

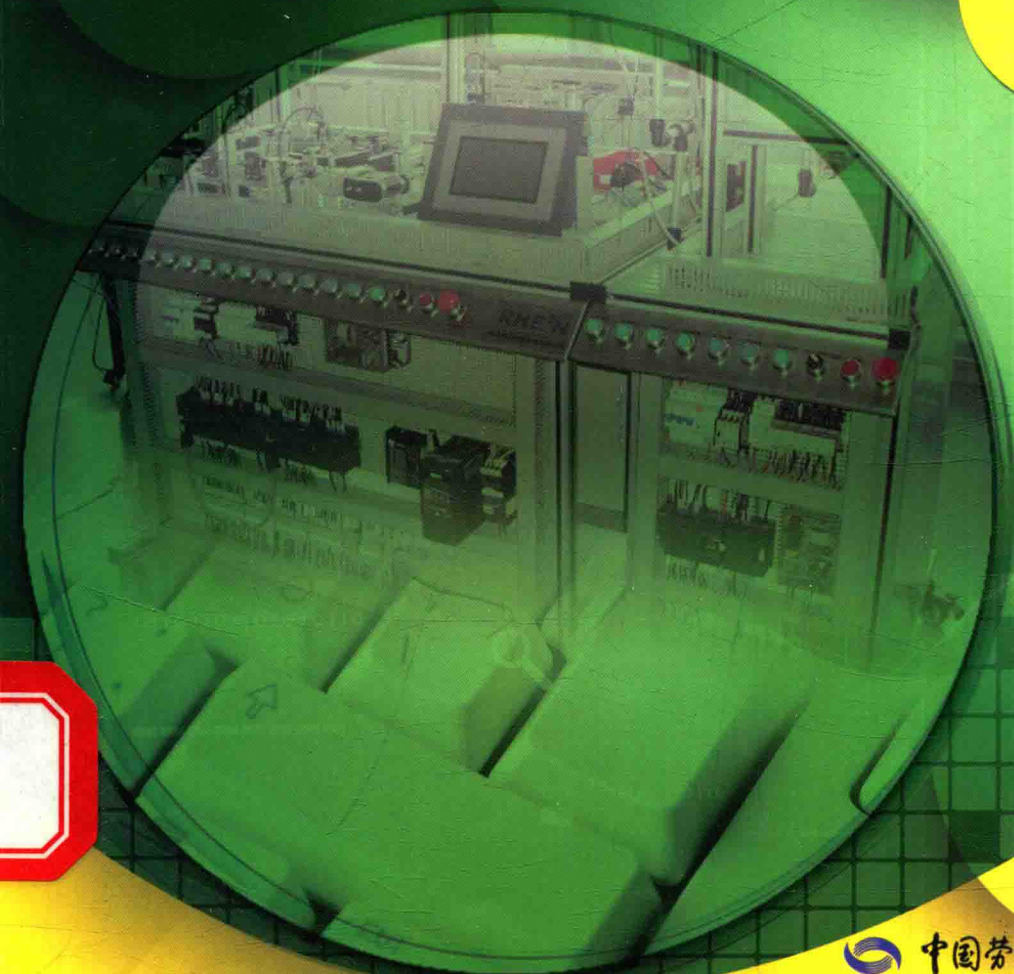
职业技能培训鉴定教材

# 可编程序 控制系统设计师

(国家职业资格四级 三级)

人力资源和社会保障部教材办公室 组织编写

三菱  
分册



职业技能培训鉴定教材

# 可编程序 控制系统设计师

(国家职业资格四级 三级)

三菱  
分册

## 编委会名单

主任 毕结礼  
副主任 岳秀江 聂尔来  
委员 陆照亮 李军伟 张宗辉 刘虹 崔智  
王伟 王洪磊 孙丰浩 高玮 朱建忠

## 编写人员名单

主编 崔智  
副主编 王伟  
编者 王洪磊 孙



中国劳动社会保障出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制系统设计师：国家职业资格四级、三级。三菱分册 / 人力资源和社会保障部教材办公室组织编写。—北京：中国劳动社会保障出版社，2013

职业技能培训鉴定教材

ISBN 978 - 7 - 5167 - 0398 - 4

I. ①可… II. ①人… III. ①可编程序控制器-控制系统设计-技术培训-教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 138497 号

## 中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

\*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 13.5 印张 258 千字

2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

定价：26.00 元

读者服务部电话：(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话：(010) 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错，请与本社联系调换：(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合，大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动，敬请广大读者协助举报，经查实将给予举报者重奖。

举报电话：(010) 64954652

# 序

随着我国工业水平及工业自动化水平的不断提高，自动化技术的技能人才缺口越来越大，各行业、企业对这类人才的需求十分迫切，短期内培养一批自动化技术的高技能人才队伍已经成为推动产业升级、调整产业结构的重要保障手段。

《可编程序控制系统设计师》是国家人力资源和社会保障部于2008年颁布实施的新型职业工种，配套出台的《国家职业标准·可编程序控制系统设计师（试行）》及《职业培训计划 培训大纲·可编程序控制系统设计师》，对可编程序控制系统设计师的能力要求及培训、鉴定工作做出了详细的说明和规定。可编程序控制系统设计师这一新的职业，是一个跨学科、跨专业的综合性学科，它的能力要求涵盖：继电器控制技术、可编程序控制器（PLC）控制技术、传感器应用技术、人机界面组态技术、工业驱动技术、工业网络通信技术等学科范围。因此大力开展可编程序控制系统设计师培训，对于缓解当前自动化技术人才不足的现状意义重大。

可编程序控制系统设计师系列丛书，紧密结合《国家职业标准·可编程序控制系统设计师（试行）》所提出的培训和鉴定能力要求，融合工业现场经典控制案例，力争通过本教材的学习，使学员在掌握《国家职业标准·可编程序控制系统设计师（试行）》所规定的知识要求和能力要求的基础上，实现与工业现场零距离对接，以确保学员可以学以致用，为培养“有用”“适用”“实用”的自动化技术的高技能人才提供理论支持。

本系列丛书是由北京华夏教育莱茵科技有限公司和山东莱茵科技设备有限公司的多名工程师、讲师结合自身多年自动化项目工程设计实施经验编写的，这正是本系列教材编写的突出特点所在。书中引入了大量工业现场经典控制案例，并结合公司研发的RH-PLC-Ⅲ型可编程序控制系统设计师培训鉴定设备，形象详尽地描述了教学内容。全书体现了工作导向教学教材的编写原则和宗旨，遵循了职业教育发展和技能人才的规



## 可编程序控制系统设计师（国家职业资格四级 三级）三菱分册

律。我相信，《可编程序控制系统设计师》系列教材的出版，将成为可编程序控制系统设计师学习和提升的良师益友，也一定会为国家自动化技术的高技能人才培养发挥应有的作用。

毕结礼

中国职工教育和职业培训协会常务副会长  
人社部职业技能鉴定中心正司级副主任  
北京大学兼职研究员  
《中国培训》杂志社主编

# 内 容 简 介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写。教材以《国家职业标准·可编程序控制系统设计师（试行）》为依据，紧紧围绕“以企业需求为导向，以职业能力为核心”的编写理念，力求突出职业技能培训特色，满足职业技能培训与鉴定考核的需要。

本教材介绍了国家职业资格四级、三级可编程序控制系统设计师三菱方向要求掌握的理论知识和操作技能，主要包括：电路与电子技术基础知识、电气控制系统基础知识、可编程序控制器基础知识、RH-PLC-Ⅲ型可编程序控制系统、三菱FX系列PLC简介、三菱FX2N系列PLC的指令系统等内容。

本教材是国家职业资格四级、三级可编程序控制系统设计师三菱方向职业技能培训与鉴定考核用书，也可供相关人员参加就业培训、在职培训、岗位培训使用。

# 前 言

1994年以来，原劳动和社会保障部职业技能鉴定中心、教材办公室和中国劳动社会保障出版社组织有关方面专家，依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》，编写出版了职业技能鉴定教材及其配套的职业技能鉴定指导200余种，作为考前培训的权威性教材，受到全国各级培训、鉴定机构的欢迎，有力地推动了职业技能鉴定工作的开展。

原劳动保障部从2000年开始陆续制定并颁布了国家职业标准。同时，社会经济、技术不断发展，企业对劳动力素质提出了更高的要求。为了适应新形势，为各级培训、鉴定部门和广大受培训者提供优质服务，人力资源和社会保障部教材办公室组织有关专家、技术人员和职业培训教学管理人员、教师，依据国家职业标准和企业对各类技能人才的需求，研发了职业技能培训鉴定教材。

新编写的教材具有以下主要特点：

**在编写原则上，突出以职业能力为核心。**教材编写贯穿“以职业标准为依据，以企业需求为导向，以职业能力为核心”的理念，依据国家职业标准，结合企业实际，反映岗位需求，突出新知识、新技术、新工艺、新方法，注重职业能力培养。凡是职业岗位工作中要求掌握的知识和技能，均作详细介绍。

**在使用功能上，注重服务于培训和鉴定。**根据职业发展的实际情况和培训需求，教材力求体现职业培训的规律，反映职业技能鉴定考核的基本要求，满足培训对象参加各级各类鉴定考试的需要。

**在编写模式上，采用分级模块化编写。**纵向上，教材按照国家职业资格等级单独成册，各等级合理衔接、步步提升，为技能人才培养搭建科学的阶梯型培训架构。横向上，教材按照职业功能分模块展开，安排足量、适用的内容，贴近生产实际，贴近培训对象需要，贴近市场需求。

**在内容安排上，增强教材的可读性。**为便于培训、鉴定部门在有限的时间内把最重要的知识和技能传授给培训对象，同时也便于培训对象迅速抓住重点，提高学习效率，在教材中精心设置了“培训目标”等栏目，以提示应该达到的目标，需要掌握的重点、难点、鉴定点和有关的扩展知识。



本教材在编写过程中得到了中国职工教育和职业培训协会、山东省人力资源和社会保障厅职业技能鉴定中心、北京华夏莱茵教育科技有限公司、山东莱茵科技设备有限公司、北京中德自动化培训中心、淄博中德自动化技术中心等单位的大力支持与协助，在此一并表示衷心的感谢。

编写教材有相当的难度，是一项探索性工作。由于时间仓促，不足之处在所难免，恳切希望各使用单位和个人对教材提出宝贵意见，以便修订时加以完善。

人力资源和社会保障部教材办公室





# 目 录

---

## 级别侧重表/1—1

### 第1单元 电路与电子技术基础知识/1—24

- 1.1 电路的基本概念/2
- 1.2 正弦交流电的基础知识/4
- 1.3 电子元件的基础知识/6
- 1.4 直流稳压电源的基础知识/12
- 1.5 基本逻辑器件的基础知识/18
- 1.6 组合逻辑电路/21
- 1.7 时序逻辑电路/22
- 1.8 数制的基础知识/23

### 第2单元 电气控制系统基础知识/25—48

- 2.1 常用低压电器/26
- 2.2 低压电气控制图的识别与绘制/36
- 2.3 电动机控制基础/37
- 2.4 常用传感器基础知识/43

### 第3单元 可编程序控制器基础知识/49—66

- 3.1 可编程序控制器的产生与发展/50
- 3.2 可编程序控制器的分类及特点/50
- 3.3 可编程序控制器的结构及工作原理/53
- 3.4 PLC 控制系统的设计安装及调试/61
- 3.5 PLC 控制系统设计中若干问题的处理/63



#### **第4单元 RH-PLC-Ⅲ型可编程序控制系统/67—120**

- 4.1 电气控制/69
- 4.2 PLC控制单元/71
- 4.3 变频控制单元模块/72
- 4.4 供料单元模块/78
- 4.5 输送检测单元/79
- 4.6 龙门机械手单元模块/87
- 4.7 旋转机械手单元模块/88
- 4.8 人机界面单元/94
- 4.9 过程控制单元模块/111

#### **第5单元 三菱FX系列PLC简介/121—146**

- 5.1 FX系列PLC的结构组成/122
- 5.2 FX系列PLC编程元件/126
- 5.3 GX Developer编程软件简介/138

#### **第6单元 三菱FX2N系列PLC的指令系统/147—198**

- 6.1 位操作指令/148
- 6.2 定时器与计数器/156
- 6.3 顺序步进控制指令/161
- 6.4 高速处理指令/165
- 6.5 传送指令/171
- 6.6 程序控制指令/174
- 6.7 比较指令/180
- 6.8 运算指令/183
- 6.9 通信指令/186
- 6.10 PID指令/194

附录1 常用电气图形符号/199

附录2 三菱FX系列PLC常用特殊继电器功能/201

级别侧重表

单元	节	目	侧重级别
第1单元 电路与电子技术基础知识	1.1 电路的基本概念	1.1.1 电路的组成	四级
		1.1.2 电路的状态	
		1.1.3 电路模型	
		1.1.4 电流与电压	
	1.2 正弦交流电的基础知识	1.2.1 瞬时值、最大值、有效值	四级
		1.2.2 相位角、初相角	
		1.2.3 周期、频率、角频率	
	1.3 电子元件的基础知识	1.3.1 电阻器	四级
		1.3.2 电容器	
		1.3.3 二极管	
		1.3.4 三极管	
	1.4 直流稳压电源的基础知识	1.4.1 整流电路	四级
		1.4.2 滤波电路	
		1.4.3 稳压电路	
	1.5 基本逻辑器件的基础知识	1.5.1 基本逻辑运算	四级
		1.5.2 复合逻辑运算	
	1.6 组合逻辑电路	1.6.1 分析组合逻辑电路的步骤	四级
		1.6.2 设计组合逻辑电路的一般步骤	
1.7 时序逻辑电路	—	四级	
1.8 数制的基础知识	1.8.1 基本的数制类型	四级	
	1.8.2 不同数制类型的直接转换		
第2单元 电气控制系统基础知识	2.1 常用低压电器	2.1.1 常用低压电器的分类	四级
		2.1.2 接触器	
		2.1.3 继电器	
		2.1.4 熔断器	
		2.1.5 低压断路器	
		2.1.6 主令电器	
	2.2 低压电气控制图的识别与绘制	2.2.1 电气控制系统图的基本知识	四级
		2.2.2 电气控制系统图的绘制原则	
	2.3 电动机控制基础	2.3.1 电气控制的基本控制方法	四级
		2.3.2 三相异步电动机的点动、启停控制	
		2.3.3 三相异步电动机的可逆、互锁控制	
		2.3.4 三相笼型异步电动机减压启动控制	
2.4 常用传感器基础知识	2.4.1 传感器的组成与分类	四级	
	2.4.2 常用传感器的特性		



续表

单元	节	目	侧重级别	
第3单元 可编程序 控制器基础知识	3.1 可编程序控制器的产生与发展	—	四级	
	3.2 可编程序控制器的分类及特点	3.2.1 可编程序控制器的分类	四级	
		3.2.2 可编程序控制器的特点		
	3.3 可编程序控制器的结构及工作原理	3.3.1 可编程序控制器的硬件组成	四级	
		3.3.2 可编程序控制器的软件组成		
		3.3.3 可编程序控制器的工作原理		
	3.4 PLC 控制系统的设计安装及调试	3.4.1 系统设计的基本原则	四级	
		3.4.2 系统设计与调试的一般步骤		
	3.5 PLC 控制系统设计中若干问题的处理	3.5.1 减少输入点和输出点的方法	四级	
		3.5.2 抗干扰措施		
3.5.3 PLC 的安全保护				
第4单元 RH-PLC-Ⅲ型可编程序控制系统	4.1 电气控制	—	四级	
	4.2 PLC 控制单元	—	四级	
	4.3 变频控制单元模块	—	四级	
	4.4 送料单元模块	—	四级	
	4.5 输送检测单元	4.5.1 交流电动机的变频调速	—	三级/四级
		4.5.2 旋转编码器		
		4.5.3 电容式接近开关		
		4.5.4 电感式接近开关		
		4.5.5 光电传感器		
		4.5.6 光纤传感器		
		4.5.7 直流电动机		
	4.6 龙门机械手单元模块	4.5.8 直线气缸	—	四级
		4.5.9 输送检测单元的地址分配		
	4.7 旋转机械手单元模块	4.7.1 认识步进电动机及驱动器	—	三级/四级
4.7.2 步进电动机及驱动器的硬件接线				
4.7.3 旋转机械手单元模块地址表				
4.8 人机界面单元	4.8.1 TPC7062KX 简介	—	三级	
	4.8.2 软件安装与工程下载			
	4.8.3 MCGS 嵌入版组态			



续表

单元	节	目	侧重级别
第4单元 RH-PLC-III型可编程序控制系统	4.9 过程控制单元模块	4.9.1 过程控制单元的组成	三级
		4.9.2 亚克力水箱	
		4.9.3 增压水泵	
		4.9.4 电磁控制阀	
		4.9.5 压力变送器	
		4.9.6 温度传感器及温度变送器	
		4.9.7 模拟量扩展模块 FXON-3A	
第5单元 三菱FX系列PLC简介	5.1 FX系列PLC的结构组成	5.1.1 FX系列PLC的型号含义	四级
		5.1.2 FX系列PLC的常用扩展模块	
	5.2 FX系列PLC编程元件	5.2.1 数据存储类型	四级
		5.2.2 FX系列PLC软元件	
	5.3 GX Developer编程软件简介	5.3.1 GX Developer的安装	四级
		5.3.2 GX Developer的使用	
第6单元 三菱FX2N系列PLC的指令系统	6.1 位操作指令	6.1.1 取指令与输出指令 (LD/LDI/OUT/LDP/LDF)	四级
		6.1.2 触点串联/并联指令 (AND/ANI OR/ORI)	
		6.1.3 并联电路块的串联 (ANB)	
		6.1.4 串联电路块的并联 (ORB)	
		6.1.5 置位与复位指令 (SET/RST)	
	6.2 定时器与计数器	6.2.1 定时器	四级
		6.2.2 计数器	
	6.3 顺序步进控制指令	—	四级
	6.4 高速处理指令	6.4.1 高速计数器比较置位指令 (HSCS)	三级/四级
		6.4.2 高速计数器比较复位指令 (HSCR)	
		6.4.3 高速计数器区间比较指令 (HSZ)	
		6.4.4 方波脉冲输出指令 (PLSY)	
		6.4.5 可调制脉冲输出指令 (PWM)	
		6.4.6 带加减速的方波脉冲输出指令 (PLSR)	
	6.5 传送指令	6.5.1 传送指令 (MOV)	三级/四级
		6.5.2 取反传送指令 (CML)	
		6.5.3 字交换指令 (XCH)	
		6.5.4 字节交换指令 (SWAP)	
6.5.5 成批传送指令 (BMOV)			
6.5.6 一点多送指令 (FMOV)			



续表

单元	节	目	侧重级别
第6单元 三菱 FX2N 系列 PLC 的指令系统	6.6 程序控制指令	6.6.1 条件跳转指令 (CJ)	三级/四级
		6.6.2 子程序调用指令 (CALL)、返回指令 (SRET) 及主程序结束指令 (FEND)	
		6.6.3 中断指令 (EI/DI/IRET)	
		6.6.4 看门狗指令 (WDT)	
	6.7 比较指令	6.7.1 触点比较指令	三级/四级
		6.7.2 比较指令 (CMP)	
		6.7.3 区间比较指令 (ZCP)	
	6.8 运算指令	6.8.1 四则运算指令	三级/四级
		6.8.2 逻辑运算	
	6.9 通信指令	6.9.1 N:N 通信	三级
		6.9.2 通信指令 (RS)	
	6.10 PID 指令	6.10.1 PLC 实现 PID 控制的方法	三级
		6.10.2 FX2N 系列 PLC 的 PID 指令	
6.10.3 PID 参数的整定			

第

7

单元

## 电路与电子技术基础知识

- 1.1 电路的基本概念/2
- 1.2 正弦交流电的基础知识/4
- 1.3 电子元件的基础知识/6
- 1.4 直流稳压电源的基础知识/12
- 1.5 基本逻辑器件的基础知识/18
- 1.6 组合逻辑电路/21
- 1.7 时序逻辑电路/22
- 1.8 数制的基础知识/23



## 1.2.2 相位角、初相角

正弦交流电在每一个瞬间的状态是不同的，具体表现在每一瞬间的数值及变化趋势不同。相位角反映正弦电量随时间变化的进程，决定着正弦电量每一瞬间的状态。在实际应用中，正弦波的相位通常用转子线圈旋转了多长时间来表示。如果 1 s 内转子线圈旋转了  $\omega$  电角度，则  $t$  时间正弦波的相位为  $\omega t$ 。当  $t=0$  时，正弦电量的相位角称为初相角，简称初相。

$$\Phi = \omega t + \phi$$

式中  $\Phi$ ——相位角；

$\phi$ ——初相角。

两个同频率正弦量的相位角之差称为相位差，两个同频率正弦量的相位差等于它们的初相之差，虽然每个正弦量的相位随时间而变化，但是它们在任意时间的相位差是不变的。

## 1.2.3 周期、频率、角频率

正弦量变化一次所需要的时间称为周期  $T$ ，单位为秒（s）。每秒内变化的次数称为频率  $f$ ，单位为赫兹（Hz）。频率与周期的关系是：

$$f = 1/T$$

正弦量变化的快慢还可以用角频率  $\omega$  表示， $\omega$  在数值上等于单位时间内正弦量变化的角度，单位是弧度/秒（rad/s），即：

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi f$$

我国和世界上大多数国家都采用 50 Hz 作为工业和民用电源的频率，称为工频。人们日常生活中使用的交流动力电路、照明电路都是有效值为 220 V、频率为 50 Hz 的工频电。在不同领域也使用不同频率的电压，例如，高频炉的频率是 200 ~ 300 kHz，中频炉的频率是 500 ~ 800 Hz 等。

为了方便地表征正弦交流电的特性，人们通常把有效值、频率（或周期）、初相位（或相位）这三个参数合在一起叫做正弦交流电的三要素。

# 1.3 电子元件的基础知识



→ 熟悉有关电子元件的名称、符号及功能

→ 正确识别电阻元件的标称值，正确判别晶体三极管的极性  
以及好坏

## 1.3.1 电阻器

电阻的文字符号为 R，它是导体的一种基本性质。电阻的基本单位是欧姆，用希腊





字母“ $\Omega$ ”表示。欧姆常简称为欧，表示电阻阻值的常用单位还有千欧（ $k\Omega$ ）、兆欧（ $M\Omega$ ）。

### 1. 电阻器的种类

电阻器的种类很多，通常分为三大类：固定电阻，可变电阻，特种电阻。在电子产品中，以固定电阻应用最多。而固定电阻根据其制造材料又可分为 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻等。固定电阻外形如图 1—6a 所示。

可变电阻又称为电位器，电子设备上的音量电位器就是个可变电阻。一般认为电位器都是可以被手动调节的，而可变电阻一般都较小，装在电路板上不经常调节。可变电阻有三个引脚，其中两个引脚之间的电阻值固定，并将该电阻值称为这个可变电阻的阻值。第三个引脚与任两个引脚间的电阻值可以随着轴臂的旋转而改变。这样可以调节电路中的电压或电流。可变电阻外形如图 1—6b 所示。

特种电阻是指具有某些特殊性质的电阻，例如，光敏电阻是一种电阻值随外界光照强弱（明暗）变化而变化的元件，光越强阻值越小，光越弱阻值越大。热敏电阻是一种特殊的半导体器件，它的电阻值随着其表面温度的高低而变化。光敏电阻外形如图 1—6c 所示。

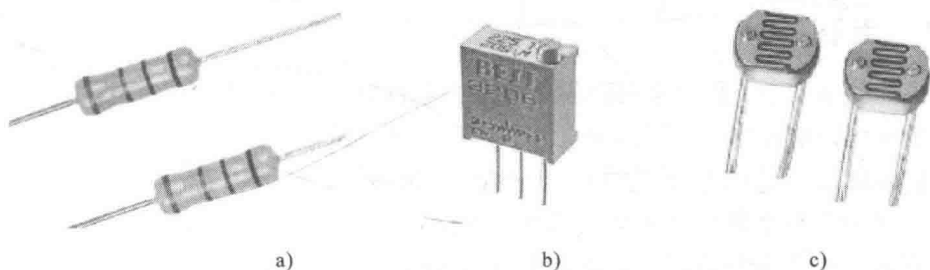


图 1—6 电阻器

a) 固定电阻 b) 可变电阻 c) 光敏电阻

### 2. 电阻的阻值标示

电阻的阻值标示通常有色环法和数字法。色环法在一般的电阻上比较常见。所谓色环法是用不同颜色的色标来表示电阻参数。色环电阻有 4 个色环的，也有 5 个色环的，电阻色环所代表的意义见表 1—1。

表 1—1 电阻色环所代表的意义

颜色	有效数字	乘数	允许偏差
黑色	0	10 的 0 次方	
棕色	1	10 的 1 次方	$\pm 1\%$
红色	2	10 的 2 次方	$\pm 2\%$
橙色	3	10 的 3 次方	—
黄色	4	10 的 4 次方	—
绿色	5	10 的 5 次方	$\pm 0.5\%$