

● 陈志红 张惠敏 主编
● 胡宜军 吴新民 主审

● 陈志红 张惠敏 主编
● 胡宜军 吴新民 主审



化学工业出版社

本书提供配套教学课件

免费下载地址: www.cip.com.cn

高职高专“十二五”规划教材
——城市轨道交通控制专业

电子工艺与电子 CAD

陈志红 张惠敏 主编
刘素芳 赵文丽 副主编
胡宜军 吴新民 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书为项目化教材,以电子产品整机生产工艺为主线,介绍了电子工艺与电子 CAD 的基本操作要领与工艺基础知识。

全书共分 8 个项目:现代电子工艺岗位的基本素养,常用电子元器件的封装工艺,表面安装工艺(SMT),通孔安装工艺(THT),电子产品整机装配调试与检验包装工艺,电子产品技术文件编制,电子产品印制电路板设计工艺(电子 CAD)、现代电子企业生产管理。每个项目设有项目概述、项目任务书、项目学习引导、项目企业案例、项目实施、项目考核标准、自测题。全书突出能力培养、强调实践教学,将企业案例、作业标准、技术检测标准融入教材中,有利于教学和自学。

本书可作为高职高专院校通信工程、电子信息工程等专业和电大、职大的教材,也可作为电子生产企业员工的培训教材和相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子工艺与电子 CAD/陈志红,张惠敏主编. —北京:
化学工业出版社,2013.8
高职高专“十二五”规划教材——城市轨道交通控制专业
ISBN 978-7-122-18007-0

I. ①电… II. ①陈…②张… III. ①电子技术-高等
职业教育-教材②印刷电路-计算机辅助设计-AutoCAD
软件-高等职业教育-教材 IV. ①TN01②TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 165056 号

责任编辑:张建茹
责任校对:边涛

文字编辑:云雷
装帧设计:尹琳琳

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)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 478 千字 2013 年 10 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:39.00 元

版权所有 违者必究

“城市轨道交通控制专业”教材编写委员会

主 任：张惠敏（郑州铁路职业技术学院 系主任 教授）

贾 萍（郑州市轨道交通有限公司设备物资部副部长 高级工程师）

副 主 任：穆中华（郑州铁路职业技术学院 副教授 高级工程师）

陈享成（郑州铁路职业技术学院 副主任 副教授）

王民湘（郑州铁路局郑州电务段副段长 教授级高工）

金立新（郑州铁路局通信段副段长 高级工程师）

郑予君（河南辉煌科技股份有限公司 总经理）

谢 鸥（中兴通讯股份有限公司 NC 通讯学院 总经理）

王明英（郑州铁路局郑州电务段职工教育科科长 高级工程师）

杜胜军（郑州铁路局通信段职工教育科科长 高级工程师）

左在文（郑州铁路局新乡电务段职工教育科科长 高级工程师）

胡宜军（郑州市装联电子有限公司 总经理）

李福建（河南辉煌科技股份有限公司 工程师）

莫振栋（柳州铁道职业技术学院 系主任 副教授 铁道行指委铁道通信信号专业指导委员会秘书）

翟红兵（辽宁铁道职业技术学院 副院长 副教授 铁道行指委铁道通信信号专指委委员）

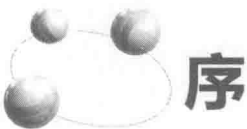
薄宜勇（南京铁道职业技术学院 系主任 副教授 铁道行指委铁道通信信号专指委委员）

高嵘华（西安铁路职业技术学院 副教授 铁道行指委铁道通信信号专指委委员）

李 锐（安徽交通职业技术学院 系主任 副教授）

委 员（按拼音排序）：

毕纲要	薄宜勇	曹 冰	曹丽新	常仁杰	陈福涛	陈享成
陈艳华	陈志红	程 灿	程建兵	杜胜军	杜先华	付 涛
高 峰	高嵘华	高 玉	胡小伟	胡宜军	黄根岭	贾 萍
江兴盟	蒋建华	金立新	兰天明	李春莹	李芳毅	李福建
李丽兰	李 锐	李珊珊	李勇霞	梁宏伟	梁明亮	刘海燕
刘素芳	刘 伟	刘喜菊	刘云珍	孟克与	莫振栋	穆中华
彭大天	任全会	阮祥国	邵连付	孙逸洁	陶汉卿	王民湘
王明英	王 庆	王 文	王学力	韦成杰	吴广荣	吴 昕
吴新民	谢 鸥	谢 丹	徐晓冰	薛 波	燕 燕	杨 辉
杨婧雅	杨艳芳	于 军	翟红兵	张惠敏	张江波	张清森
张云凤	赵 静	赵文丽	赵 阳	郑乐藩	郑予君	周朝东
周建涛	周栓林	朱 锦	朱力宏	朱卓瑾	左在文	



序

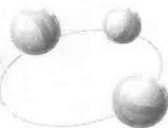
“城市轨道交通控制专业”是伴随城市快速发展、交通运输运能需求快速增长而发展起来的新兴专业，是城轨交通运输调度指挥系统核心设备运营维护的关键岗位。城市轨道交通控制系统是城轨交通系统运输调度指挥的灵魂，其全自动行车调度指挥控制模式，向传统的以轨道电路作为信息传输媒介的列车运行控制系统提出了新的挑战。随着 3C 技术 [即：控制技术 (Control)、通信技术 (Communication) 和计算机技术 (Computer)] 的飞跃发展，城轨交通控制专业岗位内涵和从业标准也随着技术和装备的升级不断发生变化，对岗位能力的需求向集信号控制、通信、计算机网络于一体的复合人才转化。

本套教材以职业岗位能力为依据，形成以城市轨道交通控制专业为核心、由铁道通信信号、铁道通信技术、电子信息工程技术等专业组成的专业群，搭建了专业群课程技术平台并形成各专业课程体系，教材开发全过程体现了校企合作，由铁路及城市轨道交通等运维企业、产品制造及系统集成企业、全国铁道行业教学指导委员会铁道通信信号专业教学指导委员会和部分相关院校合作完成。

本套教材在内容上，以检修过程型、操作程序型、故障检测型、工艺型项目为主体，紧密结合职业技能鉴定标准，涵盖现场的检修作业流程、常见故障处理；在形式上，以实际岗位工作项目为编写单元，设置包括学习提示、工艺（操作或检修）流程、工艺（操作或检修）标准、课堂组织、自我评价、非专业能力拓展等内容，强调教学过程的设计；在场景设计上，要求课堂环境模拟现场的岗位情境、模拟具体工作过程，方便学生自我学习、自我训练、自我评价，实现“做中学” (learning by doing)，融“学习过程”与“工作过程”为一体。

本套教材兼顾国铁与地铁领域信号设备制式等方面的不同需求，求同存异。整体采用模块化结构，使用时，可有针对性地灵活选择所需要的模块，并结合各自的优势和特色，使教学内容和形式不断丰富和完善，共同为“城市轨道交通控制专业”的发展作出更大贡献。

“城市轨道交通控制专业”教材编委会
2013 年 7 月



电子工艺与电子 CAD 是电子与信息技术专业一门重要的专业课程,本书是由具有丰富教学经验的教师与企业技术人员校企合作开发的项目化教材。适应区域、行业经济和社会发展的需要,体现行业新规范、新标准,反映行业企业的新技术、新工艺、新材料。教材内容紧密结合生产实际,融“教、学、做”为一体,力求体现能力本位的现代教育思想和理念,突出高职教育特点,注意实用性、先进性、通用性和典型性,是适合高职院校使用的一体化教材。教材基于生产工作过程,以电子整机产品的装配及调试工艺为主线,在掌握电子工艺基础知识、建立完整的整机工艺概念的同时,学习电子 CAD 的方法技能,形成学生职业能力、企业员工的岗位能力。

本教材有以下特点。

(1) 项目的选择:以电子生产企业操作程序为逻辑线索,形成与工作岗位相对应的项目。涵盖了电路原理图的设计、元器件检测、印制电路板制作、焊接、整机装配、整机调试、电子产品技术文件编制等方面的主要工艺。

(2) 项目实施:选择一小型电子产品 FM 贴片收音机的装配、调试为项目实施载体,进行真实性的职业锻炼,获得一个具有实际价值的“产品”,项目实施选取电子产品注重通用性,克服了项目化教材易受设备约束的局限性。

(3) 项目的考核:每个项目考核引入国家职业标准、企业技术标准、岗位工作标准。突出实践技能和工作能力评价,建立项目考核标准。考核方式为过程考核,具体分配为:(课业+行为作业)30%+项目实施50%+工艺文件形成20%。

(4) 项目企业案例:增加翔实的企业案例,企业作业标准,突出实用性与实践性。

(5) 项目学习的能力形成与学生职业能力、企业员工岗位要求一致。通过学习能胜任电子产品生产的各种工作岗位。

项目编排支持“教学做”一体化教学和岗位能力形成,运用项目概述“干什么?”、项目任务书“项目形成的职业能力”、项目学习指导“怎么干?”、项目企业案例“企业怎么干?”、项目实施“自己干!”、项目考核标准“能力是否合格?”、自测题等栏目完成教学引入、知识点传授、动手实践、项目考核等环节。每个项目又分若干工作任务,为理论学习提供坚实载体,真正实现项目导向、任务驱动。

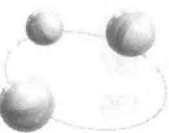
本教材为城市轨道交通控制专业及专业群建设国家骨干院校建设项目中央财政重点支持专业建设项目之一,项目编号 11-18-04。

本书的参考学时为 72 学时,其中项目实施为 30 学时。

本书由陈志红、张惠敏任主编,刘素芳、赵文丽任副主编,胡宜军、吴新民担任本书的主审。陈志红、张惠敏负责全书的统稿。其中,陈志红编写课程整体设计、项目 3 的项目实施和考核标准、项目 7 的任务 7.1、任务 7.2、任务 7.3;刘素芳编写项目 1 和项目 2;付涛编写项目 3 的任务 3.3、任务 3.4、该项目企业案例和自测题;项目 4 由河南省轻工业职工大学赵文丽编写;梁明亮编写项目 3 的任务 3.2 和项目 5;黄根岭编写项目 3 的任务 3.1 和项目 6;任全会编写项目 7 的任务 7.4、任务 7.5、任务 7.6、该项目企业案例、项目实施、考核标准及自测题;项目 8 由张惠敏编写。本书所有企业资料由郑州装联电子有限公司胡宜军、胡小伟提供。

本教材在编写过程中得到了化学工业出版社的热情支持及帮助,各参编院校的领导和同行们给予了极大的支持,郑州装联电子有限公司提供了大量的技术资料,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和疏漏之处,敬请广大读者批评指正。



目录

❶ 课程整体设计	1
❷ 项目 1 现代电子工艺岗位的基本素养	5
任务 1.1 现代电子工艺认知	5
任务 1.2 电子产品制造工艺流程	8
任务 1.3 电子工艺操作安全用电知识	10
任务 1.4 电子工艺中的静电防护	14
项目企业案例: 5S 检查标准	18
项目实施: 到现代电子生产企业参观学习或观看电子整机产品教学短片	22
自测题一	22
❸ 项目 2 常用电子元器件的封装工艺	23
任务 2.1 元器件封装概述	24
任务 2.2 通孔安装元器件的封装	27
任务 2.3 表面安装元器件的封装	36
任务 2.4 特殊元器件的外形及对应图封装	41
项目企业案例: IQC 检验作业标准书	45
项目实施: FM 贴片收音机来料检验	49
项目考核标准	52
自测题二	52
❹ 项目 3 表面安装工艺 (SMT)	53
任务 3.1 表面安装工艺简介	53
任务 3.2 表面组装工艺方案	56
任务 3.3 表面组装工艺及设备	57
任务 3.4 SMT 检测与返修技术	84
项目企业案例: SMT 锡膏产品通用作业指导书	93
项目实施: FM 贴片收音机表面安装工艺和质量检测	102
项目考核标准	107
自测题三	108
❺ 项目 4 通孔安装工艺 (THT)	109
任务 4.1 焊接前的准备	109
任务 4.2 手工焊接工艺	118
任务 4.3 工业自动化焊接工艺	128
任务 4.4 焊点质量检查和拆焊	131

任务 4.5 无铅焊接的现状和发展	137
项目企业案例	139
一、THT 产品制造管控流程	139
二、THT 常用安装焊接工艺要求	140
三、HD-912A 电动散带状卧式成型机作业标准书	140
项目实施: FM 贴片收音机通孔插装工艺和质量检测	141
项目考核标准	142
自测题四	143

项目 5 电子产品整机装配调试与检验包装工艺 145

任务 5.1 电子产品整机装配工艺过程	145
任务 5.2 整机的调试工艺	155
任务 5.3 电子整机产品的老化和环境试验	159
任务 5.4 电子产品的检验与包装工艺	162
项目企业案例	164
一、调频收音机故障处理举例	164
二、产品包装作业标准书	165
项目实施: FM 贴片收音机组装与测试	165
项目考核标准	167
自测题五	168

项目 6 电子产品技术文件编制 169

任务 6.1 设计文件编制	169
任务 6.2 工艺文件编制	175
任务 6.3 现场工艺文件	183
项目企业案例: BOM 作成核对作业工艺文件	188
项目实施: FM 贴片收音机技术文件编制	190
项目考核标准	191
自测题六	191

项目 7 电子产品印制电路板设计工艺 (电子 CAD) 193

任务 7.1 Protel 基础	193
任务 7.2 Protel 原理图设计	199
任务 7.3 Protel 制作元器件、建立元器件库	219
任务 7.4 Protel 印制电路板的设计	225
任务 7.5 制作元器件封装	246
任务 7.6 Protel 印制电路板打印输出	253
项目企业案例	254
PCBA 企业对加工前期生产资料需求	254
项目实施: ①手工制作电子节拍器印刷电路板	259
②防盗报警器设计、装配和调试	261
项目考核标准	262

自测题七	263
------------	-----

项目 8 现代电子企业生产管理 267

任务 8.1 物料管理	267
任务 8.2 品质管理 (QM)	272
任务 8.3 现场管理与沟通	281
任务 8.4 产品服务与售后管理	286
项目企业案例: 郑州 × × 电子有限公司业务管理程序	288
项目实施: 企业管理文件查阅	291
自测题八	291

参考文献 292

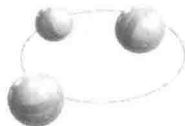
课程整体设计

1. 课程内容设计

本课程基于电子产品开发设计、整机生产工艺与电子设备操作维护工作过程，将课程内容分为 8 个项目，每个项目又分为若干个工作任务，真正实现项目导向、任务驱动。通过学习，要掌握小型电子产品电路板设计、整机产品生产装配、整机调试检测维修及工艺文件编制等相关知识，了解 5S 等工艺管理的内容及意义，具备筛选电子元器件的能力、设计及制作印制电路板的能力、小型电子产品整机装配技能、生产工艺管理能力、识读电子产品工艺文件的能力及编制常用工艺文件的技能。具体的教学安排如表 1。

表 1 《电子工艺与电子 CAD》项目导向、任务驱动

序号	项目名称	工作任务	项目形成的职业能力	项目实施
1	项目 1 现代电子工艺岗位的基本素养	任务 1.1 现代电子工艺认知	① 通过了解电子工艺发展、电子产品整机制造工艺流程，电子工艺研究范围及电子工艺技术人员的工作职责，逐步形成 5S 文明生产理念； ② 会使用 and 选用静电防护用品； ③ 电子工艺安全用电知识	现代电子生产企业参观或电子整机产品教学短片
		任务 1.2 电子产品制造工艺流程		
		任务 1.3 电子工艺操作安全用电知识		
		任务 1.4 电子工艺中的静电防护		
2	项目 2 常用电子元器件的封装工艺	任务 2.1 元器件封装概述	① 会识别常用电子元器件的封装与参数； ② 能使用仪器仪表对各种通孔安装元器件与表面安装元器件进行测试和质量检验； ③ 会正确选择不同型号的电子元器件	FM 贴片收音机来料检验
		任务 2.2 通孔安装元器件的封装		
		任务 2.3 表面安装元器件的封装		
		任务 2.4 特殊元器件的外形及对应图封装		
3	项目 3 表面安装工艺(SMT)	任务 3.1 表面安装工艺简介	① 严格按照要求规范，操作印网印刷机、贴片机、回流焊机等 SMT 设备完成表面组装工艺与流程； ② 熟练使用热风枪、防静电烙铁、放大镜台灯等 SMT 常用工具进行 SMT 元器件的拆焊与返修； ③ 能按技术标准目测涂敷、贴片、焊接的质量	完成 FM 贴片收音机表面安装工艺
		任务 3.2 表面组装工艺方案		
		任务 3.3 表面组装工艺及设备		
		任务 3.4 SMT 检测与返修技术		
4	项目 4 通孔安装工艺(THT)	任务 4.1 焊接前的准备	① 合理选用电子产品装焊常用五金工具； ② 在焊接前应做好搪锡、导线的加工、元器件的引线成形等准备工序； ③ 能正确使用插装方向，插装元器件； ④ 能合时选用、熟练操作电烙铁并焊接元器件； ⑤ 能按技术标准目测焊点外观质量； ⑥ 能运用理论知识解释工业自动化焊接工艺操作过程，并了解无铅焊接的现状与发展	完成 FM 贴片收音机通孔安装工艺
		任务 4.2 手工焊接工艺		
		任务 4.3 工业自动化焊接工艺		
		任务 4.4 焊点质量检查及拆焊		
		任务 4.5 无铅焊接的现状和发展		



续表

序号	项目名称	工作任务	项目形成的职业能力	项目实施
5	项目 5 电子产品整机装配调试与检验包装工艺	任务 5.1 电子产品整机装配工艺过程	①正确使用装配工具和装配方法进行整机装配; ②整机调试,解决调试过程中的问题; ③完成电子产品的检验、包装	完成 FM 贴片收音机组装与调试
		任务 5.2 整机的调试工艺		
		任务 5.3 电子整机产品的老化和环境试验		
		任务 5.4 电子产品的检验与包装工艺		
6	项目 6 电子产品技术文件编制	任务 6.1 设计文件编制	通过学习工艺文件、设计文件编制,阅读现场工艺文件,编制简单的工艺文件	FM 贴片收音机技术文件编制
		任务 6.2 工艺文件编制		
		任务 6.3 现场工艺文件		
7	项目 7 电子产品印制电路板设计工艺(电子 CAD)	任务 7.1 Protel 基础	①能熟练使用 Protel 进行原理图设计、印制电路板设计; ②运用电子工艺基本知识,使用 Protel 软件,按设计要求制造印制电路板,完成小型电子设备装配调试(绘制电原理图;进行印刷板的设计与制作;检测元器件;元器件焊接装配;会使用仪器仪表对 PCBA 进行检测与调试); ③按工艺过程编制技术文件	用 Protel 设计防盗报警器印制电路板,并装配调试,编制相关的技术文件
		任务 7.2 Protel 原理图设计		
		任务 7.3 Protel 制作元件及建立元件库		
		任务 7.4 Protel 印制电路板的设计		
		任务 7.5 制作元件封装		
		任务 7.6 Protel 印制电路板打印输出		
8	项目 8 现代电子企业生产管理	任务 8.1 物料管理	①运用现代电子产品制造企业工艺管理,学会生产中的沟通技巧; ②明确各工作岗位责任	企业管理文件查阅
		任务 8.2 品质管理(QM)		
		任务 8.3 现场管理与沟通		
		任务 8.4 产品服务与售后管理		

2. 课程目标设计

2.1 专业能力目标

- ① 具有常用电子元器件的识别检测能力。
- ② 具有熟练的手工焊接能力,会使用回流焊设备进行贴片元件的贴装能力。
- ③ 具有按照工艺要求独立完成简单电子产品的焊接、整机装配、调试和整机测试的能力。
- ④ 具有识读电子产品工艺文件的能力及编制常用工艺管理基础文件(电子文档)的能力。
- ⑤ 具有综合所学知识绘制各种电路原理图的能力。
- ⑥ 具有使用 CAD 软件设计出符合要求的印刷电路板的能力。

2.2 方法能力目标

- ① 培养学生自学的能力。
- ② 培养学生收集信息、正确评价信息的能力。
- ③ 培养学生能制定出切实可行的工作计划,提出解决实际问题的方法以及对工作结果进行评估的能力。
- ④ 培养学生具有全局思维与系统思维、整体思维与创新思维的能力。
- ⑤ 培养学生展示自己技能的能力。



2.3 社会能力目标

- ① 培养学生遵纪守法、爱岗敬业、爱护设备、责任心强、团结合作的职业操守。
- ② 培养学生勤于思考、做事认真的良好作风。
- ③ 培养学生良好的职业道德和勇于创新、敬业乐业、精益求精的工作作风。
- ④ 培养学生团队协作与沟通能力。
- ⑤ 培养学生分析问题、解决问题的能力。
- ⑥ 培养学生质量、成本、安全、文明意识。

3. 课程学时建议(表 2)

表 2 课程学时

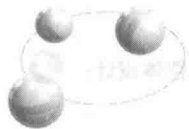
序号	项目名称	学 时 分 配		
		工作任务学习	项目实施	现场教学
1	项目 1 现代电子工艺岗位基本素养	2	2	
2	项目 2 常用电子元器件封装工艺	2	2	
3	项目 3 表面安装工艺(SMT)	6	4	
4	项目 4 通孔安装工艺(THT)	6	4	
5	项目 5 电子产品整机装配调试与检验包装工艺	4	4	
6	项目 6 电子产品技术文件编制	4	2	
7	项目 7 电子产品印制电路板设计工艺(电子 CAD)	12	8	4
8	项目 8 现代电子企业生产管理	4		
9	期末复习	2		
合计	72 学时	32	26	4

4. 课程教学资源要求

本课程与生产实践结合紧密,教学环境模拟真实职场环境,基于工作过程,多采用案例教学法,以电子产品生产企业中真实工作岗位项目和任务为载体,将实验、实作引入课堂中,引导学生边做边学,融“教、学、做”为一体,实践与理论有机地结合,有效提升学生的专业技能及分析问题解决问题的能力。课程教学环境有 EDA 机房、电子工艺与 CAD 实训室、SMT 组装与调试实训室等;课程设备环境要求具体如表 3 所示。

表 3 课程设备环境要求

序号	教学环境	设备环境要求	
		设 备	数量
1	EDA 机房	计算机(装有 WindowsXP 以上系统、Protel DXP 软件)	45 台
		多媒体教学软件	1 套
		激光打印机	1 台
2	电子工艺与 CAD 实训室	电子工艺化学制板综合一体化设备(转印、曝光、腐蚀、孔化、显影、丝印、镀锡)	1 套
		电子工艺物理制板雕刻机	2 台
		精密裁板机	2 台
		高速精密台钻(含钻头)	4 台
		热风拆焊台(返修台)	35 台
		实训工作台	10
		小型工具整理箱	40
		材料存放柜	2



续表

序号	教学环境	设备环境要求	
		设 备	数量
3	SMT 表面组装及 调试实训室	表面贴装回流焊机	2
		电子工艺焊接安装生产线实训装置	4
		SMT 手工贴片长台式生产线	1
		永久性 PVC 防静电地板(SMT 实训室)	
		仪器摆放台	6
		高精密贴片机	1
		手动丝网印刷机	3
		手动贴片机	30
		放大台灯	30
		存储冰箱	2
		数字万用表	40
		数字双踪示波器	10
		DDS 信号发生器	10
		程控直流稳压电源	10
		晶体管特性图示仪	5

5. 课程考核方案设计

为全面考核学生的知识与技能掌握情况,本课程主要以过程考核为主,将阶段考核权重设为 40%,期末考试权重设为 60%,突出学习过程的考核权重。

$$\text{学生最终成绩} = \text{阶段考核成绩} \times 40\% + \text{期末考试成绩} \times 60\%$$

阶段考核与期末考试又分为理论考核和技能操作考核两部分,其内容涵盖了课程教学项目、任务全过程。理论教学部分的考核采用笔试,为纸质形式,满分 40 分,是对平时的课业和行为作业、工艺文件形成的考核;技能操作分为上机操作、实做考核,上机操作进行实操部分的印制电路板设计,实做考核是对各项目实施的考核,满分共计 60 分。

评价方式重流程、重工艺、重技能、重岗位规范。按国家职业标准要求,强调实践技能和工作能力的评价。

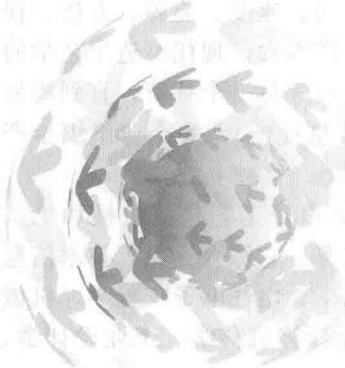
6. 教学建议

① 在授课前,注重适宜的教学参考资料的收集整理,使授课内容增加生动性和趣味性,保证教学过程的实效性、连贯性。

② 在教学过程中,注意教学方法的灵活性,可组织学生讨论、问题教学、阅读指导等,充分发挥学生的学习主观能动性;借用多媒体的声像演示,对案例进行展示,提供给学生直观的理论印象;通过实例操作,注意训练学生的动手能力,引导学生理论联系实际。

③ 在各个教学环节中贯彻“学生为主体、教师为指导、教学相长”的教学理念。摒弃满堂灌的教学方法,通过启发式、案例式、边讲边练式、课堂讨论式等生动活泼的教学方法,将学生从被动接受教育中解脱出来,充分调动学生学习的积极性和主动性,鼓励学生独立思考,培养学生意识和创新精神,实现让学生向主动学习转变。

④ 课程内容突出实用性、前瞻性。注意将本专业的发展趋势及新知识、新方法及时体现在课程内容中。注意与职业资格考证内容结合。



项目1

现代电子工艺岗位的基本素养



项目概述 ▶▶▶

为保证产品质量,提高生产效率,降低生产成本,提高企业经济效益,现代电子工艺岗位要求企业员工了解现代制造工艺及电子工艺的形成及发展概况,了解企业的工艺组织机构及任务,熟悉电子产品生产制造工艺流程,明确电子工艺技术人员的工作职责,熟悉5S现场管理体系,掌握电子工艺操作安全用电知识与静电防护要领。



项目任务书 ▶▶▶

- ① 通过了解电子工艺发展、电子产品整机制造工艺流程、电子工艺研究范围及电子工艺技术人员的工作职责,逐步形成5S文明生产理念。
- ② 会使用 and 选用静电防护用品。
- ③ 会运用电子工艺操作安全用电知识。



项目学习引导 ▶▶▶

任务 1.1 ●●● 现代电子工艺认知

1.1.1 现代制造工艺及电子工艺的形成发展

工艺是企业科学生产的法律和法规,工艺工作的出发点是为了提高企业劳动生产率,生产优质产品以及增加生产利润。

工艺源于手工业时代的个人操作经验和手工技能。进入现代化工业时代,个人操作经验和手工技能不再成为产品竞争力的关键,而科学的经营管理、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产品胜出的决定性因素,生产操作者只需按照规定的生产程序,进行规范化的熟练操作。工艺到这时已蜕变为现代制造工艺,它涵盖了从设计到销售整个生产过程的每一个制造环节。

现代制造工艺以不断提高企业生产竞争能力为目的,研究时间、速度、能源、方法、程序、生产手段、质量监控、工作环境、组织机构、劳动管理等生产因素。现代制造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),为企业组织生产提供科学的依据。

电子工艺是现代制造工艺学科之一。从电子产品制造角度,电子工艺包括机械加工工艺、表面加工工艺、连接工艺、化学工艺、塑料工艺、总装工艺等。它综合性强,技术信息分散,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、工业设计学、人机工程学等。

电子工艺作为一门学科起步较晚,20世纪70年代,第一本系统论述电子工艺技术的图书面世。由于电子科学技术发展飞速,新材料、新技术不断出现,电子工艺学随之不断发展。新的电子工艺技术往往还未普及就被更先进的手段所取代,电子工艺的不断改进又促使电子产品的性价比不断提升。由于关键工艺技术的竞争往往能决定公司乃至国家的市场经济竞争力,公司常通过专利的手段对关键技术的知识产权进行保护,行业、企业间技术保密和技术封锁相当普遍,收集获取电子工艺的关键技术信息则变得异常困难,这又构成了电子工艺学发展的瓶颈。

1.1.2 中国电子工艺的发展状况

中国电子工业从建国之初到今天,从无到有逐步形成了自己门类齐全的电子工业体系。20世纪80年代改革开放以来,中国电子工业发展迅猛,电子工业逐步成为中国国民经济的重要支柱产业,中国成为世界电子工业的加工厂已成不争事实。然而中国整体上在电子产品制造工艺领域处于比较落后的水平,还缺少稳定的、高素质的工艺技术队伍。一方面,近年来电子产品制造业的热点从内地转移到东南沿海地区,世界各工业发达国家和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;另一方面,某些原来电子工业基础较好的城市和地区,电子产品制造企业设备陈旧,技术进步缓慢,缺乏能够大批量生产的产品和稳定的技术队伍,企业的发展和生存举步维艰。因此,从整体来说,中国电子产品制造业还未能形成系统的、现代化的电子产品制造工艺体系。

1.1.3 电子工艺研究的范围

电子产品种类繁多,各类电子产品制造工艺因其工作方式及使用环境的不同而有所差异。复杂的电子产品,可以称为电子产品系统,由整机构成;而整机是由组件(即PCBA, Printed-Circuit Board Assembly, 印制电路板组件)构成;组件则是由零件、元器件、电子材料等组成。电子产品组成结构如图1-1所示。有的小型电子产品结构简单,没有系统这一级。由整机组成系统主要是连接和调试工作,生

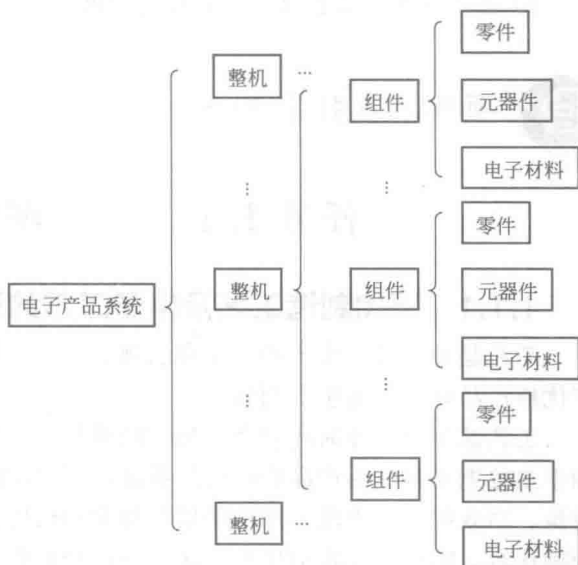


图 1-1 电子产品组成结构



产任务不多，不是讨论的重点。本书讲的电子产品生产工艺专是指整机产品制造工艺，即电子整机产品在设计、试验、装配、焊接、调整、检验、维修、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 PCB 板制作及整机装配使用的角度讨论它们的外形、封装及其选择和检验。

电子整机产品制造工艺包括两方面，一是指制造工艺的技术手段和操作技能，二是指产品在生产过程中的质量控制和工艺管理。前者是电子工艺工作的中心——“硬件”，后者是前者的有机保障——“软件”，二者不能偏废。限于篇幅，本书侧重于前者。

1.1.4 企业的工艺组织机构及任务

加强工艺工作对提高企业的经济效益、保证产品质量及产品的开发意义至关重要。

通常，企业的工艺组织机构设置图如图 1-2 所示。企业的工艺组织从管理层次上分厂级、科级、车间三个层次。厂一级由总工程师（或技术副厂长）负责主管全厂的工艺工作，科一级设立工艺管理的职能部门——工艺科（处），车间一级设立技术组，业务上受工艺科的领导。

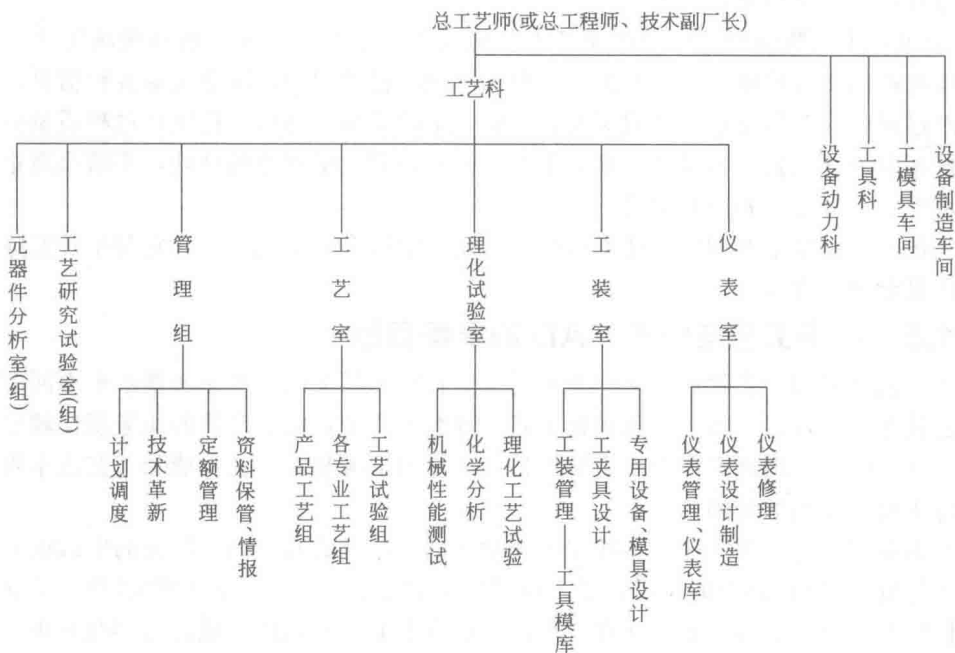


图 1-2 企业的工艺组织机构

在企业内部可以采用一级管理模式或二级管理模式。在一级管理模式中，企业的工艺人员全部集中在工艺科，产品的工艺工作（从新产品设计开始直至老产品淘汰为止）全部由工艺部门统一管理。而采用二级管理模式时，集中领导、分级管理，在车间技术组内设立车间工艺员，业务上受工艺科领导。

1.1.5 电子工艺技术人员的工作职责

电子工艺技术工作是电子企业中的重要技术工作，其根本是保证产品质量，提高生产效率，降低生产成本，最终达到提高企业经济效益的目的。

电子产品的形成需经历新产品的研制、试制试产、测试验证产品定型和大批量生产四个阶段，才能进入市场和到达用户手中。工艺技术人员参与电子产品形成的每个阶段，确定其

中的工艺方案、生产工艺流程和方法,完成产品从研制阶段向生产制造阶段的技术转换,并负责大批量生产过程的技术管理工作。工艺技术人员的工作职责如下。

① 在新产品研制阶段,参与研发项目组分析新产品的技术特点和工艺要求,确定新产品研制和生产所需的设备、手段,负责工艺审查,制定必要的工艺文件,提出并确定新产品生产的工艺方案,对新产品元器件的选用、PCB 板设计和新产品生产的工艺性进行评定。

② 在试制试产阶段,参加新产品样机的工艺性评审,对新产品的元器件选用、电路设计的合理性、结构的合理性、产品批量生产的可行性、性能与功能的可靠性和生产手段的适用性提出评审意见和改进要求,对新产品的试制试产负责技术上的准备和协调,现场组织解决有关技术和工艺问题,提出改进意见。

③ 在产品定型阶段,工艺技术人员要做好批量投产前各项工艺技术的准备工作,确定批量生产的工艺方案。根据产品设计文件要求编制产品批量生产工艺流程、工时定额和工位作业指导书,计算产品劳动量及成本,设计、制造必要的检测工艺装置,编制、调试 ICT (In-Circuit Test) 等测试设备和波峰机、SMT 等生产设备的操作方法和规程,对元器件、原材料进行确认,培训操作工。

④ 大批量生产阶段要进行生产现场工艺规范和工艺纪律管理,指导现场生产人员完成工艺工作和产品质量控制工作,解决生产现场出现的技术问题,注意搜集各种信息,控制和改进生产过程中的产品质量,协同研发、检验、采购等相关部门进行生产过程质量分析,研讨、分析和引进新工艺、新设备,参与重大工艺问题和质量问题的处理,不断提高企业的工艺技术水平、生产效率和产品质量。

工艺技术工作技术性和实践性均很强,涉及的学科多,知识面广。它与生产实际紧密结合,工作复杂而又细致。

1.1.6 电子工艺与电子 CAD 的课程目标

电子工艺技术和工艺管理水平的差异是造成各厂家同类电子产品质量水平不同的主要原因。工艺技术力量较强,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。因此本课程要为学生日后成长为掌握相应工艺技能和工艺技术管理知识的业务骨干奠定扎实的基础。

学习本课程之前,学生应具备扎实的文化基础,广博的知识面,较强的实践能力。通过电子工艺与电子 CAD 课程的学习,学生应了解当前电子产品生产过程的细节,了解生产工人的操作环节,充分了解工艺工作在产品制造过程中的重要地位,理论与实践并重,掌握电子产品生产操作的基本技能;从产品的工艺技术角度,掌握用 Protel 绘制电子产品原理图、设计印制电路板的基本技能,在设计方案时就充分考虑加工的可能性和工艺的合理性;掌握印制电路板的制作、装配,整机的装配工艺、调试和老化检验技能。由于实际工艺技术发展往往超前于教学安排与教材,学生必须主动了解目前中国电子产品生产中最先进的技术和设备,能够从更高的层面了解现代化电子产品生产的全过程,从而能成为掌握相应工艺技能和工艺技术管理知识,能指导电子产品现场生产,能解决实际技术问题的专业技术骨干。

任务 1.2 电子产品制造工艺流程

1.2.1 电子整机装配工艺流程

每台电子整机产品都是由繁多的电子元器件、组件、电子材料(如导线)以及机箱连接