

溫度原理

徐綱鴻

大綱

- 溫度的刻度
- 何謂溫度計
- 溫度計的性能
- 溫度感測器的形式
- 溫度的校正
- 應用實例

溫度的刻度

- 華氏 (Fahrenheit) °F
- 攝氏 (Celsius) °C
- 凱氏 (Kelvin) K
- 雷氏 (Rankine) °R

水

$$0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$$

$$100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$$

公式 $^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$

- 利用水的三相點

0K或叫絕對零度（在此溫度點，分子活動均停止）。

- $0\text{K} = -273.16^{\circ}\text{C}$
 $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.16$
 $0^{\circ}\text{R} = -459.59^{\circ}\text{F}$
 $^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 459.59$

溫度計

- 為量測溫度之系統裝置，包含溫度感測器（Sensor）及一個顯示用儀錶，連同兩者間之連接線路。
- 主要的校正作業常針對其感測器施行，而在應用時，所謂的精確度乃指全部量測溫度之系統。

溫度計的性能

- 解析度 (resolution)
- 重現性 (reproducibility)
- 穩定度 (stability)

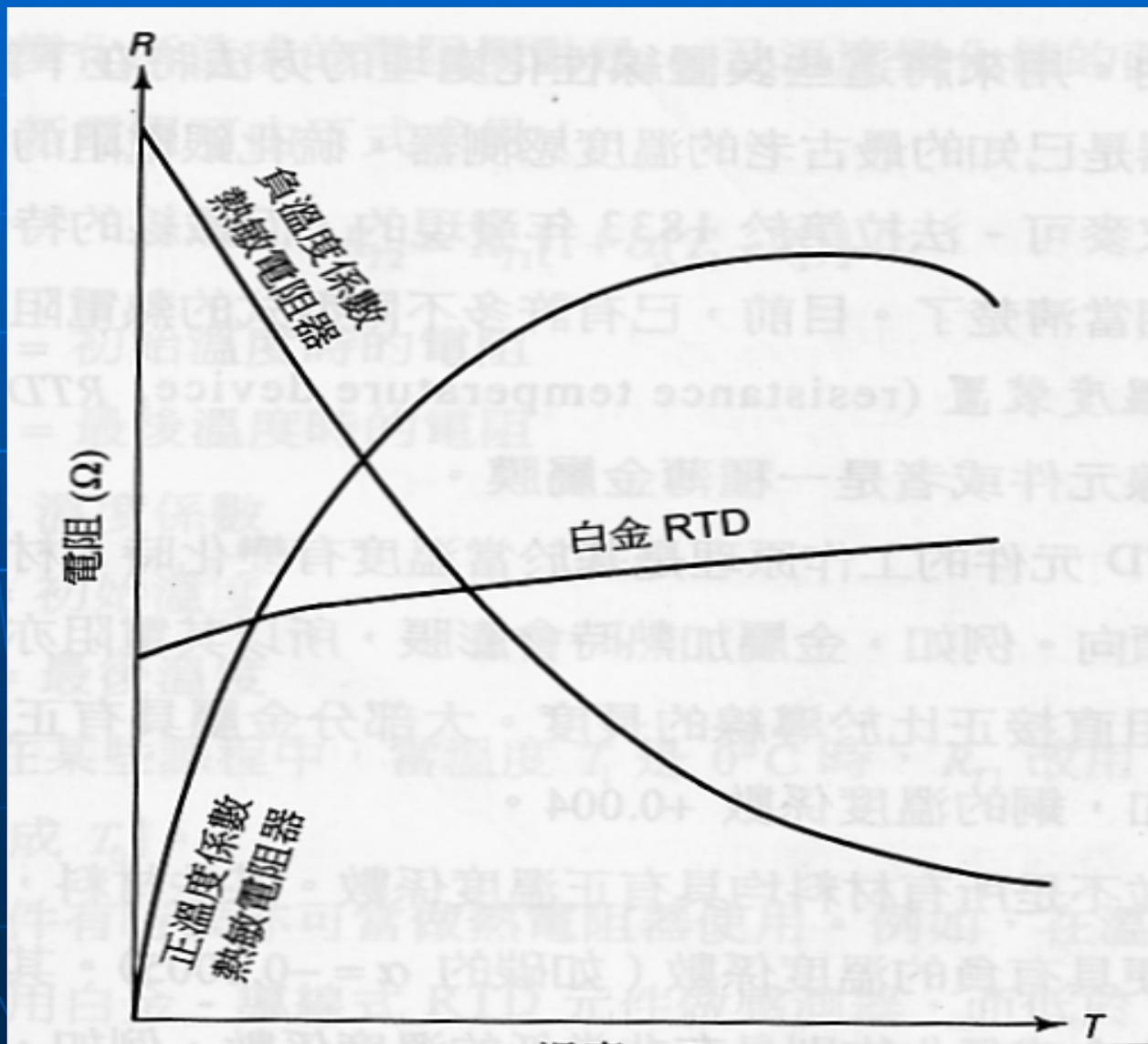
熱電阻器 (Thermal resistor)

- 為導電性元件，當外加溫度有變動時會以一種可預測的方式改變其電阻值。其有兩種形式：
 1. 電阻溫度裝置 (resistance temperature device , RTD)
 2. 熱敏電阻器 (thermistor)

- 溫度係數 α (Temperature coefficient)
是以每攝氏溫度變動時，每歐姆電阻有多少歐姆的變動量。
- 正溫度係數 (positive temperature coefficient, PTC)
電阻值會隨溫度的上升而增加。
- 負溫度係數 (negative temperature coefficient, NTC)
電阻值會隨溫度的上升而減少。

- 白金製RTD元件，電阻變化對溫度之比（ $\Delta R/T$ ）為 $0.377\%/^{\circ}\text{C}$ ，而且在 0°C 及 100°C 範圍內具有直線性，精確度為 $\pm 0.001^{\circ}\text{C}$
- 在測溫中，均採用白金製RTD元件作為國際標準，國際白金溫度刻度（ IPTS ）用氧的沸點（ -183.962°C ）至銻的熔點（ $+630.74^{\circ}\text{C}$ ）當標準白金RTD元件
- 另一新標準（ IPTS-68 ）其參考端點為氫的三相點（ 13.81K ）及銻的凍結點

熱敏電阻的特性曲線



材料溫度係數圖

材 料	電阻係數 (ρ) ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)	溫度係數 (α) ($\Omega / \Omega / ^\circ\text{C}$)
碳 (C)	3496	-0.0005
鐵 (Fe)	10	+0.05
鎳鉻合金	101	+0.00017
白金	10	+0.00377
銀 (Ag)	1.628	+0.0038
鋁 (Al)	2.828	+0.0036
退火軟銅 (Cu)	1.724	+0.0039
金 (Au)	2.4	+0.004
鎳 (Ni)	6.84	+0.0067
$10^{16} / \text{cm}^3$ Si (N-型)	1.43	+0.007
$10^{16} / \text{cm}$ Si (P-型)	0.62	+0.007

PT100 ohm TEMPERATURE PROBE

Model : TP-100

Applications	Optional probe for TM907, TM-917
Features	Cooperate with an 0.00385 alpha coefficient, meet DIN IEC 751.
○ °C resistance	100 ohm.
Measuring Range	-50 °C to 400 °C. -58 °F to 752 °F.
Plug	DIN plug, 4 pins/4 wires.
Class	Class A.
Accuracy	$\pm(0.15 + (0.002 \times T))C$. T : measuring temperature. For example : Accuracy is 0.15 °C for 0 °C reading. Accuracy is 0.35 °C for 100 °C reading. Accuracy is 0.95 °C for 400 °C reading.
Dimension	Sensing head - 152 mm tube, 3.2 mm Dia. Probe length - 245 mm.



Typical RTD Interchangeability

Temperature	Tolerance at Temperature	
	Temperature	Resistance
-200°C	±1.3°C	±0.56 ohm
-100°C	±0.8°C	±0.32 ohm
0°C	±0.3°C	±0.12 ohm
100°C	±0.8°C	±0.30 ohm
200°C	±1.3°C	±0.48 ohm
300°C	±1.8°C	±0.64 ohm
400°C	±2.3°C	±0.79 ohm
500°C	±2.8°C	±0.93 ohm
600°C	±3.3°C	±1.06 ohm

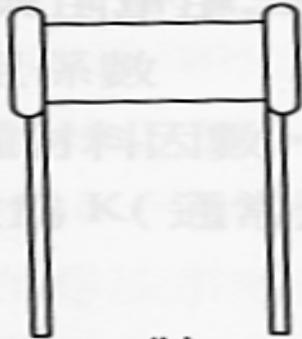
熱敏電阻 (Thermistor)

- 由已蒸發的薄膜，碳或碳的混合物，或者是由銅、鈷、錳、鎂、鎳或鈾的氧化物形成之像陶瓷的半導體製作而成的。
- 而與RTD元件不同的是熱敏電阻器可以形成各種不同的形狀，應用成爲寬廣。

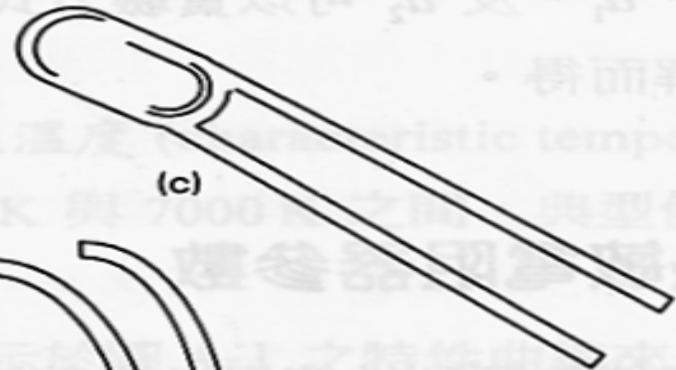
各種熱敏電阻的外觀形狀



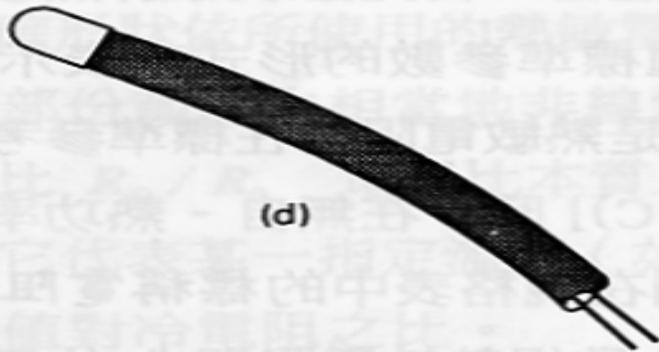
(a)



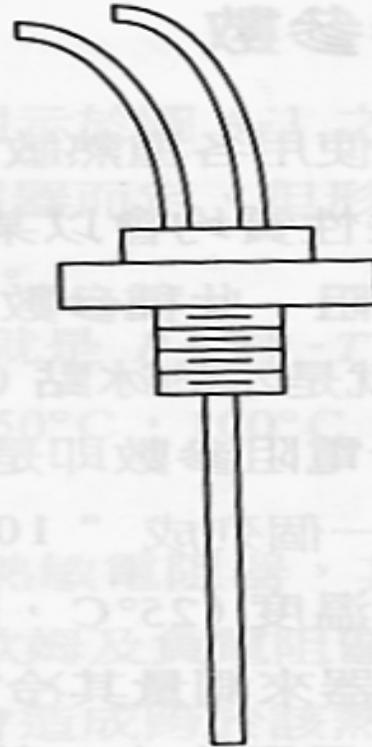
(b)



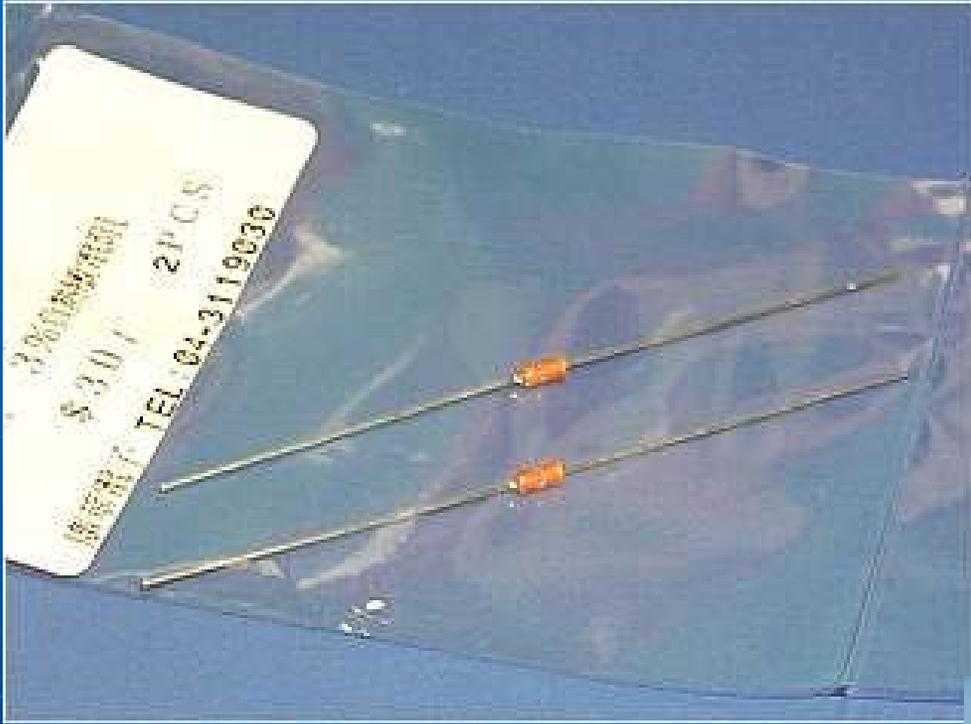
(c)

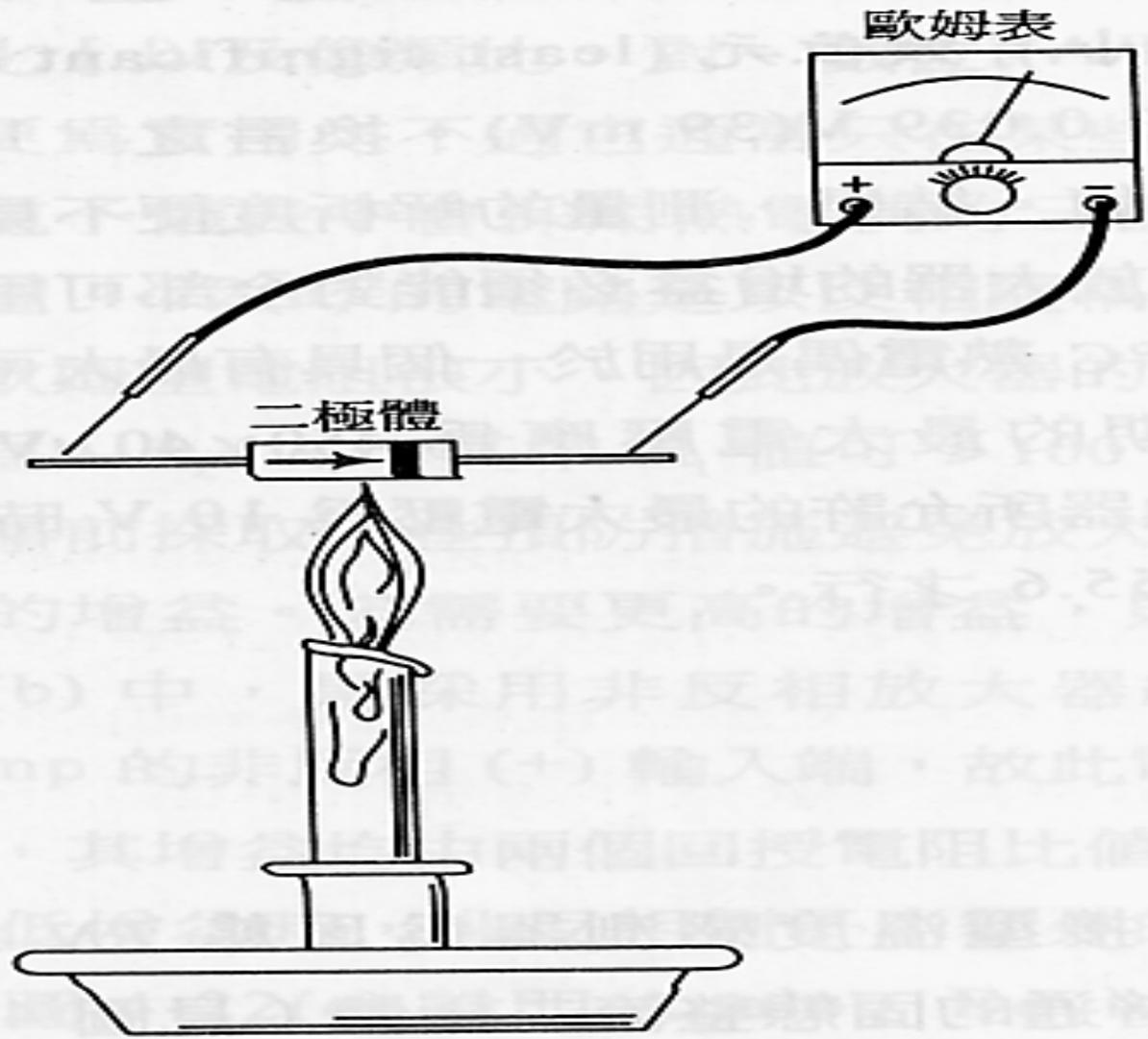


(d)



(e)





熱電偶 (Thermocouples)

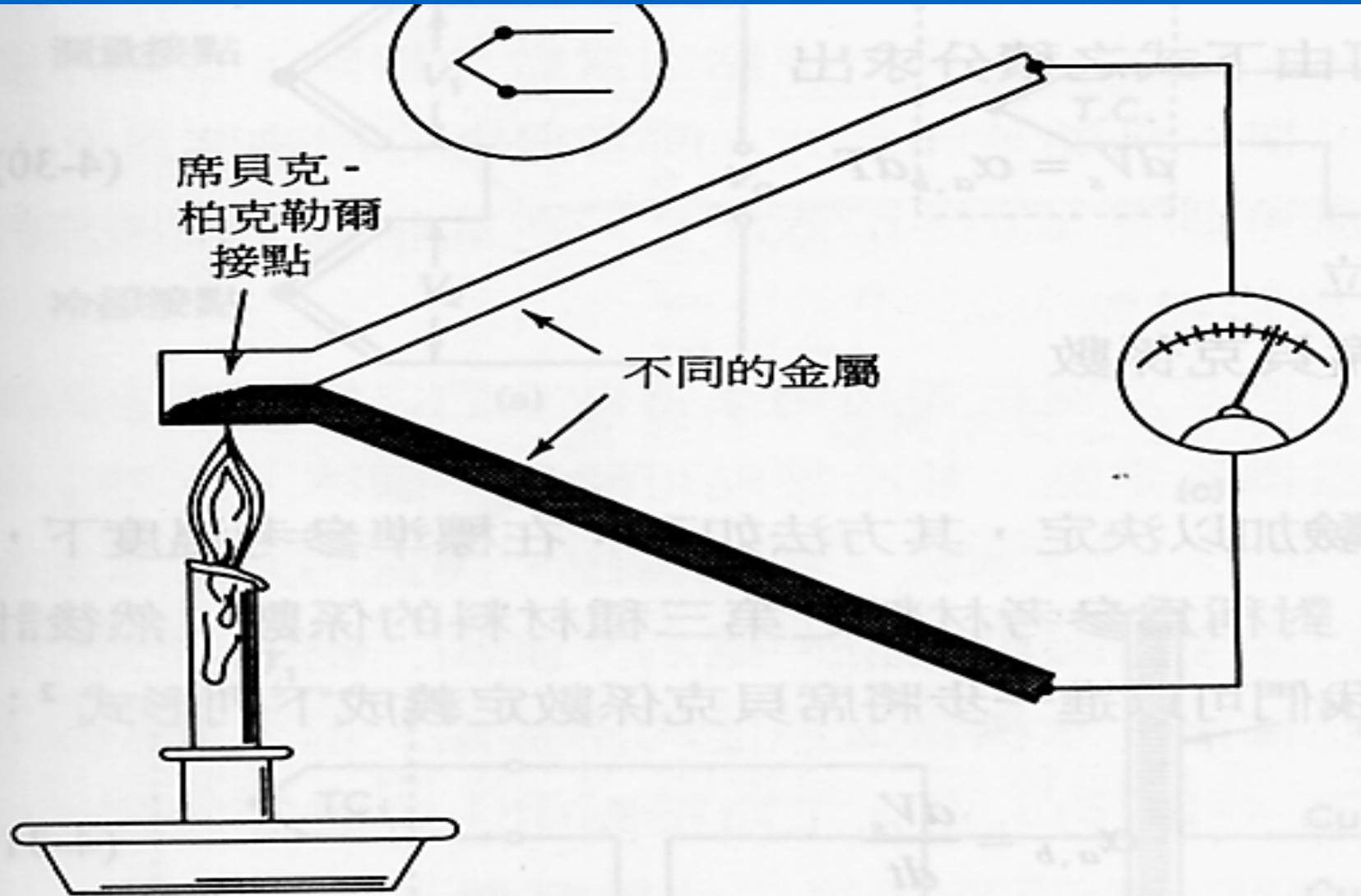
- 熱電性 (Thermoelectricity)

指熱會產生電的現象

- 由湯馬士·席貝克在1821年於含有鉍與不是銅就是銻之電路的電磁實驗中發現的。發現由兩種不同做成的接點加熱時，會產生一個電流，稱席貝克電位 (Seebeck potential)。
- 經過十年，柏克勒爾 (A.C.Becquerel) 發現此種熱電性可以用來量測溫度。
- 現在稱席貝克-柏克勒爾 (Seebeck-Becquerel) 接點為熱電偶。

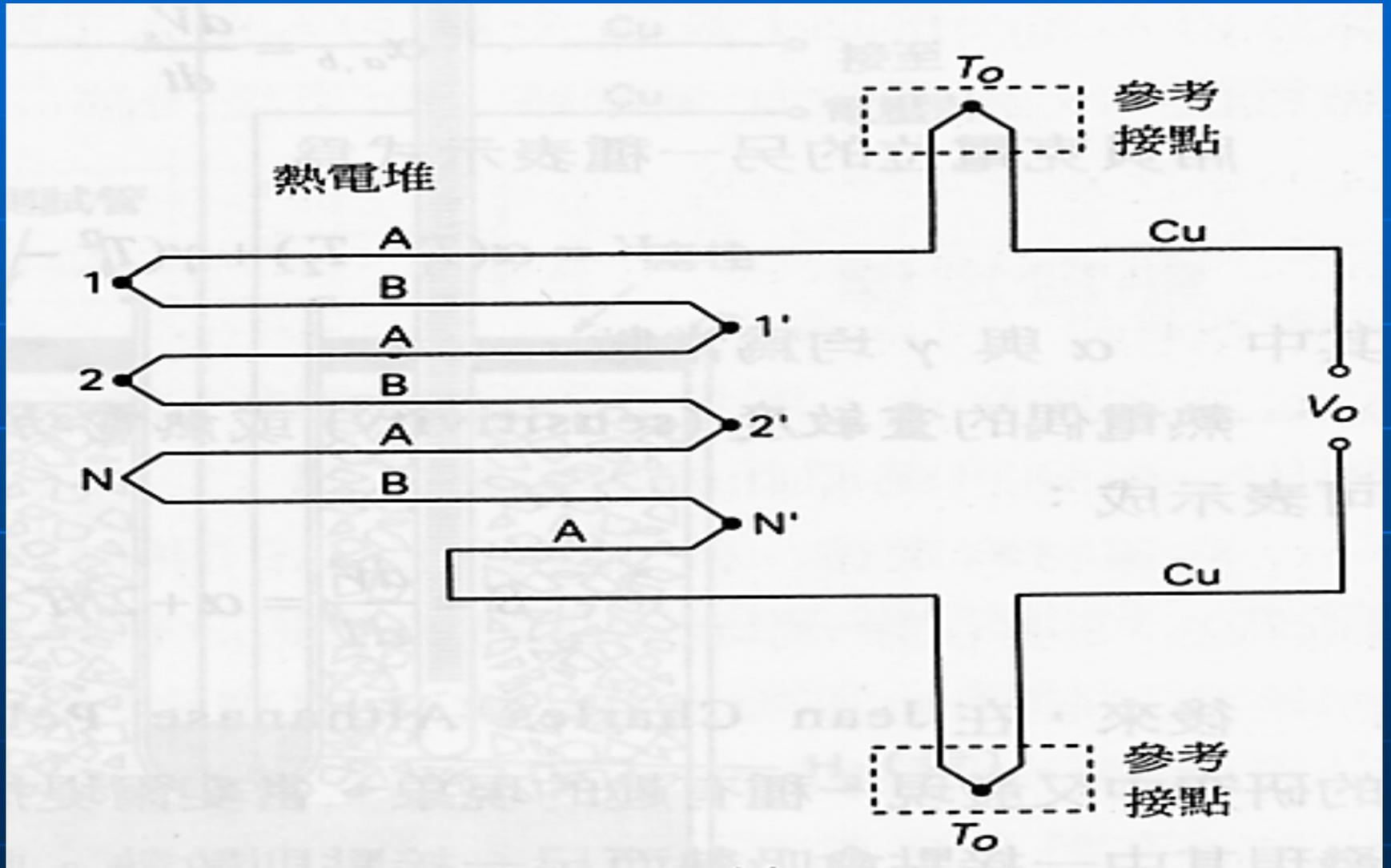
- 此種是由兩種不相同的金屬或不同的材料（如陶瓷及半導體材料）於其中一端熔接在一起而組成。
- 當數個熱電偶串聯相接時，此種組合稱熱電堆（thermopile）。

熱電偶與熱源圖

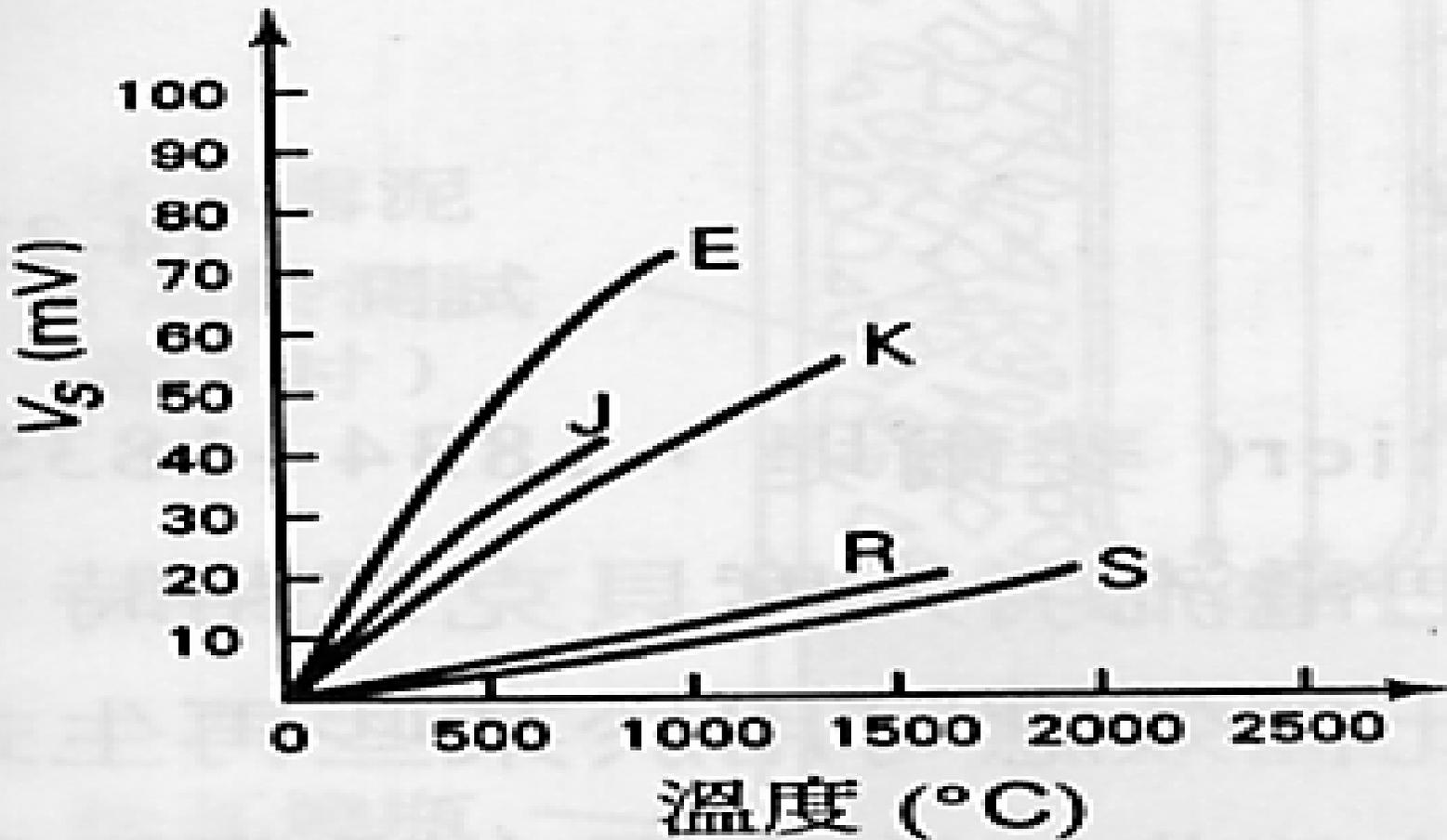


(a)

熱電堆圖



熱電偶的特性曲線圖



Thermocouple Types, Temperature Ranges, Limits of Error

Type	Materials	Standard		Special	
		Temp. Range	Limits of Error	Temp. Range	Limits of Error
J	Iron/Constantan	32°F–559°F (0°C–293°C)	4°F (2.2°C)	32°F–527°F (0°C–275°C)	2°F (1.1°C)
		559°F–1400°F (293°C–760°C)	0.75%	527°F–1400°F (275°C–760°C)	0.40%
K	Chromel/Alumel	–328°F to –166°F (–200°C to –110°C)	2%		
		–166°F to 32°F (–110°C to 0°C)	4°F (2.2°C)		
		32°F–559°F (0°C–293°C)	4°F (2.2°C)	32°F–527°F (0°C–275°C)	2°F (1.1°C)
		559°F–2282°F (293°C–1250°C)	0.75%	527°F–2282°F (275°C–1250°C)	0.40%
T	Copper/Constantan	–328°F to –89°F (–200°C to –67°C)	1.50%		
		–89°F to 32°F (–67°C to 0°C)	1.8°F (1°C)		
		32°F–271°F (0°C–133°C)	1.8°F (1°C)	32°F–257°F (0°C–125°C)	0.9°F (0.05°C)
		271°F to –662°F (133°C–350°C)	0.75%	0.75% 257°F–662°F (125°C–350°C)	0.40%
E	Chromel/Constantan	–328°F to –89°F (–200°C to –67°C)	1%		
		–274°F to 32°F (–170°C to 0°C)	3.1°F (1.7°C)		
		32°F–644°F (0°C–340°C)	3.1°F (1.7°C)	32°F–482°F (0°C–250°C)	1.8°F (1°C)
		644°F–1652°F (340°C–900°C)	0.50%	482°F–1652°F (250°C–900°C)	0.40%
N	Nicrosil/Nisil	32°F–559°F (0°C–293°C)	4°F (2.2°C)		
		559°F–2300°F (293°C–1260°C)	0.75%		
R	Platinum/Platinum–13% Rhodium	32°F–1112°F (0°C–600°C)	2.7°F (1.5°C)	32°F–1112°F (0°C–600°C)	1.1°F (0.6°C)
		1112°F–2642°F (600°C–1450°C)	0.25%	1112°F–2642°F (600°C–1450°C)	0.10%
S	Platinum/Platinum–10% Rhodium	32°F–1112°F (0°C–600°C)	2.7°F (1.5°C)	32°F–1112°F (0°C–600°C)	1.1°F (0.6°C)

熱電偶的封裝圖

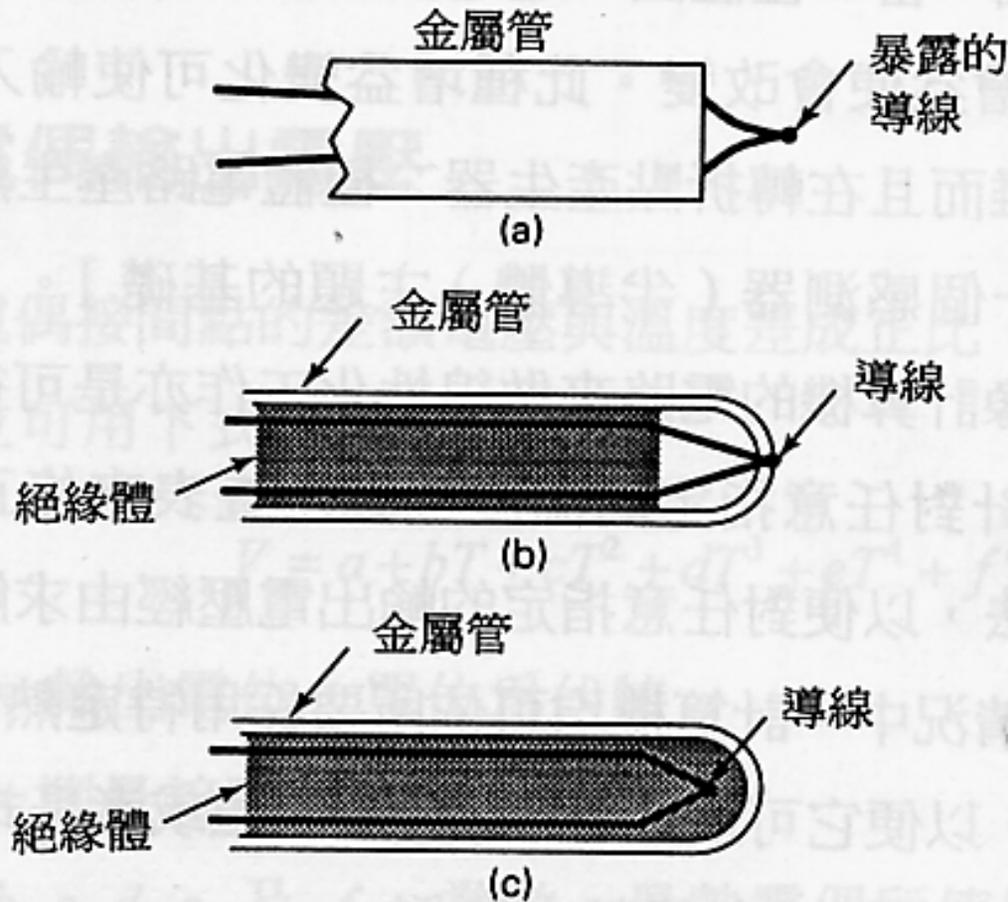
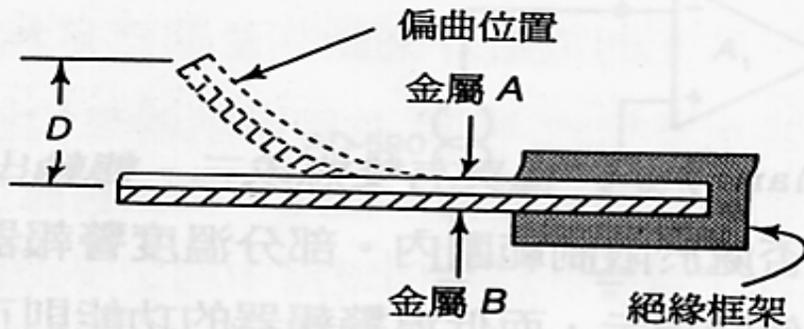


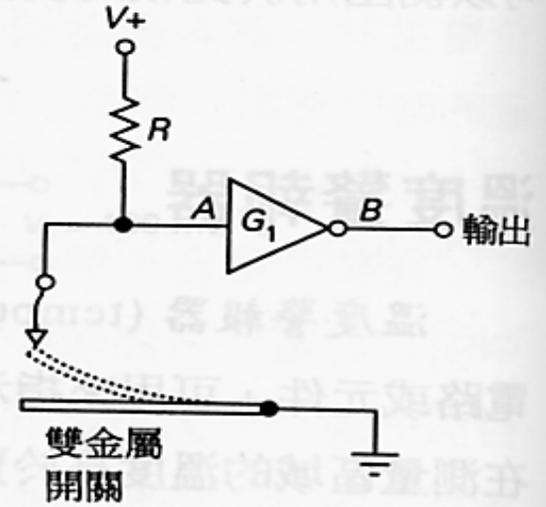
圖 4-21 熱電偶的封裝；(a) 尖端暴露型；(b) 尖端覆蓋型；(c) 掩埋型



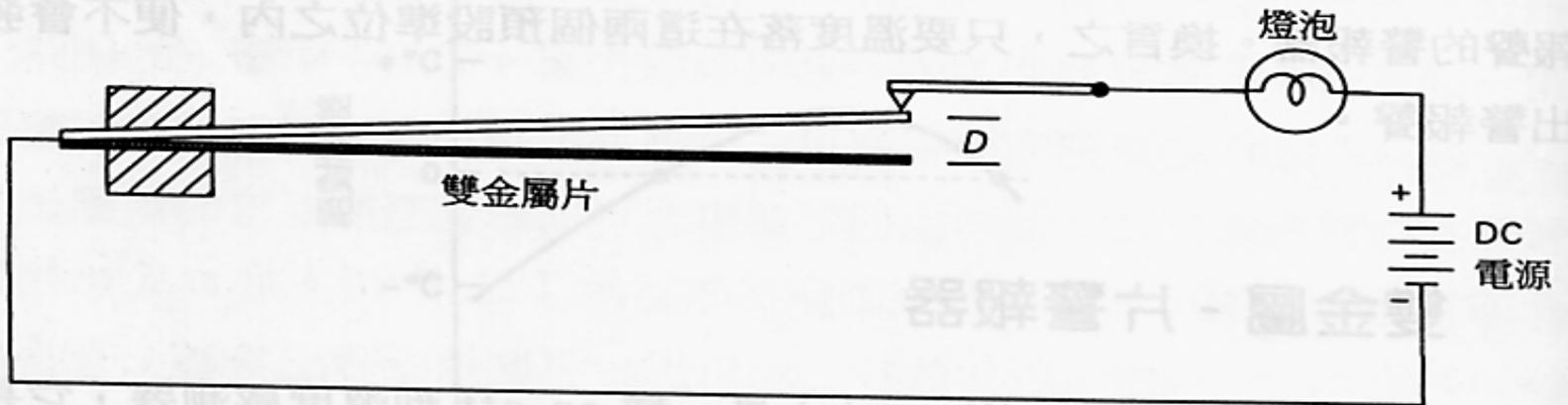
雙金屬式溫度計



(a)



(c)



(b)

溫度的校正

- 其他金屬之凝固點
如純錫321.9681，純鋁660.37 °C
- 用水
如冰點及三相點與沸點
- 用儀器製造環境
如實驗室的TC—2000儀器，製造出一標準溫度。

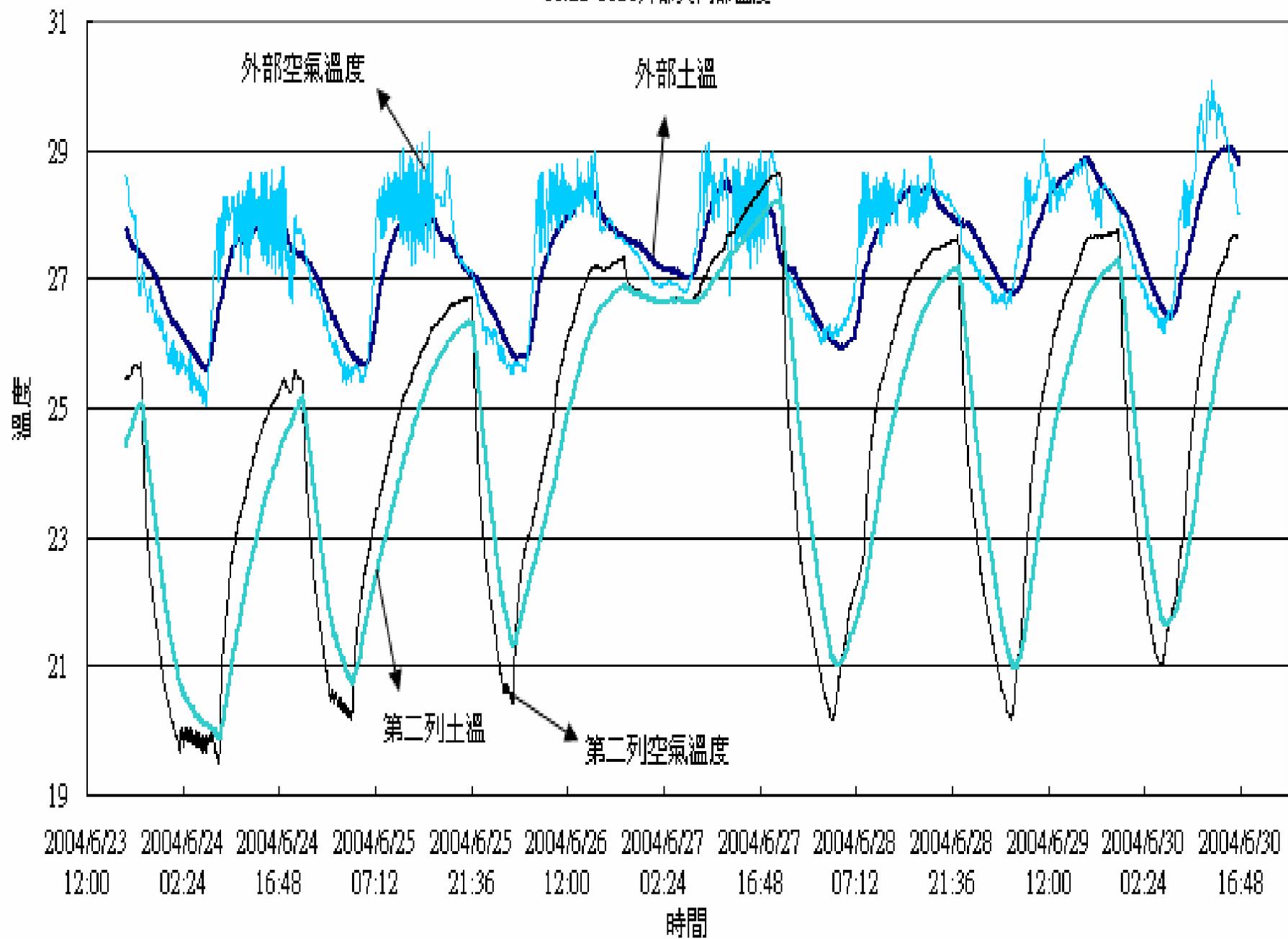
應用實例

- 用於菇舍的溫度紀錄
- 利用數條熱偶線及一台數據紀錄器





06/23-06/30外部與內部溫度



報告完畢

謝謝各位