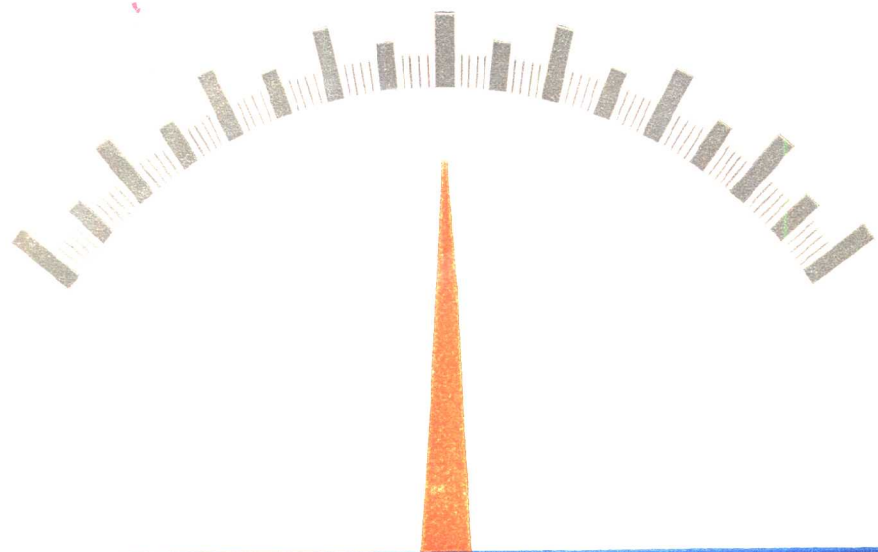




常 用 电信测试仪表的 使用与维护

第 四 辑

人 民 邮 电 出 版 社

常用电信测试仪表的使用与维护

第 4 辑

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是“常用电信测试仪表的使用与维护”一书的第四辑，内容是介绍邮电517厂生产的 QJP-70-1 型晶体管电平表、QJF2-701型晶体管振荡器、QJXP-701型晶体管选频电平表和 QW-72-1型平衡式可变衰减器等四种仪表。书中对每种仪表的使用、原理和维护都作了比较详细的介绍，并且提供了一些实用的数据资料，便于使用与维护时参考。

本书适合邮电部门和其它部门的载波机线维护人员以及电信专业学校和短训班参考。

常用电信测试仪表的使用与维护

(第四辑)

邮 电 517 厂 编 著

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北 京 东 长 安 街 27 号

河 北 省 邮 电 印 刷 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

印张，4 页数，64

字数，91千字 插页，2

1976年9月第一版

1981年4月河北第2次印刷

印数，48,001—63,000册

统一书号：15045·总2124—有544

定价：0.38元

出版说明

《常用电信测试仪表的使用与维护》过去出版了三辑，主要是电子管的仪表。

随着我国邮电事业迅速发展，新的设备不断增加，特别是晶体管的测试仪表已经广泛使用，各地反映迫切需要晶体管测试仪表使用和维修经验的书。为此，我们将陆续出版《常用电信测试仪表的使用与维护》选辑，供使用维修部门的同志参考。

本辑是第四辑，内容是邮电517厂生产的QJP-70-1型晶体管电平表、QJF2-701型晶体管振荡器、QJXP-701型晶体管选频电平表和QW-72-1型平衡式可变衰耗器等四种仪表。本书是邮电517厂组织了有经验的工人和技术人员写作的，对每种仪表的使用、原理和维修都作了比较详细的介绍，并且提供了维修的经验和实用的数据资料，便于使用维护仪表的读者参考。

由于编辑时间仓促，可能还存在缺点和错误，希望读者同志们批评指正。

1976年1月

目 录

QJP-70-1 型晶体管电平表	(1)
QJF2-701 型晶体管振荡器	(30)
QJXP-701型晶体管选频电平表	(62)
QW-72-1 型平衡式可变衰减器	(113)

QJP-70-1型晶体管电平表

内 容

- 一、概述
- 二、技术指标
- 三、使用方法
- 四、电路工作原理
- 五、障碍分析和处理方法
- 六、仪表校准方法
- 七、变压器及振荡线圈的制作

一、概 述

本仪表是0.3~620千赫的宽频带电平指示器。测量范围为-8~+3奈，可供一般长途通信中音频、三路、十二路、六十路载波电话线路的传输测量，以及对四端网络进行测量。

由于在仪表中使用了晶体管和部分小型元件，采用印刷电路和交直流供电，使其具有体积小、重量轻、携带和操作简便等优点，适合一般市内机房或野外使用。

二、技术指标

1. 频率范围：0.3~620千赫
2. 最大灵敏度：-8奈电压电平（有功率换算刻度）

3. 灵敏度控制：自 $+3 \sim -6$ 奈分十档，每步 1 奈
4. 最大杂音电平： < -9 奈
5. 输入平衡度： > 4 奈
6. 输入阻抗：600欧、150欧、75欧，误差： $\pm 10\%$
 高阻抗 200千赫以下 ≥ 6 千欧
 200千赫 $\sim$ 300千赫范围内 ≥ 5 千欧
 300千赫 $\sim$ 620千赫范围内 > 3.5 千欧
7. 最大或然误差：0.05奈（包括：频率响应误差、表头刻度误差、输入衰耗器步位误差）
8. 电源电压：12伏（直流）及220伏（交流）
 电源变化 $\pm 10\%$ ，最大附加误差： ± 0.02 奈
9. 工作环境： $+5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
 相对湿度85%以下
10. 消耗功率：电流约21毫安，电压12伏

三、使用方法

（一）面板布置

图1为 QJP-70-1型晶体管电平表的面板图。面板的右上角输入部分有三个塞孔，被测信号由上面两个塞孔输入，下面一个为接地塞孔。

左下方标有“ $\sim$ ”符号插孔，为本机交流电源引入插座。外接交流电源时，由此引入。

标有“电源”的开关，用它可以控制采用的电源，用交流市电整流后供电，或是由12伏电池直接供电。用交流供电时，指示灯J亮，如用直流12伏供电，J灯不亮。

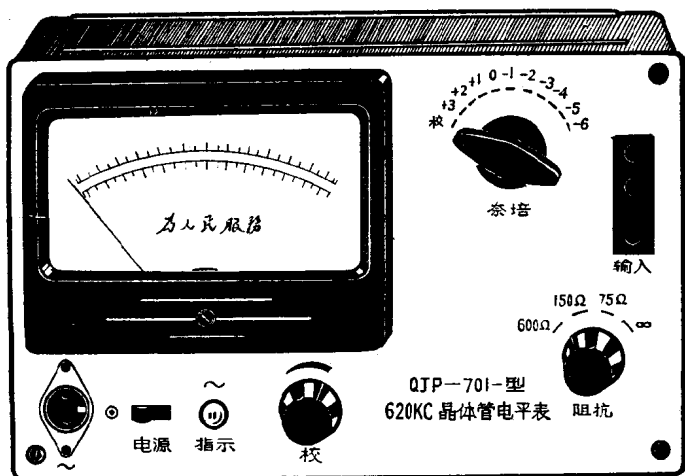


图 1 QJP-70-1型晶体管电平表面板图

阻抗开关 S_1 用来选择所需要的输入阻抗。

步位衰耗开关 S_2 (面板上标有“奈培”字样的旋钮)，共有10个步位，旋至第1步“校”字步位时，将机内校验振荡器接入。其它9步，每步衰耗值为1奈，用以正确测量不同输入电平值。

校正旋钮 P (面板上注有校字) 为本机校准电位计，作本机增益校准用。

(二) 使用说明

QJP-70-1 型电平表出厂时未装电池，所以采用直流供电时要打开电池盒盖板，装入2号干电池8节，装入时应特别注意电池极性(电池盒上已标明)，切勿装错，以免烧毁晶体管。

采用交流供电时，将市电 220 伏接入交流电源引入插座。用时要特别注意，不要将 220 伏市电或其它高压电源误接至输入塞孔，以致打坏或烧毁仪表。

用 QJP-70-1 型晶体管电平表测量的信号电平最高不得超过 +3.5 奈。

1. 通电前应检查表头机械零点，如指针不在起始线位置，则应调整表头螺丝，使指针指在起始刻度线上。

2. 将电源开关扳至“ $\odot$ ”位置，若使用交流电源时，指示灯亮。若使用电池时，指示灯不亮，以节约电池。

3. 转动步位衰耗开关 S_2 至“校”位置，此时表头指针应指在零奈刻度线上。否则，应调整校正旋钮 P，使表针指零奈刻度线。

4. 根据测试要求，将阻抗开关 S_1 和衰耗开关 S_2 置于适当位置，被测信号由输入塞孔送入，表头读数与衰耗开关 S_2 旋钮所指读数的代数和即为信号电平值。

例如：步位衰耗开关 S_2 置于 +1 奈档，表针指 -0.5 奈位置，那末输入信号电平为 +0.5 奈。

如果测试前不知信号电平范围，应将步位衰耗开关 S_2 旋钮置于最大位置，以免打表。

(三) 使用时注意事项

1. 仪表应置于干燥清洁处。注意表头精度，关机时指针应指 ∞ 处。

2. 由于可以采用交流和直流两种供电方式，使用时一定要注意。

3. 由于仪表的灵敏度较高，所以在仪表使用时其周围电磁干扰信号不能过强。

4. 表头刻度有电压电平和功率电平两种，用时注意，不要搞错。

5. 为使测量结果准确，开机10分钟后才能使用。

6. 仪表连续使用时间一般不得超过四小时。

四、电路工作原理

本仪器由输入、放大、整流指示、校验振荡器及电源五部分组成，如图2方框图所示。图3为其电路图。

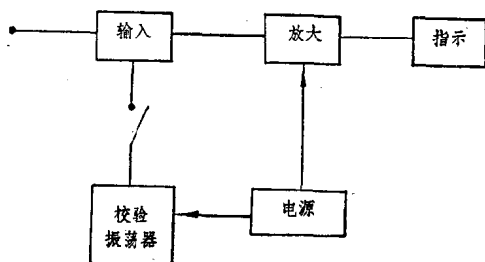


图2 QJP-70-1型电平表方框图

元件数据:

R_1	炭膜电阻	$620\Omega \frac{1}{8}W$
R_2	炭膜电阻	$150\Omega \frac{1}{8}W$
R_3	炭膜电阻	$75\Omega \frac{1}{8}W$
$R_4 \sim R_{12}$	炭膜电阻	$1175\Omega \frac{1}{8}W$
$R_{13} \sim R_{20}$	炭膜电阻	$1082\Omega \frac{1}{8}W$
R_{21}	炭膜电阻	$680\Omega \frac{1}{8}W$
R_{22}	炭膜电阻	$620\Omega \frac{1}{8}W$
R_{23}	炭膜电阻	$330k\Omega \frac{1}{8}W$

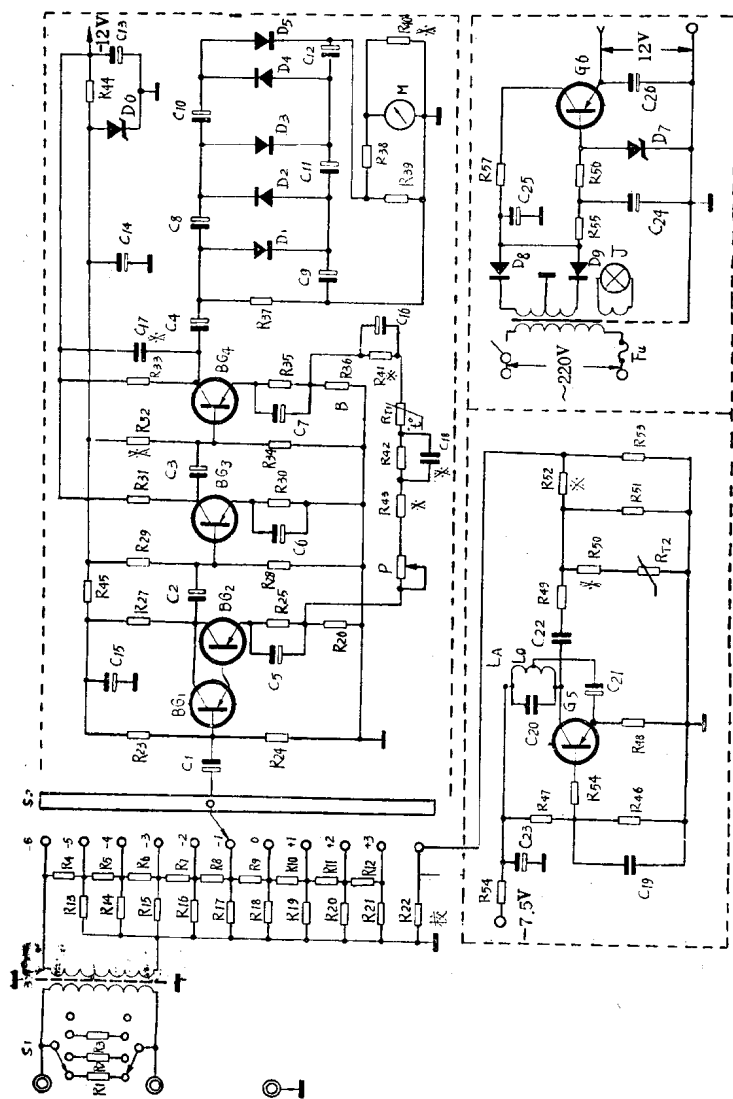


图 3 QJP-70-1型电平表电路图

R ₂₄	炭膜电阻	150k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₂₅	炭膜电阻	1k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₂₆	炭膜电阻	15 Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₂₇	炭膜电阻	2k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₂₈	炭膜电阻	6.8k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₂₉	炭膜电阻	12k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₀	炭膜电阻	1k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₁	炭膜电阻	2.2k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₂	炭膜电阻	24k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₃	炭膜电阻	1.5k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₄	炭膜电阻	5.1k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₅	炭膜电阻	200 Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₆	炭膜电阻	10 Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₇	炭膜电阻	6.2k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₈	炭膜电阻	68k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₃₉	炭膜电阻	120k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₄₀	炭膜电阻	阻值调整时决定
R ₄₁	炭膜电阻	阻值调整时决定
R ₄₂	炭膜电阻	510 Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₄₃	炭膜电阻	阻值调整时决定
R ₄₄	炭膜电阻	200 Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₄₅	炭膜电阻	510 Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₄₆	炭膜电阻	7.5k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₄₇	炭膜电阻	10k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₄₈	炭膜电阻	3k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₄₉	炭膜电阻	10k Ω $\frac{1}{8}$ W
R ₅₀	炭膜电阻	2k Ω $\frac{1}{8}$ W

R_{51}	炭膜电阻	$510\Omega \frac{1}{8}W$
R_{52}	炭膜电阻	$70\sim 150k\Omega \frac{1}{8}W$
R_{53}	炭膜电阻	$510\Omega \frac{1}{8}W$
R_{54}	炭膜电阻	$100\Omega \frac{1}{8}W$
R_{55}	炭膜电阻	$2k\Omega \frac{1}{8}W$
R_{56}	炭膜电阻	$430\Omega \frac{1}{8}W$
R_{57}	炭膜电阻	$15\Omega \frac{1}{8}W$
$C_1\sim C_4$	电解电容	$10\mu F 6V$
$C_5\sim C_7$	电解电容	$100\mu F 6V$
$C_8\sim C_{12}$	电解电容	$5\mu F 6V$
C_{13}	电解电容	$100\mu F 15V$
$C_{14}\sim C_{15}$	电解电容	$100\mu F 10V$
C_{16}	电解电容	$0.5\sim 2\mu F 6V$
C_{17}	云母电容	$50\sim 510pF$
C_{18}	云母电容	$20\sim 510pF$
C_{19}	金属膜电容	$0.1\mu F 160V$
C_{20}	金属膜电容	$0.047\mu F 160V$
C_{21}	电解电容	$5\mu F 6V$
C_{22}	金属膜电容	$0.047\mu F 160V$
C_{23}	电解电容	$100\mu F 10V$
C_{24}	电解电容	$100\mu F 15V$
C_{25}	电解电容	$50\mu F 50V$
C_{26}	电解电容	$100\mu F 15V$
$BG_1\sim$		
BG_5	PNP型高频 三极管	3AG24
BG_6	PNP型低频	

功率管	3XA63
$D_1 \sim D_5$ 检波二极管	2CK9—2CK15
D_6 稳压二极管	2CW21
D_7 稳压二极管	2CW19
$D_8 \sim D_9$ 整流二极管	2CP21
R_{11} 热敏电阻	$R_{02}(80 \sim 190 \Omega)$
R_{12} 热敏电阻	$R_{02}(150 \sim 510 \Omega)$
M 表头	100 μ A
J 指示灯	1.5~3 V
P 电位计	470 Ω 2W

(一) 输入电路

包括输入变压器 T, 阻抗转换开关 S_1 和衰减开关 S_2 三部分。

1. 输入变压器 T

被测信号通过变压器 T 输入到电平表, 由于被测信号的频带很宽由 300 赫~620 千赫, 因而对变压器的频率特性要求较高, 在制作工艺上要严格要求。

2. 阻抗转换开关 S_1

本仪器有 600 欧、150 欧、75 欧和高阻抗四档, 采用波段开关进行阻抗转换以满足长途通信的测试需要。

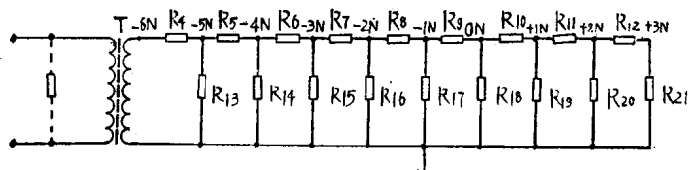


图 4 输入部分电路图

3. 步位衰耗开关 S_2

图 4 为电平表输入部分的电路图。可以看出步位衰耗开关 S_2 是由多节 π 型衰耗器链接而成，每一步的衰耗值为 1 奈。同时各点的对地阻抗约为 500 欧，这样使输入到放大器的信号源内阻基本不变，以保证测量准确。

(二) 放大电路

本机全部采用 PNP 面结合型晶体管，由四只晶体管组成三级阻容耦合负反馈放大器。第一级由 BG_1 和 BG_2 组成复合管共发射极放大器，这种电路可使输入阻抗提高，温度稳定性良好。后两级均为共发射极电路。

本电路采用了越级负反馈电路，经反馈网络将信号由第三级反馈到第一级，以改善放大器的特性。

负反馈电路中的热敏电阻 R_{T1} ，是具有负温度系数的，即温度升高，阻值减小。这样可以补偿由于温度变化而引起的放大器增益的改变，因而使放大器输出稳定。

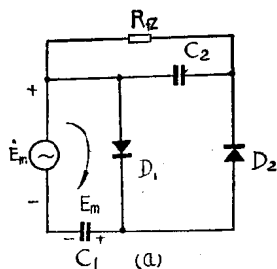
(三) 整流指示电路

在电平表中，需要将放大后的交流信号，经过整流后来推动表头，用以指示输入电平数值。在电路中采用了 5 倍压整流电路，使整流后的直流信号足以推动表头。为了增加表头指示的稳定性，电阻 R_{38} 取得很大。

下面来谈一谈倍压整流的原理：

倍压整流电路的输出直流电压能高于输入电压很多倍。这种电路的设计主导思想是利用电容所储存的电压和输入信号电压相加以后，再给另一个电容充电，从而使后者得到的电压接近于两倍的输入信号电压，依此类推就可得到任意多的倍压。

图 5 为二倍压整流电路。当信号为正半周时，假设它的瞬时方向为上正下负，如图 5 (a) 所示。由于 D_1 正向导通，所以电源通过 D_1 向 C_1 充电，使 C_1 电压值可充电到 E_m 。此时 D_2 加反向电压，故不导通。



当信号负半周时，信号变成上负下正，如图 5 (b) 所示，信号源电势就与 C_1 两端的电压相串联，通过 D_2 对 C_2 充电，使 C_2 两端电压充至 $2E_m$ ，此时由于 D_1 加反向电压，因而不导通。

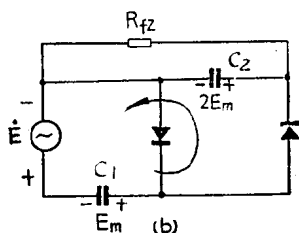


图 5 二倍压整流电路

当信号又变成正半周时，电源又通过 D_1 给 C_1 充电， C_2 通过负载 R_L 放电。如果元件数值选择适当这样往复几个周期后，就可使负载 R_L 得到稳定的直流电压 $2E_m$ 。

如果在二倍压整流的基础上，再加上一组 D_3 和 C_3 ，如图 6 所示，则可使负载电阻 R_L 上获得 $3E_m$ 的电压。

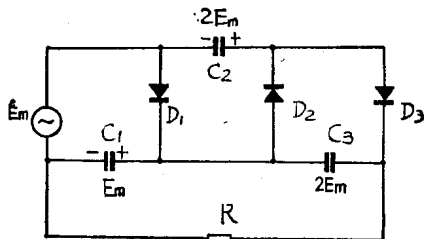


图 6 三倍压整流电路

与二倍压原理相同，在信号正半周时 C_1 被充电到 E_m ，负半周时信号电势与 C_1 两端电压串联，将 C_2 充电至 $2E_m$ 。再正半周时，电源又向 C_1 充电，同时， C_2 两端电压，电源电压， C_1 两端电压串联起来通过 D_3 向 C_3 充电，由于此时电源极性与 C_1 两端电压相反，故 C_3 被充电至 $2E_m$ ，因而负载 R_{fz} 两端有 $3E_m$ 的电压。当电源极性再变化时，电源又与 C_1 串联给 C_2 充电，同时 C_1 、 C_3 串联向负载电阻 R_{fz} 放电。这样往复几周后，就可使 R_{fz} 上获得稳定的 $3E_m$ 电压。

依此类推，我们就可得到 4 倍压，5 倍压电路，图 7 就是 5 倍压整流电路图。

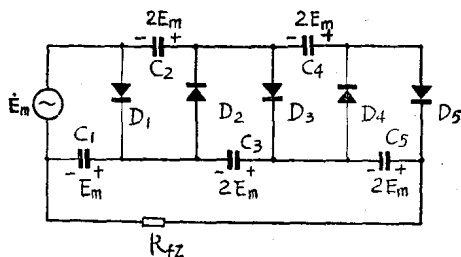


图 7 五倍压整流电路

由图 3 电路图可见，在电平表电路中倍压整流电路的负载就是表头部分。 R_{40} 为表头的分流电阻，用于扩大量程和调节表头灵敏度。 R_{38} 和 R_{39} 也是用来调整表头的工作状态的。

(四) 校验振荡器

校验振荡器采用电感三点式振荡电路。用来输出一 15 千赫的标准信号，提供稳定的零电平，以校准宽频放大器的增益。

为了提供标准信号，因而要求校验振荡器的输出幅度非常