

www.jobook.com.cn
世纪英才



(电工电子类)

新编电子实训基本功



王国玉 冯 睿 主 编
易法刚 李文华 副主编
李占平 主 审

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

世纪英才中职示范校建设课改系列规划教材(电工电子类)

新编电子实训基本功

王国玉 冯 睿 主 编
易法刚 李文华 副主编
李占平 主 审

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

新编电子实训基本功 / 王国玉, 冯睿主编. — 北京:
人民邮电出版社, 2011. 12
世纪英才中职示范校建设课改系列规划教材. 电工电
子类

ISBN 978-7-115-26474-9

I. ①新… II. ①王… ②冯… III. ①电子技术—中
等专业学校—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第193977号

内 容 提 要

本书主要内容包括电子元器件的识别、电子元器件的测量、焊接和拆焊技术、电路图的识读、电子整机的装配、电子整机的测量与调试以及电子整机检修技术等基本技能和基本知识。本书第一篇是以收音机电路为载体, 其原因是这种载体在全国都很容易购买, 同时基本涵盖模拟电路的知识点, 通过对其元器件的识别、仪表的使用、装配、调试与维修过程的讲解, 深入浅出地介绍了电子技术中需要掌握的几种最基本的技能。第二篇是为了使读者对数字电路和模拟电路中常用的稳压电源有一个基本认识而增设。书中内容通俗易懂, 符合初学者的认知规律。所以说本书是电子技术的启蒙教材, 特别适合当前中职教育的需求。

本书适合作为中等职业技术学校以及技工学校电工电子类相关专业的基础课教材和培训教材使用, 也特别适合作为从事电子生产和维修工作人员的培训和自学用书。

世纪英才中职示范校建设课改系列规划教材(电工电子类)

新编电子实训基本功

◆ 主 编 王国玉 冯 睿

副 主 编 易法刚 李文华

主 审 李占平

责任编辑 丁金炎

执行编辑 洪 婕

◆ 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>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 13.25

字数: 328千字

印数: 1—3 000册

2011年12月第1版

2011年12月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-26474-9

定价: 26.00元

读者服务热线: (010)67132746 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

电子基本功在电子技能中的重要作用不言而喻。在传统教学模式中,电子技能的基本功常常被分散在不同的教材和知识模块中,有关电子技能的训练也常常被当作局部实验来做,此举缺乏一定的系统性和可操作性,给教学带来了不便。在新的客观条件下,根据社会对该岗位群的要求和实际教学的需要,我们以全新的视角和手法编撰了这本《新编电子实训基本功》,弥补了传统教材的不足,体现了“以学生为本位,以职业技能为本位”的理念。

本书在理论体系、教材内容及其阐述方法等方面都做出了一些大胆的尝试,以强调基本功为基调,以“项目情景创设”、“项目教学目标”、“项目任务分析”、“项目基本技能”、“项目基本知识”和“项目学习评价”6个要素为重点。通过基本技能的训练,培养学生建立学习电子技术的兴趣;强调学习理论知识以指导实践,充分体现理论和实践的结合;强调学生做中学、教师做中教、教学合一,理论实践一体化,使学生能够“无障碍读书”和“学以致用”;把学习电子技术的兴趣转化为学习新技术的动力,使学生树立起学习电子制作的信心;学习并掌握电子元器件的检测、常用仪器、仪表的使用方法及PCB制作和整机的装配调试等制作工艺,同时,在教与学、学与教的过程中潜移默化地培养学生的爱岗敬业精神、沟通合作能力和质量意识、安全意识及环保意识。本书作为“世纪英才中职示范校建设课改系列规划教材”的系列教材之一,注重理论知识的讲解,它与本系列教材中的《模拟电子技术(第2版)》共同构建了模拟电子技术课程的理论和实践教学体系。

本书由河南信息工程学校高级工程师、河南省学术技术带头人(中职)王国玉和新乡市第一职业中专高级讲师冯睿任主编,并完成全书统稿工作;其中,冯睿编写项目1、项目2的基础知识和项目8、项目9及项目12。武汉市东西湖职业技术学校易法刚和新乡第一职业中专李文华担任副主编。参加编写工作的老师有李世英、卢山、侯爱民、黄瑞冰、罗正海、吴德刚、聂春芬、刘起义。全书由河南机电职业学院李占平主审。

另附教学建议课时表,任课教师可根据具体的情况做适当调整。

模块数	项目和名称	实操课时	理论课时	总课时
第一篇 电子技能 基本功	第一篇课时	33	17	50
	项目1 电子元器件的识别	4	2	6
	项目2 电子元器件的测量	4	2	6
	项目3 焊接和拆焊技术	5	2	7
	项目4 电路图的识读	4	2	6
	项目5 电子整机的装配	4	2	6
	项目6 电子整机的测量与调试	6	3	9
	项目7 电子整机检修技术	6	4	10
第二篇 电子技能基 本功综合实训	第二篇课时	23	12	35
	项目8 印制板的手工制作	4	2	6
	项目9 直流稳压电源的制作	4	2	6

续表

模块数	项目和名称	实操课时	理论课时	总课时
第二篇 电子技能基 本功综合实训	项目 10 功放电路的制作	4	3	7
	项目 11 声、光控延时开关电路的制作	5	2	7
	项目 12 数字钟的制作	6	3	9
合计总课时		56	29	85

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

第一篇 电子技能基本功	1
项目 1 电子元器件的识别	2
1.1 项目基本技能	3
任务 1 电阻器的识别	3
任务 2 电容器的识别	6
任务 3 变压器的认识	9
任务 4 半导体二极管和半导体三极管的识别	10
任务 5 其他元器件的识别	12
1.2 项目基本知识	13
知识点 1 电阻器的基本知识	13
知识点 2 电容器、电感器的基本知识	15
知识点 3 半导体二极管的基本知识	17
知识点 4 半导体三极管的基本知识	18
项目 2 电子元器件的测量	24
2.1 项目基本技能	25
任务 1 电阻器的测量	25
任务 2 电容器和电感器的测量	26
任务 3 二极管的测量	28
任务 4 三极管的测量	29
2.2 项目基本知识	30
知识点 1 指针万用表电阻挡的使用常识	30
项目 3 焊接和拆焊技术	40
3.1 项目基本技能	41
任务 1 手工焊接技术	41
任务 2 印制电路板和特殊元器件的焊接	44
任务 3 拆焊技术	45
3.2 项目基本知识	48
知识点 1 电烙铁的使用与维护	48

知识点 2 焊接前的知识准备	50
项目 4 电路图的识读	60
4.1 项目基本技能	61
任务 1 了解收音机原理图	61
任务 2 识读方框图	62
任务 3 识读整机原理图	62
任务 4 识读单元电路图	64
任务 5 识读印制电路图	71
4.2 项目基本知识	73
知识点 1 了解常用电路图形和文字符号	73
知识点 2 识图步骤	73
知识点 3 无线电信号的发射与接收	74
知识点 4 超外差收音机特点	75
项目 5 电子整机的装配	80
5.1 项目基本技能	81
任务 1 装配收音机	81
5.2 项目基本知识	84
知识点 1 电子整机装配的基本内容	84
知识点 2 整机装配的工艺过程	84
项目 6 电子整机的测量与调试	89
6.1 项目基本技能	90
任务 1 电子设备整机直流工作点的调试	90
任务 2 电子设备整机交流通路的调试	97
6.2 项目基本知识	102
知识点 1 常用电子仪器的使用方法	102
知识点 2 收音机统调和频率范围的调整	106
项目 7 电子整机检修技术	113
7.1 项目基本技能	114
任务 1 用电阻测量法检测电路故障	114
任务 2 用电流测量法检测电路故障	118
任务 3 用电压测量法检测电路故障	121
任务 4 用信号注入法检测电路故障	125
7.2 项目基本知识	131
知识点 1 电阻测量法	131
知识点 2 电压测量法	132
知识点 3 电流测量法	133

知识点 4 信号注入法和干扰法	133
知识点 5 示波器观察法	134
第二篇 电子技能基本功综合训练	138
项目 8 印制板的手工制作	138
8.1 项目基本技能	139
任务 1 单面印制电路板的人工制作过程	139
8.2 项目基本知识	142
知识点 1 设计印制电路板时的注意事项	142
项目 9 直流稳压电源的制作	150
9.1 项目基本技能	151
任务 1 直流稳压电源原理图的识读方法	151
任务 2 直流稳压电源元器件的识别与检测	152
任务 3 直流稳压电源的制作与故障检测	154
9.2 项目基本知识	156
知识点 1 串联稳压电路简介	156
知识点 2 三端稳压器简介	158
项目 10 功放电路的制作	162
10.1 项目基本技能	163
任务 1 功率放大器电路原理图的识读	163
任务 2 功率放大电路元器件的识别与检测	164
任务 3 功率放大器的制作与故障检测	166
10.2 项目基本知识	169
知识点 1 功率放大器	169
知识点 2 TDA2030A 简介	171
项目 11 声、光控延时开关电路的制作	174
11.1 项目基本技能	175
任务 1 声、光控延时开关电路的识读	175
任务 2 声、光控延时开关电路元器件的识别与检测	177
任务 3 声、光控延时开关电路的制作与检测	180
11.2 项目基本知识	181
知识点 1 集成与非门电路功能简介	181
知识点 2 单向可控硅知识简介	182
项目 12 数字钟的制作	186
12.1 项目基本技能	187

任务1 数字钟电路的识读	187
任务2 数字钟电路元器件的安装	193
12.2 项目基本知识	198
知识点1 数字钟原理	198
知识点2 数字钟集成电路简介	198

新编电子实训基本功

第一篇 电子技能基本功

电子技能基本功的优劣是电子电器专业基础理论知识和基本操作能力的综合体现。系统地学习电子技能基本功，可以为专业技能学习打下良好的基础。为了能够更好地、直观地理解和掌握这些知识和技能，本书将结合七管超外差式收音机（以后均称实验机型，读者也可选用其他机型参照本书学习）元器件的识别、测量、整机组装、调试和故障排除过程来阐述电子技能基本功。

在学习本课程时，需要准备一些常用的材料、工具以及仪器仪表，具体的工具器材项目及规格如下表所示。

	项 目	规 格
个人工具和器材	收音机（散件）	实验机型
	电烙铁	20W、35W
	焊锡丝	
	镊子	
	螺丝刀	
集体工具和器材	斜口钳	
	松香	
	吸锡器	
	收音机（成品）	实验机型
	烙铁架	
	配电盘	
	刮刀	
	吸锡绳	
	空心针管	
	钳子	
	尖嘴钳	
	无感螺丝刀	

续表

	项 目	规 格
集体工具	指针式万用表	MF47 型
	数字万用表	DT9205
	双踪示波器	XJ4328
	低频信号源	
	高频信号源	J2463
	直流稳压电源	DF1712B
	毫伏表	DF2174B
	稳压电源	DF1712A
	示波器	XJ432 型 (20M)

项目 1 电子元器件的识别

项目情景创设

随着电子技术的发展,可以说电子技术的应用已无处不在。电阻器、电容器、半导体二极管(简称二极管)和半导体三极管(简称三极管)都是常用的电子元器件,掌握这些元器件的识读方法、了解它们的基础知识是学好电子实训基本功的基础。常用电子元器件如图 1-1 所示。

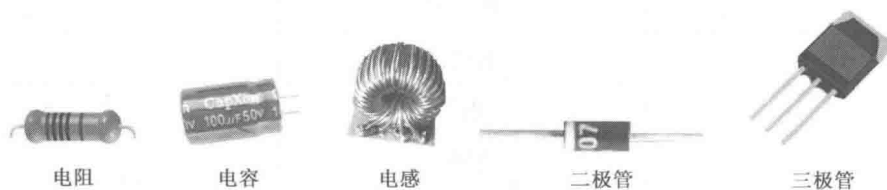


图 1-1 常用电子元器件

项目教学目标

项目教学目标		学时	教学方式
技能目标	① 了解电阻器的识读方法 ② 了解电容器的识读方法 ③ 变压器的认识 ④ 半导体二极管、三极管的识读方法	4 课时	教师演示, 学生识读元件 重点: 掌握电阻器、电容器变压器、 半导体管的识读方法 教师指导、答疑

续表

项目教学目标		学时	教学方式
知识目标	① 了解电阻器、电容器、变压器的作用 ② 掌握二极管、三极管的结构和应用 ③ 熟悉各种元器件的分类和命名 ④ 初步了解贴片元器件的知识	2 课时	教师讲授、自主探究
情感目标	激发学生对本门课的兴趣，培养信息素养、团队意识	课余时间	网络查询、小组讨论、相互协作

项目任务分析

本项目要求学生通过学习电子元器件的识别，掌握下列基本技能和基本知识。

- (1) 电阻器的识别和基本知识。
- (2) 电容器的识别和基本知识。
- (3) 变压器的识别和基本知识。
- (4) 半导体管的识别和基本知识。
- (5) 收音机套件里其他元件的识别。

项目基本功

1.1 项目基本技能

任务 1 电阻器的识别

1. 认识电阻器

表 1-1 所示的是实验机型收音机中所有的电阻类元件。读者可先从所要组装套件中根据元件的序号和色环颜色逐一进行区别，再结合本节内容来认识。

表 1-1 实验机型收音机电阻类元器件列表

序号	图 例	功率	色 环	序号	图 例	功率	色 环
R ₁	3kΩ±1%	1/8W	橙黑黑棕棕	R ₄	6.8kΩ±1%	1/8W	蓝灰黑棕棕
R ₂	1.8kΩ±1%	1/8W	棕灰黑棕棕	R ₅	100Ω±1%	1/8W	棕黑黑棕棕
R ₃	510Ω±1%	1/8W	绿棕黑黑棕	R ₆	1kΩ±1%	1/8W	棕黑黑棕棕

续表

序号	图 例	功率	色 环	序号	图 例	功率	色 环
R ₇	5.1kΩ±1%	1/8W	绿棕黑棕棕	R ₁₃	100Ω±1%	1/8W	棕黑黑黑棕
R ₈	430Ω±1%	1/8W	黄橙黑黑棕	R ₁₄	150Ω±1%	1/8W	棕绿黑黑棕
R ₉	910Ω±1%	1/8W	白棕黑黑棕	R ₁₅	100kΩ±1%	1/8W	棕黑黑橙棕
R ₁₀	30kΩ±1%	1/8W	橙黑黑红棕	R ₁₆	82Ω±1%	1/8W	灰红黑金棕
R ₁₁	1.8kΩ±1%	1/8W	棕灰黑棕棕	R ₁₇	1.5kΩ±1%	1/8W	棕绿黑棕棕
R ₁₂	100Ω±1%	1/8W	棕黑黑黑棕	RP	4.7kΩ		

2. 常见电阻器的种类

电阻器按结构形式可分为固定电阻器和可变（可调）电阻器、电位器几大类。固定电阻和可变电阻器用 R 表示，电位器用 RP 表示，其图形符号如图 1-2 所示。

(1) 固定电阻器

固定电阻器的电阻值是固定不变的，阻值大小就是它的标称阻值，其种类有碳膜电阻、金属膜电阻、合成膜电阻和线绕电阻等。

(2) 可变（可调）电阻器和电位器

可变电阻器的阻值可以在小于标称值的范围内变化；电位器有 3 个抽头，除有改变阻值功能外，还有分压功能。实验机型收音机中的音量电位器 RP 就是这种元件（参见表 1-1 中 RP 的外形图）。

3. 电阻的主要参数

电阻的主要参数有标称阻值、阻值误差和额定功率。

(1) 标称阻值表示法

常见标称阻值的表示方法有直标法和色标法。

① 直标法：在电阻的表面直接用数字和单位符号标出电阻的标称阻值，其允许误差直接用百分数表示，如图 1-3 所示。直标法的优点是直观，但体积小的电阻不能采用这种标注法。

② 色标法：用不同色环标明阻值及误差。该种表示方法具有标志清晰并从各个角度都容易看清的优点。



图 1-2 常见电阻器的符号

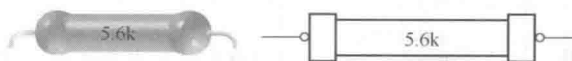


图 1-3 电阻的直标法

普通电阻用4条色环表示电阻及误差,其中3条表示阻值,1条表示误差,如图1-4所示。色环电阻颜色标记表示数值如表1-2所示。

四色环电阻的阻值=第一、第二色环数值组成的两位数 $\times$ 第三色环表示的倍率(10^n)

【例1】电阻器上的色环依次为红、黄、橙、金,如图1-5所示。

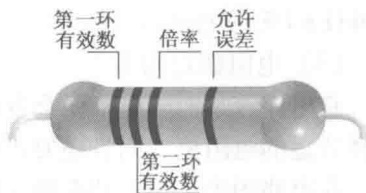


图1-4 四色环电阻色环表示说明

表1-2

色环电阻颜色标记

颜色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	无色
有效数值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
倍率	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{-1}	10^{-2}	
允许误差		$\pm 1\%$	$\pm 2\%$			$\pm 0.5\%$	$\pm 0.25\%$	$\pm 0.1\%$			$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

查表1-2可知第一红环表示2,第二黄环表示4,第三橙环表示3,第四金环表示 $\pm 5\%$ 的误差。

利用上式可求得,2与4组成24乘以 10^3 即为24000,从而识别出该电阻为 $24\text{k}\Omega \pm 5\%$ 的电阻器。

精密电阻用5条色环表示标称阻值和允许误差,如图1-6所示,其中4条表示阻值,1条表示误差。

注意:电阻标称值的单位是欧姆(Ω),实验机型收音机中的电阻全部采用五色环电阻。

五色环电阻的阻值=第一、第二、第三色环数值组成的三位数 $\times$ 第四环倍率(10^n)

(2) 电阻阻值误差

电阻器的实际阻值并不完全与标称阻值相符,存在着误差。误差在色环电阻中也用色环表示,具体可依据表1-2判断。

【例2】实验机型收音机中电阻 R_{13} 的色环依次为棕、黑、黑、黑、棕,如图1-7所示。

查表1-2可知第一棕环表示1,第二黑环表示0,第三黑环表示0,第四黑环表示0,第五棕环表示 $\pm 1\%$ 的误差。

利用上式可求得,1、0、0组成100乘以 10^0 即为100,从而识别出该电阻为 $100\Omega \pm 1\%$ 的电阻器。

【例3】实验机型收音机中电阻 R_{15} 的色环依次为棕、黑、黑、橙、棕,如图1-8所示。

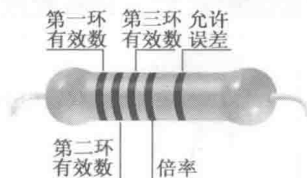


图1-6 五色环电阻色环表示说明

图1-7 五色环电阻 R_{13} 图1-8 五色环电阻 R_{15}

查表1-2可知第一棕环表示1,第二黑环表示0,第三黑环表示0,第四橙环表示3,第五棕环表示 $\pm 1\%$ 的误差。

利用上式可求得,1、0、0组成100乘以 10^3 即为100000,从而识别出该电阻为

100kΩ ± 1% 的电阻器。

(3) 电阻额定功率

有电流流过时，电阻便会发热，而温度过高时电阻将会因功率不够而烧毁。所以不但要选择合适的电阻值，而且还要正确选择电阻额定功率。

在电路图中，不加功率标注的电阻通常为 1/8W，实验机型收音机的电阻全部为 1/8W。如果电路对电阻的功率值有特殊要求，就按图 1-9 所示的符号标注，或用文字说明。在实际应用中，不同功率电阻的体积是不同的，一般电阻的功率越大体积就越大，如图 1-10 所示。

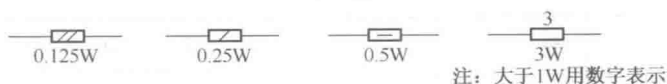


图 1-9 电阻功率标注



图 1-10 不同功率电阻的体积实物对比

任务 2 电容器的识别

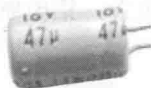
表 1-3 所示的是实验机型收音机中所有的电容器。

表 1-3

实验机型收音机电容器列表

序号	图 例	类型	标称	序号	图 例	类型	标称
C ₁		双联电容器		C ₆		拉线电容器	
C ₂		可调电容器		C ₇		陶瓷电容器	200
C ₃		陶瓷电容器	223	C ₈		电解电容器	22μF
C ₄		陶瓷电容器	6800	C ₉		陶瓷电容器	200
C ₅		陶瓷电容器	270	C ₁₀		陶瓷电容器	200

续表

序号	图 例	类型	标称	序号	图 例	类型	标称
C ₁₁		陶瓷电容器	01	C ₁₆		陶瓷电容器	01
C ₁₂		电解电容器	10 μ F	C ₁₇		陶瓷电容器	01
C ₁₃		电解电容器	100 μ F	C ₁₈		电解电容器	100 μ F
C ₁₄		陶瓷电容器	331	C ₁₉		陶瓷电容器	01
C ₁₅		电解电容器	47 μ F				

1. 电容器的符号

电容器用字母 C 表示。在电路图中,常见的不同种类的电容器符号如图 1-11 所示。



(a) 固定电容器

(b) 可调电容器

(c) 半可调电容器

(d) 电解电容器

图 1-11 电容器符号

2. 电容器的主要参数

(1) 标称容量

标在电容器外表上的电容容量数值是电容器的标称容量。电容容量的单位有法拉 (F)、毫法 (mF)、微法 (μ F)、纳法 (nF) 和皮法 (pF) 等。

它们之间的换算关系是: $1\text{F} = 10^3\text{mF} = 10^6\mu\text{F} = 10^9\text{nF} = 10^{12}\text{pF}$ 。

(2) 额定耐压值

电容器的耐压值是表示电容器接入电路后,能连续可靠地工作,不被击穿时所能承受的最大直流电压。

3. 容量标注方法

(1) 直接标注法

直接标注法是在电容器表面直接标注容量值,通常将容量的整数部分写在容量单位的前面,容量的小数部分写在容量单位的后面。还有不标单位的情况,当用 1~4 位数字表示时,容量单位为皮法;当用零点零几或零点几表示时,单位为微法。

【例 4】如图 1-12 所示,实验机型收音机中 C₁₆ 标称为 .01,表示 0.01 μ F; C₄ 标称为

6800，表示 6800pF；C₅ 标称为 270，表示 270pF。

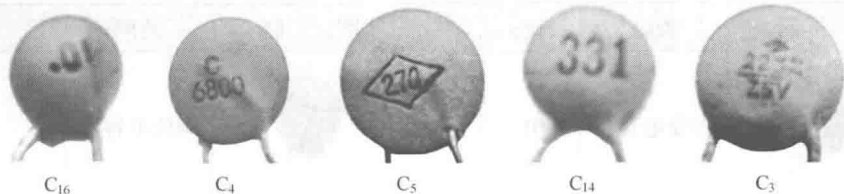


图 1-12 电容器的直接标注法

(2) 数码表示法

数码表示法一般用 3 位数表示电容器容量的大小。前面两位数字为容量的有效值，第三位表示有效数字后面零的个数，单位为皮法。

【例 5】如图 1-12 所示，实验机型收音机中 C₁₄ 标称为 331，表示 330pF；C₃ 标称为 223，表示 22000pF。

在这种表示方法中有一个特殊情况，就是当第三位数字用 9 表示时，表示有效值乘以 10^{-1} ，例如，229 表示 $22 \times 10^{-1} = 2.2\text{pF}$ 。

4. 电容器的极性

有些电容有极性区分，使用时极性不能接反，否则电容不仅不能起到应有的作用，还会危害到电路的安全。常用的极性电容有铝电解电容和钽电容，它们标注极性的方法不同。电容的两个管脚当中，管脚长的为正极，管脚短的为负极。另一种判别方法为：铝电解电容在电容体上标有“-”，钽电容在电容体上标有“+”，如图 1-13 所示。



图 1-13 极性电容

5. 实验机型中的特殊电容器

(1) 双联电容器

双联电容器是用聚苯乙烯薄膜作介质的多平行板式电容器，如图 1-14 (a) 所示。其内部由两组相互绝缘的金属铝片对应组成，外部用一个塑料小盒将定、动片密封起来。此类电容器有体积小、重量轻和防尘性能良好的特点。



图 1-14 特殊电容器的实物图

(2) 瓷介微调电容器

瓷介微调电容器由两片镀有银面的瓷片构成，上面是动片，下面是定片，旋转动片可以改变电容器的容量，如图 1-14 (b) 所示。接入电路时一般是动片接地，这样可以防止调节时的人体感应。此类电容器有耐磨、寿命长的优点，但也有易破裂的缺点。