

电 视 测 量 技 术

〔西德〕W. 狄伦布格 著

张永辉 吴贤纶 杨志维 译

史家骥 校

国防工业出版社

内 容 简 介

本书主要讲述了电视测量技术,并介绍了某些典型测量仪器。全书共二十九章,包括基本电路元件性能的测量和电视方面的专用测量技术,在讲述测量技术时,还介绍了有关的基本知识。

书中谈到的许多测量内容并非仅仅为电视技术所专有,其中许多内容也能用于其它通信技术部门,尤其是在一般的脉冲技术方面。本书主要是为实际工作者写的,所以只是很少量地用了数学计算。

本书可供从事电视技术工作的工人、工程技术人员阅读参考。

FERNSEHMESSTECHNIK

W. Dillenburger

Fachverlag Schiele & Schön GmbH, 1972.

*

电 视 测 量 技 术

张永辉 吴贤纶 杨志维 译

爰家骥 校

国防·工业出版社出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

上海商务印刷厂排版

民族印刷厂印装

*

850×1168 1/32 印张 15 插页 1 397 千字

1978年12月第一版 1978年12月第一次印刷 印数: 00,001—70,500册

统一书号: 15084·1693 定价: 1.45 元

出版者的话

电视技术近年来发展迅速,其应用范围已从电视广播扩展到国防和国民经济各个部门,电视测量技术也随着获得了重大的进展,不断出现新的测量方法和测量仪器。但是,有关电视测量技术方面的书籍却出版不多。

这本书初版于1960年,它对电视测量技术讲述比较全面,其中除电压、电流和基本元件性能的测量外,主要讲述电视技术中的一些专门测量,比如,灰度、图象清晰度、调制深度和分解力、信号杂波比、几何畸变、电平、幅频特性、放大器、调制器、相角和延时等的测量。

根据电视技术发展的需要,作者在1972年初又对本书作了修改和增补,出版了第三版。在新的版本里,作者增加了“磁场测量”与“用 T 、 $2T$ 和填有色度副载波的 $20T$ 脉冲测量线性传输误差”两章。在“电视标准”一章里,列入了目前采用的三种彩色电视制式方面的有关数据。此外,在“测量仪器”一章里,也进行了改写,选取了若干典型的例样。

为了配合我国电视技术发展的需要,我们遵照毛主席关于“洋为中用”的教导,组织翻译出版了这本书,供有关同志参考。在本书的翻译过程中,我们对原书中一些错误、繁琐和不妥的地方,作了修改、删节(除了对重大错误加注以外,不一一说明了),但是由于水平有限,不妥和错误之处在所难免,请读者给予批评指正。

目 录

引言	1
第一章 电压测量	3
第二章 电流测量	20
第三章 电阻的特性及测量	28
第四章 电容器的特性及测量	33
第五章 线圈的特性及测量	43
第六章 设备的温度测量的意义及方法	49
第七章 磁场测量	54
第八章 图象的特性和评价	57
第九章 测量传输装置时的一些基本要求	62
第十章 传输特性曲线(灰度)的测量	65
第十一章 图象清晰度的测定	97
第十二章 调制深度和分解力的测量	102
第十三章 信号杂波比的测量	126
第十四章 几何畸变的测量	157
第十五章 测试图和测试胶片	169
第十六章 光电器件的特殊测量和运用时调整要点	187
第十七章 电平稳定和电平测量	227
第十八章 视频放大器幅频特性的测量	265
第十九章 载频放大器和调制器的测量	280
第二十章 用 T 、 $2T$ 和填有色度副载波的 $20T$ 脉冲测量 线性传输误差	298
第二十一章 相角和延时的测量	308
第二十二章 其它测量	336
第二十三章 信号源内阻的测量	355

第二十四章	偏转电路、偏转线圈和锁相同步电路的分析和 测量	361
第二十五章	电源设备的测试	377
第二十六章	屏幕照相	380
第二十七章	光学测量和照相测量	388
第二十八章	电视标准	402
第二十九章	测量仪器	415

引 言

人们要确实地掌握某设备的性能时，必须对它进行测量。凡设备的研制、检测和使用时的调整，都要靠测量技术来实现。

所谓测量，是确定某些量值或确定一些量值之间的依从关系。通常，人们关心的是某些待测量的绝对值。有时，当研究待测设备的各种样品间的差异时，才要用到比较测量法；那时，对绝对值则经常不大注意。

对电视来说，人们时常要问，当从图象中能感觉到质量有些不一样时，对理论上的“正确额定值”的容许偏差该是多大。实际上常常是这样，被测的那些差异在视觉上完全识别不出来。这里，测量技术使用来探求各极限值。

就每一项拟进行的测量而言，问题是用哪种测量方法合宜。通常，有着较多的方法，而抉择大多受可供使用的测量仪器的影响。一种测量方法可能比另一种测量方法准确些。进一步的问题，按采用的装置联接好后，是否所选取的测量方法会使待测值变化。对于不熟练的人员，常常很难分辨清楚，造成了多大的测量误差。有很多量值，毕竟只是近似地被测定的。

一项测量的精确度，主要与下面两件事情有重要关系。

(1) 所使用的仪表或仪器的测量精确度高不高，它们长时间内的稳定性好不好；

(2) 读数的精确度如何。

对于测量仪表的测量精确度，依据它事先的校准，很容易得知。容差总是指满偏转下而言的。仪表的质量等级，由其误差大小来给定，例如 $\pm 0.5\%$ 级或 $\pm 2\%$ 级。电视中通常应用的电子测量仪器，其测量精确度确实是往往小于用仪表所达到的精确度，例如电压测量就是如此。

实际的测量精确度也还要由读数精确度来确定。具有镜面刻度的测量仪表,可确保很高的读数精确度。另一方面,对于脉冲电压的幅度(它上面或者还迭置有霰弹电压),应当用示波器来测读;因而,读数精确度将明显降低。这时,人们不能测定到例如 $\pm 1\%$ 。

为了做到尽可能精确地读数,测量仪表的指针偏转不可以太小。与大的偏转(高于表盘刻度的三分之一)相比较,太小的偏转下的刻度精确度一般要小得多。用示波法来测量也是同样的,为了得到较精确的结果,波形图的高度至少应有 40~50 毫米。

当人们想检验一些电视设备的性能时,可以用两类不同的方法。第一种方法是,用一个电子测试信号馈给待测装置,来评价其输出信号(例如显象管的激励信号)。这里,就计值而论,需要实现正确的测量技术,从而结论才确切。第二种方法是用电子-光学变换器,亦即用摄像管和显象管。这时,测量结果的实际计值与一切可能的生理效应有关,而测量技术的那些效应不再单一地起作用。重要的是,传输装置方面所提出的、在测量技术上可实现的一些要求应如此调整,使它们对生理效应还有作用。

实践反复指出,正确地进行测量往往是很困难的,需要十分丰富的经验。

第一章 电压测量

1. 直流电压测量

1.1 用电压表测量

在电视设备的测量范围内,实际上只用到动圈式仪表,现在有量程和精确度不同的各种类型可供应用。

1.1.1 仪表内阻的影响

每只电压表都有一定的内阻,当其量值不是远大于待测电压源的内阻时,就要考虑其影响。否则,由于电压源附加了不能忽略的仪表内阻这个负载,指示出的待测电压将较小于实际值。一般说来,1%的测量误差是允许的,即仪表的内阻至少是电压源内阻的100倍。在电视设备的所有测量中,都要满足这个条件。例如,有一种万用表,1伏量程的满刻度偏转电流为1微安,即灵敏度是1兆欧/伏。实际上,在大多数测量中,用灵敏度为50千欧/伏的仪表就可以了。

在电路图上,时常在各处标出用一定灵敏度的仪表所测得的电压值。对此,还必须注明测量时所用仪表的型号和量程。其实,这种做法很不合适,因为一不注意规定,就容易出现测量误差。

下面的例子清楚地说明仪表灵敏度高时其内阻可忽略。

这里是要测量五极管的实际帘栅压(图1.1)。此处,假设电压源的内阻是10千欧,它是由帘栅极降压电阻 R_{sg} 和电子管帘栅极、阴极间的内阻 R_i 并联组成的。

如果帘栅压是100伏,则可用250伏档的量程来测读。若仪表灵

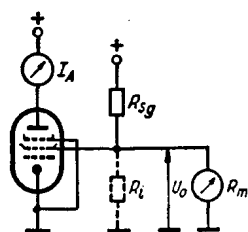


图 1.1 测量五极管帘栅压的电路

敏度为 50 千欧/伏, 则内阻 R_m 是 12.5 兆欧, 它比电压源的内阻大 1000 多倍, 所以, 误差可忽略不计。

1.1.2 测量精确度

通常, 指针离满刻度越近, 读出值的精确度越高。仪表的精度级表明了满刻度值相对于实际值的可能偏离百分率, 即表明了仪表误差。实验室里通常都用满刻度精度为 $\pm 1\%$ 的仪表。如果指针偏转确实达不到满刻度, 则当 R_m 不远大于 R_i 或 R_{sg} 时, 应当选择更高一档的量程, 以提高测量精确度。这时, 仪表误差自然会大些, 因而, 读数精确度较低; 但是, 电压源的负载却较轻, 受的影响小。

在测量放大器电子管的电压时, 有时可观察接入仪表时板流 I_A 的量值起伏, 来作为判断待测电压是否有变化的准则。如果板流无变化, 则仪表对待测电压无影响, 测得的帘栅压是准确的; 如果接入仪表后板流变小, 则测得的帘栅压将偏低。可以在接入仪表后再改变 R_{sg} , 将板流重新调到初始值, 这样来正确地测出原来的帘栅压。

1.1.3 计算法求电压

如果仪表指出的电压为 U , 则可用公式

$$U_0 = U \frac{1 + \frac{R_{sg}}{R_i} + \frac{R_{sg}}{R_m}}{1 + \frac{R_{sg}}{R_i}} \quad (1.1)$$

求出图 1.1 中不接仪表时由 R_{sg} 和 R_i 组成的分压器中帘栅极内阻 R_i 上的直流电压 U_0 。式中, R_m 是测量仪表在所选量程上的内阻。从式(1.1)可看出, 在分压电阻比 R_{sg}/R_i 一定时, 仪表的内阻 R_m 越大, U 越接近于 U_0 。

1.2 用补偿法测量电压

这种方法可用来测定自动控制电路中的实际控制电压。对于自动控制电路, 电压源的内阻一般比较高, 所以, 当可供应用的仪表的量程选得适当时, 仪表的内阻往往显得太小。图 1.2 的例子

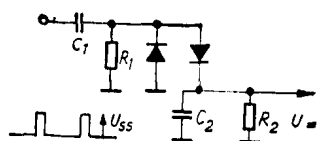


图 1.2 自动控制电压待测的
整流电路

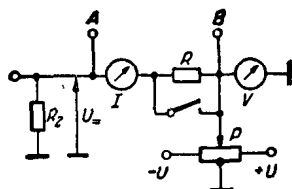


图 1.3 用高灵敏度电流表按补偿法
精确测量自动控制电压

可说明这一点。图中示出了一个整流器，它产生正比于峰-峰电压 U_{ss} 的直流电压 U_0 。设 R_2 为 3 兆欧， R_1 为 500 千欧，应从电容器 C_2 上测得的准确电压为 5 伏；如果在 C_2 上并联一个 1 兆欧/伏而 $R_m=5$ 兆欧的仪表，由于仪表内阻不是远大于电压源内阻，待测电压将会部分地减小。

图 1.3 示出了一种使用方便的测量方法，可准确地测出实际产生的自动控制电压。图中， I 是个高灵敏度微安表，满刻度偏转电流为 1~5 微安，即使是 1/100 微安的电流也可以读出来。电位器 P 上加以电压 $\pm U$ ，待测的是正控制电压时，滑动点电压对机壳须为正；反之，待测的是负控制电压时，滑动点电压对机壳应为负。此电位器有中心抽头，以便随意调节滑动点电压为正或负。调定的电压可从电压表 V 上读出。这里，待测电压加在 R_2 上。

当微安表的 A 、 B 端相对于机壳的电压相等时，电表中的电流为零。为了便于用电位器 P 调得零电流，最好仪表的零点在刻度中间。串接电阻 R 用以减小仪表的灵敏度，以免粗调电位器 P 时，由于调节不当，指针打到头而损坏仪表；细调时，可用按钮将电阻 R 短路。必要时，更好的办法是逐级提高灵敏度。

在 $I=0$ 时，电压表 V 指出的即是 R_2 上的电压，而自动控制电压源并不附加负载。

下面来探讨一下测量精确度。

为了判断可能的测量精确度，仍设 $R_2=3$ 兆欧，待测电压为 5 伏。电位器 P 的阻值总可以做到很小，例如，在 $+U$ 和 $-U$ 两端子间为 500 欧/伏，所以可忽略不计。设微安表的内阻为 10 千欧。

1/100 微安的读数表示 R_2 上的电压下降了 30 毫伏, 这小于待测电压的 1%。由于微安表指针对于更微小的偏转还可以辨认出来, 因而 R_2 上电压的测量精确度实际上决定于电压表的精确度。满刻度为 5 微安的微安表就能达到足够的测量精确度。

1.3 转换成电流测量来测量电压

在图 1.2 中流过 R_2 的电流为 I_1 , 它正比于 R_2 上的电压, 即 $I_1 = U_2 / R_2$ 。如果在 R_2 回路里串接一个内阻比 R_2 小得多的电流表, 则借此也可以测出 C_2 上的电压。例如, $R_2 = 3$ 兆欧, $U = 6$ 伏时, 电流为 2 微安; 此时用满刻度电流为 10 微安的仪表时, 测量精确度仍不太高。这时要衡量一下, 哪一种测量方法对当前情况较为合宜。

1.4 高压测量

在电视技术中经常遇到负载电流仅为 20~100 微安而内阻总为好几兆欧的高压源。测量它时, 不使设备错加负载是很重要的。

1.4.1 用仪表测量

这里, 应用实际上不消耗电流的静电电压表往往是有益的。这种电压表是利用带不同电荷的两物体间的引力来进行指示的。在测量时, 首先要消除例如通过联接导线产生的电晕所带来的电晕损耗, 因为它总导致电压损失。

如果高压源的负载已知, 则也可以用电压表来测量, 仪表内阻按欧姆定律调整(通过在仪表上串联和并联电阻), 使等于高压源的正常工作负载。这时要去掉正常工作时的负载电阻, 例如显象管。这里, 应将显象管亮度钮关到最小, 而不要断开高压帽, 因为在家用电视接收机中, 显象管电容常常用作高压整流器所需的充电电容。

43 厘米显象管的阳极高压譬如说是 14 千伏, 荧光屏高亮度区为 200 亚熙提时的平均电子束电流约为 30 微安。不言而喻, 这

个电流是随图象平均亮度变化的。容易算出，上述电流下的负载电阻是 $R=467$ 兆欧。假设有一个满刻度为 50 微安的电表，串联上 500 兆欧的电阻，则得到的满刻度电压值为 $(5 \times 10^8) \times (50 \times 10^{-6}) = 25$ 千伏，足够测量 14 千伏的阳极电压。电表内阻此时可忽略不计。在上述假定的 14 千伏阳极电压下，该负载引起 28 微安的电流。如果在相同的指针偏转角下要使那时的负载电流大于 28 微安，必须在电表上并联电阻，即相应地减小串联电阻。

1.4.2 高压检验

也可以用下面的简单方法来检验电视接收机的高压情况。

拿一支把柄绝缘良好的起子逐渐接近高压端子，直到出现飞弧，火花隙至少须长 1 厘米，但这种做法只应是短时间的。

1.4.3 高压测量中注意危险

最后还要注意，处置高压是有危险的，测量时，最好左手始终放在背后，用右手单手操作。

对于家用黑白电视接收机，由于高压源能给出的电子束有限，危险性还不大。但测量大屏幕投影电视机或彩色电视接收机时，就要多加小心。彩色电视接收机内可提供的高压电流能达 2 毫安，投影电视机的电流则更大得多。

1.5 用电子电压表测量直流电压

现在有许多电子电压表也适于测量直流电压，它们在所有量程上总有例如 20 兆欧的恒定输入阻抗，此数值对于小电压说来是很高的。但是，对于高的电压值，满刻度为 10 微安的动圈式仪表会给出高得多的内阻，例如在 500 伏量程上为 50 兆欧。电子电压表的指示精确度（满刻度值的 $\pm 2\% \sim \pm 5\%$ ）不如动圈式仪表那么高，但在大多数情况下是足够了。

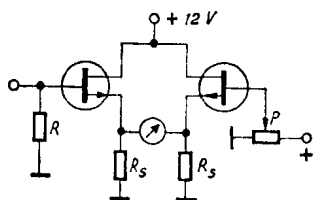


图 1.4 测量直流电压的场效应管电桥

在原理上, 可将待测直流电压加在一个场效应管的栅极上来构成电子电压表, 如图 1.4 所示。图中, 由两个场效应管和两个电阻 R_s 组成一个电桥, 在两个源极之间接上一只电流表, 输入电阻 R 能大到使场效应管可以稳定工作, 例如 1 兆欧。电位器 P 用来调节电流表的零点。加上待测直流电压时会使电桥失去平衡, 于是电流表指针偏转。

这种简单的电压表的灵敏度与毫安表或微安表的量程有关。考虑到稳定性, 不宜使用灵敏度高的电流表。因此, 为了得到较高的仪表灵敏度, 往往将这种装置和放大电路结合起来。图 1.5 是测量直流电压的一种新型仪表 (Rohde & Schwarz 公司的 UIG 型) 的方框图, 量程从 10 微伏到 300 伏。为了保证所需的直流电压放大量, 并且有高的稳定性, 将输入电压加给一个振动变流器, 在那里, 重复频率为 87 赫的脉冲对输入电压进行斩波。而后, 由交流放大器放大这一系列脉冲, 放大量随量程而异, 最大为 90 分贝。随后, 将它送到同步解调器, 解调后, 经过一个低通滤波器, 送出放大的输入电压, 后面用一个直流放大器再放大 300 倍。每档量程都有一定的反馈量, 以得到完全确定的放大量而又工作稳定。最后, 直流放大器的输出电压加给指示仪表 (图上未画出)。

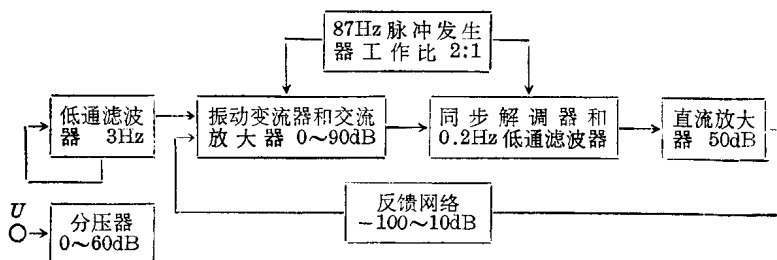


图 1.5 高灵敏度电压表的方框图

用这种仪器也可以测量电流, 量程从 10 微微安到 300 毫安。还可以测量电阻, 量程很宽, 从 1 微欧到 10 兆兆欧。在 300 毫伏以下的量程上, 输入电阻为 10 兆欧, 在更高的电压量程上, 输入电阻是 50 兆欧。测量精确度满刻度值为 1.5%。

2. 交流电压测量

在分析或测定交流电压大小时,要分清下列几种量值:

- (1) 有效值(均方根值)
- (2) 算术平均值
- (3) 峰值
- (4) 基波频率
- (5) 谐波波形

根据待测项目的情况以及波形和频率的不同,所用的测量仪表和测量方法也不一样。

2.1 用仪表测量

关于仪表内阻的考虑,与直流电压测量中所述的一样。

2.1.1 用热电仪表测量有效值

在涉及到由于电流而发热的地方,关心的总是有效值的测量。这时,要知道加在电阻上的任意波形的交流电压或交流电流的有效值是很重要的。再有,决定电子管灯丝发热量的是加在管子上任意波形灯丝电压的有效值。热电仪表可正确地指示出这种有效值,而和波形无关。实验室里用来测量电压有效值的耗电小的仪表,大多是配有温差十字电偶的动圈式电表。它们可以用直流电压来校准,而直流电压可用精密的动圈式电表测量。后者作为基准仪表,与待校准的仪表并联。热电仪表大致是按有效值刻度的。

热电仪表很容易烧毁,只可以少量地过载。因此,最好在热电仪表上并联一个用按钮开关才可断开的电阻,它使仪表的灵敏度大约减小到四分之一,只当并联着电阻而指针偏转足够小时,才能按压按钮开关以去掉电阻。为了展宽热电仪表的量程,可以串接电阻,但它们在测量频率下必须不含有电抗,例如,用实心电阻。只有当仪表的内阻和电流无关时,仪表的分度才各档保持不变。因此,每扩展一档量程,最好在整个刻度范围内进行校准。用并联各种电阻的方法来改变量程也是可以的。

2.1.2 用整流式仪表测量有效值

测量交流电压时,大多用装有整流器的动圈式仪表,它指示出流过表头电路的已整流电流的有效值。校准这种仪表时,使它在所加电压为正弦形电压时才能指出该电压的有效值。当电压波形偏离正弦形时,指示出的是另外的数值,根据波形情况,该指示值会与有效值相差很大。

在电源整流器中,常接入电阻,用它来测定负载大小。电阻中流过的不是正弦电流,两端产生的自然也不是正弦电压。图 1.6 示出了半波整流器的例子,其中的电阻 R 就是这样的。如图所示,该电阻中流过的只是短暂的、周期性的强电流脉冲,即给电容器 C 充电的脉动电流。这时,要求得电阻 R 上的功率(瓦),应使用热电仪表测出 R 两端的有效值电压 U_{eff} , 则负载功率是 U_{eff}^2/R 。如果用带整流器的动圈式仪表来测量 U_{eff} , 会指示出另一种电压值,该读数偏小。因此,在这种情况下用整流式仪表来测定负荷容量会导致整流电源过荷。

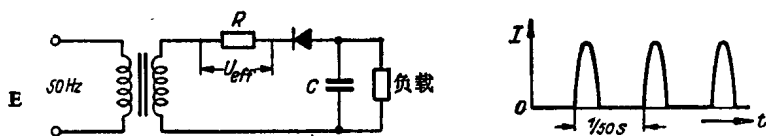


图 1.6 有脉冲电流通过的电阻上电压有效值的测量

用带整流器的动圈式仪表时,还要注意其适用的频率范围。一般,只适用于 50~500 赫,最宽为 20 赫~16 千赫,即这时可用在整个音频范围内。高质量仪表,制造厂家会给出这方面的数据。热电式仪表则不然,它可用于整个视频范围内。然而,若在热电偶之

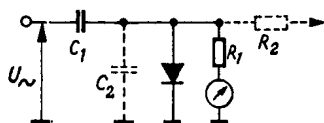


图 1.7 测量交流电压的简易
型二极管电压表

前串接电阻以改变量程,如果电阻带有容抗或感抗,则仪表读数会与频率有关。

2.1.3 用电子电压表测量

在更高频率时可用电子电压表来测量交流电压。电子电压表靠电子管二极管或半导体二极管工

作,其原理电路如图 1.7 所示。

2.1.3.1 测量原理

由电流表指示出 R_1 中的直流电流,从而也就得出了 R_1 上的电压。时间常数 $C_1 R_1$ 根据待测电压的最低频率来定,必须为交流电压振荡周期的约十倍那么大。自然, R_1 始终是被测电压源的负载,此外,在二极管导通期间,二极管内阻成为附加负载。如果不是在 R_1 回路中串入电流表,也可以用图 1.4 中的场效应管直流电压表直接测量 R_1 上的电压,此时 R_1 可取得很大。隔离电阻 R_2 ,譬如为 1 兆欧,用以减弱电压表输入电容的影响。

电子电压表一般按正弦交流电压的有效值刻度,它们可用于本书范围内涉及的所有频率范围上。

2.1.3.2 输入阻抗

电子电压表总有一定的输入阻抗,它由输入电阻和输入电容并联组成(图 1.8)。输入电阻在各档量程上可以大不相同,特别是在超短波波段内,电子渡越时间效应还会使它随频率增高而下降。在视频范围内,特别是在数兆赫的高频段上,当电子电压表联线的分布电容显得较大时,会使测量结果有所误差。待测电压源的直流内阻越大,且与内阻并联的电压源的固有电容越小,测量误差就越大。图 1.8 示出了一个简单的例子。这是个视频输出级,设 $C_1=15$ 微微法, $R_1=3.16$ 千欧,电压表的输入电容 C_2 为 5 微微法,输入电阻 R_2 为 300 千欧。在 $\omega=3\times 10^7$ 时, R_1 和 C_1 产生的阻抗幅模为

$$|R| = \sqrt{\frac{1}{(\omega C_1)^2 + \frac{1}{R_1^2}}} = 1820 \text{ 欧}$$

并联上 C_2 ($R_2 \gg R_1$, 可以略去)时,阻抗幅模变为 1475 欧。容易算出,由 C_2 造成的误差为 19%。当 $\frac{1}{\omega(C_1+C_2)} = 7R_1$ 时, C_1+C_2 和 R_1 引起的相角误差实际上可以忽略不计。如果 R_1 、 R_2 、 C_1 和 C_2 已知,可从测得的电压值 U 算出准确值 U_0 。对于视频放大器,

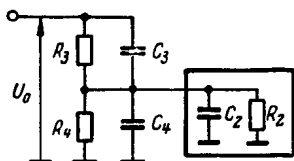
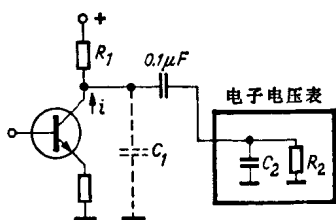


图 1.8 视频输出级输出电压的测量 图 1.9 经分压器测量高的交流电压

电子管或晶体管的内阻实际上大多可以忽略, 当 $R_2 \gg R_1$ 时, 而视频电流 i 恒定时, 得到公式

$$U_0 = U \sqrt{\frac{1 + \omega^2 R_1^2 (C_1 + C_2)^2}{1 + \omega^2 R_1^2 C_1^2}} \quad (1.2)$$

使用二极管电压表时, 经常不注意到这一事实, 即在待测电压的一个周期内, 仪表的输入电阻决不是不变的, 因为仅当电压峰值时二极管导通, 即仅在被测正弦振荡的部分周期内, 二极管的正向电阻也成为电压源的负载。因之, 在一定的电压源内阻下, 二极管导通期间电压源送出的电压多少有所跌落, 可能使波形发生严重畸变。对于一定的电压源内阻, 图 1.7 中电阻 R_1 对二极管正向电阻的比值越小, 波形畸变越严重, 这一点对于这种简易型二极管电压表非常重要; 那里的指示仪表与电阻 R_1 串联(图 1.7), 因为电阻 R_1 与二极管正向电阻之比一般是不大的。

2.1.3.3 通过分压器测量

当待测的交流电压较大时, 也可以通过分压器来测量, 如图 1.9 所示。这里, 要求分压器总电阻大于图 1.8 上的 R_1 。譬如, $U_0 = 50$ 伏峰-峰, 而电压表的量程为 1 伏峰-峰, 则 $R_3 + R_4$ 可选为 150 千欧, 其中, R_4 取 3 千欧。 C_3 是电阻 R_3 的固有电容, 例如为 0.5 微微法。

如果 $R_3 C_3 = R_4 (C_4 + C_2)$, 则分压比与频率无关。这时, $C_4 + C_2$ 为 25 微微法是容易做到的。与 R_4 相比, R_2 可忽略不计。测量时, 图 1.8 中的 C_1 现在只增加了约 0.5 微微法, 同时, $R_3 + R_4$ 比图 1.8 中的 R_2 只多引进微不足道的误差。可以看出, 这种做法