



电子产品 工艺与品质管理

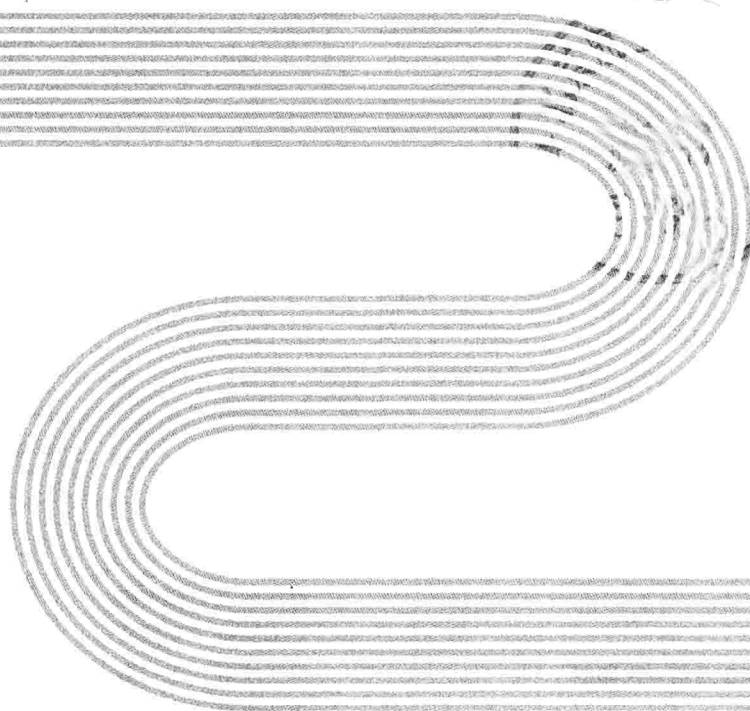
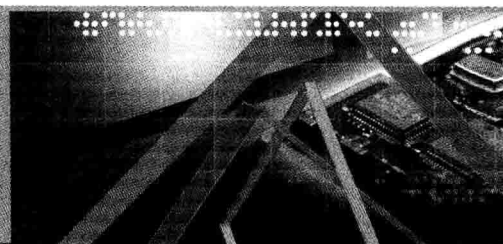
◎主 编 蔡建军



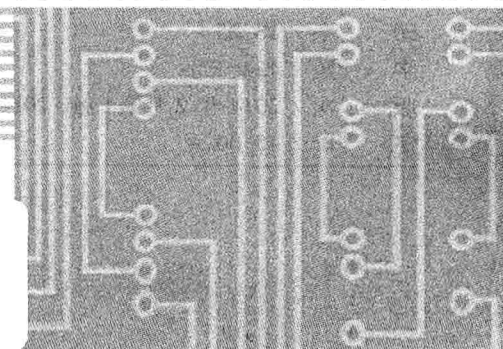


电子产品 工艺与品质管理

◎主 编 蔡建军



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE



版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

电子产品工艺与品质管理/蔡建军主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 2
ISBN 978 - 7 - 5640 - 8867 - 5

I. ①电… II. ①蔡… III. ①电子产品 - 生产工艺 - 高等学校 - 教材②电子产品 - 质量管理 - 高等学校 - 教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 032387 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 424 千字

版 次 / 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷

定 价 / 45.00 元



责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

Preface

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职业人才的要求也发生了深刻的变化，具有全面的、适应性强的、掌握工艺技术和技能的职业人才正受到企业的欢迎。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工艺水平，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艺工程师。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。这促使企业对现场工程师的要求越来越高，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成为一个优秀工艺师的必备条件，因此培养工艺型人才显得越来越迫切。

目前我国高等院校大多开设有应用电子技术专业和电子信息工程技术专业，有些院校开设有电子工艺与管理专业，这些院校都把电子工艺课程作为这些专业的主干课程。电子工艺课程教育的培训目标是：通过对电子产品制造工艺的理论教学和实践，使学生成为掌握相应工艺技能、具备工艺管理知识、能指导电子产品现场生产、能解决实际技术问题的专业工艺骨干。

为了适应工艺技术的新进展，体现高等应用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。本教材的特点是项目引领，突出应用，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7个项目，项目1电子产品制造与标准化管理，主要介绍工艺的基本概念、电子产品制造与工艺的关系、产品生产与全面质量管理；在项目2来料检验中，除介绍了电阻、电容、电感和晶体管等常用元器件外，还增加电子产品来料检验的方法和步骤等；项目3介绍了印制电路板的设计与制作方法；项目4介绍了材料准备和手工焊接技术；项目5介绍了印制板表面贴装和自动焊接技术；项目6介绍了电子产品整机装配和调试以及检验工艺；项目7介绍了工艺文件的编制方法。

本教材由蔡建军主编并统稿。蔡建军编写项目1、3、5、7，侯丽春编写项目2，瞿惠琴编写项目4，黄从贵编写项目6，陆庆谊参与编写了项目3，刘步中参与编写了项目5，张亚苇参与了编写项目6，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

Contents

►项目1 电子产品制造与标准化管理	1
项目概述	1
项目资讯	2
1.1 工艺概述	2
1.1.1 工艺的定义	2
1.1.2 我国电子工艺现状	3
1.2 电子产品制造工艺	3
1.2.1 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工作	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	6
1.3 电子产品可靠性与工艺的关系	6
1.3.1 可靠性概述	6
1.3.2 提高电子产品可靠性的途径	7
1.4 产品的生产和全面质量管理	9
1.4.1 产品设计阶段的质量管理	10
1.4.2 试制阶段的质量管理	10
1.4.3 电子产品制造过程的质量管理	11
1.5 ISO 9000 系列质量标准简介	11
1.5.1 ISO 9000 国际质量标准简介	11
1.5.2 ISO 9000 标准质量管理的基本原则	12
1.5.3 企业推行 ISO 9000 的典型步骤	14
1.5.4 ISO 9000 质量标准的认证	15
1.6 ISO 14000 系列标准	16
1.6.1 ISO 14000 系列环境标准简介	16
1.6.2 实施 ISO 14000 带给企业的效益	17
1.6.3 ISO 14000 环境管理体系认证	18
1.7 5S 管理	19
1.7.1 5S 管理的内涵	19
1.7.2 实行 5S 的作用	20
1.7.3 推行 5S 目的	21

1.7.4 推行 5S 管理的步骤	21
项目实施	22
项目评价	22
练习与提高	23
►项目 2 来料检验	24
项目概述	24
项目资讯	25
2.1 来料检验的内容	25
2.1.1 来料检验的内容	25
2.1.2 来料检验的步骤	26
2.1.3 来料检验 AQL 值的确定	26
2.2 电阻（位）器的识读和检验	27
2.2.1 电阻（位）器的命名和种类	27
2.2.2 电阻（位）器的标注	30
2.2.3 电阻（位）器的主要参数	32
2.2.4 电阻（位）器的检验和筛选	35
2.3 电容器的识别与检测	36
2.3.1 电容器的命名和种类	36
2.3.2 电容器的主要参数	39
2.3.3 电容器的检验和筛选	40
2.4 电感器的识别与检测	42
2.4.1 电感器的命名和种类	43
2.4.2 电感器的主要参数	45
2.4.3 电感器的检验和筛选	45
2.4.4 变压器的主要参数和检验	45
2.5 晶体管来料检验	48
2.5.1 半导体器件的命名	48
2.5.2 二极管主要参数和检验	49
2.5.3 三极管的主要参数和检验	50
2.6 印制电路板基础	52
2.6.1 印制电路板的组成	52
2.6.2 印制电路板的特点	52
2.6.3 印制电路板的类型	53
2.6.4 印制电路板的质量检验	53
2.7 常用导线和绝缘材料检测	55
2.7.1 导线材料	55
2.7.2 绝缘材料	59
2.8 集成电路的使用与与检测	60

2.8.1 集成电路的命名	60
2.8.2 集成电路使用注意事项	62
2.9 SMT 元器件	63
2.9.1 SMT (贴片) 元器件的特点	63
2.9.2 SMT 元器件的种类	63
2.9.3 无源元件 SMC	64
2.9.4 SMD 分立器件	66
2.9.5 SMD 集成电路	67
2.9.6 表面安装元器件的使用注意事项	70
2.10 其他器件的识别与检测	71
2.10.1 电声器件	71
2.10.2 开关和继电器	72
项目实施	75
项目评价	84
练习与提高	85
►项目3 印制电路板的设计与制作	86
项目概述	86
项目资讯	87
3.1 印制电路板的设计过程及方法	87
3.2 印制电路板的基板材料和外形尺寸	88
3.2.1 印制电路板基板材料的选择	88
3.2.2 印制电路板种类的选择	88
3.2.3 印制电路板外形和尺寸	88
3.3 工艺边和拼板	89
3.3.1 工艺边	89
3.3.2 拼板	90
3.4 光学定位基准点	91
3.4.1 光学基准点定位符号	91
3.4.2 基准点位置	91
3.4.3 要布设光学定位基准符号的场合	91
3.5 元件布局	92
3.5.1 元件的选用原则	92
3.5.2 元器件布设的通用要求原则	93
3.5.3 回流焊焊接的印制板元器件布局	95
3.5.4 波峰焊焊接的印制板元器件布局	97
3.6 印制导线走向设计	100
3.6.1 导线宽度和间距	100
3.6.2 信号线的布设	100

3.6.3 地线的布设	101
3.6.4 覆铜设计工艺要求	102
3.6.5 导线与焊盘的连接方式	102
3.6.6 大面积电源区和接地地区的设计	104
3.7 元器件焊盘设计	104
3.7.1 通孔 THD 器件焊盘设计	105
3.7.2 SMT 器件焊盘设计	106
3.7.3 测试点的设计	109
3.8 孔的设计	110
3.8.1 孔类型选择	110
3.8.2 过孔	110
3.8.3 安装定位孔	111
3.9 阻焊设计	111
3.9.1 孔的阻焊设计	111
3.9.2 焊盘的阻焊设计	112
3.9.3 金手指的阻焊设计	113
3.10 丝印设计	113
3.10.1 丝印设计通用要求	113
3.10.2 丝印的内容	114
3.11 印制电路板的制作	114
3.11.1 工厂制造印制电路板的生产	114
3.11.2 印制电路板的手工制作	115
项目实施	118
项目评价	121
练习与提高	122
►项目4 材料准备和手工焊接	123
项目概述	123
项目资讯	124
4.1 元器件成形	124
4.1.1 常用材料准备和装配中的五金工具	124
4.1.2 元器件预处理	126
4.1.3 元器件引线成形	127
4.2 导线的加工处理	128
4.2.1 导线加工工艺	128
4.2.2 带屏蔽的导线及电缆的预处理	130
4.2.3 线扎制作	130
4.3 元器件插装	133
4.3.1 通孔印制板插装方式	133

4.3.2 元器件的编带	134
4.3.3 元器件插装原则	135
4.3.4 一般元器件的插装要求	135
4.3.5 特殊元器件的插装要求	136
4.4 常用焊接材料	137
4.4.1 焊接基础知识	137
4.4.2 焊料	138
4.4.3 助焊剂	139
4.4.4 阻焊剂	141
4.5 焊接工艺基础	142
4.5.1 焊接工艺概述	142
4.5.2 锡焊焊点的质量要求	143
4.6 电烙铁焊接工艺	144
4.6.1 电烙铁	144
4.6.2 电烙铁通孔器件焊接	149
4.6.3 SMD 器件的手工焊接	151
4.6.4 表面组装组件的返修技术	153
4.6.5 通孔焊点质量分析	154
4.7 浸焊技术	157
4.7.1 浸焊原理和设备	157
4.7.2 浸焊工艺	157
4.7.3 导线和元器件引线的浸锡	158
4.7.4 浸焊工艺中的注意事项	158
项目实施	159
项目评价	165
练习与提高	166
项目 5 印制板表面贴装和自动焊接	167
项目概述	167
项目资讯	168
5.1 印制板 SMT 工艺流程	168
5.1.1 单面组装工艺	168
5.1.2 单面混装工艺	168
5.1.3 双面组装工艺	168
5.1.4 双面混装工艺	169
5.2 焊锡膏印刷	169
5.2.1 焊锡膏	169
5.2.2 焊锡膏印刷设备	171
5.2.3 印刷机参数含义	172

5.2.4 焊锡膏印刷	173
5.2.5 焊锡膏印刷质量分析	180
5.3 贴片胶涂布	181
5.3.1 贴片胶	182
5.3.2 贴片胶的涂布和固化方法	182
5.3.3 贴片胶的涂布工艺要求和注意事项	183
5.3.4 点胶工艺的质量分析	184
5.3.5 点胶设备	184
5.4 自动贴片	185
5.4.1 贴片机种类和性能指标	185
5.4.2 贴片机的贴片前检查	186
5.4.3 对贴片质量的要求	186
5.4.4 贴片质量分析	187
5.5 波峰焊	188
5.5.1 波峰焊原理和设备	188
5.5.2 波峰焊机主要工作过程	190
5.5.3 波峰焊操作工艺	192
5.5.4 波峰焊工艺中的检查工作	194
5.5.5 波峰焊接缺陷分析	194
5.6 再流焊	197
5.6.1 再流焊设备	197
5.6.2 再流焊工艺的特点与要求	201
5.6.3 再流焊工艺中的温度控制	202
5.6.4 再流焊常见缺陷的成因及解决办法	203
5.7 在线测试和自动光学检测	206
5.7.1 在线测试	206
5.7.2 自动光学检测 AOI	207
5.8 其他焊接技术	208
5.8.1 压接	209
5.8.2 绕接	209
5.8.3 其他焊接方法	209
项目实施	210
项目评价	222
练习与提高	223
▶项目6 电子产品整机装配与调试	225
项目概述	225
项目资讯	226
6.1 电子产品整机装配基础	226

6.1.1 整机装配的工艺要求	227
6.1.2 整机装配的工艺过程	228
6.2 整机生产过程中的静电防护	228
6.2.1 静电的产生及危害	228
6.2.2 静电防护的材料和方法	229
6.2.3 静电的防护	231
6.3 电子产品整机组装	233
6.3.1 线缆的连接	233
6.3.2 零部件的装接固定	235
6.3.3 常用零部件的装配举例	238
6.4 电子产品调试	239
6.4.1 调试工作的内容	239
6.4.2 调试方案的制订	239
6.4.3 正确选择和使用仪器	240
6.4.4 调试工作对调试人员的要求	241
6.4.5 调试过程中的安全防护	241
6.4.6 调试的工装夹具	242
6.4.7 调试的步骤	242
6.4.8 调试中故障查找和排除	244
6.5 电子产品整机质量检验	246
6.5.1 整机的老化	246
6.5.2 整机产品的环境试验	246
6.5.3 3C 强制认证	247
6.6 电子产品包装	249
6.6.1 电子产品常用的包装形式和包装材料	250
6.6.2 包装的技术要求	250
6.6.3 电子产品整机包装工艺	250
项目实施	251
项目评价	255
练习与提高	256
► 项目7 电子工艺文件的识读与编制	257
项目概述	257
项目资讯	258
7.1 工艺文件基础	258
7.1.1 技术文件的特点	258
7.1.2 技术文件的分类	258
7.1.3 技术文件的管理	259
7.2 设计文件	259

7.2.1 设计文件的分类	259
7.2.2 设计文件的编号（图号）	260
7.2.3 设计文件的成套性	260
7.2.4 常用设计文件简介	261
7.3 工艺文件	263
7.3.1 工艺文件的组成	263
7.3.2 工艺文件的编号	263
7.3.3 工艺文件的成套性	264
7.3.4 工艺文件的编制方法	266
7.3.5 常用工艺文件简介	266
项目实施	272
项目评价	277
练习与提高	277
► 项目参考文献	279

项目 1

电子产品制造与标准化管理

项目概述

项目描述

本项目通过讲解电子产品工艺工作在生产过程中的作用、电子产品可靠性的主要指标、提高电子产品可靠性的措施，并通过组织学生参观、观看视频等途径，使学生了解企业标准化管理的内容，熟悉企业设计/制造电子产品的基本要求和方法，以及本课程的学习重点和要求。

项目知识目标

- (1) 掌握电子产品工艺工作在生产过程中的作用。
- (2) 熟悉电子产品可靠性的主要指标。
- (3) 掌握提高电子产品可靠性的措施。
- (4) 熟悉设计制造电子产品的基本要求。
- (5) 了解本课程的学习要求和方法。
- (6) 了解 ISO 9000 系列标准规范质量管理、ISO 14001 环境管理体系以及 3C 认证。
- (7) 了解 5S 的基本内容，掌握 5S 管理基本规范。

项目技能目标

- (1) 会撰写项目总结报告。

- (2) 会通过网络获取知识。
- (3) 会编写 5S 管理规范。



项目要求

通过讲解电子产品工艺工作在生产过程中的作用、电子产品可靠性的主要指标、提高电子产品可靠性的措施,让学生熟悉企业设计制造电子产品的基本要求和方法;通过组织学生参观、观看视频等途径,使学生了解企业标准化管理的内容,以及本课程的学习重点和要求;通过以实训室、教室或宿舍为载体,编写一套有关实训室、教室或宿舍管理的 5S 文件,让学生掌握 5S 的整理、整顿、清扫、清洁和素养等方面知识。

项目资讯

1.1 工艺概述

1.1.1 工艺的定义

任何产品的生产过程都涵盖从原材料进厂到成品出厂的每一个环节。对于电子产品而言,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。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而对工艺技术的计划、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我国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的发展，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，先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，由于设备陈旧、技术进步缓慢和缺乏人才，因而工艺技术和工艺管理水平落后。

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，设备先进，工艺技术力量强，实行现代化工艺管理，电子产品质量就比较稳定，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，产品质量亟待提高。

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。但也不是电子产品制造工艺无法归纳，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，主要分为压塑工艺、注塑工艺及部分吹

塑工艺, 等等。

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, 使外形装饰美观, 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。一般而言, 工艺发展计划编制应适应产品发展需要, 在企业总工程师的主持下, 由工艺部门为主组织实施。编制时应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。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。