

电路识图与应用快捷入门丛书



孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

典型模拟集成 电路识图与应用 快捷入门

- ◆ 典型运算放大器和电压比较器的识图与应用
- ◆ 典型功率放大器和模拟直流稳压器的识图与应用
- ◆ 典型模拟/数字混合集成电路的识图与应用



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电路识图与应用快捷入门丛书

典型模拟集成电路识图 与应用快捷入门

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以讲解典型模拟集成电路的基础知识为切入点,介绍了运算放大器、电压比较器、功率放大器、模拟直流稳压器、模拟/数字混合集成电路的识图与应用。通过对电子产品中应用的典型电路的结构、工作原理及电路功能的详细讲解,使读者快捷掌握模拟集成电路的识图技巧,并能在实践中灵活应用。各章后附有习题供读者练习,以加深对各章内容的理解。

本书分类明确、结构合理、通俗易懂,既可作为中等电子职业学校相关电子技术学科的教材,也可作为电子产品开发及生产技术人员和广大电子爱好者自学参考书。

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

典型模拟集成电路识图与应用快捷入门 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.8
(电路识图与应用快捷入门丛书)
ISBN 978-7-121-11635-3

I. ①典… II. ①孙… III. ①模拟集成电路—识图法 IV. ①TN431.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 161102 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 17.5 字数: 426 千字

印 次: 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

FOREWORD

目前,模拟集成电路在电子产品中的应用越来越广泛,各类典型模拟集成电路的结构十分繁杂,且功能很多,很全。因而本书采用对比归纳的方法,将由不同典型模拟集成电路组成的相同功能的典型单元电路归纳起来介绍给读者,在此基础上,重点讲解了各种典型模拟实用电路的识图与应用,使读者全面了解相同功能但不同类型电路的特点,并能对典型模拟集成电路进行定性的分析、估测,为灵活应用打下基础。其目的是为了抛砖引玉,教给读者识图的方法与技巧,开拓读者的应用思路,使读者熟悉应用的方法,进而多方位、多领域地应用这些典型模拟集成电路,设计制作出功能更新颖、自动化程度更高的应用产品来。

本书以应用为目的设置内容,以典型模拟集成电路的识图与应用为基础,并在此基础上着重介绍典型模拟集成电路的各种应用方法,也适当地介绍一些复杂的组合专用电路。讲解这些通用典型模拟集成电路的结构、识图指导和工作原理时,以应用为目的,使读者掌握它们的功能、特性及应用方法。

本书以初学者为对象设置内容,知识点的讲解全部以项目实例形式体现。其最大特点是起点低,从基础知识入手,以讲解识图为基点,逐步深入介绍模拟集成电路典型应用的方法,其目的是由浅入深,进而熟能生巧地去应用典型模拟集成电路,熟练读懂更加复杂的由模拟集成电路构成的各种单元电路,为读者应用这些电路提供了实用范例。

本书以解决实际问题为重点,突出应用,将知识内容巧妙地融入到对电路识图与应用的讲解中。

本书共分6章,包括典型模拟集成电路读图与应用快捷入门必备的基础知识、典型运算放大器的识图与应用,典型电压比较器的识图与应用,典型功率放大器的识图与应用,典型模拟直流稳压器的识图与应用,典型模拟/数字混合集成电路的识图与应用及其他模拟集成电路的识图与应用。各章后附有习题供读者练习,以加深对章节内容的理解,书后给出了部分习题答案供参考。

本书的另一特点是浅显通俗、图文并茂、取材新颖、资料丰富、实用性强。

本书主要由孙余凯、吴鸣山、项绮明统稿编著，参加本书编写的人员还有：孙静、孙庆华、刘忠梅、项天任、王华君、孙余贵、薛广英、王国太、刘普玉、余成、夏立柱、项宏宇、金宜全等。

本书在编写过程中，参考了大量的国外、国内有关电子技术方面的期刊、书籍及资料，在这里谨向相关作者致谢。限于作者水平有限，书中难免存在不足之处，诚请专家和读者批评指正。

编著者
2010年7月

目录

CONTENTS

第 1 章 典型模拟集成电路识图与应用快捷入门的基础知识	1
1.1 模拟集成电路的特点及类型	1
1.2 模拟集成电路不同封装形式与引脚排列的识别	2
1.3 模拟集成电路的应用	9
1.4 模拟集成电路在实际应用中应注意的问题	14
1.5 拆装集成电路的方法	25
习题一	31
第 2 章 典型运算放大器的识图与应用快捷入门	33
2.1 集成运算放大器识图与应用的基本知识	33
2.2 集成运算放大器应用电路与识图	38
2.3 单运算放大器的识图与应用	43
2.4 典型双运算放大器的识图与应用	49
2.5 四运算放大器的识图与应用	55
习题二	64
第 3 章 典型电压比较器的识图与应用快捷入门	67
3.1 集成电压比较器识图与应用的基本知识	67
3.2 集成电压比较器的典型应用与识图	73
3.3 单电压比较器的识图与应用	77
3.4 双电压比较器的识图与应用	80
3.5 四电压比较器的识图与应用	89
习题三	103

第 4 章 典型功率放大器的识图与应用快捷入门	105
4.1 功率放大器识图与应用的基础知识	105
4.2 OTL 功率放大器的识图与应用	112
4.3 OCL 功率放大器的识图与应用	131
4.4 BTL 功率放大器的识图与应用	135
习题四	145
第 5 章 典型模拟直流稳压器的识图与应用快捷入门	149
5.1 直流稳压电源识图与应用的基础知识	149
5.2 三端固定直流稳压器的识图与应用	154
5.3 三端可调输出电压直流稳压器的识图与应用	160
5.4 其他可调直流稳压器的识图与应用	176
习题五	185
第 6 章 典型模拟/数字混合集成电路的识图与应用快捷入门	189
6.1 模拟/数字混合集成电路识图与应用的基础知识	189
6.2 模拟/数字混合集成单稳态电路的识图与应用	197
6.3 模拟/数字混合双稳态电路的识图与应用	206
6.4 模拟/数字混合无稳态电路的识图与应用	213
习题六	224
第 7 章 其他模拟集成电路的识图与应用快捷入门	227
7.1 模拟功率开关集成电路的识图与应用	227
7.2 模拟音频处理集成电路的识图与应用	233
7.3 模拟信号转换集成电路的识图与应用	243
7.4 模拟驱动集成电路的识图与应用	248
7.5 模拟检测集成电路的识图与应用	261
习题七	267
附录 A 习题答案	271
参考文献	274

第 1 章 典型模拟集成电路识图与 应用快捷入门的基础知识

电子电路按其功能可分为模拟电路和数字电路两大类，处理模拟信号的集成电路称为模拟集成电路。

1.1 模拟集成电路的特点及类型

模拟集成电路在信号传输、变换、产生、测量等方面的应用相当广泛，对当今电子科学技术的各个领域发展具有重要的影响。

1.1.1 模拟电路的特点

模拟电子技术是利用电路和系统实现各种模拟电信号的处理技术，运用模拟电子技术可对电信号、对电路及系统进行研究。

模拟信号是连续变化的电信号，又称连续信号，用模拟电路能够处理这类连续变化的信号。典型的模拟量为正弦函数。自然界中许多物理量都是模拟量，例如时间的变化、运动物体的位移、温度的变化，等等。

1. 模拟电路的模拟量

模拟电路是以电压或电流为模拟量进行放大、转换、调制的一种电子电路。

2. 模拟电路研究的信号

在模拟电子电路中，主要研究的内容是微弱信号的放大及各种类型信号的产生、变换和反馈。

1.1.2 模拟电路的类型

模拟电路可分为线性电路和非线性电路两大类。对应的有线性模拟集成电路和非线性模拟集成电路。

1. 线性电路

使输出信号和输入信号的变化成线性关系的电路称为线性电路。例如：运算放大器，音频、中频及宽频带放大电路等。

线性电路又分为两种类型：一种是通用类，如运算放大器；另一种是专用类，如应用于电视机与显示器的扫描电路及应用于音响的功率放大电路等。

2. 非线性电路

使输出信号和输入信号的变化不成线性关系的电路（但不是开关性质）称为非线性电路。例如：检波器、稳压器、调制器等。

1.2 模拟集成电路不同封装形式与引脚排列的识别

模拟集成电路的封装形式大多采用双列直插、单列直插、金属圆壳（或菱形壳）和三端塑封等几类，各种封装形式引脚的识别方法如下所述。

1.2.1 多管脚的金属圆壳集成电路封装

多管脚的金属圆壳封装集成电路的识别方法如图 1-1 所示。

面向管脚正视，由定位标记（常为锁口或小圆孔）所对应的管脚按顺时针方向数。

如果集成电路是国标、部标或进口产品，对小金属圆壳封装器件而言，1 号管脚应是定位标记所对应管脚后的那个管脚，即定位标记所对应的管脚为最末一个管脚，如图 1-1（a）所示。

倘若是厂标集成电路（包括极少数进口集成电路），管脚排列除与部标产品相似以外，还有下列两种情况。

定位标记对应的管脚即 1 号管脚，如图 1-1（b）所示。

定位标记处在第 1 脚和最末脚所对应的中间位置上，如图 1-1（c）所示。

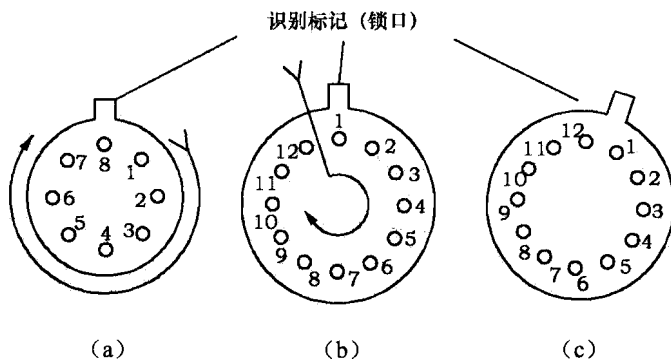


图 1-1 多管脚金属圆壳封装集成电路的识别方法

1.2.2 类似于大功率三极管的金属壳封装

对于类似于大功率三极管的金属壳封装集成电路的识别方法如图 1-2 所示。

1.2.3 扁平 and 双列直插封装

扁平封装和双列直插封装所采用的材料一般有陶瓷封和塑封两种，塑封集成电路应用日益增多，原因在于这种集成电路的价格低。但由于其气密性较差，允许环境温度范围较小（-8~85℃）可靠性不高，故在一些要求较高的场合中不适用。相比之下，陶瓷封装集

成电路的气密性好、可靠性及温度范围（ $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ ）均优于塑封集成电路，因而适用于高、精、尖技术领域，但其价格较贵。

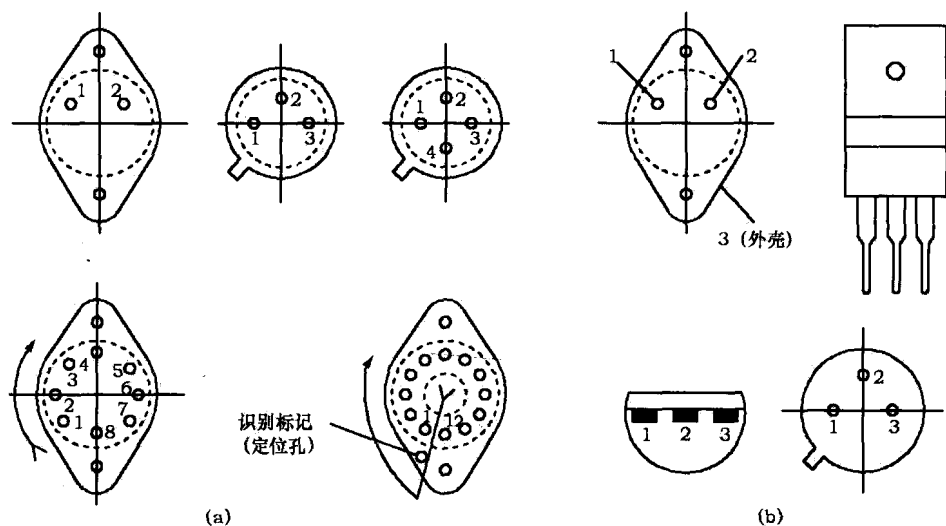


图 1-2 类似于大功率三极管的金属壳封装集成电路识别方法

不论是哪种封装形式的集成电路，通常在外壳上都有供识别管脚排列顺序的定位（或称为第一脚）标记。

① 对于扁平封装的集成电路，其识别标记一般是在器件端面刻上一小片类似管状的金片，或在封装表面上部设置一个小圆点（或小圆圈、色点）。

② 塑封双列直插集成电路的标记是弧形凹口，圆形凹坑或小圆圈，进口器件的标记花样很多，这里列出常见的集成电路识别标记。

③ 塑封双列直插器件的标记为金属键。不过，有些集成电路封装表面另有色点等标记，即有双重识别标记，如图 1-1（b）、（c）所示。

1.2.4 三端稳压集成电路的封装

三端稳压集成电路的管脚排列顺序如图 1-2（b）所示，这种集成电路的排序虽然简单而易辨识，但应注意：

随品种的不同，它们的同号引脚所对应的功能不一定相同。如引脚①有的为输入端，有的却是公共端等。不少使用者往往因接错引脚而使三端稳压集成电路烧坏或电路不工作，这也许被“仅有三个引脚”所迷惑了。因此，使用时一定要认真区分清楚三个引脚的功能。

1.2.5 单列直插封装

图 1-3 所示为单列直插式集成电路的识别标记及管脚排序，单列直插集成电路的管脚排序一般有如下规律。

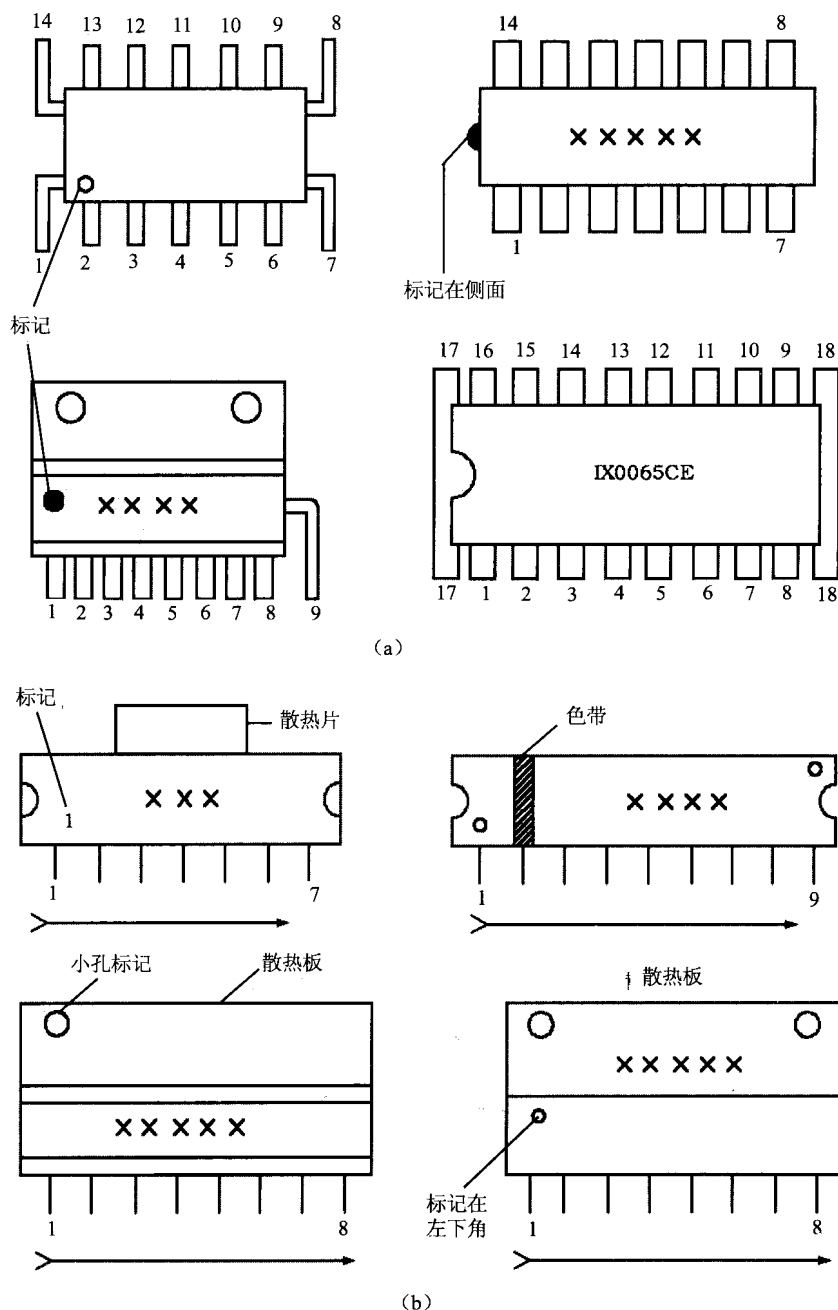


图 1-3 单列直插式集成电路的识别标记及管脚排序

集成电路管脚向下，识别者面对定位标记，从标记对应一侧的最始端管脚数起，依次为 1, 2, 3, 4, …脚。

有些进口集成电路尽管型号相同（或同型号的不同后缀字母、型号尾数相差 1 等），但却存在管脚排序完全相反的两个品种，这主要是为了便于灵活安装，以适应各种不同形式的需要而考虑设计生产的。这类集成电路尤以单列直插式封装外形为多见。遇到这类集成电路，如果封装上有识别标记，还是容易正确识别管脚的。对于少数这类器件上并没有识

别标记的，一般来讲可从型号上进行区别。

若器件型号后有一个后缀字母 R，则为反向引脚型集成电路，没有 R 则是正向引脚型集成电路。例如 M5115P 与 M5115PR、HA1339A 与 HA1339AR、HA1366W 与 HA1366WR 这 3 对集成电路引脚排序相反的同性能集成电路引脚排序可用下列方法识别。

1. 正向引脚型

如集成电路为正向引脚型，则将集成电路的型号面对着识别者，并摆正型号，集成电路左侧最边端的引脚即为第①脚，自左向右依次为②，③，④，⑤，…脚，如图 1-3 (a) 所示。

2. 反向引脚型

反向引脚型集成电路的引脚排序正好与正向引脚型相反，即单列直插集成电路的引脚排序是自右向左排列的。

3. 双列反向引脚型

双列反向引脚型集成电路的排序是自左下角最边端为①脚，然后按顺时针方向依次为②，③，…脚。

有些进口模拟集成电路的管脚公布、排列及识别标记比较特别，如图 1-3 (b) 所示，若不注意就容易搞错。

1.2.6 几种特殊集成电路的封装及引脚识别

集成电路的封装除了以上介绍的各种常见类型外，还有一些较特殊的封装形式，下面介绍的就是日常工作中经常遇到的几种特殊集成电路的封装及引脚识别方法。

1. 软封装形式

软封装集成电路的识别如图 1-4 所示。其集成电路芯片被直接键合在印制板上。为了保证键合细金属丝不受外力损害和防止外界强光照射芯片而干扰集成电路的正常工作，芯片上涂覆了黑色保护胶。

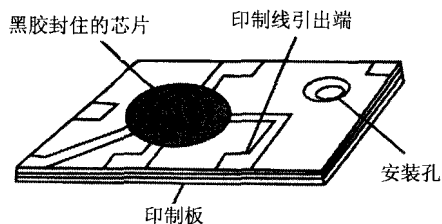


图 1-4 软封装集成电路的识别

由于软封装集成电路由印制电路板电路取代了一般集成电路的引脚，故不会或极少发生断脚及接触不良等故障。此外，一些难以集成化的大电阻器、电容器及电感器等元件在软封装集成电路中可以直接焊在印制板上，从而使电路的功能扩展，制造工艺和成本也

大大简化和下降。

需要说明的是除了少数通用 CMOS 数字集成电路外，软封装集成电路都没有统一的固定尺寸及标准的引脚排列。因此，应用时一般要参照有关产品技术资料连接引脚。

2. 四列扁平封装

四列扁平封装的集成电路引脚多、体积小，大规模集成电路常采用。

四列扁平封装集成电路如图 1-5 所示，其引脚排序与双列扁平相似。有些四列扁平集成电路的辨识标记是一个特别形状或短的引脚，比较特别，如图 1-5 (b) 所示。

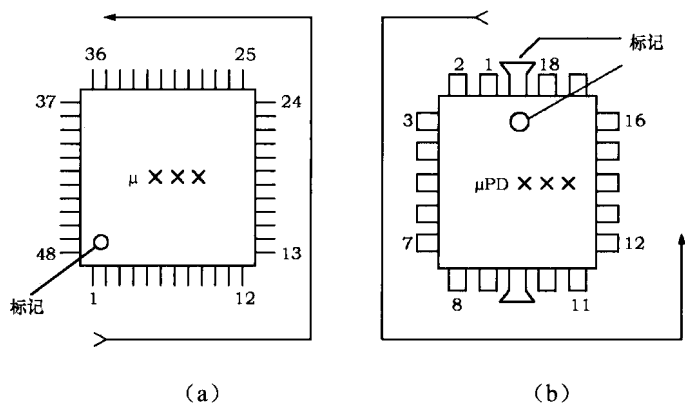


图 1-5 四列扁平封装集成电路

3. 微型和片型封装

微型和片型两种封装的集成电路，它们的共同特点是体积小、安装占用空间小。

片型封装的集成电路还是一种无引脚集成电路，它是用低温焊剂或导电黏合剂直接与电路板贴附连接的，故具有较好的抗震性和可靠性。目前，各类集成电路中均已经有采用微型封装和片型封装的品种。

1.2.7 表面安装集成电路

表面安装集成电路的早期产品为具有翼形引线的塑封结构，其引脚间距较常规的小。这类产品有 SOP、SOJ 小外形封装电路和 QFP 方形扁平封装电路。此后，芯片载体技术得到发展，出现了 PLCC 塑封有引线芯片载体、LCCC 无引线陶瓷芯片载体、LDCC 有引线陶瓷芯片载体、COB 板载芯片。近几年来，又开发了 TAB 带载自动焊产品等。

1. SOP、SOJ 小外形封装

这种技术是荷兰飞利浦公司在 20 世纪 70 年代初期研制成功的，其实是双列直插封装电路的变形。SOP 为“L”形引线，SOJ 为“J”形引线。

SOP 封装的特点是引线容易焊接，生产过程中检测方便，但占用印制板的面积较大。SOJ 封装占用印制板面积较小，因此目前用得较广泛。其引脚间距大都为 1.27 mm，间距更小的则为 1.0 mm 和 0.76 mm。

2. QFP 方形扁平封装

这是日本一些厂商专为小间距表面电路而研制生产的新型封装电路。QFP 封装电路由于引线数多 (32~576 条), 接触面积大, 因而具有较高的焊接强度, 但由于引线太软且间距过小, 故给安装和焊接带来一定的困难。

QFP 封装电路有正方形两种封装形式, 引线间距有 0.3 mm, 0.4 mm, 0.5 mm 三种。日立公司推出的一种薄型 QFP (又称 TQFP), 其引线间距可小至 0.254 mm, 电路厚度仅为 1.2 mm。

3. PLCC 塑封有引线芯片载体

PLCC 封装有引线芯片载体在其四边具有向其底部弯折成“J”形的短引线。PLCC 比 SOP、QFP 更节省印制板面积。但这种电路焊接到印制板上后检测焊点较困难, 维修拆焊更为困难。这种封装电路常应用于微机中央处理器和门阵列电路。目前已研制出了相应的夹插板, 从而解决了焊点测试难题。

4. COB 板载芯片

COB 板载芯片通常称为“软”封装、“黑胶”封装。它是将集成电路芯片直接黏在印制板上, 用引线键盒来实现与印制板的连接, 最后用黑色胶料涂覆包封。这类芯片及引线是用黑胶封固在印制板上的, 属于一次性安装电路, 不可能进行维修。

5. 集成电路的识别

数码电子产品电路中使用的表面安装集成电路多种多样, 有射频处理集成电路、逻辑集成电路、电源集成电路, 锁相环集成电路等。集成电路的封装形式各异, 用得较多的表面安装集成电路的封装形式有小外形封装、四方扁平封装和球形栅格阵列内引脚封装等。

(1) 小外形封装

小外形封装又称 SOP 封装, 其引脚在 28 个之下, 引脚分布在两边。数码电子产品电路中的存储器、电子开关、频率合成器、功率放大等集成电路常采用这种 SOP 封装, 其引脚排列如图 1-6 所示。

(2) 四方扁平封装

四方扁平封装适用于高频电路和引脚较多的模块, 简称 QFP 封装。其引脚排列如图 1-7 (a) 所示, 四边都有引脚, 其引脚数目一般为 20 个以上。如许多中频模块、数据处理器、音频模块、微处理器、电源模块等都采用 QFP 封装。

对于小外形封装和四方扁平封装的集成电路, 找出其引脚排列顺序的关键是先找出第 1 脚, 然后按照逆时针方向确定其他引脚。确定第 1 脚的方法是:

集成电路表面字体正方向左上角圆点为 1 脚标志; 或者找到集成电路表面打“●”的标记处, 对应的引脚即为第 1 脚。

(3) 球形栅格阵列内引脚封装

球形栅格阵列内引脚封装又称 BGA 封装, 是一种多层的芯片载体封装。这类封装的引脚在集成电路的“肚皮”底部, 引线是以阵列的形式排列的, 其引脚是按行线、列线来区

分的，所以引脚的数目远远超过分布在封装外围的引脚。

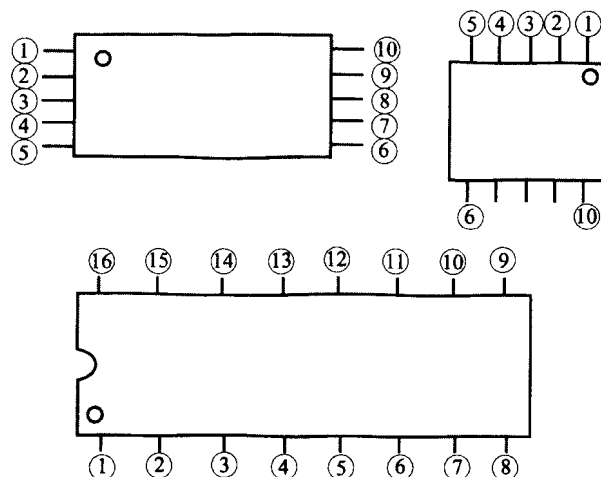
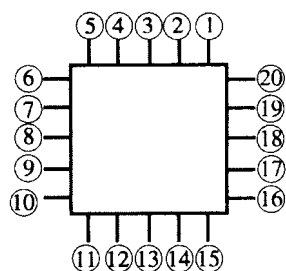
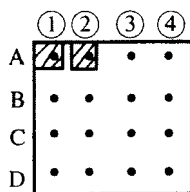


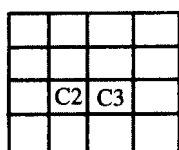
图 1-6 常见的小外形封装引脚排列



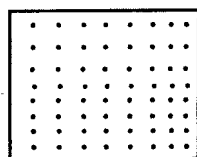
(a) 四方扁平封装引脚排列



(b) BGA 封装引脚排列 (1)



(c) BGA 封装引脚排列 (2)



(d) 球栅阵列的内引脚排列

图 1-7 四方扁平封装与球形栅格阵列内引脚封装及引脚排列

利用阵列式封装，可以省去电路板多达约 70% 的位置，其引脚排列如图 1-7 (b)、(c)、(d) 所示。BGA 封装充分利用封装的整个底部来与电路板互连，而且用的不是引脚而是焊锡球，因此这缩短了互连的距离。

目前，许多数码电子产品，车载 GPS (卫星自动定位导航系统)、摩托罗拉系列手机的电源集成电路，诺基亚系列手机的 CPU (中央微处理器)、数码照相机和数码摄录像机的 CPU 与 DSP 处理芯片、数码照相机的 SD 卡处理集成电路等均采用 BGA 封装方式。

1.2.8 常用集成电路的引脚排列

集成电路内部结构不同,用途也不同,它们的形状和引出脚也不同。图 1-8 所示列出了几种不同外形常用集成电路的引出脚排列方式。圆形金属外壳多为软导线引出。扁平封装的外壳为陶瓷和塑料的两种,引出线形式有两种,一种是双列,一种是单列。双列引线又有直线和弯脚引线两种,以弯脚的多,称为双列直插式。它不仅可以直接焊接在印制板上,也可以插在相应的管脚插座上,这样能随时插拔,便于维修。引脚顺序按仰视方法,从标志点顺时针数为 1, 2, …, 管脚数目少则 6 个,多则几十个。

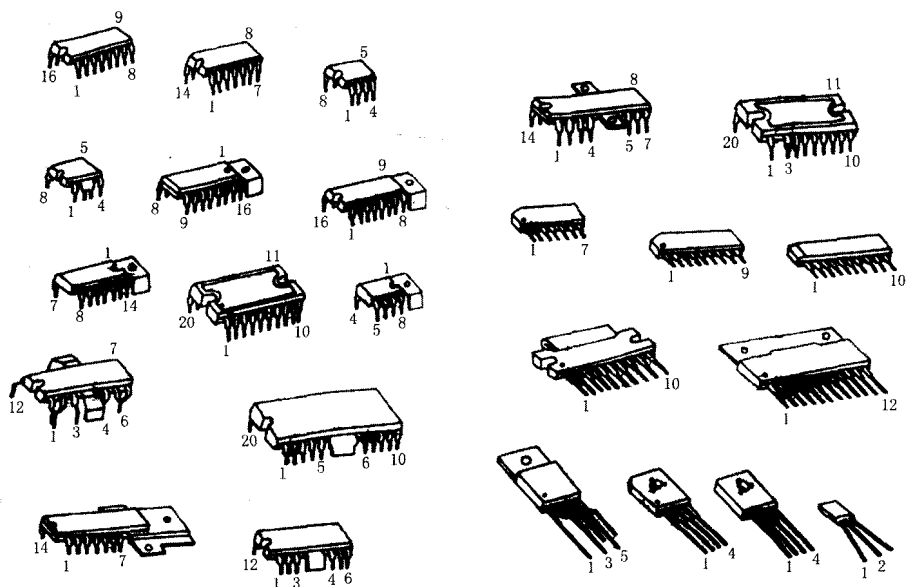


图 1-8 常用集成电路的引脚排列方式

1.3 模拟集成电路的应用

无论是模拟集成电路还是数字集成电路,使用方法都必须正确,否则易造成集成电路受损或性能下降,正确使用模拟集成电路需要了解以下 8 个方面。

1.3.1 了解模拟集成电路使用条件

在使用集成电路之前,必须对所使用的集成电路的基本功能特点、主要参数、各引脚功能及典型应用电路作全面的了解,由此可以消除使用中的盲目性,为正确使用打下良好的基础。

对于某些集成度较高、内部电路结构复杂的集成电路,在初次使用时要重点了解其各引脚功能和主要参数,这样往往会事半功倍。在使用以后再去深究集成电路的内电路和工作原理,也就比较容易了。

1.3.2 使用模拟集成电路的极限

集成电路生产厂家通常在产品说明书上给出集成电路的各项极限参数,在使用集成电路时切勿超过这些极限参数,即使只有某一项超过了其极限参数,也有可能導致集成电路性能变劣甚至损坏,从而使集成电路的使用寿命缩短或早期损坏。各种集成电路的极限参数主要有电源电压 V_{CC} 、最大功率损耗 P_D 、最大电流 I_{CC} 、工作温度 T_a 、存储温度 T_S 和有关引脚的输出电压和电流等。

集成电路在一般使用条件下,主要应抓住“极限电源电压 V_{CC} ”这一参数,因为大部分的集成电路都工作在室温环境下,只要加在集成电路上的电源电压正常,驱动的负载未过载,不自激,就可使功率损耗被限制在极限使用范围内,这样,温度也就不会超过规定的极限了。但对于要加散热器的功率集成电路,则必须要装上要求尺寸的散热器片。

由于一般特性参数通常是指环境温度为 25°C 时的数据,但在实际应用时,集成电路的工作环境温度有可能会超过 25°C ,加之电源电压的瞬间波动、浪涌等因素的影响,故为了安全起见,通常加在集成电路上的电压要留有一定的余量,以防因环境温度或电压的突变而损坏。不过,所加的电源电压也不能低于集成电路所要求的最低工作电压,否则会造成集成电路工作异常或不工作。通常应根据集成电路生产厂家说明书上推荐的典型参数来使用集成电路。

1.3.3 模拟集成电路的检测与调试

有些集成电路的超限损坏发生在测试或调试电路的过程中,对此必须引起足够的重视。

1. 模拟集成电路的检测

检测集成电路时,表笔或探头不能滑动。因为集成电路引脚之间的间距通常都较小,当表笔滑动时,就有可能导致集成电路相邻引脚发生短路现象,可能会导致集成电路损坏。

因此,正确的测量方法是:在与待测脚相连的线路端点上检测,也可以将表笔磨尖后再进行检测。

在用外壳接地的仪器测量集成电路时,必须注意有些电器中没使用电源变压器,而采用电容器降压的方式为电气设备供电。这类设备的机内地线很可能与市电相线相通,此时测量不但可能会将市电短路,而且可能会导致集成电路和相关设备损坏。故对这类设备集成电路进行检测时,最好设置 1:1 隔离变压器。

2. 模拟集成电路的调试

在对集成电路电子设备进行调试时,如集成电路上加有几种直流工作电压,不要随意断开其中一部分来进行试验,以防过高的电压导致集成电路损坏。

不要在通电的状态下插拔集成电路,以防产生瞬间电压造成集成电路的损坏。

1.3.4 模拟集成电路引脚排序与空脚处理

模拟集成电路引脚排序都有一定的规律,掌握这些规律就可以顺利地找出所使用集成电路的各引脚位置。