

# ***DNEM 電磁熱量表轉換器 通訊協定***

2013.3.25

## 一、概述

DNEM 電磁熱量表具有標準的 MODBUS 通訊介面，支援串列傳輸速率 1200，2400，4800，9600，19200。通過 MODBUS 通訊網路，主站可以採集瞬時流量，瞬時流速，累積流量等參數。

DNEM 電磁熱量表採用的串口參數：1 位元起始位元 8 位元資料位元 1 位元停止位,無校驗。

DNEM 電磁熱量表的 MODBUS 通訊介面在物理結構上採用電氣隔離方式，隔離電壓 1500 伏,並具有 ESD 保護，能夠克服工業現場的各種干擾，保證通訊網路的可靠運行。

## 二、DNEM 網路結構及接線

DNEM 電磁熱量表標準 MODBUS 通訊網路是匯流排型網路結構，支援 1 到 99 個電磁熱量計組網，在網路最遠的電磁熱量計通常要在通訊線兩端並聯一個 120 歐姆的終端匹配電阻，標準通訊連接介質為遮罩雙絞線。

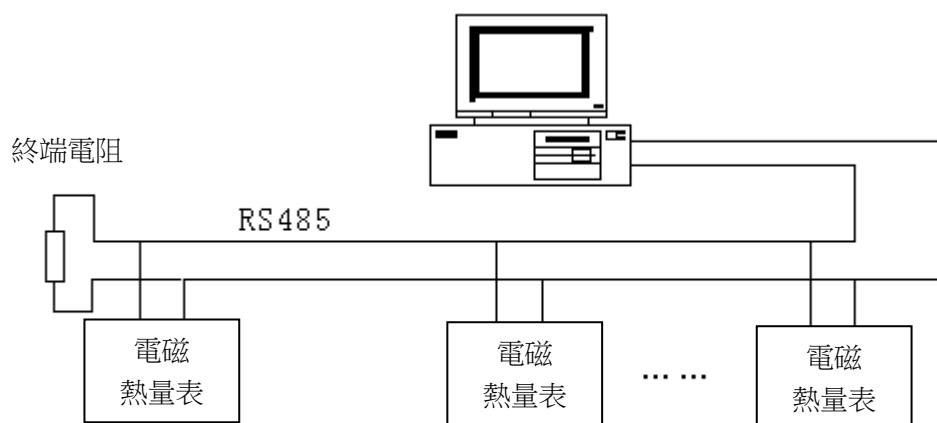


圖-1 電磁熱量計網路結構

DNEM 電磁熱量表通訊接線詳見電磁熱量計使用說明書。

### 三、Modbus 協議 RTU 框架格式

MODBUS 協定是主從通訊方式，每次通訊由主站發起，從站回應主站命令回傳資料。

DNEM 電磁熱量表採用 MODBUS RTU 格式（十六進位格式），其串結構如圖-2 所示。

#### 1. 主站命令串結構

串起始	設備位址	功能代碼	寄存器位址	寄存器長度	CRC 校驗	串結束
T1-T2-T3-T4	8Bit	8Bit	16Bit	16Bit	16Bit	T1-T2-T3-T4

圖-2 主站 RTU 消息串

#### 2. 從站回應串結構

串起始	設備位址	功能代碼	數據	CRC 校驗	串結束
T1-T2-T3-T4	8Bit	8Bit	n 個 8Bit	16Bit	T1-T2-T3-T4

圖 3 從站 RTU 消息串

說明：

(1) T1-T2-T3-T4 為串起始或串結束，MODBUS 協議規定串起始或串結束是在串與串間延時至少 3.5 char 字元的時間實現的，如圖-4 所示。

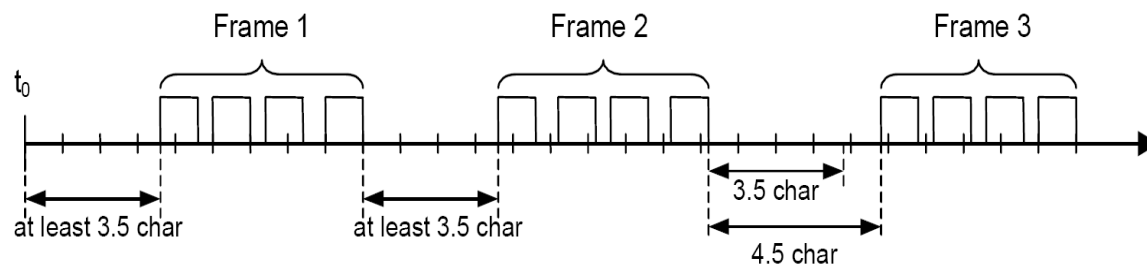


圖-4 MODBUS 串間隔

(2) 設備位址：電磁熱量計的通訊位址，在一個網路中不能有兩個相同的位址。

(3) 功能碼：MODBUS 協議規定的功能碼，DNEM 電磁熱量表採用功能碼 4 讀輸入寄存器來實現採集資料的。

(4) 寄存器位址和寄存器數

主站命令中的參數是從寄存器位址開始的寄存，讀寄存器長度的 N 個寄存器。

(5) 從站回應資料

從站回應資料是：位元組數和 N 個數位元組資料。

詳見 MODBUS 協議。

#### 四、Modbus 協定命令編碼定義

MODBUS 功能碼定義如表-1 所示，L-mag-電磁熱量計僅採用 04 功能碼。

表 -1

功能碼	名稱	作用
01	讀取線圈狀態	保留
02	讀取輸入狀態	保留
03	讀取保持寄存器	保留
04	讀取輸入寄存器	讀電磁熱量表即時資訊
05	強置單線圈	保留
06	預置單寄存器	保留
07	讀取異常狀態	保留
08	回送診斷校驗	保留
09	程式設計（只用於 484）	保留
10	控詢（只用於 484）	保留
11	讀取事件計數	保留
12	讀取通信事件記錄	保留
13	程式設計（184/384 484 584）	保留
14	探詢（184/384 484 584）	保留
15	強置多線圈	保留

## 五、DNEM 電磁熱量表 MODBUS 寄存器定義

1. DNEM 電磁熱量表 MODBUS 寄存器位址定義 表 -2

Protocol Addresses (Decimal)	Protocol Addresses (HEX)	資料格式	寄存器定義
4112	0x1010	Float Inverse	瞬時流量浮點表示 (M <sup>3</sup> /h)
4114	0x1012	Float Inverse	瞬時流速浮點表示
4116	0x1014	Float Inverse	保留
4118	0x1016	Float Inverse	流體電導比浮點表示
4120	0x1018	Long Inverse	流量累積數值整數部分
4122	0x101A	Float Inverse	流量累積數值小數部分
4124	0x101C	Unsigned short	瞬時冷量單位 0：表示 MJ/h; 1：表示 GJ/h 2：表示 KWh/h; 3 表示 MWh/h
4125	0x101D	Unsigned short	冷量總量單位 0：表示 MJ； 1：表示 GJ 2：表示 KWh； 3 表示 MWh
4128	0x1020	Unsigned short	瞬時熱量單位 0：表示 MJ/h; 1：表示 GJ/h 2：表示 KWh/h; 3 表示 MWh/h
4129	0x1021	Unsigned short	流量累積總量單位 (m <sup>3</sup> )
4130	0x1022	Unsigned short	壓力範圍 0：表示 0.6MPa 1：表示 1.6MPa
4131	0x1023	Unsigned short	熱量總量單位 0：表示 MJ； 1：表示 GJ 2：表示 KWh； 3 表示 MWh
4132	0x1024	Unsigned short	空管報警 0：正常；1：報警
4133	0x1025	Unsigned short	系統報警 0：正常；1：報警
4134	0x1026	Float Inverse	瞬時熱流量
4136	0x1028	Long Inverse	熱量總累積值
4138	0x102A	Float Inverse	熱量總累積小數值
4140	0x102C	Unsigned short	入口溫度 (°C)
4141	0x102D	Unsigned short	出口溫度 (°C)
4142	0x102E	Long Inverse	冷量總累積值
4144	0x1030	Float Inverse	冷量總累積小數值
4146	0x1032	Float Inverse	瞬時冷量

## 2. PLC 位址設置說明

PLC 設置時如果沒有功能碼設置項時，使用功能 04 應在寄存器位址前面加 3。另 PLC 寄存器位址的基址是從 1 開始，所以 PLC 設置寄存器位址時應在原位址上加 1。

例：

DNEM 電磁熱量表 MODBUS 寄存器位址為 4112 (0x1010)，MODBUS 功能碼為 4 時，PLC 寄存器位址為 34113。

詳細設置見應用舉例章節 2。

## 3 · 資料含義說明

(1) 浮點格式：

DNEM 電磁熱量表 MODBUS 採用 IEEE754 32 位浮點數格式，其結構如下：(以瞬時流量為例)

0X1010 (34113)		0x1011 (34114)	
BYTE1	BYTE2	BYTE3	BYTE4
S EEEEEEE	E MMMMMMM	MMMMMMMM	MMMMMMMM

S—尾數的符號；1=負數, 0 = 正數；

E—指數；與十進位數字 127 的差值表示。

M—尾數；低 23 位元，小數部分。

當 E 不全” 0” 時, 且不全” 1 時浮點數與十進位數字轉換公式：

$$V = (-1)^S 2^{(E-127)} (1 + M)$$

(2) 累積總量單位

表 3

代碼	0	1	2	3
累積單位	保留	M3	保留	保留

(3) 報警

空管報警，系統報警表示：

0-----不報警；1----報警

## 六、通訊資料解析

瞬時流量，瞬時流速，流量百分比，流體電導比，正反向累積量小數部分以浮點數的格式傳輸。正反向累積量得整數部分以長整型數傳輸。

### 1 讀瞬時流量

主站發送命令(十六進位)

01	04	10	10	00	02	74	CE
設備地址	功能碼	寄存器位址高位	寄存器位址高位	寄存器長度高位	寄存器長度低位	CRC高位	CRC低位

主站接收到資料：

01	04	04	C4	1C	60	00	2F	72
設備地址	功能碼	數據長度	4 個位元組浮點數 (瞬時流量)				CRC高位	CRC低位

浮點數

C4

1C

60

00

1100 0100

0001 1100

0110 0000

0000 0000

浮點數位元組 1

浮點數位元組 2

浮點數位元組 3

浮點數位元組 4



S=1: 尾數符號為 1 表示是負數。

E = 10001000: 指數為 136

M= 001 1100 0110 0000 0000 0000，尾數為

$$V = (-1)^1 2^{(136 - 127)} \left(1 + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{512} + \frac{1}{1024}\right)$$

$$= -625.5$$

## 2.讀瞬時流速：

主站發送命令：

01	04	10	12	00	02	D5	0E
設備地址	功能碼	寄存器位址高位	寄存器位址高位	寄存器長度高位	寄存器長度低位	CRC高位	CRC低位

主站接收資料：

01	04	04	C1	B0	80	00	A6	5F
設備地址	功能碼	數據長度	4 個位元組浮點數 (瞬時流速)				CRC高位	CRC低位

浮點數為： C1 B0 80 00

1100 0001 1011 0000 1111 1000 0000 0000

S = 1

E = 10000011

M = 011 0000 1111 1000 0000 0000

$$V = (-1)^1 2^{(131 - 127)} \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{256}\right)$$

$$= -22.0625$$

### 3 讀累積流量

為了能夠完全表達電磁熱量計的 9 位累積值，所以把累積流量的整數和小數部分分別表達。整數部分用長整型變數，小數部分使用浮點數。

累積流量為 1587m<sup>3</sup>

主站發送採集累積流量整數值命令：

01	04	10	18	00	02	F5	0C
設備地址	功能碼	寄存器位址高位	寄存器位址高位	寄存器長度高位	寄存器長度低位	CRC 高位	CRC 低位

主站接收到資料：

01	04	04	00	00	70	71	1E	60
設備地址	功能碼	數據長度	4 個位元組長整形 (累積量整數部分)				CRC 高位	CRC 低位

累積流量的整數部分為 = 28785

主站發送採集累積流量小數值命令

01	04	10	1A	00	02	54	CC
設備地址	功能碼	寄存器位址高位	寄存器位址高位	寄存器長度高位	寄存器長度低位	CRC 高位	CRC 低位

主站接收到資料：

01	04	04	3F	00	00	00	3B	90
設備地址	功能碼	數據長度	4 個位元組浮點數 (累積量小數部分)				CRC 高位	CRC 低位

浮點數為： 3F 00 00 00

0011 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000

$$S = 0$$

$$E = 0111111 \quad 126$$

$$M = 000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$$

$$V = (-1)^1 2^{(126 - 127)}$$

$$= \mathbf{0.5}$$

#### 4.讀總量流量單位

主站發送讀瞬時流量單位 8 個位元組命令：

01	04	10	21	00	01	65	00
設備 地址	功能碼	寄存器 位址高位	寄存器 位址高位	寄存器 長度高位	寄存器 長度低位	CRC 高位	CRC 低位

主站接收到從站回傳 7 個位元組資料：

01	04	02	00	01	78	F0
設備 地址	功能碼	數據 長度	2 個位元組整型 (累積量單位)		CRC 高位	CRC 低位

根據表 3 查得：流量單位為 M3

#### 5.讀報警狀態

主站發送讀報警 8 個位元組命令：

01	04	10	24	00	01	75	01
設備 地址	功能碼	寄存器 位址高位	寄存器 位址高位	寄存器 長度高位	寄存器 長度低位	CRC 高位	CRC 低位

主站接收到從站回傳 7 個位元組資料：

01	04	02	00	01	78	F0
----	----	----	----	----	----	----

設備 地址	功能碼	數據 長度	2 個位元組整型 (報警)	CRC 高位	CRC 低位
----------	-----	----------	------------------	-----------	-----------

狀態為 1 表示空管是報警狀態。

其他報警依次類推。

## 6. 讀瞬時熱量單位

主站發送讀報警 8 個位元組命令：

01	04	10	20	00	01	75	01
設備 地址	功能碼	寄存器 位址高位	寄存器 位址高位	寄存器 長度高位	寄存器 長度低位	CRC 高位	CRC 低位

主站接收到從站回傳 7 個位元組資料：

01	04	02	00	01	78	F0
設備 地址	功能碼	數據 長度	2 個位元組整型 (瞬時熱量單位)		CRC 高位	CRC 低位

1 表示 GJ/h。0 表示 MJ/h

## 7. 讀累積熱量單位

主站發送讀報警 8 個位元組命令：

01	04	10	23	00	01	75	01
設備 地址	功能碼	寄存器 位址高位	寄存器 位址高位	寄存器 長度高位	寄存器 長度低位	CRC 高位	CRC 低位

主站接收到從站回傳 7 個位元組資料：

01	04	02	00	01	78	F0
設備 地址	功能碼	數據 長度	2 個位元組整型 (累積熱量單位)		CRC 高位	CRC 低位

1 表示 GJ。0 表示 MJ。

## 7. 讀壓力範圍

主站發送讀報警 8 個位元組命令：

01	04	10	22	00	01	75	01
設備 地址	功能碼	寄存器 位址高位	寄存器 位址高位	寄存器 長度高位	寄存器 長度低位	CRC 高位	CRC 低位

主站接收到從站回傳 7 個位元組資料：

01	04	02	00	01	78	F0
設備 地址	功能碼	數據 長度	2 個位元組整型 (壓力範圍)		CRC 高位	CRC 低位

1 表示 1.6MPa。0 表示 0.6MPa。

## 8. 讀熱量流量 (同讀瞬時流量)

## 9. 讀熱量累積 (同讀累積流量)

## 10. 讀入口溫度

主站發送讀報警 8 個位元組命令：

01	04	10	23	00	01	75	01
設備 地址	功能碼	寄存器	寄存器	寄存器	寄存器	CRC 高位	CRC 低位

地址		位址高位	位址高位	長度高位	長度低位		
----	--	------	------	------	------	--	--

主站接收到從站回傳 7 個位元組資料：

01	04	02	03	20	78	F0
設備 地址	功能碼	數據 長度	2 個位元組整型 (入口溫度)		CRC 高位	CRC 低位

溫度帶有 1 位元小數。

入口溫度 = 80.0°C

#### 10. 讀出口溫度 (同讀入口溫度)

## 七、應用舉例

### 1.C 語言 MODBUS 示例程式

#### (1). CRC16演算法：

```

INT16U CRC16(INT8U *puchMsg, INT16U usDataLen)
{
    INT8U uchCRCHi = 0xFF;          /* 高CRC位元組初始化 */
    INT8U uchCRCLo = 0xFF;          /* 低CRC 位元組初始化 */
    INT8U uIndex;                    /* CRC迴圈中的索引 */
    while (usDataLen--)              /* 傳輸訊息緩衝區 */
    {
        uIndex = uchCRCHi ^ *puchMsg++; /* 計算CRC */
        uchCRCHi = uchCRCLo ^ auchCRCHi[uIndex];
        uchCRCLo = auchCRCLo[uIndex];
    }
    return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo);
}

```

#### (2) 發送命令程式

本常式以Mag64為核心CPU

```

void Read_InPut (INT8U Addr, INT16U Start, INT16U Len)
{
    INT16U CRC;
    SendBuffer_485[0]=Addr;          //設備位址
    SendBuffer_485[1]=0x04;          //modbus功能碼
    SendBuffer_485[2]=Start/256;     //Start為寄存器位址
    SendBuffer_485[3]=Start%256;
    SendBuffer_485[4]=Len/256;       //Len為讀取寄存器長度
    SendBuffer_485[5]=Len%256;
    CRC=CRC16(SendBuffer_485, 6);
    SendBuffer_485[6]=CRC/256;       //CRC校驗高位
    SendBuffer_485[7]=CRC%256;      //CRC校驗低位
    R485_OUT;                         //使能RS485發送
    SendLen_485=8;
    SendNum_485=0;
    CloseINT0();                      //關閉串口接受中斷
    UCSROB |= BIT(UDRIE0);           //打開串口發送中斷
}

```

#### (3) 返回資料解析 (只以瞬時流量為例)

資料接收使用串口中斷，ReceivedBuffer\_485為接收資料組，ReceivedNum\_485為接收到資料長度，ReceivedFlag\_485接收到資料標誌。函數float Datasum(INT8U BYTE1, INT8U BYTE2, INT8U BYTE3, INT8U BYTE4)把浮點數的4個位元組轉換為1個浮點數。

```
float Datasum(INT8U FloatByte1, INT8U FloatByte2, INT8U FloatByte3, INT8U FloatByte4)
{
    float aa;
    union IntTOFP
    {
        FP32      F32;
        INT8U     T8[4];
    };
    union IntTOFP aa;
    aa.T8[0] = FloatByte1;
    aa.T8[1] = FloatByte2;
    aa.T8[2] = FloatByte3;
    aa.T8[3] = FloatByte4;
    return aa;
}

void Read_Lmag(INT8U Ad)
{
    INT8U  i, j;
    INT8U  Num1[10], BIT;
    INT16U CRC1, CRC2;
    FP32   Flow;                               //aaa為瞬時流量數值
    ReceivedFlag_485=1;
    Open_Time1_Ms5(20);
    Read_InPut(Ad, 0x1010, 2);                  //發送設備位址、寄存器位址、寄存器長度
    while(ReceivedFlag_485);                    //等待接收結束
    if((ReceivedNum_485==9)&&(ReceivedBuffer_485[0]==Ad)) // 判斷資料是否正確
    {
        CRC1=CRC16(ReceivedBuffer_485, 7);
        CRC2=ReceivedBuffer_485[7]*256+ReceivedBuffer_485[8];
        if(CRC1==CRC2)
        {
            // 轉換資料為浮點數
            Flow = Datasum(ReceivedBuffer_485[6], ReceivedBuffer_485[5],
                           ReceivedBuffer_485[4], ReceivedBuffer_485[3]);
        }
    }
}
```

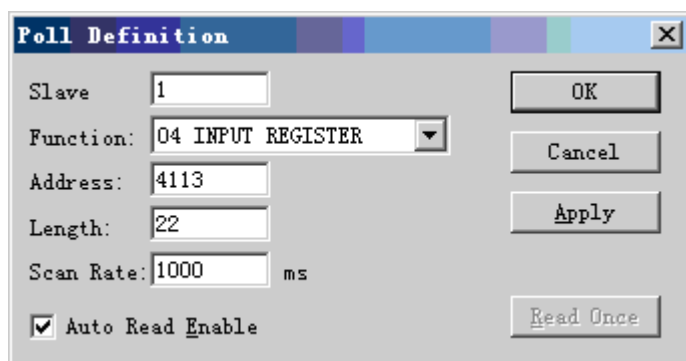


## 2.Modbus 調試軟體 modbus poll 通訊實例

以從站位址為 1，串列傳輸速率 9600,讀取所有即時資料為例設置方法如下:

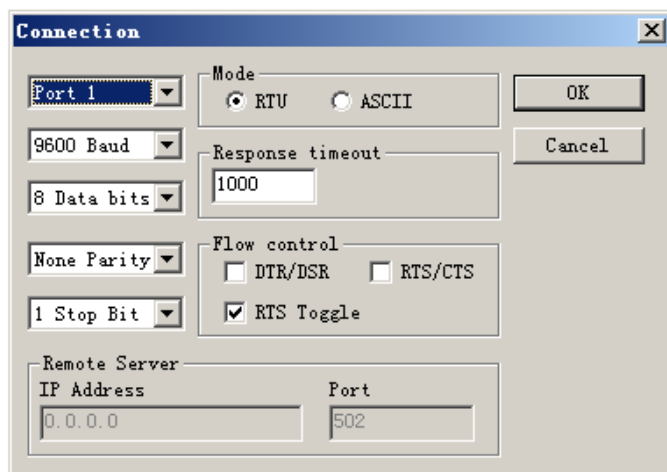
按照表 2 所示：起始寄存器位址 4113 寄存器個數為 22

1. 設置採集命令包括設備位址(1)、MODBUS 功能碼(04)、寄存器位址(4113)、寄存器長度(22)、採集間隔(1000)。

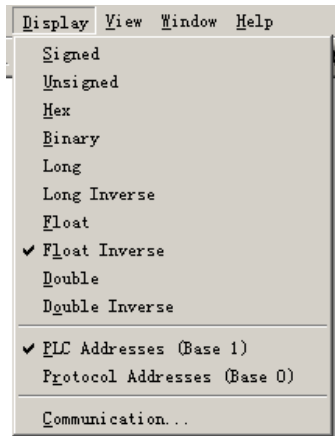


### 2.設置串口數據

根據 DNEM 電磁熱量表串口格式(1 位起始位元 8 位元資料位元 1 位元停止位, 無校驗)設置如下圖：



### 3.設置資料顯示格式



#### 4. 通訊成功介面

