

高山無人監控站的系統設計與開發

1 背景

本系統用來監控杭州、溫州、寧波等城市的微波站，主控站在城市機房，受控站則在內地或海邊的山頂，環境比較惡劣。共有 6 個主控站，每個主控站帶 1 個受控站，採用總線型的主控機和受控機兩級結構，通過微波信道(圖 1 粗黑線所示)在主控機之間傳送數據，但在某一時刻只有一台主控機 Polling 所屬受控機，被 Polling 受控機作應答處理，其餘主控機處於偵聽(Listen)狀態。主控機 Polling 完所屬受控機後，轉移 Polling 權，由下一台主控機接管 Polling 權……如此循環。監控內容主要包括柴油發電機、開關電源、市電、蓄電池等的工作狀態、環境溫度、濕度、防盜等。系統結構如圖 1 所示。

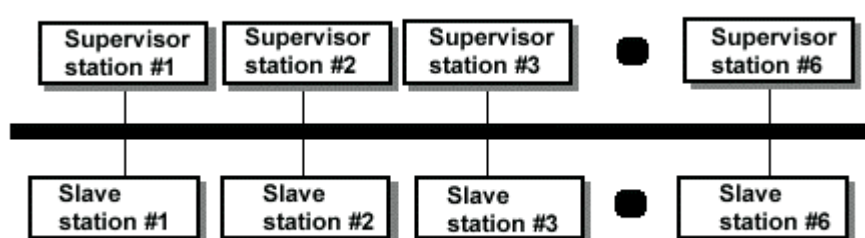


Figure 1 System architecture

2 硬件設計

油機監控器是與大型柴油發電機配套的專用監控器，採用雙機設備；1600 與 2800 也是與原設備配套的專用監控器，其中 1600 主要用來監控市電和環境參數，2800 對兩組蓄電池(各 12 節)進行監控；報警開關量(遙信)輸入模組採用 I-7041，控制開關量(遙控)採用 I-7067 模組，受控機的主控模組則選用 I-7188。I-7188 有四個串行口，其中兩個 RS232(僅含 Rx、Tx、GND 信號線)，一個 RS485，一個 9 針全信號 RS232 口(通過內部跳線，可將此口改變為 RS485 口)。I-7188 接口多，抗惡劣環境，同時，提供豐富的內部函數，有利於快速開發性能可靠的下位機監控系統程序。受控站系統的硬件結構見圖 2 所示。由於各監控模組均使用 RS485 接口，所以需要兩個 RS232/RS485 轉換接口。COM1 口為全信號 RS232，連接專用 Modem，進入微波信道進行數據的傳輸。主控站通過 RS232 接口與專用 Modem 連接，進入微波信道。

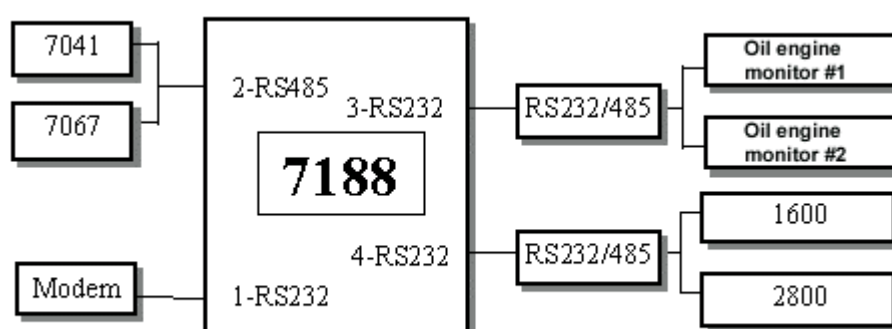



Figure 2 slave station hardware architecture

3 軟件實現

3.1 主控機部分

主控機部分採用組態王 5.1 來實現。該系統可運行于 Win98/NT 平台，真正 32 位程序，實時多任務、多線程，採樣速度快，可靠性高，同時，支持分佈式歷史數據庫及撥號網路，具有豐富的 ActiveX 控件，廣泛應用於鋼鐵、化工、環保、國防、航空航天等重大領域。

利用組態王開發實時計算機監控系統方便快捷。首先，定義設備，加載通訊驅動程序。如對於本系統，是利用 RS232 接口來與受控機通訊的，其定義設備時選取的順序如下：I-7000 系列-Mudam I-7188-Modbus RTU Extention。然後，再規定 RS-232 的工作參數。其次，定義數據詞典，規定變量名、數據類型、寄存器之間的關係。數據詞典中的變量可以根據原始數值自動計算所對應的線性目標值。最後，根據組態王提供的圖元控件設計用戶界面，無論是字符串還是圖元，均可建立"動畫鏈接"，將數據變量和數據的顯示結合起來。數據顯示包括兩種形式，一是數據的文本格式的顯示，二是數據的動畫表示，如對於報警量，正常顯示綠燈，報警顯示紅燈等。如此主控機軟件開發基本完工。

3.2 受控機部分

3.2.1 受控機主程序設計

I-7188 提供了豐富而方便的庫函數，其中包括關鍵的看門狗、相關的數據發送和接收函數、時鐘中斷函數等等，同時，還提供了豐富的例程，使得受控機軟件邏輯簡捷，開發極其迅速可靠，與其它品牌的模組也能友好地連接。I-7188 的一個串口控制兩台智能設備，這是通過地址來區分的。對於 I-7000 系列的模組，其工作參數及模組地址是可調的，可在系統組裝之前對其進行設置。而其它智能模組的工作參數和地址則是由廠家設定的，不可更改。

由於 I-7188 內嵌基本的 DOS 環境，因而，採用 TC2.0 來編寫受控機程序。主程序首先初始化系統，包括對各串口的初始化及系統運行參數的初始化，並安裝用戶時鐘中斷。由於該用戶中斷固定為 1ms，因而，在中斷程序中應避免接收和發送數據，因為監控系統中的波特率一般不超過 9600(太高可能導致數據傳輸的不可靠)，而對於 9600 的波特率，傳輸 1 個字節的數據大約需要 1ms，一般情況下，所選擇的波特率低於 9600，而且，一次發送和接收的數據一般超過 2 個字節，因而，會引起 DOS 重入，從而使系統不可靠。所以，時鐘中斷程序應盡量簡捷，主要完成各個工作節拍之間的協調問題，主要工作在主程序中進行，即輪詢時間或節拍到，即向智能模模組或設備發送查詢命令，而當有數據返回時，再去讀取數據並處理。其軟件系統框圖如圖 3 所示。

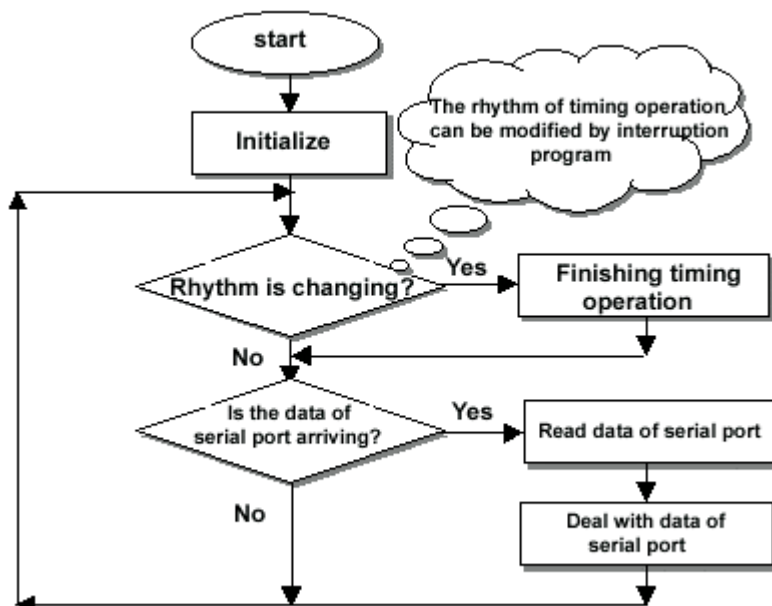


Figure 3 Slave computer main program block diagram

3.2.2 通訊問題及解決方案

對於電腦化監控系統，最關鍵的問題是數據通訊的可靠性。ICP 的 I/O 設備數據傳輸平穩，能與 I-7188 可靠地連接，但其它廠家模組的數據傳輸並不像所想像的那麼連續，因而，應該根據所接收的數據的不連續性作相應的等待，時間太短，數據將可能丟失，時間太長，則可能造成當機或將下一批的數據也一塊接收進來。數據接收程序見程序 1 中的 Read Data Delay 子程序。經過反覆測試，對於本系統，發現延時數據大於 0X140 即可，小於 0X130 則數據錯誤率達 1/4 左右，而且主要是每次丟失 1~2 個字節的數據。0X130 與 0X140 之間為臨界值。數據發送也用一個統一的子程序來完成，見程序 1 中的 Send Data 子程序，數組中第一個字節用來存放收到的字節數，其後為數據內容。

```

/*****
/*   Read Data Delay:讀取串口 nPort 中的數據，放入   */
/*       bData 中，nDealy 為需要等待的節拍數       */
/*****
void ReadDataDelay(int nPort, unsigned char *bData, int nDelay)
{
    int nData=0; /*接收到的字節數*/
    int iCount=0; /*等待計時*/
    while(iCount < nDelay)
    {
        if(IsCom(nPort)==QueueIsNotEmpty) /*nPort 口有數據*/
        {
            nData++;

```

```

        bData[nData] = ReadCom(nPort); /*讀取一個字節的數據*/
        iCount = 0; /*有數據，計時清零*/
    }
    else iCount++; /*沒有數據，則等待計時*/
}
/*bData 數據中第一個字節地址存放收到的字節數，其餘為字節內容*/
bData[0] = nData;
ClearCom(nPort); /*清除串口數據內容，為下次數據接收作準備*/
}

/*****
/*  SendData: nPort 為串口號， ComData 為需要發送的數據  */
/*****
void SendData(int nPort, unsigned char *ComData)
{
    int nlength, i;
    nlength = ComData[0];
    if(2 == nPort)    Set485DirToTransmit(nPort);
    for(i=0; i<nlength; i++)
    {
        ToCom(nPort, ComData[i+1]);
        if(2 == nPort) WaitTransmitOver(nPort);
    }
    /*Com2 為 485 口，應調整其數據傳輸方向*/
    if(2 == nPort) Set485DirToReceive(nPort);
    return;
}

```

4 與松下 PLC 系統的對比

在世界銀行貸款的國家大型水利工程：浙江省錢塘江大型泵站監控系統中，上位機採用工控機，下位機採用松下 FP10SH 型 PLC，其硬件結構見圖 4 所示。上位機通過兩個 RS232C 串口與下位機進行通訊：COM1 為下位機向上位機中斷發送的通訊口，向上位機報告實時報警量；COM2 為編程口，上位機通過該口向下位機灌輸 PLC 程序，並主動進行數據的讀寫，即發送工作命令與讀取數據進行處理。圖 4 為左到右依次為 CPU 模組、模/數轉換模、組、溫度模組、開關量輸入模組、開關量輸出模組。

該系統為母板結構，各模組均插於母板上。主 CPU 模組只有兩個單一的 RS-232 串口，且價格昂貴，當時（1997 年）一塊 FP10SH 的 CPU 模組價格將近萬元。

在軟件方面，上位機沒有提供組態軟件，下位機軟件是用"梯形圖"來實現的，對於沒有較深的電工基礎的電腦編程人員來說，需要較長的適應時間，而且，沒有任何磁盤形式的例程。PLC 操作系統自動循環掃描"梯形圖"程序，在進行數制轉換的過程中，遇到了問題，百思不得其解。後來經過艱苦反覆的調試，才發現，對於多字節數制的轉換，不能通過內部循環來實現，即在操作系統掃描一次的過程中，只能轉換一個數據。對於此技術問題，於 1998 年 4 月底參加上海自動化技術國際展覽，當面請教松下公司的技術支持，並留下書面資料，至今仍然沒有得到他們所承諾的解答。

而對於 I-7000 系列來說，其組合方便，而且，I-7188 有四個 RS-232/485 串口，價格卻非常便宜，一個 I-7188 只要 2000 多元，且同樣抗惡劣環境，曾用吹風機對其連續勁吹，使其表面發燙（溫度在 50°C 以上），☑依然可靠地工作。由於上位機提供了組態軟件，因而，上位機程序開發迅速，性能可靠；下位機提供了豐富的庫函數和例程，使得下位機軟件的邏輯簡捷，編程靈活而迅速，看門狗功能又能使其自動恢復。

5 調試及結論

(vi) 在測試過程中發現，I-7000 系列的模組數據傳輸平穩，並且連續測試 48 小時（5 秒測試 1 次），沒有一次錯誤記錄。目前，該系統已經在實驗室調試通過，效果良好。