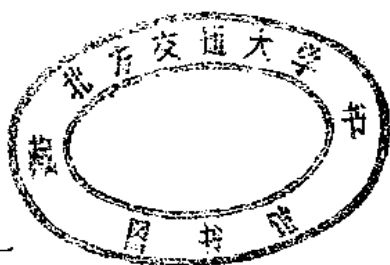


# 《无线电》实验制作选编

(第二集)

《无线电》编辑部编



人民邮电出版社

## 内 容 提 要

《无线电》实验制作选编（第二集），是由《无线电》月刊“业余制作实验”、“工程制作”、“技革经验”、“经验交流”、“初学者园地”等栏中的制作项目汇编而成的。它的（第一集）汇编了一九七三年至一九七九年间“实验室”栏刊载的文章，已于一九八一年出版。本书是这套汇编的（第二集），选编了一九八〇年至一九八四年的有关报道材料，共包括133个项目。可供无线电爱好者和从事无线电工作的人员参考，并为青少年提供实验和制作的学习材料。

### 《无线电》实验制作选编 （第二集）

《无线电》编辑部编

\*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

\*

开本：787×1092 1/32      1987年2月第一版  
印张：15<sup>16</sup>/32 页数：248    1987年2月天津第一次印刷  
字数：356千字    插页：1    印数：1—20,000册  
统一书号：15045·总3282-无6387  
定价：2.25 元

# 目 录

## 一、测量仪表

### 1. 简易超小型成套测试仪

- (1) 晶体管直流参数测试仪……………张建民 (1)
- (2)  $f_T$ -AGC特性测试仪……………张建民 (5)
- (3) 高频信号发生器……………张建民 (10)
- (4) 小型电子万用表……………张建民 (15)
- (5) 超小型示波器……………张建民 (20)

### 2. 万用表、繁用表、高频电压表

- (1) 自制多量程万用表……………吴志诚 (31)
- (2) 用集成运算放大器装置的万用表……………杨华健 (35)
- (3) 有极性显示的集成繁用表……………李文谦 (43)
- (4) 微型高频电压表的制作……………金德初 (48)

### 3. 晶体管、单结管、场效应管测试仪

- (1) 简单晶体管测试器……………沈长生 (54)
- (2) 简单晶体管挑选器……………傅光华 (57)
- (3) 晶体管快速挑选器……………陈有卿 (59)
- (4) 晶体管耐压测试器……………唐宗理 (61)
- (5) 晶体管反压测量仪……………高春辉 (64)
- (6) 简易晶体管在路测试仪……………王根法 (66)
- (7) 晶体管、场效应管在路检测仪……………孙国瑜 (71)
- (8) 结型场效应管测试器……………过玉清 (78)
- (9) 单结管检测器……………礼梅 (80)
- (10) 单结管分压比测试器……………高春辉 (80)

#### 4. 电感、电容测试仪

- (1) 自制简易LC表.....高金庆 (82)
- (2) 直读式电感测试仪 .....徐维江 (86)
- (3) 电容检测仪 .....刘延庆 (93)
- (4) 集成电路直读式电容测量仪 .....陈鹏飞 (94)
- (5) 简易石英晶体检测仪 .....李金山 (101)

#### 5. 寻迹器、注入器、测试笔

- (1) 故障寻迹器 .....陈颖初 (102)
- (2) 小巧的信号寻迹器 .....陈有卿 (104)
- (3) 多功能复合信号注入器 .....天 择 (106)
- (4) 简易信号测试笔 .....张志强 (111)
- (5) 小巧的逻辑测试笔 .....李博生 (113)
- (6) 字形显示式逻辑电平笔 .....刘家棣 (115)
- (7) 汽车用验电笔 .....杨康正 (118)
- (8) 用发光二极管作通断测试器 .....陈有卿 (121)

#### 6. 调幅信号发生器

- (1) 1.5伏两波段信号发生器.....唐宗理 (123)
- (2) 万用表附加信号发生器 .....沈 征 (127)
- (3) 晶体管收音机用作信号发生器 .....林在荣 (129)
- (4) 收音机兼作寻迹器与信号发生器 ...吴 波 (132)

#### 7. 电视信号发生器

- (1) 小巧的棋盘格信号发生器 .....杨生华 (135)
- (2) 简易棋盘格信号发生器 .....蒋荣荣 (141)
- (3) 电视中频和伴音信号发生器 .....唐宗理 (146)
- (4) 电视灰度信号发生器 .....张群毅 (154)
- (5) 彩条信号发生器 .....陈炳华 (159)

#### 8. 其他

- (1) 用TTL集成块作的电子开关 ..... 姜立中 (169)
- (2) TTL集成电路检测器 ..... 蒋伯明 (170)
- (3) 带电子开关的示波器制作 ..... 丁和平 (173)
- (4) 自制多功能声级计 ..... 王万江 (188)

## 二、电子设备制作与实验

### 1. 家用电子设备

- (1) 电子催眠器 ..... 张路增 (194)
- (2) 电子体温表 ..... 郑祥泰 迎洪 (196)
- (3) 电子报警器 ..... 钱以真 (199)
- (4) 密码式电子锁电路 ..... 胡少荣 (202)
- (5) 盆花缺水指示器 ..... 金维克 (208)
- (6) 钱包的电子卫士 ..... 袁中和 (209)
- (7) 水开报警器 ..... 刘志远 (210)
- (8) 家庭用电保安器 ..... 王玉亭 (211)
- (9) 自保式触电保安器 ..... 北京侨光电器厂 (215)
- (10) 照明灯自动点熄器 ..... 罗学锋 (217)
- (11) 家庭用调光台灯 ..... 郁景社 (218)
- (12) 电熨斗外加电路 ..... 杜立新 (223)
- (13) 手触电扇保安装置 ..... 彭晓久 (224)
- (14) 电灯遥控开关 ..... 刘 恂 (226)
- (15) 走廊照明灯自动开关 ..... 刘 恂 (231)
- (16) 电灯的声控实验电路 ..... 姜立中 (234)
- (17) 洗衣机水位报警器 ..... 刘 兵 (237)
- (18) 介绍一种调光方法 ..... 杨书富 (239)
- (19) 收音助听两用机 ..... 张则敏 (241)
- (20) 装在帽子里的助听器 ..... 石九龙 (243)

### 2. 生产用电子设备

- (1) 金属探测仪 ..... 王来娣 (247)
- (2) 木材残钉探测器 ..... 朱葛初 (250)
- (3) 电缆故障测试仪 ..... 马大亨 (253)
- (4) 简易龄电探测器 ..... 王德源 (255)
- (5) 声光验电器 ..... 高树平 (258)
- (6) 孵蛋温度控制器 ..... 王骏康 (259)
- (7) 彩色相片冲洗恒温器 ..... 王骏康 (263)
- (8) 上下限温度报警器 ..... 王安伟 许 宏 (268)
- (9) 水位指示报警器 ..... 王德源 (271)
- (10) 发光二极管水位仪 ..... 梁德添 (274)
- (11) 可燃易爆气体报警器 ..... 谷 渝 (277)
- (12) 白银回收器 ..... 常光宇 (281)
- (13) 广告灯自动开关 ..... 苑汉樑 (281)
- (14) 一种简单的自动打铃开关 ..... 阎恭举 (286)
- (15) 排风扇自动通断器 ..... 郑利生 (289)
- (16) 数字式曝光表 ..... 姜立中 (291)
- (17) 智力竞赛抢答装置 ..... 赵继宗 (292)
- (18) 时间判别电路 ..... 徐祖哲 (296)
- (19) 电子水平尺 ..... 张廷珠 (298)
- (20) 用一只场效应管的延时器 ..... 路民峰 (299)
- (21) 电压保持器 ..... 巩传文 (304)
- (22) 交直流供电自动切换电路 ..... 王德源 (305)
- (23) 舞台灯光自动换色器 ..... 茅云祥 (309)

### 3. 电子小实验

- (1) 实验一 电子蜂鸣器 ..... 陈鹏飞 王友文 (321)
- (2) 实验二 触摸蜂鸣器 ..... 陈鹏飞 王友文 (326)
- (3) 实验三 磁控报警器 ..... 陈鹏飞 王友文 (332)

- (4) 实验四 光控报警器 .....陈鹏飞 王友文 (337)
- (5) 实验五 温度报警器 .....陈鹏飞 王友文 (341)
- (6) 实验六 声控报警器 .....陈鹏飞 王友文 (345)
- (7) 实验七 无稳态电路 .....陈鹏飞 王友文 (350)
- (8) 实验八 双稳态电路 .....陈鹏飞 王友文 (354)
- (9) 实验九 单稳态电路 .....陈鹏飞 王友文 (359)
- (10) 实验十 延时电路 .....陈鹏飞 王友文 (363)

#### 4. 小经验

- (1) 液晶显示器驱动电流的测试 .....李耀祖 (368)
- (2) 灵敏继电器参数测定法 .....胡丙书 (369)
- (3) 用小灯泡制作响度、电平指示器 ...梁志伸 (370)
- (4) 不用电源的发光二极管电平指示器  
.....李海英 (378)
- (5) 识别高压包相位的简易方法 .....张晓辉 (380)
- (6) 电视机兼作计算机显示器 .....王 在 (381)
- (7) 蓄电池充电自控电路 .....和 平 (382)

### 三、电子玩具、乐器和门铃

#### 1. 电子玩具

- (1) 电子赛车 .....郑祥泰 (384)
- (2) 小猫钓鱼 .....袁 炯 张 兵 (387)
- (3) 玩具电话 .....陈鹏飞 (393)
- (4) 电子翘翘板 .....陈治能 (397)
- (5) 闪光枪 .....李漠渊 (401)
- (6) 谁能抢到“15” .....陈鹏飞 (402)
- (7) 逗人的米老鼠 .....陈鹏飞 (408)
- (8) 声控娃娃 .....汤诞元 (412)
- (9) 探雷 .....唐宗理 (417)

- (10) 电子“渡河”游戏 .....温晓明 (419)
- (11) 摸鼻子 .....唐宗理 (423)
- (12) 戏藤猴 .....全天雨 (426)
- (13) 套圈 .....陈有卿 (429)
- (14) 太阳能电子鸟 .....梁竹方 (433)
- (15) 对唱的电子鸟 .....贺正 (435)
- (16) 快乐的小猫咪 .....陈有卿 (438)

## 2.玩具电子琴

- (1) 用集成电路制作的玩具电子琴 .....吴美诚 (442)
- (2) 玩具琴 .....田进勤 (450)
- (3) 玩具电子琴 .....陈鹏飞 (454)
- (4) 玩具电子琴 .....李文谦 (461)
- (5) 简易乐曲发生器 .....温晓明 李 姪 (469)
- (6) 模拟声响电路 .....王 毅 (472)
- (7) 电子碰铃 .....陈治能 (473)
- (8) 晶体管钟声音响器 .....吴连柱 (476)

## 3.电子门铃

- (1) 触摸式电子门铃 .....沈 征 (478)
- (2) 插头式电子门铃 .....唐宗理 (482)
- (3) 转盘式音乐门铃 .....廖小军 (484)
- (4) 两种用集成块制作的电子音乐门铃  
.....北京32中学校办工厂 (487)



# 一、测量仪表

## 1. 简易超小型成套测试仪

这里向大家推荐一套自制的测试仪表，其中包括晶体管直流参数测试仪、高频三极管 $f_T$ -AGC测试仪、高频信号发生器、超小型示波器、小型电子万用表等。这套测试仪，体积小、重量轻。有了这套仪器，就可以完成对电视机、收录机等电子产品的检修，尤其适用于下乡巡回修理时携带使用。

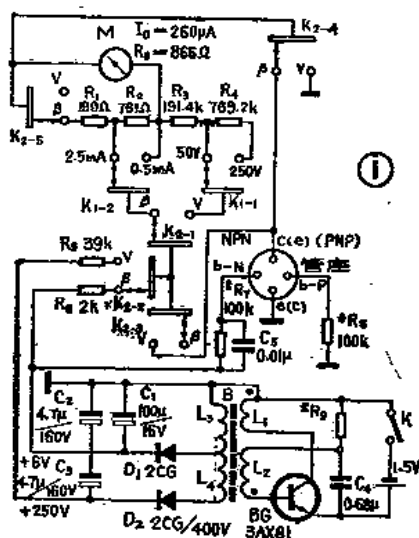
### (1) 晶体管直流参数测试仪

本篇介绍的晶体管直流参数测试仪，可测直流放大倍数 $\beta$ ，0~250倍，分两档；反向击穿电压0~250V分两档；穿透电流 $I_{CEO}$ ，0~2.5mA，分两档。

#### 电路介绍

仪器电路见图1。晶体管BG、电容 $C_4$ 、线圈 $L_1$ 、 $L_2$ 等组成直流变换器，将1.5伏电池电压经振荡器后变成交流，由 $L_3$ 、 $L_4$ 升压、 $D_1$ 、 $D_2$ 和 $C_1$ ~ $C_3$ 整流滤波后，一组输出+6伏，供测 $\beta$ 、 $I_{CEO}$ 用；一组输出+250伏，供测反向击穿电压用。分流电阻 $R_1$ 、 $R_2$ 和表头组成毫安表，分0.5、2.5(mA)两档。该毫安表串在待测三极管的集电极回路中测 $\beta$ 和 $I_{CEO}$ 。分压电阻 $R_3$ 、 $R_4$ 与表头构成电压表，也分50、250(V)两档。该电压表并联在待测晶体管两端，测反向击穿电压用。 $R_5$ 是测反压的

限流电阻，将击穿电流限制在安全值之内。 $R_0$ 是测 $\beta$ 和 $I_{CEO}$ 时的集电极电阻。 $R_7$ 、 $R_8$ 分别是NPN和PNP型待测管的基极电阻。

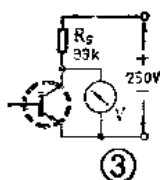
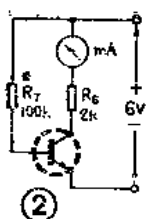


波段开关 $K_1$ 、 $K_2$ 管座组成测量电路， $K_1$ 用来选择档位， $K_2$ 用来选择测反压还是测 $\beta$ 。当测反压时，开关 $K_{2-5}$ 置于“V”位置，断开了分流电阻 $R_1$ 、 $R_2$ ，以减小测电压时的耗电。

测 $\beta$ 时， $K_{1-2}$ 置于0.5或2.5mA， $K_2$ 置于“ $\beta$ ”档，这时测试原理图如图2；测 $BV_{CEO}$ 时，基极悬空，待测管基极不插进插座， $K_{1-1}$ 置于50V或250V， $K_2$ 置于“V”，测试原理见图3。

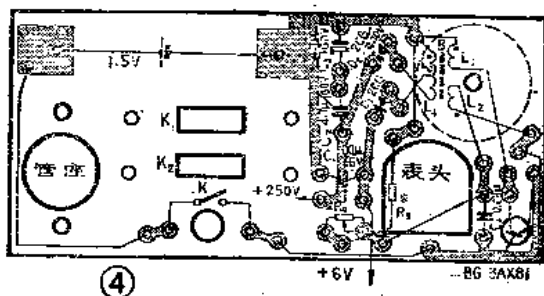
### 元器件选择与安装

表头选用录音机上用的电平表 ( $I_0 = 260\mu A$ 、 $R_0 = 866\Omega$ )，若用其它小型微安表头须重新计算 $R_1 \sim R_4$ 的阻值。由于只用

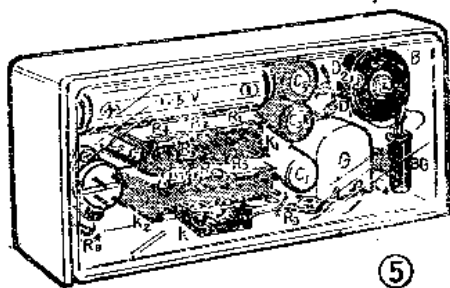


一节5号电池作升压电源,所以高压电流很小,应尽量选用高灵敏度表头。开关 $K_1$ 、 $K_2$ 用普通拨动式双排六刀二位(6×2)收音机两波段开关, $K$ 用钮子开关。测试管座买成品四脚三极管管座。升压变压器 $B$ 用MXO—2000、外径为20mm的磁环绕制。 $L_1$ 、 $L_2$ 用 $\phi 0.31\text{mm}$ 的漆包线绕50圈; $L_3$ 用 $\phi 0.16\text{mm}$ 的漆包线绕30圈; $L_4$ 用 $\phi 0.03\text{mm}$ 的漆包线乱绕900圈。绕时注意 $L_4$ 与其它绕组的绝缘。

电路印刷板见图4(1:0.7)。图5是整机结构图。全部元器件都焊在有铜箔的一面, $R_1\sim R_6$ 焊在波段开关上。电池卡也直接焊在铜箔上。

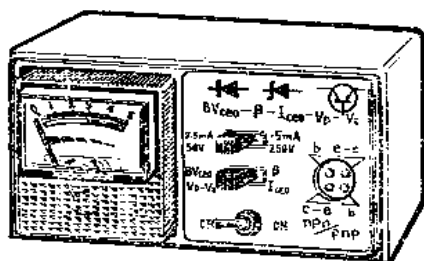


仪器外壳的前、后面板及围框分别用4mm及2mm厚的有机玻璃粘成。前面板要求透明。面板图用描图笔描在描图纸



⑤

上，然后用印相纸叠在一起感光制成一张黑底白字的照片，贴在透明面板的背面粘好，仪器的面板和外观图见图6。仪器体积为 $100 \times 50 \times 26$  (mm)。



⑥

### 调试与使用

仪器调整的部分只有高压变换器偏流电阻 $R_6$ 和测 $\beta$ 电路的待测管的偏流电阻 $R_7$ 、 $R_8$ 的阻值需要调整。调 $R_6$ ，使直流变换器正常工作时工作电流为 $60 \sim 70$  mA，这时从变压器处可听到嗞嗞的振荡声，用表测量直流变换器的高压输出端应为250伏。如果在调试中发现，振荡部分工作正常，就是输出调不到

250伏，这一定是升压绕组 $L_3$ 或 $L_4$ 极性接反了。尽量选用 $\beta$ 值高些的3AX81管作BG管，同时要求BG管、 $D_1$ 、 $D_2$ 的工作频率要高些，否则直流变换器的转换效率太低。

校准 $\beta$ 档时，用一只已知 $\beta$ 值的NPN型三极管，插入对应的管脚插座，调 $R_7$ 的阻值，使电路中表头指示的 $\beta$ 值与已知的 $\beta$ 值相等，就算调试完毕。同理，对于PNP型晶体管，也是将一只已知 $\beta$ 值的PNP型管插入相应管座，调 $R_8$ ，使表头指示的 $\beta$ 值与已知值一样即可。原表盘为5等分刻度，电流、电压两档共用一条刻度线。测 $\beta$ 和 $I_{CEO}$ 时， $K_{1-2}$ 置于“0.5mA”或“2.5mA”档， $K_2$ 置于“ $\beta$ ”档，每0.1mA代表 $\beta = 10$ 。

测反压时， $K_2$ 置于“V”档， $K_{1-1}$ 置于50伏或250伏档，由表头指针位置直接读出反压值。

需要提醒注意的是，无论是测 $I_{CEO}$ 还是测反压时，待测管的基极管脚都不要插入管座，否则测试结果不准确。

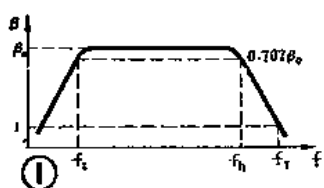
灵活运用管座c—e脚，还可以测量250伏以下的二极管的反压、稳压管的稳压值等。也还可以通过测量电视机高压硅堆的正向压降（大约30伏左右）来判断它的质量。

## (2) $f_T$ —AGC特性测试仪

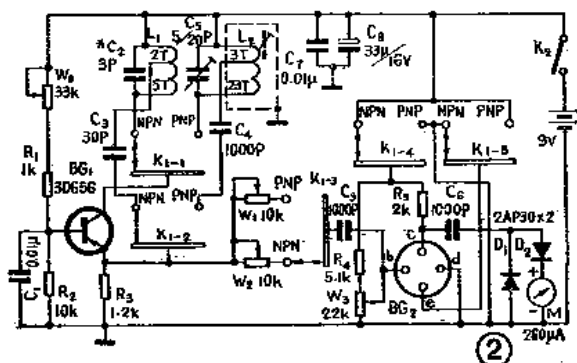
用这台测试仪可以直接测试高频或超高频三极管的特征频率 $f_T$ 。对于NPN管， $f_T$ 的测试范围为100MHz，~1000MHz，对于PNP管， $f_T$ 的测试范围为10MHz~100MHz。并且通过表针的摆动情况，可以大致看出待测管的AGC特性。本仪器的体积与上一篇介绍的晶体管直流参数测试仪的长、宽一样，而稍厚些，整个仪器体积为 $100 \times 50 \times 32$  (mm)。

## 电路原理

$f_T$ 是高频三极管的特征频率，它代表三极管的放大倍数下降到 $\beta = 1$ 时所对应的工作频率。从图1所示的 $\beta \sim f$ 特性曲线上可以看出，在频率为 $f_i \sim f_h$ 这段范围内，晶体管的放大倍数 $\beta$ 基本上是常数，与频率无关；当工作频率 $f \geq f_h$ 时， $\beta$ 将随频率的增高而降低，即直线下降，因此，我们可以用公式 $\beta \cdot f = f_T$ 来表示它们的关系。在实际测试中，通常认为当 $\beta$ 随频率下降到10以下时，就可按上述公式来计算 $f_T$ 。当我们给定某一工作频率 $f_{测}$ 时，就可以测出该管的 $\beta$ ，再求出 $\beta$ 与 $f_{测}$ 的乘积就是这个管子的 $f_T$ 了。对于PNP管，我们选 $f_{测} = 10$  MHz；对于NPN管，我们选 $f_{测} = 100$  MHz。测试中，也不是直接测出 $\beta$ ，而是用测出输出电压来间接地表示 $\beta$ 就可以了。

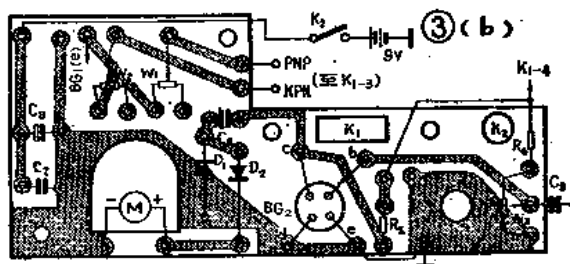
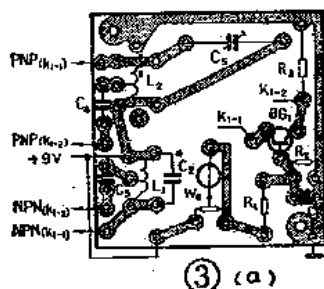


具体的电路见图2。它是由振荡电路和测量电路两部分组成的。晶体管 $BG_1$ 与谐振回路 $L_1$ 、 $C_2$ 组成谐振于100MHz频率

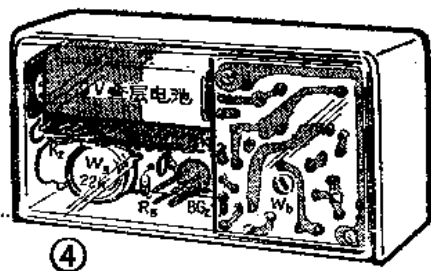


• • •

的振荡电路，用于测试NPN管； $BG_1$ 又与谐振回路 $L_2$ 、 $C_2$ 组成谐振于10MHz频率的振荡电路，作为测试PNP管时用的已知频率。这两种状态由开关 $K_1$ 选择控制。图中 $C_3$ 、 $C_4$ 分别为两种工作状态的反馈电容。由于高频振荡电压从 $BG_1$ 的发射极输出，所以电路的输出阻抗较低，可减轻后面测量电路对振荡电路的影响。



测量电路由待测管 $BG_2$ 等组成，振荡级输出的高频电压或经过电位器 $W_1$ ，或经过电位器 $W_2$ 加至 $BG_2$ 管的基极，经 $BG_2$ 放大后，再送到由 $C_3$ 、 $D_1$ 、 $D_2$ 等组成的倍压整流电路，变成直流后由微安表显示读数。只要校准得当，这个读数就代表了待测管的 $f_T$ 。



### 元件选择与安装

高频振荡管BG<sub>1</sub>用 $f_T \geq 400\text{MHz}$ 、 $\beta \geq 30$ 的管子。D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>用2AP30，若无这种二极管，也可用2AK11或2AP9。波段开关K<sub>1</sub>、电源开关K<sub>2</sub>、待测管座和微安表头均与“晶体管直流参数测试仪”一文中所用的元件相同。线圈L<sub>1</sub>用线径为0.51mm的漆包线在 $\phi 4\text{mm}$ 的钻头上绕后脱胎而成；L<sub>2</sub>线圈是用线径为0.16mm的漆包线绕在10×10 (mm)电视机中频变压器骨架上(用的中频变压器为磁帽型的)，绕制圈数已标在图2上。

测试仪共用了两块印制板，见图3 (a)、3 (b) (1:0.7)。3 (a) 为振荡电路板，3 (b) 为测试电路板。焊接时为了少占空间，应适当剪短元器件引线。两块印制板上的元器件焊接好以后，将图3 (b) 焊接元件那面朝上放置，将图3 (a) 放元件的那一面朝下放置，两块印刷板之间用M3螺钉加以固定。K<sub>1</sub>与振荡级的连线应越短越好。测试仪的外壳及面板照片的制作方法与“晶体管直流参数测试仪”一文相同。图4给出了本仪器的结构图。图5给出了整个仪器的面板及外观图。

### 调试与使用

调试工作分为两步进行，1. 振荡级直流工作点的调整和频



率校准；2.校准 $f_T$ 刻度。

1.调 $W_0$ ，使 $BG_1$ 的发射极对地电压 $U_e$ 为2.6~3.9伏。此时如将振荡线圈短路， $U_e$ 电压应有变化，说明电路起振。校准10MHz点频率时， $K_1$ 置于“PNP”位置，调整 $L_2$ 线圈的磁帽，将短波收音机调谐在10MHz频率上，从收音机中应能收到10MHz振荡信号，调 $L_2$ 磁帽，将此频率校准为止。同理调整100MHz频率时，用一台调频收音机，将它调到100MHz处，然后接通仪器电路， $K_1$ 置于“NPN”位置，这时调频接收机中只有“沙沙”噪声，调线圈 $L_1$ ，即将 $L_1$ 拉长些，当接收机中的噪声突然消失了，说明100MHz频率点调准了。若 $L_1$ 拉太长了，调过了，应用镊子再将 $L_1$ 压缩缩短些。经过调试，总能找到噪声消失位置，然后用蜡将 $L_1$ 封固。

2.由于待测管的 $\beta$ 是由输出电压 $U_{out}$ 间接表示的，它们之间的换算关系比较复杂，所以我们这里在用前面介绍的线性关系时，还通过实验的方法来校准 $f_T$ 。

校准时，先取两只已知 $f_T$ 值的PNP管和NPN管（它们的 $f_T$ 值一定要准确），例如用一只 $f_T=600\text{MHz}$ 的NPN管，将它插入待测管座，先调 $W_0$ 使表头指针偏转最大，然后调 $W_2$ ，使表针正好指示到600MHz的位置（原刻度盘上为5等分刻度，满度代表1000MHz），最好多校两次，提高精确度。对于PNP管型，校准方法与NPN管相同，只是满刻度为100MHz。最后将万用表的 $\mu\text{A}$ 档串入待测管 $I_b$ 支路，并给出不同的 $I_b$ 值，在面板底图上画出待测管的 $I_b$ 的电流刻度，留作观察AGC性能时使用。

仪器的使用很简单，根据待测管的极性将面板上的NPN、PNP选择开关置于适当位置，插上待测管，接通电源，调 $W_0$ 的旋钮，使指针偏转最大，这时的读数就是 $f_T$ 。对于具有AGC

• • •