

音响·电视功放 集成电路实用维修手册

高雨春 编著



中国广播电视出版社

音响、电视功放集成电路 实用维修手册

高雨春 编著

中国广播电视出版社

内 容 提 要

本书详细地介绍了日本松下、东洋、索尼、夏普、日立、三洋、三菱、富士通、三根、东芝、日电，美国RCA、国家半导体公司、摩托罗拉、德克萨斯、史普拉格、仙童、NSC，德国德律风根、西门子，法国汤姆逊，英国麦拉迪、普利赛，意大利SGS和荷兰飞利浦等公司所生产的各类音响、电视功率放大集成电路近400个型号的性能和应用特点。

可供工厂、科研、学校技术人员和业余电子爱好者阅读和参考。

音响、电视功放集成电路实用维修手册

高雨春 编著

*

中国广播电视出版社出版

北京市朝阳区新源印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

*

787×1092毫米 16开 32.25 印张 700(千)字

1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

印数：1~4000册 定价：19.80元

ISBN7-5043-1596-6/TN·145

(京)新登字097号

前 言

功率放大集成电路的研制起步较晚，但又是发展较快的一种电子产品，它广泛用于各类收音机、录音机，电视机，录像机以及各种家用电器。由于品种非常多，本书只是从中选择了音响、电视中所常用的近400个类型，就其原理、应用和主要性能进行了介绍。

音响、电视功率放大电路的集成化使得电路结构明显简化，但功能恰在不断地增加，这里将从制造方面的一些特点到电路结构的重要变革都要逐一分析。

功率放大集成电路特定的结构形式和电路形式又决定了它在应用中的各种规范。但其简单的工作过程都应该包括前置放大、激励和功率放大，当然有一些只是其中的一部分。如已用在电视伴音和音响电路中的功率放大器的作用，就是将微弱的音频信号放大到足以推动扬声器发出声响。当然各放大部分电路的形式也可以是多种多样的，而且有些电路还可进行组合，变成不同形式的放大状态，例如很多双通道功放电路也可同时作BTL输出，使用很方便，这在本书的讨论中都将进一步具体化。

功率放大集成电路种类很多，简单地分，有普通型、双通道型；小功率、中功率和大功率；低电压、低失真、低噪声、低静态电流；高性能、高传真；甲类放大、乙类放大和甲乙类放大以及各种专用型，如耳机驱动、立体声和助听器驱动功率放大集成电路。

音频功率放大集成电路的主要特点是，电源电压调整特性好；一般均内含平滑滤波器，纹波抑制比高；还有静噪电路，冲击噪声很小；电压增益高，输出功率大；另外还有很大部分功放电路中设有保护电路，当然保护形式也很多，常见的就有过压保护、过热保护、过载保护和短路保护等。这些都将逐一涉及。

到目前为止，还没有统一的集成电路功能分类的标准，这也是造成很多功能相仿、型号繁杂的原因，它往往是根据设计人员的即兴要求决定的，所以也给型号编序带来困扰，这里只是以生产厂家的不同而进行编排。

参加本书编写的同志有金山、杨良知、林丽华、钟义、宋冬泉、张素忱、顾金良、徐杏娣、王雪华、孙坤生、凌美英、傅辉鼎、糜浩清、陈克明、杨德方、张春寿、陈耀昌、朱满生、张采英、陶渭南、林孝龙、孟惕平、崔镜明、高维诚、钱雪珠、周顺祥、陶庆华、陆兆林、邓贵生、戴殿中、胡惠芬、沃汉堂、周汤克。

高雨春

1991年10月于北京

目 录

| | |
|------------------------|--------|
| 第一章 原理与系统 | (1) |
| 第一节 甲类放大器..... | (1) |
| 第二节 变压器耦合放大器..... | (2) |
| 一、阻抗匹配..... | (3) |
| 二、最大输出功率..... | (3) |
| 第三节 推挽放大器..... | (5) |
| 一、电路形式..... | (5) |
| 二、主要特点..... | (6) |
| 第四节 乙类放大器..... | (6) |
| 一、输出功率..... | (6) |
| 二、失真..... | (8) |
| 三、特殊电路..... | (8) |
| 第五节 甲、乙类放大器..... | (9) |
| 一、交越失真..... | (9) |
| 二、典型电路..... | (10) |
| 第二章 性能与特性 | (11) |
| 第一节 输出功率..... | (11) |
| 第二节 电压增益..... | (11) |
| 一、开环电压增益..... | (11) |
| 二、闭环电压增益..... | (12) |
| 第三节 阻抗..... | (12) |
| 一、输出阻抗..... | (13) |
| 二、输入阻抗..... | (13) |
| 第四节 频响与谐波失真..... | (14) |
| 一、频响..... | (14) |
| 二、谐波失真..... | (16) |
| 第五节 偏置与热稳定..... | (20) |
| 一、偏置..... | (20) |
| 二、热阻..... | (21) |
| 第三章 应用与指标 | (22) |
| 第一节 AN系列..... | (22) |
| 一、AN214..... | (22) |

| | |
|-------------------------|--------|
| 二、AN272 | (22) |
| 三、AN313 | (24) |
| 四、AN315 | (24) |
| 五、AN374、AN374P..... | (24) |
| 六、AN7070 | (28) |
| 七、AN7071 | (30) |
| 八、AN7110 | (30) |
| 九、AN7111 | (31) |
| 十、AN7114、AN7115 | (32) |
| 十一、AN7120 | (35) |
| 十二、AN7130 | (35) |
| 十三、AN7131、AN7140 | (37) |
| 十四、AN7145 | (38) |
| 十五、AN7146 | (43) |
| 十六、AN7154、AN7155 | (45) |
| 十七、AN7156N、AN7158N..... | (45) |
| 十八、AN7160、AN7161N | (48) |
| 十九、AN7164M | (50) |
| 二十、AN7166 | (50) |
| 二十一、AN7169 | (53) |
| 二十二、AN7170 | (54) |
| 第二节 BA系列 | (56) |
| 一、BA511A | (56) |
| 二、BA514 | (57) |
| 三、BA515 | (58) |
| 四、BA518、BA547..... | (60) |
| 五、BA526 | (60) |
| 六、BA527 | (62) |
| 七、BA531 | (64) |
| 八、BA532 | (66) |
| 九、BA534 | (68) |
| 十、BA535 | (68) |
| 十一、BA536 | (71) |
| 十二、BA546 | (71) |
| 十三、BA5204 | (74) |
| 十四、BA5302A | (74) |
| 十五、BA5402A | (77) |
| 十六、BA5404 | (78) |

| | |
|---------------------------|--------|
| 第三节 CA系列 | (79) |
| 第四节 CX、CXA系列 | (81) |
| 一、CXA1005P | (81) |
| 二、CXA1034P | (81) |
| 第五节 HA系列 | (82) |
| 一、HA1306W | (82) |
| 二、HA1308 | (84) |
| 三、HA1309 | (85) |
| 四、HA1310 | (86) |
| 五、HA1312 | (88) |
| 六、HA1313 | (89) |
| 七、HA1314 | (90) |
| 八、HA1316 | (90) |
| 九、HA1317V | (90) |
| 十、HA1319 | (93) |
| 十一、HA1322 | (93) |
| 十二、HA1324 | (93) |
| 十三、HA1325 | (93) |
| 十四、HA1329 | (93) |
| 十五、HA1338 | (99) |
| 十六、HA1339A、HA1339AR | (100) |
| 十七、HA1345V | (100) |
| 十八、HA1350 | (103) |
| 十九、HA1366W、HA1366WR | (104) |
| 二十、HA1368、HA1368R | (106) |
| 二十一、HA1371 | (107) |
| 二十二、HA1372 | (108) |
| 二十三、HA1374、HA1374A | (109) |
| 二十四、HA1377、HA1377A | (109) |
| 二十五、HA1388 | (113) |
| 二十六、HA1389、HA1389R | (113) |
| 二十七、HA1392 | (116) |
| 二十八、HA1393 | (118) |
| 二十九、HA1394 | (119) |
| 三十、HA1397 | (121) |
| 三十一、HA1398 | (122) |
| 三十二、HA12002 | (123) |
| 三十三、HA13001 | (125) |

| | |
|--|-------|
| 三十四、HA13108 | (127) |
| 第六节 LA系列 | (129) |
| 一、LA4050P、LA4051P | (129) |
| 二、LA4100、LA4101、LA4102 | (130) |
| 三、LA4110 | (132) |
| 四、LA4112 | (134) |
| 五、LA4120、LA4125、LA4125T、LA4126、LA4126T | (134) |
| 六、LA4137、LA4138 | (140) |
| 七、LA4140 | (142) |
| 八、LA4160 | (142) |
| 九、LA4162 | (143) |
| 十、LA4170 | (143) |
| 十一、LA4175、LA4177、LA4178 | (146) |
| 十二、LA4180、LA4182、LA4183、LA4190、LA4192 | (151) |
| 十三、LA4185、LA4185T | (153) |
| 十四、LA4195、LA4195T | (154) |
| 十五、LA4200、LA4201 | (155) |
| 十六、LA4220 | (157) |
| 十七、LA4230、LA4250 | (157) |
| 十八、LA4260、LA4261 | (161) |
| 十九、LA4265 | (162) |
| 二十、LA4270 | (163) |
| 二十一、LA4420 | (164) |
| 二十二、LA4422 | (164) |
| 二十三、LA4430 | (167) |
| 二十四、LA4440 | (167) |
| 二十五、LA4445 | (170) |
| 二十六、LA4460、LA4461 | (171) |
| 二十七、LA4500、LA4505 | (173) |
| 二十八、LA4507 | (173) |
| 二十九、LA4508 | (173) |
| 三十、LA4510 | (179) |
| 三十一、LA4520 | (179) |
| 三十二、LA4550、LA4555 | (181) |
| 三十三、LAM504-2、LAM507-2 | (183) |
| 三十四、LAM505-2、LAM508-2 | (183) |
| 第七节 LM系列 | (186) |
| 一、LM377 | (186) |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| 二、LM378 | (188) |
| 三、LM379 | (189) |
| 四、LM380 | (189) |
| 五、LM383、LM383A | (189) |
| 六、LM384 | (194) |
| 七、LM386 | (194) |
| 八、LM388 | (196) |
| 九、LM389 | (197) |
| 十、LM390 | (200) |
| 十一、LM1877 | (201) |
| 十二、LM1895、LM2895 | (201) |
| 十三、LM1896、LM2896 | (205) |
| 十四、LM2002、LM2002A | (207) |
| 十五、LM2877、LM2878 | (207) |
| 第八节 M系列 | (212) |
| 一、M5101P | (212) |
| 二、M5106P | (212) |
| 三、M5112Y | (212) |
| 四、M5115P、M5115RP | (212) |
| 五、M5118L | (218) |
| 六、M5138P | (218) |
| 七、M5155L | (220) |
| 八、M51102L | (220) |
| 九、M51182L | (223) |
| 十、51304L | (224) |
| 十一、M51501L | (224) |
| 十二、M51503L | (227) |
| 十三、M51513L | (227) |
| 十四、M51514AL | (228) |
| 十五、M51515L、M51515BL、M51517L | (228) |
| 十六、M51516L | (232) |
| 十七、M51518L | (232) |
| 第九节 MB系列 | (234) |
| 第十节 MC系列 | (236) |
| 第十一节 SN系列 | (237) |
| 一、SN16975ANQ | (237) |
| 二、SN76001 | (237) |
| 三、SN76003ND、SN76013ND | (239) |

| | |
|--|-------|
| 第十二节 STK系列 | (240) |
| 一、STK0030、STK0040、STK0050、STK0060、STK0070、STK0080..... | (241) |
| 二、STK0059 | (242) |
| 三、STK4017、STK4019、STK4021、STK4023、STK4025..... | (242) |
| 四、STK4332、STK4352、STK4362、STK4372、STK4392..... | (242) |
| 五、STK050、STK070..... | (247) |
| 六、STK058..... | (247) |
| 七、STK075、STK077、STK078、STK080、STK082、STK084、 STK086 | (249) |
| 八、STK430 | (249) |
| 九、STK433、STK433-105、STK435、STK435-105、STK437、STK439 STK441、STK441-105、STK443..... | (251) |
| 十、STK436 | (253) |
| 十一、STK457、STK459、STK460、STK461、STK463、STK465..... | (253) |
| 第十三节 U系列..... | (257) |
| 第十四节 ULN系列 | (259) |
| 一、ULN2274B、ULN2278B | (259) |
| 二、ULN2280B、ULN2281B | (261) |
| 三、ULN2283B/1 | (262) |
| 四、ULN3701Z | (264) |
| 五、ULN3702Z | (264) |
| 六、ULN3703Z | (266) |
| 七、ULN3705M | (266) |
| 八、ULN3783M | (270) |
| 九、ULN3874B | (272) |
| 第十五节 OM系列..... | (273) |
| 第十六节 TA系列 | (274) |
| 一、TA7066P | (274) |
| 二、TA7140P | (274) |
| 三、TA7200P | (277) |
| 四、TA7203P | (278) |
| 五、TA7204P | (278) |
| 六、TA7205AP..... | (278) |
| 七、TA7207P、TA7208P | (278) |
| 八、TA7210P | (281) |
| 九、TA7214P | (281) |
| 十、TA7215P | (281) |
| 十一、TA7217AP | (286) |

| | |
|--------------------------------------|-------|
| 十二、TA7220P | (291) |
| 十三、TA7222P | (293) |
| 十四、TA7224P | (294) |
| 十五、TA7225P | (296) |
| 十六、TA7227P | (297) |
| 十七、TA7229P | (297) |
| 十八、TA7230P | (299) |
| 十九、TA7232P | (299) |
| 二十、TA7237AP | (299) |
| 二十一、TA7238P | (304) |
| 二十二、TA7240P | (304) |
| 二十三、TA7250BP | (307) |
| 二十四、TA7263P、TA7264P | (307) |
| 二十五、TA7269P | (310) |
| 二十六、TA7270P、TA7271P | (311) |
| 二十七、TA7313AP | (311) |
| 二十八、TA7331P、TA7331P-LB、TA7331F | (314) |
| 二十九、TA7336P | (316) |
| 三十、TA7688P、TA7688F | (316) |
| 三十一、TA7767F | (319) |
| 第十七节 TAA、TBA、TCA、TDA、TEA系列 | (321) |
| 一、TAA611 | (321) |
| 二、TAA621 | (321) |
| 三、TBA800 | (324) |
| 四、TBA810SH、TBA810AS | (327) |
| 五、TBA820 | (327) |
| 六、TCA760B | (331) |
| 七、TCA830S | (334) |
| 八、TCA940、TCA940E | (335) |
| 九、TDA1004A | (337) |
| 十、TDA1010A | (339) |
| 十一、TDA1011/A | (341) |
| 十二、TDA1012 | (343) |
| 十三、TDA1013A | (343) |
| 十四、TDA1015 | (346) |
| 十五、TDA1016 | (348) |
| 十六、TDA1020 | (349) |
| 十七、TDA1037、TDA1037D | (349) |

| | |
|---------------------------------------|-------|
| 十八、TDA1102 | (351) |
| 十九、TDA1111 | (352) |
| 二十、TDA1510、TDA1515 | (353) |
| 二十一、TDA1512、TDA1512Q | (353) |
| 二十二、TDA1514 | (360) |
| 二十三、TDA1516、TDA1518 | (361) |
| 二十四、TDA1520 | (362) |
| 二十五、TDA1521 | (364) |
| 二十六、TDA1904 | (364) |
| 二十七、TDA1905 | (367) |
| 二十八、TDA1908、TDA1908A | (367) |
| 二十九、TDA1910 | (373) |
| 三十、TDA2002 | (373) |
| 三十一、TDA2004 | (377) |
| 三十二、TDA2006 | (380) |
| 三十三、TDA2008 | (381) |
| 三十四、TDA2009 | (382) |
| 三十五、TDA2010、TDA2020 | (383) |
| 三十六、TDA2030、TDA2030A | (385) |
| 三十七、TDA2040、TDA2040A | (390) |
| 三十八、TDA2610、TDA2610A | (391) |
| 三十九、TDA2611A | (392) |
| 四十、TDA2612 | (393) |
| 四十一、TDA2822M | (393) |
| 四十二、TDA3000 | (396) |
| 四十三、TDA4920、TDA4925 | (400) |
| 四十四、TDA4930 | (402) |
| 四十五、TDA7050T | (404) |
| 四十六、TDA7240 | (405) |
| 四十七、TEA2021 | (405) |
| 四十八、TEA2024 | (407) |
| 四十九、TEA2025 | (407) |
| 第十八节 μ PC、 μ A系列 | (414) |
| 一、 μ PC571C | (414) |
| 二、 μ PC575C ₂ | (414) |
| 三、 μ PC576H | (417) |
| 四、 μ PC578C | (417) |
| 五、 μ PC1020H、 μ PC1025H | (418) |

| | |
|---|--------------|
| 六、 μ PC1030H、 μ PC1156H | (420) |
| 七、 μ PC1154H | (421) |
| 八、 μ PC1155H | (421) |
| 九、 μ PC1165C | (422) |
| 十、 μ PC1177H | (424) |
| 十一、 μ PC1181H ₃ 、 μ PC1182H ₃ | (425) |
| 十二、 μ PC1185H ₂ | (428) |
| 十三、 μ PC1188H | (429) |
| 十四、 μ PC1212C、 μ PC1213 | (429) |
| 十五、 μ PC1218H | (431) |
| 十六、 μ PC1230H ₂ | (431) |
| 十七、 μ PC1237HA | (434) |
| 十八、 μ PC1238 | (435) |
| 十九、 μ PC1241H、 μ PC1242H | (435) |
| 二十、 μ PC1260G | (438) |
| 二十一、 μ PC1263C ₂ | (438) |
| 二十二、 μ PC1277H | (440) |
| 二十三、 μ PC2002 | (442) |
| 二十四、 μ A706 | (442) |
| 二十五、 μ A783 | (443) |
| 二十六、 μ A7307 | (443) |
| 第四章 应用的技巧 | (448) |
| 第一节 基本知识 | (448) |
| 一、电路形式 | (448) |
| 二、掌握功能 | (448) |
| 第二节 极限参数 | (448) |
| 一、电源电压和输入电压 | (448) |
| 二、工作温度和贮存温度 | (449) |
| 三、不要超极限使用 | (449) |
| 第三节 谨防短路 | (449) |
| 第四节 合理布线 | (450) |
| 第五节 自激与屏蔽 | (451) |
| 一、自激现象和原因 | (451) |
| 二、消除自激方法 | (451) |
| 第六节 散热 | (452) |
| 一、热传导 | (452) |
| 二、电路系统散热 | (453) |
| 三、散热片 | (454) |

| | |
|---------------------------|-------|
| 第五章 型号命名与替代 | (456) |
| 第一节 国内型号命名方法 | (456) |
| 一、命名方法..... | (456) |
| 二、型号字头与厂家关系..... | (457) |
| 第二节 国外型号命名方法 | (458) |
| 一、美国部分公司命名方法..... | (459) |
| 二、日本、西欧及其它公司命名方法..... | (465) |
| 三、型号字头与厂家关系..... | (471) |
| 第三节 替代关系 | (472) |
| 一、收、录音机部分..... | (472) |
| 二、电视机部分..... | (494) |

第一章 原理与系统

功率放大集成电路属于完整的放大系统，通常它都由好几级连接而成，输入级与中间各级均采用小信号甲类放大状态，作用是将输入的小信号激励、放大到足以驱动末级器件的数值，其输出级信号则进一步馈送给各种负载电路，如常见的扬声器或帧扫描电路及电视机的显像管等一类换能器。因此末级必须能供给较大的电压幅度、电流幅度或可观的功率。本章将就涉及到这些方面的电路系统及其原理进行讨论。

第一节 甲类放大器

功率放大电路中最基本的形式为甲类大信号放大器，实际上它就是一个简单的串联供电的晶体管放大器，其电路形式如图 1-1-1 所示，

图中， V_1 代表晶体管， V_{CC} 表示电源电压， R_L 为负载电阻、 V_{BB} 为基极偏置电压、 R_B 为偏置电阻、 i_c 代表集电极总瞬时电流、 i_b 代表基极总瞬时电流、 U_s 为信号电平。为了讨论方便起见，再将所要涉及的一些符号列为表 1-1-1。

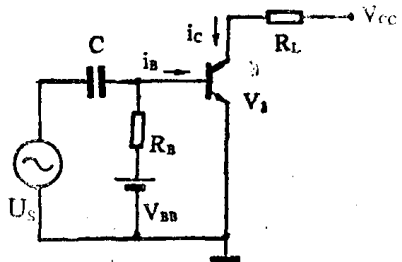


图 1-1-1 甲类放大器

本电路的最终结果是将输出功率供给纯电阻负载 R_L ，它的工作过程则可参见其静态输出特性曲线如图 1-1-2，这是一组有串联负载时的输出特性曲线以及电压和电流波形，而且曲线是等间隔的。当输入信号 i_b 为正弦波时，输出电流和电压也是正弦波，这时的非线性失真可

忽略不计，输出功率 P_c 可用图解法求取：

表 1-1-1 符号、含意对照表

| 项 目 | 基极(集电极)-发射极电压 | | 从外电路流向基极(集电极)电流 | |
|---------|---------------|----------|-----------------|----------|
| 瞬态总值 | U_B | U_C | i_B | i_C |
| 静态值 | V_B | V_C | I_B | I_C |
| 瞬态变化量 | U_b | U_c | i_b | i_c |
| 变化分量有效值 | V_b | V_c | I_b | I_c |
| 电源电压、电流 | V_{BB} | V_{CC} | I_{BB} | I_{CC} |

忽略不计，输出功率 P_c 可用图解法求取：

$$P_c = V_c I_c = I_c^2 R_L$$

式中， V_c 、 I_c 为输出电压 U_c 和输出电流 i_c 的均方根值，并可用电压幅度和电流幅度

的最大值和最小值表示，如图1-1-2中 V_m 、 I_m 分别代表正弦波电压、电流的峰值，那么 V_c 、 I_c 的计算式为：

$$V_c = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{V_{max} - V_{min}}{2\sqrt{2}}$$

$$I_c = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{I_{max} - I_{min}}{2\sqrt{2}}$$

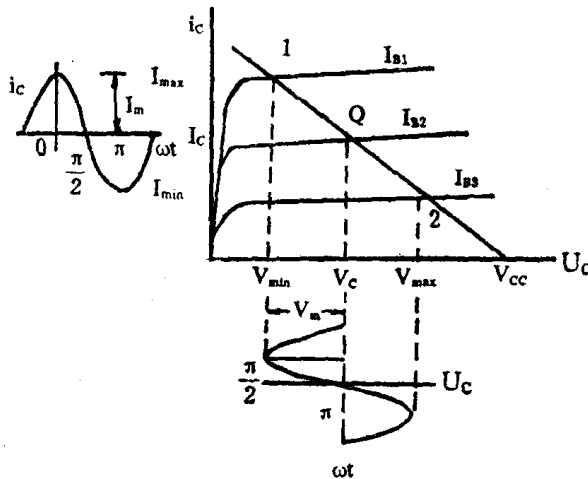


图 1-1-2 静态输出特性曲线

那么输出功率计算式为：

$$P_c = \frac{V_m \cdot I_m}{2} = \frac{I_m^2 \cdot R_L}{2} = \frac{V_m^2}{2R_L} = \frac{(V_{max} - V_{min})(I_{max} - I_{min})}{8}$$

由于这些数值在集成电路的特性曲线上都可以很方便地查找，所以计算起来也就非常容易了。

第二节 变压器耦合放大器

甲类放大器的致命缺陷是静态电流直接流过负载电阻，并具有相当大的功耗，而且并不提供交流信号的功率输出，这是由于通常不宜让直流分量通过输出器件，例如扬声器的音圈。为此，一般都采用变压器耦合晶体管输出功率放大器，如图1-2-1所示。在这个电路的输入电路中也有一个变压器，但它主要还是让激励信号通过RC耦合电路反馈给前级的。

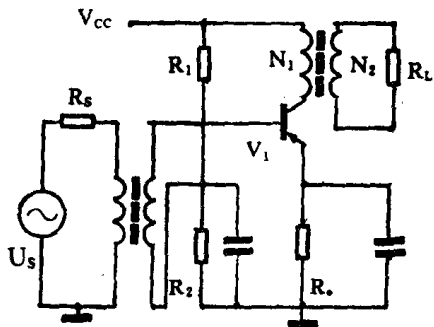


图 1-2-1 变压器耦合放大器

变压器耦合放大器中主要的问题是阻抗匹配和最大输出功率，下面就分别介绍。

一、阻抗匹配

在音频放大电路中，为了将相当的功率迅速地传递给扬声器的负载（音圈阻抗约为 $4\sim 20\Omega$ ）。通常情况下，都要采用阻抗匹配的输出变压器，其原因是电路的输入阻抗远大于扬声器的阻抗，不匹配就会使所产生出来的功率大部分消耗在有源器件中。

变压器理想的阻抗匹配首先应该遵循一般变压器的基本规律，如设 V_1 、 V_2 分别代表初、次级电压， I_1 、 I_2 分别代表初、次级电流， N_1 、 N_2 代表初、次级线圈的圈匝数， n 代表圈匝比 $n=N_2/N_1$ 。那么其初级电压 V_1 和电流 I_1 应分别为：

$$V_1 = \frac{N_1}{N_2} V_2, \quad I_1 = \frac{N_2}{N_1} I_2$$

当 $N_2 < N_1$ ，即 $n < 1$ ，变压器将按 n 值降低电压，并按 n 值的倒数提高电流，这两个方程式之比将成为：

$$\frac{V_1}{I_1} = \frac{1}{n^2} \cdot \frac{V_2}{I_2}$$

又因为 V_1/I_1 代表有效输入电阻 R_s ， V_2/I_2 则代表输出电阻 R_L ，所以：

$$R_s = \frac{1}{n^2} R_L$$

这就将阻抗匹配的基本要求给了出来。

二、最大输出功率：

实际应用中，在给定输出部分负载电阻 R_L 后，首先要解决的便是变压器最佳的圈匝比 n ，以求在失真相对较小的情况下，获取最大的输出功率。对于这个问题，一般都是利用图解法求得，即先将本电路所用晶体管的输出特性曲线绘出如图1-2-2，其实这就是共

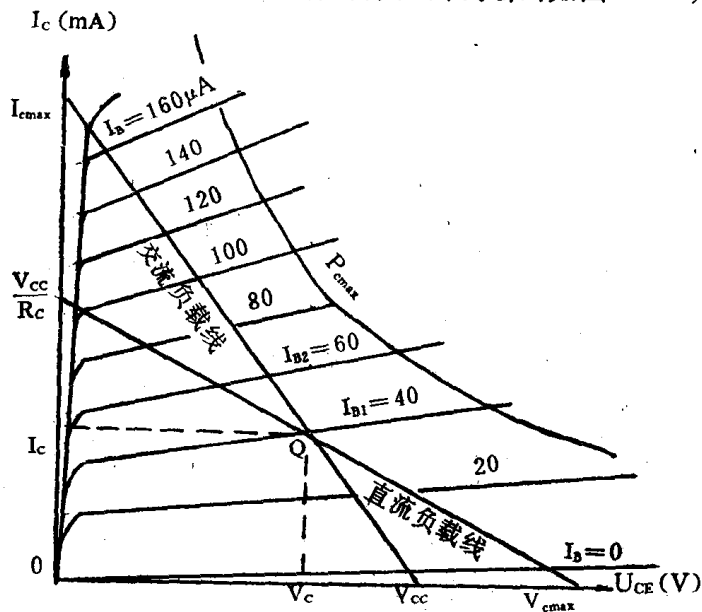


图 1-2-2 变压器耦合电路晶体管输出特性曲线