

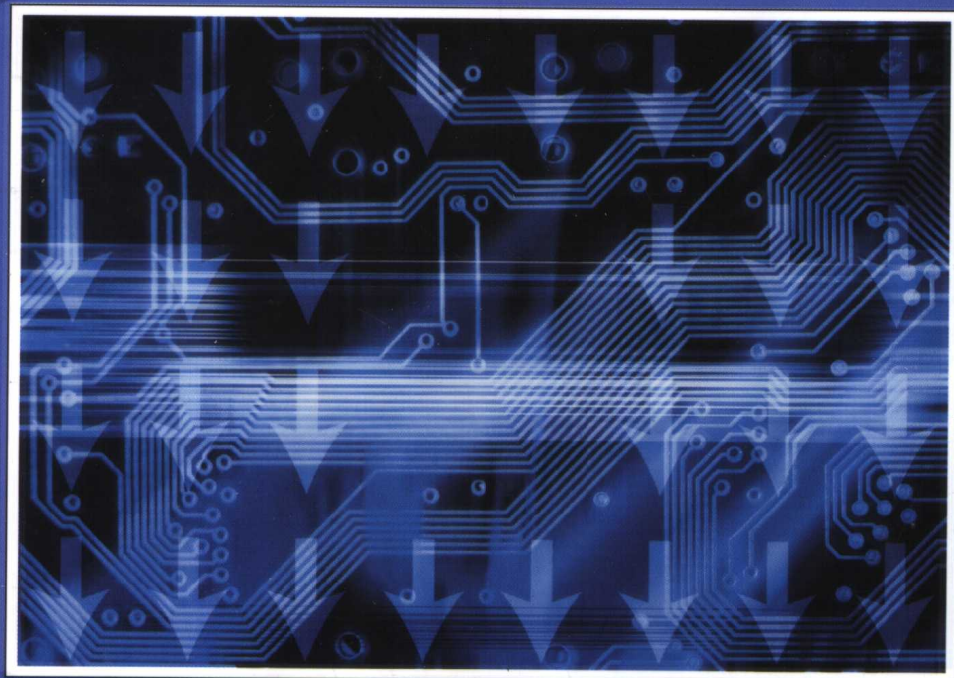
MONI DIANZI DIANLU

模拟电子电路

S H I Y A N J I S H U

实验技术

荆西京 主编



第四军医大学出版社

模拟电子电路实验技术

主 编 荆西京

副主编 刘 军 谢矿生 王海滨

编 者 (按姓氏笔画排序)

王 华 阎 博 刘 军

李 淳 陈实培 陈岚岚

荆西京 谢矿生

第四军医大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子电路实验技术/荆西京主编.—西安:第四军医大学出版社,2004.1
ISBN 7-81086-050-X

I.模… II.荆… III.模拟电路-实验-教育学校-教材 IV.TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 002835 号

模拟电子电路实验技术

主 编 荆西京
责任编辑 土丽艳 高 悦
出版发行 第四军医大学出版社
地 址 西安市长乐西路 17 号(邮编:710032)
电 话 029-83376765
传 真 029-83376764
网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>
印 刷 西安力顺彩印有限责任公司
版 次 2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 31.5
字 数 750 千字
书 号 ISBN 7-81086-050-X/TN·2
定 价 56.00 元

(版权所有 盗版必究)

内容摘要

本书由基础知识、模拟电子电路实验、电子电路计算机辅助设计软件介绍和附录四个部分组成。基础知识介绍了实验基本知识、电子电路的测量方法、常用测量仪器的原理和使用方法以及实验技术。模拟电子电路实验包含模拟电子电路的物理实验和计算机仿真实验内容，为便于实验组织与实施，两部分实验名称及内容相互对应，共十三个实验选题。为配合计算机仿真实验，在电子电路计算机辅助设计软件介绍部分，对常用的计算机辅助设计软件 PROTEL 99SE 和电路仿真工具 PSpice、System View 以及 Multisim2001 的操作方法作了简要介绍。在附录部分，列入了实验所用元器件和常用元器件的型号及性能参数指标，以便实验和选择元器件时参考。

本书可作为电子类各专业模拟电子电路实验课教材，也可作为电子工程技术人员在设计模拟电子电路和测量模拟电子电路时的参考书。

前 言

《模拟电子电路实验技术》是以《模拟电子技术基础》课程为基础,初步培养学生工程能力的一门专业技术基础课。通过对该课程的学习,可巩固和扩充理论知识,培养科学实验的基本技能和严谨的工作作风;使学生初步具备基本电路的分析和设计能力,了解实验仪器的基本原理,掌握其使用方法;初步具备自行拟定实验步骤、检查与排除故障、分析和综合实验结果以及撰写实验报告的能力。

本书分为四个部分。第一部分:基础知识。简要介绍常用电子电路元器件参数和电路性能参数的测量原理及测量方法,以及电子电路实验中常用电子测量仪器设备的常规使用方法。第二部分:模拟电子电路实验。模拟电子电路实验分为模拟电子电路的物理实验和计算机仿真实验,为便于实验组织与实施,两部分实验名称选题及内容相互对应,共十三个实验选题,每个选题与理论课紧密配合,并在每个实验的预习内容里,都较为详细地介绍了电路的设计方法、设计步骤以及调测方法。第三部分:电子电路计算机辅助设计软件介绍。对现有的 PROTEL 99SE、PSpice、System View 和 Multisim2001 等软件的使用方法作了简要介绍。第四部分:附录。介绍常用电子元器件的性能参数指标等,以备实验参考。

本书具有以下特点:

1. 为提高每个学生独立思考、独立工作的能力,加强对学生能力的培养,充分发挥学生在实验过程中的主动性,除几个基本实验外,大部分实验都可由学生根据实验题目自行设计、组装和调测。

2. 在内容编排上,为便于学生学习,每个实验里都编入了电路的设计方法、设计步骤以及调测方法。学生通过预习后,即可对实验电路进行设计,并拟定实验方案和步骤。

3. 为使学生学习现代电子电路的设计思想和设计方法,同时弥补某些传统实验因条件限制而无法实施的缺陷,编入了计算机仿真实验。电路的仿真实验内容与电路的物理实验内容相对应。

4. 为便于教学过程的组织实施,电路的仿真和电路的物理实验选题相同,但各自独立成章。在教学过程中,两部分实验内容可在一次实验里完成,即对设计的电路先做仿真实验,然后再做电路的物理实验,也可只做其一。

5. 为配合设计性实验,书中附录部分列出了常用元器件的性能参数指标,便于学生在设计过程中根据电路指标合理选择元器件。

6. 在每个实验中,对容易引起模糊认识的问题、需要强调的问题,都以思考题的形式列出。

本书由第四军医大学荆西京主编。第一、四部分由第四军医大学荆西京和武警西安指挥学院谢矿生、阎博编写。第二部分第五章由第四军医大学荆西京、王华、陈实培、王海滨编写,第二部分第六章和第三部分由武警工程技术学院刘军、陈岚岚、李淳编写。荆西京对全书作了校对,王华、陈实培参加了校对工作。

本书在编写过程中，作者力求该书能与当前教学改革形势相适应、内容完整细致，以满足教学使用要求，但受作者水平和经验所限，难免有不妥甚至错误之处，请读者批评指正。

编 者

2004 年 2 月

目 录

第一部分 基础知识

第一章 实验须知	(2)
第一节 概述	(2)
第二节 实验程序	(4)
第三节 测量误差基本知识	(9)
第四节 测量数据处理基本知识	(12)
第二章 常用元器件和主要电参数的测量方法	(15)
第一节 电阻、电容及电感的测量	(15)
第二节 半导体管的测量	(24)
第三节 集成运算放大器的参数测量	(29)
第四节 电压和电流的测量	(32)
第五节 信号波形基本参数的测量	(46)
第三章 常用电子仪器仪表的使用方法	(56)
第一节 万用表的原理与使用	(56)
第二节 信号发生器的原理与使用	(72)
第三节 毫伏表的工作原理与使用	(90)
第四节 示波器的原理与使用	(97)
第五节 直流稳压电源的原理与使用	(116)
第六节 晶体管特性图示仪的原理与使用	(121)
第七节 DF-4120 型失真度测量仪	(136)
第四章 实验技术概要	(141)
第一节 元器件选用原则	(141)
第二节 电压放大电路的静态调试	(143)
第三节 电压放大电路的动态调试	(148)
第四节 实验电路的故障检查与排除	(157)
第五节 选择和使用电子仪器应注意的几个问题	(162)

第二部分 模拟电子电路实验

第五章 模拟电子电路物理实验	(168)
实验一 单级晶体管放大电路的设计与调测	(168)

实验二	负反馈放大器	(174)
实验三	差分放大器	(178)
实验四	互补对称功率放大器的调测	(183)
实验五	集成运放的参数测试	(187)
实验六	集成运放的基本应用	(191)
实验七	线性检波器	(196)
实验八	二阶有源低通滤波器	(198)
实验九	RC 桥式正弦波振荡器	(202)
实验十	比较器、方波——三角波发生器	(206)
实验十一	积分和对数运算放大器的设计和调测	(212)
实验十二	直流稳压电源	(224)
实验十三	三端集成直流稳压电源的性能测试	(230)
第六章	模拟电子电路的计算机仿真实验	(234)
实验一	单级晶体管放大电路	(234)
实验二	负反馈放大电路	(259)
实验三	差分放大电路	(268)
实验四	互补对称功率放大电路	(276)
实验五	集成运放的参数测试	(282)
实验六	集成运放的基本应用	(289)
实验七	线性检波电路	(300)
实验八	二阶有源低通滤波电路	(308)
实验九	RC 桥式正弦波振荡电路	(316)
实验十	比较电路、方波——三角波发生电路	(322)
实验十一	积分和对数运算放大器的设计和调测	(328)
实验十二	直流稳压电源的设计和调测	(333)
实验十三	三端直流稳压电源	(342)

第三部分 电子电路计算机辅助设计软件

第七章	PROTEL 99SE 计算机辅助设计软件介绍	(352)
第一节	概述	(352)
第二节	PROTEL 99SE 的界面及基本操作	(353)
第三节	如何用 PROTEL 99SE 进行原理图设计	(358)
第四节	PCB 图设计的概念	(365)
第五节	PCB 图设计入门	(368)
第八章	PSpice 电路仿真工具介绍	(375)
第一节	概述	(375)
第二节	PSpice 的功能	(376)
第三节	PSpice 操作入门	(381)

第九章 System View 电路仿真工具介绍	(391)
第一节 概述	(391)
第二节 System View 的用户界面和基本操作	(393)
第三节 应用实例	(407)
第十章 Multisim2001 电路仿真工具介绍	(410)
第一节 概述	(410)
第二节 Multisim2001 的界面及菜单命令	(411)
第三节 Multisim2001 电路图的创建方法	(420)
第四节 Multisim2001 中虚拟仪表的使用方法	(430)
第五节 Multisim2001 的分析功能及操作方法	(439)

第四部分 附 录

附录一 常用阻容元件使用知识	(446)
附录二 半导体器件型号命名方法	(450)
附录三 常用晶体管的性能参数指标介绍	(462)
附录四 常用集成电路的性能参数指标介绍	(471)
附录五 常用电器图用图形符号新旧对照表	(485)

第一部分

基础知识

本部分主要介绍：实验的一般程序；测量误差概念及测量数据的一般处理方法；常用电子仪器的基本原理、使用方法及电信号主要参数的测试方法；有关实验的必备知识与技能。

掌握上述知识与技能，有助于提高实验效果和动手能力。

第一章 实验须知

模拟和数字电子技术是电子类专业的重要专业基础课，其主要特点是理论性和实践性都很强。学生在学好理论知识的同时，必须经过各实践环节的严格训练，才有可能进一步巩固和加深理论知识，提高运用理论分析、解决实际问题的能力。实验是电子电路课程中重要的实践性环节。

充分的实验准备工作、正确的实验操作方法和撰写合格的实验报告，是工科学生应掌握的基本技能。实验测量数据必然存在误差，且误差的产生有多种因素，应了解误差产生的主要原因，并掌握减小误差的一般方法。实验数据是分析实验结果、反映实验效果的主要依据，应掌握读取、记录和处理实验数据的一般方法。

第一节 概 述

一、实验的意义、目的与要求

（一）实验意义

电子电路实验，就是根据教学、生产和科研的具体要求，设计、安装与调试电子电路的过程，是将技术理论转化为实用电路或产品的过程。

在上述过程中，既能验证理论的正确性和实用性，又能从中发现理论的近似性和局限性。由于认识的进一步深化，往往可以发现新问题、产生新的设想、促使电子电路理论和应用技术进一步向前发展。

随着电子技术的迅猛发展，新器件、新电路相继诞生并不断转化为生产力。要认识和应用门类繁多的新器件和新电路，最为有效的途径就是进行实验。通过实验，可以分析器件和电路的工作原理，完成性能指标的检测；可以验证和扩展器件、电路的性能或功能，扩大使用范围；可以设计并制作出各种实用电路和设备。总之，不进行实验，就不可能设计、制造出合格的电子设备。熟练掌握电子电路实验技术，对从事电子技术的人员，是至关重要的。

（二）实验目的

就教学而言，电子电路实验，是培养电气、电子类专业应用性人才的基本内容之一和重要手段。所以，“应用”是它直接、唯一的目的。具体地讲，通过它可以巩固和深化应用技术的基础理论和基本概念，并付诸于实践。在这一过程中，培养理论联系实际学风、严谨求实的科学态度和基本的工程素质（其中应特别注重动手能力的培养），以适应实际工作的需要。

（三）实验要求

1. 能读懂基本电子电路图，具有分析电路作用或功能的能力；
2. 具有设计、组装和调试基本电子电路的能力；
3. 会查阅和利用技术资料。具有合理选用元器件（含中规模集成电路）并构成小系统电路的能力；
4. 具有分析和排除基本电子电路一般故障的能力；
5. 掌握常用电子测量仪器的选择与使用方法及各类电路性能和功能的基本测试方法；
6. 能够独立拟定基本电路的实验步骤；写出严谨、有理论分析、实事求是、文字通顺和字迹端正的实验报告。

二、电子电路实验的类别和特点

按照实验电路传输信号的性质，可分为模拟电路实验和数字电路实验两大类。每大类又可按实验目的与要求分成三种：第一，验证性和探索性实验。其目的是验证电子电路的基本原理，或通过实验探索提高电路性能（或扩展功能）的途径或措施；第二，检验性实验。其目的是检测器件或电路的性能指标和功能，为分析和应用准备必要的技术数据；第三，设计性或综合性实验。其目的是综合运用有关知识，设计、安装与调试自成系统的实用电子电路。

电子电路实验具有如下特点：第一，理论性强。主要表现在：没有正确的理论指导，就不可能设计出性能稳定、符合技术要求的实验电路，不可能拟定出正确的实验方法和步骤，实验中一旦发生故障，就会陷入束手无策的境地。因此，要做好实验，首先应学好相应的理论课程。第二，工艺性强。主要表现在：有了成熟的实验电路方案，但由于装配工艺不合理，一般不会取得满意的实验结果，甚至失败（高频电路实验尤为如此）。因此，需要认真掌握电子工艺技术。第三，测试技术要求高。主要表现在：实验电路类型多，不同的电路有不同的功能或性能指标，不同的性能指标有不同的测试方法、采用不同的测试仪器等。因此，应熟练掌握基本电子测量技术和各种测量仪器的使用方法。

由此，要做好电子电路实验，需要具备本专业多方面的理论知识和实践技能，否则，实验效果将受到不同程度的影响。

三、实验安全操作知识

实验安全包括人身安全和设备安全。实验时的注意事项有：

（一）人身安全

1. 实验时不得赤脚，实验室地面应有绝缘良好的地板（或胶垫），各种仪器设备应有良好的地线。
2. 仪器设备、实验装置通过强电连接的导线应有良好的绝缘外套，芯线不得外露。
3. 实验电路接好后，检查无误方可接通电源；应养成先接实验电路后接通电源，实验完毕先断开电源后拆实验电路的操作习惯。另外，在接通 220V 交流电源前，应通知实验合作者。
4. 在进行强电或具有一定危险性的实验时，应有两人以上合作；测量高电压时，通

常采用单手操作并站在绝缘垫上。

5. 万一发生触电事故时,应迅速切断电源,如果距电源开关较远,可用绝缘器具将电源先切断,使触电者立即脱离电源并采取必要的急救措施。

(二) 仪器安全

1. 使用仪器前,应认真阅读使用说明书,掌握仪器的使用方法和注意事项。

2. 使用仪器时,应按要求正确地连接导线。

3. 实验中要有目的地扳(旋)动仪器面板上的开关(或旋钮),扳(旋)动时切忌用力过猛。

4. 测量电压(电流)时,要分清被测电压(电流)是直流还是交流,并预估电压(电流)值是否在测量仪器、仪表的测量范围内。对直流电压应注意分清正、负极性。

5. 实验过程中,精神必须集中。当嗅到焦臭味、见到冒烟和火花、听到劈啪声、感到设备过烫及出现保险丝熔断等异常现象时,应立即切断电源,在故障未排除前禁止再次开机。

6. 搬动仪器设备时,必须轻拿轻放;未经允许不准随意调换仪器,更不准擅自拆卸仪器设备。

7. 仪器使用完毕后,应将面板上各旋钮、开关置于合适的位置,如电压表量程开关应旋至最高挡位等。

第二节 实验程序

实验一般分为三个阶段,即实验准备、实验操作和撰写实验报告等。

一、实验准备

实验能否顺利进行并取得预期效果,在很大程度上取决于实验前的准备是否充分。

(一) 实验前,应对实验内容进行预习,写出实验预习报告。具体要求如下:

1. 认真阅读实验有关内容和其它参考资料。

2. 根据实验目的与要求,设计或选用实验电路和测试电路。电路设计要求简洁、步骤清晰、计算正确,电路原理图规范,图形符号和元器件标注符合国际标准。

3. 对于设计性实验,应合理选用仪器和元器件,列出实验所需元器件、仪器设备和器材清单,提前交给实验室。

4. 拟定出详细的实验步骤,包括实验电路的调试步骤与测试方法等,设计好实验数据记录表格。

(二) 实验时,应核查元器件型号、规格和数量,并对元器件进行必要的测量;检查并校准电子仪器状态,若发现故障应及时报告指导教师。

(三) 预习报告的格式,可参照下例(单管共射极放大器实验)书写。

实验题目:单管共射极放大器实验(电路原理图见图5-1)

实验要求:调整放大器的静态工作点为 $I_{CQ} = 1\text{mA}$, $V_{CEQ} = 8\text{V}$;

测试电压放大倍数 A_V 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 和幅频特性；
自拟实验步骤和测试电路。

已知条件：电源电压 $V_{CC} = +12V$ ，

三极管型号为 3DG6D，其电流放大系数 $\beta \approx 50$ ，

电阻器和电容器参数值如电路图中所示。

1. 电路的性能指标计算

通过计算电路的性能指标，可避免实验的盲目性和差错。当发现测量值与计算值相差较大时，能够及时发现问题、分析问题并设法排除故障。

根据给定电路和电路工作条件，对电路的性能指标作以下计算：

(1) 电压放大倍数 A_V 的计算

根据下式计算出 A_V

$$A_V = -\frac{\beta R_L}{r_{be}}$$

根据计算所得的电压放大倍数和静态工作点电压值，可估算出放大电路的最大不失真输入电压值。本例中，由于 $V_{CEQ} = 8V$ ，最大不失真输出电压为 $V_{omax} = V_{CC} - V_{CEQ} = 4V$ ，则最大不失真输入电压 $V_{imax} = V_{omax} / A_V$ 。实验时，电路的输入信号幅度应小于该值。

(2) 输入电阻 R_i 的计算

根据下式计算出 R_i

$$R_i = (R_{b1} // R_{b2}) // r_{be}$$

由于 $(R_{b1} // R_{b2}) \gg r_{be}$ ，所以 $R_i < r_{be}$

(3) 输出电阻 R_o 的计算

$$R_o \approx R_c$$

(4) 下限截止频率 f_L 和上限截止频率 f_H 的计算

电路的下限截止频率 f_L 由输入回路（高通电路）元器件基极电容 C_1 、射极电容 C_3 以及三极管 b、e 极电阻 r_{be} 决定。由于射极电容 C_3 足够大，可忽略其影响。所以，当 V_i 保持恒定时（信号源内阻 R_s 忽略不计），其时间常数 τ_L

$$\tau_L \approx r_{be} \cdot C_1$$

故下限截止频率 f_L

$$f_L = \frac{1}{2\pi\tau_L}$$

电路的上限截止频率 f_H 由晶体管的混合参数 r_{bb} 、 r_{be} 、 c_{bb} 、 c_{be} 、 g_m 和负载 R_L 决定。因 f_H 计算复杂故从略，通过实测得到 f_H 值即可。

该实验晶体管由于采用高频三极管，其特征频率 f_T 很高，若使用低频信号发生器，则无法测出其 f_H 值。

2. 选择测试仪器、拟定实验步骤和测试电路

(1) 根据实验室条件确定实验仪器

(2) 拟定测试步骤及测试电路

静态调试：首先将被测电路输入端接地，用万用表直流电压挡，监测射极电阻 R_e 对地电压，调整电位器 W_1 ，使 $V_E = 1V$ ，则 $I_{CQ} \approx I_{EQ} = V_E / R_e = 1V / 1k\Omega = 1mA$ 。然后再测量 V_{CEQ} 值，看其是否接近预定值。

动态参数测试：电压放大倍数 A_v 、输入电阻 R_i 、输出电阻 R_o 以及幅频特性的测试方法和测试电路，可按本书第一部分第四章第三节的内容拟定。

对于设计性实验，“电路的性能指标计算”应改为“设计方案”。

二、实验操作

正确的操作方法和操作程序，是提高实验可靠性和实验效果的保障。因此，要求在每一操作步骤之前都要做到心中有数，即目的明确。操作时，要既迅速又认真。注意事项如下：

- (一) 在直流稳压电源空载情况下调整好电压，断电后按极性要求接入实验电路。
- (二) 在信号源空载情况下调整好电压，使其满足实验要求。
- (三) 先接通直流电源，再接通信号源电源。
- (四) 实验中要眼观全局，先看现象，例如仪表有无超量程和其它不正常现象，然后再进行实验。
- (五) 在面包板上插接电路时，要求接触良好、电路布局合理，且调试时便于操作，同时应注意元器件引脚相碰所造成的短路。
- (六) 不得带电拔插器件。
- (七) 任何电路均应首先调试静态，然后再进行动态测试。测试时，手不得接触测试表笔或探头的金属部分。

三、实验报告的撰写

(一) 实验报告的写作目的

实验报告是按照一定的格式和要求，表达实验过程和实验结果的文字材料，是对实验工作的全面总结和系统的概括。实验报告的写作过程，就是对电路设计方法和实验方法加以描述、对实验数据加以处理、对所观察的现象加以分析并从中找出客观规律和内在联系的过程。撰写实验报告是工科学生的一种基本技能训练。通过撰写实验报告，可深化对基础理论的认识，提高应用能力；掌握电子测量的基本方法和电子仪器的使用方法；提高记录、处理实验数据和分析、判断实验结果的能力，继而增强创新能力和创新意识；培养严谨的学风和实事求是的科学态度；以及锻炼科技文章写作能力等。实验报告也是成绩考核的重要依据之一。

(二) 实验报告的内容与结构

实验报告因实验性质和内容不同，其结构也因此并非是千篇一律的。电子电路实验报告一般由以下几部分构成：

1. 实验名称

每篇报告均应有其名称（或称标题），应列在报告的最前面，使人一看便知该报告的性质和内容。

实验名称应写得简练、鲜明、准确。即字数尽量少，令人一目了然，能恰当反映实验的性质和内容等。

2. 实验目的

说明为什么进行本次实验。实验目的要写得简明扼要,一般情况下,需写出以下三个层次的内容:通过本次实验要掌握什么、熟悉什么和了解什么。例如“单级晶体管放大电路的设计与调测”,其实实验目的应这样写:

- (1) 掌握基本放大器的设计、调整与测试方法;
- (2) 熟悉测试仪器的性能和使用方法;
- (3) 了解装配工艺知识和排除一般故障的方法。

有时为了突出主要目的,次要内容可以不写。

3. 测试电路及实验仪器

测试电路除了能够表明被测电路与测试仪器的联结关系以外,还能反映出所采用的测试方法和测试仪器。测试方法反映测量准确度,而列出实验仪器的名称和型号,则便于了解实验仪器的性能和评价实验结果的可信度。

4. 电路设计

按要求写入已知条件和设计要求。例如:设计一个单管共射放大器,要求电压放大倍数 $|A_v| \geq 50$, 在 $0 \sim 45^\circ\text{C}$ 的范围内能正常工作。

已知:输入信号电压 $V_i \geq 10\text{mV}$;

负载电阻 $R_L = 5.1\text{k}\Omega$;

晶体管型号 3DG6, 电流放大系数 $\beta = 40$ 。

画出所设计的电路图,注明各元器件参数,设计步骤可采用附录的形式。例如:设计步骤附报告之后。

5. 调试步骤

写出调试方法、步骤和内容等。

6. 预测量与设计方案修正

记录对不符合设计要求和对设计方案作了修正的内容(即电路元器件参数有哪些变动)。此项内容可与“调试步骤”结合进行。

7. 数据记录

实验数据是在实验过程中从仪器、仪表上所读取的数值,称为“原始数据”。要根据仪表的量程和精密度等级确定实验数据的有效数字位数(见本章第四节)。一般是先记录在预习报告或实验笔记本上,然后加以整理,写入精心设计的表格中。所设计的表格要能反映数据的变化规律及各参量间的相关性。表格的项目栏要注明被测物理量的名称(或文字符号)和量纲,说明栏中数字小数点要上下对齐,给人以清晰的感觉。

对异常的实验数据,不得随意舍掉,应进行复测加以验证。

8. 实验结果

将实验数据代入公式,求出计算结果。例如,放大器的输入电压 $V_i = 0.01\text{V}$ 时,测得输出信号电压 $V_o = 0.53\text{V}$, 按照实验要求,可计算出放大器的电压放大倍数 A_v 指标

$$|A_v| = \frac{V_o}{V_i} = \frac{0.53}{0.01} = 53$$

9. 实验数据的误差估算

误差估算的目的:验证实验结果是否超出误差要求,找出影响实验结果准确性的主要

因素，对超出误差或异常现象做出合理的解释，提出改进措施，并对实验结果做出切合实际的结论。

10. 讨论

对实验及实验结果进行讨论，对实验方法、实验装置等提出改进建议以及回答思考题等。

11. 参考资料

记录实验前阅读过的有关资料和实验报告写作中引文出处（作者、资料名称、出版单位及出版日期等），为查阅提供方便。

（三）实验报告格式

实验报告的格式如下所示。

实 验 名 称

一、实验目的

二、实验设备及元器件

设备名称	型 号	用 途	编 号

三、实验电路的设计（或实验内容）

- 1. 已知条件。
- 2. 主要设计指标。
- 3. 选择电路形式。

4. 电路设计。对所选电路中的各元件值进行定量计算或工程估算。如果所设计的电路由几个单元电路组成，则在阐述电路原理时，最好先用总体框图说明，然后结合框图逐一介绍各个单元电路的设计过程和工作原理。

四、电路的调测

- 1. 先对单元电路进行调试，正确后，再进行整机连调，写出主要调测步骤。
- 2. 测量主要技术指标，并作记录。
- 3. 故障分析及说明。对在单元电路和整机调测中出现的主要故障及解决办法进行分析，若有波形失真，要分析波形失真的原因。
- 4. 绘制出整机电路原理图，并标明调试后的各元件参数。

五、实验数据表格及处理（原始数据应有实验指导教师的签字）。

对实验数据进行整理和处理，绘制有关曲线。