

 **电子技能速成课堂** 

音频

功率放大器

..... 胡斌 编

● 轻松学习 ● 专家辅导 ● 高速进步



本书在国内首度推出

“理论学习+套件装配+伴随服务”

三位一体的学习新模式



化学工业出版社

 **电子技能速成课堂** 

音频 功率放大器



化学工业出版社

· 北京 ·

本书包括 5 部分内容。第 1 章全面介绍了音响基础知识、三极管放大基础知识。第 2 章讲解三极管的各类直流偏置电路、集电极直流电路和发射极直流电路的工作原理。第 3 章介绍了三种基本放大器,详细对多种分立元器件的音频功率放大器进行深度讲解。第 4 章讲解了集成电路前置放大器、OTL、OCL 和 BTL 音频功率放大器。第 5 章从多种角度介绍了各类放大器电路故障的检修思路、方法和具体操作过程。每一部分都带有扩展阅读。

作者采用人性化的写作方式,精心编排了初学者学习音频功率放大器的必备知识。所谓人性化写作是以初学者为本,减轻读者阅读负担,提高阅读效率的崭新写作方式。在充分研究和考虑电子技术类图书的识图要素后,运用写作技巧及排版技巧,消除视觉疲劳,实现阅读高效率。

本书面对零起点的读者,帮助读者从基础的知识起步,轻松而快速地系统掌握音频功率放大器的实用基础知识。

图书在版编目(CIP)数据

音频功率放大器/胡斌编. —北京:化学工业出版社,
2012.2
(电子技能速成课堂)
ISBN 978-7-122-13256-7

I. 音… II. 胡… III. 音频功放 IV. TN722.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 004233 号

责任编辑:宋 辉
责任校对:陶燕华

文字编辑:徐卿华
装帧设计:王晓宇

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:北京市振南印刷有限责任公司
装 订:三河市万龙印装有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张 19 字数 438 千字 2012 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

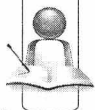
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.80 元

版权所有 违者必究

前言

电子技能速成课堂



音频功率放大器

DIANZI JINENG SUCHENG KETANG
YINPIN GONGGLV FANGDAQI



本书亮点

本书是笔者在国内首推“理论学习+ 套件装配+ 伴随服务”三位一体学习新模式的第一本书。

笔者凭借多年的教学、科研和 100 余本著作的以读者为本的写作经验，精心编写了电子技能速成课堂之《音频功率放大器》，希望引领初学者轻松而快捷迈入音频放大器领域。

笔者采用人性化的写作方式，精心编排了初学者学习音频功率放大器的必备知识。所谓人性化写作是以初学者为本，减轻读者阅读负担，提高阅读效率的崭新写作方式。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，这种写作风格适合大多数读者，好评如潮：“太棒了”；“慕名而来”；“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”；“给了我这个新手的巨大帮助”；“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’，而且还是在‘轻松’的感觉中完成的”；“以前是事倍功半，而现在是事半功倍”。等等。



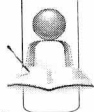
本书内容

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音频功率放大器的实用基础知识。

全面了解相关基础知识	第一部分较为全面地介绍了音响基础知识、三极管放大基础知识，以及放大器、接地、集成电路三个方面的扩展阅读
掌握直流偏置电路	第二部分系统而全面讲解了三极管的各类直流偏置电路、集电极直流电路和发射极直流电路工作原理，包括有关元器件知识的扩展阅读
深度掌握基本放大器和音频功率放大器	第三部分首先重点讲述了三种基本放大器，详细而系统地对多种分立元器件的音频功率放大器进行深度讲解。包括有关信号知识点的扩展阅读
深入掌握集成电路音频功率放大器	第四部分系统而详尽地讲解了集成电路前置放大器、OTL、OCL 和 BTL 音频功率放大器。同时，讲解了部分元器件特性曲线扩展阅读
动手能力培养	第五部分从多种角度讲述了各类放大器电路故障的检修思路、方法和具体操作过程，特别是从电路板上找出元器件、关键测试点和根据电路板画出电原理图等广大初学者最为需要的知识，实用性和指导性强

前言

电子技术速成课堂



音频功率放大器

DIANZI JINENG SUCHENG KETANG
YINPIN GONGLV FANGDAQI

读者伴随服务

编者永久性实名认证新浪微博：古木电子胡斌；QQ 微博：古木电子胡斌。读者伴随服务设在淘宝的“古木电子@读者伴随服务”，有关读者伴随服务动态见微博广播。

读者交流

自 9 年前开通 QQ 实时辅导以来，笔者回答了数以千计读者学习中遇到的问题，由于读者数量日益庞大，一对一的回答愈来愈困难，加上应广大读者相互交流的需求，笔者已与国内知名电子类网站——与非网结成战略合作伙伴，建立全国第一家以电子技术基础为特色的大型空中课堂平台，即“古木电子社区”。读者请直接进入 gumu.eefocus.com，在那里有众多读者和同行可以相互交流。

社区设有“我的 500”创新型成才平台，欢迎更多有志人士加盟新型的成才通道。希望广大朋友在这一网络平台中轻松学习，快乐成长，结伴交流，共同进步，走向成功！

笔者欲通过本拙作和网络中的“古木电子社区”平台，为您在学习电子技术入门之道中“指点江山”，教您方法，给您思路，随您奋力搏击，努力学习直到开花结果。

胡 斌

**1 第一部分****1 入门基础知识**

第一讲	音响电路基本概念和基础知识	002
第二讲	全方位了解电子技术学习过程	009
第三讲	三极管放大电路基础知识	016
第四讲	放大器知识点扩展阅读	034
第五讲	接地知识点扩展阅读	049
第六讲	集成电路接地和电源引脚电路知识扩展阅读	065

2 第二部分**2 直流偏置电路**

第一讲	三极管直流偏置电路	076
第二讲	三极管集电极直流电路和发射极直流电路	089
第三讲	多级放大器中直流偏置电路和甲乙类放大器直流偏置电路	100
第四讲	部分元器件知识点扩展阅读	113

3 第三部分**3 基本放大电路和音频功率放大器**

第一讲	三极管构成的三种基本放大器	132
第二讲	音频功率放大器重要基础知识	144
第三讲	分立元器件 OTL 功率放大器中输出电容电路	156
第四讲	分立元器件复合互补推挽式 OTL 功率放大器	158
第五讲	分立元器件 OCL 功率放大器	161
第六讲	分立元器件 BTL 功率放大器	167
第七讲	变压器耦合推挽功率放大器	171
第八讲	信号知识点扩展阅读	174

4 第四部分**4 集成音频功率放大器电路**

第一讲	集成电路音频前置放大器	184
-----	-------------	-----



第二讲	单声道 OTL 音频功率放大器集成电路	187
第三讲	双声道 OTL 音频功率放大器集成电路	194
第四讲	OCL 和 BTL 音频功率放大器集成电路	198
第五讲	部分元器件特性曲线	207

5 第五部分

功率放大器电路故障检修

Page

249

第一讲	单级放大器和多级放大器故障处理方法	250
第二讲	音量控制器故障处理方法	259
第三讲	音频功率放大器故障处理方法	264
第四讲	寻找电路板上关键测试点方法	277
第五讲	寻找电路板上元器件方法	283
第六讲	寻找电路板上信号传输线路方法	290

附录

Page

有源音箱装配指导书

292

参考文献

Page

296

大学
数学
基础

第

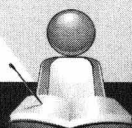
一

部分

入门基础知识



第一讲



音响电路基本概念和基础知识

1. 响度解说

一个电信号可以用幅值、频率和相位三个参量来表达。通常用响度、音调和音色三个参量来表示声音的特性，这三个参量俗称声音三要素。

响度可通俗地说成音量。与声音强度有关的主观感觉可用响度来表示。

响度表示听音时人耳对声音强弱的主观感受，它主要与声波振幅有关。

当调整音响设备的音量电位器使音量增大时，便能感受到声音在增大。音量开大后，功率放大器馈入扬声器的电功率增大，扬声器纸盆振动的振幅增大，声波振幅增大，主观感受声音增大了。

如图 1-1 所示，响度的大小除与声波振幅有关外，还与声波频率有关，人耳听觉在中频段比较灵敏，而在低频段和高频段比较迟钝，要在两端获得与中频段相同的响度，就要提高低频段、高频段声波的振幅，而且频率愈低或愈高，要求的声压级愈高。

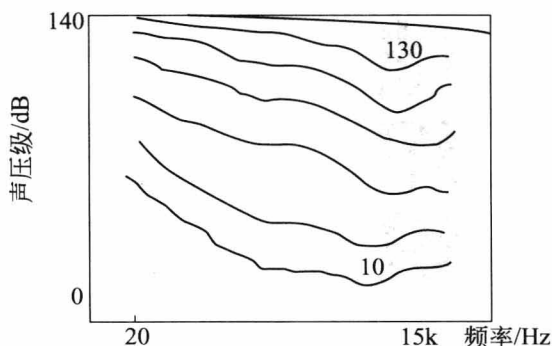


图 1-1 响度与声波频率的关系

人耳对高频段、低频段声音的感知灵敏度还与声音的强度大小有关。声音愈小，人耳对高、低频段的感知灵敏度愈低。

正因为人耳的上述听觉特性，再加上人们居住条件等因素的限制，在室内听音时不



可能将音响的音量开得较大，这样由于对高音和低音的感知欠灵敏，导致听音时感觉低音不够丰满、柔和，高音不够明亮、纤细，音响效果不佳。为了弥补人耳的上述不足，在音响设备中设有响度补偿电路，用来在较小音量下分别提升放大器的高频和低音信号输出。

2. 音调解说

音调又称音高，它反映了声波频率的高低。平时所说的女高音、男低音就是指音调的高低。

各种乐器、声源的发声频率都有一个范围。例如，低音提琴的频率较低，高频段发声能力差。而小提琴的频率较高，可以用来表现高音域节目。

根据生理声学和心理声学的研究成果表明，低音给人以丰满、柔和的感受，中音给人以雄壮、有力的感受，高音给人以明亮、纤细的感受。例如，运动员进行曲以中音成分为主，如果以低音或高音为主则不会达到雄壮的效果。

不同频率的声响对人的心理感受是不同的。

为了满足不同人群的听音喜好，在音响设备中设置了音调控制器，如图 1-2 所示是频率为 330Hz 的音调控制特性曲线，可以提升和衰减音频信号中的 330Hz 信号。

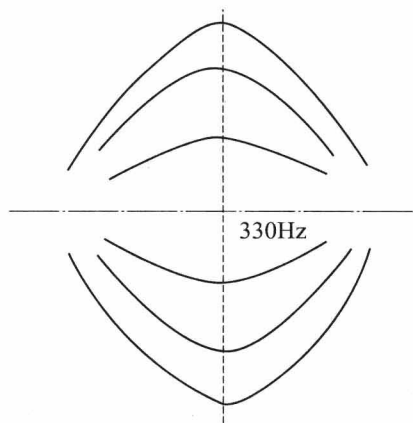


图 1-2 频率为 330Hz 的音调控制特性曲线

3. 音色解说

音色是指声音的色彩和特性，它主要取决于声音基频的频谱，就是谐波组成的成分、比例和声音的持续时间、声音的建立和衰变等因素，也就是取决于频谱中的泛音成分。此外，它也与基频和强度的影响有关。

音色代表了音源的特色和个性，各种声源都有它特定的音色，而且各不相同。人的耳朵在辨别两个声源时，就是根据音色去区分它们的。

对乐器来说，音色是很重要的。同样一种乐器，比如相同的几把小提琴，它们的音色有很大差别。对于音响设备而言，用同一盘磁带放音，但由于机器的性能不同，重放声音的音响效果就不一样，其中重要的一点是两台音响设备重放节目时声音的音色不同。

由于音色与声音基波的高次谐波大小、比例等因素有关，这就要求机器在放大、处理信号时能不失真地按这些谐波的大小和比例重放。对于频率不高的基波来说，一般放大器都能不失真地放大、重放，可基波的高次谐波频率却是很高的，而且频率成分丰富，要想不失真地放大和重放这些谐波，对放大器和音箱等的要求就很高了。

4. 立体声与高保真解说

什么样的声音是立体声呢？在日常生活中听到的声音就是立体的，这就是立体声，它的含义比较丰富，包括了声源的距离、方向、角度、移动的还是静止，人们听到的这种声音场称之为自然声场。

立体声与高保真不是同一回事，将它们混为一谈是错误的。立体声是指听到的声音具有声像的移动感、空间感、临场感等方向感。高保真是指通过音响设备重放出来的声音各种畸变之小，以致人耳无法觉察。立体声的音响设备不一定是高保真的，只有建立在高保真前提下的立体声音响设备才能达到高保真特性。

5. 双声道立体声解说

平时所讲的立体声，一般是指从双声道录放音系统出来的声音，但是双声道立体声距离真正的从自然声场中听到的立体声还差得很多。如图 1-3 所示曲线表明了双声道的立体声效果。

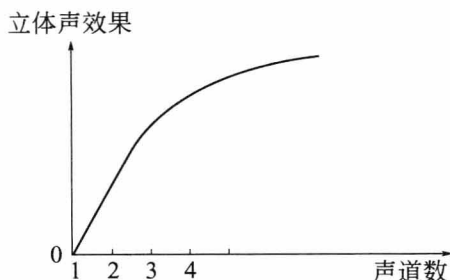


图 1-3 双声道的立体声效果示意图

选择双声道制式是出于降低成本的考虑。另外，如果再增加声道的数目也不能有效地提高立体声效果。除双声道立体声外，还有三声道、四声道等。目前，音响设备一般都是双声道的。双声道音响中，要求从节目源到扬声器都是左、右声道分开，彼此独立。

6. 声道概念解说

如图 1-4 所示，双声道立体声系统中使用左、右两个声道记录、重放信号，左侧的称为左声道，右侧的称为右声道，左、右声道的电路是完全对称的，即两个声道的频率响应特性、增益等电声指标相同，但是左、右声道中处理、放大的信号是有所不同的，主要是它们的大小和相位特性不同，所以将处理、放大不同相位特性信号的电路通路称为声道。

现代音响设备除双声道信号处理方式外，还具有多声道处理方式。

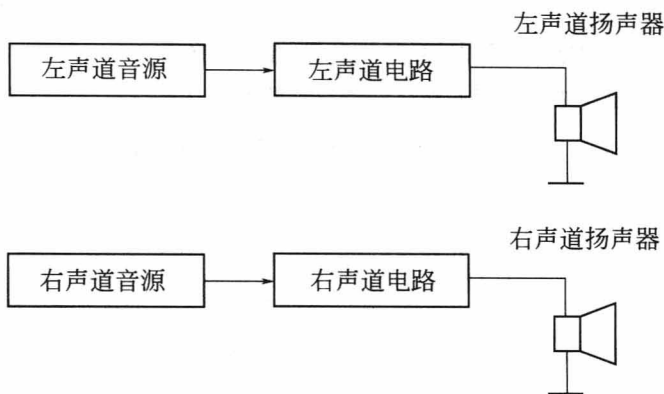


图 1-4 双声道立体声系统示意图

7. 环绕声道概念解说

在许多音响设备中设有环绕声道，这往往是后置环绕声道，这种音响设备中除左、右声道外，在听音区的背后还设有两只小音箱，即环绕音箱，从这两只音箱中出来的声音为环绕声，将有关后方的声音信息重现出来。

8. 听觉辨别力和容许畸变量解说

人的感觉器官有许多特性，这些特性过去只与心理学、生理学的研究有关，而现在已影响到音响设备的设计。

人耳在听音时存在着对各种性质声音辨别能力的问题，声音的畸变量小到人耳无法分辨清楚时，可以认为高保真音响系统已达到了主观保真的程度。由于高保真音响系统不可避免地存在不能完全保真的因素，因此只要使这些失真量控制在人耳无法分辨清楚的水平之内时，便可以获得高质量、高保真的音响效果。

音响设备中，有许多电路都是根据人耳的有关特性进行设计，例如著名的杜比降噪系统。

9. 可闻声范围解说

一般来说，可闻声的频率范围为 $20 \sim 20000\text{Hz}$ ，且与人的年龄有关，年龄超过 25 岁，对 15kHz 以上声音听音灵敏度明显下降，且逐年下降。对可闻声的声压级来讲，一般 0dB 以上是可闻的。当声压级大到 120dB ，由于声音太响，人耳会感到不舒服。

10. 声波室内外传播特性解说

在室内，声源发出的声波可以沿地面传播，也可以进入大气层后由于折射使声波返回地面传播。在室外，声源以球面波的形式发散，到达听音者的只有直达声。

当声源在室内传播时，除了直达声之外还有经墙壁、天花板等物体的反射声，这些反射声的总和称为混响声。室内声场可以看成是直达声和混响声的叠加。直达声和混响声是不相干的，所以它们在空间的叠加表现为声能密度相加。

在室内，靠近声源处的总声压级以直达声为主，混响声可以不计。在远离声源处则

是以混响声为主，直达声可以忽略不计，此时总声压级与声源的距离无关。

11. 频率域、时间域和空间域主观感觉概念解说

表 1-1 所示是频率域、时间域和空间域主观感觉概念解说。

表 1-1 频率域、时间域和空间域主观感觉概念解说

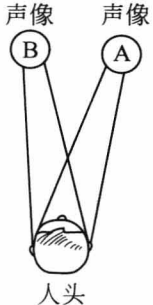
名 称	解 说
频率域主观感觉	频率域中最重要的主观感觉是音调,像响度一样,音调也是一种听觉的主观心理量,它是听觉判断声音调门高低的属性。 心理学中的音调和音乐中音阶之间的区别是,前者是纯音的音调,而后者是音乐这类复合声音的音调。复合声音的音调不单纯是频率解析,也是听觉神经系统的作用,受到听音者听音经验和学习的影响
时间域主观感觉	如果声音的时间长度超过大约 300ms,那么声音的时间长度增减对听觉的阈值变化不起作用。对于音调的感受也与声音的时间长短有关。当声音持续的时间很短时,听不出音调来,只是听到“咔嚓”一声。声音的持续时间加长,才能有音调的感受,只有声音持续数十毫秒以上时,感觉的音调才能稳定。 时间域的另一个主观感觉特性是回声
空间域主观感觉	人耳用双耳听音比用单耳听音具有明显的优势,其灵敏度高、听音阈值低、对声源具有方向感,而且有比较强的抗干扰能力。在立体声条件下,用扬声器和用立体声耳机听音获得的空间感是不相同的,前者听到的声音似乎位于周围环境中,而后者听到的声音位置在头的内部,为了区别这两种空间感,将前者称为定向,后者称为定位

12. 音响技术重要定律和效应解说

表 1-2 所示是音响技术重要定律和效应解说。

表 1-2 音响技术重要定律和效应解说

名 称	解 说
听觉的韦伯定律	韦伯定律表明了人耳听声音的主观感受量与客观刺激量的对数成正比关系。当声音较小,增大声波振幅时,人耳的主观感受音量增大较大;当声音强度较大,增大相同的声波振幅时,人耳主观感受音量的增大较小。 根据人耳的上述听音特性,在设计音量控制电路时要求采用指数型电位器作为音量控制器,这样均匀旋转电位器转柄时,音量是线性增大的
听觉的欧姆定律	著名科学家欧姆发现了电学中的欧姆定律,同时他还发现了人耳听觉上的欧姆定律,这一定律揭示:人耳的听觉只与声音中各分音的频率和强度有关,而与各分音之间的相位无关。根据这一定律,音响系统中的记录、重放等过程的控制可以不去考虑复杂声音中各分音的相位关系。 人耳是一个频率分析器,可以将复音中的各谐音分开,人耳对频率的分辨灵敏度很高,在这一点上人耳比眼睛的分辨度高,人眼无法看出白光中的各种彩色光分量

名 称	解 说
掩蔽效应	环境中的其他声音会使听音者对某一个声音的听力降低,这称之为掩蔽。当一个声音的强度远比另一个声音大,当大到一定程度而这两个声音同时存在时,人们只能听到响的那个声音存在,而觉察不到另一个声音存在。掩蔽量与掩蔽声的声压有关,掩蔽声的声压级增加,掩蔽量随之增大。另外,低频声的掩蔽范围大于高频声的掩蔽范围。 人耳的这一听觉特性给设计降低噪声电路提供了重要启发。磁带放音中,有这样的听音体会,当音乐节目在连续变化且声音较大时,不会听到磁带的本底噪声,可当音乐节目结束(空白段磁带)时,便能感觉到磁带的“咝……”噪声存在。 为了降低噪声对节目声音的影响,提出了信噪比(S/N)的概念,要求信号强度比噪声强度足够大,这样听音便不会觉得有噪声的存在。一些降噪系统就是利用掩蔽效应的原理设计而成的
双耳效应	双耳效应的基本原理是:如果声音来自听音者的正前方,此时由于声源到左、右耳的距离相等,从而声波到达左、右耳的时间差(相位差)、音色差为零,此时感受出声音来自听音者的正前方,而不是偏向某一侧。声音强弱不同时,可感受出声源与听音者之间的距离  人头
哈斯效应	哈斯的实验证明:在两个声源同时发声时,根据一个声源与另一个声源的延时量不同时,双耳听音的感受是不同的,可以分成以下三种情况来说明。 ①两个声源中一个声源与另一个声源的延时量在 $5\sim 35\text{ms}$ 以内时,就好像两个声源合二为一,听音者只能感觉到超前一个声源的存在和方向,感觉不到另一个声源的存在。 ②若一个声源延时另一个声源 $30\sim 50\text{ms}$,已能感觉到两个声源的存在,但方向仍由前导所定。 ③若一个声源延时量大于另一个声源为 50ms 时,则能感觉到两个声源的同时存在,方向由各个声源来确定,滞后声为清晰的回声。 哈斯效应是立体声系统定向的基础之一
德·波埃效应	它是立体声系统定向的另一基础。德·波埃效应的实验是:放置左、右声道两只音箱,听音者在两只音箱对称线上听音,给两只音箱馈入不同的信号,可以得到以下几个定论。 ①如果给两只音箱馈入相同的信号,即强度级差 $\Delta L=0$,时间差 $\Delta t=0$,此时只感觉到一个声音,且来自两只音箱的对称线上。 ②如果两只音箱的强度级差 ΔL 不为 0,此时听音感觉声音偏向较响的一只音箱,如果强度级差 ΔL 大于等于 15dB,此时感觉声音完全来自较响的那一只音箱。 ③如果强度级差 $\Delta L=0$,但两只音箱的时间差 Δt 不为 0,此时感觉声音向先到达的那只音箱方向移动。如果时间差 Δt 大于等于 3ms 时,感觉声音完全来自先到达的那只音箱方向

续表

名 称	解 说
劳氏效应	劳氏效应是一种立体声范围的心理声学效应。劳氏效应揭示：如果将延迟后的信号再反相叠加在直达信号上，会产生一种明显的空间感，声音好像来自四面八方，听音者仿佛置身于乐队之中
匙孔效应	单声道录放系统使用一只话筒录音，信号录在一条轨迹上，放音时使用一路放大器和一只扬声器，所以重放的声源是一个点声源，如同听音者通过门上的匙孔聆听室内的交响乐，这便是所谓的匙孔效应
浴室效应	身临浴室时有一个切身感受，浴室内发出的声音，混响时间过长且过量，这种现象在电声技术的音质描述中称为浴室效应。当低、中频某段夸张，有共振、频率响应不平坦、300Hz 提升过量时，会出现浴室效应
多普勒效应	多普勒效应揭示移动声音的有关听音特性：当声源与听音者之间存在相对运动时，会感觉某一频率所确定的声音其音调发生了改变，当声源向听音者接近时是频率稍高的音调，当声源离去时是频率稍降低的音调。这一频率的变化量称为多普勒频移。移近的声源在距听音者同样距离时比不移动时产生的强度大，而移开的声源产生的强度要小些，通常声源向移动方向集中
李开试验	李开试验证明：两个声源的相位相反时，声像可以超出两个声源以外，甚至跳到听音身后。 李开试验还提示，只要适当控制两声源（左、右声道扬声器）的强度、相位，就可以获得一个范围广阔（角度、深度）的声像移动场



第 二 讲



全方位了解电子技术学习过程

有位大四的学生在网络中曾这样表达了他的学习感受，大意是：几年的电子技术学习过程如同夜间行走在一条没有路灯的大街上，不知道这条街通往何处，也没办法看到大街两旁的风景。

这种感受显然是对电子技术缺乏一个整体了解，是为了应付学业而学习，或是为了对付考试而学习，整体上讲存在这样感受的同学为数不少，只是这位同学生动而形象地表达出来了。

显然，如果在学习一门课程前对所学内容有一个初步了解对学习是有益的。

1. 电子技术主要学习内容

学好电子技术，打好扎实的基础需要掌握哪些知识？初学者在学习之初能有所了解，学习就会心中有数，有的放矢。

电子技术入门学习内容综述如下。

(1) 元器件知识 元器件是构成整机电路的基本元素，是入门学习的重中之重。

(2) 电路分析

- ① 功能分析。
- ② 种类分析。
- ③ 直流电路分析。
- ④ 交流电路分析。这其中包括：
 - 一是信号传输分析；
 - 二是频率分析；
 - 三是时点分析；
 - 四是相位分析；
 - 五是条件分析。
- ⑤ 元器件作用分析。
- ⑥ 等效分析。
- ⑦ 电路故障分析。

(3) 动手技能

- ① 工具操作技能。

- ② 专用材料知识。
- ③ 焊接技术。
- ④ 拆装技术。
- ⑤ 检测仪器仪表操作技能。

(4) 修理理论

- ① 故障检查方法。
- ② 故障发生规律。
- ③ 故障机理。
- ④ 逻辑判断及推理。
- ⑤ 故障处理对策及操作技能。

(5) 综合能力

- ① 电路调试技术。
- ② 识别电路板上元器件。
- ③ 根据电路板画电路原理图。
- ④ 同功能不同形式电路分析。
- ⑤ 资料支持。
- ⑥ 电路设计。

2. 电子元器件知识主要学习内容

表 1-3 所示是电子元器件学习内容说明。

表 1-3 电子元器件学习内容说明

名 称	说 明
识别	认识元器件(如元器件外形特征识别)。 友情提示:如果学习电子技术连电子元器件啥样都不清楚,试问这个电子技术如何去学好呢,很显然学习的第一步是去了解电子元器件的外形特征。 这部分知识要求掌握
	识别元器件引脚(极性,引脚排列顺序)。 友情提示:一个元器件至少有两根引脚,有的元器件会有数十根引脚,要了解这些引脚的具体作用,掌握多引脚元器件的引脚分布规律,以便方便而轻松地识别各引脚作用。识别元器件引脚无论是分析电路工作原理还是检修电路故障均非常重要。 这部分知识要求掌握
	参数表示方法(直标法、色标法、数字字母混标法等)。 友情提示:这是非常重要的知识,许多元器件都有标称值,也会有多种方法来表示,只有掌握了这些方法才能认识这些元器件的标称值,才会在电路分析、电路设计和电路故障检修中运用。 这部分知识要求掌握
	型号命名方法。 友情提示:电子元器件都有一套命名方法,在更换元器件,或是进行电路设计时,都需要通过元器件型号在元器件手册中查找相关技术参数,例如三极管、集成电路等。 这部分知识要求了解