

# 一种新的适用于环保领域的 计算机数据采集与通信系统

A NEW COMPUTER DATA ACQUISITION AND COMMUNICATION  
SYSTEM FOR ENVIRONMENT PROTECTION FIELD

周思玲 吴效明

Zhou Siling Wu Xiaoming

(自动化系)

**摘要** 本文提出一种新的计算机数据采集与通信系统,主要特点是中心站对各子站具有监视和控制双重功能;数据通信误码率低,数据捕获率高以及运行可靠性强。两年的实际运行证实了本系统用于环保领域的有效性。

**关键词** 大气环境;自动监测;数据采集;数据通信

**ABSTRACT** A new computer data acquisition and communication system is proposed in this paper. The system has the following characteristics: the master station has the double functions of monitoring and controlling the slave stations. The system has low bit error rate of data communication, high catch rate of data acquisition and the strong operational reliability. The two years practical operation has proved that the system proposed is effective for the environment-protection field.

**KEY WORDS** Atmospheric environment, automatic detection, data acquisition, data communication

## 一、前言

环境保护对于人类的生存和自然界的生态平衡有着重要的意义。环保工作的基础是环境监测。大气环境地面自动监测参数系统,是用先进技术监测大气中的污染参数和气象参数,并将这些参数以报表或以更为直观的屏幕显示方式准确及时地向有关部门和领导机关提供信息。帮助有关领导人及时作出行之有效的决策,对于保障人民群众的身体康,提高劳动生产率,有着重要的意义。

本文于1988年6月16日收到。

本文研究的某市大气环境地面自动监测系统，由一个中心站和五个子站组成。中心站与各子站之间的距离在10公里左右。每一个子站依照环保部的规定监测9个以上重要的环境污染参数和气象参数。由各监测仪表和计算机组成的数据采集系统，按照要求定时收集各子站的数据，并且按照中心站的命令通过计算机通信接口电路和数传电台，发送到中心站。中心站和子站之间形成两级星形分布式计算机网络系统。如图1所示。

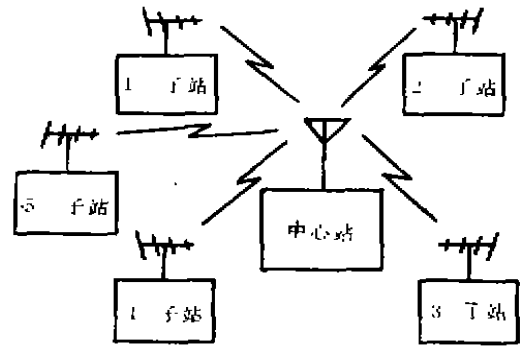


图1 系统结构示意图

该系统目前可监测11个参数。它们是二氧化硫( $SO_2$ )；一氧化氮( $NO$ )；二氧化氮( $NO_2$ )；其它氮氧化物( $NO_x$ )；一氧化碳( $CO$ )；飘尘( $TSP$ )；压力( $P$ )；湿度( $HUM$ )；温度( $T$ )；风向( $WD$ )；风速( $WS$ )等。监测参数根据实际需要还可以扩充。

## 二、总体设计思想

根据我国具体情况，结合国外先进技术，系统总体设计的基本原则是可靠、灵活、实用、经济并具有先进性、通用性和可扩展性，便于推广。其特点是：

### 1. 系统采用主从式结构，集中控制方式

中心站控制各子站，子站受控于中心站。中心站——子站之间透明度高。中心站对子站具有监视和控制双重功能。能够跟踪监视子站的实时采样情况；中心站可以对一个子站跟踪，也可以对五个子站同时跟踪，并将跟踪情况在中心站的显示屏上显示出来。中心站能在任意时刻发布命令，控制子站的任何一台仪表校零，校标，校正子站的时钟，遥控子站复位重新启动。

2. 中心站——子站之间采用无线通信，通信功能丰富。所设计的数据通信规程简明、合理、适用。有多种误码校验。如：比较先进的CRC循环码校验和ARQ反馈重发纠错技术等。检错能力强，确保了数据传输的可靠性。

3. 子站微机系统设计有停电保护电路和程序“锁死”自动解除电路。能保证系统停电复电后，程序正常运行。所采集的数据不会因停电而丢失。微机因各种干扰所导致的程序“锁死”后，能够通过解“锁死”电路自动再启动。以保证无人值班的子站能长期、连续、可靠的运行。

4. 子站根据需要设计了一套方便灵活的键盘管理程序和多种启动功能。通过键盘可以随时监测到各参数当前的采样值，零值，标值；可以通过键盘设定时间；可以控制任何一台仪表走零。子站可以人工启动，或由中心站遥控启动，还可实现因停电或干扰引起的停机，当复电或消除干扰后自动启动。

5. 子站用中断方式计时采样，采样实时性强。所采集的数据采用多级数字滤波处理，数据可靠。子站在软件设计上，采用通信与采样分时工作方式，互不影响。从而避免了因通信丢失采样数据或因采样而中止通信的矛盾。

6. 系统软、硬件按模块设计，有利于系统在现有的基础上扩大。通过自行设计的扩展

板将内存, *PIO*, *CTC*都作了必要的扩充。可以满足系统功能扩展的需要。

### 三、数据采集系统

子站计算机数据采集系统框图如图2所示,以Z80单板机作为数据采集系统的主机。在24K内存中有10K RAM配有停电保护电路,以保证数据在停电后不会丢失。系统内配有一片并行可编程接口*PIO*和可编程计时器*CTC* *PIO*作一次仪表校零,校标和启动飘尘仪表的接口电路。*CTC*作定时器,它是子站的时钟。利用*CTC*的0通道,1通道,每秒产生一次中断信号,用以计时。每10秒产生一次定时采样信号。系统增设了一块扩展板,除扩展出8K内存外,还扩展出一片*PIO*和*CTC*作为一次仪表状态标志和报警电路,以及停电再启动一次仪表的信号电路的接口。

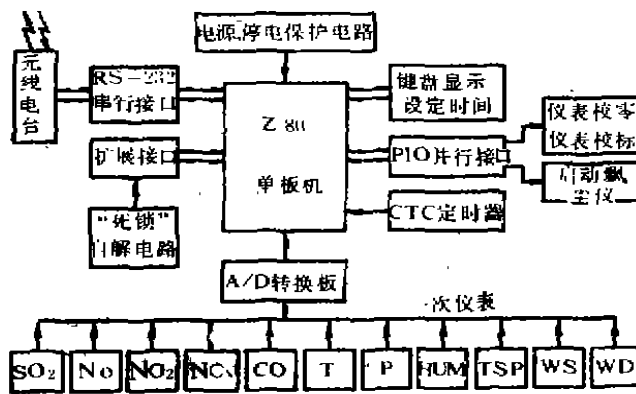


图2 子站系统框图

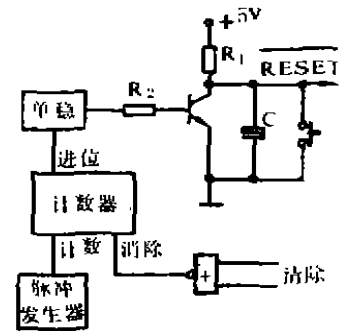


图3 “死锁”自解电路图

扩展板中设计有程序“锁死”自解除电路如图3所示。它实际上是一个以计数器为基础构成的时间监视器。设计时根据实际需要设计一个时间阈值。数据采集系统运行时,周期性地发出清除信号,禁止计数器产生进位脉冲。在正常情况下,时间监视器电路不影响系统运行。当系统一旦发生运行故障时,如计算机不能正常采样或进入程序死循环状态时,计数器得不到来自采样电路的清除命令,就会在脉冲发生器的作用下,不断计数。当计数超过所设定的时间阈值后,就会产生进位输出作为计算机的复位信号 $\overline{RESET}$ 。从而迫使计算机退出死循环而重新启动用户程序,并对指定单元进行检查或重新设值。同时在数据区中登记记录,然后完全恢复计算机的正常运行。这样,当子站由于外来不可抗拒的随机干扰使程序“锁死”和系统停电再来电时,此电路经延时后,自动接通计算机的复位键,重新启动程序,以确保子站无人值班时不会停机。

*A/D*转换板是数据采集系统中的重要单元,系统采用以*SDM873ADC*为中心的多路数据采集器。*A/D*变换的输入通道数,在用单端方式时,有16个通道。在用差分方式时有8个通道。以12比特(2的补数)的精度变换为数字数据。

子站数据采集的工作流程是每10秒钟定时对系统内11个参数采样一次。每个参数连续采5次。用数字滤波的办法得到每个参数的一个采样值,存放在内存缓冲区内。中心站和子站随时可以察看当前的采样值。按照要求每分钟将内存缓冲区中6个10秒钟的定时采样值,

取一次平均值,存放在内存的另一缓冲区内。每半小时又将30个1分钟数值取一次平均值,作为该半小时内各参数的正式一次值,存放在内存所开辟的存数区内。而数据缓冲区内,不断被新的采样值所刷新。每小时启动一次飘尘仪,以1小时结束前5分钟的值,作为飘尘的一次值。

风向数值,是根据采集的参数,按照图4所示的风向划分图进行计算。将东、南、西、北划分为16个风向。每10秒钟根据风向仪采得的数据,经过所推证的数学公式计算、转换后,变为16个风向中的一个风向,存入内存的暂存区内。半小时以后,以该半小时内16个风向中,出现次数最多的风向作为该半小时的主风向。

子站数据采集和主程序框图如图5、图6所示。由于数据采集系统在硬件的设计上,采用了转换精度较高、转换可靠的A/D转换电路,在电源变压器的设计上考虑了多种抗干扰措施,在整流和稳压电路中加了滤波电路,在输出电路上设计了光电隔离电路和RC吸收回路,以及解“锁死”电路,停电复电后自动启动电路等,在软件设计上采用了多级数字滤波。因此整个系统所采集到的数据可靠,抗干扰能力强,大大提高了有效数据的捕获率。

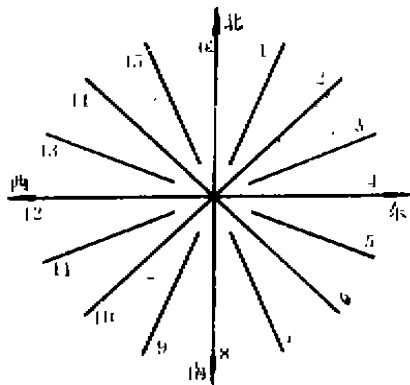


图4 风向划分图

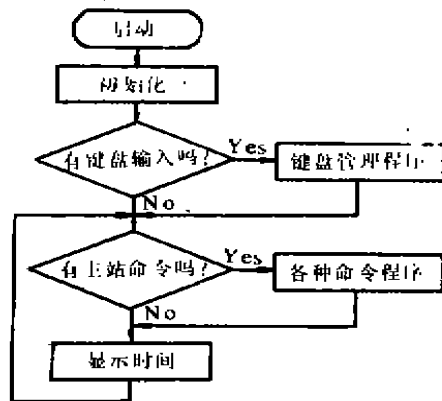


图5 主程序框图

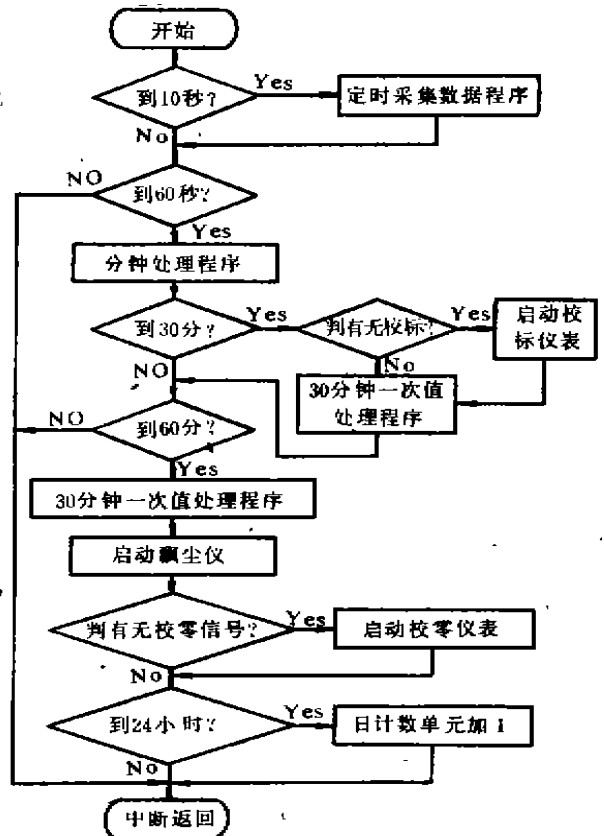


图6 数据采集程序框图

#### 四、数据通信系统

数据通信是一种通过电子计算机与通信线路相结合,来完成编码信息的传输、转接、存贮和处理的通信技术。而数据通信系统就是指以计算机为中心,用通信线路连接分布在远地的

数据终端设备而执行数据通信的系统。通信线路是传输信号的路径, 又称信道, 它包括传输介质和有关中间通信设备。信道有有线信道和无线信道两种。本文所设计的通信系统由一个中心站和5个相隔10~20公里, 分布在各处的数据终端(本系统称为子站)组成。如图1所示。中心站以通用的微型计算机系统为主机。通过RS-232C标准接口, 数传电台, 对各子站发布各种命令, 并且每日收集各子站的数据, 打印制表。子站中作为数据采集用的Z80单板机又作为数据通信系统的数据终端设备。子站可以通过子站中的RS-232标准接口, 数传电台与中心站实现无线通信。

中心站和各子站之间通信规程的合理设计是保证通信系统质量的重要手段。根据ISO的基本型控制规程, 美国国家标准协会(ANSI)的通信控制规程。结合本系统的具体要求, 简化、设计出了一套简明、合理、可靠、适用的通信规程。本系统中心站与子站之间数据通信控制规程设计如下:

通信系统采用起止式串行传输, 每个字符数据字长8位, 一个起始位, 一个停止位。数据传输速率为300bps, 用半双工通信方式。

数据通信的步骤分为三个阶段。首先是呼叫和应答。确认通信对象, 建立数据链路。中心控制站启动数据通信软件模块时, 电台功放即被打开。根据操作人员的指令, 中心站首先发出带有子站编号信息的呼叫序列, 所有子站都将接收到这个呼叫, 经识别后, 被呼叫站启动电台功放, 然后发回应答信号。如果应答正确, 通信链路就建立起来了。

第二阶段, 中心站发出控制命令, 被呼叫子站按照命令执行数据发送或完成某种控制功能。如果控制命令是要求传送数据, 则进入一信息交换过程。子站将数据分组后发送。发送数据要附加校验码。中心站每收到一组数据后, 要将校验结果告诉子站。子站根据对方应答的情况决定继续发送还是重发上一组数据。如果中心站要求子站执行某种操作, 如校对时钟, 一次仪表走零等。由中心站传输到子站经检验传输准确无误后, 子站就按命令执行操作。

第三阶段, 通信结束确认。通信结束有两种情况。一种是正常的通信结束, 利用规定的结束字符来表示。另一种是由于某种原因, 使通信无法进行下去, 形成异常结束。

通信规程中采用的传输控制字符的定义是:

名 称	标题开始	正文开始	正文结束	电文组结束	传输结束	确 认	否 认
英文缩写符号	SOH	STX	ETX	ETB	EOT	ACK	NAK

信息报文格式为

STX	信 息 报 文 组	ETB	校 验 码
-----	-----------	-----	-------

由于子站采集到的数据在设计时按规定的严格规律排列, 因此信息报文采用了透明电文方式发送。令信息报文组的长度为样本数据组的任意整数倍。在发送和接收的过程中同时进行计数, 达到可靠传输的目的。

采用透明电文方式发送, 可以减少编码过程, 缩短收发时间, 提高工作效率, 因而也降低了传输过程中的误码率。

为了减少传输差错, 提高传输质量, 在数据通信过程中, 采用差错控制手段来发现报文

中出现的差错，并进行处理，具体措施是：

1. 对某些字符重复发送三次，如呼叫序列中的子站编号，应答序列中的传输控制字符 ACK、NAK等。接收端按多数表决的原则，确认有两个以上相同时的字符是正确的，以此决定对呼叫序列或控制字符作出正确的响应。这实质上是前向纠错方法(FEC)的应用。

2. 自动重发纠错(ARQ)。采用了检错能力较强的循环冗余码校验(CRC)，所使用的生成多项式是：

$$g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

如果所传输的信息报文多项式是 $M(x)$ ，则组校验为 $x^{16} \cdot M(x)$ 除以 $g(x)$ 后得到的余式，它相当于一个16位字长的双字符。当发送信息报文时，16位的校验位接在电文组结束控制字符ETB后发送。在接收时，将收到的整个信息报文(包括校验位)除以 $g(x)$ ，若能整除( $CRC=0$ )，则认为传输时没有发生差错，接收站给出确认应答信号；若不能整除( $CRC \neq 0$ )，则认为传输时发生了差错，接收站给出否定应答，并要求发送站重新发送出错的信息报文组。

通信系统对于各种原因而引起的通信故障应有一定的恢复能力。利用计时器和重发次数计数器可以对异常情况进行判断和恢复。中心站向子站发出呼叫信号后，如果得不到应答，或应答无效，则延时后再次呼叫。若重复呼叫三次仍不成功，则说明对方子站发生通信故障。中心站自动返回初始状态，并通知操作人员。

通信链路建立以后，如果对方站发生故障，使通信突然中断，则延时后重发同一个报文，重复三次后如仍得不到正确的应答，也自动返回初始状态，子站则回到值班接收状态。按照以上的约定，数据通信的传输过程如图7所示。图中SA是子站的代号，CD是通信命令

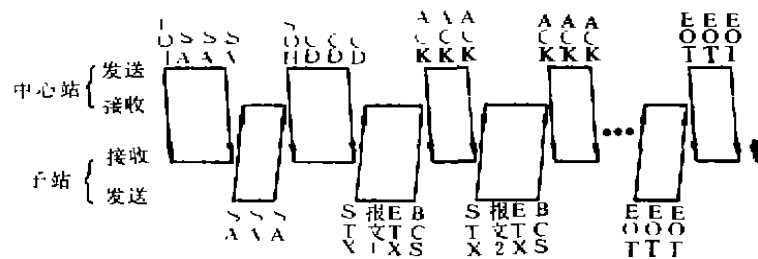
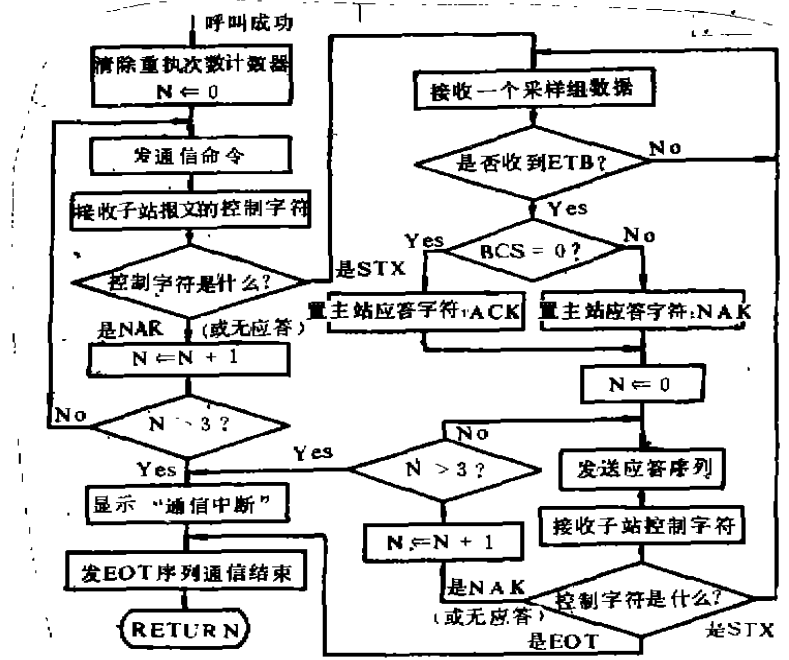


图7 数据传输过程示意图

的代码。为了确保通信的可靠性，采用了两种校验方法。一种是表决法，以多数为准，用于呼叫过程中；另一种冗余码校验，用于传输大量数据的过程中。通过现场运行，已证实了这两种校验方法的有效性，即使在于扰相当严重的情况下，通信工作仍能顺利地进行，并且得到满意的结果。其误码率在 $10^{-6}$ 以下。根据要求，中心站与子站之间的通信设计有11个命令，其发送，接收程序都已模块化。数据传送命令软件模块程序框图如图8所示。



• 图8 数据传送命令程序框图

## 五、结 语

大气环境地面自动监测参数计算机数据采集——通信系统，自1986年11月投入运行以来，系统运行可靠，使用灵活，投资省，经济实用。有良好的社会效益和经济效益。通过有关专家鉴定，认为已达到国内先进水平。获得省计算机优秀软件二等奖，市计算机应用优秀成果二等奖。本系统虽然是面对监测大气参数而设计的，但也适用于其它需要进行数据采集，和远距离通信的系统。因而具有较强的推广价值。利用系统的通信技术还可以将监测参数发送到有关部门的较大屏幕上直接显示，以供领导部门决策。

## 参 考 文 献

- 〔1〕 顾冠群，贾耀国。计算机网。江苏：江苏科学技术出版社，1985
- 〔2〕 周德明。微型计算机硬件软件及其应用。北京：清华大学出版社，1982
- 〔3〕 宋知用。PS—80微型计算机的有线通讯。微计算机应用，1985，(1)
- 〔4〕 Fitzgerald J and Eason T S, Fundamental of Data Communication, 1978