

精选电子电路200例

【美】M. 曼德尔 著

孙义鹄 等 译

诸幼依 校

谢沅清 审订

人民邮电出版社

MATTHEW MANDL
DIRECTORY OF ELECTRONIC
CIRCUITS

REVISED AND ENLARGED
WITH A GLOSSARY OF TERMS

Prentice-Hall, Inc.

Englewood Cliffs, New Jersey

1978

内 容 提 要

本书广泛收集了电子技术领域中常用的电子电路,其中包括音频放大器、视频放大器、振荡器、滤波器、衰减器、调制器、解调器和电源电路等,分析了这些电路的结构和工作原理。本书也介绍了广播和电视发射机、调频和调幅收音机、电视接收机(主要是彩色电视接收机)的电路结构和工作原理。

本书可供脉冲技术、通信技术、自动化和遥控工程等领域中的技术人员以及广大的无线电爱好者阅读和参考。

精选电子电路200例

Jingxuan Dianzi Dianlu 200 li

[美]M·曼德尔 著

孙义鹤 等 译

诸幼依 校

谢沅清 审订

责任编辑:孙中臣

•

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 1988年2月 第 一 版

印张: 11⁸/₃₂ 页数: 180 1988年2月河北第1次印刷

字数: 254千字

印数: 1-31 000册

ISBN7115—03510—5/TN

定价: 2.10元

俄译本序

这是一本可供众多读者阅读的参考书，书中包括了各种主要类型的电子电路。本书的读者不局限于在无线电技术、电子学、自动化以及相近领域里学习和工作的大学生、技术员及工程师。由于近代无线电技术及电子学方法和手段实际上已深刻而又广泛地渗透到整个人类活动范围中，因此，本书必将倍受各个科学和技术领域里的专家、各专业的大学生和为数众多的无线电爱好者的青睐。

本书的这种明确的出版意图决定了本书的特点。例如，电子电路构成原理的介绍以及它们工作的描述，基本上是在建立在纯定性表达的基础上，在某些场合下，是用时间图表或向量图来举例说明的。书中所列的公式虽然没给出推导过程，但对这些公式在实际中的应用均作了说明。电子电路的叙述在大多数场合下是极简短的。因此，在篇幅并不太大的这本书中，不仅能收集主要的（基本类型的）电子电路，而且还能把它们的派生电路也收集进去。

作者以实际应用为目标，力求尽可能简明地向读者介绍电子电路的主要性能及特点。电路的分析通常是按下列顺序来进行的：电路的用途，它的构成和工作原理，主要性能与电路各参数的关系以及其特点。对黑白电视机和彩色电视机的许多部件，均列举大量的资料来加以说明。

书中某些元件和电子电路的符号有别于苏联文献中所采用的符号。但是，我国的读者熟悉国外文献中所采用的符号是有

益的。

本书的翻译是由В·И·沃罗尼内和Н·Я·谢尔巴克完成的。

Я.С.伊茨霍基

序

本书能使读者了解在整个电子学领域里所采用的200个最基本的电子电路。只要利用书末所列的术语索引,就可找到所需的某种类型电路(例如放大器、振荡器等)的数据。书中介绍了每个电路的结构和工作原理,阐明了每个电路所完成的功能。本书对许多电路的派生电路,以及它们在各种不同设备中的应用特点作了详尽的分析。当某些电路的功能相似或电路的特性部分地吻合时,文中均给予相应的说明。

书中叙述了信号的调制及解调原理和特殊形状的振荡信号的形成原理,讨论了双极型晶体管和场效应晶体管($p-n$ 结型场效应晶体管及绝缘栅场效应晶体管)电路的构成特点,描述了集成电路、互补晶体管构成的金属-氧化物-半导体型电路和注入型电路等。

本书经过补充和修订,以半导体器件构成的电路数量比上一版增加许多,在这一版中,更换了某些实例并补充了许多新的例子。根据所采用的国际标准,对某些符号、术语和略语作了修改。无线电电子学领域里最常用的术语和词汇更加扩大了。

这样,大学生、工程技术人员可在本书中找到电子电路方面的补充材料,在学习和分析电子电路时,这些材料是十分有用的;同样也可在本书中找到在设计和装配电路的实践中所需要的参考数据。如在设计、分析和修改电子电路时,需要确定各种参数的数值,则可利用书中列出的方程,这些方程表示电路参数之间的基本关系。

M·曼德尔

目 录

第一章 音频放大器和视频放大器	(1)
1.1 共发射极放大器和共源极放大器	(1)
1.2 共基极放大器和共栅极放大器	(8)
1.3 共集电极放大器和共漏极放大器	(9)
1.4 放大器的分类	(11)
1.5 级间耦合型式	(14)
1.6 去耦电路	(17)
1.7 音色调整器	(19)
1.8 负反馈电路	(21)
1.9 视频放大器	(24)
1.10 倒相器.....	(27)
1.11 推挽放大器.....	(28)
第二章 特种用途放大器	(34)
2.1 达林顿电路	(34)
2.2 运算放大器	(35)
2.3 差动放大器	(38)
2.4 切断彩色信道的信号放大器	(41)
2.5 色度信号的频带放大器	(43)
2.6 色度信号放大器	(44)

2.7	色同步脉冲选通电路	(45)
2.8	磁放大器	(47)
2.9	自饱和磁放大器	(50)
2.10	推挽磁放大器	(52)
2.11	帧扫描和行扫描部件的输出放大器	(53)
2.12	调频导频信号放大器	(56)
第三章	中频放大器和高频放大器	(58)
3.1	中频放大器的电路原理	(58)
3.2	中频放大器输入级的带阻滤波器	(60)
3.3	场效应晶体管中频放大器	(62)
3.4	高频放大器	(63)
3.5	乙类线性放大器	(66)
3.6	丙类单端放大器	(68)
3.7	丙类推挽放大器	(71)
3.8	倍频器	(73)
第四章	振荡器	(75)
4.1	阿姆斯特朗振荡器	(75)
4.2	可调频率振荡器	(77)
4.3	哈特莱振荡器	(79)
4.4	考毕兹振荡器	(80)
4.5	石英晶体振荡器	(81)
4.6	锁相型自动频率微调的副载波振荡器	(83)
4.7	多谐振荡器	(86)
4.8	帧扫描多谐振荡器	(88)
4.9	间歇振荡器	(89)

4.10	帧扫描间歇振荡器·····	(90)
4.11	行扫描间歇振荡器·····	(91)

第五章 滤波器和衰减器····· (93)

5.1	概述·····	(93)
5.2	k型低通滤波器·····	(93)
5.3	m型低频滤波器·····	(97)
5.4	k型高通滤波器·····	(99)
5.5	m型高通滤波器·····	(100)
5.6	平衡滤波器·····	(102)
5.7	带通滤波器·····	(103)
5.8	带阻滤波器·····	(105)
5.9	衰减器·····	(107)
5.10	可变衰减器的类型·····	(108)
5.11	固定衰减器的类型·····	(110)
5.12	Γ 型固定衰减器·····	(111)
5.13	T型和H型衰减器·····	(113)
5.14	Π 型和O型衰减器·····	(114)
5.15	桥联T型和H型衰减器·····	(115)
5.16	残留边带滤波器·····	(116)

第六章 调制装置····· (118)

6.1	调制的基本形式·····	(118)
6.2	单端调幅制·····	(119)
6.3	推挽调幅制·····	(123)
6.4	调频的频带宽度·····	(124)
6.5	调制指数·····	(125)

6.6	调频时载波频率稳定性的保证	(127)
6.7	平衡调制器	(130)
6.8	预加重	(132)
6.9	在电视信号中引入同步脉冲	(133)
6.10	帧同步脉冲的引入	(136)
6.11	信号的合并电路	(138)

第七章 解调器、自动音量控制电路、自动增益控制 电路及其他电路

7.1	调幅信号检波器	(141)
7.2	再生检波器	(143)
7.3	相位检波器	(145)
7.4	鉴频器	(148)
7.5	比例鉴频器	(150)
7.6	去加重电路	(151)
7.7	视频检波器	(152)
7.8	自动音量控制	(155)
7.9	自动增益控制的基本电路	(157)
7.10	自动增益控制开关电路	(159)
7.11	自动频率微调	(161)
7.12	色度信号增益自动调节	(162)
7.13	色差信号 $B-Y$ 和 $R-Y$ 解调器	(164)

第八章 数字电路

8.1	概述	(167)
8.2	静态触发器	(168)
8.3	或门电路	(170)

8.4	或-非门、与门、与-非门电路	(173)
8.5	复合逻辑电路	(175)
8.6	电阻-晶体管和二极管-晶体管逻辑电路	(176)
8.7	直接耦合逻辑电路	(178)
8.8	异或门电路	(180)
8.9	以原码和反码来表示二进制数	(183)

第九章 桥式电路..... (186)

9.1	惠斯登电桥	(186)
9.2	惠斯登 L 电桥和 C 电桥	(188)
9.3	奥文电桥	(189)
9.4	麦克斯韦尔电桥	(190)
9.5	维恩电桥	(190)
9.6	谐振电桥	(191)
9.7	海氏电桥	(191)
9.8	谢林电桥	(192)
9.9	桥式检波器	(193)
9.10	桥式整流器	(194)
9.11	桥式鉴相器	(195)
9.12	桥式天线转换开关	(197)

第十章 电源及控制电路..... (200)

10.1	关于电源的概述	(200)
10.2	半波整流器	(201)
10.3	全波整流器	(203)
10.4	倍压器	(205)
10.5	三倍压器	(206)

10.6	高压电路	(208)
10.7	桥式整流器	(210)
10.8	稳压器	(211)
10.9	断续器和变流器	(214)
10.10	可调电压电路	(216)
10.11	可控硅电路	(217)
10.12	相位移电路	(219)
10.13	引燃管电路	(221)
10.14	有引燃管的全波整流电路	(222)
 第十一章 波形变换电路		
11.1	积分电路	(225)
11.2	微分电路	(228)
11.3	积分微分电路	(230)
11.4	串联二极管限幅器	(231)
11.5	并联二极管限幅器	(233)
11.6	双向限幅器	(235)
11.7	幅值的匀整	(236)
11.8	电平箝位电路	(237)
11.9	锯齿形信号的形成	(240)
11.10	锯齿形电压变换成锯齿形电流	(241)
 第十二章 电抗电路		
12.1	可控电抗的基本电路	(244)
12.2	RC型电抗电路	(245)
12.3	RL型电抗电路	(250)
12.4	具有两个变容二极管的微调电路	(251)

12.5	具有一个变容二极管的电路	(253)
------	--------------	---------

第十三章 特殊的装置和系统 (255)

13.1	用间歇振荡器构成的分频器	(255)
13.2	积储型分频器	(256)
13.3	倍频器	(259)
13.4	单稳态多谐振荡器	(260)
13.5	施密特触发器	(262)
13.6	同步脉冲选择器	(264)
13.7	调谐显示器	(265)
13.8	磁带录音机工作种类的转换系统	(266)
13.9	消隐电路	(268)
13.10	立体声接收机中调幅和调频信号转换系统	(269)
13.11	控制系统	(269)
13.12	自动同步机	(272)
13.13	差动自动同步机	(274)
13.14	放大电机——直流放大器	(277)
13.15	具有光电元件的电路	(279)
13.16	主要的测量电路	(281)

第十四章 集成电路 (285)

14.1	集成电路的特点	(285)
14.2	集成电路在微型组件中的应用	(286)
14.3	TTL型逻辑电路中的多发射极晶体管	(287)
14.4	互补金属-氧化物-半导体 (C-MOS) 晶体管集成电路	(290)

14.5	注入型逻辑电路·····	(292)
14.6	注入型或-非门电路 ·····	(293)
14.7	具有肖特基二极管的箝位电路·····	(295)
第十五章	发射机和接收机的方框图·····	(297)
15.1	调幅发射机·····	(297)
15.2	单通道调频发射机·····	(298)
15.3	多通道调频发射机·····	(302)
15.4	电视发射机·····	(304)
15.5	调幅接收机·····	(307)
15.6	单通道调频接收机·····	(309)
15.7	多通道调频接收机·····	(310)
15.8	电视接收机·····	(312)
术语索引 ·····		(315)
内容索引 ·····		(334)

第一章 音频放大器和 视频放大器

1.1 共发射极放大器和共源极放大器

放大器包含有晶体管以及象电阻、电容和电感线圈这样的一些元件。所用元件的参数（它们的额定值和电压）取决于对放大器的要求以及所用晶体管的类型。随着各种类型晶体的出现，有可能产生放大器电路的新结构。在 $p-n-p$ 或 $n-p-n$ 型的双极型晶体管中，构成了以一定顺序相互交替的不同形式的导电区域，它们形成了基极、发射极和集电极。晶体管之所以称为是双极型的，是因为在晶体管中，参与导电的载流子既有电子，又有空穴。在场效应晶体管（单极型晶体管）中，参与导电的载流子只有一种，或者是电子，或者是空穴。场效应晶体管有栅极、源极和漏极。根据导电的载流子不同，可以把场效应晶体管分成两类： p 型沟道和 n 型沟道场效应晶体管。各种不同类型的晶体管具有各种不同的特性，这些特性将在这一节中详加论述。

常用的双极型晶体管放大器电路是共发射极电路（发射极接地电路），这种电路的各种不同型式如图1.1所示。“共发射极”是指电路中发射极与地之间的电阻，对于信号来说是很小的，但不能由此认为，在任何情况下，对于直流来说，这个电

阻也很小。例如，在图1.1(a)和(b)所示电路中，发射极直接接地，而在图1.1(c)所示电路中，发射极与地之间接有被电容旁路的电阻。如果对于信号来说，这个电容的电抗很小，则可以认为，发射极对于信号来说实际上是接地的。

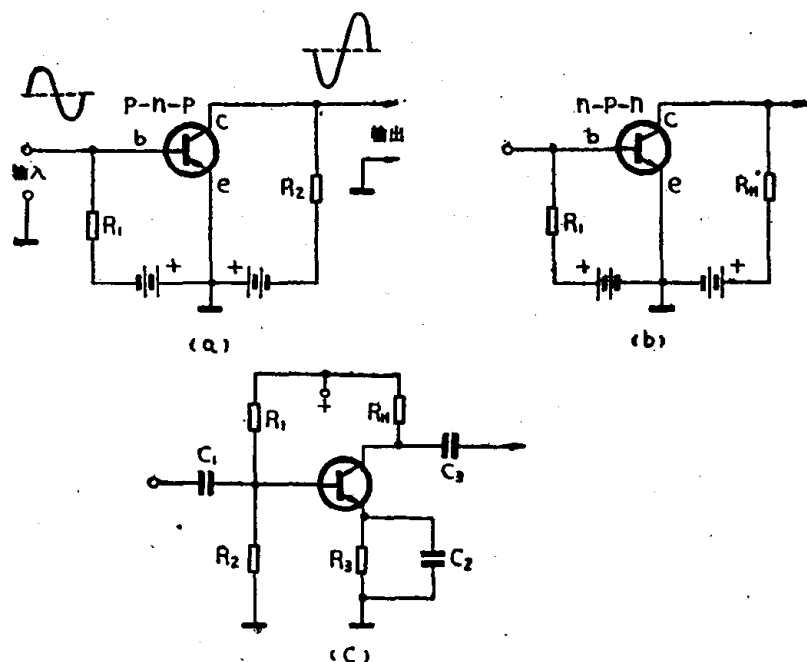


图 1.1 共发射极电路

为使放大器处于甲类工作状态（第1.4节），基极与发射极之间的偏压应是正向偏压，而集电极与基极之间的偏压应是反向偏压。为了获得这样的偏压，电源的极性应根据所采用的晶体管而选定。对于P-n-P型晶体管（图1.1(a)），偏压电源的正极应接在P型区的发射极上，而负极应接在n型区的基极上。这样，当基极相对于发射极来说处于负电位时，可以得到正向偏压。为使集电结上加反向偏压，应把电源正极接在发射极上，而把负极接在集电极上。

输入信号在电阻 R_1 上形成电压降，它与直流偏压代数相加。因此，基极的总电位随信号而发生变化，集电极电流随基极电位的变化而变化。从而电阻 R_2 上的电压也随基极电位的变化而变化。在输入电压的正半波期间内，正向偏压减小，而流经 R_2 的电流也相应地减小， R_2 上的电压降也减小，结果是，在输入信号与输出信号之间形成 180° 的相位移。

如果采用 $n-p-n$ 型晶体管（图1.1(b)），则应把两组电源的极性反过来。这时，发射结仍处在正向偏压下，而集电结处在反向偏压下。同前面的情况一样，在输入信号与输出信号之间形成 180° 的相位移。

放大器的主要元件如图1.1(a)和(b)所示，而实际所采用的放大器电路如图1.1(c)所示。这里，电容 C_1 不允许输入信号的直流分量通过，但是，它对输入信号的交流分量阻抗很小，于是，输入信号的交流分量加在电阻 R_2 上（这就是所谓的RC耦合，RC耦合在第1.5节要详细介绍）。基极正向偏压从接在电源上的分压器 R_1-R_2 加入，当适当选取电阻 R_1 和 R_2 的比值时，就可获得所需的晶体管基极正偏压值。这时，在 $n-p-n$ 型晶体管中，基极电位比发射极更正。在集电极电阻上形成输出信号，集电极电阻通常称为负载电阻，并记作 R_H 。信号通过隔直电容 C_2 加到下一级。输入回路和输出回路应有公共接地点（图1.1(a)）。

共发射极电路的基极电流放大系数由下列公式给出：

$$\beta = \frac{\partial I_c}{\partial I_b} \approx \frac{\Delta I_c}{\Delta I_b} \quad (\text{当 } U_{..} = \text{常数时}) \quad (1.1)$$

式中 β ——基极电流放大系数；

ΔI_b ——基极电流增量；

ΔI_c ——当 $U_{..} = \text{常数}$ 时集电极电流的相应增量。

这样， β 等于在恒定的集电极电压下集电极电流增量与基极电流相应增量之比。信号电流的放大系数又称为正向电流转移系数¹⁾。

当温度发生变化时，电阻 R_3 （图1.1(c)）对晶体管电流有稳定作用。 R_3 上的电压降形成晶体管发射结的反向偏压，因为这个电压降使发射极电位升高。因此，这个电压降使基极的正向偏压减小，所减小的数值等于这个电压降值。 R_3 上电压的交流分量的存在使输出信号减小，因而，使放大器的放大系数也减小（见第1.8节）。为消除这个效应，电阻 R_3 被电容器 C_2 旁路。

当晶体管受热时，集电极电流的直流分量增加。在电阻 R_3 上的电压降相应也增大，这就使基极的正向偏压以及集电极电流减小。结果，使电流的温度漂移得到部分补偿。

用场效应晶体管构成的放大器电路如图1.2所示，它与共发射极电路等效，称为共源极电路。在这个电路中，栅极相当于双极型晶体管的基极，源极相当于发射极，而漏极相当于集电极。 N 型沟道场效应晶体管如图1.2中(a)(b)所示。对于 P 型沟道场效应晶体管来说，栅极上的箭头将指向相反方向。图1.2(c)所示是 P 型沟道场效应晶体管。

场效应晶体管的偏压电路不同于双极型晶体管的偏压电路，这是由于这些器件的特性不同的缘故。双极型晶体管是信号电流的放大器，在放大器的输出端重现放大的输入信号电流，而在场效应晶体管中，加在输入端上的信号电压控制着输出信号电流。

有两种类型的场效应晶体管：结型场效应晶体管和金属-

1) 当电阻 R_3 的数值足够大时，信号电流的交流分量实际上等于基极电流的交流分量。——俄译本译注