

内容简介

本书是根据国家大力恢复制造业的号召,劳动力市场对应用型技术人才的需求,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精神编写的。本书从电子产品制造技术的实际出发,介绍常用电子元器件和材料、印制电路板的设计与制作、表面装配技术、整机的结构及质量控制、生产线的组织与管理等。全书共分八章,每章均附有思考与习题。通过学习这些内容,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电子产品制造过程中的重要地位。

本教材的特色之一,是在深圳市有关部门和企业的大力支持下拍摄制作。随本书发行的 圆张 灾润 教学影片《电子产品制造技术》,它解决了 葬哉 设备投资巨大、一般院校无力购置且现代化电子企业难以接受参观、实习的问题,对传统的电子工艺实训方法具有普遍推广的意义。

教材和影片可以作为开设电子工艺技术课程或实训的高等院校电子类专业及相关专业的教材或教学参考书,还可以作为电子制造企业培训不同层次的工程技术人员和技术工人的参考资料。企业的工程技术人员和那些正在申请 ISO 9000 国际质量管理体系标准认证及 ISO 14000 认证的单位,也能从中有所收益。

版权所有，翻印必究。举报电话：0451-83637158 0451-83637188 0451-83637198

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(悦孕)数据

电子产品制造技术 韩卫平主编 北京 清华大学出版社 圆国缘员

陽月彙苑園圖苑藻戰

I 播...摇 II 播...摇 III 播电子产品 原生产工艺 原高等学校 原教材摇 IV 播录像

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (9742) 第 001 号

出版者：清华大学出版社摇摇摇摇摇摇摇摇地 址：北京清华大学学研大厦

梁肅王、韓壽曾曾孫承世書卷縣司書曹士

邮 编：510000

社总机：0510-82000000

客户服务：(0755) 2666 8899

组稿编辑：陈朝晖

文稿编辑：赵从棉

封面设计：李摇彬

版式设计：肖摇米

印刷者：北京市清华园胶印厂

装 订 者：三河市新茂装订厂

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：16开 印张：14 插页：1 字数：25千字

版次：二〇一三年五月第 一 版 二〇一三年五月第 一 次印刷

书号：陽月苑圖書出版部總發行。 圓愿

印 数：员~ 远四四

定 价：源圆元(含配书 灾兑两张)

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)58106821或(010)58106899。



近几十年来，我国高等院校普遍开设了电工电子类工科专业，电路原理、模拟电子技术、数字电子技术、DSP 等课程已经成为专业主干基础课。走进图书馆和书店，书架上能够看到各种理论层次的相关书籍。但是，从发展电子产业的角度看，涉及制造过程本身的工艺技术问题的书刊却很少，而这些技术内容对我国的电子制造业是不可或缺的。

北京联合大学王卫平老师应清华大学出版社之邀主编的《电子产品制造技术》，突出了第四代电子产品的装配生产工艺和现代化生产过程及质量管理思想，具有前瞻和发展的眼光。这本书从 THT -SMT 电子元器件开始，详细介绍了整机电子产品制造过程中的材料、设备、方法、工艺和管理问题。特别是与这本书配发的 VCD 多媒体教学影片，用大量现场实拍、动画解析的手段对我国的电子产品制造业进行了生动的描述，解决了采用一般教学手段难以准确介绍的问题。其实，这不仅是电子技术教学方法的突破，也反映了企业家们对发展职业技术教育的期望和热忱。这本书能够帮助在校的工科大学生把在原理性学习中得到的知识向前推进到实际应用的层面，也能够为电子制造企业的工程技术人员在实际工作中遇到的工艺技术问题提供比较全面的参考资料。

作为在电子工业领域工作几十年的老同志，看到这样一本紧贴电子制造业生产实践、深入阐述现代化电子产品生产全过程、着重解决电子制造工艺问题的著作，感到非常欣慰。对于我国快速发展电子制造产业、对于提高电子制造业广大职工的专业素质、对于培养大量理论联系实际的实用型人才，本书无疑可以起到独特的作用。我也相信，这本书因为王卫平老师别具一格的专业视野和他对电子制造业长期深入地调查研究所积累的深厚功底而为广大读者所喜欢。

张 魁

圆园园年 苑月 圆缘日



在我国大力推动现代化的过程中，制造业应该起到基础性、支柱性产业的作用。在恢复发展我国制造业的过程中，应该用信息技术改造传统产业、以信息化带动工业化，大力发展机床制造业、机电一体化和自动化产业。

调研与分析表明，在今后的 10 ~ 20 年内，我国劳动力市场急需大量对电子产品制造过程具有真知灼见的技术人员。这种局面要求我们的大学和高等职业技术教育抓住这个契机，培养并向社会提供一大批多层次的、具有现代电子制造专业知识和技能的工程技术人员。

20 世纪 90 年代以来，以“3C”——计算机（computer）、通信（communication）和家用电器等消费类电子产品（consumer electronics）为代表的 IT（information technology, 信息技术）产业的迅猛发展，无论是它为社会进步所发挥的技术作用以及它创造的产值和利润，还是它所提供的就业机会，都使其在国民经济中的作用和地位更加重要。如果说美国的硅谷是全世界 IT 产业的研发基地，那么，以我国东南沿海为代表的东南亚则是全世界电子产品的生产基地。并且，随着经济一体化的进程，被称为 OEM（original equipment manufacture, 原厂设备生产）的生产方式已经成为电子产品加工的重要模式之一。现在，港台厂商纷纷把工厂搬到我国沿海地区，在大陆加工生产并出口到世界各地的电子产品已经占有极大的份额。在最近十年里，全世界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，一切生产过程管理则必须遵从以 ISO 9000 系列质量标准和以 ISO 14000 系列环境标准为代表的现代化科学管理模式。在我国已经进入 WTO 的今天，不仅国家的宏观经济要与国际“接轨”，我们培养的工程技术人才及从业劳动者的素质和技能也必须符合行业的需求。

国家教委提出大力发展高等职业教育的要求已近 10 年，国内大部分中专、大专院校已经调整转变为高等职业教育，培养应用型技术人才的宗旨被社会普遍接受。为此，国家和一些高校投资建设的各种实训基地纷纷建立，为高等职业技术教育编写的系列教材广泛发行。高等职业教育已经成为我国教育体制改革的热点和突破口。



本书作者曾在电子工业出版社出版了《电子工艺基础》和《电子工艺基础（第2版）》，该书已经多次印刷，受到各方面读者的好评。现在，清华大学出版社决定出版本书，无疑是符合电子产品制造技术的发展和人才市场对工程技术人员的要求的。其实，就本书所涉及的内容而言，它的读者对象不应该仅限于高职和这一层次的技术人员，对于电子技术应用类的本科毕业生来说，不了解电子产品生产过程的每一个细节，不理解生产工人操作的每一个环节，就很难设计出具有生产可行性的产品。

关于工程工艺类教学还有一个问题，即我们的教育似乎总是落后于社会的需求。这里不仅有目前高校工程工艺实训环境和设备的限制，还因为部分高校教师本身就缺乏工程实践的经历和经验，在某些院校里电子工艺实训刚刚起步。近年来商业、服务业的发展对工业制造业形成了一定程度的冲击。在很多企业中，劳动者的平均技术素质下降，甚至出现有经验的高级技术工人奇缺的局面。因此，我们的高等院校工科教育应该深入思考，研究改革教育体制、体系、模式和方法，使之真正适应现代化和工业化对工程技术人才培养的需求。

上述背景和思考要求我们在本书中突出第四代电子产品的装配生产工艺 SMT 和现代化生产过程及质量管理思想，用前瞻和发展的眼光去选择本书的内容和素材。考虑到自动化 SMT 设备一般非常昂贵，目前国内的中、高等工科院校现有的实训基地大都不具备 SMT 工艺的条件和设备，本书从第三代电子产品的通孔基板插装（THT）工艺出发，详细描述 SMT 的特点及其与 THT 的差别，并且在本书的配用教材《电子工艺技术实训》中，列举一些切实可行的电子工艺实训模型，供有条件的实训基地参考安排培训内容。本套教材的特色之一，是在深圳市有关部门和企业的大力支持下拍摄制作、随本书发行的2张VCD教学影片《电子产品制造技术》，它解决了SMT设备投资巨大、一般院校无力购置且现代化电子企业难以接受参观、实习的问题，对传统的电子工艺实训方法具有普遍推广的意义。教材和影片可以作为开设电子工艺技术课程或实训的高等院校电子类专业及相关专业的实训指导教材，它不仅针对在高校实训环境下可能遇到的操作问题提出了解决方案，还可以作为电子工业企业培训不同层次的工程技术人员和技术工人的参考资料。

本书由王卫平主编，许启军参加了文稿和插图的审定，俞洪编写了第1章的部分内容，冯艳娜编写了第4章的部分内容，李小苓编写了第7章的部分内容，侯和南、顾春编写了第8章的部分内容，金忆对各章的习题进行了审核与增补，其余章节由王卫平撰写。在本书的编写过程中，得到了余问是（四通电脑公司总工程师）、谢大雄（深圳中兴通讯公司高级副总裁）、宋烈侠（清华大学教学与培训中心教授）、许茂祖（北京交通大学教务处研究员）和陈贻昆（北京联合大学师范学院电子信息系主任）等多位专家、学者和领导的指导与帮助。北京联合大学师范学院电子信息系的张颖、孙华、赵玥、李彬、张曦、王萌、芮瑞、白羽、王祎、李赞、刘婕、

张京津等同学绘制了本书的部分插图，莫淑梅和王小茱参加了资料的整理，在此一并致谢。

由于电子工艺技术发展极快，编者的经验和知识有限，本书肯定会有很多不足之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

圆园年 苑月 缘日



目 录

绪论	电子工艺概论	员
第一章	电子工艺和电子工艺	员
第一节	电子工艺的发源与定义	员
第二节	电子工艺研究的领域	猿
第三节	电子工艺学的特点	苑
第四节	我国电子工艺的发展与教育	怨
第五节	我国电子工艺的发展	怨
第六节	电子工艺学的教育与实践	员
思考与习题		员
第二章	电子元器件	员
第一节	电子元器件的主要参数	员
第二节	电子元器件的特性参数	苑
第三节	电子元器件的规格参数	愿
第四节	电子元器件的质量参数	圆
第五节	电子元器件的检验和筛选	苑
第六节	外观质量检验	苑
第七节	电气性能使用筛选	苑
第八节	电子元器件的命名与标注	怨
第九节	电子元器件的命名方法	怨
第十节	型号及参数在电子元器件上的标注	怨
第十一节	常用元器件简介	猿
第十二节	电阻器	猿
第十三节	电位器(可调电阻器)	源
第十四节	电容器	苑
第十五节	电感器	怨
第十六节	机电元件	远
第十七节	半导体分立器件	苑

第 1 章 电子产品装配常用五金工具	1
1.1 钳子	1
1.2 改锥	1
1.3 小工具	1
1.4 检修 印制电路板的工具	1
第 2 章 焊接工具	2
2.1 电烙铁分类及结构	2
2.2 烙铁头的形状与修整	2
2.3 维修 印制电路板的焊接工具和半自动设备	2
思考与习题	2
第 3 章 印制电路板的设计与制作	3
3.1 印制电路板的排板设计	3
3.2 设计印制电路板的准备工作	3
3.3 印制电路板的排板布局	3
3.4 印制电路板上的焊盘及导线	3
3.4.1 焊盘	3
3.4.2 印制导线	3
3.4.3 印制导线的抗干扰和屏蔽	3
3.5 印制电路板	3
3.5.1 印制电路板的设计内容	3
3.5.2 印制板上的焊盘	3
3.5.3 印制板上的金属化孔和导线	3
3.5.4 印制板上其他部分的设计	3
3.5.5 设计 印制板常见的问题及解决方法	3
3.6 印制板的设计文件及其审核	3
3.6.1 板图设计和制板工艺文件	3
3.6.2 印制板的设计文件及其审核	3
3.7 印制电路板的制造工艺简介	3
3.7.1 印制电路板制造过程的基本环节	3
3.7.2 印制板生产工艺	3
3.7.3 多层印制电路板	3
3.7.4 柔性印制电路板	3
3.7.5 印制板检验	3
3.7.6 手工自制印制电路板的方法	3
3.8 印制电路板的计算机辅助设计	3
3.8.1 用 软件设计印制板的一般步骤和典型软件简介	3



源爱摇马嘴管应用入门	圆猿
思考与习题	圆苑
第 缘章摇装配焊接及电气连接工艺	圆园
缘爱摇安装	圆园
缘爱爱摇安装的基本要求	圆园
缘爱爱摇集成电路的安装	圆猿
缘爱爱摇栽栽元器件在印制电路板上的安装	圆缘
缘爱摇焊接技术	圆苑
缘爱爱摇焊接分类与锡焊的条件	圆苑
缘爱爱摇焊接前的准备	圆园
缘爱爱摇手工烙铁焊接的基本技能	圆园
缘爱爱摇焊点质量及检查	圆苑
缘爱爱摇手工焊接技巧	圆园
缘爱爱摇拆焊	圆远
缘爱爱摇栽栽元器件的手工焊接与返修	圆愿
缘爱爱摇电子工业生产中的焊接方法	圆缘
缘爱摇栽栽装配焊接方案和生产设备	猿愿
缘爱爱摇栽栽电路板安装方案	猿愿
缘爱爱摇栽栽电路板装配焊接设备	猿员
缘爱摇绕接技术	猿苑
缘爱爱摇绕接机理及其特点	猿苑
缘爱爱摇绕接工具及使用方法	猿愿
缘爱摇其他连接方式	猿怨
缘爱爱摇粘接	猿园
缘爱爱摇铆接	猿员
缘爱爱摇螺纹连接	猿圆
思考与习题	猿源
第 远章摇电子整机产品的制造工艺	猿苑
远爱摇电子产品的整机结构	猿苑
远爱爱摇机箱结构的方案选择	猿愿
远爱爱摇操作面板的设计与布局	猿员
远爱爱摇电子整机产品机箱的内部结构	猿远
远爱爱摇环境防护设计	猿愿
远爱爱摇外观及装潢设计的要求	猿猿
远爱摇电子产品生产线	猿源

远源源生产线的总体设计	猿源
远源源电子整机产品生产工艺过程举例	猿源
远源源电子产品的计算机集成制造系统(悦酝云)	猿苑
远源源电子产品的调试	猿园
远源源调试工艺方案	猿员
远源源整机产品调试的步骤	猿圆
远源源调试中查找和排除故障	猿远
远源源电子整机产品的老化和环境试验	猿怨
远源源整机产品的老化	猿怨
远源源电子整机产品的环境试验方法	猿园
远源源产品认证和猿源强制认证	猿猿
远源源产品认证以及世界著名的认证机构	猿猿
远源源中国强制认证	猿苑
远源源悦月体系	猿园
思考与习题	猿猿
第 苑章源电子产品的的设计文件与工艺文件	猿缘
苑源源电路设计自动化及猿源应用	猿缘
苑源源猿源的概念及其作用	猿缘
苑源源常用电路设计与仿真软件	猿远
苑源源电子工程图简介	源缘
苑源源电子工程图概述	源缘
苑源源电子工程图中的图形符号及说明	源苑
苑源源产品设计图	源员
苑源源工艺图	源怨
苑源源电子产品工艺文件	源愿
苑源源工艺文件的定义及其作用	源愿
苑源源电子产品工艺文件的分类	源怨
苑源源工艺文件的成套性	源园
苑源源电子工艺文件的计算机处理及管理	源园
思考与习题	源员
第 愿章源电子产品制造过程的工艺管理和质量管理	源猿
愿源源电子产品制造工艺工作	源猿
愿源源电子产品制造工艺工作程序	源猿
愿源源产品制造各阶段的工艺工作	源源
愿源源电子产品制造工艺的管理	源源



愿瑶质量和可靠性的基本概念	源苑
愿瑶瑶质量	源苑
愿瑶瑶可靠性常识	源愿
愿瑶产品制造过程的全面质量管理	源猿
愿瑶瑶生产过程中的质量管理	源猿
愿瑶瑶生产过程中的可靠性保证	源源
愿瑶瑶的怨瑶瑶系列国际质量标准	源缘
愿瑶瑶瑶质量和质量保证标准的产生和制订	源远
愿瑶瑶瑶世界各国采用 瑶瑶的怨瑶瑶系列标准的情况	源猿
愿瑶瑶瑶月载员怨瑶瑶标准系列的组成和性质	源苑
愿瑶瑶瑶实施 则月载员怨瑶瑶标准系列的意义	源愿
愿瑶瑶瑶的员瑶瑶系列环境标准	源园
愿瑶瑶瑶瑶的员瑶瑶系列标准的产生与发展	源园
愿瑶瑶瑶瑶的员瑶瑶系列标准在中国的采用情况	源员
愿瑶瑶瑶电子产品生产的污染防治	源猿
愿瑶瑶生产过程中的质量控制工具	源缘
愿瑶瑶瑶现场管理与 缘杂	源缘
愿瑶瑶瑶质量管理七工具	源远
愿瑶瑶瑶持续改善与 孕瑶瑶	源苑
愿瑶瑶瑶统计过程控制(杂瑶瑶)	源愿
思考与习题	源园
参考文献	源源



绪论

电子工艺概论

第一章 摇摇工艺和电子工艺

第一节 摇摇工艺的发源与定义

摇摇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术能力。

摇摇工艺的发源与现代制造工艺

说到工艺,人们很自然地会联想起熟悉的工艺美术品。千古流传的“和氏璧”,本来是一块外表粗粝的石头,发现它的人知道它的价值,却没有能力加工它,反而为它历尽磨难,直到它被能工巧匠加工成艺术品“和氏璧”后,才成为价值连城的宝贝,并引发了波澜壮阔的历史悲喜剧。可见,一件工艺美术品的价值,不仅取决于材料本身的品质,更取决于它的制作过程——制造者对于材料的利用水平和加工水平。古人常说“玉不琢,不成器”,这句话生动地道出了产品制造工艺的意义。

显而易见,工艺源于个人的操作经验和手工技能。但在今天,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,现代化的工业生产完全不同于传统的手工业。在传统的手工业中,个人的操作经验和手工技能极其重要,是因为那时人们的消费水平不高,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,劳动生产的效率十分低下,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”,而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促成大批量生产,产品很快就风靡全球,引发人们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。与此相关,现代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”: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,操作者在严格、缜密的训练指导之后,只需要按照规定的生产程序,进行规范化的熟练操作。此时,工程技术人员成了工业生产劳动的重要力量,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;对一切与商品生产有关的因素,如时间、速度、能源、方法、程序、手段、质量、环境、组织等,都变成研究和管理的主要对象。这种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,两者已有天壤之别。正因如此,现代的制造工艺学也应运而生,成为一门专业学科,并已作为中、高等工科院校普遍开设的必修课程。

工艺与过程

在英语中,传统的手工艺是 *craft*,工艺美术是 *craftsmanship*,而现代化的工业生产工艺是 *process* 或 *manufacturing*。这两者的含义是截然不同的:前者是在传统农耕社会背景下的手工单件制作,设计和制作融为一体,具有“技巧”、“手艺”和操作者的“灵感”或“经验”的意味;而后者则是在现代经济社会背景下的有组织的批量生产,设计在前,原理性设计和工艺性设计同步进行,强调突出了科学技术和工业化生产的整个过程。在国家质量技术监督局 1994 年 8 月 1 日批准颁布、1995 年 1 月 1 日开始实施的中华人民共和国国家标准 GB/T 19000 系列标准《质量管理体系要求》中,不再将 *process* 译成“工序”或“工艺”,而统一译为“过程”。它是指任何使用资源将输入转化为输出的活动(可以包括人员、资金、设备、技术、方法)或一组活动。

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,包含每一个制造环节的整个生产过程。

对于工业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、劳动管理和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学科。

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,并在大学本科和大、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下,使存在于半导体硅片表面的、有一定浓度梯度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。此外,还有各种

《牛津现代高级英汉词典》中对 *process* 的解释为:(1)相互关联的一系列的活动、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。

化工工艺学、纺织工艺学、金属工艺学及土木工程学等。

本书的任务在于讨论电子整机(包括配件)产品的制造工艺。这是因为,对于大多数接触电子产品制造过程的工程技术人员以及广大直接技术操作者来说,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、维修及服务方面的工艺过程。对于各种电子材料及电子元器件,则是从使用的角度来讨论它们的外部特性及其选择和检验。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。

电子工艺研究的领域

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。与其他工业相比较,电子产品的种类繁多,主要分为电子材料、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,产品可以分为计算机、通信、仪器仪表和自动控制等几大类,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,电子工艺学实际上是一个内容极其广泛的学科。

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分别看作是“硬件”和“软件”。显然,对于现代化电子产品的大批量生产、对于高等院校工科学生今后在制造过程中承担的职责来说,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将进行比较详细的叙述。

研究电子整机产品的制造过程,材料、设备、方法和操作者这几个要素是基本的重点。其实,这几个要素,对于一切生产制造过程都是至关重要的,也是多年来各种制造工艺学研究的关键。但电子产品制造业是最近几十年内发展最迅速的行业,在21世纪的今天,上述要素已经被赋予了新的含义,并且作为现代化企业的科学管理问题,已经被提升到前所未有的高度。为了便于读者记忆,通常用“源坛坛”来简化电子产品制造过程的基本要素。

源坛坛

电子产品制造所用到的材料,包括电子元器件、导线类、金属或非金属的材料以及用它们制作的零部件和结构件。

应该说,我国的电子工业与世界发达国家相比,在电子材料特别是电子元器件的研制、开发领域,差距巨大。据统计,当今世界集成电路芯片制造业有源坛在美国、坛坛在日本、坛坛在韩国,中国只占坛坛。这种局面,与中国的国际地位极不相称。

以微处理器为核心的集成电路技术,向来是信息产业的两大核心技术之一。集成电路在电子产品整机系统中的价值,已经从坛坛年的坛坛,上升到坛坛年的坛坛和坛坛年的坛坛,目前这一比重大约为坛坛。不仅如此,集成电路在现代国防及未来战

争中也具有重要的地位,在军舰、战车、飞机、导弹和航天器中,集成电路的成本分别占到总成本的 ~~四成~~、~~三成~~、~~三成~~、~~三成~~和 ~~三成~~。

芯片看似细小,但时刻牵动着从核心技术、市场利润到宏观经济乃至国家安全等多方位、立体化信息生活的脉搏。在拥有集成电路制造的自主知识产权和核心技术之前,我国电子产品和电子整机产品制造企业的规模可以做得很大,但只能长期停留在来料加工和零件组装的水平。另外,由于在高端电子产品特别是核心部件上受制于人,一旦货源发生问题,就很可能造成国内电子企业和产品用户的瘫痪,甚至给政务运行和国防建设带来灾难性的影响。我国不能自主制造 ~~芯片~~ 等带有嵌入式软件的高端集成电路的局面,可以比喻为“让别人牵着魂、揪着心”。

集成电路制造有一套从设计、生产到封装、测试的完整工序,世界几大芯片巨头都把设计放在本国进行,而将后面几道工序转移到国外。设计环节掌握着集成电路行业的核心技术,通常能实现 ~~四成~~ 的利润,而芯片制造环节的利润最好也只能达到 ~~三成~~。从 ~~20~~ 世纪 ~~80~~ 年代后期开始,中国每年集成电路的使用量都超过 ~~1000~~ 亿片,其中绝大部分为进口产品;中国能够自行开发的芯片只有 ~~几十~~ 多种,而所需的芯片种类却达 ~~1000~~ 多种。一个长期不能独立研制集成电路的国家,只有被动地处于全球电子产业链的下层位置。

以前,人们曾经误以为电子产品制造是一个“洁净”的行业,但随着 ~~国际~~ ~~环境~~ 系列环境管理标准的推行,电子产品制造业在生产过程中产生的水、空气污染等成为研究的焦点,电子材料、元器件制造带来的重金属污染问题已经开始成为国际经济贸易的技术壁垒。

电子整机产品和工艺技术的水平,主要取决于元器件制造工业和材料科学的发展水平。能否尽快熟悉、掌握及使用世界上最新出现的电子元器件和材料,能否在更大范围内选择性价比最佳的电子元器件和材料,把它们用于新产品的开发与制造,往往是评价、衡量一个电子工程技术人员业务水平的主要标准。

圆爱设备(皂葬器器)

电子产品在制造过程中必然要使用各种工具、工装、仪器、仪表、机器及设备,熟练掌握并正确使用它们,是对电子产品制造过程中每一个岗位操作者的基本要求。从一方面说,“三分手艺,七分家伙(工具与设备)”,工具和工装是劳动者双手的延长和增强,仪器和设备是劳动者大脑的扩展与升华;从另一个角度看,仪器和设备又是劳动者本人的竞争者,不仅低水平、低素质的劳动者会被仪器和设备淘汰,而且高水平、高价格的劳动者也将被先进的、效率更高的仪器和设备所取代。

十几年以来, ~~表面~~ 表面安装技术)的发展带动了生产设备行业的进步。最新的科学技术手段,例如激光技术、计算机控制技术、精密机械制造技术、机电一体化技术等,使生产设备更加智能化、人性化、高速度和高精度,从而使电子生产设备制造业成为效益最好的行业。但是到目前为止,在我国电子产品制造企业中能够看到的生产工具和生产设备,除了部分手动工具、半自动设备是国内仿造的以外,高档生产设备几乎全部是从国外进口的。这些进口设备的价格极其昂贵,动辄需要花费几十万元人民币,甚至

数百万美元。生产设备的购置、运行、管理、维护以及折旧费用,已经在产品的生产成本中占有很大的比重。

还有一个问题是,目前国内还没有对电子产品生产线的设备与装备制订出统一的系列和标准。每一个整机产品制造企业都要根据产品自身的特点、生产的规模、场地的条件和资金情况,与生产设备制造商通过谈判来订购。谈判的成败、合同的条款及加工的周期、设计、安装、验收与试运行的效果,都会对整机产品制造厂家的生产带来长期的影响。

3. 3 方法(皂藻藻藻)

对电子材料的利用、对工具设备的操作、对制造过程的安排及对生产现场的管理——在所有这些与生产制造有关的活动中,“方法”都是至关重要的。在这些过程中,无论是硬件的制造还是软件的设计,都需要培训练习、分析思考、总结经验,不断推出好的、更好的方法,不断用新的方法代替旧的方法。有时,方法只是操作者个人经验性的体会和手法,但假如行之有效,经过科学的研究和总结,此方法就会变成现代科学技术的一个组成部分,成为生产工艺技术的一种标准方法被普遍推广。

在生产能力低下的过去,电子产品的生产方法比较简单,对于操作者来说,主要表现为个人的经验与技能,“手巧”是对他最好的评价与褒奖;但在今天,电子产品的制造早已不是个人行为,而是在现代化管理体系下团队合作的产物。从原理设计到工艺设计、从材料采购到仓储物流、从生产节拍控制到质量检验,新的设计手段、新的加工设备、新的材料和工具,都要求操作者有更好的智力因素,个性化的操作手法被淹没在规范化的训练中——因为,现代化大批量生产要求产品具有更好的制造工艺技术的一致性。

在现代电子产品制造过程中,新的方法和工艺技术层出不穷,要求工程技术人员和生产操作者具有良好的文化基础,只有这样,才能不断学习、不断提高,以适应高新技术及方法的要求。

3. 4 人力(皂藻藻藻)

电子工业始终是劳动密集型产业,它所吸纳的劳动力人数,在全世界的工业劳动力中占有很大的比重。我国电子工业历经二十多年的改革开放,逐渐成为“世界电子产品制造业的加工厂”,这不仅是国家宏观经济政策的成功,我国人力资源丰富、劳动力价格低廉也是最重要的原因之一。但是,我国的电子产品制造业要从“来料加工型”全面转变为“设计制造型”,劳动力相对低下的平均素质就成为发展的瓶颈。近年来,“人力资源”已经成为行业之间、企业之间最重要的竞争领域。有识之士指出:我国制造业与西方工业发达国家的差距在人才,其一是高级管理人员,其二是高级工程技术人员,其三是高等级技术工人,“技术盲”已经不能适应新经济时代的工人岗位,现代化工业需要的不再是简单的体力劳动者,而是大批懂得现代工艺技术的高级蓝领,要提高“中国制造”的竞争力,必须着力培育高素质的技术工人队伍。今后几年,我国企业对技术工人的需求将增加,其中技师、高级技师的需求量将翻一番。

最近,一些原来在传统的经济开发区建厂的电子产品制造企业迁往新的工业园区,其中最主要的原因之一,就在于新工业园区可能招募到的劳动力的平均文化素质和职业素质更高一些。

地域的经济背景、社会的文化背景和教育条件,对于人力资源的素质所产生的影响是极其深刻而长远的,中等、高等工科院校对在校学生进行工程学的、工艺学的教育必将发挥重要的作用。

国家大力提倡并推行职业技术教育已近十年,但与此相对应的是,中、高级技术人才的社会需求量继续攀高,对高素质的复合技术工人的需求更旺。国家开放了,经济发展了,可以引进资金、引进设备、引进高级管理人员,但惟有成千上万的工人是不可能依靠引进的。事实上,中、高级技工总体缺乏的情况表明:我国职业教育对市场需求的反应较为缓慢,专业设置不能满足企业发展的需要。这种状况必须尽快改变。企业内部、行业内部开展的职业教育,是人力资源管理部门的主要职责之一。加快启动高技能人才培训过程,尽快培养一大批既懂得现代技术又掌握操作技能的技术人才,消除高级蓝领紧缺对制造业发展的制约,已是当务之急。

1999年10月,劳动和社会保障部正式启动“国家高技能人才培训工程”。这项工程计划用5至10年时间,使高级技工、高级技师的人数明显增加,在技术工人中所占比重提高10个百分点,其中中青年高级技工的比重达到30%左右,进而缓解高技能人才短缺的状况。

1998年底召开的全国人才工作会议指出:“我国现代化建设需要大批善于治党治国治军的领导人才,需要大批高水平的专业人才,需要大批熟悉国际国内市场、具有现代管理知识和能力的企业家,需要大批能够熟练掌握先进技术、工艺和技能的高技能人才。”

质量管理(皂葬葬皂葬)

电子工业是技术密集型的产业。它的产品,直接反映世界科学技术的发展前沿;它的每一项技术进步,都改善、提高了人民生活的质量。现代化电子工业的精髓是科学的生产过程管理。统计学、运筹学是现代管理科学的理论基础;电脑化、网络化的过程控制构成了电子产品制造企业的管理体系,统一的、标准化的、完备的经济管理、技术管理和文件管理是现代化企业运作的基本模式。

与以上制造过程的四个要素比较,管理可以算是“软件”,但确实又是连接这四个要素的纽带。企业对生产材料、仪器设备、制造流程和人力资源的控制,都需要通过管理体系和管理制度来实现。管理,“毫无疑问是一种以个人行为为基础的工作”,是由人来负责某项工作使之顺利进行,这里的“人”起到约束的作用,但“负责、照管并约束”绝不是“人治”。在国内的众多企业里,对以上四个要素的管理制度还不够健全,面对ISO9000质量管理体系认证的审查以及ISO14000安全认证的审查,大量的工作是制订管理的标准与制度,撰写那些以往缺少的、准确的、有效的管理文件。

按照美国管理协会总结的管理概念,“管理始于目标的选择。管理就是首先将各种目标按其相对重要性排列,选择达到目标的手段,然后再将手段定为计划,其中有时