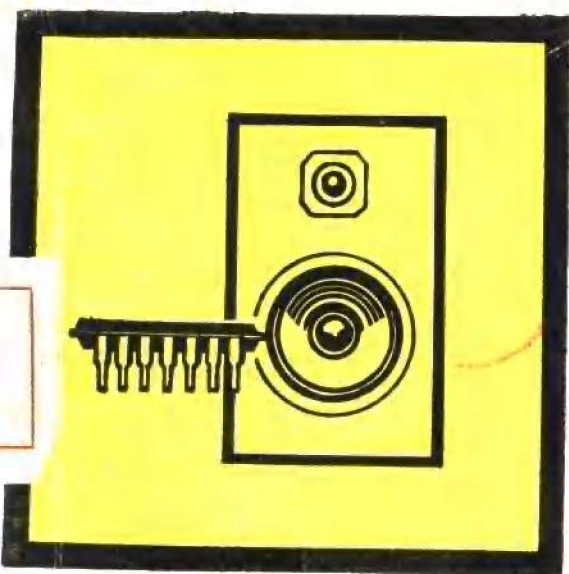


无线电爱好者丛书

音响集成电路及其应用

赵保经 伍利威 余国荣 编著



内 容 提 要

本书比较系统地介绍了各类音响集成电路的特点、工作原理、性能指标和实际应用方法，着重阐明了国内外广泛应用的，我国业已生产的，或大量引进的六大类音响集成电路的典型产品——收音机和收录机中常用的集成电路。分析了这些电路的工作原理，介绍它们典型应用电路与调试方法。书末还附有国内外常见音响集成电路的品种、型号、外形和术语解释等。

无线电爱好者丛书

音响集成电路及其应用

赵保经 伍利威 余国荣 编著

责任编辑：沈成衡

*

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

*

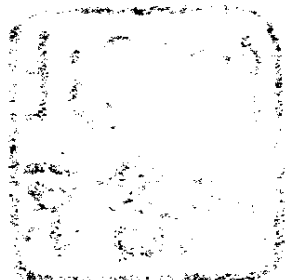
开本：787×1092 1/32 1984年7月第一版

印张：10 20/32 页数：170 1984年7月河北第一次印刷

字数：241千字 插页：4 印数：1—94,000册

统一书号：15045·总2868-无6281

定价：1.00元



序

音响电子设备是最早的电子产品之一。以收音机来说，它已经历了六十多年的发展历史，但音响集成电路却是近十余年来才出现的新兴电子产品。在这短短的时间内，音响集成电路迅速发展，集成电路的收音机、录音机不仅大量出现，而且在性能/价格指标方面，与晶体管收音机相比，也已充分显示出它的优越性。

音响集成电路在我国正处于蓬勃发展阶段；国产各类音响集成电路新品种正在不断出现。我国的收音机、录音机和其它各种音响电子产品也将随之呈现出全新的面貌。

鉴于目前国内还没有系统介绍音响集成电路的书籍，因此作者在编写本书时，除了分门别类介绍国际通用的、我国已经生产或试生产的六大类音响集成电路典型产品外，还概略讲述各类音响集成电路的基本工作原理、使用须知和典型应用实例，使读者对音响集成电路有一个比较全面的认识，并学会使用它们。

本书承王福津同志审阅，特此致谢。

作者

本书所用主要文字符号说明

AFC	自动频率控制
AGC	自动增益控制
ALC	自动电平控制
AMR	调幅抑制比
BW	-3 dB 带宽
C	电容
CB	通道平衡度
CR	捕捉范围
D	晶体二极管
EIF	等效输入信号场强
E_n	等效输入噪声电压
f	频率
GB	单位增益带宽
g_m	跨导
G_L	环路增益
G_v	电压增益
G_{vc}	放大器闭环电压增益
G_{vo}	放大器开环电压增益
G_{vD}	差分放大器差动输入工作时的电压增益
G_{vS}	差分放大器单端输入工作时的电压增益
H_y	立体声延迟
i_c	集电极电流 (交流分量)

i_b	基极电流 (交流分量)
i_e	发射极电流 (交流分量)
I_B	偏置电流; 基极电流 (直流分量)
I_C	集电极电流 (直流分量)
I_{CC}	电源电流 (功耗电流)
I_E	发射极电流 (直流分量)
I_{CCO}	静态功耗电流
$\bar{I}_f^2$	低频噪声电流均方值
I_{Lamp}	灯驱动电流
I_n	等效输入噪声电流
I_o	输出电流
I_{OM}	最大输出电流
I_{OP}	输出峰值电流
I_r	参考电流
I_{ref}	基准电流
I_{REG}	齐纳限制电流
K	玻尔兹曼常数
LED	发光二极管
P_d	耗散功率
P_{dmax}	允许耗散功率
P_o	输出功率
P_{om}	最大输出功率
PLL	锁相环路
R_g	信号源内阻
R_i	输入电阻
R_o	输出电阻
R_{NF}	负反馈电阻

$SCAR$	辅助通信业务抑制度
S_{ep}	通道隔离度
S/N	信噪比
SVR	纹波抑制比
T	温度: 晶体管
THD	谐波失真度
T_j	结温
V_{CC}	电源电压
V_{CCmax}	最大允许电源电压
VCO	压控振荡器
V_d	检波输出电压
V_i	输入电压
V_{IH}	输入限幅阈值电压
V_L	点灯电平
V_o	输出电压
V_{OL}	左声道输出电压
V_{OR}	右声道输出电压
V_{ref}	基准电压
Z	齐纳二极管或阻抗
Z_i	输入阻抗
Z_o	输出阻抗
β	晶体管共发射极电流放大系数
θ	热阻
θ_{jC}	集电结至管壳热阻
θ_{jT}	集电结至散热板热阻
η	效率

目 录

序

本书所用主要文字符号说明·····	1
-------------------	---

第一章 引言·····	1
-------------	---

1.1 音响集成电路的兴起 ·····	1
---------------------	---

1.2 音响集成电路的类别 ·····	4
---------------------	---

1.3 我国音响集成电路的发展 ·····	7
-----------------------	---

第二章 音响集成电路一般使用知识·····	9
-----------------------	---

2.1 集成化音响设备设计知识 ·····	9
-----------------------	---

2.2 如何正确设计音响集成电路的印刷线路板 ·····	14
------------------------------	----

2.3 音响集成电路具体使用须知 ·····	18
------------------------	----

2.4 集成化收音机、录音机常见故障检修知识 ·····	22
------------------------------	----

第三章 调幅/调频中频放大集成电路 ·····	27
-------------------------	----

3.1 调幅/调频中频放大集成电路——LA 1201 ·····	27
----------------------------------	----

3.2 LA 1201 的特性曲线和应用 ·····	35
----------------------------	----

3.3 调幅/调频中频放大集成电路—— μ PC 1018 C·····	43
--	----

3.4 μ PC 1018 C 的应用实例与调试 ·····	52
------------------------------------	----

3.5 调幅/调频中频放大集成电路——AN 217·····	69
--------------------------------	----

第四章 调频立体声多路解码集成电路·····	71
------------------------	----

4.1 调频立体声解码用集成电路——LA 3301·····	73
--------------------------------	----

4.2 LA 3301 的典型应用与调校方法 ·····	82
------------------------------	----

4.3 调频立体声锁相环解码用集成电路——LA 3361·····	88
-----------------------------------	----

4.4 LA 3361 的典型应用及调校方法·····	109
-----------------------------	-----

4.5 调频立体声锁相环解码用集成电路——	
-----------------------	--

LM 1800	123
第五章 音频功率放大集成电路	127
5.1 1~2 瓦音频功率放大集成电路——LA 4100、 LA 4102 和 LA 4112	128
5.2 6 瓦音频功率放大集成电路——TBA 810 S.....	140
5.3 音频功率放大集成电路的应用	148
5.4 9 瓦音频功率放大集成电路—— μ PC 2002 H	166
5.5 中、小功率音频功率放大集成电路 ——TBA 820 L	173
5.6 双音频功率放大集成电路——TA 7215 P	179
5.7 低压音频功率放大集成电路——TA 7331 P	183
第六章 低噪声前置放大和电平指示驱动集成电路	186
6.1 音响集成放大电路的噪声	186
6.2 前置低噪声双放大集成电路——LM 381	188
6.3 具有自动电平控制的前置低噪声放大集成电路 ——LA3210.....	193
6.4 前置低噪声放大集成电路——HA 1406	199
6.5 前置低噪声双放大集成电路——LA 3155	200
6.6 电平指示驱动集成电路——LB 1405/1415	202
6.7 电平指示驱动集成电路——LB 1416.....	211
第七章 单片式集成系统电路	215
7.1 调幅/调频单片收音机电路——ULN-2204 A	215
7.2 ULN-2204 A 的应用与调校方法	230
7.3 调幅收音机专用单片集成电路——TA 7641 BP ...	244
7.4 TA 7641 BP 的应用与调试方法.....	258
7.5 盒式磁带录音机用单片集成电路 —— μ PC 1350 C.....	265

附录一	音响集成电路常用术语和参数注释·····	273
附录二	国产主要音响集成电路 (附国外同类产品 型号对照) ·····	280
附录三	国外常用音响集成电路·····	286
附录四	收音机、收录机常用音响集成电路外形图·····	297
附录五	一些常见收音机和收录机所用集成电路一 览表·····	308
附录六	国内外音响集成电路主要生产单位及其产 品符号(型号首部字母)·····	326

第一章 引言

1.1 音响集成电路的兴起

所谓音响集成电路，现时尚无严格确切的定义。早期是指工作于音频范围的一类集成电路，但实际上现在所指的音响集成电路早已超越音频界限，特别是调频广播发展后，也有人把工作频率高达 10 兆赫的调频中频放大器中使用的集成电路等也都归属于音响集成电路范畴。有人认为：音响集成电路不仅是包括收音、录音、放音和扩音系统中用来放大和处理电信号的各种集成电路，而且还包括象电平指示器、调谐指示器、功率指示器、频率数字显示系统电路、扬声器保护电路、自动选台电路、录音机走带机构电路和具有其他有关功能的一类专用集成电路。总之，“音响集成电路”这一术语目前尚无很确切的定义，在本书中也不准备去探讨。

1960年前后集成电路问世后，人们就曾设想将集成电路应用于收音机和电视机系统中，但由于当时的集成工艺和技术还不能适应模拟集成电路的制作要求，特别是成本/性能指标尚不能够与分立元器件组装的同类型整机相比拟，因此音响集成电路并未作为商品出现于市场。

1967年开始出现第一块集成电路音频功率放大器。这标志着音响集成电路的崛起。随着集成技术的日益成熟，到六十年代末和七十年代初，集成电路音频前置放大器、集成电路解码

器和集成电路中频放大器相继出现。发展到七十年代中期和后期，集成化电平指示驱动电路和单片系统收音和录音集成电路问世。音响集成电路开始成为模拟集成电路的一个重要分支。

不过音响集成电路普遍、广泛地应用于收音机和录音机还是七十年代后半期的事。这是由于存在性能/价格等原因。只有当集成电路收音机和录音机的性能/价格指标远远胜过晶体管机器时，音响集成电路才会获得长足的发展和普遍的应用，而七十年代初期集成技术和工艺的一连串突破已为音响集成电路登上电子学的舞台创造了良好的前提。

从目前国际上比较有影响的收录机和音响设备来看（其中包括大家已熟知的三洋、乐声、声宝、皇冠，胜利、幸福、和哥伦比亚等牌号的机种），在76~77年出厂的产品大都只应用单一类型的音响集成电路。就是说机内推动扬声器的功率放大单元是应用集成电路功率放大器的，其他各单元一般仍多应用分立元器件组装而成。78~79年的产品除了应用集成电路功率放大器外，在调幅/调频的中放部分已采用象LA 1201等一类集成电路以及象LA 3210、TA 7137等一类集成前置低频放大电路，79~80年出厂的产品集成化程度更提高了，在中放部分又增加了混频功能，同时集成立体声解码电路和集成化电平指示(调谐)驱动电路也开始广泛地被应用于整机中，而且所应用的集成电路功率放大器的输出功率容量也显著提高了。在这时期，某些具有特殊功能的音响集成电路，如杜比降噪电路、动态噪声抑制电路和高放二次变频中频放大电路已开始被应用于某些设备上。1978年，日本集成电路需求构成比例中，音响集成电路已占有16%。

在短短的十余年时间内，音响集成电路从兴起到迅速发展壮大而成为当今模拟集成电路的重要分支之一，并不是偶然

的。不应错误地将音响集成电路仅仅看成是缩小音响设备的手段，在小型化的背后我们更应理解音响集成电路内涵的技术生命力。

由于集成技术的一系列特点，与晶体管电路相比，音响集成电路具有温度特性好、功耗低、电源利用率高、自动增益控制特性好、失真小……等优点；音响集成电路能够比较容易地适应低电源电压的要求。此外，应用音响集成电路组装的音响设备还有调试简便和维修容易等特点。这里仅以由单片收音机集成电路 TA 7641 BP 所组成的集成电路收音机和由分立元件组装的典型六管收音机为例，说明两者的技术指标优劣对比情况(见表 1-1)。

表 1-1 分立元件晶体管收音机与集成电路收音机性能比较表

性能 指标 机 型	机内功耗 (输出功率 $P_o=30\text{mW}$ 时)	效 率 ($P_o=$ 100mW)	全谐波 失真度	实用灵敏度 (中波段)	零件数	自动增益 控制特性
晶体管收音机 (六管标准型)	50 mW	45~50%	大		40个	较 差
TA 7641 BP 单片 式集成电路收音机	22 mW	70%	6~7%	0.3 mV/ m~1 mV/ m	只需外接 17个元件	好 (当输入 信号场强从 50 dB/m 变 化至 110 dB/m 时, 检波输出电 压仅变化 10 dB)

音响集成电路的制造工艺成熟后，用音响集成电路组装的音响设备的成本可以远低于同类型的晶体管机。这里既有集成电路成本低的原因，更包括集成电路整机调校方便，省时这一重要因素在内。

1.2 音响集成电路的类别

音响集成电路品种繁多，不胜枚举，如按其功能作为分类标准，那么音响集成电路可划分为下述七大类：

1. 音频功率放大用集成电路
2. 低噪声前置低频放大用集成电路
3. 中频放大用集成电路
4. 调频立体声解码器用集成电路
5. 电平指示驱动用集成电路
6. 收音机和录音机单片集成电路
7. 特殊功能集成电路

音频功率放大用集成电路是音响集成电路中最早获得发展的产品。现今它仍是音响集成电路的主要产品。到七十年代末，国外95%以上整机的功放部分已采用集成电路。现在各种不同规格和性能的通用功放集成电路（或称为集成化功率放大电路）已超过300个品种。从不到1瓦的中功率直到10瓦左右的大功率单片集成电路，品种齐全。除了单功率放大集成电路外，还有便于用作立体声收音机或收录机双通道输出级的双功率放大集成电路，以及工作电压可低至2伏的低压型功放集成电路，在现有的集成化功率放大器的系列品种中，10瓦以下一般都是单片式的；10瓦以上多采用混合式（即输出级用晶体管，其它用集成电路）。混合集成电路功率放大器的功率容量已可高达百瓦以上。

现在国内外获得最广泛应用的单片式功率放大集成电路有1~2瓦的LA 4100、LA 4102、LA 4112和TBA 820 L；6瓦的TBA 810 S、9瓦的 μ PC 2002 H；还有3.5瓦的双功率放大集

成电路 TA 7215, 以及 400 毫瓦 输出功率的低工作电压的 TA 7331 P 等品种 (或与它们性能相仿的同类产品)。这些品种将在本书有关章节中详述。

低噪声前置放大集成电路是在收音机或录音机中专门用作低电平放大的, 其特点是等效输入噪声电压小和增益高。与大多数其他类型音响集成电路相比, 低噪声前置放大电路结构比较简单, 集成度也较低。为了使用简单, 在有些录音机中用的前置放大电路中常带有自动电平控制 (ALC) 电路。另外, 为了满足双通道立体声放音的需要, 近年来还出现了不少双声道低噪前置放大集成电路。

目前常见的低噪声前置放大集成电路有 LM 381 (双通道放大)、LA 3210 (带有自动电平控制电路)、HA 1406 (通用型放大器) 和 LA 3155 (双通道放大器) 等品种 (参见本书第六章内容)。

中频放大器用集成电路, 一部分是调幅/调频 两用的, 另一部分只能用于调频中放或只能用于调幅中放。

中频放大器是超外差收音机的重要组成部分, 它的性能直接影响到收音机的灵敏度、选择性、失真度和自动增益控制等重要技术指标。由于性能/价格 指标在早期尚不能 胜过晶体管中频放大器。因此中频放大集成电路虽然早在六十年代后期就已出现, 但实际上到七十年代后期才被大量应用于整机中。随着集成技术的发展, 中频放大集成电路的功能也越来越完善。前期的产品 (如 LA 1201) 集成度比较低, 而且电路内部调幅和调频部分共用一个放大级, 调幅与调频信号容易相互串扰。后期的产品 (如 μ PC 1018 C) 不仅集成度提高, 功能增多 (如增加调幅混频功能), 而且自动增益控制特性十分良好 (采用两级 AGC 电路)。在这里调幅中放和调频中放两部分是完全独立

的。有的中频放大集成电路不仅包含中放、检波功能，而且设有高放级（严格地说不应该称为“中频放大”）。

调频立体声解码集成电路的功能是将接收到的立体声组合信号分解（还原）为左、右两通道信号，最后去推动扬声器，产生“空间声象”。与一般单声道集成电路收音机相比，立体声收音机的主要特点是多用了一块立体声解码电路。立体声解码集成电路的发展和应用历史很短，只是到了七十年代末才被广泛应用于整机中。但是由于调频立体声广播的迅速发展，这种集成电路立体声解码器进展十分迅速，品种不断增多。现在立体声收音机（或收录机）几乎没有例外地都应用这种集成电路解码器。

立体声解码集成电路可分成两大类型。一种是早期出现的由 $L-C$ 调谐回路利用倍频方法产生再生副载波的电路（如 LA 3301、LA3300、MC 1300……等电路）；另一种是性能比较完善和稳定的利用分频方法产生再生副载波的锁相环路解码器（如 LA 3361、HA 11227、AN 7410……等电路）。

电平指示驱动集成电路是晚近发展起来的新型音响集成电路。它的功能是驱动指示器（如发光二极管），可用作收音机、收录机或其他音响设备的音量指示、调谐指示或电源电压指示等。LB 1405/15 和 LB 1416 等是具有代表性的产品（详见本书第六章）。

单片收音机和录音机集成电路又称作单片式集成系统电路。这种电路集成度较高，只需外接调频高频头和少量元件，即可构成一台体积小质优的调幅/调频收音机（如 ULN-2204 A 单片收音机电路），或盒式录音机（如 μ PC 1350 C 单片录音机电路）。电路内部往往包含一般超外差式收音机中所有的电路，如本振、混频、中放、检波（包括鉴频），低放和功放等单元电

路。有的单片电路还内设立体声解码单元电路和高频放大单元电路。正如本章前节表 1-1 所显示的,单元集成电路收音机的性能指标较之晶体管收音机全面地提高了,而且价格也呈现不断下降的趋势。在本书第七章中我们将详细介绍这种单片收音机和录音机集成电路。

除了上述六大类的音响集成电路外,近期来又陆续发展了一些具有特殊功能的音响集成电路。这些电路功能各异,它们大多是一些专用音响集成电路,如锁相环合成器用的压控振荡器、混合/缓冲放大器、一些特殊的保护电路、杜比(Dolby)降噪电路、动态噪声抑制电路、高放二次变频中频放大电路、录音机走带机构控制电路、供汽车收音机用的活塞驱动电路、自动选台电路等等。

1.3 我国音响集成电路的发展

在七十年代初期我国已研制和生产了集成电路功率放大器,但音响集成电路蓬勃发展局面还是最近几年才形成的。为了满足人民对集成电路收音机与录音机的日益增长的需要,近二、三年来我国北京、上海、天津、江苏、安徽等地许多集成电路专业生产单位已试制出许多新品种。现在正式生产和供应市场的各类国产音响集成电路已达90个品种以上。继集成运算放大器和集成稳压器系列之后,音响集成电路已成为我国模拟集成电路的另一个重要产品系列。

现阶段我国的音响集成电路已开始走上规格化、系列化、标准化和通用化的发展道路。产品结构已呈现十分明显的变化。早期的国产音响集成电路产品不仅品种寥若晨星,不成系列,而且大多是与国际同类型商品不能互换替用的。甚至各厂的同

类型产品也不能相互换用。但近几年来已有显著改进和提高。目前在近百个主要品种中，有60多个品种可以与国际上相应的商品相互换用。

目前国际上用得较多的许多音响集成电路，其中有的国内已大量生产，有的正在试制中。象集成电路功率放大器一类产品，除了保持少数具有一定特色的原品种外，我国不仅已生产了国际上广泛应用的一般的 LA 4100、LA 4102、LA 4112 和 TBA 820 L 等同类产品，而且还生产(或试制)了功率较大的 TBA 810 S 和 μ PC 2002 H 等同类产品。其他如国际通用的 LA 3361(新型立体声解码电路)、 μ PC 1018 C(高、中放电路)，LA 3210(前置放大电路)、LB 1405(电平指示驱动器)、ULN2204 A(单片收音机电路)等类型的音响集成电路，也都已经或即将供应市场。