

北京航空航天大学出版社

模拟电子技术实验

陈知今
刘舒拉

编著

61
8

出版社

73.61
608

模 拟 电 子 技 术 实 验

陈知今 刘舒拉 编著

北京航空航天大学出版社

9410067

(京)新登字 166 号

内 容 简 介

本书内容包括五章。第一章为实验基础知识,介绍了误差及数据处理、常用电子仪器的使用方法及使用注意事项。第二章为基本实验内容及测试方法,包括常用电子器件的性能测试、常见放大器静态和动态参数测试、振荡器及稳压电源性能测试、放大器及串联稳压电源故障排除。第三章为自拟实验。第四章为常用元、器件性能及参数规格表。第五章为常用电子仪器工作原理介绍。

本书可作为理工科电专业(电力、电气、工业自动化、无线电仪表、热工仪表、计算机)中专、大专及职业大学实验教材,也可作为电大及从事电子技术工作的工程技术人员参考。

DS78/81
10

模拟电子技术实验

MONI DIANZI JISHU SHIYAN

编 著 者 陈知今 刘舒拉

责任编辑 肖之中

北京航空航天大学出版社出版

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经销

朝阳科普印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张: 9.75 字数: 250 千字

1993 年 7 月第一版 1993 年 7 月第一次印刷 印数: 3500 册

ISBN 7-81012-379-3/TN·021 定价: 2.60 元

7800142

前 言

《模拟电子技术基础》是电专业的一门重要的专业基础课。这门课程的主要特点是理论性和实践性都很强。学生在学好理论课的基础上,必须经过实践环节的严格训练,才有可能牢固掌握课程的基本内容。为培养“应用型”、“工艺型”人才,我们将原《模拟电子技术基础》课程分为三门课,即《模拟电子技术基础》(理论部分);《模拟电子技术实验》;《模拟电子技术课程设计》。三本教材自成体系,配套使用,独立开课,单独考核记分,以改变以往重理论而轻实践的倾向。

在编写《模拟电子技术实验》教材时,注意了通俗易懂,由浅入深,以测试原理、测试方法为主的原则。技能训练也由简单到复杂。本书第一章为实验基础知识,帮助学生使用常见电子仪器,了解实验中的误差、数据处理方法及使用仪器的注意事项,为后续实验打好基础。第二章为基本实验内容和测试方法,着重培养学生按照实验要求学习测量电子器件中的主要电参数。为了培养学生分析问题和解决实际问题的能力,还安排了有关排除放大器和串联稳压电源故障的练习。第三章为自拟实验,对学生提出了更高要求,培养学生理论联系实际,独立安排实验内容、选择测试方法的能力。

实验内容较多,分为必做和选做,后者以“*”号来区分,读者可根据情况选做。为巩固实验方法和测试原理,每节课后除要求完成实验报告外,还有一定数量的练习题,帮助读者理解教材内容。

考虑到面向未来,本教材在内容上加强了集成电路的应用。

为了开阔学生的知识面,有些章节后面编写了一些带“*”号的内容。

本教材教学工作的进行,是在教师指导下由学生自学为主,实验前学生应根据预习要求,认真自学教材有关内容,进行充分准备,实验课教师只须就章节要点和疑难问题做少量的讲解,学生应注重实验过程而不仅是实验结果,进行严格的基本训练。

第四章和第五章介绍了电阻、电容、二、三极管、集成电路的参数表格和常用电子仪器的工作原理,这些内容属于基本常识,供学生自学,通过自学,达到能查阅元、器件手册,根据需要合理选用元、器件的目的,并为课程设计打好基础。

《模拟电子技术实验》教学时数为50学时左右。

本教材§1-1, §2-6~§2-13及第三章,第四章由陈知今同志执笔。§1-2~§1-4, §2-1~§2-5及第五章由刘舒拉同志执笔,并由陈知今同志担任主编。

参加本教材编写大纲讨论的还有西安航专李永柏同志、大庸航校戴辅仁同志,成都航校赵世云同志。参加本教材定稿会议的还有西安航专电气系实验管理室权养利和朱淑玉同志,电子教研室魏超杰和鄢云同志。

本教材由梁怀壁副教授主审。

在此,对在编写和出版过程中给予热情帮助和关心、支持的同志们表示诚挚的谢意。

编写实验单独设课教材是一新的尝试,由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,请予批评指正。

编者 1991年元月

目 录

第一章 实验基础知识

§ 1-1 测量误差及实验数据处理	(1)
§ 1-2 常用电子仪器的使用(一)	(6)
§ 1-3 电子仪器使用注意事项	(11)
§ 1-4 常用电子仪器的使用(二)	(13)

第二章 基本实验内容及测试方法

§ 2-1 晶体二、三极管的测试	(18)
§ 2-2 单管放大器参数测试	(21)
§ 2-3 差模、共模及共模抑制比的测试	(26)
§ 2-4 放大器频率响应的测试	(29)
§ 2-5 负反馈放大器性能测试	(31)
§ 2-6 两级放大器故障排除	(36)
§ 2-7 功率、效率的测试	(38)
§ 2-8 集成运放的参数测试	(46)
§ 2-9 集成运放的线性应用	(52)
§ 2-10 集成运放的非线性应用	(56)
§ 2-11 振荡及频率测试	(59)
§ 2-12 集成稳压电源参数测试	(64)
§ 2-13 串联稳压电源排故练习	(70)
附录 实验中所用仪器	(72)

第三章 自拟实验

§ 3-1 整流滤波性能测试	(73)
§ 3-2 场效应管放大器性能测试	(73)

第四章 常用元器件性能简介

§ 4-1 电阻器	(75)
§ 4-2 电容器	(82)
§ 4-3 常用二极管、三极管、集成电路	(93)

第五章 常用电子仪器原理及使用方法

§ 5-1 XD-2 信号发生器	(124)
§ 5-2 GB-9B 型电子管毫伏表	(127)
§ 5-3 DT-830 数字万用表	(129)
§ 5-4 WYQ ₂ -30V/2A 直流稳压电源	(130)

§ 5-5 示波器波形显示原理简述	(131)
§ 5-6 SR-8 双踪示波器	(136)
§ 5-7 JT-1 型晶体管特性图示仪	(140)
参考书目	(149)

第一章 实验基础知识

§ 1-1 测量误差及实验数据处理

一、教学目的

了解误差的分类、表示方法及消除方法，了解实验数据的处理方法，为实验中分析误差打下基础。

二、测量误差及主要来源

在进行测量时，被测量值有一个真实值称之为真值，它可由理论给定值或由标准计量仪器测定值来代表。在实际测量中，由于受到测量仪器的精度、测量方法、环境条件以及测量者能力等因素的限制，测量值与真值之间存在着一定差异，这种差异称为测量误差。

1. 测量误差的分类

根据误差性质不同，测量误差一般分为三类：

(1) 系统误差

系统误差是指在规定的测量条件下，对同一量进行多次测量，误差的数值和符号保持不变，或者遵循一定规律变化的误差。

(2) 随机误差

随机误差也称偶然误差。它是一种大小和正负都不固定的误差，具有偶然性。例如，电源电压突然升高，或电源频率突然变化等，都会引起偶然误差。

(3) 过失误差

过失误差是指测量结果显著的偏离真实值，明显的歪曲测量结果，它是由实验者的疏忽或技术不熟练所造成，例如，读错表格，记错数字，计算出错等均属过失误差。

2. 测量误差的主要来源

测量误差的主要来源有以下几种：

(1) 仪器误差

仪器误差分为两类。一类称为基本误差，指仪器在正常工作条件下，由于结构、制造工艺不够完善而产生的误差。另一类误差称为附加误差，指仪表使用时超出了正常工作条件而造成的额外误差。

(2) 测量方法误差

由于测量方法不够完善，或者所依据的理论不够严格所引起的误差。例如，用伏安法测电阻，若不考虑电表本身内阻的影响而产生的误差。

(3) 人身误差

人身误差是指测量者个人特点而引起的误差。如测量者视力的差别，读数偏高偏低而引

起的误差。

三、误差的表示方法

1. 绝对误差

如果用 A_0 表示被测量的真值, X 表示测量仪器的指示值, 绝对误差用 ΔX 表示为

$$\Delta X = X - A_0 \quad (1-1)$$

若用高一级的标准仪器测量被测量的指示值 A 代替真值, 则

$$\Delta X = X - A \quad (1-2)$$

真值减去指示值就是修正值 C ,

$$C = A - X = -\Delta X \quad (1-3)$$

修正值就是绝对误差, 只是符号相反。利用修正值便可得到该仪器所测量的实际值

$$A = X + C \quad (1-4)$$

例如用两只电压表分别测量同一电压, 已知甲表的修正值 $C_{\text{甲}} = -1\text{V}$, 乙表的修正值 $C_{\text{乙}} = +0.5\text{V}$, 甲表的指示值为 101V , 乙表的指示值为 99.5V , 实际所测电压为:

$$A_{\text{甲}} = X_{\text{甲}} + C_{\text{甲}} = 101\text{V} + (-1)\text{V} = 100\text{V}$$

$$A_{\text{乙}} = X_{\text{乙}} + C_{\text{乙}} = 99.5\text{V} + 0.5\text{V} = 100\text{V}$$

而这两只电压表的绝对误差分别为:

$$\Delta X_{\text{甲}} = -C_{\text{甲}} = 1\text{V}$$

$$\Delta X_{\text{乙}} = -C_{\text{乙}} = -0.5\text{V}$$

2. 相对误差

为了说明测量精确程度的高低, 经常采用相对误差。

相对误差定义为绝对误差 ΔX 与被测量真值 A 的比值, 用百分数表示, 即

$$\nu = \frac{\Delta X}{A} \% \quad (1-5)$$

在测量大小不同的被测量时, 相对误差更能说明测量结果的准确程度。上例中, 甲表的绝对误差大于乙表, 如果用甲表测 100V , 乙表测 10V , 甲表绝对误差为 1V , 乙表绝对误差为 0.5V , 从仪表误差对测量结果的影响来看, 恰好相反, 甲表的误差占被测量的 1% , 乙表的误差占被测量的 5% 。

由于被测量的真实值和仪表的指示值通常相差不大, 当在工程上不能确定真实值时, 常用仪表的指示值近似代替真实值进行计算, (有些教材也称之为示值相对误差), 即

$$\nu = \frac{\Delta X}{X} \% \quad (1-6)$$

3. 引用误差

相对误差可以说明测量结果的准确程度, 但不能说明仪表本身的准确性能, 同一只仪表测量不同的被测量, 绝对误差变化不大, 而应用 (1-6) 式时, 被测量变化了, 相对误差也变化了, 引用误差可以更好地反映仪表的基本误差。引用误差是指绝对误差 ΔX 与测量上限 X_m (仪表的满刻度值) 比值的百分数, 用 ν_m 表示

$$\nu_m = \frac{\Delta X}{X_m} \% \quad (1-7)$$

4. 仪表的准确度

仪表的准确度，通常也称为精度。仪表的准确度规定用最大引用误差来表示。我国仪表等级分为七级，分别为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 级。准确度 0.5 级是指最大引用误差为 $\pm 0.5\%$ 。

四、误差的消除方法

1. 系统误差的消除方法

对测量仪器进行定期校正，有恒定误差的仪器给出修正值，可以用来消除系统误差。

选择合适的测量方法，如选用电桥法测电阻、电容，比用伏安法要准确。改善仪器的安装质量，采取屏蔽措施，消除外部电场和磁场影响。

测量人员严格执行操作规程，如预热、调零等，都有助于消除或减小系统误差。

2. 偶然误差的消除

偶然误差不能用试验的方法进行检查或消除，只能根据多次测量中各种偶然误差出现的机率，用统计学的方法加以处理。理论和实践证明，在足够多次的测量中，绝对值相等的正误差和负误差出现的机会是相等的，偶然误差的算术平均值趋近于零。因此，可以用增加测量次数的方法来减小或消除偶然误差。

3. 过失误差的消除

通过分析确实认为是过失误差，应予以剔除。

五、一次测量的误差估计

一次测量的结果中，可能出现的最大误差与测量方法有关。测量方法总体上可分为两大类，即直接测量法和间接测量法。直接测量法是指被测量的数值可以在一次测量中直接读出，如用电压表测电压。间接测量法是根据被测量和其它量的函数关系，先测出其它量，再根据公式计算出被测量。间接测量法比直接测量法误差大，通常只有在直接测量比较困难时才用。

1. 直接测量法的误差

直接测量法的最大可能误差，就是仪器的最大相对误差。例如，用 1.5 级的电压表测电压，电压表的满刻度值为 150V，读数为 100V，根据 (1-7) 式，则最大绝对误差为：

$$\Delta X = 150 \times (\pm 1.5\%) = \pm 2.25V$$

相对误差为：

$$\nu = \frac{\Delta X}{X} = \pm \frac{2.25}{100} = \pm 2.25\%$$

若被测量是 10V，则相对误差为：

$$\nu = \frac{\Delta X}{X} = \pm \frac{2.25}{10} = \pm 22.5\%$$

从上面计算可以看出，为了提高测量准确度，减小测量误差，一定要选用合适的量程。若使用指针式仪表，要使指针能够指示在仪表刻度盘的 2/3 以上，并以接近满度为佳。

2. 间接测量法的误差

首先用直接测量法测量出函数关系中各量的最大可能误差，然后根据函数关系计算被测量的最大可能误差。

例如，函数关系为 $X=A\pm B$ ，其误差可表示为：

$$X \pm \Delta X = (A \pm \Delta A) \pm (B \pm \Delta B)$$

最大绝对误差为：

$$\Delta X = \Delta A + \Delta B$$

最大相对误差为

$$\nu_x = \frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta A + \Delta B}{A \pm B}$$

A、B 两个量接近时，若 $X=A-B$ ，相对误差就可能达到很大的数值。所以，在选择测量方法时，应尽量避免用两个量之差来求第三量。常见的间接法测量误差可归纳为表 1-1。

表 1-1 间接法误差表示

函数关系	绝对误差	相对误差
$X=A+B$	$\Delta X=\Delta A+\Delta B$	$\frac{\Delta X}{X}=\frac{\Delta A+\Delta B}{A+B}$
$X=A-B$	$\Delta X=\Delta A+\Delta B$	$\frac{\Delta X}{X}=\frac{\Delta A+\Delta B}{A-B}$
$X=A \cdot B$	$\Delta X=A \cdot \Delta A+B \cdot \Delta B$	$\frac{\Delta X}{X}=\frac{\Delta A}{B}+\frac{\Delta B}{A}$
$X=A/B$	$\Delta X=\frac{A \cdot \Delta A+B \cdot \Delta B}{B^2}$	$\frac{\Delta X}{X}=\frac{\Delta A}{B}+\frac{\Delta B}{A}$
$X=KA$	$\Delta X=K\Delta A$	$\frac{\Delta X}{X}=\frac{\Delta A}{A}$
$X=A^K$	$\Delta X=KA^{K-1} \cdot \Delta A$	$\frac{\Delta X}{X}=K \frac{\Delta A}{A}$

六、实验数据的处理

实验结果的处理方法通常有列表法、图解法、方程法三种，这三种方法各有其优缺点，根据情况可选其中一种来处理实验数据。

1. 列表法

所有测量至少包含两个变量，一个叫自变量，另一个叫因变量。列表法就是把一组实验数据中自变量和因变量按一定的形式和顺序一一对应列出来。列表法简单，一目了然，便于对比和寻找规律，它是实验中较为普遍采用的方法。

2. 作图法

表示一个测量结果，除了用数字和列表法以外，还经常使用各种曲线。这在研究一个物理量与另一个（或几个）物理量的依从关系时显得特别方便和直观。它易于显示出数据中的最高点、最低点、转折点、周期性及其它奇异性等，还可从中总结出经验公式。因此，这种数据处理方法在工程上极为重要。

由于测量数据中总存在着误差，测量的所有数据点不可能全部落在一条光滑的曲线上。这就要求实验人员从大量包含误差的数据中确定一条最理想的光滑曲线。为了保证所作曲线能正确地反映测量的精度，对坐标分度尺的选择及测量点的数目应有相应的要求。

为了确定经验公式，需要结合有关专业知识，并以必要的数学方法，先确定公式形式，后

确定公式中具体参数的数值。

3. 方程法

当实验数据用列表法或图解法表示后,常常需要用一方程式表示出来,这一方程式常称为经验公式。在确定经验公式时,通常是根据实验数据确定一条光滑的理想曲线,根据曲线的形状大体估计出经验公式的基本形式,全部测量数据点应基本满足此函数关系。

七、测量读数的处理

由于测量结果中有效数字与其误差密切相关,故需作必要的说明和规定。

1. 有效数字的概念

实验中测量的读数都是近似值,常用有效数字表示。有效数字是指左边第一个非零的数字到右边最后一个数字。例如,0.0234MHz,它是由2、3、4三个有效数字表示的频率值,左边的两个“0”不是有效数字,因为它可以通过单位变换写成23.4kHz,末位数字“4”是测量估读出来的,称为“欠准”数字,可以估读成5,也可以估读成3,所以测量结果可以表示为 $23.4 \pm 0.1\text{kHz}$ 。欠准数字以外的有效数字称为准确数字。

欠准数字若为“0”不能随便取掉,例如测得电阻值为 1780.0Ω ,前四个数字1、7、8、0为准确数字,“0”为欠准数字,如果改成 $1.78\text{k}\Omega$,尽管表示同一数字,后者只有两位准确数字1、7,而“8”是欠准数字。实际上反映了不同的测量准确度。

2. 删除多余有效数字的原则

实验获得的数据,对于规定范围以外的数字按照四舍五入的原则,大于5则舍去进1,小于5则舍去不进,恰好为5时,则5之后有数字则舍5进1,5之后无数字或“0”,则要看5之前的数字,5之前为奇数则舍5进1,5之前为偶数则舍5不进。

通过以下几个例子,来体会上面的法则。下面各数字要求保留到小数点之后两位:

72.9504	处理为 72.95
3.22681	处理为 3.23
523.745	处理为 523.74
617.995	处理为 618.00
89.9251	处理为 89.93

3. 有效数字的运算

加减运算时,先统一为同一物理量的同一单位,然后统一精度,使各数据精度与精度最低的数据相同,最后进行运算。

例如:求214.75, 32.945, 0.015, 4.305四项之和:

	214.75	——→	214.75
	32.945	——→	32.94
	0.015	——→	0.02
+)	4.305	——→	4.30
			252.01

乘除运算时先统一有效数字,以有效数字最少的为标准,所得积和商的有效数字位数与

有效数字位数最少的数据相同。例如求

$$0.0121 \times 25.625 \times 1.05782 = ?$$

这三个数中, 0.0121 为三位有效数字, 位数最少, 所以应对另外两个数字进行处理:

$$25.625 \longrightarrow 25.6$$

$$1.05782 \longrightarrow 1.06$$

$$\text{则 } 0.0121 \times 25.6 \times 1.06 = 0.3283450 \longrightarrow 0.328$$

八、思考题与习题

1. 填空

(1) 测量误差分为____, ____ , ____。

测量误差的来源有____, ____ , ____。

仪表误差分为____, ____。

(2) 误差的表示方法有____, ____ , ____。

仪表的精度是用____来表示。

(3) 测量方法从总体上可分____, ____ , 为了减小测量误差, 被测量应选在刻度盘的____最好。

(4) 一只手表每小时慢 5 秒钟, 绝对误差为____, 修正值为____, 每小时相对误差为____。

(5) 0.342kg 有效数字是____, 欠准数字是____。

2. 解释下列名词

绝对误差、修正值、相对误差、引用误差。

3. 怎样消除系统误差和偶然误差?

4. 用上量为 10A 的电流表测量一实际值为 9A 的电流, 仪表的指示值为 9.05A, 试求测量结果的绝对误差和修正值。

5. 用 0.5 级、上量为 250V 的电压表测 220V 和 100V 的电压, 试计算最大相对误差。

6. 我国的仪器仪表分为哪几个等级? 仪表的准确度是用什么来区分的?

7. 一次测量中的最大可能误差是什么?

8. 实验数据的处理方法有几种? 各有什么优点?

§ 1-2 常用电子仪器的使用 (一)

一、课前预习要求

课前应仔细阅读 § 5-1 XD-2 信号发生器, § 5-2 GB-9 型电子管毫伏表, § 5-3 DT-830 数字万用表, § 5-4 WXQ₂-30V/2A 直流稳压电源等部分内容, 了解各仪器面板按钮的作用, 使用方法及使用注意事项。

二、教学目的

1. 掌握信号发生器、电压表、直流稳压电源的使用方法;

2. 了解信号发生器、电压表、直流稳压电源的选用原则。

三、测量要求

1. 电压表

用来测量电压的仪表称为电压表。电压表按测量对象不同，分为直流电压表和交流电压表。交流电压表按测量频率范围不同，又分为低频电压表、高频电压表和超高频电压表。按读数方式不同，分为指针式电压表和数字式电压表。按照精度的高低又可分为许多等级。按照测试电压参数不同，分为均值电压表、峰值电压表、有效值电压表。按照所测电压范围不同又可分为许多种。

在电子测量中最常见的是电压测量，因为电压测量比较方便，测量精度高，而且通过测量电压可以间接测量电流、功率等电量。选择电压表时应考虑：

- (1) 交流电压表还是直流电压表；
- (2) 测量电压大小分挡及范围；
- (3) 测量电压要求精度等级；
- (4) 测量电压分辨率、位数，一般数字式电压表位数多，分辨率高；
- (5) 电压表的输入阻抗，由于电压表并接在测量电路两边，输入阻抗高，分流小，测量误差小；
- (6) 对交流测量还应考虑：测量频率范围，测量参数为有效值、峰值还是均值。

2. 信号产生器

信号产生器顾名思义，能够产生各种电信号。按照产生的信号波形不同可分为：正弦波信号产生器和非正弦波信号产生器，而非正弦波信号产生器又分为脉冲波、三角波、锯齿波等。按照产生信号的频率不同又可分为：低频信号产生器、高频（或中频）信号产生器、超高频信号产生器。选用信号产生器时应考虑以下几方面：

- (1) 信号波形型式；
- (2) 信号频率范围；
- (3) 输出信号幅度范围；
- (4) 输出信号失真度的大小；
- (5) 输出阻抗的大小，输出阻抗小带负载能力强，输出阻抗大带负载能力差。

3. 直流稳压电源

能够输出稳定的直流电压的仪器称之为稳压电源。按输出电压的回路多少可分为：1路和多路直流稳压电源；按照输出电压稳定度不同可分为许多等级；按照输出电压的大小可分为低压、高压等许多等级。选用直流稳压电源应考虑以下几方面：

- (1) 输出电压的大小及分挡范围；
- (2) 需要1路还是多路应用；
- (3) 所需电源的精度等级；
- (4) 稳压电源的输出电阻大小；
- (5) 稳压电源的纹波电压大小；

以上三种仪器的使用方法详见§5-1～§5-4。一定要注意：稳压源与信号产生器输出端不能短路。

4、仪器共地问题

在电子测量中，应特别注意各电子仪器的“共地”问题，即各台仪器与被测电路“地”电位端应当可靠地连接在一起，如图 1-1 所示。

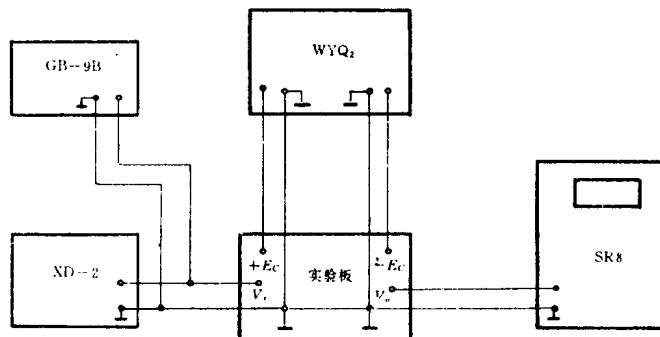


图 1-1 实验仪器和实验装置的“共地”接法

由于大多数电子仪器两个输出端总有一个与仪器外壳相连，并与电缆引线的外屏蔽线连在一起，这个端点通常用符号“⊥”表示。而在电子技术实验中，由于工作频率较高，为避免外界干扰，所有仪器的“⊥”电位端都必须连在一起，即“共地”。否则，可能引入外来干扰，导致测量误差增大，特别是由多台仪器组成的测试系统，当所有仪器的外壳都通过电源插头的接地线接大地时，若没有“共地”，轻则使信号短路，重则会烧坏被测电路的元器件。

四、课堂练习内容

1. 信号发生器的频率调节

按图 1-2 连接测量电路。调节信号发生器输出电压为 4V（以信号发生器面板伏特表为准），分别用电子管毫伏表 10V 挡和数字万用表交流电压挡测量，改变信号发生器的频率，在 20Hz~100kHz 范围内选几个频率点，记录信号发生器输出电压与对应的频率，将测量结果填入表 1-2 中。

2. 信号发生器输出电压调节

电路图同上（去掉数字万用表），保持信号发生器的频率为 1kHz 不变，调节输出电压为 5V，然后改变信号发生器“输出衰减”旋钮从 0dB~90dB，用毫伏表测量并记录各挡的输出电压值（记录在表 1-3 中），计算出各衰减挡的电压衰减倍数，并与表 5-1 进行比较。

表 1-2 信号发生器面板伏特表为 4 伏

频 率 (Hz)	50	101	212	323	435	546	657	788	879	1.25k	3.64k	53.7k	100k
毫伏表 (V)													
数字万用表 (V)													

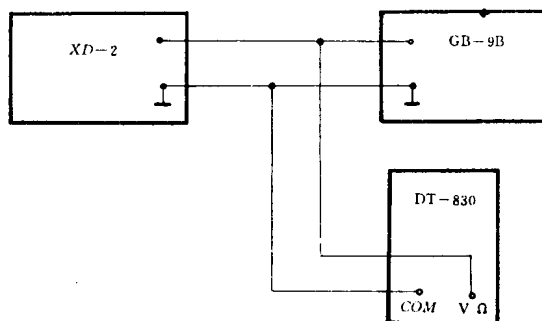


图 1-2 测量电路

表 1-3

信号发生器输出衰减 dB	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
信号发生器面板伏特表指示值										
毫伏表读数										
各衰减挡电压衰减倍数										

$$\text{各挡电压衰减倍数} = \frac{\text{各挡实际输出电压}}{\text{0dB 挡输出电压 (5V)}}$$

3. 直流稳压电源输出电压调节

将稳压电源的输出电压调到 6V、12V、15V、24V，用数字万用表直流电压挡测量稳压电源的输出电压值。

五、实验报告要求

整理实验数据，分析实验结果，并回答下列问题：

1. 在电压测量中，用电子管毫伏表和数字万用表测量同一输出电压，为什么测量结果不相同？产生读数差异的原因是什么？与被测信号频率有什么关系？
2. 测量直流电源输出电压时，能否用毫伏表测量？
3. 根据上面分析结果，在电压测量中选用仪器应注意什么问题？
4. 在电子实验中，为什么要注意仪器共地问题？
5. 信号发生器的输出电压随其频率改变有无变化？为什么？
6. 信号发生器“输出衰减”旋钮处于 60dB 衰减挡时，输出电压的变化范围有多大？如果要调节一个 5mV 的输出电压，“输出衰减”旋钮应处在那个挡合适？
7. 怎样调节信号发生器输出信号的频率？怎样调节输出电压？各举一例说明？
8. 简要总结实验所用仪器使用中应注意那些问题？

* 六、电平的介绍与测量

电平是表示功率、电压或电流等相对大小的量，指定某一电量的数值为标准值，被测量的数值与标准值之比的对数（乘以某常数），即为该电量的电平值。其单位为分贝，即

$$\text{功率电平值} = 10\lg \frac{P}{\text{标准功率}} (\text{dB}) \quad (1-8)$$

因为 $P = V^2/R = I^2R$, 若在同一负载上, 则

$$\text{电压电平值} = \frac{20\lg V}{\text{标准电压}} (\text{dB}) \quad (1-9)$$

$$\text{电流电平值} = \frac{20\lg I}{\text{标准电流}} (\text{dB}) \quad (1-10)$$

工程上规定 600Ω 电阻消耗 1mW 功率为功率的标准值, 此时 600Ω 电阻两端电压为

$$V_0 = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{1 \times 10^{-3} \times 600} = 0.775\text{V} \quad (1-11)$$

0.775 伏称为标准电压, 也称为电压的零电平。由上式可知, 任一电压值与标准电压相比, 则可求得这一电压的电平值。当电压大于标准值所得电平分贝数为正, 当电压小于标准值, 对应的分贝值为负。

仪表中交流电压挡按分贝值刻度时, 即可直接读出被测电压的电平值。通常在仪表中, 分贝刻度总是和电压的某一挡相对应, 如 GB-9 电压表的分贝刻度是与 1V 挡相对应, 即在 600Ω 电阻上产生 0.775V 的电压时, 对应的分贝刻度为 0dB 如图 1-3 (a) 所示, 若被测电压高于或低于该量程, 需要对电平量程进行扩大, 若被测电压扩大 10 倍为 7.75V , 对应电平为 $+20\text{dB}$ ($20\lg \frac{7.75}{0.775}$), 电压缩小 3 倍, 被测电平为分贝标尺减去 10dB 。

如图 1-3 (b) 所示。分贝校正由量程挡直接标明。

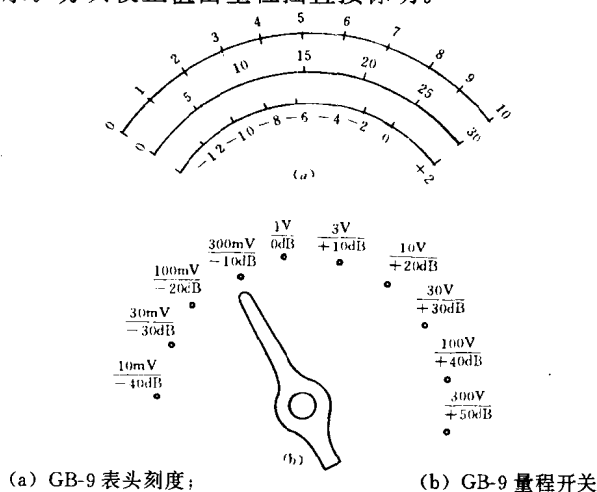


图 1-3 GB-9 表头及量程

若负载不是 600Ω 时, 还需要加校正值。例如 GB-9, 定义零分贝标准为 600Ω 上消耗 1mW 。若被测电阻为 R , 两端电压为 V_1 , 消耗的功率为 P_1 , 其功率电平值应为

$$\begin{aligned} \text{功率电平} &= 10\lg \frac{P_1}{P_0} = 10\lg \frac{\frac{V_1^2}{R}}{\frac{0.775^2}{600}} = 10\lg \frac{V_1^2}{0.775^2} + 10\lg \frac{600}{R} \\ &= 20\lg \frac{V_1}{0.775} + 10\lg \frac{600}{R} \end{aligned} \quad (1-12)$$

上式中第一项就是 GB-9 或万用表分贝标尺的读数,第二项为负载电阻变化使分贝值增加或减小的量,第二项称之为分贝校正值。例如负载为 50Ω , 读数分贝值应加上校正值 $10\lg \frac{600}{50} = 10.8\text{dB}$ 。

§ 1-3 电子仪器使用注意事项

一、教学目的

通过本节学习,使学生对常用电子仪器使用的注意事项提高认识,为人身安全和后续实验课顺利进行打下基础。

二、教学内容

每一台电子仪器都有规定的操作规程和使用方法,使用者必须严格遵守。一般电子仪器在使用前后以及在使用过程中,都应该从以下几方面引起注意,这样可以确保人身安全和仪器安全,防止事故和故障,以提高设备的使用寿命。

1. 仪器开机前注意事项

(1) 在开机通电前,应检查仪器设备的工作电压与电源电压是否相符。

(2) 开机通电前,应检查仪器面板上各种开关、旋钮、接线柱、插孔等是否松动或滑位,如果发生这些现象应加以紧固或整位,以防止因此而牵断仪表内部连线,甚至造成断开、短路以及接触不良等人为故障。

(3) 在开机通电前,应检查电子仪器的接“地”情况是否良好。这关系到测量的稳定性、可靠性和人身安全的重要问题。

2. 仪器开机时注意事项

(1) 在开机通电时,应使仪器预热 5~10 分钟,待仪器稳定后再行使用。

(2) 在开机通电时,应注意观察仪器的工作情况,即眼看、耳听、鼻闻以及检查有无不正常之现象。如果发现仪器内部有响声、臭味、冒烟等异常现象,应立即切断电源。在尚未查明原因之前,应禁止再次开机通电,以免扩大故障。

(3) 在开机通电时,如果发现仪器的保险丝烧断,应调换相同容量的保险管,如果第二次开机通电又烧断保险管,应立即检查,不应再调换保险管进行第三次通电,更不要随便加大保险丝的容量,否则会导致仪器内部故障扩大,甚至会烧坏电源变压器或其它元件。

(4) 对于内部有通风设备的电子仪器,在开机通电后,应注意仪器内部电风扇是否运转正常。如果发现电风扇有碰片声或旋转缓慢,甚至停转,应立即切断电源进行检修,否则通电时间久了,将会使仪器工作温度过高,烧坏电风扇和其它电路器件。

3. 仪器使用中注意事项

(1) 仪器在使用过程中,对于面板上各种旋钮、开关的作用及正确使用方法,必须予以了解。对旋钮、开关的扳动和调节动作,应缓慢稳妥,不可猛扳猛转。当遇到转动困难时,不能硬扳硬转,以免造成松动、滑位、断裂等人为故障。此时应切断电源进行检修。对于输出、