"做学教一体化"课程改革系列规划教材

亚龙集团校企合作项目成果系列教材

电子产品装配及检测训练指南

DIANZI CHANPIN ZHUANGPEI JI JIANCE XUNLIAN ZHINAN

聂辉海　何杰峰　编

★揭示中职“电子产品装配与调试”国赛项目工艺规范标准

★事情怎样做就怎样教！事情怎样做就怎样学！做、学、教合一；

★突破学科体系的框架，按职业岗位对知识和技能的要求，设计工作项目、整合学习内容；

★提供整体教学解决方案，确保工作项目的完整实施、职业能力的综合培养；

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“做学教一体化”课程改革系列规划教材

电子产品装配及检测训练指南

聂辉海　何杰峰　编

机械工业出版社

本书以“项目为载体、工作任务为引领”按照工作过程系统化课程开发理念组织编写内容，主要介绍电子产品装配与检测的方法、过程、评价及相关知识。该书内容由浅入深，由简到繁。主要内容包括电子产品电路的安装、电子产品电路的测量与调试、电子产品电路的检修和电子产品装配及检测综合训练。电路包括热释电红外防盗器电路，汽车远、近光灯自动转换电路、空调器电路、数字网络测试仪电路、数控电源、DDS 波形发生器电路和主机控制温度报警器。通过完成这些与实际工作过程紧密联系、带有经验性质的工作任务，学生可以熟悉技能大赛的完成步骤和操作规范，从而获得形成规划实施方案的常规思路和规范操作的职业习惯，同时也提高学习的兴趣和自信心。本书不仅为学生参与各项技能大赛提供知识、技能和心理准备，同时也为学生顺利走向就业岗位铺平道路。

本书可作为全国职业院校技能大赛中职组电工电子项目“电子产品装配与调试”培训教材，也可作为电子专业“电子产品装配与调试”课程的理实一体化教材，还可作为相关专业从业人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

电子产品装配及检测训练指南/聂辉海，何杰峰编．—北京：机械工业出版社，2014.5

“做学教一体化”课程改革系列规划教材

ISBN 978-7-111-46372-6

Ⅰ.①电… Ⅱ.①聂…②何… Ⅲ.①电子设备—装配（机械）—中等专业学校—教学参考资料②电子设备—检测—中等专业学校—教学参考资料 Ⅳ.①TN805

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 067344 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：高 倩 责任编辑：范政文

版式设计：赵颖喆 责任校对：陈 越

封面设计：路恩中 责任印制：李 洋

北京市四季青双青印刷厂印刷

2014 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 15.5 印张 · 378 千字

0 001－2 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-46372-6

定价：37.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务 网络服务

社 服 务 中 心：(010)88361066 教 材 网：http://www.cmpedu.com

销 售 一 部：(010)68326294 机工官网：http://www.cmpbook.com

销 售 二 部：(010)88379649 机工官博：http://weibo.com/cmp1952

读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前　言

电子产品的应用非常广泛，主要应用在日常生活、工业生产、农业生产、医疗器械、航空航天、军工制造等各个领域。在中等职业学校的电气技术、机电技术、自动控制技术、电子与信息技术等相关专业均开设了与电子产品装配与调试技术相关课程。

职业教育的目标是培养学生的综合职业能力，职业教育是面向全体学生的技能型教育。而职业能力的培养是在完成工作项目的过程中逐渐形成的。本书在编写过程中，考虑到了学生需要掌握的职业能力，教学项目内容与生产生活实际紧密联系。因此，我们在选择和设计每个项目时，力求让学生感受成功，激发学生的学习兴趣，增加选手的参赛信心，引导学生掌握电子产品装配与调试技术的知识与技能。本书的每个项目内容均联系实际，由浅入深，学生可以通过自己动手训练掌握电子产品装配与调试技术的知识与技能。本书还编写了各项目训练的评价参考，有利于学生在完成项目训练后进行评价，也有利于指导老师对学生训练的评价与指导。

本书内容包括电子产品电路的安装、电子产品电路的测量与调试、电子产品电路的检修和电子产品装配及检测综合训练。本书中所有项目均配有实际电子产品，且均可提供实训的PCB及所有的安装元器件。本书附有全国职业院校技能大赛中职组电子产品装配与调试比赛工艺规范标准以方便老师在课堂教学以及比赛训练指导。

本书由广州市电子信息学校聂辉海、广州市白云行知职业技术学校何杰峰编写。其中，附录由杨少光指导，聂辉海编制、保健勋协助编制。本书中的电子产品由浙江亚龙科技集团提供。聂辉海对全书进行统稿。

本书在编写过程中得到亚龙科技集团的大力支持与帮助，在此一并向给予本书支持和帮助的各界人士表示衷心感谢。

由于编者编写水平有限，书中错误与不足在所难免，恳请读者批评指正，有任何问题可通过E-mail联系我们：13380093788@163.com。

编　者

目　录

前言
单元1　电子产品电路的安装 …… 1
项目1.1　热释电红外防盗器电路的安装 …… 1
项目1.2　汽车远、近光灯自动转换电路的安装 …… 23
项目1.3　空调器电路的安装 …… 40
项目1.4　数字网络测试仪电路的安装 …… 55
单元2　电子产品电路的测量与调试 …… 66
项目2.1　热释电红外防盗器电路的测量与调试 …… 66
项目2.2　汽车远、近光灯自动转换电路的测量与调试 …… 73
项目2.3　空调器电路的测量与调试 …… 82
项目2.4　数字网络测试仪电路的测量与调试 …… 100
单元3　电子产品电路的检修 …… 113
项目3.1　热释电红外防盗器电路的检修 …… 113
项目3.2　汽车远、近光灯自动转换电路的检修 …… 119
项目3.3　空调器电路的检修 …… 125
项目3.4　数字网络测试仪电路的检修 …… 133
单元4　电子产品装配及检测综合训练 …… 140
项目4.1　数控电源综合训练 …… 140
项目4.2　DDS波形发生器电路综合训练 …… 163
项目4.3　主机控制温度报警器综合训练 …… 191
附录　全国职业院校技能大赛中职电子产品装配与调试比赛工艺规范 …… 211
参考文献 …… 242

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

单元 1
电子产品电路的安装

本单元的主要内容是进行电子产品的电路元器件焊接与安装。电子产品的质量与产品元器件的焊接与安装有着密切的关系，高质量的焊接与准确的安装是保证电子产品品质的关键。掌握电子产品元器件的焊接和安装方法，是每一位学习和运用电子技术学生的首经之路，是学习电子技术必须掌握的基本技能之一。本单元通过对 4 个典型电路的元器件焊接与安装，使学生掌握什么是元器件的焊接与安装（做什么），如何进行元器件的焊接与安装（怎样做），如何评价元器件的焊接与安装结果（评价做的效果）。

项目 1.1　热释电红外防盗器电路的安装

一、项目任务目标

本项目任务的内容是热释电红外防盗器电路的安装。热释电红外防盗器电路是利用人体的红外线被热释电红外线传感器检测，通过电路对热释电红外线传感器检测到的信号进行处理，适时发出报警信号。这一装置灵敏度较高、安全隐蔽，是最好的防盗报警装置之一。图 1-1-1 是常见的热释电红外防盗器的探头。

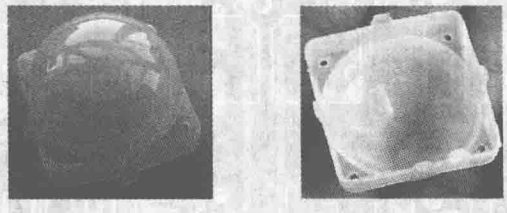


图 1-1-1　常见热释电红外防盗器探头

二、项目任务描述

1. 热释电红外防盗器电路的组成

热释电红外防盗器电路如图 1-1-2 所示。

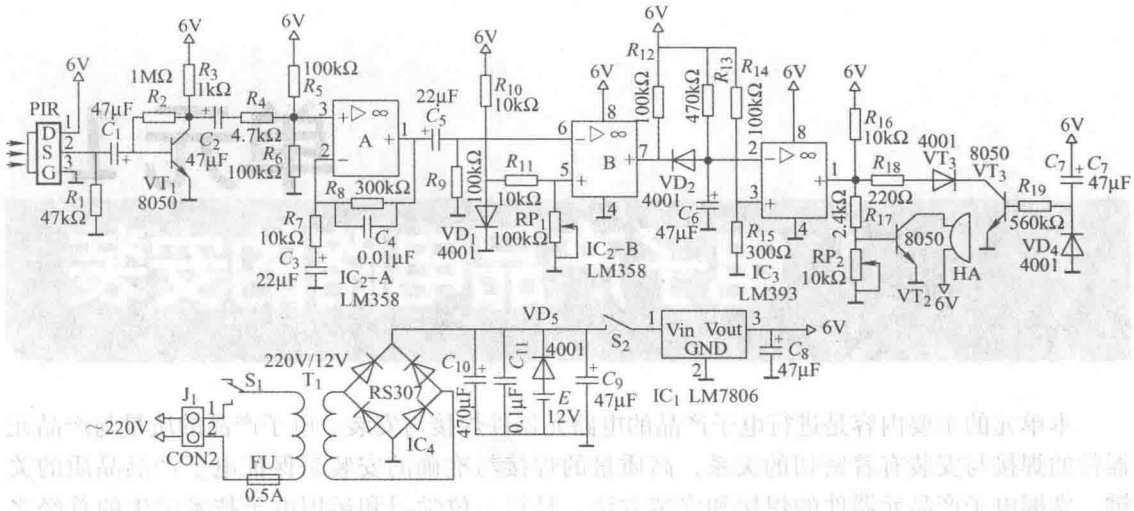


图 1-1-2 热释电红外防盗器电路

2. 热释电红外防盗器的安装

1）热释电红外防盗器元器件安装图如图 1-1-3 所示。

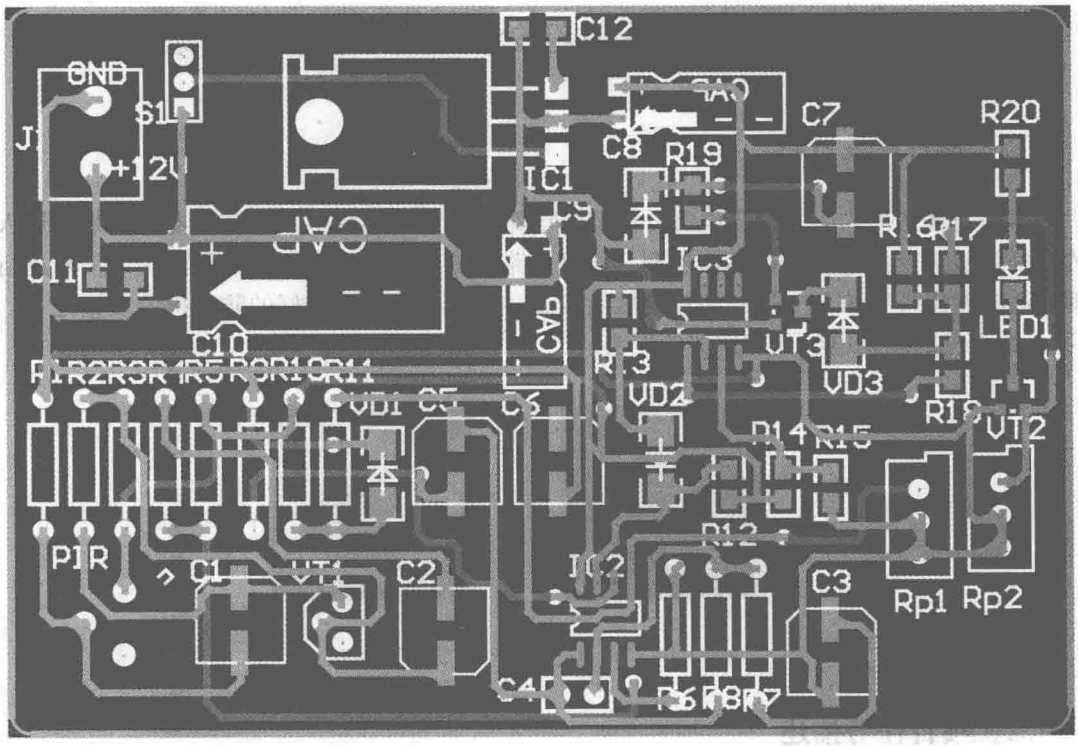


图 1-1-3 热释电红外防盗器元器件安装图

2）热释电红外防盗器安装材料清单见表 1-1-1。

表 1-1-1 热释电红外防盗器元器件列表

序号	标 称	名 称	规 格	序号	标 称	名 称	规 格
1	C_1、C_2	电解电容器	47μF/10V	21	R_5、R_6	电阻器	100kΩ
2	C_3	电解电容器	22μF/10V	22	R_7	电阻器	10kΩ
3	C_4	电容器	0.01μF	23	R_8	电阻器	300kΩ
4	C_5	电解电容器	22μF/10V	24	R_9	电阻器	100kΩ
5	C_6 ~ C_9	电解电容器	47μF/10V	25	R_{10}、R_{11}	电阻器	10kΩ
6	C_{10}	电解电容器	470μF/10V	26	R_{12}	电阻器	100kΩ
7	C_{11}	电容器	0.1μF	27	R_{13}	电阻器	470kΩ
8	E	备用电池	12V	28	R_{14}	电阻器	100kΩ
9	FU	熔断器	0.5A	29	R_{15}	电阻器	300kΩ
10	HA	蜂鸣器		30	R_{16}	电阻器	10kΩ
11	IC_1	三端稳压器	7806	31	R_{17}	电阻器	2.4kΩ
12	IC_2	集成块	LM358	32	R_{18}	电阻器	220Ω
13	IC_3	集成块	LM393	33	R_{19}	电阻器	560kΩ
14	IC_4	硅堆整流器	RS307	34	RP_1	电位器	100kΩ
15	J_1	电源插座	CON2	35	RP_2	电位器	10kΩ
16	PIR	热释电红外线传感器		36	S_1、S_2	电源开关	1X2
17	R_1	电阻器	47kΩ	37	T_1	变压器	220/12V
18	R_2	电阻器※	1MΩ	38	VD_1 ~ VD_4	二极管	1N4001
19	R_3	电阻器	1kΩ	39	VT_1 ~ VT_3	晶体管	8050
20	R_4	电阻器	4.7kΩ	40		电路板	一块

注：在表格中名称旁边标有※符号的元器件为贴片元器件。

3. 热释电红外防盗器电路安装工艺要求

（1）元器件插装、焊接 将各元器件按图样的指定位置及孔距进行插装、焊接。

1）电阻的插装焊接。卧式电阻应紧贴电路板按统一色标方向排列并插装焊接，立式电阻应离开电路板 1 ~ 2mm 插装焊接。

2）电容的插装焊接。瓷片电容器应离开电路板 4 ~ 6mm 插装焊接，电解电容器应离开电路板 1 ~ 2mm 插装焊接。

3）二极管的插装焊接。卧式二极管应离开电路板 3 ~ 5mm 插装焊接，立式二极管应离开电路板 1 ~ 2mm（塑封）/2 ~ 3mm（玻璃封装）插装焊接。

4）晶体管的插装焊接。晶体管应离开电路板 4 ~ 6mm（并排）插装焊接。

5）集成电路插座的插装焊接。集成电路插座应紧贴电路板插装焊接。

6）电位器的插装焊接。电位器应按照图样要求的方向紧贴电路板安装焊接。

不同元器件的引线是各不相同的，在将其插装到印制电路板进行焊接前，必须预先对元器件引线进行成型处理。由于手工、自动两种不同焊接技术对元器件的插装要求不同，元器

件引出线成型的形状也有所不同，如图 1-1-4 所示。

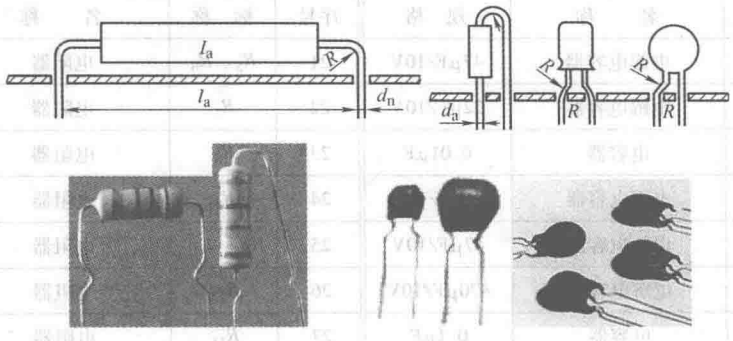


图 1-1-4　元器件引线成型形状

（2）元器件成型的工艺要求　元器件的引线要根据焊盘插孔和安装的要求弯折成所需要的形状，元器件成型后有如下要求。

1）引线成型后，引线弯曲的部分不允许出现模印、压痕和裂纹。

2）引线成型过程中，元器件本体不应产生破裂，表面封装不应损坏或开裂。

3）引线成型尺寸应符合安装尺寸要求。

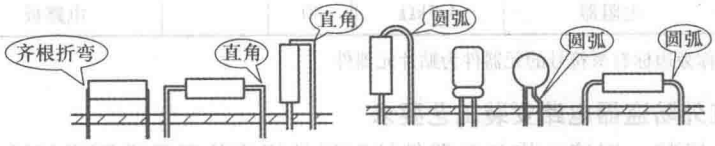
4）凡是有标记的元器件，引线成型后，其型号、规格及标志符号应向上、向外方向应一致，以便于目视识别。

5）元器件引线弯曲处要有圆弧形，其半径不得小于引线直径的两倍。

6）元器件引线弯曲处离元器件封装根部至少 2mm 距离。

（3）元器件的成型加工　元器件预加工处理主要包括引线的校直、表面清洁及搪锡三个步骤（视元器件引脚的可焊性，也可省略这三个步骤）。

1）引线成型。如图 1-1-5 所示，引线成型的基本要求如下：



a) 不推荐　　b) 推荐

图 1-1-5　元器件成型示例

① 引线成型尺寸应符合安装尺寸要求。

② 引线不要齐根弯折，以免损坏元器件。

③ 元器件引线弯曲处要成圆弧形。

④ 元器件标志符号应向上、向外，以便于查看。

⑤ 元器件成型后不允许有机械损伤。

2）在某些情况下，若晶体管需要按图 1-1-6 所示的方式安装，则必须对管脚进行弯折。

图 1-1-7 所示为晶体管的成型加工，这时要用

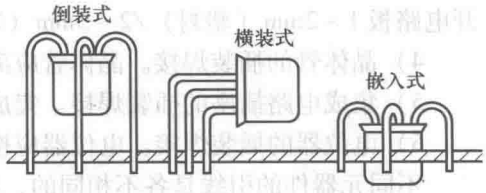
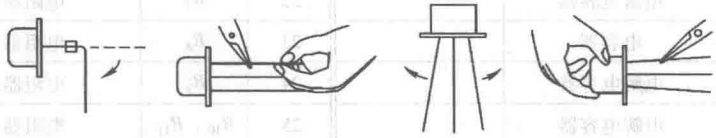


图 1-1-6　晶体管的倒装和横装

钳子夹住晶体管的管脚根部，然后再适当用力弯折，如图 1-1-7a 所示。图 1-1-7b 那样直接将管脚从根部弯折是不对的。弯折时，可以用钟表用螺钉旋具将晶体管引线弯成一定圆弧状。



a) 正确方法　　b) 错误方法

图 1-1-7　晶体管的成型

3）表面安装工艺焊接是表面安装技术中的主要工艺技术之一。在一块表面安装组件（SMA），少则有几十、多则成千上万个焊点。一个不良焊点会直接影响到电子设备的性能，所以焊接质量是 SMA 可靠性的关键所在。焊接质量取决于所用的焊接方法、焊接材料、焊接工艺和焊接设备。

① 全表面安装。全部采用表面安装元器件，安装的印制电路板是单面或双面板，图 1-1-8所示为全表面安装示意图。

② 双面混装。表面安装元器件和插装元器件混合使用，印制电路板是双面板，如图 1-1-9所示。

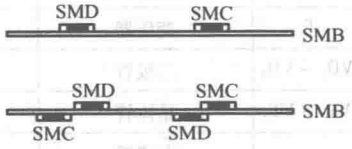


图 1-1-8　全表面安装示意图

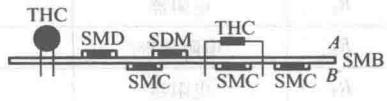


图 1-1-9　双面混装示意图

三、项目任务实施

1. 热释电红外防盗器电路焊接安装的方法和步骤

（1）元器件的检测　根据材料清单将所有要焊接的元器件进行检测，检测要求如下：

1）电阻器：符合电阻值和功耗要求。

2）可调电位器：符合电阻值要求，调整时应连续可变。

3）电容器（含电解电容器）：不短路、不开路、不漏电。

4）二极管（含发光二极管）：反向电阻大、正向电阻小、不短路、不开路。

5）晶体管：I_{CEO}小，β 值适中，极间不短路、不开路。

6）集成块：引脚完备且排列整齐，引脚间不短路。

7）热释电红外线传感器：极间不短路、不漏电，封装完好，表面透镜光滑没有裂痕。

8）开关：触点接触良好，拨动手感轻便。

9）插座：不歪斜、不短路。

10）电路板：符合电路要求、不短路、不开路、焊盘大小适中、焊点通孔大小符合元器件要求、走线规范且宽度符合规格。

将检测结果记录在表 1-1-2 中。

表 1-1-2 元器件检测表

序号	标 称	名 称	检测结果	序号	标 称	名 称	检测结果
1	C_1、C_2	电解电容器		21	R_5、R_6	电阻器	
2	C_3	电解电容器		22	R_7	电阻器	
3	C_4	电容器		23	R_8	电阻器	
4	C_5	电解电容器		24	R_9	电阻器	
5	$C_6 \sim C_9$	电解电容器		25	R_{10}、R_{11}	电阻器	
6	C_{10}	电解电容器		26	R_{12}	电阻器	
7	C_{11}	电容器		27	R_{13}	电阻器	
8	E	备用电池		28	R_{14}	电阻器	
9	FU	熔断器		29	R_{15}	电阻器	
10	HA	蜂鸣器		30	R_{16}	电阻器	
11	IC_1	三端稳压器		31	R_{17}	电阻器	
12	IC_2	集成块		32	R_{18}	电阻器	
13	IC_3	集成块		33	R_{19}	电阻器	
14	IC_4	硅堆整流器		34	RP_1	电位器	
15	J_1	电源插座		35	RP_2	电位器	
16	PIR	热释电红外线传感器		36	S_1	电源开关	
17	R_1	电阻器		37	T_1	变压器	
18	R_2	电阻器※		38	$VD_1 \sim VD_4$	二极管	
19	R_3	电阻器		39	$VT_1 \sim VT_3$	晶体管	
20	R_4	电阻器		40		电路板	

（2）元器件的焊前成型　为保证引线成型的质量和一致性，应使用专用工具和成型模具。如加工少量元器件时，可采用手工成型，此时可使用镊子或扁嘴钳等一般工具，如图 1-1-10 所示。

图 1-1-10　元器件的成型方法

1）立式电容器的加工。用镊子先将电容器的引线沿电容器主体向外弯成斜角，离开 4 ~ 5mm 处再弯成直角。但在印制电路板上的安装要根据印制电路板孔距和安装空间的需要确定成型尺寸。

2）卧式电容器的加工。用镊子分别将电解电容器的两个引线在离开电容器主体 3 ~ 5mm 处弯成角，如图 1-1-11 所示。但在印制电路板上的安装要根据印制电路板孔距和安装空间的需要确定成型尺寸。

3）瓷片电容器和涤纶电容器的引线加工成型。用镊子将电容器引线向外整形，并与电

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

容器主体成一定角度，如图 1-1-12 所示；也可以用镊子将电容器的引线在离电容器主体 1 ~ 3mm 处向外弯成斜角，再在离斜角 1 ~ 3mm 处弯成直角。在安装印制电路板时，需视印制电路板孔距大小确定引线尺寸。

4）晶体管的引线的成型加工。小功率晶体管在印制电路板上一般采用直插的方式，如图 1-1-13 所示。

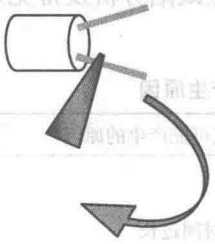


图 1-1-11　电解电容器引线成型示意图

图 1-1-12　瓷片电容器引线成型示意图

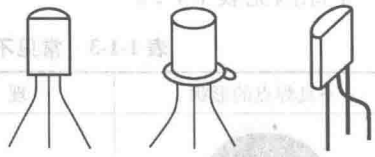


图 1-1-13　晶体管的直插安装

采用直接方式安装时，晶体管的引线成型只需用镊子将塑封管引线拉直即可，三个电极引线分别成一定角度。有时也可以根据需要将中间引线向前或向后弯曲成一定角度。具体情况应视印制电路板上的安装孔距来确定引线的尺寸。

2. 热释电红外防盗器电路实物

热释电红外防盗器电路实物如图 1-1-14 所示。

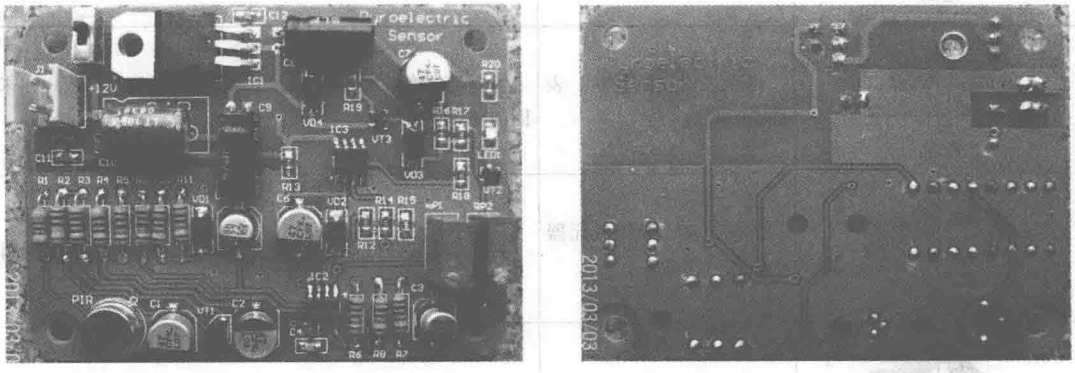


图 1-1-14　热释电红外防盗器实物图

3. 热释电红外防盗器电路焊接安装质量的检查

手工锡焊表面的基本要求如图 1-1-15 所示。手工锡焊的检查可分为目视检查和手触检查两种。

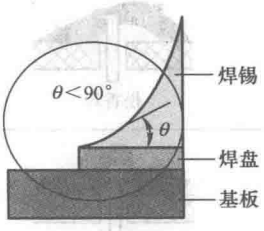


图 1-1-15　手工锡焊表面的基本要求

（1）目视检查　目视检查就是从外观上检查焊点有无焊接缺陷。可以分别从以下几各方面进行检查。

1）焊点是否均匀，表面是否光滑、圆润。

2）焊锡是否充满焊盘，焊锡有无过多、过少现象。

3）焊点周围是否有残留的助焊剂和焊锡。

4）是否有错焊、漏焊及虚假焊。

5）是否有桥焊、焊点不对称及拉尖等现象。

6）焊点是否有针孔、松动及过热等现象。

7）焊盘有无脱落，焊点有无裂缝。

（2）手触检查　在外观检查的基础上，可进一步采用手触检查。主要是检查元器件在印制电路板上有无松动，焊接是否牢靠，有无机械损伤。可用镊子轻轻拨动焊点看有无虚假焊，或夹住元器件的引线轻轻拉动看有无松动现象。常见不良焊点缺陷分析及常见焊点错误和产生原因见表 1-1-3。

表 1-1-3　常见不良焊点缺陷分析及常见焊点错误和产生原因

不良焊点的形状	现　象	不良焊点可能产生的原因
焊料过多	焊料面呈凸圆形状	主要是由于焊锡丝滞留时间过长
焊料过少	焊锡未形成平滑的过渡面	主要是焊锡丝滞留时间过短、焊接时间过短或焊接面局部氧化
过热	焊点发白、无金属光泽、表面较粗糙	主要是电烙铁加热时间过长，引起焊接时温度过高
冷焊	焊点表面呈颗粒状、表面会有裂纹	主要是电烙铁加热时间过短、焊接时温度过低或焊锡未凝固前随焊件抖动
松动	外观粗糙，导线或元器件引线可移动	主要是焊锡未凝固前引线移动或焊接面氧化未处理所引起
拉尖	焊点出现尖端或毛刺	主要是焊接时间过长、烙铁头移开的方法不当
松香焊	焊接点中夹有松香渣	主要是助焊剂失效或过多、焊接时间过短、加热不均匀
浸润不良	焊锡与被焊件相邻处接触角过大、不平滑	主要是被焊件氧化未清理干净、被焊件加热不足

（续）

不良焊点的形状	现　象	不良焊点可能产生的原因
不对称	焊锡未流满焊盘	主要是加热不足、焊锡的流淌性差
气泡和针孔	焊点在引线根部有焊锡突起、有孔和气泡	主要是焊盘与引线的间隙过大
桥焊	焊锡将相邻两焊盘连接在一起	主要是焊锡过多、焊接时间过长、烙铁头移开的方向不正确
虚焊	焊锡与元器件或与焊盘铜箔之间有明显的界线、焊锡向界线凹陷	主要是加热不充分、焊盘和元器件引线氧化层未清理干净或焊料凝固过程中焊接处晃动
印制电路板导线和焊盘翘起	焊盘的铜箔从印制板上脱落或翘起	主要是焊接时间过长、焊接温度过高、焊盘铜箔氧化未去除

4. 热释电红外防盗器元器件安装与焊接评价

印制电路板元器件插装与焊接评价见表1-1-4。

表1-1-4　元器件的插装与焊接评价表

考核时间	实际时间：		自　时　分起至　时　分	
项目	考核内容	配分	评分标准	扣分
元器件成型及插装	1）元器件成型 2）插装位置、色环、标记、极性及高度 3）元器件排列是否整齐	40	1）元器件成型正确，无错误，每错误一处扣3分 2）插装位置、色环、标记、极性及高度正确，无错误，每错误一处扣3分 3）元器件排列整齐，无高低不一现象，每错误一处扣2分	
焊接质量	1）焊点均匀、光滑、一致 2）元器件引线无过长、焊点弯曲现象	40	1）发现搭锡、假焊、虚焊、漏焊、焊盘脱落、桥焊等现象，每处扣3分 2）发现毛刺、焊料过多、焊料过少、焊点不光滑、引线过长等现象，每处扣2分	
整形	元器件整形	10	元器件排列应整齐、高低应一致，每错误一处扣2分	

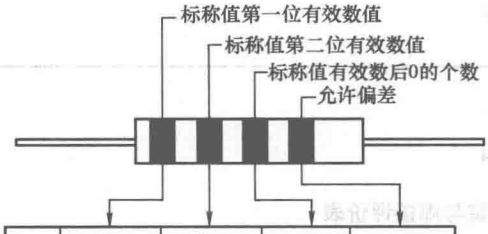
（续）

考核时间		实际时间：		自　时　分起至　时　分	
项目	考核内容		配分	评分标准	扣分
安全文明操作	1）工作台上工具摆放整齐 2）操作时轻拿轻放 3）印制电路板表面整洁 4）严格遵守安全文明操作规程		10	1）工作台上工具按要求摆放整齐，每错误一处扣2分 2）焊接时应轻拿轻放不得损坏元器件和工具，每错误一处扣3分	
合计			100		
时间	规定时间为90min			超时扣除总分一半	
教师签名：					

四、相关知识

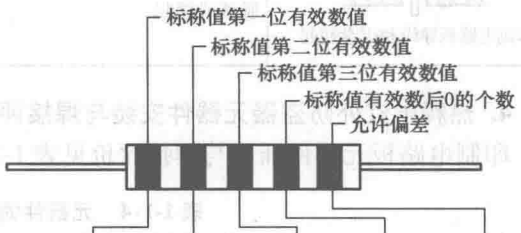
1. 元器件的检测

（1）电阻器的检测　电阻器的检测主要是电阻值及其误差的确定。电阻器的标注色标法指的是用不同颜色的色带或色点标志在电阻器表面上，以表示电阻器的标称阻值和允许偏差。色标法具有颜色醒目、标志清晰、无方向性的优点，小型化的电阻器都采用色标法进行标注。图1-1-16为用两位有效数字和三位有效数字的色标读法解释及颜色的数字值定义。



颜色	第一有效数	第二有效数	倍率	允许偏差
黑	0	0	10^0	
棕	1	1	10^1	
红	2	2	10^2	
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
蓝	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	±1.0%
金			10^{-1}	±5%
银			10^{-2}	±10%
无色				±20%

a）两位有效数字的色标读法



颜色	第一有效数	第二有效数	第三有效数	倍率	允许偏差
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	±1.0%
红	2	2	2	10^2	±2.0%
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	±0.5%
蓝	6	6	6	10^6	±0.25%
紫	7	7	7	10^7	±0.1%
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	

b）三位有效数字的色标读法

图1-1-16　色标读法规则

两位有效数字色标标注的方法多用于普通电阻器上，它用四条色环表示电阻器的标称阻

值和允许偏差，其中前三条色带表示标称阻值，后一条表示允许偏差，如图 1-1-16a 所示。前后的判断一般有两个原则：两端两条色环中距最近电阻末端的距离大者为最后一条色环（误差色环）；如果没有办法判断间距，则适用于另一条原则，即为经验法，四色环电阻误差位常为金色或银色，而且金色或银色不可能在有效数字上，因为它没有数值意义，可以由此来确定前后。

例如，一个电阻器上面的四条色环的颜色，从左到右依次为红、紫、橙、金，则根据图 1-1-16 的规定，可知其阻值为 $27\times10^{3}\Omega=27k\Omega$，允许偏差为 $\pm5\%$。

三位有效数字的色标标注方法多用于精密电阻器。它用五条色带表示电阻器的标称阻值和允许偏差，其中前四条表示标称阻值，最后一条表示允许误差，如图 1-1-16b 所示。前后的判断一般有两个原则，与四色环不同的是后一条原则不适用，主要是误差色环颜色能表示有效数值，所以这里如果用判断间距的方法不能实现而是用万用表来测量。

例如，一个电阻器五条色带的颜色从左到右依次为棕、紫、绿、金、银，则根据图 1-1-16 的规定可知，其阻值为 $175\times10^{-1}\Omega=17.5\Omega$，允许偏差为 $\pm10\%$。

有时还能见到四位有效数字的色标，读值的方法和前面的三位有效数字一样。

（2）电容器的检测　电容器的检测主要是电容器的材料，以及极性电容器的耐压能力。图 1-1-17 所示为几种常见电容器。

在实际应用中，常常需要对电容器的容量和其他参数进行选择。电容器的容量标注方法同电阻器一样，也是采用直标法（数字直接表示）和色标法两种。采用直标法需要注意的是：在瓷片电容器上经常看到如图 1-1-18 所示的 103、224 等字样，这并不表示该电容器容量为 103pF 或 224pF，它的容量应为前两位读数加上第 3 位数字表示的“0”数。即 $103=10\times1000pF=10\ 000pF$，$224=22\times10\ 000pF=220\ 000pF=0.22\mu F$。

图 1-1-17　常见电容器

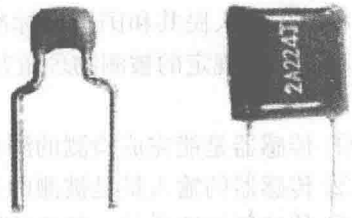


图 1-1-18　电容器的直标法

在电解电容器上还有正负极的区分，一般都有标示，还有一种普遍的识别方法：对未剪引脚的电解电容器，引脚长的一边为正极。电解电容器一般采用直标法，它的容量不需要换算。应注意的是：在容量下方一般还标注了耐压值和工作温度，如图 1-1-19 所示。

（3）二极管的检测　常用的二极管一般由两类半导体材料组成，一种是锗材料，另一种是硅材料。不同的材料意味着不同的导通电压值，锗材料约为 0.3V，硅材料约为 0.7V，可以通过数字万用表的二极管挡来测量。功能正常的二极管正向电阻值一般是千欧级，反向则为兆欧级甚至更大。

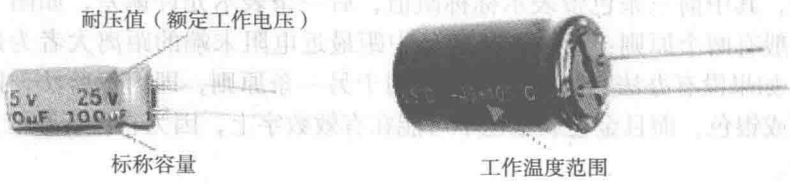


图 1-1-19 电容器的耐压值和工作温度

（4）晶体管的检测 晶体管的检测常常采用测量晶体管极与极之间阻值的方法，通常采用万用表的电阻挡来量度。应注意的是：正向电阻还是反向电阻，万用表的表笔位置是不一样的。例如，b-e 极正向，则红表笔接触 b 极；b-e 极反向，则红表笔接触 e 极。还有一种常碰到的问题是贴片晶体管的类型判断，由于贴片晶体管上没有清晰标注晶体管的型号，所以只能采用测量的方法确定是 PNP 晶体管还是 NPN 晶体管。其方法是用红表笔接触晶体管的其中一个管脚，然后用黑表笔分别去接触另外两个管脚，看是否都有一个千欧级的阻值，这样顺序测三遍，只要有一次两个都有千欧级阻值，那么这个晶体管就是 NPN 型；否则为 PNP 型。

2. 特殊元器件的识别与检测

（1）传感器概述

1）什么是传感器。传感器与特殊半导体器件广泛应用在现代工业、现代农业、现代军事、航空航天、交通运输、环境保护、医疗器械、安全防卫和家用电器等方面。

传感器与特殊半导体器件的作用是将各种各样的非电信号（如光、温度、湿度、浓度、速度、位移、流量、重量、压力、声音及电磁场等）转变为电信号，或将电信号转变为非电信号（如光、热、声、力）。

传感器与特殊半导体器件在电路中的作用就是进行测量，而精确的测量是实现精确控制的前提。如果没有传感器与特殊半导体器件对原始数据进行准确、可靠和实时地测量，根本无法实现设备与系统的正常运行并处于最佳状态，甚至使设备与系统受到严重的破坏。

根据中华人民共和国国家标准（GB/T 7665—2005《传感器通用术语》）定义：传感器是一种能感受规定的被测物理量并按照一定的规律转换为可用输出信号的器件和装置。它涵盖了以下内容：

① 传感器是能完成检测的测量装置。

② 传感器的输入量是被测的某一物理量（主要为非电量）。

③ 传感器的输出量应便于传输、转换、处理和显示（主要为电量）。

所以，可将传感器理解成一种换能器件，它的作用一般是指它可以将非电量转换为电量。

2）传感器的结构、作用和特点。传感器一般由敏感元件、转换元件和基本电路组成，如图 1-1-20 所示。

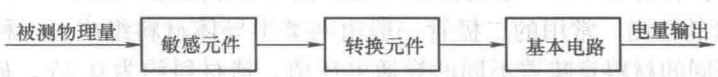


图 1-1-20 传感器结构

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com