

读图时代丛书

音响电路识图 入门突破

胡斌 编著

双栏双色 网络辅导 超值版

- 图会说话，表能归纳，让学习变得轻松快乐 ●●●
- 分析透彻，细节突破，使学习不再一知半解 ●●●
- 网络社区，名师在线，及时解决学习的难题 ●●●

 **人民邮电出版社**
POSTS & TELECOM PRESS

读图时代丛书

音响电路识图 入门突破

胡斌 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

音响电路识图入门突破 / 胡斌编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 7
(读图时代丛书)
ISBN 978-7-115-20720-3

I. 音… II. 胡… III. 音频设备—电路图—识图法
IV. TN912.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第047526号

内 容 提 要

本书是一本介绍音响电路识图的入门读物。书中首先介绍了音响电路中的各类专用元器件, 并对音响技术中的技术名词和基本概念作了概括说明; 然后介绍了音响电路中的重点电路、功能电路、辅助电路的工作原理和分析方法; 最后介绍了立体声调频收音机和双卡录音机的整机电路。

本书形式新颖, 内容丰富, 分析透彻, 适合广大电子爱好者、Hi-Fi 发烧友、大中专院校相关专业学生以及家用电器维修人员阅读参考。

读图时代丛书

音响电路识图入门突破

-
- ◆ 编 著 胡 斌
责任编辑 申 苹
 - ◆ 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@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.25
字数: 412千字
印数: 1—4000册
- 2009年7月第1版
2009年7月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20720-3/TN

定价: 37.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

写给读者的信

尊敬的广大读者：

本人在电子技术图书领域写作已有二十多个春秋，结识了一大批电子技术爱好者，通过跟他们的交流，了解到了他们学习中的困惑。本人一直努力学习和不断思考，希望能给读者奉献一系列“少花时间、少用力气”就能学会电子技术的图书。

我在与广大电子技术爱好者交流时发现，大家最大的困惑有两个：一是不知道如何下手学习电子技术，二是学习中遇到疑难问题不能及时得到辅导。

基础知识是学习的基石

在入门阶段深刻、牢固地掌握基础知识是学习电子技术的必要条件，如果想在学习的道路上少吃苦，少遇困难，那么请扎扎实实学好电子技术基础知识。

系统学习才能持续成长

为数不少的初学者在分析电路时这个不懂，那个无法理解，其根本原因是没有系统地学习电子技术。一个整机功能电路是由许多单元电路有机组合而成的，如果无法理解其中一个单元电路的工作原理，则可能导致整个电路分析的失败，所以系统地学习电子技术非常重要。

建议您加入“我的500”行动，这对您系统学习非常有益，具体方法详见“古木电子社区”(<http://gumu.eefocus.com/>)。

适度动手实践可点石成金

适度的动手实践可以强化理论知识的学习。在学习的早期，边动手操作、边进行理论知识的学习，具有点石成金的功效。

一个注意点

电子技术中的许多知识没必要死记硬背，忘了就让它暂时忘了，只要知道是怎么回事，用时知道能在哪里找到，找到之后会用即可。

不常用到的知识点一时记不住是正常的，学习的关键是理解。



及时辅导

初学者在学习中经常会遇到各种困难，为了帮助广大读者及时地解决这些难题，笔者与“与非网”合作，建立了以电子技术基础知识为主题的大型空中课堂平台——“古木电子社区”(<http://gumu.eefocus.com/>)。通过这个平台，大家可以互相联系，互相交流，共同进步。

致
礼！

江苏大学

胡斌

前言

▶▶▶ 本书亮点

笔者凭借多年的教学、科研和 70 余本著作写作的经验，精心组织编写了《读图时代丛书》之《音响电路识图入门突破》，希望引领初学者轻松而快捷地迈入音响技术领域。

人性化写作风格 赢得好评如潮	所谓人性化写作，是指以初学者为本，减轻读者阅读负担，提高阅读效率的崭新写作方式。作者在充分研究和考虑电子技术类图书的识图要素后，运用写作技巧及错位排版技巧，消除视觉疲劳，实现阅读高效率。 从回馈的读者意见看，人性化的写作风格受到了广大读者的欢迎，好评如潮： “太棒了”； “买了您好多书，现在还想买”； “一下子就被吸引了”； “这在课堂是学不到的”； “给了我这个新手巨大的帮助”； “与您的书是‘相见恨晚’”； “只三言两语，便如拨云见日，轻松地捅破了‘窗户纸’”； “以前是事倍功半，而现在是事半功倍”； 等等
双色印刷 提高阅读效率	为强化核心内容，增强记忆效果，书中的重点知识和核心内容采用红色印刷，图中的信号传输、电流流动示意等也采用红色印刷，重点突出，阅读方便
双栏排版 提高性价比	采用双栏、小 5 号字排版，信息量大，相同的篇幅容纳了传统版式 130% 的内容，大幅提高了性价比

▶▶▶ 本书知识

本书将帮助零起点的读者从基础的知识起步, 轻松而快速地系统掌握以下几个方面的实用基础知识。

专用音响元器件知识和概念学习	第1章系统地讲解了音响电路中的各种专用元器件, 这部分知识是学习后续各章的基础知识。同时, 了解有关音响技术名词的含义和概念对学好音响技术十分重要
深入掌握音频功率放大器工作原理	第2章系统而详尽地讲述了音响电路中的重要电路——音频功率放大器, 这部分内容的重要性是显然的, 应深入地掌握
音响设备中功能电路和辅助电路是学习难点	第3、4、5章讲述了音响设备中的众多功能电路和辅助电路, 音响设备一个显著特点是这方面电路非常丰富, 变化多, 是学习中的一个重点和难点
学好立体声调频收音电路并不容易	第6章讲解了立体声调频收音电路, 这部分电路的学习有难度, 要引起足够的重视。学好这部分电路对学习电视机中的伴音通道电路非常有利
了解双卡录音座电路	第7章讲解了双卡录音座电路中的放音通道电路和录音通道电路工作原理, 这部分电路工作在音频范围内, 电路变化比较丰富多彩, 通过学习这部分电路可以加强对音频电路的理解

▶▶▶ 友情辅导

笔者郑重承诺, 竭诚为读者服务! 邀请您网络实时交流中见!

本书相关交流资源:

古木电子社区	本人与“与非网”合作, 建立了以电子技术基础知识为主题的大型空中课堂平台——“古木电子社区”(http://gumu.eefocus.com/), 欢迎广大电子爱好者进入社区, 互相交流、共同进步
--------	--

在本书的编写过程中, 胡维保、陆孟君、陈政社、胡松、彭清平、陆明、王晓红、李萌、王伟、陈月香、陈晓社、金玉华、蔡月红参与了编写工作。

江苏大学
胡 斌

第1章 音响电路常用元器件和音响技术概念综述 1

1.1 音响器材常用元器件综述.....	2
1.1.1 驻极体电容话筒和扬声器.....	2
1.1.2 磁头.....	2
1.1.3 直流有刷电机.....	3
1.1.4 接插件.....	3
1.1.5 电子管.....	5
1.1.6 双声道CMOS耳机功放集成电路和功率场效应管.....	5
1.1.7 双联同轴电位器.....	6
1.1.8 变容二极管.....	6
1.2 音响技术名词和基本概念.....	7
1.2.1 声音三要素.....	7
1.2.2 立体声概念.....	8
1.2.3 听觉基本特性.....	9
1.2.4 音响技术重要定律和效应.....	10
1.3 常用信号.....	12
1.3.1 音频信号频率划分.....	12
1.3.2 收音电路常用概念.....	12
1.3.3 调幅信号波形.....	13
1.3.4 调频信号波形.....	14
1.3.5 平衡调幅、正交平衡调幅和立体声复合信号波形.....	15

第2章 音频功率放大器 17

2.1 音频功率放大器基础知识详解.....	18
2.1.1 电路结构和单元电路作用.....	18
2.1.2 甲类、乙类和甲乙类放大器.....	18
2.1.3 功率放大器的定阻式输出和定压式输出.....	21
2.1.4 推挽、互补推挽和复合互补推挽放大器.....	21
2.1.5 推挽输出级静态偏置电路.....	24
2.1.6 OTL功率放大器输出端耦合电容电路分析.....	26
2.2 多种分立元器件功率放大器.....	27
2.2.1 分立元器件复合互补推挽式OTL功率放大器.....	27
2.2.2 分立元器件OCL功率放大器.....	30
2.2.3 分立元器件BTL功率放大器.....	33
2.3 多种集成电路功率放大器详解.....	36
2.3.1 双声道 OTL 集成电路音频功率放大器.....	36

2.3.2	单声道OCL音频功率放大器集成电路	37
2.3.3	采用两个单声道集成电路构成的BTL电路	38
2.4	实用整机电路分析	40
2.4.1	合并式放大器的功率放大器电路分析	40
2.4.2	分立元器件功率放大器整机电路分析	41
2.5	主功率放大器保护电路	43
2.5.1	保护电路基本形式	43
2.5.2	过压保护电路和过载保护电路	44
2.5.3	聚合开关保护电路	45
2.6	胆机ABC	46
2.6.1	胆机简介	46
2.6.2	胆机技术性能指标和胆机使用	47
2.6.3	名牌电子管简介	48
2.7	音响放大器技术指标综述	49
2.7.1	三种用途的放大器	49
2.7.2	放大器技术性能指标	52
2.7.3	放大器性能指标与音质之间关系	59

第3章 功能转换开关、控制器和音箱保护电路 61

3.1	功能转换开关电路	62
3.1.1	功能转换开关电路的位置和种类	62
3.1.2	功能转换开关电路分析	62
3.2	音量控制器和音调控制器	65
3.2.1	音量控制器	65
3.2.2	音调控制器	66
3.3	响度控制器和立体声平衡控制器	69
3.3.1	响度控制器	69
3.3.2	立体声平衡控制器	70
3.4	音箱保护电路	73
3.4.1	继电器知识	73
3.4.2	继电器触点常闭式扬声器保护电路	75
3.4.3	另一种实用继电器触点常闭式扬声器保护电路	77
3.4.4	继电器触点常开式扬声器保护电路	78
3.4.5	多种集成电路构成的扬声器保护电路	80
3.5	音箱技术简介	87
3.5.1	扬声器质量对音质的影响	87
3.5.2	音箱的个性	88
3.5.3	音箱灵敏度	89
3.5.4	常见音箱结构和几种特殊音箱	90
3.5.5	书架音箱外形	94
3.5.6	低音	95

3.5.7	超低音音箱	96
3.6	音响系统中的线材	100
3.6.1	线材与视听	100
3.6.2	发烧级线材	101
第4章 静噪和降噪处理电路		105
4.1	静噪电路	106
4.1.1	静噪电路种类和基本工作原理	106
4.1.2	机内话筒录音静噪电路	107
4.1.3	开机静噪电路和选曲静噪电路	109
4.1.4	调频调谐静噪电路	110
4.1.5	开关操作静噪电路	110
4.1.6	停机静噪电路	111
4.1.7	专用静噪集成电路	113
4.1.8	动态降噪集成电路	114
4.2	杜比降噪系统	117
4.2.1	杜比 B 型降噪系统基本原理	117
4.2.2	杜比B型降噪集成电路LM1011N应用电路	121
第5章 分频电路、立体声扩展电路和声效处理电路		125
5.1	扬声器分频电路	126
5.1.1	分频电路种类	126
5.1.2	二分频扬声器电路	126
5.1.3	两种三分频扬声器电路	128
5.2	立体声扩展电路	129
5.2.1	频率分段合成方法	130
5.2.2	同相和反相分取信号扩展电路	130
5.2.3	界外立体声扩展电路	131
5.2.4	扬声器反相扩展电路	132
5.2.5	中间声场功放及扬声器电路	133
5.3	混响器	133
5.3.1	混响器的分类	134
5.3.2	模拟电子混响器	134
5.3.3	数字混响器	135
5.4	家庭影院解码器知识综述	137
5.4.1	综述	137
5.4.2	杜比AC-3	138
5.4.3	THX系统	142
5.5	家庭音响的五种系统	145
5.5.1	纯音乐系统	145
5.5.2	组合音响	149

5.5.3	家庭AV中心	150
5.5.4	家庭影院系统	150
5.5.5	家庭卡拉OK系统	155
5.5.6	筹建家庭音响组合系统的思考	156
5.6	音箱摆位与房间声学条件调控	157
5.6.1	听音室声学条件和改良方案	157
5.6.2	左、右声道主音箱摆位要素	160
5.6.3	其他音箱的摆位要求	163

第6章 立体声调频收音电路 165

6.1	立体声调频收音电路单元电路详解	166
6.1.1	调频收音电路高频放大器	166
6.1.2	调频收音电路本机振荡器	167
6.1.3	调频收音电路混频器	169
6.1.4	中频放大器	169
6.1.5	调频收音电路AFC电路和AGC电路	172
6.1.6	比例鉴频器	173
6.1.7	正交鉴频器	177
6.1.8	脉冲密度型鉴频器	178
6.1.9	立体声复合信号组成和立体声解码器种类	180
6.1.10	矩阵式立体声解码器	181
6.1.11	开关式立体声解码器	183
6.1.12	锁相环立体声解码器	183
6.1.13	去加重电路	185
6.2	实用调频收音电路	186
6.2.1	调频头电路	186
6.2.2	调频中频放大器和鉴频器电路	190
6.2.3	立体声解码器集成电路TA7343P分析	193
6.2.4	实用立体声解码器集成电路LA3361	198

第7章 双卡录音座放音通道电路和录音通道电路 201

7.1	放音通道电路	202
7.1.1	电路组成和作用	202
7.1.2	放音磁头和录放磁头输入电路	203
7.1.3	放音前置均衡放大器	209
7.1.4	后级放大器电路分析和故障检修	216
7.2	录音通道电路	220
7.2.1	录音放大器	220
7.2.2	录音输出电路	221
7.3	超音频振荡器及偏磁供给电路	227
7.3.1	超音频振荡器	227



7.3.2	偏磁供给电路及差拍消除电路	229
7.4	ALC电路	230
7.4.1	ALC电路基本原理	231
7.4.2	实用ALC电路	232

第1章

音响电路常用元器件和 音响技术概念综述



内容导航

音频电路应用十分广泛，凡是能发出声音的电路都使用了音频电路。

本章介绍的元器件主要是一些音响电路中使用频率比较高的元器件，只有掌握了这些元器件的主要特性，才能在音响电路分析中应对自如。

音响技术概念这一节中讲述了几十种常用技术名词、基本概念，为分析音响电路工作原理打下坚实基础。如果对这些常用技术名词、基本概念不明白，对电路分析、理解就会比较困难。



阅读要求及方法

全章内容要求了解，不必死记硬背。对于常用信号波形这部分内容则要求尽最大可能掌握。

本章内容所讲述的知识点具有不连续性，所以记忆有点困难，可以通过多次阅读来学习，只看一遍通常是不够的。

本章元器件相关内容对后面各章学习有一定的影响，如果阅读后面章节内容有困难时可再回来阅读本章元器件相关内容，这样也是学习元器件知识的一种好方法。

1.1 音响器材常用元器件综述

电子元器件有数百种，这里对一些常见音响电路中的元器件进行简要讲述。

1.1.1 驻极体电容话筒和扬声器

话筒是一种将声音转换成电信号的电声换能器件。

驻极体电容话筒是话筒中使用量最多的一种。

1. 驻极体电容话筒

驻极体电容话筒的输入和输出阻抗很高，在外壳内设置一个场效应管，作为阻抗转换器，为此这种话筒工作时需要直流工作电压，图 1-1 所示是驻极体电容话筒实物图和电路图形符号。

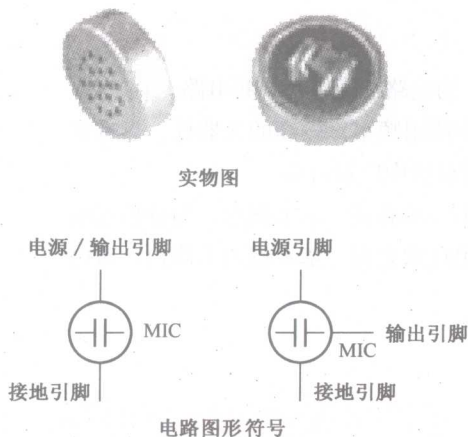


图 1-1 驻极体电容话筒照片和电路图形符号

特点提示

驻极体电容话筒频率特性好，在音频范围内幅频特性曲线平坦，灵敏度高，噪声小，音色柔和，输出信号电平比较大，失真小，瞬态响应性能好。缺点是工作性能不够稳定，低频段灵敏度随着使用时间的增长而下降，寿命比较短，需要直流电源，使用不够方便。

图 1-2 所示是驻极体电容话筒实用电路。电路中的 $C1$ 是话筒信号耦合电容，通过 $C1$ 的隔直通交作用，将话筒信号输出。两根引脚话筒电路中有一只电阻 $R1$ ，它是话筒内部场效应管漏极负载电阻（相当于三极管集电极负载电阻）。在一定范围内， $R1$ 的阻值大，话筒输出信号幅度大。

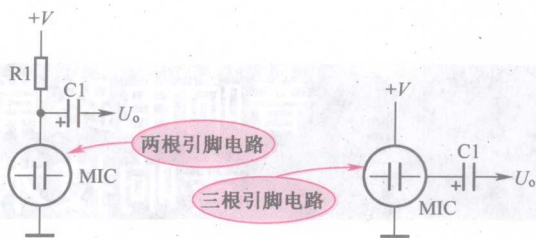


图 1-2 驻极体电容话筒实用电路

2. 扬声器

扬声器用来将电信号转换成声音，它种类较多，而且价格相差很大。电动式扬声器由于具有电声性能好、结构牢固、成本低等优点，被广泛应用于各种音响电器中。按照工作频率划分有低音扬声器、中音扬声器和高音扬声器等。

图 1-3 所示是扬声器电路图形符号和实物图。扬声器电路文字符号用 BL 表示，也有用 SP 表示的。



图 1-3 扬声器电路图形符号和实物图

1.1.2 磁头

磁头的外壳材料有两种情况：一是塑料外壳，为白色或黑色，这是抹音磁头；二是金属外壳的磁头，这是录放磁头或放音磁头、录音磁头。

图 1-4 所示是磁头实物图和电路图形符号,在卡座和录音机中可大量见到这种磁头,它用于电信号与磁信号之间的相互转换。

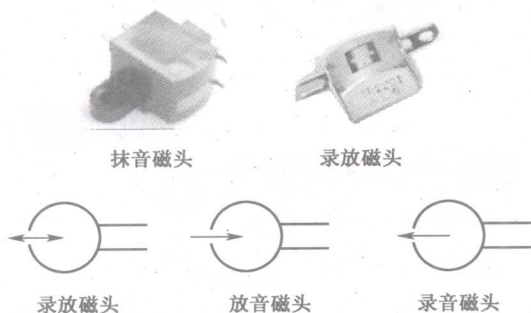


图 1-4 磁头实物图和电路图形符号

重要提示

录放磁头箭头是双向的,形象地表示能放音也能录音;放音磁头箭头朝里,形象地表示这一磁头的功能是放音,它从磁带上拾取剩磁信号,转换成电信号加到后面电路中;录音磁头箭头表示这种磁头将电信号转换成磁信号磁化磁带。

1.1.3 直流有刷电机

录音机和卡座使用直流有刷电机,且为直流电子稳速电机,外壳内有电子稳速电路。

1. 外形特征和电路图形符号

图 1-5 所示是直流有刷电机外形特征和电路图形符号。

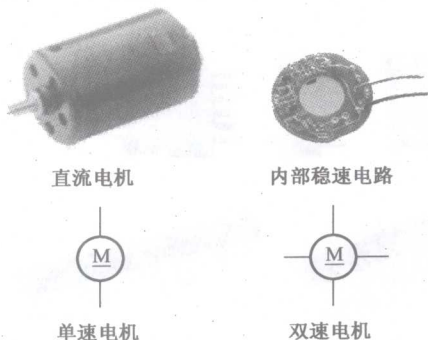


图 1-5 直流有刷电机外形特征和电路图形符号

单速电机有两根引线,一根是电源正极引线,另一根是接地引线;双速电机有 4 根引线,一根是电源正极引线,一根是接地引线,另外两根是转速控制引脚,没有极性之分。

2. 直流电机电源供给电路

图 1-6 所示是两种直流电机电源供给电路。一种是控制直流电机的电源引脚, S1 接通时直流电压 +V 加到电机 M 电源引脚正极,电机转动。另一种是控制电机的地线回路,当 S1 接通时电机 M 通过地线构成回路,这时才能有电流流过电机,电机才能转动。

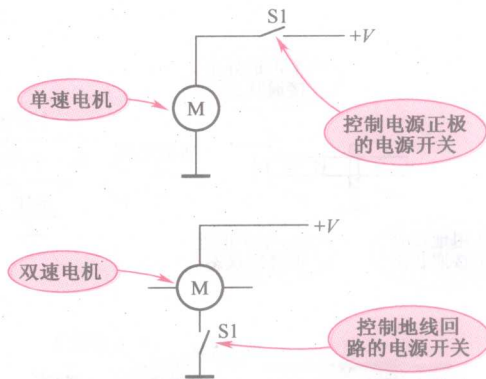


图 1-6 两种直流电机电源供给电路

1.1.4 接插件

音响类接插件比较多,主要有两大类:用于电子电器与外部设备连接的接插件和用于电子电器内部电路板之间线路连接的接插件。

1. 单声道 $\phi 3.5$ 插头插座

图 1-7 所示是单声道 $\phi 3.5$ 插头插座外形特征和电路图形符号,另有一种与此类似的双声道插头插座。通过这种插头插座可以将两台音响设备之间连接起来。插座通过槽纹螺母固定在机壳上,常态下插头不与机器相连接。

2. 双声道插头插座

图 1-8 所示是双声道插头插入双声道插座后的各触点接触状态示意图。

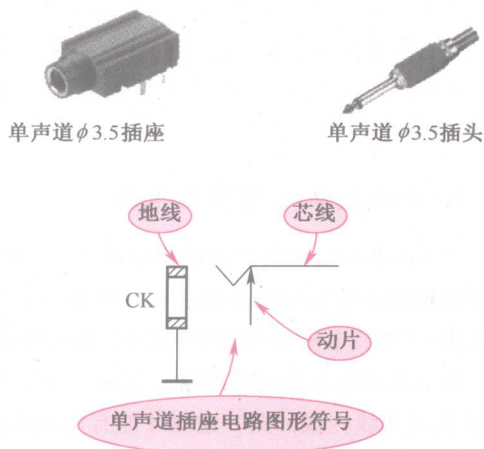


图 1-7 单声道 $\phi 3.5$ 插头插座外形特征和电路图形符号

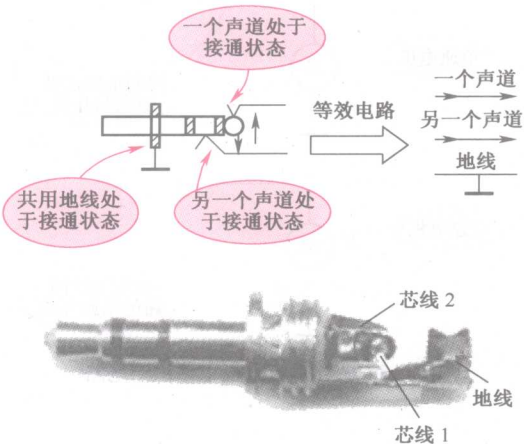


图 1-8 各触点接触状态示意图

双声道插头插入双声道插座后，插头上的地线与插座的地线接触上，插头上两个芯线触点与插座上对应的两个芯线接触上，这样形成两条独立的信号传输线，构成双声道传输电路。

3. 针形插头插座

图 1-9 所示是针形插头插座实物图，这种插头插座都是单声道结构。针形插头插座广泛用于各种音响和视频设备中，用来传输音频信号、数码音频流和视频信号等。

4. 卡侬插头

图 1-10 所示是卡侬插头，称 XLR 插头，这种插头体积较大，有公插头和母插头之分，国际

上通用的做法是公插头作为信号的输出端插头，母插头作为信号的输入端插头。

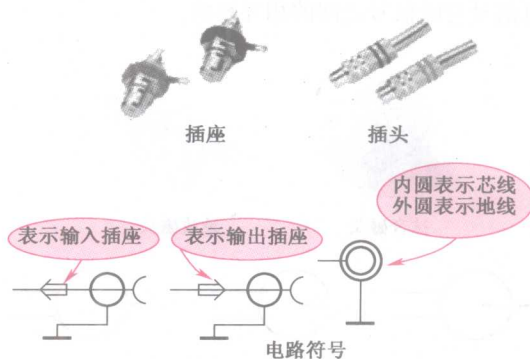


图 1-9 针形插头插座实物图



图 1-10 卡侬插头

重要提示

卡侬插头共有 3 根引脚，所以用于平衡式输入或输出，平衡传输比不平衡传输质量要高，主要是抗干扰能力大大增强，只是电路比较复杂。卡侬插头也可以用于不平衡传输的线材上。卡侬插头常用于话筒等专业器材上，在一些顶级的家用音响器材上也使用这种插头。

5. 电路板接插件

图 1-11 所示是几种电路板接插件的实物图。

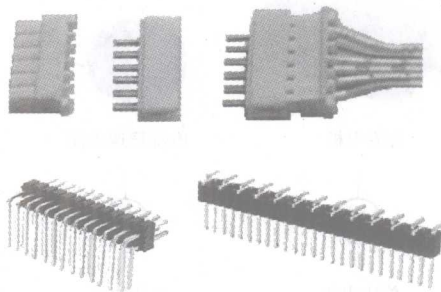


图 1-11 几种电路板接插件的实物图

电路板接插件用来进行两块电路板之间电路的连接,这种接插件装在机器内部的电路板上。

1.1.5 电子管

电子管也称真空管,它是电压控制放大器件,即只要有栅压没有栅流也能得到板极电流。音响中音色迷人的胆机就是用名贵电子管制成的。

1. 外形特征

图 1-12 所示是电子管和裸机实物图。电子管体积大小不一,大功率的电子管体积如同一只小口径的保温瓶胆,小的电子管体积比拇指还要小。电子管外壳通常是玻璃的。电子管有许多引脚,它插在底板上的专用管座中,电子管通电后可以看到管内灯丝的亮光。



电子管

裸机

图 1-12 电子管和裸机实物图

2. 电路图形符号

图 1-13 所示是几种电子管电路图形符号。电子三极管其功能相当于晶体三极管,有阴极、屏极、栅极,还有灯丝,阴极相当于晶体三极管发射极,屏极相当于集电极,栅极相当于基极。五极管在栅极与屏极之间加了两个栅极, $g1$ 称为控制栅极, $g2$ 称为帘栅极, $g3$ 称为抑制栅极。

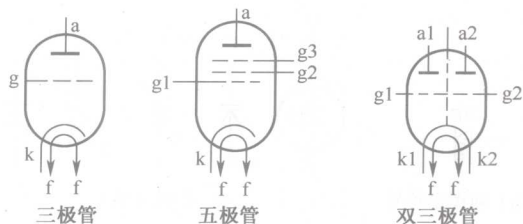


图 1-13 几种电子管电路图形符号

1.1.6 双声道 CMOS 耳机功放集成电路和功率场效应管

1. 双声道 CMOS 耳机功放集成电路

CMOS 功放集成电路具有电子管放大器的特性,音色优美。图 1-14 所示是 SC1308L 外形示意图和内电路,它是低压供电的双声道 CMOS 耳机功放集成电路。

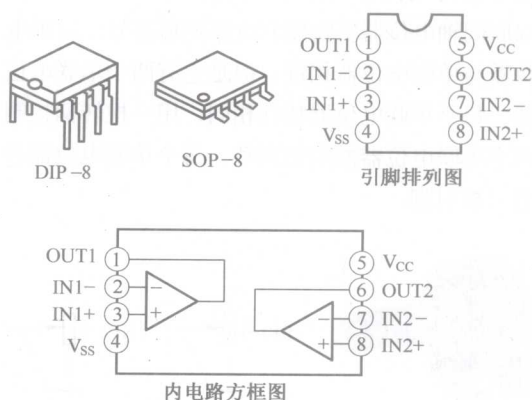


图 1-14 集成电路 SC1308L 外形示意图和内电路

2. 功率场效应管

由于功率场效应管将电子管和功率晶体三极管的优点集于一身,因此广泛用于电压放大、功率放大器中。

图 1-15 所示是 VDMOS 功率场效应管外形

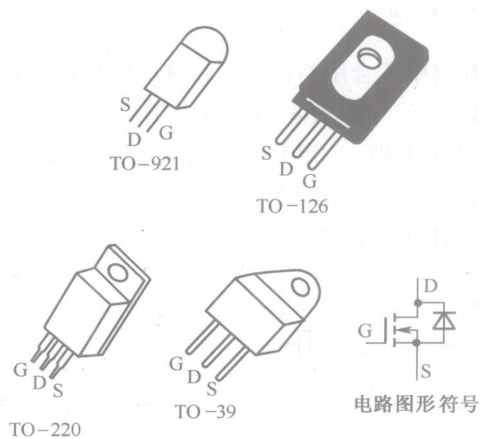


图 1-15 VDMOS 功率场效应管外形示意图和电路图形符号