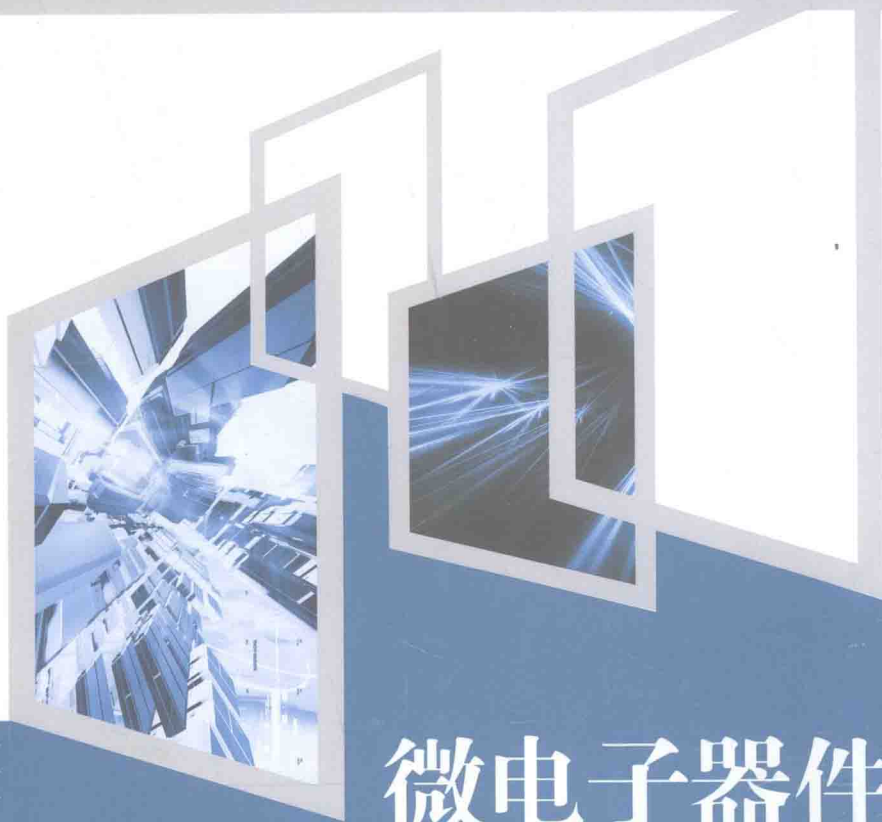




教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果

微电子技术及器件专业师资培训包开发项目 (LBZD027)



微电子器件封装 制造技术

教育部 财政部 组编

王开建 主编

张 均 执行主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
微电子技术及器件专业师资培训包开发项目 (LBZD027)

微电子器件封装制造技术

WEIDIANZIQIJIANFENGZHUANGZHIZHAOJISHU

教育部 财政部 组 编

王开建 主 编

张 均 执行主编

李国良 黄 政 副主编

电子工业出版社

Publishi

Industry

内 容 简 介

本书主要包括：微电子器件封装技术概述；微电子器件塑料封装技术，以三端稳压器塑料封装、BGA塑料封装、WL-CSP塑料封装为具体学习任务；微电子器件金属封装技术，以TVS二极管的金属封装、F型功率三极管的金属封装、D型小功率三极管的金属封装为具体学习任务；微电子器件陶瓷封装技术，以CerDIP陶瓷封装、倒装芯片陶瓷封装、MEMS器件陶瓷气密封装为具体学习任务。每个学习任务后面都设有思考与交流栏目，希望能起到巩固和提高的作用。

本书适合各级中等职业学校专业教师能力培训使用，也可作为高等职业学院和中等职业学校微电子专业的教材，同时可作为从事微电子产业人员的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

微电子器件封装制造技术 / 教育部, 财政部组编. —北京: 电子工业出版社, 2012.5

教育部、财政部中等职业学校教师素质提高计划成果. 微电子技术 with 器件专业师资培训包开发项目. LBZD027

ISBN 978-7-121-15398-3

I. ①微… II. ①教… ②财… III. ①微电子技术—封装工艺—职业教育—师资培训—教材 IV. ①TN405.94

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第253379号

策划编辑: 白 楠

责任编辑: 靳 平

印 刷: 涿州市京南印刷厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 7.75 字数: 198.4千字

印 次: 2012年5月第1次印刷

定 价: 19.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
系列丛书

编写委员会

主任 鲁昕

副主任 葛道凯 赵路 王继平 孙光奇

成员 郭春鸣 胡成玉 张禹钦 包华影 王继平 (同济大学)

刘宏杰 王征 王克杰 李新发

专家指导委员会

主任 刘来泉

副主任 王宪成 石伟平

成员 翟海魂 史国栋 周耕夫 俞启定 姜大源

邓泽民 杨铭铎 周志刚 夏金星 沈希

徐肇杰 卢双盈 曹晔 陈吉红 和震

韩亚兰



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
系列丛书

**微电子技术与器件专业师资培训包开发项目
(LBZD027)**

项目牵头单位 贵州大学

项目负责人 王开建

出版说明

根据2005年全国职业教育工作会议精神和《国务院关于大力发展职业教育的决定》（国发[2005]35号），教育部、财政部2006年12月印发了《关于实施中等职业学校教师素质提高计划的意见》（教成[2006]13号），决定“十一五”期间中央财政投入5亿元用于实施中等职业学校师资队伍建设和相关项目。其中，安排4 000万元，支持39个培训工作基础好、相关学科优势明显的全国重点建设职教师资培养培训基地牵头，联合有关高等学校、职业学校、行业企业，共同开发中等职业学校重点专业师资培训方案、课程和教材（以下简称“培训包项目”）。

经过四年多的努力，培训包项目取得了丰富成果。一是开发了中等职业学校70个专业的教师培训包，内容包括专业教师的教学能力标准、培训方案、专业核心课程教材、专业教学法教材和培训质量评价指标体系5方面成果。二是开发了中等职业学校校长资格培训、提高培训和高级研修3个校长培训包，内容包括校长岗位职责和能力标准、培训方案、培训教材、培训质量评价指标体系4方面成果。三是取得了7项职教师资公共基础研究成果，内容包括中等职业学校德育课教师、职业指导和心理健康教育教师培训方案、培训教材，教师培训项目体系、教师资格制度、教师培训教育类公共课程、职业教育教学法和现代教育技术、教师培训网站建设等课程教材、政策研究、制度设计和信息平台等。上述成果，共整理汇编出300多本正式出版物。

培训包项目的实施具有如下特点：一是系统设计框架。项目成果涵盖了从标准、方案到教材、评价的一整套内容，成果之间紧密衔接。同时，针对职教师资队伍建设的基础性问题，设计了专门的公共基础研究课题。二是坚持调研先行。项目承担单位进行了3000多次调研，深度访谈2 000多次，发放问卷200多万份，调研范围覆盖了70多个行业和全国所有省（区、市），收集了大量翔实的一手数据和材料，为提高成果的科学性奠定了坚实基础。三是多方广泛参与。在39个项目牵头单位组织下，另有110多所国内外高等学校和科研机构、260多个行业企业、36个政府管理部门、277所职业院校参加了开发工作，参与研发人员2 100多人，形成了政府、学校、行业、企业和科研机构共同参与的研发模式。四是突

出职教特色。项目成果打破学科体系，根据职业学校教学特点，结合产业发展实际，将行动导向、工作过程系统化、任务驱动等理念应用到项目开发中，体现了职教师资培训内容和方式方法的特殊性。五是研究实践并进。几年来，项目承担单位在职业学校进行了1 000多次成果试验。阶段性成果形成后，在中等职业学校专业骨干教师国家级培训、省级培训、企业实践等活动中先行试用，不断总结经验、修改完善，提高了项目成果的针对性、应用性。六是严格过程管理。两部成立了专家指导委员会和项目管理办公室，在项目实施过程中先后组织研讨、培训和推进会近30次，来自职业教育办学、研究和管理一线的数十位领导、专家和实践工作者对成果进行了严格把关，确保了项目开发的正确方向。

作为“十一五”期间教育部、财政部实施的中等职业学校教师素质提高计划的重要内容，培训包项目的实施及所取得的成果，对于进一步完善职业教育师资培养培训体系，推动职教师资培训工作的科学化、规范化具有基础性和开创性意义。这一系列成果，既是职教师资培养培训机构开展教师培训活动的专门教材，也是职业学校教师在职自学的重要读物，同时也将为各级职业教育管理部门加强和改进职教教师管理和培训工作提供有益借鉴。希望各级教育行政部门、职教师资培训机构和职业学校要充分利用好这些成果。

为了高质量完成项目开发任务，全体项目承担单位和项目开发人员付出了巨大努力，中等职业学校教师素质提高计划专家指导委员会、项目管理办公室及相关方面的专家和同志投入了大量心血，承担出版任务的11家出版社开展了富有成效的工作。在此，我们一并表示衷心的感谢！

编写委员会

系列教材序

微电子技术与器件专业是国家教育部、财政部十一五期间批准立项研究的“中等职业学校教师素质提高计划”70个专业研究项目之一，是两部的重点课题。微电子技术与器件系列教材是国家教育部、财政部专业研究课题的成果之一。本专业系列教材包含：《微电子器件芯片制造与设计》、《微电子器件封装制造技术》、《微电子技术与器件专业教学法》、《微电子技术与器件专业教师教学能力标准、培训方案和培训质量评价指标体系》四本教材。教材内容紧密配合中等职业学校微电子专业教师教学能力标准和教师培训方案。

《微电子器件芯片制造与设计》和《微电子器件封装制造技术》的编写方法，采用微电子器件制造与设计工作领域的真实工作项目作为学习领域。教材的每个学习领域的编写都以一个具体项目的形式呈现。每个项目都由三个具体工作任务作为学习的载体，以完成一个微电子器件芯片制造、封装制造或芯片设计。教材的撰写方式采用图文对应的形式，使读者有身临工作情境的感受，所以本系列教材符合职业技术教育的行动导向教学规律。

《微电子技术与器件专业教学法》教材是配合“中等职业学校微电子技术与器件专业教师教学能力标准”为提高本专业教师教学能力撰写的。内容包括：微电子技术与器件专业现状和发展前景；微电子制造行业概况；微电子技术与器件专业的产品和工艺流程；微电子专业操作型技能人才的典型职业工作；微电子技术与器件专业中等职业人才的能力要求；微电子技术与器件专业学生特点分析；微电子专业的教学内容和教材分析；微电子技术与器件专业的媒体和环境创设；教学媒体定义。最后根据专业的特殊性，设计了几个专业教学法应用案例：微电子专业考察教学法及应用；微电子专业项目教学法及应用；微电子模拟教学法及应用；微电子专业四阶段教学法及应用；微电子专业思维导图教学方法及应用。

专业核心教材《微电子器件芯片制造与设计》设计了三个学习项目，项目一微电子芯片制造的净化控制；项目二微电子器件芯片制造，三极管芯片的制造、MOS晶体管芯片的制造、双极型集成电路芯片的制造；项目三微电子器件芯片设计，三极管芯片的设计、MOS管芯片的设计、集成电路芯片的设计。全书学习情境引人入胜，使读者轻松地掌握抽象的、理论性很强的芯片制造技术。

专业核心教材《微电子器件封装制造技术》，根据目前封装制造的三大主要封装方法，作为三个学习项目：微电子器件塑料封装技术；微电子器件金属封装技术；微电子器件陶瓷封装技术。每个学习项目都设计了三个具体的微电子器件封装作为学习任务。学习情境真实可见，是行动教学适用的教材。

参加本系列教材编写的专家、教师多次反复修改教材，最终打破了传统学科体系，以项目的形式呈现教学内容，使其成为行动导向教学模式的教材，这对微电子专业来说难度很大，尤其是对于理论性很强的微电子器件芯片制造与设计教材。

因为本系列教材没有可以借鉴的资料，为此参加编写的人员付出了大量艰苦、细致的工作。在本系列教材的编著过程中，多次得到职业教育专家姜大源教授、徐肇杰教授、陈永芳教授、沈希教授、华永平教授等多位专家的耐心指导；得到了德国职业教育专家的帮助。在此，对全体专家和编写组全体教师表示由衷的钦佩和感谢！

主编 王开建



本教材简单、系统地介绍了目前常见的微电子封装技术，讲述了微电子封装技术的发展史和今后的发展趋势。20世纪电子封装业经历了史无前例的变革，迎来微电子器件封装技术发展的新浪潮，那就是系统级封装。随着电子工业的不断发展，微电子器件封装技术也孕育着更为广阔的发展空间。因此本教材仅以现在常见的封装技术为具体工作学习任务案例，完成对封装技术操作和原理的阐述。希望本教材能在微电子封装技术教学中起到举一反三的作用。

教材内容包括：微电子器件封装技术概述；微电子器件塑料封装技术，以三端稳压器塑料封装、BGA塑料封装、WL-CSP塑料封装为具体学习任务；微电子器件金属封装技术，以TVS二极管的金属封装、F型功率三极管的金属封装、D型小功率三极管的金属封装为具体学习任务；微电子器件陶瓷封装技术，以CerDIP陶瓷封装、倒装芯片陶瓷封装、MEMS器件陶瓷气密封装为具体学习任务。每个学习任务后面都设有思考与交流栏目，希望能起到巩固和提高的作用。书后还附有“中华人民共和国国家标准半导体集成电路封装术语（GB/T 14113—1993）”，以便读者查阅。

本教材是国家教育部、财政部为了提高中等职业学校专业教师能力，开展专业教师培训而规划的配套教材。教材中每个项目中的“任务一”适合本专业上岗教师的培训；“任务二”和“任务三”适合本专业教师能力提高的培训使用；本专业骨干教师的培训可选用本教材全部内容和微电子器件芯片制造与设计部分内容。需要说明的是，微电子封装技术

和设备不断在更新，各培训机构应及时补充新技术的内容。

这本教材的最大特点是图文并茂；撰写和排版格式新颖。教材涉及知识面广，示范操作性强，适合各级中等职业学校专业教师能力培训使用，也可作为高等职业学院和中等职业学校微电子专业的教材，同时可作为从事微电子产业人员的参考书。

参加本教材编写的老师有：王开建、张均、李国良、黄政、李可为、刘猛、林涛、袁勇等。在这本教材的编写过程中，得到了很多企业专家、技术人员、职业院校教师、高校专家的鼎力相助。由于微电子行业的特殊性，很多技术人员参与工作不能留名，在此谨向他们致以深深的感谢！

编者

前
言

一、微电子器件封装技术概述	1
1. 微电子器件封装技术简介	1
2. 微电子器件封装技术的发展史	1
二、微电子器件封装制造技术	4
项目一 微电子器件塑料封装技术	4
任务1-1 三端稳压器塑料封装	14
任务1-2 BGA塑料封装	26
任务1-3 WL-CSP塑料封装	37
项目二 微电子器件金属封装技术	43
任务2-1 TVS二极管的金属封装	48
任务2-2 F型功率三极管的金属封装	52
任务2-3 D型小功率三极管的金属封装	66
项目三 微电子器件陶瓷封装技术	73
任务3-1 CerDIP陶瓷封装	77
任务3-2 倒装芯片陶瓷封装	85
任务3-3 MEMS 器件陶瓷气密封装	94
附录 中华人民共和国国家标准半导体集成电路 封装术语 (GB/T 14113—1993)	103
参考文献	112

一、微电子器件封装技术概述

随着微电子产业技术的迅猛发展，推动了信息化、自动化的技术革命。微电子技术已成为国民经济发展的关键。而微电子器件设计、器件芯片制造和器件封装制造是微电子产业发展的三大产业之柱。

1. 微电子器件封装技术简介

在微电子器件生产过程中，利用某种材料将芯片保护起来，并与外界环境隔离的方式和加工的方法称为封装技术。常用的封装形式主要分为四类：金属封装、玻璃封装、陶瓷封装和塑料封装。

金属封装。由于该种封装尺寸严格、精度高、金属零件便于大量生产，故其价格低、性能优良、封装工艺容易且灵活，被广泛应用于晶体管和混合集成电路，如振荡器、放大器、交直流转换器、滤波器、继电器等产品上，现在及将来许多微型封装及多芯片模块（MCM）也采用此金属封装。

陶瓷封装。陶瓷封装的许多用途具有不可替代的功能，特别是集成电路组件工作频率的提高，信号传送速度的加快和芯片功耗的增加，需要选择低电阻率的布线导体材料及低介电常数、高导电率的绝缘材料。

塑料封装。塑料封装由于其成本低廉、工艺简单，并适于大批量生产，因而具有极强的生命力，自诞生以来发展得越来越快，在封装中所占的份额越来越大。目前塑料封装在全世界范围内占集成电路市场的95%以上。塑料封装的种类：分立器件封装，包括A型和F型；集成电路封装，包括SOP、DIP、QFP和BGA等。

在微电子器件生产中，封装的主要形式由早期的金属封装、玻璃封装、陶瓷封装正逐渐向塑料封装方向发展。塑料封装已经逐步实现自动化生产，生产速度快、生产质量稳定是塑料封装最明显的优势。塑料封装业随着微电子技术的快速发展而同步发展，约2~3年就会出现换代产品。传统的金属封装、玻璃封装、陶瓷封装形式，具有能适应大功率、小批量、性能稳定、无需设备换代的优势，因而得以并存。

2. 微电子器件封装技术的发展史

微电子器件封装技术是随着器件芯片的发展而发展起来的，每一个代表性的微电子器件诞生，就需要一代封装技术。微电子器件封装技术的发展提高了器件的电性能、机械性能、光性能、热性能、可靠性，且降低了成本。同时，它还向着小型化、多功能化、大规模集成方向发展。因而，微电子器件封装越来越受到人们的普遍重视，在国际和国内正处于蓬勃发展的阶段。随着微电子技术的不断进步，微电子器件种类越来越多并不断更新。封装的发展史大致可分为以下几个发展阶段：

第一个阶段：微电子分立元器件时代，微电子分立元器件如图1-1所示。

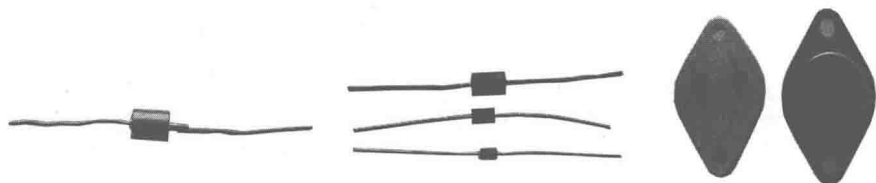


图1-1 微电子分立元器件

第二阶段：通孔安装时代，以TO型封装和双列直插封装为代表，如图1-2所示，使用时可由工人用手插入PCB的通孔中。

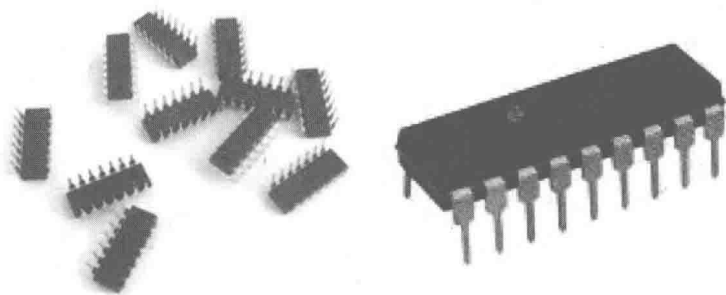


图1-2 微电子双列直插封装器件

第三阶段：表面安装器件时代，以小外形封装（SOP）和扁平封装（QFP）为代表。表面安装微电子器件大大提高了引脚数和组装密度，是封装技术的一次革命，正是这类封装技术支撑着日本半导体工业的繁荣。表面安装器件如图1-3所示。

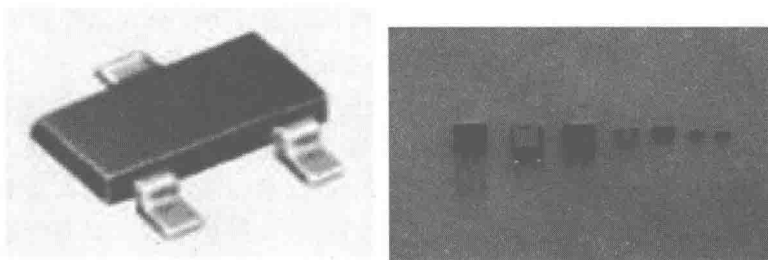


图1-3 表面安装器件

第四阶段：焊球阵列封装（BGA）和芯片尺寸封装（CSP）时代，这个时期美国的封装技术超过了日本，占据了主导地位。BGA式封装集成模块如图1-4所示，WL-CSP球栅阵列式封装集成模块如图1-5所示。

第五阶段：21世纪的头十年将是微电子封装技术的3D叠层封装时代。其代表性的产品是系统级封装（system in a package, SIP），它是将一个系统所需的组件，整合于一个芯片上。SIP式封装集成模块如图1-6所示。随着21世纪纳米电子时代的到来，电子封装技术必将面临着更加严峻的挑战，也孕育着更大的发展。

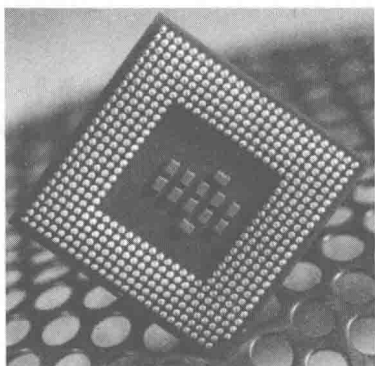


图1-4 BGA式封装集成模块

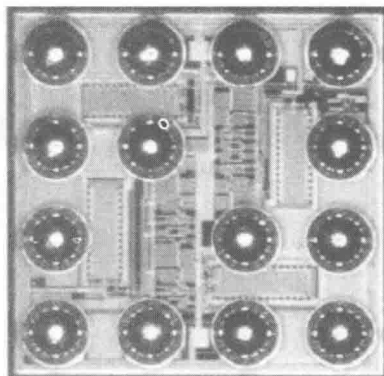


图1-5 WL-CSP球栅阵列式封装集成模块



图1-6 SIP式封装集成模块

随着电子工业的进一步发展，人们必将迎来电子封装技术发展的新浪潮。电子封装技术不仅面临着更大的机遇和挑战，也孕育着微电子技术人才培养的广阔发展空间。

二、微电子器件封装制造技术

微电子封装制造技术随着微电子芯片技术的发展而不断的革新。但是封装的基本原理和工艺步骤是相同的。本教材选用了微电子封装制造的三种最常用的封装工艺作为学习项目。帮助读者了解微电子封装制造的工艺原理，掌握电子封装制造的基本方法，为读者能够在微电子制造技术不断发展过程中举一反三地更新专业技能奠定基础。

项目一

微电子器件塑料封装技术

项目描述:

通过项目学习，认识微电子器件塑料封装的各种形式、熟悉塑料封装的工艺流程，重点是通过三个塑料封装实例的任务实施，学会三端稳压器、BGA和CSP的塑料封装。

塑料封装的典型工艺流程

典型的塑料封装工艺流程如图2-1-1所示。

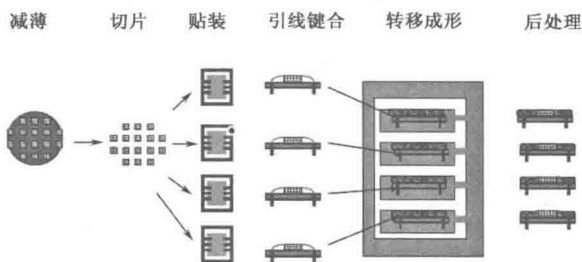


图2-1-1 典型的塑料封装工艺流程

相关知识

塑料封装是指对半导体器件或电路芯片采用树脂等材料进行包封的一类封装，塑料封装一般被认为是非气密性封装。塑料封装的主要特点是工艺简单、成本低廉、便于自动化大生产。塑料封装产品约占IC封装市场的95%。常见的塑料封装电子器件如图2-1-2所示，常见塑料封装元件的类型如表2-1-1所示。

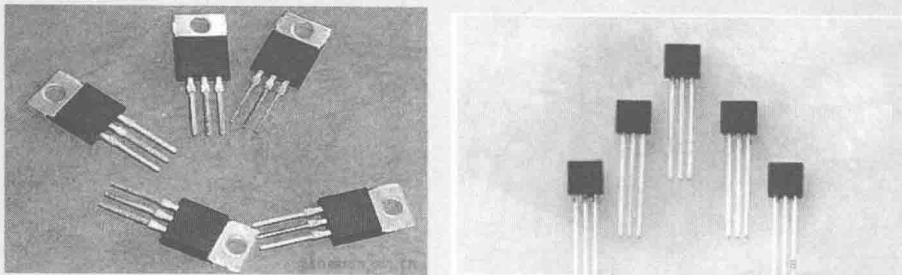


图2-1-2 常见的塑料封装电子器件

常见塑料封装元件的类型如表2-1-1所示。

表2-1-1 常见塑料封装元件的类型

序号	名称	序号	名称
1	塑料双列封装	6	塑料片式载体封装
2	塑料小外形双列封装	7	缩小型塑料双列封装
3	塑料单列封装	8	缩小型小外形塑料封装
4	塑料扁平封装	9	缩体型塑料双列封装
5	四面引线塑料扁平封装		

资料卡片

常见塑料封装元件的类型

1. 塑料双列封装

塑料双列封装是在一定的金属引线框架上，先进行集成电路芯片粘接和内引线的缝合，再在特定的金属模具中通过有机塑料模塑成形，最后将金属引线加工，切除多余的筋条、溢料和镀锡处理，成为一个完整的封装整体。塑料双列封装实物如图2-1-3所示，由于其生产工艺简便，成本较低，能适合大批量生产，随着塑封性能的不不断提高，产量逐年上升，已成为集成电路的主要封装形式。

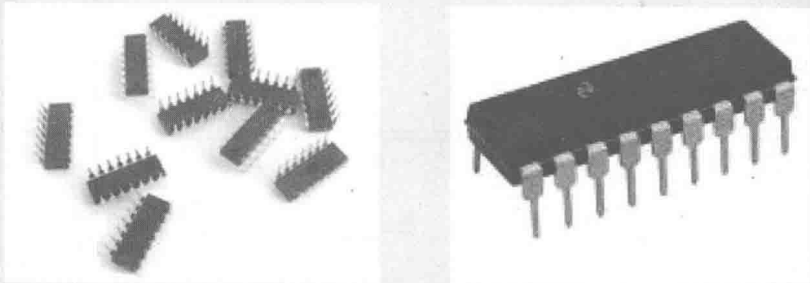


图2-1-3 塑料双列封装实物