



一、通訊

1-1 通訊協定

採用 Modbus protocol-RTU 模式之通訊協定。

編碼	8 位元之 2 進位制數值
起始位元	1 位
數據位元	8 位
奇偶校驗位元	1 位：有奇偶校驗位元 無：無奇偶校驗位元
停止位元	1 位：有奇偶校驗位元 2 位：無奇偶校驗位元
錯誤校驗	CRC(冗餘循環碼)

初始結構 = ≥ 4 字節的時間

位址碼 = 1 字節

功能碼 = 1 字節

數據區 = N 字節

錯誤校驗 = 16 位 CRC 碼

結束結構 = ≥ 4 字節的時間

1-2 結構

位址碼	功能碼	數據區	校驗碼
8 位元	8 位元	N x 8 位元	16 位元

1-3 位址區

位址碼為訊息組的起始位元組(8 位元)，從 1~247 這個位元組表示由用戶設置位址的僕站將接收由主站發送來的訊息。每個僕站都必須有唯一的位址碼，並且只有符合位址碼之僕站才能回應。當僕站回應訊息時，其位址碼表示其訊息來自何處。

1-4 功能區

主站發送之功能碼告訴僕站要執行之任務，以下列出功能碼都有具體的含義及操作

代碼	含義	操作
03	讀取數據	讀取當前暫存器一個或多個之二進位值
06	預置單一暫存器	把設置之二進位值寫入單一暫存器

1-5 數據區

數據區包含需要僕站執行之動作或由僕站採集的返送訊息，這些訊息可以是數值，參考地址等等。例如：功能碼告訴僕站讀取暫存器的值，則數據區必包含要讀取暫存器的起始位址及讀取長度，對於不同的僕站，位址和數據訊息都不相同。

1-6 錯誤校驗碼

主站或僕站可用校驗碼進行判別接收訊息是否出錯，當訊息在傳送過程中，由於電子雜訊或其他的干擾，而產生不確定性的變化，錯誤校驗碼可以保證主站或僕站在傳送過程中出錯的訊息不被認定，如此可確立系統的可靠性。(錯誤校驗採 **CRC-16** 校驗方法)

※位址碼. 功能碼. 數據區和錯誤校驗碼訊息組的格式都是相同的※

1-7 錯誤校驗碼

冗餘循環碼 (**CRC**) 包含 2 個位元組，16 位元二進位數值 **CRC** 碼由發送設備計算，置於發送訊息的尾部。接收訊息設備再重新計算接收到訊息 **CRC** 碼，比較計算得到的 **CRC** 碼是否與接收到的相符合，如果兩者不相符，則表明出錯，即傳訊資料不被認定就執行錯誤處理。

1-8 CRC 計算方式

CRC 計算方式有兩種，一種為邏輯運算，另一種為查表方式。**CRC** 欄位為 2 個 16 進制 **Byte**，從 **Address field** 計算至 **Data field** 結束，若 **PC** 計算之 **CRC** 與接收不符，則表示資料錯誤。

1. 邏輯運算

計算步驟如下：

- (1) 將一個 16 位元暫存器填入 **FFFF(Hex)**，我們定義為 **CRC** 暫存器。
- (2) 將 **CRC** 暫存器的低 8 位元與 **Message** 的第一個 **Byte** 做互斥或 (**Exclusive OR**)，結果放入 **CRC** 暫存器。
- (3) 將 **CRC** 暫存器向右移一個位元，**CRC** 暫存器最高位元填入 0，比較移出的位元 (定義為 **SLSB**)。
- (4) 若 **SLSB=0**，重覆步驟 3。若 **SLSB=1**，將 **CRC** 暫存器與常數 **A001(Hex)** 做互斥或，結果放入 **CRC** 暫存器。

- (5) 重覆步驟 3 及步驟 4，直到 8 位元都做完。
- (6) 重覆步驟 2~5，直到所有 Byte 都做完。
- (7) 計算出來 CRC 的值需高低位元互換填入 Message 中。

Addr	Func	Data Count	Data	Data	Data	Data	CRC Lo	CRC Hi
------	------	------------	------	------	------	------	--------	--------

2. 查表方式

```

/* The function returns the CRC as a type unsigned short. */
/* CRC Generation Function */
unsigned short CRC16 (puchMSG, usDataLen )
unsigned char *puchMsg : /* message to calculate CRC upon */
unsigned short usDataLen : /* quantity of bytes in message*/
{
    unsigned char uchCRCHi = 0xFF; /* high CRC byte initialized */
    unsigned char uchCRCLo = 0xFF; /* low CRC byte initialized */
    unsigned uIndex; /* will index index into CRC lookup*/
    while(usDataLen /* pass through message buffer */
        {
            uIndex=uchCRCHi ^ *puchMsg++; /* calculate the CRC */
            uchCRCHi = uchCRCLo ^ uchCRCHi[uIndex];
            uchCRCLo = uchCRCLo [uIndex];
        }
    return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo);
}

```

High Order Byte Table

/* Table of CRC values for high- order byte */

```
static unsigned char auchCRCHi [ ] = {  
0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 ,  
0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 ,  
0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 ,  
0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 ,  
0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 ,  
0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 ,  
0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 ,  
0x81 , 0x40 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 ,  
0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 ,  
0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 ,  
0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 ,  
0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 ,  
0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 ,  
0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 ,  
0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 ,  
0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 ,  
0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 ,  
0x81 , 0x40 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 ,  
0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40 , 0x01 , 0xC0 , 0x80 , 0x41 , 0x01 , 0xC0 ,  
0x80 , 0x41 , 0x00 , 0xC1 , 0x81 , 0x40  
} ;
```

Low Order Byte Table

/* Table of CRC values for low-order byte */

```
static char auchCRCLo[ ]={
0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06,
0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4, 0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD,
0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A,
0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD, 0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4,
0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3,
0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7, 0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4,
0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29,
0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE, 0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED,
0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60,
0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2, 0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67,
0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68,
0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB, 0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E,
0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71,
0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91, 0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92,
0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B,
0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88, 0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B,
0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42,
0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80, 0x40
} ;
```

1-9 讀取暫存器 (Function Code = 03 Hex)

Query :

Start of Frame	Address Field	Function Code	Start Address	Number of	Error Check	End of Frame
----------------	---------------	---------------	---------------	-----------	-------------	--------------

- Start of frame : Starting message marker
- Address Field : 欲讀取之位址 (1 Byte)
- Function Code : 03 Hex (1 Byte)
- Start Address : 第一個暫存器之位址 (2 Byte)
- Number of Registers : 欲讀取多少個 Word
- Error Check : 16 bit CRC
- End of Frame : End message marker

Response :

Start of Frame	Address Field	Function Code	Number of Data Byte Count	D0, D1.. Dn	Error Check	End of Frame
----------------	---------------	---------------	---------------------------	-------------	-------------	--------------

- Start of frame : Starting message marker
- Address Field : 回傳 Transducer 之位址 (1 Byte)
- Function Code : 03 Hex (1 Byte)
- Number of data byte count : 00~?? Hex (1 byte) ;
即 D0~Dn 的 Byte 數。

- D0~Dn : Data
- Error Check : CRC
- End of Frame : End message marker

1-10 Error Message

Transducer Response :

Start of Frame	Address Field	Function Code	Error Code	Error Check	End of Frame
----------------	---------------	---------------	------------	-------------	--------------

- Start of Frame : Starting message marker
- Address Field : Transducer Address
- Function Code : PC 傳送之 Function Code 最高位元設為 1。
- Error Check : CRC
- End of Frame : End message marker。
- Error Code : 01 : 錯誤 Function
02 : 錯誤 Data Address
03 : 錯誤 Data Value

二. 通訊功能說明

2-1 讀取暫存器內容 : (Function code : 03H)

此一功能允許使用者選取量測值，記錄資料及系統所設定參數

Address	Function	Data start Addr Hi	Data start Addr Low	Data of Regs Hi	Data of Regs Low	CRC 16 Hi	CRC 16 Low
01H	03H	03H	E8H	00H	01H		

Response : 所回傳的資料中包含了僕站的位置. 功能碼. 資料的長度. 資料位元組及檢查碼

Address	Function	Data count	Data Hi	Data Low	CRC 16 Hi	CRC 16 Low
01H	03H	02H	27H	10H		

2-2 變更單一暫存器的內容 : (Function code : 06H)

此一功能允許使用者變更任何經許可的單一暫存器位置，但其變更的資料必須是在被接收的範圍內，當此表在正常的工作狀態下，此功能在任何時間均可執行。

Address	Function	Data of Regs Hi	Data of Regs Low	Value Hi	Value Low	CRC 16 Hi	CRC 16 Low
01H	06H	0BH	B8H	00H	01H		

Response : 在常態回應時，回應通常延遲至暫存器變更之後

Address	Function	Data of Regs Hi	Data of Regs Low	Value Hi	Value Low	CRC 16 Hi	CRC 16 Low
01H	06H	0BH	B8H	00H	01H		

2-3 錯誤訊息

Address	Function	Error code	CRC 16 Hi	CRC 16 Low
01H	83H	02H		

其功能碼的最高位元更改為 high

錯誤碼 : 01= 錯誤的功能碼 (Error Function)

02= 錯誤的資料位置 (Error Data Address)

03= 錯誤的資料值 (Error Data Value)

Modbus RTU Mode

Register Number	Register Name	Type	Saved	Scaled	Units	Range	Register Description
1000	Σ voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1001	Σ current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1002	Σ watt	R	N	E	W / (Scale Factor E)	0~+/-32767	
1003	Σ var	R	N	E	Var / (Scale Factor E)	0~+/-32767	
1004	Σ VA	R	N	E	VA / (Scale Factor E)	0~32767	
1005	Σ PF	R	N	N	COS θ	0~+/-1000	
1006	Frequency	R	N	N	0.01Hz	0~6600	
1007 1008 1009 1010	Σ watt hour	R	Y	H	WH : (1008)*65536+(1009)*65536+(1010)	0~4294967295	
1011 1012 1013 1014	Σ var hour	R	Y	H	VarH : (1012)*65536+(1013)*65536+(1014)	0~4294967295	
1016	V (RS) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1017	V (ST) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1018	V (TR) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1019	V (RN) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1020	V (SN) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1021	V (TN) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1022	I (R) Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1023	I (S) Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1024	I (T) Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1025	Neutral Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1026	W (R)	R	N	E	W / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Real power , Phase R
1027	W (S)	R	N	E	W / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Real power , Phase S

Register Number	Register Name	Type	Saved	Scaled	Units	Range	Register Description
1028	W (T)	R	N	E	W / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Real power , Phase T
1029	Var (R)	R	N	E	Var / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Reactive power , Phase R
1030	Var (S)	R	N	E	Var / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Reactive power , Phase S
1031	Var (T)	R	N	E	Var / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Reactive power , Phase T
1032	VA (R)	R	N	E	VA / (Scale Factor E)	0~32767	Apparent power , Phase R
1033	VA (S)	R	N	E	VA / (Scale Factor E)	0~32767	Apparent power , Phase S
1034	VA (T)	R	N	E	VA / (Scale Factor E)	0~32767	Apparent power , Phase T
1035	Pf (R)	R	N	N	COS θ	0~+/-1000	Power factor , Phase R
1036	Pf (S)	R	N	N	COS θ	0~+/-1000	Power factor , Phase S
1037	Pf (T)	R	N	N	COS θ	0~+/-1000	Power factor , Phase T
1038	Relay status	R	N	N	----	0 to 3	Bit0 : Relay H1 Bit1 : Relay H2
1039	Digital input (Option)	R	N	N	----	0 to 3	Bit0 : Digital input 1 Bit1 : Digital input 2
1015	Σ Demand watt	R	Y	N	WD/θScale Factor E)	0~+/-32767	Demand watt (CP510)

Modbus RTU Mode (Maximum)

Register Number	Register Name	Type	Saved	Scaled	Units	Range	Register Description
1050	Maximum Σ Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1051	Maximum Σ Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1052	Maximum Σ watt	R	N	E	W / (Scale Factor E)	0~+/-32767	
1053	Maximum Σ var	R	N	E	Var / (Scale Factor E)	0~+/-32767	
1054	Maximum Σ VA	R	N	E	VA / (Scale Factor E)	0~32767	
1055	Maximum Σ Pf	R	N	N	COS θ	0~+/-1000	
1056	Maximum Frequency	R	N	N	0.01Hz	0~6600	
1058	Maximum V (RS) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1059	Maximum V (ST) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1060	Maximum V (TR) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1061	Maximum V (RN) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1062	Maximum V (SN) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1063	Maximum V (TN) Voltage	R	N	V	V / (Scale Factor V)	0~32767	
1064	Maximum I (R) Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1065	Maximum I (S) Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1066	Maximum I (T) Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1067	Maximum Neutral Current	R	N	A	mA / (Scale Factor A)	0~32767	
1068	Maximum W (R)	R	N	E	W / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Real power ,Phase R
1069	Maximum W (S)	R	N	E	W / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Real power , Phase S
1070	Maximum W (T)	R	N	E	W / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Real power , Phase T
1071	Maximum Var (R)	R	N	E	Var / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Reactive power , Phase R
1072	Maximum Var (S)	R	N	E	Var / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Reactive power , Phase S
1073	Maximum Var (T)	R	N	E	Var / (Scale Factor E)	0~+/-32767	Reactive power , Phase T
1074	Maximum VA (R)	R	N	E	VA / (Scale Factor E)	0~32767	Apparent power , Phase R
1075	Maximum VA (S)	R	N	E	VA / (Scale Factor E)	0~32767	Apparent power , Phase S
1076	Maximum VA (T)	R	N	E	VA / (Scale Factor E)	0~32767	Apparent power , Phase T
1077	Maximum Pf (R)	R	N	N	COS θ	0~+/-1000	Power factor , Phase R

Register Number	Register Name	Type	Saved	Scaled	Units	Range	Register Description
1078	Maximum Pf (S)	R	N	N	COS θ	0~+/-1000	Power factor , Phase S
1079	Maximum Pf (T)	R	N	N	COS θ	0~+/-1000	Power factor , Phase T

Modbus RTU Mode (Configuration)

Register Number	Register Name	Type	Saved	Scaled	Units	Range	Register Description
2000	Voltage scale factor V	R	N	N	----	-2 to 1	-2 : Scale by 0.01 -1 : Scale by 0.1 0 : Scale by 1 1 : Scale by 10
2001	Current scale factor A	R	N	N	----	-4 to 0	-4 : Scale by 0.000 1 -3 : Scale by 0.001 -2 : Scale by 0.01 -1 : Scale by 0.1 0 : Scale by 1
2002	Watt, Var , VA scale factor	E R	N	N	----	-7 to 1	-7 : Scale by 0.000 0001 -6 : Scale by 0.000001 -5 : Scale by 0.00001 -4 : Scale by 0.0001 -3 : Scale by 0.001 -2 : Scale by 0.01 -1 : Scale by 0.1 0 : Scale by 1 1 : Scale by 10
2003	Reversed	R	N	N	----	0	
2004	PT	R/W	Y	N	----	1~9999	Voltage Ratio
2005	CT	R/W	Y	N	----	1~9999	Current Ratio
2006	Power Demand interval	R/W	Y	N	Minute	1~60	Demand interval
2007	Relay type	R/W	Y	N	----	0 to 2	0 : Σ voltage 1 : Σ current 2 : Σ watt
2008	Relay Hi Set 2 Value	R/W	Y	N	----	0~9999	Relay Hi Set 2 Value (secondary value)

Register Number	Register Name	Type	Saved	Scaled	Units	Range	Register Description
2009	Relay Hi Set 1 Value	R/W	Y	N	----	0~9999	Relay Hi Set 1 Value (secondary value)
2010	Reset Maximum Value	W	N	N	----	0 to 1	1 : reset other : illegal
2011	Reset Maximum Demand	W	N	N	----	0 to 1	1 : reset other : illegal
2012	Reset Energy Value	W	N	N	----	0 to 1	1 : reset other : illegal