

764

764
H51

轻松入门系列丛书

集成电路识图轻松入门

胡 斌 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

集成电路识图轻松入门/胡斌编著. —北京: 人民邮电出版社, 2002.2
(轻松入门系列丛书)

ISBN 7-115-09754-2

I. 集... II. 胡... III. 集成电路 - 识图法 IV. TN4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 090591 号

内 容 提 要

本书是一本介绍集成电路识图的入门读物, 主要内容包括: 集成电路基础知识; 集成电路引脚的作用、识别方法及基本内电路; 集成电路故障检修方法; 音频类常用集成电路工作原理及故障检修; 其他类型集成电路工作原理及电路故障分析。书中通过对各类集成电路典型应用的剖析, 比较详细地叙述了集成电路的原理、引脚识别、性能测试、故障检修、拆装技巧及器件代换等使用知识和技能。

本书内容通俗易懂, 资料丰富, 图文并茂, 适合广大电子爱好者及家用电器维修人员阅读。

轻松入门系列丛书

集成电路识图轻松入门

◆ 编 著 胡 斌
责任编辑 唐素荣

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ pptph. com. cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
读者热线:010-67180876
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳隆昌印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16
印张:20.5
字数:498 千字
印数:1-5 000 册

2002 年 2 月第 1 版
2002 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09754-2/TN·1807

定价:27.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

前 言

现代家用电器和各种电子设备的整机电路中大量地使用了集成电路，初次接触集成电路的初学者，对于集成电路的工作原理分析倍感无从下手。如何才能看懂集成电路的电路图，应该从哪些方面去分析集成电路的工作原理，如何检修集成电路故障等等正是初学者在学习集成电路方面的知识时迫切希望了解的。本书正是应这类读者之所急，从怎样看集成电路和如何检修的角度出发，多层次、多角度地讲述了集成电路的识图方法、检修思路和检修方法。

本书共分五章。第一章主要介绍了分析集成电路所需要了解的一些基础知识，这些内容是看懂集成电路电路图和学会集成电路故障检修的“金钥匙”。

第二章详尽讲解了集成电路的常用引脚外电路特征和识图方法，通过学习这部分内容，读者可以初步掌握集成电路的分析方法和具体步骤。

第三章从理论、方法、故障机理、具体操作四个层面对集成电路的故障检修进行多方位、多层面的解说。

第四章全面且系统地讲解了常用的数十种集成电路的工作原理和故障检修思路、方法、步骤，其中包括单声道、双声道音频 OTL、OCL、BTL 功率放大器电路，扬声器电路及其保护电路，调幅收音电路，调频头电路，调频中放及鉴频器电路，立体声解码器电路，电子音量、音调、响度控制集成电路，电平指示器电路，自动选曲电路，动态降噪电路等。

第五章介绍了视频类集成电路、数字集成电路、微控制器集成电路的基础知识和识图方法。

由于本人长期从事基础电子电路的教学工作，书中总结的许多分析集成电路工作原理的方法、记忆经验都是针对教学中广大学生学习中的难点，所以具有很强的针对性和实用性。

本书适合初次接触集成电路分析的零起点无线电爱好者、电子技术产业工人、厂矿企业电工和各类家电维修班学员阅读。

为了广泛收集广大读者对本书的意见和辅导本书读者，本人专设了个人辅导网站，主页网址：go.163.com/gumuju/。网站设有专门为读者服务的文字和语音聊天室、电子爱好者俱乐部，本人将定期上线实时和通过电子邮件解答读者学习中遇到的难点问题，辅导读者阅读本书。欢迎本书读者前来咨询和结交同行朋友。本人 E-mail: WDJKW@163.net，专用 QICQ 号：13535069。

胡斌
于江苏大学

目 录

第一章 集成电路基础知识	1
第一节 集成电路 ABC	1
一、集成电路应用电路识图方法 ABC	1
二、个性简明的外形特征和变化多端的电路符号	3
三、名目繁多的集成电路	7
四、六种常见的故障特征	10
五、检修时用到的相关参数	11
六、集成电路的特点、优点和缺点	12
七、必须牢记的操作注意事项	13
第二节 集成电路型号识别方法	14
一、我国集成电路型号命名方法解读	15
二、进口集成电路型号命名方法	18
第三节 集成电路的常用资料解读	21
一、识图用资料解说	21
二、故障检修用资料解说	23
第二章 集成电路引脚的作用和识别方法与基本内电路	26
第一节 集成电路引脚分布规律及引脚号识别方法	26
一、识别引脚号意义重大	26
二、单列集成电路引脚分布规律及识别秘诀	27
三、双列集成电路引脚分布规律及识别秘诀	29
四、四列集成电路引脚分布规律和识别秘诀	31
五、金属封装集成电路引脚分布规律和识别秘诀	31
六、反向分布集成电路引脚分布规律和识别秘诀	31
第二节 集成电路电源引脚和接地引脚识别秘诀和外电路分析	32
一、分析电源引脚和接地引脚的实用意义	32
二、电源引脚和接地引脚种类	33
三、电源引脚和接地引脚四种电路组合形式及外电路分析	36
四、电源引脚和接地引脚外电路的特征及识图小结	39
第三节 集成电路信号输入引脚和信号输出引脚识别方法和外电路分析	41
一、分析信号输入引脚和信号输出引脚的意义	41
二、信号输入引脚和信号输出引脚的种类	42
三、信号输入引脚外电路特征和识图宝典	45
四、信号输出引脚外电路特征及识图宝典	50

五、集成电路信号输入和信号输出引脚外电路识图小结和信号传输分析	53
第四节 集成电路内电路主要元器件和基础单元电路识图	54
一、集成电路内电路几种主要元器件	54
二、集成电路内电路中最基本单元电路的识图	56
三、恒压源电路识图	58
四、恒流源电路识图	61
五、直流电平移位电路识图	63
六、差分和双差分放大器电路识图	65
第三章 集成电路故障检修方法	78
第一节 检修集成电路故障的常用检查手段和法宝	78
一、操作简单效果奇特的干扰检查法	78
二、专门对付噪声故障的短路检查法	83
三、简单实用功效奇特的参照检查法	86
四、集成电路故障的克星——电压检查法	88
五、检查结果十分准确的电流检查法	94
六、使用频率很高的电阻检查法	97
七、“立竿见影”的示波器检查法	99
八、操作简便的分割检查法	101
九、万能的代替检查法	102
十、全靠“手上功夫”的接触检查法	104
十一、虚焊故障的克星——熔焊处理法	105
第二节 集成电路更换、拆卸操作方法和选配原则	106
一、更换方法	106
二、一般装配条件下集成电路的五种拆卸方法	108
三、扁平封装的集成电路拆装方法	110
四、双层铜箔板上集成电路拆装方法	112
第三节 集成电路常见故障机理及故障检修程序	112
一、电路工作原理分析	112
二、完全无声故障机理和检修程序	122
三、无声故障机理和检修程序	125
四、音频前置放大器集成电路无声故障检修举例	127
五、声音轻故障机理和检修程序	130
六、音频前置放大器集成电路声音轻故障检修举例	134
七、噪声大故障机理和检修程序	136
八、前置放大器集成电路噪声大故障检修举例	137
九、啸叫故障机理和检修程序	138
十、前置放大器集成电路啸叫故障检修举例	140
第四节 集成电路选配原则和修理方法	140

一、集成电路代换方案	140
二、直接代换原则和方法	141
三、改动代换原则和方法	142
四、分立元器件代换原则和方法	142
第四章 音频类常用集成电路工作原理详解及故障检修程序	144
第一节 功率放大器集成电路详解及故障检修程序	144
一、单声道 OTL 功率放大器集成电路工作原理详解	144
二、单声道 OTL 功率放大器集成电路故障检修程序	153
三、双声道 OTL 音频功率放大器集成电路工作原理	156
四、双声道 OTL 音频功率放大器集成电路故障检修	158
五、单声道 OCL 音频功率放大器集成电路工作原理	161
六、单声道 OCL 音频功率放大器集成电路故障检修程序	163
七、BTL 音频功率放大器集成电路工作原理	165
八、BTL 功率放大器集成电路故障检修程序	170
九、扬声器保护电路工作原理解说及故障检修	172
第二节 调幅和调频收音集成电路工作原理解说和故障检修程序	178
一、调幅收音电路工作原理分析	178
二、调幅收音电路故障检修程序	186
三、调频头集成电路 TA7335P 工作原理解说	188
四、调频头集成电路 TA7335P 故障检修程序	191
五、调频中频放大器和鉴频器集成电路 LA1260S 工作原理	193
六、调频中频放大器和鉴频器集成电路 LA1260S 故障检修程序	198
七、立体声解码器集成电路 TA7343P 工作原理	198
八、立体声解码器集成电路 TA7343P 故障检修程序	204
第三节 其他音频类集成电路工作原理解说和故障检修程序	205
一、电子音量控制器集成电路 TA7630P 工作原理	205
二、电子音量控制器集成电路 TA7630P 故障检修程序	209
三、集成电路图示音调控制器工作原理	210
四、音调控制器电路故障检修程序	214
五、集成电路 LED 电平指示器工作原理	216
六、LED 电平指示器电路故障检修程序	221
七、动态降噪集成电路工作原理	223
八、动态降噪集成电路 LM1894 故障检修程序	226
九、选曲集成电路 D7341P 工作原理	227
十、选曲电路故障检修程序	229
第五章 其他类型集成电路工作原理详解及电路故障分析	231
第一节 电视集成电路工作原理详解及电路故障分析	231

一、公共通道集成电路 D7611AP 工作原理	231
二、公共通道电路故障分析	239
三、伴音集成电路 D7176AP 工作原理	240
四、伴音电路故障分析	249
五、扫描集成电路 D7609P 工作原理	250
六、集成电路扫描电路故障分析	257
七、稳压集成电路 KC582C 工作原理	259
八、稳压集成电路 KC582C 电路故障分析	262
第二节 步入数字集成电路天地	263
一、逻辑门电路	263
二、触发器电路	271
三、组合逻辑电路	277
四、时序逻辑电路	280
第三节 微控制器	282
一、微控制器组成	283
二、中央处理单元(CPU)	289
三、微控制器工作过程简介	297
四、微控制器集成电路电源引脚和接地引脚	304
五、多谐振荡器电路和微控制器集成电路外接振荡元件引脚	305
六、微控制器集成电路复位引脚电路	313
七、微控制器集成电路其他引脚	317

集成电路基础知识

电子电路可分为两大类，其一是分立元件电路，这是初学者非常熟悉和常见的电子电路，对这种电子电路往往有一种偏爱，认为电路具体、直观，易于分析。其二是集成电路，初学者对集成电路有一种神秘感，只见到集成电路的一个个方框(集成电路的电路符号)，不见其内部的具体电路，于是认为分析集成电路相当困难和无从下手。其实，这是认识上的误区。不论是电子电路系统的分析，还是电路故障的分析与检修，在同等功能的情况下，集成电路构成的电子电路要比分立元件电路简便得多。

在信息化时代的今天，各种电子电器无不大量地使用集成电路构形成形形色色的电路系统，且新的、功能更强大的集成电路层出不穷，学习电子电路就必须掌握关于集成电路的方方面面的知识。

第一节 集成电路 ABC

集成电路是相对分立元器件而言的。将一些分立元器件、连接导线通过一定的工艺集中制作在陶瓷、玻璃或半导体基片上，再将整个电路封装起来，成为一个能够完成某一特定电路功能的整体，这就是集成电路。

一、集成电路应用电路识图方法 ABC

在无线电设备中，集成电路的应用日益广泛，对集成电路应用电路的识图也就成为电路分析中的一个重点。

1. 集成电路应用电路图的功能

集成电路应用电路图具有下列一些功能。

(1) 它表达了集成电路各引脚外电路结构、元器件参数等，从而表示了某一集成电路的完整工作情况。

(2) 有些集成电路的应用电路，画出了集成电路的内电路方框图，对分析集成电路应用电路是相当方便的，但这种表示方式并不多。

(3) 集成电路应用电路有典型应用电路和实用电路两种，前者在集成电路手册中可以查到，后者出现在实际电路中，这两种应用电路相差不大，根据这一特点，在没有实际应用电路时，可以用典型应用电路图作参考，这一方法在修理中常常采用。

(4) 一般情况集成电路应用电路表达了一个完整的单元电路，或一个电路系统，但有些情况下一个完整的电路系统要用到两个或更多的集成电路。

2. 集成电路应用电路特点

集成电路应用电路图具有下列一些特点。

(1) 大部分应用电路不给出集成电路内电路方框图，这对识图不利，给初学者进行电路分析时带来很大困难。

(2) 初学者分析集成电路的应用电路比分析分立元件电路难度更大，这是对集成电路内部电路不了解的缘故。实际上在入门以后，会感到识图也好、修理也好，集成电路比分立元器件电路更为方便。

(3) 在分析集成电路应用电路时，大致了解集成电路内部电路和详细了解各引脚作用后，识图是比较方便的。因为同类型集成电路具有规律性，在掌握了它们的共性后，就可以方便地分析许多同功能不同型号的集成电路应用电路。

3. 集成电路应用电路识图方法和注意事项

分析集成电路的方法和注意事项主要有以下几点。

(1) 了解各引脚的作用是识图的关键

了解各引脚的作用可以查阅有关集成电路应用手册。知道了各引脚作用之后，分析各引脚外电路工作原理和元器件的作用就方便了。例如：知道①脚是输入引脚，那么与①脚所串联的电容就是输入端耦合电路，与①脚相连的电路则是输入电路。

(2) 了解集成电路各引脚作用的三种方法

了解集成电路各引脚作用有三种方法：一是查阅有关资料；二是根据集成电路的内电路方框图进行分析；三是根据集成电路应用电路中各引脚外电路的特征进行分析。第三种方法要求读者有比较好的电路分析基础。

(3) 电路分析的步骤

集成电路应用电路分析可以大致分为以下步骤。

a. 直流电路分析。这一步主要是进行电源和接地引脚外电路的分析。需要注意，若电源引脚有多个时要分清这几个电源之间的关系。例如，是否是前级、后级电路的电源引脚，或是左右声道的电源引脚；对多个接地引脚也要这样分清。分清多个电源引脚和接地引脚，对修理工作是十分有用的。

b. 信号传输分析。这一步主要分析信号输入引脚和输出引脚的外电路。当集成电路有多个输入、输出引脚时，要搞清楚是前级还是后级电路的输入、输出引脚；对于双声道电路还应分清左、右声道的输入和输出引脚。

c. 其他引脚外电路的分析。例如找出负反馈引脚、消振引脚等，这一步的分析是最困难的，对初学者而言要借助于引脚作用资料或内电路方框图。

d. 有了一定的识图能力后，要学会总结各种功能集成电路引脚外电路的规律，并要掌

握这种规律，这对提高识图速度是很有用的。例如，输入引脚外电路的规律是：通过一个耦合电容或一个耦合电路与前级电路的输出端相连；输出引脚外电路的规律是：通过一个耦合电路与后级电路的输入端相连。

e. 分析集成电路内电路对信号放大、处理过程时，最好查阅该集成电路内电路的方框图。分析内电路方框图时，可以通过信号传输线路中的箭头指示，知道信号经过了哪些电路的放大或处理，最后信号从哪个引脚输出。

f. 了解集成电路的一些关键测试点和引脚直流电压规律对检修电路是十分有用的。例如，OTL 电路输出端的直流电压等于集成电路直流工作电压的一半；OCL 电路输出端的直流电压等于 0V；BTL 电路两个输出端的直流电压是相等的，单电源供电时等于直流工作电压的一半，双电源供电时等于 0V。当集成电路两个引脚之间接有电阻时，该电阻将影响这两个引脚上的直流电压；当两个引脚之间接有线圈时，这两个引脚的直流电压是相等的，如不相等必定是线圈开路了；当两个引脚之间接有电容或接 RC 串联电路时，这两个引脚的直流电压肯定不相等，若相等说明该电容已经击穿。

g. 一般情况下不必要去分析集成电路内电路的工作原理。

二、个性简明的外形特征和变化多端的电路符号

1. 外形特征

集成电路的外形识别比较简单，它的外形比其他电子元器件更有特点，如图 1-1 所示是

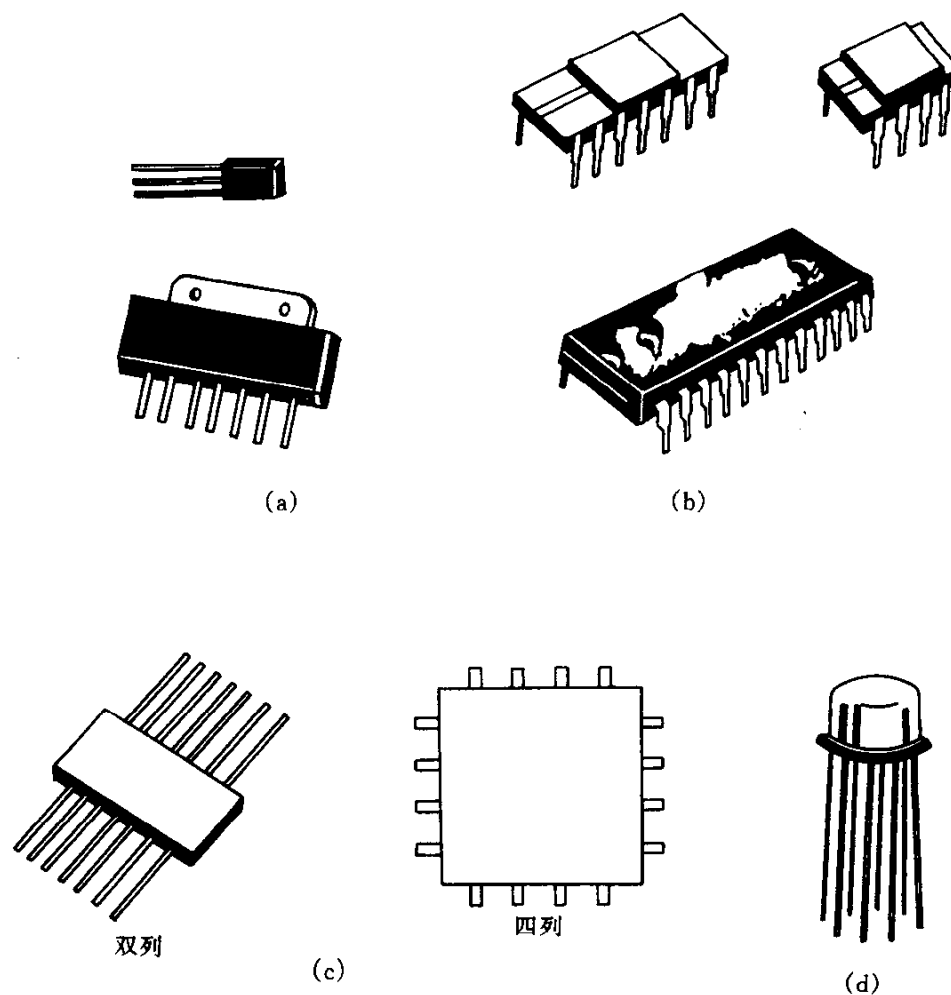


图 1-1 几种集成电路外形示意图

几种常用集成电路的外形示意图。图 1-1 (a) 是单列的集成电路，所谓单列是指集成电路的引脚只有一列(单列集成电路的外形还有许多种)；图 1-1 (b) 是双列直插的集成电路，它的引脚分成两列对称排列，双列集成电路产品最为常见；图 1-1 (c) 是双列和四列扁平封装的集成电路。四列扁平封装引脚分成四列对称排列，每一列的引脚数目相等，集成度高的集成电路、贴片式集成电路和数字集成电路常采用这种引脚排列方式；图 1-1 (d) 是金属外壳的集成电路，它的引脚分布呈圆形，现在这种集成电路已较少见到。

关于集成电路的外形特征需要说明以下几点。

(1) 集成电路的引脚为金属导体材料，引脚很细，长度仅为几毫米，贴片式集成电路的引脚更短。除了金属封装的集成电路引脚是呈圆形外，其他集成电路的引脚都是呈很薄的扁平状。

(2) 集成电路装在线路板上一般有两种形式：一是常见的把集成电路装在线路板元器件一面，引脚穿过线路板，引脚焊点在铜箔线路一面；二是集成电路本身就装在线路板的铜箔线路一面，引脚焊点也在铜箔线路一面。

(3) 引脚数量最少的集成电路只有 3 根引脚。集成电路的引脚一般比较多，且引脚均布，集成度愈高、功能愈完善的集成电路，其引脚数量愈多。

(4) 集成电路一般是长方形的或方块形的，比较薄，最常见的集成电路是黑色塑料封装形式的。

(5) 有的集成电路还带有金属的散热片，这些是有功率输出要求的集成电路，工作在大信号状态下，即输出功率比较大，这类集成电路的体积相对也比较大。工作在小信号状态的集成电路则没有散热片。

在机器中,根据集成电路的上述外形示意图和特征,很容易在电路板中识别出来,图 1-2 所示是 25 种常见集成电路的外形示意图,供识别时参考。

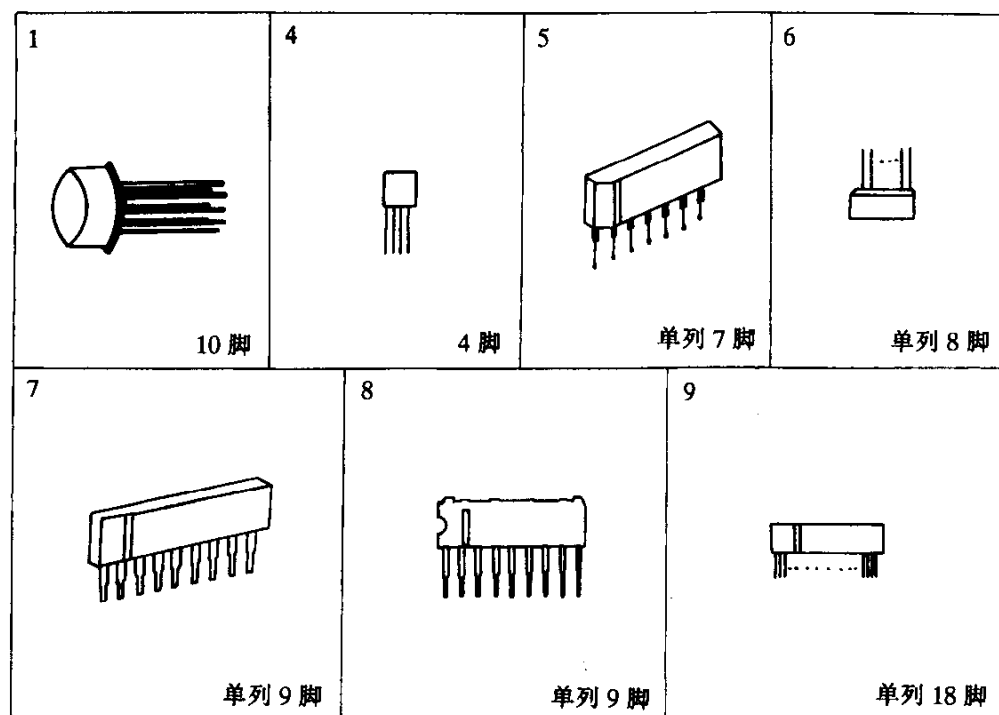


图 1-2 25 种常见集成电路外形示意图

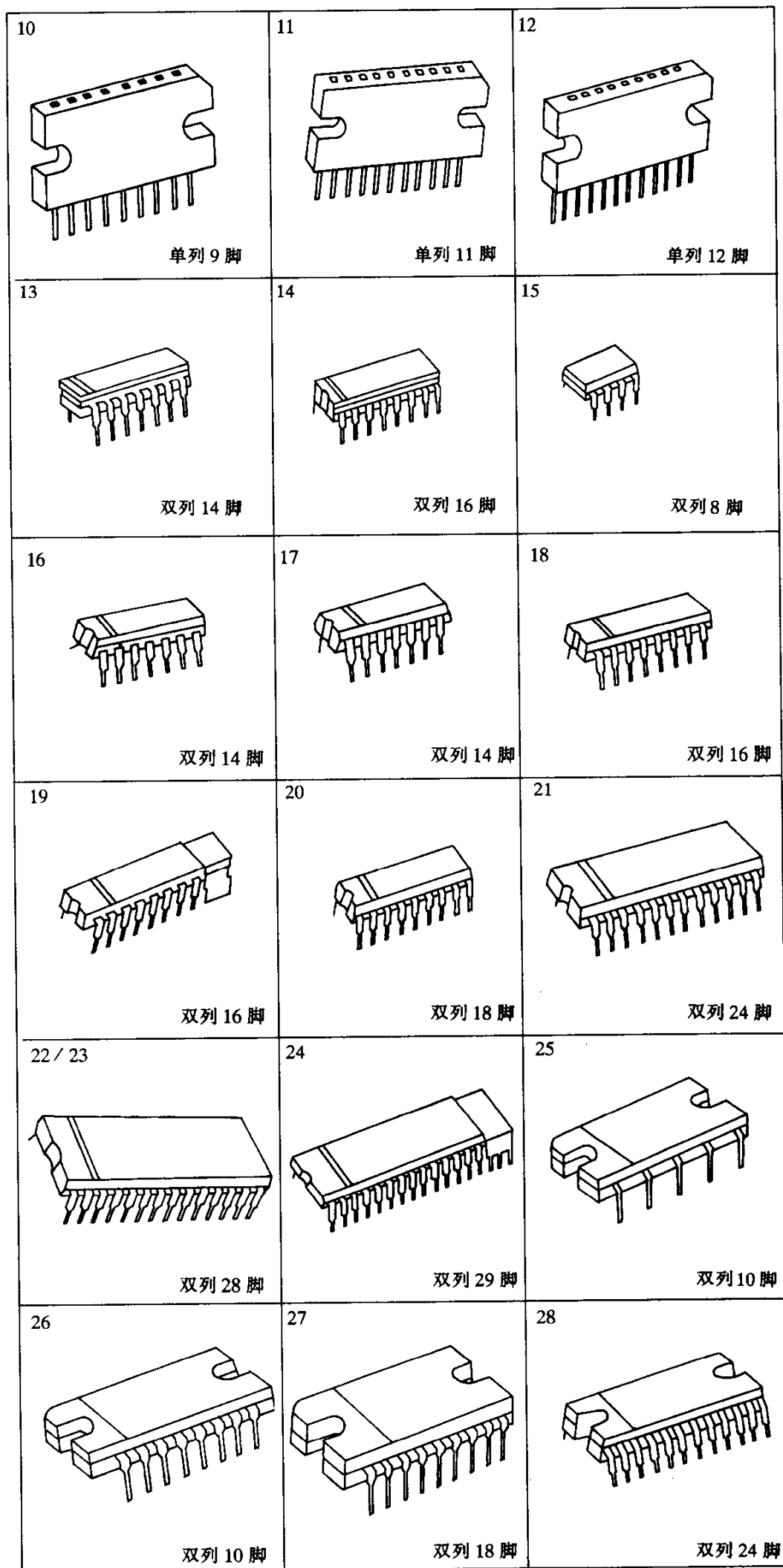


图 1-2 25 种常见集成电路外形示意图(续)

2. 电路符号

电子元器件在电路图中都有特定的符号，这就是电路符号，集成电路也不例外。集成电路的电路符号比较复杂，变化也比较多，图 1-3 是集成电路的几种电路符号。集成电路的电路符号所表达的具体含义很少(这一点不同于其他电子元器件的电路符号)，通常只能表达这种集成电路有几根引脚，至于各个引脚的作用、集成电路的功能是什么，等等，电路符号中均不能表示出来。

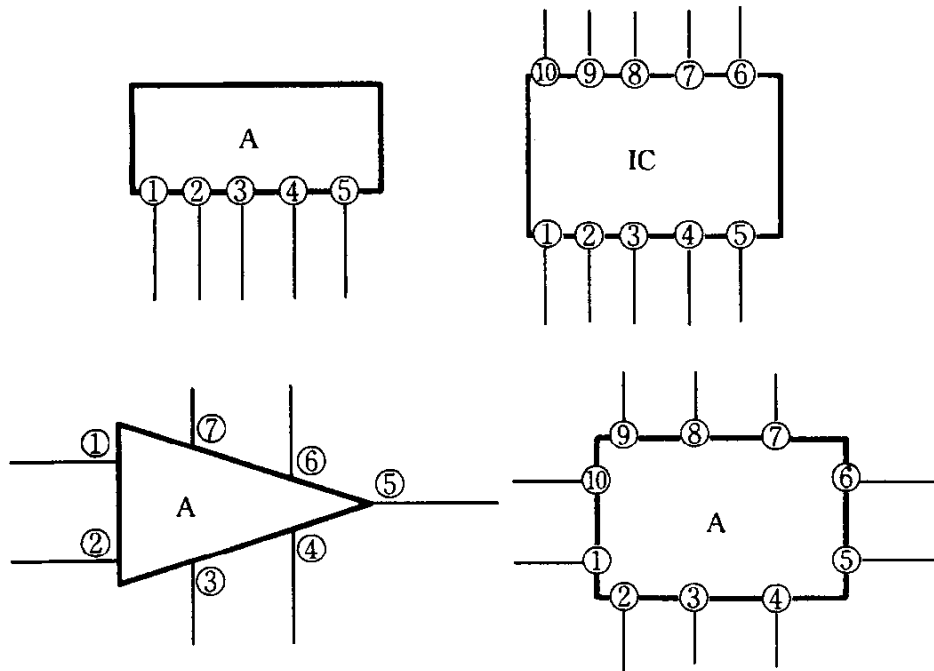


图 1-3 集成电路电路符号示例

关于集成电路的电路符号对分析电路工作原理和故障检修的作用主要有以下几点。

(1) 在电路符号中往往用字母或拼音来表示元器件，集成电路过去通常用 IC 表示，IC 是英文 Integrated Circuit 的缩写。在国产电器的电路图中，还有用 JC 表示的。最新的规定分为几种：用 A 表示模拟集成电路放大器，用 D 表示集成数字电路，但在许多电路图中并没有这样具体地区分，大都用 A 表示集成电路。

(2) 在进行电路工作原理分析时，从集成电路的电路符号上至少可以看出该集成电路有几根引脚，且与这些引脚相连的元器件与该集成电路一起构成一个完整的单元电路。一般情况下，引脚愈多的集成电路，其功能愈复杂，相应的外电路也复杂。

(3) 进行电路故障的检修时，有不少的集成电路在电路符号上都标出了各引脚的直流工作电压，如图 1-4 所示。这是一个十分重要的修理资料，有了它可以大大方便故障的检查。例如，①脚和②脚上标有 1.1V，表示在正常工作时，集成电路的这两根引脚的直流工作电压为 1.1V。④脚上标注有两种电压，这是该引脚在不同工作状态下的两个直流电压值，通常主要工作状态是上面(3V)这

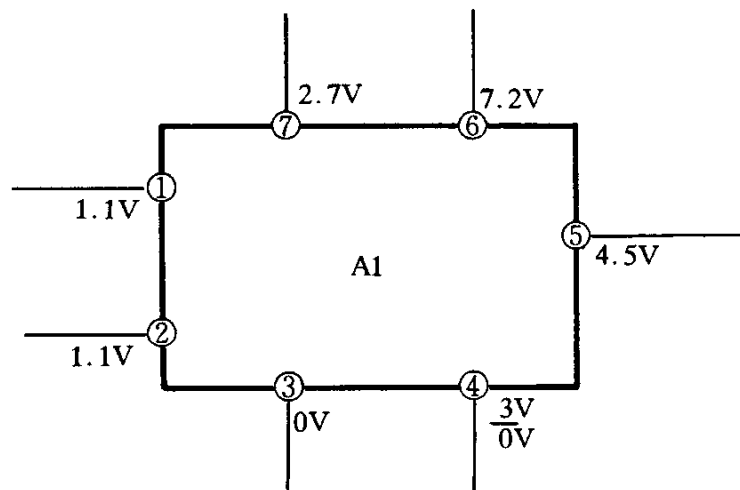


图 1-4 集成电路直流电压标注示意图

一电压值，在另一工作状态是下面(0V)电压值。所谓主要工作状态是指电子电路大部分时间所处的工作状态，如录音和放音电路中，放音是主要工作状态，录音则是非主要工作状态。

三、名目繁多的集成电路

集成电路的种类很多，按照不同的分类方法有不同类型的集成电路。

1. 按照使用功能划分

根据集成电路的使用功能可以分成四大类近 20 种。

(1) 模拟集成电路

所谓模拟集成电路就是用于处理模拟信号的集成电路，模拟信号是一种连续变化的信号。模拟集成电路按照电路功能可以分成下列多种。

a. 运算放大器集成电路：这是应用量最多的一种模拟集成电路，简称集成运放，是一种高增益低漂移的直流放大电路。

b. 音响集成电路：这是用于各类音响设备中的集成电路，例如用于录音机、收音机、组合音响和音响组合等设备中的集成电路，还有视频播放设备中的音频处理电路等。

c. 视频集成电路：这是用于各类视频设备中的集成电路，例如用于电视机、影碟机、录像机等设备中的集成电路。

d. 稳压集成电路：这是用于稳压电路中的集成电路，有各种电压等级的稳压集成电路。

e. 非线性集成电路：这是运算集成电路的一种非线性运用方式，此时集成运放处于无反馈或者带正反馈状态，它的输出量与输入量之间不成线性的关系，输出量不是处于正饱和的状态就是处于负饱和的状态。

(2) 数字集成电路

数字集成电路是用于数字电路中的集成电路，它所处理的都是数字信号(例如影碟机中的解码器集成电路等)，数字集成电路的应用十分广泛。

所谓数字信号是一个离散量，具体地说数字信号的电压或电流在时间和数值上都是离散的，不连续的。例如普通指针式万用表在测量电阻时，是通过表针的摆动和表面的刻度来指示电阻值，而数字式万用表则通过数字来指示电阻值。

数字集成电路按功能可分成多种，这里举两例说明。

a. 微机集成电路：这是用于计算机中的集成电路，例如 CPU 就是这一种数字集成电路。

b. 存储器集成电路：在数字电路系统中，常使用这种具有存储功能的集成电路，它是由门电路和触发器组合起来的集成电路。

(3) 接口集成电路

这是一种重要的电路，用于各类信号之间的转换，也可用于不同类型电路之间的连接。这类集成电路主要有以下几种。

a. 电压比较器集成电路：这是一种将模拟量按量值的大小转换成逻辑代码的集成电路。

b. 电平转换器集成电路：这是一种可以用来衔接不同类型器件的集成电路，是一种转换电平的专用集成电路。

c. 外围驱动器集成电路：这是一种微机与外围接口电路的驱动电路。

(4) 特殊集成电路

特殊用途的集成电路有许许多多的类型，举例如下。

a. 消费类集成电路：这是为适应消费商品而专门设计的各种功能的集成电路，应用面相当广泛。

b. 通信集成电路：这是为通信系统而设计的专用集成电路。

c. 传感器集成电路：这是为了配合各类传感器件而设计的专用集成电路，不同的传感器有不同的集成电路与之配合。

2. 按制作工艺划分

集成电路按照制作工艺可划分为三大类七种，分别介绍如下。

(1) 半导体集成电路

半导体集成电路是以半导体单晶为基础材料，以平面工艺为基本工艺而制作的集成电路。根据晶体管是采用双极型还是单极型的不同，可分为双极型集成电路、MOS型集成电路和兼容型集成电路，具体分为以下四类。

a. 双极型集成电路：这种集成电路是在半导体衬底硅片上，制作双极型晶体管、电阻、电容以及连线等，参与导电的是电子和空穴两种载流子。

b. NMOS型集成电路：这种集成电路是在硅片上，以N型沟道MOS器件构成的电路。集成电路内电路的放大管参与导电的载流子是电子。

c. PMOS型集成电路：这种集成电路是在硅片上，以P型沟道MOS器件构成电路。集成电路内电路的放大管参与导电的载流子是空穴。

d. CMOS集成电路：这种集成电路中采用P-MOS和N-MOS场效应管互补运用。

(2) 膜集成电路

这种集成电路可分为下列两种。

a. 厚膜集成电路：这种集成电路采用膜工艺制造，其中采用丝网漏印工艺制作厚膜电阻、电容，焊上晶体管芯，构成集成电路的内电路。

b. 薄膜集成电路：这种集成电路采用真空镀膜或溅射工艺制作薄膜元器件，或由薄膜元件与平面工艺为基本制作工艺。

(3) 混合集成电路

凡是一个完整的电路不能由膜工艺或半导体集成工艺单独制作，而是利用半导体集成工艺、膜工艺和分立元器件工艺三种中的任何二种以上工艺制作的集成电路都称为混合集成电路。

3. 按封装形式划分

集成电路按照封装的形式划分主要有以下四种。

(1) 单列直插扁平封装集成电路

这种集成电路的外壳采用陶瓷、低熔玻璃及塑料制成。采用这种封装的集成电路外形有

多种,可参见图 1-1 中的单列集成电路,有的像晶体三极管外形,只有三根引脚(集成电路最少得三根引脚,如三端稳压集成电路);有的引脚比较多,且排为一列。单列直插扁平封装集成电路的引脚数目一般少于 12 根,小规模、中规模的集成电路大多采用这种封装形式。在这种封装的集成电路中还有一种是单列曲插集成电路,即引脚也是单列,但引脚却是弯曲状的。

(2) 双列直插集成电路

集成电路的外壳采用陶瓷、低熔玻璃或塑料制成。采用这种封装的集成电路外形有多种(图 1-1 中的双列集成电路),它的引脚呈对称的两列排列,引脚数目一般在 12 根以上(也有少于 12 根引脚的),24 根以下,引脚数必是 2 的倍数。通常大规模集成电路多采用这种封装形式。

(3) 扁平封装集成电路

集成电路的外壳采用陶瓷、低熔玻璃或塑料制成。采用这种封装的集成电路外形有双列扁平封装和四列扁平封装两种(见图 1-1)。双列的或四列的引脚均对称排列。这种集成电路在安装时与前面的集成电路不同,它直接贴在电路板铜箔线路这面,引脚相当的短。通常数字集成电路和超大规模集成电路(四列形式)多采用这种封装形式。

(4) 铁壳封装集成电路

集成电路的外壳是金属的,如同中功率三极管,只是引脚数目比较多,最多可达十几根。这种封装的集成电路现在已经很少见到了。

4. 按集成度划分

集成电路的集成度是指一块基片上能制作的最多元器件数量,按此可以划分为以下四种集成电路。

(1) 小规模集成电路

小规模集成电路又称为普通集成电路,用英文缩写字母 SSI 表示。在小规模集成电路中,模拟电路中的元器件数目一般少于 100 个,数字电路中的门电路数目一般少于 30 个。

(2) 中规模集成电路

中规模集成电路用英文缩写字母 MSI 表示。在中规模集成电路中,模拟电路中的元器件数目一般在 100 ~ 1000 个之间,数字电路中的门电路数目为 30 ~ 100 个之间。

(3) 大规模集成电路

大规模集成电路用英文缩写字母 LSI 表示。在大规模集成电路中,模拟电路中的元器件数目一般在 1000 以上,数字电路中的门电路数目为 100 个以上。

(4) 超大规模集成电路

超大规模集成电路用英文缩写字母 ULSI 表示。在超大规模集成电路中,模拟电路中的元器件数目一般在 10 万个以上,数字电路中的门电路数目为 1000 个以上。

在民用无线电设备中,一般使用大规模集成电路以下集成度的集成电路。单片电视机中使用了大规模集成电路。在民用无线电设备中,大量使用的是模拟集成电路,还有为数不少的是数字集成电路,如一些录像机中的数字伺服集成电路、影碟机中的许多小信号处理集成电路等。

四、六种常见的故障特征

集成电路的故障主要表现为以下几种。

1. 集成电路烧坏

集成电路烧坏通常是由于过电压或过电流引起的，当集成电路烧坏时从外表上一般看不出什么明显的痕迹。严重时，集成电路上可能出一个小洞或有一条裂纹之类的痕迹。这种故障一般发生在功率放大器集成电路中，此时该集成电路上的散热片会非常烫手，小信号集成电路这种故障很少见。当整机电源电路电压异常升高时，就会造成集成电路的这种故障。

当集成电路出现烧坏故障时，某些引脚上的直流工作电压也出现了明显变化，所以采用常规检查方法就能发现故障部位。集成电路烧坏是一种硬性故障，对这种故障的检修是相当方便的。

2. 增益严重不足

当集成电路发生增益严重不足故障时，集成电路即已基本丧失放大能力，需要更换。对于增益略有下降的集成电路，这是集成电路的一种软故障，一般检测仪器很难发现这种故障，对于这种故障可以采取减小负反馈量的方法来进行补救，不仅相当的有效，且操作十分简单。

当集成电路出现增益严重不足故障时，某些引脚上的直流工作电压也出现了显著变化，所以采用常规检查方法就能发现故障部位。

3. 噪声大

当集成电路出现噪声大的故障时，虽然能够放大信号，但噪声也很大，使信噪比下降，影响了信号的正常放大和处理。对于音频类集成电路，噪声大将影响声音的清晰度，对于视频类集成电路，将出现杂波。当集成电路噪声大的故障不太明显时，则是集成电路的一种软故障，使用一般常规仪器检查起来相当困难。

当集成电路出现噪声大故障时，某些引脚上的直流工作电压也会出现变化，所以采用常规检查方法就能发现故障部位。

4. 性能变劣

集成电路的性能变劣是一种软故障，具体的故障现象多种多样，但集成电路引脚上直流工作电压的变化量一般很小，所以采用常规的检查手段往往无法发现这种故障，只有采用代替检查法，即对集成电路进行代替检查。

5. 内部某部分电路损坏

当集成电路出现内部的部分电路损坏时，与电路相关引脚上的直流工作电压已发生了很大变化，检修中很容易发现故障部位。对集成电路的这种故障，通常情况下得更换集成电路，但对于某些具体情况来说，可以进行修复，即用分立元器件代替内电路中损坏的局部电