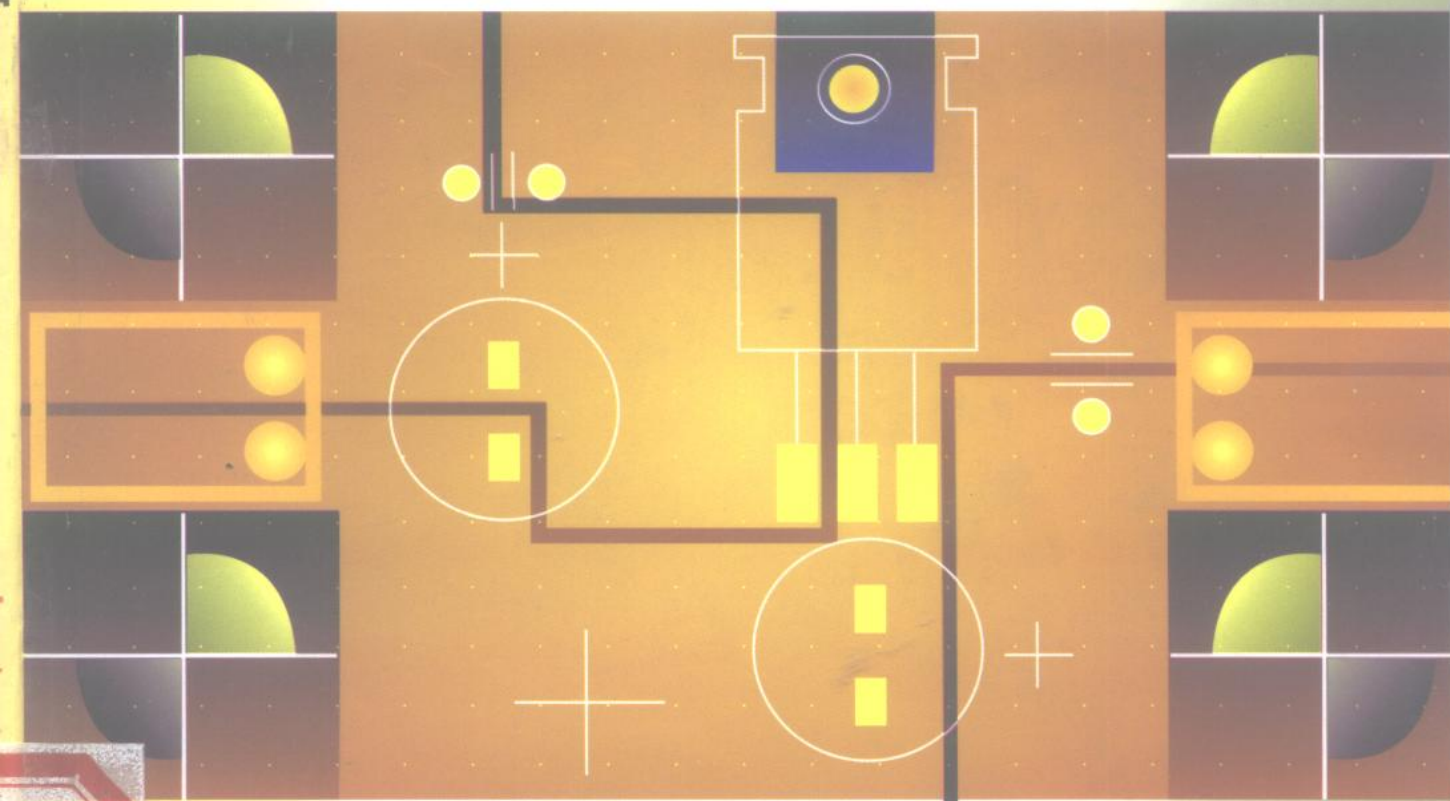


高等学校教材

电子工艺基础

王卫平等编



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL:<http://www.phei.co.cn>

TN05

W41

435305

高等学校教材

电子工艺基础

王卫平等编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

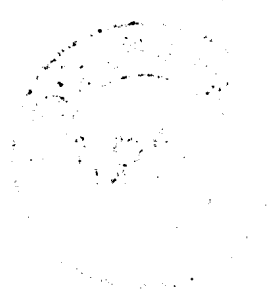
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是根据国家教委关于推动高校生产实习基地建设、提高生产实习教学质量的文件编写的,该书从电子整机产品制造工艺的实际出发,介绍了电子工艺工作和工艺管理、常用电子元件和材料、印制电路板的设计与制作、装配焊接及电气连接工艺、表面装配技术、整机的结构及质量控制等。全书共九章,每章末均附有思考与习题。通过该书的学习,有助于读者掌握生产操作的基本技能,又能够站在工艺工程师和工艺管理人员的角度认识生产的全过程,充分了解工艺工作在产品制造过程中的重要地位。

本书可作为高等院校电子类专业及相关专业的教材或教学参考书。对于那些有关的研究人员和工程技术人员以及那些正在通过 ISO 9000 国际质量标准认证的单位,也能从本书中获得收益。

EA 17/119



书 名:电子工艺基础

编 者:王卫平 等

责任编辑:连潮东

印 刷 者:北京四季青印刷厂

出版发行:电子工业出版社

URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036 发行部电话:68279077

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:428.8 千字

版 次:1997 年 6 月第 1 版 1999 年 2 月第 3 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4026-3
G·318

定 价:22.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

几十年来,我国的电子工业取得了长足的进步,新的产品不断涌现,产量迅速增加,已成为国民经济的一个重要支柱。但是,与发达国家相比,我国的电子工业仍有很大差距,特别是大部分产品的质量及可靠性,还处于较低的水平。

造成国产电子产品质量水平较低的主要原因,是由于我国电子行业的平均工艺水平现在还处于比较落后的状态,还缺乏一大批管理、实施现代化电子生产工艺的工程技术人员。应该说,现行大学的工科教育脱离工程、缺乏实践的模式一直未能得到根本的改变,不能向社会输送既掌握了科学理论、又懂得工程技术、对电子产品的设计制造具有真知灼见的工程师。据我们了解,近年来毕业的电类工科大学生,一般能够很快参加“软件”工作,但很多人却非常缺乏参加“硬件”工作的能力,有些甚至不能识别最常用的电子元器件。改变这种局面的关键和突破口在于教育。

本书的内容对于电类工科学生是非常重要的。学习本书可以使他们了解电子产品的生产过程,让他们知道在电路方案的设计之初,就必须把产品加工的可行性、商品的用户适应性和在使用环境下的可靠性放在设计目标的第一位。近来国家教委连续颁发文件,要求加强高校工科教育的宏观管理和指导,深化教育改革,推动校内生产实习基地的建设,促进生产实习教学质量的提高。这为编写本书明确了宗旨。

大学工科教育,除了让学生完成基础理论的学习和验证性的试验,还必须为他们创造条件参加生产实习,接受工程训练,学习电子产品生产制造的工艺知识,提高实践动手能力,弥补从基础理论到工程实践之间的薄弱环节。我们应该利用有限的条件让学生训练基本操作技能,例如电子产品的装配、焊接、调试等等。但这并不是电子工艺教学和生产实习的全部目的。这不仅因为大学工科的培养目标不是技术工人而是工程师,还因为现代化电子工业的精髓是科学的生产过程管理,是大批量、高效率的简单劳动的优化组合,工艺技术是在生产过程中体现完美设计和科学管理的一种手段。我们希望,为学生建造的生产实习基地和工程培训中心,能够执行严格的生产线管理制度,营造一种尽可能接近真实的现代电子工业生产环境的气氛,让学生感受电路理论学习和实际产品生产的差别,认识工艺过程控制和全面质量管理的意义,理解电路的原理设计与生产可行性、用户适应性和质量可靠性之间的关系。

现代科技的飞速发展,对工程技术人员提出了越来越高的综合技能要求。当今工程教育的特点是理论与实践紧密结合,重视实践、重视能力。我们认为,对高等工科电类学生进行工程教育训练,应该实行“三段论”:第一阶段让学生在实习中参加电子工艺操作的基本技能训练;第二阶段让他们参加部件级电路的设计培训(这在大部分高校称做课程设计,目前很多院校安排在电工学和电子学课程之后进行前两个阶段内容的训练);第三阶段的重点是专业方向提高,应该让学生在在学习专业课程的同时,参加教师组织的科研项目,并在毕业设计期间使他们的工程实践能力得到全面训练。电子工艺课程应该属于上述三段的第一阶段,是为了培养学生实践动手能力,全面提高学生工程素质的一个重要环节,本书的内容正是按照这个精神组织的。

《电子工艺基础》所涉及的内容和领域是极其广泛的,我们在编写本书的时候,对于怎样取

舍题材,怎样安排课堂教学也反复进行了斟酌。我们认为:让学生了解国家技术监督局颁发的国家标准和各种常用电子产品的技术参数是必要的,更重要的是让学生学会查阅各种有关资料、手册和产品说明书。简单地抄录、罗列它们,并把这些作为主要教学内容,则是不合适的。我们建议,当本书作为电子工艺生产实习教材的时候,课堂教学应该在大约 30 个学时内完成,主要讲述国家标准的精神和生产各种电子整机产品的通用工艺,并注意突出生产过程管理和全面质量管理的概念。学生参加生产实习的时间,应该不少于课堂教学的学时数的三倍以上。应当让学生在接受工程训练的同时,观察现代电子工业的机制,体会国家标准的基本原则,感受操作技能对于产品加工可行性和质量控制的意义。本书的大部分内容要靠学生自学,其中引用国家标准和介绍电子元器件的章节,希望能够对学生今后参加课程设计、毕业设计有所帮助。

本书适用于高等工科电类专业,以普通高校学生为主要读者对象。其中介绍最新电子工艺技术的有关内容,对已经参加工作的工程技术人员也有所帮助。

本书是根据北京联合大学自动化工程学院及其它院校的内部教材和编者从事有关教学活动的讲稿、资料和教案编写的,由王卫平整理、统编书稿的全部内容,沈明山负责增补、审校并选编了各章的思考与习题,俞必忠组织学生录入了部分原稿,陈恒荣、刘劲松、张莹莹、印平、李红豫、温雪凡、徐颖、盛鸿宇、濮江等人制作了全部插图。在本书编写的过程中,得到高林、赵宗英、王本、葛成辉、李普成、李崇富、朱继生、陈启鼎等多位领导、专家、学者的帮助和指导。莫淑梅、张曙明、张守青、李熙曾等提供了参考资料,莫淑梅还协助录入了部分内容。

由于编写仓促,本书肯定会有很多不足之处,欢迎批评指正。

编者

1996 年 9 月

目 录

第 1 章 电子工艺工作和工艺管理	(1)
1.1 工艺概述	(1)
1.1.1 工艺的发源与定义	(1)
1.1.2 我国电子工艺现状	(3)
1.2 电子工业产品工艺工作程序	(4)
1.2.1 电子工业产品工艺工作程序图	(4)
1.2.2 产品预研试制阶段的工艺工作	(4)
1.2.3 产品设计性试制阶段的工艺工作	(6)
1.2.4 产品生产性试制阶段的工艺工作	(11)
1.2.5 产品批量生产(或质量改进)阶段的工艺工作	(13)
1.3 电子产品制造工艺技术的管理	(14)
1.3.1 工艺管理的基本任务	(14)
1.3.2 工艺管理人员的主要工作内容	(14)
1.3.3 工艺管理的组织机构	(16)
1.3.4 企业各有关部门的主要工艺职能	(16)
1.4 电子产品工艺文件	(17)
1.4.1 工艺文件的定义及其作用	(17)
1.4.2 电子产品工艺文件的分类	(17)
1.4.3 工艺文件的成套性	(18)
思考与习题	(19)
第 2 章 电子元器件	(20)
2.1 电子元器件的主要参数	(21)
2.1.1 电子元器件的特性参数	(21)
2.1.2 电子元器件的规格参数	(22)
2.1.3 电子元器件的质量参数	(25)
2.2 电子元器件的检验和筛选	(29)
2.2.1 外观质量检验	(29)
2.2.2 电气性能使用筛选	(29)
2.3 电子元器件的命名与标注	(31)
2.3.1 电子元器件的命名方法	(31)
2.3.2 型号及参数在电子元器件上的标注	(31)
2.4 常用元器件简介	(34)
2.4.1 电阻器	(34)
2.4.2 电位器(可调电阻器)	(40)
2.4.3 电容器	(44)

2.4.4 电感器	(52)
2.4.5 开关及接插元件	(55)
2.4.6 半导体分立器件	(60)
2.4.7 集成电路	(64)
思考与习题	(69)
第3章 电子产品装配常用工具及材料	(72)
3.1 电子产品装配常用五金工具	(72)
3.1.1 钳子	(72)
3.1.2 改锥	(73)
3.1.3 小工具	(74)
3.2 焊接工具	(75)
3.2.1 电烙铁分类及结构	(75)
3.2.2 烙铁头的形状与修整	(78)
3.3 焊接材料	(79)
3.3.1 焊料	(79)
3.3.2 焊剂	(82)
3.4 常用导线与绝缘材料	(84)
3.4.1 导线	(84)
3.4.2 绝缘材料	(87)
3.5 其它常用材料	(88)
3.5.1 电子安装小配件	(88)
3.5.2 粘合剂	(89)
3.5.3 常用金属标准零件	(90)
思考与习题	(91)
第4章 印制电路板的设计与制作	(92)
4.1 印制电路板的排版设计	(92)
4.1.1 设计印制电路板的准备工作	(93)
4.1.2 印制电路板的排版布局	(99)
4.2 印制电路板上的焊盘及导线	(104)
4.2.1 焊盘	(104)
4.2.2 印制导线	(105)
4.2.3 印制导线的干扰和屏蔽	(107)
4.3 底图绘制的要求和制板工艺文件	(109)
4.3.1 草图设计	(109)
4.3.2 底图绘制的要求	(111)
4.3.3 制板工艺文件	(112)
4.4 印制电路板的制造工艺简介	(113)
4.4.1 覆铜板的材料及其技术指标	(113)
4.4.2 印制电路板制造过程的基本环节	(114)
4.4.3 印制板生产工艺	(119)

4.4.4	多层印制电路板	(120)
4.4.5	挠性印制电路板	(122)
4.5	印制电路板的计算机辅助设计	(123)
4.5.1	用 CAD 软件设计印制板的一般步骤	(124)
4.5.2	几种常用的印制板设计软件	(124)
4.6	手工自制印制电路板	(126)
4.6.1	漆图法	(127)
4.6.2	贴图法	(127)
4.6.3	铜箔粘贴法	(128)
4.6.4	刀刻法	(128)
	思考与习题	(129)
第 5 章	装配焊接及电气连接工艺	(131)
5.1	安装	(131)
5.1.1	安装的基本要求	(131)
5.1.2	集成电路的安装	(133)
5.1.3	印制电路板上元器件的安装	(135)
5.2	焊接技术	(136)
5.2.1	焊接分类与锡焊的条件	(136)
5.2.2	焊接前的准备	(138)
5.2.3	手工烙铁焊接技术	(140)
5.2.4	焊点质量及检查	(143)
5.2.5	手工焊接技巧	(147)
5.2.6	拆焊	(150)
5.2.7	电子工业生产中的焊接简介	(151)
5.3	绕接技术	(154)
5.3.1	绕接机理及其特点	(154)
5.3.2	绕接工具及使用方法	(154)
5.3.3	绕接点的质量	(156)
5.4	其它连接方式	(156)
5.4.1	粘接	(156)
5.4.2	铆接	(157)
5.4.3	螺纹连接	(158)
	思考与习题	(160)
第 6 章	表面装配技术(SMT)	(162)
6.1	表面装配技术概述	(162)
6.1.1	表面装配技术的发展过程	(162)
6.1.2	SMT 的装配技术特点	(164)
6.2	表面安装元器件	(165)
6.2.1	表面安装元器件的特点	(165)
6.2.2	表面安装元器件的种类和规格	(166)

6.3 SMT 装配方案和生产设备	(169)
6.3.1 SMT 装配方案	(169)
6.3.2 SMT 元器件贴装机	(171)
6.3.3 SMT 焊接设备	(173)
6.4 SMT 印制电路板及装配焊接材料	(175)
6.4.1 SMT 印制电路板	(175)
6.4.2 膏状焊料	(178)
6.4.3 SMT 所用的粘合剂	(179)
思考与习题	(181)
第 7 章 电子产品的整机结构与电子工程图	(183)
7.1 电子产品的整机结构	(183)
7.1.1 机箱结构的方案选择	(184)
7.1.2 操作面板的设计与布局	(185)
7.1.3 内部结构	(188)
7.1.4 环境防护设计	(190)
7.1.5 外观及装潢设计	(193)
7.2 电子工程图简介	(195)
7.2.1 电子工程图概述	(195)
7.2.2 图形符号及说明	(196)
7.2.3 产品设计图	(199)
7.2.4 工艺图	(206)
思考与习题	(211)
第 8 章 电子产品生产线及产品的环境试验	(213)
8.1 电子产品生产线	(213)
8.1.1 生产线的总体设计	(213)
8.1.2 电子产品生产工艺过程举例	(217)
8.1.3 电子产品的计算机集成制造系统(CIMS)	(220)
8.2 电子产品的调试	(222)
8.2.1 调试工艺方案	(222)
8.2.2 整机产品调试的步骤	(223)
8.2.3 调试中查找和排除故障	(226)
8.3 电子整机产品的老化和环境试验	(229)
8.3.1 整机产品的老化	(229)
8.3.2 电子整机产品的环境试验方法	(230)
思考与习题	(231)
第 9 章 电子产品的质量管理	(233)
9.1 质量和可靠性的基本概念	(233)
9.1.1 质量	(233)
9.1.2 可靠性常识	(234)
9.1.3 平均无故障工作时间(MTBF)	(235)

9.2 产品的生产过程和全面质量管理	(236)
9.2.1 产品生产过程中的几个阶段	(236)
9.2.2 生产过程中的质量管理	(237)
9.2.3 生产过程中的可靠性保证	(238)
9.3 ISO 9000 系列国际质量标准	(239)
9.3.1 质量管理和质量保证标准的产生和制订	(240)
9.3.2 各国采用 ISO 9000 标准系列的情况	(243)
9.3.3 GB/T 19000 标准系列的组成和性质	(246)
9.3.4 实施 GB/T 19000 标准系列的意义	(248)
思考与习题	(249)
附录	
附录 1 绝缘电线、电缆的型号和用途	(251)
附录 2 电子工程图中的常用图形符号	(253)
参考文献	(258)

第1章 电子工艺工作和工艺管理

1.1 工艺概述

1.1.1 工艺的发源与定义

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的并经过总结的操作经验和技術能力。

说到工艺,人们很自然会联想起熟悉的工艺美术品。对于一件工艺美术品来说,它的价值不仅取决于材料本身以及方案的设计,更取决于它的制作过程——制造者对于材料的利用、加工操作的经验和技能。古人常说“玉不琢,不成器”,这话生动地道出了产品制造工艺的意义。

显而易见,工艺发源于个人的操作经验和手工技能。但是在今天,仍然简单地从这个角度来理解工艺,则是很不全面的。我们知道,市场竞争、商品经济使现代化的工业生产完全不同于传统的手工业。如果说,在传统的手工业中,个人的操作经验和手工技能是极其重要的,是因为那时人们对产品的消费能力低下,材料的来源稀少或不易获得,产品的生产者是极少数人,生产的工具、设备和手段非常简陋,产品的款式、性能改变缓慢,生产劳动的效率十分低下,行业之间“老死不相往来”,学习操作技能和经验的方式是“拜师学艺”;那么可以说,在经济迅猛发展的当今世界,上面谈到的一切都已经不同了:新产品一旦问世,马上会成为企业家们关注的焦点,只要是具有使用价值、设计成功、能够获得丰厚利润的产品,立刻就会招来各方面的投资和大批量的生产,很快就将风靡全球,引发亿万人的消费需求和购买欲望,与其相关的产品也会成批涌现出来。制造工艺学已经作为中、高等工科专业院校普遍开设的必修课程,工程技术人员成了工业生产劳动的主要力量。在产品的生产过程中,科学的经营管理、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,时间、速度、能源、方法、程序、手段、质量、环境、组织、管理等一切与商品生产有关的因素变成人们研究的主要对象。所以,现代化工业生产的制造工艺,与传统的手工业生产中的操作经验和人工技能相比较,这两者之间已经有天壤之别了。

随着科学技术的发展,工业生产的操作者作为劳动主体的地位在获得增强的同时,也在一定的意义上发生了“异化”:生产者按照工艺规定的生产程序,只需要进行简单而熟练的操作——他们在严格慎密的工艺训练指导之下,每一个操作动作必须是规范化的;或者,他们经验性的、技巧性的操作劳动被不断涌现出来的新型机器设备所取代。

在英语中,传统的手工艺是 handicraft,工艺美术是 arts and crafts,而现代化的工业生产工艺是 industrial process 或 technological process。这两者的含义是截然不同的:前者具有“技巧”、“手艺”和操作者的“灵感”或“经验”的意味,而后者则强调突出了科学技术和工业化生产的整个过程。在国家技术监督局最新颁布的中华人民共和国国家标准·GB/T 19000 - ISO

9000 系列标准《质量管理和质量保证标准》中,不再将 process 译成“工序”或“工艺”,而统一译为“过程”,它的定义是:将输入转化为输出的一组彼此相关的资源(可以包括人员、资金、设备、技术、方法)和活动。事实上,这不仅仅是个翻译技巧问题。《牛津现代高级英汉词典》中对 process 的解释为:

- ① 相互关联的一系列活动、经过、过程;
- ② 一系列审慎采取的步骤、手续、程序;
- ③ 用于生产或实业中的方法、工序、制法。

显然,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、包容每一个制造环节的整个生产过程。

对于工业企业及其产品来说,工艺工作的出发点是为了提高劳动生产率,生产优良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进厂开始,加工、制造、检验的每一个环节,直到成品包装、入库、运输和销售(包括销售活动中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。

自从工业化以来,各种工业产品的制造工艺日趋完善成熟,成为专门的学科,并在工科大、中专院校作为必修课程。例如切削工艺学,是研究用金属切削工具借助机器设备,把各种原材料或半成品加工成符合技术要求的机械零件的工艺过程。又如电机工艺学,是以电磁学为理论基础,研究各种发电机、电动机的制造技术。再如扩散工艺学,是研究在适当的高温及杂质浓度梯度下,使存在于半导体硅片表面的杂质向硅片内部渗透并重新分布,从而制造出各种半导体器件的专门工艺技术。还有各种化工工艺学、纺织工艺学、焊接工艺学、冶金工艺学、土木工程学等等。

电子产品的种类繁多,主要可分为电子材料(导线类、金属或非金属的零部件和结构件)、元件、器件、配件(整件)、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。这些产品一般由专门化分工的厂家生产,必须根据它们的生产特点制定不同的制造工艺。同时,电子技术的应用极其广泛,电子产品涉及计算机、通信、仪器仪表、自动控制等领域,根据工作方式及使用环境的不同要求,其制造工艺又各不相同。所以,电子工艺学实际上是一个涉猎极其广泛的学科。

本书的任务,在于讨论电子整机(包括配件)产品的制造工艺。这是由于,对于大多数接触电子技术的工程技术人员以及广大业余爱好者来说,主要涉及到的是这类产品从设计开始,在试验、装配、焊接、调整、检验方面的工艺过程,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验。在本书后面的讨论中,凡说到“电子工艺”,是指电子整机产品生产过程方面的内容。

就电子整机产品的生产过程而言,主要涉及两个方面: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。我们可以把这两方面理解为“硬件”和“软件”之间的关系。显然,对于现代化电子产品的批量生产、对于高等院校工科学生今后在生产中承担的职责来说,这两方面都是重要的,是不能偏废的。本书对这两方面的内容都进行了比较详细的叙述。

1.1.2 我国电子工艺现状

由于我国工业水平起点较低,各种制造工艺学也比较落后。五十年代,我国工程技术人员到国外(主要是前苏联和东欧各国)学习工业产品的制造工艺,各大专院校开始设置相应的工艺学课程,为这些工程技术的教育、普及、研究、发展打下了良好的基础。

在建国之初,我国工业处于百废待兴的发展阶段,各行各业的技术竞赛和技术交流十分广泛,涌现出一大批人们熟悉的全国劳动模范。他们在自己平凡的工作岗位上,刻苦钻研新的工艺技术和操作技能,为我国的工业进步做出了重要的贡献。例如,当年只有十八岁的上海德泰模型工场学徒工倪志福,针对使用工具钢麻花钻头在合金钢上钻孔经常烧毁的现象,不断摸索,总结经验,发明了普通钻头的特殊磨制方法,使工作效率提高了几十倍。用这种方法磨制的钻头被称为倪志福钻头而蜚声海内外;经过我国金属切削专家多年的分析研究,于六十年代初向全世界公布了倪志福钻头的切削机理,同时还推出了适合在各种不同材料上钻孔的钻头磨制标准(当时被改称为“群钻”)。直到现在,倪志福钻头还在金属机械加工中普遍应用。是否会磨制这种钻头,已经作为考核机械技术工人技能的基本试题。

电子工业是在最近几十年里才发展起来的新兴工业,在日本、美国等工业发达国家中(也可以说在全世界的范围里),电子工业发展的速度之快,产品市场竞争的激烈程度,都是前所未有的。各个厂家、各种产品的制造工艺一般都相互保密,对外技术转让一般都有所保留。等到我国经济从自六十年代开始的十年动乱造成的停滞中开始复苏时,电子工业已经与国际水平相差十分悬殊,电子产品制造工艺学的研究基本上处于空白状态,工科大学普遍缺乏电子工艺学教育,派往国外的留学进修人员也由于技术保密而一般不能进入工程关键部门学习。我国传统的教育观念及经济体制也使电子工艺学的宣传教育十分薄弱,各行业企业之间的工艺交流很少开展。

建国以来,我国的电子工业从无到有,发生了巨大的变化。当年轻有几家修理厂,发展到今天,已经形成了门类齐全的电子工业体系。“一五”期间,国家投入大量资金,在北京东郊地区建起了一批大型电子骨干企业,对带动全国电子工业的发展起到了重要的作用。这片规模宏大的电子城,曾经是新中国电子工业的象征和骄傲。但是几十年过去了,在这些企业中,电子工艺的主要基础仍然是五十年代从苏联学来的一套,有些至今还在沿用过去的工艺和设备;虽然有些企业已经对六、七十年代的工艺进行过改造和更新,还有一些是改革开放十几年来从发达国家引进的先进技术,但却一直未能形成完整的现代电子工艺。从宏观上看,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。

由于以上原因,就造成了这样的结果:很多产品在设计时的分析计算非常精确,实际生产出来的质量却很差,性能指标往往达不到设计要求或者很不稳定;有些产品从图纸到元器件全部从发达国家引进,而生产出来的却比“原装机”的质量差,实现国产化困难;相当多的电子新产品的“设计”还只是停留在仿造国外产品的水平上,对于设计机理的研究以及如何根据国内实际工艺条件更新设计的工作却没有很好地落实;在有些小厂或乡镇企业中,缺乏必要的技术力量,完全没有实现科学的工艺管理,工人照着“样板”或“样机”操作,还停留在“小作坊”的生产方式中。

事实是,国内外或者国内各厂家生产的同类电子产品相比,它们的电路原理并没有太大的差异,造成质量水平不同的主要原因存在于生产手段及生产过程之中,即体现在电子工艺技术和工艺管理水平的差别上。在我国工业基础较好、经济较为发达的沿海城市,或者工艺技术和

量较强、实行了现代化工艺管理的企业中,电子产品的质量就比较稳定,市场竞争力就比较强。同样,对于有经验的电子工程技术人员来说,他们的水平主要反映在设计方案时充分考虑了加工的可能性和工艺的合理性上。

众所周知,从七十年代末开始的经济改革,使我国的电子工业走上了腾飞之路。但迄今为止,我国大部分大、中型工业企业的经济体制转轨尚未结束,管理机制转变的痛苦既是不可避免的,也给工艺技术的发展进步造成了一些负面的影响。近年来,国营大、中型企业纷纷划小核算单位,使工艺技术人员和工艺管理人员的流失成为比较普遍的现象;对于那些工艺技术及管理本来就落后的小型工厂或乡镇企业,市场的剧烈波动、产品的频繁转向使之无暇顾及工艺问题,工艺技术落后、工艺管理混乱、工艺纪律不严和工艺材料不良的情况以及假冒伪劣的产品常有发生。但是应该相信,一旦企业渡过了经济改革的困难阶段、建立起科学的管理机制,就需要一大批懂得现代科学理论的工艺技术人员;特别是在我国即将恢复“关贸总协定”缔约国地位的关键时刻,推行 ISO 9000 质量管理和质量保证体系标准系列已经成为我国一项重要的技术经济政策,加强电子工艺学的普及教育,开展电子产品制造工艺的深入研究,对于培养具有实际工作能力的工程技术人员和工艺管理人员,对于我国电子工业赶超世界先进水平,其意义及重要性是显而易见的。

在经济飞速发展的今天,全世界进入了后工业化时代,在工业产品的制造过程中,科学的管理成为第一要素,慎密而有序的工艺控制、质量控制成为生产组织的灵魂。研究并推广现代化的工艺技术,已经成为工程技术人员的主要职责。

1.2 电子工业产品工艺工作程序

1.2.1 电子工业产品工艺工作程序图

电子工业产品工艺工作程序是指产品从预研制阶段、设计性试制阶段、生产性试制阶段,直到批量性生产(或质量改进)的各阶段中有关工艺方面的工作规程。工艺工作贯穿于产品设计、制造的全过程。

图 1-1 是电子工业产品工艺工作程序图。从图中可以看出,电子产品工艺工作的流程路径、审批过程及信息反馈的关系,这是一个“闭环”的控制网络和管理系统。

1.2.2 产品预研试制阶段的工艺工作

1.2.2.1 参加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。

1.2.2.2 参加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。

1.2.2.3 参加产品初样试验与工艺分析

对按照设计方案研制的初样进行工艺分析,对产品试制中可采用的新工艺、新技术、新型

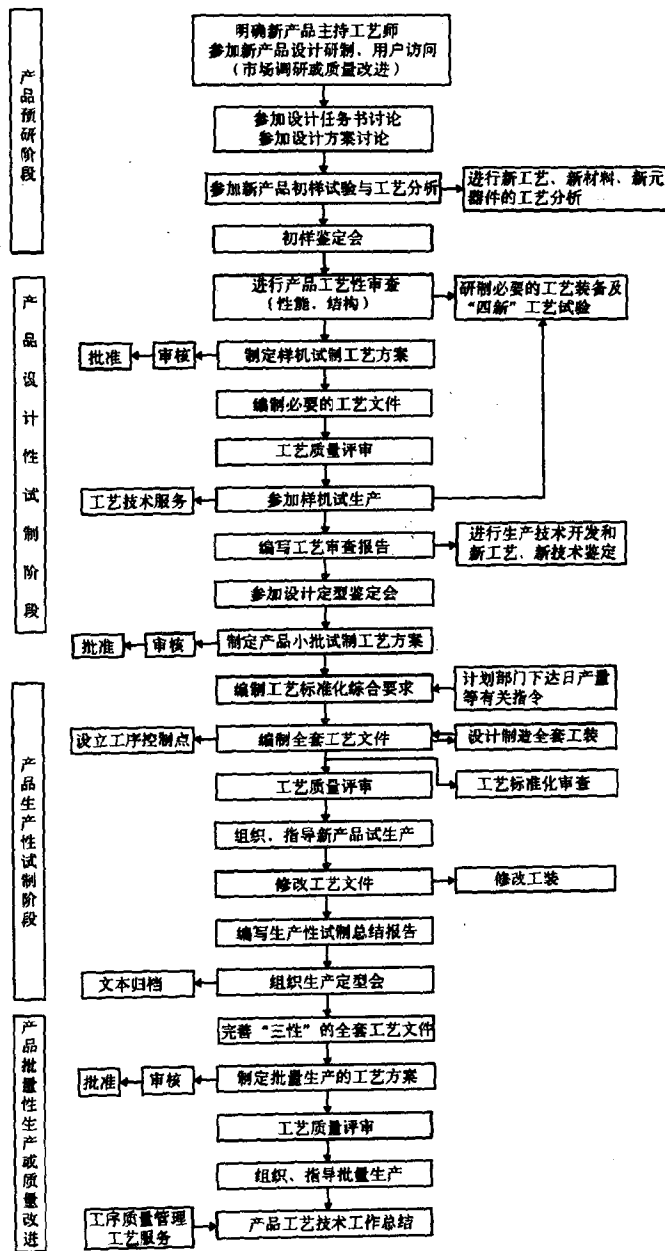


图 1-1 电子工业产品工艺工作程序图

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进行消化吸收。

1.2.2.4 参加初样鉴定会

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的工艺工作

1.2.3.1 进行产品设计工艺性审查

(1) 对于所有新设计或改进设计的产品,在设计过程中均应由工艺部门负责进行工艺性审查。企业对外来产品的图样、简图,在首次生产前也要进行工艺性审查。

产品设计阶段工艺性审查的目的是,使新设计的产品在满足技术要求的前提下符合一定的工艺性要求,尽可能在现有生产条件下采用比较经济、合理的方法制造出来,并便于检测、使用和维修;当现有生产条件尚不能满足设计要求时,及时提出新的工艺方案、设备、工装设计要求或外协加工的工艺性要求,提出技术改造的建议与内容。及时向设计部门提供新材料、新型元器件和新工艺的技术成果,以便改进设计。从生产制造的角度提出工艺继承性的要求,审查设计文件是否最大限度地采用了典型结构设计、典型线路设计,以便尽可能采用典型工艺和标准工艺。

产品设计工艺性审查的基本要求是:

①全面检查产品图纸的工艺性,定位、基准、紧固、装配、焊接、调试等加工要求是否合理,所引用的工艺是否正确可行;

②详细了解产品的结构,提出加工和装配上的关键问题以及工艺关键部件的工艺方案,协助解决设计中的工艺性问题;

③审查设计文件中采用的材料状态及纹向、尺寸、公差、配合、粗糙度、涂覆是否合理;审查采用的元器件的质量水平(合格质量、可焊性和失效率)以及元器件生产厂家是否已被选择指定;

④当本企业的工艺技术水平尚不能达到设计文件的要求时,工艺人员应该建议改变设计,或者提出增添设备、工装的计划,保证每一张图纸都能按照设计文件的要求进行加工。

(2)根据制造的难易程度和经济性,对产品进行生产工艺性分类;根据产品在用户使用过程中维护、保养和修理的难易程度,进行使用工艺性分类。在评定产品的工艺性时,应该考虑的主要因素有:产品的种类及复杂程度,产量、生产类型和发展前景,企业现有的生产条件,国内外工艺技术发展动态和能够创造的新条件。

(3)对产品设计进行工艺性评价的主要项目有:

- 产品制造劳动量;
- 单位产品材料用量(材料消耗工艺定额);
- 材料利用系数;
- 产品结构装配性系数;
- 产品工艺成本;
- 产品的维修劳动量;
- 产品加工精度系数;
- 产品表面粗糙度系数;
- 元器件平均焊接点系数;
- 产品结构继承性系数;
- 产品电路继承性系数;
- 结构标准化系数。

这些项目指标都可以根据一定公式定量计算,也可以依照以往的检验定性评价。

(4)为使所设计的新产品具有良好的工艺性,在产品设计的各个阶段均应进行工艺性审查。工艺性审查阶段的划分要与产品设计阶段的划分相一致,一般按照初步设计、技术设计和工作图设计三个阶段进行工艺性审查。当产品的构成比较简单或是原机型的派生产品时,也可以仅有后面一、两个阶段的工艺性审查。

①在产品初步设计阶段,工艺性审查的内容包括:

- 从制造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。
- 分析、比较设计方案中的系统图、电路图、结构图以及主要技术性能、参数的经济性和可行性。
- 分析主要原材料、配套元器件及外购件的选用是否合理。
- 分析重要部件、关键部件在本企业或外协加工的可行性。
- 分析产品各组成部分是否便于安装、连接、检测、调整和维修。
- 分析产品可靠性设计文件中有关工艺失效的比率是否合理、可行。

②在产品技术设计阶段,工艺性审查的内容包括:

- 分析产品各组成部分进行装配和检测的可行性。
- 分析产品进行总装配的可行性。
- 分析在机械装配时避免或减少切削加工的可行性。
- 分析在电气安装、连接、调试时避免或减少更换元器件、零部件和整件的可行性。
- 分析高精度、复杂零件在本企业或外协加工的可行性。
- 分析结构件主要参数的可检测性和装配精度的合理性,电气线路关键参数调试和检测的可行性。
- 分析特殊零部件和专用元器件外协加工或自制的可行性。

③在产品工作图设计阶段,工艺性审查的内容包括:

- 各零部件是否具有合理的装配基准和调整环节。
- 分析各大装配单元分解成平行小装配单元的可行性。
- 分析各电路单元分别调试、检测或联机调试、检测的可行性。
- 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。
- 分析部件、整件或整机的电气装配连接和印刷电路板制造的工艺性。
- 分析产品在安装、调试、使用、维护、保养方面是否方便、安全。

(5)产品初步设计和技术设计阶段的工艺性审查和分析,通常采用会审的方式,也可以利用设计方案论证或可靠性设计评审的机会进行工艺性审查。对于构造复杂的设备或系统,主持工艺师应该从制定设计方案时起,就参加有关设计工作的讨论、研究等重要活动,并随时对设计的工艺性提出意见和建议。工作图设计阶段的工艺性评审,由主持工艺师和各专业工艺人员分头进行。

接受工艺性审查的产品图样和简图应为草图(铅笔图或复印图),并已经设计、审核人员签字。对于审查时所发现的工艺性问题,应该填写在“产品设计工艺性审查记录表”上。全套产品的设计文件经过工艺性审查以后,若无大的修改意见,审查人员应在设计文件的“工艺”栏内