



---

pH 值水質檢測模組  
**BM25S4421-1**

版本：V1.10 日期：2024-09-18

[www.bestmodulescorp.com](http://www.bestmodulescorp.com)

## 目錄

特性 .....	3
概述 .....	3
應用領域 .....	3
選型表 .....	3
方框圖 .....	4
腳位圖 .....	4
腳位說明 .....	4
技術規格 .....	5
極限參數 .....	5
建議工作條件 .....	5
直流電氣特性 .....	5
交流電氣特性 .....	5
模組 pH 測量特性 .....	7
功能描述 .....	8
系統描述 .....	8
通訊介面 .....	10
PC 介面 .....	10
UART 介面 .....	14
應用電路 .....	19
PC 模式 .....	19
UART 模式 .....	19
尺寸圖 .....	20
參考訊息 .....	20
修訂歷史 .....	20
線上購買 .....	20

## 特性

- pH 測量特性
  - ◆ 測量範圍：0.00pH~14.00pH
  - ◆ 解析度：0.01pH
  - ◆ 精準度：±0.1pH @ 模組工作溫度 10°C~40°C，  
溶液溫度 5°C~60°C
- 溫度測量特性
  - ◆ 測量範圍：0°C~60°C
  - ◆ 解析度：0.1°C
  - ◆ 精準度：±1°C
- 工作電流
  - ◆ 正常模式：<12mA @ 3.3V 25°C
  - ◆ 休眠模式：<4μA @ 3.3V 25°C
- 工作電壓：3V~5.5V
- 可選通訊介面
  - ◆ I<sup>2</sup>C
  - ◆ UART



## 概述

BM25S4421-1 為一款數位輸出的 pH 值水質檢測模組，整合 pH 檢測、溫度檢測、高性能的 24-bit Delta Sigma 型 A/D 轉換器，並搭配算法，使模組兼具高精度、低耗電的特性，產品整合度高、體積小。BM25S4421-1 具有自動溫度補償功能，提供 I<sup>2</sup>C 與 UART 兩種通訊方式，方便用戶使用。

## 應用領域

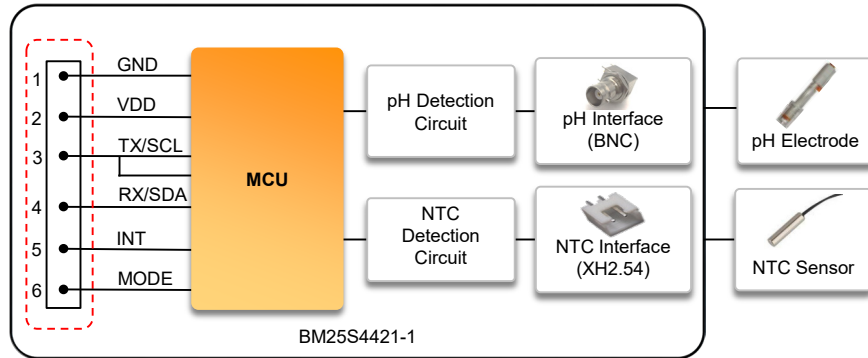
- 筆式酸度計
- 便攜 pH 檢測儀
- 魚缸 pH 值監測儀

## 選型表

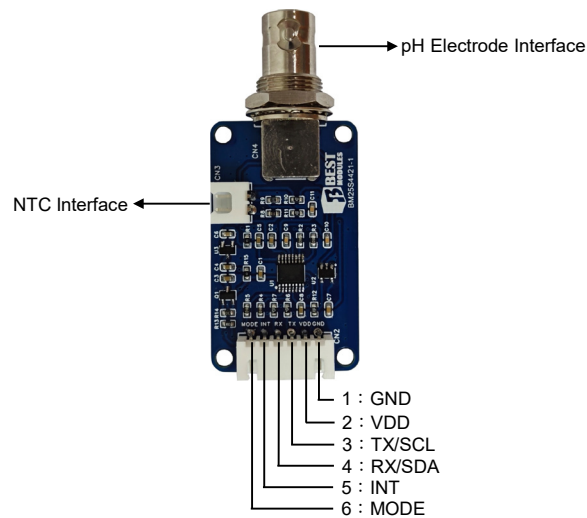
型號	性能		介面
	pH 值	溫度	
BM25S4421-1	測量範圍：0.00pH~14.00pH 解析度：0.01pH 精準度：±0.1pH	測量範圍：0°C~60°C 解析度：0.1°C 精準度：±1°C	I <sup>2</sup> C/UART

\* 相關產品可於 [倍創科技](#) 購得

## 方框圖



## 腳位圖



## 腳位說明

腳位	功能	類型	說明
1	GND	PWR	電源負極 · GND
2	VDD	PWR	電源正極
3	TX	O	模組的 UART 發送腳位
	SCL	I	I <sup>2</sup> C 時鐘腳位 (有內建 4.7k 上拉電阻)
4	RX	I	模組的 UART 接收腳位
	SDA	I/O	I <sup>2</sup> C 數據腳位 (有內建 4.7k 上拉電阻)
5	INT	O	報警信號輸出腳
6	MODE	I	通訊模式選擇腳。MODE 腳浮空或者接高準位時，為 UART 通訊方式；MODE 腳接低準位時，為 I <sup>2</sup> C 通訊方式

註：PWR：電源；  
O：數位輸出；

I：數位輸入；  
I/O：數位輸入 / 輸出

## 技術規格

### 極限參數

電源電壓 .....	GND-0.3V~GND+6.0V
輸入電壓 .....	GND-0.3V~V <sub>DD</sub> +0.3V
存儲溫度 .....	-25°C~85°C
工作 ( 環境 ) 溫度 .....	0°C~60°C
總功耗 .....	<43mW @ 3.3V/25°C

註：這裡只強調額定功率，超過極限參數所規定的範圍將對模組造成損害，無法預期模組在上述標示範圍外工作狀態，而且若長期在標示範圍外的條件下工作，可能影響模組的可靠性。

### 建議工作條件

為達到模組較佳性能，建議讓模組工作在 10°C~40°C 溫度區間，若模組工作在溫度區間外，會導致模組測量 pH 精準度下降。

### 直流電氣特性

T<sub>a</sub>=25°C

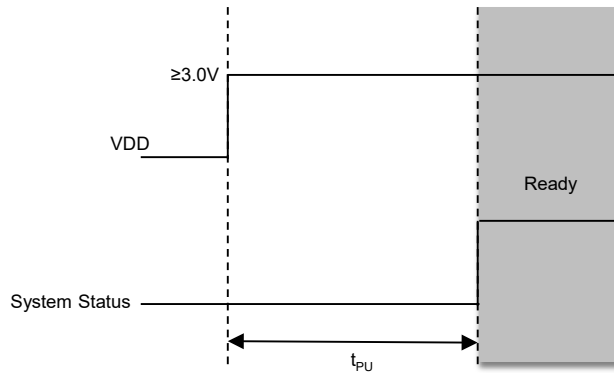
符號	參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
V <sub>DD</sub>	工作電壓	—	3	3.3	5.5	V
I <sub>DD</sub>	工作電流	正常模式下 (V <sub>DD</sub> =3.3V)	—	7	12	mA
		休眠模式下 (V <sub>DD</sub> =3.3V)	—	2	4	μA
V <sub>IL</sub>	低準位輸入電壓	—	0	—	0.2V <sub>DD</sub>	V
V <sub>IH</sub>	高準位輸入電壓	—	0.8V <sub>DD</sub>	—	V <sub>DD</sub>	V

### 交流電氣特性

#### 系統時序

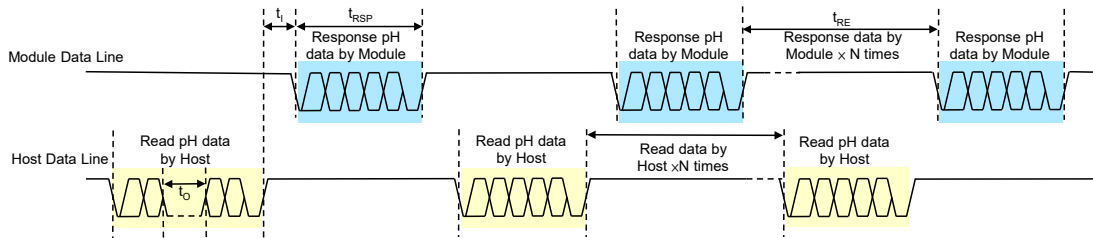
T<sub>a</sub>=25°C · V<sub>DD</sub>=3.3V

符號	參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
t <sub>PU</sub>	上電時間	從 V <sub>DD</sub> ≥3.0V 開始到允許通訊	—	1000	—	ms
t <sub>RE</sub>	pH 值刷新時間	—	—	4000	—	ms
t <sub>i</sub>	模組響應主機命令時間	UART 模式	—	—	50	ms
		I <sup>2</sup> C 模式	50	—	—	ms
t <sub>RESP</sub>	響應數據時間 (具體時間因命令不同而不同)	UART 模式	6	—	14	ms
		I <sup>2</sup> C 模式	0.1	—	—	ms

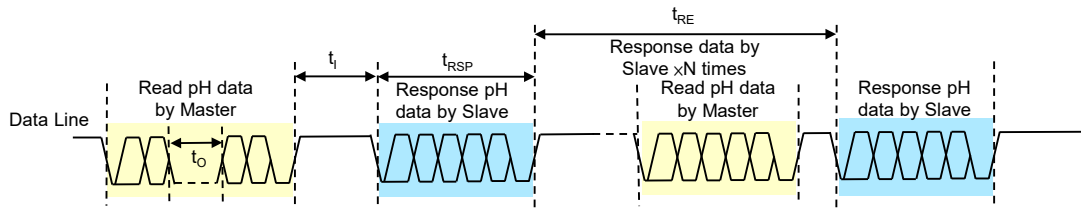


系統上電時序圖

註：系統 ready 為模組完成系統初始化，可接收主機發出的命令。



UART 通訊流程時序圖



I<sup>2</sup>C 通訊流程時序圖

### UART 介面

$T_a=25^{\circ}C$  ·  $V_{DD}=3.3V$

符號	參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
$t_o$	模組接收數據：byte 與 byte 之間最大的時間間隔	—	—	10	—	ms

### I<sup>2</sup>C 介面

$T_a=25^{\circ}C$  ·  $V_{DD}=3.3V$

符號	參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
$f_{SCL}$	時鐘頻率	—	5	—	400	kHz
$t_{IIC-time-out}$	I <sup>2</sup> C 超時保護時間	—	—	10	—	ms

註：要求主機 I<sup>2</sup>C master 支持 clock stretching 功能。超時計數器是在 I<sup>2</sup>C 總線 "START" 和 "模組地址匹配" 條件下開始計時，且在 SCL 下降沿清零。在下一個 SCL 下降沿到來之前，如果計時的時間大於 10ms (典型值)，則超時發生。I<sup>2</sup>C "STOP" 條件發生時超時功能終止。

## 模組 pH 測量特性

參數	測試條件	最小	典型	最大	單位
pH 測量範圍	—	0.00	—	14.00	—
pH 測量精準度	模組工作在 10°C~40°C	—	±0.1	—	—
pH 解析度	—	—	0.01	—	—
最大溫度測量範圍	—	0	—	60	°C
建議溫度測量範圍	—	5	—	60	°C
溫度測量精準度	0~60°C 範圍內	—	—	±1	°C
溫度測量解析度	0~60°C 範圍內	—	0.1	—	°C

註：1. 上表中溫度特性皆採用恆溫水槽測試，pH 值皆採用 pH 標準液測試。

2. 測試使用 E-201-C 型 pH 復合電極 (電極斜率變化  $\leq 0.5\%$  @ 5°C~60°C，電極溫度使用範圍 5°C~60°C) 加 3950 10K 1%NTC 熱敏電阻 (耐腐蝕)。

### pH 電極要求

- pH 電極：適用於 E-201-C 型 pH 復合電極。電極響應時間  $\leq 2\text{min}$ ，pH 電極零點漂移值在  $0 \pm 30\text{mV}$  之內，pH 電極斜率變化  $\leq 0.5\%$  (5°C~60°C 任意溫度點的 pH 電極斜率減去 25°C 的 pH 電極斜率的絕對值，絕對值  $\leq 0.5\%$ )。介面 BNC (Q9 公頭)。
- 新電極校準後斜率為 95% 到 105% 之間，當電極的斜率低於 90% 時，建議更換電極。
- pH 電極斜率測量方法：使用高輸入阻抗運算放大器構建電壓跟隨器電路，輸入端連接 pH 電極，輸出端連接高分辨率電壓表。記錄測量兩種不同 pH 溶液的電壓值，計算出每隔 1pH 對應的電壓，將實際電壓除以理論電壓得到 pH 斜率。例如測量 25°C 溶液，實際電壓為 57.9768mV/pH，理論電壓為 59.16mV/pH，pH 電極在 25°C 的斜率為 98%。測量 15°C 溶液，實際電壓為 56.089656mV/pH，理論電壓為 57.176mV/pH，pH 電極在 15°C 的斜率為 98.1%。
- 電極不使用時，需要充分浸入電極保護液中。建議電極保護液要及時更換，一星期更換一次。

### NTC 傳感器要求

- NTC 傳感器：R25=10K、精準度： $\pm 1\%$ 、B 值：3950K、B 值精準度： $\pm 1\%$ ，或者 R25=10K、精準度  $\pm 1\%$ 、B 值：3435K、B 值精準度  $\pm 1\%$ 。介面 XH2.54。設置模組使用的 NTC 類型命令請參考通訊介面章節。
- NTC 傳感器需要耐腐蝕。

## 功能描述

### 系統描述

BM25S4421-1 模組上的介面 (BNC) 用於連接 pH 電極。模組通過檢測 pH 電極輸入端的壓差，計算出溶液的 pH 值。同時模組上還放置了連接 NTC 的介面 (XH2.54)，搭配模組上的電路以及內部的算法，實現 pH 值溫度補償功能。

### 工作原理

系統上電並完成初始化後，模組執行第一次 pH 值和溫度值的檢測以及由 MODE 腳位的準位確定模組的通訊模式 (UART/I<sup>2</sup>C) 之後再去改變 MODE 腳位準位是不能改變通訊模式。模組每隔 4 秒轉換一次 pH 值與溫度值，模組進入休眠需要使用休眠命令，主機喚醒模組需要發送新的命令，模組的復位命令會使模組重新開始初始化。詳細通訊方式請參照通訊介面章節。

### 設定報警值

用戶可通過命令設定 pH 報警值，當測量的 pH 值大於設定的 pH 高報警值或測量的 pH 值小於設定的 pH 低報警值，則模組的 INT 腳位會輸出低準位，反之，模組的 INT 腳位輸出高準位。模組進入休眠後，模組的 INT 腳位輸出高準位。

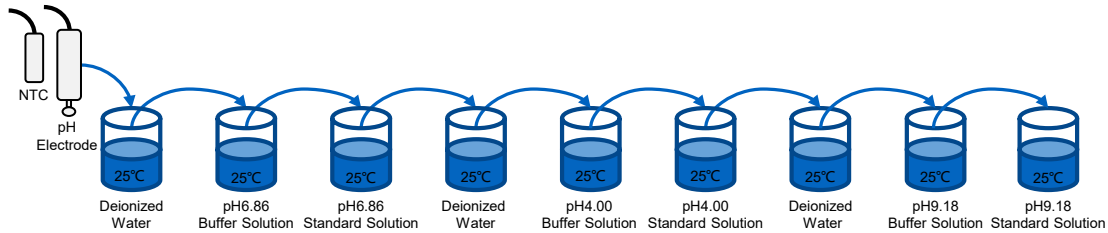
### 校準操作

模組具有 pH 校準功能，用戶使用新的電極或者測量 pH 時長時間未進行校準 (例如半個月以上)，用戶需要通過校準命令對模組進行 pH 校準。標準液具有一定的保存期，建議使用新鮮的標準液。

pH 校準採用了三點校準方式，分別為 pH4.00、pH6.86、pH9.18。校準時需要使用 pH6.86 標準液進行校準，再使用 pH4.00 標準液進行校準，最後使用 pH9.18 標準液進行校準。在校準時，模組偵測到 pH 電極的電壓超出限制範圍時，會認為校準溶液不匹配，提示校準失敗；例如校準 pH4.00 時，誤把電極放進 pH2.00 的溶液中。以下提供一種校準步驟供用戶參考 ( 模塊支持的 pH 校準溫度是 25°C 並且在不同溫度下 pH 溶液使電極輸出端產生不同的壓差，若用戶不在 25°C 校準 pH，校準後能測量 pH，但是會影響 pH 測量精準度 )：

- 將 pH 電極與 NTC 探頭置於 25°C 恆溫水槽中 3 分鐘，為了讓 pH 電極處於 25°C。
- 取 9 個塑膠容器，容器需要提前使用去離子水清洗並自然晾乾，容器的直徑不小於 4cm，高度不低於 6cm。
- 取其中兩個倒入 pH6.86 標準液，其中一杯為 pH6.86 標準液，另一杯為緩衝液，取其中兩個倒入 pH4.00 標準液，其中一杯為 pH4.00 標準液，另一杯為緩衝液，取其中兩個倒入 pH9.18 標準液，其中一杯為 pH9.18 標準液，另一杯為緩衝液，取其中三個倒入去離子水。並確保標準液處於 25°C 恆溫環境中。
- 將 pH 電極與 NTC 探頭浸入去離子水中洗淨，後取出用乾淨的吸水紙吸乾 pH 電極與 NTC 探頭表面，浸入 pH6.86 緩衝液中並稍作攪動，最後浸入 pH6.86 標準液中並稍作攪動，觀察 pH 電極的玻璃球表面是否有泡沫，並將其抖掉，等待讀取的 pH 數值穩定 ( 一般 90 秒 pH 值會穩定 ) 後發送校準 pH 命令，校準 pH 命令請參考通訊介面章節。
- 再將 pH 電極與 NTC 探頭浸入去離子水中洗淨，後取出用乾淨的吸水紙吸乾 pH 電極與 NTC 探頭表面，浸入 pH4.00 緩衝液中並稍作攪動，最後浸入 pH4.00 標準液中並稍作攪動，觀察 pH 電極的玻璃球表面是否有泡沫，並將其抖掉，等待讀取的 pH 數值穩定 ( 一般 90 秒 pH 值會穩定 ) 後發送校準 pH 命令，校準 pH 命令請參考通訊介面章節。

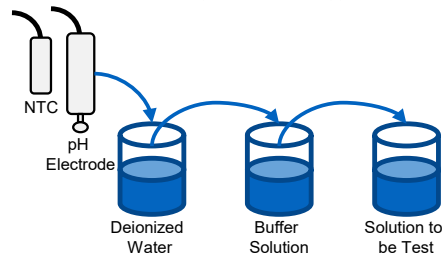
- 再將 pH 電極與 NTC 探頭浸入去離子水中洗淨，後取出用乾淨的吸水紙吸乾 pH 電極與 NTC 探頭表面，浸入 pH9.18 緩衝液中並稍作攪動，最後浸入 pH9.18 標準液中並稍作攪動，觀察 pH 電極的玻璃球表面是否有泡沫，並將其抖掉，等待讀取的 pH 數值穩定（一般 90 秒 pH 值會穩定）後發送校準 pH 命令，校準 pH 命令請參考通訊介面章節。



### 測量 pH 與溫度數值操作

以下提供一種測量 pH 值與溫度值的步驟供用戶參考：

- 將 pH 電極與 NTC 探頭置於與待測液同一溫度中。
- 取 3 個塑膠容器需要提前做好去離子水清洗並自然晾乾，容器的直徑不小於 4cm，高度不低於 6cm。
- 取其中兩個倒入待測液，其中一杯為待測液，另一杯為緩衝液，取一個杯子倒入去離子水。並確保溶液都處於同一恆溫環境中。
- 將 pH 電極與 NTC 探頭浸入去離子水中洗淨，後取出用乾淨的吸水紙吸乾 pH 電極與 NTC 探頭表面，浸入緩衝液中並稍作攪動，最後浸入待測液中並稍作攪動，觀察 pH 電極的玻璃球表面是否有泡沫，並將其抖掉，發送讀取 pH 值與溫度值命令，讀取 pH 值與溫度值命令請參考通訊介面章節。等待 pH 值穩定時，以當前讀到的 pH 值為準（一般 90 秒 pH 值會穩定。20°C 以下 pH 電極響應時間變長，一般 3~4 分鐘 pH 值穩定。測量低電導水樣如雨水、去離子水、鍋爐水、河水、自來水等，pH 值可能需要較長時間才能穩定，如需測量低電導樣品，建議加入離子強度調節劑（如氯化鉀）。



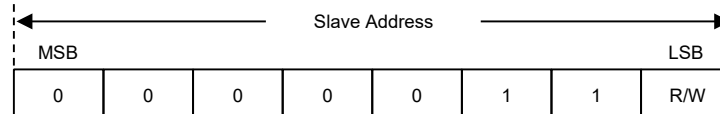
## 通訊介面

BM25S4421-1 支持 I<sup>2</sup>C 與 UART 兩種通訊方式，在這兩種通訊模式下，主機可從 BM25S4421-1 讀取測量值 (pH 值與溫度)、模組資訊以及設置 pH 報警值等，其中在 UART 通訊模式下，增加設置模組 ID 命令。協議詳情請參考如下內容。

### I<sup>2</sup>C 介面

#### 從機定址

- BM25S4421-1 預設位址為 “0000011”，模組的 ID 作為從機位址。



#### I<sup>2</sup>C 通訊協議

- 怎樣讀取 BM25S4421-1

BM25S4421-1 在 I<sup>2</sup>C 標準協議的基礎上建立的通訊，SCL 最高頻率為 400kHz，主要分為發送命令與讀回數值兩步驟。首先主機 (Master) 需對模組傳輸命令，模組 (Module) 接收到命令後解析命令，主機確認模組在線並有響應後即對模組進行讀值。

#### 主機寫模組通訊幀格式

模組位址 + 寫	幀頭 0x42,0x4D	模組分類 0x63	ID 碼 初始：0x03	主機命令碼 (HCMD)	長度 (LEN)	數據 (DATA)	校驗碼 (CS)
1-byte	2-byte	1-byte	1-byte	1-byte	1-byte	n-byte	1-byte

- ◆ 長度 (LEN) = 數據 (DATA) 的字節數
- ◆ 校驗碼 (CS) = ~ ( 幀頭 + 模組分類 + ID 碼 + 主機命令碼 + 長度 + 數據碼 ) + 1

#### 主機讀模組通訊幀格式

模組位址 + 讀	幀頭 0x42,0x4D	模組分類 0x63	ID 碼 初始：0x03	模組命令碼 (MCMD)	長度 (LEN)	數據 (DATA)	校驗碼 (CS)
1-byte	2-byte	1-byte	1-byte	1-byte	1-byte	n-byte	1-byte

- ◆ 長度 (LEN) = 數據 (DATA) 的字節數
- ◆ 模組命令碼 (MCMD) = 主機命令碼 (HCMD) + 0x80
- ◆ 校驗碼 (CS) = ~ ( 幀頭 + 模組分類 + ID 碼 + 模組命令碼 + 長度 + 數據碼 ) + 1

### 命令說明

主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)		描述	範圍 (DEC)
讀取 pH 值與溫度值 (0x01)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	DATA[0]	pH 數據高八位 (bit8~bit15)	0~1400 (0.00~14.00)
		DATA[1]	pH 數據低八位 (bit0~bit7)	1500 : pH 數據高於測量上限 65436 : pH 數據低於測量下限
		DATA[2]	溫度數據高八位 (bit8~bit15)	0~600 (0.0°C~60.0°C)
	DATA[3]	溫度數據低八位 (bit0~bit7)	1500 : NTC 介面短路 65036 : NTC 介面開路	
<p>例：            主機寫模組 (HEX) : 06 42 4D 63 03 01 00 0A            主機讀模組 (HEX) : 07 42 4D 63 03 81 04 02 BC 00 FA CE</p> <p>備註：            從 <math>V_{DD} \geq 3.0V</math> 開始的 5 秒內或從喚醒開始的 5 秒內，讀取的 pH 數據與溫度數據無效。            pH 值：0x02BC → 700 → pH7.00，模組輸出 pH 值數據為實際值的 100 倍，表示讀取的 pH 值為 7.00。            pH 值為 0x05DC(1500) 表示 pH 數據高於測量上限。pH 值為 0xFF9C(65436)，表示 pH 數據低於測量下限。            當模組未校準 pH4.00 或 pH6.86 或 pH9.18 時，讀取的 pH 值為 0x0000 → 0 → pH0.00。            溫度值：0x00FA → 250 → 25.0°C，模組輸出溫度值數據為實際值的 10 倍，表示讀取的溫度值為 25.0°C。            溫度值為 0x05DC(1500) 表示 NTC 介面短路。溫度值為 0xFE0C(65036) 表示 NTC 介面開路。            當測量的溫度高於 60°C 時，溫度值為 0x0258 → 600 → 60.0°C。            當測量的溫度低於 0°C 時，溫度值為 0x00 → 0 → 0.0°C。</p>				
校準 pH (0x02)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	DATA[0]	校準的 pH 類型	0 : 無效 1 : 校準 pH4.00 2 : 校準 pH6.86 3 : 校準 pH9.18
		DATA[1]	校準狀態	1 : 成功 0 : 失敗
<p>例：            主機寫模組 (HEX) : 06 42 4D 63 03 02 00 09            主機讀模組 (HEX) : 07 42 4D 63 03 82 02 01 01 85</p> <p>備註：            校準的 pH 類型：0x01 → 1，代表校準的 pH 類型為 pH4.00。            校準狀態：0x01 → 1，代表校準成功。            如果校準失敗，舊的校準值不會被清除。</p>				
設置 pH 報警值 (0x03)	主機寫模組	DATA[0]	pH 高報警值高八位 (bit8~bit15)	pH 高報警值：1~1400 (0.01~14.00)
		DATA[1]	pH 高報警值低八位 (bit0~bit7)	pH 高報警值大於 pH 低報警值
		DATA[2]	pH 低報警值高八位 (bit8~bit15)	pH 低報警值：0-1399 (0.00~13.99)
		DATA[3]	pH 低報警值低八位 (bit0~bit7)	pH 低報警值小於 pH 高報警值
	主機讀模組	DATA[0]	設置狀態	1 : 成功 0 : 失敗

主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)	描述	範圍 (DEC)	
<p>例： 主機寫模組 (HEX)：06 42 4D 63 03 03 04 04 B0 00 C8 88 主機讀模組 (HEX)：07 42 4D 63 03 83 01 01 86</p> <p>備註： 設置 pH 高報警值為：0x04B0→1200→12.00，設置的高 pH 高報警值數據為實際值的 100 倍，表示設置 pH 高報警值為 pH12.00。 設置 pH 低報警值為：0x00C8→200→2.00，設置的低 pH 報警值數據為實際值的 100 倍，表示設置 pH 高報警值為 pH2.00。 設置狀態：0x01→1，表示設置成功。 觸發 pH 低報警信號後，停止報警的 pH 值需要高於設置的 pH 低報警值 0.03，如：pH 低報警值：0x00C8→200→pH2.00，則停止報警的 pH 值需要大於等於 pH 值：0x00CC→204→pH2.04。 觸發 pH 高報警信號後，停止報警的 pH 值需要低於設置的 pH 高報警值 0.03，如：pH 高報警值：0x04B0→1200→pH12.00，則停止報警的 pH 值需要小於等於 pH 值：0x04AC→1196→pH11.96。 建議設置的 pH 高報警值大於 pH 低報警值 0.08。 報警功能不可以關閉。</p>				
讀取 pH 報警值 (0x04)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	DATA[0]	pH 高報警值高八位 (bit8~bit15)	pH 高報警值：1~1400 (0.01~14.00)
		DATA[1]	pH 高報警值低八位 (bit0~bit7)	pH 高報警值大於 pH 低報警值
		DATA[2]	pH 低報警值高八位 (bit8~bit15)	pH 低報警值：0~1399 (0.00~13.99)
	DATA[3]	pH 低報警值低八位 (bit0~bit7)	pH 低報警值小於 pH 高報警值	
<p>例： 主機寫模組 (HEX)：06 42 4D 63 03 04 00 07 主機讀模組 (HEX)：07 42 4D 63 03 84 04 04 B0 00 C8 0B</p> <p>備註： 讀取 pH 高報警值為：0x04B0→1200→12.00，讀取的高 pH 報警值數據為實際值的 100 倍，表示讀取 pH 高報警值為 pH12.00。pH 高報警值出廠默認值為：0x0578→1400→14.00，表示 pH 高報警值出廠默認值為 pH14.00。 讀取 pH 低報警值為：0x00C8→200→2.00，讀取的低 pH 報警值數據為實際值的 100 倍，表示讀取 pH 低報警值為 pH2.00。pH 低報警值出廠默認值為：0x0000→0→0.00，表示 pH 低報警值出廠默認值為 pH0.00。</p>				
休眠 (0x05)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	None	—	—
<p>例： 主機寫模組 (HEX)：06 42 4D 63 03 05 00 06 主機讀模組 (HEX)：07 42 4D 63 03 85 00 86</p>				
復位 (0x06)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	None	—	—
<p>例： 主機寫模組 (HEX)：06 42 4D 63 03 06 00 05 主機讀模組 (HEX)：07 42 4D 63 03 86 00 85 模組是在復位前回復數據。</p>				

主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)		描述	範圍 (DEC)
讀取模組狀態 (0x09)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	DATA[1]	pH4.00 校準數據狀態	1：校準數據正常 0：校準數據異常
		DATA[2]	pH6.86 校準數據狀態	1：校準數據正常 0：校準數據異常
		DATA[3]	pH9.18 校準數據狀態	1：校準數據正常 0：校準數據異常
		DATA[4]	溫度檢測狀態	0：無效 1：溫度檢測正常 2：超出溫度檢測範圍 3：NTC 介面短路 4：NTC 介面開路
<p>例：            主機寫模組 (HEX)：06 42 4D 63 03 09 00 02            主機讀模組 (HEX)：07 42 4D 63 03 89 05 01 01 01 01 78            備註：            pH4.00 校準數據狀態：0x01→1，表示 pH4.00 校準數據正常。            pH6.86 校準數據狀態：0x01→1，表示 pH6.86 校準數據正常。            pH9.18 校準數據狀態：0x01→1，表示 pH9.18 校準數據正常。            溫度檢測狀態：0x01→1，表示溫度檢測正常。從 V<sub>DD</sub>≥3.0V 開始的 5 秒內和從喚醒開始的 5 秒內，讀取的溫度檢測狀態數據無效。</p>				
校準 NTC R25 (0x0A)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	DATA[0]	NTC 類型	1：NTC 的 B 值為 3950 10K 2：NTC 的 B 值為 3435 10K
		DATA[1]	校準狀態	1：25°C 校準成功 0：25°C 校準失敗
<p>例：            主機寫模組 (HEX)：06 42 4D 63 03 0A 00 01            主機讀模組 (HEX)：07 42 4D 63 03 8A 02 01 01 7D            備註：            模組使用的 NTC 類型：0x01→1，表示模組使用的 NTC 的 B 值為 3950 10K。            校準狀態：0x01→1，表示 25°C 校準成功。</p>				
讀取校準時 pH 電極的斜率 (0x0E)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	DATA[0]	電極在 pH4.00~pH6.86 的斜率	—
		DATA[1]	電極在 pH6.86~pH9.18 的斜率	—
<p>例：            主機寫模組 (HEX)：06 42 4D 63 03 0E 00 FD            主機讀模組 (HEX)：07 42 4D 63 03 8E 02 62 61 B8            備註：            電極在 pH4.00~pH6.86 的斜率：0x62→98→98%，模組輸出數據為實際值的 100 倍，表示電極在 pH4.00~pH6.86 的斜率為 98%。            電極在 pH6.86~pH9.18 的斜率：0x61→97→97%，模組輸出數據為實際值的 100 倍。表示電極在 pH6.86~pH9.18 的斜率為 97%。</p>				

主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)		描述	範圍 (DEC)
設置模組使用的 NTC 類型 (0x0F)	主機寫模組	DATA[0]	NTC 類型	1 : NTC 的 B 值為 3950 10K 2 : NTC 的 B 值為 3435 10K
	主機讀模組	DATA[0]	設置狀態	1 : 設置成功 0 : 設置失敗
例： 主機寫模組 (HEX) : 06 42 4D 63 03 0F 01 01 FA 主機讀模組 (HEX) : 07 42 4D 63 03 8F 01 01 7A 備註： 設置模組使用的 NTC 類型：0x01→1，表示設置模組使用的 NTC 的 B 值為 3950 10K。 設置狀態：0x01→1，表示設置成功。				
讀取模組使用的 NTC 類型 (0x10)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	DATA[0]	NTC 類型	1 : NTC 的 B 值為 3950 10K 2 : NTC 的 B 值為 3435 10K
例： 主機寫模組 (HEX) : 06 42 4D 63 03 10 00 FB 主機讀模組 (HEX) : 07 42 4D 63 03 90 01 01 79 備註： 讀取模組使用的 NTC 類型：0x01→1，表示讀取模組使用的 NTC 的 B 值為 3950 10K。				
清除 NTC R25 校準值 (0x11)	主機寫模組	None	—	—
	主機讀模組	DATA[0]	NTC 類型	1 : NTC 的 B 值為 3950 10K 2 : NTC 的 B 值為 3435 10K
例： 主機寫模組 (HEX) : 06 42 4D 63 03 10 00 FA 主機讀模組 (HEX) : 07 42 4D 63 03 91 01 01 78 備註： 清除 25°C 校準值的 NTC 類型：0x01→1，表示清除 25°C 校準值的 NTC 的 B 值為 3950 10K。				

註：請務必注意，如果未按照規範發送命令，可能會收到錯誤的數值。

## UART 介面

### UART 通訊協議

在 UART 通訊模式下，BM2S4421-1 按照固定的通訊格式進行通訊，協議詳情請參考以下內容。

### 主機發送幀格式

波特率：9600 · 8-N-1

幀頭 0x42,0x4D	模組分類 0x63	ID 碼 初始：0x03	主機命令碼 (HCMD)	長度 (LEN)	數據 (DATA)	校驗碼 (CS)
2-byte	1-byte	1-byte	1-byte	1-byte	n-byte	1-byte

- ◆ 長度 (LEN) = 數據 (DATA) 的字節數
- ◆ 校驗碼 (CS) = ~ ( 幀頭 + 模組分類 + ID 碼 + 主機命令碼 + 長度 + 數據碼 ) + 1

### 模組返回幀格式

波特率：9600 · 8-N-1

幀頭 0x42,0x4D	模組分類 0x63	ID 碼 初始：0x03	模組命令碼 (MCMD)	長度 (LEN)	數據 (DATA)	校驗碼 (CS)
2-byte	1-byte	1-byte	1-byte	1-byte	n-byte	1-byte

- ◆ 長度 (LEN) = 數據 (DATA) 的字節數
- ◆ 模組命令碼 (MCMD) = 主機命令碼 (HCMD)+0x80
- ◆ 校驗碼 (CS) = ~ (幀頭 + 模組分類 + ID 碼 + 模組命令碼 + 長度 + 數據碼) + 1

### 命令說明

主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)		描述	範圍 (DEC)
設置模組 ID (0x00)	主機發送	DATA[0]	要設置成的模組 ID	模組 ID 值：1~127
	模組回復	DATA[0]	設置狀態	1：成功 0：失敗
例： 主機發送 (HEX)：42 4D 63 03 00 01 30 DA 模組回復 (HEX)：42 4D 63 30 80 01 01 5C 備註： 模組 ID 值：0x30→48 · 設置模組的 ID 為 48。 設置狀態：0x01→1 · 表示設置模組 ID 成功。				
讀取 pH 值 與溫度值 (0x01)	主機發送	None	—	—
	模組回復	DATA[0]	pH 值高八位 (bit8~bit15)	0~1400 (0.00~14.00)
		DATA[1]	pH 值低八位 (bit0~bit7)	1500：pH 數據高於測量上限 65436：pH 數據低於測量下限
		DATA[2]	溫度值高八位 (bit8~bit15)	0~600 (0.0°C~60.0°C)
	DATA[3]	溫度值低八位 (bit0~bit7)	1500：NTC 介面短路 65036：NTC 介面開路	
例： 主機發送 (HEX)：42 4D 63 03 01 00 0A 模組回復 (HEX)：42 4D 63 03 81 04 02 BC 00 FA CE 備註： 從 $V_{DD} \geq 3.0V$ 開始的 5 秒內或從喚醒開始的 5 秒內，讀取的 pH 數據與溫度數據無效。 pH 值：0x02BC→700→pH7.00 · 模組輸出 pH 值數據為實際值的 100 倍，表示讀取的 pH 值為 7.00。 pH 值為 0x05DC(1500) 表示 pH 數據高於測量上限。pH 值為 0xFF9C(65436)，表示 pH 數據低於測量下限。 當模組未校準 pH4.00 或 pH6.86 或 pH9.18 時，讀取的 pH 值為 0x0000→0→pH0.00。 溫度值：0x00FA→250→25.0°C · 模組輸出溫度值數據為實際值的 10 倍，表示讀取的溫度值為 25.0°C。 溫度值為 0x05DC(1500) 表示 NTC 介面短路。溫度值為 0xFE0C(65036) 表示 NTC 介面開路。 當測量的溫度高於 60°C 時，溫度值為 0x0258→600→60.0°C。 當測量的溫度低於 0°C 時，溫度值為 0x00→0→0.0°C。				

主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)		描述	範圍 (DEC)
校準 pH (0x02)	主機發送	None	—	—
	模組回復	DATA[0]	校準的 pH 類型	0：無效 1：校準 pH4.00 2：校準 pH6.86 3：校準 pH9.18
		DATA[1]	校準狀態	1：成功 0：失敗
<p>例： 主機發送 (HEX)：42 4D 63 03 02 00 09 模組回復 (HEX)：42 4D 63 03 82 02 01 01 85</p> <p>備註： 校準的 pH 類型：0x01→1，代表校準的 pH 類型為 pH4.00。 校準狀態：0x01→1，代表校準成功。 如果校準失敗，舊的校準值不會被清除。</p>				
設置 pH 報警值 (0x03)	主機發送	DATA[0]	pH 高報警值高八位 (bit8~bit15)	pH 高報警值：1~1400 (0.01~14.00)
		DATA[1]	pH 高報警值低八位 (bit0~bit7)	pH 高報警值大於 pH 低報警值
		DATA[2]	pH 低報警值高八位 (bit8~bit15)	pH 低報警值：0~1399 (0.00~13.99)
		DATA[3]	pH 低報警值低八位 (bit0~bit7)	pH 低報警值小於 pH 高報警值
	模組回復	DATA[0]	設置狀態	1：成功 0：失敗
<p>例： 主機發送 (HEX)：42 4D 63 03 03 04 04 B0 00 C8 88 模組回復 (HEX)：42 4D 63 03 83 01 01 86</p> <p>備註： 設置 pH 高報警值為：0x04B0→1200→12.00，設置的高 pH 高報警值數據為實際值的 100 倍，表示設置 pH 高報警值為 pH12.00。 設置 pH 低報警值為：0x00C8→200→2.00，設置的低 pH 報警值數據為實際值的 100 倍，表示設置 pH 高報警值為 pH2.00。 設置狀態：0x01→1，表示設置成功。 觸發 pH 低報警信號後，停止報警的 pH 值需要高於設置的 pH 低報警值 0.03，如：pH 低報警值：0x00C8→200→pH2.00，則停止報警的 pH 值需要大於等於 pH 值：0x00CC→204→pH2.04。 觸發 pH 高報警信號後，停止報警的 pH 值需要低於設置的 pH 高報警值 0.03，如：pH 高報警值：0x04B0→1200→pH12.00，則停止報警的 pH 值需要小於等於 pH 值：0x04AC→1196→pH11.96。 建議設置的 pH 高報警值大於 pH 低報警值 0.08。 報警功能不可以關閉。</p>				
讀取 pH 報警值 (0x04)	主機發送	None	—	—
	模組回復	DATA[0]	pH 高報警值高八位 (bit8~bit15)	pH 高報警值：1~1400 (0.01~14.00)
		DATA[1]	pH 高報警值低八位 (bit0~bit7)	pH 高報警值大於 pH 低報警值
		DATA[2]	pH 低報警值高八位 (bit8~bit15)	pH 低報警值：0~1399 (0.00~13.99)
		DATA[3]	pH 低報警值低八位 (bit0~bit7)	pH 低報警值小於 pH 高報警值

主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)	描述	範圍 (DEC)	
<p>例： 主機發送 (HEX)：42 4D 63 03 04 00 07 模組回復 (HEX)：42 4D 63 03 84 04 04 B0 00 C8 0B</p> <p>備註： 讀取 pH 高報警值為：0x04B0→1200→12.00，讀取的高 pH 報警值數據為實際值的 100 倍，表示讀取 pH 高報警值為 pH12.00。pH 高報警值出廠默認值為：0x0578→1400→14.00，表示 pH 高報警值出廠默認值為 pH14.00。 讀取 pH 低報警值為：0x00C8→200→2.00，讀取的低 pH 報警值數據為實際值的 100 倍，表示讀取 pH 低報警值為 pH2.00。pH 低報警值出廠默認值為：0x0000→0→0.00，表示 pH 低報警值出廠默認值為 pH0.00。</p>				
休眠 (0x05)	主機發送	None	—	
	模組回復	None	—	
<p>例： 主機發送 (HEX)：42 4D 63 03 05 00 06 模組回復 (HEX)：42 4D 63 03 85 00 86</p>				
復位 (0x06)	主機發送	None	—	
	模組回復	None	—	
<p>例： 主機發送 (HEX)：42 4D 63 03 06 00 05 模組回復 (HEX)：42 4D 63 03 86 00 85</p> <p>備註： 模組是在復位前回復數據。</p>				
讀取模組狀態 (0x09)	主機發送	None	—	
	模組回復	DATA[1]	pH4.00 校準數據狀態	1：校準數據正常 0：校準數據異常
		DATA[2]	pH6.86 校準數據狀態	1：校準數據正常 0：校準數據異常
		DATA[3]	pH9.18 校準數據狀態	1：校準數據正常 0：校準數據異常
DATA[4]		溫度檢測狀態	0：無效 1：溫度檢測正常 2：超出溫度檢測範圍 3：NTC 介面短路 4：NTC 介面開路	
<p>例： 主機發送 (HEX)：42 4D 63 03 09 00 02 模組回復 (HEX)：42 4D 63 03 89 05 01 01 01 01 78</p> <p>備註： pH4.00 校準數據狀態：0x01→1，表示 pH4.00 校準數據正常。 pH6.86 校準數據狀態：0x01→1，表示 pH6.86 校準數據正常。 pH9.18 校準數據狀態：0x01→1，表示 pH9.18 校準數據正常。 溫度檢測狀態：0x01→1，表示溫度檢測正常。從 V<sub>DD</sub>≥3.0V 開始的 5 秒內和從喚醒開始的 5 秒內，讀取的溫度檢測狀態數據無效。</p>				

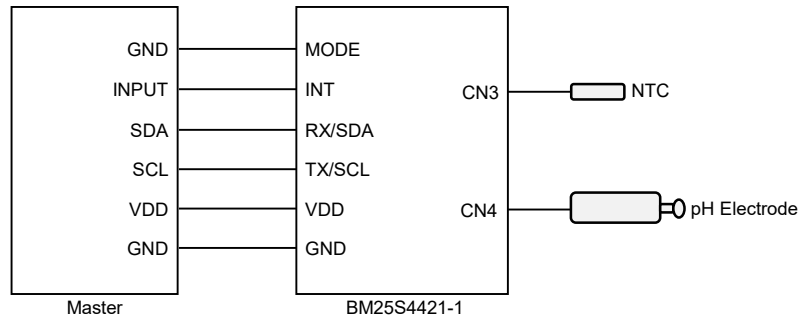
主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)		描述	範圍 (DEC)
校準 NTC R25 (0x0A)	主機發送	None	—	—
	模組回復	DATA[0]	NTC 類型	1 : NTC 的 B 值為 3950 10K 2 : NTC 的 B 值為 3435 10K
		DATA[1]	校準狀態	1 : 25°C 校準成功 0 : 25°C 校準失敗
例： 主機發送 (HEX) : 42 4D 63 03 0A 00 01 模組回復 (HEX) : 42 4D 63 03 8A 02 01 01 7D 備註： 模組使用的 NTC 類型：0x01→1，表示模組使用的 NTC 的 B 值為 3950 10K。 校準狀態：0x01→1，表示 25°C 校準成功。				
讀取校準時 pH 電極的斜率 (0x0E)	主機發送	None	—	—
	模組回復	DATA[0]	電極在 pH4.00~pH6.86 的斜率	—
		DATA[1]	電極在 pH6.86~pH9.18 的斜率	—
例： 主機發送 (HEX) : 42 4D 63 03 0E 00 FD 模組回復 (HEX) : 42 4D 63 03 8E 02 62 61 B8 備註： 電極在 pH4.00~pH6.86 的斜率：0x62→98→98%，模組輸出數據為實際值的 100 倍，表示電極在 pH4.00~pH6.86 的斜率為 98%。 電極在 pH6.86~pH9.18 的斜率：0x61→97→97%，模組輸出數據為實際值的 100 倍。表示電極在 pH6.86~pH9.18 的斜率為 97%。				
設置模組使用的 NTC 類型 (0x0F)	主機發送	DATA[0]	NTC 類型	1 : NTC 的 B 值為 3950 10K 2 : NTC 的 B 值為 3435 10K
	模組回復	DATA[0]	設置狀態	1 : 設置成功 0 : 設置失敗
例： 主機發送 (HEX) : 42 4D 63 03 0F 01 01 FA 模組回復 (HEX) : 42 4D 63 03 8F 01 01 7A 備註： 設置模組使用的 NTC 類型：0x01→1，表示設置模組使用的 NTC 的 B 值為 3950 10K。 設置狀態：0x01→1，表示設置成功。				
讀取模組使用的 NTC 類型 (0x10)	主機發送	None	—	—
	模組回復	DATA[0]	NTC 類型	1 : NTC 的 B 值為 3950 10K 2 : NTC 的 B 值為 3435 10K
例： 主機發送 (HEX) : 42 4D 63 03 10 00 FB 模組回復 (HEX) : 42 4D 63 03 90 01 01 79 備註： 讀取模組使用的 NTC 類型：0x01→1，表示讀取模組使用的 NTC 的 B 值為 3950 10K。				
清除 NTC R25 校準值 (0x11)	主機發送	None	—	—
	模組回復	DATA[0]	NTC 類型	1 : NTC 的 B 值為 3950 10K 2 : NTC 的 B 值為 3435 10K

主機命令碼 (HCMD)	數據 (DATA)	描述	範圍 (DEC)
例：			
主機發送 (HEX) : 42 4D 63 03 11 00 FA			
模組回復 (HEX) : 42 4D 63 03 91 01 01 78			
備註：			
清除 25°C 校準值的 NTC 類型 : 0x01 → 1，表示清除 25°C 校準值的 NTC 的 B 值為 3950 10K。			

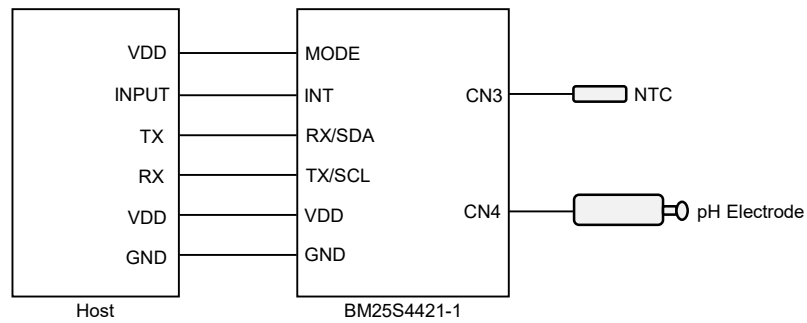
註：請務必注意，如果未按照規範發送命令，可能會收到錯誤的數值。

## 應用電路

### I<sup>2</sup>C 模式



### UART 模式





Copyright© 2024 by BEST MODULES CORP. All Rights Reserved.

本文件出版時倍創已針對所載資訊為合理注意，但不保證資訊準確無誤。文中提到的資訊僅是提供作為參考，且可能被更新取代。倍創不擔保任何明示、默示或法定的，包括但不限於適合商品化、令人滿意的品質、規格、特性、功能與特定用途、不侵害第三人權利等保證責任。倍創就文中提到的資訊及該資訊之應用，不承擔任何法律責任。此外，倍創並不推薦將倍創的產品使用在會因故障或其他原因而可能會對人身安全造成危害的地方。倍創特此聲明，不授權將產品使用於救生、維生或安全關鍵零組件。在救生 / 維生或安全應用中使用倍創產品的風險完全由買方承擔，如因該等使用導致倍創遭受損害、索賠、訴訟或產生費用，買方同意出面進行辯護、賠償並使倍創免受損害。倍創 ( 及其授權方，如適用 ) 擁有本文件所提供資訊 ( 包括但不限於內容、資料、示例、材料、圖形、商標 ) 的智慧財產權，且該資訊受著作權法和其他智慧財產權法的保護。倍創在此並未明示或暗示授予任何智慧財產權。倍創擁有不事先通知而修改本文件所載資訊的權利。如欲取得最新的資訊，請與我們聯繫。