



# 电子产品 装配与调试

DIANZI CHANPIN ZHUANGPEI YU TIAOSHI

主 编 ● 杨秀平 吴雪峰  
副主编 ● 刘宗国 张振平 李昌荣



西安交通大学出版社

# 电子产品 装配与调试

主 编 ○ 杨秀平 吴雪峰  
副主编 ○ 刘宗国 张振平 李昌荣

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目(CIP)数据

电子产品装配与调试 / 杨秀平, 吴雪峰主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2017.3  
ISBN 978-7-5643-5263-9

I. ①电… II. ①杨… ②吴… III. ①电子设备-装配(机械)-教材②电子设备-调试方法-教材 IV. ①TN805

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 024396 号

电子产品装配与调试  
主编 杨秀平 吴雪峰

责任编辑	穆 丰
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	<a href="http://www.xnjdcbs.com">http://www.xnjdcbs.com</a>
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成 品 尺 寸	185 mm × 260 mm
印 张	12.25
字 数	260 千
版 次	2017 年 3 月第 1 版
印 次	2017 年 3 月第 1 次
书 号	SBN 978-7-5643-5263-9
定 价	2.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

## 前 言

“电子产品装配与调试”是根据教学计划安排的一项重要实践性教学教程，它是电子工程师基本训练的重要环节之一，是中等职业学校学生的一项必修实践课。通过学习和实践，使学生开始接触电子元器件。电子材料及电子产品的生产过程，掌握最基本的手工焊接工艺，能识别和测试电子元器件，学习电子产品的组装技能，了解电子工艺生产的流程和基础知识，同时使学生得到严格生产劳动纪律的培养。

我校通过企业调研，广泛征求企业专家的意见，与承德新龙电子有限公司合作，从电子元器件的种类、特点、功能入手，通过对家电产品中各具体元器件的分析，使学生对各种元器件有全方位的了解，进而学会电子元器件的检测和焊接技能，由此编写了本教材。

电子产品装配实训安排，包括讲授理论和从事实际操作，并以实践为主进行教学，具体内容为：

一、概述对电子产品装配的认识。

二、认识电子元器件，学会电子工艺实习中常用的测试仪器操作使用（重点是万用表的使用）。

三、介绍电子工艺技术中产生各种不安全因素的原因及防护常识；进行焊接训练，熟悉焊接工具。焊接材料的选择和焊接质量的评价。

四、了解工业生产中的焊接流程以及整机工艺设计与生产流程。通孔安装工艺电子产品的组装与调试，比较手工调试与用扫频仪等仪器调试的优缺点，要求整机调试到最佳工作状态变成一个完整的产品。

通过认真的企业调研，广泛征求企业专家的意见，邀请承德联创计控有限公司等企业专家参与编写。

由于编著者的水平有限，错误和不妥之处恳请读者和同行批评指正。

编 者

2016.12

# 目 录

项目一 电子元器件基本知识及检测	1
任务一 电阻器识读及检测	1
任务二 电容器识读及检测	11
任务三 电感器识读及检测	19
项目二 半导体器件基本知识及识读	25
任务一 二极管基本知识及检测	25
任务二 三极管基本知识及检测	41
任务三 场效应管基本知识及检测	51
任务四 单晶体管的基本知识及检测	61
任务五 晶闸管的基本知识及检测	66
任务六 常用集成电路基本知识及检测	73
项目三 其他常用元器件和常用维修工具的认识和使用	81
任务一 其他常用元器件的认识及使用	81
任务二 常用维修工具的认识及使用	85
项目四 常用检测仪表的功能特点和使用方法	95
任务一 万用表的使用	95
任务二 示波器的使用	107
任务三 晶体管特性图示仪的使用	113
任务四 信号发生器的使用	123
任务五 直流稳压电源的使用	129
项目五 电子元器件的安装与焊接	134
任务一 电子元器件安装工艺与焊接要求	134

任务二	自动化焊接的特点及工艺	144
任务三	表面贴装元器件的手工焊接	151
项目六	电子元器件检测维修实例	158
任务一	收音机的安装与调试	158
任务二	声控开关电路的组装与调试	171
任务三	霓虹灯的组装与调试	178
任务四	简易电子琴电路的安装与调试	183
参考文献		189

## 项目一 电子元器件基本知识与检测

### 任务一 电阻器识读及检测

#### 【教学目标】

##### 一、知识目标

- (1) 外观上认识电阻器。
- (2) 用色环法能读出电阻器的标称值。
- (3) 用仪器测量电阻器数值。

##### 二、能力目标

- (1) 学会判断电阻器好坏的方法。
- (2) 学会选择电阻器的方法。
- (3) 学会色环电阻的识读方法。

##### 三、素养目标

- (1) 有能吃苦耐劳，有安全责任心。
- (2) 工作踏实、诚实守信、善于沟通合作，服从组织领导。
- (3) 培养学生认真做事习惯，增强自信心，体验动手操作的乐趣。

#### 【教学场景】

多媒体教室、电子实训室。

#### 【任务描述】

本任务学习的主要内容是电阻器的认知、检测和判断方法。

#### 【相关知识】

电阻器一般用有一定电阻率的材料（碳或镍铬合金等）制成，在电路中的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，还作为分流、限流、分压、偏置、消耗电能的负载等。它是电子产品中使用最多的元器件之一。

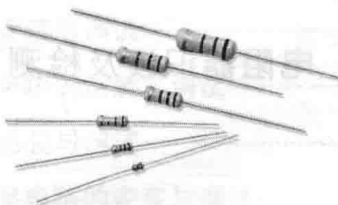
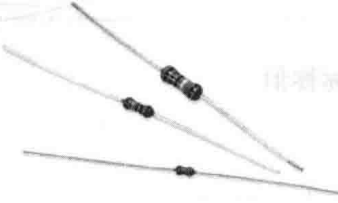
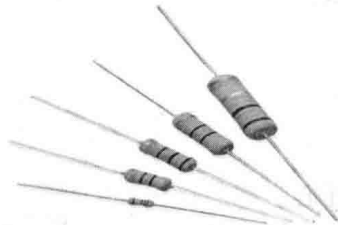
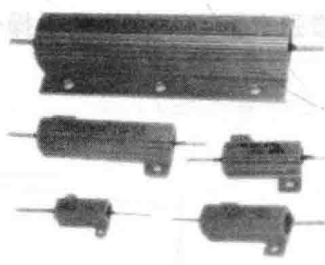

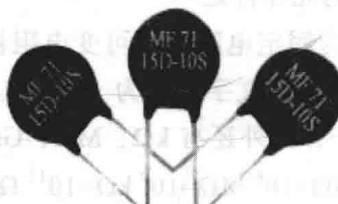
电阻器按阻值能否调节可以分为固定电阻器和可变电阻器。其中固定电阻器的文字符号为  $R$ ，可变电阻器又称电位器，其文字符号为  $R_p$  或  $W$ 。

电阻器的基本单位是欧姆（ $\Omega$ ），另外还有  $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 、 $G\Omega$ 、 $T\Omega$  等。其关系如下：

$$1 T\Omega = 10^3 G\Omega = 10^6 M\Omega = 10^9 k\Omega = 10^{12} \Omega$$

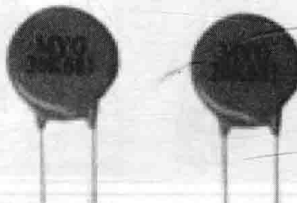
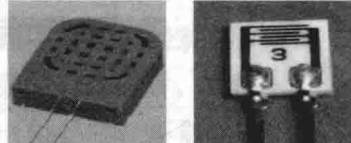
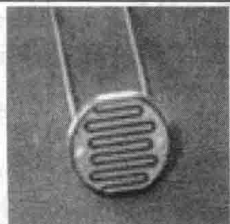
## 一、常用固定电阻器 (见表 1-1-1)

表 1-1-1 常用固定电阻器

名称	实物	特点及应用场合
碳膜电阻 RT		构造简单,体积小,精度高,价格低,工作温度以及极限电压均较高
金属膜电阻 RJ		功率负荷大,温度系数小,电流噪声小,高频性能好,体积小,精度高,阻值范围宽
金属氧化膜电阻		温度系数小,电流噪声小,抗潮湿、抗氧化,过负荷能力强,长期工作稳定,使用温度范围宽
铝壳线绕电阻器		金属外壳散热,适用于散热板安装方式,体积小,功率负荷大
实芯电阻		体积与相同功率的金属膜电阻相当,但噪声比金属膜电阻大
热敏电阻器		主要用于温度补偿,温度测量和在各种电源中吸收浪涌电流作为线路保护元件



续表

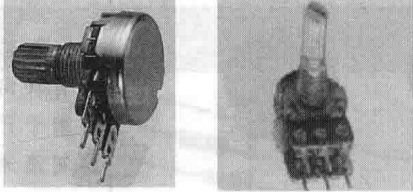
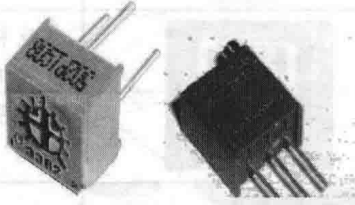
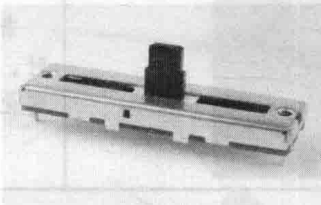
名称	实物	特点及应用场合
压敏电阻		电阻率随电压变化而改变, 具有双向电流—电压特性, 主要用于开关电源、可控硅以及抑制浪涌电流、过压保护等
湿敏电阻器		能将湿度的变化转换为电信号的电阻型湿敏传感器件, 阻值会随湿度的变化而变化
光敏电阻器		当外界光照强度发生变化时, 电阻器的阻值也会发生变化, 光线越强阻值越小

## 二、常用电位器 (见表 1-1-2)

表 1-1-2 常用电位器

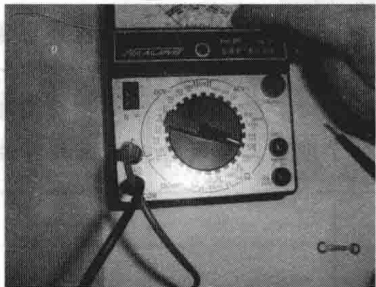

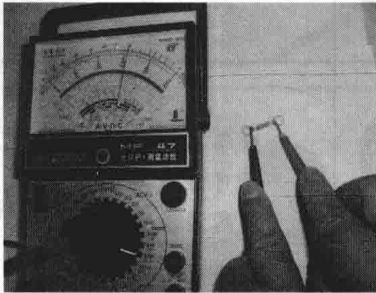
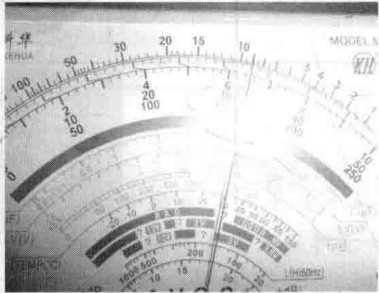
名称	实物	特点及应用场合
线绕电位器 WX		电阻体是由电阻丝绕在涂有绝缘材料的金属或非金属上制成的。特点是功率大, 噪声低, 精度高, 稳定性好, 高频特性较差
合成碳膜电位器		分辨率高, 阻值范围宽, 滑动噪声大, 耐热耐湿性不好
有机实芯电位器		分辨率高, 阻值范围宽, 耐磨性好, 可靠性高, 体积小, 噪声大, 耐高温性差

续表

名称	实物	特点及应用场合
单联、双联电位器		<p>单联电位器由一个独立的转轴控制一组电位器。双联电位器，适用于双声道立体声放大电路的音量调节</p>
单圈、多圈电位器		<p>单圈电位器的滑动臂只能在360°的范围内旋转，一般用于音量控制；多圈电位器的转轴每转一圈滑动臂触点在电阻体上仅改变很小一段距离，一般用于精密调节电路</p>
直滑式电位器		<p>其电阻体为长方条形，它是通过与滑座相连的滑柄作直线运动来改变电阻值的，一般用在电视机、音响中作音量控制或均衡控制</p>

### 三、固定电阻的检测（见表 1-1-3）

表 1-1-3 固定电阻的检测

<p>1. 将转换开关旋转到电阻档的某一倍率上</p> 	<p>2. 将万用表调零</p> 
<p>3. 把表笔放在电阻两端，手不能接触电阻器的金属部位</p> 	<p>4. 指针稳定后，把指针的示值乘以倍率即为该电阻器的阻值</p> 

5. 测量完毕后，把旋转开关转到 OFF 位置



注意事项：

(1) 调零时，如果调零旋钮已经旋转到底，表针始终不能到零位，说明万用表内电池电压已经过低，应更换新电池后，再进行调零。

(2) 测电路板上的电阻器时，不能确定电路中待测电阻器是否有并联的电阻器存在时，必须将被测电阻器的一端与电路断开再测量。

(3) 测量电阻之前，应先将电源断开，电路中有电容器时，先放电，否则相当于用电阻档测该电阻器两端的电压，会损坏万用表。

(4) 读数时视线应与表盘垂直，此时表指针在反光镜面时的像重叠，这时读数较准确。

(5) 使用完毕后，应将转换开关旋转到 OFF 档或交流电压的最高档。

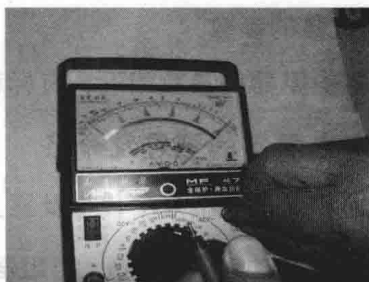
#### 四、电位器的检测

表 1-1-4 使用固定电阻的注意事项

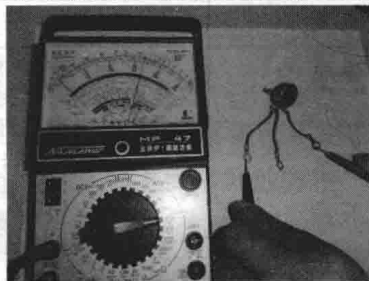
1. 将转换开关旋转到电阻档的某一倍率上



2. 万用表调零



2. 首先检测两个固定臂之间的阻值，它的值应是标称值，如果指针不动，或测量值与标称值相差很大，说明该电位器已损坏



4. 把万用表的一个表笔接在两个固定臂中的任意一个上，另一表笔接在滑动臂上，慢慢地转动旋转轴，使其从一个极端转到另一个极端，万用表的指针应从标称值到零，或者从零到标称值。如果在测量过程中，万用表的指针不动或者跳动，说明电位器已经损坏或者是接触不良



## 五、电阻器的参数、型号、命名方法

### (一) 电阻器的参数

#### 1. 固定电阻器的主要参数

(1) 标称阻值及允许偏差 (见表 1-1-5)。

表 1-1-5 常用电阻值的标称阻值系列

允许误差	系列代号	标称阻值系列									
±5%	E24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4
		2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2
±10%	E12	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6
		6.8	8.2								
±20%	E6	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8				

(2) 额定功率 (见图 1-1-1)。

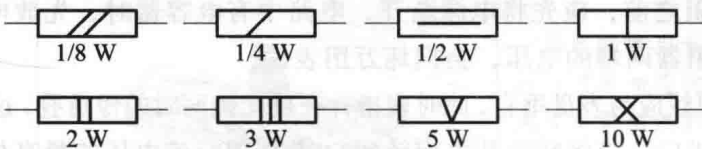


图 1-1-1 额定功率

(3) 温度系数。

温度系数是指电阻器的阻值随着工作温度的变化而改变的程度, 这种变化将会影响电路工作的稳定性, 因此应使其尽量小。

#### 2. 电位器的参数

与固定电阻器的参数相近, 有标称阻值、允许偏差、额定功率等。

### (二) 电阻器的型号及命名

电阻器和电位器型号中代号及意义如表 1-1-6 所示。

表 1-1-6 电阻器和电位器型号中代号及意义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		用数字表示
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R RP 或 W	电阻器 电位器	T	碳膜	1 或 2	普通	对主称、材料相同, 仅性能指标、尺寸大小有差别, 但基本不影响互换使用的产品, 给予同一序号; 若性能指标、尺寸大小明显影响互换时, 则在序号后面用大写字母作为区别代号
		P	金属膜	3	超高频	
		U	合成膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		H	合成膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压 (电阻器)	

续表

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		用数字表示
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R RP 或 W	电阻器 电位器	J	金属膜	8	特殊函数 (电位器)	对主称、材料相同, 仅性能指标、尺寸大小有差别, 但基本不影响互换使用的产品, 给予同一序号; 若性能指标、尺寸大小明显影响互换时, 则在序号后面用大写字母作为区别代号
		Y	氧化膜	9	特殊	
		S	有机实芯	G	高功率	
		N	无机实芯	T	可调	
		X	线绕	X	小型	
		R	热敏	L	测量用	
		G	光敏	W	微调 (电位器)	
M	压敏	D	多圈 (电位器)			

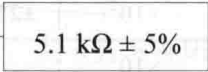
### (三) 电阻器的标注方法及识读

#### 1. 直标法

##### (1) 标注方法。

直标法就是用数字和文字符号在电阻器上直接标注出标称阻值、允许偏差等主要参数的方法。

##### (2) 识读练习。



5.1 kΩ ± 5%

: 标称阻值为 5.1 kΩ, 允许偏差为 ±5%;



6.8 Ω

: 标称阻值为 6.8 Ω, 允许偏差为 ±5%;



220 kΩ

: 标称阻值为 220 kΩ, 允许偏差为 ±20% (省略标注默认 ±20%)。

#### 2. 文字符号法

##### (1) 标注方法。

文字符号法是用数字和文字符号或两者有规律的组合, 在电阻器上标注出标称阻值、允许偏差等主要参数的方法。

##### (2) 识读练习 (见图 1-1-2)。

R67J	—	标称阻值为0.67 Ω, 允许偏差为±5%
2R2J	—	标称阻值为2.2 Ω, 允许偏差为±5%
4K7K	—	标称阻值为4.7 kΩ, 允许偏差为±10%
6M8M	—	标称阻值为6.8 MΩ, 允许偏差为±10%
8G2	—	标称阻值为8.2 GΩ, 允许偏差为±20%
3T3	—	标称阻值为3.3 TΩ, 允许偏差为±20%

图 1-1-2 识读练

### 3. 色标法

(1) 标注方法 (见表 1-1-7)。

表 1-1-7 色标法中各环颜色所代表的含义

色环颜色	第一色环 第二色环 (有效数字)	第三色环		第四色环		第五色环
		四色环法 (倍乘数)	五色环法 (有效数字)	四色环法 (偏差)	五色环法 (倍乘数)	五色环法 (偏差)
黑	0	$\times 10^0$	0	-	$\times 10^0$	-
棕	1	$\times 10^1$	1	-	$\times 10^1$	±1% (F)
红	2	$\times 10^2$	2	-	$\times 10^2$	±2% (G)
橙	3	$\times 10^3$	3	-	$\times 10^3$	-
黄	4	$\times 10^4$	4	-	$\times 10^4$	-
绿	5	$\times 10^5$	5	-	$\times 10^5$	±0.5% (D)
蓝	6	$\times 10^6$	6	-	$\times 10^6$	±0.25% (C)
紫	7	$\times 10^7$	7	-	$\times 10^7$	±0.1% (B)
灰	8	$\times 10^8$	8	-	$\times 10^8$	±0.05% (A)
白	9	$\times 10^9$	9	-	-	-
金	-	$\times 10^{-1}$	-	±5% (J)	$\times 10^{-1}$	-
银	-	$\times 10^{-2}$	-	±10% (K)	$\times 10^{-2}$	-
无色	-	-	-	±20% (M)	-	-

(2) 识读练习。

① 四色环法 (见图 1-1-3)。

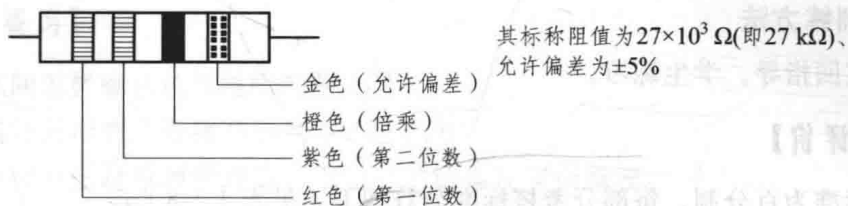


图 1-1-3 四色环法

② 五环电阻 (见图 1-1-4)。

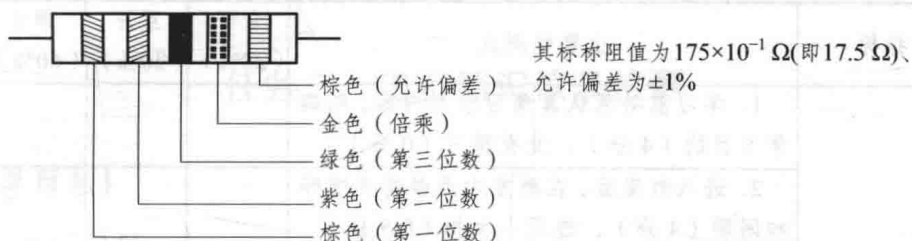


图 1-1-4 五环电阻

4. 数码法

(1) 标注方法。

数码法是用 3 位数字表示电阻器阻值的方法, 数字从左向右, 前面的两位数为有效值, 第三位数为乘数, 单位为  $\Omega$ 。

(2) 识读练习。

例如:

512J: 表示其标称阻值为  $51 \times 10^2 \Omega$  即  $5.1 \text{ k}\Omega$ , 允许偏差为  $\pm 5\%$ 。

473K: 表示其标称阻值为  $47 \times 10^3 \Omega$  即  $47 \text{ k}\Omega$ , 允许偏差为  $\pm 10\%$ 。

**【任务实施】**

一、训练器材

指针式万用表、数字万用表、各种型号电阻若干。

二、训练内容

(1) 根据给定的电阻元件集合, 认识如下元件: RT, TJ, RY, RX, RH, 及各种电位器。

(2) 特殊电阻元件的认识: 熔断电阻, 有机实心电阻, 水泥电阻, 敏感电阻等。

(3) 电阻器的标称系列的认知: E6, E12, E24 等系列电阻的允许偏差。

(4) 电阻器阻值和误差的认知: 直标法、文字符号法、数码法、色标法等方法的训练。

(5) 电位器的认知与测试。

(6) 万用表检测电阻器和电位器的好坏的方法的训练。



## 三、训练方法

教师巡回指导，学生练习。

## 【任务评价】

考核标准为百分制，每部分考核标准分数如下（见表 1-1-8）：

表 1-1-8 考核标准

班级：            姓名：            组别：            学号：            得分：

评价指标	主要观测点	自评 (20%)	互评 (20%)	师评 (60%)	小计
学习态度 (20 分)	1. 学习前必须认真预习学习内容,明确学习目的 (4 分), 没有预习 (0 分)				
	2. 进入教室后,在教室内严禁高声喧哗和闲聊 (4 分), 违规一次扣 (0.5 分)				
	3. 进入教室后,服从指导教师的任务安排,配合默契 (4 分) 不服从指导老师的任务安排,配合不默契扣 (2 分)				
	4. 严禁携带食物和饮料进入教室 (4 分), 违规一次扣 (0.5 分)				
	5. 爱护教室的一切设施,不得乱涂、乱写、乱刻 (4 分), 违规一次扣 (1 分)				
学习过程 (30 分)	1. 主动参与分工协作 (10 分) 2. 经劝说积极参与分工协作 (8 分) 3. 经劝说仍消极参与分工协作 (4 分) 4. 经劝说仍拒绝参与分工协作 (0 分)				
	1. 跨组积极表达正确观点,具有快速理解沟通的能力 (10 分) 2. 组内积极表达正确观点,具有快速理解沟通的能力 (8 分) 3. 不表达任何观点 (0 分)				
	1. 能够认真完成实训任务 (10 分) 2. 能够完成任务 (7 分) 3. 能基本完成任务 (3 分)				
学习效果 (50 分) (作品)	1. 认识固定电阻器和可变电阻器 (15 分)				
	2. 掌握固定电阻器及可变电阻器的参数、型号、命名方法 (15 分)				
	3. 能够使用万用表检测固定电阻器和可变电阻器的质量好坏 (20 分)				
总 计					



## 【拓展训练】

- (1) 试问怎样确认色环电阻的第一环?
- (2) 指针万用表若短接调不到零, 怎么办?
- (3) 根据自己对原理的理解, 用自己的话描述实训原理。
- (4) 根据实训过程写出关键实训步骤。
- (5) 根据自己的实训过程, 描述实训的整个过程, 并对每一问题详细写出自己如何发现问题、如何分析问题以及如何解决问题的过程。

## 任务二 电容器识读及检测

### 【教学目标】

#### 一、知识目标

- (1) 从外观上认识电容器。
- (2) 用色环法读出电容器的标称值。
- (3) 用仪器测量电容器。

#### 二、能力目标

- (1) 学会判断电容器好坏的方法。
- (2) 学会选择电容器的方法。
- (3) 学会色环法识读电容器

#### 三、素养目标

- (1) 能吃苦耐劳, 有安全责任心。
- (2) 工作踏实、诚实守信、善于沟通合作, 服从组织领导。
- (3) 具有较强的专业基础知识和专业技能, 能及时捕捉本专业新技术、新知识, 了解该领域的发展动态和方向。

### 【教学场景】

多媒体教室、电子实训室。

### 【任务描述】

本任务学习的主要内容是电容器的认知、检测和判断方法。

### 【相关知识】

电容器由两个导体及它们之间的介质组成, 具有储存电荷的能力, 在电路中可用于隔直、耦合、旁路、滤波、谐振电路的调谐等, 是电路中不可或缺的基本元器件之一。任何两个彼此绝缘且相隔很近的导体(包括导线)间都构成一个电容器。电容量