

基于 SMS 的货运监控系统的设计*

谭涛, 袁涛, 彭涛
(清华大学 自动化系, 北京 100084)

摘要:介绍了一种循环数据存储和基于 GSM 短信息服务的数据通讯协议。该方案已经应用于火车货运监控系统中,具有结构简单、扩展性好、设备和运营成本低、组网方便、稳定可靠等优点,大大提高了货运监控系统的工作效率。

关键词:循环存储 无线数据通讯 GSM 短信息服务

随着国民经济的发展,现代物流发展迅速,消费者对承运商的服务质量预期越来越高,从而对货物运输过程的监管水平提出了很高的要求。针对货车长期在外远距离运输的特点,要求货物运输监控系统必须具有覆盖区域大、成本低、使用简单方便等特点。其中,移动终端的数据存储和无线数据通信的设计是系统的核心组成部分。

GSM 是目前最成熟、应用最广泛的一种移动通信网络,具有覆盖面大、通信质量可靠、使用成本低等优点。GSM 网络最主要的两种数据通信方式为短消息业务(SMS)和通用无线分组业务(GPRS)。GPRS 适于间断、突发性和频繁、少量的数据业务,它与短信相比具有传输时延短、永远在线的优点。但是 GPRS 覆盖范围有限,主要在大中城市和部分农村地区,有些地方没有开通 GPRS 业务。SMS 适合小数据量的非实时远程通讯,方便、廉价、覆盖面广。针对货运监控系统的要求,采用了 SMS 作为数据通讯的载体。

本文以投入运营的铁路冷藏车温度数据采集系统为例,重点介绍数据存储和移动数据通讯的方案设计。

1 系统结构

为全面监测冷藏车的温度分布,通过多个温度测量记录单元采集不同位置的温度信息,通讯控制单元与所有的温度测量记录单元相连,集中各点温度测量数据,同时连接 GSM 模块,将温度数据及状态信息通过短信远传给管理中心,并接收来自管理中心的命令。管理中心采用 PC 机通过 RS-232 串口与手机相连以收发读取短信。系统结构如图 1 所示。

2 系统终端的实现

2.1 移动节点的设计

终端的温度测量记录单元和通讯控制单元均以 NEC 单片机 $\mu\text{PD78F0034}$ 为处理核心。该单片机集成 8 通道 10 位分辨率的 A/D 转换器,具有定时计数器、UART 和 PC 串行接口,可提供多级中断。

各个温度采集单元通过串行通讯总线连接到核心

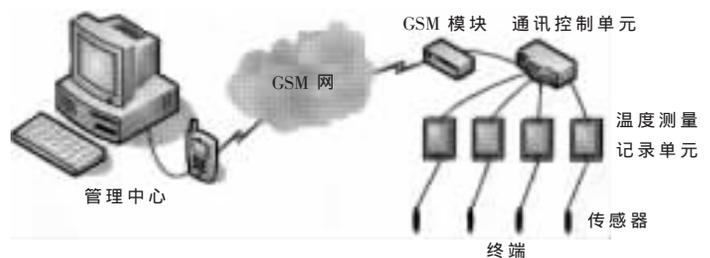


图 1 系统结构示意图

处理单元——通讯控制模块。该模块主要负责管理各温度采集单元,读取各单元的温度数据,接收温度报警信号;连接 GSM 模块,接收新短信通知,读取短信,并将数据和状态信息通过短信发送给管理中心。

该终端设计方案具有很好的可扩展性,可以根据实际需要,通过挂接不同的功能模块到串行通讯总线上,并修改通讯控制单元的部分程序来灵活地配置节点数目,实现不同的功能。

2.2 数据的循环存储

对于实时性要求不高的数据,定时记录然后汇总发送是一种简洁的方式。它可以减小终端与管理中心间的通讯次数,在终端节点备份数据还可以应对通讯失败时丢失数据。因此如何解决大量有用数据的存储和更新,就成为一个很关键的问题。

根据单片机的处理能力设计了一个简单的数据循环存储方案。在充分利用 EEPROM 读写寿命的前提下,保证终端在连续工作时不受存储器容量大小的限制,始终保存最近时间段的温度数据,还可以方便地将数据与记录时间对应,便于查询。

循环存储示意图如图 2 所示。数据的存储过程相当于一个数据串随时间逐渐增长,以一个结束字标志数据串的结尾。约定结束字从存储区首地址移动到尾地址的过程为一个循环。由于是定时记录,每个循环的数据时间均以该循环中存储区首地址的数据时间为基准,将数据所在地址换算成时间间隔计算,即使首地址数据被覆盖,基准时间仍然保留。在图 2 中,数据 3 到数据 n 均以

* 北京市科技计划项目: H037330010620

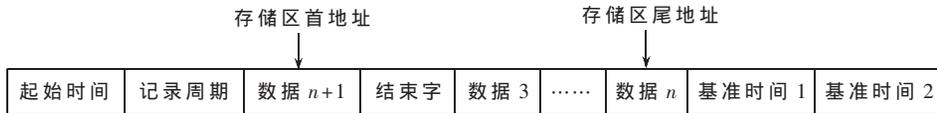


图 2 循环存储示意图

数据 1 为时间基准点, 虽然数据 1 已被覆盖, 其时间仍然保留, 直到该循环的最后一个数据 n 被覆盖, 此基准时间才被丢弃。

当 EEPROM 中最初存入数据时, 其数据均属于一个循环, 只存在一个基准时间。当数据 1 被覆盖, 循环存储开始之后, 存储区的数据分属于两次循环, 则系统中同时存在两个基准时间。如图 2 中, 两个基准时间为数据 1 的时间和数据 $n+1$ 的时间。地址大于结束字的数据, 其时间以数据 1 为基准点; 地址小于结束字的数据, 其时间以数据 $n+1$ 为基准点。在程序中引入四个变量: 循环次数、上一循环基准时间、本次循环基准时间、结束字地址, 即可全面了解数据存储状态, 并推算出存储区任意地址的数据时间, 也可由时间推算出数据在存储区中的位置。

当计算存储器某地址对应的数据时间时, 先判断是属于哪一次循环, 然后应用下面的公式来计算:

数据时间 = (数据地址 - 存储区首地址) × 记录周期 + 基准时间

当计算某一时间对应的数据地址时, 先判断是属于哪一次循环, 然后应用下面的公式来计算:

数据地址 = 存储区首地址 + (数据时间 - 基准时间) / 记录周期

2.3 GSM 模块设计

系统采用 SIEMENS 公司的 TC35i 连接 GSM 网络。TC35i 是一款高集成度的支持数据、语音、短消息和传真功能的双频 GSM 模块, 可以方便地提供无线连接。

特别需要注意的是, 在 GSM 模块的使用中, 必须精心设计电源部分, 以保证在提供大瞬时电流的情况下, 电源电压在允许范围内波动。否则 GSM 模块将不能稳定工作。

2.4 普通数据帧

通过 SMS, 管理中心可以方便地调取某个测温节点一段时间内的温度数据。正常工作的情况下, 管理中心可以定期调取测温点的温度数据, 以实现温度信息在管理中心的备案。也可以让终端保持自动定时记录, 当发现有温度报警时, 再查询过去一段时间的温度数据, 进行分析判断并及时处理。

由于单片机的处理能力有限, 终端只负责接收管理中心的命令并发送相应数据, 不生成短信状态报告, 避免了短信收发混乱增加出错概率。在数据传输协议中, 必须保证每条短信的独立性。上位机收到一条短信的数据, 就可从短信中读出数据的时间等参数, 而不依赖于其他短信。

每条短信有 140 字节的容量, 除去必要的通讯控制

字, 仍可以传输足够多的温度数据。由于它仅承载数据, 因而称之为普通数据帧, 其格式为:

| | | | | | | |
|-------|--------|------|------|------|-----|--------|
| 测量点编号 | 数据起始时间 | 记录周期 | 数据个数 | 数据 1 | ... | 数据 n |
|-------|--------|------|------|------|-----|--------|

为简化协议, 一条短信只传输一个测量点的温度数据, 这也赋予了通讯控制单元良好的扩展性, 使得传输数据不受温度采集点数目的限制。

2.5 关键数据帧

当温度测量记录单元发现温度超过报警限, 或从报警状态恢复正常时, 都通过通讯控制单元向管理中心传送报警短信, 汇报当前的温度和系统状态, 使得管理中心可以及时知道终端的情况, 做出相应处理。对于比较重要的物品, 管理中心希望每隔一段时间就查看一次温度状态, 因此设置了为终端主动定时上传数据功能。这两种短信格式相同, 承载某一时间点的温度和状态信息被称为关键数据帧, 其格式为:

| | | | | |
|-------|--------|------|-------|--------|
| 测量点编号 | 系统当前时间 | 当前温度 | 报警限设定 | 其他状态信息 |
|-------|--------|------|-------|--------|

在上位机处理上, 关键数据帧比普通数据帧有更高的优先级, 需要即时通知管理人员。对于定时发送, 为了防止出现 GSM 模块断电造成数据远程传送功能无法正常进行和远程管理真空, 系统在上位机程序中规定: 一旦发现某个终端长时间没有短信返回, 则向管理人员报警示意。

2.6 节点时间的处理

由于测温节点长时间在外工作, 必然会出现系统时间误差, 影响记录数据的准确性和有效性。当时间误差过大时, 还会造成对温度状况的误判断; 纯手动调校时间既耗时又费力, 并且可能引入人为误差。利用短信时间来校准节点时间, 简单、方便、可靠。

当节点收到管理中心短信时, 向手机模块发送 AT+CMGR 指令读取短信数据, 其返回的数据为 SMS-SUBMIT PDU 格式。例如:

0891683108100005F0040D91683118204503F70008304060417283230421222324

该字符串解读如表 1 所示。

表 1 字符串解读

| 字符串 | 说明 |
|--------------------|------------------------------------|
| 0891683108100005F0 | Service Center Address, 服务中心地址 |
| 04 | PDU, 类型 |
| 0D91683118204503F7 | Originator Address, 源地址 |
| 00 | Protocol Identifier, 协议标识 |
| 08 | Data Coding Scheme, 编码方式 |
| 60408141728323 | Service Center Time Stamp, 服务中心时间戳 |
| 04 | User Data Length, 用户数据长度 |
| 21222324 | User Data, 用户数据 |

自动化技术

其中有服务中心时间戳,06年04月18日14:27:38,时区23,这是短信中心接收到此短消息的时间,亦算作短信发送时间,该时间相对较准确。当短信中心接收到短消息后,经过一个时间延迟,将短消息寄达目的手机。由于短信传输时延不固定,可能会长达几小时,所以不能机械地以短信发送时间作为系统收到短信的时间。

这里利用了这样一个事实:短信发送时间肯定落后于短信送达目标手机的时间,所以终端节点收到短信时,如果发现短信发送时间大于系统的当前时间,则应该将系统时间向短信时间靠拢,可以减小系统时间的误差,如图3所示。

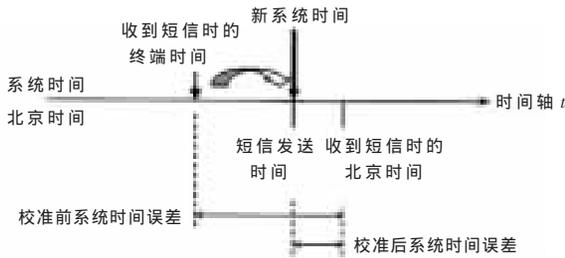


图3 节点时间校准示意图

在短信的实际处理中,短信延迟过长的概率是比较低的,即使收到超长延时短信,当终端接收到短信,发现短信发送时间小于系统时间时,即不进行校准,可以避免这种超长延时短信的影响。当管理中心与节点能保持短信联系的情况下,节点时间通过以上方式校准,其时间准确度可以较好地满足系统要求。

2.7 数据帧时间的处理

当关键数据帧以短信形式发出后,管理中心在收到数据帧时就能获得两个时间:短信发送时的节点时间和短信发送时的短信中心时间。如果默认为短信中心时间是准确时间的话,应该以短信发送时间为数据帧数据时间,而且同时还可得到节点的系统时间误差:

系统时间误差=短信发送时间-数据帧系统当前时间

管理中心应及时判断该节点的时间误差,若误差太大,就必须采取措施校准节点时间。由于短信的传输有延迟,管理中心不能直接将新系统时间发送给该节点,这是因为管理中心无法知道短信能于何时寄达,直接发送时间没有意义。但是考虑到系统时间误差是长期运行累积的结果,在短信发送处理的过程中,即使短信传输延时长达一天,系统时间误差变化也很小,管理中心将系统时间误差作为参数发送给该节点,再由节点进行时间修正,便可以得到更准确的新系统时间,如图4所示。

3 管理中心

管理中心由上位机(PC机)连接手机或手机模块,定时读取从各终端返回的数据和报警短信。当发回数据信息时,将数据存到数据库中,当收到报警短信时,弹出对话框提示管理人员注意报警情况。系统基于 Windows XP 操作系统,采用 Visual Basic 作为开发工具,主要功

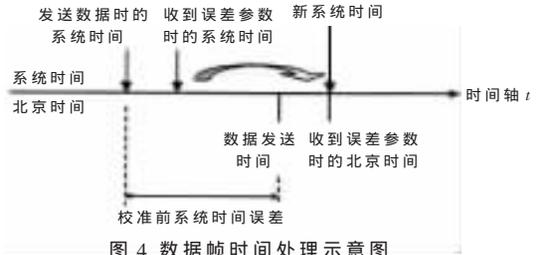


图4 数据帧时间处理示意图

能框图如图5所示。系统运行界面如图6所示。

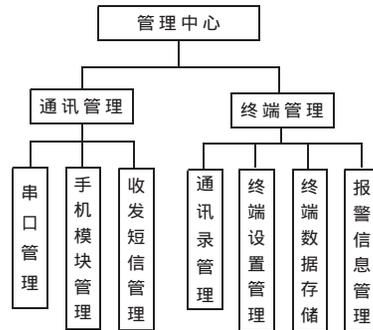


图5 管理中心软件框图



图6 系统运行界面

PC机与手机或手机模块的通讯必须要保证在一次AT指令通讯完成之后再进行一次通讯。尤其是删除短信和发送短信时返回的结果可能延时较长,如果适当延长两次通讯之间的间隔,可以提高通讯的可靠性。

通过以上设计,管理中心可以远程监测多个终端的温度。数据在终端内循环存储,通过普通和关键数据帧,管理中心可以方便地掌握各测温点的温度情况,终端节点也通过短信校准时钟,从而有效地降低了成本,提高了监管质量,避免货损,具有智能化程度高、实用性与可靠性高的特点,有着广泛的应用前景。

参考文献

- 1 SIEMENS. TC35i cellular engine hardware interface description, 2007
- 2 NEC. uPD78F0034 data sheet, 2000
- 3 ESTL. GSM 07.07 (ETS 300 916): digital cellular telecommunications system (Phase 2+); AT command set for GSM mobile equipment (ME) Version 5.5.1. 1998

(收稿日期:2006-07-28)