

NTC 基本特性

● NTC 负温度系数热敏电阻工作原理：

NTC 是 Negative Temperature Coefficient 的缩写,意思是负的温度系数,泛指负温度系数很大的半导体材料或元器件,所谓 NTC 热敏电阻器就是负温度系数热敏电阻器。它是以锰、钴、镍和铜等金属氧化物为主要材料,采用陶瓷工艺制造而成的。这些金属氧化物材料都具有半导体性质,因为在导电方式上完全类似锗、硅等半导体材料。温度低时,这些氧化物材料的载流子(电子和孔穴)数目少,所以其电阻值较高;随着温度的升高,载流子数目增加,所以电阻值降低。NTC 热敏电阻器在室温下的变化范围在 $100 \sim 1000000$ 欧姆,温度系数 $-2\% \sim -6.5\%$ 。NTC 热敏电阻器可广泛应用于温度测量、温度补偿、抑制浪涌电流等场合。

● NTC 负温度系数热敏电阻专业术语：

1、零功率电阻值 R_T (Ω)

R_T 指在规定温度 T 时,采用引起电阻值变化相对于总的测量误差来说可以忽略不计的测量功率测得的电阻值。电阻值和温度变化的关系式为:

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

其中: R_T : 在温度 T (K) 时的 NTC 热敏电阻阻值。

R_N : 在额定温度 T_N (K) 时的 NTC 热敏电阻阻值。

T : 规定温度 (K)。

B : NTC 热敏电阻的材料常数,又叫热敏指数。

\exp : 以自然数 e 为底的指数 ($e = 2.71828 \dots$)。

该关系式是经验公式,只在额定温度 T_N 或额定电阻阻值 R_N 的有限范围内才具有一定的精确度,因为材料常数 B 本身也是温度 T 的函数。

2、额定零功率电阻值 R_{25} (Ω)

根据国标规定,额定零功率电阻值是 NTC 热敏电阻在基准温度 $25^\circ C$ 时测得的电阻值 R_{25} ,这个电阻值就是 NTC 热敏电阻的标称电阻值。通常所说 NTC 热敏电阻多少阻值,亦指该值。

3、材料常数(热敏指数) B 值 (K)

B 值被定义为:

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

其中: R_{T1} : 温度 T_1 (K) 时的零功率电阻值。

R_{T2} : 温度 T_2 (K) 时的零功率电阻值。

T_1, T_2 : 两个被指定的温度 (K)。

对于常用的 NTC 热敏电阻, B 值范围一般在 $2000K \sim 6000K$ 之间。

4、零功率电阻温度系数 (α_T)

在规定温度下, NTC 热敏电阻零功率电阻值的相对变化与引起该变化的温度变化值之比。

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

其中： α_T ：温度 T （K）时的零功率电阻温度系数。

R_T ：温度 T （K）时的零功率电阻值。

T ：温度（T）。

B ：材料常数。

5、耗散系数（ δ ）

在规定环境温度下，NTC 热敏电阻耗散系数是电阻中耗散的功率变化与电阻体相应的温度变化之比值。

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

其中： δ ：NTC 热敏电阻耗散系数，（mW/K）。

ΔP ：NTC 热敏电阻消耗的功率（mW）。

ΔT ：NTC 热敏电阻消耗功率 ΔP 时，电阻体相应的温度变化（K）。

6、热时间常数（ τ ）

在零功率条件下，当温度突变时，热敏电阻的温度变化了始末两个温度差的 63.2% 时所需的时间，热时间常数与 NTC 热敏电阻的热容量成正比，与其耗散系数成反比。

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

其中： τ ：热时间常数（S）。

C ：NTC 热敏电阻的热容量。

δ ：NTC 热敏电阻的耗散系数。

7、额定功率 P_n

在规定的技术条件下，热敏电阻器长期连续工作所允许消耗的功率。在此功率下，电阻体自身温度不超过其最高工作温度。

8、最高工作温度 T_{max}

在规定的技术条件下，热敏电阻器能长期连续工作所允许的最高温度。即：

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

其中： T_0 —环境温度。

9、测量功率 P_m

热敏电阻在规定的环境温度下，阻体受测量电流加热引起的阻值变化相对于总的测量误差来说可以忽略不计时所消耗的功率。一般要求阻值变化大于 0.1%，则这时的测量功率 P_m 为：

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

10、电阻温度特性

NTC 热敏电阻的温度特性可用下式近似表示： $R_T = Ae^{\frac{B}{T}}$

式中： R_T ：温度 T 时零功率电阻值。

A ：与热敏电阻器材料物理特性及几何尺寸有关的系数。

B ： B 值。

T ：温度 (k)。

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

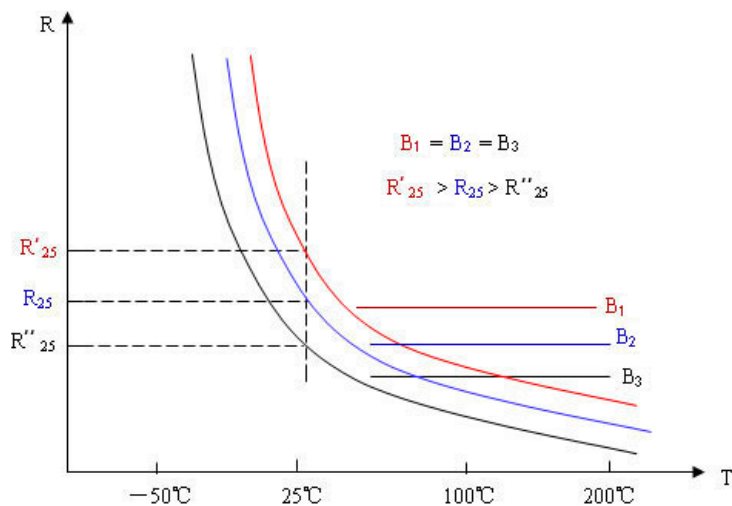
更精确的表达式为：

式中： R_T ：热敏电阻器在温度 T 时的零功率电阻值。

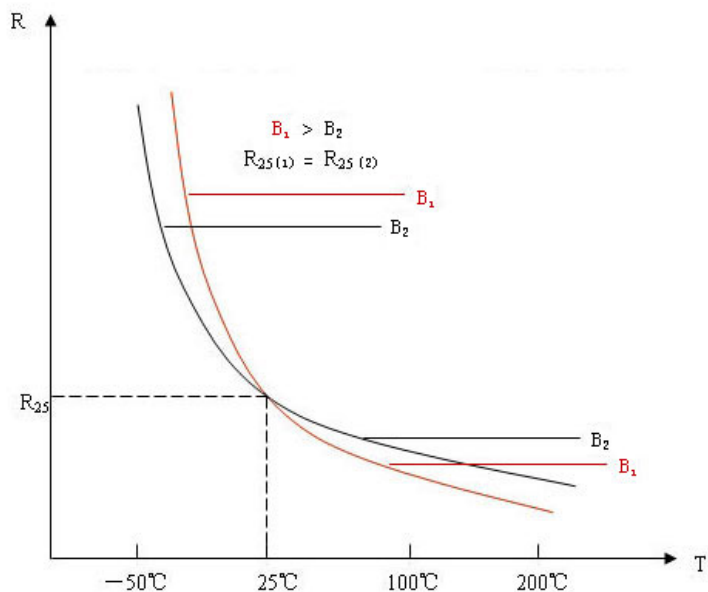
T ：为绝对温度值，K；

A 、 B 、 C 、 D ：为特定的常数。

● NTC 负温度系数热敏电阻 R-T 特性：



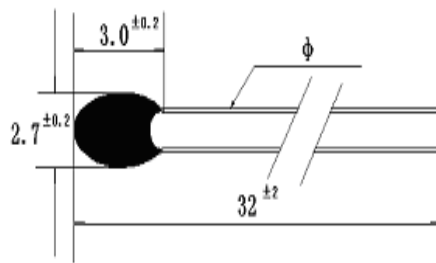
B 值相同，阻值不同的 R-T 特性曲线示意图



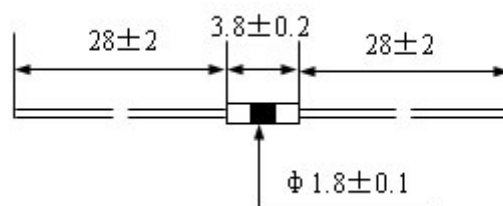
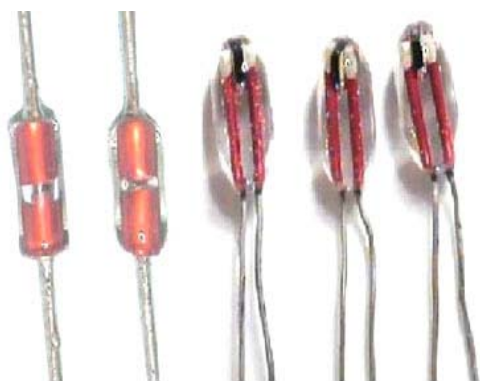
相同阻值，不同 B 值的 NTC 热敏电阻 R-T 特性曲线示意图

● 温度测量、控制用 NTC 热敏电阻器：

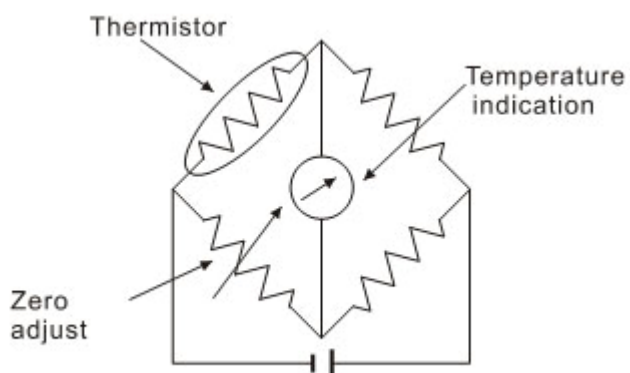
环氧封装系列 NTC 热敏电阻外形结构



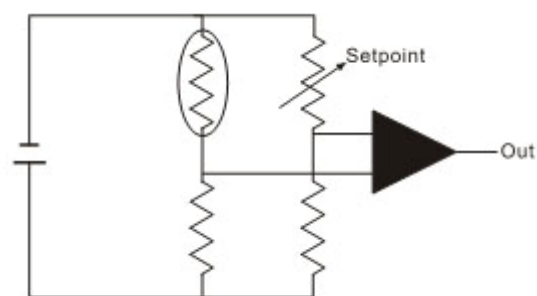
玻璃封装系列 NTC 热敏电阻外形结构



应用电路原理图：



温度测量（惠斯登电桥电路）



温度控制

环氧封装系列 NTC 热敏电阻型号参数

型号	额定电阻值 @25℃ (KΩ)	B 值 (25/50 ℃) (K)	额定功率 (mw)	耗散系数 (mw/℃)	热时间常 数 (S)	工作温度 (℃)
MF52E-□□3100	0.1~20	3100	≤50	≥2.0 静止空气 中	≤7 静止空气 中	-55~+125
MF52E-□□3270	0.2~20	3270				
MF52E-□□3380	0.5~50	3380				
MF52E-□□3470	0.5~50	3470				
MF52E-□□3600	1~100	3600				
MF52E-□□3950	5~100	3950				
MF52E-□□4000	5~100	4000				
MF52E-□□4050	5~200	4050				
MF52E-□□4150	10~250	4150				
MF52E-□□4300	20~1000	4300				
MF52E-□□4500	20~1000	4500				

注:

- 1、第一方框填标称阻值, 第二方框填精度代号。(F: ±1% G: ±2% H: ±3% J: ±5%)
- 2、B 值 (25/50℃) 误差: 对于标称阻值精度 ±1% 的产品其 B 值对应误差是 ±1%, 其余 B 值误差均为 ±2%

玻璃封装系列 NTC 热敏电阻型号参数

型号	额定电阻值 @25℃ (KΩ)	B 值 (25/50℃) (K)	耗散系数 (mw/℃)	热时间常 数 (S)	工作温度 (℃)
MF58-□□3470	2	3470	≥2.0 静止空气 中	≤20 静止空气 中	-55~+300
MF58-□□3500	3	3500			
MF58-□□3500	5	3500			
MF58-□□3550	10	3550			
MF58-□□3600	15	3600			
MF58-□□3700	10	3700			
MF58-□□3850	20	3850			
MF58-□□3900	30	3900			
MF58-□□3950	47	3950			
MF58-□□3950	50	3950			
MF58-□□3990	100	3990			
MF58-□□4100	150	4100			

注:

- 1、第一方框填标称阻值, 第二方框填精度代号。(F: ±1% G: ±2% H: ±3% J: ±5%)
- 2、B 值 (25/50℃) 误差: 对于标称阻值精度 ±1% 的产品其 B 值对应误差是 ±1%, 其余 B 值误差均为 ±2%