

## 負溫精密 NTC 熱敏電阻

負溫精密 NTC 熱敏電阻 5D-9 阻值 10 歐姆 體積 9MM，另有常用-5，-7，-11，-13,-15，-20，-25,-50 等系列。

參數：品牌:國產，型號:D-5,D-7,D-9,D-11,D-13,D-15,D-20,D-25，種類:熱敏，性能:通用，材料:薄膜，製作工藝:膜式非線繞型，外形:平面片狀，標稱阻值:D-5,D-7,D-9,D-11,D-13,D-15,D-20,D-25，溫度係數:NTC，額定功率:0.25 (W)，調節方式:固定，功率特性:大功率，頻率特性:高頻，行銷方式:現貨，產品性質:熱銷。型號齊全

### 功率型 NTC 熱敏電阻器產品介紹

為了避免電子電路中在開機的瞬間產生的浪湧電流，在電源電路中串接一個功率型 NTC 熱敏電阻器，能有效地抑制開機時的浪湧電流，並且在 完成抑制浪湧電流作用以後，由於通過其電流的持續作用，功率型 NTC 熱敏電阻器的電阻值將下降到非常小的程度，它消耗的功率可以忽略不計，不會對正常的工作電流造成影響，所以，在電源回路中使用功率型 NTC 熱敏電阻器，是抑制開機時的浪湧，以保證電子設備免遭破壞的最為簡便而有效的措施。特性反應速度快體積小，功率大抑制浪湧電流能力強材料常數（B 值）大，殘餘電阻小壽命長，可靠性高工作溫度範圍寬應用適用於轉換電源、開關電源、UPS 電源、各類電加熱器、電子節能燈、電子鎮流器、各種電子裝置電源電路的保護以及彩色顯示像管、白熾燈及其它照明燈具的燈絲保護。

品牌	國產	型號	D-5,D-7,D-9,D-11,D-13,D-15,D-20,D-25
種類	熱敏	性能	通用
材料	薄膜	製作工藝	膜式非線繞型
外形	平面片狀	標稱阻值	D-5,D-7,D-9,D-11,D-13,D-15,D-20,D-25
溫度係數	NTC	額定功率	0.25 (W)
調節方式	固定	功率特性	大功率
頻率特性	高頻	行銷方式	現貨
產品性質	熱銷		

以上"熱敏電阻 NTCD-5,D-7,D-9,D-11"資訊由企業自行提供，該企業負責資訊內容的真實性、準確性和合法性。本網對此不承擔任何保證責任。

NTC 熱敏電阻是指具有負溫度係數的熱敏電阻。是使用單一高純度材料、具有 接近理論密度結構的高性能陶瓷。因此，在實現小型化的同時，還具有電阻值、溫度特性波動小、對各種溫度變化回應快的特點，可進行高靈敏度、高精度的 檢測。

### NTC負溫度係數熱敏電阻工作原理

NTC 是 Negative Temperature Coefficient 的縮寫,意思是負的溫度係數,泛指負溫度係數很大的半導體材料或元器件，所謂 NTC 熱敏電阻器就是負溫度係數熱敏電阻器。它是以錳、鈷、鎳和銅等金屬氧化物為主要材料，採用陶瓷工藝製造而成的。這些金屬氧化物材料都具有半導體性質，因為在導電方式上完全類似鍺、矽等半導體材料。溫度低時，這些氧化物材料的載流子（電子和孔穴）數目少，所以其電阻值較高；隨著溫度的升高，載流子數目增加，所以電阻值降低。NTC 熱敏電阻器在室溫下的變化範圍在 100~1000000 歐姆，溫度係數-2%~-6.5%。NTC 熱敏電阻器可廣泛應用於溫度測量、溫度補償、抑制浪湧電流等場合。

### NTC負溫度係數熱敏電阻專業術語

零功率電阻值  $R_T$  ( $\Omega$ )

$R_T$  指在規定溫度  $T$  時，採用引起電阻值變化相對於總的測量誤差來說可以忽略不計的測量功率測得的電阻值。電阻值和溫度變化的關係式為：

$$R_T = R_N \exp B(1/T - 1/T_N)$$

$R_T$ ：在溫度  $T$ （ $K$ ）時的 NTC 熱敏電阻阻值。

$R_N$ ：在額定溫度  $T_N$ （ $K$ ）時的 NTC 熱敏電阻阻值。

$T$ ：規定溫度（ $K$ ）。

$B$ ：NTC 熱敏電阻的材料常數，又叫熱敏指數。

$\exp$ ：以自然數  $e$  為底的指數（ $e = 2.71828 \dots$ ）。

該關係式是經驗公式，只在額定溫度  $T_N$  或額定電阻阻值  $R_N$  的有限範圍內才具有一定的精確度，因為材料常數  $B$  本身也是溫度  $T$  的函數。

額定零功率電阻值  $R_{25}$ （ $\Omega$ ）

根據國標規定，額定零功率電阻值是 NTC 熱敏電阻在基準溫度  $25^\circ C$  時測得的電阻值  $R_{25}$ ，這個電阻值就是 NTC 熱敏電阻的標稱電阻值。通常所說 NTC 熱敏電阻多少阻值，亦指該值。

材料常數（熱敏指數） $B$  值（ $K$ ）

$B$  值被定義為：

$$B = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_{T1}}{R_{T2}}$$

$R_{T1}$ ：溫度  $T_1$ （ $K$ ）時的零功率電阻值。

$R_{T2}$ ：溫度  $T_2$ （ $K$ ）時的零功率電阻值。

$T_1, T_2$ ：兩個被指定的溫度（ $K$ ）。

對於常用的 NTC 熱敏電阻， $B$  值範圍一般在  $2000K \sim 6000K$  之間。

零功率電阻溫度係數（ $\alpha_T$ ）

在規定溫度下，NTC 熱敏電阻零功率電阻值的相對變化與引起該變化的溫度變化值之比。

$$\alpha_T = \frac{1}{R} \frac{dR_T}{dT} = \frac{B}{T^2}$$

$\alpha_T$ ：溫度  $T$ （ $K$ ）時的零功率電阻溫度係數。

$R_T$ ：溫度  $T$ （ $K$ ）時的零功率電阻值。

$T$ ：溫度（ $T$ ）。

$B$ ：材料常數。

耗散係數（ $\delta$ ）

在規定環境溫度下，NTC 熱敏電阻耗散係數是電阻中耗散的功率變化與電阻體相應的溫度變化之比。

$$\delta = \frac{\Delta P}{\Delta T}$$

$\delta$ ：NTC 熱敏電阻耗散係數，（ $mW/K$ ）。

$\Delta P$ ：NTC 熱敏電阻消耗的功率（ $mW$ ）。

$\Delta T$ ：NTC 熱敏電阻消耗功率  $\Delta P$  時，電阻體相應的溫度變化（ $K$ ）。

熱時間常數（ $\tau$ ）

在零功率條件下，當溫度突變時，熱敏電阻的溫度變化了始末兩個溫度差的 63.2% 時所需的時間，熱時間常數與 NTC 熱敏電阻的熱容量成正比，與其耗散係數成反比。

$$\tau = \frac{C}{\delta}$$

$\tau$ ：熱時間常數（ $S$ ）。

$C$ ：NTC 熱敏電阻的熱容量。

$\delta$ ：NTC 熱敏電阻的耗散係數。

額定功率  $P_n$

在規定的技術條件下，熱敏電阻器長期連續工作所允許消耗的功率。在此功率下，電阻體自身溫度不超過其最高工作溫度。

最高工作溫度  $T_{max}$

在規定的技術條件下，熱敏電阻器能長期連續工作所允許的最高溫度。即：

$$T_{\max} = T_0 + \frac{P_m}{\delta}$$

T0-環境溫度。

測量功率 Pm

熱敏電阻在規定的環境溫度下，阻體受測量電流加熱引起的阻值變化相對於總的測量誤差來說可以忽略不計時所消耗的功率。

一般要求阻值變化大於 0.1%，則這時的測量功率 Pm 為：

$$P_m = \frac{\delta}{1000\alpha}$$

電阻溫度特性

NTC 熱敏電阻的溫度特性可用下式近似表示： $R_T = Ae^{\frac{B}{T}}$

式中：

RT：溫度 T 時零功率電阻值。

A：與熱敏電阻器材料物理特性及幾何尺寸有關的係數。

B：B 值。

T：溫度 (k)。

更精確的運算式為：

$$R_T = \exp \left( A + \frac{B}{T} + \frac{C}{T^2} + \frac{D}{T^3} \right)$$

式中：RT：熱敏電阻器在溫度 T 時的零功率電阻值。

T：為絕對溫度值，K；

A、B、C、D：為特定的常數。

熱敏電阻的基本特性

電阻－溫度特性

熱敏電阻的電阻－溫度特性可近似地用式 1 表示。(式 1)  $R = R_0 \exp \{B(I/T - I/T_0)\}$

R	: 溫度 T(K)時的電阻值
R0	: 溫度 T0(K)時的電阻值
B	: B 值
*T(K)= t(°C)+273.15	

但實際上，熱敏電阻的 B 值並非是恒定的，其變化大小因材料構成而異，最大甚至可達 5K/°C。因此在較大的溫度範圍內應用式 1 時，將與實測值之間存在一定誤差。

此處，若將式 1 中的 B 值用式 2 所示的作為溫度的函數計算時，則可降低與實測值之間的誤差，可認為近似相等。

(式 2)  $BT = CT^2 + DT + E$

上式中，C、D、E 為常數。

另外，因生產條件不同造成的 B 值的波動會引起常數 E 發生變化，但常數 C、D 不變。因此，在探討 B 值的波動量時，只需考慮常數 E 即可。

常數 C、D、E 的計算

常數 C、D、E 可由 4 點的(溫度、電阻值)資料 (T0, R0). (T1, R1). (T2, R2) and (T3, R3)，通過式 3~6 計算。

首先由式樣 3 根據 T0 和 T1, T2, T3 的電阻值求出 B1, B2, B3, 然後代入以下各式樣。

$$(式3) \quad B_n = \frac{I_n (R_n / R_0)}{\frac{1}{T_n} - \frac{1}{T_0}}$$

$$(式4) \quad C = \frac{(B_1 - B_2) (T_2 - T_3) - (B_2 - B_3) (T_1 - T_2)}{(T_1 - T_2) (T_2 - T_3) (T_1 - T_3)}$$

$$(式5) \quad D = \frac{B_1 - B_2 - C (T_1 + T_2) (T_1 - T_2)}{(T_1 - T_2)}$$

$$(式6) \quad E = B_1 - DT_1 - CT_1 \cdot T_1$$

### 電阻值計算例

試根據電阻—溫度特性表，求 25° C 時的電阻值為 5(kΩ)，B 值偏差為 50(K)的熱敏電阻在 10° C~30° C 的電阻值。

步驟

(1) 根據電阻—溫度特性表，求常數 C、D、E。

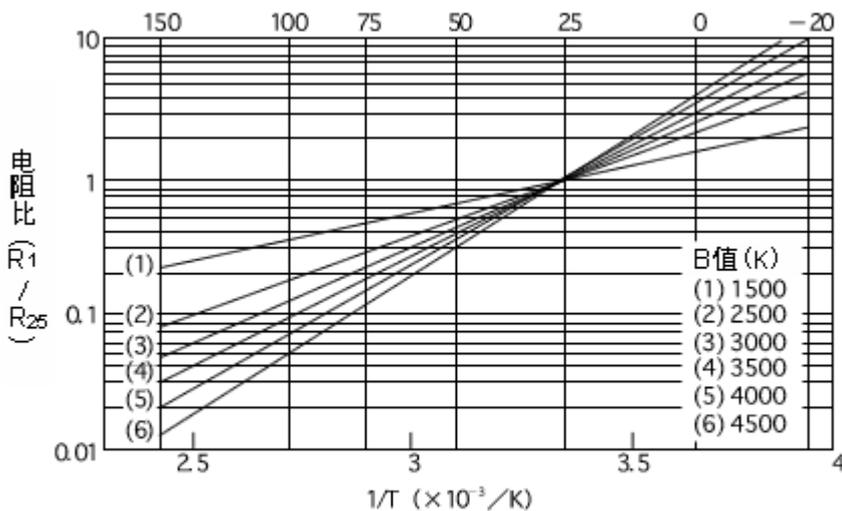
$$T_0 = 25 + 273.15 \quad T_1 = 10 + 273.15 \quad T_2 = 20 + 273.15 \quad T_3 = 30 + 273.15$$

(2) 代入  $BT = CT^2 + DT + E + 50$ ，求 BT。

(3) 將數值代入  $R = 5 \exp \{ (BT / T - I / 298.15) \}$ ，求 R。

$$*T: 10 + 273.15 \sim 30 + 273.15$$

電阻—溫度特性圖如圖 1 所示



電阻 — 溫度特性 (圖-1)

### 電阻溫度係數

所謂電阻溫度係數( $\alpha$ )，是指在任意溫度下溫度變化 1° C(K)時的零負載電阻變化率。電阻溫度係數( $\alpha$ )與 B 值的關係，可將式 1 微分得到。

$$\alpha = \frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dT} \times 100 = -\frac{B}{T^2} \times 100 (\% / ^\circ C) \dots (2.1)$$

這裏  $\alpha$  前的負號(-)，表示當溫度上升時零負載電阻降低。

### 散熱係數 (JIS-C2570)

散熱係數( $\delta$ )是指在熱平衡狀態下，熱敏電阻元件通過自身發熱使其溫度上升 1° C 時所需的功率。

在熱平衡狀態下，熱敏電阻的溫度  $T_1$ 、環境溫度  $T_2$  及消耗功率  $P$  之間關係如下式所示。

$$\delta = \frac{P}{T_1 - T_2} \text{ (mW/}^\circ\text{C)} \dots\dots (2.2)$$

※  $(P = I^2 \cdot R = I \cdot V)$

產品目錄記載值為下列測定條件下的典型值。

(1)	靜止空氣中。
(2)	軸向引腳、經向引腳型在出廠狀態下測定。

額定功率(JIS-C2570)

在額定環境溫度下，可連續負載運行的功率最大值。

產品目錄記載值是以 25° C 為額定環境溫度、由下式計算出的值。

(式) 額定功率=散熱係數×(最高使用溫度-25)

最大運行功率

最大運行功率=t×散熱係數 … (3.3)

這是使用熱敏電阻進行溫度檢測或溫度補償時，自身發熱產生的溫度上升容許值所對應功率。(JIS 中未定義。)

容許溫度上升 t° C 時，最大運行功率可由下式計算。

應環境溫度變化的熱回應時間常數(JIS-C2570)

指在零負載狀態下，當熱敏電阻的環境溫度發生急劇變化時，熱敏電阻元件產生最初溫度與最終溫度兩者溫度差的 63.2% 的溫度變化所需的時間。

熱敏電阻的環境溫度從 T1 變為 T2 時，經過時間 t 與熱敏電阻的溫度 T 之間存在以下關係。

T=	$(T_1 - T_2)\exp(-t/\tau) + T_2 \dots\dots (3.1)$
	$(T_2 - T_1)\{1 - \exp(-t/\tau)\} + T_1 \dots\dots (3.2)$

常數 τ 稱熱回應時間常數。

上式中，若令 t=τ 時，則  $(T - T_1)/(T_2 - T_1) = 0.632$ 。

換言之，如上面的定義所述，熱敏電阻產生初始溫度差 63.2% 的溫度變化所需的時間即為熱回應時間常數。

經過時間與熱敏電阻溫度變化率的關係如下表所示。

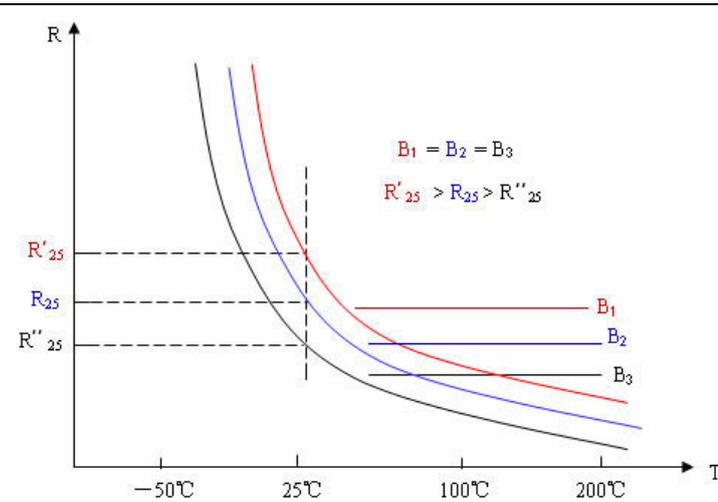
產品目錄記錄值為下列測定條件下的典型值。													
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>t</th> <th><math>\frac{T - T_1}{T_2 - T_1}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>τ</td> <td>63.2%</td> </tr> <tr> <td>2τ</td> <td>86.5%</td> </tr> <tr> <td>3τ</td> <td>95.0%</td> </tr> <tr> <td>4τ</td> <td>98.2%</td> </tr> <tr> <td>5τ</td> <td>99.4%</td> </tr> </tbody> </table> <p>表一 熱響應時間常數</p>	t	$\frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$	τ	63.2%	2τ	86.5%	3τ	95.0%	4τ	98.2%	5τ	99.4%	
t	$\frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$												
τ	63.2%												
2τ	86.5%												
3τ	95.0%												
4τ	98.2%												
5τ	99.4%												

(1)	靜止空氣中環境溫度從 50°C 至 25°C 變化時，熱敏電阻的溫度變化至 34.2°C 所需時間。
(2)	軸向引腳、徑向引腳型在出廠狀態下測定。

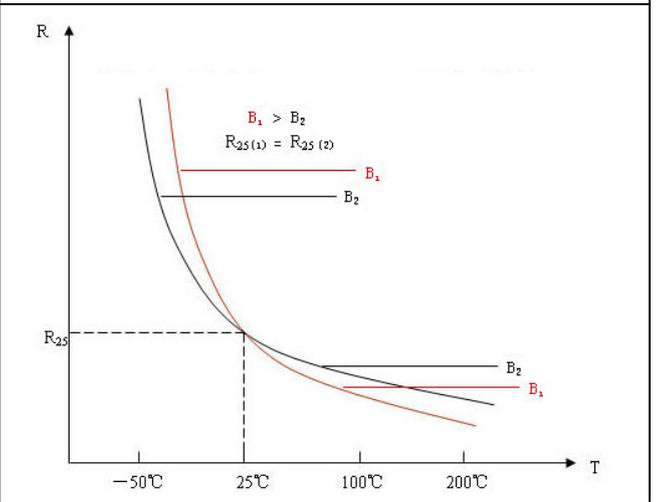
另外應注意，散熱係數、熱回應時間常數隨環境溫度、組裝條件而變化。

## NTC負溫度係數熱敏電阻R-T特性

B 值相同，阻值不同的 R-T 特性曲線示意圖

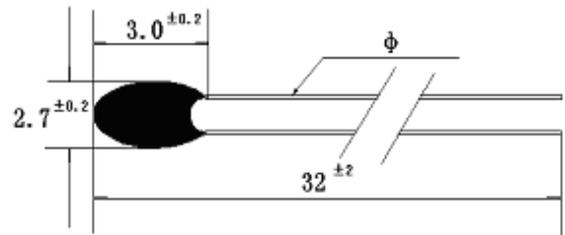


相同阻值，不同 B 值的 NTC 熱敏電阻 R-T 特性曲線示意圖

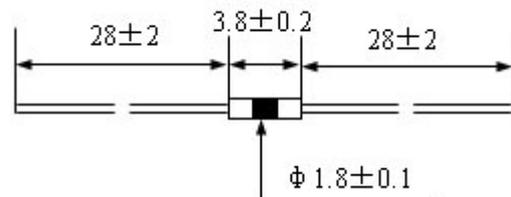
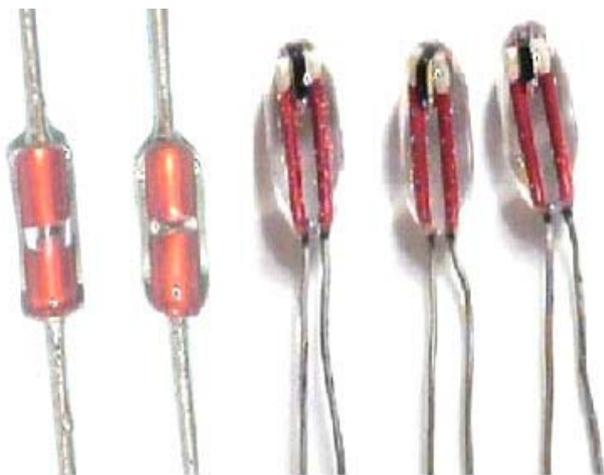


## 溫度測量、控制用NTC熱敏電阻器

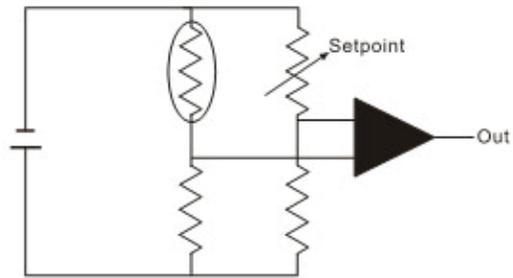
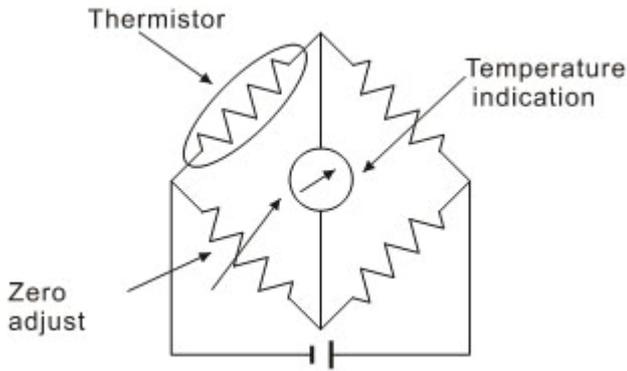
### 外形結構



環氧封裝系列 NTC 熱敏電阻



應用電路原理圖



溫度測量（惠斯登電橋電路）

溫度控制

應用設計

- 電子溫度計、電子萬年曆、電子鐘溫度顯示、電子禮品；
- 冷暖設備、加熱恒溫電器；
- 汽車電子溫度測控電路；
- 溫度感測器、溫度儀錶；
- 醫療電子設備、電子盥洗設備；
- 手機電池及充電電器。

溫度補償用NTC熱敏電阻器

產品概述

許多半導體和 ICs 有溫度係數而且要求溫度補償，以在較大的溫度範圍中達到穩定性能的作用，由於 NTC 熱敏電阻器有較高的溫度係數，所以廣泛應用於溫度補償。

主要參數

額定零功率電阻值  $R_{25} (\Omega)$

$R_{25}$  允許偏差 (%)

B 值(25/50 °C) / (K)

時間常數  $\leq 30S$

耗散係數  $\geq 6mW/^\circ C$

測量功率  $\leq 0.1mW$

額定功率  $\leq 0.5W$

使用溫度範圍  $-55^\circ C \sim +125^\circ C$

降功耗曲線：	應用原理及實例