

旺宏科學閱讀報告

臺南高工電機二甲 14 林明宏

主題:各式溫度感測器的比較

1. 動機:

因為我的專題是將綠能溫室結合魚菜共生系統，所以勢必會利用到溫度感測器之類的，以利完成向雲端回報目前溫室和水內的溫度高低的功能，這也讓我不禁好奇溫度感測器的原理是什麼呢？

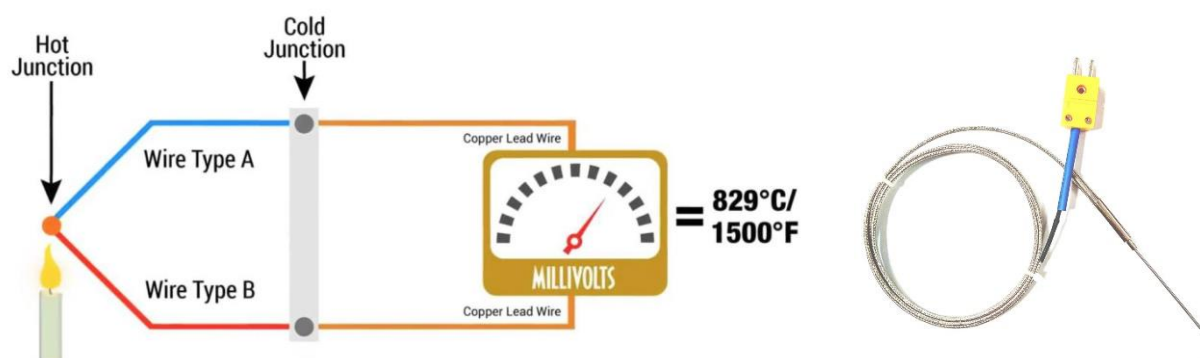
2. 概要:

而溫度感測器大致上分成兩種類型，接觸式和非接觸式，接觸式感測器包含了**熱電偶**和**熱敏電阻**等，顧名思義，這種感測器需要接觸到受測物體，**非接觸感測器**會量測熱源所釋放的溫度輻射，藉此判定其溫度，也因為**非接觸感測器**能從遠處感測，所以常常用在危險環境裡。

3. 熱電偶的原理與分析：

熱電偶的原理是在 1821 年由德國科學家塞貝克發現，當連接兩種不同的金屬，並對兩端的接點施加不同溫度時，金屬之間會產生電壓並有電流通過，這一現象也被稱之為

「塞貝克效應」。利用這個效應，將待測溫度(hot junction)放在兩金屬其中一端接點，另一端加上基準溫度(cold junction)就能夠產生電壓，透過轉換就能夠得知待



測溫度。

(塞貝克效應說明圖)

(市面上的熱電偶)

4. 熱電偶的優勢與劣勢：

此外，熱電偶的**成本低廉**，**堅固可靠**，**也無須電池**，並且能用於寬廣的溫度範圍，在溫度 2750°C 下有良好效能，甚至在高達 3,000°C 和 -250°C 下都能短暫使用，和電阻式溫度計相比也快上許多。也因為這樣的性能，讓熱電偶廣

泛應用的我們的生活中，而熱電偶也並非毫無缺點，事實上，在經過長期的使用後容易發現溫度讀數錯誤，其原因極有可能是因為線路絕緣層受潮或受熱而導致失效，或是受到環境中的化學物質、核子幅射或機械性干擾，而待測物體的溫度也要經由推定，且使用者必須確保熱電偶間沒有熱能流動，否則將會影響結果。

5. 熱敏電阻的原理與分析：

19 世紀以前，其實人們就已發現有些材料的電阻會隨著溫度變化而有所不同。1833 年法拉第在研究硫化銀的特性時，發現硫化銀的電阻會隨著溫度的上升而下降。他將硫化銀製成的零件串聯在一個電路上時，發現當硫化銀被加熱時，流過電路的功率會顯著增加。

這種「隨著溫度上升電阻變小」的特性，我們稱之為「**負溫度係數**」電阻，而有著這樣特性的電阻零件就稱之為

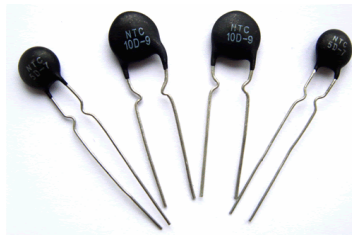
「**負溫度係數熱敏電阻**」。我們知道很多電子零件都有各自的特性，像是電阻、電容、電感、頻率等，而這些特性隨著溫度變化的「比例」，就稱之為「溫度係數 k 」。如果電阻的阻值變化隨溫度上升而遞增，那就稱之為「**正溫度係**

數熱敏電阻」。

6. 正溫度係數熱敏電阻的應用：

正溫度係數熱敏電阻又被簡稱為 PTC，這種特性很適合拿來做為保護零件，當流過 PTC 的電流過大時，因為 PTC 本身的電阻也會有功耗，這個功耗就會使 PTC 發熱，一旦 PTC 因為自身的發熱讓它的溫度超過臨界值，它的電阻就會開始快速上升，進而抑制流過的電流，讓流過 PTC 的電流回復到正常值。而我們市面上常常看到的自復式保險絲，就是利用這個

原理。



(市面上的熱敏電阻) (自復式保險絲)

7. 負溫度係數熱敏電阻的應用：

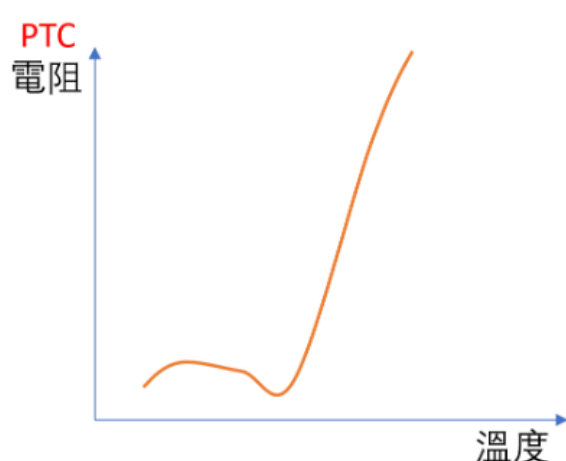
負溫度係數熱敏電阻，又稱 NTC，特性就比正溫度係數熱敏電阻要好上很多，雖然溫度變化曲線不是百分之百線性，但在一定的範圍內，可以假設它是線性而不會有太多的誤差。

透過不同的接線方式，可以讓電阻發揮不同的功用，像是抑制浪湧電流、溫度測溫、溫度補償等功用，因此負溫度係數熱敏電阻常常應用在開關電源、UPS 電源、電子鎮流器、溫度傳感器、自動調節加熱器上。

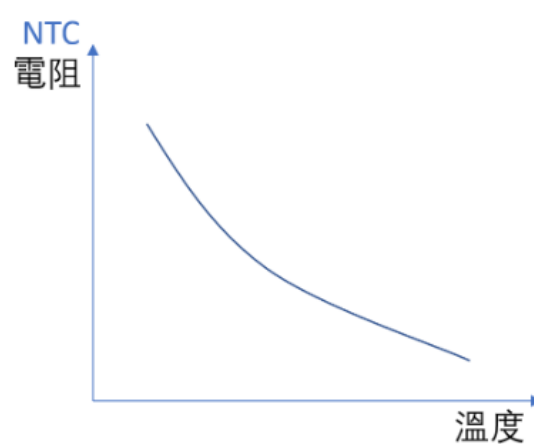
8. 正負溫度係數熱敏電阻的優缺點：

熱敏電阻的優勢在於它的體積很小、成本低廉、靈敏度高且沒有冷端補償。

但正溫度係數熱敏電阻隨溫度變化的特性並不是那麼線性，甚至溫度係數在不同的溫度區間變化很大，所以並不適合拿來量測溫度，熱敏電阻的發出的噪音，在高溫下漂移和去校準特別不穩定，且熱敏電阻不適合在很寬的工作範圍內使用，這些也都是熱敏電阻一直為人詬病的缺點。



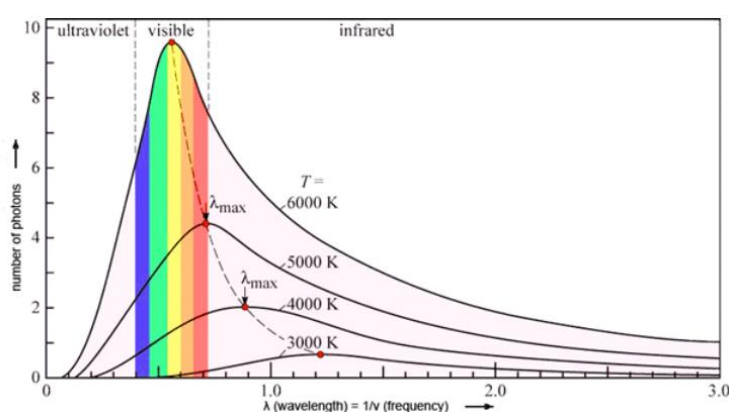
(PTC 的溫度變化曲線)



(NTC 的溫度變化曲線)

9. 非接觸性溫度感測器的原理和應用：

黑體輻射是一種自然現象，任何物體只要溫度在絕對零度（ -273.15°C ）以上，就會發射出電磁輻射，而它所發射出來的電磁波頻譜和它本身的溫度有關。其實在室溫之下，所有的物體也都會發出這樣的電磁波，只是因為溫度低，黑體輻射的波長很長，落在紅外線的範圍內，因此人眼看不到。黑體輻射是個連續光譜，但它的頻譜會有一個高峰，隨著溫度上升，這個高峰的頻率會漸漸往短波長（也就是高頻率）的方向移動，藉由偵測這個頻譜的高峰，我們可以得知發射物體的溫度。而透過「**維恩位移定律**」（Wien's displacement Law）可以得知黑體輻射的頻譜峰值與溫度之間的關係。



(↑黑體照射的光譜)

(→紅外線溫度感測器)



「維恩位移定律」： $\lambda_{\max} = b / T$

(T 是輻射物體的絕對溫度，b 是比例常數，稱之為「維恩位移常數」，它的值和單位是 $2.8977729 \times 10^6 \text{nm}\cdot\text{K}$ ，波長單位是 nm)

而如果有一種感測器，可以感應算出來的波長範圍的遠紅外線，就可以用它來測量溫度。非接觸式的溫度計與熱像儀就是利用這種原理設計的。

關於黑體輻射有一個小知識，用黑體輻射來看溫度時，我們測量的是物體表面的溫度，更精確一點來說，我們看的是物體表面的材質所造成的黑體輻射，至於它裡面是什麼材質，一點都不重要。

10. 非接觸式溫度感測器的優缺點：

非接觸式溫度感測器能運用在許多場合，像是目標正在移動或處於真空狀態、距離太遠或具有危險的環境。此外，當溫度太高而無法使用接觸式感測器時，就可以使用非接觸式溫度感測器，同時也具有很高速的反應能力。論及紅外線感測器的缺點，由於感測原理為透過光傳遞來進行檢測，其與待測物會有一定距離間隔，因此容易受到環境介

質干擾，且量測待測物的表面材質不同，會表現不同反射率，需仰賴修正係數來加以調整，因此**整體量測精度比不上熱電偶**等接觸式的溫度感測器。

11. 心得：

在整理這些資料的途中，我也不知不覺的加深很多對於溫度感測器的知識，不同的溫度感測器各自的特性、適合的面相與場所、各自的優缺點都了解了不少，也讓我原本對專題製作溫度感測方面熟悉了很多，慢慢有開始有進入製作專題的感覺了，透過這次的研究，我發現如果我要感測水面下的溫度的話，使用「**負溫度係數熱敏電阻**」或許是一個好選擇，透過負溫度係數的特性，當溫度上升時，電阻時下降，搭建一個測量電阻的系統或是利用電流變化來驅動水溫表，就可以根據當時的電阻值轉換得知待測溫度。再利用 **arduino** 將數據傳送到雲端利用網站顯示數據圖，這是我目前的專題構想。

而不選擇**熱電偶**的原因是它容易因為受潮而導致線路絕緣而導致失效或是溫度顯示誤差過大，加上我認為它並不能精準的量測出水中的溫度，所以不採用。而不選擇用**非接**

觸式溫度感測器的原因，是因為如果使用紅外線溫度感測器，可能會因為外在幅射、光線或視野影響到了量測結果。而且紅外線溫度感測器，只能測得某一區域的水溫，無法精準得知整體水溫的分布趨勢，所以比較了三者後，我覺得熱敏電阻是最適合我這個專題所要呈現的東西，但熱敏電阻實際上也沒有辦法精準得知整體水溫的分布，如果想要達成這個目的，就必須使用超音波感測器，然而，我專題的架構並沒有那麼大，如果使用超音波感測器的話不僅浪費成本得到的效益也沒有很大，總而言之，這次的報告讓我真的了解我專題需要的是什麼，以後遇到這一方面的問題，我也可以利用我整理資料所學習到的知識來解決。