



高等职业教育电子信息类专业规划教材

GAO DENG ZHI YE JIAO YU DIAN ZI XIN XI LEI ZHUAN YE GUI HUA JIAO CAI



电子元器件检测与使用

■ 刘南平 主 编

■ 刘 松 孙慧芹 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



高等职业教育电子信息类专业规划教材

GAO DENG ZHI YE JINAO YU DIAN SI XIN XI LEI ZHUYAN YE GUI HUA JIAO CAI



电子元器件检测与使用

教学辅助资源
获取方式



人民邮电出版社
教学服务与资源网
www.ptpedu.com.cn



教材服务热线: 010-67170985

反馈/投稿/推荐信箱: 315@ptpress.com.cn

人民邮电出版社教学服务与资源网: www.ptpedu.com.cn

封面设计: 任文杰

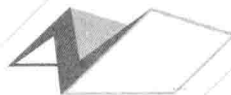
ISBN 978-7-115-27362-8



9 787115 273628 >

ISBN 978-7-115-27362-8

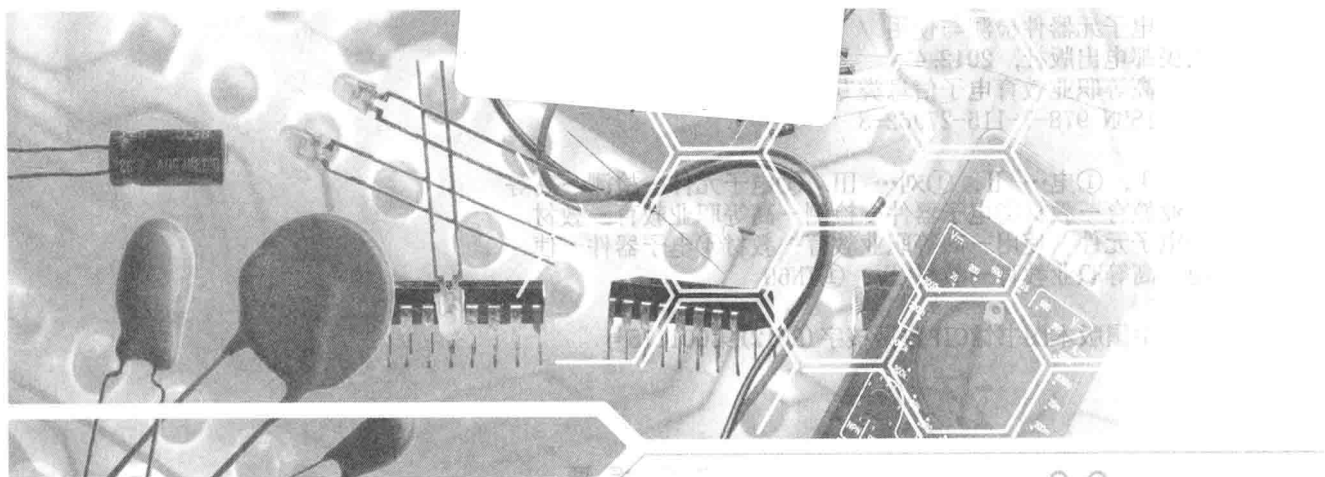
定价: 29.00 元



高等职业教育电子信息类专业规划教材

GAO DEN

DIAN ZI XIN XI LEI ZHUAN YE GUI HUA JIAO CAI



电子元器件检测与使用

■ 刘南平 主 编

■ 刘 松 孙慧芹 副主编

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

电子元器件检测与使用 / 刘南平主编. — 北京 :
人民邮电出版社, 2012.4
高等职业教育电子信息类专业规划教材
ISBN 978-7-115-27362-8

I. ①电… II. ①刘… III. ①电子元件—检测—高等
职业教育—教材②电子器件—检测—高等职业教育—教材
③电子元件—使用—高等职业教育—教材④电子器件—使
用—高等职业教育—教材 IV. ①TN60

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第001175号

内 容 提 要

本书对各种典型电子产品的检测与识别方法进行详细讲解, 将最新的电子元器件的检测和识别方法介绍给读者, 使新元器件、新产品、新技术能尽快地出现在教材中。本书针对具体元器件的检测与识别, 给出作者总结的技能与技巧, 对初学者有积极的启发作用。

本书可以作为通信、电子信息、电子工程、自动化、计算机等专业高职高专、函授和成人教育的教材, 也可供有关专业技术人员参考。

高等职业教育电子信息类专业规划教材

电子元器件检测与使用

-
- ◆ 主 编 刘南平
副 主 编 刘 松 孙慧芹
责任编辑 李 强
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.25
字数: 342 千字 2012 年 4 月第 1 版
印张: 1-3 000 册 2012 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-27362-8

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

本书以最常用的电子元器件为核心，介绍它们的基础知识、工作原理、性能特点、识别、检测与选用的方法。全书共 12 章，内容包括：电阻器的检测与选用；电容器的检测与选用；电感器的检测与选用；变压器的检测与选用；二极管的检测与选用；三极管的检测与选用；场效应管的检测与选用；晶闸管的检测与选用；石英晶体与滤波器的检测与选用；继电器、开关的检测与选用；电声元器件的检测与选用；传感器的检测与选用。

本书内容丰富、图文并茂，融实用性、启发性、资料性于一体。书中配有大量的实物图片，大大提高了本书的参考阅读价值。本书可供广大电子初学者、电子爱好者、电子工程技术人员、维修人员学习、参考阅读。

本书由天津师范大学刘南平老师任主编，东北大学秦皇岛分校李文超老师、天津电子信息职业技术学院刘松老师、天津职业大学孙惠芹老师担任副主编，由河北工业大学石军老师任主审。

限于作者水平，书中难免有错误、疏漏、不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2011 年 10 月

目 录

第 1 章	电阻器的检测与选用	1
1.1	电阻器的基础知识	1
1.1.1	电阻器型号命名方法	2
1.1.2	电阻器的主要参数	4
1.1.3	常用的电阻器	8
1.2	电阻器的检测与选用	16
1.2.1	固定电阻器的检测与选用	16
1.2.2	电位器的检测与选用	18
1.2.3	敏感电阻器的检测与选用	19
第 2 章	电容器的检测与选用	22
2.1	电容器的基础知识	22
2.1.1	电容器型号命名方法	23
2.1.2	电容器的主要参数	25
2.1.3	常用的电容器	27
2.2	电容器的检测与选用	31
2.2.1	固定电容器的检测与选用	31
2.2.2	可调电容器的检测与选用	37
第 3 章	电感器的检测与选用	38
3.1	电感器的基础知识	38
3.1.1	电感器型号命名方法	40
3.1.2	电感器的主要参数	42
3.1.3	常用的电感器	43
3.2	电感器的检测与选用	45
3.2.1	电感器的检测	45
3.2.2	电感器的选用	47
第 4 章	变压器的检测与选用	50
4.1	变压器的基础知识	50
4.1.1	变压器型号命名方法	50
4.1.2	变压器的主要参数	52
4.1.3	常用的变压器	54

4.2	变压器的检测与选用	59
4.2.1	变压器的检测	59
4.2.2	变压器的选用	62
第 5 章	二极管的检测与选用	65
5.1	二极管的基础知识	65
5.1.1	二极管型号命名方法	66
5.1.2	二极管的主要参数	68
5.1.3	常用的二极管	70
5.2	二极管的检测与选用	78
5.2.1	二极管的检测	78
5.2.2	二极管的选用	83
第 6 章	三极管的检测与选用	87
6.1	三极管的基础知识	87
6.1.1	三极管电流分配和放大作用	88
6.1.2	三极管的特性曲线	89
6.1.3	三极管型号命名方法	91
6.1.4	三极管的主要参数	91
6.1.5	常用的三极管	92
6.2	三极管的检测与选用	95
6.2.1	三极管的检测	95
6.2.2	三极管的选用	99
第 7 章	场效应管的检测与选用	103
7.1	场效应管的基础知识	103
7.1.1	场效应管型号命名方法	104
7.1.2	场效应管的主要参数	104
7.1.3	常用的场效应管	106
7.2	场效应管的检测与选用	112
7.2.1	结型场效应管的检测	112
7.2.2	绝缘栅型场效应管 (MOS 管) 的检测	114
7.2.3	场效应管的选用	116
第 8 章	晶闸管的检测与选用	118
8.1	晶闸管的基础知识	118
8.1.1	国产晶闸管型号命名方法	119
8.1.2	晶闸管的主要参数	120
8.1.3	常用的晶闸管	121

8.2 晶闸管的检测与选用	126
8.2.1 晶闸管的检测	126
8.2.2 晶闸管的选用与代换	130
第9章 晶振与滤波器的检测与选用	132
9.1 晶体振荡器的基础知识	132
9.1.1 石英晶体的结构与压电效应	132
9.1.2 石英晶体的符号和等效电路	133
9.1.3 石英晶体的分类	134
9.1.4 石英晶体元件的命名方法	135
9.1.5 石英晶体的主要参数	136
9.1.6 常用的石英晶体	137
9.1.7 石英晶体振荡器的应用	137
9.2 石英晶体的检测与选用	140
9.2.1 石英晶体的检测	140
9.2.2 晶振的选用	141
9.3 滤波器的基础知识	142
9.3.1 滤波器的基础知识	142
9.3.2 滤波器的测量	147
9.3.3 滤波器的选用	148
第10章 继电器、开关的检测与选用	151
10.1 继电器的基础知识	151
10.1.1 继电器的电符号和触点形式	151
10.1.2 继电器的分类	152
10.1.3 继电器的型号命名方法	153
10.1.4 继电器的主要参数	154
10.1.5 常用的继电器	156
10.2 常用继电器的检测与选用	161
10.2.1 电磁继电器的检测	161
10.2.2 固态继电器的检测	162
10.2.3 干式舌簧管的检测	163
10.2.4 继电器的选用	163
10.3 开关	165
10.3.1 开关的型号命名方法	166
10.3.2 开关的主要参数	167
10.3.3 常用的开关	167
10.3.4 开关的检测	171
10.3.5 开关的选用	172

第 11 章 电声器件的检测与选用	173
11.1 扬声器的基础知识	173
11.1.1 扬声器的命名	173
11.1.2 扬声器的主要参数	173
11.1.3 常用的扬声器	174
11.1.4 扬声器的检测	179
11.1.5 扬声器的选用	181
11.2 耳机和耳塞	184
11.2.1 耳机的分类	184
11.2.2 耳机的参数	185
11.2.3 耳机和耳塞的检测	186
11.3 蜂鸣器	187
11.3.1 蜂鸣器的基础知识	187
11.3.2 压电蜂鸣器的检测	188
11.4 驻极体话筒	190
11.4.1 驻极体话筒的基础知识	190
11.4.2 驻极体话筒的检测	191
第 12 章 传感器的检测与选用	193
12.1 传感器的基础知识	193
12.1.1 传感器的分类	193
12.1.2 传感器的基本特性	194
12.1.3 常用的传感器	196
12.2 传感器的选用	208
12.2.1 传感器选用总则	208
12.2.2 各类传感器的具体选用	209
参考文献	218

第 1 章 电阻器的检测与选用

1.1 电阻器的基础知识

电阻器（简称“电阻”）是电子电路中应用最多的元件之一，电阻器在电路中起分压、分流、压降、负载、限流、阻抗匹配等作用。

电阻器品种繁多，按其在电路中的特性可分为固定电阻、可变电阻和敏感电阻（敏感电阻是指元器件特性对温度、电压、湿度、光照、气体、磁场、压力等作用敏感的电容器，敏感电阻的符号是在普通电阻的符号中加一斜线，并在旁标注敏感电阻的类型）。

在电路中固定和半可变电阻器常用 R 表示，可变电阻器常用 RP 或 RW 表示。电阻器的图形符号和常见外形分别如图 1.1 和图 1.2 所示。

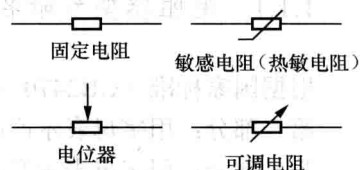


图 1.1 电阻器的图形符号



图 1.2 常用电阻器的外形



图 1.2 常用电阻器的外形（续）

1.1.1 电阻器型号命名方法

根据国家标准（GB2470—81）规定，电阻器和电位器的型号一般由以下 4 部分组成。

第一部分：用字母表示产品主称。

第二部分：用字母表示产品材料（导电材料）。

第三部分：一般用数字表示分类，个别类别类型也可以用字母表示。

第四部分：用数字表示序号，以区别外形尺寸和性能指标。

电阻器主称、材料和分类符号意义见表 1.1。

表 1.1 电阻器主称、材料和分类符号意义

第一部分		第二部分		第三部分		
主 称	含 义	材 料	含 义	分 类	含 义	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	普通
W	电位器	J	金属膜	2	普通	普通
		Y	氧化膜	3	超高频	—
		H	合成膜	4	高阻	—
		C	沉积膜	5	高阻	—
		S	有机实芯	6	—	—
		N	无机实芯	7	精密	精密
		X	线绕	8	高压	特种函数
		I	玻璃釉膜	9	特殊	特殊
				G	高功率	—
				T	可调	
				W		微调
				D		多圈
				X		小型

例如：RT24 表示普通碳膜电阻，其中 4 为序号；WJX1 表示金属膜线绕电位器，其中 1 为序号。

敏感电阻的型号一般由以下几部分组成。

第一部分：M 敏感元件；第二部分：类别；第三部分：用途和特征；第四部分：序号。

敏感电阻各部分意义见表 1.2。

表 1.2 敏感电阻各部分意义

第一部分		第二部分		第三部分	
主 称	含 义	类 别	含 义	用途和特征	含 义
M	敏感元件	Z	正温度系数热敏电阻	热敏	1 普通用
					2 稳压用
					3 微波测量用
					4 旁热式
					5 测温用
					6 控温用
					7 消磁用
					8 线性用
					9 恒温用
					0 特殊用
		F	负温度系数热敏电阻	压敏	W 稳压用
					G 高压保护用
					P 高频用
					N 高能用
					K 高可靠用
					L 防雷用
					H 灭弧用
					Z 消噪用
					B 补偿用
					C 消磁用
		Y	压敏电阻	光敏	1 紫外线
					2 紫外线
					3 紫外线
					4 可见光
					5 可见光
					6 可见光
					7 红外线
					8 红外线
					9 红外线

续表

第一部分		第二部分		第三部分	
主 称	含 义	类 别	含 义	用途和特征	含 义
		S	湿敏电阻		
		Q	气敏电阻		
		G	光敏电阻		
		C	磁敏电阻		
		L	力敏电阻		

1.1.2 电阻器的主要参数

1. 固定电阻器的主要参数

固定电阻器的主要参数有：标称阻值（简称标称值）、允许误差、额定功率、最高工作电压、噪声电动势、温度系数等。通常情况下只考虑前三项，后几项参数只有在有特殊需要时才考虑。

(1) 标称阻值与允许误差

标注在电阻器上的电阻值称为标称值，标称值是根据国家制定的标准系列标注的，而不是生产者随意标定的。

电阻器的实际阻值对于标称值的最大允许偏差范围称为允许误差，常用电阻器的允许误差等级见表 1.3。

表 1.3 常用电阻器的允许误差等级

允许误差	±0.5%	±1%	±2%	±5%	±10%	±20%
级别	005	01	02	I	II	III
类型	精密型			普通型		

阻值和误差的标注方法有以下几种。

① 直标法。直标法是用数字或字母将主要参数和技术性能指标直接标注在电阻体上的方法，如图 1.3 所示。

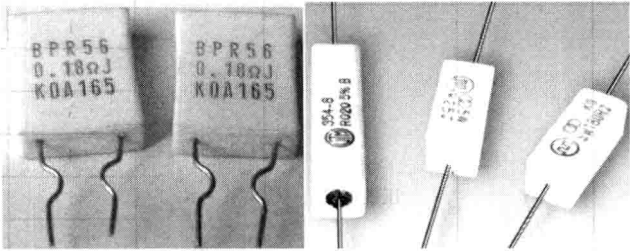


图 1.3 直标法

② 文字符号法。文字符号法是将文字和数字按规律组合起来表示电阻器的主要参数的方法。例如，0.5Ω 标注为 Ω5 或 R5，4.7Ω 标注为 4Ω7 或 4R7，5.1kΩ 标注为 5k1，10MΩ 标

注为 10M 等，如图 1.4 所示。

③ 色标法（又称色环表示法）。色标法是用不同颜色的色环来表示电阻器的阻值及误差等级的方法。普通电阻一般用 4 环表示，精密电阻用 5 环表示。色标法的电阻值一律以欧姆（ Ω ）为单位，颜色与数值的对应关系如图 1.5 所示。

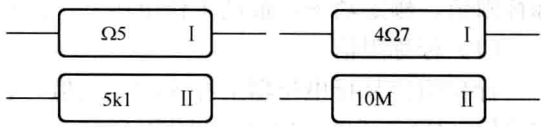


图 1.4 文字符号法

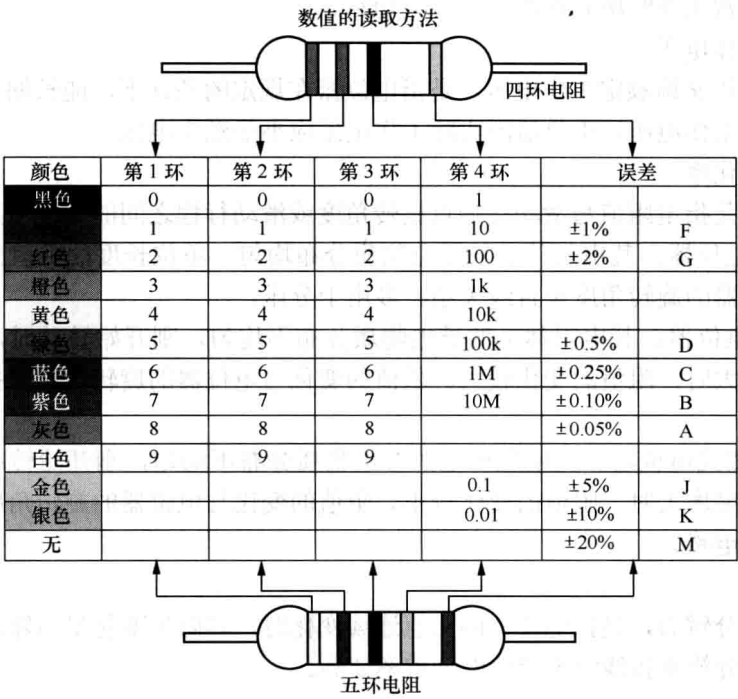


图 1.5 色标法

④ 数码法。数码法是用三位数字表示元件的标称值。从左至右，前两位表示有效数位，第三位表示 $10^n (n=0\sim 8)$ 。当 $n=9$ 时为特例，表示 10^{-1} 。0~10 Ω 带小数点电阻值表示为 $\times R\times$ ， $R\times\times$ 。例如：标志为 471 的电阻器阻值为 470 Ω ；标志为 105 的电阻器阻值为 1M Ω ；标志为 0 或 000 的电阻器，实际是跳线，阻值为 0 Ω 。

(2) 额定功率

额定功率是指在一定的气压和温度下长期连续工作所允许承受的最大功率。如果电阻器上所加功率超过额定值，电阻器就可能被损坏。电阻器的额定功率是按照国家标准进行标注的，不同类型的电阻器具有不同系列的额定功率。常用的额定功率有 1/16W、1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、5W、10W 等。

(3) 最高工作电压

最高工作电压是指电阻器长期工作不发生过热或电击穿的情况下，允许加在电阻两端的最高电压。

2. 电位器的主要参数

电位器是由电阻体与转动或者滑动系统组成的，电位器的主要参数除了与电阻器相同的

标称阻值、额定功率、最高工作电压外，还有阻值变化率、分辨率、滑动噪声等。

(1) 标称阻值

标称阻值是指电位器上标注的电阻值，它等于电阻体两个固定端之间的电阻值，其单位有欧姆(Ω)、千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)。

(2) 额定功率

额定功率是指电位器在交流或直流电路中，在规定的大气压下和产品标准规定的温度下，长期连续正常工作时所允许消耗的最大功率。

(3) 最大工作电压

最大工作电压又称额定工作电压，是指电位器在规定的条件下，能长期可靠地工作时所允许承受的最高工作电压。电位器的实际工作电压应小于额定电压。

(4) 阻值变化率

阻值变化率是指电阻值与滑动接触点旋转角度或滑动行程之间的变化关系。

① 直线式电位器。其电阻体上的导电物质分布均匀，单位长度的阻值大致相等，电阻值的变化与电位器的旋转角度呈直线关系，多用于分压。

② 对数式电位器。其电阻体上的导电物质分布不均匀，刚开始转动时，阻值的变化较小；转动角度增大时，阻值的变化较大。阻值的变化与电位器的旋转角度呈指数关系，多用于音量控制。

③ 反转对数式电位器。其电阻体上的导电物质分布不均匀，刚开始转动时，阻值的变化很大；转动角度增大时，阻值的变化较小。阻值的变化与电位器的旋转角度呈对数关系，多用于音量控制电路。

(5) 分辨率

分辨率也称分辨力，是指电位器的阻值连续变化时，其阻值变化量与输出电压的比值。非线性绕电位器的分辨率较线绕电位器的分辨率要高。

(6) 滑动噪声

滑动噪声是指电位器在外加电压作用下，其动触点在电阻体上滑动时产生的电噪声。该噪声的大小与转轴速度、接触点和电阻体之间的接触电阻、动触点的数目、电阻体电阻率的不均匀变化及外加的电压大小等有关。

3. 敏感电阻器的主要参数

敏感电阻器种类较多，常用的敏感电阻器有热敏电阻、压敏电阻、光敏电阻、湿敏电阻、磁敏电阻、气敏电阻和力敏电阻等，它们的主要参数各异，下面分别进行介绍。

(1) 热敏电阻

热敏电阻主要参数有标称阻值、温度系数、功率灵敏度、时间常数、材料常数和耗散常数等。

① 标称阻值：指在环境温度为 25°C 时电阻的阻值。

② 温度系数：温度变化 1°C 时电阻的相对变化量。

③ 功率灵敏度：阻值变化 1% 所消耗的外加功率，取决于热敏电阻的温度系数与环境之间的热交换条件。

④ 时间常数：热敏电阻在无功耗状态下，环境温度从一个温度向另一个温度突然转变时，电阻体温度变化了这两个特定温度之差的 63.2% 所用时间。

⑤ 材料常数：描述电阻材料物理特性的一个参数，又称热灵敏度。

⑥ 耗散常数：温度每增加 1°C 所耗散的功率，是电阻与外界环境热交换的量。

(2) 压敏电阻

压敏电阻主要参数有标称电压、电压比、残压比、通流容量和非线性系数等。

① 标称电压：一般指在 1mA 下压敏电阻的端电压。

② 电压比：10 倍标称电流的电压与标称电流的电压之比。

③ 残压比：当流过脉冲电流时，两端的峰值电压与标称电压之比。

④ 通流容量：用规定的时间和次数进行标准波形冲击，压敏电阻标称电压变化率符合技术条件规定的最大电流称为通流容量。

⑤ 非线性系数：表示压敏电阻偏离伏安特性的程度，该值越大越好。

(3) 光敏电阻

光敏电阻主要参数有亮电阻、暗电阻、温度系数、照度指数、时间常数和光谱特性等。

① 亮电阻：一般规定在 A 光源，色温 $2854\text{K} \pm 50\text{K}$ ，照度 100lx 条件下测得。

② 暗电阻：在 0lx 下测得，由于它会随时间延长而增加，所以规定时间 30s 。

③ 温度系数：温度变化 1°C ，亮电阻的相对变化，一般规定在 100lx 下测试。

④ 照度指数：表征光照与亮电阻的关系曲线称为照度指数，一般在照度为 1lx 、 10lx 、 100lx 、 1000lx 分段测试。

⑤ 时间常数：当光敏电阻从 0lx 上升到 100lx 时，电阻到达稳定状态的 63% 所需的时间，也称为惯性。

⑥ 光谱特性：表示光敏电阻对不同波长的光照敏感程度，光谱响应最敏感的波长称为光谱响应峰值。

(4) 湿敏电阻

湿敏电阻的主要参数有灵敏度、温度系数和时间常数等。

① 灵敏度：相对湿度变化 1% 时阻值变化的百分率，单位为 $\%/\%RH$ 。

② 温度系数：温度变化 1°C 时阻值变化相当于多少湿度变化称为温度系数。

③ 时间常数：湿敏电阻阻值增量从零变化到稳定增量的 63% 所需要的时间。

(5) 磁敏电阻

磁敏电阻器的主要参数有最高工作温度、电阻温度系数、磁阻比、磁阻系数和磁阻灵敏度。

① 最高工作温度：指在规定的条件下，磁敏电阻器长期连续工作所允许的最高温度。

② 电阻温度系数：指在规定的磁感应强度和温度下，电阻值随温度的相对变化率与电阻值之比。

③ 磁阻比：指在某一规定的磁感应强度下，磁敏电阻器的阻值与零磁感应强度下的阻值之比。

④ 磁阻系数：指在某一规定的磁感应强度下，磁敏电阻器的阻值与其标称阻值之比。

⑤ 磁阻灵敏度：指在某一规定的磁感应强度下，磁敏电阻器的电阻值随磁感应强度的相对变化率，它又可分为线性灵敏度和平方灵敏度。

(6) 气敏电阻

气敏电阻主要参数有电阻温度特性和电压电流特性。

① 电阻温度特性：气敏电阻的阻值与温度有关，阻值随温度上升而急剧下降，到了