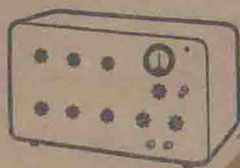
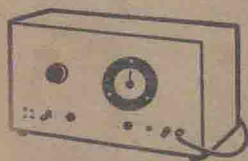
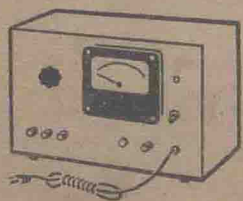


常用电信测试仪表的使用与维护

第 3 辑



人民邮电出版社

常用电信测试仪表的使用与维护

第 3 輯

人民邮电出版社

前 言

随着我国电信事业的迅速发展，各种电信测试仪表的使用日益广泛，这对于提高通信质量起着重要的作用。而测试仪表的使用、维护、校准、检修工作也相应地更加受到重视。很多通信部门和电信机线工作人员反映，迫切需要一种通俗讲解电信仪表的使用操作方法和维修经验的书籍，以帮助他们迅速掌握仪表的正确使用和维修技能。为了适应这方面的需要，我社出版了这本“常用电信测试仪表的使用与维护”，并将分为几辑出版，第1辑、第2辑已经出版，本书为第3辑。

第3辑的内容包括电子管测试仪、高频信号发生器、传输测试仪、选频电平表、阻抗电桥、谐波测试仪、杂音测试仪、外差频率计、电传信号发生器和电报信号畸变测试仪等11种常用的电信仪表。这些仪表大部分是省市邮电企业、部分专区邮电局以及其他通信部门普遍配备使用的。对每种仪表，我们选择最常用的型号作为典型，加以详细介绍。执笔作者不但系统整理了各地维修仪表的心得和有关技术资料，而且作者本人对于所写的仪表也都具有较多的实际使用维护经验。本书第3辑在编辑审订过程中，约请王基正、韩业豹两同志参加审订和整理加工工作。书中对于每种仪表的用途、技术规格与性能、使用方法、使用维护上应注意的问题、简单障碍检修经验等方面，力求写得通俗易懂、详细具体、便于实用参考和自学，以适合多数省市局、专区局、县局广大机务员、线务员目前的水平与要求。

本书内除讲述仪器的使用方法及维护方法外，为便利读者深入理解起见，也将仪器的工作原理做出通俗的讲解分析，并

以小号字排入书内，讀者可选择閱讀。

本书在編輯过程中，曾蒙江苏、山东、山西、云南、辽宁、湖北、黑龙江、江西、河南、浙江、陝西、广东等省邮电管理局前电信处提供情况，并推荐和組織了一些作者和稿件，对本书的編輯和出版作用很大，对他們的帮助我們表示感謝。

由于仪表的类型很多，关于各地基层局普遍常用型号的电信測試仪表难免有所缺漏；本书內容上也不免会存在一些差錯及不足之处。希望各地工作同志和讀者积极提供宝贵意見，以便今后进一步修訂。

編者

目 录

前言

电子管測驗器(GS-4 型)	崔季周(1)
高频信号发生器(XFG-7 型或 XC-2 型或 ΓCC-6 甲型)	严幼常(23)
传输測試器(QP 372-A 型)	于继瑞(45)
传输測試器(TM 5115/A 型)	姚敦五(57)
选頻电平表(022-A 型).....	姚敦五 吳汝南 呂清宝(70)
阻抗电桥(TM 5210 型).....	袁振彝(85)
諧波測試器(TM 5310/A 型)	周国駿(106)
杂音測試器(TM 5410 型).....	韓 正(126)
外差頻率計(PW-1 型或 WGP-1 型)	龔汉澄(157)
电传信号发生器(TS-2 型)	严可光(169)
电报信号畸变測試仪(XJC-1 型)	严可光(190)

电子管測驗器

(GS-4 型)

一、使用方法

1.1 概 述

GS-4 型电子管測驗器^①，可以測驗电子管的混极、屏流、放射电流、跨导和二极管的内部电压降，并且可以进行閘流管和調諧指示管的动作試驗。仪器的机壳为一梯形立体結構，面板向后略作傾斜，各种經常使用的旋鈕、开关和指示电表等，都在这块面板上，排列情况見图 1^②。一些校准用的电位器和电源設備等，都安排在机壳內的底盘上，底盘上的主要元件位置見图 2。表 1 列出上述两图中各調节元件的名称和用途。插被测电子管用的管座組，装在机壳的頂板上，它的相对位置見图 3。

1.2 性能与技术規格

(1) 使用电源： 220 伏，50 赫。

(2) 測試的电子管种类： 各式花生管，鎖式管，4 脚、5 脚、6 脚、7 脚、8 脚和欧式的各种收信电子管。

(3) 灯絲电压范围： 0.62、1.1、1.4、2.0、2.5、3.0、

① GS-4 型电子管測驗器是天津第一电子仪器厂的出品。

② GS-4 型电子管測驗器面板上的注字，是用 G^1 代表柵极，用 G^2 代表帘柵极，用 H^1 、 H^2 代表灯絲，用 E_g^1 代表柵偏电压，用 E_g^2 代表帘柵电压，与一般习惯使用的符号不同。

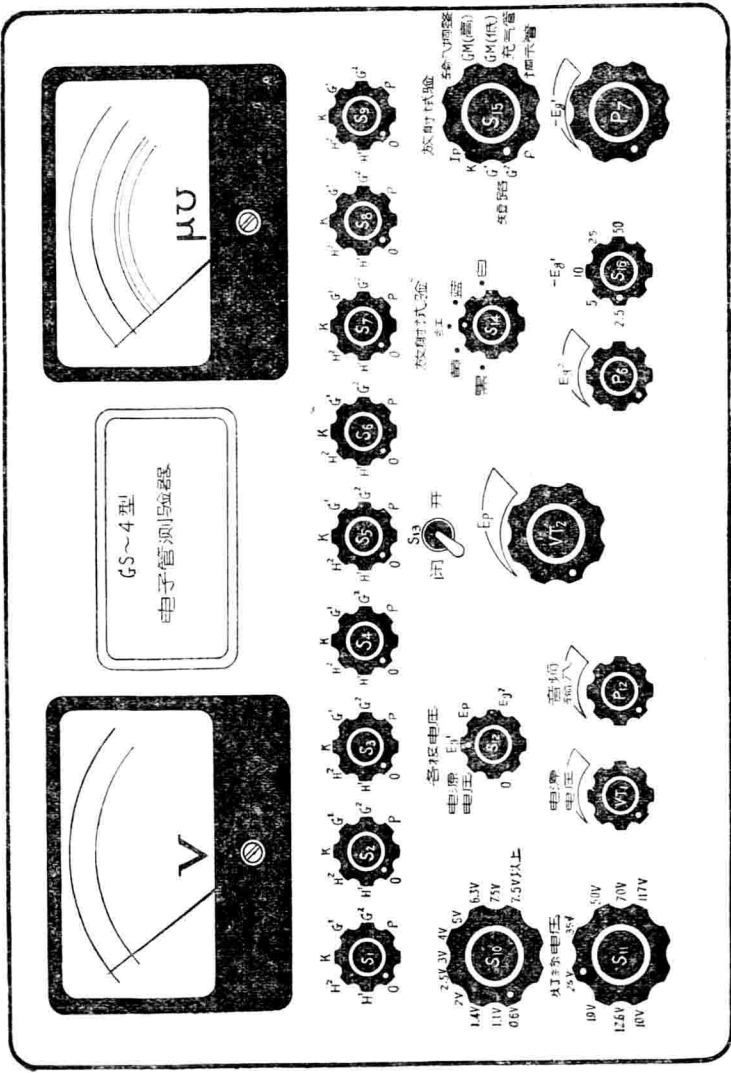


图 1 GS-4型电子管测试仪面板图

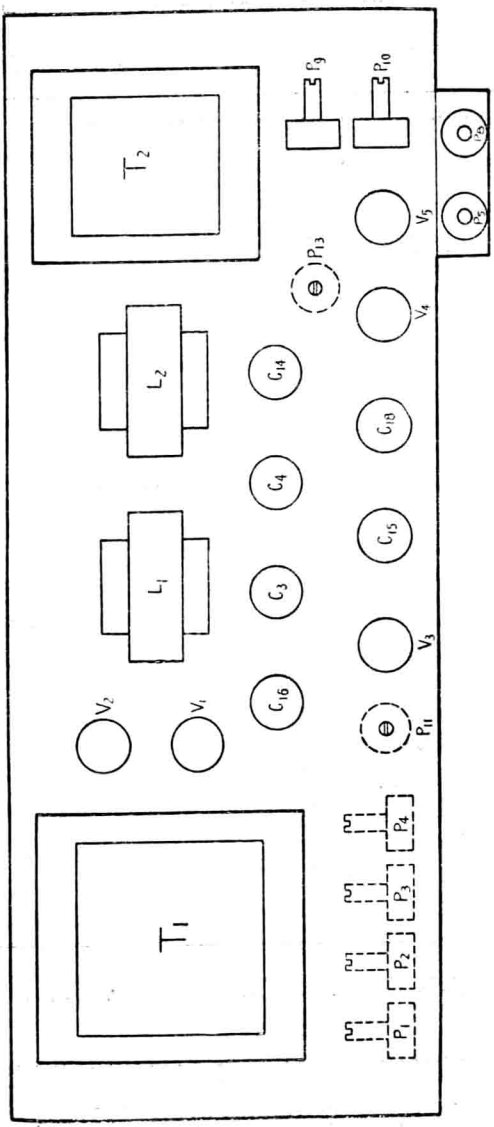


图 2 GS-4 型电子管测验器底座上的主要元件位置图

表 1

符 号	名 称	用 途
V $\mu\bar{\sigma}$	交直流电压表 GM 表	电源电压及各极电压的指示 混极、屏流、放射电流、跨导以及閘流管和調示管的动作指示
$S_1—S_9$ S_{10}, S_{11} S_{12}	管脚接綫选择开关 灯絲电压选择开关 各极电压开关	把管脚分別接到相应的电极上 选择被测电子管灯絲所需的电压 把电压表接入有关电路, 测试电源或各极电压
S_{13}	电源开关	接通或断开电源
S_{14}	放射試驗开关	变换放射試驗的負荷电阻
S_{15}	测试电路选择开关	选择各种测试电路
S_{16}	$-E_g^1$ 选择开关	选择被测电子管的柵負偏压范围
VT_1	电源电压調节旋鈕	調节电源电压
VT_2	E_p 調节旋鈕	調节被测电子管的屏极电压
P_6	E_g^2 調节旋鈕	調节被测电子管的帘柵电压
P_7	$-E_g^1$ 調节旋鈕	細調被测电子管的柵負偏压
P_{12}	音频輸入調节旋鈕	校准测试跨导用的音频輸入电压
P_1	电源电压校准电位器	調整电源电压时校准电压表的刻度
P_2	柵負偏压校准电位器	調整柵負偏压时校准电压表的刻度
P_3	屏极电压校准电位器	調整屏极电压时校准电压表的刻度
P_4	帘柵压校准电位器	調整帘柵压时校准电压表的刻度
P_5	屏极电流校准电位器	校准 GM 表的测试屏极电流的刻度
P_8	GM(高)校准电位器	校准 GM 表上3000—15000微姆的刻度
P_9	GM(低)校准电位器	校准 GM 表上0—3000 微姆的刻度
P_{10}	音频輸入校准电位器	校准电压表的音频輸入电压刻度
P_{11}	負回授調节电阻	調节音频振盪器中的負回授量
P_{13}	放大量調节电位器	調节音频放大器的放大量

4.0、5.0、6.3、7.5、10、12.6、19、25、35、50、70 和 117 伏, 交流 50 赫。

(4) 屏极和帘柵极电压范围: 0—300伏連續可变。

(5) 柵負偏压范围: 0—50伏分段連續可变。

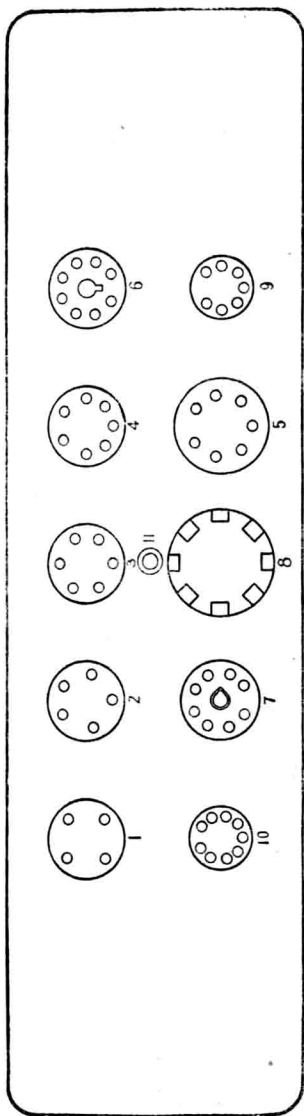


图 3 GS-4 型电子管测验器顶板管座组的位置图

(6) 音頻电压范围： 0—1.2伏連續可变。

(7) 測試范围：

- a. 混极。
- b. 屏流： 0—100毫安， $\pm 2.5\%$ 。
- c. 放射試驗。
- d. 跨导： 0—3000 微姆和 3000—15000 微姆， $\pm 10\%$ 。
- e. 閘流管^①的動作点。
- f. 調諧指示管的動作情况。
- g. 整流管的内部电压降： 0—300 伏， $\pm 2.5\%$ 。

1.3 使用方法

A. 使用前的准备

(1) 将仪器放平，注意电压表 V 及 GM 表 ($\mu\sigma$) 的指針是否指零。如不指零，可用螺絲刀輕輕地調整表头上的調零螺絲，直到指零为止。

(2) 将面板上的所有旋鈕都調到量程最低的位置。

(3) 打开电源开关 S_{13} ，接通电源。并将各极电压开关 S_{12} 擰到“电源电压”档，然后旋动电源电压調节旋鈕 VT_1 ，使电压表的指針指在紅綫处，此时仪器内部的电压就已正常。

B. 混极測試

(1) 根据本仪器附带的“电子管測驗器特性表”（以后簡称“特性表”）^② 中对被测电子管型号所規定的 1—9 項中的符号，調好 $S_1—S_9$ 的位置。例如“特性表”中电子管 6J1 (即 6 厶 1 П)，

① 面板上的注字为充气管。

② 如果被测电子管的型号不在“特性表”的范围内，可以根据一般电子管手冊中所規定的参数和管座图，进行調节。至于放射試驗开关 S_{14} 的位置，可以参照类似型号的电子管进行。

1—9項的符号順次为： G^1 、 K 、 H^2 、 H^1 、 P 、 G^2 、—、—、—^①。这就是 S_1 — S_9 各开关所应調节的位置。

(2) 将灯絲电压选择开关 S_{10} 、 S_{11} 擰到“特性表”所規定的 E_n 值的位置上。例如“特性表”中 6J1 的 $E_n=6.3$ 伏，就应将 S_{10} 擰到“6.3 V”档，此时 S_{11} 可在任何位置。如果 E_n 值大于 7.5 伏，則将 S_{10} 擰到“7.5 V 以上”这一档，然后再按 E_n 值确定开关 S_{11} 的位置。

(3) 将被測电子管插入相应的管座內。如果有管帽的話，接好管帽。此时，灯絲被加热发紅。如果灯絲的紅亮程度超出正常情况，应立即关闭电源检查。

(4) 将測試电路选择开关 S_{15} 从“P”开始沿着“P”、“ G^2 ”、“ G^1 ”和“K”的方向順次轉动，并注意 GM 表的表針是否有指示。如果 S_{15} 在某两档（例如“ G^2 ”和“K”）时，表針都有指示，就表示这两个电极間有混极現象。

C. 屏流測試

在 B 节(1)—(4)項的操作基础上，进行下列測試：

(5) 将 S_{15} 擰到“ I_p ”档，准备測試屏流。

(6) 将 S_{12} 擰到“ E_g^1 ”的位置，将 S_{16} 擰到比“特性表”規定的 E_g^1 值略高的位置（例如“特性表”中 $E_g^1=-3$ 伏时， S_{16} 应擰到—5 伏的位置上）。然后旋动— E_g^1 調节旋鈕 P_7 ，使电压表 V 指在規定的 E_g^1 值。

(7) 将 S_{12} 擰到“ E_p ”的位置，旋动 E_p 調节旋鈕 VT_2 ，使电压表指在規定的 E_p 值。

(8) 将 S_{12} 擰到“ E_g^2 ”的位置，旋动 E_g^2 調节旋鈕 P_6 ，使电压表指在規定的 E_g^2 值。

① “特性表”中符号“—”表示空脚，相应的开关就应该放在“O”的位置上。

(9) 反复調整 E_p 和 E_g^2 的数值,直到准确为止。

通过上述調整以后, GM 表上所指的毫安数, 就是被测电子管的屏流值。

D. 电子管的放射試驗

在 B、C 两节(1)—(9)項的操作基础上, 进行下列測試:

(10) 将 S_{15} 擰到“放射試驗”的位置, 同时将放射試驗开关 S_{14} 擰到“特性表”所規定顏色的位置(如“紅”或“黃”等)。此时, GM 表的指針如指在綠色区域, 表示放射性能良好; 反之, 如指在紅色区域, 表示放射性能不良。

E. 电子管的跨导測試

在 B、C、D 三节(1)—(10)項的操作基础上, 进行下列測試:

(11) 将 S_{15} 擰到“輸入調整”的位置, 旋动音頻輸入調節旋鈕 P_{12} , 使 GM 表的指針指在紅色倒三角標記的位置上。

(12) 将 S_{15} 擰到“GM (高)”或“GM (低)”的位置上(如果被測管的 $GM > 3000$ 微姆时, 用“GM(高)”档, 讀 3000—15000 微姆的刻度; 如果被測管的 $GM < 3000$ 微姆时, 用“GM(低)”档, 讀 0—3000 微姆的刻度)。此时 GM 表上指出的微姆数, 就是被测电子管的跨导值(跨导值有时也用毫安/伏来表示, 1 毫安/伏 = 1000 微姆)。

F. 整流管的測試

在 B 节(1)—(4)項的操作基础上, 进行下列測試:

(5) 先把 E_p 調節旋鈕 VT_2 擰到最低位置。

(6) 将 S_{15} 擰到“ I_p ”的位置。

(7) 将 S_{12} 擰到“ E_p ”的位置。

(8) 慢慢旋动 VT_2 , 同时观察电压表和 GM 表的指示 U_d 和 I_p 。此时 U_d 就是在相应的 I_p 值时, 整流管的内部电压降。

G. 閘流管的动作試驗

在 B 节(1)—(4)項的操作基础上, 进行下列試驗:

(5) 将 S_{15} 放在“放射試驗”的位置, S_{14} 放在“特性表”所規定顏色的位置, 观察 GM 表指針所指的位置是否达到放射优良(即綠色区域)。

(6) 将 S_{15} 放在“充气管”的位置。

(7) 将 S_{12} 放在“ E_g^1 ”的位置, 調节 S_{16} 和 P_7 , 使电压表的讀数比“特性表”中規定的 E_g^1 值大 5 伏左右。

(8) 将 S_{12} 放在“ E_p ”的位置, 旋动 VT_2 , 使电压表指在“特性表”中所規定的数值上。

(9) 将 S_{12} 擰回到“ E_g^1 ”的位置, 慢慢旋动 P_7 , 使 E_g^1 逐漸减小, 直到 GM 表的指針突然有指示(即电子管开始动作)为止。此时的 E_p 和 E_g^1 值, 就是閘流管的动作点。此后如再减小 E_g^1 , 屏流也不再增加。

H. 調諧指示管的动作試驗^①

在 B 节(1)—(4)項的操作基础上, 对調諧指示管(俗称“电眼”)进行下列試驗:

(5) 将 S_{15} 放在“調示管”的位置。

(6) 按照“特性表”中規定的数值, 順次調节 E_g^1 、 E_p 和 E_g^2 的数值(方法如前)。

(7) 調节 P_7 , 使 E_g^1 从規定的最大負值变到最小負值, 管中阴影变化的角度應該从 0° 变到 90° 。

1.4 使用注意事項

(1) 当 E_p 調节旋鈕(VT_2)按照順时針方向旋轉到 $\frac{3}{5}$ 的位

^① 在“特性表”第 52 頁和第 54 頁中, 6E1 (即 6E1 II-K) 和 6E5C 两管的屏极和帘柵极的管脚位置列错了, 应将表中的 P 和 G^2 互相对調, 即 6E1 的管脚 7 为 G^2 , 管脚 9 为 P ; 6E5C 的管脚 3 为 G^2 , 管脚 6 为 P 。否則看不出阴影的变化。

置时，屏压就可达到 300 伏。如果旋到底，屏压可能高达 500 伏。这时，仪器内的 V_1 或 P_6 有烧坏的危险。所以调整 E_p 时，应该谨慎，最好看着电压表调整。

(2) S_{15} 是一个七层十一掷的波段开关。出了障碍，不易检修，所以使用时应特别注意：转动不要过猛，不要让灰尘和油污侵入。

(3) 插被测电子管之前，必须细心检查 S_1-S_9 和 S_{10} 、 S_{11} 的位置。插好电子管，调好各极电压后，不能再随便转动 S_1-S_9 。如果测试复合管，如 6N1 等，需要变换管脚接线时，也应关闭电源，或将 E_p 、 E_g^1 降到最低后进行，以免烧坏电子管。

(4) 插拔电子管时，应上下垂直进行，不要左右扭动，以免损坏管脚或管钥，对小形花生管应该特别注意。

(5) 被测电子管屏极和帘栅极的直流电源，是由一只 6Z4 整流管供应的。所以取用直流电流，最好不超过 100 毫安，否则可能烧毁整流管。

二、维护方法

2.1 工作原理

GS-4 型电子管测验器，是由(1)电子管座组、(2)管脚接线选择开关、(3)测试电路选择开关、(4)指示器、(5)电源部分、(6)音频振荡器、(7)信号放大器等七部分组成的。测验器的电原理图示于图 4 (见第 22 页后)。电路中各元件的规格和数据示于图 4 背面。

现将电路各部分的作用分述如下：

(1) 电子管座组 电子管座组，由四脚、五脚、六脚、七脚、八脚、小七脚、小九脚以及锁式和欧式等十种电子管座组成。各管座的第一个管脚都接在 S_1 的长刀片上，第二个管脚接在 S_2 的长刀片上，依此类推。

接管帽用的香蕉塞孔（图 3 中的 11 号），則与第九个管脚 相联。因为小九脚电子管，根本不会有管帽，所以不会发生矛盾。

(2) 管脚接綫选择开关 这是由九个单刀七擲波段开关 $S_1—S_9$ 組成的。变换 $S_1—S_9$ 的位置，就可以把管脚分別接到相应的电极上；如“O”（空档）、“ H^1 ”、“ H^2 ”（灯絲）、“K”（阴极）、“ G^1 ”（柵极）、“ G^2 ”（帘柵极）和“P”（屏极）等。

(3) 测试电路选择开关 S_{15} 这是一个七刀十一擲的波段开关。它的作用是按照测试项目连接成各种测试电路。

(4) 指示器 指示器有两个，一个是 100 微安的电流表 M_2 和全波氧化銅整流器 W_2 組成的交直流电流表。通过测试电路选择开关的轉換，可以指示出各項测试的結果。由于它主要是测试电子管的跨导，而且表头上标有“ $\mu\sigma$ ”的字样，所以簡称为 GM 表。

另一个是 300 微安的电流表 M_1 和全波氧化銅整流器 W_1 組成的交直流电压表，用来指示电源电压以及各极电压，簡称 V 表。

(5) 电源部分 电源共分两部分，一部分由变压器 T_1 供給，另一部分由变压器 T_2 供給。

T_1 供給的是：仪器内部电子管的电源电压、被测电子管的灯絲电压、柵負偏压以及混极和放射测试用的电源电压。被测电子管的灯絲电压共有 18 种，它們由 T_1 次級綫圈（11—29）的各个抽头供給，这些抽头分別接在 S_{10} 和 S_{11} 的接点上，以便任意选用。电源电压的校准也是用这个綫圈中 11 和 22 两点之間的 10 伏电压。在 T_1 的初級与电源插头之間串接了一个可变抗流綫圈 VT_1 ，調节这只綫圈的电感，可以改变 T_1 的輸入电压。当 T_1 次級綫圈 11 和 22 間的电压恰为 10 伏时， T_1 次級各綫圈上的电压就都正常，电压表的指針也恰好指在表面的校准紅綫处。混极和放射测试用的电源电压是从 T_1 次級綫圈（6—7）上取得的，約为 25 伏。柵負偏压，是从 V_2 整流管輸出的負极与地之間的一只电位器 P_7 上取出的， R_{20} 、 R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} 和 R_{24} 在 P_7 的可变接点与地之間連成 50/50、25/50、10/50、5/50 和 2.5/50 五个抽头的分压器，产生五种不同的偏压值（即 50、25、10、5 和 2.5 伏）。調整 P_7 可使各档的电压按比例地增減。所以电压表只要固定接在最高电压档上，就可准确地測出

每一档上的电压。

T_2 所供給的，仅为 V_1 整流管的屏极电压，它的初級接在自耦变压器 VT_2 上，因此 T_2 的輸入电压可自零变到市电电压值 (220 伏)。所以 V_1 管的直流輸出电压，可自零变到 300 伏以上。 P_6 既作为整流輸出的泄流电阻，又是調节帘栅电压 E_g^2 的电位器，帘栅电压也可以从零調到与屏压相同的数值。

(6) 音頻振荡器 这是由双三极管 V_3 (6N1) 及电阻电容 R_{26} 、 C_{10} 、 R_{27} 、 C_{11} 等組成的 RC 振荡器。振荡电路的工作原理，在本书第 1、2 两輯中已有叙述，不再重复。 P_{11} 的功用是調节負回授深度，使振荡稳定，波形良好。 P_{12} 的功用是調节音頻振荡的輸出电压，也就是面板上的音頻輸入旋鈕。振荡輸出的一部分經過电容器 C_2 交連到測試电路选择开关的栅极接点 (电路图 4 中的 G^1)，作为跨导測試时的輸入信号。另一部分則經過 P_{10} 等接到測試电路选择开关的放大輸入接点，作为輸入信号电压的校准之用。

(7) 信号放大器 V_4 、 V_5 組成一个阻容交連的放大器，它的作用是提高信号电平，以便于 GM 表的測試。

2.2 測試电路說明

(1) 混极測試 进行混极測試时，电子管中的电极，除去被测的一个外，都混接在一起，接通地气。图 5 为測試 G^2 混极的情况。測其他电极时，只要将该电极与 G^2 互換位置就可以了。如果发生混极，則 25 伏的交流电压，通过电子管中的混极点 (如图中的虛綫所示)完成回路， GM 表中就有电流通过。如果没有混极，这个回路不通， GM 表中就沒有指示。

C_1 的作用是为了防止被测电子管对 25 伏交流检波后的直流通过 GM 表而造成錯觉，同时又起了当被测电子

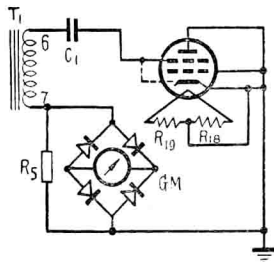


图 5 混极測試电路簡图

管发生混极时交流回路中的限流作用，以免 GM 表中的电流过大。