

部颁 CDT 循环规约的 VC++ 程序实现

李予州, 杨宛辉, 许珉, 王军

(郑州工业大学电气信息工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 介绍了 Windows NT 环境下, 利用微软基础类库 MFC 与 WIN32 API 函数结合实现部颁 CDT 循环规约的方法。完整地给出了实现 CDT 循环规约的全过程。在实际实时环境下运行证明该方法新颖有效, 可以满足为电力系统高级应用软件提供共享数据资源的需要。

关键词: Windows NT; CDT 循环规约; 线程; 同步; 可重用性

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2001)04-0032-04

1 概述

调度自动化及变电站综合自动化等系统已广泛应用于电力系统中, 人们已认识到它们的 SCADA 系统所采集的实时数据是宝贵的资源, 利用这些资源进一步开发高级应用软件是一项很有意义的工作。

本文介绍的就是一种利用部颁 CDT 循环规约进行串口通信的程序。该程序使用 VC++ 开发, 利用微软基本类 MFC (Microsoft Foundation Class) 构造应用程序框架, WIN32 API 通信函数实现通信; 利用 MFC 提供的互斥类 CMutex 实现线程间数据共享, 利用 MFC 消息机制以自定义消息, 建立线程间的通信。并将以上操作进行封装, 使具有良好的可重用性。

MFC 是微软提供的位于 Windows API 之上的 C++ 库, 是 C++ 类结构的扩展。它封装了大多数 API 函数, 显著简化了 Windows 程序的开发过程, 在 Windows 和 Mac 的各版本之间可以移植。在 Windows NT4.0 下使用 C++ 基本类 MFC 与 API 结合实现 CDT 规约, 既可方便地形成应用程序框架和消息映射, 又可灵活地在辅助线程内进行通信, 而且可执行文件小, 不需要外部库。

2 涉及规约简介

2.1 帧结构

部颁 CDT 循环规约规定, 数据以帧结构循环发送。帧结构如图 1。



图 1 帧结构

同步字为 3 组 EB90H。

控制字格式如图 2。

控制字节: 与本文关系不大, 暂不介绍;

帧类别: 61H, 重要遥测 (A 帧),

C2H, 次要遥测 (B 帧),

B3H, 一般遥测 (C 帧),

F4H, 遥信状态 (D1 帧);

信息字数: 本帧信息字数;

源站址: 数据发送站 (RTU 所在站) 编号;

目的站址: 数据接收站 (如集控中心) 编号;

控制字节
帧类别
信息字数
原站址
目的站址
校验码

图 2 控制字组成

校验码: CRC 校验码。

信息字格式如图 3、图 4。

功能码 (00H-7FH)
b ₇ ..b ₀
b ₁₅ b ₁₄ X X b ₁₁ ..b ₈
b ₇ ..b ₀
b ₁₅ b ₁₄ X X b ₁₁ ..b ₈
校验码

图 3 遥测信息字格式

功能码 (F0H-FFH)
b ₇ ..b ₀
b ₁₅ ..b ₈
b ₇ ..b ₀
b ₁₅ ..b ₈
校验码

图 4 遥信信息字格式

每个遥测信息字中传送两路遥测量。每 (b₁₅...b₀) 为一路遥测量。b₁₁..b₀ 为模拟量大小, b₁₁ = 0 时为正数, b₁₁ = 1 时为负数, 以 2 的补码表示负数, b₁₄ = 1 表示溢出, b₁₅ = 1 表示无效, b₁₃, b₁₂ 无意义。功能码 (00H-7FH), 用来标识遥测信息字, 校验码为 CRC 校验码。

每个遥信信息字 (b₁₅..b₀) 中含 32 个状态位。b

= 0 或 b = 1 各表示一种状态。每 (b₁₅ .. b₀) 为一个单元。

2.2 发送规则

数据以帧结构循环发送,重要遥测在 A 帧发送,次要遥测在 B 帧发送,一般遥测在 C 帧发送,遥信信息在 D1 帧发送,变位遥信随机插入发送。以控制字和功能码共同鉴别数据。

2.3 CRC 校验

控制字和信息字都是 (n, k) = (48, 8) 码组,生成多项式为 $G(x) = X^8 + X^2 + X + 1$,陪集为 FFH。G(X) 以模 2 除前 5 个字节,生成余式 R(X)。以 R(X) 的反码为校验码。

3 编程思想

RS-232C 协议规定了数据终端设备 DTE 与数据通信设备 DCE 之间的通信标准。近距离 (< 15m) 通信时可省去 DCE 设备进行“零”调制解调器的双机通信。其物理接线为简单的三线 (TXD、RXD 和地线) 传输方式^[1]。可编程串口芯片完成链路层的位校验、起始位、终止位添加与检出等操作。8273 等芯片还可进行硬件 CRC 校验。根据 ISO 的关于 OSI 7 层网络模型定义:对链路层的通信规约可在应用层直接编程,由串口芯片自动完成其链路层功能^[2]。所以对于部颁 CDT 规约,只用在应用层上对每帧的同步字、控制字、信息字、校验码进行编程,而将串口设置通知串口设备结构 DCB 即可完成通信任务。

3.1 串口通信

点对点的串口通信有多种实现方法,仅在 WINDOWS 操作系统中,就可利用 MSComm 控件,WINDOWS API, MFC 的 CFile 类等来实现串口通讯。但 MSComm 控件不适于多线程, CFile 类并未完全封装对串口的操作,而 WINDOWS API 虽然灵活、通用,可以方便地传输信息,但 API 的 Windows 编程需手工编制大量代码^[4]。故选用 MFC 搭建应用程序框架,由 API 函数实现串口通信功能。WIN32 串口 API 有:CreateFile() 创建串口,GetCommState() 获得缺省串口设备状态,SetCommState() 设置串口设备状态,WriteFile() 发出数据 ReadFile() 读入数据。WriteFile() 和 ReadFile() 函数所操作的数据以 Unsigned Char 型为宜。

由于发送方循环发送,接收方必须持续接收,而且外设速度相对较慢。所以采用善于后台处理的工作者线程专司数据接收之工作。

多线程是多任务的一种表现,32 位 Windows 中

各线程以抢占方式运行 CPU 20ms 的时间片,线程的优先级确定其在某一进程内抢占 CPU 时间片时的级别。

MFC 将 WIN32 线程函数封装于类 CWinThread 之中。一个 MFC 进程有且仅有一个主线程,它是类 CWinThread 的派生类 CWinApp 的实例化过程。辅助线程也由类 CWinThread 的指针管理,一般采用比主线程低的优先级。由于线程共享进程的全局变量,拥有自己的堆栈和寄存器值,除非使用外部指令,线程堆只在进程结束时释放,所以必须在窗体类的头文件和析构函数中定义和撤消线程类指针^[3]。

为实现程序的可移植性,将以上过程封装于 CObject 类的派生类中,使用自定义消息与主程序交互数据。

3.2 数据的存储与共享

采用 MFC 提供的集合类 CMap 存储数据, CMap 类支持序列化和哈希表的查询方式。

为了实现遥信遥测数据的共享,避免两个线程访问相同的数据时引发冲突。使用 2 种 MFC 类:CMutex、CSingleLock 来同步多个线程对一个数据类的同时访问。

将 CMutex 的对象插入类定义中,如下所示:

```
class CCommData :public CObject
{
public:
    CMutex m-mutex; // 嵌入 CMutex 对象
    .....
private:
    int IntFrame[1030]; ..... // 存储数据
};
```

在引用以嵌入 CMutex 变量的存入函数和取出函数堆栈上创建 CSingleLock 类的实例。使用 CSingleLock 的 Lock() 函数避免在函数内部对数据多重访问,以存入函数为例:

```
Bool CcommData::SetCommData (unsigned char
Frametempset[1030])
{
    CSingleLock slock (&m-mutex); // 锁
    if (slock.Lock(1000)) // 如果有其它的线程访问
    这个数据,Lock() 将立刻返回。否{ //
    则,Lock() 在指定的时间内等待读入或写出数据,直
    到超时 ..... // 返回 false。
}
return false;
```

}

3.3 CRC 校验的实现

CRC 校验的实质是求一个数字信息序列的余式,对于(48,40)循环码,编码是在40位信息后附加余式,检错是求40位接收数字序列的余式,或48位接收数字序列与生成多项式 $g(x)$ 模2相除的余数是否为0。

程序实现CRC校验的基础是查表法,即当已知n字节信息的CRC值,求取n+1字节信息的CRC值时,首先增加的字节异或原CRC的高8位,形成一新的字节,求取该字节的CRC值,再与原CRC的低8位相异或,便可求得信息的CRC值^[5]。因此对信息传送的基本单位8字节集合00H FFH,预先求出CRC值,组成含256个CRC值的表,即可用查表法求CRC值,这种查表法就是最基本的直接字节查表法。为了节约存储空间,并适当照顾速度,本程序采用存储32个CRC值的双字段(4位)查表法。即按字节的高4位与低4位为单位,每4位有0-F 16个单元,共组成含32个CRC值的表,其程序流程图如图5所示。图中加法为模2加法,可采用位运算的异或运算得到。

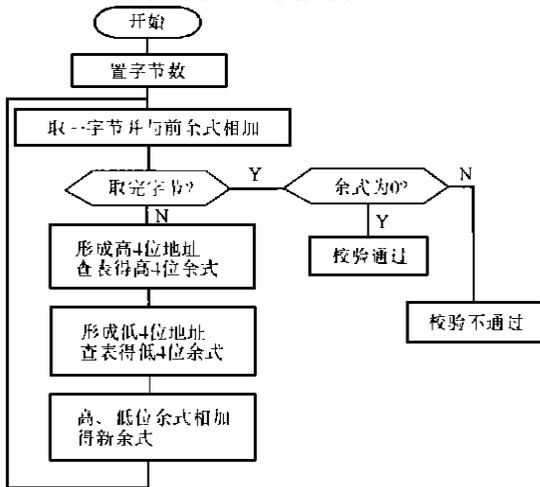


图5 CRC 校验流程图

3.4 数据显示

数据是在工作者线程中接收的,但在工作者线程中无法显示。要实时显示数据且不影响程序正常运行,可以使用用户界面线程或当前窗体接收工作者线程的消息,而在无模式对话框上显示数据,或者使用MDI技术,利用视窗接收消息显示数据。

3.5 消息发送

Windows 通过消息循环、窗体过程和消息API实

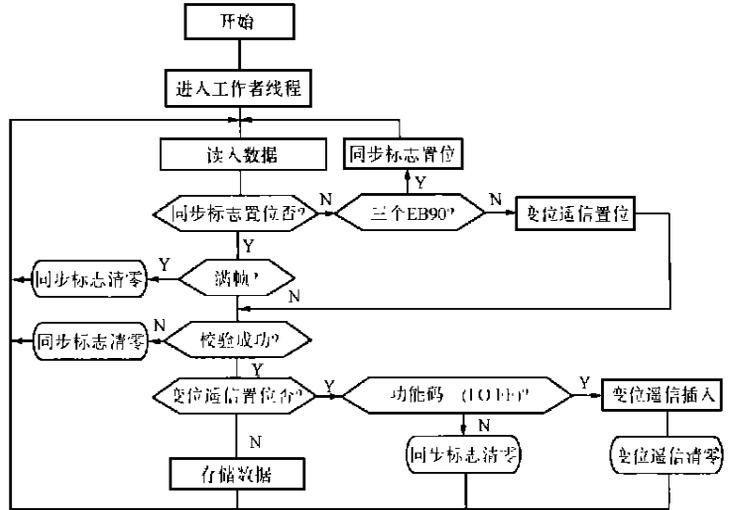


图6 程序流程图

现消息机制,MFC则使用消息映射机制,预定义了大量的窗口、命令和控件消息,用户可方便地重载它们。但工作者线程发送的不是MFC预定义消息,不能使用消息重载的方法,必须自定义窗口消息。

自定义窗口消息的范围是WM-USER到0X7FFF的整数范围。

```
# define WM-COMM-NOTIFY WM-USER + 100//  
自定义消息
```

```
ON-MESSAGE ( WM-COMM-NOTIFY, OnCommEvent)// 消息宏,在映像中获取自定义消息
```

```
LONG OnCommEvent ( UINT wParam , LONG lParam)// 消息响应函数说明
```

为了方便地在其它窗体类中响应该消息,可定义如下消息映像宏:

```
# define ON-COMM-NOTIFY1 ( ) { WM-COMM-NOTIFY, 0,0,0,AfxSig-1wl ,(AFX-PMSG) (LRESULT(AFX-MSG-CALL CWnd::*)) }。
```

4 程序实现简介

为了实现程序的通用性和可维护性,本程序将串口通信的API函数及DCB结构封装于一个串口类中,自定义消息封装于一个消息类中,CRC校验封装于一个校验类中,数据封装于数据类中。程序实现的基本过程见图6。

5 结语

本程序利用显示函数调用数据存储类,在某集控中心实时条件下,连续运行性能稳定。本程序还在Windows98之间、WindowsNT之间、Windows98与

WindowsNT之间进行通信实验,效果良好。可见该程序有较高的使用价值。

参考文献:

- [1] 刘贯宇. 电力系统运动技术. 北京:水利电力出版社, 1986.
- [2] Andrew S. Tanenbaum. 计算机网络. 北京:清华大学出版社, 1998.
- [3] 赵庆林,等. 用 VC++ 设计多线程串行通信程序. 计算机应用, 2000, (1).

- [4] 刘树坤,等. 用 Windows API 实现串行通信. 计算机应用, 2000, (2).
- [5] 赵琦,等. Windows 95 环境下串行通信在测控地面站系统中的应用. 遥测遥控, 1999, (5).

收稿日期: 2000-09-28

作者简介: 李予州(1972-),男,硕士研究生,从事电力系统运动、电力系统安全经济运行方面研究; 杨宛辉(1943-),女,教授,从事电力系统监视与控制方面研究; 许珉(1956-),男,副教授,从事电力系统分析方面研究; 王军(1970-),男,讲师,从事电力系统方面研究。

VC++ program for CDT protocol

LI Yurzhou, YANG Wan-hui, XU Min, WANG Jun

(Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: A new practicable method providing real-time data from SCADA to power system advanced application software through serial port under Windows NT, is illustrated in this paper. Combining MFC and WIN32 API, this method could easily transmit data under the protocol of CDT. Techniques of multithreading, data share and user defined message are employed for serial communication; Collection Class and MDI are used for data saving and data showing; By means of encapsulation, the software becomes opening and reusable. According to this method, a program has been developed to get real time data in a substation. The application shows the reliability and effectiveness of the proposed method.

Key words: Windows NT; CDT protocol; thread; synchronization; reusable

(上接第 31 页)

4 结论

由以上的分析和仿真波形可知,文中提出的系统构成和控制方案能有效平衡补偿点的无功功率,从而提高补偿点的功率因数,仿真结果很好地验证的该方案的可行性。

参考文献:

- [1] 王兆安,等. 谐波抑制和无功功率补偿. 北京:机械工业出版社, 1998, 9.

- [2] 李群湛. 电气化铁道并联综合补偿及其应用. 北京:中国铁道出版社, 1993.
- [3] 米勒 TJ E. 电力系统无功功率控制. 北京:水利电力出版社, 1990.

收稿日期: 2000-09-27; 改回日期: 2000-10-19

作者简介: 陈天锦(1973-),男,工学硕士,现从事电压无功综合补偿装置的设计研究工作; 文劲宇(1970-),男,工学博士,现在许继博士后工作站从事电压无功综合补偿装置的研究设计工作; 张望(1950-),男,高级工程师,现从事高压直流输电的研究设计工作。

The system structure and simulation study of single-phase IGBT-SVG for railways

CHEN Tian-jin, WEN Jin-yu, ZHANG Wang

(Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: The pollution to power system caused by locomotives' motion is one of the cause that restricts the development of railways in our country. Having combined the require of rebuilding railways, this paper presents the system structure and control method of single-phase IGBT-SVG for railways, and the simulation study about it by MATLAB simulation software is provided. The conclusions validate the feasibility of the scheme.

Key words: railways; single-phase; isolated gate bipolar transistor; static var generator; pulse width modulation