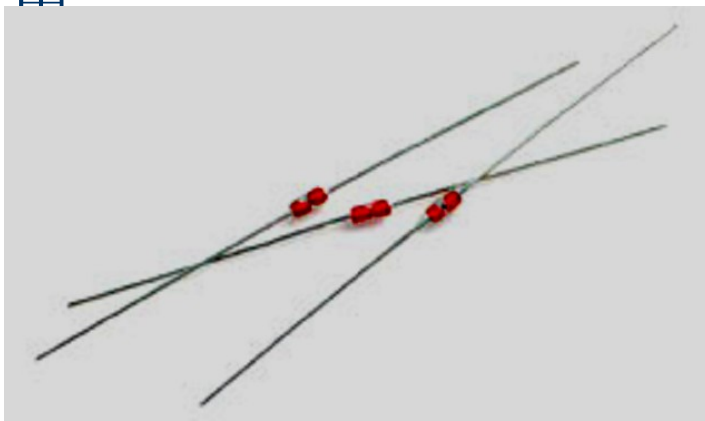


课题二 热敏电阻测温

热敏电阻

热敏电阻是对温度变化表现出非常敏感的一种半导体电阻元件，它能测量出温度的微小变化，并且体积小，工作稳定，结构简单

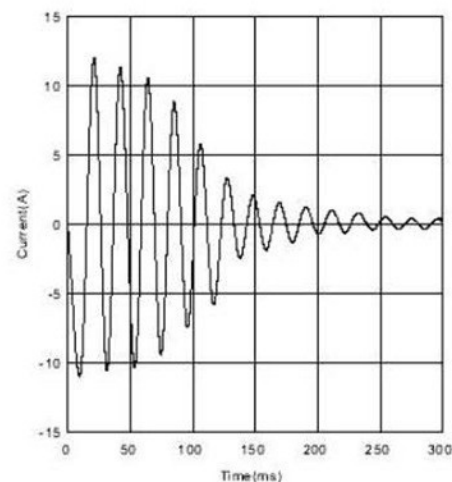
图



热敏电阻

因此，它在测温技术、无线电技术、
网络通信、自动化和遥控等方面都有广泛的应

田



学习目标

知识目标：

- (1) 了解热敏电阻的基本原理和特征；
- (2) 理解和掌握热敏电阻测量温度的转换电路。

能力目标：

掌握热敏电阻测温的基本方法。

重点难点：

- 1) 热敏电阻的温度特性；
- 2) 热敏电阻测温的转换电路。

一、基础知识

1、原理与特性

热敏电阻是用半导体材料制成的热敏器件。其电阻值随温度产生较大的变化。



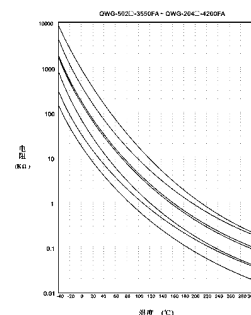
一、基础知识

- 相对于金属热电阻而言，它主要具备以下特点：
 - （1）电阻温度系数大，灵敏度高，比一般金属电阻大 $10 \sim 100$ 倍。
 - （2）结构简单，体积小，可以测量点温度。
 - （3）电阻率高，热惯性小，适宜动态测量。
 - （4）阻值与温度变化呈非线性关系。
 - （5）稳定性和互换性较差。

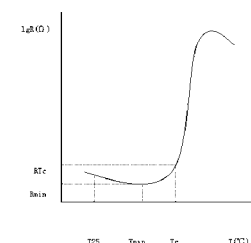
一、基础知识

分类：

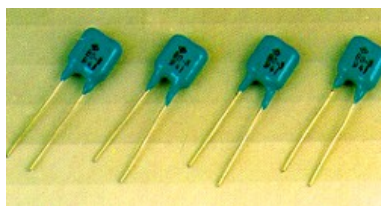
(1) 负温度系数热敏电阻 (NTC)



(2) 正温度系数热敏电阻 (PTC)



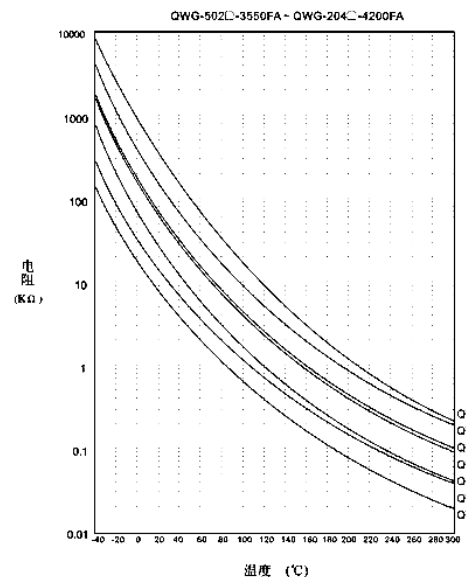
(3) 临界温度系数热敏电阻 (CTR)



一、基础知识

(1) 负温度系数热敏电阻 (NTC)

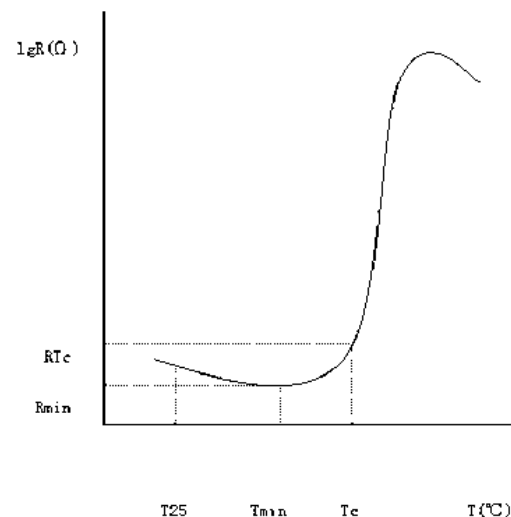
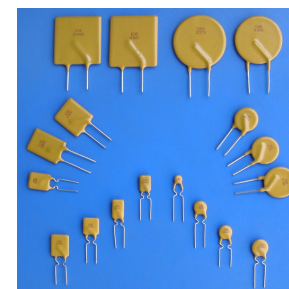
电阻值随着温度的升高呈现指数关系下降。



一、基础知识

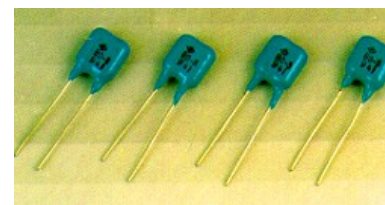
(2) 正温度系数热敏电阻 (PTC)

电阻值随着温度的升高呈现出阶跃性的增加。

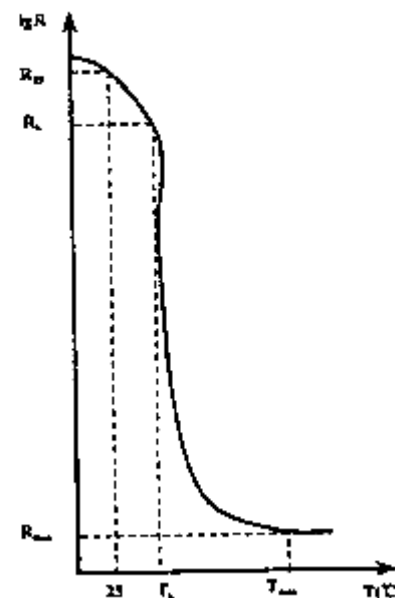


一、基础知识

(3) 临界温度系数 热敏电阻 (CTR)



具有负电阻
突变特性，在某一
温度下，电阻值随
着温度的增加急剧
减少，具有很大的
负温度系数。



临界温度热敏电阻器的典型电阻-温度特性曲线

一、基础知识

2、热敏电阻材料特性

相对于其他温度传感器，它有如下特点：

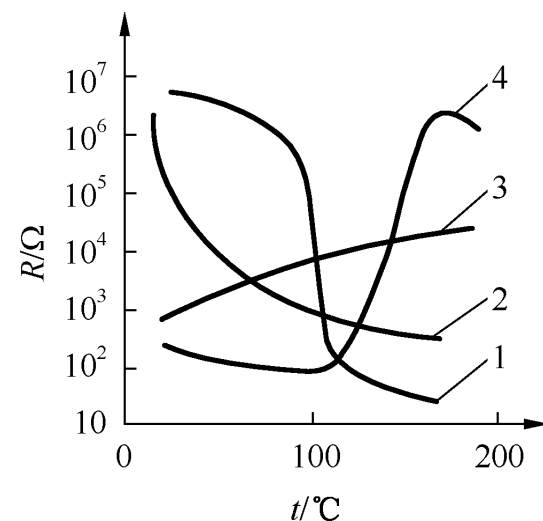
易于批量生产；

价格很便宜；

温度特性为非线性；

测温范围： $-100\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

互换性较差。



一、基础知识

2、热敏电阻材料特性

NTC：主要材料为 Mn、Ni、Co、Fe、Cu、 Al_2O_3 等，用于温度测量、温度补偿与限流。



PTC：主要材料是 BaTiO_3 （钛酸钡单晶）等，用于温度开关、恒温发热、防浪涌等，测温范围： $-50\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

CTR：主要材料为氧化钒等，用于温度开关、记忆、延迟等，测温范围： $0\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

一、基础知识

3、热敏电阻的外形结构

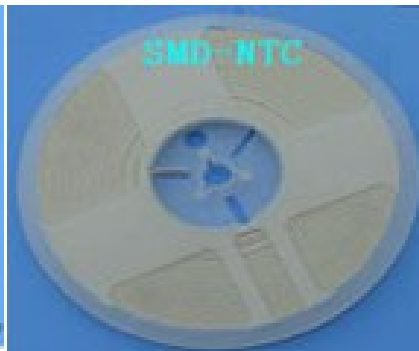
玻璃罩式



圆片式



单片式

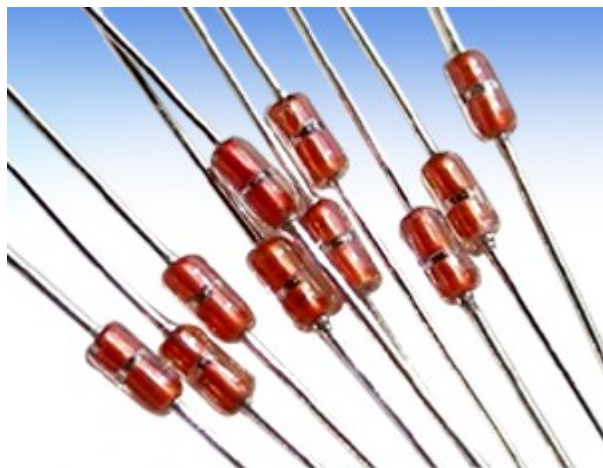


热敏电阻实物图

一、基础知识

3、热敏电阻的外形结构

玻璃罩式是用玻璃罩着的电阻，可靠性高，热时间常数小，响应速度快，常用于温度测量。



一、基础知识

3、热敏电阻的外形结构

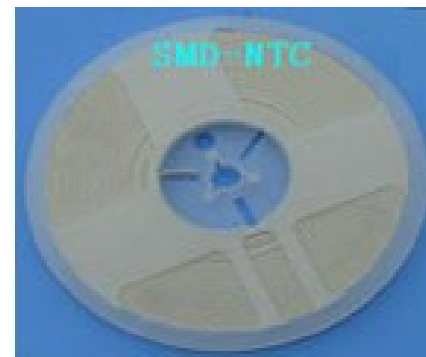
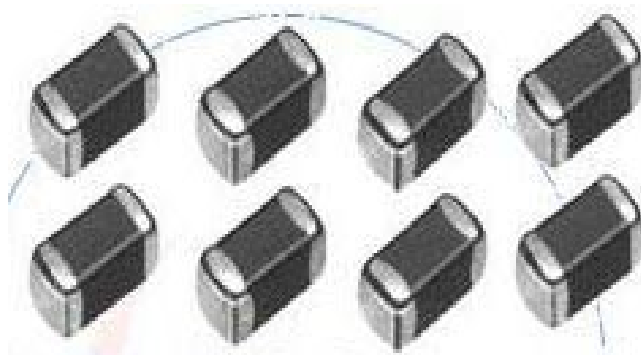
圆片式是从圆片式感温元件中引出两根线的电阻，常用于温度补偿。



一、基础知识

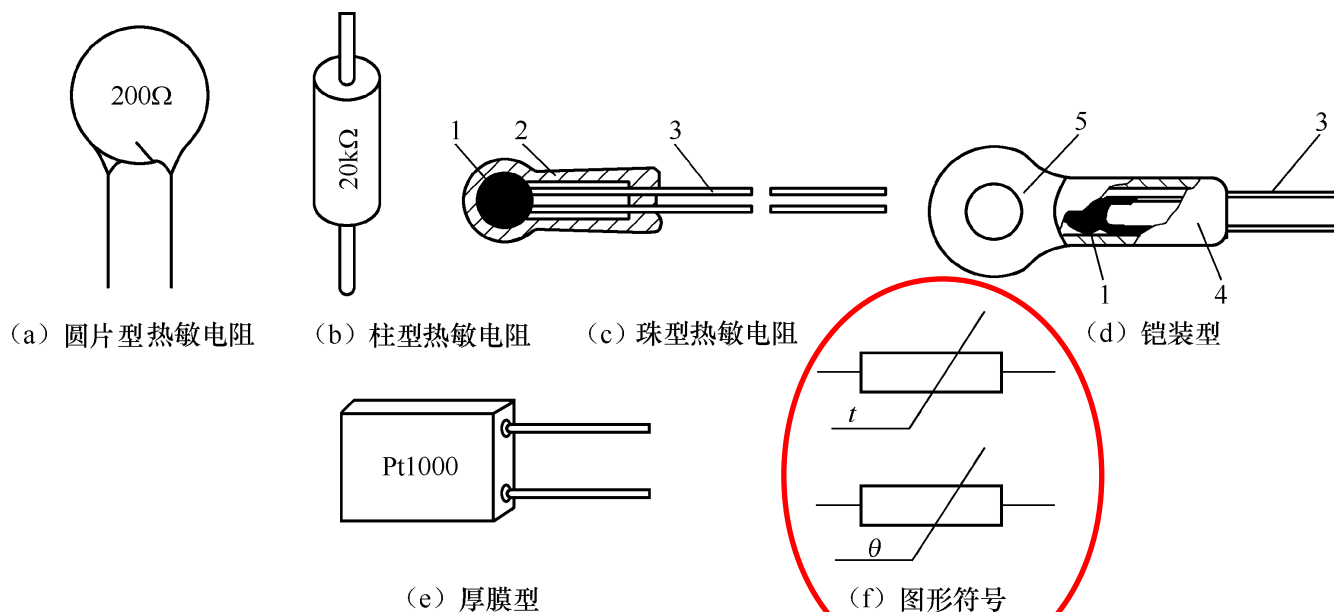
3、热敏电阻的外形结构

单片式是表面贴装方式的电阻，用于电路的温度补偿等。



一、基础知识

- 其他各种型式热敏电阻；
- 图形符号：



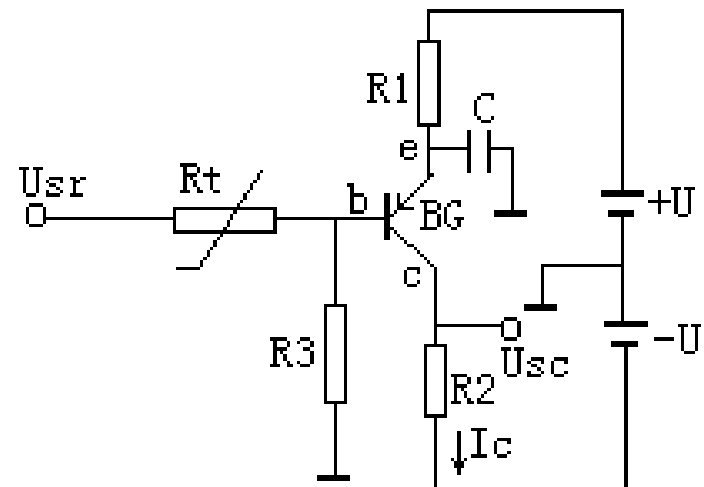
•热敏电阻的基本应用

- ① 热敏电阻体温表
- ② 晶体管的温度补偿
- ③ 电动机的过载保护控制

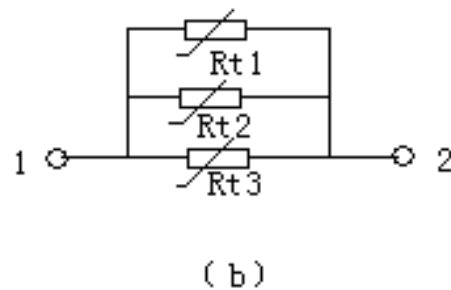
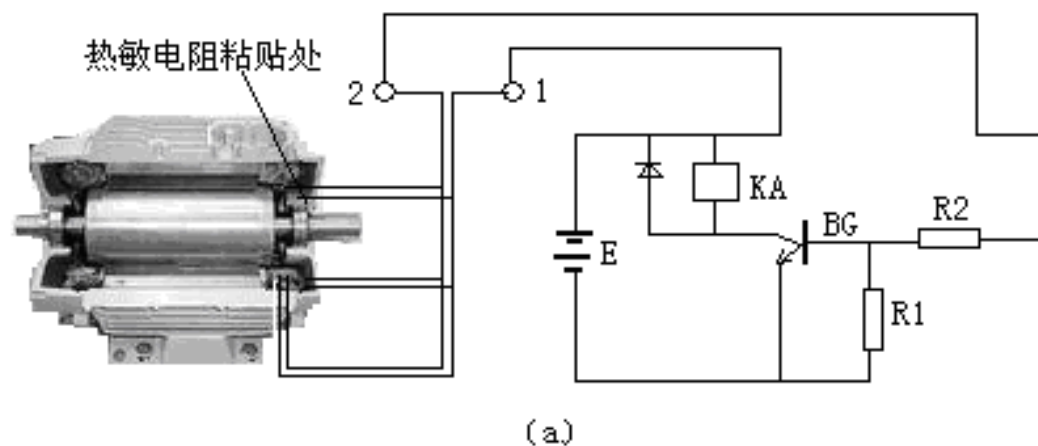
(1) 热敏电阻体温表



(2) 晶体管的温度补偿



(3) 电动机的过载保护控制



4、热敏电阻的基本应用电路

(a) 并联方式

$$R_{TH} = R_T // R_s$$

$$U_0 = U_{CC} * R_a / (R_{TH} + R_a)$$

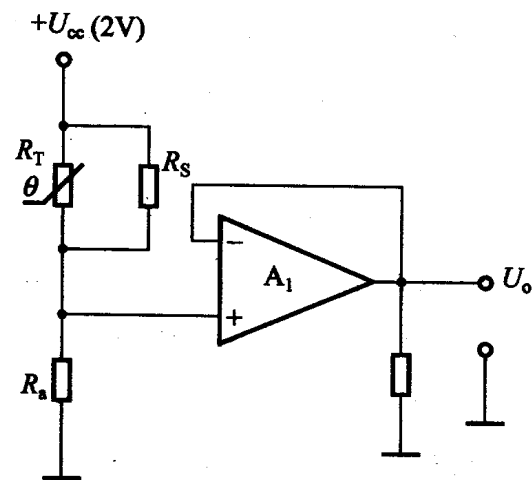


图 2.8 热敏电阻的基本连接方式

4、热敏电阻的基本应用电路

(b) 桥接方式

$$U_o = U_{cc} * [R_a / (R_{TH} + R_a) - R_c / (R_b + R_c)]$$

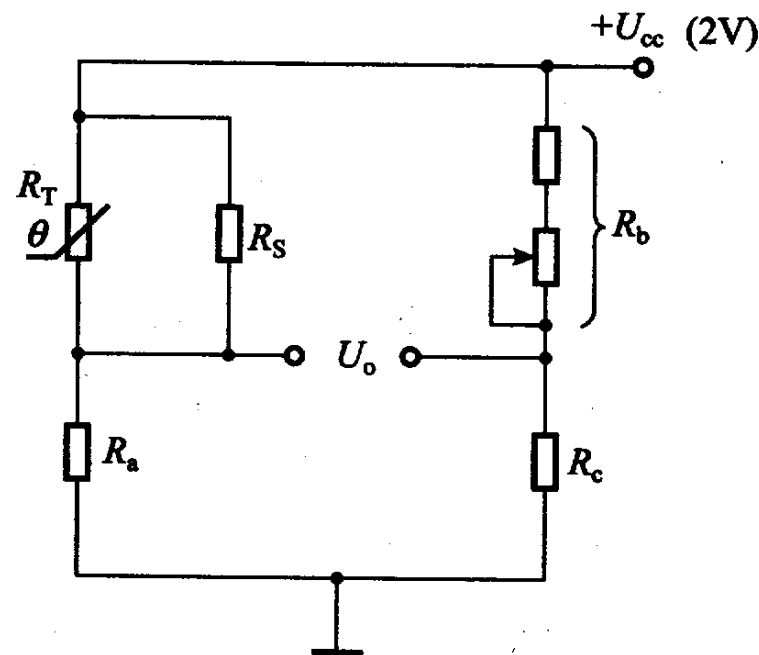


图 2.8 热敏电阻的基本连接方式

4、热敏电阻的基本应用电路

(c) 与比较器组合电路

R_T 采用 CTR 热敏电阻；
若温度达到设定值，
则比较器 A_1 输出高电
压 ($\approx +U_{CC}$)；

若温度小于设定值，
则比较器 A_1 输出低电
压 ($\approx 0V$)；

若 A_1 有迟滞，则开
关特性更好。

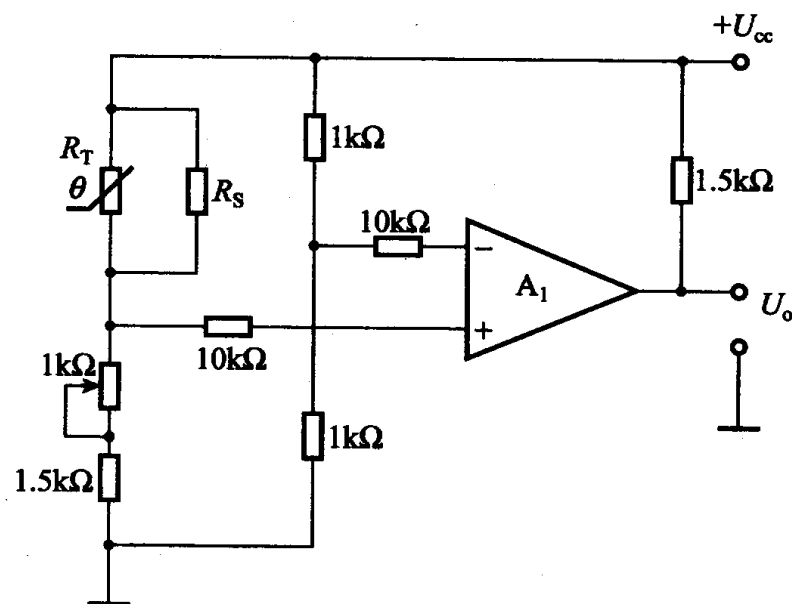


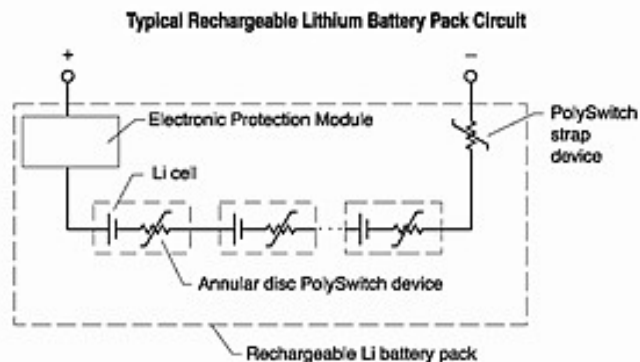
图 2.8 热敏电阻的基本连接方式

5、PTC 热敏电阻的应用

锂电池和电池组

外部短路、充电失去控制或误用负载都可能造成一次或二次锂电池严重损坏。可充电的锂电池用于笔记本电脑和蜂窝电话，以及其他便携式电子应用。

- LR4, LTP, SRP, TAC, VLR, VTP



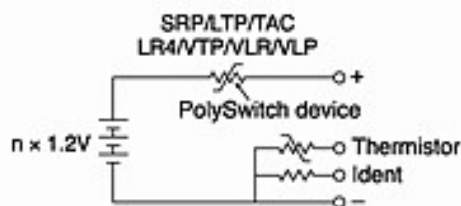
5、 PTC 热敏电阻的应用

可充电电池组的保护

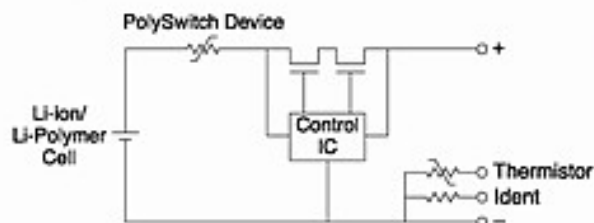
由于外部短路、充电失去控制或误用负载，会造成电池及其组件的严重损坏。最普遍的应用是蜂窝电话、笔记本电脑和其他便携式电子产品使用的镍镉 (NiCd)、镍氢金属 (NiMH) 和锂离子 (Li-ion) 电池组。

- LR4, LTP, SRP, TAC, VLR, VLP, VTP

NiMH/NiCd Battery Pack Circuit Diagram



Single Cell Li-ion/Li-Polymer Battery Pack Circuit Diagram



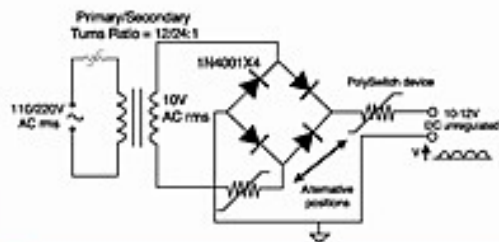
5、 PTC 热敏电阻的应用

线性AC/DC适配器

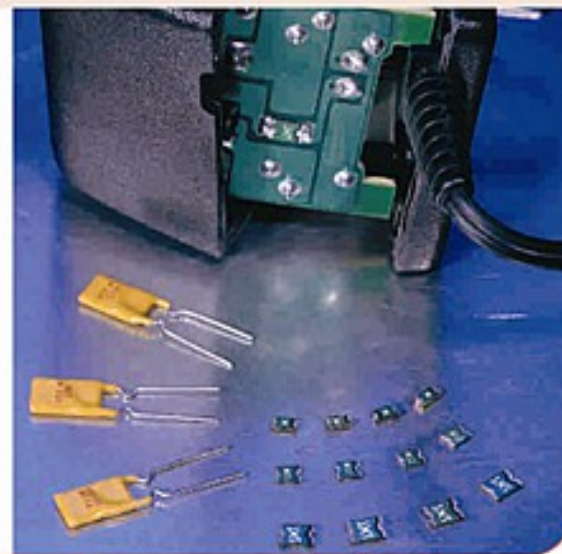
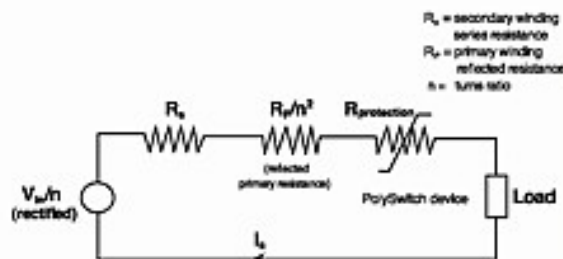
线性AC/DC适配器或“墙壁插口”为各种各样的消费电子设备提供电池充电和低成本DC电源应用。短路或过大的电流会导致变压器线圈温度过高。PolySwitch器件符合UL的要求。

- RTEF, RUEF, RXEF • nanoSMD, microSMD, miniSMD, SMD • ROV

Example of an Unregulated Linear Adapter Protected by a PolySwitch Device



Transformer Equivalent Circuit



三、课题小结

- (1) 热敏电阻基本原理、特性和基本应用;
- (2) 热敏电阻测温的转换电路。

- 作业：

书上 P32. 综合练习

二、选择题 第 1 题