

同步辅导系列
高教版·华中科大主编

同步辅导系列

高教版·华中科大主编

电子技术基础

模拟部分

(第五版)

习题解析

马谋董威



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

同步辅导系列

高教版·华中科大主编

电子技术基础

模拟部分(第五版)

习题解析

马谋 董威

西安交通大学出版社

内容简介

本书是以华中科技大学电子技术课程组编、康华光教授任主编的《电子技术基础》模拟部分(第五版)为教材而编写的该课程学习参考书。

本书各章次序与教材相同。每章的第一部分是在总结教材各章内容的基础上给出的“基本概念与分析计算的依据”,所以在“节”的安排上有的有整合。每章的第二部分是“习题解析”,在对教材各章后的习题进行详解外,有的还对题意、解题思路、容易混淆的概念和产生的错误进行分析。在附录里给出了的模拟试题,以便读者自行检测对基本概念、常用分析计算方法的理解和掌握程度。

对选用华中教材的大学本科学生,本书可作为学习该课程的主要辅导教材;对选用其他院校教材的学生和有关工程技术人员,本书可以作为学习该课程的参考书;对有志攻读硕士研究生的学生,本书也可作为考研复习用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础模拟部分(第五版)习题解析/马谋,
董威编著. —西安:西安交通大学出版社,2007.8
(同步辅助系列)

ISBN 978-7-5605-2483-2

I. 电... II. ①马... ②董... III. 模拟电路-
电子技术-高等学校-解题 IV. TN710-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 096107 号

书 名	电子技术基础模拟部分(第五版)习题解析
编 著	马谋 董威
出版发行	西安交通大学出版社
地 址	西安市兴庆南路 10 号 (邮编:710049)
电 话	(029)82668357 82667874(发行部) (029)82668315 82669096(总编办)
印 刷	陕西元盛印务有限公司
字 数	322 千字
开 本	880mm×1230mm 1/32
印 张	8.75
版 次	2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5605-2483-2/TM·68
定 价	16.00 元

版权所有 侵权必究

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

前 言

本书是为学习华中科技大学电子技术课程组编、康华光教授任主编的《电子技术基础》模拟部分(第五版)教材(以下简称为“教材”)而编写的学习参考书。

在 20 多年的时间里,华中科技大学的《电子技术基础》“教材”从第一版到第五版,由于有“精选内容,推陈出新;讲清基本概念、基本电路的工作原理和基本分析方法”等编写指导思想,使“教材”在本学科中一直处于领先,并广为国内院校选用。

模拟电子技术基础是一门介绍常用电子器件、电子电路及其应用的入门性专业基础课,既具有基础课的内容严谨、概念完整的特点;又具有专业课实践性、工程性强的特点。特别是将材料、结构、工作原理、电特性糅合在介绍器件的内容里;将元器件的伏安特性、电子电路组成、工作原理、性能指标的计算糅合在介绍常用电子电路的内容里;将基本电子电路的特点、电子系统的概念、工程实践中要考虑的问题糅合在介绍电子电路应用的内容里;在分析计算中又把直流和交流、线性和非线性糅合在一起。这一切使学生感到不适应、感到入门难、解题更难。

本书通过总结“教材”各章的基本概念、给出习题的解题思路和解题过程,帮助学生学好这门课程,使他们不再感到解题难,这是我们编写这本参考书的主要目的;其次是希望能给选用这本“教材”作课本的教师在教学上带来一点方便,使更多的老师喜欢选用华中科技大学的这本“教材”作教材;由于是非华中科技大学的教师来编写这本书,会从不同角度理解“教材”的一些概念、内容和习题的题意,对华中的老师编写“教材”后续各版,或许会有一点正面或反面的参考作用。

本书各章次序与教材相同。每章的第一部分是在总结教材各章内

容的基础上给出的“基本概念与分析计算的依据”，所以在“节”的安排上有的有整合。每章的第二部分是“习题解析”，在对教材各章后的习题进行详解外，有的还对题意、解题思路、容易混淆的概念和产生的错误进行分析。在附录里给出了的模拟考试题，以便读者自行检测对基本概念、常用分析计算方法的理解和掌握程度。

限于编者的水平和对“教材”的理解能力，本书难免有差错和不当之处，敬请读者批评指正。

作者

2007年6月

目 录

前 言

1 绪论

1.1 基本概念与分析计算的依据	(1)
1.1.1 信号及其频谱	(1)
1.1.2 放大电路的基本知识	(1)
1.2 习题解析	(3)

2 运算放大器

2.1 基本概念与分析计算的依据	(9)
2.1.1 集成电路运算放大器	(9)
2.1.2 理想运算放大器	(10)
2.1.3 基本线性运放电路	(11)
2.1.4 同向输入和反向输入放大电路的应用	(11)
2.2 习题解析	(11)

3 二极管及其基本电路

3.1 基本概念与分析计算的依据	(32)
3.1.1 半导体的基本知识	(32)
3.1.2 PN 结的形成及特性	(33)
3.1.3 二极管	(34)
3.1.4 二极管的基本电路及分析方法	(34)
3.1.5 特殊二极管	(35)
3.2 习题解析	(36)

4 双极结型三极管及放大电路基础

4.1 基本概念与分析计算的依据	(47)
4.1.1 BJT	(47)
4.1.2 基本共射极放大电路	(48)
4.1.3 BJT 的直流偏置及放大电路静态分析	(49)

4.1.4	三种基本放大电路	(50)
4.1.5	放大电路的频率特性	(53)
4.2	习题解析	(54)
5	场效应管放大电路	
5.1	基本概念与分析计算的依据	(86)
5.1.1	场效应管	(86)
5.1.2	场效应管的直流偏置及静态分析	(88)
5.1.3	场效应管基本放大电路的动态分析	(89)
5.2	习题解析	(90)
6	模拟集成电路	
6.1	基本概念与分析计算的依据	(110)
6.1.1	集成电路概述	(110)
6.1.2	模拟集成电路中的直流偏置技术	(110)
6.1.3	差分式放大电路	(111)
6.1.4	集成运放	(115)
6.2	习题解析	(115)
7	反馈放大电路	
7.1	基本概念与分析计算的依据	(143)
7.1.1	反馈的基本概念与分类	(143)
7.1.2	反馈放大电路的方框图及增益的一般表达式	(145)
7.1.3	负反馈对放大电路性能的影响	(146)
7.1.4	负反馈放大电路的计算	(147)
7.1.5	负反馈放大电路的稳定问题	(148)
7.2	习题解析	(148)
8	功率放大电路	
8.1	基本概念与分析计算的依据	(165)
8.1.1	功率放大电路的一般问题	(165)
8.1.2	互补对称功率放大电路	(166)
8.1.3	功率器件	(169)
8.2	习题解析	(170)
9	信号处理与信号产生电路	
9.1	基本概念与分析计算的依据	(181)

9.1.1	有源滤波电路	(181)
9.1.2	开关电容滤波器	(184)
9.1.3	正弦波振荡电路	(184)
9.1.4	RC 正弦波振荡电路	(186)
9.1.5	LC 及石英晶体正弦波振荡电路	(187)
9.1.6	非正弦波信号产生电路	(188)
9.2	习题解析	(189)
10	直流稳压电源	
10.1	基本概念与分析计算的依据	(225)
10.1.1	概述	(225)
10.1.2	小功率整流滤波电路	(225)
10.1.3	串联反馈式稳压电路	(227)
10.1.4	开关式稳压电路	(228)
10.2	习题解析	(228)
附录 I	期末考试模拟试题	
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题(I)	(247)
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题(II)	(250)
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题(III)	(253)
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题(IV)	(257)
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题(V)	(261)
附录 II	期末考试模拟试题答案	
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题答案(I)	(264)
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题答案(II)	(264)
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题答案(III)	(265)
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题答案(IV)	(267)
	《模拟电子技术基础》期末考试模拟试题答案(V)	(268)
主要参考文献		(270)

1 绪 论

1.1 基本概念与分析计算的依据

1.1.1 信号及其频谱

(1) 信号是信息的载体。

(2) 电子系统直接处理的是电信号。当需要处理非电信号时,要通过传感器将非电信号转换为电信号后再输入电子系统。为了使问题简化,输入电子系统的信号总看作是信号源提供的。

(3) 信号源:常用理想电压源和源内阻 R_s 串联或理想电流源和源内阻 R_s 并联等效信号源。在多级电子电路中,前一级电路的输出信号就是本级的输入信号。

(4) 模拟电路常用正弦波信号作标准输入信号进行测试或分析。

(5) 频谱:把非正弦信号分解为不同频率正弦信号的集合,从而得到各正弦分量的幅值随(角)频率变化的分布,称为该信号的频谱。

(6) 模拟信号与数字信号

① 模拟信号:是时间和幅值上均连续的信号。产生和处理模拟信号的电子电路称为模拟电路。

② 数字信号:在时间和数值中,有一个或两个均不连续的信号属数字信号。产生和处理数字信号的电子电路称为数字电路。

1.1.2 放大电路的基本知识

1. 模拟信号放大

信号放大是模拟电子电路的最基本功能。根据输入信号的条件和对输出信号的要求,放大电路有四种不同类型,它们有四种不同的电路模型,表示它们放大能力的指标也各有不同的定义。

2. 放大电路的主要性能指标

(1) 增益 A :又称放大倍数,其定义式中的参数意义见图 1.1。

① 电压增益 $A_v = \frac{v_o}{v_i}$ (或电压增益 = $20\lg|A_v|$ dB): 又称电压放大倍数, 适用于输入和输出均为电压信号的电压放大电路。

② 电流增益 $A_i = \frac{i_o}{i_i}$ (或电流增益 = $20\lg|A_i|$ dB): 又称电流放大倍数, 适用于输入和输出均为电流信号的电流放大电路。

③ 互阻增益 $A_r = \frac{v_o}{i_i}$: 又称互阻放大倍数, 适用于输入为电流信号和输出为电压信号的互阻放大电路, 互阻增益的单位为“ Ω ”或“ $k\Omega$ ”。

④ 互导增益 $A_g = \frac{i_o}{v_i}$: 又称互导放大倍数, 适用于输入为电压信号和输出为电流信号的互导放大电路, 互导增益的单位为西门子“S”或毫西门子“mS”。

(2) 输入电阻 $R_i = \frac{v_i}{i_i}$: 其定义式中的参数意义见图 1.1。对输入为电压信号的放大电路, 一般要求 R_i 越大越好; 对输入为电流信号的放大电路, 一般要求 R_i 越小越好。输入电阻表征了放大电路对信号源的负载效应。

(3) 输出电阻 $R_o = \left. \frac{v_i}{i_i} \right|_{\substack{v_s=0 \\ R_L=\infty}}$: 其定义式中的参数意义见图 1.2。输出电阻表征了放大电路带负载的能力。

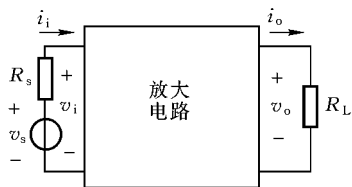


图 1.1 放大电路的增益和输入电阻定义



图 1.2 放大电路的输出电阻定义

(4) 频率响应和带宽: 放大电路中的电抗性元件和电抗性分布参数使放大电路增益的模和输出与输入之间的相移随信号频率的变化而改变, 这种特性称为放大电路的频率响应。放大电路的频率响应是输入正弦小信号条件下, 通过幅频响应 ($|\dot{A}_v| - f$) 和相频响应 ($\varphi - f$) 来反映的。放大电路的幅频响应和相频响应曲线如图 1.3 所示。图中的 $20\lg|\dot{A}_M|$ 是放大电路的中频增益。

(5) 非线性失真: 由于放大器件的特性非线性而产生的失真称为非线性失真, 用非线性失真系数 γ 衡量, 它可以通过专用仪器测得。放大电路的饱和失真、截止失真均属放大电路的非线性失真。

① 下限频率 f_L : 在低频区(增益随信号频率提高而增大), 增益比中频增益低 3dB 时的频率。

② 上限频率 f_H : 在高频区(增益随信号频率提高而下降), 增益比中频增益低 3dB 时的频率。

③ 带宽 BW : 也称通频带, 是放大电路上限频率与下限频率之差, 即

$$BW = f_H - f_L$$

④ 频率失真: 当放大电路放大非正弦波信号, 且不产生非线性失真时, 因为放大电路对不同频率的信号有不同放大倍数引起的波形失真称为幅度失真; 因为放大电路对不同频率信号产生的相移不同而引起的波形失真称为相位失真。它们统称为频率失真或线性失真。

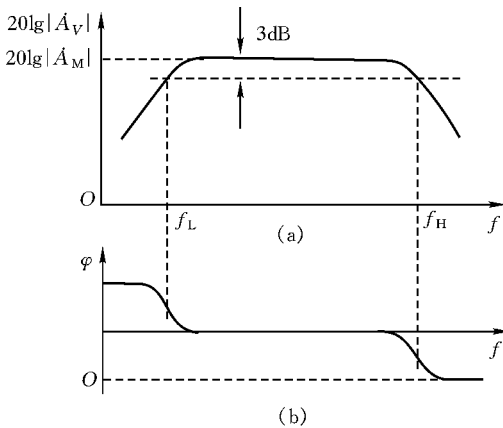


图 1.3 放大电路的频率响应
(a)幅频响应; (b)相频响应

1.2 习题解析

1.2.1 写出下列正弦波电压信号的表达式

- (1) 峰-峰值 10 V, 频率 10 kHz;
- (2) 有效值 220 V, 频率 50 Hz;
- (3) 峰-峰值 100 mV, 周期 1 ms;
- (4) 峰-峰值 0.25 V, 角频率 1 000 rad/s。

【分析】 正弦波电压的函数表达式为 $v(t) = V_m \sin \omega t = V_m \sin 2\pi f t$, V_m 为幅值

(即峰值)、 ω 为角频率、 f 为频率。

【解】(1) $v(t) = 5\sin(2 \times 10^4 \pi t)$ V

(2) $v(t) = 220\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ V

(3) $v(t) = 50\sin(2 \times 10^3 \pi t)$ mV

(4) $v(t) = 0.125\sin(1\,000t)$ V

1.2.2 图 1.2.2 中的方波电压信号加在一个电阻 R 两端, 试用公式 $P = \frac{1}{T} \int_0^T (v^2/R) dt$ 计算信号在电阻上耗散的功率; 然后根据式 (1.2.3) 分别计算方波信号的傅里叶展开式中直流分量、基波分量、三次谐波分量在电阻上耗散的功率, 并计算这 3 个分量在电阻上耗散功率之和占电阻上总耗散功率的百分比。

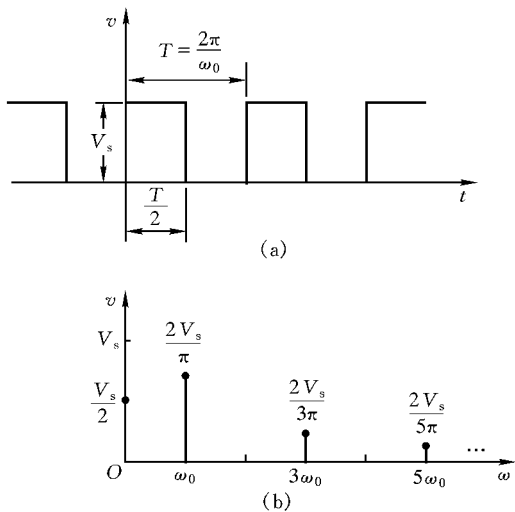


图 1.2.2

(a) 方波的波形; (b) 方波的频谱

【解】电阻上耗散的功率
$$P = \frac{1}{T} \int_0^T (v^2/R) dt = \frac{1}{T} \int_0^T (V_s^2/R) dt = \frac{V_s^2}{2R}$$

直流分量在电阻上的功耗

$$P_0 = \frac{V_0^2}{R} = \left(\frac{V_s}{2}\right)^2 \frac{1}{R} = \frac{V_s^2}{4R}$$

基波分量在电阻上的功耗

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R} = \left(\frac{2V_s}{\pi\sqrt{2}}\right)^2 \frac{1}{R} = \frac{2V_s^2}{\pi^2 R}$$

三次谐波分量在电阻上的功耗

$$P_3 = \frac{V_3^2}{R} = \left(\frac{2V_s}{3\pi\sqrt{2}}\right)^2 \frac{1}{R} = \frac{2V_s^2}{9\pi^2 R}$$

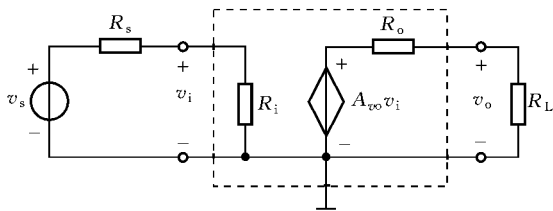
前三分量功耗占电阻上总功耗的百分比

$$\begin{aligned} \left(\frac{P_0 + P_1 + P_3}{P} \right) \times 100\% &= \left(\frac{V_s^2}{4R} + \frac{2V_s^2}{\pi^2 R} + \frac{2V_s^2}{9\pi^2 R} \right) \frac{2R}{V_s^2} \times 100\% \\ &= \frac{9\pi^2 + 72 + 8}{18\pi^2} \times 100\% \approx 95\% \end{aligned}$$

1.4.1 电压放大电路模型如图 1.4.1 所示, 设输出开路电压增益 $A_{vo} = 10$ 。

试分别计算下列条件下的源电压增益 $A_{vs} = v_o/v_s$:

- (1) $R_i = 10R_s, R_L = 10R_o$;
- (2) $R_i = R_s, R_L = R_o$;
- (3) $R_i = R_s/10, R_L = R_o/10$;
- (4) $R_i = 10R_s, R_L = R_o/10$ 。



图题 1.4.1

【解】

(1) 由电压增益定义

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = A_{vo} \cdot \frac{R_L}{R_L + R_o} = 10 \times \frac{10R_o}{10R_o + R_o} = \frac{100}{11}$$

则源电压增益为

$$A_{vs} = \frac{v_o}{v_s} = \frac{v_o}{v_i} \cdot \frac{v_i}{v_s} = A_v \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = \frac{100}{11} \times \frac{10R_s}{11R_s} = \frac{1000}{121}$$

(2) 在所给条件下 $A_v = 10 \times \frac{1}{2} = 5$

源电压增益为 $A_{vs} = \frac{v_o}{v_s} = A_v \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = 5 \times \frac{1}{2} = 2.5$

(3) 在所给条件下 $A_v = 10 \times \frac{R_o/10}{R_o/10 + R_o} = \frac{10}{11}$

源电压增益为 $A_{vs} = \frac{10}{11} \times \frac{1}{11} = \frac{10}{121}$

(4) 在所给条件下 $A_v = 10 \times \frac{1}{11} = \frac{10}{11}$

源电压增益为 $A_{vs} = \frac{10}{11} \times \frac{10}{11} = \frac{100}{121}$

1.5.1 在某放大电路输入端测量到输入正弦信号电流和电压的峰-峰值分别为 $5 \mu\text{A}$ 和 5mV , 输出端接 $2 \text{k}\Omega$ 电阻负载, 测量到正弦电压信号峰-峰值为 1V 。试计算该放大电路的电压增益 A_v 、电流增益 A_i 、功率增益 A_p , 并分别换算成 dB 数表示。

【解】 电压增益 $A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{5 \times 10^{-3}} = 200$

$$20\lg|A_v| = 20\lg 200 \approx 46 \text{ dB}$$

电流增益 $A_i = \frac{i_o}{i_i} = \frac{v_o}{R_L} \frac{1}{i_i} = \frac{1}{2 \times 10^3 \times 5 \times 10^{-6}} = 100$

$$20\lg|A_i| = 20\lg 100 = 40 \text{ dB}$$

功率增益 $A_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{v_o^2}{R_L} \frac{1}{v_i i_i} = \frac{1}{2 \times 10^3 \times 5 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^4$

$$10\lg A_p = 10\lg(2 \times 10^4) \approx 43 \text{ dB}$$

1.5.2 当负载电阻 $R_L = 1 \text{k}\Omega$ 时, 电压放大电路输出电压比负载开路 ($R_L = \infty$) 时输出电压减少 20% , 求该放大电路的输出电阻 R_o 。

【分析】 通常测定放大电路输出电阻 R_o 的方法是: 在保持输入到放大电路输入端的正弦波信号频率和幅度不变, 且输出无失真情况下, 测出负载开路时的输出电压 v'_o , 再测出负载 R_L 接入时的输出电压 v_o , 则可由下式求得输出电阻

$$R_o = \left(\frac{v'_o}{v_o} - 1 \right) R_L$$

【解】 $R_o = \left(\frac{v'_o}{v_o} - 1 \right) R_L = \left(\frac{1}{1-0.2} - 1 \right) \times 1 = 0.25 \text{ k}\Omega$

1.5.3 一电压放大电路输出端接 $1 \text{k}\Omega$ 负载电阻时, 输出电压为 1V , 负载电阻断开时, 输出电压上升到 1.1V , 求该放大电路的输出电阻 R_o 。

【解】 $R_o = \left(\frac{v'_o}{v_o} - 1 \right) R_L = \left(\frac{1.1}{1} - 1 \right) \times 1 = 0.1 \text{ k}\Omega$

1.5.4 某放大电路输入电阻 $R_i = 10 \text{k}\Omega$, 如果用 $1 \mu\text{A}$ 电流源驱动, 放大电路短路输出电流为 10mA , 开路输出电压为 10V 。求放大电路接 $4 \text{k}\Omega$ 负载电阻时的电压增益 A_v 、电流增益 A_i 、功率增益 A_p , 并分别转换成 dB 数表示。

【分析】 当放大电路的输出回路用一电压源等效时, 该电压源由放大电路的开路输出电压 v'_o 和输出电阻 R_o 串联组成, 所以短路输出电流 $i_{os} = v'_o / R_o$, 故 $R_o = v'_o / i_{os}$

【解】 $R_o = \frac{v'_o}{i_{os}} = \frac{10}{10} = 1 \text{ k}\Omega$

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{v_o}{i_i R_i} \frac{R_L}{R_o + R_L} = \frac{10}{1 \times 10^{-6} \times 10^4} \times \frac{4}{1+4} = 800$$

$$20 \lg |A_v| = 20 \lg 800 \approx 58 \text{ dB}$$

$$A_i = \frac{i_o}{i_i} = \frac{v_o}{i_i (R_o + R_L)} = \frac{10}{1 \times 10^{-6} \times (1+4) \times 10^3} = 2\ 000$$

$$20 \lg |A_i| = 20 \lg 2\ 000 \approx 66 \text{ dB}$$

$$A_p = \frac{P_o}{P_i} = \left[\left(\frac{v_o' R_L}{R_o + R_L} \right)^2 \frac{1}{R_L} \right] \frac{1}{i_i^2 R_i}$$

$$= \left(\frac{10 \times 4}{1+4} \right)^2 \times \frac{1}{4 \times 10^3} \times \frac{1}{(1 \times 10^{-6})^2 \times 10 \times 10^3}$$

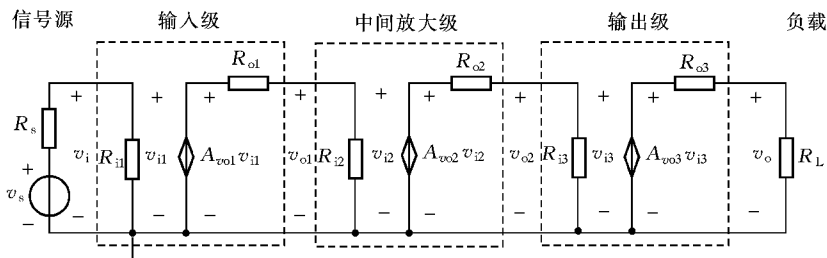
$$= 1.6 \times 10^6$$

$$20 \lg A_p = 20 \lg (1.6 \times 10^6) \approx 62 \text{ dB}$$

1.5.5 有以下三种放大电路备用：(1)高输入电阻型： $R_{i1} = 1 \text{ M}\Omega$, $A_{vo1} = 10$, $R_{o1} = 10 \text{ k}\Omega$ ；(2)高增益型： $R_{i2} = 10 \text{ k}\Omega$, $A_{vo2} = 100$, $R_{o2} = 1 \text{ k}\Omega$ ；(3)低输出电阻型： $R_{i3} = 10 \text{ k}\Omega$, $A_{vo3} = 1$, $R_{o3} = 20 \Omega$ 。用这三种放大电路组合，设计一个能在 100Ω 负载电阻上提供至少 0.5 W 功率的放大器。已知信号源开路电压为 30 mV (有效值)，内阻为 $R_s = 0.5 \text{ M}\Omega$ 。

【解】 由于放大电路(1)具有高输入电阻，可作为输入级；放大电路(2)具有高增益，可作为中间级；放大电路(3)输出电阻低，驱动负载能力强，可作为输出级。因此可连接成多级放大电路，框图如解图 1.5.5 所示。该电路总电压增益为

$$\begin{aligned} A_{vs} &= \frac{v_o}{v_s} = \frac{v_i}{v_s} \frac{v_{o1}}{v_i} \frac{v_{o2}}{v_{o1}} \frac{v_o}{v_{o2}} = \frac{v_{i1}}{v_s} \frac{v_{o1}}{v_{i1}} \frac{v_{o2}}{v_{o1}} \frac{v_o}{v_{o2}} \\ &= \frac{R_{i1}}{R_s + R_{i1}} \frac{A_{vo1} R_{i2}}{R_{o1} + R_{i2}} \frac{A_{vo2} R_{i3}}{R_{o2} + R_{i3}} \frac{A_{vo3} R_L}{R_{o3} + R_L} \\ &= \frac{1}{0.5 + 1} \times \frac{10 \times 10}{10 + 10} \times \frac{100 \times 10}{1 + 10} \times \frac{1 \times 100}{20 + 100} = 252.5 \end{aligned}$$



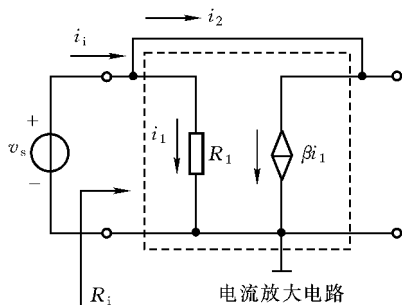
解图 1.5.5

输出功率

$$P_o = \frac{v_o^2}{R_L} = \frac{(A_{vs}V_s)^2}{R_L} = \frac{(252.2 \times 30 \times 10^{-3})^2}{100} = 0.57 \text{ W}$$

输出功率大于 0.5 W, 满足设计任务提出的要求。

1.5.6 图题 1.5.6 所示电流放大电路的输出端直接与输入端相连, 求输入电阻 R_i 。



图题 1.5.6

【解】

$$R_i = \frac{v_s}{v_i} = \frac{v_s}{i_1 + i_2} = \frac{v_s}{(1 + \beta) i_1} = \frac{R_1}{1 + \beta}$$

1.5.7 在电压放大电路的上限频率点, 电压增益比中频区增益下降 3 dB, 这时在相同输入电压条件下, 与中频区比较, 输出电压下降到多少?

【解】 设该放大电路的高频区和中频区电压增益分别为 \dot{A}_{VH} 和 \dot{A}_{VM} , 由题意可得

$$20 \lg |\dot{A}_{VH}| - 20 \lg |\dot{A}_{VM}| = -3 \text{ dB}$$

即

$$20 \lg \left| \frac{\dot{A}_{VH}}{\dot{A}_{VM}} \right| = -3 \text{ dB}$$

$$\left| \dot{A}_{VH} \right| = \frac{|\dot{A}_{VM}|}{\sqrt{2}} \approx 0.707 |\dot{A}_{VM}|$$

由于在输入电压相同的情况下, 输出电压正比于电路的电压增益, 故高频截止频率点的输出电压将下降到中频区输出电压的 0.707 倍。

2 运算放大器

2.1 基本概念与分析计算的依据

2.1.1 集成电路运算放大器

1. 集成电路运算放大器组成

集成运算放大器是模拟集成电路中应用极为广泛的一种器件。图 2.1 表示其内部结构框图。

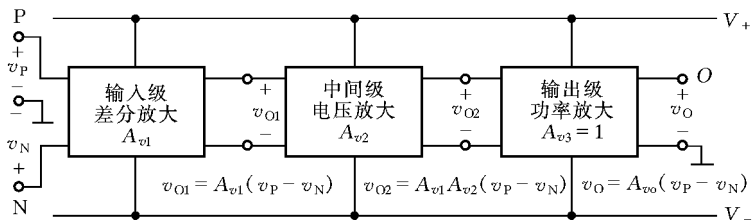


图 2.1 集成电路运算放大器的内部结构框图

2. 运算放大器电路模型

电路模型如图 2.2 所示，有两个输入端 P 和 N，一个输出端。

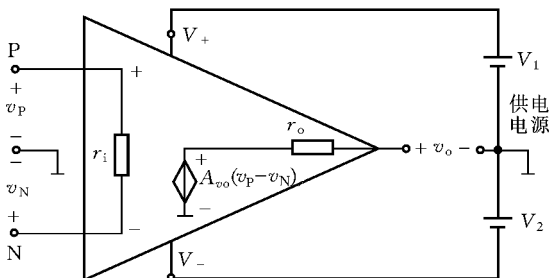


图 2.2 运算放大器的电路模型