

计算机系列教材

嵌入式系统开发 基础教程

张磊 主编



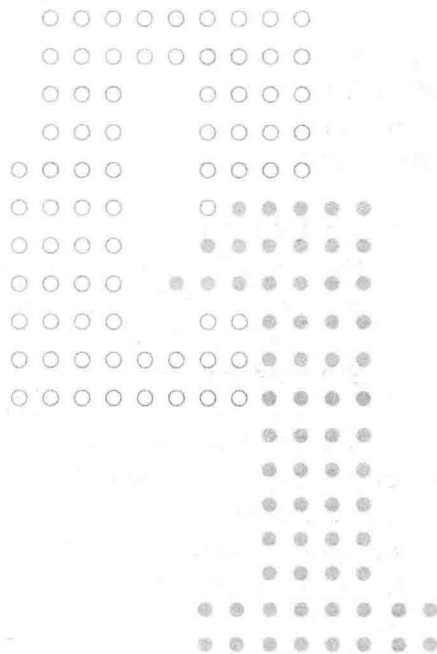
清华大学出版社

计算机系列教材

张 磊 主编

郭立媛 许 正 卢 杨 王佳宁 参编

嵌入式系统开发 基础教程



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面介绍嵌入式系统开发基础知识、工具和方法。全书共3篇。第1篇为硬件基础,包括第1~7章内容,介绍手工焊接方法,元件识别,用AD软件绘制电路原理图和PCB,生成Gerber文件,制作集成元件库的方法。第2篇为单片机基础,包括第8~13章内容,介绍单片机历史、单片机开发技术的学习方法、单片机的开发环境,对LED、中断及定时器、舵机、串口通信进行详细分析,并给出两个完整实例的开发过程。第3篇为Java基础,包括第14~18章内容,介绍Java开发环境和MyEclipse开发平台,并通过一个页面设计项目介绍数据库的连接及操作、SQL语句、MySQL的使用。本书突出实用性,注重实际操作能力的培养,适合零基础的嵌入式开发技术初学者。

本书适合作为高等学校电子信息类各专业嵌入式系统开发课程的教材,也可以供对嵌入式系统开发有兴趣的人员自学参考。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统开发基础教程/张磊主编. —北京:清华大学出版社,2017
(计算机系列教材)
ISBN 978-7-302-47586-6

I. ①嵌… II. ①张… III. ①微型计算机—系统设计—教材 IV. ①TP360.21

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第154966号

责任编辑:张 玥 战晓雷

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:12.25 字 数:297千字

版 次:2017年11月第1版 印 次:2017年11月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:35.00元

产品编号:074751-01

嵌入式技术正以前所未有的速度向前发展,嵌入式产品广泛应用于家电、通信、一般工业乃至航空航天和军事领域。无论是日常生活还是高端科技领域,应用嵌入式技术的产品几乎随处可见。嵌入式系统涵盖的范围非常广,既包括软件编程,也包括硬件电路设计,还涵盖机械等附属装置。嵌入式系统的一般定义为:以应用为中心,以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等严格要求的专用计算机系统。嵌入式的概念正在被越来越多的人了解。在这种情况下,就要求相关开发人员掌握必备的嵌入式系统设计基础知识和基本技能,不断提高开发高端嵌入式系统的能力和素质,以适应信息时代的需要。

嵌入式领域发展非常快,很多软硬件技术出现的时间都不长,大多数人没有条件接触或进入嵌入式行业,更谈不上能有机会接受专业人士的指导。因此,踏进这个行业的难度比较大。社会上越来越需要嵌入式开发人才。对于即将走上工作岗位的大中专学生、青年技术工人和广大电子爱好者来说,他们迫切需要提高自己的能力、丰富自己的工作经验。而工作能力和经验是课堂上难以学到的,需要长期的实践积累过程。

本书立足于实践,系统讲述硬件、单片机和 Java 的知识。每一章都有具体的例子,可以让读者跟着本书的思路进行练习,让读者快速掌握实用的经验、技巧,大大缩短了学习周期。无论是初学者还是有一定基础的爱好者,均能在本书中找到自己的着力点,依据书中提供的方法和技巧完成自己的设计,学到实用的技能,为走上工作岗位打下了坚实的基础。

由于本书涉及的知识面广,时间又很仓促,限于编者的水平和经验,纰漏和不妥之处在所难免,恳请广大专家和读者批评指正。

作者

2017年8月

第1篇 硬件基础

- 第1章 手工焊接方法 /3**
- 1.1 基本焊接方法 /3
 - 1.1.1 手工焊接工具一览 /3
 - 1.1.2 直插式元件的焊接 /4
 - 1.1.3 贴片式电阻电容的焊接 /5
 - 1.1.4 贴片式密集引脚芯片的焊接 /6
 - 1.2 电烙铁的保养 /8
 - 1.3 实际的焊接过程 /9
- 第2章 认识常用元件 /12**
- 2.1 Datasheet 中的硬件知识 /12
 - 2.2 电阻 /13
 - 2.3 电容 /14
 - 2.4 电感 /16
 - 2.5 发光二极管 /17
 - 2.6 二极管 /17
 - 2.7 肖特基二极管 /18
 - 2.8 晶体管 /18
 - 2.9 晶振 /18
 - 2.10 接线端子 /19
 - 2.11 继电器 /19
 - 2.12 轻触开关 /20
 - 2.13 六角铜柱 /20
 - 2.14 集成电路芯片 /20
 - 2.15 万用表的使用方法 /21
 - 2.15.1 数字万用表的外观 /21
 - 2.15.2 电压的测量 /22
 - 2.15.3 电流的测量 /22

- 2.15.4 电阻的测量 /23
- 2.15.5 电容的测量 /23
- 2.15.6 二极管的测量 /23

第3章 AD 软件的安装 /24

第4章 绘制电路原理图 /29

- 4.1 准备工作 /29
- 4.2 新建文件 /31
 - 4.2.1 新建工程文件 /31
 - 4.2.2 新建原理图文件 /32
- 4.3 基本配置 /32
 - 4.3.1 设置图纸 /32
 - 4.3.2 装载集成元件库 /33
- 4.4 放置元件 /34
 - 4.4.1 查找元件 /34
 - 4.4.2 放置元件 /35
 - 4.4.3 设置元件属性 /36
 - 4.4.4 特殊情况 /37
- 4.5 放置导线及网络标号 /38
 - 4.5.1 放置导线 /38
 - 4.5.2 放置网络标号 /38
- 4.6 简单原理图绘制练习 /40

第5章 绘制 PCB /42

- 5.1 PCB 基础知识 /43
 - 5.1.1 PCB 组成结构 /43
 - 5.1.2 PCB 的板层 /43
- 5.2 准备工作 /44
- 5.3 通过向导生成 PCB /44
- 5.4 导入网络表 /49
- 5.5 手动布局和手动布线 /51

| | | |
|--------------------------------|----------------------|-----|
| 5.6 | 补泪滴和覆铜 | /54 |
| 5.6.1 | 补泪滴 | /54 |
| 5.6.2 | 覆铜 | /54 |
| 5.7 | 放置注释 | /56 |
| 5.8 | 生成 Gerber 文件 | /56 |
| 第 6 章 制作集成元件库 /62 | | |
| 6.1 | 集成元件库简介 | /62 |
| 6.2 | 准备工作 | /63 |
| 6.3 | 新建 3 种文件 | /64 |
| 6.4 | 绘制原理图元件库 | /65 |
| 6.4.1 | 准备工作 | /65 |
| 6.4.2 | 绘制流程 | /66 |
| 6.5 | 绘制 PCB 元件库 | /69 |
| 6.5.1 | 准备工作 | /69 |
| 6.5.2 | 绘制流程 | /70 |
| 6.6 | 建立联系 | /73 |
| 6.7 | 导出集成库 | /75 |
| 第 7 章 STM32 开发板制作实例 /76 | | |
| 7.1 | 硬件设计方法总结 | /76 |
| 7.2 | 准备工作 | /77 |
| 7.3 | 制作集成元件库 | /79 |
| 7.4 | 绘制电路原理图 | /79 |
| 7.5 | 绘制 PCB 和生成 Gerber 文件 | /82 |

第 2 篇 单片机基础

| | | |
|---------------------------|--------|-----|
| 第 8 章 单片机的基本概念 /87 | | |
| 8.1 | 单片机概述 | /87 |
| 8.1.1 | 单片机是什么 | /87 |

| | | |
|---------------|---------------------|-------------|
| 8.1.2 | 单片机能做什么 | /87 |
| 8.1.3 | 如何学习单片机 | /87 |
| 8.2 | 开发板介绍 | /88 |
| 8.3 | Keil 软件的使用及程序下载 | /88 |
| 8.3.1 | 如何使用 Keil 软件 | /88 |
| 8.3.2 | 程序的下载 | /91 |
| 第 9 章 | 点亮 LED 灯 | /94 |
| 9.1 | 点亮 LED 灯的原理 | /94 |
| 9.2 | 程序实例 | /94 |
| 9.2.1 | 点亮对应的 LED 灯 | /95 |
| 9.2.2 | 流水灯 | /96 |
| 第 10 章 | 中断及定时器的原理及应用 | /97 |
| 10.1 | 中断 | /97 |
| 10.1.1 | 中断概述 | /97 |
| 10.1.2 | 中断的使用 | /97 |
| 10.1.3 | 程序实例 | /98 |
| 10.2 | 定时器 | /99 |
| 10.2.1 | 定时器概述 | /99 |
| 10.2.2 | 定时器的应用 | /100 |
| 10.2.3 | 程序实例 | /101 |
| 第 11 章 | 舵机的应用 | /103 |
| 11.1 | 舵机概述 | /103 |
| 11.2 | 舵机的控制 | /103 |
| 11.3 | 程序实例 | /104 |
| 第 12 章 | 串口通信 | /107 |
| 12.1 | 串口概述 | /107 |
| 12.2 | 串口的应用 | /107 |
| 12.2.1 | 串口的引脚介绍 | /107 |

| | | |
|----------------------|----------------------------|-------------|
| 12.2.2 | 串口控制寄存器设置 | /107 |
| 12.3 | 程序实例 | /108 |
| 12.3.1 | 计算机发送数据到单片机 | /108 |
| 12.3.2 | 计算机接收单片机发送的数据 | /109 |
| 第 13 章 | 程序实战 | /111 |
| 13.1 | 实例一：8 字小车 | /111 |
| 13.2 | 实例二：蓝牙遥控小车 | /114 |
| 第 3 篇 Java 基础 | | |
| 第 14 章 | Java 概述 | /121 |
| 14.1 | Java 简介 | /121 |
| 14.2 | Java 环境搭建 | /121 |
| 14.2.1 | JDK | /121 |
| 14.2.2 | JRE | /121 |
| 14.2.3 | JDK 的安装步骤 | /122 |
| 14.3 | Hello World 小程序 | /126 |
| 第 15 章 | 项目初始 | /128 |
| 15.1 | MyEclipse | /128 |
| 15.1.1 | MyEclipse 简介 | /128 |
| 15.1.2 | MyEclipse 的安装 | /128 |
| 15.1.3 | 基于 MyEclipse(IDE)的 Java 开发 | /131 |
| 15.2 | 建立空项目 | /132 |
| 15.3 | 布置第一个页面 | /137 |
| 15.3.1 | 相关软件下载安装 | /137 |
| 15.3.2 | 布置简单的页面 | /140 |
| 15.3.3 | 为页面添加图片 | /144 |
| 15.3.4 | 表格的使用 | /144 |
| 15.3.5 | 用框架进行页面布局 | /146 |

| | | |
|---------------|-----------------------|-------------|
| 15.4 | 页面的跳转 | /149 |
| 15.5 | 在页面中读写数据 | /151 |
| 第 16 章 | 数据库连接及操作 | /153 |
| 16.1 | Navicat for MySQL | /153 |
| 16.1.1 | Navicat for MySQL 简介 | /153 |
| 16.1.2 | Navicat for MySQL 的安装 | /153 |
| 16.2 | 连接数据库 | /156 |
| 16.3 | 执行 SQL 语句 | /159 |
| 16.4 | 保存执行记录并与页面交互 | /159 |
| 第 17 章 | SQL 语句 | /160 |
| 第 18 章 | MySQL | /162 |
| 18.1 | MySQL | /162 |
| 18.1.1 | MySQL 简介 | /162 |
| 18.1.2 | MySQL 数据库的安装 | /162 |
| 18.2 | 数据库相关操作 | /168 |
| 18.2.1 | 建立数据库 | /168 |
| 18.2.2 | 建表 | /169 |
| 18.2.3 | 数据导入导出 | /170 |
| 附录 A | Java 程序示例 | /171 |
| A.1 | 注册程序 | /171 |
| A.2 | 登录程序 | /179 |

第1篇 硬件基础

第 1 章 手工焊接方法

学完本章之后能做的事

- 学会基本焊接方法(包括直插式元件、贴片式电阻电容、贴片式密脚芯片)。
- 学会电烙铁的保养方法。
- 学会焊接实际电路板的一套方法。

1.1 基本焊接方法

1.1.1 手工焊接工具一览

一些常用的手工焊接工具如图 1.1 所示。每种工具的使用方法将在后面的章节具体讲解。

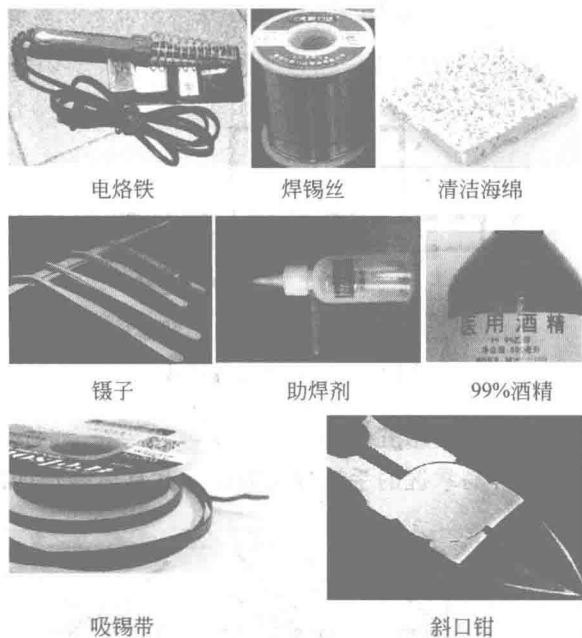


图 1.1 焊接工具

电烙铁的 3 种握法如图 1.2 所示。一般在进行手工焊接时最常用的方法是握笔法。

使用电烙铁要养成良好的习惯,通电的电烙铁在暂时不用时一定要稳妥地放置在烙铁架上,避免让烙铁头接触人或其他物体造成烫伤、损坏。

由于在焊锡丝成分中铅占一定比例(众所周知,铅是对人体有害的重金属),因此操

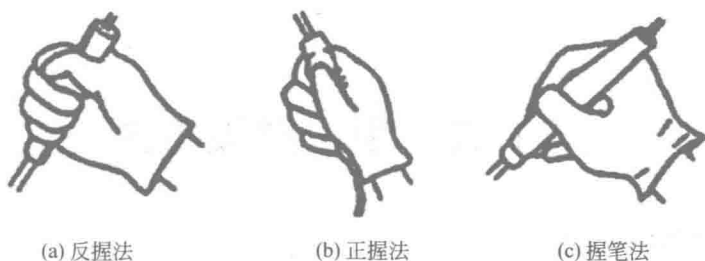


图 1.2 电烙铁握法

作时应戴手套或操作后用肥皂洗手,以减少铅对人体的危害。当焊锡丝被电烙铁熔化时,会产生有毒的烟雾,故进行焊接时要注意通风。

1.1.2 直插式元件的焊接

直插式元件的特点是元件引脚会穿透 PCB 板,即元件位于板子的一边,元件的引脚穿过板子伸到另一边,焊接的时候需要在引脚伸出的一边进行焊接。焊好的直插式元件如图 1.3 所示。

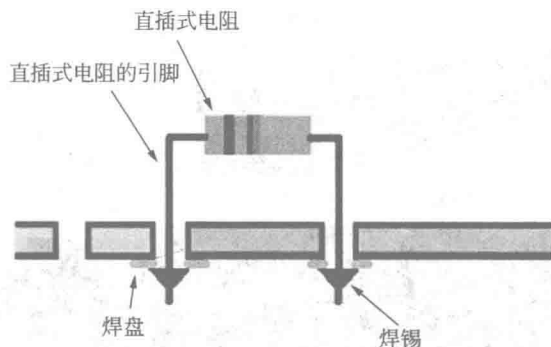


图 1.3 直插式元件焊接

手工焊接直插式元件最常使用五步法。

五步法是一种初学者容易掌握的手工焊接方法。其具体操作如图 1.4 所示。

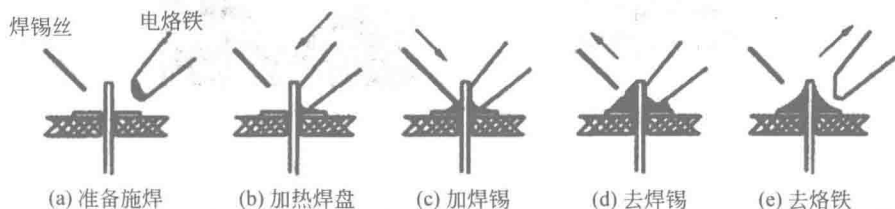


图 1.4 焊接五步法

第一步,准备施焊。

准备好焊锡丝和烙铁,将干净的烙铁头沾上焊锡。

第二步,加热焊盘。

将烙铁接触焊接点(约1s),注意电烙铁与水平面大约成 60° 角,便于熔化的焊锡从烙铁头上流到焊点,并保持烙铁均匀加热焊件各部分。

第三步,加焊锡。

当烙铁接触焊接点约1s后,再将焊锡丝接触焊点,焊锡会熔化并覆盖焊盘和元件引脚。

第四步,去焊锡。

当焊锡完全覆盖了焊盘和元件引脚后,将焊锡丝移开。

第五步,去烙铁。

移开烙铁,注意移开烙铁的方向应该是大致 45° 的方向。

上述过程对一般焊点而言大约两秒。读者需要特别注意控制各步骤之间停留的时间,这对保证焊接质量至关重要,只有不断实践才能逐步提高自己的焊接技术。

1.1.3 贴片式电阻电容的焊接

贴片式电阻电容与直插式元件的最大区别有两点:

(1) 贴片式电阻电容的体积比较小,在移动时需要使用镊子来夹持。

(2) 贴片式电阻电容没有伸出很长的引脚。贴片式电阻电容一般将左右两个侧面制作成金属材质的,作为引脚。所以,贴片式元件的引脚不需要穿透板子。需要在元件放置的同一面进行焊接工作。焊好的贴片电阻电容如图1.5所示。

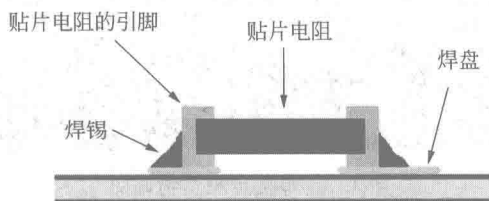


图 1.5 贴片式电阻电容的焊接

贴片式电阻电容的焊接可以概括为3步,具体步骤如图1.6所示。



图 1.6 贴片式电阻电容的焊接

第一步,给一侧焊盘加焊锡。

此步可以借鉴焊接直插式元件的“五步法”,给一侧的焊盘加上适量的焊锡。

第二步,焊接一侧引脚。

由于贴片元件体积很小,需要用镊子夹持移动。首先将元件夹持到焊盘附近。然后,用电烙铁给刚刚加上的焊锡加热,使焊盘上的焊锡熔化。同时,用镊子将元件的一侧引脚

迅速放置到被电烙铁熔化的焊锡上。最后,保持元件一侧引脚与焊锡接触,并移开电烙铁,等待焊锡冷却凝固。这样,就完成了一侧引脚的焊接。

第三步,焊接另一侧引脚。

此步重复前两步操作,给元件的另一侧引脚与焊盘之间加上适量焊锡,然后焊接另一侧引脚。

焊接过程实拍截图如图 1.7 所示。

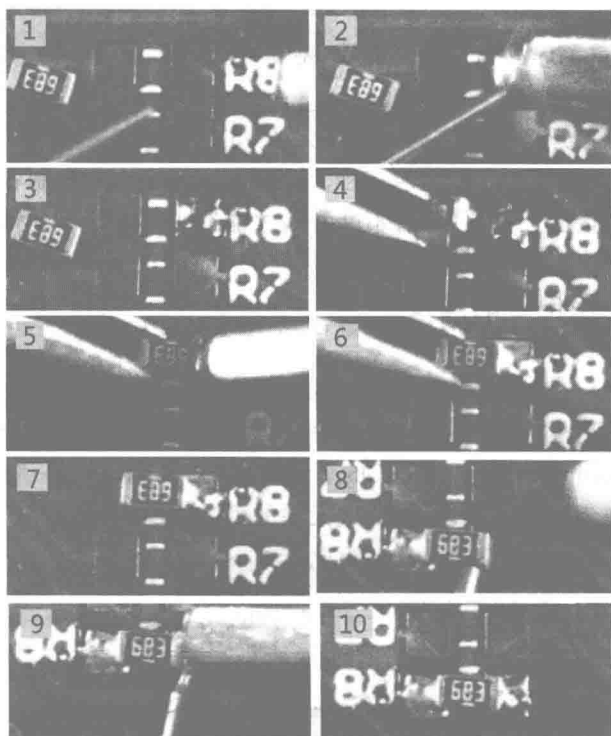


图 1.7 焊接过程实物截图

1.1.4 贴片式密集引脚芯片的焊接

贴片式密集引脚芯片的引脚很细且引脚间距非常小,例如,LQFP-48 封装的芯片引脚宽度为 0.2mm,两引脚间距仅为 0.5mm,很难再使用“五步法”进行逐个引脚的焊接。

下面介绍名为“拖焊”的焊接技术。

贴片式密集引脚芯片的焊接方法如图 1.8 所示。

第一步,给某一个焊盘加焊锡。

此步,借鉴焊接直插式元件的“五步法”,给一侧的某一个焊盘加上适量的焊锡。

第二步,将加锡焊盘对应的引脚焊接完成,实现初步固定元件。

先将元件夹持到焊盘附近。然后,用电烙铁给刚刚加上的焊锡加热,使焊盘上的焊锡熔化。同时,用镊子将元件的对应引脚迅速放置到被电烙铁熔化的焊锡上。最后,保持元

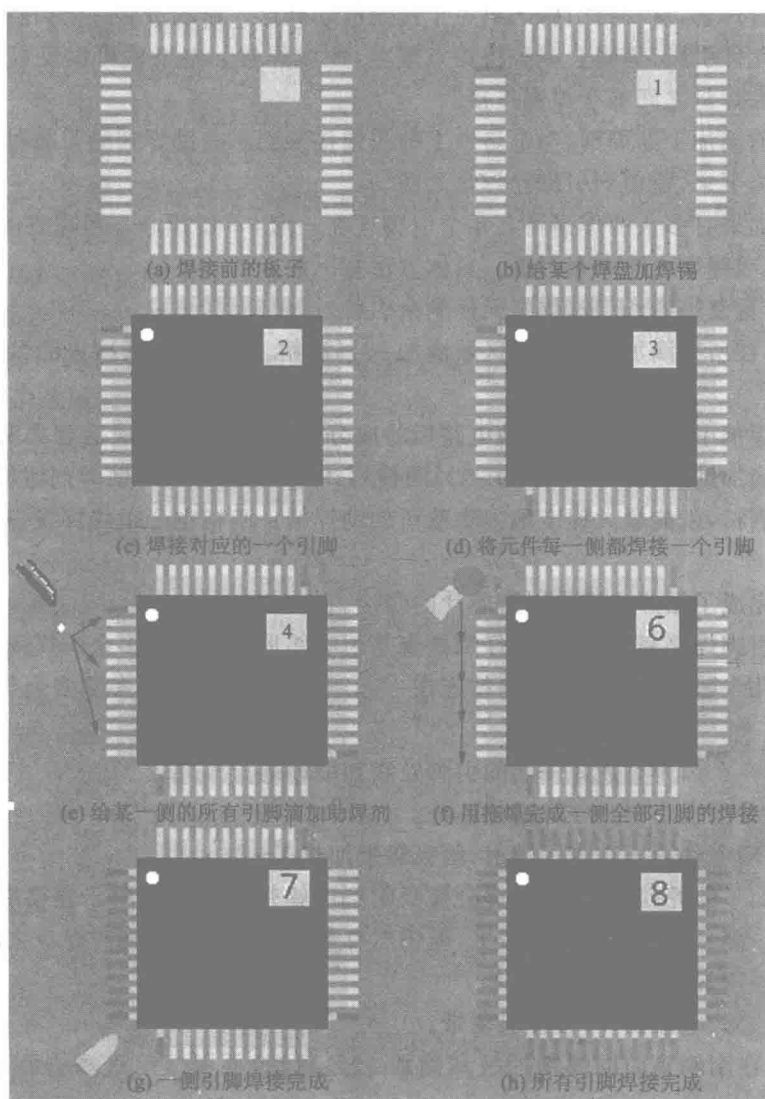


图 1.8 贴片式密集引脚芯片的焊接方法

件对应的引脚与焊锡接触，并移开电烙铁，等待焊锡冷却凝固。这样，就完成了第一个引脚的焊接，实现了元件的初步固定。

第三步，将元件每一侧都焊接到一个焊盘上，进一步固定元件。

此步，借鉴“五步法”，将元件每一侧都焊接一个引脚，这样元件就能很好地固定在电路板上了。

第四步，给某一侧的所有引脚滴加助焊剂。

助焊剂可以使焊锡更容易被电烙铁熔化，滴加了助焊剂的焊锡能更充分地覆盖焊点，使焊接更容易。

第五步，使用“拖焊”技术，焊接一侧的全部引脚。

先将足够多的焊锡熔化在电烙铁上。注意不要加太多的焊锡，防止焊锡滴落。然后，