

: 為起始字元；

NNNN 是指定接收命令的 Router 的 NODE ID；

SPL= 是設定取樣方式指令；

0xC 代表取樣的方式，C 的值可為 0、1、2，預設值=0x2，有下列三種取樣方式

0x0 取樣時間固定間隔一秒，取樣後自動回傳，AO-1506 每次都讀 4 個通道，一次回傳。

0x1 只針對 AO-1506 數位輸入腳位的狀態有變動的 channel，取樣後自動回傳。

0x2 主控端詢問後，才執行取樣回傳。

範例：

:A247SPL=0x0 代表將 NODE ID=A247 的取樣時間設定為固定間隔一秒，取樣後自動回傳。

OK 代表 NODE ID=A247 的 Router 回應確認訊息。

:A247SPL=0x1 代表將 NODE ID=A247 的取樣設定為針對輸入接腳狀態有變動的 channel，取樣後自動回傳。

OK 代表 NODE ID=A247 的 Router 回應確認訊息。

:A247SPL=0x2 代表將 NODE ID=A247 設定為主控端詢問後，才執行取樣回傳。

OK 代表 NODE ID=A247 的 Router 回應確認訊息。

5.4 遠端廣播查詢網路中所有 AO-1506 輸出入腳位狀態/數值命令

此不指定位址的廣播，可同時查詢或設定網路中所有 AO-1506 / AO-1506A 的狀態。

方向: 主控端 → Coordinator → Router。

格式: **CCCRSTU**，其中 CCC 說明欲執行的命令，包括下列三種：

	動作/功能
QDO	查詢指定的 Digital Output channel 現在的狀態
QDI	查詢指定的 Digital Input channel 現在的狀態
SDO	設定指定的 Digital Output channel 現在的狀態

RSTU 是被指定執行前項命令的通道，其中 R = Channel 4，S = Channel 3，T = Channel 2，U = Channel 1，每個通道的數值只有 0 或 1。

範例:

QDO1111 表示欲同時查詢所有網路中 AO-1506 / AO-1506A 的 Digital Output pin 的狀態。

SDO1111 表示同時設定所有網路中 AO-1506/AO-1506A 的 Digital Output pin 的狀態。

QDI1111 表示同時查詢所有網路中 AO-1506 的 Digital Input pin 的狀態。

5.5 遠端廣播設定網路中所有 AO-1506 取樣模式命令

此不指定地址的廣播，可同時設定網路中所有 AO-1506 / AO-1506A 的取樣模式。

方向：主控端 → Coordinator → Router。

格式：**SPL=0xC**，其中

SPL= 是設定取樣方式指令；**0xC** 代表取樣的方式，

0xC 的值可為 0、1、2，預設值=0x2，有下列三種取樣方式

0x0 取樣時間固定間隔一秒，取樣後自動回傳。

0x1 只針對 AO-1506 數位輸入腳位狀態有變動的 channel，取樣後自動回傳。

0x2 主控端詢問後，才執行取樣回傳。

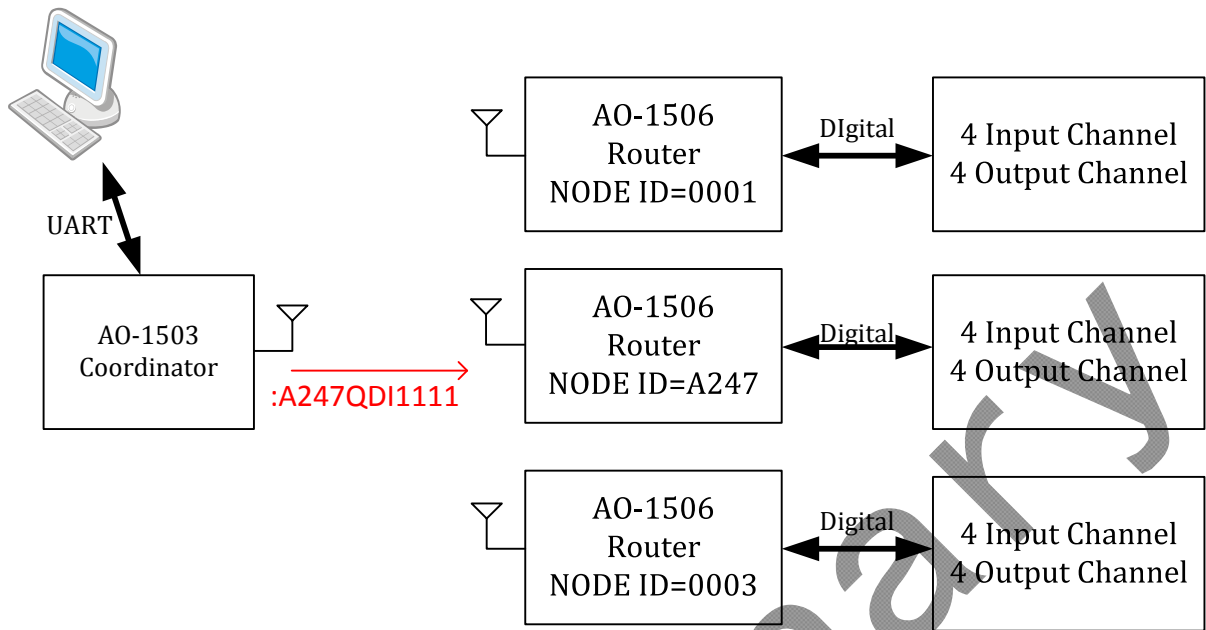
6. 安裝與操作

6.1 完整 ZigBee 網路的建構

一個完整的 ZigBee 網域必須至少包括一個 Coordinator 及一個 Router 或 End Device，而 AO-1506 / AO-1506A ZigBee to DIDO 模組的工作模式固定為 Router。由於同一個 ZigBee 網域的所有成員必須有相同的 PAN ID，但必須有個別的 NODE ID，因此在正式使用前必須先透過 UART 進行 PAN ID 與 NODE ID 的設定，詳細的設定步驟請參閱此說明 4.2 初次使用的設定 與 7. AT Command 編輯設定。

6.2 主控端查詢資料

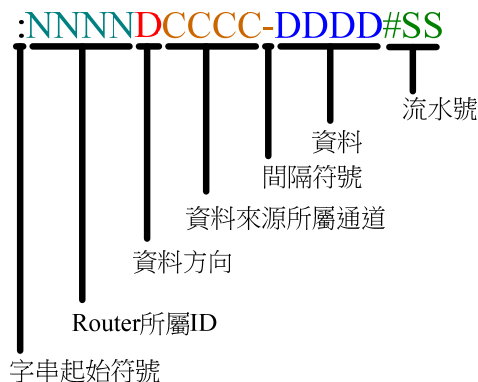
在 ZigBee 網域中，一個 Coordinator 最多可以連接 65535 個 Router，因此主控端要透過 AO-1503 / AO-1503A 查詢任何一個 AO-1506 / AO-1506A (作為 Router 使用) 時，必須在每一筆資料之前加上一個指定目的地的 NODE ID。AO-1503 / AO-1503A 預設的指令是以 ASCII 碼來表示，其格式為:xxxx，其中：為起始碼，xxxx 為目的地 NODE ID。下圖所示為一實際範例，圖中主控端要查詢其中一個 AO-1506 / AO-1506A 的四組數位輸入腳位的狀態，只有指定的 Router (NODE ID=A247)會回應。

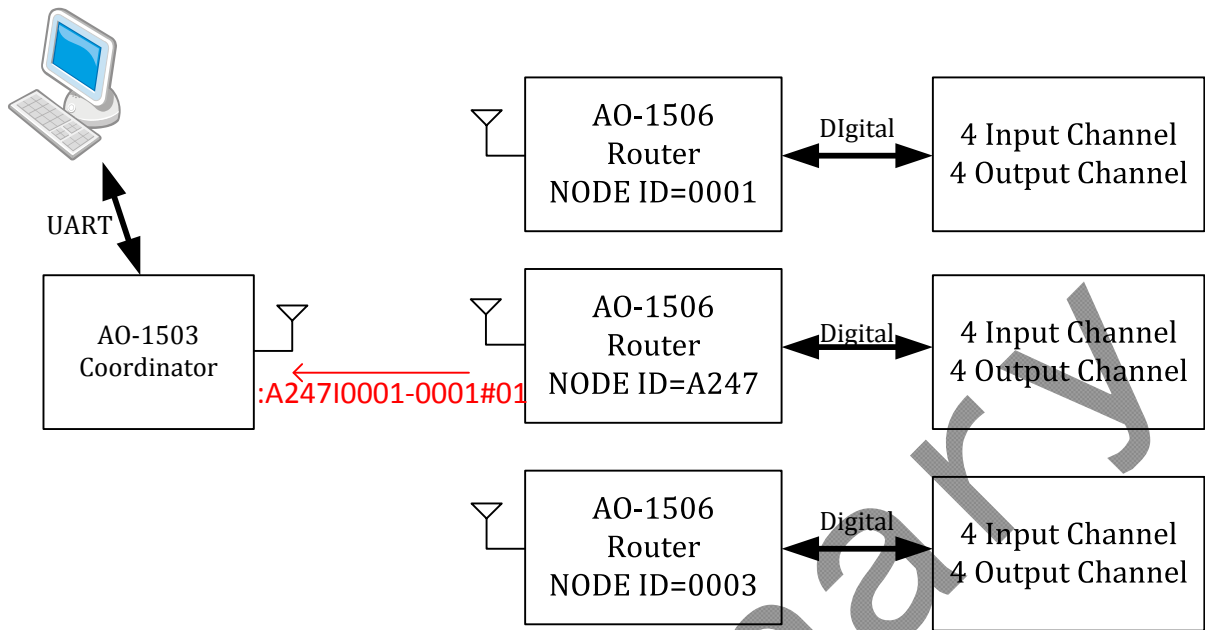


如果要查詢網路中所有 AO-1506 / AO-1506A 的狀態，則直接發送查詢命令，例如 QDI1111，而不需要加上指定位址，網路中所有的 AO-1506 / AO-1506A 收到查詢命令後均會回應。但當 Router 數量龐大時，所有 Router 可能會同時回應，此時防碰撞機制將會依據 ZigBee 協議自動執行，因此在 Coordinator 端收到訊息的時間可能會相對延長。

6.3 AO-1506 / AO-1506A 回傳資料

AO-1506 / AO-1506A 在網路中固定是 Router，回送資料到主控端的目的地都是固定的 Coordinator (NODE ID=0000)，所以只要直接發送而不需要加任何的前置控制碼。但要注意的網路中可能有許多的 Router 節點，因此 Router 對每一筆回傳的資料均會附加自己的 NODE ID 與資料發送次數的流水號，如後所述。下圖所示為 AO-1506 / AO-1506A 回應查詢數位輸出腳位狀態的格式：

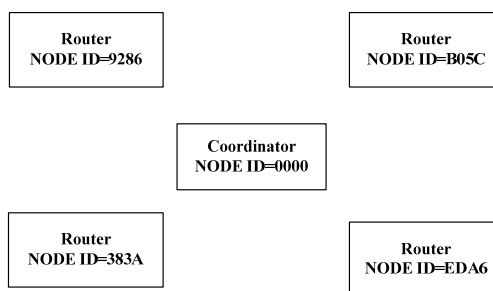




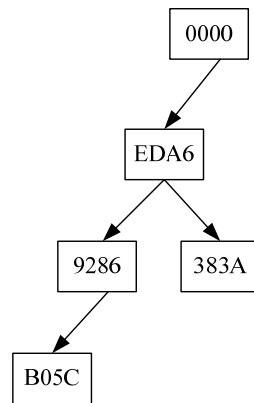
6.4 網路結構查詢

ZigBee 網路是以 Coordinator 為中心，而自動組成的網路，在正常情形之下，使用者不需要知道整個網路的架構，但是在特殊的情況之下，如果使用者需要知道整個網路的架構，則可以透過網路結構查詢指令 NETAS 進行查詢，網路中的每一個 Router 在收到此指令後，均會回應各自的父節點及自己的 NODE ID，其格式為：FFFF-NNNN，其中：為字串起始字元，FFFF 表示回應命令的 Router 的父節點的 NODE ID，如果此值是 0000 則表示其父節點為 coordinator，NNNN 表示回應命令的 Router 自己的 NODE ID。

以下圖的 ZigBee 網路為例，此網路包括一個 coordinator (NODE ID 0000) 與四個 Router (NODE ID 分別為 EDA6、9286、383A、B05C)。



當 Coordinator 發送 NETAS 指令後，網路中的每一個 Router 均會回應各自父節點及自己的 NODE ID，假如回應以下的數據 :0000-EDA6、:EDA6-9286、:EDA6-383A、:9286-B05C，則可解讀此網路具有如下圖所示的架構。



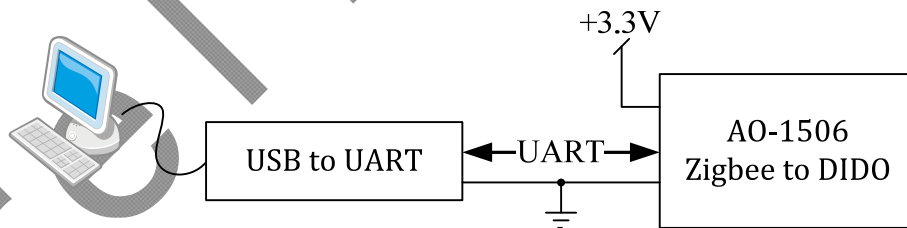
需要注意的是，網路中所有的 Router 與各自的父節點均是組網過程中依據 ZigBee 協議自動產生的，因此每次重新組網，則可能產生不同的網路架構。

7. AT Command 編輯設定

注意: 本章節所敘述的編輯設定命令皆是以 ASCII 編碼。

7.1 PC 連線方式:

如下圖所示

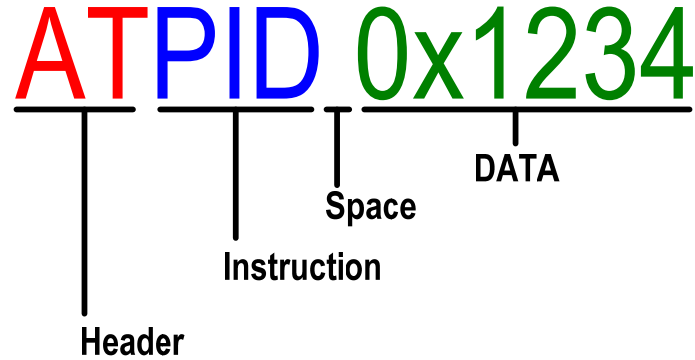


7.2 進入與退出編輯設定模式

- PC 啟動終端機應用程式。
- 設定連接 com port，AO-1506 / AO-1506A 預設值為 9600，8，n，1。
- 1 秒內不發送任何資料。
- 1 秒內發完字串 +++ (ASCII= 0x2B 0x2B 0x2B)。
- 1 秒內不發送任何資料。
- 成功進入編輯設定模式，則 AO-1506 / AO-1506A 回應 **COMMAND MODE<CR>** 字串。
- 退出編輯設定模式，發送 **ATBYE<CR>**。
- 成功退出編輯設定模式，則 AO-1506 / AO-1506A 回應 **OK<CR>**。

7.3 命令格式

所有命令字串都是以 AT 起始，格式如下：



7.4 AT 命令列表

所有命令限用大寫 ASCII 碼。

命令	功能	數值範圍	範例
PID	設定或查詢 PAN ID	0x0000~0xFFFF 預設值= 0xFFFF(自動指定)	ATPID<CR> 查詢 PAN ID PAN ID=0x5680<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。 ATPID 0x1234<CR>設定 PAN ID=0x1234 OK<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應
NID	設定或查詢 NODE ID	0x0001~0xFFFF 預設值=自動產生	ATNID<CR> 查詢 NODE ID NODE ID=0x6AB6<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。 ATNID 0x000F<CR>設定 NODE ID=0x000F OK<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。
CHL	設定或查詢 RF 頻道	0x0B~0x1A (ch11~ch26) 預設值=0x1A (ch26)	ATCHL<CR> 查詢 RF 頻道 Channel=26<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。 ATCHL 0x0C<CR> 設定 RF 頻道=Ch12 OK<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。
OPW	設定或查詢 RF 輸出功率(註 1)	0x00~0x0F 預設值=0x03 (1dBm)	ATPOW<CR>查詢 RF 輸出功率 Output Power=0x03 <CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。 ATPOW 0x00<CR>設定 RF 輸出功率 =0dBm OK<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。

RES	回復原廠設定值 (註 2)	POWER=0dbm , RF Channel=26 鮑率=9600bps 清除 PAN ID , NODE ID (P11=0 CLEAR ID)	ATRES<CR> 回復出場預設值 AO-1506 / AO-1506A 清除設定，重新開機，回報工作狀態。
MAC	查詢 64bit MAC address (註 2)	預設值=自動產生	ATMAC<CR> 查詢 64bit MAC address MAC=00:12:4B:00:01:36:8A:4A <CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。 ATMAC 1122334455667788<CR> 設定 MAC address=1122334455667788 (一共是 8 byte) OK<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。
BPS	設定或查詢鮑率 (註 3)	0x00~0x09 預設值=0x03	ATBPS<CR> 查詢鮑率 Baud=9600 bps <CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。 ATBPS 0x04<CR> 設定鮑率=14400bps OK<CR> AO-1506 / AO-1506A 以新的鮑率回應。
TYE	軟體設定工作狀態 (註 4)	Coordinator=0x00 Router=0x01	ATTYE<CR> 查詢工作狀態 Coordinator 或 Router<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。 ATTYE 0x01<CR>設定工作狀態為 Router AO-1506 / AO-1506A 自動離開 COMMAND MODE，重新 RESET，回應開機報告。 由 Coordinator 切換成 Router，重新開機時，會搜尋 coordinator，如果沒有有效的 coordinator，將不會回應開機報告，此時可以用 --- 查詢。
RST	軟體 RESET	無	離開編輯模式，AO-1506 / AO-1506A 回應開機報告。
PAR	查詢或設定的父節點	Coordinator 只能查詢， Router 可以查詢與設定	ATPAR<CR>查詢父節點 Parent ID=0x0000<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。 ATPAR 0xNNNN<CR> 設定父節點為 NODE ID =NNNN 的 Router

			OK<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。
BYE	離開編輯設定模式	無	ATBYE<CR> 離開編輯設定模式 EXIT COMMAND MODE<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。
VER	查詢韌體版號	無	ATVER<CR> Firmware version=1.2.17<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。
SPL	設定取樣時間	<p>0x0 取樣時間固定間隔一秒，取樣後自動回傳，AO-1506 每次都讀 4 個通道，分批回傳；AO-1506 每次都讀 4 個通道，一次回傳。</p> <p>0x1 AO-1506 輸入腳位狀態有變動的 channel，取樣後自動回傳。</p> <p>0x2 主控端詢問後，才執行取樣回傳。</p>	ATSPL=0x0<CR>設定取樣時間固定間隔一秒，取樣後自動回傳。 OK<CR> AO-1506 / AO-1506A 回應。

註 1：RF 輸出功率對應表(dBm)

設定值	輸出功率	設定值	輸出功率	設定值	輸出功率	設定值	輸出功率
0x00	4.5	0x04	-1.5	0x08	-8	0x0C	-16
0x01	2.5	0x05	-3	0x09	-10	0x0D	-18
0x02	1	0x06	-4	0x0A	-12	0x0E	-20
0x03	-0.5	0x07	-6	0x0B	-14	0x0F	-22

0dbm=1mW，dBm=10*log(Power/1mW)

預設值=0x03 -0.5dBm 約為 0.895mW

註 2：回復原廠設定值 RES 指令，無法回復 64bit MAC address。

註 3：鮑率對應表(bps)。

設定值	鮑率	設定值	鮑率
---	---	0x04	19200
0x01	2400	0x05	38400

0x02	4800	0x06	57600
0x03	9600	0x07	115200

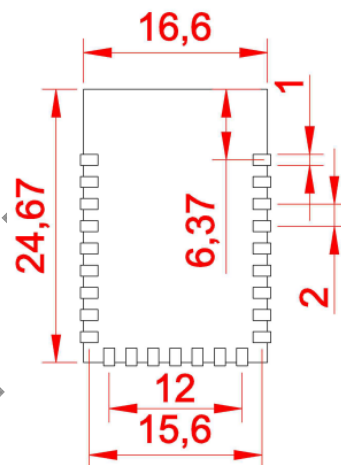
註 4：使用軟體設定工作狀態 ATTYE 指令，必須在 3.3V 供電 (開機) 之前，必須先把 P13 設為 0。

8. 天線特性，注意事項，與基本應用電路

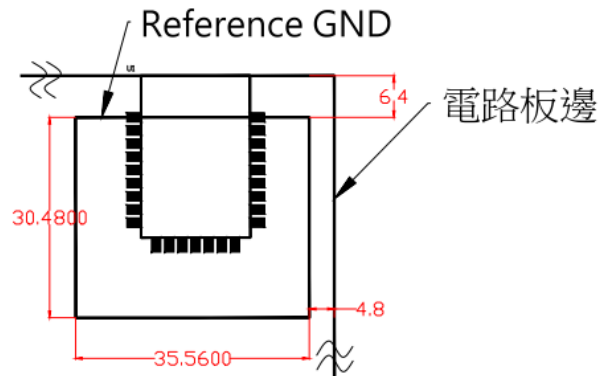
為確保最佳的天線接收與發射效能，使用 AO-1506 / AO-1506A 使用時請注意以下事項：

1. 勿將 AO-1506 模組裝置於金屬機殼內，AO-1506A 外接天線版本則不在此限。
2. 儘量將模組直立安裝，以確保天線輻射場型完整。
3. 模組周圍 30mm 儘量不要置放電感性元件。
4. 避免濕氣露水凝結。
5. 為確保模組 PCB 天線效能，建議依照下圖方式製作 PCB layout。

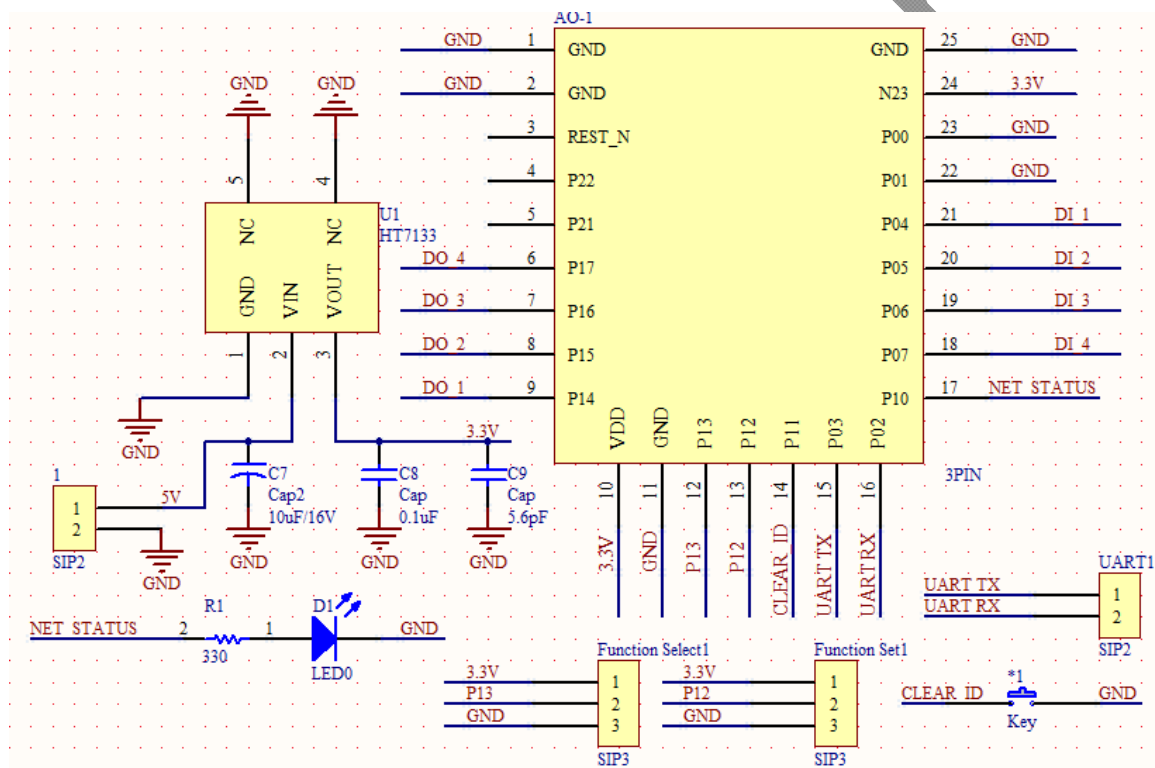
焊墊尺寸 (unit=mm)



6. 模組周邊淨空區與天線輻射參考地 (Reference GND)，建議依照下圖方式佈局 (unit=mm)，另外請注意主板材質必須為 FR4 1.6mm。



7. 基本應用電路：請參考下圖及說明



註：

P11 = GND 時表示強迫清除 NODE ID 設定。

關於清除 NODE ID 設定詳細時序圖請參照 [4.3 清除現有 ID 或重新加入網路\(ID Clear\)](#)

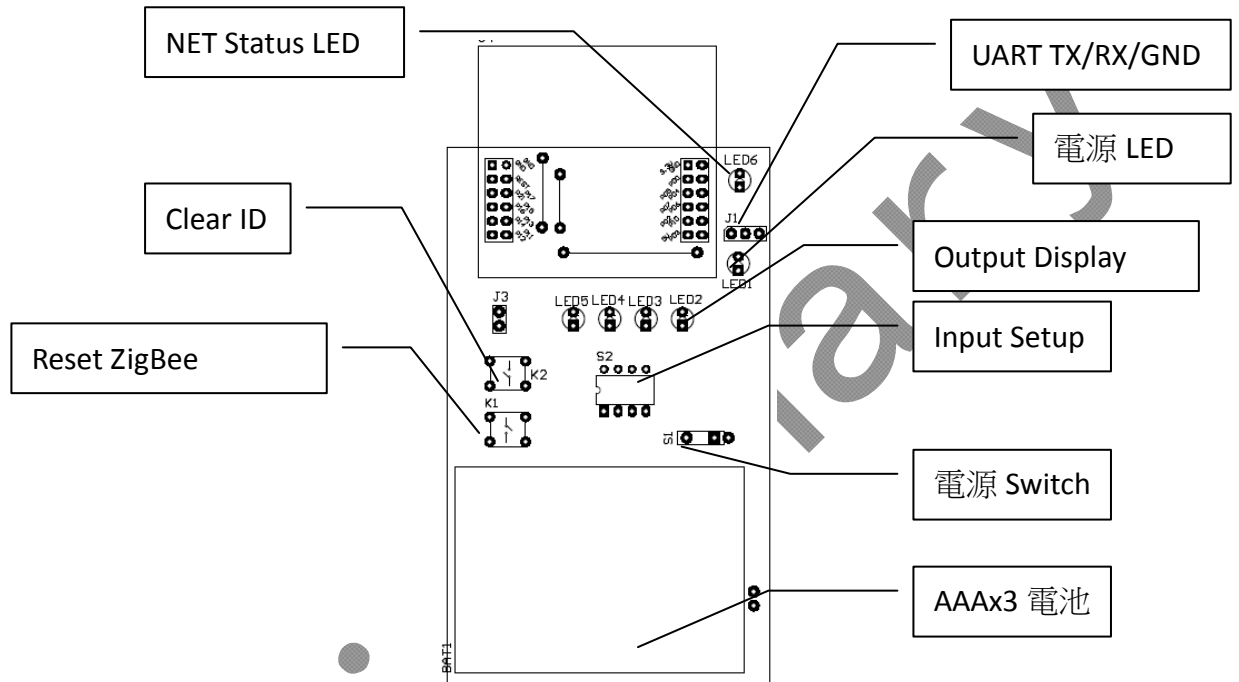
P12=3.3V 時表示工作模式為 Router；P12=GND 時表示工作模式為 Coordinator。

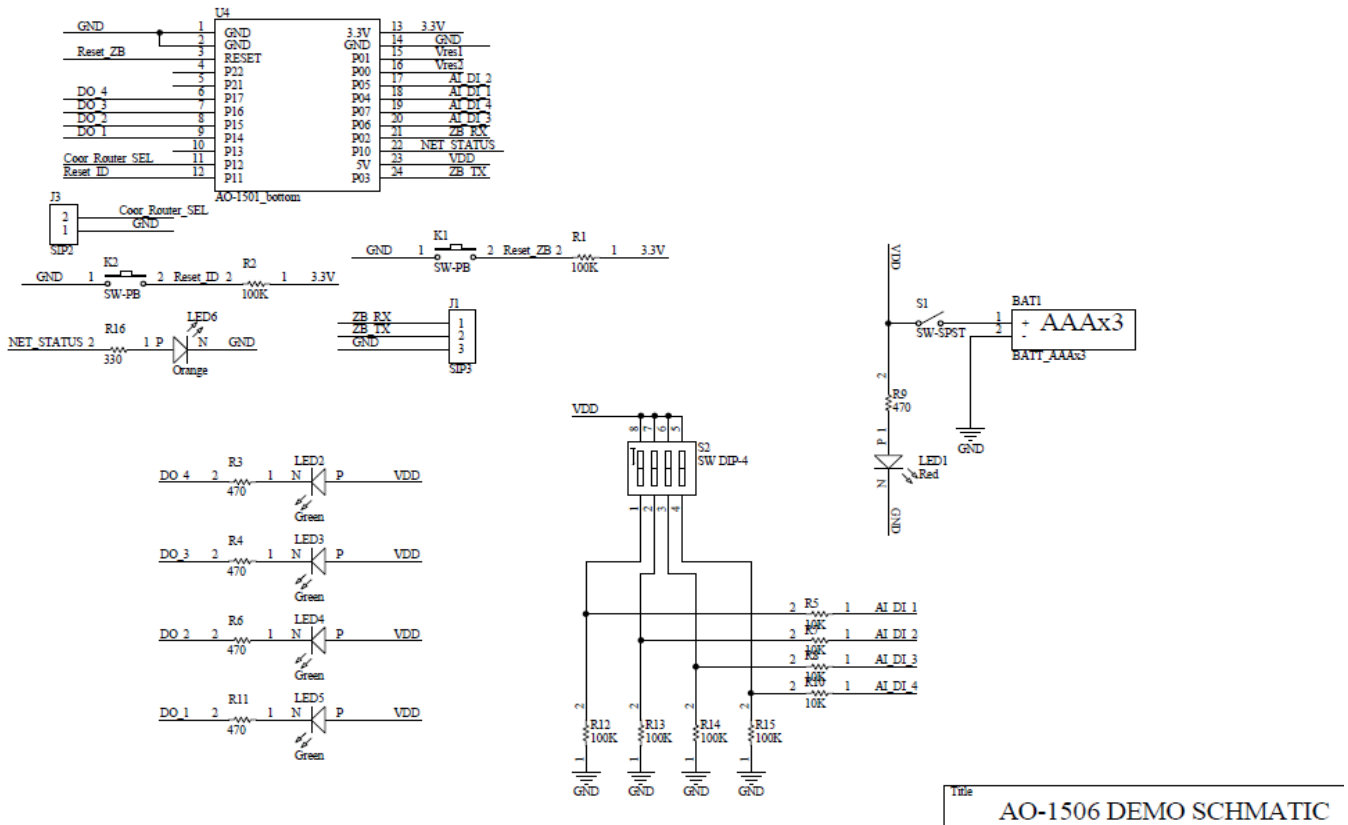
P13=3.3V 時表示工作模式由 P12 設定；P13=GND 時表示工作模式由軟體透過 UART 設定，此時 P12 狀態被忽略。

P00 是網路狀態顯示 LED。

8. Demo kit 參考電路：

AO-1506 /AO-1506A 的設計是作為遠端的 Input/Output 元件，在 ZigBee 的網路架構中是屬於 Router，要能完整的呈現 AO-1506 /AO-1506A 的功能，則必需要搭配 AO-1503 / AO-1503A 作為 Coordinator 使用。下列圖示 Demo kit 參考電路：





Title AO-1506 DEMO SCHMATIC

9. 模組的技術規格

名稱	參數			單位
	最小值	典型值	最大值	
電氣性能 (25°C)				
供電電壓	3.0	3.3	3.6	V
發射電流 1		35.4	39.6	mA
接收電流 2		24.1	29.6	mA
Power mode 03		5	8.9	mA
Power mode 14		0.2	0.3	mA
Power mode 25		1	2	uA
Power mode 36		0.3	1	uA
無線性能: 內置 PCB 天線				
工作頻率	2.405(CH11)		2.480(CH26)	GHz
發射功率	-22	0	4.5	dBm
接收靈敏度		-97	-92	dBm
無線傳輸距離			150	m
無線傳輸速率		250		Kbps

介面性能				
介面電壓準位	-0.3		VCC+0.3 ≤3.6	V
介面速率	2400	9600	115200	bps
一般性能				
工作溫度	0		80	°C
外型尺寸	23.3(L)X16.2(W)X2.5(H)			mm

- 1 32-MHz XOSC running, radio in TX mode, 4.5-dBm output consumption power, no peripherals active, and CPU idle.
- 2 32-MHz XOSC running, radio in RX mode, waiting for signal, no peripherals active, and CPU idle.
- 3 32-MHz XOSC running, no radio or peripherals active, CPU idle, no flash and RAM access.
- 4 16-MHz RCOSC and 32-MHz crystal oscillator off, 32.768-kHz XOSC, CPU idle, RAM and register retention.
- 5 32-MHz RCOSC oscillator off, 32.768-kHz XOSC, CPU idle, RAM and register retention.
- 6 No clocks (32-MHz RCOSC oscillator off and 32.768-kHz XOSC crystal off), CPU idle, RAM and register retention.

Preliminary