3] 杜文平. 五防闭锁与计算机监控系统合并的理性分析[J]. 电力设备, 2006,(7):29-31.
DU Wen-ping. Rational Analysis of Five-prevented and Computer Monitoring System[J]. Integration Electrical Equipment, 2006,(7):29-31.
- [4] 杨均匀. 五防操作中规则转换软件的实现. 兵工自动化, 2006,22(6):58-60.
YANG Jun-yun. Realization of Rules Covering Software During Five-prevention Operation[J]. O I Automation, 2006,22(6):58-60.
- [5] 黄益庄. 变电站综合自动化技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [6] 潘爱民. COM 原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [7] 徐惠攀, 王典洪, 孔令彬, 等. 基于 PCC 的水电站计算机监控系统设计[J]. 电力自动化设备, 2006, 26(5): 54-56.
XU Hui-pan, WANG Dian-hong, KONG Ling-bin, et al. Design and Realization of Monitoring System of Hydraulic Power Plant Based on PCC[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006,26(5):54-56.

收稿日期: 2008-12-15; 修回日期: 2009-01-22

作者简介:

黄文龙 (1964-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事电力系统继电保护的管理运行工作;

程 华 (1975-), 男, 学士, 工程师, 从事电力系统继电保护的管理运行工作;

梅 峰 (1983-), 男, 学士, 从事变电站自动化系统领域的研究与开发. E-mail:wshish961@126.com

(上接第 103 页 continued from page 103)

参考文献

- [1] 时龙兴, 凌明. 嵌入式系统——基于 SEP3203 微处理器的应用开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [2] SEP3203F50 用户手册[R]. 南京: 南京博芯电子技术有限公司, 2000.

- [3] DS1302 Trickle Charge Timekeeping Chip 用户手册 [R]. Dallas Semiconductor, 2005.

收稿日期: 2008-12-05; 修回日期: 2009-01-09

作者简介:

钟 锐 (1975-), 男, 讲师, 主要研究方向为嵌入式系统及 SoC 芯片设计应用研究工作. E-mail:yxjsolid@gmail.com