

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510095427.5

[51] Int. Cl.

G05B 23/00 (2006.01)

G05B 23/02 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 7 月 12 日

[11] 公开号 CN 1801023A

[22] 申请日 2005.11.14

[74] 专利代理机构 南京君陶专利商标代理有限公司

[21] 申请号 200510095427.5

代理人 吴静安

[71] 申请人 杨卫民

地址 210003 江苏省南京市鼓楼区新模范马路 38 号

共同申请人 章素华 朱能飞

[72] 发明人 杨卫民 章素华 吴胜华 王 勇

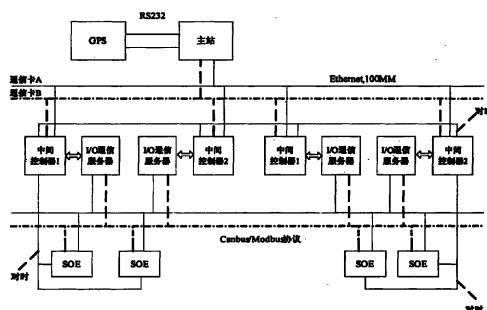
[54] 发明名称

一种多事件顺序记录与测试系统

[57] 摘要

本发明涉及一种具多事件顺序记录与测试系统。技术方案是：采用现场 CAN 总线进行通信连接，仅在监测对象发生 SOE 事件时，对其状态变位的发生时间进行顺序记录，该系统包括：一套 GPS，提供时间标志；一台主站计算机，发出时钟信号 A 至所有中间控制器；至少两个中间控制器，在所有中间控制器中选择其一作为基准时间站，它发出对时信号 B、C，传送至其它中间控制器和所有 SOE 子站；至少两个通讯服务器，传送时钟信号 A 至所有 SOE 子站，确认、记录 SOE 事件；至少四个 SOE 子站，由信号 C 启动其内部毫秒时钟，产生毫秒时钟信号 D 与信号 A 合并成 SOE 子站时钟信号 E，判别、上传 SOE 事件进行。优点是：同步及监测分辨率误差不大于 1 毫秒。

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页



---

1、一种多事件顺序记录与测试系统，采用现场 CAN 总线进行通信连接，仅在监测对象发生 SOE 事件时，对其状态变位的发生时间进行顺序记录，该系统包括：

一套 GPS 装置，通过通讯连接主站计算机，向其提供 GPS 时钟的时间标志信号；

一台主站计算机，以所述时间标志信号为基准，在每一整秒刻连续发出整秒以上的时钟信号 A，并通过通讯方式对中间控制器进行广播方式对时；

至少两个中间控制器，将时钟信号 A 通过通讯方式传送至对应通信服务器，在所有中间控制器中选择其一作为基准时间站，该基准时间站以时钟信号 A 为基准，在每一整秒刻连续发出对时信号 B 和对时信号 C，并通过相应硬接点电路传送至其它中间控制器和所有 SOE 子站；

至少两个通讯服务器，将时钟信号 A 通过通讯方式对所有 SOE 子站进行广播方式对时，分别与所对应的中间控制器和所有相关联的 SOE 子站建立通信联系，确认、记录 SOE 事件，并使 SOE 事件记录指针自动指向下条记录；

至少四个 SOE 子站，根据时钟信号 C，启动 SOE 子站内部毫秒时钟计时，产生毫秒时钟信号 D 并与时钟信号 A 合并成 SOE 子站完整时钟信号 E，对监测对象是否发生 SOE 事件进行判别，当有 SOE 事件产生，形成变位状态与对应时钟信号 E 的 SOE 事件记录，并通过通信方式主动上传。

2、根据权利要求 1 所述的一种多事件顺序记录与测试系统，其特征在于所述时钟信号 A 是相对某一历史时标的累计秒差值的时钟信息报文，所述对时信号 B 和对时信号 C 是周期为 1 秒的脉冲电平信号。

- 
- 3、根据权利要求 1 所述的一种多事件顺序记录与测试系统，其特征在于所述中间控制器至少分别设有两个脉冲开关量的输入、输出端口，用于中间控制器之间的对时信号 B 的接点输入和中间控制器之间的对时信号 B 的接点输出，以及中间控制器与 SOE 子站之间的对时信号 C 的接点输出。
- 4、根据权利要求 1 所述的一种多事件顺序记录与测试系统，其特征在于作为所述基准时间站的中间控制器可配对另一中间控制器，两者互为冗余热备份。
- 5、根据权利要求 4 所述的一种多事件顺序记录与测试系统，其特征在于所述二个互为基准时间站热备份的中间控制器的对时信号接点输出端口分别用屏蔽线连接到所有其它的中间控制器对时接点信号输入端口；每一中间控制器的对时信号接点输出端口分别用屏蔽线连接到所有相关联的所述 SOE 子站专用对时接点输入端口。
- 6、根据权利要求 1 所述的一种多事件顺序记录与测试系统，其特征在于主站计算机通过网关与中间控制器通讯连接，并由以太网口发送对时信号 A。
- 7、根据权利要求 1 所述的一种多事件顺序记录与测试系统，其特征在于所述 GPS 装置与主站计算机的串口相连。
- 8、根据权利要求 1 所述的一种多事件顺序记录与测试系统，其特征在于中间控制器与通信管理器之间采用总线外联方式或外扩口方式进行通信连接。
- 9、根据权利要求 1 所述的一种多事件顺序记录与测试系统，其特征在于所述主站计算机为 IBM\_PC 兼容机，采用 DOS6.0 或 WINDOWS 或 LINUX 或 WINCE 操作系统。

## 一种多事件顺序记录与测试系统

### 技术领域

本发明涉及对大型集散型控制系统的监测，更具体地说涉及一种具多事件顺序记录与测试系统。

### 背景技术

在大中型分散式控制系统、变电站自动化系统、水电站自动化系统中，往往经常涉及到对大量设备状态的监测。这些设备可能是开关、断路器、重合闸等，监测系统往往要对这些设备的接点开闭状态进行监测。在监测过程中不仅需要监测其状态同时还要监测状态发生变位的时间。在同一个系统中，有些设备的状态发生变位相互间是有关联的，因此需要对这类状态变位的发生时间进行检测，我们用 SOE 事件记录来表示。SOE 的英文全称为 SEQUENCE OF EVENT，即事件顺序，对 SOE 的事件记录分辨率一般要求达到毫秒级。

在上述的各种控制系统中，对于大量的 SOE 事件监测对象是通过不同的底层智能监测设备完成的。这类监测设备状态的监测的有可能是集中在一个中间智能检测装置上的开关量采集板（简称为 SOE 子站，下同），也有可能集中与一个（或一对互为冗余热备份）的中间控制器单元中的多个开关量采集板上，也可能分散在不同中间控制器的多个开关量采集板上。

因此对于这些 SOE 站不仅仅要求对所监测对象的状态十分准确，同时对所有基层开关量采集时间的同步要求也要十分精确。只有这样才能保证同一系统内所有的 SOE 监控对象的状态变位有同样的相对时标基点，从而保证系统内所有的 SOE 对象的相对时钟标志准确。

传统意义上的 SOE 子站时钟同步大部分采用以下几种方式：

其一，将控制系统内的所有 SOE 子站集中于同一中间控制单元下，这样可以得到相对准确的相对时钟时标，但随着监测对象的多样化、分散化，该方法在大中型控制系统中的使用收到总通信容量的制约也不符合分散控制保证系统可靠性的要求。

其二，将 SOE 子站分散在不同的中间控制单元中，主站通过通信网络（以太网、串行口）对中间控制单元进行广播方式对时，各中间控制节点对下挂的 SOE 子站再通过专用通信方式进行广播对时，这样虽然遵循了分散控制的原则，但对于大量的中间控制单元，各个中间控制节点对于主站广播对时方式以及各个 SOE 子站对于中间控制节点广播对时方式的接受响应均存在延时甚至丢失广播信息的可能，要达到每个 SOE 子站的时钟同步误差在 1ms 以内是很困难的。

另一方面，通信报文所含字节长。以中间控制器对 SOE 子站以广播方式为例，专用通信报文采用 MODBUS 通信规约，波特率 115.2K，通信报文包括广播命令、校验码、广播地址、时钟等大约 10 个字节。路途传输时间（不算通信路途延迟）大约为 0.8ms。而 SOE 子站尽管可以将对广播对时的命令设为中断响应权限最高级别，但 SOE 子站 CPU 对该广播通信报文的中断响应、报文解析（包括校验）、时标覆盖需时大约也在 0.5~1.5ms 之间。这里尚不考虑没有正确接受到广播对时信号的情况，所花时间大约在 1.3~2.5ms 左右。同时，在广播对时段的中间，所有的 SOE 子站是靠内部的时钟（这个时钟可以是外接的时钟芯片也可以是 CPU 通过工作晶振产生的内部时钟）计时，随着广播时间段的加长，这个 SOE 子站内部时钟不可避免的存在累计误差，而这个累积误差在分钟以上将达到数甚至数十微秒。显然，这种方式也是很难做到所有 SOE 子站相

对时标误差不超过 1ms 的。

其三，在系统内设置一套 GPS 系统，其优点是同步精度很高，但该系统的出口有限，如果所有的 SOE 子站均直接和该 GPS 系统对时将使系统造价也变得很高。

## 发明内容

本发明的首要目的是，使各 SOE 子站对于相关监测对象状态变位时间的监测记录分辨率不大于 1 毫秒，同一系统下的所有 SOE 子站时间同步误差不大于 1 毫秒，且系统制造成本低。

本发明的次要目的是，使所有 SOE 子站与对应的中间控制器以及中间控制器与主站系统的通信通道负荷最优化。

上述目的通过以下技术方案来实现：

采用现场 CAN 总线进行通信连接，仅在监测对象发生 SOE 事件时，对其状态变位的发生时间进行顺序记录，该系统包括：

一套 GPS 装置，通过通讯连接主站计算机，向其提供 GPS 时钟的时间标志信号；

一台主站计算机，以所述时间标志信号为基准，在每一整秒刻连续发出整秒以上的时钟信号 A，并通过通讯方式对中间控制器进行广播方式对时；

至少两个中间控制器，将时钟信号 A 通过通讯方式传送至对应通信服务器，在所有中间控制器中选择其一作为基准时间站，该基准时间站以时钟信号 A 为基准，在每一整秒刻连续发出对时信号 B 和对时信号 C，并通过相应硬接点电路传送至其它中间控制器和所有 SOE 子站；

至少两个通讯服务器，将时钟信号 A 通过通讯方式对所有 SOE 子站进行广播方式对时，分别与所对应的中间控制器和所有相关联的 SOE 子站建立通

信联系，确认、记录 SOE 事件，并使 SOE 事件记录指针自动指向下条记录；

至少四个 SOE 子站，根据时钟信号 C，启动 SOE 子站内部毫秒时钟计时，产生毫秒时钟信号 D 并与时钟信号 A 合并成 SOE 子站完整时钟信号 E，对监测对象是否发生 SOE 事件进行判别，当有 SOE 事件产生，形成变位状态与对应时钟信号 E 的 SOE 事件记录，并通过通信方式主动上传。

其中所述时钟信号 A 是相对某一历史时标的累计秒差值的时钟信息报文，所述对时信号 B 和对时信号 C 是周期为 1 秒的脉冲电平信号。

其中所述中间控制器至少分别设有两个脉冲开关量的输入、输出端口，用于中间控制器之间的对时信号 B 的接点输入和中间控制器之间的对时信号 B 的接点输出，以及中间控制器与 SOE 子站之间的对时信号 C 的接点输出。

其中作为所述基准时间站的中间控制器可配对另一中间控制器，两者互为冗余热备份。

其中所述二个互为基准时间站热备份的中间控制器的对时信号接点输出端口分别用屏蔽线连接到所有其它的中间控制器对时接点信号输入端口；每一中间控制器的对时信号接点输出端口分别用屏蔽线连接到所有相关联的所述 SOE 子站专用对时接点输入端口。

其中主站计算机通过网关与中间控制器通讯连接，并由以太网口发送对时信号 A。

其中所述 GPS 装置与主站计算机的串口相连。

其中中间控制器与通信管理器之间采用总线外联方式或外扩口方式进行通信连接。

其中所述主站计算机为 IBM\_PC 兼机容机，采用 DOS6.0 或 WINDOWS 或 LINUX 或 WINCE 操作系统。

本发明的有益效果：1) 设置基准时间站，系统以该时间站为对时基准，将对时时间分为整秒以上时钟和毫秒时钟两部分，分别采用软件通信传输和硬接点电信号传输方式，从而保证系统的同步误差不大于1毫秒，且造价低廉；2) 采用高主频CPU定时中断查询被监测SOE事件的对象，保证了各SOE子站对所监测对象状态变位时的准确监测，从而达到监测记录分辨率不大于1毫秒高分辨率要求；3) 利用现场总线上的所有节点的可以互为主从的独特特性，对于SOE事件只有发生状态变位的情况下才将事件记录主动上传给对应的中间控制器以及主站系统以保证通信通道的负荷最优化，同时钟信息报文采用以某一历史时标的累计秒差值来表述，大大减少了SOE事件记录的表达字节，从而较好地解决了因SOE事件引起的报文堵塞造成网络瘫痪的问题。

## 附图说明

图1是本发明系统的结构示意框图

图2是SOE子站电路模块的结构示意框图

图3是SOE子站的工作流程图

图4是SOE子站中断服务流程图

图5是通信服务器电路模块的结构示意框图

图6是通信服务器的工作流程图

## 具体实施方式

对照图1，本系统采用一GPS装置、一台主站计算机、两对共四个中间控制器（每一对为互为冗余的控制器，在实际应用场合中，根据系统的重要性可以为冗余配置，也可以为非冗余配置）和四个对应的通信服务器以及四个SOE子站。

在本实施例中，GPS装置带有RS232接口与系统中的主站计算机串口相

连，通过 RS232 通信协议进行通信连接，向其提供 GPS 时钟的时间标志信号。中间控制器通过网关（HUB）与主站计算机连接，主站计算机为大型 IBM\_PC 兼容机，操作系统可采用 DOS6.0、WINDOWS、LINUX、WINCE 中的一种，通过相应软件从 RS232 串口得到 GPS 时钟的时间标志信号，该时间标志信号是精确到毫秒的时钟信息报文。主站计算机以该时间标志信号为基准，连续发出整秒以上时钟信息报文的时钟信号 A，并通过太网口发送到挂接在以冗余太网上所有的中间控制器上。

中间控制器采用 PC104 标准工业控制器，使用 PC104 总线外联或外扩口方式与对应通信服务器并进行通信连接。各中间控制器将所获得的整秒以上时钟信号 A 通过数据总线或者通信总线传送到对应的通信服务器，通信服务器采用广播方式连续通过 IO 通信冗余网传送到所有下挂在该网上的 SOE 子站。在所有中间控制器中选择其一作为基准时间站（选择哪一个中间控制器为基准时间站，一般根据实际情况由相关软件来设定），该基准时间站以时钟信号 A 为基准，在每一整秒为时刻连续发出对时信号 B 和对时信号 C，对时信号 B 和对时信号 C 是周期为 1 秒、电平不同的脉冲电平信号。它们分别通过基准时间站的 I/O 开关量输出端口的硬接点电路传送到其它中间控制器和所有 SOE 子站。所以中间控制器至少分别设有两个脉冲开关量的输入、输出端口，用于中间控制器之间的对时钟信号 B 的接点输入和中间控制器之间的对时钟信号 B 的接点输出，以及中间控制器与 SOE 子站之间的对时信号 C 的接点输出。

网络上其它中间控制器根据基准时间站发出的对时信号 B 校准各自的毫秒时差。各个 SOE 子站根据基准时间站发出的对时信号 C 启动内部的毫秒计时钟，产生毫秒计时时钟信号 D 并与时钟信号 A 合并成 SOE 子站完整时钟信号 E。所有 SOE 子站的时钟都采用相同方式从各自对应的中间控制器通过硬件对时基

点和软件网络广播对时得到并打包。

由于无论是中间控制器以及 SOE 子站处理 IO 端口中断的响应均可以非常快，一般为几微秒，因此该时钟基点延迟可以忽略不计，而秒以上信息通过网络通信广播方式，广播方式为连续两次广播以保证广播命令可以准确下达到每个子节点，每个子节点虽然存在通信延迟，但接受到的时差也就是毫秒级。而控制系统中所有的控制单元与 SOE 子站的时钟毫秒计数是由各自独立完成的。考虑到每个子节点内部的毫秒时钟虽然可以调节很准，但长时间的累计误差会造成各个子站毫秒级的计时误差，因此基准时间站在每个整秒时刻发出对时信号以便于所有的子节点及时校准内部的毫秒时钟偏移，使得所有子节点的时钟偏移累计误差不可能大于 1 毫秒，而所有子节点得到的毫秒以上的信息加上自己内部的毫秒信息就得到了精确到毫秒级的完整时钟信息。

为了保证系统运行的可靠性，在多中间控制器站的情况下可选择两个中间控制器作为基准时间站冗余热备份。本实施例的两个中间控制器都配对有另一中间控制器，两者互为实时冗余热备份，以便其中每一个中间控制器随时都可作为基准时间站使用。为防止对时信号在传输时受到外界干扰，互为基准时间站热备份的中间控制器的对时信号接点输出端口分别用屏蔽线连接到所有其它的中间控制器对时接点信号输入端口；每一中间控制器的对时信号接点输出端口分别用屏蔽线连接到所有相关联的所述 SOE 子站专用对时接点输入端口。

本发明的最特出的优点就在于设置上述的基准时间站。这样系统内的所有其它中间控制器与所有 SOE 子站的时钟基准均来自于该基准时间站。所有的中间控制器与 SOE 时钟计时的基点均来自与该基准时间站的硬接点对时信号，该时钟整秒以上的信息分别由基准时间站通过其它中间控制器、通信服务器所构成的通信网络连续广播传送。形成了一点（基准时间站）对多点（各 SOE 子站）

的硬件接点时钟基点信号传输与软件时钟信息通讯传输同步性较高的传输方式。

本发明的优点之一在于巧妙地简化了时钟信息报文的表达。即将计时信息表达成相对一历史时标的累计秒差值，例如设定历史时标为 1970 年 1 月 1 日零时零秒，则以后每一时刻的时钟可表达成相对于这一历史时标的时差，而这一时差采用秒单位。这样在以此历史时标为始点的 100 年中，每一时刻的时钟表达只需 4 个字节，大大减少了 SOE 事件的表述字节，从而减少了系统信息的传输量，提高了系统传信息输效率，为系统信息通道的畅通提供了条件。

本实施例中 SOE 子站的电路模块的结构请参见图 2，它根据图 3 所示的工作流程进行如下工作：

卡件是否收到通信服务器的确认使用报文

回复卡件正确状态确认

判断是否有 SOE 事件发生，如有，将发生时的 SOE 事件状态和发生时完整的时间（精确到毫秒）打包记录并主动上传。

接受来自通信服务器的 SOE 事件读取有效标志并将 SOE 事件存储指针指到下一条。

本发明的优点之二在于，利用 CAN 现场总线的功能，保证通信通道最优化。由于 SOE 事件不是一直有发生，因此中间控制器、通信管理器每次通信扫描所有 SOE 子站信息在大量存在 SOE 子站时将加大网络通信流量，因此充分利用 CAN 现场总线的功能，每个 SOE 子站只有当有 SOE 事件产生时，将发生的状态与对应的时钟标志打包成完整的 SOE 事件记录主动上传到通信服务器与中间控制器上。通信服务器与中间控制器准确接受该 SOE 事件记录后通过通信报文返回确认帧。如没有产生确认帧，则 SOE 子站继续重复上传该

息。直到 SOE 事件准确传送后，SOE 子站事件记录指针自动指向下一条事件记录。这样既保证了 SOE 信息的传送可靠，又有效降低了通信网络的数据流量。

SOE 子站对相关设备状态监测通过内部 CPU 产生定时中断查询，SOE 子站的 CPU 采用高频 CPU，中断定时间为 1 毫秒，从而保证该 SOE 子站所有监测的状态分辨率不大于 1 毫秒，其工作流程请参见图 4。

本实施例中通信服务器的电路模块的结构请参见图 5，它根据图 6 所示的工作流程进行如下工作：

内部总线接受中间控制器转发的秒以上的时间报文

将该报文通过广播通信方式发送到下挂的 SOE 子站

清除原对时时标，准备接受新的中间控制器转发的秒以上的时间报文

判断下挂的 SOE 子站是否有上传 SOE 事件标志

如有，接受 SOE 事件记录并储存

发送 SOE 事件存在标志等待中间控制器读取 SOE 事件

中间控制器读取有效后发送清除标志给对应的 SOE 子站

本发明可以通过下列方法验证其 SOE 子站状态监测分辨率和同步误差：

1、通过脉冲信号发生器产生频率为 1KHz 的 10 个脉冲群以验证 SOE 子站状态监测分辨率。

SOE 子站应该保证得到 20 个状态变化的信息。

2、通过脉冲信号发生器产生频率为 10Hz 的 10 个脉冲群以验证 SOE 子站内部 ms 时钟累积误差。

SOE 子站得到的状态变化之间的时段误差应该不大于  $100 \pm 2\text{ms}$ 。

3、通过脉冲信号发生器产生频率为 10Hz 的 10 个脉冲群分别同时输入到不同

的中间控制器下的不同 SOE 子站以验证 SOE 事件状态、时标准确性。

不同中间控制器下挂的 SOE 子站得到的状态变位的时标差不大于 2ms。

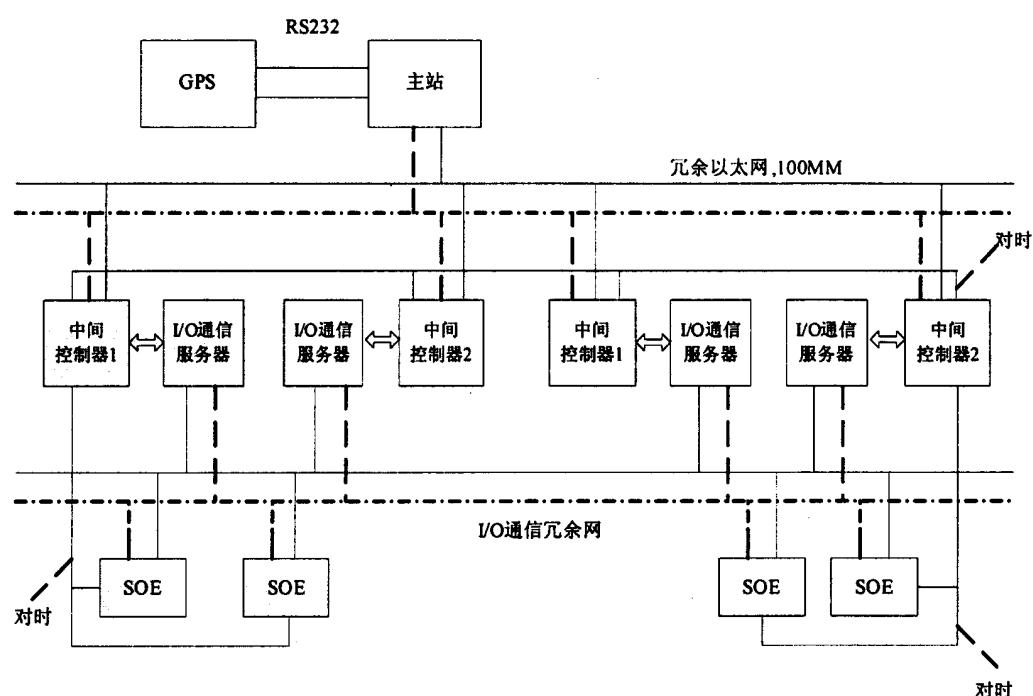


图 1

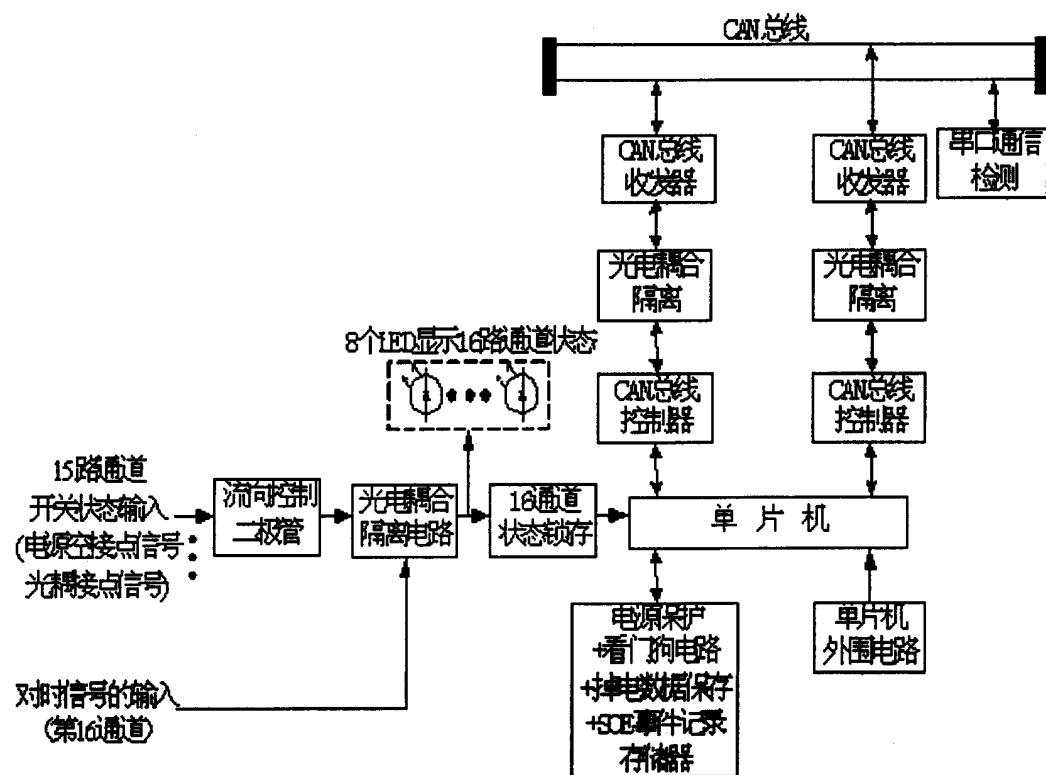


图 2

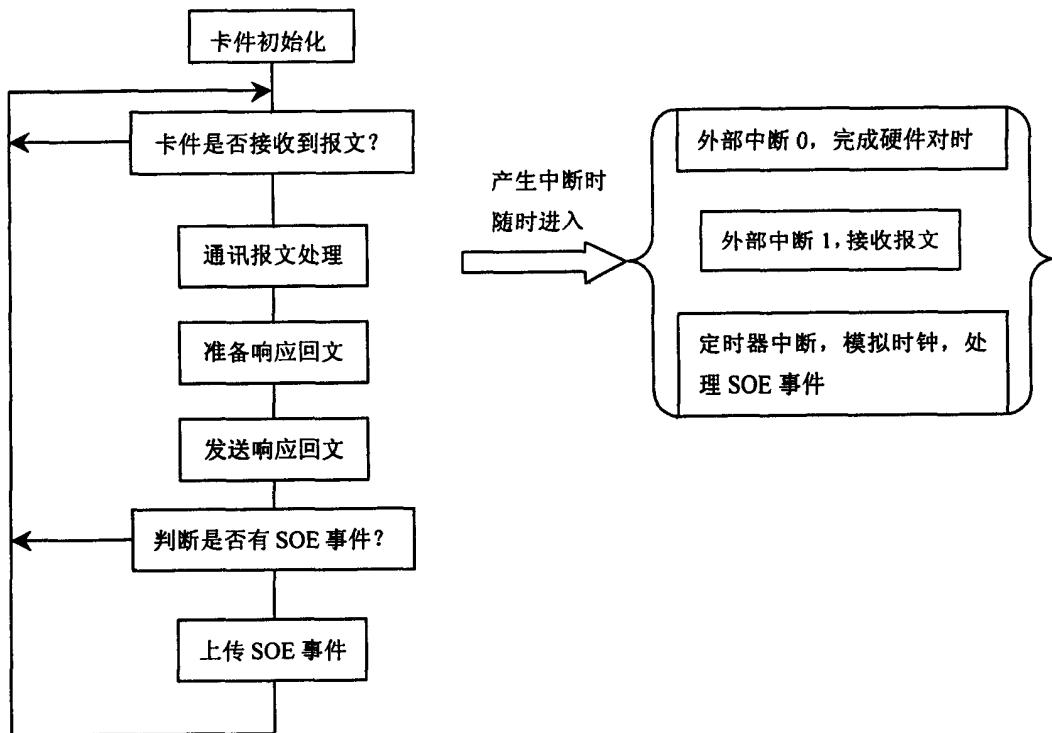


图 3

图 4

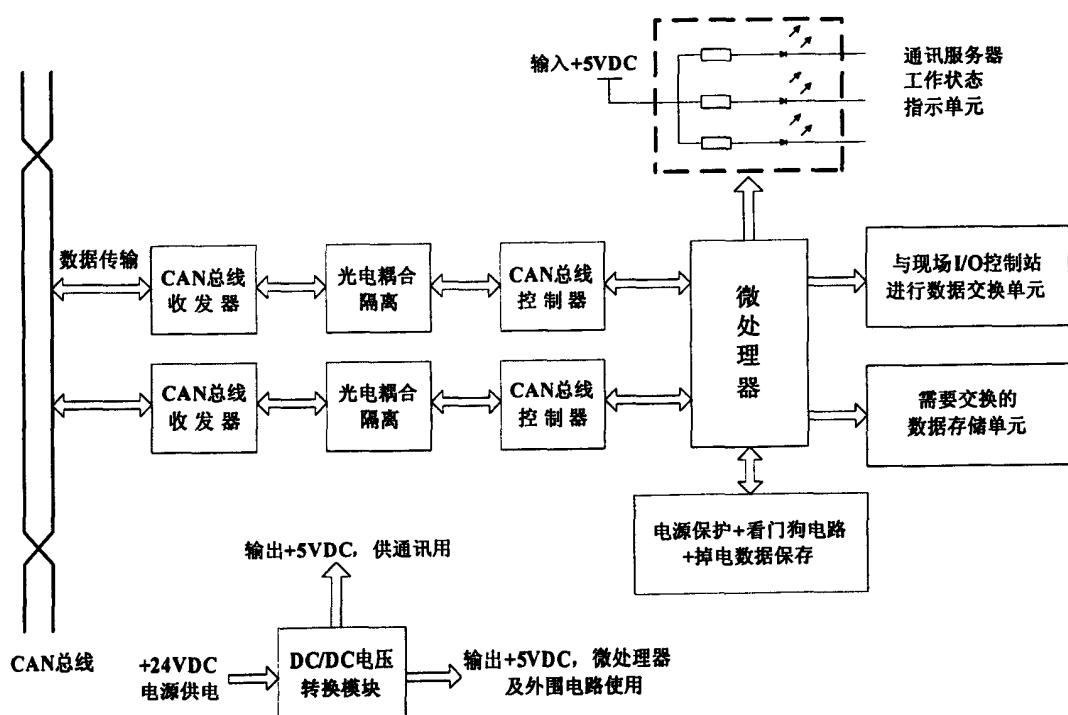


图 5

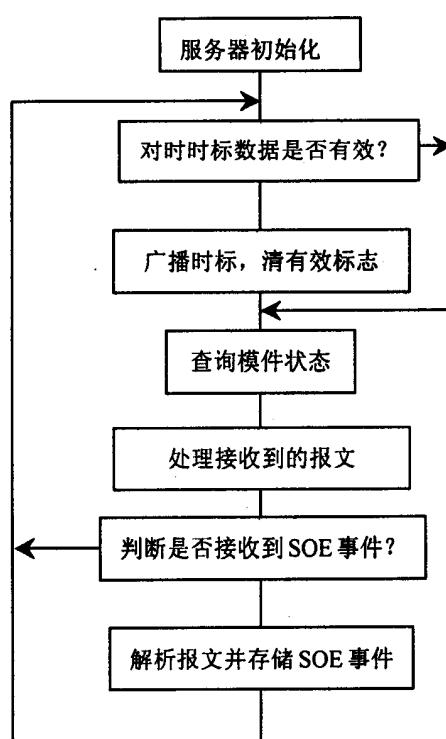


图 6