



电子电工技术入门
一月通



30 Days

电子电路制作与工艺

一月通

◎ 王忠诚 陈兴祥 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电子电工技术入门一月通

电子电路制作与工艺一月通

王忠诚 陈兴祥 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是根据初学者的心理特点及学习要求编写的,全书按日安排学习内容,力求在一个月内在读者轻松掌握电子电路的制作。全书由30个教学情境构成,先后讲述了31个实用电路和趣味电路的制作过程。通过31项任务衔接教与学,最终实现教学目的,使初学者掌握各种电子电路的制作要领。全书内容精彩,教学形式生动活泼,充分展现了师在“做”中教,徒在“做”中学的教学特色,大大减小了教学的疲劳感,使得教与学都变成了一件十分有趣的事情。

本书配有相应的电路演示讲解,可在购书后登录华信教育资源网:www.hxedu.com.cn,注册后免费下载。

本书适合广大电子爱好者使用,也可作为短期培训的教材,还可作为中职和高职电子类专业用书。

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

电子电路制作与工艺一月通 / 王忠诚, 陈兴祥编著. —北京: 电子工业出版社, 2015.7

(电子电工技术入门一月通)

ISBN 978-7-121-26732-1

I. ①电… II. ①王… ②陈… III. ①电子电路—制作—基本知识 IV. ①TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第166711号

策划编辑: 张 榕

责任编辑: 张 榕

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 北京天宇星印刷厂

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: 15.25 字数: 390千字

版 次: 2015年7月第1版

印 次: 2015年7月第1次印刷

印 数: 3000册 定价: 39.80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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

丛书序言

教育部在《面向 21 世纪深化职业教育教学改革的原则意见》中指出：“职业教育要培养同 21 世纪我国社会主义建设要求相适应的，具有综合职业能力和全面素质的，直接在生产、服务、技术和管理一线工作的应用型人才。”这不仅是我国职业教育改革的核心指导思想，也为我国中等职业学校教材研发指明了方向。

目前，我国大部分中等职业学校都在采用国家规划教材，这对于规范全国的中等职业教育内容，提高整体教学质量有很大的促进作用，但同时也面临着一个很现实的问题：国家规划教材具有很强的系统性和阶段性，更新周期较长，缺乏灵活性、针对性和时效性。这就需要工作在职业教育一线上，具有丰富教学经验的教师们，积极研发新教材，作为国家规划教材的有力补充。新教材应把“学以致用”，培养“一线工作的应用型人才”作为研发目的，注重培养学生的学习兴趣，充分发挥学生的学习潜能，真正让学生学而不厌，即学即用。本着这一初衷，我们向电子工业出版社申报了《中职电子专业对话式、图话式教材探究与开发》大型课题研究项目，并获准立项。

近年来，由于国家对职业教育发展的高度重视和大力推动，中职教育也得到了迅猛发展，但毋庸置疑，我国的中职教育仍存在学生厌学，毕业后不能很好地适应社会需要的现状。如何让中职学生“好学，学好；好就业，就业好”，这是摆在我们每个职教工作者面前的难题。要想攻克此难题，就得从改革职业教育的教学内容和教学方法入手，而新教材的研发正是教学内容、教学方法改革的源头。

我们通过对现有的中职电子专业主干课程教材的研究，发现普遍存在以下一些现象：

1. 强调理论的完整性和系统性，忽视知识的实用性。由于专业课教材过多地注重理论的完整性和系统性，难度大，且实用性不强，不符合中职学生的认知水平，忽视了中职学生在接受知识时对课程实用性的要求，从而助长了学生的厌学情绪，容易使学生滋生学习无用的思想。

2. 教材版面呆板，缺乏趣味性。很多教材大篇幅地采用文字表述，问题描述不直观。由于缺少图片的支持，尤其是实物图片的支持，教材内容显得呆板，缺乏趣味，学生学习倍感单调和难以理解。而且这样的教材使理论与实践严重脱节，学生学过以后，仍然无法把理论与实践联系起来。

3. 教材内容更新缓慢，严重滞后于应用电子技术的发展步伐。比如某些关于电视技术的教材，“黑白电视机原理”仍然占有较大的篇幅。新设备、新工艺、新材料、新技术没有及时反映到教材中。学生毕业后当然无法适应电子企业的需要。

4. 知识点不够精练，不利于循序渐进地展开教学。中职教育的学制一般为 2~3 年，理论教学与实践教学的比例要求为 1:1。这就要求专业课程的理论教学做到少而精。加之电子专业的知识具有前后连贯性，大部分课程不能同时讲授，如果教材的知识点太杂，在循序渐进地展开教学时，就无法在有限的课时内完成教学任务。

针对以上现象，我们通过《中职电子专业对话式、图话式教材探究与开发》课题研究项目，开发了《电子维修技术图文对话一月通》丛书。该套丛书共 4 本，分别是《电子元器件

与电路一月通》、《彩色电视机维修一月通》、《液晶显示器与液晶电视机维修一月通》、《电冰箱与空调器维修一月通》。该套丛书出版后，得到了业内各相关学校师生的肯定，好评不断。时隔4年，我们根据读者回馈信息及教学培训实践，增加、删改、整合了一些内容，使之与时俱进，更贴合当今初学者需求。现改名为《电子电工技术入门一月通》丛书，增加了呼声较高的《电工技术应用一月通》和《电子电路制作与工艺一月通》，使该套丛书适合更广泛的需求。本套丛书共6本，分别是《电子元器件与电路一月通（第2版）》、《彩色电视机维修一月通（第2版）》、《液晶显示器与液晶电视机维修一月通（第2版）》、《电冰箱与空调器维修一月通（第2版）》、《电工技术应用一月通》、《电子电路制作与工艺一月通》。本套教材着重从以下几个方面进行了大胆的尝试：

1. 以易学、够用为原则，打破理论完整性和系统性的约束，做到即学即用。通过多年的电子专业教学摸索，我们总结了电子专业相关行业对该专业理论与实践的要求，加大了教材中实用知识的篇幅，压缩甚至删减了中职毕业生在实际工作中极少涉及或无须涉及的理论知识。降低了学生入门的难度，并能在实际工作中快速上手。

2. 改变以文字表述为主的编写模式，完全采用图话、对话的讲述模式。图话、对话模式使教材版面耳目一新，让学生又找回了类似孩童时看连环画的浓厚兴趣。图片具有简明、直观、形象等特点。学生通过大量的实物和示意图片，非常轻松地把理论与实践联系起来，甚至在实习时可以做到按图索骥，无师自通。教材以中职学生的认知水平设置情境对话，既激发了学生的学习兴趣，又避免了他们对大段大段枯燥文字的畏惧和厌烦。

3. 精炼和整合多门专业主干课程，更加适合电子专业的教学规律，使课程能在较少的课时内循序渐进地完成教学。若每天学习3~4课时，每本教材均可在一个月内学完。

总之，随着我国职业教育在国民教育体系中地位的提升和社会对职业人才需求的增长，中职电子专业教育对专业主干课程教材的标准也在提高。中职电子专业主干课程教材的研发必须与学术研究联系起来，紧跟时代步伐，不断地调整思路与模式，力求同时适应学生、企业 and 市场三方面的需求。我们也相信这套教材一定能够调动学生的学习兴趣，达到学有所获的目的，也一定能够减轻教师的教学压力，收到寓教于乐的效果。

编 著 者

前 言

近年来,在我国职业院校中,各种技能竞赛开展得如火如荼,无论是高职学校,还是中职学校,一年一度的市级、省级、国家级电子制作与电路设计大赛已成常态,且规模愈来愈大。各个学校为了提升竞技水平,也纷纷开设了《电子制作》课程。为了适应学校的需要,一些电子网站不断投入人力、物力和财力,开发出了各种各样的电子电路套件,以满足学生的训练之需。介于这种情况,笔者认为很有必要对当前网络中流行的一些电子电路进行归类、整理和筛选,选出具有代表性和时效性的电路组成一本教材,以进一步完善《电子制作》课程的教学资源。《电子电路制作与工艺一月通》一书就是在这种背景下开发出来的,它是《电子电工技术入门一月通》丛书的有力补充。

该书采用图文对话形式展示知识,通过任务驱动的方式来完成教学,充分体现了“做中教,做中学”的教学特色,是项目教学和情境教学的完美结合。全书按照行动导向的教学原则,将教学内容提炼成30个教学情境,通过这30个教学情境来传授电子电路制作知识。这30个教学情境又是30项具体任务,要求学生每天完成一项任务,通过30天的学习,学生即可轻松愉快地掌握相关内容,从而实现教学目的。另外,由于本书中所用电路板均为实际采购,为实操方便,电路板上及相应电路中的相关元器件标号、单位等均未按国标更改,特此说明。

本书配有相应的电路演示讲解,可在购书后登录华信教育资源网:www.hxedu.com.cn,注册后免费下载。

该书适合高职院校、中职学校电子专业学生使用,也适合电子专业短期培训班学员使用。当作为教科书时,可按120课时教学。书中电路套件在淘宝网、天猫网、零零电子网、聚零电子网等网站中均有销售,各位老师和学员可自行选购。

参与本书编写的还有罗纲要、钟燕梅、王逸轩、孙唯真、杨建红、宋兵等,在此谨表感谢。同时得到了蒋茂方、王进军、易尚凯、戴孝良、曹成、张晓勇等同志的大力支持,在此一并表示感谢。

编 著 者

目 录

绪论	(1)
一、常用工具	(1)
二、专用工具	(3)
三、常用的仪器仪表	(6)
四、电子制作工艺	(6)
第 1 日 调温电路与调光电路	(12)
一、调温电路	(12)
二、调光电路	(14)
第 2 日 声/光控开关电路	(16)
一、电路介绍	(16)
二、特殊元器件介绍	(18)
三、元器件清单	(19)
四、安装流程	(19)
五、电路测试	(20)
第 3 日 声控开关电路	(21)
一、电路介绍	(21)
二、元器件清单	(23)
三、安装流程	(23)
四、电路测试	(24)
第 4 日 声控延迟开关电路	(25)
一、电路介绍	(25)
二、元器件清单	(27)
三、安装流程	(27)
四、电路测试	(28)
第 5 日 触摸振动报警器	(29)
一、电路介绍	(29)
二、特殊元器件介绍	(31)
三、元器件清单	(34)
四、安装流程	(34)
五、电路测试	(35)
第 6 日 声控 LED 旋律灯电路	(36)
一、电路介绍	(36)
二、元器件清单	(38)
三、安装流程	(38)
四、电路测试	(40)

第 7 日	光控心形音乐循环灯电路	(41)
一、	电路介绍	(41)
二、	特殊元器件介绍	(44)
三、	元器件清单	(45)
四、	安装流程	(46)
五、	电路测试	(48)
第 8 日	九路流水灯控制器	(49)
一、	电路介绍	(49)
二、	集成块介绍	(51)
三、	元器件清单	(53)
四、	安装流程	(53)
五、	电路测试	(55)
第 9 日	双色爆闪灯电路	(56)
一、	电路介绍	(56)
二、	元器件清单	(58)
三、	安装流程	(58)
四、	电路测试	(60)
第 10 日	梦幻灯电路	(61)
一、	电路介绍	(61)
二、	特殊元器件介绍	(63)
三、	元器件清单	(65)
四、	安装流程	(66)
五、	电路测试	(68)
第 11 日	六路彩灯控制电路	(69)
一、	电路介绍	(69)
二、	集成块介绍	(72)
三、	元器件清单	(73)
四、	安装流程	(73)
五、	电路测试	(75)
第 12 日	电子幸运转盘电路	(76)
一、	电路介绍	(76)
二、	元器件清单	(79)
三、	安装流程	(79)
四、	电路测试	(81)
五、	电路应用	(82)
第 13 日	电子骰子电路	(83)
一、	电路介绍	(83)
二、	元器件清单	(86)
三、	安装流程	(86)
四、	电路测试	(88)

第 14 日	由 LM324 构成的波形发生器	(89)
一、	电路介绍	(89)
二、	集成块介绍	(92)
三、	元器件清单	(93)
四、	安装流程	(93)
五、	电路测试	(96)
第 15 日	由 NE555 构成的波形发生器	(97)
一、	电路介绍	(97)
二、	元器件清单	(100)
三、	安装流程	(100)
四、	电路测试	(102)
第 16 日	分立元器件 OTL 功放电路	(104)
一、	电路介绍	(104)
二、	元器件清单	(106)
三、	安装流程	(106)
四、	电路测试	(108)
第 17 日	集成式 OCL 功放电路	(111)
一、	电路介绍	(111)
二、	集成块介绍	(113)
三、	元器件清单	(114)
四、	安装流程	(115)
五、	电路测试	(117)
第 18 日	集成式 BTL 功放电路	(119)
一、	电路介绍	(119)
二、	集成块介绍	(121)
三、	元器件清单	(122)
四、	安装流程	(123)
五、	电路测试	(125)
第 19 日	串联稳压电路	(126)
一、	电路介绍	(126)
二、	元器件清单	(128)
三、	安装流程	(128)
四、	电路测试	(131)
第 20 日	手机充电器	(132)
一、	电路介绍	(132)
二、	特殊元器件介绍	(135)
三、	元器件清单	(137)
四、	安装流程	(138)
五、	电路测试	(140)

第 21 日	分立式手机万能充电器	(141)
一、	电路介绍	(141)
二、	元器件清单	(144)
三、	电路安装流程	(145)
四、	电路测试	(147)
五、	配件安装流程	(148)
六、	使用	(150)
第 22 日	集成式手机电池充电器	(151)
一、	电路介绍	(151)
二、	集成块介绍	(153)
三、	元器件清单	(154)
四、	安装流程	(155)
五、	电路测试	(157)
六、	使用	(157)
第 23 日	5V-12V 升压电路	(158)
一、	电路介绍	(158)
二、	集成块介绍	(160)
三、	元器件清单	(160)
四、	安装流程	(161)
五、	电路测试	(163)
第 24 日	数字多路抢答器	(164)
一、	电路介绍	(164)
二、	特殊元器件介绍	(167)
三、	元器件清单	(170)
四、	安装流程	(170)
五、	电路测试	(172)
第 25 日	红外探测雷达	(174)
一、	电路介绍	(174)
二、	集成块介绍	(176)
三、	元器件清单	(178)
四、	安装流程	(179)
五、	电路测试	(181)
第 26 日	交通信号灯演示电路	(182)
一、	电路介绍	(182)
二、	集成块介绍	(186)
三、	元器件清单	(187)
四、	安装流程	(187)
五、	电路测试	(191)
第 27 日	四位数字钟	(192)
一、	电路介绍	(192)

二、特殊元器件介绍·····	(195)
三、元器件清单·····	(196)
四、安装流程·····	(196)
五、电路测试·····	(198)
第 28 日 热释红外电子狗·····	(199)
一、电路介绍·····	(199)
二、特殊元器件介绍·····	(201)
三、元器件清单·····	(203)
四、电路安装流程·····	(204)
五、配件安装流程·····	(207)
六、整机测试·····	(207)
第 29 日 七管调幅收音机·····	(209)
一、电路介绍·····	(209)
二、特殊元器件介绍·····	(211)
三、元器件清单·····	(214)
四、安装流程·····	(214)
五、整机测试与调整·····	(218)
第 30 日 集成式调幅/调频收音机·····	(221)
一、电路介绍·····	(221)
二、集成块介绍·····	(224)
三、元器件清单·····	(226)
四、贴片 IC 焊接技巧·····	(226)
五、安装流程·····	(228)
六、整机测试与调整·····	(230)

绪 论

实用电路及趣味电路制作是一件十分有趣的事情，通过实际产品制作不但能全面提高动手能力，还能加深对电子电路的认识，使理论和实践高度结合在一起，因此，初学者必须重视电子制作。

一、常用工具

俗语有云“工欲善其事，必先利其器”，这句话充分道出了工具的重要性。电子制作所需的工具较多，常用工具有：电烙铁、起子、镊子、改锥（无感起子）、钳子等。

1. 电烙铁

电烙铁通常简称烙铁，是用来焊接和拆卸元器件的工具。电子制作常用的电烙铁有三种，即尖头烙铁、斜面头烙铁及吸锡烙铁，如图 0-1 所示。功率一般选择 20~35W 为宜。一般的焊接采用斜面头烙铁即可。引脚很细的元器件，或贴片元器件采用尖头烙铁焊接。吸锡烙铁主要用来拆卸元器件。



图 0-1 电烙铁

2. 起子

起子又叫螺丝刀，用于紧固和拆卸螺钉，有一字起和十字起两种类型，如图 0-2 所示。为了在制作过程中能够方便地紧固和拆卸各种螺钉，建议准备多种规格尺寸的一字起和十字起。



图 0-2 起子

3. 镊子

镊子的主要用途是在焊接时夹持导线或元器件，以防止其移动。镊子也可作为拆卸元件的辅助工具。镊子的形状有两种，即直头镊子和弯头镊子，如图 0-3 所示。



图 0-3 镊子

4. 改锥

改锥又称无感起子，其外形如图 0-4 所示。它比普通起子小得多，改锥的主要作用是用来调节中周、可变电阻等。由于改锥是由绝缘材料制成的，用它来调节中周时，不会影响中周的谐振频率，可以提高调整精度。

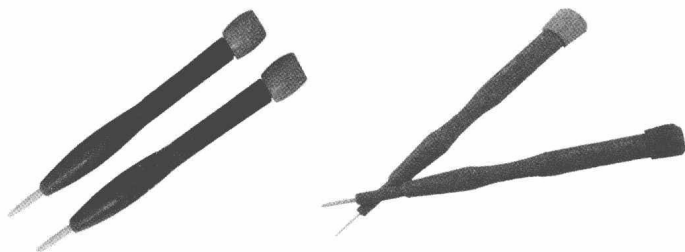


图 0-4 改锥

5. 雕刻刀、美工刀和锥子

当自制电路板时，就需要用到雕刻刀、美工刀和锥子。雕刻刀、美工刀和锥子如图 0-5 所示，雕刻刀和美工刀主要用来刻制电路板。由于美工刀易折断，建议使用雕刻刀来刻制电路板。锥子主要用来钻孔，刻制好电路板后，就得用锥子来钻元器件孔。为了确保所钻的孔与元器件引脚的粗细相适应，建议配备多种规格的锥子。



图 0-5 雕刻刀、美工刀和锥子

6. 钳子

常用钳子有尖嘴钳、斜口钳、扁嘴钳、剥线钳等，如图 0-6 所示。尖嘴钳的头部较细，一般用来夹持小螺母和元器件等，还可用来对元器件进行整形。扁嘴钳主要用于拉直裸导线，对导线和元器件的引脚进行整形等。斜口钳主要用于剪切导线和元器件引脚，当一个元器件焊好后，就得用斜口钳剪掉多余的引脚。剥线钳用来剥去导线的绝缘层。

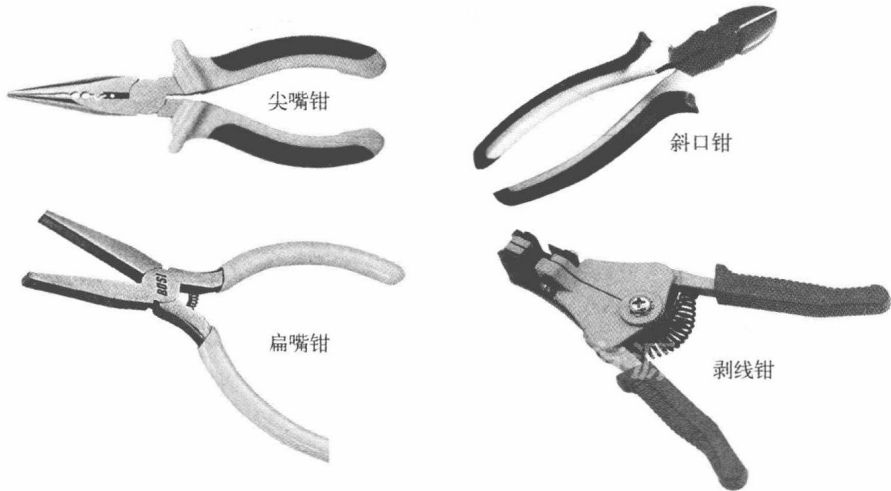


图 0-6 钳子

二、专用工具

进行电子制作时，还会用到一些专用工具，如防静电烙铁、热风枪等。

1. 防静电烙铁

防静电烙铁是焊接静电敏感元件（如场效应管、数字集成块等）的重要工具，特别是在制作数字电路时，最好用防静电烙铁焊接。现以 KeHai-936 防静电烙铁为例进行说明，KeHai-936 防静电烙铁如图 0-7 所示。

它包含控制台、电烙铁及烙铁架三部分，主要特点如下：

- (1) 手柄轻巧；
- (2) 采用陶瓷发热芯，升温快速，使用寿命长；
- (3) 温度可调，准确恒温；
- (4) 耗电为 60W；
- (5) 输出电压为 24V；
- (6) 调温范围为 200~480℃。

常用的烙铁头有两种，一种为尖头，另一种为刀口头。尖头一般用于焊接 THT（即通孔元件，又称插件），刀口头一般用于焊接 SMT（即贴片元器件）。

1) 操作规程

防静电烙铁的操作规程如下：

- (1) 将防静电烙铁电源插头插入插座，打开电源开关，观察指示灯闪烁情况；

(2) 将防静电烙铁的温度调节开关调节在 200~480℃（根据实际需要而定），观察烙铁头的温度变化情况；

(3) 待烙铁头温度达到焊接所需的温度，且保持恒定时，就可以焊接了。

(4) 操作结束后，应关闭防静电烙铁电源开关。

2) 注意事项

在使用防静电烙铁时应注意以下几点：

(1) 烙铁的温度不宜调得过高或过低，应根据具体情况选择合适的温度。

(2) 用烙铁清理线路板时，不能用力过大，否则会损伤电路板。

(3) 在维修过程中，若暂时不用电烙铁，应将电烙铁的温度调低，否则会使烙铁头上的焊剂转化为氧化物，使烙铁头导热性能下降。

(4) 使用结束后，应抹净烙铁头，并镀上新锡层，以防止烙铁头表面发生氧化。

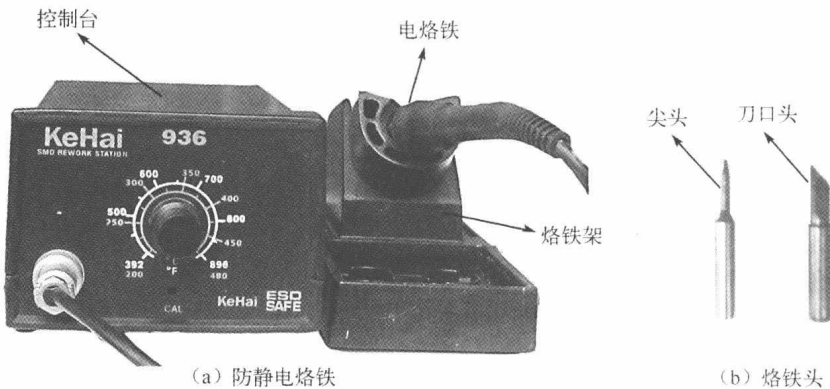


图 0-7 KeHai-936 防静电烙铁

2. 热风枪

热风枪是焊接贴片元件（特别是贴片 IC）的重要工具，现以 KeHai-850A 热风枪为例进行说明。KeHai-850A 热风枪如图 0-8 所示，它具有以下一些特点：

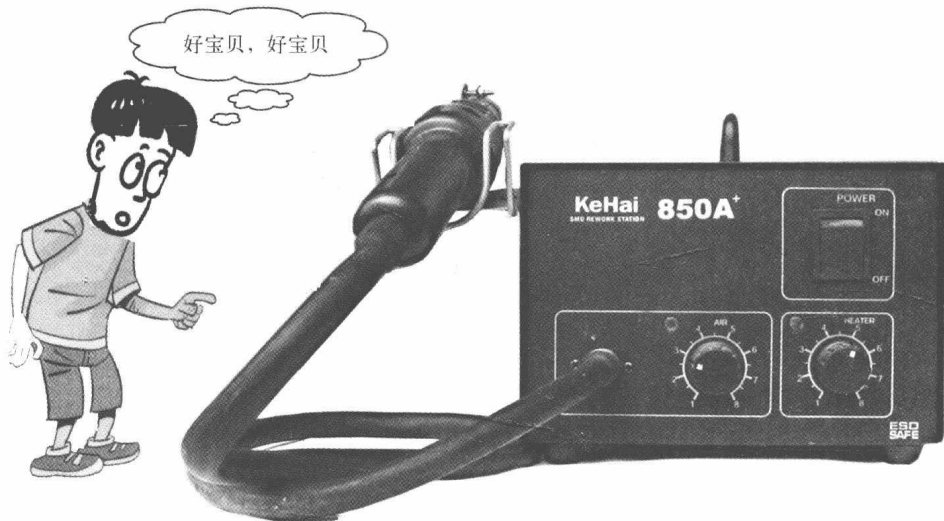


图 0-8 KeHai-850A 热风枪

- (1) 外形美观大方，操作灵活、方便；
- (2) 热风加热，升温快，除锡干净彻底；
- (3) 热风温度从环境温度至 500℃ 连续可调，出风口温度自动恒定；
- (4) 热风风量在 0~20L/min 之间连续可调；
- (5) 防静电，全自动恒定焊接温度；
- (6) 配有不同内径的喷头（又称喷嘴或风嘴），适用于不同元器件的拆焊，如图 0-9 所示。

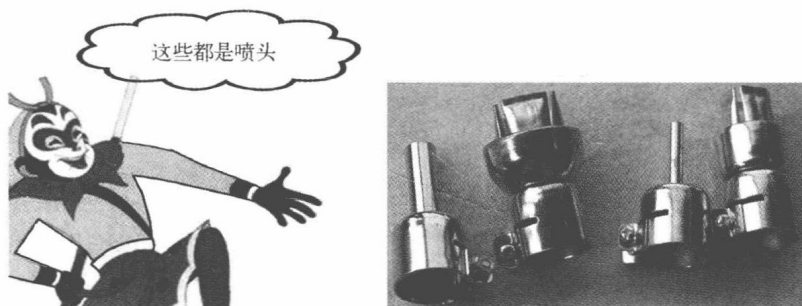


图 0-9 热风枪的喷头

1) 操作规程

热风枪的操作规程如下：

- (1) 根据实际需要选好喷头；
- (2) 接上电源，开机，此时发热装置开始发热，热风从喷头吹出；
- (3) 根据实际需要调节温度和风速；
- (4) 吹焊贴片元器件（若吹焊的元件周围有易被吹跑的元器件存在时，可先用高温胶纸贴住这些元器件）；
- (5) 吹焊完毕后，放好风枪，关闭电源开关。

2) 注意事项

在使用热风枪时，应注意以下几点：

- (1) 开机后，热风枪有一个预热过程，要等热风枪温度稳定后，方可进行焊接；
- (2) 要把握吹焊时间。贴片电阻、电容等小元件的拆、焊时间应控制在 5 秒左右；一般 IC 的拆、焊时间应控制在 15 秒左右；
- (3) 吹焊时，喷头不得触及元器件，只能在元器件上方进行吹焊，喷头离元器件的距离不得小于 1cm；
- (4) 在吹焊过程中，要注意保护周边元器件的安全，不得将周边元器件吹跑或损坏；
- (5) 切勿在易燃气体、易燃物体附近使用热风枪；
- (6) 操作完毕，或暂时离开时，要关闭电源，长期不用时，应该拔出电源插头；
- (7) 吹焊小贴片元器件一般采用小嘴喷头，温度调至 2~3 挡，风速调至 1~2 挡。
- (8) 吹焊小贴片集成块时，可选用大一点的喷头，温度可调至 3~4 挡，风速可调至 2~3 挡。
- (9) 吹焊大规模贴片集成块时，应用最大的喷头，温度调到 6 挡，风速调到 7~8 挡，实际温度为 280~300℃。

三、常用的仪器仪表

常用的仪器仪表有：万用表、交流毫伏表、示波器、信号发生器等。其中，万用表是电子制作过程中的必备仪表，其他仪器仪表可根据自己的实际需要进行配备。

万用表：是一种用来测量电压、电流及电阻的仪表。它是检测元件、维修电路中用得最频繁、作用最大的仪表。

交流毫伏表：这种仪表主要用来测量低频小信号的电压，其量程一般为 $1\text{mV}\sim 15\text{V}$ 。它是调试过程中所需的仪表。

示波器：是一种用来观测电路中信号波形的仪器，有单踪和双踪之分。单踪示波器的屏幕上一次只能显示一个信号的波形；双踪示波器的屏幕上一次可以显示两个信号的波形，便于对比分析。它是测试和维修过程中可能用到的仪器。

信号发生器：是一种用来输出测试信号的仪器。信号发生器的种类很多，如高频信号发生器、低频信号发生器、图像信号发生器等。高频信号发生器可以输出高频调幅或调频信号。低频信号发生器可以输出音频信号、低频脉冲信号等。图像信号发生器可以输出高频图像信号和视频信号。它是调试过程中可能用到的仪器。

关于上述仪器、仪表的使用方法，请参考它们的说明书，这里不进行介绍。

四、电子制作工艺

电子制作具有一定的工艺流程和工艺要求，只有按照正确的工艺流程进行制作，并达到一定的工艺要求后，方可获得理想的结果。否则，可能会导致失败，或者制作出来的产品性能较差、不够美观等。

1. 原理图与电路板图

在制作电路时，必须先认识原理图和电路板图。对于原理图，要能分析工作过程和元器件的作用。对于电路板图，要能理解其上的元器件与原理图中的元器件之间的对应关系。

1) 原理图

原理图就是通常所说的电路图，它是以各种电路符号连接而成的一种电路图形。例如，图 0-10 就是一个电容耦合多级放大器的原理图。

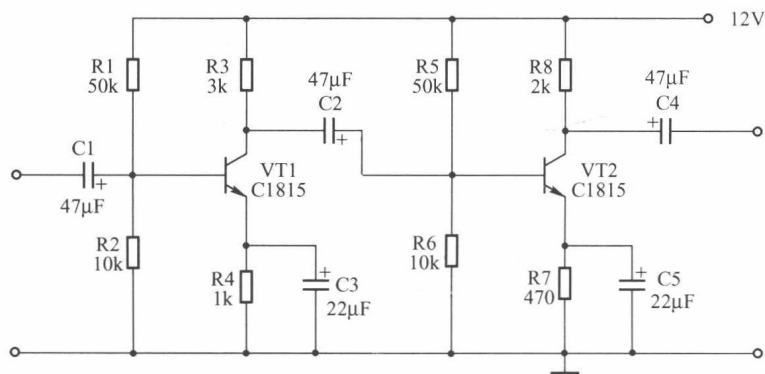


图 0-10 原理图