

高等工科教育“十三五”规划教材

# 电子产品生产工艺与管理

DIANZI CHANPIN SHENGCHAN GONGYI YU GUANLI

郭建庄 乐丽琴 主编



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等工科教育“十三五”规划教材

# 电子产品生产工艺与管理

主 编 郭建庄 乐丽琴

副主编 吴素珍 宋述林 谷小娅

王二萍 李文方

## 内 容 简 介

本书以培养具有先进制造技术的技能型人才为宗旨。全书共分10章,采用教、学、做为一体的教学理念构建教材框架,使学生掌握电子产品生产工艺与管理的技能和相关知识,使其能够承担各类电子产品的生产准备、装配与焊接、调试与检测、生产工艺管理等工作。同时,培养学生敬业爱岗、吃苦耐劳、诚实守信、善于沟通及团队合作的品质,为发展职业能力奠定良好的基础。

本书引入了电子产品生产制造过程中的新技术、新工艺、新设备等相关知识,适合作为普通高等学校电子工艺技术或电子类专业及其他相关专业的教材,也可作为电子制造企业工程技术人员培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

电子产品生产工艺与管理/郭建庄,乐丽琴主编. —  
北京:中国铁道出版社,2015.12  
高等工科教育“十三五”规划教材  
ISBN 978-7-113-21049-6

I. ①电… II. ①郭… ②乐… III. ①电子产品—生产  
工艺—高等学校—教材②电子产品—生产管理—高等学校—  
教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 244830 号

书 名: 电子产品生产工艺与管理  
作 者: 郭建庄 乐丽琴 主 编

策 划: 许 璐  
责任编辑: 许 璐 彭立辉  
封面设计: 付 巍  
封面制作: 白 雪  
责任校对: 汤淑梅  
责任印制: 李 佳

读者热线: 010-63550836

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

版 次: 2015年12月第1版 2015年12月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16 字数: 383千

书 号: ISBN 978-7-113-21049-6

定 价: 34.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)51873659

## 前 言

随着我国经济的发展和科学技术的进步，电子产品的先进制造工艺技术已渗透到各个领域，成为人们高度关心的问题，高素质技能型的电子产品生产制造人员也成为市场急需的专业人才。本书以电子产品生产企业职业岗位群的综合能力为培养目标，以学生为中心，以工学结合为途径，以生产过程为主线，突出了生产与管理的结合，切实反映了电子生产制造企业的职业岗位能力标准，对接了劳动和社会保障部制定的国家职业标准和企业用人需求。

本书坚持行业指导、企业参与、校企合作，以“教室与车间的合一、学生与学徒的合一、老师与师傅的合一、课内与课外的合一、产品与作业的合一、企业需求与学生综合素质培养的合一”为宗旨，融教、学、作为一体的教学理念来构建教材格式。以电子整机产品生产工艺作为主线，以电子产品的生产准备、焊接、装配、调试、检测、管理等主要岗位工作任务为驱动，分解教学任务，将相关课程的知识点有机地、系统地紧密结合起来，由浅入深地设计教材结构，强调理论与实际相结合，注重将电子产品生产制造过程中的新技术、新工艺、新设备等相关知识引入教材。

全书共分10章，内容包括：电子工艺基础、常用电子元器件的识别及检测、焊接技术、电子整机产品的防护、电子产品装配工艺、表面组装工艺技术、电子产品的调试和检验、电子产品生产管理、电子产品制造企业的产品认证、电子技术综合实训。

本书由郭建庄、乐丽琴任主编，吴素珍、宋述林、谷小娅、王二萍、李文方任副主编。具体编写分工：郭建庄负责本书的编写思路与大纲总体策划，指导全书的编写，并编写第1章和第2章；乐丽琴编写第3章；谷小娅编写第4章、第5章；宋述林编写第6章、第7章；吴素珍编写第8章；王二萍编写第9章；李文方编写第10章。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在疏漏与不足之处，敬请读者批评指正，以便修订时改进。

编 者  
2015年5月

# 目 录

第1章 电子工艺基础 .....	1
1.1 工艺概述 .....	1
1.1.1 现代制造工艺的形成 .....	1
1.1.2 电子工艺研究的范围 .....	2
1.1.3 我国电子工艺现状 .....	2
1.1.4 电子工艺学的特点 .....	3
1.2 电子产品制造工艺 .....	3
1.2.1 电子产品制造过程中工艺技术的种类 .....	3
1.2.2 产品制造过程中的工艺管理 .....	4
1.2.3 生产条件对制造工艺提出的要求 .....	5
1.2.4 产品使用对制造工艺提出的要求 .....	5
1.2.5 电子产品可靠性与工艺的关系 .....	6
1.3 安全用电常识 .....	8
1.3.1 触电对人体的危害 .....	8
1.3.2 安全用电技术 .....	11
1.3.3 电子装接操作安全 .....	13
1.3.4 触电急救与电气消防 .....	15
习题 .....	15
第2章 常用电子元器件的识别及检测 .....	16
2.1 电子元器件概述 .....	16
2.1.1 电子元器件的命名与标注 .....	16
2.1.2 电子元器件的主要参数 .....	19
2.1.3 电子元器件的检验和筛选 .....	20
2.2 电阻器和电位器 .....	21
2.2.1 电阻器和电位器的命名与种类 .....	22
2.2.2 电阻器的主要参数及标志方法 .....	25
2.2.3 表面安装电阻器及电阻排(网络电阻器) .....	26
2.2.4 电阻器与电位器的选用和质量判别 .....	27
2.3 电容器 .....	28
2.3.1 电容器的分类及外形 .....	29
2.3.2 电容器的合理选用与简单测试方法 .....	34
2.4 电感器和变压器 .....	36

2.4.1	电感线圈的命名和种类 .....	37
2.4.2	电感器的主要参数及主要标识方法 .....	38
2.4.3	电感器的检测和筛选 .....	39
2.4.4	色码电感器的串、并联使用 .....	40
2.4.5	电源变压器 .....	40
2.5	半导体器件 .....	44
2.5.1	半导体器件的命名 .....	45
2.5.2	半导体二极管 .....	46
2.5.3	半导体晶体管 .....	48
2.5.4	场效应管与晶闸管 .....	50
2.6	集成电路 .....	55
2.6.1	集成电路的基本类别 .....	55
2.6.2	集成电路的外形及引脚识别 .....	55
2.6.3	集成电路的型号命名方法 .....	57
2.6.4	使用集成电路的注意事项 .....	58
2.7	SMT 元器件 .....	60
2.7.1	SMT (贴片) 元器件的特点 .....	60
2.7.2	SMT 元器件的种类 .....	60
2.7.3	无源元器件 (SMC) 及外形尺寸 .....	61
2.7.4	SMD 分立器件 .....	63
2.7.5	SMD 集成电路 .....	63
2.7.6	SMT 元器件的选用及使用注意事项 .....	66
2.8	其他元器件 .....	67
2.8.1	电声元器件 .....	67
2.8.2	开关和继电器 .....	70
2.8.3	LED 数码管和液晶显示器 .....	73
	习题 .....	76
<b>第3章 焊接技术 .....</b>		<b>79</b>
3.1	手工焊接常用工具 .....	79
3.1.1	电烙铁 .....	79
3.1.2	电热风枪 .....	83
3.1.3	其他焊接装配辅助工具 .....	83
3.2	焊接材料 .....	85
3.2.1	锡铅合金焊料 .....	85
3.2.2	无铅焊料 .....	86
3.2.3	常用焊料 .....	88
3.2.4	助焊剂 .....	88
3.2.5	阻焊剂 .....	89
3.3	手工焊接技术及工艺要求 .....	89

3.3.1	手工焊接准备 .....	90
3.3.2	手工焊接技术 .....	91
3.3.3	印制电路板的手工焊接工艺 .....	93
3.3.4	SMT 器件的手工焊接 .....	95
3.4	电子工业生产中的自动焊接技术 .....	97
3.4.1	浸焊技术 .....	97
3.4.2	波峰焊技术 .....	98
3.4.3	再流焊技术 .....	106
3.4.4	其他焊接技术 .....	115
	习题 .....	116
<b>第 4 章</b>	<b>电子整机产品的防护 .....</b>	<b>118</b>
4.1	气候因素对电子产品的影响与防护措施 .....	118
4.1.1	温度的影响与防护 .....	118
4.1.2	湿度的影响与防护 .....	119
4.1.3	霉菌的影响与防护 .....	120
4.1.4	盐雾的影响与防护 .....	120
4.2	电子产品的散热与防护 .....	120
4.2.1	热的传导方式 .....	121
4.2.2	提高散热能力的措施 .....	121
4.3	电子产品机械振动和冲击的隔离与防护 .....	123
4.4	电磁干扰的屏蔽 .....	125
4.4.1	电场的屏蔽 .....	126
4.4.2	磁场的屏蔽 .....	126
4.4.3	电磁场的屏蔽 .....	128
4.4.4	屏蔽的结构形式与安装 .....	129
	习题 .....	133
<b>第 5 章</b>	<b>电子产品装配工艺 .....</b>	<b>134</b>
5.1	电子产品整机装配的准备工艺 .....	134
5.1.1	导线的加工 .....	134
5.1.2	元器件引线加工 .....	135
5.1.3	屏蔽导线及电缆线的加工 .....	137
5.1.4	线把的扎制 .....	139
5.2	电子产品整机装配工艺 .....	142
5.2.1	组装的特点及技术要求 .....	142
5.2.2	电子产品的组装方法 .....	142
5.2.3	电子产品组装的连接方法 .....	143
5.2.4	电子产品的布线及扎线 .....	143
5.3	印制电路板的组装 .....	147

5.3.1	印制电路板组装的基本要求 .....	148
5.3.2	印制电路板组装的工艺流程 .....	149
5.4	电子产品的整机装配 .....	151
5.4.1	电子产品整机结构形式及工艺要求 .....	151
5.4.2	常用零部件装配工艺 .....	153
5.4.3	电子产品整机总装 .....	154
5.4.4	电子产品装配的分级 .....	155
5.4.5	整机总装工艺流程 .....	155
5.4.6	电子产品生产流水线 .....	156
5.4.7	电子产品整机质量检查 .....	157
	习题 .....	158
<b>第6章</b>	<b>表面组装工艺技术 .....</b>	<b>159</b>
6.1	表面组装技术概述 .....	159
6.1.1	表面组装技术的发展 .....	159
6.1.2	SMT 工艺技术的特点 .....	161
6.1.3	SMT 工艺技术发展趋势 .....	161
6.2	SMT 组装工艺方案 .....	162
6.2.1	SMT 组装工艺 .....	162
6.2.2	组装工艺流程 .....	163
6.2.3	SMST 生产线简介 .....	165
6.3	SMT 电路板贴装工艺及设备 .....	165
6.3.1	锡膏涂敷工艺和锡膏印制机 .....	165
6.3.2	SMT 贴装技术及贴装设备 .....	170
6.3.3	SMT 贴装质量分析 .....	177
	习题 .....	178
<b>第7章</b>	<b>电子产品的调试和检验 .....</b>	<b>179</b>
7.1	电子产品的调试和检验概述 .....	179
7.1.1	电子产品调试工作的作用和内容 .....	179
7.1.2	电子产品调试对操作人员的要求 .....	180
7.1.3	正确选择和使用仪器 .....	180
7.1.4	电子产品测试过程中的安全防护 .....	181
7.2	电子产品的调试 .....	181
7.2.1	调试方案的制定 .....	181
7.2.2	调试的工装夹具 .....	182
7.2.3	调试步骤 .....	183
7.2.4	电子产品调试中故障查找和排除 .....	184
7.3	电子产品的整机老化和环境试验 .....	187
7.3.1	电子产品的整机老化 .....	187



7.3.2	电子产品整机的环境试验 .....	187
7.4	电子产品的寿命试验 .....	188
7.4.1	电子产品的寿命 .....	188
7.4.2	寿命试验的特征与方法 .....	189
7.5	电子产品可靠性试验的其他方法 .....	189
7.5.1	特殊试验 .....	189
7.5.2	现场使用试验 .....	190
	习题 .....	190
<b>第8章</b>	<b>电子产品生产管理 .....</b>	<b>191</b>
8.1	电子产品生产制造的组织形式 .....	191
8.1.1	电子产品的特点 .....	191
8.1.2	电子产品生产制造的基本要求 .....	191
8.1.3	电子产品生产的组织形式 .....	192
8.1.4	电子产品生产制造的标准化 .....	193
8.2	电子产品生产工艺及其管理 .....	195
8.2.1	生产工艺的制定 .....	195
8.2.2	工艺管理工作 .....	196
8.3	电子产品技术文件 .....	198
8.3.1	电子产品技术文件的特点 .....	198
8.3.2	电子产品技术文件的分类 .....	198
8.3.3	技术文件的管理 .....	199
8.3.4	技术文件的计算机管理 .....	199
8.4	电子产品设计文件 .....	200
8.4.1	设计文件的分类 .....	200
8.4.2	设计文件的编号(图号) .....	200
8.4.3	设计文件的成套性 .....	201
8.5	电子产品工艺文件 .....	202
8.5.1	工艺文件的分类和作用 .....	202
8.5.2	工艺文件的编号 .....	203
8.5.3	工艺文件的成套性 .....	204
8.5.4	工艺文件的编制方法 .....	205
8.5.5	常用工艺文件简介 .....	205
	习题 .....	214
<b>第9章</b>	<b>电子产品制造企业的产品认证 .....</b>	<b>215</b>
9.1	电子产品的 ISO 9000 质量管理标准简介 .....	215
9.1.1	ISO 的含义及 ISO 9000 系列标准规范质量管理的途径 .....	215
9.1.2	ISO 9000 标准质量管理的基本原则 .....	216
9.1.3	企业推行 ISO 9000 的典型步骤 .....	218

9.1.4	ISO 9000 质量标准的认证 .....	218
9.2	ISO 14000 系列环境标准简介 .....	220
9.2.1	实施 ISO 14000 标准的意义 .....	220
9.2.2	实施 ISO 14000 企业获得的效益 .....	221
9.2.3	ISO 14000 环境管理认证体系 .....	222
9.3	3C 强制认证简介 .....	223
9.3.1	3C 认证流程及 3C 认证流程图 .....	223
9.3.2	3C 认证申请书的填写 .....	225
9.3.3	3C 认证须提交的技术资料种类 .....	225
9.3.4	提交样品的注意事项 .....	225
9.4	IECEE-CB 体系 .....	226
9.4.1	IECEE-CB 体系和 NCB 机构概况 .....	226
9.4.2	申请 CB 认证的有关问题 .....	227
	习题 .....	227
<b>第 10 章</b>	<b>电子技术综合实训 .....</b>	<b>229</b>
10.1	FM 微型 (电调谐) 收音机工作原理 .....	229
10.1.1	FM 信号输入 .....	230
10.1.2	本振调谐电路 .....	230
10.1.3	中频放大、限幅与鉴频 .....	230
10.1.4	耳机放大电路 .....	231
10.2	FM 微型 (电调谐) 收音机安装工艺 .....	231
10.2.1	技术准备 .....	231
10.2.2	安装前检查 .....	232
10.3	安装与焊接 .....	233
10.3.1	贴片及焊接 .....	233
10.3.2	插装与焊接 .....	233
10.4	调试及总装 .....	233
10.4.1	调试与维修 .....	233
10.4.2	总装 .....	235
10.4.3	检查 .....	236
10.5	装配工艺文件 .....	237
10.5.1	工艺文件封面 .....	237
10.5.2	工艺文件目录 .....	238
10.5.3	工艺路线表 .....	238
10.5.4	元器件工艺表 .....	239
10.5.5	配套明细表 .....	240
10.5.6	装配工艺过程 .....	242
	习题 .....	244
	参考文献 .....	245

学习目的及要求：

- (1) 了解电子工艺研究的范围及特点。
- (2) 了解电子产品制造过程的工艺技术与工艺管理。
- (3) 掌握安全用电知识和触电急救的正确方法。

## 1.1 工艺概述

### 1.1.1 现代制造工艺的形成

工艺是生产者利用生产设备和生产工具，对各种原材料、半成品进行加工或处理，使之最后成为符合技术要求的产品的艺术（程序、方法、技术），它是人类在生产劳动中不断积累起来并经过总结的操作经验和技術能力。

与传统手工业和工艺美术品的概念不同，工艺学是现代化大生产的产物。在经济迅猛发展的当今世界，市场经济把不同国家和地区联结成为一个整体，最新的科技研究成果迅速转化为商品，人民的消费能力得到空前的提高，工业产品已经成为人民生活不可缺少的组成部分。在产品的生产制造过程中，运用全新的材料、设备、方法和管理，对劳动者的文化素质、理论基础和操作技能提出更高的要求。工程技术人员成了工业生产劳动的主要力量；科学的经营管理、优质的器件材料、先进的仪器设备、高效的工艺手段、严格的质量检验和低廉的生产成本成为赢得竞争的关键；一切与商品生产有关的因素，都变成研究和管理的主要对象，这就是现代的制造工艺学。工艺学已经成为一门涉及众多领域的专业学科。

对于现代化的工业产品来说，工艺不再仅仅是针对原材料的加工或生产的操作而言，应该是从设计到销售，包括每一个制造环节的整个生产过程。

对于企业及其所制造的产品来说，工艺工作的出发点是为了提高劳动生产率，生产优质产品以及增加生产利润。它建立在对于时间、速度、能源、方法、程序、生产手段、工作环境、组织机构、劳动管理、质量控制等诸多因素的科学研究之上。工艺学的理论及应用，指导企业从原材料采购开始，覆盖加工、制造、检验等每一个环节，直到成品包装、入库、运输和销售（包括销售中、后的技术服务及用户信息反馈），为企业组织有节奏的均衡生产提供科学的依据。可以说，工艺是企业科学生产的法律和法规，工艺学是一门综合性的科学。

### 1.1.2 电子工艺研究的范围

电子工业是 20 世纪新兴的行业，经过几十年的发展，已经成为世界经济最重要的支柱性产业。电子工业的产品的种类繁多，主要可分为电子材料、元器件、配件（整件、部件）、整机和系统。其中，各种电子材料及元器件是构成配件和整机的基本单元，配件和整机又是组成电子系统的基本单元。这些产品一般是由专门化的工厂生产，必须根据它们的生产特点制定不同的制造工艺。同时，电子技术的应用领域极其广泛，产品可以分为计算机、通信、仪器仪表、自动控制等几大类，根据工作方式及使用环境的不同要求，其制造工艺又有所不同。所以，电子工艺学的内容极其广泛。本书的任务在于讨论整机（包括配件）产品的制造工艺，主要涉及的是电子产品从设计开始，在试验、装配、焊接、调试、检验、维修和服务等方面的工艺过程，对于各种电子材料及电子元器件，则是从使用的角度讨论它们的外部特性及其选择和检测。在本书的讨论中，凡说到“电子工艺”，都是指电子整机产品生产制造过程方面的内容。

就电子整机产品的生产过程而言，主要涉及两方面：一方面是指制造工艺的技术手段和操作技能；另一方面是指产品在生产过程中的质量控制和工艺管理。这两方面可分别看作是“硬件”和“软件”，都很重要。本书对这两方面的内容都将进行叙述，但侧重于前者。

### 1.1.3 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 年代以来，特别是近年来，随着世界各工业发达国家以及中国香港、台湾地区电子厂商纷纷把工厂迁往珠江三角洲和长江三角洲，我国电子工业更是突飞猛进地发展，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”，即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，热点集中在东南沿海地区。在这里企业不断引进世界上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员，已基本形成系统的、现代化的电子产品制造工艺体系，在这里制造的电子产品行销全世界，已经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。所以，我国制造的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，电子产品质量比较稳定，市场竞争力比较强。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人员是我国电子工艺教育的长期任务。

### 1.1.4 电子工艺学的特点

随着我国经济社会的发展和科学技术的进步,电子产品的品质和先进的制造工艺技术已渗透到各个领域。人们认识到,没有先进的电子工艺技术就不能制造出高水平、高性能的电子产品。电子产品制造工艺技术,作为与生产实际密切相关的技术学科,有着明显的特点,归纳起来主要有以下几点:

#### 1. 涉及众多科学技术领域

电子工艺的技术信息分散在广阔的领域中,与众多的科学技术领域相关联,与许多学科的知识相互交叉、相辅相成。其中,最主要的有应用物理、化学工程技术、光刻工艺技术、电气电子工程技术、机械工程技术、金属学、焊接学、工程力学、材料力学、微电子学、计算机科学、工业设计学、人机工程学。还涉及数理统计、运筹、系统工程、会计等与企业管理有关的众多学科。所以,电子工艺学是涉及众多科学技术领域的一门综合性很强的技术学科。

#### 2. 形成的时间较晚而发展迅速

电子工艺技术贯穿于电子产品的设计与制造全过程,与生产实践紧密相连。在生产实践中一直被广泛应用,但在国内作为一门学科而被系统研究的时间却不长,直到20世纪80年代在我国高等院校中才开设相关的课程。随着电子科学技术的飞速发展,对电子工艺也提出了越来越高的要求,人们在实践中不断探索新的工艺方法,寻找新的工艺材料,使电子工艺技术的内涵及外延迅速扩展。电子产品制造工艺技术的更新速度与其他行业相比要快得多,经常有这样的情况发生:某项新的工艺方法还未能全面推广普及,就已经被更先进的技术所取代。

## 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技术。

### 1.2.1 电子产品制造过程中工艺技术的种类

制造一个整机电子产品,要涉及很多技术,并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、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蚀能力，外形装饰美观，一般要进行化学处理，化学工艺电镀、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

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，应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。一般来说，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、新设备和新技术攻关规划等）、工艺组织措施规划（工艺程序调整、工艺技术发行规划等）。

### 2. 生产方案准备

企业设计的新产品在进行生产前，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，主要工作包括：

- (1) 确保安全文明生产。
- (2) 制定工序质量控制措施，进行质量管理。
- (3) 提高劳动生产率，节约材料，减少工时和能源消耗。
- (4) 制定各种工艺管理制度并组织实施。
- (5) 检查和监督执行工艺情况。

### 4. 开展工艺标准化工作

为了使产品符合国际标准，增强产品的竞争力，必须开展工艺标准化工作。工艺标准化工作的主要内容有：

(1) 掌握国内外新技术、新工艺、新材料、新设备的研究与使用情况,借鉴国内外的先进科学技术,积极采取和推广已有的、成熟的研究成果。

(2) 进行工艺技术的研究和开发工作,从各种渠道搜集有关的新工艺标准、图纸手册及先进的工艺规程、研究报告、成果论文和资料信息,并进行加工、管理。

(3) 有计划地对工艺人员、技术工人进行培训和教育,为他们更新知识、提高技术水平和技能开展服务。

(4) 开展群众性的合理化建议与技术改进活动,进行工艺和新技术的推广工作,对在实际工作中做出创造性贡献的人员给予奖励。

### 1.2.3 生产条件对制造工艺提出的要求

任何电子产品在其研制成功之后都要投入生产,因为不生产,就产生不了价值,研制就失去了意义。产品要顺利地生产,必须符合生产的条件,否则,不可能生产出优质的产品,甚至根本无法投产。企业的设备情况、技术和工艺水平、生产能力和周期,以及生产管理水平等因素都属于生产条件。生产条件对工艺的要求,一般表现为以下几个方面:

(1) 产品的零部件、元器件的品种和规格应尽可能地少,尽量使用由专业生产企业生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,即要使零部件的结构、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、元器件及各种技术参数、开关、尺寸等产学研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,还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,比如笔记式计算机,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:

(1) 电子产品在发生故障时,应便于打开维修或能迅速更换部件。例如,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。

(2) 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。

(3) 对于电路单元应尽可能采用印制电路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。

### 1.2.5 电子产品可靠性与工艺的关系

电子产品的可靠性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,包含了两层意思: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。产品的可靠性可分为固有可靠性、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、盐雾,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。

#### 1. 从生产制造工艺方面提高电子产品可靠性的途径

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,有的是元器件本身的缺陷,也有可能是元器件选用不当所造成的,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。典型普通元器件失效曲线如图1-1所示,这条关系曲线就是通常所说的浴盆曲线。从图中可以看出:早期,随着元器件使用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,通过对原材料的生产工艺加强检验和质量控制,对元器件进行筛选可使其早期失效率大大降低;随着时间的推移,产品在早期失效期之后,失效率低且基本稳定,失效率与使用时间无关,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;产品在使用的后期,失效率随着使用时间迅速增加,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筛选,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。

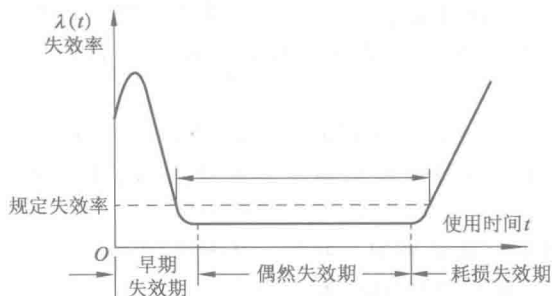


图 1-1 典型普通元器件失效曲线

此外，提高电子产品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适合的元器件，使用条件不超过元器件参数的额定值和相应的工作环境条件，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定，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，少用可调元器件，采用自动检测与保护电路。为便于排除故障和维修，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、屏蔽及防护措施；防震结构要牢靠，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) 加强生产过程中的质量管理。

## 2. 从使用方面提高电子产品的可靠性

电子产品出厂时一般都附有合格证、使用说明书、维修卡等，有些产品还对储存、运输等条件有相应的规定。因此，对使用者来说，应该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。电子产品的储存和运输必需按照规定的条件执行，否则会在储存和运输过程中受到损伤。保管也是如此，必需按照规定的范围保管，如温度、湿度等都要保持一定范围。

(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的差错，也可避免产品长期“带病”工作而造成严重损伤。

## 3. 从环境适应性方面提高电子产品的可靠性

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可靠性的主要因素。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。