



负温度系数热敏电阻产品选型指南

Negative Temperature Coefficient Thermistor Selection Guide

乔光电子

版权及最终解释权归乔光电子所有

目录

1	NTC 工作原理	3
2	NTC 特点	3
3	NTC 典型应用电路.....	4
4	功率型 NTC 参数介绍.....	4
4.1.	零功率电阻值 R_T	4
4.2.	零功率电阻 R_{25}	4
4.3.	B 值.....	5
4.4.	耗散系数 δ	5
4.5.	热时间常数 τ	5
4.6.	热容量 C_{th}	5
4.7.	最大额定电流 (Max. Steady State Current) I_{max}	5
4.8.	最大额定功耗 (Max. Steady Power) P_{max}	6
4.9.	最大允许电容量 (Maximum Permissible Capacitance) C	6
5	命名规则.....	7
6	浪涌抑制型 NTC 选型注意事项.....	7
6.1.	NTC 产品零功率电阻.....	7
6.2.	NTC 产品的 I_{max}	7
6.3.	NTC 阻温特性曲线.....	8
6.4.	NTC 额定功率降额曲线.....	8
6.5.	NTC 电容量	8

1 NTC 工作原理

NTC，是 Negative Temperature Coefficient 的缩写，泛指负温度系数热敏电阻，是一种随着温度升高，电阻值减少的热敏电阻。负温度系数热敏电阻器是以锰、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。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 的电阻温度曲线如图 1 所示。

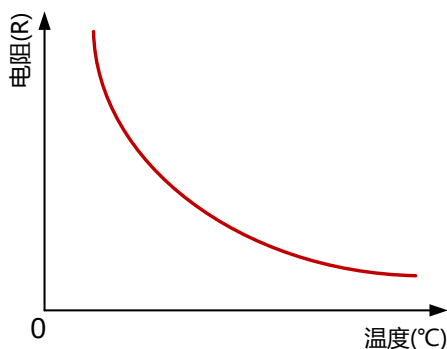


图 1 NTC 电阻温度曲线

2 NTC 特点

- 同一尺寸不同规格：
 - a.最大额定功率 $P_{\max}$ ，热耗散系数 δ ，热时间常数 τ ，工作温度范围 T ，热容量 C 等指标是约相同；
 - b.标称零功率电阻 R_{25} 越大，所承受的稳态额定电流 $I_{\max}$ 将会呈现变小的趋势；
 - c.在最大额定电流 $I_{\max}$ 相同的情况下，标称零功率电阻 R_{25} 较大的，所呈现的稳态残余电 $R_{\min} (@I_{\max}, 25^{\circ}\text{C})$ 也将稍大些；
 - d.标称零功率电阻 R_{25} 较大,B 值也将会大些；
- 由于散热能力与尺寸大小有密切关系，尺寸较大者，适应环境工作温度也相对较高；
- 最大允许电容量与尺寸大小有密切关系，尺寸大者，最大允许电容量也将会大，因而所能承受的焦耳能量也大一些；
- 相同标称零功率电阻 R_{25} 情况下，B 值越大者，所呈现的稳态残余电阻 $R_{\min} (@I_{\max}, 25^{\circ}\text{C})$ 将会相对较小；
- B 值相同者， R_{25} 阻值较大者，稳态残余电阻 $R_{\min} (@I_{\max}, 25^{\circ}\text{C})$ 也将相对会大一些；
- B 值大者且 R_{25} 阻值较小者，则稳态残余电阻 $R_{\min} (@I_{\max}, 25^{\circ}\text{C})$ 也将相对会小一些；
- 尺寸越大， $P_{\max}$ ，热耗散系数 δ ，热时间常数 τ ，工作温度范围 T ,热容量 C ， $I_{\max}$ 也就越大；

3 NTC 典型应用电路

NTC 主要应用于温度测量和控制，温度补偿、突波抑制、环境测量等，广泛应用于家电、仪器仪表、照明、工业、汽车电子等行业。图 2 和图 3 是 NTC 的一些典型应用电路。

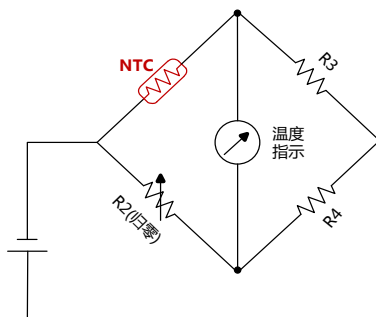


图 2 温度测量与控制电路

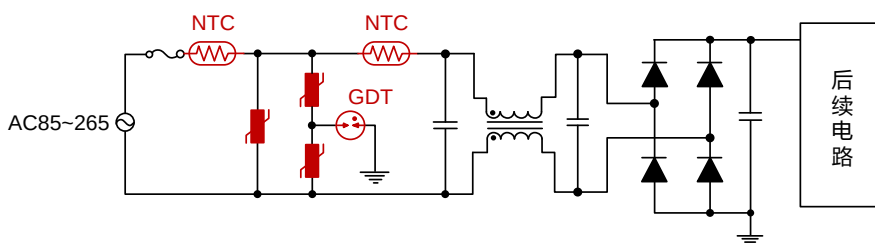


图 3 交流电源浪涌保护

4 功率型 NTC 参数简介

4.1. 零功率电阻值 R_T

在规定温度下，采用引起电阻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。

4.2. 零功率电阻 R_{25}

指 25°C 时测得的零功率电阻值。除非特别指出，它是热敏电阻器的设计电阻值，也是标称电阻值。

4.3. B 值

B 值是负温度系数热敏电阻器的热敏指数，它被定义为两个温度下零功率电阻值的自然对数之差与两个温度倒数之差的比值。

$$B = \frac{\ln(R_1) - \ln(R_2)}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} = 2.3026 \times \frac{\lg R_1 - \lg R_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

R_1 —温度为 T_1 时的零功率电阻， R_2 —温度为 T_2 时的零功率电阻值，除非特别指出， B 值是由 25°C (298.15K) 和 50°C (323.15K) 的零功率电阻值计算而得到的， B 值在工作温度范围内并不是一个严格的常数。

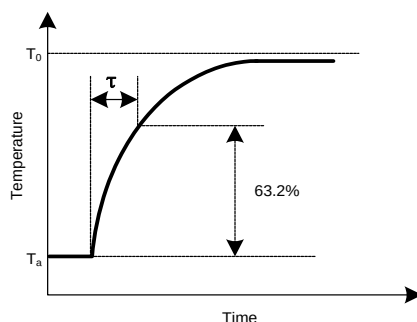
4.4. 耗散系数 δ

$$\delta = \Delta P / \Delta T \text{ (mW/}^\circ\text{C)}$$

即：在规定的环境温度下，热敏电阻耗散功率变化率与其相应温度变化之比。它表示使热敏电阻体升高 1°C 温度所需消耗的功率。在工作温度范围内， δ 随环境温度变化而有所变化。

4.5. 热时间常数 τ

在零功率条件下，当温度发生突变时，热敏电阻体温度变化了始末温度差的 63.2% 所需的时间。 τ 与热敏电阻器的热容量 C 成正比，与其耗散系数 δ 成反比，即： $\tau = C / \delta$



4.6. 热容量 C_{th}

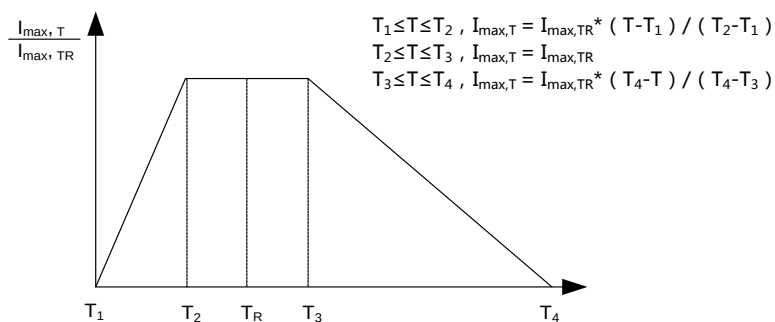
热敏电阻器的温度升高 1K 所需的能量 (单位为 J/K)。

$$C_{th} = \delta \cdot \tau$$

注：热容量取决于元件的设计。

4.7. 最大额定电流 (Max.Steady State Current) I_{max}

在环境温度条件下，可以连续施加在热敏电阻器上的电流 (直流或者正弦波交流有效值) 最大值。在此电流下，电阻体自身温度不超过其最高工作温度。环境温度如无特殊说明，常指 25°C。



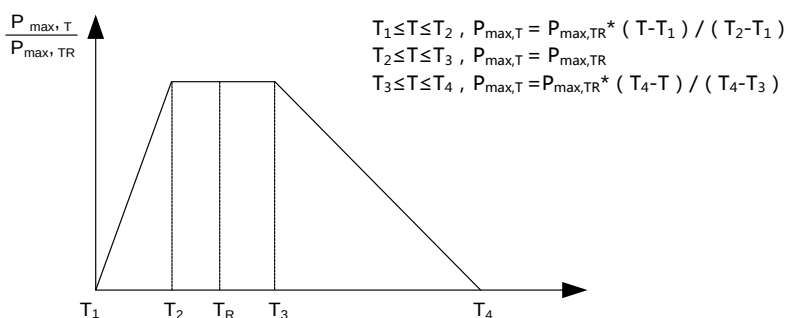
最大额定电流降额曲线

4.8. 最大额定功耗 (Max.Steady Power) $P_{\max}$

在环境温度条件下，可以连续施加在热敏电阻器上的最大功耗。在此功率下，电阻体自身温度不超过其最高工作温度。环境温度如无特殊说明，常指 25℃。

$$P_{\max} = I_{\max} * V$$

V 为热敏电阻器上的压降。



最大功耗降额曲线

4.9. 最大允许电容量 (Maximum Permissible Capacitance) C

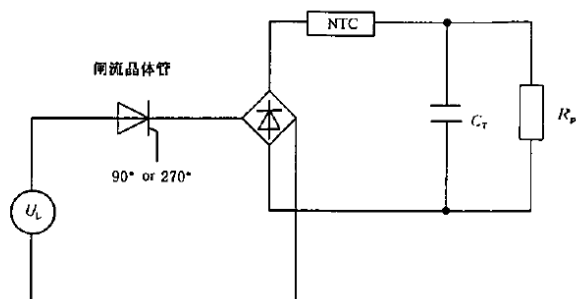
在负载条件下，与一个热敏电阻连接的电容器的最大允许电容量值。

$$E = CV^2/2$$

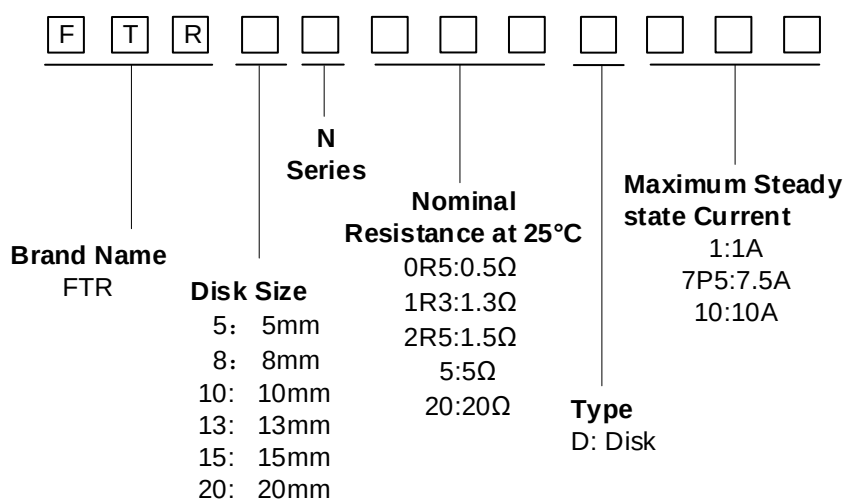
E：热敏电阻器最大承受能量；

C：最大允许电容量；

V：直流电压或者正弦交流电压有效值；



5 命名规则



6 浪涌抑制型 NTC 选型注意事项

6.1. NTC 产品零功率电阻

保证电路中开机时的浪涌电流小于电路允许最大电流。

$$R \geq 1.414 \cdot E / I_m$$

式中 E 为线路电压 I_m 为浪涌电流

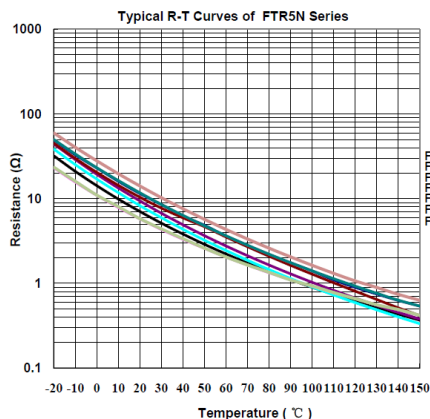
对于转换电源，逆变电源，开关电源，UPS 电源， $I_m=16$ 倍工作电流

6.2. NTC 产品的 $I_{\max}$

保证 NTC 产品的最大稳态电流 $I_{\max}$ 大于电路中正常工作电流。

6.3. NTC 阻温特性曲线

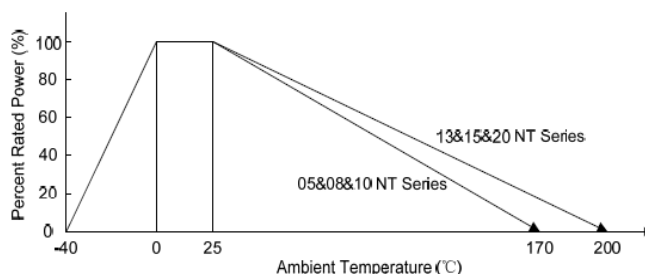
规格书标注是常温下零功率电阻，如果客户的工作环境温度不是常温时，我们需要考虑阻值变化。选型时根据实际温度参考 R-T 特性曲线（如下图所示），理解可参考 NTC 的阻温特性曲线。



例如需选型 FTR5N10D2，常温下静态零功率电阻是 10 ohm，客户整机工作环境温度是 50°C，此时需按照 R=6 ohm 评估，这个时候在电流满足的前提下，我们要重新评估该型号是否满足或者再重新选型

6.4. NTC 额定功率降额曲线

在实际选型中，不同的环境温度下我们需要考虑 NTC 的功率降额问题，可参考 MOV 的浪涌降额曲线理解，在 0°~25°时，NTC 的性能最强，在实际保护电路中，需要考虑降额设计等。

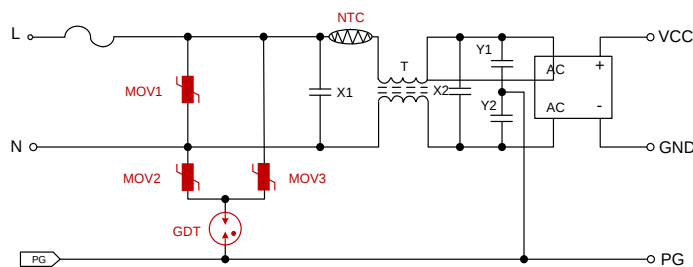


6.5. NTC 电容量

客户电路允许的最大滤波电容值不能超过规格书所标注的电容值（测试条件：DC340V）

6.6. 案例分析

下图是轨道交通开关电源，150W/输入 AC110V，输出 24V，测试要求：1.2/50us&8/20us,差模/共模，2KV/2ohm，正负 5 次，Hipot LN-PE, AC800V, 1min。



首级差模/共模防护 MOV 及 GDT 选型：

MOV1/2/3 : FTR14D271K,

GDT : 2RC1600L-8

NTC 选型：

$$R_{25} = V_{\max} / I_m = [110 * (1 + 20\%) * 1.414] \div I_m \text{①}$$

$$I_n = P / V_n = 150 / 110 = 1.36A \quad (\text{假设电路功率因素取最大 } 1) \text{②}$$

$$I_m = 16 * I_n = 16 * 1.36 = 21.8A \text{③}$$

将③带入①得出： $R_{25} = 8.5\Omega$ ， $I_{\max} > I_n$ (1.36A)

常温条件下可以选型 NTC : FTR8N10D3 (考虑 NTC 零功率电阻的误差 20%)，选择 8D 的 NTC 即可。

备注：当环境温度过高或过低时，必须根据规格书提供的降功耗曲线进行降额设计。在实际应用中，应尽量使 NTC 热敏电阻工作的环境温度不超出规格书规定的上/下限温度。同时，应注意不要使其工作在潮湿的环境中，因为过于潮湿的环境会加速 NTC 热敏电阻的老化。