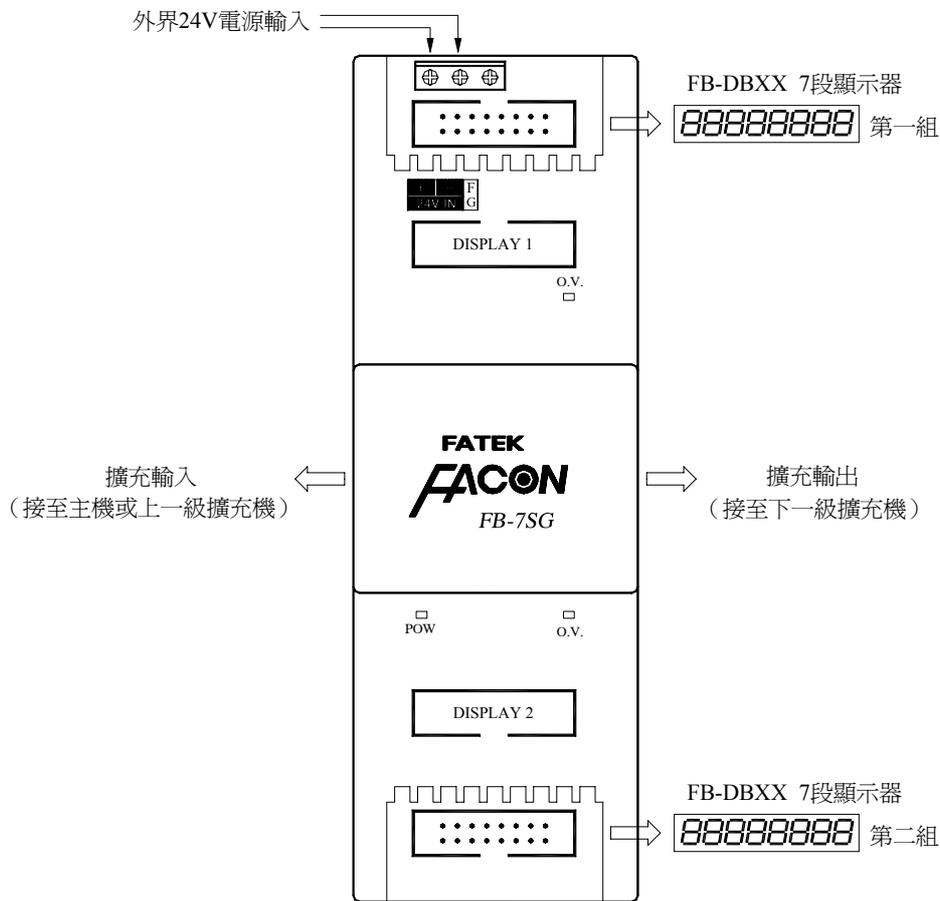


第 17 章：FB-7SG 七段 LED 顯示器模組

17.1 FB-7SG 概述

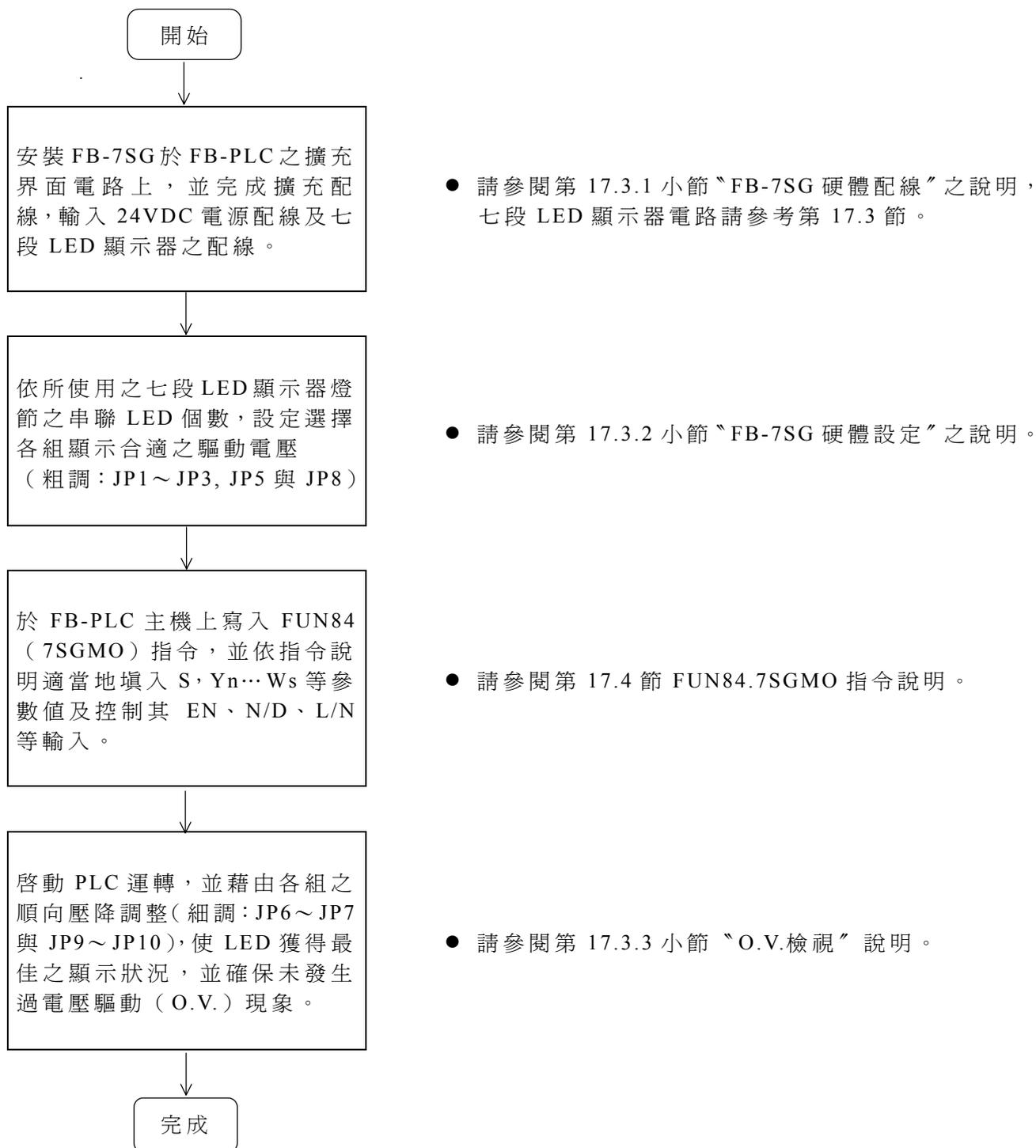
FB-7SG 有 7SG1 與 7SG2 二種機型，其內部分別具有 1 個或 2 個可顯示 8 個數字（位數）之顯示 IC，可分別驅動 8 個或 16 個共陰極連接之七段 LED 顯示器，下圖係以 FB-7SG2 為例之示意圖。

外觀圖



FB-7SG 內部具有專用之七段 LED 顯示 IC，以定電流（40mA）作 1~8 個七段 LED 顯示器之多工掃描顯示（稱之為一組顯示）。使用者僅需以一條 16 芯之扁平排線連接即可得到 8 位數之數字顯示或 64 點獨立之燈號顯示（一個數字顯示可化為 8 個獨立點顯示或可選擇數字與獨立點混合顯示）。每一組顯示將佔用 16 點擴充輸出點，因 FB-PLC 最大擴充輸出點 248 點（接 20 點主機時），故可串接 15 組顯示，亦即 120 個數字顯示或 960 個獨立點顯示。

17.2 FB-7SG 七段 LED 顯示器模組之使用步驟



17.3 FB-7SG 之硬體接線與硬體設定

17.3.1 FB-7SG 之硬體配線

FB-7SG 之硬體連線如上圖示，除外界輸入 24V 電源及擴充輸入與擴充輸出之基本配線外，其輸出僅需以 16 芯牛角座扁平排線連接至七段 LED 顯示器板上即可。

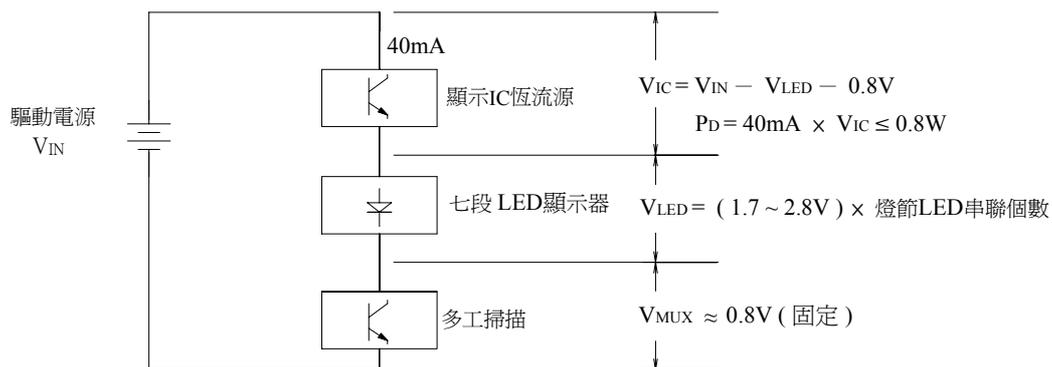


注意

因 FB-7SG 之擴充輸入插座與擴充輸出插座及各組 LED 顯示輸出插座均為同樣之 16-pin 牛角插座，使用時務必如上圖所示正確的插入，不可混淆，FB-7SG 始能正常工作，否則將使系統無法工作或燒毀 FB-7SG 模組或七段 LED 顯示器。

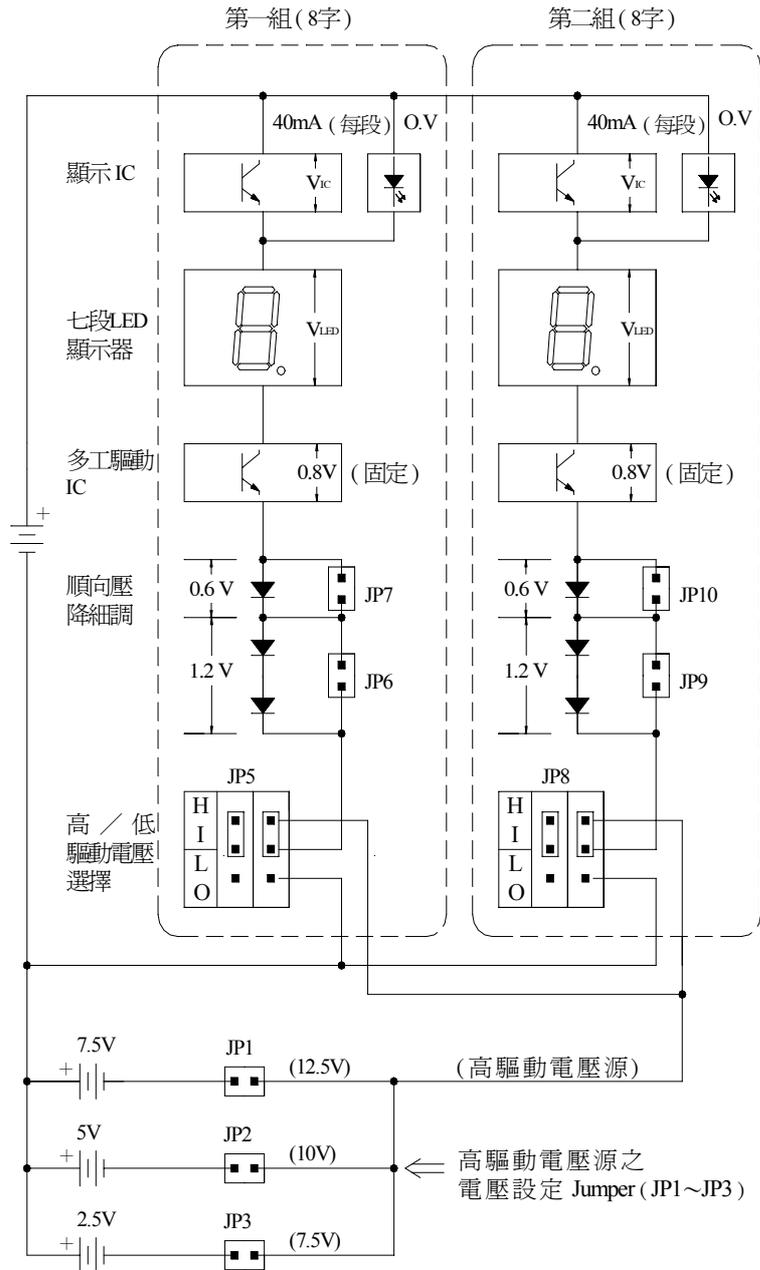
17.3.2 FB-7SG 之硬體設定

下圖為 FB-7SG 內部顯示 IC 之輸出驅動電路結構圖



因顯示 IC 為 40mA 定電流源，故其功率消耗完全決定於跨接其上之電壓降 V_{IC} ($P_D = 40mA \times V_{IC}$) 之大小，如上示 $V_{IC} = V_{IN} - V_{LED} - 0.8V$ ，亦即 V_{IC} 是受到驅動電源電壓 V_{IN} 及七段顯示器順向壓降 V_{LED} 所影響，因顯示 IC 之安全功率消耗在最惡劣周圍溫度條件下必須限制在 0.8W 以下，亦即其 V_{IC} 必需小於 2V。 V_{IC} 過低將造成顯示亮度不足或無法顯示，過高則將造成不正確顯示（不該亮亦點亮）或損壞顯示 IC。

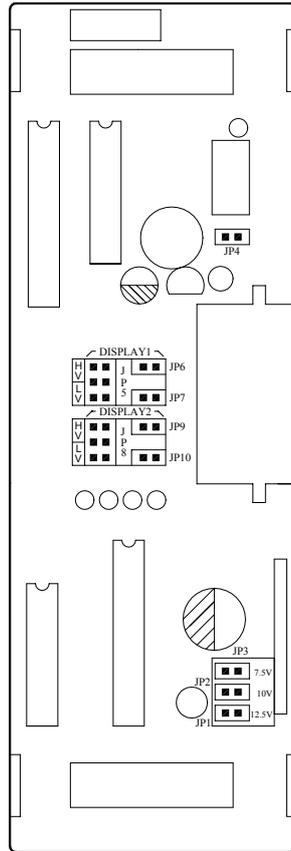
LED 之順向壓降通常介於 1.7V~2.8V 之間，而市售之七段 LED 顯示器依其尺寸大小，其各燈節〔或稱各段：(Segment) 如 a~g〕通常均由 1~5 個 LED 串聯組成，因此其各段之順向壓降會有 1.7V~14V 大差距，如欲以一種電壓源驅動各種不同之 LED 顯示是不可行的。FB-7SG 為能方便驅動大多數之七段 LED 顯示器因此提供有 5V (低壓) 及 7.5V、10V、12.5V (三者均歸類為高壓) 等四種驅動電壓，同時並以串聯之二極體與跳接器 (Jumper) 作 0.6~1.8V 之電壓降細調，使之既能驅動多種不同順向電壓之 LED，又能確保 V_{IC} 不致超過 2V 而燒毀顯示 IC。以下為 FB-7SG 之 LED 顯示輸出電路之結構圖，及高/低電壓設定 (共用)，及各組顯示之高/低壓驅動選擇與順向壓降細調之 Jumper 編號，及其實際擺置位置圖 (需掀開 FB-7SG 之上蓋銘板始可見)。本節所謂之硬體設定即是藉由驅動電壓 V_{IN} 設定，高/低壓驅動選擇及順向壓降細調之適當設定，使七段 LED 顯示器能達到最佳亮度之顯示，又不致使顯示 IC 燒毀或壽命縮短。



FB-7SG 之 LED 驅動電路

警告

1. 高 / 低驅動電壓選擇 Jumper (JP5 與 JP8) 之兩個插梢必須以垂直方向同時插置於 Jumper 之 HI 端或 LO 端，若一為 HI 一為 LO、或將插梢橫置插入，均將造成工作不正常或損壞顯示 IC。
2. 高驅動電壓源之電壓設定 Jumper (JP1~JP3) 在任一時間只能有一個 Jumper 短路 (ON)，否則將造成電壓源短路使系統無法工作或燒毀電路。



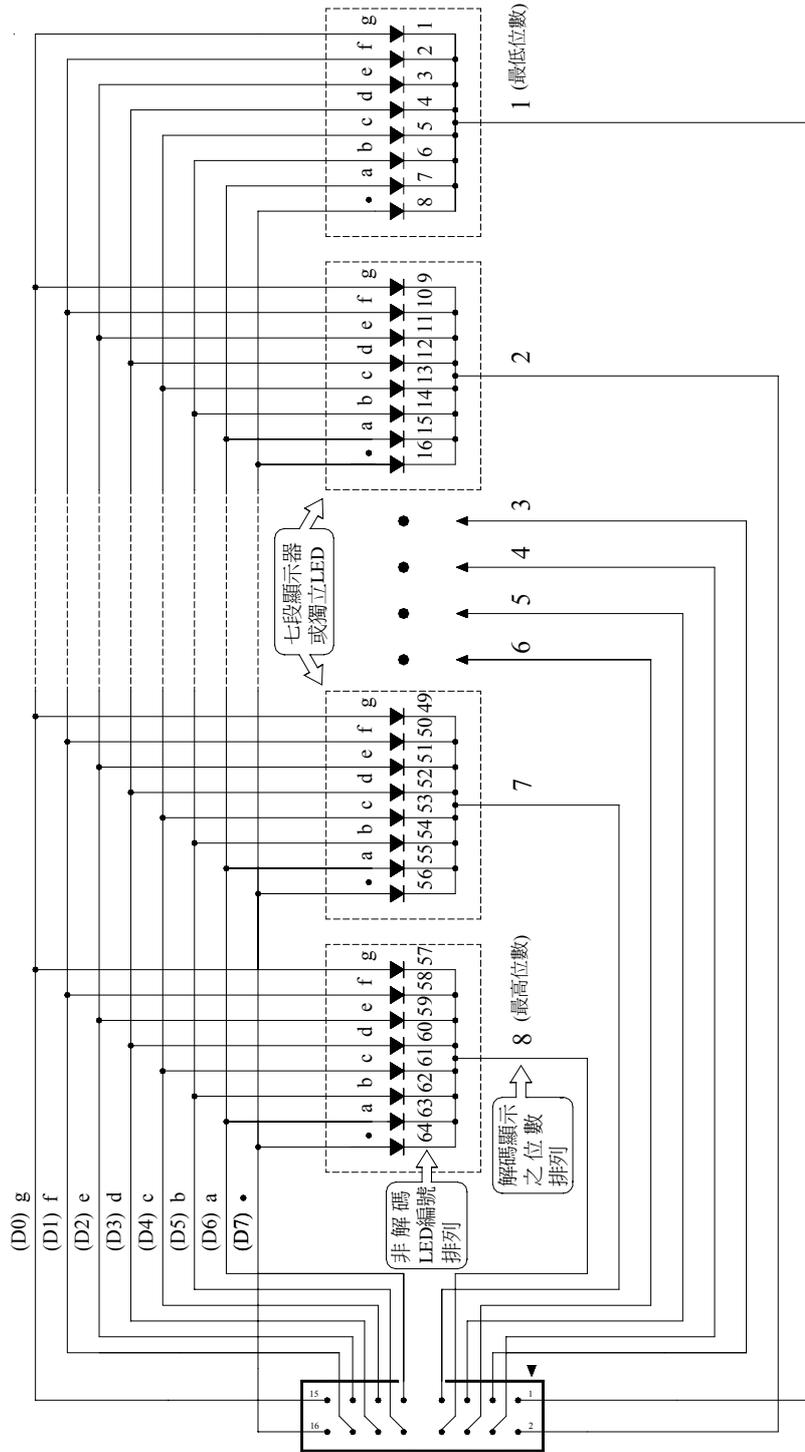
插梢位置圖（打開上蓋）

17.3.3 FB-7SG 之過電壓驅動（Over Voltage：簡稱 O.V.）檢視

如前所述 FB-7SG 需在選定七段 LED 顯示器後，再藉由前述之 Jumper 調整設定使 V_{ic} 在 2V 之下，但要使用者去量測多工掃描下之 V_{ic} 有其難度，因此 FB-7SG 設計有過電壓驅動顯示 LED，以供使用者檢視否有過電壓驅動現象。過電壓驅動顯示 LED 就在銘板上輸出插座符號旁邊標有“O.V.”字樣之 LED 燈號即是。

O.V.顯示之結果必須在該組顯示之所有燈節及小數點全部點亮（共 64 點）情形下才有意義，在此情形下若 O.V.燈號熄滅表示未過電壓，若 O.V.為亮著即為過電壓（若未完全點亮全部燈節則 O.V.燈號則可能為閃爍或恒亮，此時 O.V.燈號無任何意義）。欲作燈節全亮測試，最方便的方式係利用 FB-7SG 專用便利指令 FUN84(7SGMO)之輸入控制，使其解碼輸入(N/D)及零前導選擇輸入(L/N)同時為 1，即可進入測試模式而點亮所有燈節（請參考 17.8 節範例 4），供使用者目視 LED 顯示器之各燈節是否正常並作 O.V.檢視與調整。另外，當使用 FB-7SG 模組時，階梯圖程式內如尚未寫入 FB-7SG 模組專用便利指令 FUN84 (7SGMO) 以作顯示控制，PLC 在“RUN”後，此時連接 FB-7SG 模組之七段 LED 顯示器，其所有燈節及小數點皆會全亮。利用此特性亦可供使用者目視 LED 顯示器之各燈節是否正常並作 O.V.檢視與調整。

17.4 七段 LED 顯示與獨立 LED 顯示電路明細



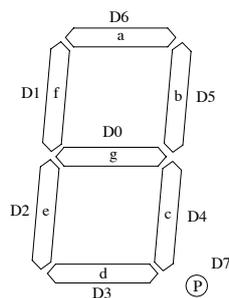
上圖為 FB-7SG 顯示模組之七段 LED 顯示器或獨立 LED 顯示之正確接線線路圖（共陰極連接）使用者可依此線路圖及排列自行製作顯示器，並以 16pin 扁平排線連接至 FB-7SG 之任一顯示輸出插座即可。為方便使用，永宏公司提供四種尺寸之七段 LED 顯示器基板或成品供使用者選用，其明細如下：

型號	尺寸與字數	顯示基板可分割之字數組合
DB.56 (DB.56LED)	0.56 inch × 8	8 字×1 或 4 字×2
DB.8 (DB.8LED)	0.8 inch × 8	8 字×1 或 4 字×2
DB2.3 (DB2.3LED)	0.23 inch × 8	可以一個字為單位分割，任意組合 1~8 個字。
DB4.0 (DB4.0LED)	4.0 inch × 4	

※ 括號內之型號表示基板再加裝七段 LED 顯示器及排線插座之成品。

17.5 解碼顯示與非解碼顯示

七段顯示器如下圖示有七個燈節（a~g）外加一個小數點（p）顯示，其最主要功用為作數字 0~9 之顯示，在顯示方法上有兩種方式可用來控制各燈節的顯示。



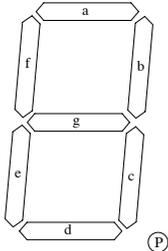
① 非解碼顯示：（各燈節之暗亮，獨立由使用者之應用程式控制）

亦即獨立控制燈節之顯示方式需由使用者之應用程式依欲顯示之數字，例如“3”，而使 3 所對應之燈節點亮（即 D0、D3、D4、D5、D6 點亮，D1、D2、D7 不亮）每一燈節必須有一對應之位元來控制。一個數字顯示，使用者均須使用 8 個 bit（D0~D7）來控制 8 個燈節的暗亮。作法上使用者必須先構築出數字 0~9 所對應之各燈節信號之明暗表（亦即數字對顯示字之“編碼”），再依欲顯示之數字，將其燈節控制信號傳給七段顯示器作顯示。因其控制需佔用 8bit 且不直接，通常不建議用來做正常之數字顯示，其主要是用來作獨立指示燈顯示。FB-7SG 各燈節與 D0~D7 之對應如上圖所示。若需以非解碼顯示數字可利用 FUN59（→7SG）指令，將 4 位元數值非顯示字型解碼轉換，省卻自行編碼之繁雜工作。

註：當一組顯示需要部份作數字顯示，部份作獨立 LED 燈號顯示時，必須使用非解碼顯示方式。此時獨立 LED 可逐一對應控制，而數字顯示部份則利用 FUN59（→7SG）指令，協助作數字對顯示字型之轉換便可輕易達成，請參考 17.8 節之例 3。

② **解碼顯示**：直接以 4 位元表示之 BCD 數字值，經由如下表之內定字型編碼顯示其對應之字型燈節

因數字 0~9 可以用 4 位元（稱之為 Nibble）之 BCD 數值來表示，所謂解碼顯示係以硬體電路來做上述將數字 0~9 BCD 碼轉換成 a~g 燈節信號之解碼工作並將之傳給七段顯示器作顯示。因電路已幫你作解碼工作，使用者只需將 4 位元之 BCD 碼數字丟給顯示器，顯示器即可正確顯示 0~9 之數字字型。此顯示模式雖簡易方便，但只能作 16 種字型選擇（如下表之字型顯示），無法如非解碼般，可任意獨立控制各燈節。因 4 位元可表示 16 種訊息，除 0~9 之 BCD 碼外，尚有 6 個字型可顯示，下表為 FB-7SG 之 Nibble 數字所定義之解碼顯示字型。

Nibble 數值		七段顯示器 結構	燈節 暗(0) 亮(1)							顯示字形
十六進制	二進制		a	b	c	d	e	f	g	
0	0000		1	1	1	1	1	1	0	0
1	0001		0	1	1	0	0	0	0	1
2	0010		1	1	0	1	1	0	1	2
3	0011		1	1	1	1	0	0	1	3
4	0100		0	1	1	0	0	1	1	4
5	0101		1	0	1	1	0	1	1	5
6	0110		1	0	1	1	1	1	1	6
7	0111		1	1	1	0	0	1	0	7
8	1000		1	1	1	1	1	1	1	8
9	1001		1	1	1	1	0	1	1	9
A	1010		0	0	0	0	0	0	1	-
B	1011		1	0	0	1	1	1	1	E
C	1100		0	1	1	0	1	1	1	H
D	1101		0	0	0	1	1	1	0	L
E	1110		1	0	0	1	1	1	1	P
F	1111		0	0	0	0	0	0	0	

17.6 FB-7SG 之輸入電源規格及功率消耗

FB-7SG 內部有一 DC24V 輸入之隔離電源供應器，將外界輸入之 24V 電源轉換為供 FB-7SG 內部電路及七段 LED 顯示器使用之電源，其可容許之入電壓範圍為 DC24V±20%。

FB-7SG 模組本身之靜態功率消耗為 2W_{max}，動態功率消耗將隨著七段顯示器燈節驅動之增多而變大。因 FB-7SG 之任一組顯示 IC 之各燈節驅動電流 40mA，一位數 8 燈節固定為 320mA，任一組之最大消耗功率可由下求得：

$$P_d = 320\text{mA} \times V_{IN} (\text{LED 驅動電壓}) \div 0.8 (\text{電源效率}) \text{ W}$$

$$\text{總消耗} = 2 + P_d \times n (\text{W})$$

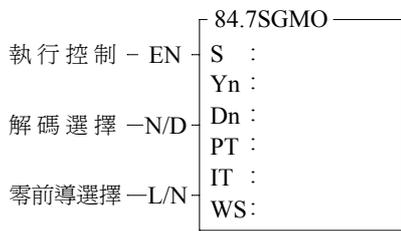
例如 FB-7SG2 (二組輸出) 在最大消耗功率情況下 ($V_{IN} = 12.5\text{V}$ ，8 個字燈節全最亮，總消耗功率將為

$$2\text{W} + (320\text{mA} \times 12.5\text{V} \div 8) = 7\text{W}$$

17.7 FB-7SG 專用輸出指令 FUN84：7SGMO 之使用說明

下頁為 7SGMO 指令之指令說明

FUN84 7SGMO	FB-7SG 七段 LED 顯示器模組專用輸出便利指令	FUN84 7SGMO
----------------	-----------------------------	----------------



S : 欲作內容顯示之暫存器之起始號碼
 Yn : 顯示模組之擴充輸出點起始號碼
 Dn : 欲顯示之字數 (位數)
 Pt : 小數點之位置 (位數) 指定
 IT : 亮度指定
 Ws : 本指令運算時所需佔用工作暫存器

範圍 運算元	Y	WX	WY	WM	WS	TMR	CTR	HR	IR	OR	SR	ROR	DR	K
	Y0 Y240	WX0 WX240	WY0 WY240	WM0 WM1896	WS0 WS984	T0 T255	C0 C255	R0 R3839	R3840 R3903	R3904 R3967	R3968 R4167	R5000 R8071	D0 D3071	正數 16/32 位元
S		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Yn	○													
Dn		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1-8
Pt		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0-FFH
It		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1-16
Ws			○	○	○	○	○	○		○*	○*	○*	○	

輸入控制

EN : 執行控制 ; =1 , 啓動顯示 ; =0 , 不執行顯示動作
 N/D : 解碼 / 非解碼選擇
 L/N : 零前導 / 非零前導選擇 } 此兩選擇有複合功能如下表

N/D	L/N	顯示模式	
0	0	解碼顯示、非零前導	※解碼 / 非解碼顯示請參考 17.5 節說明 ※假設 S 為 8 位數數字，其值為 123 非零前導顯示： 123 零前導顯示： 00000123 (零前導只有在解碼顯示時始有意義)
0	1	解碼顯示、零前導	
1	0	非解碼顯示	
1	1	測試模式	

運算元說明

S : 顯示暫存器之起始號碼，為顯示之最低位數。在解碼顯示時，因每 4bit 可顯示一位數，因此只要 S 和 S+1 兩 Word 即可顯示一組 8 位數。在非解碼顯示時，必須 S→S+3 共四個 Word 才能顯示一組 8 位數。解碼顯示時，直接以欲顯示之各個位數 BCD 數值 (8 × 4bits) 填入 S~S+1，本指令即可忠實地顯示該 8 位數數字顯示。若為非解碼顯示，使用者必須先將 8 位數總共 64 燈節之正確字型信號填入 S~S+3 等四個暫存器內始能顯示該 8 位數之數值。

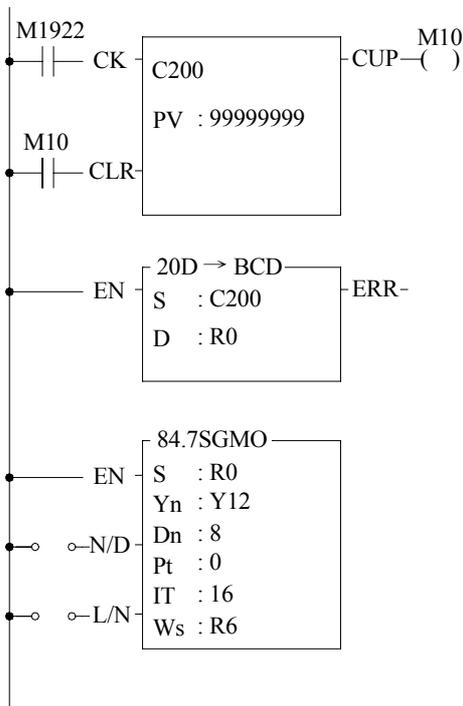
FUN84 7SGMO	FB-7SG 七段 LED 顯示器模組專用輸出便利指令	FUN84 7SGMO
<p>Yn：因 FB-7SG 須接於擴充界面，其硬體實際之輸出點位址號碼為其前之主機與擴充機輸出點之總和，例如其前為 28 主機（12 點輸出）和 40EA 擴充機（16 點輸出），故該 FB-7SG 模組之起始輸出點為 $Y_{(12+16)} = Y_{28}$。Yn 值必須和 FB-7SG 實際所在之輸出點號碼一致始能正確工作，且每一組（8 位數）顯示將佔用自 Yn 起始位址開始之連續 16 個輸出點。因此第二組顯示之 Yn 將為第一組顯示之 Yn 加 16。</p> <p>Dn：FB-7SG 之一組顯示最大為 8 位數，當不需顯示全部數字時，可用 Dn 指定顯示之位數，Dn 可設為 1~8，當 Dn 設小時，因 FB-7SG 多工掃描位數變少，在同樣週期下，被掃描（點亮）之次數增加，亮度將會相對地提高。</p> <p>Pt：Pt 為一個 Word 的小數點之位置數值資料（B15~B0），只用到 Low Byte（B7~B0）用以指定欲將那個位數之小數點點亮。例如 Pt = 0001H，表將最低位數（第 1 位數）之小數點點亮，0081H 則將最高第 8 位數及第 1 位數之小數點點亮。</p> <p>IT：亮度指定，可為 1~16，數字愈大則亮度愈高。</p> <p>Ws：本指令運作之工作暫存器，佔用一個 Word。不可重複使用此暫存器，否則會干擾本指令之正確運作。</p> <p>指令說明</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本指令之運作只有在執行控制輸入“EN”=1 時，才會進行輸出顯示。當“EN”=0 時，立即停止顯示，FB-7SG 上之顯示將停留在最後顯示之字型。 ● 一個 FUN84 指令最多能顯示 8 位數，超過 8 位數必須再使用另一個 FUN84 指令。 ● 解碼選擇輸入“N/D”與零前導選擇輸入“L/N”請參考前頁顯示模式列表說明。 		

17.8 程式範例

以下範例 1~範例 3 以同樣之硬體（FBE-28MC 主機 + FB-7SG1 擴充模組），分別作解碼（數字顯示）、非解碼（獨立 LED 顯示）及非解碼配合 FUN59 作獨立 LED 及數字兩者混合顯示之範例。

範例 1 解碼顯示

使用 C200 計數 PLC 內部 1 秒鐘時脈，並將之轉為 BCD 碼後送給 FB-7SG，使之顯示 8 位數（零前導）之顯示。



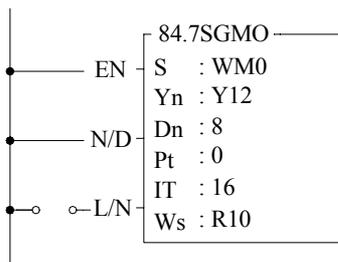
- 使 C200 每秒加 1，計數值到 99999999 後，回到 0→1→2……循環計數

- 將 C200 之數值（二進制值）轉換為人類習用之十進制值（BCD）後存入 DR0 內。

- 將 FB-7SG 設為解碼顯示模式，將 DR0 內之 8 位數 BCD 碼顯示在 8 位數七段顯示器上，不點亮小數點，亮度設為最亮。

範例 2 獨立 LED 顯示

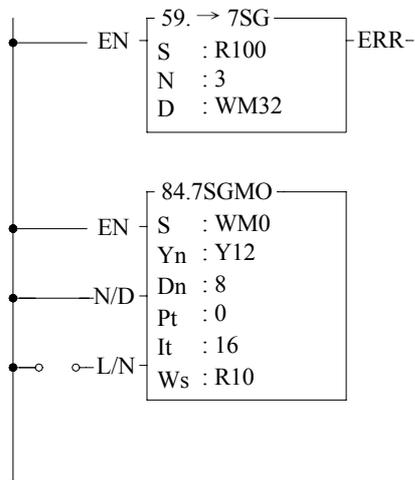
將 FB-7SG1 按照 17.4 節電路上之 64 個獨立 LED（編號 1~64），並使之由 PLC 之 64 個內部繼電器（M0~M63）來個別控制其暗亮顯示。



- 僅左圖一個指令便可使 M0~M63 之狀態忠實地反應（控制）第 1~64 個 LED 之明暗顯示。

範例 3 獨立 LED 與數字混合顯示

將 17.4 節電路之第 5~8 位數 LED (編號 33~64) 改為 4 個七段顯示器，並使之顯示 R100 內之 4 位數 BCD 值，而第 1~4 位數仍為獨立之 LED 顯示 (編號 1~32)，仍由 M0~M31 來控制。

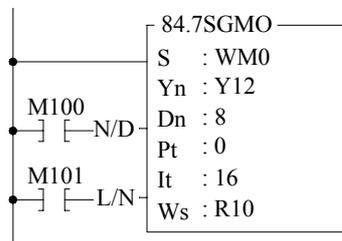


- 將 R100 四位數 (N=3 表 Nibble0~Nibble3 之連續四位數之 BCD 值) 轉換為 4 個七段顯示器之燈節信號 (共 4 × 8bits = 32bits) 存於 M32~M63 等 32 個內部繼電器。
- 非解碼顯示，將 M0~M63 之狀態送到 LED1~LED64。其中 LED1~LED32 由 M0~M31 獨立控制，而 LED33~LED64 為七段 LED 數字顯示。

※ 當有獨立 LED 顯示時，就必須使用非解碼方式;而在非解碼顯示下，可利用 FUN59 將 BCD 碼轉換為七段 LED 燈節顯示信號，即可輕易地作數字顯示。

範例 4 過電壓驅動 (O.V.) 之測試顯示

將上例 1~3 之 FUN84 指令之 N/D 及 L/N 輸入之短路元件 (short) 及開路元件 (open)，改為任意兩個內部接點 (如本例之 M100 及 M101)，然後將之 disable 後再強制 set 為 1，即可使 7SG 模組進入測試模式而點亮所有燈節，以檢視 O.V.燈號



- 應用上，我們建議在視完畢後，無需解除 Disable，只要分別強制設定 (set) 或強制清除 (RST) M100 及 M101 之狀態，使之進入正常之顯示。往後若有更換新的 LED 而需重新檢視 O.V.時，只需強制設定此兩內部接點之狀態，即可進行 O.V.檢視。