

首创“学习+测试”模式图书

理论指导实践经典之作

精品阅读，精准测试
精品培训，网络辅导

Hello,

电子工程师学习与测试

集成电路和自动保护电路分析 ——学习伴随测试

胡斌 胡松 编

金牌作者
江苏大学

- 业界金牌作者创新型精细打造
- 提供万题大库提供精细化测试
- 测试专注细节而激发学习热情
- 视频教学和视频辅导免费下载
- 读者培训及私人订制伴随服务

学习资源平台：
<http://eelt.cn/>



作者团队提供读者伴随服务

古木电子读者接待

QQ: 1155390

腾讯微博: 古木电子胡斌

淘宝: 古木电子@读者伴随服务

公众微信: eeltcnhb

(电子测试与学习)



化学工业出版社



Hello,

电子工程师 学习与测试

集成电路和自动保护电路分析 ——学习伴随测试

胡斌 胡松 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

集成电路和自动保护电路分析：学习伴随测试/胡斌，
胡松编. —北京：化学工业出版社，2015.4

(Hello, 电子工程师·学习与测试)

ISBN 978-7-122-23106-2

I. ①集… II. ①胡…②胡… III. ①集成电路-电
路分析②保护电路-电路分析 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第038374号

责任编辑：宋 辉
责任校对：宋 玮

装帧设计：刘丽华

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 刷：北京云浩印刷有限责任公司

装 订：三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张12½ 字数311千字 2015年5月北京第1版第1次印刷

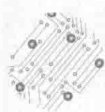
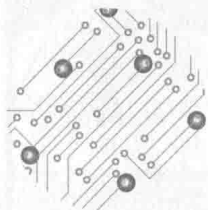
购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

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：48.00元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

本书亮点



笔者凭借多年的教学、科研和百余著作的写作经验，精心组织编写了“Hello，电子工程师·学习与测试”丛书，希望能助你在成长为电子工程师的征途中快乐而轻松地学习，天天小收获，年年大进步。

“学习+测试”创新模式图书是笔者经过20多年思考形成的一种国内首创学习电子技术的图书形式，它具体包括以下两大核心内容。

第一，“学习+测试”图书写作形式。全书采用讲解一段内容，随即进入针对性测试的写作形式，全书是“一段学习内容+测试，再来一段学习内容+测试”架构。测试的目的是加深所学知识细节的印象，考查核心知识掌握程度，使学习效果倍增。

第二，专业配套测试平台。为配合这种图书模式和学习形式，笔者团队开发了国内首个“Hello，电子工程师测试与学习平台”，平台的万题大库和百个分类学习与水平测试助你学习更上一层楼。



集成电路和自动保护电路分析——学习伴随测试

本书主干知识



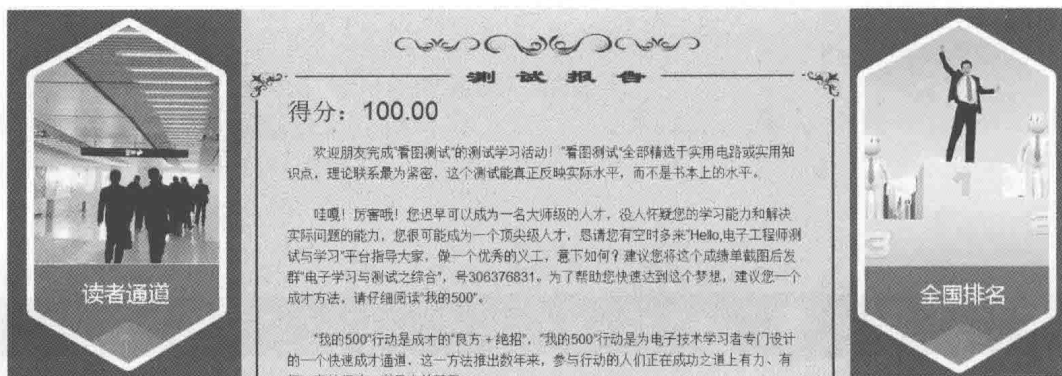
本书主要内容包括集成电路基础知识，集成电路基础电路工作原理，集成运放、555集成电路和三端稳压集成电路，集成音频放大电路和电平指示电路，微控制器及微控制器集成电路，最后分析了自动保护电路。全书采用“一段精细讲解+一段精准测试”写作形式。

全书配套学习的各层次测试题200多道。

平台使用指南



学习本书过程中，在书中完成各层次测试的解答，最后进入“测试平台”将书中测试题答案录入，平台将实时给出成绩和各类分析报告、全国同本书成绩排名等信息。每章录入时间为30分钟，相同分数用时少排名前，建议读者在书中做好测试题后再录入答案。七章答案全部录入后，给出全书全国排名。欢迎大家进入答案录入平台。



具体进入方法是, 进入“Hello, 电子工程师测试与学习平台”(<http://eelt.cn/>), 点击“读者通道”, 在列表点击本书的“点击进入书题答案通道”, 进入答题页面, 从最上方左侧起选择各章录入答案。

笔者心愿

笔者从事电子技术类图书写作近30年, 一直追求以读者为本的理念, 加之勤于思考, 敢于创新, 努力写作得到了读者的认可。本套丛书的创新模式正是笔者最新研究成果, 是为读者轻松学习, 全心全意为读者服务的最新努力。

其一, 笔风令读者喜好。用简单的语句讲述复杂的问题, 这是读者最为喜欢的方式。笔者一直努力追求人性化写作风格, 写出“好书”。

所谓人性化写作是以读者为本, 减轻读者阅读负担, 提高阅读效率的崭新写作方式。充分考虑电子技术类图书的识图要素, 运用写作及排版技巧, 实现图文同页, 以便于读者阅读, 消除视觉疲劳; 充分尊重读者, 去除阅读过程中不必要的“脑力劳动”, 使读者以最高的效率获得最大的信息量; 针对不同知识点的不同特点, 采用专题写作方式、“微播”知识点方式, 为读者提供点、线、面的知识体系。

其二, 百本著作的理想已经实现, 多套畅销书引领业界的梦想也已成功实现。如, 2004年以《图表细说电子元器件》为代表作的“图表细说”系列丛书引领了电子元器件类图书的出版和对传统图书版式的创新。

依据“开卷全国图书零售市场观测系统”近几年的数据统计, 笔者在电子类图书销售总册数和总码洋两项指标中个人排名第一, 且遥遥领先。

其三, 首创数项读者交流、辅导、伴随服务项目。如, 10多年前笔者开通QQ读者辅导服务, 设立淘宝“古木电子@读者伴随服务”店铺, 到如今开通的“Hello, 电子工程师测试与学习平台”等。

读者的进步是笔者的最大快乐和价值体现。

本书读者群体

本书适合于立志成为电子工程师的人士。

本书适合于从业于电子行业的零起点初学者。

本书适合于想要快速掌握实用基础知识的电子爱好者。

本书适合于大学在校生、职校学生和刚毕业的从业人士。

免费视频辅导

为帮助广大读者在学习过程中获得视频辅导, 笔者为本书所有读者提供免费视频辅导材料(60分钟), 请进入测试平台下载。

网络交流平台

为了帮助读者学习, 友情提供“Hello, 电子工程师测试与学习平台”(<http://eelt.cn/>)。

我们的口号: 测试强化学习, 测试专注细节, 测试了解自己, 测试增强兴趣, 测试激发热情。笔者团队一心想打造国内一流的读者伴随服务。

平台力求在系统、层次、结构、逻辑、细节、重点、亮点、表现力上打造成一流水平, 着力打造实用性和创新性, 理论紧密联系实际。巨细无遗和精细化的测试练习, 使你学习效能倍增, 学习中掌握细节的能力得到加强。

平台的万题大库将为你精细化测试和学习保驾护航, 平台将与国内一些著名电子类杂志等举办电子竞技和晋级活动, 欢迎广大读者参与。

希望广大朋友在这一网络平台上轻松学习, 快乐成长, 相互交流, 共同进步, 走向成功!

古木电子读者接待QQ: 1155390

腾讯微博: 古木电子胡斌

淘宝: 古木电子@读者伴随服务

微信: 电子测试与学习平台, 公众微信号: eeltcnhb

公众微信号二维码: 测试平台二维码:



我们正在构建视频辅导专区, 请广大读者进入平台关注平台及时发布的各类信息。

江苏大学 胡斌



第1章 深入掌握集成电路的基础知识点

1

- 1.1 快速了解集成电路知识 / 2
 - 1.1.1 集成电路应用电路识图方法 / 2
 - 1.1.2 外形特征和电路符号 / 3
 - 1.1.3 认识更多种类集成电路 / 5
 - 1.1.4 集成电路的特点、优点和缺点 / 7测试 1.1 / 8
- 1.2 深入掌握集成电路型号识别方法和各类实用资料使用 / 9
 - 1.2.1 集成电路型号命名方法 / 9
 - 1.2.2 集成电路引脚作用资料使用方法 / 11
 - 1.2.3 集成电路内电路方框图和内电路资料使用方法 / 12
 - 1.2.4 集成电路引脚直流工作电压资料使用方法 / 13
 - 1.2.5 引脚对地电阻值资料使用方法 / 14
 - 1.2.6 引脚信号波形资料使用方法 / 15
 - 1.2.7 集成电路 SC1308L 资料使用方法 / 15
 - 1.2.8 集成电路封装形式 / 19测试 1.2 / 21
- 1.3 掌握集成电路引脚分布规律及识别方法 / 22
 - 1.3.1 识别集成电路引脚号的实用意义 / 22
 - 1.3.2 两种单列直插集成电路引脚分布规律及识别方法 / 23
 - 1.3.3 三种类型双列集成电路引脚分布规律及识别方法 / 24
 - 1.3.4 四列集成电路引脚分布规律及识别方法 / 26
 - 1.3.5 金属封装和反向分布集成电路引脚分布规律及识别方法 / 26测试 1.3 / 27

第2章 深入掌握集成电路基础电路的工作原理

29

- 2.1 深入掌握集成电路的电源引脚和接地引脚电路的工作原理 / 29
 - 2.1.1 掌握电源引脚和接地引脚外电路工作原理的目的 / 30
 - 2.1.2 集成电路的典型电源电路及故障分析 / 31
 - 2.1.3 其他多种集成电路电源引脚电路 / 31
 - 2.1.4 数字集成电路电源引脚外电路 / 33

- 2.1.5 集成电路接地引脚外电路 / 34
- 2.1.6 集成电路其他4种接地引脚电路 / 35
- 测试 2.1 / 36
- 2.2 深入掌握集成电路电源引脚和接地引脚四种组合电路工作原理 / 37
 - 2.2.1 集成电路正电源引脚电路和接地引脚电路 / 37
 - 2.2.2 集成电路负电源引脚和接地引脚电路 / 38
 - 2.2.3 集成电路正、负电源引脚和接地引脚电路 / 38
 - 2.2.4 另一种集成电路正、负电源引脚和接地引脚电路 / 39
 - 2.2.5 集成电路电源引脚和接地引脚外电路特征小结 / 40
 - 测试 2.2 / 42
- 2.3 深入了解集成电路7种信号输入引脚外电路 / 42
 - 2.3.1 掌握信号输入引脚和信号输出引脚外电路工作原理的目的 / 42
 - 2.3.2 集成电路5种信号输入引脚及电路 / 43
 - 2.3.3 音频前置放大器集成电路信号输入引脚外电路 / 45
 - 2.3.4 特殊双声道音频前置放大器集成电路信号输入引脚外电路 / 46
 - 2.3.5 音频后级放大器集成电路信号输入引脚外电路 / 46
 - 2.3.6 音频功率放大器集成电路信号输入引脚外电路 / 47
 - 2.3.7 特殊音频功率放大器集成电路信号输入引脚外电路 / 47
 - 2.3.8 三端稳压集成电路输入引脚外电路 / 48
 - 2.3.9 开关集成电路输入引脚外电路 / 48
 - 测试 2.3 / 49
- 2.4 深入了解集成电路多种信号输出引脚外电路特征和电路工作原理 / 49
 - 2.4.1 集成电路信号输出引脚电路 / 50
 - 2.4.2 OTL 音频功率放大器集成电路信号输出引脚外电路 / 51
 - 2.4.3 OCL 音频功率放大器集成电路信号输出引脚外电路 / 52
 - 2.4.4 BTL 音频功率放大器集成电路信号输出引脚外电路 / 53
 - 2.4.5 集成电路信号输入和信号输出引脚外电路分析小结和信号传输分析 / 54
 - 测试 2.4 / 56
- 2.5 了解集成电路内电路主要元器件和基本单元电路 / 56
 - 2.5.1 集成电路内电路几种主要元器件 / 57
 - 2.5.2 集成电路内电路中恒压源电路 / 58
 - 2.5.3 集成电路内电路中恒流源电路 / 61
 - 2.5.4 集成电路内电路中直流电平移位电路 / 63
 - 测试 2.5 / 65
- 2.6 深入掌握差分放大器 / 66
 - 2.6.1 初步了解差分放大器 / 66
 - 2.6.2 双端输入、双端输出式差分放大器 / 67
 - 2.6.3 双端输入、单端输出式差分放大器 / 70
 - 2.6.4 单端输入、单端输出式差分放大器 / 71
 - 2.6.5 单端输入、双端输出式差分放大器 / 73
 - 2.6.6 带恒流源差分放大器 / 74
 - 2.6.7 具有零点校正差分放大器 / 75
 - 2.6.8 多级差分放大器 / 76
 - 测试 2.6 / 77

- 3.1 深入掌握集成运放应用电路工作原理 / 80
 - 3.1.1 集成运放基础知识 / 80
 - 3.1.2 集成电运放构成的正弦波振荡器 / 85
 - 3.1.3 矩形脉冲转换为标准正弦波信号电路 / 88
 - 3.1.4 集成运放构成的移相振荡器 / 90
 - 3.1.5 集成运放构成的缓冲移相振荡器 / 91
 - 3.1.6 集成运放构成的正交振荡器 / 91
 - 3.1.7 Bubba 振荡器 / 92
- 测试 3.1 / 92
- 3.2 深入了解 555 集成电路应用电路工作原理 / 93
 - 3.2.1 了解 555 集成电路 / 93
 - 3.2.2 555 集成电路构成的单稳电路 / 96
 - 3.2.3 555 集成电路构成的双稳态电路 / 98
 - 3.2.4 555 集成电路构成的无稳态电路 / 99
- 测试 3.2 / 102
- 3.3 深入掌握三端稳压集成电路工作原理 / 102
 - 3.3.1 固定式三端稳压集成电路基础知识 / 102
 - 3.3.2 三端稳压集成电路典型应用电路 / 104
 - 3.3.3 三端稳压集成电路输出电压调整电路 / 104
 - 3.3.4 三端稳压集成电路增大输出电流电路 / 105
 - 3.3.5 可调式稳压集成电路 / 106
- 测试 3.3 / 107

- 4.1 深入掌握集成电路音频前置放大器电路工作原理 / 109
 - 4.1.1 直流和交流电路 / 110
 - 4.1.2 集成电路交流负反馈电路 / 110
- 测试 4.1 / 111
- 4.2 深入掌握单声道 OTL 集成电路音频功率放大器电路工作原理 / 111
 - 4.2.1 直流电路和交流电路 / 112
 - 4.2.2 集成电路引脚外电路 / 113
- 测试 4.2 / 116
- 4.3 深入掌握双声道 OTL 集成电路音频功率放大器电路工作原理 / 116
 - 4.3.1 交流信号传输和放大分析 / 117
 - 4.3.2 各引脚外电路分析 / 118
 - 4.3.3 双联同轴音量电位器电路 / 118
- 测试 4.3 / 120
- 4.4 深入掌握 OCL 和 BTL 音频功率放大器集成电路工作原理 / 120
 - 4.4.1 单声道 OCL 音频功率放大器集成电路 / 120
 - 4.4.2 采用两个单声道 OCL 集成电路构成 BTL 电路 / 122
 - 4.4.3 单声道 BTL 音频功率放大器集成电路 / 124
 - 4.4.4 BTL 功率放大器的自倒相电路 / 126
- 测试 4.4 / 127
- 4.5 了解电平指示器集成电路工作原理 / 128
 - 4.5.1 五级单声道集成电路 LB1403 / 128

4.5.2 九级单声道集成电路LB1409 / 129

4.5.3 五级双声道集成电路D7666P / 131

测试 4.5 / 132

4.6 了解降噪集成电路工作原理 / 133

4.6.1 专用静噪集成电路 / 133

4.6.2 动态降噪集成电路 / 134

4.6.3 杜比B型降噪集成电路LMI011N / 138

测试 4.6 / 139

第5章 微控制器及微控制器集成电路

141

5.1 深入了解微控制器组成 / 142

5.1.1 微控制器硬件基本结构 / 142

5.1.2 微控制器各部分电路作用 / 143

5.1.3 硬件和软件 / 146

5.1.4 指令系统、周期和寻址方式 / 146

5.1.5 微控制器小结 / 147

测试 5.1 / 148

5.2 深入了解中央处理单元 (CPU) / 148

5.2.1 算术逻辑运算部件 / 149

5.2.2 控制逻辑部件 / 150

5.2.3 寄存器部件 / 150

5.2.4 总线 / 152

5.2.5 单CPU和多CPU控制系统 / 154

测试 5.2 / 157

5.3 了解微控制器工作过程简介 / 157

5.3.1 微控制器基本操作 / 157

5.3.2 程序顺序执行过程简介 / 159

5.3.3 控制方式 / 161

5.3.4 程序非顺序执行中的中断 / 161

5.3.5 子程序调用与返回、堆栈 / 163

测试 5.3 / 164

5.4 深入掌握微控制器集成电路主要
引脚外电路 / 164

5.4.1 微控制器集成电路电源引脚
电路 / 164

5.4.2 微控制器集成电路9种外接
振荡元件引脚电路 / 165

5.4.3 微控制器集成电路复位引脚
电路 / 166

5.4.4 微控制器集成电路其他引脚 / 170

测试 5.4 / 172

第6章 自动保护电路

173

6.1 深入掌握音箱保护电路 / 173

6.1.1 保护电路基本形式 / 174

6.1.2 继电器知识 / 174

6.1.3 继电器触点常闭式扬声器保护
电路 / 177

6.1.4 另一种实用继电器触点常闭式
扬声器保护电路 / 179

6.1.5 继电器触点常开式音箱保护
电路 / 180

测试 6.1 / 182

6.2 深入掌握主功率放大器保护电路 / 183

6.2.1 过压保护电路 / 183

6.2.2 过载保护电路 / 183

测试 6.2 / 184

6.3 其他保护电路 / 184

6.3.1 电视机视放管保护电路 / 184

6.3.2 电视机X射线保护电路 / 185

6.3.3 电源电路中压敏电阻过压保护
电路 / 186

6.3.4 三极管过压保护电路 / 187

6.3.5 瞬态电压抑制二极管构成的过压
保护电路 / 188

测试6.3 / 189

第1章

深入掌握集成电路的基础知识点

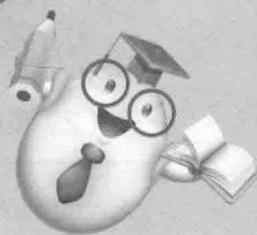
阅读开始时间

____年
____月
____日

本章计划阅读用时

Days
日

我一定能按时完成!
加油!



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。

集成电路通过一些引脚与外部的分立元器件相连接，构成一个完整的电路，如图1-1所示是集成电路应用电路示意图和集成电路的外形照片。

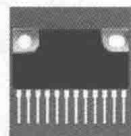
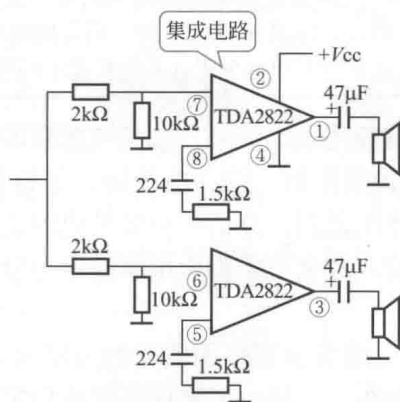


图1-1 集成电路应用电路示意图和集成电路外形照片

1.1 快速了解集成电路知识

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，且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，集成电路对初学者来说有一种神秘感，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。

1.1.1 集成电路应用电路识图方法

（1）集成电路应用电路图功能说明

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的结构、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，这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 一般情况下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说明

| | |
|---------|---|
| 无内电路方框图 | 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。 |
| 方便性 | 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。 |
| 规律性 | 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

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：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。

| | |
|----------------|--|
| 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,当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,对修理工是十分有用的。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 电路规律分析 | 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。 |
| 电路方框图分析 | 分析集成电路内电路对信号放大和处理过程时,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。 |
| 关键测试点和引脚直流电压分析 | 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RC串联电路时,这两个引脚的直流电压肯定不相等,若相等则说明该电容已经击穿。 |
| 注意点 | 一般情况下不必去分析集成电路内电路的工作原理。 |

1.1.2 外形特征和电路符号

(1) 外形特征说明

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1-2所示是几种常用集成电路的外形示意图。

如图1-2(a)所示,为单列的集成电路,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)。

如图1-2(b)所示,为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。

如图1-2(c)所示,为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。

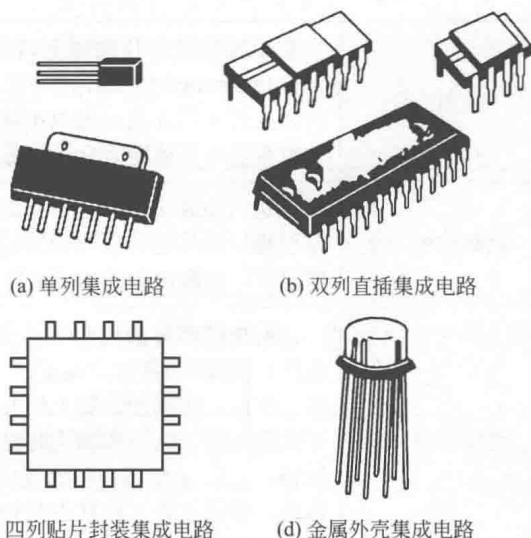


图1-2 几种集成电路外形示意图

如图1-2(d)所示,为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了。

关于集成电路的外形特征需要说明以下几点。

| | |
|------|--|
| 引脚材质 | 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。 |
| 安装形式 | 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。 |
| 引脚数量 | 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,集成度越高、功能越完善的集成电路,其引脚数量越多。 |
| 外观 | 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。 |
| 散热片 | 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。 |

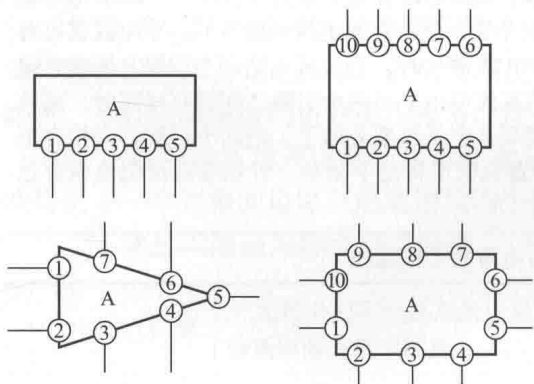


图1-3 集成电路电路符号示例

(2) 电路符号说明

集成电路的电路符号比较复杂,变化也比较多,如图1-3所示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,在电路符号中均不能表示出来。

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。

| | |
|--------|--|
| 读图方面 | 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。 |
| 原理分析方面 | 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,引脚越多的集成电路,其功能越复杂,相应的外电路也越复杂。 |
| 故障检修方面 | 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,有了它可以大大地方便故障的检查。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,如在录音和放音电路中,放音是主要工作状态,录音则是非主要工作状态。 |

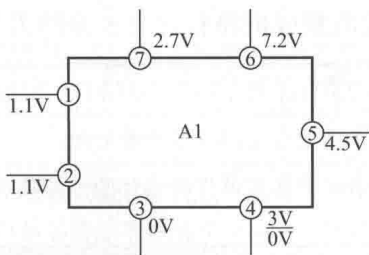


图 1-4 集成电路直流电压标注示意图

1.1.3 认识更多种类集成电路

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) 按照使用功能划分集成电路

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。

| | |
|-----------|---|
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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。 |
| 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（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。

| | |
|---------|--|
| 微机集成电路 | 这是用于计算机中的集成电路，如 CPU 就是这一种数字集成电路。 |
| 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。

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| 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。 |
| 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。 |
| 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。

| | |
|---------|---|
| 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。 |
| 通信集成电路 | 这是为通信系统而设计的专用集成电路。 |
| 传感器集成电路 | 这是为了配合各类传感器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

集成电路按照制作工艺可划分为三大类7种，分别介绍如下。

① 半导体集成电路。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。

| | |
|-----------|---|
| 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、电容及连线等，参与导电的是电子和空穴两种载流子。 |
| 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。 |
| 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。 |
| CMOS型集成电路 | 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。

| | |
|--------|--|
| 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。 |
| 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两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

集成电路按照封装的形式划分主要有以下四种。

| | |
|--------------|---|
| 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3根引脚（集成电路最少要三根引脚，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。 |
| 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（可参见图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。 |
| 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 |