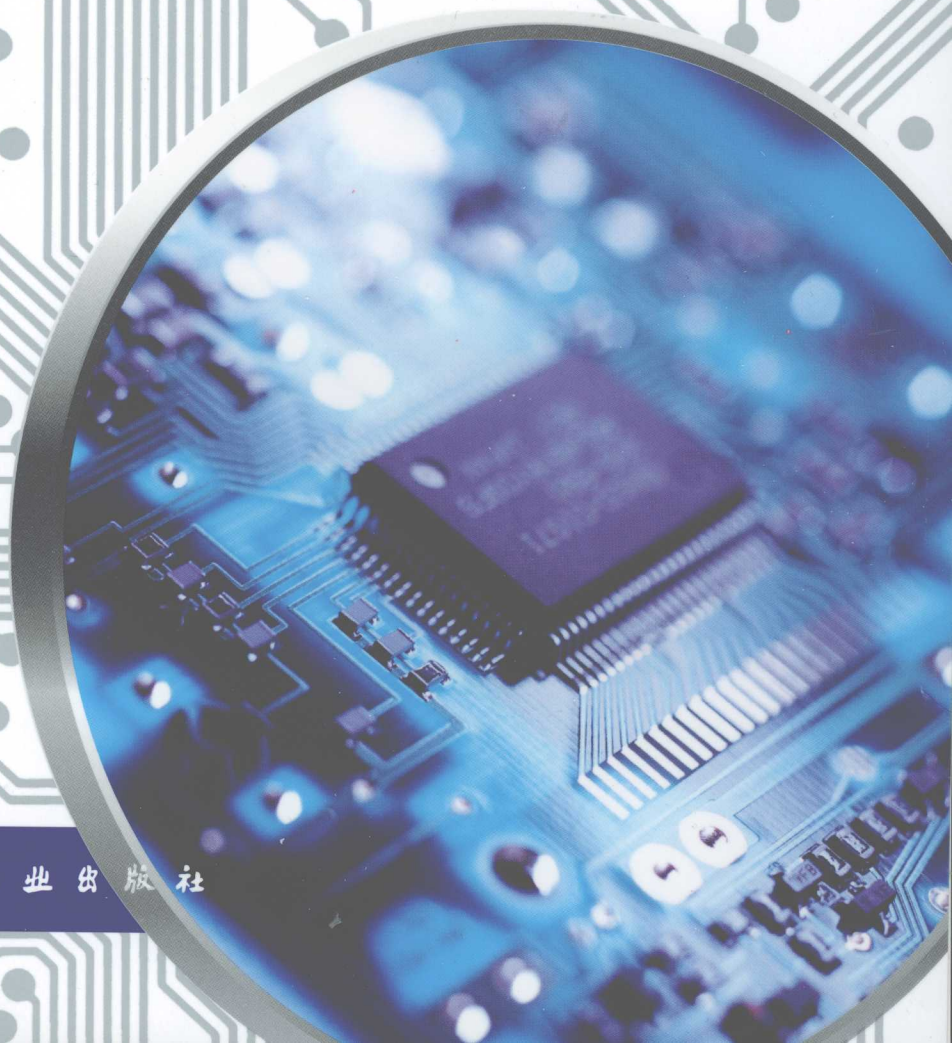


DIANZI CHANPIN GONGYI

电子产品工艺

王振红 张常年 张萌萌 编

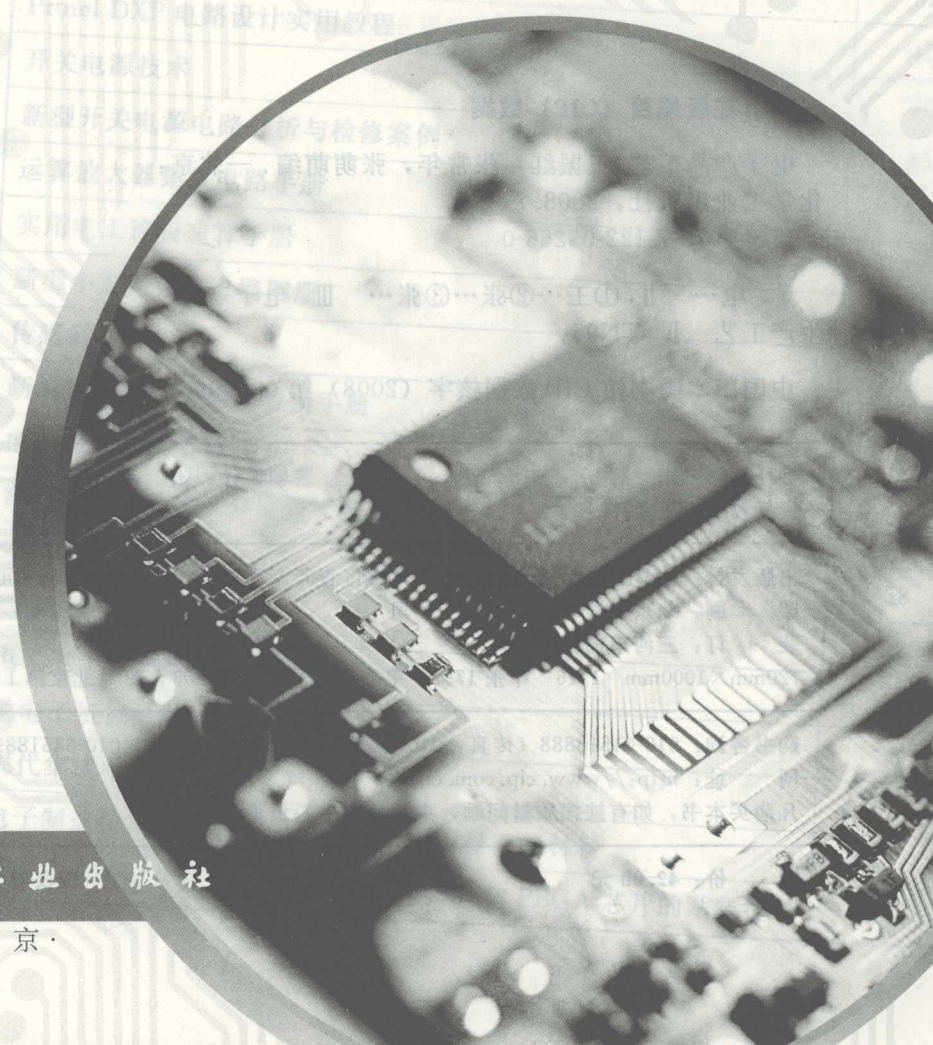


化学工业出版社

DIANZI CHANPIN GONGYI

电子产品工艺

王振红 张常年 张萌萌 编



化学工业出版社

·北京·

本书详细介绍了电子产品的工艺工作、常用电子元器件及其检测、常用电子材料、印制电路板、焊接工艺、电子产品的防护、电子产品装配工艺、表面组装工艺技术、电子产品调试工艺、电子产品全面质量管理与 ISO 9000 质量标准等内容。

本书注重遵循“够用为度，言简意赅，重在应用”的原则，具有指导性、可实施性、可操作性，容易理解，使读者快速掌握实际操作技能的特点。

本书适用于从事电子产品相关行业的技术工人、电子技术爱好者阅读，也可供本科和专科电子、电气信息类专业的电子产品工艺实习教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子产品工艺/王振红, 张常年, 张萌萌编. —北京:
化学工业出版社, 2008. 7
ISBN 978-7-122-03256-0

I. 电… II. ①王…②张…③张… III. 电子产品-
生产工艺 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 097396 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 王素芹

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 326 千字 2008 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 42.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着科学技术的不断进步,我国的自动化水平和信息化水平得到了长足发展,尤其是沿海发达地区不断引进国外高科技电子产品生产线,从而在我国逐渐形成了世界电子产品生产基地。电子产品的硬件装配生产已经全面转变到以 SMT (Surface Mount Technology, 表面安装技术) 为核心的第四代工艺,一切生产过程管理必须遵从以 ISO 9000 系列质量标准为代表的现代化科学管理模式。社会对懂理论、会管理、能操作的技术应用型人才的需求日益迫切,要求也更加严格。

信息产业“十一五”规划中指出:贯彻落实人才兴国战略,加强人才队伍建设。特别提到:实施高技能人才培养工程,通过高等院校、民办或私营机构、企业、中介机构等多种渠道和方式,加大继续教育、职业教育力度,加强工程实用人才的培养,壮大高技能人才队伍。

本书详细介绍了电子产品的工艺工作、常用电子元器件及其检测、常用电子材料、印制电路板、焊接工艺、电子产品的防护、电子产品装配工艺、表面组装工艺技术、电子产品调试工艺、电子产品全面质量管理与 ISO 9000 质量标准等内容,是一本较全面地讲解电子产品工艺的参考资料。

本书注重遵循“够用力度,言简意赅,重在应用”的原则,具有指导性、可实施性、可操作性,容易理解,使读者快速掌握实际操作技能的特点。

本书适用于从事电子产品相关行业的技术工人、电子技术爱好者阅读,也可作为本科和专科电子、电气信息类专业的电子产品工艺实习教材。

本书由王振红、张常年、张萌萌编写,北方工业大学信息工程学院宋鹏、张东彦、周燕平、康晓麓、赵徐森、刘淑敏、吴晓林、韩宇龙、胜智勇等同志给予了很多关心和支持,在此对他们表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2008 年 4 月于北方工业大学

目 录

第 1 章 电子产品的工艺工作	1
1.1 工艺的基本概念	1
1.2 电子产品工艺工作程序	3
1.2.1 电子产品工艺工作流程图	3
1.2.2 产品预研制阶段的工艺工作	3
1.2.3 产品设计性试制阶段(样机试制阶段)的工艺工作	3
1.2.4 产品生产性试制阶段的工艺工作	6
1.2.5 产品批量性生产阶段的工艺工作	7
1.3 电子产品制造工艺技术	7
1.3.1 电子产品制造的工艺技术	7
1.3.2 电子产品制造工艺技术的管理	8
1.4 电子产品技术文件	11
1.4.1 设计文件	11
1.4.2 工艺文件	17
习题	27
第 2 章 常用电子元器件及其检测	28
2.1 电阻	28
2.1.1 电阻的基本知识	28
2.1.2 电阻的主要性能参数和识别方法	31
2.1.3 电阻的检测方法和选用方法	34
2.2 电容	36
2.2.1 电容的基本知识	36
2.2.2 电容的主要性能参数和识别方法	37
2.2.3 电容的检测方法及其选用方法	39
2.3 电感和变压器	41
2.3.1 电感和变压器的基本知识	41
2.3.2 电感的主要性能参数和识别方法	43
2.3.3 电感和变压器的检测方法	44
2.4 半导体器件	44
2.4.1 二极管	46

2.4.2	晶体管	49
2.4.3	场效应管 (FET)	52
2.4.4	单结晶体管及其检测	53
2.4.5	晶闸管及其检测	54
2.5	集成电路	54
2.5.1	集成电路的分类及命名方法	55
2.5.2	集成电路的引脚识别与使用注意事项	55
2.5.3	集成电路的检测方法	57
2.6	开关件、接插件及熔断器	58
2.6.1	开关件的分类及主要参数	58
2.6.2	开关件的检测	59
2.6.3	接插件及其检测	59
2.6.4	熔断器及其检测	60
2.7	电声器件	61
2.7.1	扬声器	61
2.7.2	耳机	62
2.7.3	传声器	63
2.8	继电器	63
2.8.1	电磁继电器	63
2.8.2	舌簧继电器	64
2.8.3	固态继电器	65
2.9	压电器件	65
2.9.1	石英晶体谐振器	65
2.9.2	陶瓷滤波器	66
2.9.3	声表面波滤波器	67
2.10	表面组装元器件	68
2.10.1	概述	68
2.10.2	常见表面组装元器件	69
2.11	电子元器件的选用	74
2.11.1	电子元器件的选用准则	74
2.11.2	电子元器件的降额使用	76
习题		77

第3章 常用电子材料	79
3.1 线材	79
3.1.1 线材的分类	79
3.1.2 常用线材的主要用途	79
3.2 绝缘材料	83
3.2.1 常用绝缘材料的类型	84
3.2.2 常用绝缘材料的性能指标	85
3.3 磁性材料	87
3.3.1 常用磁性材料的类型	87
3.2.2 常用磁性材料的性能指标	87
3.4 覆铜板	89
3.4.1 印制电路板的种类	89
3.4.2 覆铜箔板	90
3.5 黏合剂	91
习题	95
第4章 印制电路板	96
4.1 印制电路板的设计	96
4.1.1 设计印制电路板前的准备工作	96
4.1.2 印制电路板元器件布局与布线	97
4.1.3 印制焊盘的尺寸及形状	102
4.1.4 印制导线的尺寸及形状	105
4.1.5 印制导线的抗干扰和屏蔽	107
4.1.6 印制电路板的对外连接	110
4.1.7 表面贴装技术对印制板的要求	110
4.2 印制电路板的制造工艺	111
4.2.1 印制电路板制造过程的基本环节	111
4.2.2 印制板生产工艺	118
4.2.3 印制电路板的质量检验	120
4.3 手工自制印制电路板	121
4.3.1 制作材料和工具	122
4.3.2 手工制作印制板	123
4.4 利用 Protel 99 软件制作印制电路板	125

4.4.1	启动 Protel 99	126
4.4.2	建立设计项目	126
4.4.3	新建文件	127
4.4.4	Protel 99 设计界面介绍	128
4.4.5	设置参数	129
4.4.6	放置元件	131
4.4.7	库的使用	132
4.4.8	自制元件	134
4.4.9	布局与连线	137
4.4.10	PCB 板封装	139
	习题	139
第 5 章 焊接工艺		141
5.1	焊接的基本知识	141
5.1.1	焊接的种类	141
5.1.2	焊料、焊剂和焊接的辅助材料	141
5.1.3	锡焊的基本过程	144
5.1.4	锡焊的基本条件	144
5.2	手工焊接的工艺要求及质量分析	145
5.2.1	手工焊接技术	145
5.2.2	手工焊接的工艺要求	148
5.2.3	焊点的质量分析	149
5.2.4	拆焊	151
5.3	自动焊接技术	152
5.3.1	浸焊	152
5.3.2	波峰焊接技术	153
5.3.3	再流焊技术	155
5.3.4	表面安装技术 (SMT) 介绍	156
5.4	接触焊接	158
5.4.1	压接	158
5.4.2	绕接	159
5.4.3	穿刺	160
5.4.4	螺纹连接	160

习题	162
第 6 章 电子产品的防护	163
6.1 气候因素的防护	163
6.1.1 潮湿的防护	163
6.1.2 盐雾和霉菌的防护	168
6.1.3 金属的防护	171
6.2 电子产品的散热及防护	174
6.2.1 热的传导方式	175
6.2.2 提高散热能力的措施	176
6.2.3 晶体管及集成电路芯片的散热	178
6.3 机械因素的隔离	179
6.4 电磁干扰的屏蔽	183
6.4.1 电场的屏蔽	184
6.4.2 磁场的屏蔽	184
6.4.3 电磁场的屏蔽	187
6.4.4 屏蔽的结构形式与安装	187
习题	193
第 7 章 电子产品装配工艺	195
7.1 电子产品整机装配的准备工艺	195
7.1.1 导线的加工	195
7.1.2 元器件引线加工	196
7.1.3 屏蔽导线及电缆的加工	197
7.1.4 线把的扎制	200
7.2 装配工艺	203
7.2.1 组装的特点和技术要求	203
7.2.2 组装方法	204
7.2.3 连接方法	205
7.2.4 布线及扎线	205
7.3 印制电路板的组装	210
7.3.1 组装工艺	210
7.3.2 组装工艺流程	213

7.4 整机组装	215
7.4.1 整机组装的结构形式及工艺要求	215
7.4.2 常用零部件装配工艺	217
7.4.3 整机总装	219
习题	221
第8章 表面组装工艺技术	222
8.1 概述	222
8.1.1 组装工艺技术的发展	222
8.1.2 SMT 工艺技术的特点	223
8.1.3 SMT 工艺技术发展趋势	224
8.2 SMT 组装工艺	224
8.2.1 SMT 组装工艺	224
8.2.2 组装工艺流程	225
8.2.3 SMT 生产线简介	227
8.3 SMC/SMD 贴装工艺	228
8.3.1 SMC/SMD 贴装方法	228
8.3.2 贴装机简介	229
8.4 SMT 焊接工艺技术	230
8.4.1 SMT 焊接方法与特点	230
8.4.2 SMT 焊接工艺	231
8.4.3 清洗工艺技术	238
习题	240
第9章 电子产品调试工艺	241
9.1 概述	241
9.1.1 调整、调试与产品生产	241
9.1.2 调试仪器的选择与配置	243
9.1.3 调整与测试的安全	245
9.2 调试工艺技术	246
9.2.1 调试工作的一般程序	246
9.2.2 产品的调整方法	248
9.2.3 产品调试技术	253

9.2.4 自动测试技术简介	254
9.3 整机检测与维修	255
9.3.1 整机检测方法	255
9.3.2 故障检测与维修	257
习题	260
第 10 章 电子产品全面质量管理与 ISO 9000 质量标准	261
10.1 质量与可靠性概念	261
10.1.1 质量	261
10.1.2 可靠性	262
10.1.3 平均无故障工作时间	263
10.2 产品生产及全面质量管理	264
10.2.1 产品生产的阶段	264
10.2.2 产品生产过程的质量管理	265
10.2.3 生产过程的可靠性保证	266
10.3 ISO 9000 系列质量标准	268
10.3.1 ISO 9000 标准系列与 GB/T 19000-ISO 9000 标准系列	268
10.3.2 实施 GB/T 19000-ISO 9000 标准系列的意义	269
习题	271
参考文献	272

第1章

电子产品的工艺工作

1.1 工艺的基本概念

工艺是人类利用生产工具对各种原材料、半成品进行加工和处理,改变它们的几何形状、外形尺寸、内部组织、物理和化学性能以及相互关系,最后使之成为预期产品的方法及过程。

工艺工作是对时间、速度、能源、方法、程序、生产手段、工作环境、组织机构、劳动管理、质量监控等生产因素科学研究的总结。

工艺工作按内容可分为工艺技术和工艺管理。

工艺技术是人类在劳动中逐渐积累起来并经过总结的操作技术经验,它是应用科学、生产实践及劳动技能的总和。

工艺管理是指从系统的观点出发,对产品制造过程的各项工艺技术活动进行规划、组织、协调、控制及监督,以实现安全、优质、高产、低消耗的既定目标。

工艺工作是企业生产技术的中心环节,是组织生产和指导生产的一种重要手段。在产品的设计阶段,它的内容是确定产品的制造方案并完善生产前的技术准备工作;在产品的生产制造阶段,它的主要内容是组织指导符合设计要求的加工生产,直至出厂为止而采取的必要的技术和管理措施。工艺技术是工艺工作的核心;工艺管理是对工艺工作的计划、组织、协调与实施,是保证工艺技术在生产中贯彻和发展的管理科学。工艺技术的实现和发展是由科学的工艺管理工作来保证和实现的。工艺工作将各个部门、各个生产环节联系起来成为一个完整的整体。它的着眼点就是促进每项工作操作简单、流畅、高效率、低强度。

在国外,生产工艺是极其保密的,例如“可口可乐”品牌历经百年而不

衰,就在于其独特的、严格保密的工艺配方,在他们看来,“工艺就是专利,专利就是资本”。在国内,重视设计、轻视工艺的倾向正在得到改变。一般的企业工艺人员与设计人员的比例对整机厂来说,应当取 2:1,而元件厂应当取 3:1。

电子产品装联工艺技术的发展经历了五个时代。第一代:电子管—底座框架时代(20 世纪 50 年代);第二代:晶体管—通孔插装(THT)时代(20 世纪 60 年代);第三代:集成电路—通孔插装时代(20 世纪 70 年代);第四代:大规模集成电路—表面安装(SMT)时代(20 世纪 80 年代初期);第五代:超大规模集成电路—多层复合贴装(MPT)时代(20 世纪 80 年代后期)。装联工艺如图 1-1、图 1-2。

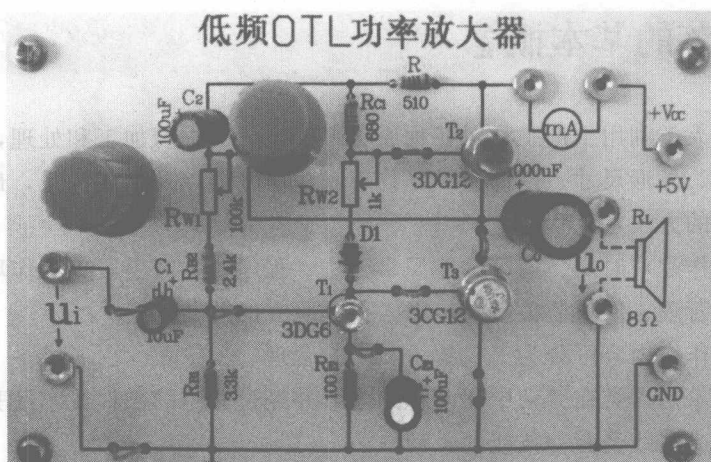


图 1-1 晶体管—通孔插装

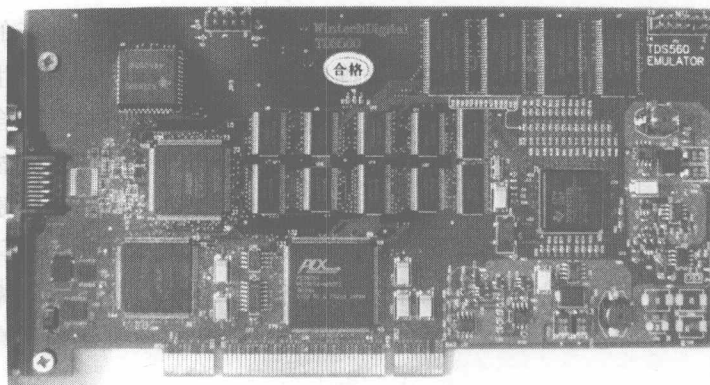


图 1-2 大规模集成电路—表面安装

1.2 电子产品工艺工作程序

1.2.1 电子产品工艺工作流程图

电子产品从研制开发到商品销售的全过程可划分为四个阶段,即产品预研制阶段、产品设计性试制阶段、产品生产性试制阶段、产品批量性生产阶段。在各个阶段中都存在着工艺工作,电子产品工艺工作流程图如图 1-3 所示。

1.2.2 产品预研制阶段的工艺工作

(1) 新产品设计调研和用户访问

企业在确定新产品主持设计师的同时,应该确定主持工艺师。主持工艺师应当参加新产品的的设计调研和老产品的用户访问工作。

(2) 新产品的设计和老产品的改进设计方案论证

针对产品结构、性能、精度的特点和企业的技术水平、设备条件等因素,进行工艺分析,提出改进产品工艺性的意见。

(3) 产品初样试验与工艺分析

对按照设计方案研制的初样做工艺分析,对产品试制中可采用的新工艺、新技术、新型元器件及关键工艺技术进行可行性研究试验,并对引进的工艺技术做到消化吸收。

(4) 初样鉴定会

参加初样鉴定会,提出工艺性评审意见。

1.2.3 产品设计性试制阶段(样机试制阶段)的工艺工作

(1) 进行产品性能和结构的工艺性审查

“工艺性”是产品的一个重要特性,是指所设计的产品(零件、部件、整件及整机),在一定的生产条件下(人员、设备、场地、材料等条件),制造、维修的可行性和经济性。

工艺性审查的内容包括:

① 从制造的观点分析设计方案的合理性、可行性和可靠性,除了一般工艺性审查外,应该特别注意产品的安全性设计(如预防机械、电力、燃烧等危害的结构和材料)、热设计、减振缓冲结构设计、电磁兼容设计的工艺性审查。

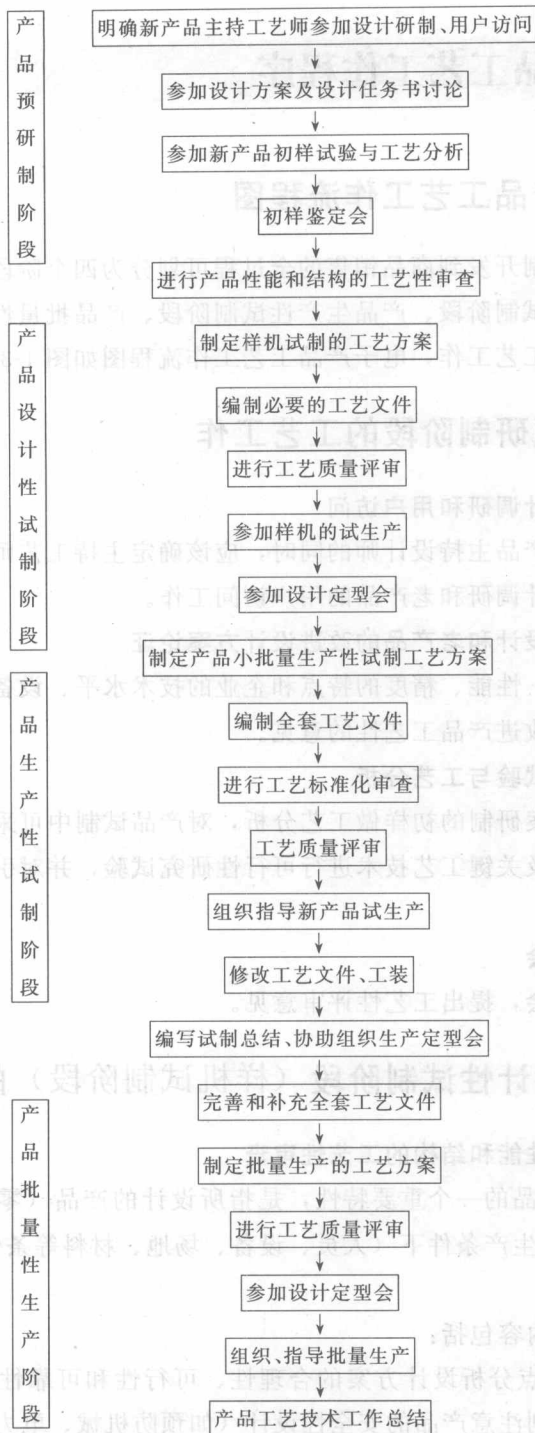


图 1-3 电子产品工艺工作流程图

② 分析、比较设计方案中的系统图、电路图以及主要技术性能、参数的经济性和可行性。

③ 分析主要原材料、配套元器件以及外购件的选用是否合理。

④ 分析产品各组成部分是否便于安装、连接、检测、调整和维修以及其工艺性。

⑤ 分析产品进行总装配的可行性。

⑥ 分析产品零件的铸造、焊接、热处理、切削加工、钣金、冲压加工、表面处理及塑件加工，机械装配加工的工艺性。

⑦ 其它的工艺性审查。

接受工艺性审查的产品图样、简图，应经设计、审核人员签字，未经工艺部门进行工艺性审查签署的工作图，不能投入生产。

(2) 制定样机试制的工艺方案

① 对产品设计工艺性审查、评价和对工艺工作量的大体估计。

② 提出自制件和外协件的调整意见。

③ 提出必备的标准设备和仪器的购置和代用意见。

④ 提出必需的特殊设备、测试仪器的购置或设计、改装意见。

⑤ 提出必备的专用工艺装备的设计、制造及改进意见。

⑥ 关键、重要的零部件的工艺规程设计意见。

⑦ 有关新工艺、新材料及新技术的试验意见。

⑧ 主要原材料和工时的估算。

(3) 编制必要的工艺文件

① 关键零部件明细表和工艺过程卡片。

② 关键工艺说明及简图。

③ 关键专用工艺装备方面的工艺文件。

④ 有关材料类的工艺文件。

(4) 进行工艺质量评审

工艺质量评审是及早发现和纠正工艺设计缺陷，促进工艺文件完善、成熟的一种工程管理方法。

工艺质量评审要以产品设计文件、研制任务书或研制合同、有关标准、规范、技术管理和质量保证文件等作为主要依据。评审应该突出重点，抓住技术、经济方面的主要矛盾。重点审查的内容包括：工艺总方案、生产说明书等文件；关键零件、重要部件、关键工序的工艺文件；特种工艺的工艺文件；所采用的新技术、新工艺、新材料、新元件、新装备、新的计算方法和试验结果等。

工艺质量评审在计划调度和质量保证部门监督下进行。

(5) 样机的试生产

积极参与关键的装配、调试、检验及各项试验工作，做好原始记录和工艺技术服务工作。

(6) 设计定型会

根据样机试制中出现的各种情况，编写工艺审查报告。参加设计定型会，对样机试生产提出结论性意见。

1.2.4 产品生产性试制阶段的工艺工作

(1) 制定产品小批量生产性试制工艺方案

新产品小批量生产试制工艺方案，应在总结样机试制工作的基础上，按照正式生产的生产类型要求，提出生产性试制前所需的各项工艺技术准备工作。

新产品小批量生产试制工艺方案的主要内容有：

- ① 对产品设计性试制阶段工艺工作的小结。
- ② 对自制件和外协件进一步调整的意见。
- ③ 自制件的工艺路线调整意见。
- ④ 工艺关键的质量攻关措施和工序控制点的设置意见。
- ⑤ 提出应该设计和编制的全部工艺文件及要求。
- ⑥ 提出主要金属机械零件毛坯的工艺方法。
- ⑦ 确定专用工艺装备的设计、制造及改进意见。
- ⑧ 对专用设备、测试仪器的购置或设计意见。
- ⑨ 确定原材料、元器件清单，进厂验收原则及老化原则。
- ⑩ 对特殊原材料、元器件、辅料的要求。
- ⑪ 对有关工艺关键的制造周期或生产节拍的安排意见。
- ⑫ 根据产品的复杂程度和技术要求所需的其它内容。

(2) 编制全套工艺文件

工艺文件的编制要符合中华人民共和国电子行业标准的规定：SJ/T 10320—92《工艺文件格式》和 SJ/T 10324—92《工艺文件的成套性》。为了保证产品质量，提高生产效率，改善劳动条件，在这个阶段要设计、制造新产品的全套工装。同时要设立工序质量控制点，进行工序分析，实行要素管理。

(3) 进行工艺标准化审查

工艺标准化审查和编制工艺标准化审查报告，要按照有关规定和要求执行。

(4) 工艺质量评审

(5) 组织指导产品试生产

根据工艺文件指导生产，进行工装检验、工艺检验和对生产车间的工艺技术