



职业技能 短期培训教材

- ◆ 全国职业培训推荐教材
- ◆ 劳动和社会保障部教材办公室评审通过
- ◆ 适合于职业技能短期培训使用

推荐使用对象：▲ 农村进城务工人员 ▲ 就业与再就业人员 ▲ 在职人员

电子调试工基本技能

DIANZI TIAOSHIGONG JIBEN JINENG



中国劳动社会保障出版社

全国职业培训推荐教材

劳动和社会保障部教材办公室评审通过

适合于职业技能短期培训使用

电子调试工基本技能

黄培鑫 主编

顾力平 主审

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子调试工基本技能/黄培鑫主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2008

职业技能短期培训教材

ISBN 978-7-5045-6744-4

I. 电… II. 黄… III. 电子设备-调试-技术培训-教材
IV. TN806

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 015095 号

·中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出 版 人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京京安印刷厂印刷 北京助学印刷厂装订

850 毫米×1168 毫米 32 开本 4.875 印张 119 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定价: 9.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。职业技能短期培训能够在短期内,使受培训者掌握一门技能,达到上岗要求,顺利实现就业。

为了适应开展职业技能短期培训的需要,促进短期培训向规范化发展,提高培训质量,中国劳动社会保障出版社组织编写了职业技能短期培训系列教材,涉及二产和三产近百种职业(工种)。在组织编写教材的过程中,以相应职业(工种)的国家职业标准和岗位要求为依据,并力求使教材具有以下特点:

短。教材适合 15~30 天的短期培训,在较短的时间内,让受培训者掌握一种技能,从而实现就业。

薄。教材厚度薄,字数一般在 10 万字左右。教材中只讲述必要的知识和技能,不详细介绍有关的理论,避免多而全,强调有用和实用,从而将最有效的技能传授给受培训者。

易。内容通俗,图文并茂,容易学习和掌握。教材以技能操作和技能培养为主线,用图文相结合的方式,通过实例,一步步地介绍各项操作技能,便于学习、理解和对照操作。

这套教材适合于各级各类职业学校、职业培训机构在开展职业技能短期培训时使用。欢迎职业学校、培训机构和读者对教材中存在的不足之处提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部教材办公室

目 录

第一单元 电子调试工的工作性质.....(1)

模块一 电子调试工种的性质.....(1)

模块二 电子调试工种的由来.....(3)

模块三 电子调试工种的分类.....(4)

模块四 电子调试工种的素质要求.....(5)

思考题.....(6)

第二单元 常用可调整型元器件的识别与测量技能.....(7)

模块一 可调整型电阻器的识别与测量技能.....(7)

模块二 可调整型电容器的识别与测量技能.....(15)

模块三 可调整型电感器的识别与测量技能.....(23)

思考题.....(26)

第三单元 常用仪器仪表的使用与校正技能.....(28)

模块一 万用表的使用与校正技能.....(29)

模块二 示波器的使用与校正技能.....(58)

模块三 频率计的使用与校正技能.....(71)

模块四 信号发生器的使用与校正技能.....(79)

模块五	毫伏表的使用与校正技能	(86)
模块六	晶体管特性图示仪的使用与校正技能	(97)
思考题		(104)

第四单元 电子产品的调试生产

(106)

模块一	电子产品的调试工艺文件	(107)
模块二	专用调试夹具	(125)
模块三	调试工艺标准与质量要求	(139)
思考题		(147)

第一单元 电子调试工的工作性质

培训目标:

了解电子调试工的工作性质,理解电子调试工的素质要求等内容,为了更好的适应企业生产、企业管理的需要。

培训内容:

- (1) 模块一 电子调试工种的性质
- (2) 模块二 电子调试工种的由来
- (3) 模块三 电子调试工种的分类
- (4) 模块四 电子调试工种的素质要求

培训要求:

- (1) 了解电子调试工种的性质
- (2) 了解电子调试工种的由来
- (3) 了解电子调试工种的分类
- (4) 树立良好的电子调试工的职业素质

模块一 电子调试工种的性质

一个电子产品的诞生,大约要经过以下几个阶段的调试工序:

1. 元器件的筛选测量

对将要用于电子产品的元器件进行检测,防止劣质元器件混

入生产之中。

2. 元器件装配 (电路板的装配)

将诸多元器件, 按照电路图的要求, 逐一的焊接在电路板 (PCB 板) 上。

3. 电路板调试

在电路通电的状态下, 调整相关元器件, 使电路能正常工作, 并达到技术要求。

4. 电路板检测

对电路板调试后的性能进行检查, 确保调试工序之前工序的工作质量。

5. 整机总装

将一块或多块电路板与控制面板等其他部件进行连接, 以形成电子整机的半成品产品。

6. 整机调试

对半成品整机进行调试, 使其达到设计标准及使用要求。

7. 整机老化

对以能正常工作的整机进行 24 小时以上的连续通电工作, 以诱发出劣质元器件的故障。

8. 整机检测

对电子产品整机做性能、使用、外形等方面的最后检验。

9. 最后就是将生产的电子产品进行包装, 以适应销售和运输的需要, 这就是产品的包装。

以上简单地介绍了电子产品中主要的几个生产工序的工作内容和目的, 这里的每一个工序都是缺一不可的。而其中“电路板的调试”和“整机调试”这两项工序, 在电子产品的生产过程中占有重要的作用, 关系到产品质量的优劣。

模块二 电子调试工种的由来

电子元器件是通过高科技的设备生产出来的，随着科学技术的不断提高，电子元器件的质量也越来越好。但是，电子元器件不仅存在着很大的离散性，还存在着一定的个体差异。电子元器件的这种离散性和个体差异，在生产过程中也是无法克服的，这就给电子产品的生产质量带来影响。比如：设计中将三极管的放大倍数 β 按 100 进行估算，然后计算出如电阻器的阻值等，一旦三极管放大电路的外部元件参数确定以后，三极管的放大倍数 β 值，就是电路工作效果的决定因素。但是，在生产三极管元件时， β 值为 100 的三极管是很难控制的，一是受到单晶硅质量的影响；二是受到在单晶硅中加入五价元素“磷”而变成 N 型半导体质量的影响；三是受到在单晶硅中加入三价元素“硼”而变成 P 型半导体质量的影响。所以，在实际生产中也只能生产出少量的 β 值符合 100 的三极管，大部分三极管的 β 值只能保证在一定的范围之内，如：80~120 之间。而少量的符合 β 值的三极管是适应不了生产需要的，当使用偏离 β 值在 100 的三极管，按照电路图将这些三极管安装在电路板（PCB 板）上后，其结果就会使三极管放大电路性能产生变化而达不到设计指标和使用要求。这种性能的变化就是由于电子元器件的离散性和个体差异，造成元器件之间不能最佳配合，而不能使电路发挥出最佳性能。这样，多个电子元器件的性能不能很好的发挥，造成了该电子产品的质量下降。电子产品生产中的调试工作，就是对三极管放大电路外部元件，如：上偏置电阻或下偏置电阻进行调整，使三极管放大电路达到设计要求。不难看出，电子产品生产中的调试工序，在电子产品生产中是非常重要的。

电子产品生产中调试工作的目的是为每个元器件提供和创造

最佳的工作条件，使之发挥出最佳的工作性能，从而生产出符合设计标准的最好的电子产品。所以，在电子产品生产行业中都有这个调试工种，通常称之为“无线电调试工”，简称“电子调试工”。

模块三 电子调试工种的分类

电子产品的调试工序可分为单板调试和整机调试（总调）两大类。

一、单板调试

电路板的调试，又称单板调试。因为它是对一块单独但又相对完整的电路板的调试。在有些电子产品中，某块电路板不能形成一个完整的工作电路，于是会对两块或两块以上连接在一起的电路板进行调试，也属于单板调试。

单板调试具有相对的独立性，它能较完整的反映出一个电路的工作状态和工作性能。所以，调试工序一般设立为一个单独的调试部门——调试线，或者是调试车间。

单板调试的工作性质，使它的工作位置只能位于装配线的后面、总装工序的前面。单板调试既可以为每个元器件提供和创造最佳的工作条件，使之发挥出最佳的工作性能，也表明了单板调试之前工作的结束。所以，在进行单板调试过程中，还要担负进一步检查装配质量的任务。

单板调试实际上是对电路性能的调试，这种调试在以后的总调中不会再次重复。所以，单板调试一定要把好质量关，绝不能出现不合格产品。调试工作的高质量完成，为生产高质量产品打下了坚实的基础，也为后续工作创造了有利条件。

电路板上有许多元器件，但此时还没有进行固定，所以也就没有防震性能。在电路板进行调试中以及完成调试后的传递、运

输过程中，一定要轻拿轻放，确保单板调试质量的延续性。为此，单板调试生产布局一般安排在整个生产流水线之中，这可以减少运输环节，有利于提高生产效率。单板调试工位也可以与装配流水线合二为一，有利于生产管理。这样，既能及时向装配线传递生产状况与质量问题，也能及时的获得调试中损坏元器件的置换援助。但有些复杂的电子产品，调试工序很多，调试过程也很复杂，就应该将调试工序与装配工序进行隔离。这样，既能保证调试线的安静，又能减少装配生产线的生产环境和有害气体对调试设备的影响。总之，调试生产线的布局应根据生产特点来进行布置和设计。

二、整机调试

“整机调试”工序，又称“整机总调工序”，简称“总调”。

整机调试工序，位于总装工序之后。其主要任务是对整机性能及整机使用功能进行总体调试。如果通过整机调试后，整机的技术指标和使用功能达不到要求，则应将该机返回调试工序进行重新调试。

整机调试是一个电子产品的最后一道调试工序，关系到产品质量的优劣，也直接影响着消费者的利益和企业的社会形象。

“单板调试”与“整机总调”，都有各自不同的侧重点和技术要求，但也有很多相似之处。无线电调试工既要能掌握单板调试技能，又要能掌握整机总调技能，才是一个合格的无线电调试工，才能适应多工种多技能的企业新要求。

模块四 电子调试工种的素质要求

一、调试工种的思想素质

思想是指导人们言行的指挥中枢。调试人思想素质的高低直接反映其工作质量和工作产量。

调试工序的调试人员，在对电路板或产品进行调试的过程中，面对的是一个一个调试元件，一台台即将出厂的电子产品，一台台调试仪器，在微小的动作中事事处处始终贯彻着认真、细致和过硬的调试技术，这就构成了电子调试工的全部素质内涵。

二、调试工种的技能素质

有了良好的思想素质，才能掌握过硬的调试技术。调试工序具有较高的技术含量和技术要求。电子产品在调试产生过程中，调试者既需要细心地对调试元件进行调试，也需要仔细地观察眼前的一台台调试仪器，从眼前的这些电子仪器中观察出细微的波形变化，从而确定调试元件的调整方向或调试角度。一旦疏忽就会造成产品的质量问題，这是产品生产中所不允许的。所以，调试者只有掌握过硬的调试技术，才能在工作中保证每一个产品的良好的质量，才能使企业在市场中保持良好形象。

调试工序的良好技术素质，包括对各种调试仪器的性能的掌握，各种仪器的自身测试、校准调试以及对生产产品的特有的技术调试。所以，要做好调试工作，不但要掌握多种调试仪器的使用技能，还要掌握必备的产品调试技术，更要具备踏踏实实的敬业精神 and 一丝不苟的工作作风，要与时俱进，不断钻研新技术、新技能。只有这样，才能在进入生产调试工作之后，尽快地适应调试工序的生产环境、工作特点和工作方法；尽快地适应生产节奏，发挥出最佳的水平，并将自己融入所喜欢的事业中去。

思 考 题

1. 一个电子产品的诞生，需要经过哪些主要生产工序？
2. 叙述电子调试工种的产生由来。
3. 叙述电子调试工种的分类。
4. 电子调试工有哪些素质要求？
5. 什么是电子调试工的思想素质？
6. 什么是电子调试工的技能素质？

第二单元 常用可调整型元器件的识别与测量技能

培训目标:

掌握电子调试工生产中,常用可调型电子元器件的识别技能和测量技能,从而更好地适应企业生产的需要和企业管理的需要。

培训内容:

- (1) 模块一 可调整型电阻器的识别与测量技能
- (2) 模块二 可调整型电容器的识别与测量技能
- (3) 模块三 可调整型电感器的识别与测量技能

培训要求:

- (1) 掌握可调整型电阻器的识别技能和测量技能
- (2) 掌握可调整型电容器的识别技能和测量技能
- (3) 掌握可调整型电感器的识别技能和测量技能

模块一 可调整型电阻器的识别与测量技能

一、可调整型电阻器的识别技能

1. 电阻器的特性

电子在物体内部做定向运动时会遇到阻力,这种阻力称为电

阻。具有一定电阻数的元器件称为电阻器，简称电阻。

电阻器是组成电子电路中的基本元件之一。在电路中，电阻器可以用来稳定和调整电路的工作状态。如：作为分流器，消耗电路中的某些电流；作为分压器，稳定某个工作电压；作为负载电阻，消耗电路中的功率等。

2. 电阻器的分类及识别

(1) 电阻器的分类。电阻器的种类很多，从构成材料来分，有碳质电阻器、碳膜电阻器、金属膜电阻器、玻璃釉电阻器和线绕电阻器等。从温度系数参数来看，玻璃釉电阻器的稳定性能最好，在高档的电子设备中，都使用玻璃釉电阻器。如高档音响设备和电视机，还有就是笔记本电脑和手机，大部分好的企业，为了保证产品质量，都使用玻璃釉电阻器，只是电阻器的外形是SMD封装形式的。

从功能上可分为普通电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器和压敏电阻器等。

从结构形式上可分为固定电阻器、可变电阻器和电位器三类。图2—1所示为部分电阻器的外形示意图。图2—2所示为部分可调电阻器和电位器的外形示意图。



图2—1 各种电阻器外形示意图

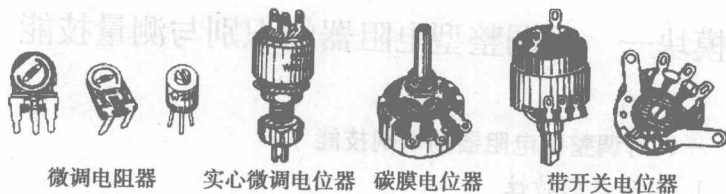


图2—2 部分微调电阻器与电位器

固定电阻器通常工作在不须对电路进行调整的场合，固定电阻器使用的场合比较多，在一个电路中使用的数量也比较多。

可变电阻器使用在需对电路进行调整的场合，其使用的范围较小，一个电路中一般只用一个或几个。

电位器主要在电路中做实时的、连续性的调整作用。如音响系统中的音量调整等，又如电视机中的亮度调整及对比度调整等。使用范围非常广泛。

在电路图中，电阻器用“”符号表示，并用字母“R”作为数量排序的首位字母；热敏电阻器用字母“RT”作为数量排序的首位字母；光敏电阻器用字母“RG”作为数量排序的首位字母；压敏电阻器用字母“RV”作为数量排序的首位字母；微调电阻器和电位器用字母“RP”作为数量排序的首位字母。电阻器的阻值用“M Ω ”“k Ω ”“ Ω ”表示。它们之间的关系是： $1\text{ M}\Omega=1\,000\text{ k}\Omega$ ； $1\text{ k}\Omega=1\,000\text{ }\Omega$ 。

(2) 电阻器的识别。电阻器的识别主要有以下几个方面的内容：电阻器阻值的识别；电阻器阻值允许误差的识别；电阻器材料的识别。

电阻器的阻值标志可分为直接标注和色环标注两种。

1) 直接标注法的电阻器。直接标注法的电阻器，上面印有数字和字母，这些数字和字母直接反映着该电阻器的阻值，看起来很直观。但是由于电阻器的外形体积越来越小，已经无法将字符印在小小的电阻器上；而且这种字符标注方式的生产工艺，在生产上也很不方便，所以生产效率比较低。现在基本不使用。

2) 色环标注的电阻器。色环标注的电阻器，是在电阻器的四周印着各种颜色，如：棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白、黑以及金、银共计十二种颜色。这些颜色各表示一个数字，并将多个数字进行组合后，表示电阻器的阻值。色环意义见表2—1。

表 2—1

色环意义表

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

色环电阻器有四道色与五道色两种。识别时从色环多而密的那一侧向另外一侧方向进行。如图 2—3 所示给出色环电阻器的识别方向，即从左至右进行识别。然后进行简单的计算后，得出被识别电阻器的电器参数。

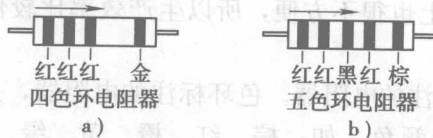


图 2—3 色环电阻器的识别示意图

例如，四道色环电阻器的识别方法如图 2—3a 所示。第一道红色和第二道红色，分别表示数字“2、2”，即 22；第三道红色

表示 10^2 ，即为 $10^2 = 100$ ，也可以看成是两个“0”，即“00”；第四道金色表示电阻器生产后的阻值误差为 $\pm 5\%$ 。最终可以得出：该四道色环电阻器，其阻值为 $2.2\text{ k}\Omega$ （或 2.2 K ）、阻值误差为 $\pm 5\%$ 。该电阻器为： $\text{RT}-2.2\text{ k}\pm 5\%$ 。也可读为： $\text{RT}-2.2\text{ k}\Omega\pm 5\%$ 。

四道色环的电阻器，其中有的是碳膜电阻器，有的是金属膜电阻器。如何区分它们的制成材料，主要是观察电阻器的底色来确定：如电阻器的底色为米色，则该电阻器为碳膜电阻器；如电阻器的底色为浅蓝色，则该电阻器为金属膜电阻器。

又如，五道色环电阻器的识别方法如图 2—3b 所示。第一道红色、第二道红色和第三道黑色，分别表示数字“2、2、0”，即 220；第四道红色表示 10^2 ，即为 $10^2 = 100$ ，也可以看成是两个“0”，即“00”；第五道棕色表示电阻器生产后的阻值误差为 $\pm 1\%$ 。最终得出： $\text{RJ}-22\text{ k}\pm 1\%$ 。也可读为： $\text{RJ}-22\text{ k}\Omega\pm 1\%$ 。

该电阻器是五道色的电阻器，所以其制成材料是金属膜电阻器，用“RJ”表示。

图 2—4 所示为电阻器已安装在电路板上的情形。

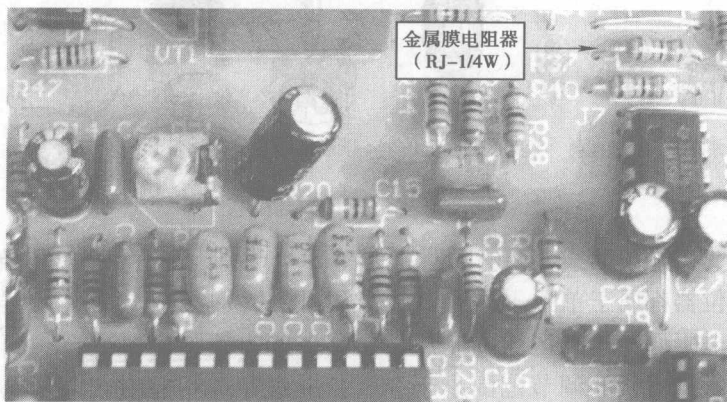


图 2—4 电阻器安装在电路板上