

# GYC—500 安全监测系统网络及其改进方案

陈佐健<sup>1</sup>, 刘 业<sup>2</sup>, 徐友仁<sup>1</sup>

(1. 河海大学理学院, 江苏 南京 210098; 2. 东南大学计算机系, 江苏 南京 210096)

**摘要** 介绍了分布式结构的原理特点, 在剖析 GYC—500 联网方案的基础上, 从原理上指出了其不足之处, 并提出了优化改进方案, 使其更符合开放式、分布式的要求. 改进后的安全监测系统具有更高的可靠性、更好的可扩充性和适应性.

**关键词** 分布式结构; GYC—500 安全监测系统; TCP/IP; HDLC

**中图分类号** :TV698.1; TP391.76 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2002)04-0111-04

三峡工程是当今世界上第一大水利水电枢纽工程, 其安全是关系到我国国计民生和国际影响的大事. 鉴于三峡工程的特殊性, 决不允许中断监测和采集数据, 这就要求安全监测系统能精确、稳定、可靠、长期而又实时地采集数据. 因此, 采用何种结构的监测系统显得至关重要. 分布式监测系统具有可靠性高、通用性强、组态灵活、控制功能完善、安装简便等优点, 显而易见采用分布式结构是一种很好的选择.

## 1 分布式结构监控系统简介<sup>①</sup>

### 1.1 概述

分布式控制系统是利用计算机技术对生产过程进行集中监视、操作管理和分散控制的一种新型控制技术, 它是由计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、通信网络技术和人机接口技术相互发展和渗透产生的. 系统主要由集中管理、分散测量控制和通信组成, 在整体逻辑上是一种分支树形结构, 纵向分成 3 级或 4 级逻辑功能层, 不同的层次有不同的功能, 横向由各级通信网络实现对同层设备的联系.

### 1.2 分布式结构的性能优点

- 节点驱动, 各工作站都是智能式结构, 能独立自主地完成规定的测控任务, 并具有自主的通信能力.
- 适应性、可扩充性好, 软硬件都采用开放式、标准化和模块化设计, 系统的积木式结构具有灵活配置、适应性强的特点.
- 高可靠性, 系统结构采用容错设计和冗余配置, 在任一单元失效时仍能正常工作.
- 在线性好, 软硬件大都采用积木式模块设计, 可实现各种在线的硬件组态和软件组态.

## 2 GYC—500 光电坐标仪的组成、功能及联网

变形是监控大坝安全的主要监测量, 垂线是大坝变形监测的重要观测设备. 笔者通过在实验室多年的研究工作, 开发出来的 GYC—500 光电遥测垂线坐标仪在三峡工程大坝安全检测中, 已解决了在恶劣的潮湿、高、低温环境下长期可靠运行的难题. 下面先介绍 GYC—500 光电坐标仪的联网方案.

### 2.1 GYC—500 型光电遥测坐标仪的组成与连接

GYC—500 型光电遥测坐标仪的组成与连接见图 1.

GYC—500 型光电遥测垂线坐标仪是由 CCD 光电垂线坐标传感器及智能遥测节点(MCU)两部分组成. 图 1 中节点箱的外部连接有 3 根电缆, 其中 1 根连接 220 V 交流电源, 1 根为 MCUV 与 CCD 垂线坐标传感器相连的专用多芯电缆, 另 1 根为与工控计算机联网的 RS485 通讯电缆.

2.2 MCUV 的测量控制过程

图 2 为一个大坝安全监测自动测量系统的计算机网络示意图.其中智能遥测节点箱又称 MCU(测量控制单元),是构成大坝自动测量系统的基本部件.它分散布置在大坝各部分靠近传感器的地方,对所管辖范围内测点上的各类传感器进行控制测量.MCU 中包含有多种功能模块:MCUR 模块对差动电阻式传感器进行测量,MCUF 模块负责对弦式传感器进行测量,MCUP 模块负责对压力式传感器进行测量,MCUV 模块负责对 CCD 垂线坐标传感器进行测量.智能遥测节点箱中的 MCUV 模块是一个可以独立工作的自动测量控制单元,它与构成大坝自动测量安全监测系统的一个测量分站的工业控制计算机之间,由嵌入式工控网络(ELNET)相联网.ELNET 网络上各个节点箱与测量分站的计算机之间都用 RS485 通讯电缆相连接.MCUV 模块接受由 ELNET 网络下达的指令,可执行网络系统管理,测量数据及历史记录的查询、调阅、实时召测、测量程序设置以及实时时钟校正等功能.在实时时钟控制下独立工作,按设定的测量程序定时进行测量.测量间隔可分别以天、时、分为单位设置.测量时 MCUV 通过 LED 驱动模块及 CCD 驱动模块启动传感器工作,并对垂线及基准的投影数据进行记录和抗干扰滤波的数据处理.每次测量的数据为 64 字节长度的记录,其中包括 4 字节的日期时间,60 字节的投影数据,在掉电保护 RAM 缓冲区中可储存 250 个历史记录.

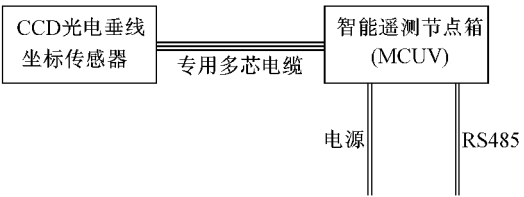


图 1 GYC—500 垂线坐标仪的组成

Fig.1 Composition of GYC—500 Pendulum Wire Coordinate Instrument

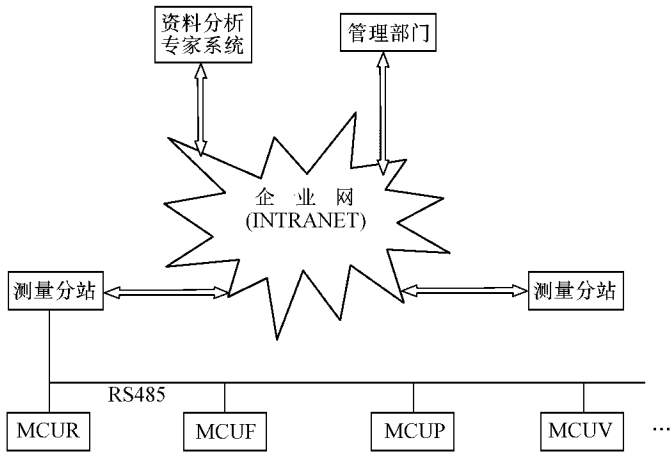


图 2 大坝安全监测自动测量系统的计算机网络示意图(改进前的联网方案)

Fig.2 Dam security auto-measurement system( before improvement )

3 目前 GYC—500 联网方案的不足之处

在原方案中,用垂线坐标仪通过 RS485 通信传输原始数据时,笔者自行定义了各类通信协议,基于基本的应用需求,虽可保证原始采集数据的可靠性及正确性,但由于所使用的协议的局限性,使其不易得到扩展和维护,因而限制了 GYC—500 的推广.

另外该方案中是通过测量分站集中控制各个遥测节点,若测量分站出现问题,则此测量分站管辖的所有光电遥测垂线坐标仪的数据将不能上传,甚至会丢失,从而引起重大损失.这违背了数据采集朝着分布式发展的方向.

正是在 GYC—500 数据传输过程中所遇到的问题,以及其他还没有发现的隐患,所以有必要对 GYC—500 联网方案进行改进.而改进方案中最主要的部分就是研究如何将符合规范的网络协议嵌入到单片机中(即研究单片机上网的问题),使得每一节点的 GYC—500 光电遥测垂线坐标仪都能够做到“即插即用”,从而对系统的扩充和维护提供极大的方便.下面,提出一个 GYC—500 安全监测系统网络的改进方案.主要思路就是将每一个 MCU 直接连上 Intranet,即在每个 MCU 中嵌入 TCP/IP 协议.

4 GYC—500 安全监测系统网络的改进方案<sup>[1 2]</sup>

图 3 给出了改进后的安全监测系统网络示意图.从图中可以看出,在新方案中已取消了原测量分站,更重要的是不再自行定义协议,而是使用已经非常成熟的 TCP/IP 协议.

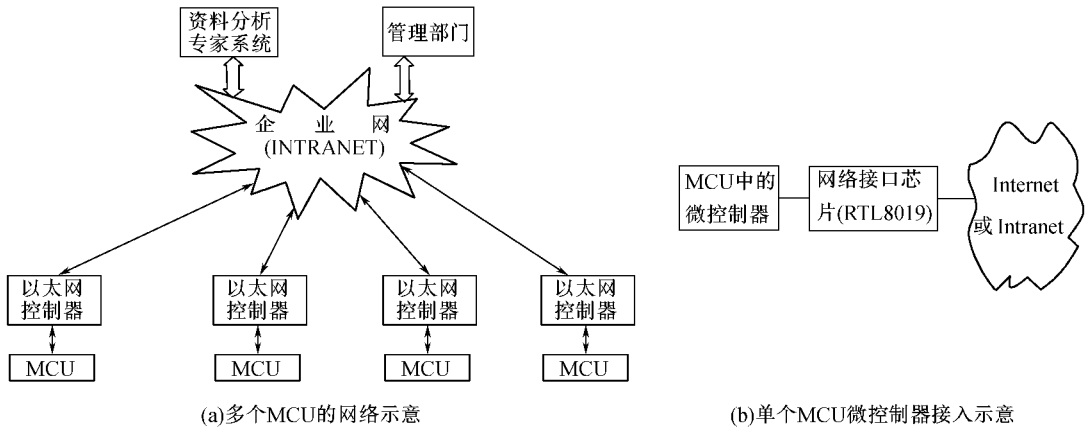


图 3 改进后的安全监测系统网络示意图

Fig.3 Improved security monitoring system

4.1 MCU 接入 Internet 的方案

在使用 TCP/IP 协议时,并不是直接将协议完整地嵌入到智能遥测节点箱中,因为这样将浪费大量的资源,而且对于以低速 16 bit 控制器为核心的嵌入式系统来讲,也难于接入 Internet.

要使 MCU 嵌入式系统接入 Internet,实现 TCP/IP 协议,解决数据的封装、编码及发送等问题,靠普通的低速微控制器自身是难于实现的.为此,通过通用网络接口芯片( RTL8019 等)将 MCU 接入 Internet,这样可降低对 MCU 中的微控制器的要求.如图 3(b)采用这种实现方案时,微控制器只要对网络接口芯片进行控制和通信,就可以实现 MCU 嵌入式系统接入 Internet.对网络接口芯片进行控制,其接入 Internet 部分的程序流程如下(以 RTL8019 为例):

- a. 初始化命令寄存器,启动 RTL8019;
- b. 设置数据配置寄存器,以字节方式通信;
- c. 设置发送配置寄存器,选择 RTL8019 发送数据时的工作方式;
- d. 设置远程开始地址寄存器,指明远程 DMA 操作时所传送数据的起始地址;
- e. 设置远程字节计数寄存器,指明远程 DMA 操作时所传送数据的字节数;
- f. 设置命令寄存器,开始远程 DMA 写操作,使 RTL8019 自动将数据 I/O 端口的数据写入它的缓冲区中;
- g. 开始向数据 I/O 端口传送需要发送的数据;
- h. 数据传送完毕后,设置发送页起始地址寄存器,指明待发送数据的起始地址;
- i. 设置发送字节计数寄存器,指明待发送数据的字节数;
- j. 设置命令寄存器,启动本地 DMA 操作,把缓冲区中的数据发送到 Internet 上;
- k. 结束.

在图 3(a)中大坝上多个 MCU 通过网络接口芯片( RTL8019 等)接入 Internet,从而实现了分布式监控.有关对 RTL8019 的控制和通信及具体的控制电路的实现可参见文献 [1].

改进方案中,除了硬件上配合使用网络接口芯片外,在软件上对 TCP/IP 协议进行了简化,只用到协议中的小部分,也就是对采集的数据进行打包的部分,以及少量的网络管理部分.数据链路层使用 HDLC 协议,使其能够在 Ethernet 上传输即可.

4.2 基于 HDLC 协议的数据打包<sup>[2 3]</sup>

如图 3,在本方案中物理层接口采用的是:单片机( MCU 的微控制器)通过以太网控制器(即通常所说的网卡)与 INTRANET 相连.以太网控制器芯片即网络接口芯片(如 RTL8019 芯片)可自动添加符合 IEEE802.3 帧格式的帧头、帧起始定界符和 CRC 校验和.只需向 RTL8019 芯片发送数据包,由 RTL8019 芯片完成

IEEE802.3 帧的其它部分.在嵌入网络协议时,考虑到对数据要求的专业性,采用简化的 TCP/IP 协议,仅用到协议中一小部分,针对 HDLC 成帧格式,具体对数据的打包如图 4.在 802.3 局域网传输的 HDLC 帧,控制字段是用作流量控制的,包括序号的确认.地址字段写入次站的 8 位地址.

这样就可以将简化的协议直接加到 MCU 模块中.使用 Ethernet 总线技术,其打包及解包的数据格式在数据链路层使用的是 HDLC 协议.由于发送的数据遵循 TCP/IP 协议,所以局域网上的计算机也可以接受到这些数据.

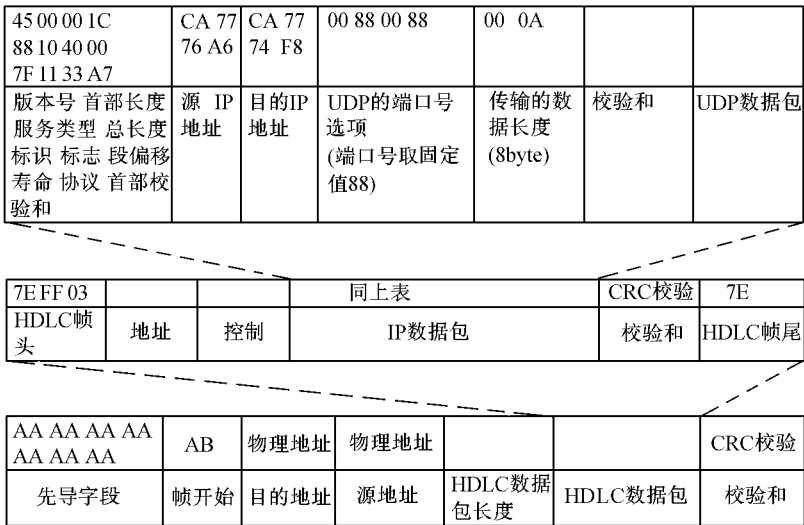


图 4 数据的打包

Fig.4 Data packing

## 5 改进后的联网方案的意义

改进方案不仅可以实现垂线坐标仪数据通信中网络协议组的最小化,而且所有的数据包都符合 TCP/IP 规范.由于使用了分布式联网方案,使得 GYC—500 在成本没有增加的情况下实现了即插即用,增强了可扩展性,而且通过简单的网络管理,可实现对 GYC—500 垂线坐标仪的远程故障检测与维护.同时,由于没有了测量分站,使得监测网络可靠性提高.

参考文献:

[1] 王勇,姚亦峰,陈抗生.一种嵌入式系统接入 Internet 的方法及实现[J].电子技术,2000(9):13~15.  
[2] 朱海滨,蔡开裕,樊爱华,等.分布式系统原理与设计[M].长沙:国防科技大学出版社,1993.100~140.  
[3] 谈国文,张炜,朱丹,等.基于 HDLC 协议的实时通信软件的设计与实现[J].计算机工程与科学,2000,22(4):87~90.

## GYC—500 security monitoring system and its improved scheme

CHEN Zuo-jian<sup>1</sup>, LIU Ye<sup>2</sup>, XU You-ren<sup>1</sup>

(1. College of Sciences, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;  
2. Dept. of Computer, Southeast Univ., Nanjing 210096, China)

**Abstract:** The principle and characteristics of distributed structures are introduced. Based on the analysis of the scheme for the GYC-500 system, its disadvantages are pointed out from the angle of the principle, and an improved scheme is put forward to make the system meet the requirements of opening and distribution styles. The improved security monitoring system is of good reliability, expansibility, and adaptability.

**Key words:** distributed structure; GYC—500; security monitoring system; TCP/IP; HDLC