

DIANZI CHANPIN

GONGYI YU BIAOZHUNHUA

电子产品

工艺与标准化

主 编 蔡建军

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

TN05/44

2008

电子产品工艺与标准化

蔡建军 主编

（CIP） 目解翻五件图

0.8005

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书按照生产电子整机的工艺过程进行编写,包括电子工艺基础、电子元器件、电子常用工具和材料、印制电路板的设计、印制电路板的装配、焊接技术、电子产品调试、整机装配工艺和静电防护、工艺文件的编制、国际质量标准和3C认证等内容。全书共分十章,每章均附有思考与习题。

本书突出生产实际中的技能要求,并把电子工艺中的新知识、新技术、新工艺和新方法用图文并茂、通俗易懂的文字进行了叙述,具有先进性和实用性。

本书可作为高等院校电子信息工程以及相关专业的教材,也可作为从事电子产品生产工艺操作的技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电子产品工艺与标准化 / 蔡建军主编. —北京:北京理工大学出版社, 2008.6

ISBN 978-7-5640-1537-4

I. 电… II. 蔡… III. ①电子产品-生产工艺-高等学校:技术学校-教材②电子产品-标准化-高等学校:技术学校-教材 IV. TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第078937号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 787毫米×960毫米 1/16

印 张 / 13.75

字 数 / 276千字

版 次 / 2008年6月第1版 2008年6月第1次印刷

印 数 / 1~2500册

定 价 / 25.00元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 周瑞红

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前言

工艺作为一门与生产实际紧密结合的独立学科,它牵涉的知识面很广,设计和制造产品都离不开工艺。随着现代科学技术的发展,电子产品制造企业对人才的要求也发生了深刻的变化,全面的、适应性强的、掌握工艺技术和技能的人才正受到企业的欢迎。目前很多电子产品制造企业为了提高竞争力,一方面不断提高设计水平,另一方面积极加强生产工艺及管理,甚至有的企业在生产现场配备生产工程师。这些工程师在生产现场提高了对新技术、新工艺的应用能力,加强了工艺实施的现场管理。同时随着各种新器件、新电路、新技术如雨后春笋般的涌现,大规模集成电路的广泛应用,电子产品的生产工艺已由传统的手工装配转向全自动化装配,表面贴装(SMT)工艺在电子产品生产中得到了大量应用,企业对现场工程师的要求也越来越高,他们需要熟悉产品的制造流程和制造工艺、解决制造中出现的问题、出具生产报告以及安排生产等,培养工艺型人才显得越来越迫切。

为了适应工艺技术的新进展,体现高等教育的培养目标和现代电子技术对高等教育的要求,我们编写了这本教材。本教材的特点是突出理论联系实际,将电子工艺中的新知识、新技术、新工艺和新方法用图文并茂、通俗易懂的文字进行叙述,非常实用。

本教材从生产实际出发,以电子整机的生产为主线,内容涉及电子产品生产的全过程。全书共分10章,第1章,主要介绍工艺的基本概念、电子产品制造与工艺的关系以及可靠性;在第2章中,除介绍了电阻、电容、电感和晶体管等常用元器件外,还增加了光敏器件、热敏器件以及表面安装元器件等;在第3章中,介绍了电子装配的常用工具、无铅焊接材料以及助焊剂;第4章介绍了印制电路板的设计与制作方法;在第5章中,介绍了印制板的通孔安装技术和表面安装技术;第6章介绍焊接原理以及波峰焊、再流焊等焊接技术;第7章介绍了调试工艺以及检验工艺;在第8章中,介绍了整机装配工艺和静电防护技术;第9章介绍了工艺文件的编制方法;第10章介绍国际质量标准和3C认证。

本教材由蔡建军主编并统稿。肖国玲编写第1、第5、第9章,赵勇编写第2、第3章,

蔡建军编写第4、第6、第7、第8章，瞿惠琴编写第10章，瞿惠琴和臧红波进行了图片编辑。

本教材由王卫平主审，他为本书提出了许多宝贵意见，在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第1章 电子工艺基础	(1)
1.1 工艺概述	(1)
1.2 电子产品制造工艺	(2)
1.3 电子产品可靠性与工艺的关系	(6)
思考与习题	(9)
第2章 电子元器件	(10)
2.1 电子元器件概述	(10)
2.2 电阻器和电位器	(16)
2.3 电容器	(22)
2.4 电感器和变压器	(29)
2.5 半导体器件	(34)
2.6 集成电路	(38)
2.7 SMT 元器件	(41)
2.8 其他器件	(50)
思考与习题	(54)
第3章 常用工具和材料	(55)
3.1 电子产品装配常用工具	(55)
3.2 焊接材料	(62)
3.3 线材及其他材料	(67)
思考与习题	(77)
第4章 印制电路板	(79)
4.1 印制电路板的特点和分类	(79)
4.2 印制电路板的设计	(81)
4.3 SMT 印制电路板	(89)
4.4 印制电路板的制造与检验	(97)
思考与习题	(100)
第5章 印制板的组装工艺	(102)
5.1 概述	(102)



5.2 印制电路板的插装	(104)
5.3 印制电路板的贴装	(107)
思考与习题	(118)
第6章 焊接技术	(119)
6.1 焊接工艺概述	(119)
6.2 手工焊接工艺	(121)
6.3 浸焊技术	(127)
6.4 波峰焊技术	(129)
6.5 再流焊技术	(139)
6.6 其他焊接技术	(149)
思考与习题	(151)
第7章 整机装配和防护	(152)
7.1 整机装配概述	(152)
7.2 整机的装配工艺	(154)
7.3 整机生产过程中的静电防护	(160)
思考与习题	(166)
第8章 电子产品的调试和检验	(167)
8.1 概述	(167)
8.2 电子产品的调试	(170)
8.3 整机老化和环境试验	(174)
思考与习题	(176)
第9章 技术文件	(177)
9.1 概述	(177)
9.2 设计文件	(178)
9.3 工艺文件	(182)
思考与习题	(188)
第10章 电子产品生产与标准化	(197)
10.1 产品的生产和全面质量管理	(197)
10.2 ISO 9000 系列质量标准简介	(199)
10.3 ISO 14000 系列标准	(204)
10.4 3C 强制认证	(207)
思考与习题	(210)
参考文献	(211)

第 1 章 电子工艺基础

1.1 工艺概述

1.1.1 工艺的定义

对于电子产品而言,生产过程都涵盖从原材料进厂到成品出厂的每一个环节。这些环节主要包括原材料和元器件检验、单元电路或配件制造、单元电路和配件组装成电子产品整机系统等过程。在生产过程中的每一个环节,企业都要按照特定的规程和方法去制造,这种特定的规程和方法就是我们通常所说的工艺。

到底什么是工艺呢?工艺字面上的含义是工作的艺术,对于生产产品而言,工艺是指利用生产设备和工具,用特定的规程将原材料和元器件制造成符合技术要求的产品的艺术。它原本是企业在生产产品过程中积累起来的并经过总结的操作经验和技术能力,但到生产时又反过来影响生产、规范生产。

工艺工作是企业组织生产和指导生产的一种重要手段,是企业生产技术的中心环节。从本质上讲,工艺工作是企业的综合性活动,是企业各个部门工作的纽带,它把生产各个环节联系起来,使各部门成为一个完整的制造体系。工艺工作水平的高低决定了企业在一定设计条件下,能制造出多少种产品,能制造出什么水平的产品。工艺工作体现在企业产品怎样制造,采用什么方法,利用什么生产资料去制造的整个过程中。

工艺工作可分为工艺技术和工艺管理两大方面。工艺技术是人们在生产实践中或在应用科学研究中的技能、经验以及研究成果的总结和积累。工艺工作的更新换代,都是以提高工艺技术水平为标志的,所以,工艺技术是工艺工作的中心。工艺管理是为保证工艺技术在生产实际中的贯彻,对工艺技术的计划、组织、协调与实施。一般任何先进的技术都要通过管理才能得以实现和发展。研究工艺管理的学科称为工艺管理学,工艺管理学是不断发展的管理科学,现已成为管理学中的一个重要分支。

1.1.2 我国电子工艺现状

我国电子工业从新中国成立之初只有几家无线电修理厂,发展到 21 世纪的今天已形成了门类齐全的电子工业体系,在数量和技术水平上都发生了巨大的变化。20 世纪 80 年代改



革开放以来,特别是近年来,随着世界各工业发达国家和港台地区的电子厂商纷纷把工厂迁往珠江三角洲和长江三角洲,我国的电子工业更是得到突飞猛进地发展,电子工业已经成为我国国民经济的重要产业。

目前,我国电子行业的工艺现状是“两个并存”:先进的工艺与陈旧的工艺并存,引进的技术与落后的管理并存。

就我国电子产品制造业而言,热点主要集中在东南沿海地区。在这里,企业不断从发达国家引进最先进的技术和设备,利用经济实力招揽大量生产产品的技术队伍,培养高素质的工艺技术人才,已基本形成系统的、现代化的电子产品制造工艺体系,这里制造的电子产品行销全世界,已成为世界电子工业的加工厂。但在内地,一些电子产品制造企业的发展和生存却举步维艰,设备陈旧,技术进步缓慢,缺乏人才,工艺技术和工艺管理水平落后是造成这种局面的主要原因。

我国电子工艺现状,使得我国电子产品质量水平参差不齐。一些拥有先进技术的企业,特别是外资企业,他们设备先进,工艺技术力量强,实行现代化工艺管理,电子产品的质量比较稳定,市场竞争力就比较强。而对于那些设备陈旧,技术进步缓慢的企业而言,由于电子工艺技术和工艺管理水平不足,产品质量可想而知。

总之,我国电子工艺在整体上还处在比较落后的水平,且发展水平差距较大,有些企业已经配备了最先进的设备,拥有世界上最好的生产条件和生产技术,也有些企业还在简陋条件下使用陈旧的装备维持生产。因此,提高工艺水平、培养高素质的工艺技术队伍是我国电子工艺教育的长期任务。

1.2 电子产品制造工艺

电子产品生产包括设计、试制、制造等几个过程,每个过程的工艺各不相同,本书主要讲述电子产品在制造过程中的工艺。

1.2.1 制造过程中工艺技术的种类

制造一个整机电子产品,会涉及方方面面的很多技术,且随着企业生产规模、设备、技术力量和生产产品的种类不同,工艺技术类型也不同。但电子产品制造工艺并不是无法归纳,与电子产品制造有关的工艺技术主要包括以下几种:

1. 机械加工和成形工艺

电子产品的结构件是通过机械加工而成的,机械类工艺包括车、钳、刨、铣、镗、磨、铸、锻、冲等。机械加工和成形的主要功能是改变材料的几何形状,使之满足产品的装配连接。机械加工后,一般还要进行表面处理,提高表面装饰性,使产品具有新颖感,同时也起到防腐抗蚀的作用。表面处理包括刷丝、抛光、印刷、油漆、电镀、氧化、铭牌制作等工



艺。如果结构件为塑料件,一般采用塑料成形工艺,主要可分为压塑工艺、注塑工艺及部分吹塑工艺等。

2. 装配工艺

电子产品生产制造中装配的目的是实现电气连接,装配工艺包括元器件引脚成形、插装、焊接、连接、清洗、调试等工艺;其中焊接工艺又可分为手工烙铁焊接工艺、浸焊工艺、波峰焊工艺、再流焊工艺等;连接工艺又可分为导线连接工艺、胶合工艺、紧固件连接工艺等。

3. 化学工艺

为了提高产品的防腐抗蚀能力,外形装饰美观,一般要进行化学处理,化学工艺包括电镀、浸渍、灌注、三防、油漆、胶木化、助焊剂、防氧化等工艺。

4. 其他工艺

其他工艺包括保证质量的检验工艺、老化筛选工艺、热处理工艺等。

1.2.2 产品制造过程中的工艺管理工作

企业为了提高产品的市场占有率,在促进科技进步,提高工艺技术的同时,会在产品生产过程中采用现代科学理论和手段,加强工艺管理,即对各项工艺工作进行计划、组织、协调和控制,使生产按照一定的原则、程序和方法有效地进行,以提高产品质量。企业工艺管理的主要内容有:

1. 编制工艺发展计划

一个企业工艺水平的高低反映该企业的生产水平的高低,工艺发展计划在一定程度上是企业提高自身生产水平的计划。一般,工艺发展计划编制应适应产品发展需要,遵循先进性与适用性相结合、技术性与经济性相结合的方针,在企业总工程师的主持下,由工艺部门为主组织实施。编制内容包括工艺技术措施规划(新工艺、新材料、新装备和新技术攻关规划等);工艺组织措施规划(工艺路线调整、工艺技术改造规划等)。

2. 生产方案准备

企业设计的新产品在进行批量生产前,首先要准备产品生产方案,其内容主要包括:

(1) 新产品开发的工艺调研和考察,产品生产工艺方案设计。

(2) 产品设计的工艺性审查。

(3) 设计和编制成套工艺文件,工艺文件的标准化审查。

(4) 工艺装备的设计与管理。

(5) 编制工艺定额。

(6) 进行工艺质量评审、验证、总结和工艺整顿。

3. 生产现场管理

产品批量生产时,在生产现场,为了提高产品质量,需要加强现场生产控制,主要工作





产的通用零部件或产品,应尽可能少用或不用贵重材料,立足于使用国产材料和来源多、价格低的材料。这样便于生产管理,有利于提高产品质量并降低成本。

(2) 产品的机械零部件,必须具有较好的结构工艺,装配也应尽可能简易化,尽量不搞选配和修配,力求减少装配工人的体力消耗,能够适合采用先进的工艺方法和流程,即要使零件的结构、尺寸和形状便于实现工序自动化。

(3) 原材料消耗要低,加工工时要短,例如尽可能提高冲制件、压塑件的数量和比例等。

(4) 产品的零部件、元器件及其各种技术参数、形状、尺寸等应最大限度地标准化和规格化。

(5) 应尽可能充分利用企业的生产经验,用企业以前曾经使用过的零部件,使产品生产技术具有继承性。

(6) 产品及零部件的加工精度要与技术条件要求相适应,不允许盲目追求高精度。在满足产品性能指标的前提下,其精度等级应尽可能低,同时也便于自动流水生产。

(7) 正确设计制订方案,按最经济的生产方法设计零部件,选用最经济合理的原材料和元器件,以求降低产品的生产成本。

1.2.4 产品使用对制造工艺提出的要求

1. 产品的外形、体积与重量方面的要求

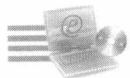
调查显示,一个电子产品能赢得市场,得到广泛使用,在同等质量条件下,很大情况下取决于产品是否有吸引顾客的外形,而外形一方面与设计有关,另一方面与制造质量有关,因此,制造时需要保证有良好的外形质量保证工艺。同时顾客还对电子产品的体积和重量有着苛刻要求,比如手提电脑,顾客大多要求体积小、重量轻。因此对制造工艺而言,通过何种方式来保证体积小、重量轻的产品的制造,具有非常重要的意义。

2. 产品的操作方面的要求

电子产品的操纵性能如何,直接影响到产品被顾客的接受程度。在生产过程中需要用一定的工艺技术,使产品为操纵者创造良好的工作条件;保证产品应安全可靠,操作简单;读数指示清晰,便于观察。

3. 维护维修方面的要求

电子产品使用后有可能需要维护维修,制造电子产品,应在结构工艺上保证维护修理方便。应重点考虑以下几点:第一,在发生故障时,便于打开维修或能迅速更换备用件。如采用插入式和折叠式结构,快速装拆结构以及可换部件式结构等;其次,可调元件、测试点应布置在设备的同一面,经常更换的元器件应布置在易于装拆的部位;对于电路单元应尽可能采用印制板并用插座与系统连接;元器件的组装密度不宜过大,以保证元器件有足够的空间,便于装拆和维修等。



1.3 电子产品可靠性与工艺的关系

1.3.1 可靠性概述

1. 概念

可靠性是指产品在规定的时间内和规定的条件下,完成规定功能的能力。可靠性是产品质量的一个重要指标,通常所说的产品质量好,可靠性高,包含两层意思:一是达到预期的技术指标;二是在使用过程中性能稳定,不出故障,很可靠。产品的可靠性可分固有可靠性、使用可靠性、环境适应性。

固有可靠性是指产品在设计、制造时内在的可靠性,影响固有可靠性的因素主要有产品的复杂程度、电路和元器件的选择与应用、元器件的工作参数及其可靠程度、机械结构和制造工艺等。使用可靠性是指使用和维护人员对产品可靠性的影响,它包括使用和维护程序的合理性、操作方法的正确性以及其他人为了的因素。环境适应性是指产品所处的环境条件对可靠性的影响,它包括环境温度、湿度、气压、振动、冲击、霉菌、烟雾以及储存和运输条件的影响,要提高产品的环境适应性,可对产品采取各种有效的防护措施。

2. 可靠性主要指标

(1) 可靠度。可靠度是产品在规定条件下和规定时间内,完成规定功能的概率。可靠度用 $R(t)$ 表示。

$$R(t) = \frac{N-n}{N} \times 100\%$$

N 为产品总数, n 为故障产品数,可见 $R(t)$ 越接近 1 可靠度越高。

(2) 故障率。故障率是产品在规定条件下和规定时间内,失去规定功能的概率。故障率用 $F(t)$ 表示。

$$F(t) = \frac{n}{N} \times 100\% \quad F(t) + R(t) = 1$$

可见 $F(t)$ 越接近 1 故障率越大。

(3) 平均寿命。对不可修复产品,平均寿命是指产品发生前的工作或存储时间的平均值。用 MTTF 表示,如果 T_i 为第 i 个产品发生前的工作或存储时间,则有

$$\text{MTTF} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i$$

对可修复产品,平均寿命是指两次相邻故障间隔时间的平均值。用 MTBF 表示,如果 n 为故障次数, T 为产品工作时间,则有

$$\text{MTBF} = \frac{T}{n}$$



(4) 失效率。失效率是指产品工作到 t 时刻后的一个单位时间内的失效数与在 t 时刻尚能正常工作的产品数之比。用 $\lambda(t)$ 表示。

$$\lambda(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{[N - n(t)] \Delta t}$$

其中, $n(t)$ 是指产品 t 时刻的故障数, $n(t + \Delta t)$ 是指 $t + \Delta t$ 时刻的故障数, Δt 是时间间隔长度。

1.3.2 提高电子产品可靠性的途径

1. 提高固有可靠性

据调查,电子产品的故障大都是由于元器件的各种损坏或故障引起的,这有可能是元器件本身的缺陷,也可能是元器件选用不当所致造成的,因此提高固有可靠性应重点考虑元器件的可靠性。

提高元器件的可靠性,首先要正确选用元器件,尽可能压缩元器件的品种和规格数,提高它们的复用率。元器件的失效规律如图 1-1 所示,这条关系曲线就是通常所说的船形或浴盆曲线。从图中可以看出:早期,随着元器件工作时间的增加而失效率迅速降低,这是由于元器件设计、制造上的缺陷而发生的失效,称为早期失效,通过对原材料和生产工艺加强检验和质量控制,对元器件进行筛选老化,可使其早期失效大大降低;随着时间的推移,产品在早期失效之后,失效率高而基本稳定,失效率与时间无关,称为偶然失效,偶然失效期时间较长,是元器件的使用寿命期;到产品在使用的后期,失效率随时间迅速增加,到了这个时期,大部分元器件都开始失效,产品迅速报废,称为耗损失效期。因此所用元器件必须经过严格检验和老化筛选,

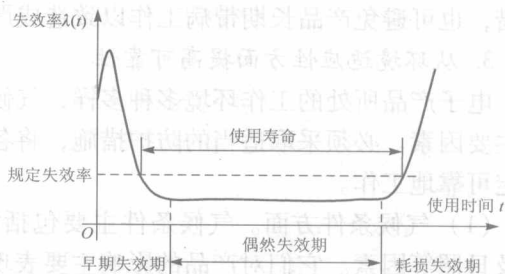


图 1-1 典型普通元器件失效曲线

以排除早期失效的元器件,然后将合格可靠的元器件严格按工艺要求装配。

此外,提高固有可靠性的途径还包括:

(1) 根据电路性能的要求和工作环境条件选用合适的元器件,使用条件不得超过元器件电参数的额定值和相应的环境条件并留有足够的余量。合理使用元器件,元器件的工作电压、电流不能超额使用,应按规范降额使用。尽量防止元器件受到电冲击,装配时严格执行工艺规程,免受损伤。

(2) 仔细分析比较同类元器件在品种、规格、型号和制造厂商之间的差异,择优选用,并注意统计、积累在使用和验收过程中元器件所表现出来的性能与可靠性方面的数据,作为以后选用的重要依据。



(3) 合理设计电路, 尽可能选用先进而成熟的电路, 减少元器件的品种和数量, 多用优选的和标准的元器件, 少用可调元件。采用自动检测与保护电路。为便于排故与维修, 在设计时可考虑布设适当的监测点。

(4) 合理地进行结构设计, 尽可能采用生产中较为成熟的结构形式, 有良好的散热、屏蔽及三防措施, 防振结构要牢靠, 传动机构灵活、方便、可靠, 整机布局合理, 便于装配、调试和检修。

(5) 加强生产中的质量管理。

2. 从使用方面提高可靠性

一般, 产品出厂时都附有合格证、说明书, 并附有产品使用情况的记录卡、维修卡等, 有些产品还对储存、运输等条件有相应的规定条文。因此, 对使用者来说, 应按这些规定条文进行储存、保管、使用和维修, 使已定的可靠性指标实现。

(1) 合理储存和保管。产品的储存和运输必须按照规定的条件执行, 不然的话, 会在储存和运输的过程中受到损伤。保管也是如此, 必须按照规定的范围保管, 如温度、湿度等都要保持在一定范围之内。

(2) 合理使用。在使用产品之前必须认真阅读说明书, 按规定操作。

(3) 定期检验和维修。定期检验可免除产品在不正常或不符合技术指标时给使用造成差错, 也可避免产品长期带病工作以致造成严重损伤。

3. 从环境适应性方面提高可靠性

电子产品所处的工作环境多种多样, 气候条件、机械作用力和电磁干扰是影响电子产品的主要因素。必须采取适当的防护措施, 将各种不良影响降低到最低限度, 以保证电子产品稳定可靠地工作。

(1) 气候条件方面。气候条件主要包括温度、湿度、气压、盐雾、大气污染、灰尘沙粒及日照等因素。它们对产品的影响主要表现在使电气性能下降、温升过高、运动部位不灵活、结构损坏, 甚至不能正常工作。为了减少和防止这些不良影响, 对电子产品提出以下要求:

① 采取散热措施, 限制设备工作时的温升, 保证在最高工作温度条件下, 设备内的元器件所承受的温度不超过其最高极限温度, 并要求电子设备耐受高低温循环时的冷热冲击。

② 采取各种防护措施, 防止潮湿、盐雾、大气污染等气候因素对电子设备内元器件及零部件的侵蚀和危害, 延长其工作期。

(2) 机械作用力方面。机械作用力是指电子产品在运输和使用时, 所受到的振动、冲击、离心加速度等机械作用。它对产品的影响主要是: 元器件损坏失效或电参数改变; 结构件断裂或变形过大; 金属件的疲劳等。为了防止机械作用对产品产生的不良影响, 对产品提出以下要求:

① 采取减振缓冲措施, 确保产品内的电子元器件和机械零部件在受到外界强烈振动和



冲击的条件下不致变形和损坏。

② 提高电子产品的耐冲击、耐振动能力,保证电子产品的可靠性。

(3) 电磁干扰对电子产品的要求。电子产品工作的周围空间充满了由于各种原因所产生的电磁波,造成各种干扰。电磁干扰的存在,使产品输出噪声增大,工作不稳定,甚至完全不能工作。

为了保证产品在电磁干扰的环境中能正常工作,要求采取各种屏蔽措施,提高产品的电磁兼容能力。

思考与习题

1. 什么是工艺?包括哪两部分内容?
2. 电子产品制造工艺技术包含哪些内容?
3. 产品制造过程中的工艺管理工作有哪些?
4. 生产条件对制造工艺提出哪些要求?
5. 产品使用对制造工艺提出哪些要求?
6. 操作、维修对电子产品提出哪些要求?
7. 什么是可靠性?可靠性主要指标有哪些?
8. 提高电子产品的可靠性一般采用哪些措施?



第2章 电子元器件

2.1 电子元器件概述

电子元器件是电子电路中最基本的“零件”，每一个单元电路，如放大电路、振荡电路、检波电路等，都是由许多电子元器件构成的。电子元器件通常可以分为无源元件（习惯上称为元件）和有源元件（习惯上成为器件）两类。无源元件包括电阻器、电容器、电感器、电声器件等，有源元件包括晶体二极管、晶体三极管、集成电路等。

随着技术的发展，电子元器件品种规格也日趋繁多，并逐渐向小型化、集成化发展。就装配焊接的方式来说，已经从传统的通孔插装（THT）方式全面转向表面安装（SMT）方式。

2.1.1 电子元器件的命名与标注

1. 元器件的命名

国家电子工业管理部门对大多数国产电子元器件的种类命名都有统一的规定，可以从国家标准 GB 2470—1981 中查到。在本章后续内容中，将讲解部分元器件的命名方法，但由于电子元器件种类繁多，不可能一一列出讲解。

2. 元器件的标注

电子元器件的型号及各种参数，有很多种标注方法，常用的标注方法有直标法、文字符号法和色标法三种。

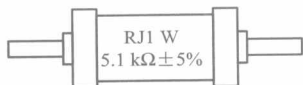


图 2-1 元器件参数直标法

（1）直标法。如图 2-1 所示，把元器件的主要参数直接印制在元件的表面上即为直标法。这种标注方法直观，但只能用于体积比较大的元器件。图 2-1 电阻器的表面上印有 RJ1 W - 5.1 kΩ - (±5%)，表示其种类为金属膜电阻器，额定功率为 1 W，阻值为 5.1 kΩ，允许偏差为 ±5%。

（2）文字符号法。文字符号法是指用文字符号来表示元器件的种类及有关参数，常用于标注半导体器件和集成电路，文字符号应该符合国家标准。例如，3DG6C 表示国产 NPN 型硅材料的高频小功率三极管，品种序号为 6，C 表示耐压规格。又如，集成电路上印有