

中等职业教育电工电子技术应用专业项目教学系列教材

电子产品制作工艺与操作实训

<http://www.phei.com.cn>



丛书主编：葛金印 主编：朱国平 李兴莲



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

中等职业教育电工电子技术应用专业项目教学系列教材

电子产品制作工艺与 操作实训

葛金印 丛书主编
朱国平 李兴莲 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是中等职业教育电工电子技术应用专业项目教学系列教材之一。本书的特点是以电子技术应用专业的工作任务和岗位职业能力分析为基础,建立了“工作过程为主线,项目课程为主体”的课程体系;以典型电子电路(产品)为载体,结合职业技能鉴定标准在操作实训中详细讲解了实用的工艺知识与岗位技能。全书共分为八个项目,主要包括电子产品制作的常用器材、技术文件、工艺知识,以及操作训练等。

本书可作为中等职业学校电工电子技术应用专业教材,也可作为从事电子产品生产和维修人员的培训及自学用书。

为了方便教师教学,本书还配有电子教学参考资料包(教学指南、参考答案、教学素材),详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品制作工艺与操作实训 / 朱国平, 李兴莲主编. 北京: 电子工业出版社, 2009.2

(中等职业教育电工电子技术应用专业项目教学系列教材)

ISBN 978-7-121-07717-3

I. 电… II. ①朱… ②李… III. 电子产品—生产工艺—专业学校—教材 IV.TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 003050 号

策划编辑: 蔡 葵

责任编辑: 宋兆武 谭丽莎

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13.75 字数: 352 千字

印 次: 2009 年 2 月第 1 次印刷

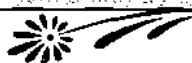
印 数: 4000 册 定价: 20.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言



本书是中等职业学校电工电子技术应用专业项目教学系列教材之一。广大中等职业学校教学一线的骨干教师和学科带头人在新一轮职业教学改革中,通过广泛的社会调研,对电工电子岗位群应具备的职业能力、职业素质进行深刻的研讨,并在行业专家的积极参与下,制定了中等职业学校电工电子技术应用专业指导性教学方案,并编写了相关核心课程标准。本书就是根据“电子产品制作工艺与操作实训核心课程标准”编写的。

本书以“能力本位—实践主线—项目主体”的脉络编写而成,体现了“渗透式—嵌入式—整合式—衔接式”的先进理念。作为项目课程教材,它以生产型实践过程及实际产品为工作任务,注重工艺过程与工艺标准的学习,并以此为基础构建了项目形式的学习任务。本书的学习过程要求采取任务驱动的教学方法,边做边学,融理论、实践、生产、管理于一体;要求通过任务分析、知识准备、实践学习、实习评价、思考练习、知识拓展等以学生为主体环节的活动,培养学生的职业能力与素质。

本书参考教学学时数为120学时,使用时可根据具体情况删减部分内容。

课程教学学时数建议(供参考)如下表所示。

序 号	项 目	课 时
1	项目一、电子产品装接工艺技术准备	4+6+4+6
2	项目二、手工焊接	2+8+4+8
3	项目三、装调整流滤波电路	4+4+6
4	项目四、装调三极管放大电路	4+4+6
5	项目五、装调功率放大器	2+6
6	项目六、装调串联型晶体管稳压电源	2+8
7	项目七、装调晶体管收音机	14
8	项目八、装调万用表	14
	机动	6
	合计	120

本书由江苏常州旅游商贸高等职业技术学校朱国平与张家港职教中心李兴莲主编。具体分工如下:朱国平编写了项目一、项目二、项目四、项目六、项目七、项目八和附录;李兴莲编写了项目三和项目五。

本书由张国军审稿并通过丛书主编葛金印终审,他们的宝贵意见提高了书稿质量;蒋淼菁提供了行业相关工艺资料与标准,在此一并表示衷心感谢!

由于项目式教学是一种新型教学形式,加上编者水平有限,书中难免错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

为了方便教师教学,本书还配有教学指南、参考答案(电子版)以及教学素材,教学素材中的生产性技术文件及工作任务书接近企业生产实际,供参考。请有此需要的教师登录华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn或www.hxedu.com.cn)免费注册后再进行下载,有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系(E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编 者
2009年3月



目 录



项目一 电子产品装接工艺技术准备	1
任务一 识读技术文件	1
任务二 元器件引线预加工	16
任务三 线缆预加工	20
任务四 线扎加工	26
项目二 手工焊接	32
任务一 手工焊接工具与材料的选用	32
任务二 印制电路板的装接	40
任务三 导线和接线端子的装接	51
任务四 表面安装技术	56
项目三 装调整流滤波电路	70
任务一 测量电容器	70
任务二 测量晶体二极管	78
任务三 装调单相桥式整流电容滤波电路	91
项目四 装调三极管放大电路	103
任务一 测量电阻器	103
任务二 测量晶体三极管	110
任务三 装调放大电路	117
项目五 装调功率放大电路	125
任务一 电感器的测量	125
任务二 装调 OTL 功率放大电路	129
项目六 装调串联型晶体管稳压电源	137
任务一 识别集成电路	137
任务二 装调串联型稳压电源	143
项目七 装调晶体管收音机(综合训练)	152
项目八 装调万用表(综合训练)	163
附录 A 部分电气图形符号	201
附录 B 常用半导体二极管的主要参数	203
附录 C 常用半导体三极管的主要参数	205
附录 D 部分模拟集成电路的主要参数	209
附录 E 装接实习参考电路	210
参考文献	214

项目一 电子产品装接工艺技术准备



电子产品装接工艺技术准备包括识读技术文件、准备工具、准备电子材料与元器件等工作内容。在进行电子产品的装接时，必须能识读电路原理图、印制电路板装配图、工艺文件配套明细表、工艺文件装配工艺卡；能选用电子产品装接常用工具；能备齐常用电子材料、合格的电子元器件；能加工电子元件的引线，制作短连线等。

任务一 识读技术文件

电子产品在装接生产中，要接触各种电气图、文字表格、工艺说明书，这些图、文、表统称为技术文件。能识读技术文件，是从事电子产品装接工作的基本能力。在电子产品的规模生产中，技术文件具有生产法规的效力，各生产岗位必须按照技术文件进行生产。技术文件是生产的统一标准与工艺管理的规范，不允许生产者个人随意进行更改。文件一旦审核签署，便不能随意更改，如果需要更改，也必须履行严格的手续。技术文件可分为设计文件和工艺文件两大类。设计文件是产品从研究、设计、试制、鉴定到生产实践的过程中积累而形成的图样及技术资料，如电路框图、电路原理图、电路装配图等。工艺文件是在产品生产过程中用于组织生产、指导操作和管理质量等的文件。

一、学习目标

1. 能正确识读电路框图、电路原理图、电路装配图、明细表等设计文件。
2. 能识读并领会装配工艺卡、扎线加工表、工艺说明卡等工艺文件。
3. 养成规范化管理、标准化生产的职业意识。

二、学习准备

1. 阅读教材，查阅网络（关键词：电路框图、电路原理图、电路装配图、明细表、装配工艺卡、扎线加工表、工艺说明卡）。
2. 收集电子产品设计文件与工艺文件并进行识读。

三、学习过程

1. 电路框图

电路框图是表示电子产品各组成部分的相互关系和信号流程特征的简图，它是一种说明性图形。在电路框图中，“方框”代表了一组元器件、一个部件或一个功能块，它们自左向右或从上而下排成一行或数列，在“方框”内标有其作用、名称或代号。各组成部分的电气连接用实线表示，机械连接用虚线表示，有时在连线上还加有箭头以表示信号的流程或动作顺序，需要时还可以在连线上方标注该处的特性参数，如信号波形、电平、频率等。如图 1-1 所示为收音机的电路框图。电路框图为编制更详细的技术文件提供了基础，也是电子产品调

3. 电路装配图

电路装配图是表示电子产品中各元器件、部件的连接与装配关系的图样。如图 1-3 所示为调幅收音机的印制电路板装配图。电路装配图是根据电路原理图而绘出来的,既可手工绘制,也可利用计算机软件绘制。目前普遍使用了 Protel 电路设计与制版系列软件来绘制电路装配图。电路装配图是装接电子产品、寻找故障和检查维修的重要技术文件。

印制电路板是电子产品装接过程中不可缺少的材料。将电路装配图印刷在电路板上,利用铜箔形成导电电路的分布,并完成一定设计要求的机械加工,就成为电子产品装接中的基本部件了。印制电路板有单面、双面与多层之分。

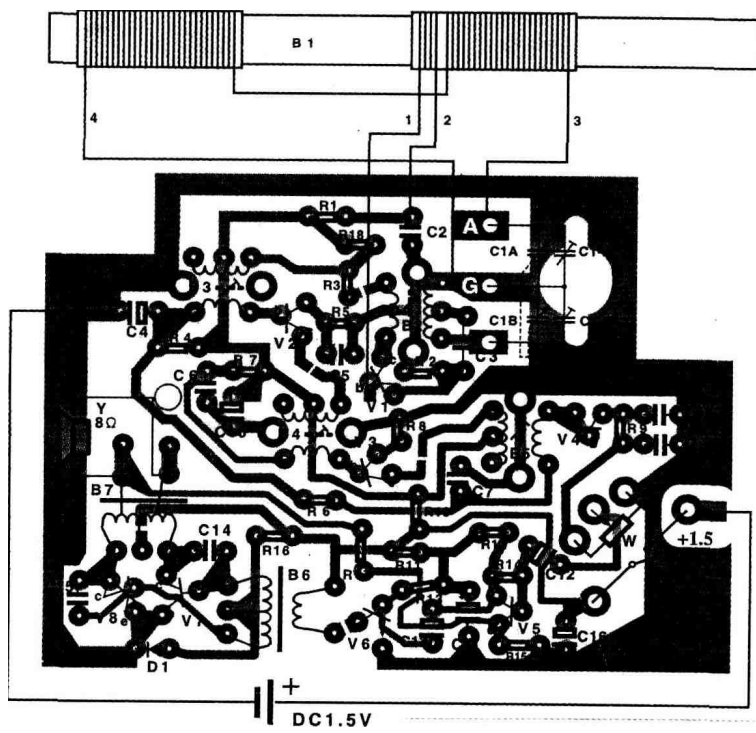


图 1-3 调幅收音机的印制电路板装配图

4. 接线图

电子产品内部的大部分元器件都可以利用印制电路板来完成连接,但也有部件与元器件的连接需使用导线或电缆来完成。接线图就是表示电子产品内部各部件及元器件之间导电连接线实际位置的图样。接线图可以按结构方式和图例方式进行绘制,其中利用部件、元器件、接线装置、导线等实物的简化轮廓图样绘制接线图的方法,称为结构方式;利用元器件的图形符号绘制接线图的方法,称为图例方式。

接线图可以与电路原理图、电路装配图一起用于电子产品的装接连线和检查维修。复杂的电子产品接线图还应包含接线表。如图 1-4 所示为洗衣机的接线图。

5. 明细表

明细表是表格形式的设计文件,用于确定产品生产组成部分的内容和数量,可分为成套件明细表、整件明细表和成套设备明细表等。其中整件明细表是确定整件组成部分具体内容和数量的技术文件,是企业组织生产和进行生产管理的基本依据。整件明细表通常按文件、



单元电路、部件、零件、标准件、外购件、材料等顺序填写。在明细表中应注明电子产品各组成部分及元器件在电路中的代号、名称、规格、型号及数量。表 1-1 为调幅收音机的元器件明细表。

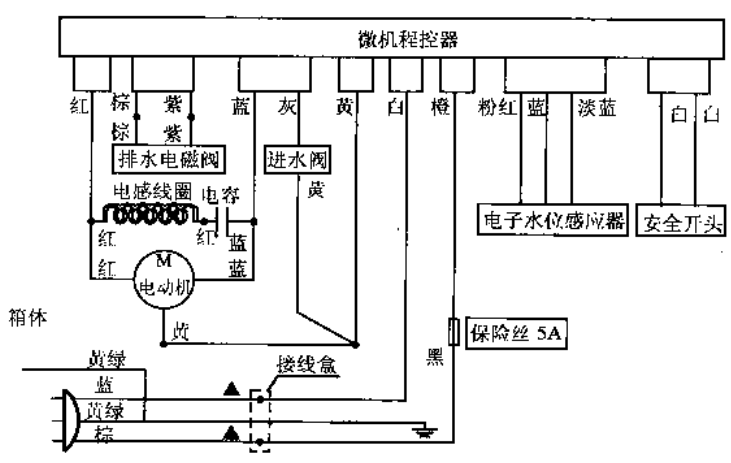


图 1-4 洗衣机的接线图

表 1-1 调幅收音机的元器件明细表

明 细 表			产品型号及名称		产品图号
			xxx调幅收音机		xx1.030.01
序 号	名称、型号及规格	装 入 代 号	数 量	备 注	
1	电阻 100k Ω	R ₁	1		
2	电阻 2k Ω	R ₂	1		
3	电阻 82 Ω	R ₃	1		
4	电阻 20k Ω	R ₄	1		
5	电阻 150 Ω	R ₅	1		
6	电阻 1k Ω	R ₆	1		
7	电阻 62k Ω	R ₇	1		
8	电阻 51 Ω	R ₈	1		
9	电阻 680 Ω	R ₉	1		
10	电阻 51 Ω	R ₁₀	1		
11	电阻 220 Ω	R ₁₁	1		
12	电阻 820 Ω	R ₁₂	1		
13	电阻 20k Ω	R ₁₃	1		
14	电阻 15k Ω	R ₁₄	1		
15	电阻 15 Ω	R ₁₅	1		
16	电阻 270 Ω	R ₁₆	1		
17	电阻 3k Ω	R ₁₇	1		
18	电阻 15k Ω	R ₁₈	1		
19	电位器 4.7k Ω 短轴	W	1		
20	双联 CBM223P	C ₁	1		
21	元片电容 0.022 μ F	C ₂	1		



续表

	明 细 表				产 品 型 号 及 名 称			产 品 图 号		
					xxx调幅收音机			xx1.030.01		
	序 号	名称、型号及规格	装 入 代 号		数 量	备 注				
	22	元片电容 0.01 μF	C_3		1					
	23	电解电容 10 μF	C_4		1					
	24	元片电容 0.022 μF	C_5		1					
	25	元片电容 0.022 μF	C_6		1					
	26	元片电容 0.022 μF	C_7		1					
	27	元片电容 0.022 μF	C_8		1					
	28	元片电容 0.022 μF	C_9		1					
	29	电解电容 100 μF	C_{10}		1					
	30	电解电容 100 μF	C_{11}		1					
	31	电解电容 4.7 μF	C_{12}		1					
	32	电解电容 4.7 μF	C_{13}		1					
	33	元片电容 0.033 μF	C_{14}		1					
	34	元片电容 0.033 μF	C_{15}		1					
35	电解电容 100 μF	C_{16}		1						
旧底图总号	更改标记	数量	更改单号	签名	日期		签名	日期	第 1 页	
						拟 制				
						审 核				
底图总号									共 2 页	
						标准化				
									第 册	第 页

第 1 页

共 2 页

第 册

第 页

6. 技术条件和技术说明书

(1) 技术条件

技术条件是对产品的质量指标、规格和检验方法所做的各项技术规定,是产品生产者和使用者必须共同遵循的技术依据。技术条件包括概述、技术要求、外形尺寸、试验方法、检验规则、标志、储存和运输等内容。

概述:说明本技术条件的用途、适用范围、编写依据和标准。

技术要求:说明产品的性能指标、主要参数与允许误差等。

外形尺寸:说明产品的结构特点、外形尺寸及安装尺寸。

试验方法:说明按产品技术要求规定对产品进行检验的方法,如试验条件、试验步骤,以及对试验所用仪器设备的要求。

检验规则:说明检验类别和条件、样品抽取方式、检验项目和步骤、复检规定、检验后产品的处理等内容。

标志、储存和运输:标志是指产品的标志或包装容器上的标志。储存是指对存放环境的温度、湿度及卫生条件的要求。运输指对运输工具及保护措施的要求。

(2) 技术说明书

技术说明书是用于说明产品用途、性能、组成、工作原理及使用维护方法的技术文件。技术说明书一般包括概述、技术特性、工作原理、结构特征、安装和使用、调整和维修说明书等。



概述说明书：用以概括性地说明产品的用途、性能、组成、原理和特点。

技术特性说明书：定量地列出产品的各项技术指标与技术参数。

工作原理说明书：结合电路框图、电路原理图及其他示意图阐述产品的工作原理，说明产品的主要设计理论与设计构思。

结构特征说明书：说明产品在结构上的特点、特性及组成等。

安装和使用说明书：说明正确安装、合理操作、安全使用的注意事项。

调整和维修说明书：指导用户在必要时对产品进行正确地调整，使产品达到规定的技术指标，并说明在正常情况下的维护要求，以及发生简单故障时的处理方法。

7. 导线和线扎加工卡

导线和线扎加工卡用于导线和线扎的加工工艺，如表 1-2 所示。其中“装入代号”是指导线在产品或线扎中的编号；“名称、型号及规格”是指各种线材的型号和规格；“颜色”、“数量”、“L 全长”、“A 剥头”、“B 剥头”是指导线的尺寸、端头的处理要求等；导线端头的去向或装接处应根据实际要求填写。

8. 元器件预成型卡

元器件预成型卡用于元器件引线预加工工艺，如表 1-3 所示。其中“a”指元件引线成型后的引线间距；“d”指元件的引线直径；“r”指引线的弯曲半径；“h”指将元器件插入印制电路板后，元器件本体底面距印制电路板的距离。

9. 装配工艺型卡

装配工艺卡是电子产品装接中的重要工艺文件，在准备工艺的各道工序和装接工艺的各道工序中都有使用。它是按产品或零件、部件的某一工艺阶段编制的一种工艺文件。它以工序为单位，详细说明了产品（零、部件）在某一工艺阶段中的工序号、工序名称、工序内容、操作要求，以及采用的设备和装备等。装配工艺卡的形式如表 1-4 所示。

10. 装配工艺过程卡

装配工艺过程卡是以工序为单位，简要说明产品或零件、部件的加工（或装接）过程的一种工艺文件，如表 1-5、表 1-6 所示。

11. 工艺说明

工艺说明可用做调试说明、调试简图、检验说明、工艺流水方框图、特殊要求的工艺图等。参见如表 1-7 所示的工序质量控制点明细表与工艺流水方框图，以及如表 1-8 所示的工序控制点操作卡。

表 1-2 导线和线扎加工卡

导线和线扎加工卡			产品型号及名称							产 品 图 号		
			xxx电源							xx2.030.005		
			序 号	装入 代号	名称、型号及规格	颜色	数量	长 度 (mm)				去向或装接处
L 全长	A 端	B 端						A 剥头	B 剥头	A 端	B 端	
1	X ₁₋₁	安装线 ASTVR 0.14	棕	1	730			10	8	T ₁₋₁	R ₂	
2	X ₁₋₂	ASTVR 0.14	棕	1	460			8	8	L ₁₅	R ₂₀	
3	X ₁₋₃	ASTVR 0.14	白	1	705			8	8	R ₂₁	C ₃₀	
4	X ₁₋₄	ASTVR 0.14	黑	1	400			8	8	L ₈	R ₁₂	
5	X ₁₋₅	ASTVR 0.14	绿	1	400			8	8	VT _{3-b}	C ₁	

续表

A schematic diagram of a rectangular loop. A shaded rectangular resistor is positioned at the top center. Two vertical wires extend downwards from the ends of the resistor. These wires are connected by a horizontal section on the right, which has a height labeled h . The horizontal distance between the two vertical wires is labeled a . The radius of curvature of the top bend is labeled $r = 0.5 \sim 3d$.

表 1-5 装配工艺过程卡 (一)

第 1 页 共 1 页



表 1-6 装配工艺过程卡(二)

		装配工艺过程卡					装配件名称		装配件图号	
		序号	装入件及辅助材料		车间	序号	工种	工序(工步)内容及要求	设备及工装	工时定额
			图号、名称	数量						
		1	周率板	1	装配	工序 1	装配	周率板的位置要正并牢固		
		2	扬声器金属防尘网罩	1	装配	工序 1	装配	扬声器金属防尘网罩的位置要准,一定要对准安装孔,安装应平整、服贴、牢固		
使用性										
旧底图总号										
底图总号		更改标记	数量	文件号	签名	日期	签 名	日期	第 页	
							拟制			
							审核			
日期	签名								共 页	
									第 册	第 页

表 1-7 工序质量控制点明细表

		工序质量控制点明细表		产 品 型 号 及 名 称		产 品 图 号	
		控制点 编号	工 序 名 称	控制点名称		工序质量指标	工序质量目标
		1	元器件检验	元器件平均上机不良率			
		2	基板插件（机插）	插件不良率			
		3	基板插件（手插）	插件不良率			
		4	自动焊接	焊点不良率（补焊前）			
		5		焊点不良率（高温中）			
		6	基板补焊	补焊不良率（补焊后）			
		7	基板调试	调试不良率			
		8	整机总装	整机装配不良率			
		9		整机焊接不良率			
		10	整机调试	整机调试不良率			

