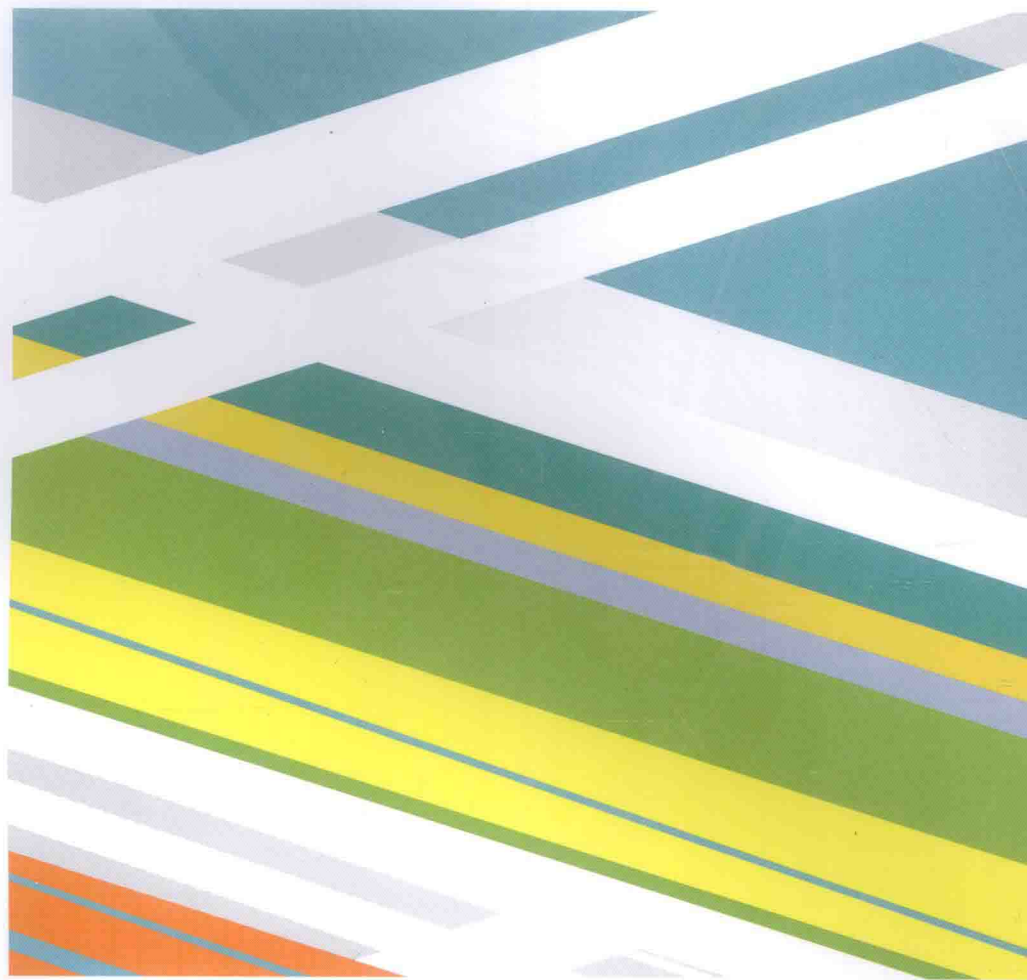




电子产品 制造工艺

主编 彭弘婧

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

3

电子产品制造工艺

主 编 彭弘婧

副主编 梁宁利 吴华杰

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

电子产品制造工艺 / 彭弘婧主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 9

ISBN 978 - 7 - 5682 - 1270 - 0

I. ①电… II. ①彭… III. ①电子产品 - 生产工艺 - 高等学校 - 教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 220046 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)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 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 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12.25

字 数 / 290 千字

版 次 / 2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 39.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强



前言

Qianyan

本书是为普通高等学校电子信息、自动化、通信、机电等工科专业而编写的实践类教材。在本科专业的学科建设和人才培养目标中，很重要的一个环节是培养学生的工程应用和实践动手能力，通过本书的学习，让学生熟悉电子产品生产的工艺基础、常用元件及设备的使用，了解常见的装联工艺及流水线生产过程，领会生产管理的内容及质量控制的重要性。通过具体的电子产品的生产了解产品的焊接、整机的装配、统调调试、故障的检测分析、维修等工艺流程，有利于促进学生的个性发展及培养他们的创新能力，夯实高等教育改革与发展目标中对应用型人才的培养基础。

本书共 10 章，分为两个部分。第一部分是电子产品工艺基础，介绍了电子产品的生产工艺概述和工艺管理的基础知识及概念；描述了常用元器件的分类、参数、指标、检验和常用工具的外观、功能特点等；讲述了电子产品生产技术文件的分类、编制及管理；阐述了装联工艺和整机装配的概念、种类及表面贴装工艺的概念、特点等；详细描述了流水线生产的特征、特点、组织和立体声耳机生产实操及工位岗位设置；系统地阐述了生产管理的形式、内容和质量控制体系的发展、标准、体系。第二部分是电子产品工艺实训，从广播系统开始，系统而详细地介绍了如何组装一部超外差式收音机，从收音机的组成及电路原理，到焊接、装配、调试、故障分析和检修。本书部分章节还安排了思考题或项目训练，方便教学的同时，也进一步锻炼学生的分析和设计能力。

本书在编写过程中，得到了高小英副教授的大力支持，并提出了很多宝贵的意见和建议，在此深表感谢。另外，还要感谢张友木副教授和舒彤副教授对本书编写提供的帮助。

由于作者水平有限，书中难免有不当或错漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者

第一部分 电子产品工艺基础

第一章 电子产品的生产工艺	003
1.1 概述	003
1.2 电子产品的制造过程	004
1.3 电子产品生产的基本要求	005
1.4 电子产品制造工艺的管理	006
1.4.1 企业工艺管理的基本任务	006
1.4.2 工艺管理人员的主要工作内容	006
1.4.3 工艺管理的组织机构	007
1.4.4 企业各有关部门的主要工艺职能	007
第二章 电子元器件及常用工具设备	009
2.1 电子元器件的分类及主要参数	009
2.2 通孔插装 (THT) 元件	010
2.2.1 电阻器	010
2.2.2 电容器	012
2.2.3 电感器	014
2.2.4 电子元器件的命名方法和标注方法	016
2.3 产品生产对电子元器件等基本材料的要求	019
2.4 电子元器件的检验和筛选	020
2.5 表面组装 (SMT) 元器件	021
2.6 常用工具	028
2.6.1 常用焊接工具	028
2.6.2 其他工具	030
2.7 维修 SMT 电路板的工具	032
2.8 电子整机装配常用设备	033
项目训练 常用电子元器件的认识与识别	038

目 录

Contents

第三章 电子产品技术文件	040
3.1 常见的几种工艺图	040
3.1.1 产品工艺流程图	040
3.1.2 实物装配图	040
3.1.3 印制板装配图	041
3.1.4 布线图	043
3.2 工艺文件	044
3.2.1 工艺文件的分类	044
3.2.2 工艺文件的成册要求	045
3.2.3 标题栏与技术说明	051
3.3 工艺文件的编号及简号	052
3.4 工艺文件的编制和管理	052
3.4.1 工艺文件的编制	052
项目训练 电子产品工艺文件成套性编制	054
第四章 装联工艺及整机装配	056
4.1 装联工艺	056
4.1.1 装联工艺技术的定义	056
4.1.2 装联工艺种类	057
4.2 无锡连接方法	057
4.3 表面贴装技术	059
4.3.1 表面贴装工艺	059
4.3.2 表面贴装技术的特点	060
4.3.3 表面贴装印制电路板 (SMB)	061
4.3.4 表面贴装手工贴装焊接	061
4.3.5 表面贴装波峰焊	062
4.3.6 表面贴装再流焊	062
4.4 SMT 电路板专用的焊料和黏合剂	063
4.4.1 膏状焊料	063
4.4.2 SMT 所用的黏合剂 (红胶)	064

4.5 整机装配简介	065
4.5.1 整机装配的流程	065
4.5.2 整机装配的基本要求	066
4.5.3 整机装配中的接线工艺	066
4.5.4 整机装配中的机械安装工艺要求	067
4.5.5 整机装配中的面板、机壳装配	068
4.5.6 散热器的装配	068
4.5.7 电源的装配	068
第五章 生产流水线及示范	070
5.1 概述	070
5.1.1 流水线的优势	070
5.1.2 流水线的特征	070
5.2 流水线生产	071
5.2.1 流水线生产的优点及缺点	071
5.2.2 混流生产线	072
5.3 流水线生产组织	072
5.3.1 流水线生产的特征、形式和组织条件	072
5.3.2 单一对象流水线的组织设计	074
5.4 流水线生产实例	078
5.4.1 生产准备	078
5.4.2 生产流程	080
5.4.3 立体声耳机 3208 组装关键部位过程卡	081
5.4.4 流水线岗位安排表	084
项目训练 电子产品作业指导书的编制	085
第六章 生产管理及质量控制	088
6.1 生产管理	088
6.1.1 文明生产	088
6.1.2 生产的组织形式	088
6.1.3 电子产品生产中的标准化	089

目 录

Contents

6.1.4 6S 管理的内容	090
6.2 质量工作岗位及其职责	091
6.3 检验	093
6.4 质量控制	094
6.5 产品认证	095
6.5.1 认证的定义	095
6.5.2 质量认证的起源与发展	097
6.5.3 产品质量认证的形式	100
6.5.4 产品质量认证的依据	100
6.5.5 国内外产品质量认证	101
6.6 体系认证	112
6.6.1 ISO9000 质量管理体系认证	112
6.6.2 ISO14000 系列环境标准	118
6.6.3 OHSAS18000 系列标准	121
项目训练 电子产品质量认证研究	124

第二部分 电子产品工艺实训

第七章 广播系统及收音机原理	127
7.1 声音及传播	127
7.1.1 声音	127
7.1.2 声音的传播	128
7.2 有线广播	128
7.3 无线广播	129
7.3.1 电磁波与无线电波	129
7.3.2 无线电波的发送	130
7.3.3 无线电波的调制	131
7.3.4 无线电波的接收	132
7.4 超外差式收音机组成	134

7.5 七管超外差式收音机组成原理	135
7.5.1 输入调谐回路	135
7.5.2 变频回路	137
7.5.3 中频放大电路	138
7.5.4 检波电路	140
7.5.5 自动增益控制电路	141
7.5.6 前置放大电路	142
7.5.7 音频功率放大电路	143
7.5.8 电源退耦电路	144
思考题	144
第八章 焊接技术	145
8.1 焊接基本知识	145
8.2 焊接的方法	146
8.3 焊接材料及辅助材料	149
8.3.1 焊料	150
8.3.2 焊剂	151
8.3.3 阻焊剂	151
8.4 手工锡焊技术	152
8.4.1 手工焊接的基本要领	152
8.4.2 焊接的操作手法与步骤	152
8.4.3 手工焊接步骤	153
8.4.4 手工焊接的工艺要求	154
8.5 焊接质量及分析	155
8.5.1 可靠的电气连接	155
8.5.2 机械强度的可靠性	155
8.5.3 外观要光洁整齐	155
8.5.4 常见焊点缺陷及其原因	156
8.5.5 拆焊技术	156
8.6 焊接技艺技能训练	158
8.6.1 焊前准备	158

目 录

Contents

8.6.2 元器件在印制电路板上的插装方法	159
思考题	160
第九章 收音机的整机装配和调试	161
9.1 收音机组装套件	161
9.2 收音机的整机装配	168
9.3 收音机的整机调试	168
9.4 调整中频	169
9.5 调整频率范围	171
9.6 超外差式收音机统调	173
9.6.1 三点统调原理	173
9.6.2 三点统调方法	175
思考题	175
第十章 收音机常见故障分析与检修	176
10.1 电子产品故障检修的常用方法	176
10.2 收音机的故障与检修	177
10.2.1 收音机无声	177
10.2.2 声音小	180
10.2.3 声音失真	180
10.2.4 噪声大	181
10.2.5 灵敏度低	181
10.2.6 啸叫	182
10.2.7 收音串台	183
10.2.8 收音机间歇工作	184
思考题	184
参考文献	185

第一部分

电子产品工艺基础



第一章 电子产品的生产工艺

内容提要

电子产品工艺是现代电子产品生产的重要环节,本章从工艺的定义、特点和电子产品制造过程以及工艺的管理方面介绍工艺在电子产品制造中的地位和作用。

1.1 概 述

电子工艺及生产管理是一门实践性很强的学科,在掌握了基本电路和电子技术知识的基础上,同学们也应该对电子产品的工厂化生产及其工艺管理有一个基本的认识。

随着电子技术的飞速发展,电子产品的大规模集成化已经普及,电子产品的更新换代频率也越来越高,产品的竞争日益激烈。各个生产企业不仅对产品生产必须推行全面的质量管理并采用可靠性技术,而且还要不断地开发新产品。在这个过程中,对一个企业来说,所必不可少的除了技术研发能力,更为重要的就是稳定的生产能力和可靠的质量管理体系。

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和总结出来的操作经验和技术能力。

工艺发源于个人的操作经验和手工技能,来源于古老而传统的手工业。在经济迅速发展的当下,新技术或者新产品的问世,马上就会成为行业关注的焦点,只要是设计成熟、具有使用价值、能够获得丰厚利润的产品,立刻就会引入投资资本并马上进行大批量生产,并在短期内投入市场进行销售。这个过程的周期越来越短,企业和市场的反应越来越快捷,电子产品制造业渐渐成为一个不容忽视的、举足轻重的产业。与此相关的现代化工业生产的制作工艺,已经成为企业所必不可少的竞争利器。

显然,对于现代化的工业产品来说,工艺不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的每个环节的整体生产过程。

工艺的出发点是为了提高劳动生产力、生产优良产品及增加生产利润。工艺学的理论研究和应用,指导企业从原材料采购进厂开始,加工、制造、检验的每个环节,指导成品包装、入库、运输和销售(包括销售过程中的技术服务和信息跟踪反馈),为企业组织有节奏地均衡生产提供科学的依据。可以说,工艺在产品制造过程中形成一条完整的控制链,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。



2. 电子工艺学的特点

(1) 涉及众多科学技术学科。

电子工艺涉及的学科主要有应用物理学、化学工程技术、光刻工艺学、电气电子工程学、机械工程学、金属学、焊接学、工程热力学、材料科学、微电子学、计算机科学等，还涉及企业的财务、管理等众多学科，是一门综合性很强的技术学科。

(2) 形成时间较晚，发展迅速。

电子工艺作为一门学科来进行系统研究的时间不长，不过几十年的时间，随着电子技术的飞速发展，对电子工艺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，使电子工艺的内涵及外延迅速扩展。

(3) 实践性强。

电子工艺的概念贯穿了电子产品的设计及制造的整个过程，与生产实践紧密相连。因此，本课程的实践环节是极其重要的，是相关专业能否培养出合格工程师的关键。

(4) 电子工艺学科的技术信息分散，获取难度大。

由于电子工艺涉及众多技术学科，相关的技术信息分散在这些众多的学科中，电子工艺学科与这些学科的关系是相辅相成的，成为技术密集的学科，所以作为对知识面、实践能力都有比较高要求的电子工艺工程师，自然是典型的复合型人才。

电子整机产品的制造工艺，一方面是指制造工艺的技术手段、设备条件和操作技能；另一方面是指产品在生产过程中的质量控制和工艺管理。

1.2 电子产品的制造过程

电子产品的制造过程并非指简单的批量制造过程，而是指产品从开发到售出的整个过程。一般来说，应该包括设计、试制、批量生产三个主要阶段，每个阶段又可分为若干个层面。生产的过程本就是不断改进和调整的一个上升过程，即使是大批量上市的产品，为改进其质量也要不断进行生产工艺的创新、试验、调整和应用。

1. 设计

设计阶段也称预研阶段，应该从市场调查开始，了解市场需求，分析用户的购买心理，掌握用户对产品的质量要求。验证产品的性能和产品的先进性、经济性以及质量水平，通过调查报告来制定产品的设计方案并进行反复论证，找出技术的关键点和难点进行攻克，对产品设计方案进行试验、推导并进行样机设计。

设计阶段又可以分为设计方案论证、初步方案设计、技术方案设计三个层次。

(1) 设计方案论证：收集国内外同类产品的技术情报和样品进行分析，以用户需求和各项标准文件来作为产品的技术条件基础；明确新产品的重要技术研究部分；提出新产品的总体质量、结构特征、技术指标、可靠性指标、成本要求及生产能力所需技术设备等；对各种方案进行综合评价和试验；采用计算机模拟设计，确定最佳的设计方案。

(2) 初步方案设计：在方案论证的基础上建立模型，制定技术指标，估算总体参数；从已确定的方案中，明确各部分的设计方案并制定设计任务书；确定产品的系统构成、技术



途径、整体结构、外形尺寸,明确各部件间的连接关系与要求,并画出草图。

(3) 技术方案设计:技术方案设计是产品设计定型阶段,确定产品总图、零部件图及其装配图,确定试验设备和所用仪器,制出样机;编写零部件明细表,编写技术任务书、技术说明书、技术设计书,指定产品技术经济指标,对新产品进行技术经济分析。

在产品样机全面达到设计技术指标后,即可召开产品设计定型会(鉴定会)。

2. 试制

试制阶段应包含样机试制、产品定型设计和小批量试制三方面。依据第一阶段的样机设计资料进行样机试制,实现产品预期的性能指标,验证产品的工艺设计,制定产品的生产工艺,进行小批量生产,同时完善全套工艺技术资料。

工艺文件的设计包括工艺设备、零件加工方法、部件装配、整机装配等,并按规定进行整机的静力试验、动力试验等以考核产品的规定性能。

3. 批量生产

任何一个企业,其开发产品的最终目的都是为了批量生产、上市销售并创造利润,生产的批量越大,经济效益越高。在批量生产的过程中,应根据第二阶段制定的全套工艺技术资料组织生产,包括原材料的供应、零部件的外包加工、工具设备的准备、生产厂房区域的布置、装配焊接的调整、生产流水线的调试、各类工作人员的技术培训、各工序/工种的质量检验的设定、包装运输规则的制定及试验、广告宣传和销售的开展、售后服务与维修的安排等一系列工作。

在全面达到设计与批量生产技术指标后,即可召开产品生产定型会(鉴定会)。同时要编写元器件、外包(外协)件入厂验收工艺,零部件加工工艺,部件装配和检验工艺,总体装配和包装工艺,产品验收工艺等技术文件以及所使用的工装图纸等全套技术资料。

1.3 电子产品生产的基本要求

任何电子产品在研制成功后,都要投入生产,而电子产品生产制作的基本要求包括生产企业的设备情况、技术和工艺水平、生产能力、生产周期以及生产管理水平等方面。

1. 生产企业的设备情况

电子产品的生产企业应该具备与所生产的产品相配套的、完善的仪器设备,以便于产品的研制开发和批量生产。

2. 技术和工艺水平

生产企业需要的技术研究人才,能够根据产品的不同特点、客户的不同要求,研制、开发产品并完善产品的性能;还应具有相当的工艺水平,能够根据设计要求,生产出合格的产品。

3. 生产能力和生产周期

产品定型后,要进入批量生产阶段。生产企业应具备配套的仪器设备、加工材料、熟练的技术工人和完备的生产程序,生产出符合设计要求的合格产品;同时合理安排各个工序,



以缩短生产周期,提高生产效率,降低生产成本。

4. 生产管理水平

在电子产品的生产过程中,科学的管理已经成为第一要素。管理不善将出现生产混乱、浪费严重、工期拉长等问题,导致生产效率降低,生产成本上升;管理落后将使产品质量下降,如果让劣质产品流入市场,将会破坏企业形象,影响企业声誉及长期的发展,甚至会最终导致企业破产。

1.4 电子产品制造工艺的管理

在国家电子工业工艺标准化技术委员会发布的《电子工业工艺管理导则》中,规定了企业工艺管理的基本任务、工艺管理人员的主要工作内容、工艺管理的组织机构和企业各部门的主要工艺职能等。

1.4.1 企业工艺管理的基本任务

(1) 工艺工作贯穿于生产的全过程,是保证产品质量、提高生产效率、安全生产、降低消耗、增加效益、发展企业的重要手段。为了稳定提高产品质量,增强应变能力,促进科技进步,企业必须加强工艺管理,提高工艺管理的水平。

(2) 工艺管理的基本任务是在一定的生产条件下,应用现代科学理论和手段,对各项工艺工作进行计划、组织、协调和控制,使之按照一定的原则、程序和方法,有效地进行工作。

1.4.2 工艺管理人员的主要工作内容

1. 编制工艺发展计划

为了提高企业的工艺水平,适应产品发展需要,各企业应根据全局发展规划、中远期和近期目标,按照先进与适用相结合、技术与经济相结合的方针,编制工艺发展规划,并制订相应的实施计划和配套措施。工艺发展规划应在企业总工程师(或技术副厂长)的主持下,以工艺部门为主进行编制,经厂长批准实施。

2. 工艺技术的研究与开发

工艺技术的研究与开发是提高企业工艺水平的主要途径,是加速新产品开发、稳定提高产品质量、降低消耗、增加效益的基础。各企业都应该重视技术进步,积极开展工艺技术的研究与开发,推广新技术和新工艺。企业应给工艺技术部门配备相应的技术力量,提供必要的经费和试验研究条件。企业应认真学习和借鉴国内外先进科学技术,积极与高等院校、科研单位合作,根据本企业的实际情况,积极采用和推广已有的、成熟的研究成果。

3. 产品生产的工艺准备

产品生产的工艺准备包含新产品开发和老产品改进的工艺调研和考察、产品设计的工艺

性审查、工艺方案设计、设计和编制成套工艺、文件、工艺文件的标准化审查、工艺设备的设计与管理、编制工艺定额、进行工艺质量评审、进行工艺验证、进行工艺总结和工艺整顿等。

4. 生产现场的工艺管理

生产现场工艺管理的基本任务是确保安全文明生产、保证产品质量、提高劳动生产率、节约材料、减少工时和能源消耗、改善劳动条件等。

5. 工艺纪律管理

严格工艺纪律是加强工艺管理的主要内容,是建立企业正常生产秩序的保证。企业各级领导及相关人员都应该严格执行工艺纪律,并对职责范围内工艺纪律的执行情况进行检查和监督。

6. 开展工艺情报工作

工艺情报工作的主要内容是掌握国内外新技术、新工艺、新装备的研究与使用情况;从各种渠道收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,进行加工、管理,开展服务。

7. 开展工艺标准化工作

工艺标准化的主要工作包括制定推广工艺基础标准(术语、符号、代号、分类、编码及工艺文件的标准)、制定推广工艺技术标准(材料、技术要素、参数、方法、质量控制与检验、工艺装备的技术标准)、制定推广工艺管理标准(生产准备、生产现场、生产安全、工艺文件、工艺装备、工艺定额)。

8. 开展工艺成果的申报、评定和奖励

工艺成果是科学技术成果的重要组成部分,应该按照一定的条件和程序进行申报,经过评定审查,对在实际工作中做出创造性贡献的人员给予奖励。

9. 其他工艺管理措施

其他工艺管理措施包括制定各种工艺管理制度并组织实施;开展群众性的合理化建设与技术改进活动,进行新工艺和新技术的推广工作;有计划地对工艺人员、技术工人进行培训和教育,为他们知识更新、提高技术水平和技能,提供必要的方便及条件。

1.4.3 工艺管理的组织机构

(1) 企业必须建立权威性的工艺管理部门和健全、统一、有效的工艺管理体系。

(2) 本着有利于提高产品质量及工艺水平的原则,结合企业的规模和生产类型,为工艺管理机构配备相应素质和数量的工艺技术人员。

1.4.4 企业各有关部门的主要工艺职能

工艺管理是一项综合管理,在厂长和总工程师的直接领导下,各部门应履行并完成各自的工艺职能。