

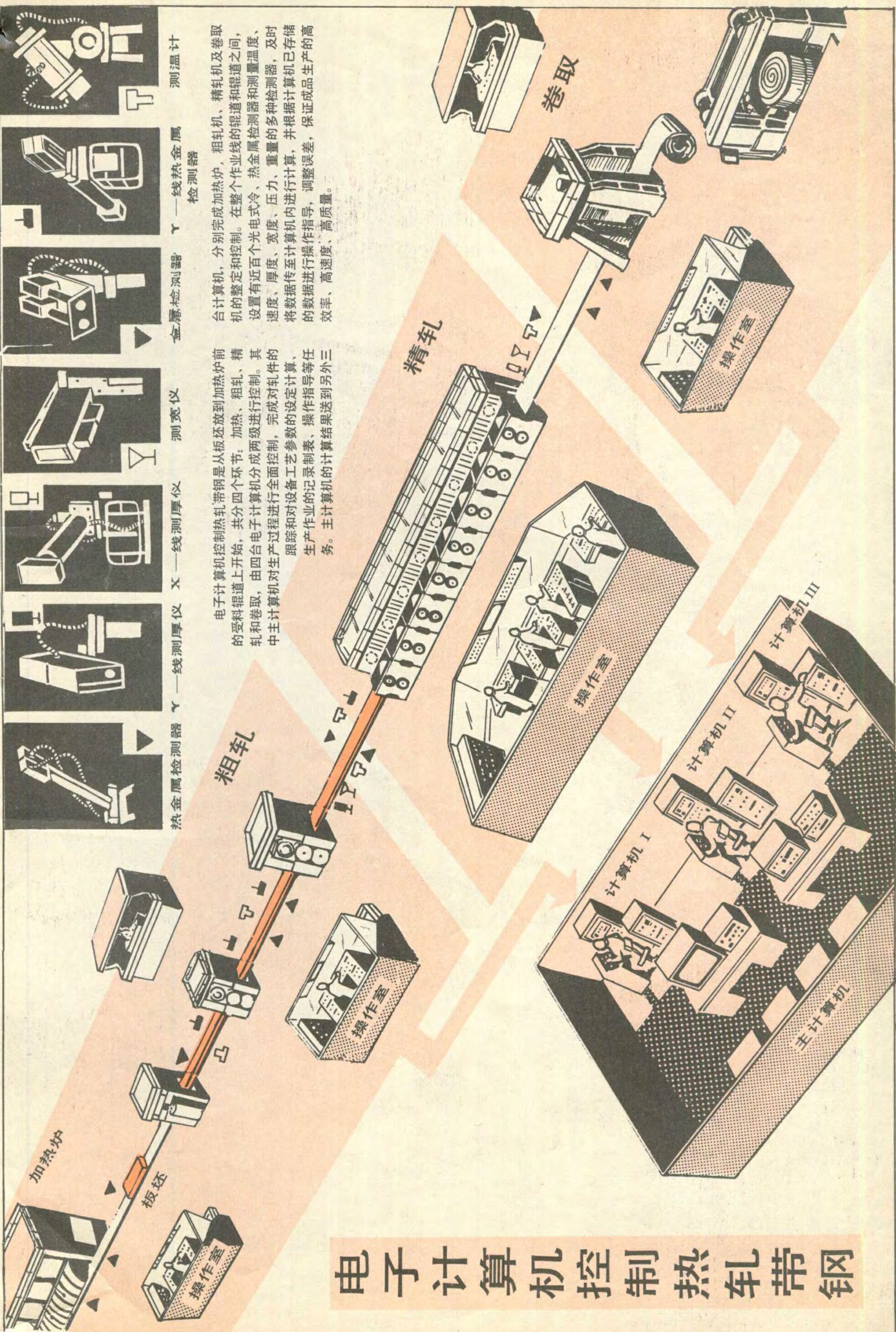
4
1979



无线电

WUXIANDIAN

电子计算机控制热轧带钢



电子计算机控制热轧带钢是从板坯放到加热炉前的受料辊道上开始，共分四个环节：加热、粗轧、精轧和卷取，由四台电子计算机分成两级进行控制。其中主计算机对生产过程进行全面控制，完成对轧件的跟踪和对设备工艺参数的设定、计算、操作指导等任务。主计算机的计算结果送到另外三

台计算机，分别完成加热炉、粗轧机、精轧机及卷取机的整定和控制。在整个作业线的辊道和辊道之间，设置有近百个光电式冷、热金属检测器和测量温度、速度、厚度、宽度、压力、重量的多种检测器，及时将数据传至计算机内进行计算，并根据计算机已存储的数据进行操作指导，调整误差，保证成品生产的高效率、高速度、高质量。

热金属检测器 Y—线测厚仪 X—射线测厚仪 测宽仪 金属检测器 Y—线热金属检测器 测温计



——现代化的重要标志

北京科普作协理事 陈亚东

电子计算机是二十世纪科学技术的卓越成就之一。世界上第一台电子计算机于1946年在美国诞生。它使用了一万八千只电子管，耗电达一百五十千瓦，重量三十吨，占地约一百五十平方米，是一个“庞然大物”。它的平均运算速度是每秒五千次，造价达几十万美元。这样的计算机不便于推广，因此当时仅用于军事科研方面。但是电子计算机的优越性能引起了人们极大的重视。计算机不仅能使人们从繁重的劳动中解放出来，并且能逾越人体机能的限制，完成人们无法直接完成的任务。而尤其重要的还在于它是大脑思维的模式，能部分地代替人类的脑力劳动。因此它的发展十分迅速，在短短三十几年里，就经历了电子管、晶体管到集成电路三代更新，现在正向第四代大规模集成电路甚至超大规模集成电路发展。运算速度已达每秒上亿次。每秒运算十亿次甚至一百亿次的电子计算机也在研制中。计算机的使用范围也从军事科研扩大到工业、农业、国防和科学技术等各个方面，应用项目达数千种。目前，计算机的质量优劣、数量多少、应用广泛与否，已成为衡量一个国家工业和科学技术现代化水平的重要标志之一。

电子计算机的应用虽然十分广泛，但概括起来大致有下列三类用途：一是科学计算，二是信息处理，三是实时控制，同时也在迅速向“智能模拟”的方向发展。

科学计算 威力无穷

用电子计算机解决现代科研、生产和军事上提出的一些复杂的数学问题，一般通称为科学计算。

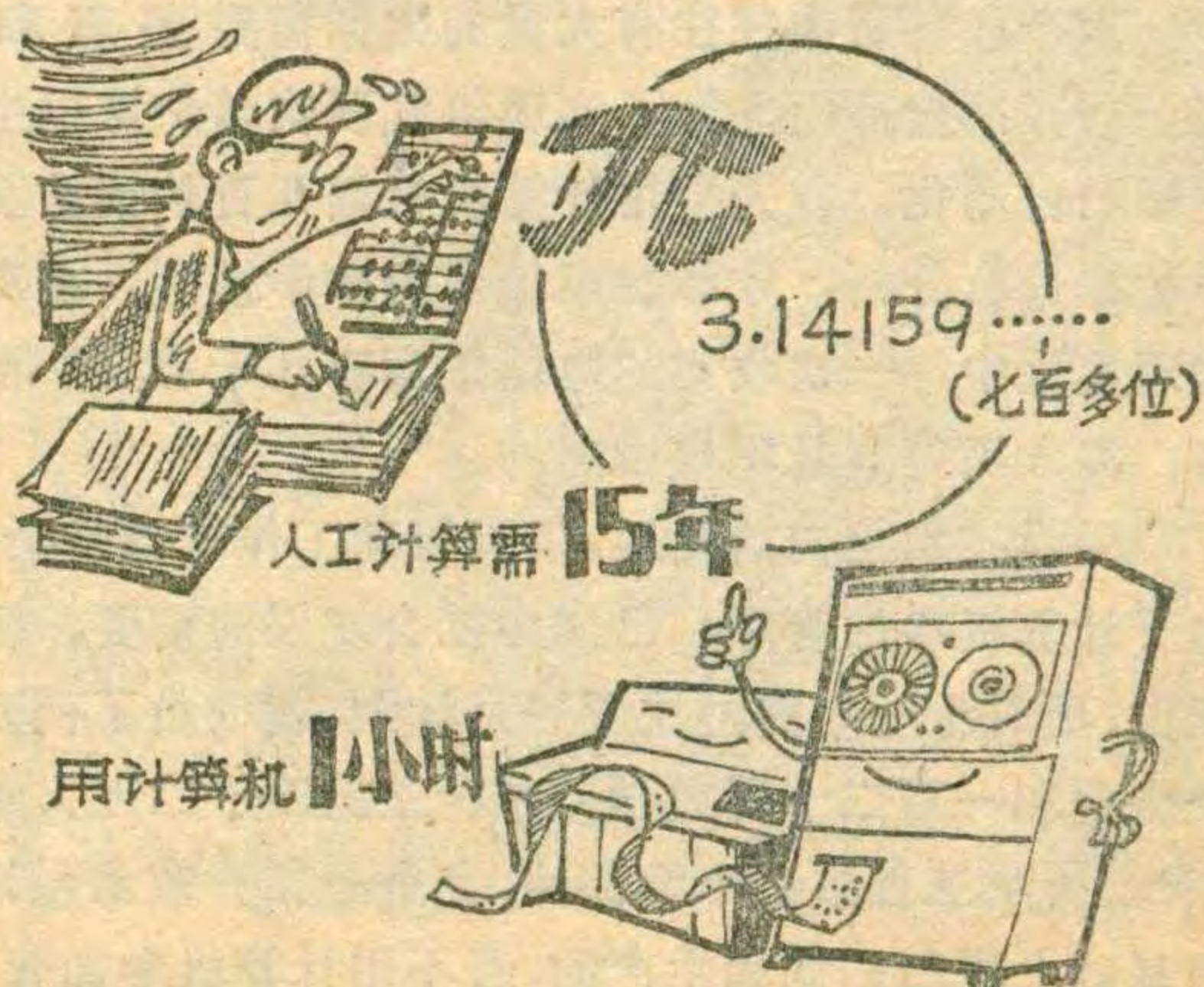
计算机的高速运算能力帮助人们解决了很多过去根本无法解决的问题。例如，对高速飞行的喷气飞机和导弹，用雷达能发现目标，但如果没有计算机快速进行弹道计算和空防火力控制，空防雷达的性能再好也只能发现却来不及反击。准确的天气预报对军事、航行及工农业生产的意义是十分明显的，然而若用人工处理各种气象资料并编制昼夜天气预报，则需要几千名计算员工作几十个小时，等到报出来，则已时过境迁，失去了实际意义。即使使用百万次级的计算机也来不及对24小时天气预报作精确的计算。因此，在气象预报工作中必须使用运算速度更高的计算机。为

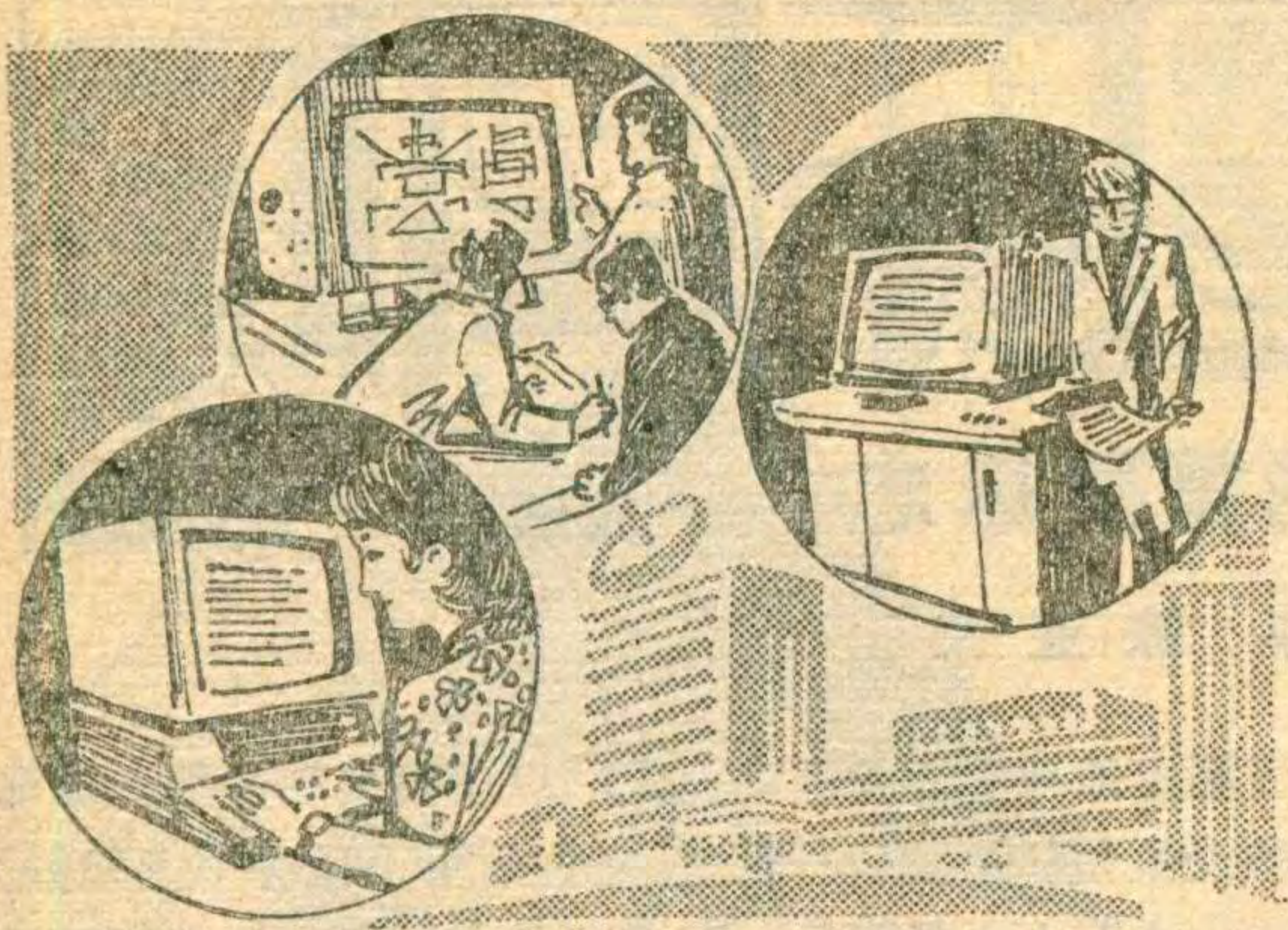
了测定地球质心的准确位置，以便精确地计算人造地球卫星和导弹的运行轨道，需要运用十几万个未知数、三十多万个方程式和一百多万条大地测量数据进行计算。显然，这项工作若由人工去做是不堪设想的。

利用计算机的高速运算能力，还可以为大型工程和建设项目的的设计选取最佳方案。现代大型工程和项目投资大、周期长，方案设计不但应当保证正确无误，而且还要尽可能进行多方案比较，选取最佳方案。这只有靠计算机才有条件完成。例如，在大庆油田要开发一个新区，原已制定了一个开发方案，后来用电子计算机计算了两千多个方案，选出了其中最佳方案，不但比原方案节约了大量钢材、水泥，还提前一年建成采油区。

电子计算机也促进了基础科学的发展。例如，数学上有个著名的难题，叫做四色问题。意思是任何世界地图最多只需要四种颜色，就可以使相邻国家呈不同颜色。这个问题乍看起来好象并不复杂，但实际证明却非常困难，以至一个人计算一辈子也证明不完。因此一百多年来没人敢去碰它。1976年，美国两位数学家，用电子计算机进行了一千多小时的运算，验证了一千九百多个引定理，完成了一百亿次逻辑判断，终于得到了证明，从而轰动了全世界数学界。圆周率 π 值的计算，有人用了十五年的时间，才算到了小数点后七百零七位，而用一般小型计算机计算，仅需一小时。差别之大，实在惊人。

计算机的出现正在改变着某些学科的传统研究方





式，例如化学，一向被认为是一门实验科学，现在用计算机进行高度复杂的计算，可以进一步揭示有关物质的微观结构，使化学研究从定性的、经验的状态逐步过渡到定量的理论化的基础上来。一些尖端科学，如原子能反应堆、加速器、卫星、宇宙飞船等涉及到超高速、超高温、超高压等极端条件，用实验的方法进行模拟，或过于困难，或根本不可能，或经济代价过高，现在也可以用数值计算的方法进行研究。

计算机用于科学计算，威力无穷。科学技术越向前发展，对电子计算机的依赖程度就越大。

信息处理 时代的特征

信息处理就是把在科学研究、生产实践、经济活动以及日常生活中所得到的大量信息，如原始数据、实验数据、统计数据、观测数据等等，按不同要求用计算机进行加工——归纳、整理、分类、统计而给出有用的结果。这个结果可以是数据，也可以是报表或曲线等等。

我们人类生活在一个充满信息的世界里，随着信息科学的不断发展，用电子计算机进行信息处理，已成为现代社会的显著特征。当前信息处理主要包括大量数据处理、现代化科学管理、情报检索、辅助设计和辅助教学等方面。

生产和科研中往往有大量的数据需要整理和加工。如在冶金部门，为了实现氧气顶吹转炉炼钢生产过程的自动化，首先需用计算机根据几百炉钢的上万个数据进行分析，才能确定恰当的数学模型。在高能物理实验中，一次收集的数据量竟有几千盘磁带之多，靠人工整理是不堪设想的。

科学技术越向前发展，组织管理工作就越复杂，用电子计算机参加管理，已成为社会发展的需要。闻名于世，历时十一年的阿波罗登月计划，就动员了两万多个企业和一百二十所大学、实验室的四十二万人参加工作。所用三百多万个零部件，完全是在分散承包订货的基础上进行研制和生产的，若不用计算机参加管理，

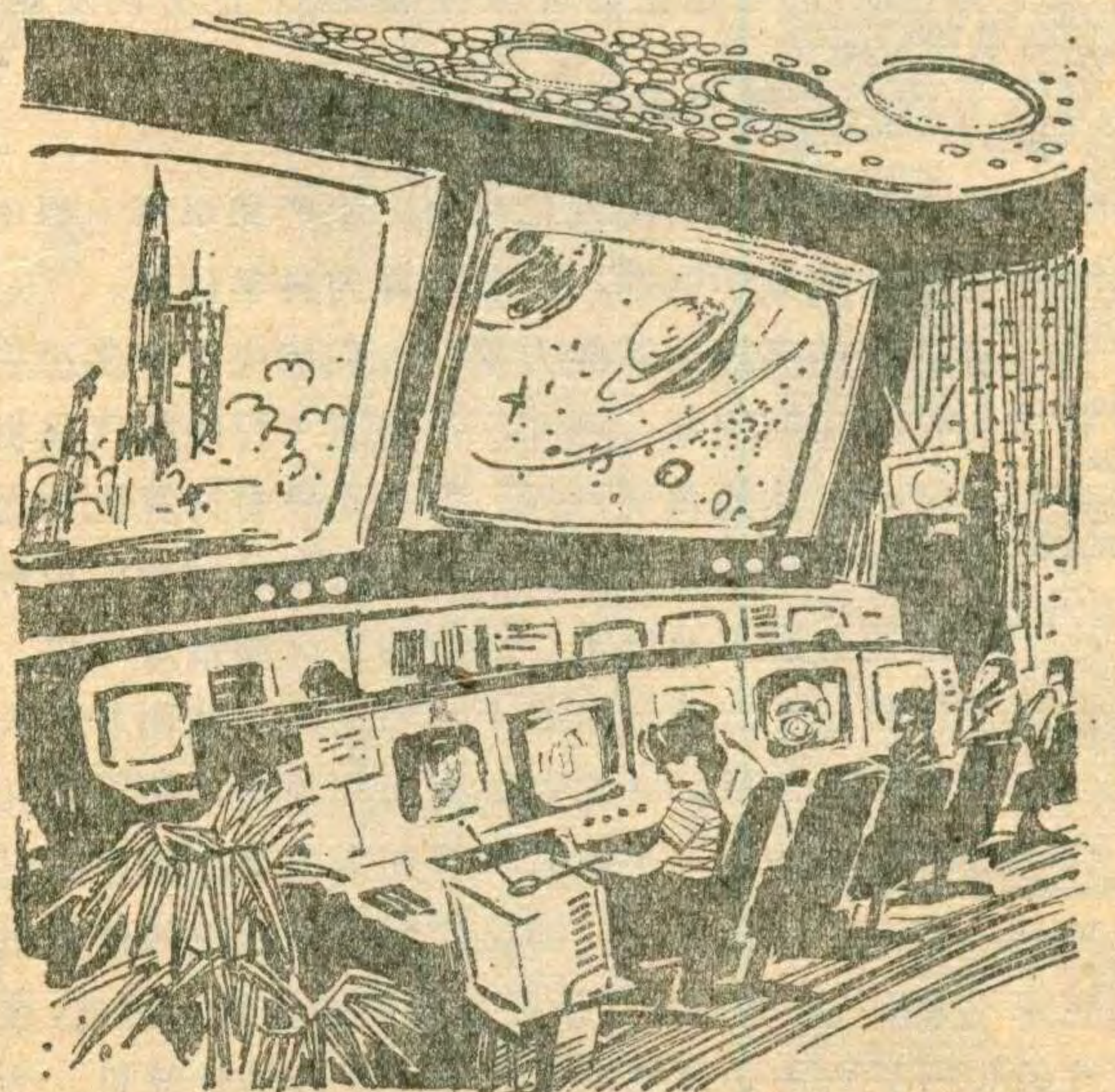
不能随时掌握各个环节的情况并及时做出调整，登月计划就无法如期完成。在工厂或其他单位，用电子计算机编制生产计划、管理仓库、计算工资以及做各种财会统计等等，可以节省人力，大大提高管理水平。

利用计算机网络建立的联机检索系统，能给人们提供极大的方便。例如，人们可以把各种图书信息储存在电子计算机中，再把各地图书馆的电子计算机用通信线路以至通信卫星联接起来组成一个网，把一个个接收终端安装在家里或工作单位里。人们查阅资料时，再不需要到图书馆去，只需通过终端，把要查阅的资料告诉计算机网，终端显示器(荧光屏)便能显示出你所需要的内容。计算机还能控制打印机将所需资料打印出来。这样一来，不消几分钟，就能从浩如烟海的图书资料中查阅到所需要的文献。

目前，用计算机进行语言自动翻译也已试验成功。据报导，香港中文大学研制出的英文到中文的翻译机，能成功地翻译科技文章。

在设计工作方面，应用计算机辅助设计已成为一项专门技术。目前已用于光学、建筑、汽车、飞机、船舶、人工合成大分子等方面。在电子工业中，大规模集成电路的设计、计算机本身的设计、软件的设计等，也都采用计算机辅助设计。用计算机辅助设计，除能提高设计质量外，还能大大缩短设计周期，这在科学技术发展一日千里的今天，意义重大。如人工合成维生素A，人们在1931年析出样品，花了六年时间才首次人工合成，现在用计算机辅助设计，几分钟就能发现几种不同的合成方法。又如美国波音“727”型客机，较英国“三叉戟”客机的研制时间晚两年，也是由于借助计算机辅助设计，结果两机同时交付使用。

用电子计算机辅助教学可以减少从事教育的人数，提高教育质量。各种自动教学机能够有声有色地



给学生讲课，按动“不明白”按键还能从另一个角度再讲。计算机辅助教学不仅用于普通教育，还能用于专业训练方面，例如用于飞机的飞行驾驶训练等等。

实时控制 革命的标志

实时控制又叫过程控制，它是通过各种转换设备把从被控对象那里收集、检测的大量数据用电子计算机进行综合、分析、判断，再按最佳方式自动控制或调节被控对象的一种自动控制方式。实时控制的明显特点是人完全不参与控制过程，从分析、判断到执行，均由计算机去完成。计算机在实时控制方面的应用，是自动控制技术的一次革命。

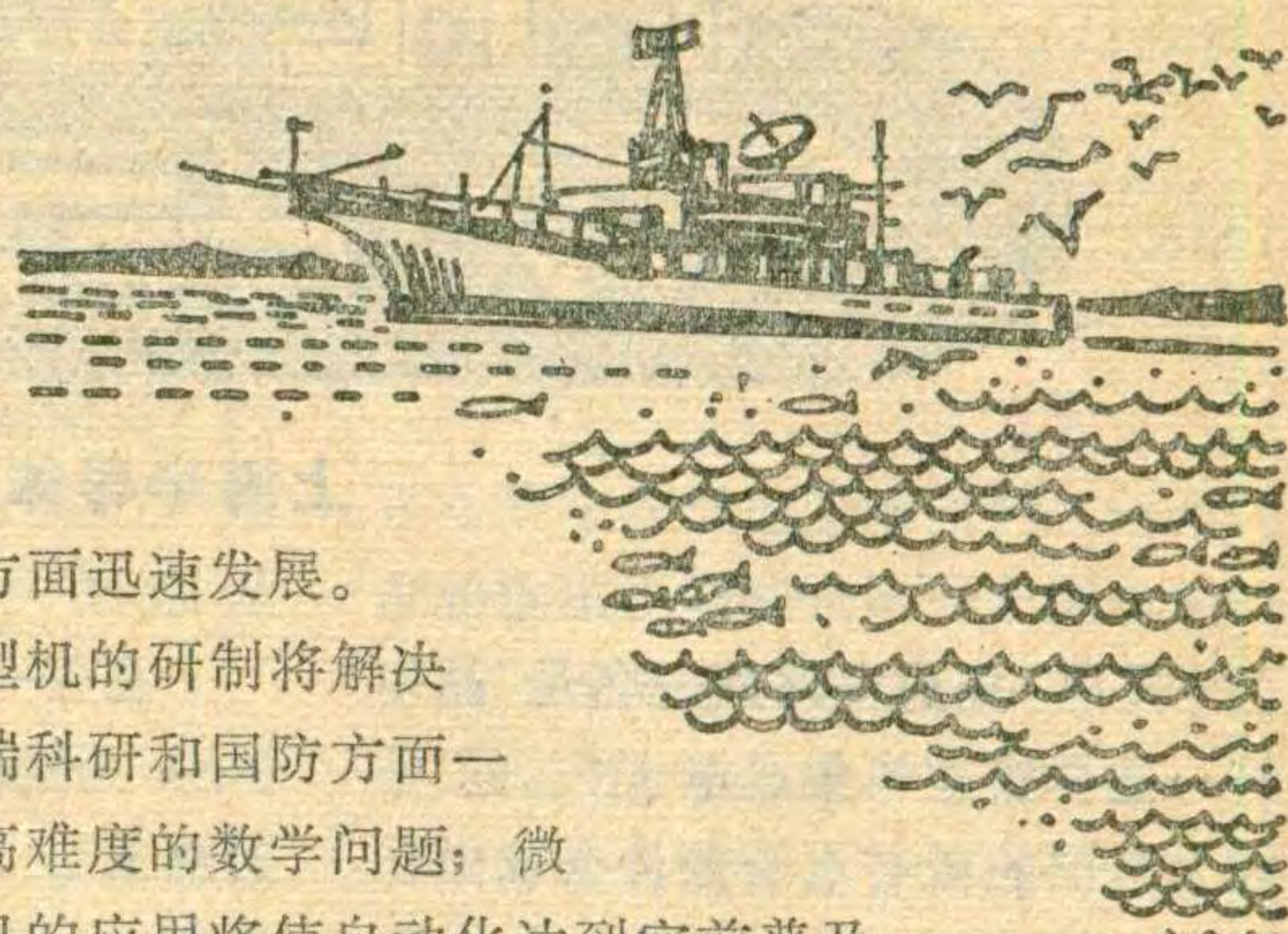
电子计算机首先是在军事方面控制现代化武器系统。工业生产上大量应用计算机进行连续过程控制还是近年来的事情。所以发展较迟，一方面是由于初期的计算机体积庞大、可靠性差、价格昂贵，不适合工业控制的需要；另一方面，工业生产有其独特之处，要应用计算机控制生产过程，就必须把生产过程的操作用数学的方法来表述，就是要建立计算机能够解析而又与生产过程相适应的数学模型。此外，计算机要与生产过程联系起来，还必须通过各种仪表、调解器和计算机的外围设备，这也是比其他场合复杂之处。但是由于工业生产在整个经济中的重要性，加上计算机科学技术的迅速发展，近年来计算机用于生产过程自动控制进展很快，目前一些技术先进的国家已广泛应用在冶金、石油、化工、电力、机械等部门。美日等国的钢铁工业，从采矿、选矿、烧结、冶炼到轧制的过程，已普遍采用计算机控制。目前氧气顶吹转炉炼钢的优质钢合格率已达百分之九十以上，轧钢速度可达热连轧每秒三十米，冷连轧每秒四十米以上的水平(本期封二即为计算机控制热轧带钢示意图)，实现了优质、高产、低消耗，大大提高了劳动生产率。

近年来，由于大规模集成电路的发展，出现了以单片或几片大规模集成电路为主构成的微型电子计算机。由于它的体积小、功耗低、可靠性高、价格便宜、使用方便等突出优点，在自动控制方面获得了越来越广泛的应用。目前用微型机控制的机床设备、测量仪器、汽车、拖拉机以及电话机、录音机、电视机、照相机、缝纫机等相继问世。微型机的出现，给自动控制技术开辟了广阔的前景。

以上概括地介绍了电子计算机在科学计算、信息处理和实时控制三个方面的应用。需要说明，这三方面并不是截然分开的，有时很难而且也不必要在它们之间划上明显的界限。

智能模拟 诱人的前景

当前电子计算机正向巨型、微型、网络 and 智能模



拟方面迅速发展。

巨型机的研制将解决尖端科研和国防方面一些高难度的数学问题；微

型机的应用将使自动化达到空前普及

的程度；网络化组成的各式各样联机系统

和计算机网，可以充分发挥计算机的效能，做到资源共享，是一项重要的科学发现；智能模拟则是在电子计算机科学、控制论、仿生学、心理学等基础上发展起来的一门边缘科学，是探索模拟人的感觉和思维规律的科

学。辩证唯物主义观点认为，思维是可以被逐步认识的物质运动的一种形式，因此是可以模拟的。目前这方面研究的主要内容是用计算机进行图形、文字、语言识别和控制机

械手、机器人等。现在世界上已有成千上万个具有简单功能的机器人，可以代替人们完成一些危险而艰巨的工作。有一次，一架美国飞机失事，机载氢弹坠落地中海，就是用机器人打捞成功的。可以设想，在不远的将来，具有思考、学习、推理等功能的电子计算机，以及具有机器听觉、机器视觉、机器嗅觉和触觉的“智能机器人”的出现和应用，将彻底改变生产自动化的面貌，极大地提高社会生产力，必定为人类创造出更多的财富。这将是

何等诱人的前景啊！

这将是何等诱人的前景啊！

这将是何等诱人的前景啊！

这将是何等诱人的前景啊！

这将是何等诱人的前景啊！

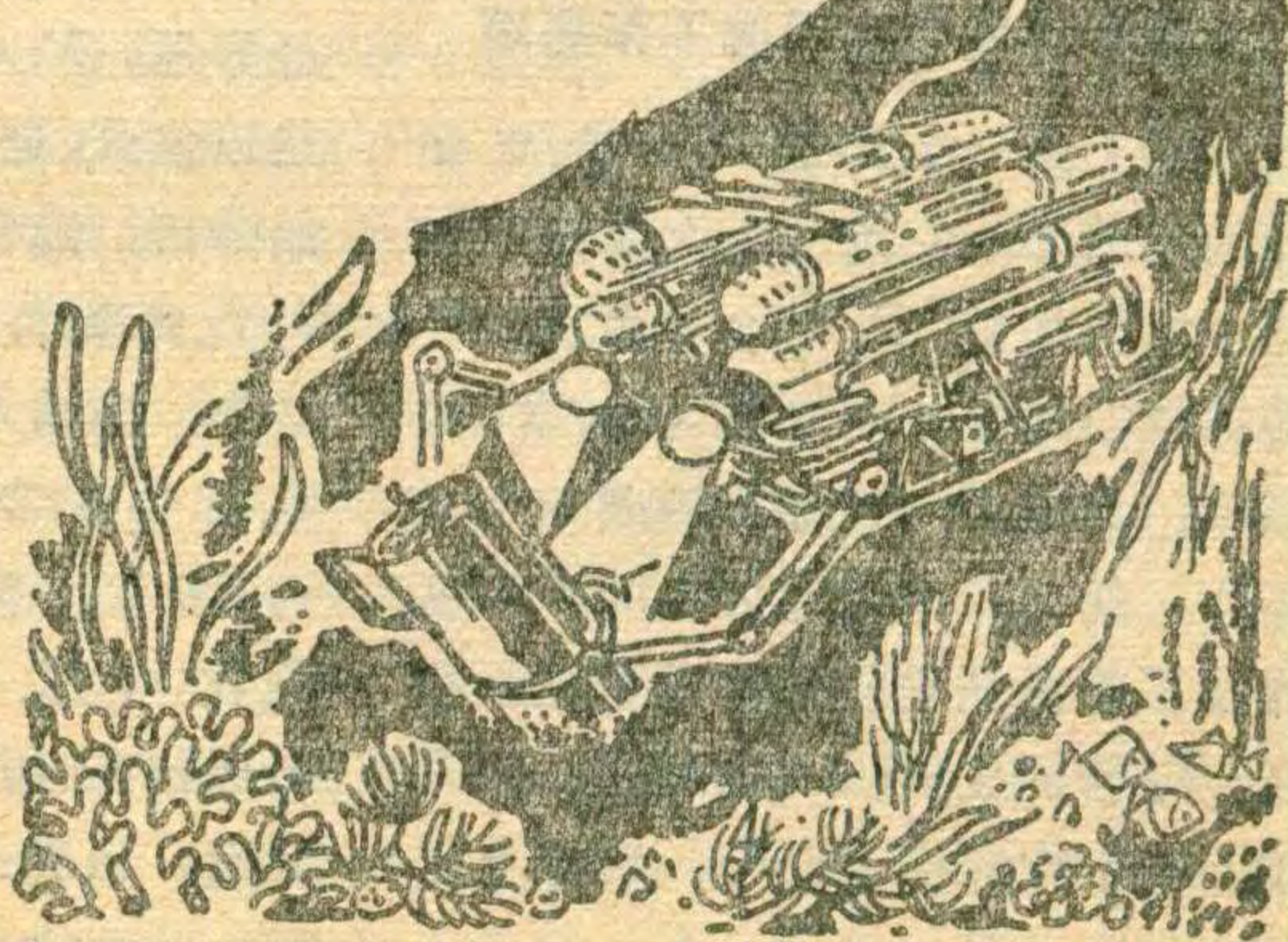
这将是何等诱人的前景啊！

这将是何等诱人的前景啊！

这将是何等诱人的前景啊！

这将是何等诱人的前景啊！

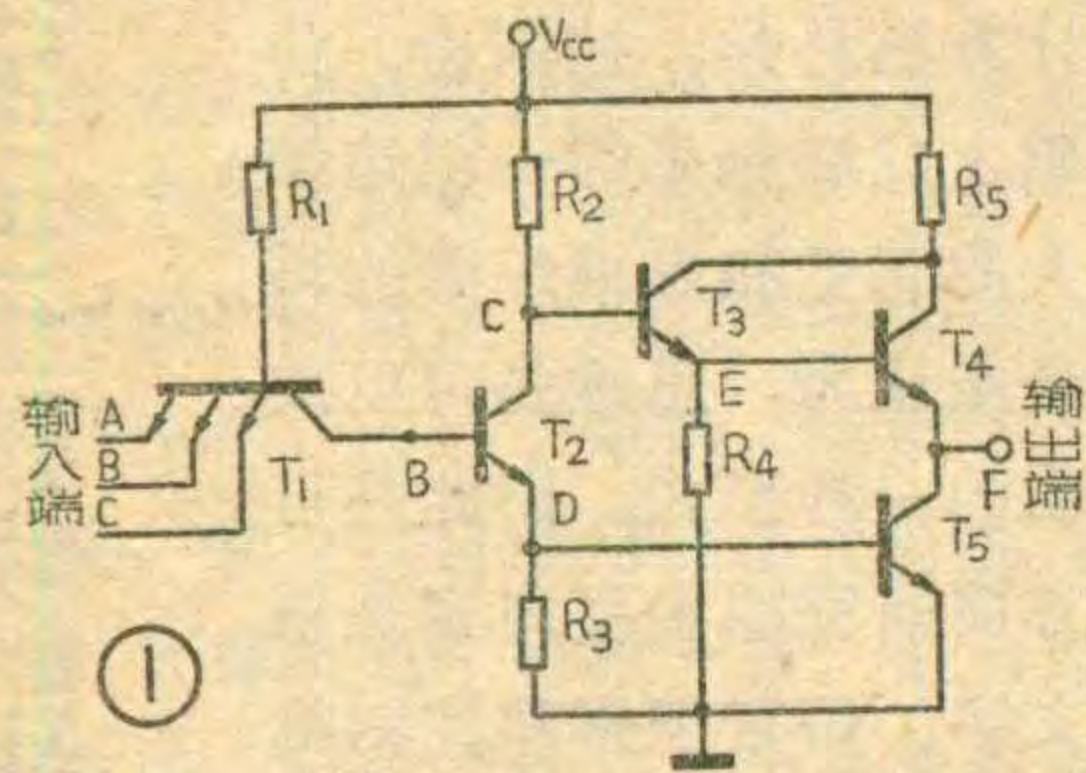
插图 胡亦



TTL 集成电路 与非门电路

上海半导体器件十六厂 徐治邦

TTL 集成电路的全名是“晶体管—晶体管逻辑集成电路”。这是因为电路的所有电子器件全部由晶体三极管构成，并集成在一块半导体硅片上；在稳定情况下输入和输出只有两种方式，即高电平或低电平；输入与输出的关系不是数量上



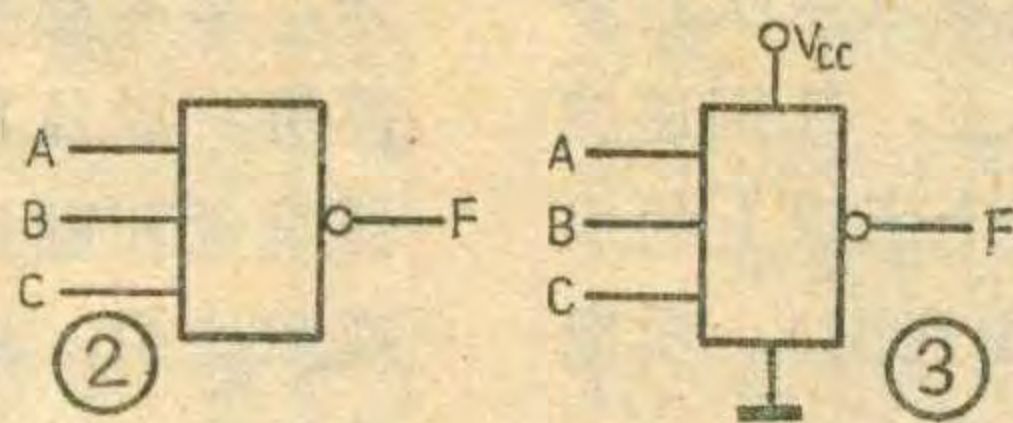
的倍数关系，而是一种逻辑关系。它可以构成各种数字运算电路以进行逻辑运算，因此，它不但是电子计算机的重要元件，且广泛应用于各种程序控制、数控装置或数字式仪器仪表中。

TTL 集成电路除作逻辑数字运算外，还可组成例如多谐振荡器、单稳态触发器、双稳态触发器等脉冲电路，所用的元件数远少于用分立元件搭成的同类电路。本文准备先从单与非门讲起，就 TTL 集成电路的基本原理及应用作些介绍。

典型TTL单与非门的工作原理

图1是一个典型TTL单与非门的线路图，它是由五个晶体管和五个电阻构成。T₁是一个多发射极晶体管，其中任一发射极与T₁的基极、集电极一起都可构成一个晶体管，任何二个发射极之间，由设计及工艺保证它们基本上保持独立。T₁管的发射极是电路的输入端，图1中只画了三个，实际上目前有的产品可以多到八个。

在任一输入端加一电压 $V_{in}=0$ 伏，则从电源 V_{cc} (一般是5伏) 通过 R_1 、 T_1 的 be 结至输入端有电流流通，即 T_1 管的基极有电流“注入”， T_1 饱和很深。 T_1 的 bc 结也处于正向偏置状态，所以 V_B (图1上B点电位) 比 V_{in} 只高0.1伏左右， T_2 无法导通。因而 $V_C \approx 5$ 伏， $V_D \approx 0$ 伏， T_5 亦不可能导通。但因 $V_C \approx 5$ 伏，所以 T_3 管是导通的。 T_4 的基极电压较高， $V_E \approx 5$ 伏 - 0.7 伏 = 4.3 伏，因 T_5 不通导， T_4 发射极没有通路，所以 T_4 不通导。但若在输出端接一个电压表，或加一高电平负载，则 T_4 微微通导，在 T_4 的 be 结上有一个压降 (约为0.5~0.7伏)，所以可量得输出电压为3.7伏左右。在全部输入端都为0伏时，上面的分析与结果不变。



如果使 $V_{in}=0.4$ 伏，则 $V_B \approx 0.5$ 伏。这时 T_2 仍不导通， T_3 、 T_4 、 T_5 的状态亦保持不变。再进一步提高 V_{in} 到0.9伏， $V_B \approx 1$ 伏， T_2 已经导通， $V_D \approx 0.3$ 伏，此电压还不足以使 T_5 通导。 T_2 导通时， V_C 开始降落，通常设计使 $R_2/R_3 \approx 2$ ，这样 V_C 降落的速度为 V_D 上升速度的2倍。当输入电压为1.3伏时， T_2 、 T_5 都导通，但 T_2 尚未饱和， V_C 约为3.6伏。这时，从 V_{cc} 通过 R_2 、 T_3 的 be 结、 T_4 的 be 结、 T_5 的 ce 到地构成通路， T_3 、 T_4 、 T_5 全部导通，形成一个很大的“瞬态”电流。随着输入电压的进一步提高，

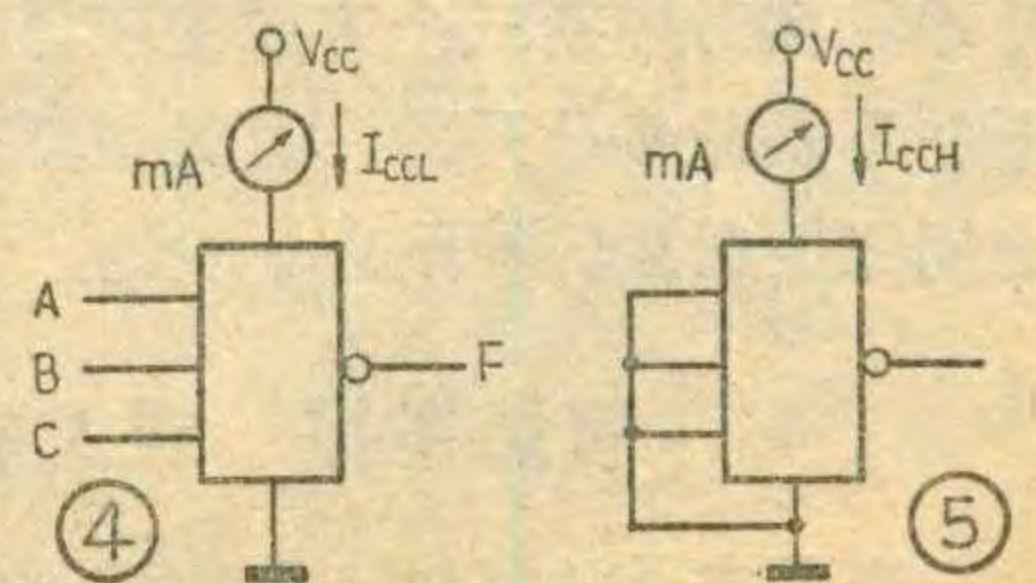
T_2 迅速饱和， V_C 降到1伏左右，此时 T_3 虽仍通导，但电流较小，而 T_4 已不能通导。输出管 T_5 已处于深饱和状态，输出电压 $V_{out} \approx 0.1$ 伏。这时候的输入电压约为1.8伏，若进一步提高输入电压，例如提高到3.7伏，输出状态保持不变。

这里，归纳一下TTL与非门的特性：当任一输入为低电平时，输出为高电平；只有当所有输入都为高电平时，输出才为低电平。这两个输出状态是稳定的，输入电压稍有波动，不会引起输出电压的变化。我们将小于0.4伏的电平称为低电平 (也称“0”电平)，而将大于2.4伏的电平称为高电平 (也称“1”电平)。输入电压0.8伏和2.0伏称为“门槛电平”，这个区间对应于电路的过渡区。

当所有输入都为高电平时，电路输出才为低电平，“全高”变“低”，这是“与非”关系，这个电路即被称为与非门电路，它的逻辑表达式为 $F = A \cdot B \cdot C \dots$ 。

单与非门的逻辑图

从逻辑功能来看，图1的线路可以用逻辑符号 (图2) 来表示。这里，A、B、C表示三个输入端，方框表示它们是“与”关系，小圆圈表示“非”关系，从小圆圈上引出的线表示输出端。整个图表示：这是一块有三个输入端的单与非门。用



逻辑图来代替线路图，可使表达形式简捷、逻辑关系突出，对于整机设计、装配、调试都是很方便的。当然，每一个单门必须有电源和地线，但在逻辑图上规定不标出，只是在某些特定情况下，如参数测试中，才将逻辑图画成图3的形式。

典型TTL单与非门的主要参数

1. 通导电流 I_{CCL} : 指与非门电路输入端全部开路，输出空载处于低电平时，由电源供给的总电流，测试方法如图4所示。

2. 截止电流 I_{CCH} : 指与非门电路输入端短路接地时，输出空载处于高电平时，由电源供给的总电流，测试方法如图5所示。

I_{CCL} 和 I_{CCH} 实际反映一个单门消耗电流的大小，即功率消耗的大小。

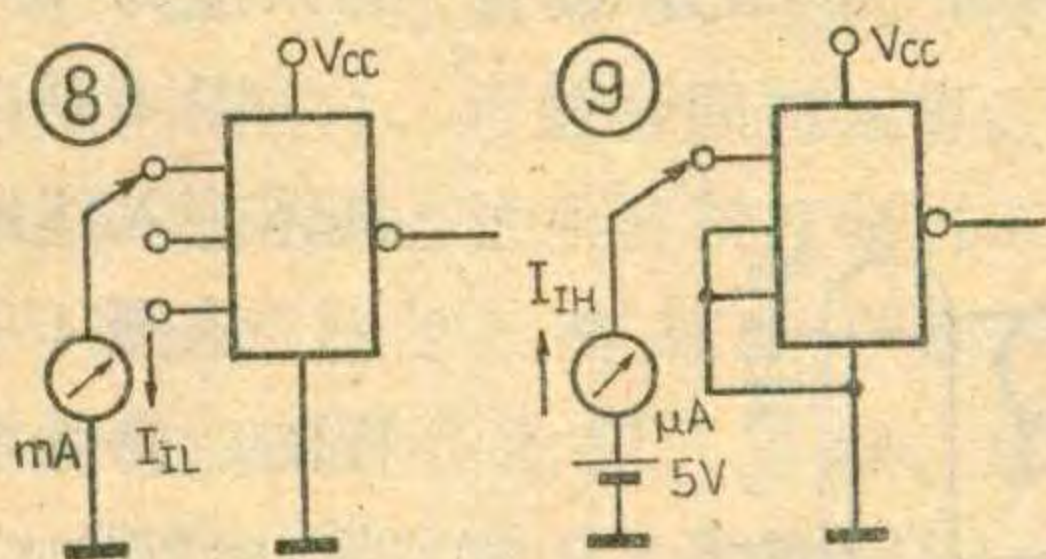
3. 输出高电平 V_{OH} : 输入任一端接低电平时，输出的电压值。该参数必须在额定输出负载电流下进行测试，如图6。

4. 输出低电平 V_{OL} : 输入端全部接高电平时，输出的电压值。实

际测量时规定要带一定的负载电流，如图7所示。

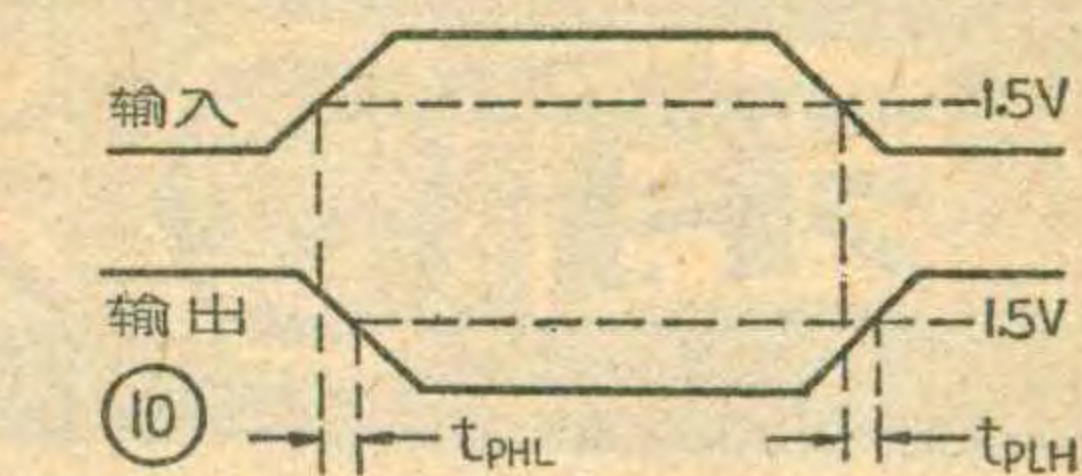
5. 关门电平 V_{off} : 输入电压从0伏上升到一定程度，输出开始下降，规定输出下降到一定程度（此时仍能保证电路处于高态输出）时的输入电压为“关门电平 V_{off} ”，输入电压小于 V_{off} 时，“门”保证是“关”着的。

6. 开门电平 V_{on} : 当输入电压上升到某一数值 V_{on} 时，输出保证为低电平， V_{on} 就称为这个电路的“开门电平”。



实际测量时， V_{off} 和 V_{on} 不是单独测量，而是和 V_{OH} 、 V_{OL} 一起测量的。在固定输入电压为 0.8 伏（即 V_{off} ）测输出电压为 V_{OH} 说明关门电平合格。在固定输入电压为 2.0 伏（即 V_{on} ）测输出电压为 V_{OL} 则说明开门电平合格。

7. 同 V_{OL} 一起测的还有低电平负载能力 N ，也称扇出系数，就

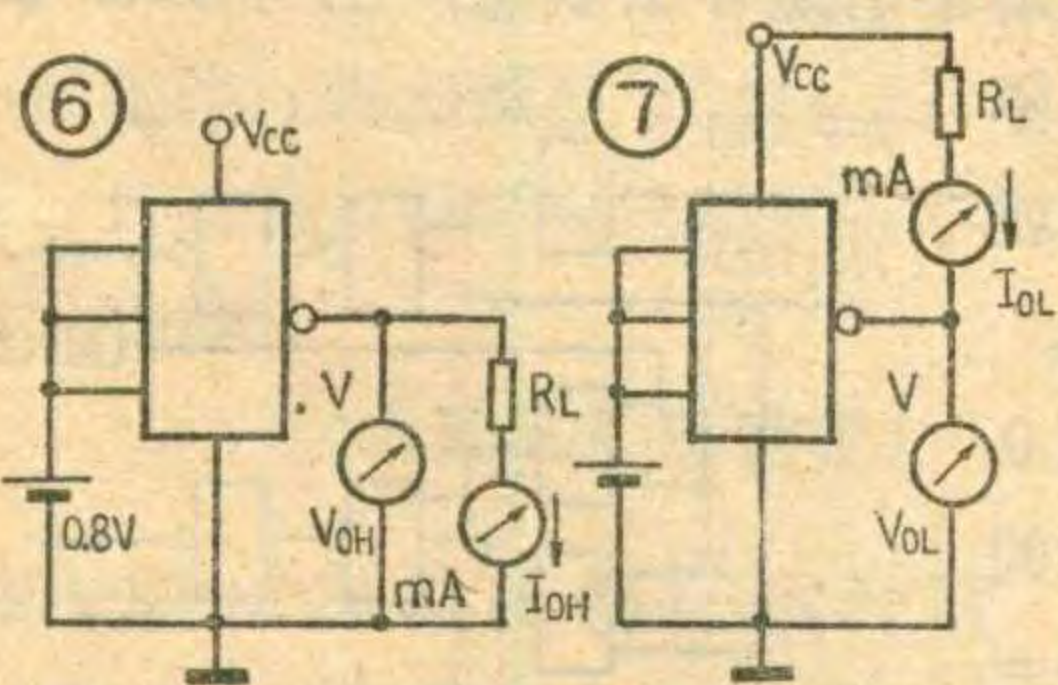


是在规定的低电平输出时，一个门电路输出端能够带动同类型电路的个数。在测量时则是规定带 N 个负载，反过来看低电平是否合格。

8. 输入短路电流 I_{IL} : 当与非门某一输入端接地时，从 V_{CC} 经 R_1 、 T_1 的 be 结至地的电流。图8。

9. 输入交叉漏电流 I_{IH} : 与非门任一输入端接高电平（例如 5 伏）而其余输入端接地时，流入输入端的电流，测试方法如图 9。

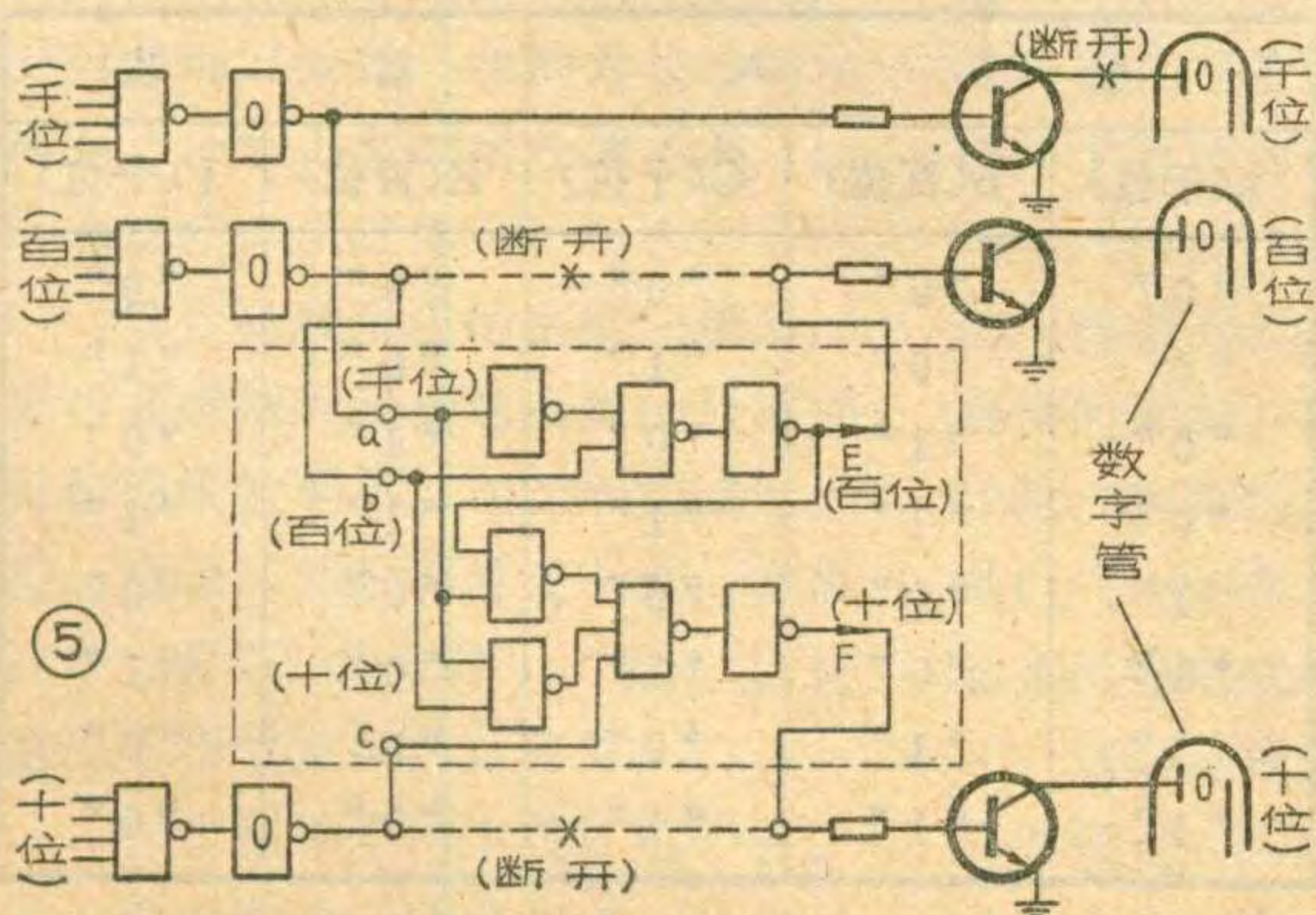
10. 传输延迟 t_{PLH} 、 t_{PHL} 、 t_{pd} : 在与非门的输入端加一信号，则它的输出是一个倒相的信号，但在时间上略有延迟，如图10所示。输出波形下降边的 1.5 伏处和输入波形上升边的 1.5 伏处的时间差称为 t_{PHL} ，意思是：“从高态 (H) 到低态 (L) 的传输延迟”。类似地， t_{PLH} 为“从低态到高态的传输延迟”。这两个数值一般是不一样的，所以“平均传输延迟” $t_{pd} = \frac{1}{2}(t_{PLH} + t_{PHL})$ 。



典型中速 TTL 单与非门的参数表

I_{CCL}	I_{CCH}	I_{IL}	I_{IH}	V_{OL}	V_{OH}	V_{off}	V_{on}	N	t_{pd}
$\leq 7mA$	$\leq 3.5mA$	$\leq 1.6mA$	$\leq 50\mu A$	$\leq 0.4V$	$\geq 2.4V$	$\geq 0.8V$	$\leq 2.0V$	≥ 8	20~40ns

(上接第6页)



论十位数 0 译码器的输出状态是“0”还是“1”，F 被迫为“0”，使十位数的 0 数字不能显出。

采用了这种消 0 法后，如有一个四位数字，原来这四位数全部是 0 时，显示出的是 0000，现在只显出个位数的 0，以表示计数的起始状态。因此，个位数的 0 译码、显示部分就不必改动了。

以上介绍了三位和四位的消 0 法，如果位数再多需要消 0，只要按照上面讲的道理，在此基础上增加些电路，同样可以达到消 0 的目的。

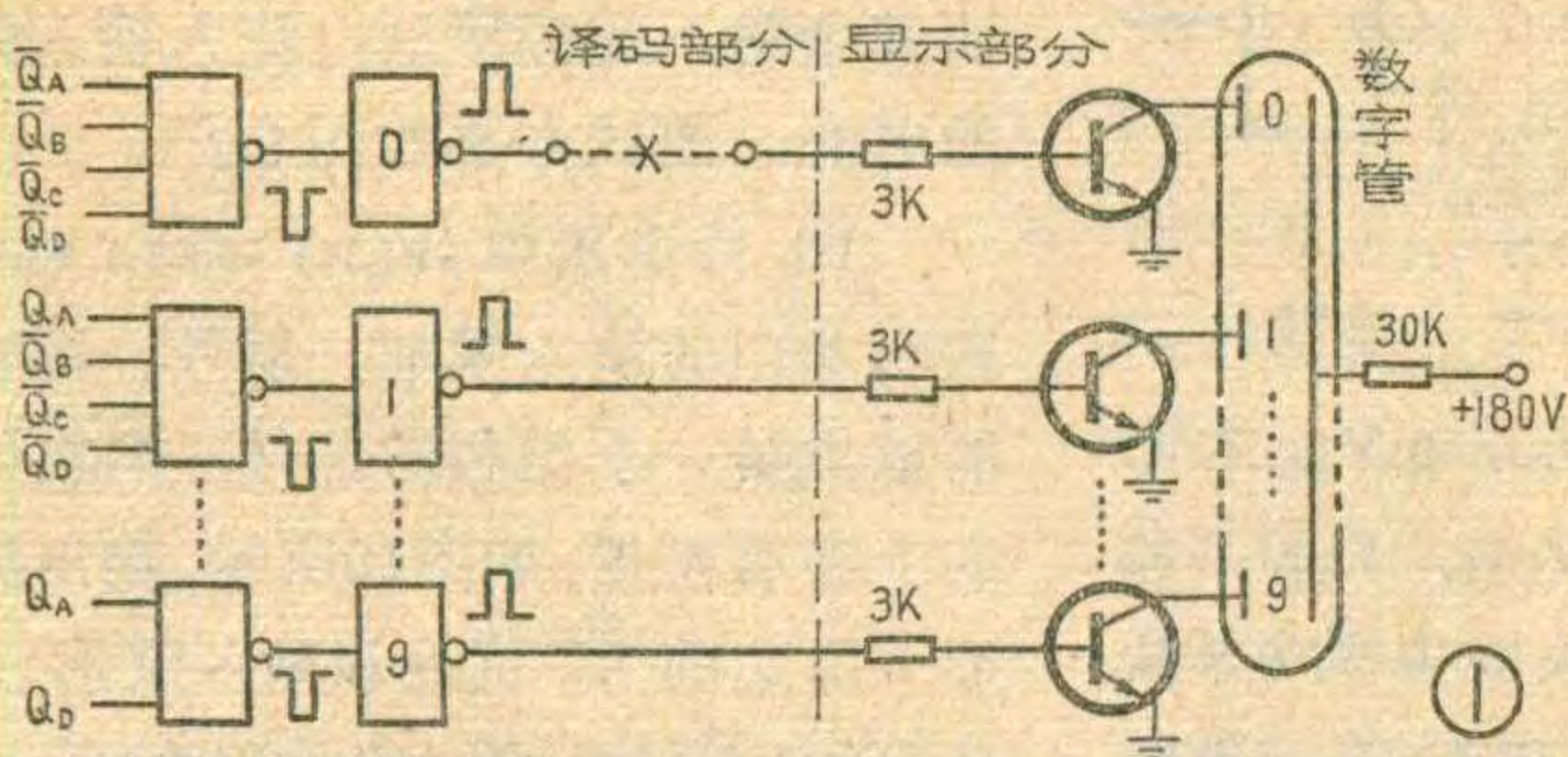
图中的逻辑元件，都是单与非门集成电路。如果原来译码器是采用 TTL 元件的话，可选用 T060 型单与非门；如果译码器是 HTL 元件的，可选用 H003 型单与非门电路作消 0 电路。

消 0 法

邱 贤 杰

在数控设备和数字式仪表中，采用十进制数字显示的地方很多。常常可以看到显示的是 056 或 0023 之类的数字，这样的多位数字容易误视，看起来很不习惯，读起来也会感到别扭。因此就有必要把有效读数前面的 0 或 00 去掉，不给显示出来，如将 056 数字显示成 56，将 0023 数字显示成 23，这就叫做消 0。

注意：在这篇文章里，0 表示数字 0，“0”表示低电平，“1”表示高电平，不能混淆。



要实现消 0，可以同时采取以下两点措施。

一、在显示部分：断开最高位的数字 0 显示线，即把高反压管的集电极连到数字管 0 电极的连线断开（见图 3 中百位数字管部分标出的断开点）。

因为最高位数的 0 始终没有意义，所以，如果总共需要显示三位数，就把百位数的 0 显示线断开；需要显示四位数，就把千位数的 0 显示线断开。

二、在译码部分：将译码器的 0 输出端与显示部分断开（见图 1 中的 × 号），接入消 0 电路。图 2 是三位数显示用的消 0 电路，表 1 是图 2 的真值表。图 3 是加入消 0 电路后三位数显示的具体连接方法。

我们知道，只有当译码器的输出为“1”时，高反压管才能导通，数字管

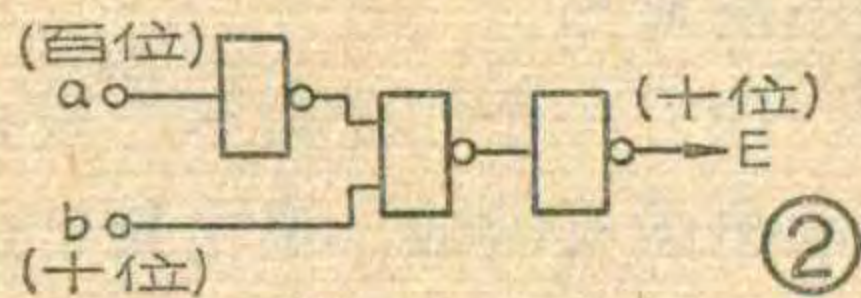
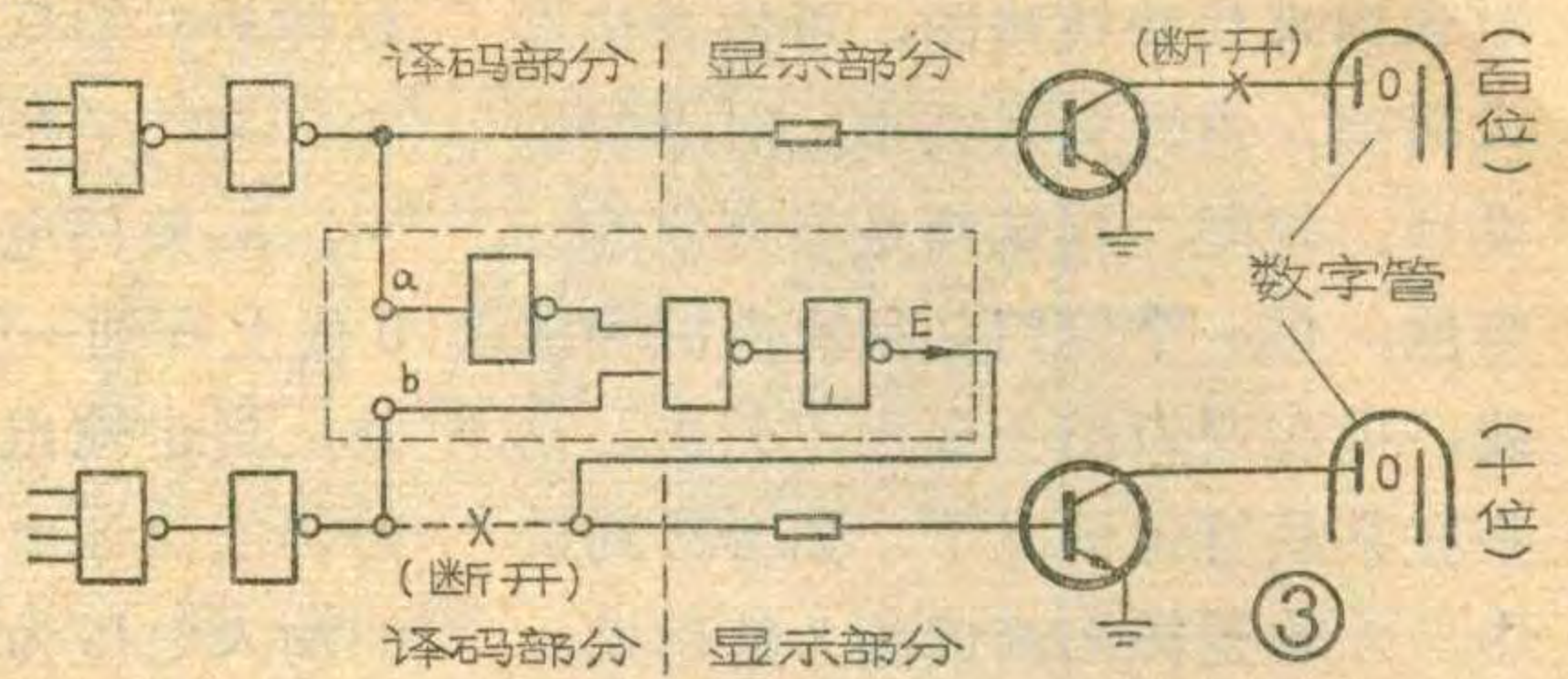


表 1

输 入		输 出
a(百位)	b(十位)	E(十位)
“0”	“0”	“0”
“0”	“1”	“1”
“1”	“0”	“0”
“1”	“1”	“0”

才能通过电流显示出这一位的数字来。反之，当译码器的输出为“0”时，高反压管处于截止，从而数字管没有电流通过，这一位的数字就不能显示出来。

对三位数的消 0 电路，我们要求它能起到如下的作用：（1）当百位数为 0 时，十位数的



0 不显示；（2）只有当百位数不等于 0 时，十位数的 0 才能显示。从真值表 1 可以看出，图 2 这个电路正好适应上述的要求。当 a=“0”时（即百位数不是数字 0 时），E 等于 b 的状态（即十位数若是 0 就可以显示出 0 字）；当 a=“1”时（即百位数是 0 时）则 E 点的状态只能为“0”（即十位数不能显示数字 0）。

图 4 是四位数消 0 电路，表 2 是图 4 的真值表。具体接入线路的方法由图 5 示出。

从图 4 中可以看出上半部分与三位消 0 电路是一样的，只是增加了下半部分。从表 2 真值表中知道，当 a=“0”时，E 等于 b 的原来状态，F 等于 C 的原来状态。因为 a=“0”时，表示千位数不是数字 0，而是 1~9 中的某一个数，所以百位数和十位数如果是 0 都应显示。只有在 a=“1”时，这时千位的 0 译码器的输出为“1”状态，即千位数等于数字 0，但是，因为千位数的高反压管集电极与 0 电极的连线已被断开（第一点措施），所以千位的 0 不显示。同时，因为 a=“1”，所以 E 肯定应该是“0”状态。这就是说，这时百位数的 0 译码器输出不论是什么状态，由于 E=“0”，使百位数的数字 0 不能显示出来，这样就消去了百位数的 0。

对于十位数的 0 是否要消去，唯一的条件是 a=“1”和 b=“1”同时成立时，不

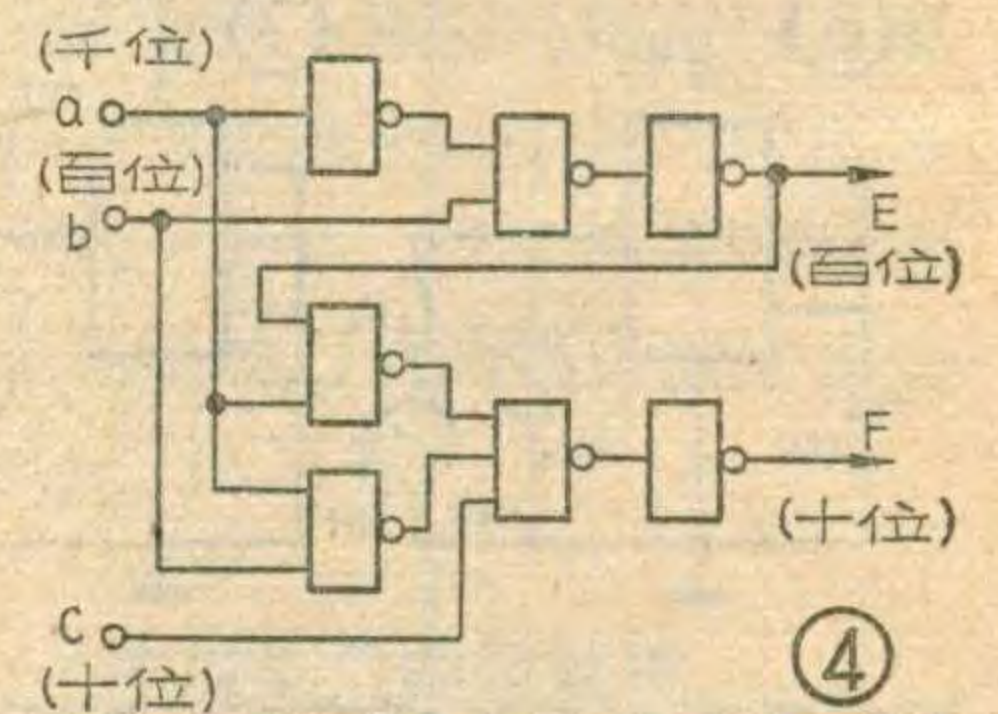
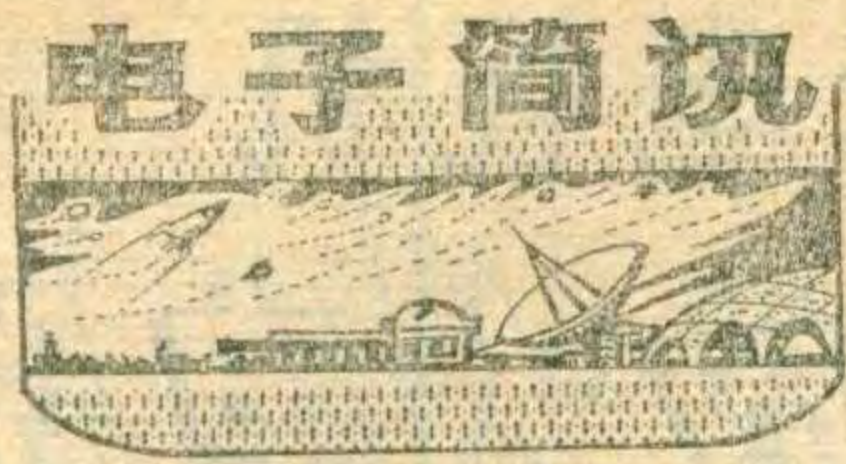


表 2

输 入			输 出	
a(千位)	b(百位)	C(十位)	E(百位)	F(十位)
“0”	“0”	“0”	“0”	“0”
“0”	“0”	“1”	“0”	“1”
“0”	“1”	“0”	“1”	“0”
“0”	“1”	“1”	“1”	“1”
“1”	“0”	“0”	“0”	“0”
“1”	“0”	“1”	“0”	“1”
“1”	“1”	“0”	“0”	“0”
“1”	“1”	“1”	“0”	“0”

（下转第 5 页）



P-MOS 数字圈数仪

我厂技革组通过生产实践，试制一种 P-MOS 集成电路数字式圈数仪。它是采用光电控制电路将圈数转换成脉冲讯号输入到计数器进行计数，计数器又分别输出讯号到显示译码器和控制译码器使数字管显示出所绕制的圈数，并当圈数绕足时控制它自动停止。这种圈数仪适用于绕制各种电感、线圈及变压器。计数范围从 0~9999 圈。若绕线机有惯性时，能指示出惯性圈数。另外，设有预置装置，能控制在此范围内任一圈数自动停车。计数精度为±1 圈，抗干扰性能好。

仪器主要是由三块印刷电路板组成。1、计数板：由十二块集成电路组成分别完成计数、显示译码和时序控制译码的任务；2、控制板：采用 CP1001 与非门电路组成一致电路，担任圈数控制；3、电源、光电输入板。全机结构简单，便于维修。

(上无三厂王世权)

“长沙火车站行包托运计费自动处理系统”试制成功

为了实现铁路运营管理自动化，提高铁路运输量和服务质量，受有关部门委托，我们为长沙新站研制了一个小型数据处理系统，已正式投产，反映良好。

这台处理系统的主要功能是：进行各类型行包托运运费的计算并打印四联发票单，同时可完成对运费、重量、件数等累计工作，在累计中允许“二次托运”、“退运”，还能用于货币兑换的计算等。

整个系统是由主机、电子秤、输入输出装置三部分组成。主机是

一台专门数据处理机，采用微程序控制方式，可同时管理 5 个营业窗口，每个窗口都配有营业员控制台、打印机、电子秤各一台。主机运算速度为 40 万指令/秒；随机存储器：存储容量 1024×4 ；固定存储器：分为数据存储器，容量为 512×16 ；微程序存储器，容量为 1024×32 。电子秤采用北京衡器厂研制的，用光栅转换方式，将秤出的重量值转换为 8421 码，以脉冲信号送往主机输入通道。输入输出装置：采用键盘方式输入，除每个营业窗口设一个控制台外，主机另配有一个控制台，可进行四则运算。输出装置是数码显示管和打印机，每个营业控制台上装有 26 个数码管，可同时显示重量、里程、票数、件数以及运费等五种量值。

在研制中我们还采取了提高算价的可靠性和设备稳定性的措施。如设置了“复算程序”“标准价核算子程序”。采用大板结构，减少联线，采用多种屏蔽措施，加强抗干扰能力。此外，还配有“诊断程序”，便于维修和调机。

(湖南大学“自动处理系统试制小组”)

高压输电线的无线电测振装置

高压输电线因振动引起断股损伤，一直是影响线路安全运行的重要因素之一。为了掌握电线的振动规律、提出有效的防振措施和加强运行维护，必须精确测量输电线的各种振动参数。但是，输电线上带有几十万伏的高电压而且又架设在高空，因此，长期以来，输电线振动参数的测量，成为输电工程上待研究的课题。近年来，华东电力设计院、南京供电局和上海金陵无线电厂共同协作，研究并试制成功一套高压输电线的无线电测振装置。

这套装置采用 5KHZ/150MHZ 双调频程式的遥测系统，整个系统由测振头、发送装置、太阳能充电

装置和接收装置四个主要单元组成。可用来遥测 22 万伏带电或不带电导线振动的振幅 (0.1~2 mm)、频率 (10~100 HZ) 和加速度，并能录制振动波形。平地遥测距离可达 5 公里，遥测信号按每隔十分钟发送 10 秒钟的方式抽样测量和同步记录。发射部分用太阳能浮充的 15V、6AH 镍镉蓄电池供电并与导线等电位连接。由于采取了多种防护措施，能够防止各种干扰和保证设备免受高压损坏。

这套装置经有关部门鉴定和 22 万伏大跨越线路的实际应用，主要技术指标都达到了设计要求。

(华东电力设计院)

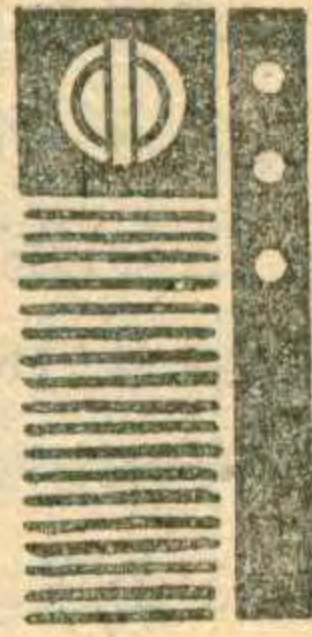
晶体管直流参数自动测试设备

四机部第五研究所和我厂共同研制出 D44-1/XW 型晶体管直流参数自动测试设备。这是应用电子技术改造本行业的一项新设备。

这种设备是由测量部件，数字电压表，打印输出和程控系统四个部分组成。工作时，将晶体管序列中的被测晶体管接入测量部件后，测量的结果——电压，被送到数字电压表进行模—数转换，变成二—十进制编码“数”。打印输出控制器控制宽行打字机，把数字电压表存放的编码“数”，用十进制数值再打印记录在纸上，整个传递过程全部是自动的。它主要是测量 1 瓦以下中小功率晶体管直流参数。一次可测量 32 个晶体管的 10 项参数 (I_{EBO} 、 I_{CEO} 、 I_{CBO} 、 V_{BES} 、 V_{CES} 、 BV_{EBO} 、 BV_{CEO} 、 BV_{CBO} 、 V_{BE} 、 H_{FE})。误差±3%。每项参数的测量时间为 2 秒。主要适于科研单位、工厂、高等院校大量筛选晶体管使用。

这套设备还配有转接插头座，可以和中小功率老化台配套，也可以和恒温箱等设备连接。

(广东兴宁无线电厂)



图象中频放大电路

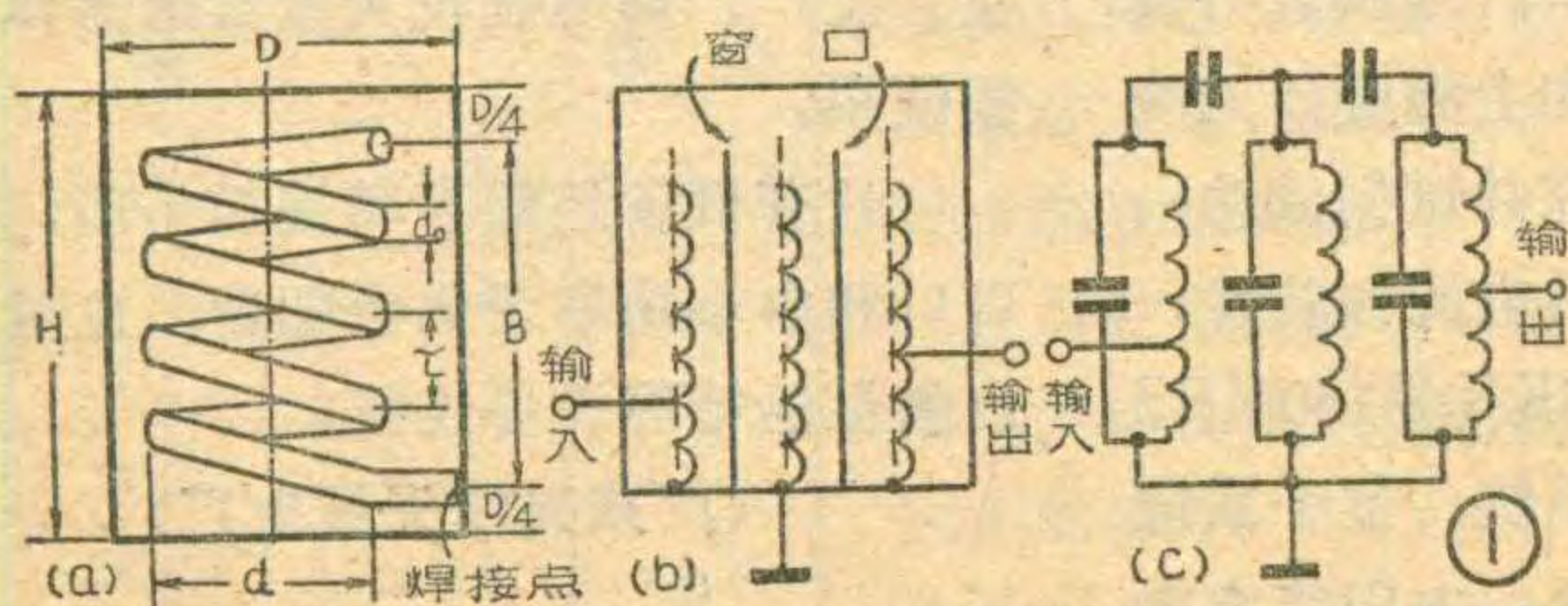
北 田

图象中频放大电路，在电视机中，位于高频头和视频检波器之间，它是通道的主要组成部分。中频放大电路，是由放大电路和频率特性形成网路两部分构成。在电视机的通道中，它是提供增益和频率特性（即振幅频率特性和相位频率特性，简称幅频特性和相频特性）的重要电路。为了减小检波失真，需要把高频头送来的中频电视信号放大到 $6 V_{pp}$ （峰—峰值）左右，才能在检波负载上获得 $1 V_{pp}$ 的视频输出。因此，要求中频放大电路必须有 60 dB 左右的增益；并要求在不同强度输入信号的条件下，能够进行自动控制，以保证在接收强信号时，不致引起末级中放过载；另一方面为了在还原视频信号时，保证包络失真最小，要求幅频特性满足电视残留边带制接收（简称残带制）的要求，而且要求相频特性在通带范围内呈线性。

一、频率特性形成网路

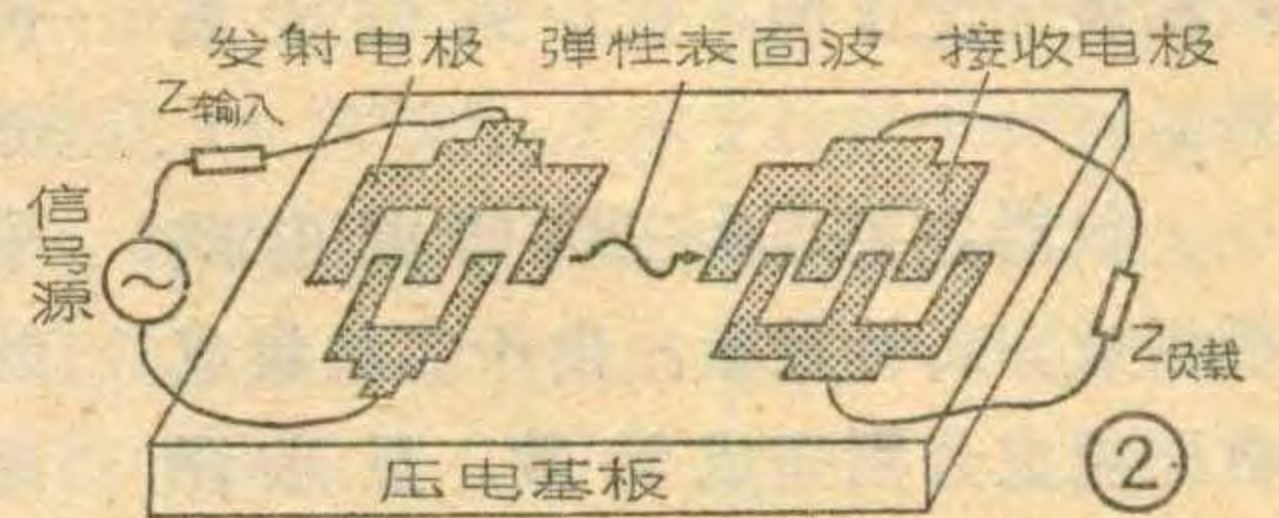
形成频率特性的网路叫频率特性形成网路，常见的有集中参数 LC 电路，此外还有分布参数 LC 电路和固体滤波器（例如最近出现的声表面弹性波滤波器）。

1. 集中参数 LC 频率特性形成网路。这种网路由多个 LC 谐振电路构成，有单调谐电路、双调谐电路和比较复杂的网路。它们的谐振频率可以调在同一频率上（同频调谐），也可以分别调在不同的频率上（参差调谐），但目的是为了综合频率特性满足一定的设计要求。从布局上来分，又有分立式和集中式两种方式。分立式是把单个 LC 调谐电路间置于各级放大电路，并兼作各放大电路之间的耦合电路；或者作为中频放大电路输入端与高频头、输出端与视频检波电路的匹配网路。这样使电路元件数大为减少。联合设计 31 厘米电视机就是采用的这种方式。集中式，则把频率特性形成网路作为一个整件置于中频放大电路之前或其中，这种方式多用在集成电路中频放大电路中。



因为它们可以事先调好，装上电视机以后，不必再调。所以，使用比较方便。另外一个优点是便于换用固体滤波器。

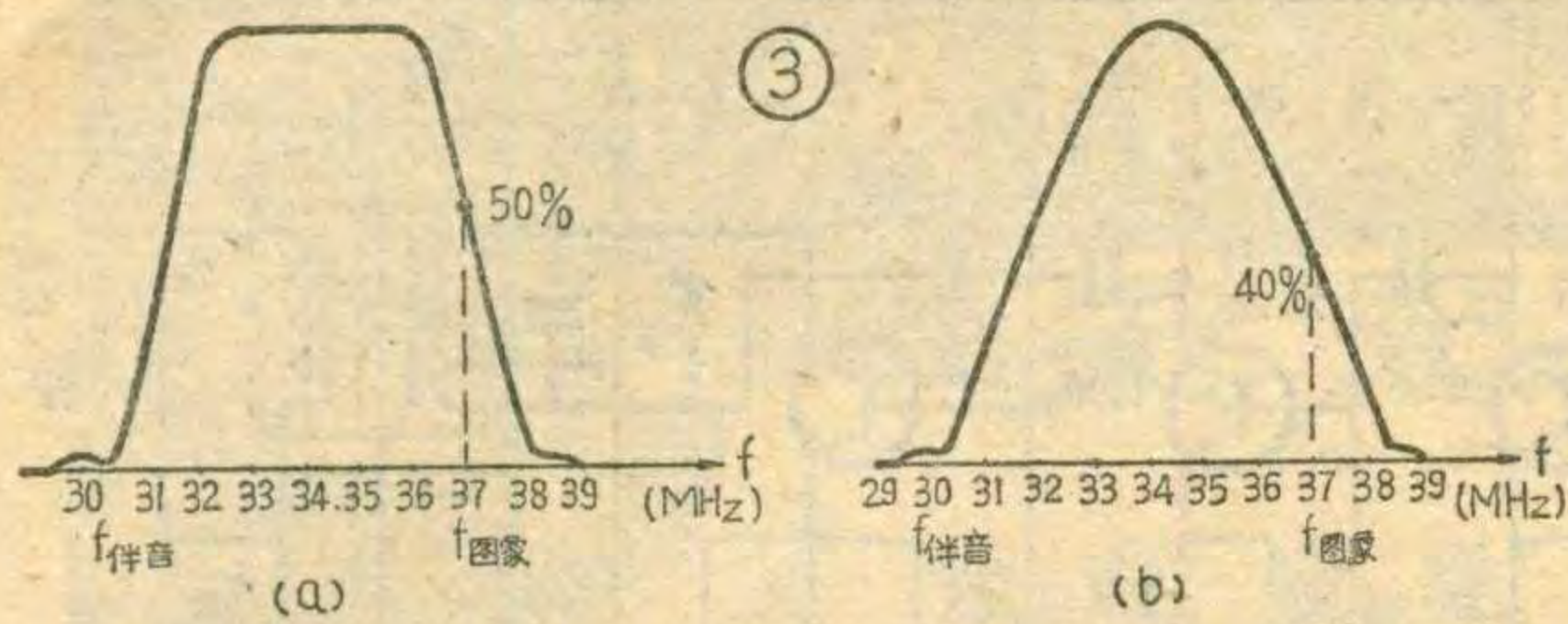
2. 分布参数的 LC 滤波电路。现以螺旋谐振器为例，简单介绍一下。螺旋谐振器的构造如图 1 (a) 所示，它是由内径为 D 的金属圆筒（也可作成方形）作为外导体，而内导体为一螺旋线圈。线圈的平均直径为 d ，与外导体同心配置。线圈由直径为 d_0 的导线绕成，节距为 τ ，此线圈一端与外导体焊接，另一端开路。利用内导体所形成的电感和内外导体之间的分布电容，构成一个谐振电路。根据计算，可以使它谐振在指定的频率上。由于它的 Q 值很高（约 1000 左右），所以，把这样几个谐振电路组合起来，就可构成一个非常理想的滤波



电路。组合的方法如图 1 (b) 所示，利用外导体开窗口的办法，使紧靠在一起的几个谐振电路通过窗口获得耦合。窗口大，耦合就紧；窗口小，耦合就松，其等效电路如图 1 (c) 所示。调整各窗口的大小和各谐振电路的谐振频率，可以得到预期的频率特性曲线。

3. 固体滤波器。固体滤波器的种类很多，声表面弹性波滤波器，就是其中的一种，其结构如图 2 所示。它是在特制的压电材料基片上，装上两组叉指形电极，一组与输入信号相连，另一组与输出负载相连。这样就会在电极附近形成声表面波，利用表面波传播电视中频信号。电极的尺寸和间隔不同，传播的表面波的频率（或频段）也不同。如果设计得当，就可以制出满足电视机需要的滤波器。由于集成电路等微电子学工艺的发展，可以精确地制出各种尺寸的电极，这样就省去了在工厂中对滤波器复杂的调整，大大提高了生产效率。但这种声表面波滤波器目前还存在着插入损耗较大等缺点。

除声表面波滤波器之外，上述几种 LC 频率特性形成网路的幅频特性与相频特性是相互依存的，一般幅频特性确定以后，相频特性也随之确定。通常只要用扫频仪等仪器把幅频特性调好后，就不再检查相频



特性了。实际上，相频特性对图象质量的影响，在某种程度上要比幅频特性更严重。大家知道，中频放大电路的幅频特性反映的是中频电视信号通过此电路时，各频率分量之间振幅的相对比例关系。在中频放大电路的通带内，要求幅频特性尽可能平坦，即各频率分量的放大倍数要一样。这样就使放大后的中频电视信号各频率分量振幅的相对比例关系保持不变。如果中频放大电路的幅频特性不平坦，就会使各频率分量得到不同程度的放大。假如高频分量的振幅相对减小，这样就会降低图象的清晰度。反之，高频分量的振幅相对增大，就会使高频过冲，产生振铃现象，同样也会影响图象的清晰度。

中频放大电路的相频特性，则反映中频电视信号通过此电路时，各频率分量之间的相位延迟情况。在中频放大电路的通带内，要求相频特性呈线性，即要求各频率分量的相位延迟与频率成比例，也就是说各频率分量的延迟时间要一致。如果相频特性不呈线性，就会使各频率分量传送到屏幕上的时间不一样，有的早，有的晚，这样就破坏了各频率分量原来在时间上的相互关系，使还原出来的图象与原图象出现不同程度的偏离，结果使图象出现拖尾等现象，造成图象模糊不清。

可见，相频特性不好对图象造成的影响比幅频特性不好所造成的影响更严重。因此，有时为了照顾相频特性宁愿牺牲一些幅频特性。

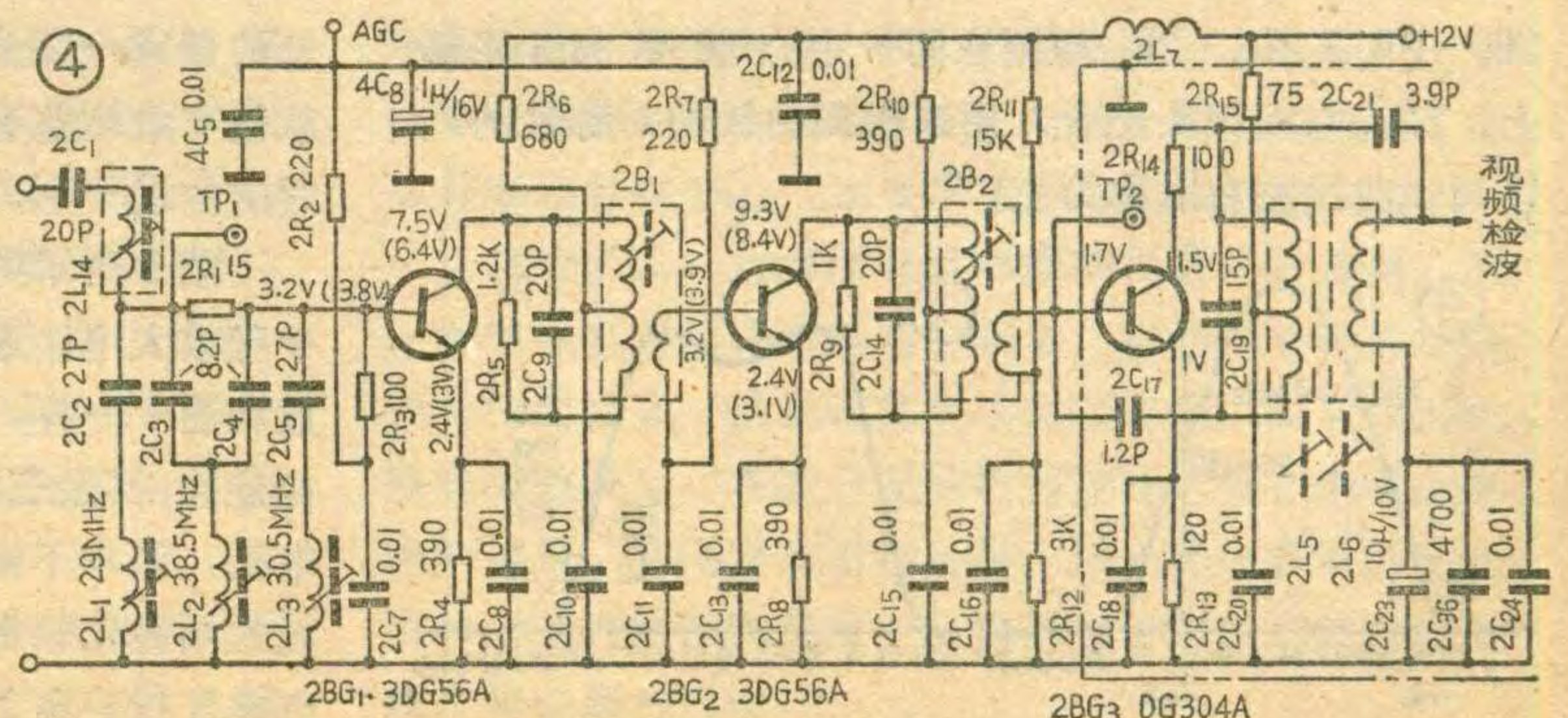
目前电视机中，中频放大电路的幅频特性曲线有两种形式。一种为平顶形，如图3(a)所示；另一种为草垛形（俗称馒头形），如图3(b)所示。平顶形具有较宽的频带，它与残带制所要求的理想幅频特性比较接近。但是，相频特性较差。因为这种曲线，在通带内幅频特性变化比较剧烈，所以，相频特性偏离线性也比较大。从图3(a)可以看出，在距离图象载频点1兆赫左右的地方，幅频特性曲线由线性变化状态突然转变成平顶状态，而且平顶部分比较宽。由于幅频特性发生了急剧变化，所以，相频特性的线性必然要变坏。又因为视频信号在1兆赫前后的频段上，是人眼视觉

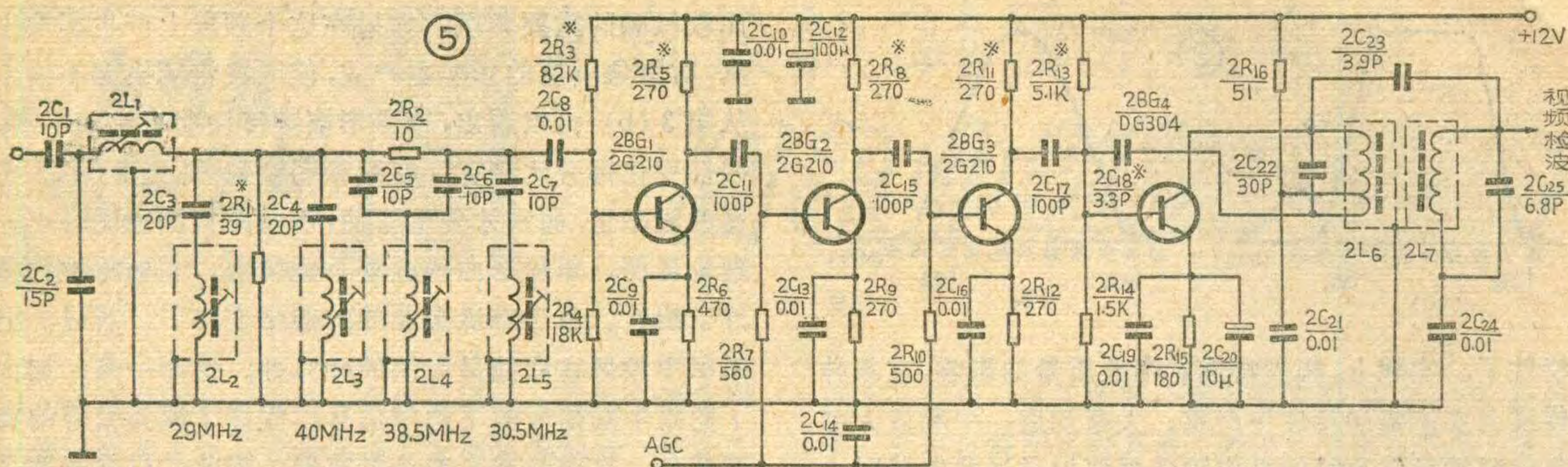
比较敏感的重要频段，如果在这个频段上产生相位失真，对图象质量的影响更严重，使图象轮廓模糊不清。从图3(b)可以看出，草垛形幅频特性曲线比较平滑，线性变化部分比较宽，在距离图象载频点2~2.5兆赫的频率上，曲线才发生弯曲，弯曲的范围也比较小。理论证明，草垛形曲线在整个通带内，相频特性都接近于线性。由于草垛形曲线的通带变窄了，所以，把图象中频调在曲线最大值的40%处。这样一来，加大了图象中频信号的下边带信号，提高了视频信号的高频成分，这对改善图象质量有利。因此，目前普遍采用草垛形曲线。草垛形幅频特性曲线除了上述优点外，它对高频头的调谐位置要求不太严格，而且通频带比较窄，相对来说，提高了整个电视机的信杂比。缺点是分辨率不如平顶形。但是，如果在视频放大电路中，作相应的配合，就能取得较好的效果。

二、吸收回路

吸收回路，主要是用来弥补一般频率特性形成网路，对不需要接收的信号抑制能力的不足而设置的。所谓不需要接收的信号，是指下邻频道的伴音载频和上邻频道的图象载频。此外，对本频道伴音载频也需作必要的抑制。换句话说，如果频率特性形成网路能够做到不仅频率特性符合电视制式的要求，而且对不需要接收的信号也有足够的抑制能力，那就可以不用或者少用吸收回路了。必须指出，有的吸收回路对相频特性的破坏是很严重的。例如，对下邻频道伴音载频的吸收回路，它离本频道图象载频很近，只有1.5兆赫，吸收回路的存在，必然会使那里的曲线发生急剧的变化，从而使靠近本频道图象载频附近的相位特性变坏，严重影响了图象的质量。

一般常用的吸收回路有串联谐振式、并联谐振式、串并联谐振式及桥T式网路等。串联和并联谐振式吸收回路，吸收深度较浅，但结构简单，多用在上下邻频道图象载频和本频道伴音载频的吸收上；串并联谐振式吸收回路，常用来作本频道伴音中频吸收回路。它有两个谐振频率，一个是串联谐振频率，一个





是并联谐振频率。利用串联谐振点作为吸收载频点，而将并联谐振点放到通带里，来提升图象中放低端的频率特性，以便改善幅频特性。桥 T 式吸收回路的吸收深度较深，常用在对下邻频道的伴音载频吸收上。

另外，从放大器本身的电路形式来分，又有共发射极和共基极两种。共发射极电路增益比较高，但输出阻抗较低，使其 Q 值下降，对频率特性形成网路有一定的阻尼作用。共基极电路有较高的输出阻抗，但输入阻抗比较低，增益比较小，动态范围比较大，多用在末级中放上。

三、联合设计推荐的两种中放电路

图 4、图 5 为全国联合设计 31 厘米电视机推荐的两种实际中频放大电路。

图 4 所示的电路与全国联合设计 23 厘米电视机的中频放大电路通用。共采用三级放大电路，频率特性形成网路采用分立式集中 LC 滤波电路。除末级中放采用双调谐回路与视频检波电路相连接以外，其余两级均以单调谐回路作为级间的耦合电路。中放输入端由 $2C_1$ 、 $2L_{14}$ 组成耦合电路，以便与 K_{P12-2} 高频头相匹配。本电路共用了三个吸收回路，上邻频道图象载频 (29 兆赫) 的吸收回路，由 $2C_2$ 、 $2L_1$ 组成；本频道伴音载频 (30.5 兆赫) 的吸收回路，由 $2C_5$ 、 $2L_3$ 组成，这两个吸收回路均采用串联谐振电路；下邻频道伴音载频 (38.5 兆赫) 的吸收回路，由 $2C_3$ 、 $2C_4$ 和 $2L_2$ 组成，采用桥 T 式吸收回路。

本电路的幅频特性总曲线，如图 6 所示。其中， $2B_1$ 、 $2B_2$ 、 $2L_5$ 、 $2L_6$ 均调在同一中心频率 34.5 兆赫上。 $2L_{14}$ 与高频头配合，用来微调曲线的对称性的，以调到曲线左右对称为止。

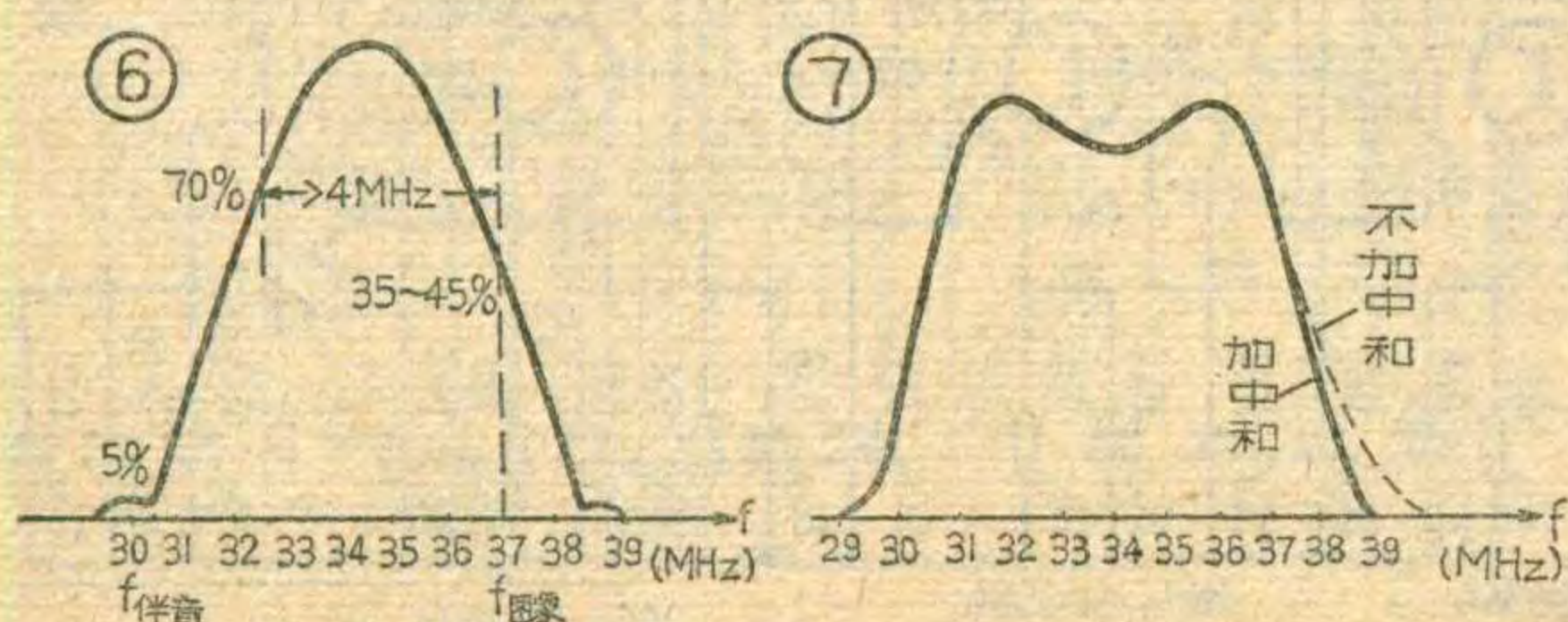
在三级放大电路中，前两级加有自动增益控制 (AGC)，因此，此两级的晶体管必须采用具有正向 AGC 特性的晶体管，如 3DG 56A、3DG 79A 等。末级中放管，要求有较大的动态范围和输出功率。因为中频信号经过前两级放大以后，送到末级中放时，信号已经比较大，而且要求末级中放集电极上的信号幅度达到 $6V_{pp}$ ，所以，需要末级中放管具有较大的动态范围及功率输出，否则就会使信号被压缩，丢失同步信号。因此，需要采用专用的末级中放管，如 DG304、2G211 等。

三级中放的增益分配大致如下：末级中放至视频检波输出的增益为 30~36dB；第二级中放的增益约 20dB；第一级约为 10dB。由于第一、第二级的中频信号还比较小，所以，加 AGC 电路后，不会引起信号失真。

末级中放电路加有中和电容 $2C_{17}$ ，可使末级中放曲线的对称性更好一些，如图 7 所示。从图可以看出，这是一个略为过临界耦合的双调谐曲线，通过调整耦合电容 $2C_{21}$ ，就可改变其耦合度，改变耦合度又可以改变曲线凹陷的大小，一般要求凹陷为最大值的 15% 左右。

$2R_5$ 、 $2R_9$ 为调谐电路的阻尼电阻，使 $2B_1$ 和 $2B_2$ 所形成的单峰曲线与 $2L_5$ 、 $2L_6$ 所形成的双峰曲线相配合，构成圆滑的草垛形曲线。 $2R_3$ (100Ω) 为匹配电阻，它使从中放输入端看进去的阻抗，在通带内基本接近于 75Ω ，以便与高频头相匹配。 $2R_{14}$ (100Ω) 是用来提高末级中放的稳定性的。加 $2R_{14}$ 以后，中放管的负载一部分为电阻，另一部分为中频变压器，这就使有效增益有所下降，从而改善了更换中频变压器时的曲线差别。

图 5 所示的电路与全国联合设计 40 厘米电视机的中频放大电路通用。共采用了四级放大电路。末级中放和图 4 一样，也是采用双调谐电路与视频检波电路相连接，其余三级均采用 RC 耦合电路。RC 耦合放大电路，基本不需要调整，电路也比较简单。但是每一级的增益比较低，所以，要比前一种电路多一级放大电路才行。由于每一级所承担的增益较低，所以，电路





无光栅(续)

孙民庆 邓斌学

二、无光栅、有伴音

无光栅、有伴音的情况基本上可以认为电源电路正常。在这种情况下，电视机出现无光栅故障，就要认真检查行扫描、显象管及其有关电路。因为只有行扫描电路产生正确的锯齿波电流去控制显象管的电子射束，显象管屏幕上才有可能形成光栅；而产生电子射束的关键又取决于显象管本身及其有关电路。检查时先检查哪一部分后检查哪一部分，这并没有严格的次序；但区别这两部分产生故障的部位，往往以检查有无12KV高压为分界线。因为有正常的高压就说明行扫描电路工作正常，无光栅故障出在显象管及其电路。若没有高压，则故障可能出在行扫描电路。

检查有无高压，要先做一些外观检查，如看看电子管是否插牢，管帽是否脱落，第二阳极高压弹簧是否脱落；接通电源后显象管灯丝是否发亮，显象管管颈内是否有蓝光(这是真空不良)或充满紫光(这是漏气)，显象管电子枪内是否有碰极打火现象；转动一下行同步电位器，听听有无行频叫声，若有行频叫声则说明行输出级以前部分都是正常的；显象管高压帽不干净、受潮或漏电时，第二阳极高压要打火，发出臭氧气味，这种现象能帮助我们判断行扫描电路是基本正常的。

的稳定性较好。各级增益的分配大致是：末级中放为34~36dB，第二、第三级各为10dB，第一级约为8dB。

中放电路的输入端由 $2C_1$ 、 $2C_2$ 、 $2L_1$ 组成耦合电路，以便与 K_{P12-2} 高频头相匹配。本电路共用了四个吸收回路，其中 $2L_2$ 调谐在上邻频道图象载频(29兆赫)上； $2L_3$ 调谐在40兆赫上； $2L_4$ 调谐在下邻频道伴音载频(38.5兆赫)上； $2L_5$ 调谐在本频道伴音载频(30.5兆赫)上。除了对下邻频道伴音载频采用桥T式吸收回路外，其余均为简单的LC串联谐振吸收回路。与前一种电路不同的是多了一个40兆赫的吸收回路，这是为了克服38.5兆赫吸收回路在带外引起的曲线凸起。加上40兆赫的吸收回路后，可以抑制带外的杂波干扰。

末级中放的双调谐回路，也是调成略有双峰的过临界耦合曲线。配合调整 $2L_1$ ，可以调出草垛形总幅

经外观检查没有发现明显故障时，就要进一步检查有无高压。在没有高压表的情况下，可用绝缘良好的改锥进行火花放电，即手持改锥的绝缘柄，使其金属部分与(地)相接，然后将改锥尖端接近第二阳极接头，一般正常时在距5~10毫米处就出现火花放电。因为这个电压是经过整流的直流高压，所以火花的特点是一条白光。也可在身体与大地充分绝缘的情况下，用改锥直接去接近高压接头，这样火花放电的距离要小些，一般在3~5毫米即可说明高压是正常的。用火花放电法测高压，要动作迅速，避免长时间打火；并要把亮度旋钮放在较小位置。因亮度开得很大，显象管发射的电子射束电流就大，高压就要降低。行同步旋钮放在大约中间位置，因为行频频率虽有一定的稳定范围，但当同步电位器旋到两端时其振荡频率往往偏离规定行频较多，会导致高压不准确。

在进行上述初步检查后，我们可按照两种情况，分别进行处理。

1. 无高压

(1)故障原因分析：

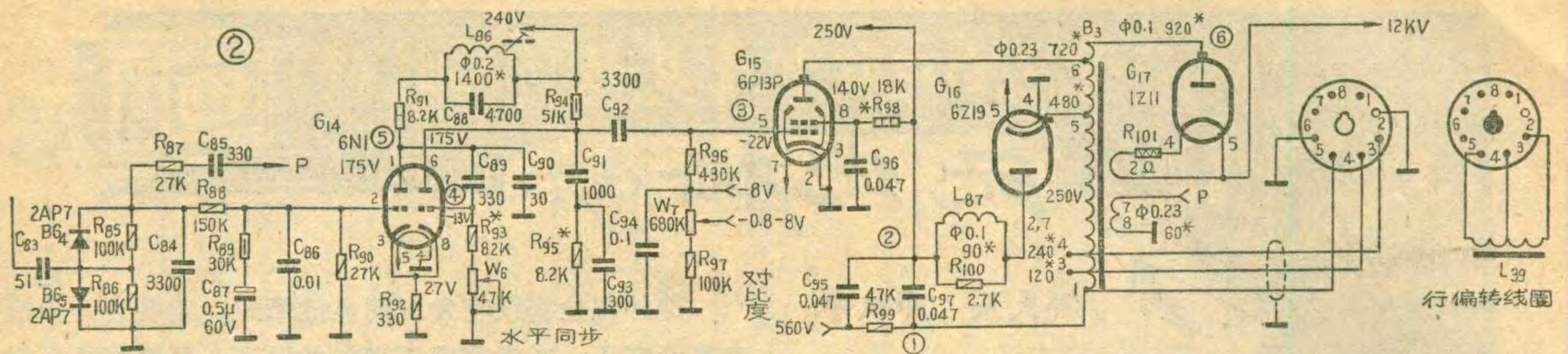
无高压，说明故障可能出在行扫描电路，而行扫描电路包括行振荡级、行输出级和高压整流电路。如果行输出级有故障，高压整流电路就不会工作，但行振荡级不一定不工作；行振荡级有故障，行输出级和高压整流电路就都不可能正常工作。

(2)故障点的判断：

频特性曲线。 $2L_1$ 具有较高的Q值，能够使曲线顶部隆起来。

在四级放大电路中，中间两级加有自动增益控制，因此，这两级必须采用具有正向AGC特性的专用晶体管。第一级中放，要求采用噪声系数小的低噪声晶体管。末级中放，除了在晶体管的集电极上没加稳定电阻外，其他电路基本上与前一种电路相似，也加有中和电容 $2C_{18}$ ，也要求采用专用末级中放管。

总的说来，这两种电路都能获得较好的效果。第一种中放电路的调谐电路比较多，容易调出较好的幅频特性曲线来，但是调整手续比较麻烦，而且放大电路的级数较少，各级分配的增益较高，要妥善考虑电路的排列，否则容易引起自激。后一种电路调整手续简单，但因调谐回路较少，要调出较好的幅频特性曲线，需要周密的设计。



遇到无高压情况，我们一般采用电压测量法来判断故障部位。根据行扫描电路的特点，如图2所示，一般可先在测试点①测量提升电压和在测试点⑥用火花放电法测试高压整流管屏极电压，以区别故障出在高压整流电路还是出在行输出电路。

①检查高压整流电路：

若提升电容 C_{97} 提升端有 560V 电压，这说明行扫描输出级是正常的，无高压故障出在高压整流电路。这时用火花放电法测试高压整流管的屏压，如该处放出的火花是一根弯曲的紫线，就说明该点以前的电路正常。可以判定，故障出在高压整流管及其灯丝电路。

遇到这种情况，可换新管试验或把 1Z11 拔出来，看看通电时它的灯丝是否呈现暗红色。若检查 1Z11 灯丝未断，还要检查灯丝接线是否脱焊，和灯丝串联的 2Ω 电阻丝是否折断。还有，当高压整流管碰极时，如把高压接触簧拔下，这时在接触簧上也有高压，但用火花放电法测试会出现弯曲的紫线，这是未经整流的交流脉冲高压的象征；而当把高压接触簧接到显象管第二阳极后，交流高压脉冲电压将被由石墨层所形成的滤波电容短路掉。如果高压整流管屏极电压不正常，那就要检查高压线包。高压包常见故障是断路和局部短路。其电阻值一般为 200Ω ，但局部短路可用手摸温升的方法判断，有局部短路故障的线包，其温升都较正常时为高或发烫。

若 560V 电压不正常，可用在测试点③测量行输出管栅压的方法，判断故障是出在输出级还是出在振荡级。若输出管栅极有 $-20V$ 左右电压，这说明行振荡级基本正常，并且输出管栅阴电路也是良好的，故障出在输出级。当输出管栅极没有正常的栅偏压时，除输出管损坏之外，一般故障出在振荡级。

②检查行输出级电路

提升电压不正常一般可分三种情况：若对地电压为零伏是阻尼管 6Z19 断极；若只有 250 伏一般是低压包短路，6P13 管脚或屏帽接触不良，6P13 失效；若提升电压在 350 伏左右，多数故障出在输出级，但也可能因振荡级的振荡频率偏离行频过多造成的。

提升电压太低的原因，可用测 6P13 屏流或阴流的办法检查。在有负荷并且情况正常时，屏流为 $60\sim 70mA$ ；拔掉偏转线圈时，为 $20\sim 30mA$ 。若在不接偏

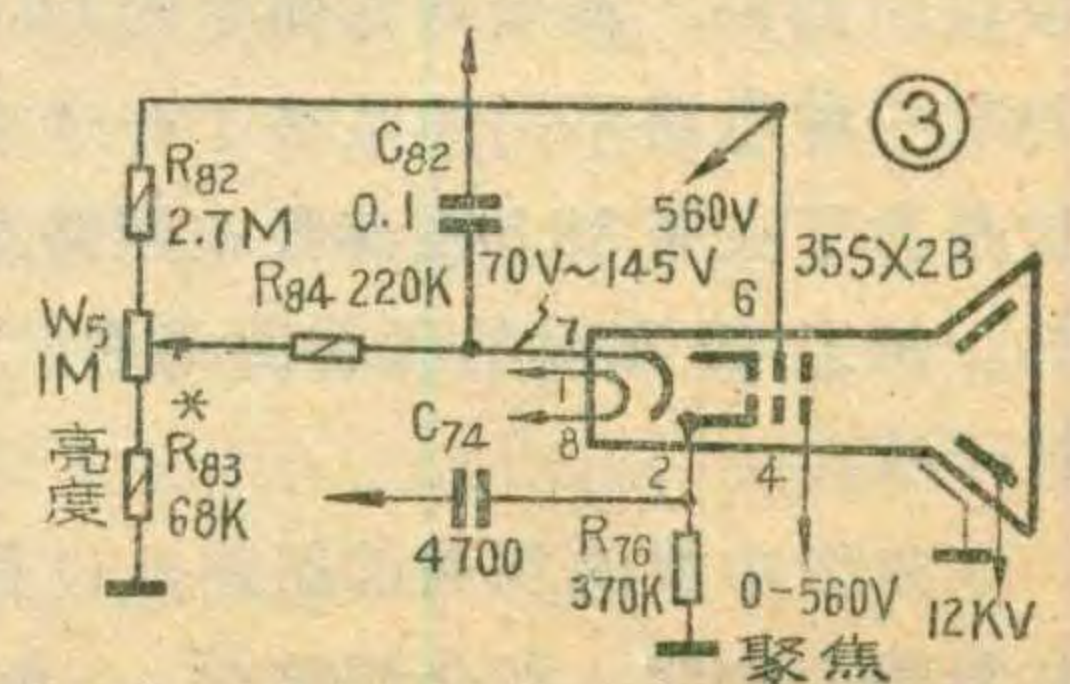
转线圈的情况下，屏流达到 $50mA$ 或更大，一般是输出线包有短路故障。在不接偏转线圈时提升电压正常，接上偏转线圈后提升电压急剧下降，而输出管屏流也不超过正常值，这一般是提升电容 C_{97} 失效造成的；如果输出管屏流猛增到 $100mA$ 以上时，这可能是偏转线圈或其插头、插座部分有短路故障。还要注意，提升电压还经电阻 R_{75} 和垂直幅度电位器 W_2 供给场振荡级 6N1 的屏压，若垂直幅度电位器的碳片与转轴漏电或短路，也会造成无提升电压、输出管屏流增大、6Z19 屏极发红等故障现象；但这时将烧焦去耦电阻 R_{99} 。还有行输出变压器的 1、3、4 抽头和偏转线圈插座之间的接线是金属隔离线，而且隔离皮又距输出线包较近，当隔离皮与输出线包接近时有击穿线包的情况，也有接线在隔离管内烧毁造成短路的情况。

③检查行振荡电路

当检查行输出管栅极（测试点③）没有 $-20V$ 偏压时，这一般是振荡级不起振的反映。若栅压出现正值则是 C_{92} ($3300P$) 耦合电容击穿或漏电。要进一步判断振荡级是否起振，可测振荡管 6N1 的 7 脚（测试点④）栅极电压，正常值为 $-13V$ 左右。如果栅极出现正电压，这是屏栅耦合电容 C_{89} ($330P$) 击穿或漏电严重，振荡器必将停振。当水平同步电位器 W_6 ($47K$) 和串联电阻 R_{93} ($82K$) 断线时，振荡器也要停振；但这时用电压表测量栅极电压，却往往使荧光屏出现光栅，这是由于电压表并联到栅极电路时，表的内阻起着栅极电阻的作用，所以振荡器又工作了。稳频回路线圈断线时，6N1 的 1 脚（测试点⑤）无电压，阴极耦合电阻断路时则无屏流，这些都会使振荡器停振。

(4)检查鉴相电路

惰性抗干扰同步电路出现故障引起的无光栅现象很少见到。但是，振荡频率是受加到 6N1 管栅极（2 脚）的直流校正电压控制的，如果鉴相器电路中的元件损坏，就会使两个检波回路工作不平衡，因而产生一个不正常的直流电压加到振荡器的栅极，使振荡频率随之发生不正常的变



化。当频率偏离行频过大时(不论变得太高或太低),都将导致高压的大大降低,可能造成无光现象。

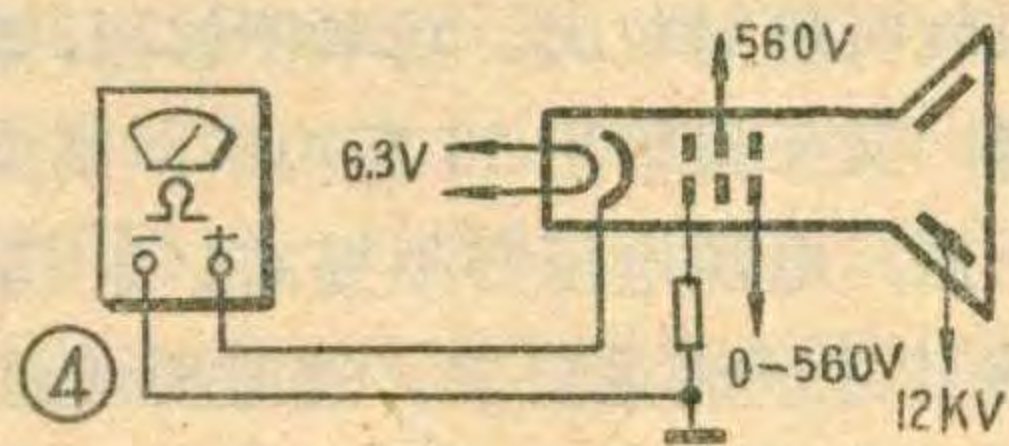
2. 高压正常

(1) 故障原因分析:

如果高压正常,这表明行扫描电路工作正常,无光栅故障出在显象管及其有关电路。这大致有三种情况:一是显象管本身的故障,如断极、老化和漏气等等;二是显象管电路元件损坏,不能给显象管各极提供正常电压;三是因显象管存在连极、漏电等故障,也导致其相关电路破坏正常工作状态。在分析原因时,要抓住三种情况的特征,找出存在的故障。切不可

以为显象管没有明显故障,又有正常的高压,不发光的原因就是离子阱位置不对,因此就

去盲目地转动离子阱;再不发光,就轻率地判定显象管失效。



(2) 故障点的判断:

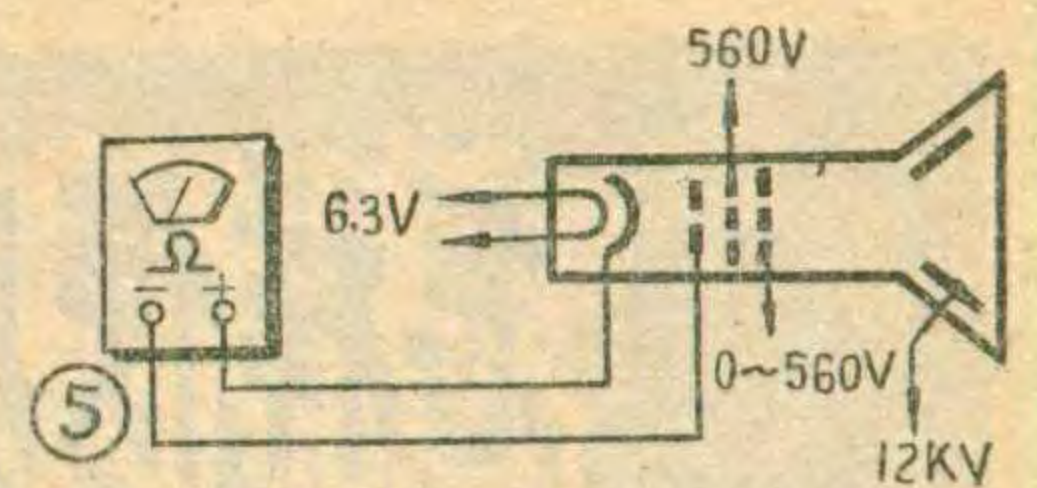
① 检查显象管灯丝及其电路

显象管的常见故障是灯丝不亮,这要先区别是灯丝断极还是管座接触不良。一般可先检查管座1、8脚有无6.3V交流电压;若无电压,一般是灯丝引线断路;若有电压但灯丝不亮,可细心地把管座摇晃几下使管座管脚接触良好。灯丝还不亮,则把管座拔下,测量1、8管脚之间的电阻值,正常值为 1Ω 左右。当数值为几十或更大的数值时,就可能是管脚与管内引线接触不良。这时可把显象管屏幕向下管脚向上放置(整机检查时即前脸向下),用烙铁多吃些焊锡,把管脚焊一遍。如果灯丝还是不通,可用剪线钳斜面在管脚上剪一个 45° 左右的斜角,使引线露出,进一步查看有无断路。如果发现内部断极那就无法修理了。

② 检查阴极电路

825-2型电视机显象管有关电路如图3所示。在各极电压正常的情况下,阴极电压值(亮度旋钮最大和最小位置)在 $30\sim 140V$ 之间(新产品一般在 $70\sim 145V$)变化。如果分压电阻 R_{83} 变值或断路时,显象管阴极电压将过高,使显象管处于截止状态,而且调节亮度电位器也无明显变化。视放耦合电容 C_{82} 击穿或严重漏电时,也将引起同样现象。如果 R_{83} 短路,则阴极电压过低,对于有正常发射能力的显象管来说,阴极射束电流将大大超过允许值,第二阳极高压大大降低,也会造成无光现象。 R_{84} 断路会呈现两种情况:一是显象管各极电压正常,测量阴极电压在 $40\sim 80V$ 之间,但调节亮度电位器 W_5 ,阴极电压数值不变,当拔下管座再测管座7脚上的电压为零。二是不论管座拔下与否,管座7脚上的电压均接近零伏。前

一种情况说明显象管基本正常,阴极有足够的发射能力;后一种情况说明阴极老化、失效或其他电极



断极等。还应注意,当显象管内部碰极或严重漏电时,也会引起阴极电压过高并且也不可调。判断的方法,也是把显象管座拔下再测量管座7脚电压,如果拔下后所测电压正常,插上管座电压不正常,那就是显象管内部出了故障。

③ 检查第二阳极电路

显象管第二阳极的故障一般为断极、漏电、连极和短路。当高压接头的圆形金属片和导电层接触不紧时,往往因长时间打火而烧坏金属片周围,致使第二阳极断极,造成无光故障。有许多漏气的管子也是因第二阳极金属圆片和玻璃外壳接合处出现气缝造成的。

如果高压弹簧接到显象管高压接头上,第二阳极高电压就立即消失或降低很多,一般是显象管内部有短路或严重漏电故障,另外也可能是管外石墨层与高压接头有短路或漏电故障。区别的方法是把管外石墨层与地板连线断开,再测高压接头有无高压。若有高压,就是外壁石墨层与高压接头短路,可用药棉蘸酒精清洗高压接头周围污物的方法消除故障;如果仍无高压或高压太低,可再将显象管管座拔下测量有无高压。如果有高压,就可基本断定是高压极内导电层与聚焦极等有短路或严重漏电故障,但这种情况很少见到。

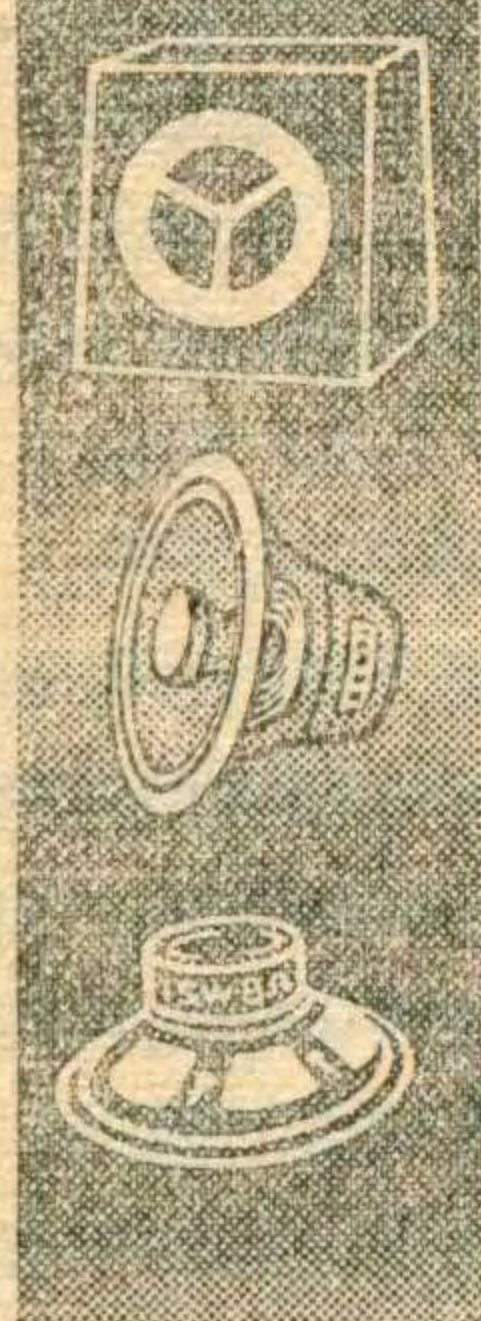
④ 细心调节离子阱磁铁的位置

经过上述检查,显象管各极都有正常电压后,如果仍然未见光栅,就应细心调节离子阱磁铁的位置。可先将场输出管6P1拔掉,以形成一条便于观察的水平亮线。对于长时间使用的离子阱磁铁,可取下用改锥转圈滑动检查一下是否失磁,只要一、二处有明显吸力即可继续使用。调整离子阱磁铁要前后缓慢移动,同时也要顺时针或逆时针旋转。

⑤ 检查确定显象管是否衰老失效

经过上述处理,如果仍不见光栅,就要认真检查显象管。这可先将管座7脚的接线断开,将万用表红表笔接管脚7,黑笔接连线(即 R_{84}),用电流档测阴极电流,若阴极电流在 $150\mu A$ 左右为正常,在 $40\mu A$ 以下是衰老,若无电流就是断极。也可将红笔接7脚,黑笔接地,用电压档测阴极电压, $40\sim 80V$ 为正常, $10V$ 左右为衰老,接近零伏为断极失效。也可如图4所示测对地电阻, $300\sim 400\Omega (R \times 100)$ 为正常,阻值越大发射能力越弱。图5所示,是在只加灯丝电压情况下,测栅阴极间电阻, $10K\Omega$ 以下表示发射能力正常,高于 $100K\Omega$ 尚能发光,高于 $500K\Omega$ 就基本失效了。

怎样使用扬声器



文 尚

业余爱好者从事扩音机等制作时，常常遇到各种不同阻抗和不同口径的扬声器，怎样正确使用这些扬声器呢？下面就来谈谈几个有关问题。

扬声器的阻抗

扬声器是放大器的电路负载，它的阻抗大小和放大器能输出多少功率有着密切的关系。为了能正确选用阻抗合适的扬声器，先要弄清楚放大器的输出功率与扬声器阻抗及电源电压之间的相互关系。

在半导体放大器里，放大器的输出功率 P 和扬声器的阻抗 R_L 、功放管上所加的电压 U_{ce} 以及电源电压 E_C 之间的关系如下所述：在无输出变压器功放级（OTL 或 OCL 电路，如图 1）， $P = U_{ce}^2 / 2R_L = KE^2C / 8R_L$ ；在有输出变压器的功放级（如图 2）， $P = U_{ce}^2 / 2R_L = KE^2C / 2R'_L$ ， $R'_L = (\frac{N_1}{N_2})^2 \cdot R_L$ ， N_1 为输出变压器初级线圈的半边圈数， N_2 为次级圈数。

由于有功放管的饱和压降、发射极电阻 R_E 上的压降和输出变压器初级线圈电阻的压降等，使得管子实际上所得到的有效电压 U_{ce} 比 $E_C/2$ （见图 1）或 E_C （见图 2）要低一些。为简化起见，用 K 来表示总的压降折扣系数。 K 大约在 0.6~0.7 之间。

上述一些公式说明，放大器的输出功率与负载阻抗成反比，在 OTL 和 OCL 放大器中，若电源电压固定，选用低阻抗的扬声器就能输出大的功率，而增高阻抗则会使输出功率减小。现在国家标准已经统一规定了扬声器的阻抗为 4、8、16 欧等几种，于是就可以根据输出功率的需要和电源电压的条件来选定扬声器的阻抗。例如，普通使用 6 伏电池的便携式收音机，只需要 200~300 毫瓦的功率就够收听，输出如用 OTL 电路，采用 8 欧阻抗正合适；在 9 英寸电视机中，电源电压为 12 伏，需要功率为 600~700 毫瓦左右，如采用 OTL 电路，需选用 16 欧扬声器。如果制作大功率的 OTL 电路，若还采用 8 欧扬声器，就必须提高电源电压了。

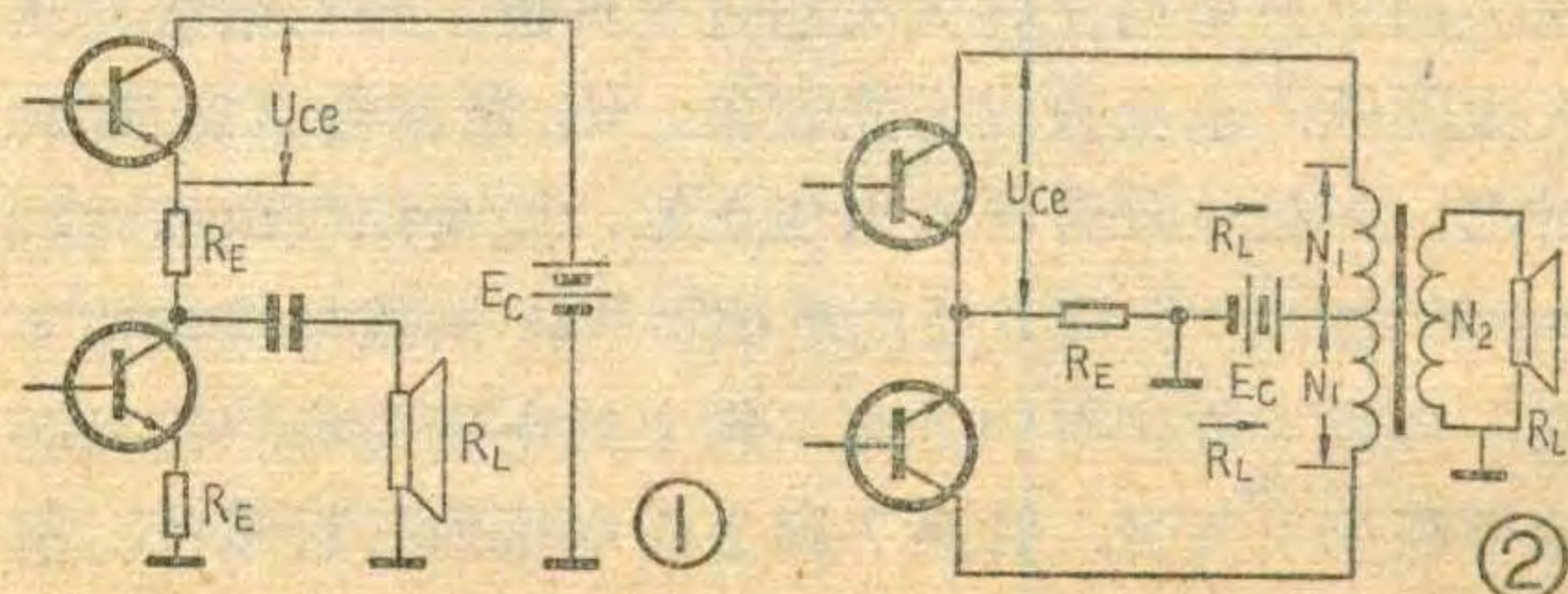
在有输出变压器的功放电路中，由于改变初次级圈数比也能改变负载阻抗，故选用扬声器阻抗有较大

的灵活性。

在业余制作条件下，如扬声器的阻抗不太符合要求数值怎么办？遇到这种情况，只要明白上述公式的关系就可以预知其后果和补救方法，从而作到灵活运用。例如，像图 1 那样的 OTL 电路，资料中原定的扬声器的阻抗为 8 欧，电源电压为 40 伏，设 $K=0.6$ ，则 $P = KE^2C / 8R_L = 0.6 \times 40^2 / 8 \times 8 = 15$ 瓦；若改用 16 欧扬声器，阻抗大了一倍，则输出功率也要降低 50%，只有 7.5 瓦了。这时是否可用，要看实际情况。如果室内不大，平时实际放声功率很小，那么也就够用了，这时的功放管当然更安全，其它也没有什么问题。如果收听房间较大，功率不够用，需要既采用 16 欧扬声器，又保持输出 15 瓦功率，则因扬声器阻抗增大了一倍，电源电压必须提高 $\sqrt{2}$ 倍，即变为 $40 \times \sqrt{2} \approx 56$ 伏才能满足要求。这时要考虑两方面的安全问题，其一是功放管的耐压够不够，即电源电压是否超过了每只管子的 BV_{ceo} ；其二是滤波电解电容器的耐压够不够。如果上述两方面的耐压不成问题，那就行了。要不然，只好将电源电压限制在元器件的耐压所能承受的程度，此时输出功率只好略小些了。

反过来，如果上述例子扬声器的阻抗改用 4 欧，则放大器的输出功率将增加一倍，这一点是好的，但此时要考虑到功放管的安全问题，要检查一下功放管的最大集电极损耗功率 P_{CM} 会不会超过允许值，散热片够不够大。如果不会计算，可用手摸摸功放管，看长时间内烫不烫手，若只是温热，便可以使用。若太热，则需加大散热片或降低电源电压。另外还应考虑的一个问题是：当扬声器的阻抗较低，管子工作于大电流状态时，有的管子由于性能不好， h_{FE} 降低，于是会引起顶部失真（如图 3）。一般的管子最好工作在电流较小、电压较高的情况下，而不宜在电流较大、电压较小的状态下工作，这是因为两者的输出功率虽然在一定范围内都可以相同，但后者失真较大，到了一定范围，输出功率并不随负载阻抗的减小而线性增加了。

在电子管收音机或小型扩音机里，通常采用 6P1、6V6、6P14 等束射管或五极管，它们的特性和半导体管不一样，其最佳负载范围较窄（手册中都有规定），例如单管甲类为 5 千欧左右，双管甲类推挽为 10 千欧左右，应用低阻抗的扬声器时，必须用输出变压器将阻抗变高到最佳负载值。当输出变压器圈数比确定

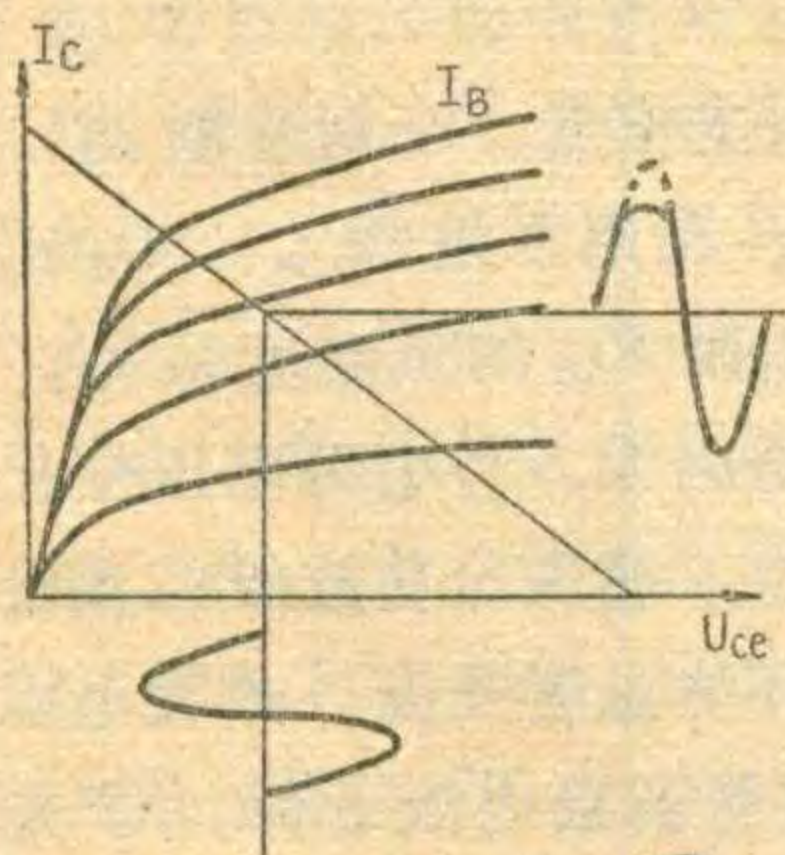


后，扬声器的阻抗也不能随便成倍的变化，否则会显著地使输出功率减小并且失真增大。如果原来配用的扬声器是4欧，现要改用8欧，则必须将输出变压器的次级圈数增加到原来的 $\sqrt{2}$ 倍。

有人想把两套单管甲类放大器合并起来，像甲类推挽那样，加大一倍功率而接用一只直径较大的扬声器，是否可行呢？回答是肯定的。问题仅在于两个输出变压器的次级如何联接以及扬声器的阻抗如何选用。输出变压器的次级有并联和串联两种可能的接法，见图4（图中 $R_{佳}$ 为功放管单管最佳负载阻抗； $R_{单}$ 为单管原配扬声器阻抗）。如果输出变压器的圈数不改，又要保持放大器的工作状态不变，即两管仍然各得到最佳负载，则不难证明，两个变压器次级并联的接法所需要的扬声器的阻抗，与原配单管的一样；如果次级改为串联，则扬声器阻抗应为原配单管时的4倍。此外，应注意两个次级线圈的相位不要接反，以免输出相互抵消，这只要实际试听一下声音大小就可判别清楚。

扬声器直径的选择

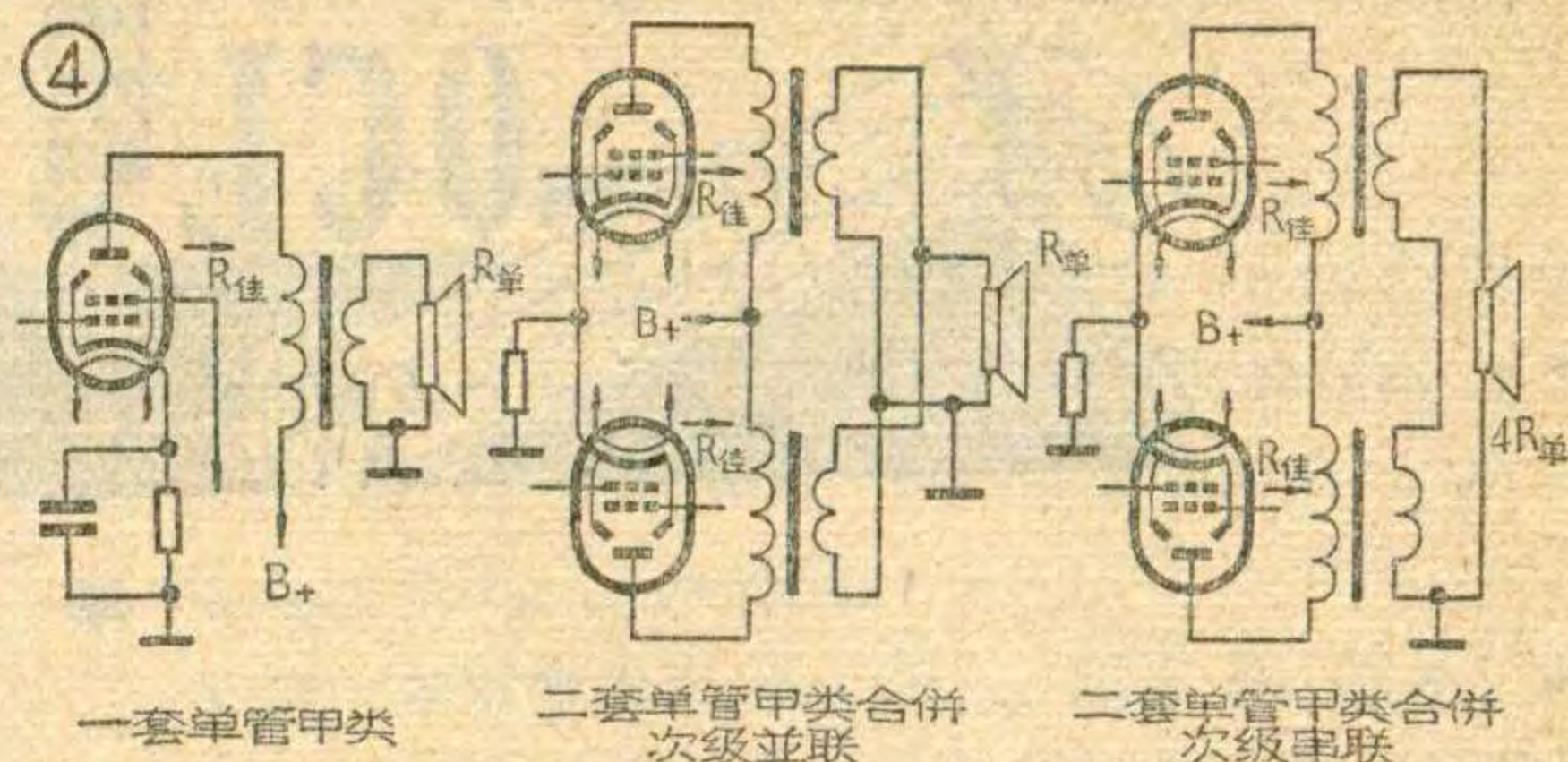
普通圆锥形纸盆扬声器的直径大小，主要是决定扬声器所能承受的标称功率，以及所能放出的最佳频率，而和放大器本身能输出多大功率毫无关系。一般



③

说来，纸盆直径越大的扬声器，所能承受的功率越大，能放出的低音越好。附表中列出了一些常用国产扬声器在各种直径时的标称功率和最低放音频率的大致规律。但是各厂的出品是有不少差异的，最好具体查看各厂说明书来

公称直径		标称功率 (瓦)	最低放音频率 (赫)	相对应的椭圆形扬声器	
公制(毫米)	英寸			毫米	英寸
φ65	2.5	0.25	300	50×80	2×3
φ80	3	0.4	250	65×100	2.5×4
φ100	4	0.5	200	80×130	3×5
φ130	5	1	150	100×160	4×6
φ165	6.5	2	100	120×190	5×8
φ200	8	3	80	160×240	6×10
φ250	10	5	60		
φ300	12	10	50		
φ400	15	15	40		



选用。标称功率和阻抗两项规格一般都写明在扬声器磁体所贴的商标纸上。

从表中可知，选用不同尺寸的直径，其意义在于扬声器承受不同的功率，以及需要放送什么程度的低音。如果房间不大，收听时功率则不是主要问题，只是要求低音应丰富一些。要求将声音逼真重放，理论上一般认为要有20~20000赫，实际上只要能做到50~15000赫就已经非常好了。倘若能使φ250~φ300毫米的扬声器真正发挥其作用，低音就会很丰富，家庭中常用的φ165~φ200毫米的扬声器也能达到满意的程度。但是，表中扬声器所能放出的最低频率，必须是将扬声器装置在大的障板上或合适的大音箱里才能实现。普通不大的台式收音机，低音的放送能力已受到很大限制，对于便携式和袖珍式收音机，其低音比起将同一扬声器装在大箱子里差得就更多了。因此，没有音箱配合，光选用大直径的扬声器是没有意义的。一个没有配置合适大音箱的大扬声器，往往不如具有合适大音箱而直径比它小一些的扬声器来得好听。

因为扬声器的直径和放大器本身能输出的功率大小无关，也就是说，只要阻抗一样，不论多大直径的扬声器同放大器联接后，放大器能输出的最大功率都一样，因此，不必担心将大扬声器接到小功率放大器时会不会把放大管损坏（有人确实这样担心过），无非是

推动扬声器的功率小一点，劲头不足，声音开大了放大器的输出功率已经饱和，产生严重的波形切顶失真而已。反之，如果小扬声器接到大功率放大器里，那就要考虑扬声器的安全问题，这是因为相差太大了会将扬声器损坏。一般说来，放大器的输出功率最好是扬声器标称功率的2~4倍左右。



OCL电路的简易设计

$$E_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{2P_{0max} R_L}$$

李应楷

OCL是英文 output capacitorless 的缩写，意思就是没有输出电容。这种电路是一种直接耦合功率放大电路，是近年来在 OTL(即无输出变压器)功率放大电路基础上发展起来的。因为它比 OTL 电路稳定性高、保真度好，所以在国内外高品质的功率放大器中应用日益广泛。本文着重讲讲这种电路的简易设计经验，以对业余爱好者制作、调试时提供方便。

OCL 电路的特点

关于 OCL 电路的详细原理，本刊以前有关文章中已讲得不少，这里不再多加分析，只讲讲有关电路的特点及其元件的作用。典型电路见图 1。它的特点是负载扬声器与电路直接连接，中间省掉了隔直流用的输出电容器。为此，采取了正负对称电源，差动放大输入等相应措施，使电路输出端的直流电位为零伏，从而实现了电路内部直到负载扬声器的全直接耦合。

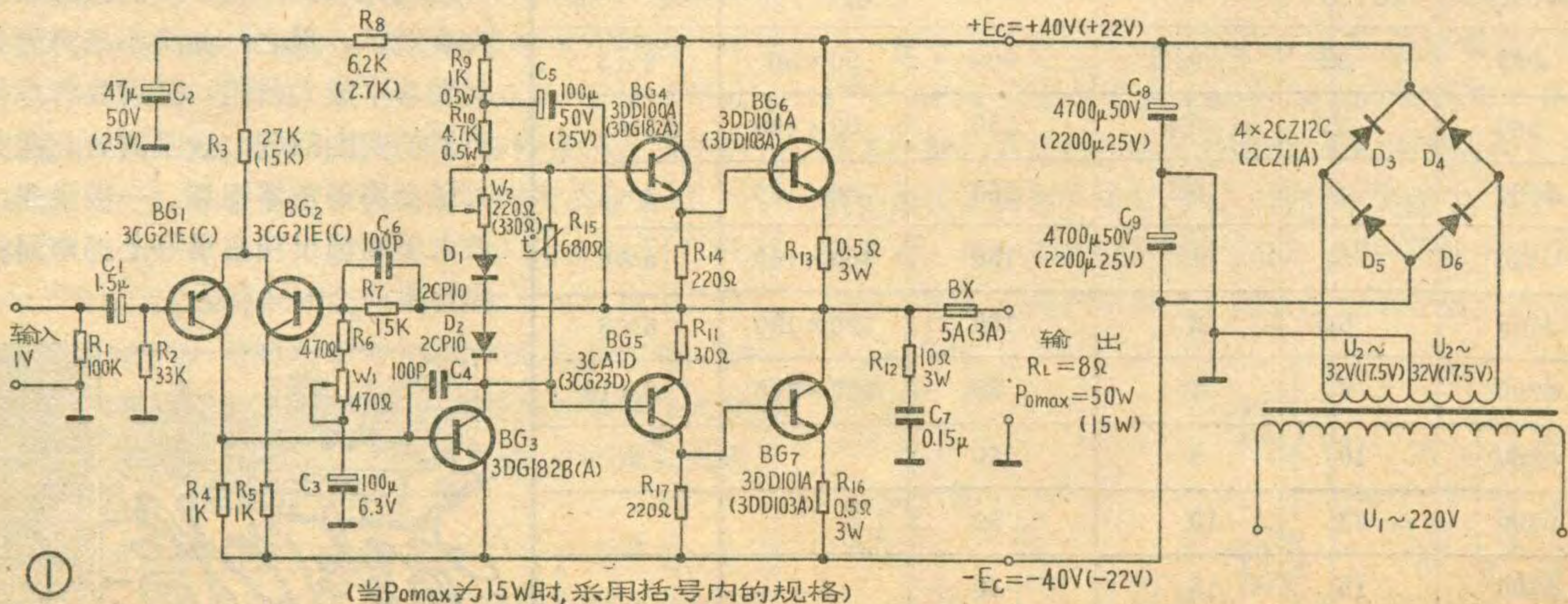
图 1 电路共由七个晶体管组成。BG₁、BG₂ 是差动放大输入级，BG₃ 是激励级，BG₄~BG₇ 是复合互补输出级。信号通过 C₁ 输入到 BG₁ 基极，经放大后，由 BG₁ 集电极输出，并送往 BG₃ 再一次放大。BG₃ 的集电极输出端接有 NPN 型的 BG₄ 和 PNP 型的 BG₅，利用不同极性晶体管的互补作用，来实现推挽放大所需的“倒相”工作。BG₄ 与功率较大的 BG₆ 接成复合管，BG₅ 也和功率较大的 BG₇ 接成复合管。由它们共同完成近似于乙类的单端推挽功率放大任务。由于 BG₄—BG₆ 与 BG₅—BG₇ 的复合方式不同，复合后，

两者的参数便有差异，工作时也不会完全互补对称，所以我们把图 1 电路称为“准互补对称推挽电路”。这种电路不需要专门的 PNP—NPN 配对大功率管，只要一对同极性的普通大功率管就行了，因此适合我国目前的晶体管情况。

由于本电路没有输入、输出变压器，全部采用直接耦合，因此，可施加很深的负反馈以改善电路性能。图 1 中，交流信号的负反馈是由放大器输出端通过 R₇、C₆ 与 R₈、W₁ 所组成的分压器(C₃ 对交流信号可视为短路)加到 BG₂ 的基极，调节 W₁ 可改变反馈量，达到校正放大器增益的目的。如果对电路增益调整要求不高，W₁ 可不用，只靠换用不同数值的 R₈ 来调整增益就可以了。直流负反馈是通过 R₇ 加到 BG₂ 基极上的(C₃ 对直流等于开路)，反馈量很大，再加上差动放大器本身具有很高的稳定性，便可保证各部分电路能稳定工作。

调节 W₂ 可确定功放管的工作点。个别装制时，W₂ 也可改用适当的固定电阻。利用二极管 D₁、D₂ 正向导通时的稳压特性和热敏电阻 R₁₅ 的负温度系数，可以稳定电路的工作点。这是因为，当电源电压变化时，只要二极管两端电压稳定，提供给功放级的基极偏流也就能大致不变；如果环境温度升高，热敏电阻 R₁₅ 的阻值就变小，促使功放管基极电流下降，于是集电极静态电流就不致因温度升高而升高。这种综合补偿效果较好，成本也较低。

R₁₂ 和 C₇ 用来校正相移，使负载近于纯电阻。如



果不加校正,扬声器的电感分量将使放大器的负载阻抗在高频时明显上升,并呈电感性。此时放大器的输出电流滞后于输出电压,如果放大器的高频开环增益很高,便很容易诱发出高频自激振荡。又由于负载为感性,输出晶体管的负载线便从直线变为椭圆形状,只要一出现高频自激,晶体管的工作点便有越出安全工作区的可能。即使电路不发生自激,在放大幅度大的猝发信号时,也会由于电感性负载而使输出晶体管出现过压现象,从而损坏晶体管。

电路中加进 C_4 和 C_6 , 主要是为了抑制高频自激振荡。由于放大器的电压增益大部分从 BG_3 得到, 因此在 BG_3 的 $c-b$ 结之间接上 C_4 , 产生高频负反馈, 便可降低放大器的高频增益, 破坏高频自激的幅值条件。但从整个反馈环来看, C_4 接入后, 高频相位更加滞后, 所以在反馈回路中加进了 C_6 , 进行超前补偿, 以破坏高频自激的相位条件。

其它元件的作用是: C_1 是输入电容器。 R_1 是输入接地电阻。由于 BG_1 的基极对地电压很低, 只有零点几伏, 当 C_1 采用电解电容器时, 就需要接入 R_1 来保证 C_1 两端直流电压的极性。这是因为 R_1 接入后, C_1 左端通过 R_1 接地, 其直流电位为零伏, 这就保证了 C_1 右端电位总高于左端电位。 R_2 是 BG_1 的基极电阻。 R_4 、 R_5 分别是 BG_1 、 BG_2 的集电极电阻。加入 R_5 的目的是使检测时更方便些, 将它短路不用也可以。 R_8 、 C_2 组成滤波及退耦电路。 R_{10} 和偏置电路的几个元件共同构成 BG_3 的集电极负载。 R_9 是隔离电阻, C_5 是自举电容, 它们使功率放大复合管的输入由共集组态变为共射组态, 并能提高正向输出幅度。 R_{14} 、 R_{17} 分别是 BG_4 、 BG_5 的发射极电阻, 它一方面使 BG_4 、 BG_5 维持一定的工作电流, 另一方面也有助于减少 BG_6 、 BG_7 的漏电流, 增加其击穿电压值, 提高电路稳定性。 R_{11} 的作用是为了增加 BG_5 的输入阻抗, 使准互补复合管两臂输入阻抗不一样的缺点得到补偿。 R_{13} 、 R_{16} 分别是 BG_6 、 BG_7 的发射极电阻, 起电流负反馈作用, 使工作点更稳定。

设计方法

一、决定电源电压 OCL 电路要求正负对称的电源。设满载时每边电压的绝对值为 E_C , 则 E_C 与放大器最大输出功率 P_{omax} 、负载电阻 R_L 之间的关系为: $E_C = \frac{1}{\eta} \cdot \sqrt{2 P_{omax} \cdot R_L}$ 。式中 η 为电源利用效率,

一般在 0.6~0.8 之间, 它与大功率晶体管的材料、饱和压降的大小有关。一般说来, 锗管的 η 比硅管高。管子的饱和压降小, 选用的发射极电阻小、扬声器的阻抗高时, η 也可取高一些; 最大输出功率 P_{omax} 是指放大器在不过载(即不“削顶”)的情况下能

输出的最大功率, 通常它为额定输出功率 P_o 的 1.5~2 倍。

二、输出级(BG_6 、 BG_7)的计算

1. 在输出功率最大时, 晶体管的 $c-e$ 结之间除了承受电源电压 E_C 外, 还叠加了一个其峰值接近于 E_C 的信号电压。所以 BG_6 、 BG_7 承受到的最大反压为: $U_{ce7max} = U_{ce6max} \approx 2E_C$ 。

2. 选取发射极电阻 R_{13} 、 R_{16} 。 R_{13} 、 R_{16} 过小, 稳定作用差, 过大时又会消耗过多的输出功率。所以常取 $R_{13} = R_{16} = (0.05 \sim 0.1) R_L$ 。

3. BG_6 、 BG_7 的集电极电流峰值为: $i_{c6max} = i_{c7max} = E_C / (R_L + R_{13})$, 它是选择晶体管的一个条件。其直流成分为: $I_{c6max} = I_{c7max} = i_{c6max} / \pi$, 可供设计电源时参考。

4. 为了克服乙类放大器的交越失真, BG_6 、 BG_7 应有适应的静态电流 I_o , 大功率放大器 I_o 选 20~30 毫安, 功率较小时可选几毫安。

5. 单个晶体管的最大集电极功耗为: $P_{c6max} = P_{c7max} = \frac{0.406}{2} P_{omax} + E_C \cdot I_o \approx 0.2 P_{omax} + E_C \cdot I_o$ 。

式中前一项是动态最大功耗, 它约发生在 40% 最大输出功率的时候。后一项是静态功耗。

6. 根据管子的极限参数来选择 BG_6 、 BG_7 。要求 BG_6 、 BG_7 的 $BV_{ceo} > U_{ce6max}$, $I_{cm} > i_{c6max}$, $P_{cm} > P_{c6max}$, 并按 h_{FE} 的大小配对使用。

三、互补管(BG_4 、 BG_5)部分的计算:

1. 先计算 BG_6 、 BG_7 的输入电阻。 $R_{i6} = h_{ie6} + (1 + h_{fe6}) R_{13}$, $R_{i7} = R_{i6}$ 。大功率硅管的 h_{ie} 一般在 10 欧左右。

2. 决定 R_{14} 、 R_{17} 。为了使 BG_4 、 BG_5 的输出电流大部分能注入 BG_6 、 BG_7 的基极, 一般选 $R_{14} = R_{17} = (5 \sim 10) R_{i6}$ 。

3. 求平衡电阻 R_{11} 。要使 BG_5 的输入电阻与 BG_6 的输入电阻相等, 必须使 $R_{11} = R_{14} \cdot R_{i6} / (R_{14} + R_{i6})$ 。

4. 求 BG_4 、 BG_5 的集电极电流峰值和最大集电极功耗: 当考虑到 BG_4 、 BG_5 分别与 BG_6 、 BG_7 复合, 它们所承受的最大反压同样为 $2E_C$, 并且考虑到 R_{14} 、 R_{17} 的分流作用和晶体管内部带来的损耗时, 可以近似认为 $i_{c4max} = i_{c5max} = (1.1 \sim 1.5) \frac{i_{c6max}}{h_{fe6}}$, $P_{c4max} =$

$$P_{c5max} = (1.1 \sim 1.5) \frac{P_{c6max}}{h_{fe6}}$$

5. 根据管子的极限参数选择 BG_4 、 BG_5 。其条件为: $I_{cm} > i_{c4max}$; $P_{cm} > P_{c4max}$; $BV_{ceo} > 2E_C$ 。 BG_4 、 BG_5 需按 h_{FE} 的大小配对。为了使它能与 h_{FE} 较小的功率输出管相配合, I_{cm} 、 P_{cm} 的余量应取大些。

(待续)

提高互补功放稳定性

何克歧 文军

互补对称功放电路虽然可以获得良好的音响效果，但调整较麻烦，尤其是当电源电压和温度发生变化时，对这种电路的工作点影响较大，常造成严重失真，甚至损坏晶体管。我们在原印刷电路板上通过多次实验，只稍微改动电路，就能使其工作点自动稳定。在元件耐压许可的条件下，能适应于多种电源而不必调整任何元件。

图1是一般互补对称功放电路，图2是稍加改动后的电路。互补对称功放电路不稳定，关键在BG₁。

当电源电压变化或温度发生变化时，BG₁集电极电流I_{C1}和集电极电压V_{C1}将发生变化。其结果一方面使K点电位V_K发生变化，造成输出级上、下不对称，不失真输出功率减小；另一方面，由于I_{C1}变化，使得V_{AB}及输出级静态电流均发生变化，就会影响电路的正常工作，甚至损坏元件。

针对以上问题，我们把BG₁由NPN管换为PNP管，并改成共集电极接法。R₁、R₂对称地接入电源两端。由于R₁=R₂，无论电源电压怎样变化，BG₁基极电位V_{b1}就近似等于电源电压E_C的二分之一。这时中点K的电位为V_K=V_{b1}+V_{be1}+V_{be3}+V_{R8}= $\frac{1}{2}E_C + V_{be1} + V_{be3} + V_{R8} \approx \frac{1}{2}E_C$ 。上式中V_{be1}、V_{be3}仅0.2伏左右，V_{R8}也很小，所以才可认为V_K≈ $\frac{1}{2}E_C$ 。

实际情况下，V_K略高于 $\frac{1}{2}E_C$ ，为此，可在R₂上串联一个2CP型二极管，在正向导通的情况下，2CP两端的电压稳定在0.6伏左右，使V_{b1}电位略低于 $\frac{1}{2}E_C$ ，这就相应地补偿了V_{be1}、V_{be3}、V_{R8}的影响，使V_K更接近E_C/2。当电源电压较低时，2CP二极管的作用更重要。

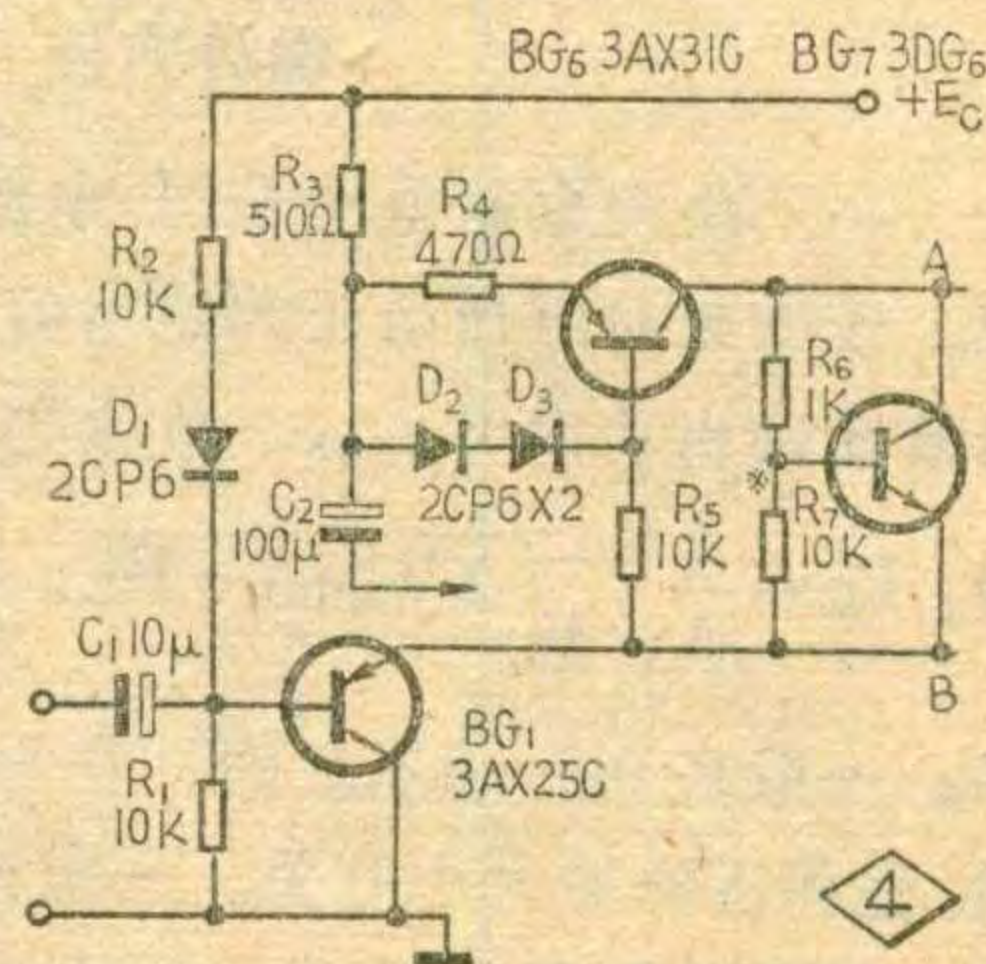
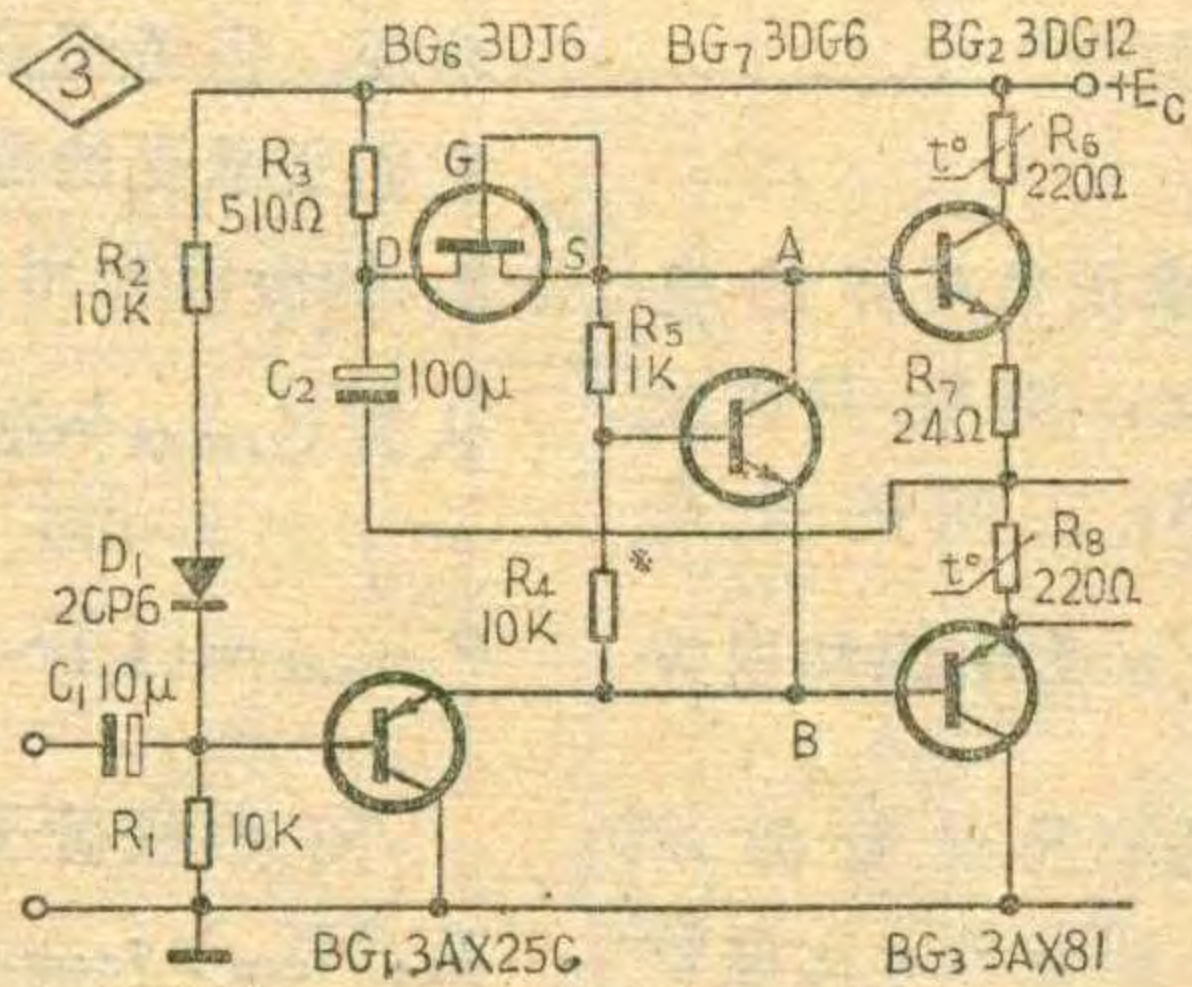
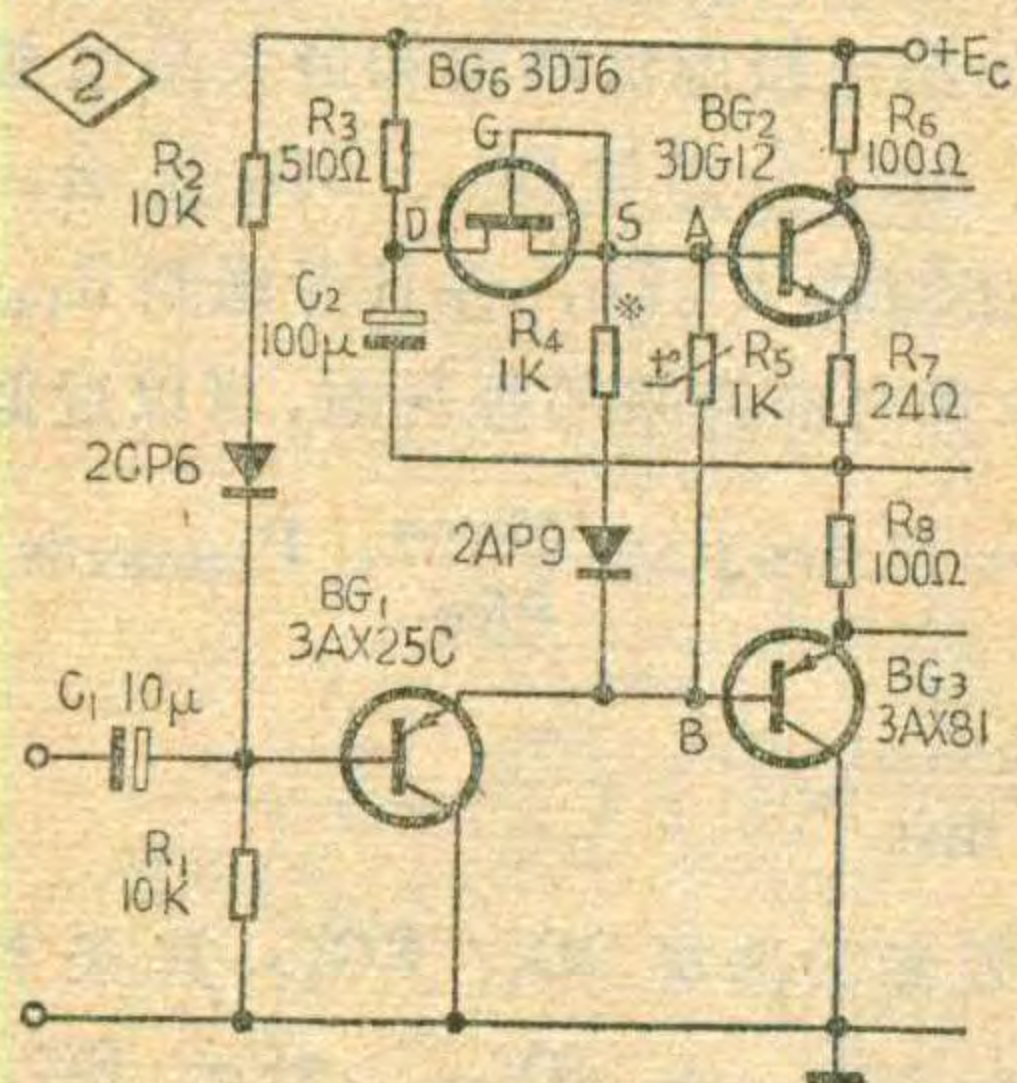
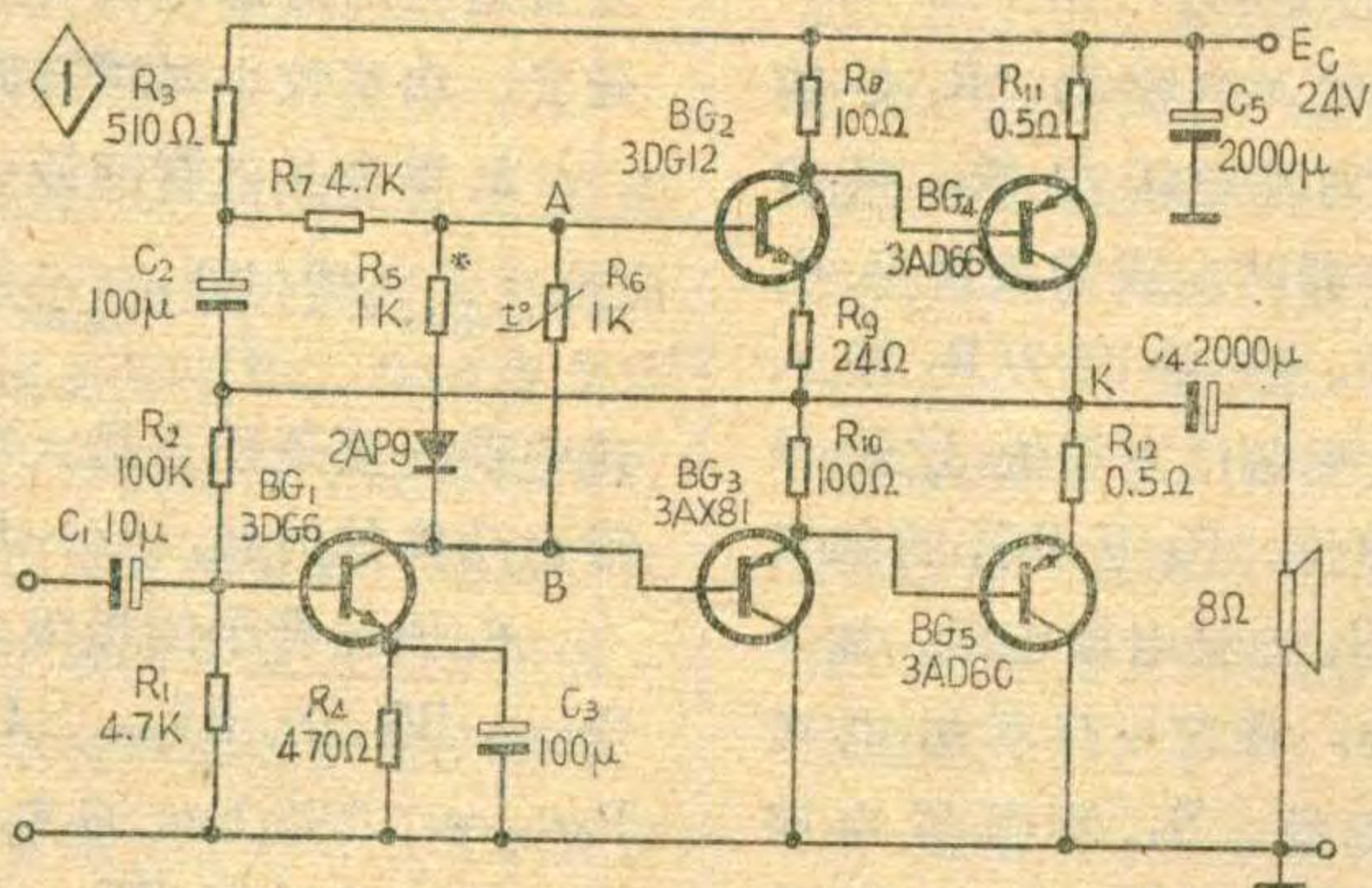
用一个场效应管代替图1中的R₇，场效应管的栅极G和源极S短接，利用其恒流源特性，使得无论电源电压怎样变化，BG₁的工作电流I_{C1}也不变化，V_{AB}也不变化，这就使得输出管的静态电流基本不随电源电压而变化。调整图2中的R₄，可使静态电流为10~20毫安。

BG₁改成共集电极接法，可以有效地抑制由于温度变化而引起的K点电位的改变。但由于输出级静态电流会随温度升高而增大，所以在A、B之间接入了一个二极管2AP9和一个热敏电阻R₅，二极管正向压降随温度升高而减小，热敏电阻R₅阻值随温度升高而减小，使V_{AB}下降，就可使输出管电流更为稳定。同时，BG₁接成射极输出后，输出阻抗很低，更能与输出管有效地匹配。

另外，可在A、B之间接入一个三极管（详细说明见本刊1976年第7期第24页图17），用两只150~300欧的热敏电阻代替R₆、R₈，并将它们与BG₄、BG₅固定在同一适当位置，使之敏感地补偿BG₄、BG₅由于温度变化而引起的变化，效果会更好（电路图见图3）。

若手边没有场效应管，也可用普通晶体三极管（高低频管均可）接成一个恒流源，效果也不错。电路图如图4。

若手边没有场效应管，也可用普通晶体三极管（高低频管均可）接成一个恒流源，效果也不错。电路图如图4。





伟 明

人们所熟知的收音机等接收机是采用可变电容器来调谐的。但是随着科学技术的发展，对接收设备提出了越来越高的要求，特别是要求小型、轻便、可靠。采用空气或介质可变电容器作调谐，体积大而笨重，而且需要精密的齿轮和传动机构，就显得不适用了。然而采用变容二极管来代替机械可变电容器，使这个问题有了崭新的解决办法。这种调谐器称为电子式调谐器。

电子调谐元件——变容二极管小如半粒绿豆，重量轻，强度高，寿命长，转换快，能防尘防潮，抗冲击震动，受温度的影响极小。其工作原理是靠改变施加于变容管两端的反向电压，来达到改变管子结

电容的目的。而变容二极管又接在调谐回路里，因此控制所加的直流电压，便可达到改变频率的目的。其调谐范围可达一个倍频程以上。此调谐电压多从一个电位器上取得，所需功率极小，特别是它可放在任意可以连线的地方，因此机械结构非常简单，制造维修都极为方便。尤其适于遥控和精密调谐，调谐精度为机械调谐所不及。

电子调谐是一项新技术，越来越得到广泛应用。美国研制的 AN/PRC-70 双波段电台、超高频地空电台 AN/PRC-660T 等均采用了这种电子调谐技术。其他如民用彩色电视机、黑白电视机、调频调谐器、调频收音机等也相继大量采用，近来在西欧发展尤快。在此基础上进一步提高，并派生出一些附加设备，诸如：按掣式预选器、触摸式选台、遥控选台，以至自动搜索调谐，数字显示技术等，使接收机更加趋于理想。

本文想简要地对变容管及电子调谐在调频收音机上的应用加以介绍，并谈谈电子调谐国内外的发

一、变容二极管

1. 工作原理：变容二极管的外形和普通的开关二极管或检波二极管没有什么大的差别。在无线电电路里，不同的国家用不同符号来表示，题图画出了几个国家的画法供参考，第一、三是美国画法；第二、四分别为西德和西欧画法。

变容二极管为反向偏置二极管，它工作在雪崩击穿电压与小于接触电位之间的区域内，因此器件既不会击穿，也不会正向导电。倘若在变容二极管两端加上反向偏压 U_d 时（见题图），在 PN 结间便形成了一个既无电子又无空穴的区域——阻挡层。当外加电压 U_d 改变时，其阻挡层的宽度 W 也随之改变，进而我们把 P、N 两极看成是一平板电容器的两极板，阻挡层 W

为两极板间的距离。当反向偏压加大时，阻挡层 W 变宽，二极管呈现的电容就减小，反之则加大。于是可以说：变容管是一种特殊的二极

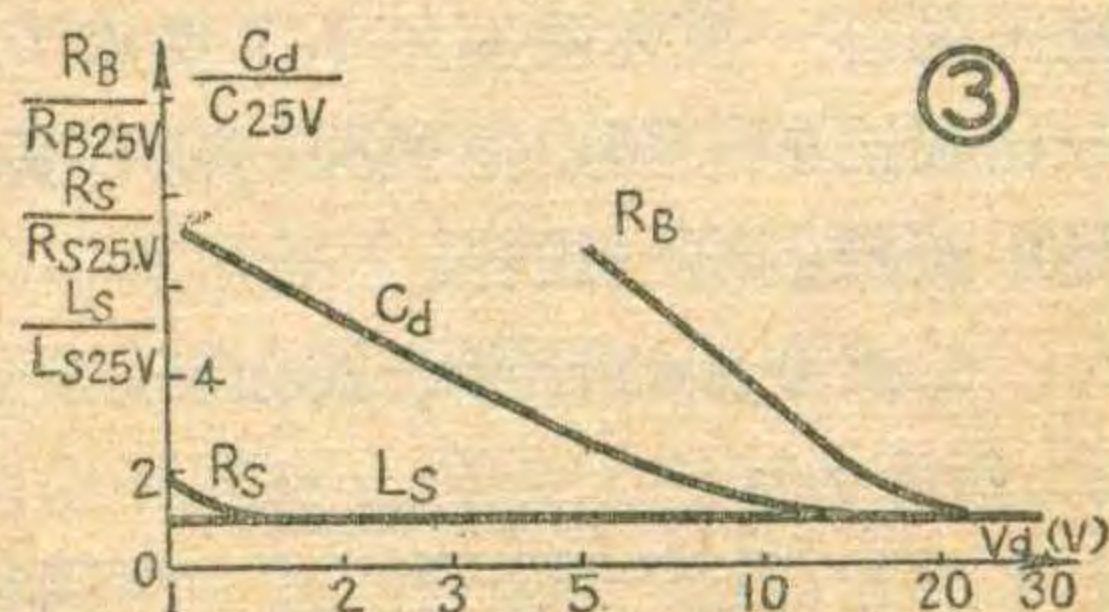
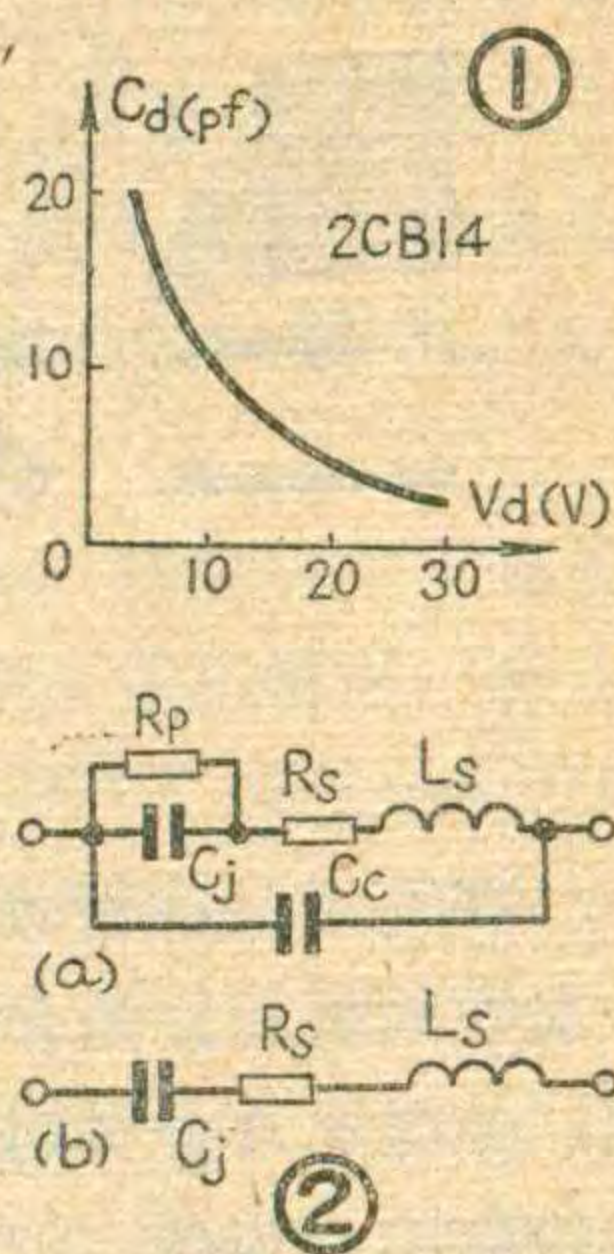
管，其容量大小是随着加到其上的反向电压而变化的，其典型特性如图 1 所示，曲线是非线性的。

2. 等效电路：变容二极管的等效电路如图 2 所示。其中 C_j ——可变的结电容； R_s ——串联电阻（包括接触电阻、引线电阻和体电阻）； L_s ——引线电感； R_p ——结的漏电阻； C_c ——封装引入的杂散电容。图 2 (a) 可简化成图 4 (b)。这几个参数随反向偏压改变而改变，参见图 3。其中变容管的有效电容与所加偏压的关系为

$$C_d \approx C_j = \frac{C_0}{\left(1 + \frac{V_d}{V_0}\right)^n}$$

C_d 是在加偏 V_d 时变容管的结电容； C_0 为零偏压时的电容； V_0 为跨接在变容管上的反向偏压； V_0 为接触电位。对硅变容管来说， $V_0 = 0.5 \sim 0.75$ 伏；对砷化镓变容管 $V_0 = 1.1 \sim 1.2$ 伏。 n 是由结的浓度梯度决定的常数。对线性缓变法 $n = 1/3$ ，突变结 $n = 1/2$ ，超突变结 $n = 1 \sim 5$ 。在高频应用时， n 越大， C_d 变化也越大， $C_d \sim V_d$ 曲线的斜率也越大。

(下转第 32 页)



二次变频和假象抑制

周 则 时

在高级晶体管收音机中,由于灵敏度要求得很高,一般在短波段,当信噪比为20分贝时可达3~10微伏;信噪比6分贝时可达1微伏左右,所以对弱信号的接收能力很强。但是,如果收音机的假象抑制特性不好,恰好在比要收电台频率高两倍中频处有一电台(本振频率高于接收频率),那么收音机就将此二电台信号同时收到,对要收的电台发生了干扰。收音机的灵敏度越高,要求其假象抑制特性越好,所以在高级收音机中提高假象抑制特性是非常必要的,其方法有两种:一是增加高频放大级的级数。我们知道,在高级机中一般有一级高放,如果再增加高放级数,在设计和生产中会带来很多困难,稳定问题将不易解决。另一个方法就是采用二次变频。这在设计和生产中比较容易实现,所以高级机短波部分多采用二次变频。

二次变频就是收音机收到电台信号后,先和第一本振产生的第一本机振荡信号进行一次混频,将外来信号变为第一中频信号。第一中频信号再和第二本振产生的第二本机振荡信号混频,产生第二中频,此中频信号进入中频放大器进行中频放大,然后检波。这样一来,二次变频就有两个中频信号。由于第一中频比第二中频高几倍,所以假象抑制特性好。但是,第二中频频率仍是国家规定的465千赫,所以相邻波道的选择性也未受到影响。

一次变频的收音机,其假象抑制特性由下式决定

$$d = [Q_L(f/f_0 - f_0/f)]^2 \quad (1)$$

式中: d 为假象抑制; Q_L 为回路的有载 Q 值; f_0 为所接收信号的频率, f 为假象信号频率, $f = f_0 + 2f_{中}$; $f_{中}$ 为中频频率。若 $Q_L = 50$, $f_0 = 30$ 兆赫, $f_{中} = 465$ 千赫,由(1)式可计算出 $d = 19$ 分贝。

若 $Q_L = 50$, $f_0 = 30$ 兆赫, $f_{中} = 2$ 兆赫,从(1)式可计算出 $d = 42$ 分贝。

由上面的简单计算可看出中频频率提高后,假象抑制特性也提高了。但此时在收音机频率范围低端中频抑制这一指标就满足不了要求了。所以必须再对这一比较高的中频频率变频,使它变至低中频,从而满足中频抑制这一指标。

二次变频的计算公式如下:

$$d_1 = \left[Q_L \left(\frac{f_0 + 2f_{1中}}{f_0} - \frac{f_0}{f_0 + 2f_{1中}} \right) \right]^2 \quad (2)$$

$$d_2 = \left[Q_L \left(\frac{f_{1中} + 2f_{2中}}{f_{1中}} - \frac{f_{1中}}{f_{1中} + 2f_{2中}} \right) \right]^2 \quad (3)$$

$$d = d_1 \times d_2$$

在 $f_0 > f_{1中} > f_{2中}$ 时, d 近似为

$$d \approx [16Q_L^2 f_{2中} / f_0]^2 \quad (4)$$

式中 $f_{1中}$ 为第一中频频率, $f_{2中}$ 为第二中频频率。若 $Q_L = 50$, $f_0 = 30$ 兆赫, $f_{2中} = 465$ 千赫,则可得出 $d \approx 56$ 分贝。

由于二次变频有两个中频频率,第二中频频率是国家规定的465千赫,那么第一中频频率的选取是否合适,关系到假象抑制的好坏。第一中频频率的选取可按下式计算:

$$f_{1中} \geq (1/4Q_L) f_0 \sqrt{\sqrt{d}} \quad (5)$$

显然 $f_{1中}$ 选得高些对假象抑制有好处,但是我们知道中频频率不能落到范围之内。若选高中频, $f_{1中}$ 应大于30兆赫才行,这在收音机中极为少用。所以我们在海鸥101型一级收音机中选取 f_1 为1.85兆赫,在5~30兆赫的波段中采用二次变频。

从电路而言,二次变频有两种形式:一种是第一本振频率固定,第二本振频率可变;另一种是第一本振频率可变,第二本振频率固定,如图1。就振荡而言,又有振荡频率高于接收频率和低于接收频率两种,但目前收音机中都采用高于接收频率。海鸥101型机采用的是上述第二种电路,本振频率高于接收频率,具体电路如图所示。经过高频放大器放大后的电台信号 f_0 , 通过耦合电容 C_{113} 和电阻 R_{104} 进入第一混频器晶体管 BG_4 的基极。电阻 R_{104} 是为了增强混频器的稳定性而接入的。 BG_6 是第一本机振荡管,它和第一本振线圈 B_3 产生了一比要接收电台信号 f_0 高1.85兆赫的振荡信号,即 $f_0 + 1.85$ 兆赫,此信号经过电容器 C_{114} 加到混频管 BG_4 的发射极。第一本振采用的是电感耦合形式。此种电路工作稳定,振荡出的信号波形失真小。在整个波段中,振荡电压比较均匀。生产中一致性较好,在高级收音机中采用较多。图中仅画出一个波段,由于有些元件在各个波段中采用的数值不同,所以图中未标出这些元件的数值。电阻 R_{112} 是为了稳定振荡和使振荡电压在整个波段中比较均匀而接入的。

由于晶体管的非线性作用，在 BG_4 集电极处必然产生频率是上述两个信号之和及差的信号，而其差的信号即为第一中频信号 1.85 兆赫。 BG_4 的负载是由变压器 B_4 、 B_5 、 B_6 、 B_7 组成的四回路集中滤波器，它谐振于 1.85 兆赫，可以把第一混频器产生的第一中频信号选择出来。 B_4 、 B_5 、 B_6 和 B_7 之间采用电容耦合形式，耦合电容为 C_{117} 、 C_{203} ，而 B_5 和 B_6 之间采用电容分压形式，分压比是由 C_{118} 和 C_{201} 、 C_{202} 的数值确定的，因为在结构上往往是第二混频器和第二本机振荡器装在一屏蔽盒中，即图中所有标工字头的元件，而 B_6 、 B_7 是装入屏蔽盒的，这样一来，四个回路便分成了两组，两组之间用导线连接，所以 B_5 、 B_6 之间采用电容分压可以避免分布参数的影响。

第一中频信号 1.85 兆赫是经过电容器 C_{204} 和 C_{205} 分压而进入第二混频管 BG_7 的基极，由第二本机振荡管 BG_8 产生的第二本振信号，(即 $1.85 + 0.465 = 2.315$ 兆赫)通过电容器 C_{206} 加到 BG_7 的发射极，第二本机振荡器电路仍为电感耦合形式，电阻 R_{204} 的作用和电阻 R_{112} 的作用一样，变压器 B_9 为第二混频管 BG_7 的负载，它谐振在 465 千赫，可以将第二混频器产生的第二中频信号选取出来送到中频放大器。

为了保证第一本振管 BG_6 的工作点稳定，其基极偏压是由平滑滤波器 BG_5 供给的，而 BG_5 的基极偏压是由二极管 BG_2 和 BG_3 供给的，两支硅二极管串接，可以稳压到 1.4 伏左右。 BG_4 、 BG_7 、 BG_8 的基极偏压也均由 BG_2 、 BG_3 供给。这样的供电是很必要的，对提高接收时的稳定性有很大好处。图 1 中的地线为电源正极。

电路的调整步骤如下：

1. 调整各级工作点：选择合适的 BG_2 和 BG_3 ，使 BG_5 发射极电阻 R_{108} 上的电压为 0.4 伏左右。调整

R_{105} 使 BG_4 发射极电阻 R_{110} 上的电压为 0.4 伏左右，调整 R_{113} 使 BG_6 发射极电阻 R_{109} 上的电压为 0.2 伏左右。调整 R_{201} ，使 BG_7 发射极电阻 R_{202} 上的电压为 0.42 伏左右。调整 R_{203} 使 BG_8 发射极电阻 R_{204} 上的电压为 0.47 伏左右。

2. 调整第二混频和第二本振：将整机电路连好。在中放、低放已调整好和高放级工作正常时，将 1.85 兆赫信号 (400 赫调制、30% 调制度) 通过一个 0.047 微法电容器加至机器可变电容器输入端。波段开关置于空档位置，信号强度约 8000 微伏。调整第二本振线圈 B_8 ，使扬声器听到 400 赫的声音，这说明第二本振信号已调准，然后减小输入信号幅度，调整 B_9 使输出最大，再调整 B_4 、 B_5 、 B_6 、 B_7 使输出最大。

3. 第一本振和第一混频的调整和一般收音机调整相同，在此不再叙述。

电路零件数据： B_4 、 B_5 、 B_6 、 B_7 、 B_8 均用 Ni-60 磁性材料的短波振荡线圈改制。 B_4 、 B_5 、 B_6 、 B_7 用 QQ0.1 导线绕 29 圈。 B_8 初级用 QQ0.1 导线绕 65 圈，靠接地端 9 圈处抽头，两个次级也用 $\phi 0.1$ 导线在初级外边绕 2 圈。 B_9 是用 MXO-400 磁性材料的中频变压器改制，用 QQ0.07 导线绕 115 圈，52 圈处抽头。

海鸥 101 型一级收音机有 9 个短波段，从短波 2 到短波 9 (接收范围为 5 兆赫到 30 兆赫)，采用二次变频，波段开关采用鼓形开关。

虽然二次变频带来了一定的好处，但是由于有两个本机振荡电路，所以比起一次变频来组合干扰将会有所增加，同时也会产生第二镜像干扰和第二中频干扰。但是在设计和生产中采取相应的措施把它们减小到不致影响使用的程度是可以的，具体办法是：

1. 第一变频后必须加一高质量的窄带滤波器，以提高第一中频选择性。图 1 中的 B_4 、 B_5 、 B_6 、 B_7 组成的四回路滤波器就是这种窄带滤波器。

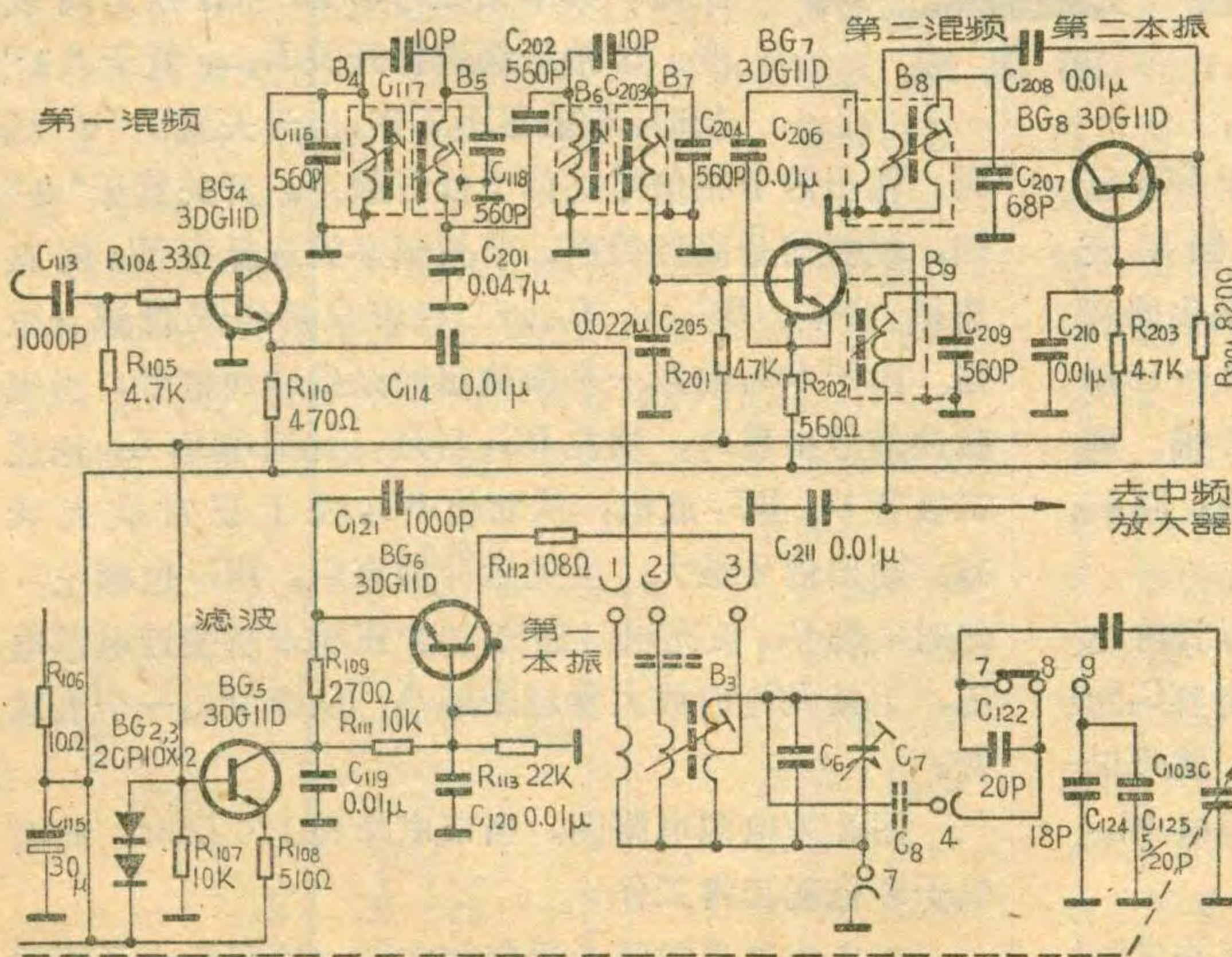
2. 使本机振荡产生的本振信号波形良好不失真。因为波形不好，说明谐波成分较高，这就造成假信号干扰点增多。为达到这一要求，本机振荡电路要作认真的选择。同时供电电源要稳定。如图中 BG_5 是作稳压用的，而 BG_5 的基极电压又用两个 2CP10 加以稳定。

3. 注入到混频器的本机振荡信号的电平不宜过高，一般选 70 到 100 毫伏较为合适。

4. 适当选择第一中频频率。

5. 二次变频级的增益要足够低，因为它主要起到频率转换作用。

6. 加强屏蔽，将第二变频级和第二本机振荡级用一屏蔽盒装起来，以避免干扰。



本文介绍的电子风琴是按键式的。当琴键按下时，可同时发出主音、伴音和颤音，音色优美。它的演奏效果较一般风琴为好。另外，本机有自动节拍装置，供学习音乐用。

工作原理

原理线路见图1。在主音振荡器电路中，单结管BG₁、电容C₁、电阻R₁、R₂及音阶电阻组成单管张弛振荡器，C₁两端输出锯齿波信号电压。这个锯齿波信号电压的频率为

$$f = \frac{1}{RC_1 \ln \frac{1}{1-\eta}} \dots\dots (1)$$

式中R为各音阶电阻，取R为不同的阻值，从C₁两端就得到了不同频率的锯齿波，即得到了“1”~“6”各主音音阶信号。 η 为BG₁管的分压比。

主音振荡器电路中还加有颤音和音调调节两部分。W₄与电阻R₁₃组成分压电路，调节W₄就可以改变音调。这是因为主音振荡器的音阶电阻经W₄接至电源，改变W₄阻值，在R、C₁不变的情况下，就是改变了R、C₁的充电电源电压。这个充电电源电压不同时，就使锯齿波信号电压频率变化，整个音调同时升高或降低。在W₄的旋柄适当旋转位置上刻记上“A”、“B”、“C”等调，以供选择音调用。

颤音调节电路由BG₃、BG₄等组成。BG₃、W₂、R₇、C₅、R₈等组成单管张弛振荡器，C₅两端输出的锯齿波信号电压经C₆、R₉、W₆、C₈等加到BG₄组成的射极输出器。射极输出器输出的信号经电阻R₂加到BG₁的第二基极。当这个锯齿波信号电压幅度变化时，就相当于BG₁单结管的第二基极电压在变化，这相当于BG₁管的 η 也变化，使得BG₁管输出的振荡信号的频率变化，这就产生了一个围绕着主振频率作微小变化的音频，这就是颤音。颤音的频率较低，一般在3~10赫范围。电容C₇是用来滤波的，以免颤音太尖锐。调整W₂阻值，可改变颤音频率，改变W₆的阻值，可调整颤音的强度。

伴音振荡器是由BG₂、C₂、R₃、R₄及伴音音阶电阻组成的，它也是一个单管张弛振荡器，从电容C₂两端输出伴音信号。改变不同的伴音音阶电阻，就可以得到“1”~“6”的伴音音阶信号。伴音信号频率由W₃、R₁₂、C₉组成的分压电路来控制。

图中主、伴音各音阶电阻阻值是经过计算并实际

调整后确定的。计算时先求出各音阶的对应的频率。以“A”调为例，我们知道“A”调的“1”音频率为440赫，即 $f_1=440$ 。由于各音阶之间有一定的关系，设 f_2 、 f_3 、 f_4 ……分别代表“2”音、“3”音、“4”音等音的频率，它们与“1”音的频率有如下关系：

$$f_2=f_1M^2, f_3=f_1M^4, f_4=f_1M^5, f_5=f_1M^7, f_6=f_1M^9, f_7=f_1M^{11}, f_8=f_1M^{12}$$

式中 $M = \sqrt[12]{2}$ ，所以 $f_1=f_1M^{12}=2f_1$ 。同理求出

$$f_2=2f_1, f_3=2f_2, f_4=2f_3, f_1=2f_2, f_2=2f_3, f_3=2f_4$$

从这些公式可以看出，某一音阶的频率正好为其低八度音阶频率的两倍。根据这些公式就可以求出各音阶对应的频率。然后根据公式(1)计算出各音阶相对应的电阻阻值。一般只要求出“1”~“7”一组音阶电阻的阻值，把它们分别除2就得出“1”~“7”一组音阶对应的电阻值；把它们分别乘2得出“1”~“7”一组音阶的电阻值。同理求出伴音电路中各音阶电阻阻值。

主、伴音振荡器的按键作成双弹簧接点的，即将高、低相差八度之音频的两个开关都做在一个按键上。这样，当按下一个按键时两个振荡器(主、伴音)同时工作，而两者产生之音频相差八度，例如主音振荡器产生“1”，则伴音产生“1”。但是，伴音不是直接通向放大器的，而是通过一伴音按键，当伴音按键常接通时，主、伴音同时发出，有如二重唱；当伴音按键一拍一拍的按下时，就象风琴的伴音。

电路中BG₅、BG₆组成自动节拍发生器。其节拍在每秒10~0.1次之间改变。节拍音调选择开关K₁₋₁置于“1”档时，节拍器不工作。当开关置于“2”档

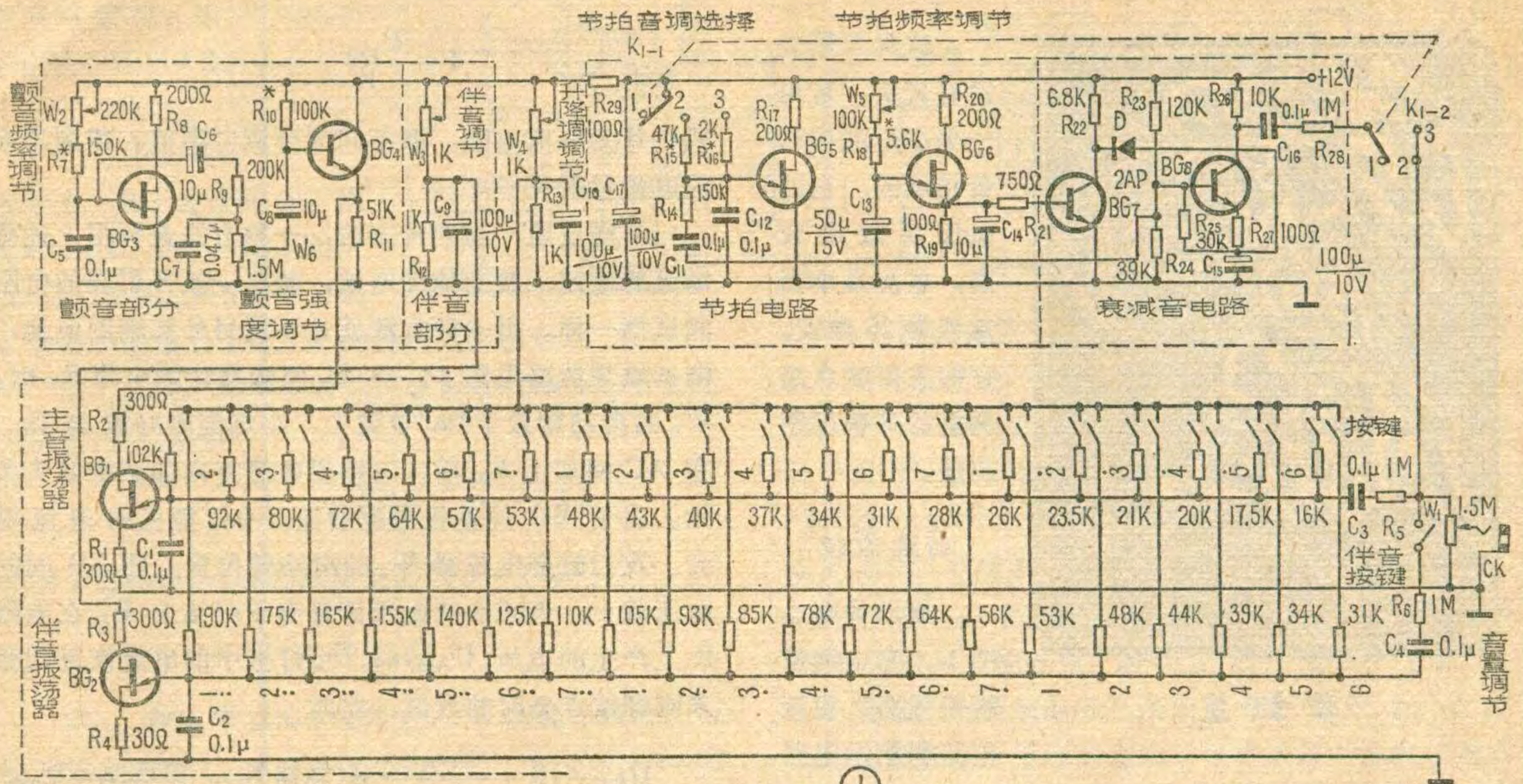
时，输出的节拍信号类似于低音鼓声。开关置于“3”档，模拟的是高音铃声。节拍频率的选择由W₅调整选择。BG₇、BG₈、C₁₅、二极管D等组成衰减音电路。由于BG₆的第一基极输出的是尖脉冲信号，当尖脉冲信号出现时，触发BG₇导通，此时电容C₁₅通过二极管D、BG₇放电，从而使BG₈处于正常放大状态，输出信号最大；当尖脉冲结束后，BG₇也截止，此时电容C₁₄被充电，而充电电压越来越接近电源电压，于是BG₈的放大量越来越小，从而发出一个衰减音。

图2为电源电路图。当市电降到170伏时，此时电子琴仍能正常工作。

本机为简单起见未另作放大器，可利用电子管收



邓集成



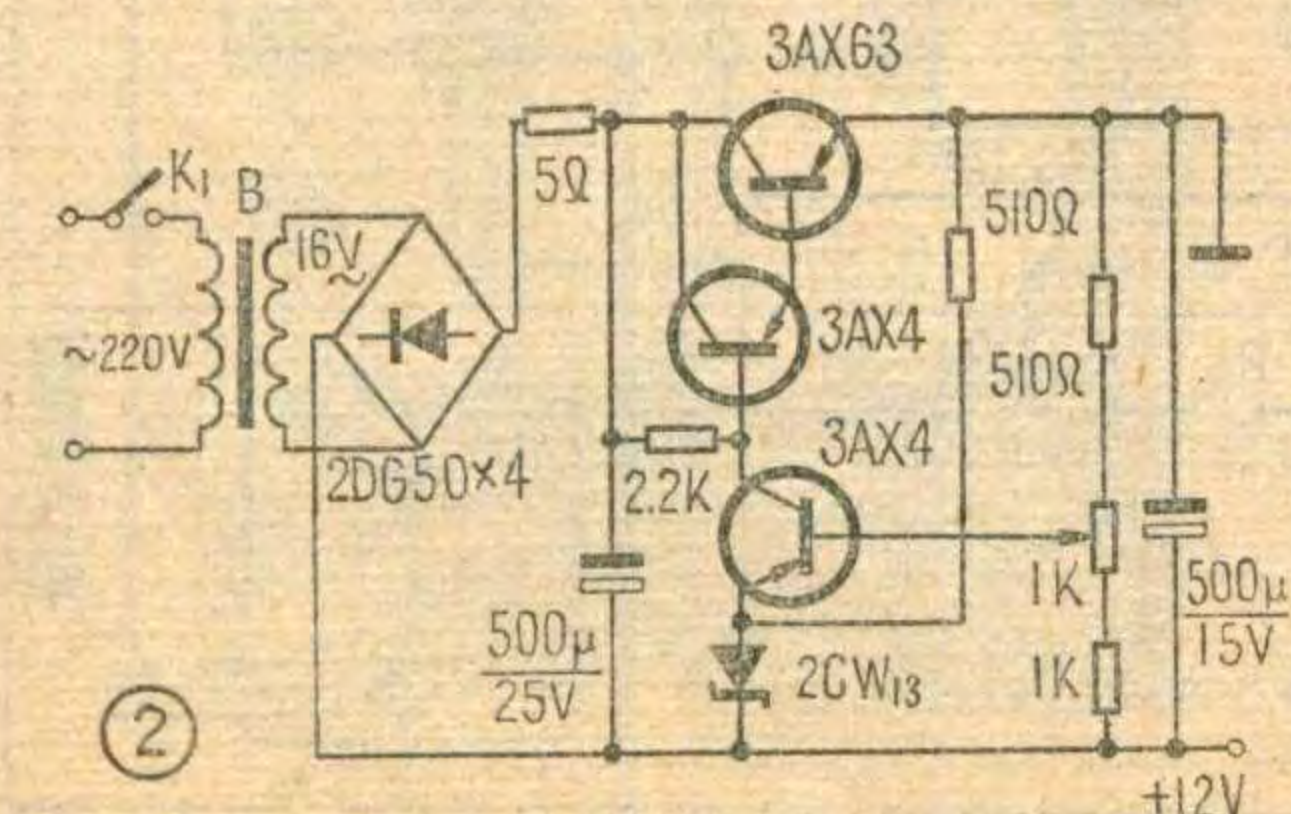
音机的放大器部分，将电子琴的输出接至收音机的拾音插孔。若用晶体管收音机的放大部分，则应注意放大器的输入阻抗不能太低，否则阻抗不匹配。

元件选择与制作

在元器件选择方面主要有两个应注意的问题：1. 图1中，要求BG₁、BG₂两只单结管的分压比 η 要大小一样，且 η 应大于0.5；要求电容C₁、C₂的容量要相等，最好用CZJX型纸质电容器。2. 各音节电阻的阻值要准确无误，否则音调不准。由于这些电阻的阻值并非标称值，而是用碳膜电阻刮去些碳膜的方法获得。为了测量准确，我们采用投影法。先将电阻与电位器串联后接到万用表或欧姆表上，把万用表放在灯光下，调电位器找到音阶非常准的一点记下表针的投影位置。然后换上相应的碳膜电阻，用小刀刮碳膜，当表针投影指到刚记下的位置时，就停止刮碳膜，得到一音节电阻。用这种方法一定注意表针、表针的投影在一条线上为准。

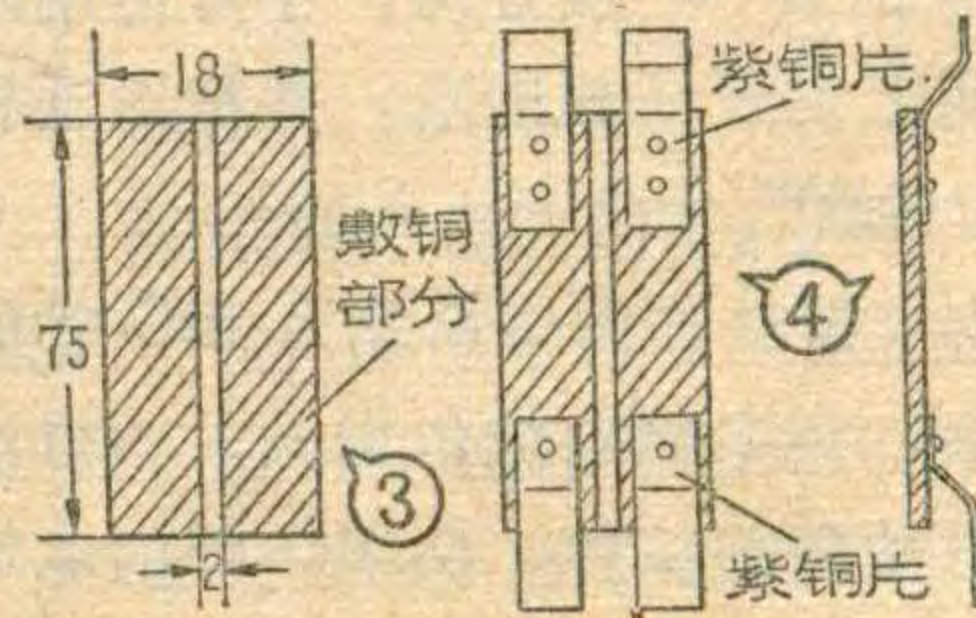
线路图中的其它单结管无特殊要求，一般分压比 $\eta > 0.3$ 即可。三极管BG₅、BG₇、BG₈用3DG型号的硅管。其余的元器件大家可以自行选择使用。

线路元器件分别安装在五块胶木板上，见封底安装图。



制作中比较复杂的是琴键。制作时，用单面敷铜板的边角料裁成75×18毫

米²，把它中间部分的铜箔剥掉2厘米的一条如图3。并在两边敷铜部分分别焊上一条宽为0.7厘米的紫铜片见图4，并把铜片弯成要求的形状保证接触良好。铜片作按键也兼作弹簧。为了保证琴键的接触线与按键接触良好，接触



线用一扁铜线作成，在扁铜线上锉出许多牙子见封底所示。焊接时应注意不要把琴键接触部分粘锡。

调整与使用

调整的主要部分是音阶电阻。调整时，首先把各个决定音调高、低的电位器W₂、W₃、W₄等旋到约中间部位，同时把颤音强度电位器W₆的阻值调小。然后用一电位器和固定电阻串联代替音阶电阻接入电路。调整串联的电位器，用耳朵仔细听，找出音阶准确的电位器滑臂位置，量出总串联电阻值，再换上相同阻值的固定电阻。主、伴音的各音节电阻都要一一校准。换音调可调W₄，也可作成步进式，分“A”、“B”、“C”等调。自动节拍、衰减音电路调整，只是要注意选择电阻R₁₅、R₁₆的阻值，使节拍像鼓声和铃声。节拍的快慢可由W₅选择。校准音调时，先按下伴音按键，然后按下主音的中音“5”按键，适当调整W₂、W₆、W₃、W₄等，使音色优美、音调准确，然后再开始演奏。若有沙沙噪声，可将电源插头反插试试。演奏时，不能同时按下两个按键，否则音阶不准。如发现琴键接触不好，可用沙纸将铜片磨擦几次。



季如生

这只万用表没有表头，是用一个小灯泡作测量指示的。它的电压灵敏度较高，电流最小档量程为 25 微安。它的主要缺点是测量的准确度稍差些。

测试原理

原理线路见图 1。它由测量转换线路、检流电路和指示电路

三部分组成。为便于说明，画出了图 1 的简化电路如图 2 所示。下面分别介绍各项目的测试原理。

1. 测电压 在图 2 线路中，当 A、B 端未加测量电压时 ($U=0$)，BG 管的基极电路有一基极电流，管子的集电极电路也有一集电极电流流过小灯泡。调整 W_1 ，使当 W_2 的滑动臂滑到“m”位置时，小灯泡刚刚被点亮。在 W_2 的旋柄上安置一刻度盘，并把滑动臂置“m”位置时的刻度定为“0”。

当加上外测信号时（极性如图中所示），BG 管的发射结的正向电压增大，集电极电流也增大，小灯泡更亮。此时改变 W_2 滑动臂的位置，使 BO 间的电压减小，当减少的电压恰好等于加上的待测电压时，BG 管原来增加的正向偏压将被抵消，集电极电流，即通过小灯泡的电流便恢复到原来小灯泡刚好被点亮时的数值。此时刻度盘上指示的电压（即 BO 间减少的电压）就表示了待测电压的大小，即

$$U = U_{mn} \dots\dots(1)$$

由于上述电路允许测量的最大电压不能超过 BG 管最大允许基极电压，为扩大测量量限，在测量转换线路里串联一只电阻 $R_{串}$ 如图 3 所示。当

$$U_{mn} = U \frac{R_{串}}{R + R_{串}}$$

时，小灯泡恰好恢复到刚被点亮状态，此时

$$U = \frac{R + R_{串}}{R_{串}} \cdot U_{mn} \dots\dots 1(a)$$

根据公式 1(a) 计算出 2.5V、25V、250V 各档相应电阻为 $80K\Omega$ 、 $900K\Omega$ 、 $9M\Omega$ 见图 1。

2. 测电流 当电阻一定时，电流和电压成正比，因此从图 2 可得出待测电流的公式为

$$I = \frac{U_{mn}}{R} \dots\dots(2)$$

式中 R 为分流电阻，取不同的分流电阻值，得到不同的电流量限见图 1。

3. 测电阻 有两种方法，一种方法是利用上述测电流的电路，接上辅助电池，就象一般万用表的电阻测试档一样。另一种方法就是不用另外加辅助电池，测试原理线路见图 4。当 AC 间未接待测电阻 R_x 时， W_2 的滑动臂置于“m”位置上，小灯泡刚好被点亮；在 AC 间加上 R_x 后，电路里电流方向如图中箭头所示。由于 BG 的基极电流增加，小灯泡里的电流增大。我们改变电位器 W_2 的滑动臂位置，使 BO 间的电压减小，当减小的电压恰好等于因接上 R_x 在电阻 R 上产生的电压 (U_{AB}) 时，小灯泡中的电流恢复到原来刚好被点亮时的数值，此时

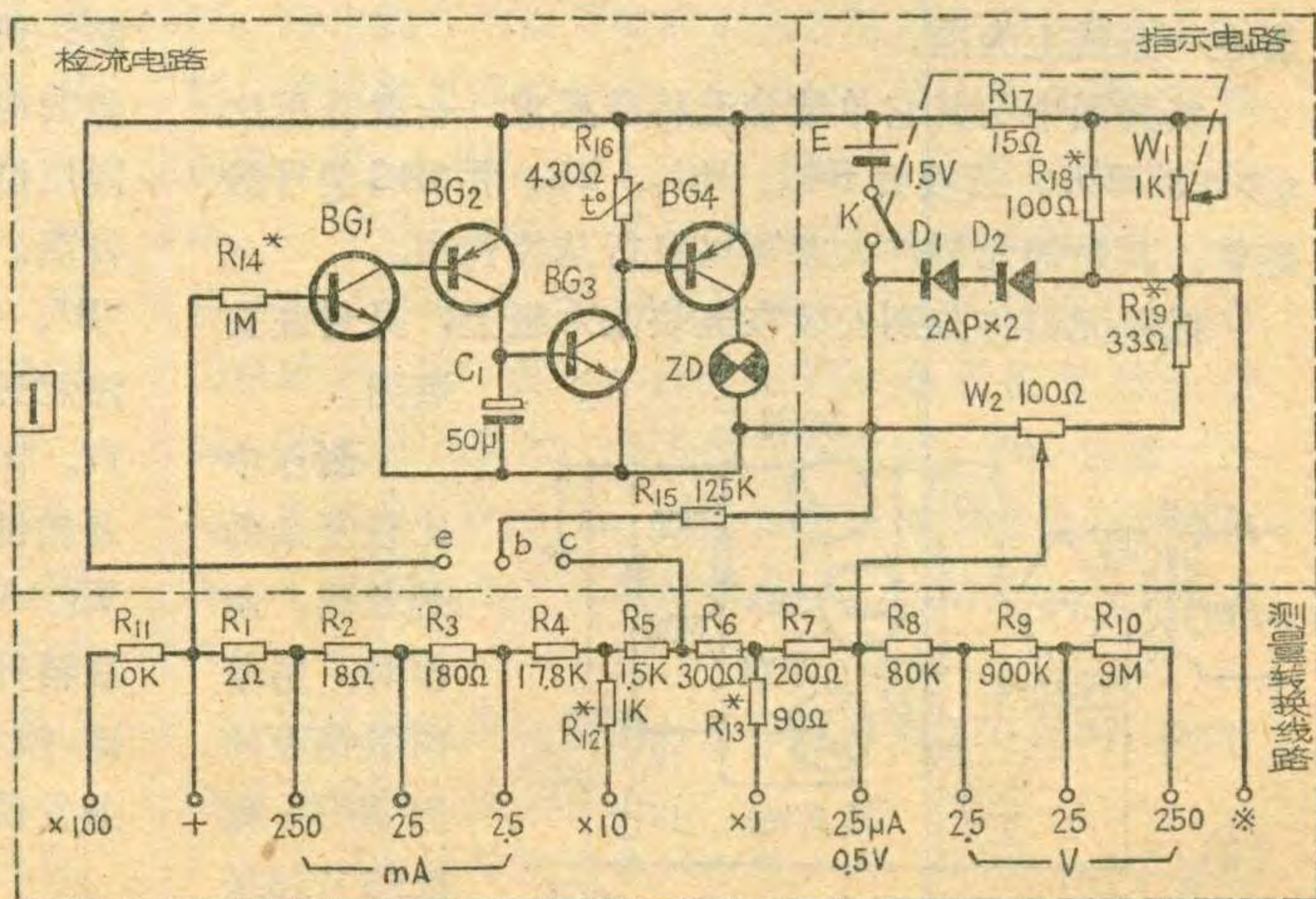
$$U_{AB} = IR = \frac{U_{CA}}{R_x} \cdot R \text{ (忽略 } I_b), \text{ 而 } U_{AB} = U_{mn}$$

$$\text{所以 } R_x = \frac{U_{CA}}{U_{mn}} \cdot R \dots\dots(3)$$

式中 U_{CA} 、 R 都是设计值。在图 1 所示的电路里，取 $V_{CA} = 0.25$ 伏， $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 = 20$ 千欧，因为 V_{mn} 的变化范围为 $0 \sim 0.5$ 伏，所以电阻的测量范围为 $\infty \sim 10$ 千欧，中值为 20 千欧。为使测量的最低阻值降到 0，在图 1 中串联了电阻 R_{11} ，此时中值降为 10 千欧 ($\times 100$ 档)。根据公式 (3)，算出各档转换电阻如图 1 所示。

4. 测交流电压和交流电流 由于复合管放大器工作在非线性区域时，对交流具有自整流作用，因此能直接用于测交流电压、交流电流。

5. 测放大倍数 β 测试原理线路见图 5。当插上待测管时，待测管的集电极电流就加到 BG 管的基极，灯泡电路里的电流增大。这时改变 W_2 的滑动臂位置，使 $U_{mn} = U_{RH}$ ，通过小灯泡的电流又恢复到



原来的数值。由于 $U_{RH} = \bar{\beta} I_b R_H$, 所以

$$\bar{\beta} = \frac{U_{mn}}{I_b R_H} \dots\dots(4)$$

式中 I_b 、 R_H 为设计值, 取 $I_b = 10\mu A$ 、 $R_H = R_6 + R_7 = 500\Omega$, 因 $U_{mn} = 0.5V$, 所以

$\bar{\beta}$ 的最大量为 100。它的最低量也是 0。

测 I_{ceo} 时, 将待测管的基极留在管座外, 按上述方法读出 U_{mn} , 则

$$I_{ceo} = \frac{U_{mn}}{R_H} \dots\dots(5)$$

在图 1 线路中, I_{ceo} 的测量范围为 $0 \sim 1 mA$ 。

元件选择

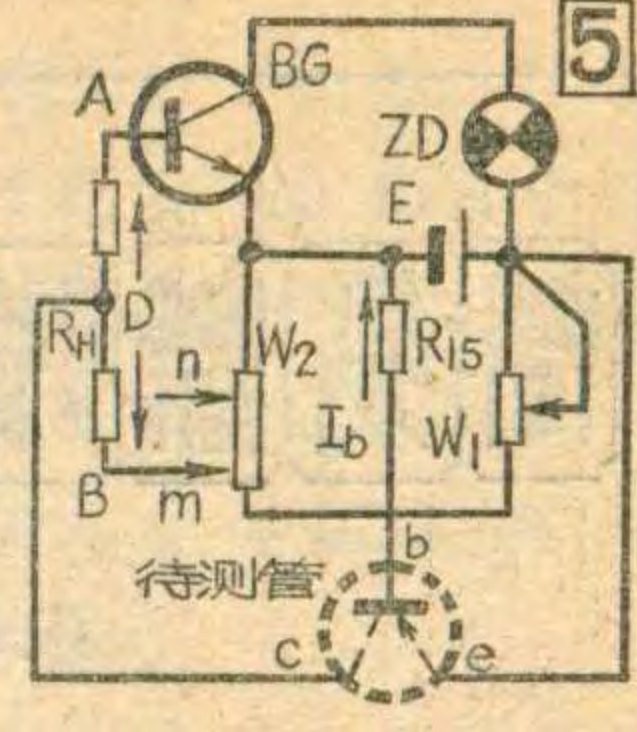
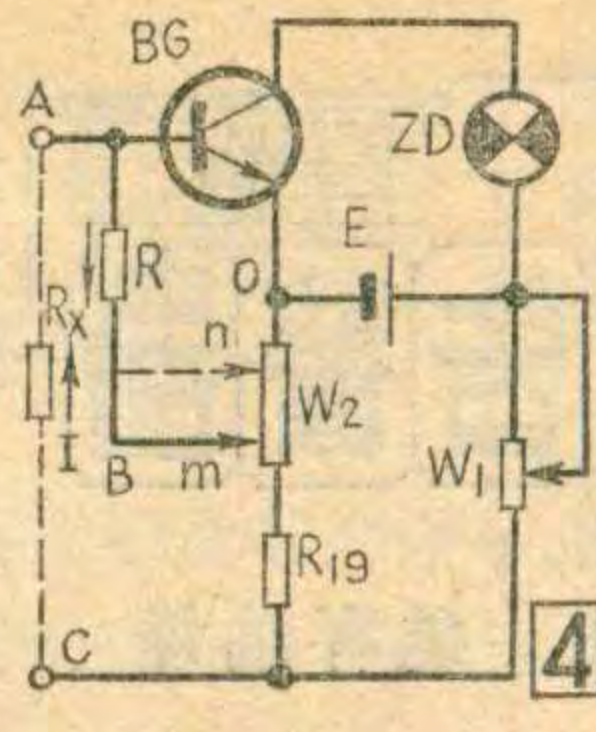
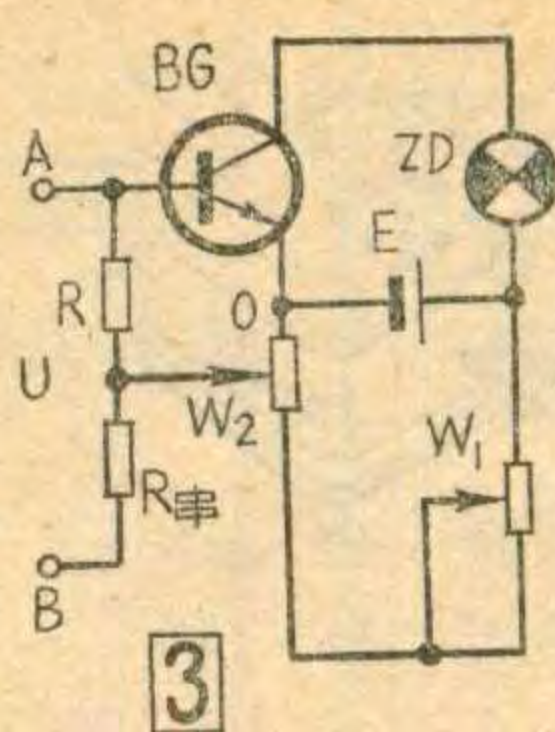
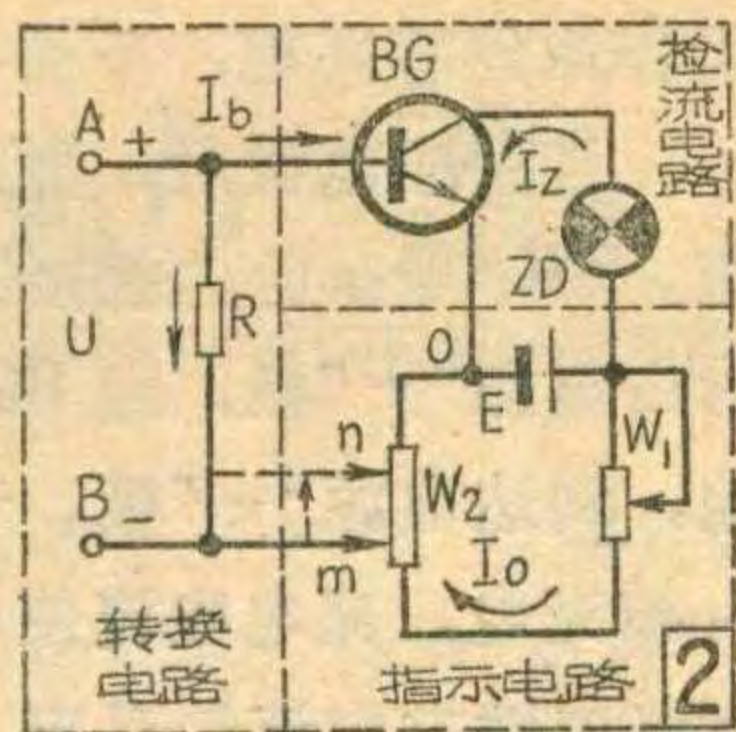
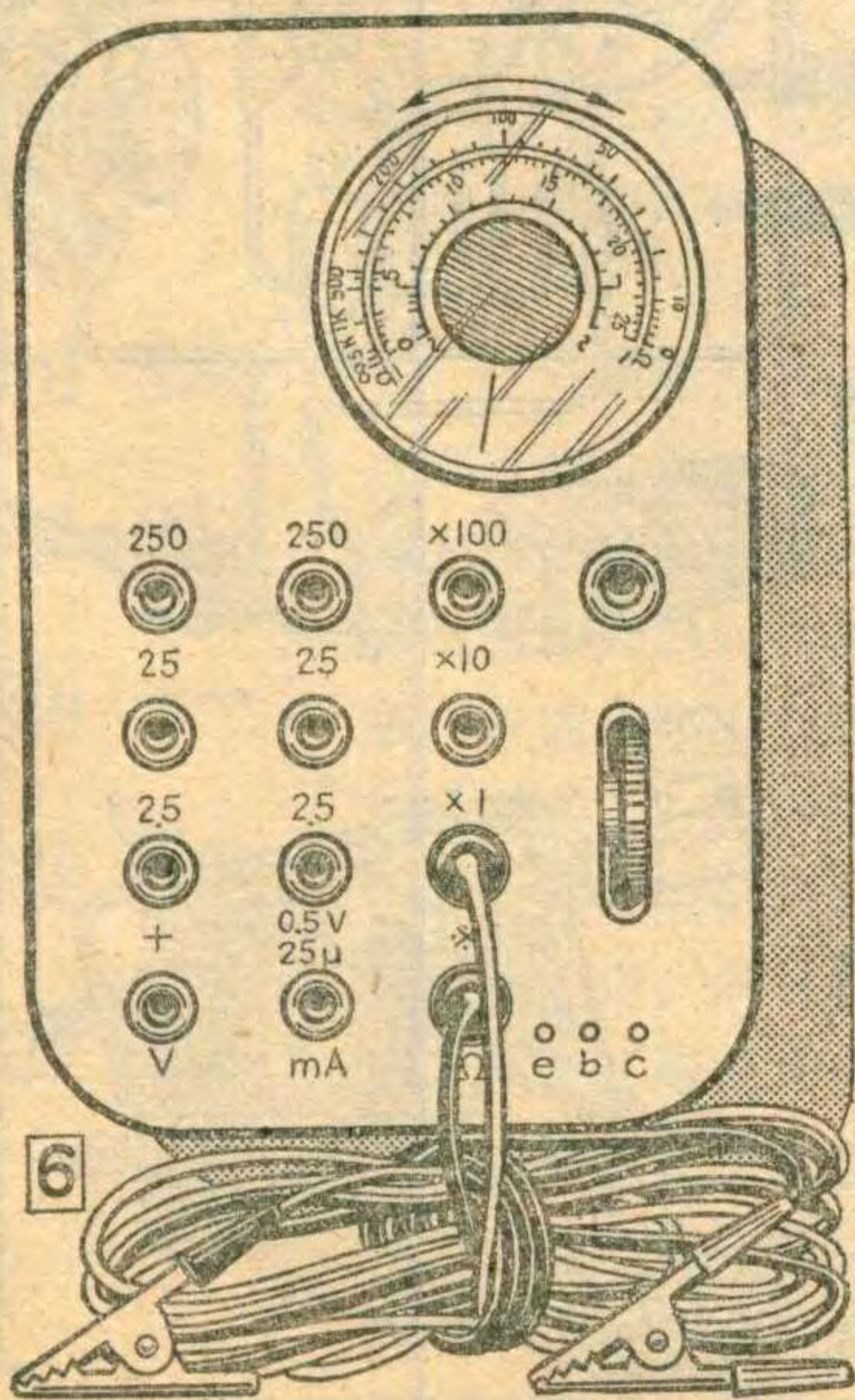
BG_1 、 BG_3 用 3DG6 或其它 NPN 型硅三极管, 可挑选放大倍数高、穿透电流小的管子。 BG_2 为 3AG 或 3CG 型三极管, 要求穿透电流要尽可能的小。 BG_4 为 3AX31 或其它低频功放管, β 在 100 以上。

电位器 W_2 应选用直线式线绕电位器。 W_1 选用小型碳膜电位器, 要带开关, 作为电源开关。 ZD 为 6~12V 的小灯泡, E 为一节 2 号电池。 R_{18} 为负温度系数的热敏电阻。

安装与调整

我们把电路的元器件安装在一块绝缘板上, 绝缘板的另一面再粘上面板。面板如图 6 所示。

由于本仪器在精确度方面要求不高, 调整工作主要是使各基本量限都在 W_2 的可调范围内。调整方法是第一步先调指示电路里的工作电流。用一块电压表并联在 W_2 的两端, 把 W_1 调在中值位置上, 然后调 R_{18} , 使电压表上的读数为最小电压量程的 120% 左右, 例如, 本表电压最小量限为 0.5 伏, 所以调电阻 R_{18} 使电压表读数为 0.6 伏左右。第二步调检流电路的输入端的基极电压 U_{bo} 。



将 W_2 的滑动臂置“0”位, 并和 BG_1 的基极(即“+”插孔)用导线接通, 调 R_{14} 使小灯泡处于刚好点亮的状态。第三步调电阻档的“0”值恰好在电压的满刻度处。将 W_2 的滑动臂旋至满刻度处, 用导线把插孔“※”和“ $\times 100$ ”接通, 调电阻 R_{19} , 使小灯泡处于刚好点亮状态; 然后把导线改接在“※”和“ $\times 10$ ”插孔中, 调整电阻 R_{12} , 使灯泡刚好点亮; 最后再把导线改接在“※”和“ $\times 1$ ”插孔中, 调 R_{13} , 使灯泡刚好点亮。

直流、交流和电阻三条刻度线的绘制是: 直流是均匀刻度的, 用标准表定下基本量限的终值位置后按等分法绘制。交流线是非均匀刻度的, 必须利用标准表的指示值在刻度盘上多定出一些点, 然后按其特性趋势再划分小刻度。电阻档的刻度线也不是等分的。可按公式(3)来绘制, 也可以用标准电阻值在刻度盘上定出一些点, 再按其特性趋势划分小刻度。

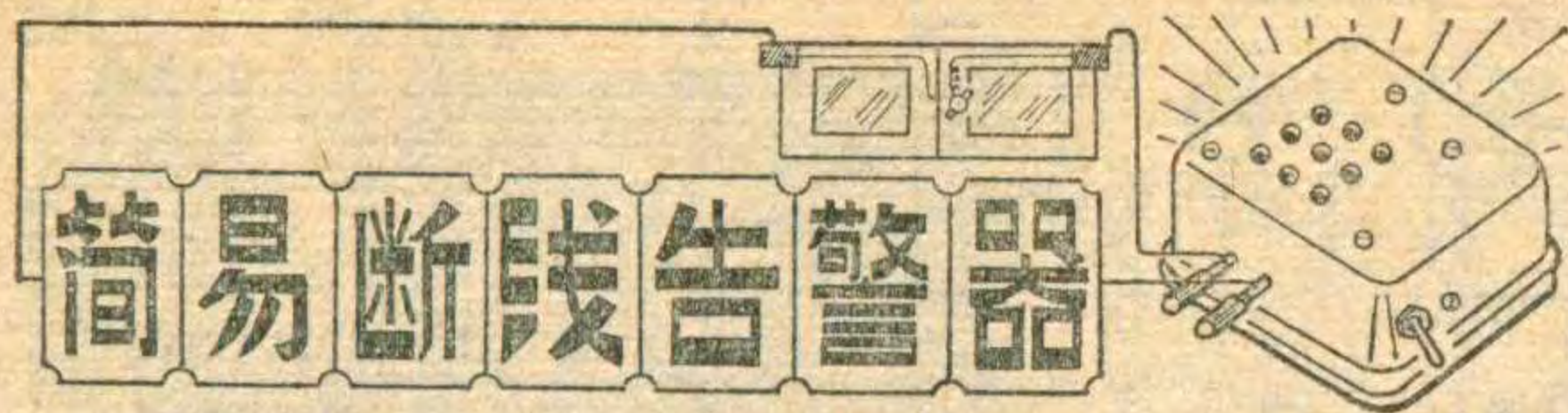
使用说明

使用前先进行调零。旋动 W_1 旋钮接通电源, 再旋动 W_2 , 使指针位于刻度盘的“0”值处。再旋动 W_1 旋钮, 使小灯泡刚好点亮(应记住这时的亮度)。

测电流时, 将表笔插头分别插入面板上“+”和合适的“mA”或“ μA ”插孔, 然后用表笔把本仪器串接到待测电路。旋动 W_2 , 使灯泡刚好点亮, 此时指针在“-”(直流刻度线)刻度线上的数值就是待测的电流。

同理, 测量电压时, 将表笔插头分别插在“+”和合适的“V”插孔内, 将仪器并联在待测电路两端, 在“-”(直流)刻度线上读数。测交流电流和电压时, 将表笔插头分别插在“+”和“mA”或“V”插孔中, 从“~”(交流)刻度线上读数。测电阻时, 将表笔插头分别插入“※”和合适的电阻倍率插孔, 接上待测电阻, 旋动 W_2 使小灯泡刚好点亮, 在“ Ω ”刻度线上读数。测 $\bar{\beta}$ 时, 将晶体管插入管座, 旋动 W_2 , 使小灯泡刚好点亮, 在“-”刻度线上读数 ($\bar{\beta}$ 的满度值为 100, 每小格为 2)。测 I_{ceo} 时, 将管子的基极从插座上拿开, 也在“-”刻度线上读数(满度值为 1 mA, 每小格为 $20\mu A$)。

用它来鉴别火、地线时, 旋动 W_1 接通电源, 调 W_2 使指针指零, 旋动 W_1 使灯泡刚点亮。将表笔插头插入“+”插孔, 用表笔分别接触地、火线, 如果灯泡发光增强, 则所测点为火线; 若无变化, 为地线端。



张锵 魏群编译

这里我们介绍一个适合初学者动手制作的断线报警器，它的电路简单，制作容易，您不妨动手做一个。

断线报警器的外形见题头。电路见图1，它是由两个不同类型的晶体管组成的音频脉冲振荡器。

在图1电路中，BG₁管的基极连接一个接线柱称为P点。电路中接地端连接一个接线柱称为Q点。当P、Q两端之间没有导线连接时，即P、Q两端开路，此时振荡器能正常工作，喇叭发出响声；如P、Q两端之间用导线连接，即P、Q间短路，这样BG₁管基极与发射极之间被短路，振荡器就无法正常工作，因此喇叭中无声。如果P、Q两端之间的短路线换成题头所示那样的报警设备，那么只要在导线上任一处被切断，喇叭就发声。这个音频振荡器就成了断线报警器。

元件选择

图2中的BG₁管是NPN型的硅管，可选用3DG、3DK型硅管，要求管子的 β 值在30以上即可。BG₂是PNP型锗管，可选用集电极最大耗散功率在125毫瓦以上的锗管如3AX31或3AX81、3AX61等，要求管子的 β 值在30以上。电阻R₁阻值为250千欧~1兆欧，可选用1/8的碳膜电阻。图1中R₁所标数值是根据电源电压和采用 $\beta > 60$ 的管子而定的，如管子的 β 值小于60或电源电压低于9伏，可适当减小R₁之值。电容C₁可选用容量为0.0047微法~0.01微法、体积较小的电容。电容C₂选用耐压为10伏以上、容量为100微法的电解电容器。扬声器选用阻抗为8欧姆、功率为0.4瓦或0.25瓦的电动式扬声器。电源电压可选用6伏或9伏的电池。如电源选用6伏电池，扬声器发声稍小些；如电源选用9伏电池，扬声器发声大些。开关K可用任何型式的单刀单掷开关。

我们把此报警器安装在塑料盒内。在盒底打些小孔，以便传声。电阻、电容、晶体管安装在25×40的小胶木板上(见图3)。如果对音频振荡器发出的音调没有严格要求，电路中各元件连接好后，不需调整就可使用。

工作原理

有的读者可能对此振荡器的

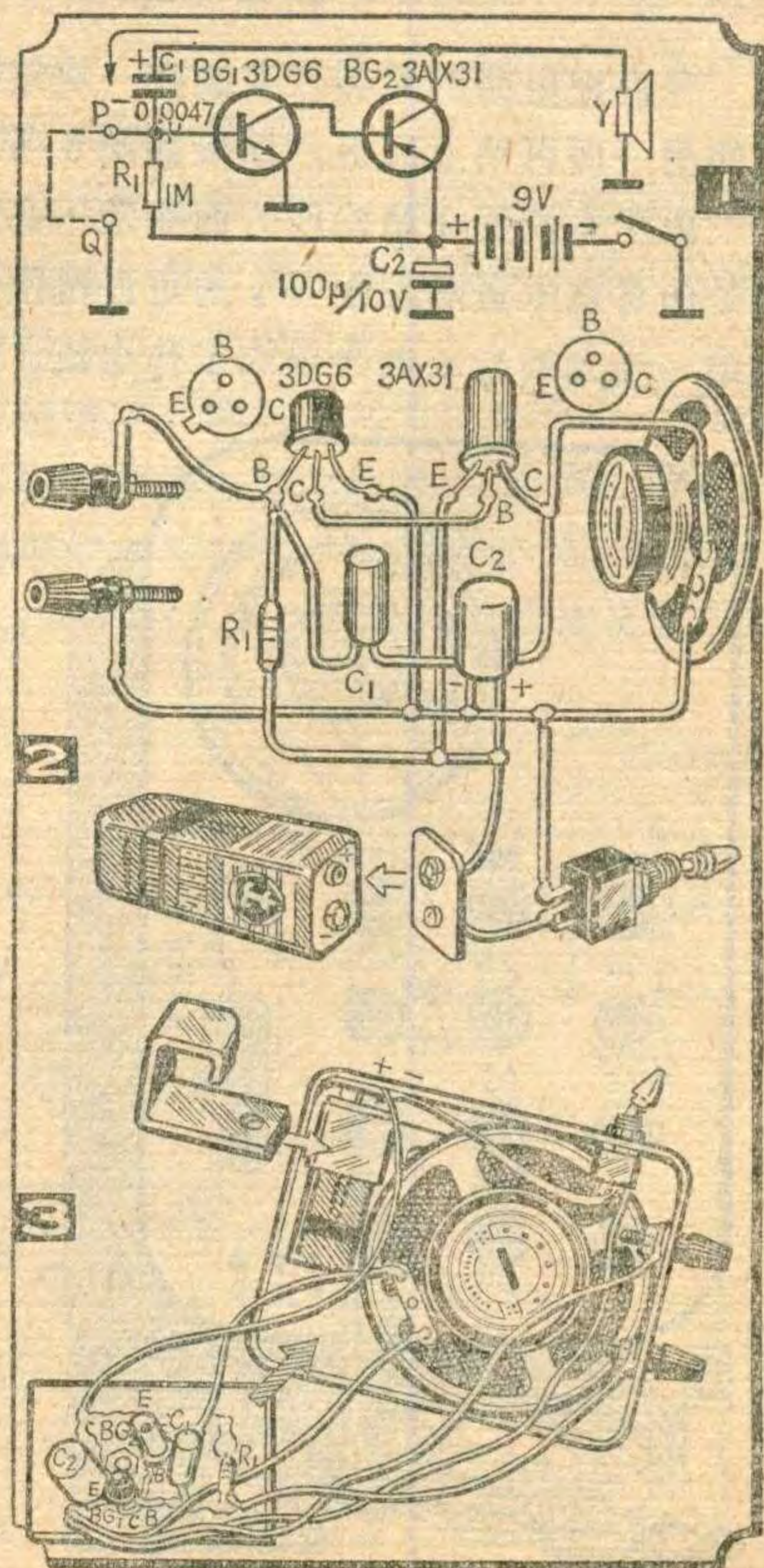
工作原理感兴趣，下面我们来谈谈这个问题。

当接通电源后，电源通过电阻R₁使BG₁获得偏流。BG₁导通后，就接通了BG₂的偏流电路，其通路为由电源“+”极，经BG₂的e极、b极，再经BG₁通地，到达电源“-”极。于是BG₂管导通。导通后，C₁被充电。充电电流使BG₁的基极电流增大，于是在电路中就发生连锁反应，使BG₁、BG₂的两管集电极电流不断增大，BG₁和BG₂很快都进入饱和状态。

电容C₁被充电，C₁的上端积累正电荷，下端积累负电荷，于是U_{b1}下降，I_{b1}将逐渐减小。当U_{b1}下降到使BG₁退出饱和区时，它的集电极电流I_{c1}就随I_{b1}的减小而减小，于是I_{b2}也将减小，I_{c2}随之减小，使BG₁基极的电流I_{b1}进一步减小。在电路中就发生正反馈连锁反应。很快使BG₁和BG₂都进入截止。BG₁和BG₂截止时C₁上的电压放电。放电途径为从C₁上端，经过扬声器、电源、R₁到电容器下极板。于是C₁下端的负电位逐渐减小，直到使BG₁重新导通。这样电路就完成了—个振荡周期。以后又重复上述过程，如此循环下去，产生脉冲式振荡。

由上可见，两管同时导通时，电容C₁充电途径中的电阻是BG₁的发射结电阻和BG₂的c、e间的等效直流电阻，这一电阻较小，电容C₁两端电压增长速度是比较快的。而电容C₁放电时，放电途径中的电阻包含了R₁，这个电阻比较大，故电容C₁两端电压减小的速度较慢。因此两管导通的时间短，而截止的时间长。在BG₂集电极产生的振荡是正向窄脉冲。

由于截止时间长，故振荡频率主要取决于电容C₁和电阻R₁的乘积。当我们希望音调高一些时，可以减小R₁、C₁数值(减小R₁或C₁都可以)。



动态与静态

晶体管放大电路具有两种工作状态。没有信号输入时的状态称为“静态”。这时晶体管各极的

电流和电压，如 I_b 、 I_c 及 U_{ce} 等是不变的。这些直流量叫做静态量。有信号输入时的状态，称为“动态”，这时管子各极电流和电压是随着输入信号的变化而变化的。这些变化量叫做动态量。

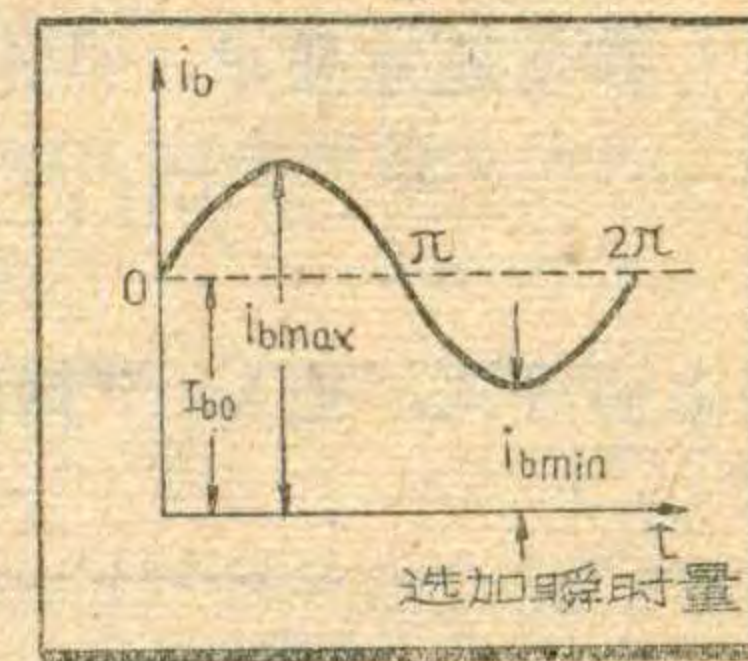
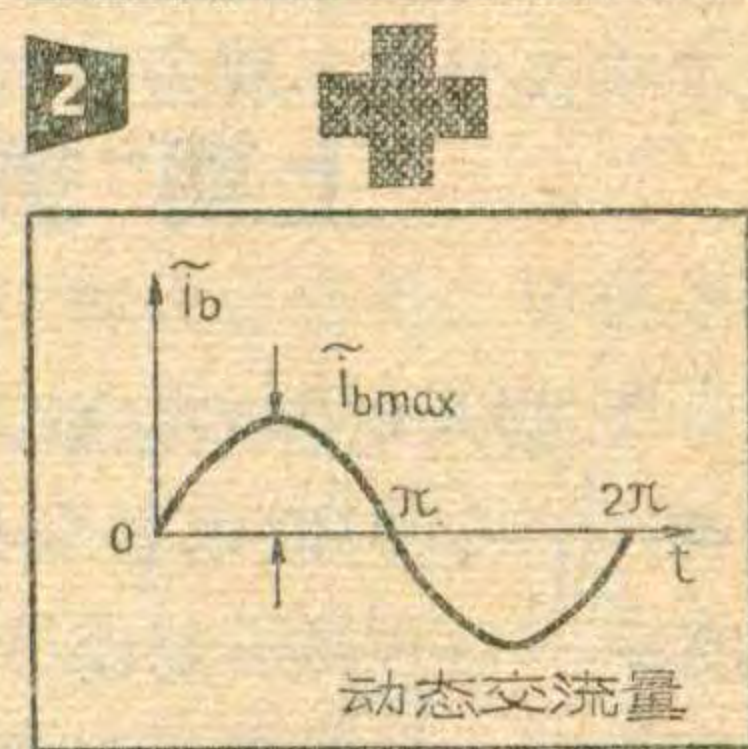
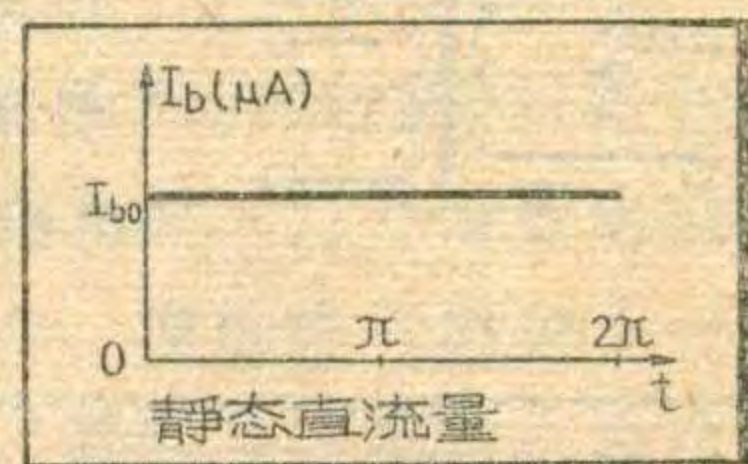
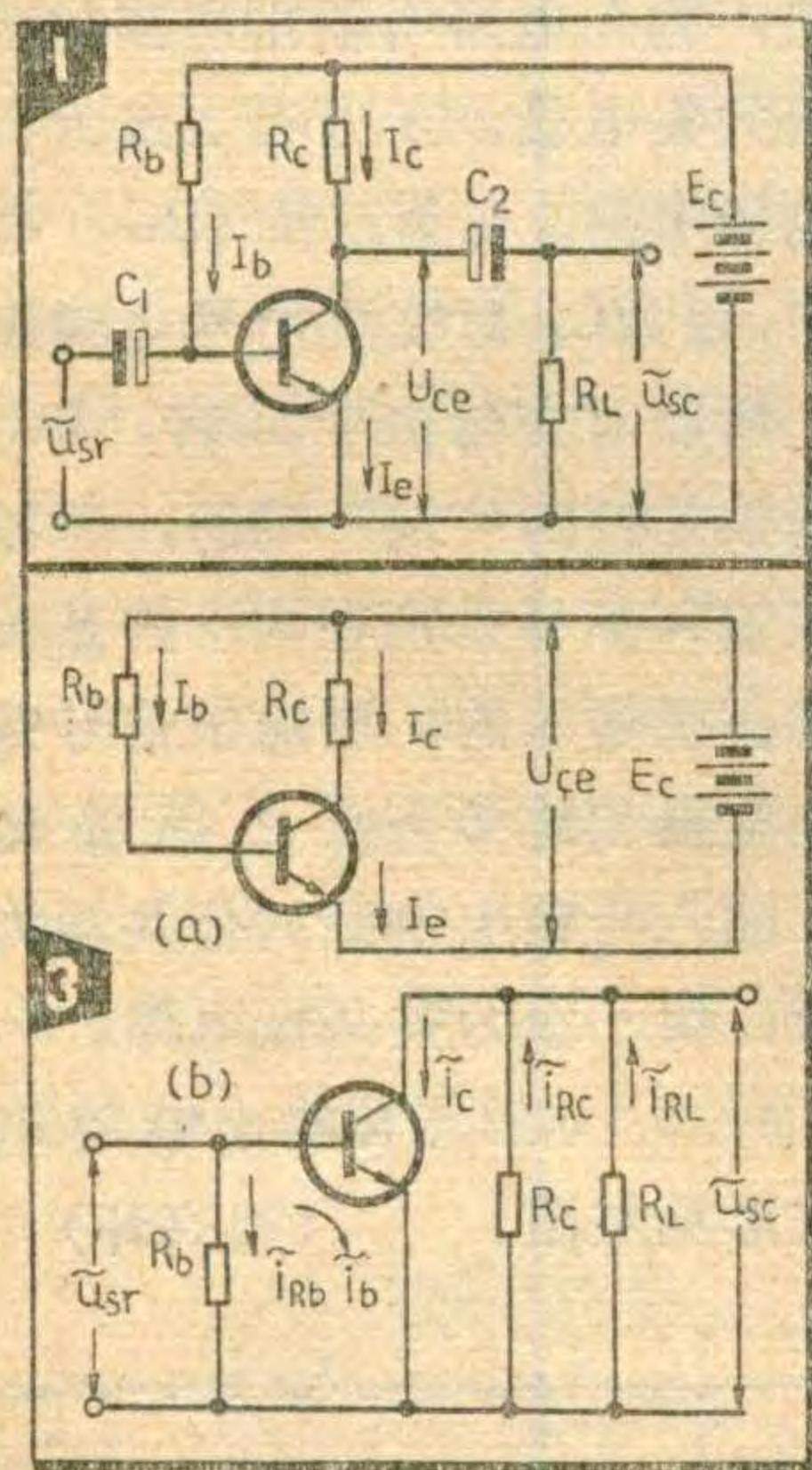
交流放大电路(图1)是要放大交流信号的。输入信号 \tilde{u}_{sr} 就是一个变化的动态量。但是，为了保证放大电路“不失真”地进行放大，就要设置偏置电路，即为放大电路提供一定的静态直流量。由公式 $I_c = \beta I_b$ 及 $U_{ce} = E_c - \beta I_b R_c$ 可知，在放大电路中， I_b 确定后， I_c 及 U_{ce} 也被确定；如 I_b 发生变化， I_c 及 U_{ce}

也将产生相应的变化。在这样的基础上，再输入交流信号 u_{sr} 时，即电路处于动态时，在管子各极引起的电流、电压也将是变化的交流量。这就好象是让动态变化量驮载于静态直流量上。这时放大电路各极的总电流和总电压将是相应的静态直流量与动态交流量相迭加的结果。一般用大写的 I 与 U 表示静态直流量；小写的 i 与 \tilde{u} 表示按正弦

规律变化的交流量；而小写的 i 与 u 则用来表示二者迭加后的瞬时量，即：
 $i_b = I_b + \tilde{i}_b$, $u_{ce} = U_{ce} + \tilde{u}_{ce}$ 。图2就是描绘动态时基极电流变化规律的波形图，用以说明上述三个量之间的关系。

在晶体管放大电路中，由于各种电子元件对动态交流量及静态直流量具有不同的作用，而被分成两条通道(图3)。譬如电容器在电路中对直流电的阻抗很大，而对交流电阻抗很小，因此静态时，在图1的电路中，就不会再有直流电流流过 C_1 与 C_2 ，放大电路输入端与信号源 (\tilde{u}_{sr}) 之间，输出端与负载 (R_L) 之间的直流电流被隔断；这时，管子各极直流电流流过的路径，就是放大电路的直流通道(图3a)。动态时，对输入交流电来说， C_1 与 C_2 及电池 E_c 都相当于短路，信号交流电可以通畅地流过此时放大电路的交流通道变成了图3b所示状态。因此，要调整静态直流量，只需分析直流通道；而要估算或测试放大电路的放大倍数，则必须研究它的交流通道。

(邹昌政)



印制线路板的一种方法

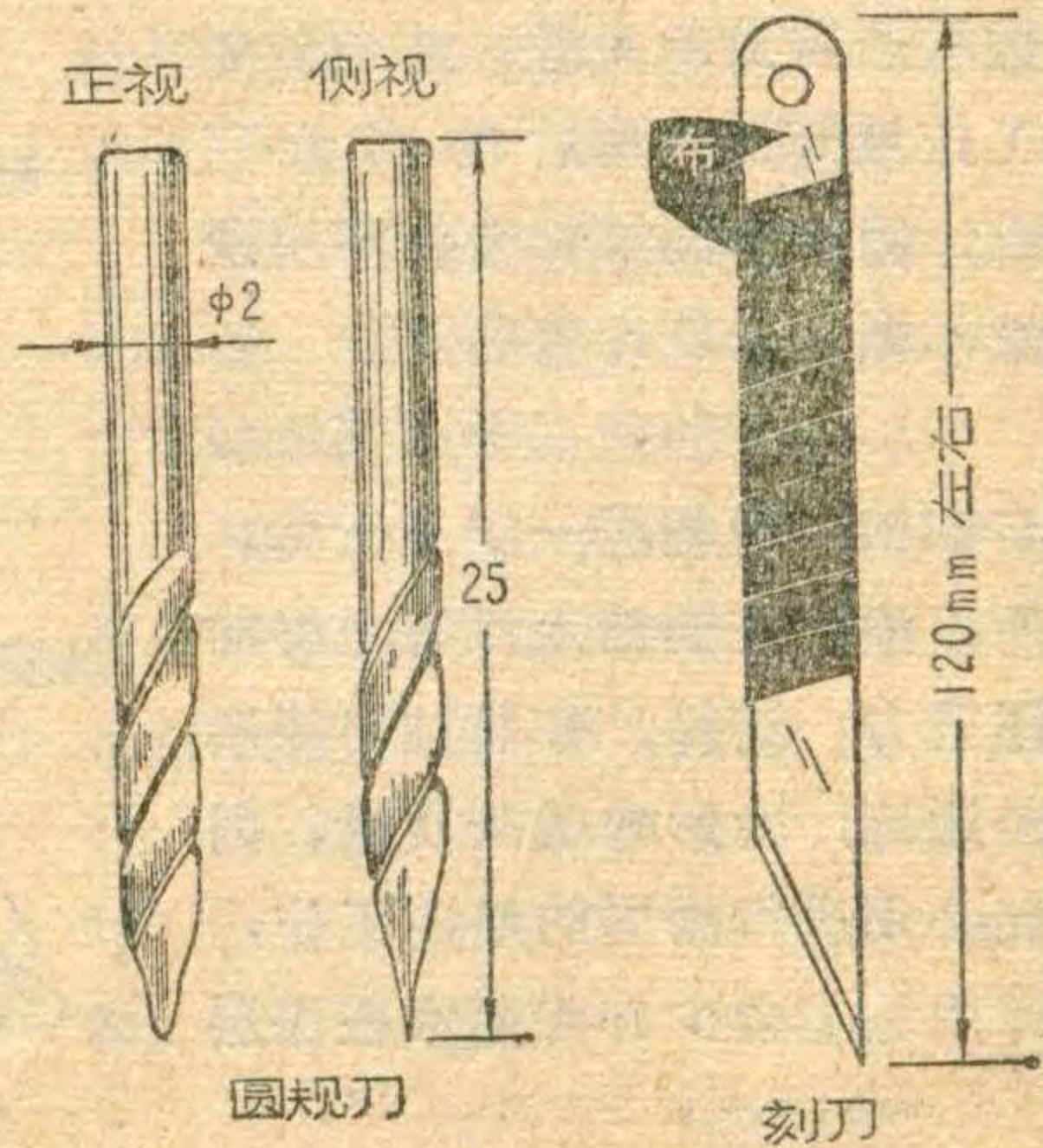
这里我们介绍一种绘制方法，它制出的线路板质量较好，适合制作单块或少量的印刷线路板。下面介绍具体方法。

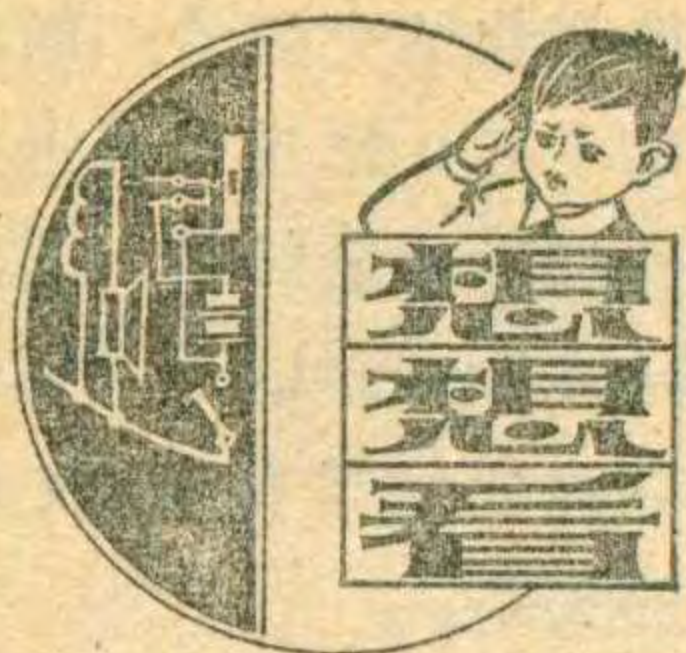
1. 自制刻刀和圆规刀。刻刀是用废锯条磨成的，如右图所示。圆规刀是利用直径为2毫米左右的废钻头或相同粗细的钢丝磨制而成，如右图所示。把圆规刀装在绘图仪器中的点圆规的夹头上，就可使用了。

2. 裁好敷铜板。将敷铜板表面进行清洁处理。具体方法是用磨炭(又名北京炭)、墨鱼骨或用很细的水砂皮将敷铜板表面加水磨光，清洗擦干后将敷铜板稍加温度。在敷铜板上均匀地涂上一层极薄的凡士林，然后在其上面喷涂上一层淡色的喷漆，待喷漆

稍干后再重复喷一层，待漆干燥。如没有喷漆条件时，可将淡色的喷漆倒在涂有凡士林的敷铜板上，摇动敷铜板，使漆面均匀。然后将敷铜板竖直放置待漆干燥。

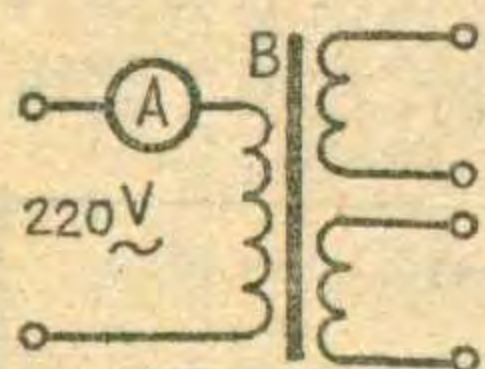
3. 将设计好的印刷线路图复印到敷铜板的漆面上。操作方法是：将画有印刷线路的描图纸反面用B或HB的铅笔反复涂磨一层，并用棉花擦均匀，这就成了一张铅笔复写纸。然后再从正面用3H以上的硬铅笔把线路图复印到





1. 一台收音机的高频阻流圈坏了，小张在应急修理时，想到低频阻流圈的电感量比高频阻流圈的电感量大得多，用低阻圈代替不是更好吗？可是一试却不行，为什么？

2. 小王自制了一个电源变压器，为了测量它的空载功耗，在变压器的初级接上了220伏市电和一块交流电流表如图示，测得电流为30mA，小王计算出空载功耗 $P=220 \times 0.03=6.6$ (瓦)，你看对吗？



上期“想想看”答案

1. 接入电容 C 之前，设回路里的电流为 I_0 ，但 $I_0 = \frac{U}{\omega L}$ 。并联电容 C 后，流过电流表的电流为 I ，但 $I = U (\frac{1}{\omega L} - \omega C)$ ，显然电流要变化，但在 C 为某数值时也可使电流不变。下面我们就来计算一下，这个电容 C 应取多大。

按着题意要求， $|I_0| = |I|$ ，

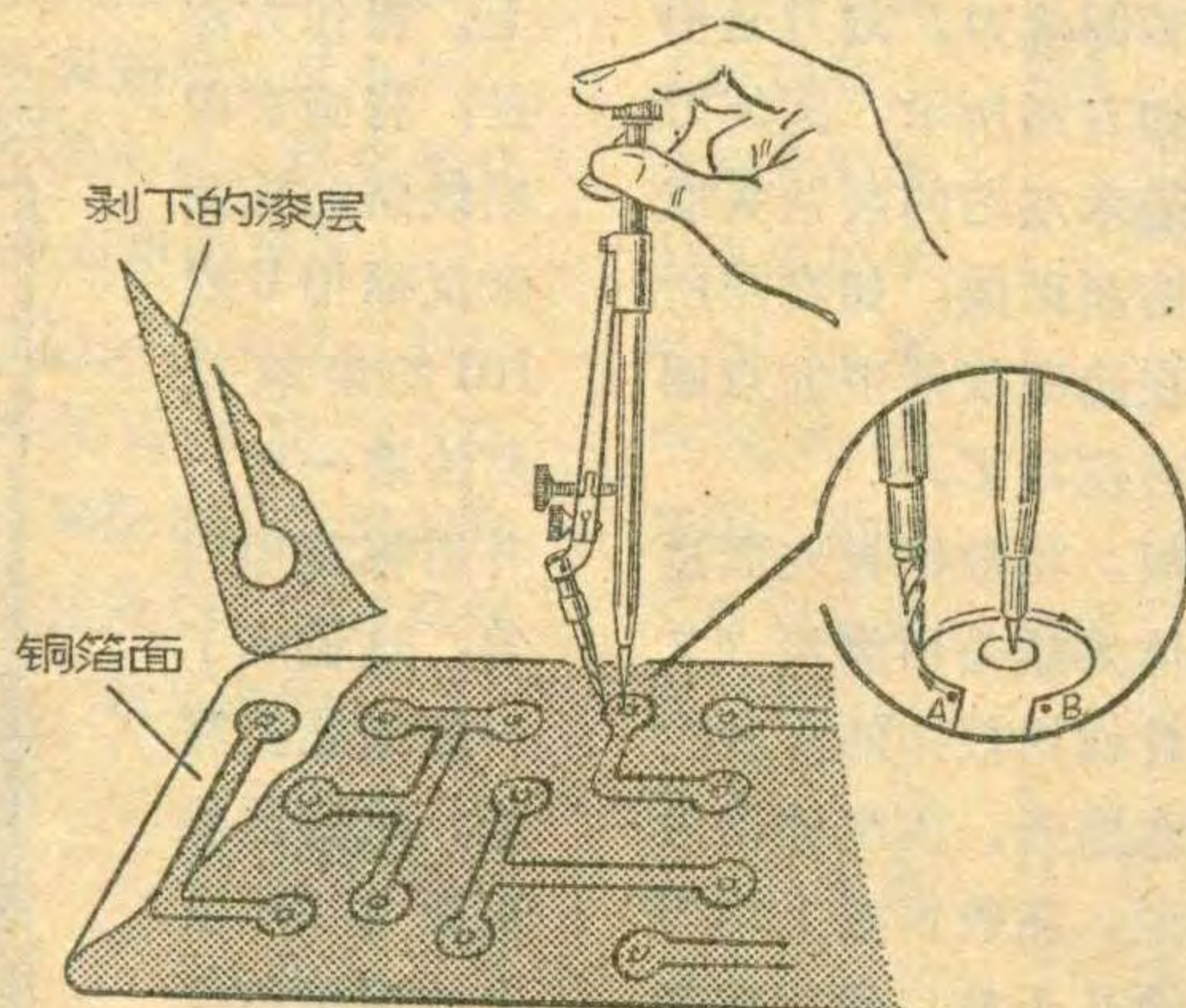
$$\frac{U}{\omega L} = \pm U (\frac{1}{\omega L} - \omega C)$$

解上面等式，把 $C=0$ 情况除外，得到

喷了漆的敷铜板表面上。复印小圆弧用点圆规。

4. 用刻刀、小直尺等工具对漆层上复印线条进行刻划，圆点上的漆层可用点圆规刀来刻划(见下图)。把需去掉的漆层用小刀或镊子剔去，露出需腐蚀的铜箔，而电路部分的漆层则留在敷铜板上。刻划工作要细心进行，因这一步是决定腐蚀线条质量的关键，此项刻划工作最好在喷漆后的当天完成，因为时间过长会使漆层变硬，剥起来就比较麻烦。

5. 刻好的敷铜板因其漆层与铜箔中间相隔一层凡士林，所以漆层在铜箔上没有足够的附着力。这样，在腐蚀时漆层易脱落，会影响线条质量。因此必须进行漆层的坚固工作，即用毛笔蘸少许香蕉水在漆层



线条的沿周仔细描绘，促使喷漆溶化，使之与铜箔粘合。但注意香蕉水不宜过多但也不要遗漏。坚固工作结束后，用棉花蘸少许无水酒精，将露出的铜箔的地方轻轻擦拭，直到线条周边无毛刺，版面清晰为止。

6. 将铜敷板放入盛有三氯化铁溶液的搪瓷或塑料盘内进行腐蚀。

7. 敷铜板腐蚀好后，用竹片等较硬的物质铲去漆层。在线路板上钻上孔，然后在线路上加点水用铜丝板刷进行擦刷，使铜层光亮夺目。如有条件可进行镀银，或涂助焊剂(一份酒精、二份松香的溶液)，到此印刷电路板的制作即告完成。

(华 仪)

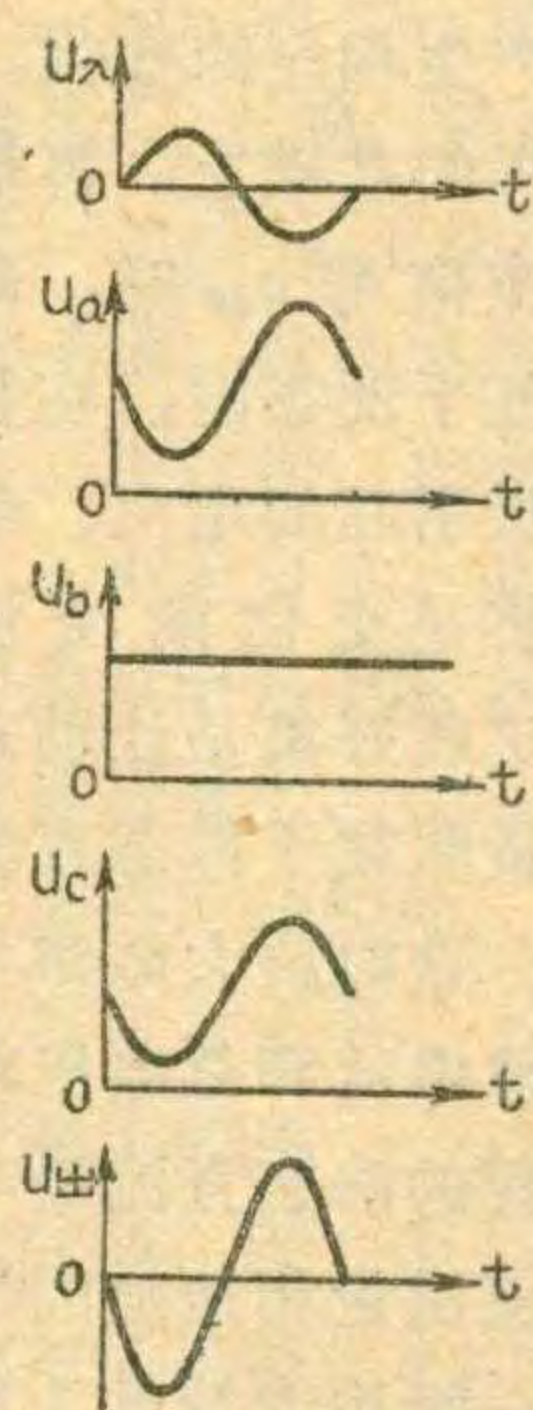
$$\omega C = \frac{2}{\omega L}, \text{ 求出 } C = \frac{2}{\omega^2 L}$$

所以只要取电容器 C 的电容值为 $\frac{2}{\omega^2 L}$ ，并联在 L 两端，那么电流表的读数就维持不变。

(张宗瑚)

2. 第一级电路(BG_1)为共发射极电路。因为 BG_1 的输入信号 u_λ 从基极和发射机加入，输出信号 u_{c1} 从集电极和发射极取出，电容 C_2 对交流信号可以认为是短路，发射极是输入电路与输出电路的公共端，所以是共发射极电路。

第二级电路(BG_2)的输入信号 u_{b2} 加在基极 b_2 与“地”之间，对交流信号而言 C_3 可以认为是短路的。 BG_2 的集电极接到“地”，所以输入信号实际是加在基极与集电极之间，输出信号从 BG_2 的发射极和集电极



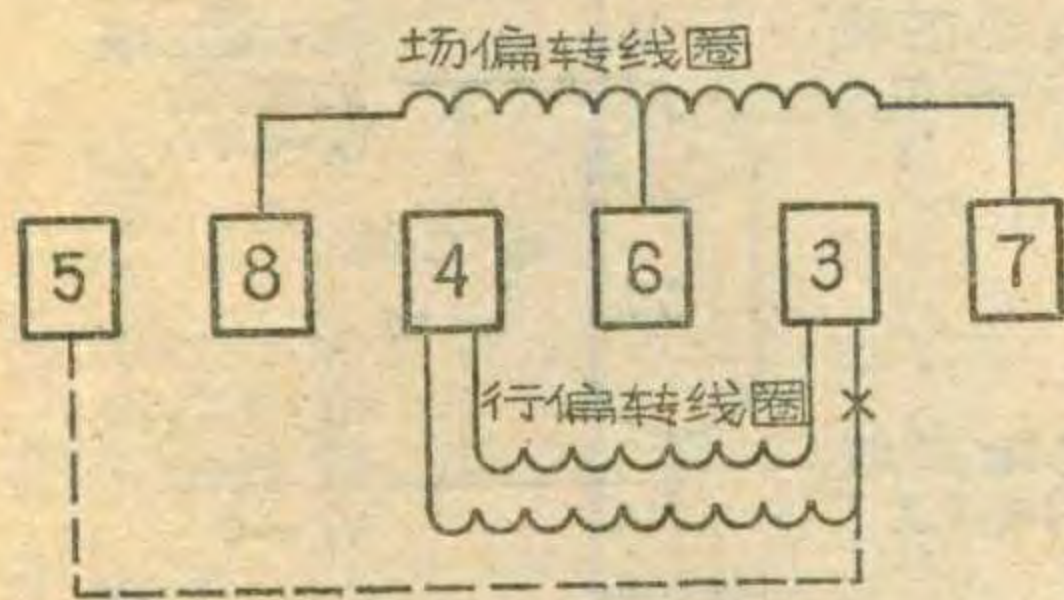
取出，输入电路与输出电路的公共端为集电极，所以第二级为共集电极电路。在第三级(BG_3)电路中，因为 C_4 对交流信号呈现短路，所以对交流信号而言， BG_3 的基极是接到“地”端的，所以前级输入信号是加在 BG_3 的基极和发射极输入的，而输出信号是由集电极和地即基极之间输出的，输入与输出电路的公共端为基极，第三级为共基极电路。

a、b、c 三点和输出端的电压波形见左图。(郭兴环)

问与答

问：有一台上海牌 104 型电视机的行输出变压器坏了，能用北京牌 825 型电视机的行输出变压器代换吗？

答：可以，因为两种型号的电视机都使用 35SX2B 显象管。但是上海牌 104 型的两组行偏转线圈是并联接法，而北京牌 825 型的两组行偏转线圈是串联接法，所以，用 825 型行输出变压器代换时，应先将 104 型电视机的行偏转线圈重新改接。改接的方法如下：将偏转线包取下，轻轻打开，在偏转线包内接线脚上，如图所示，从“3”脚处将一组行偏转线圈断开，改接在“5”脚上，然后用一根导线接在原偏转线包引线插头的“5”脚上（应逆时针方向数，此脚原为空脚），引线插头的“4”脚仍为两组行偏转线圈的中心端。换上北京牌 825 型行输出变压器后，将各线头按照 825 型线路一一对应接好，中心端应接在



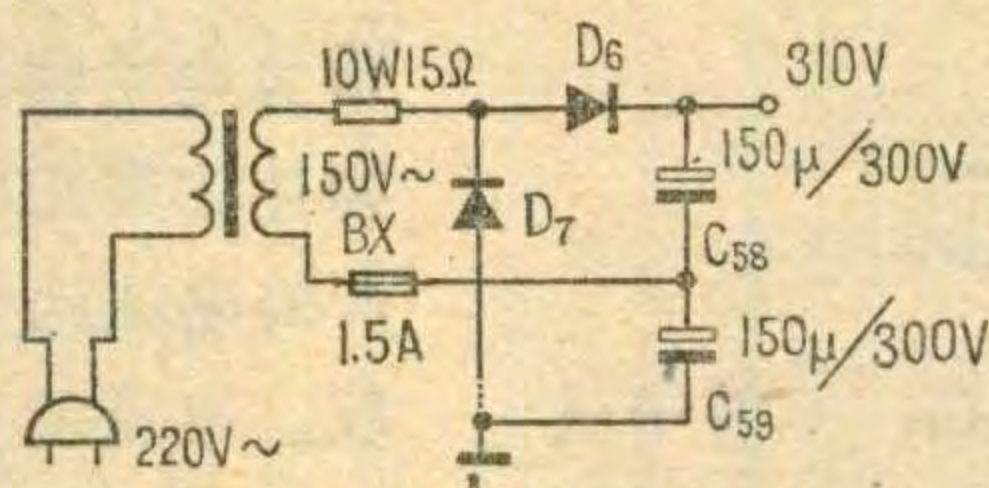
825型行输出变压器接线头“3”上；偏转线包引线插座的“5”脚，用一导线接 825 型行输出变压器接线头“4”上。这样改接后，如果出现三角形光栅、梯形光栅等，应当将偏转线包引线插头的“5”脚与“3”脚对调一下，光栅就会正常。

(王新宇)

问：有一台北京牌 825-2 型电子管电视机，在收看节目时，出现垂直不同步，水平幅度小，边缘不齐。为什么？如何解决？

答：这种故障是由于电源中倍压整流电解电容老化和漏电造成

的。在这种电视机中，电子管各极直流电压是由图 1 所示的全波倍压整流电路供给的。当电路中的电解电容失效时，就会造成整个直流电路电压降低，滤波不良，使交流纹波增大。如果纹波电压叠加到同步分离管上，就会使分离级失效，出现垂直扫描不同步。同时，行同步的同步点也受到交流调制，从而使边缘不齐。另外，伴音中还会产生交流哼声。首先应检查倍压整流电路，正常时直流电压为 310 伏，如果电压降低很多(200 伏或 230 伏)，说明两只电解电容中，已经有一只

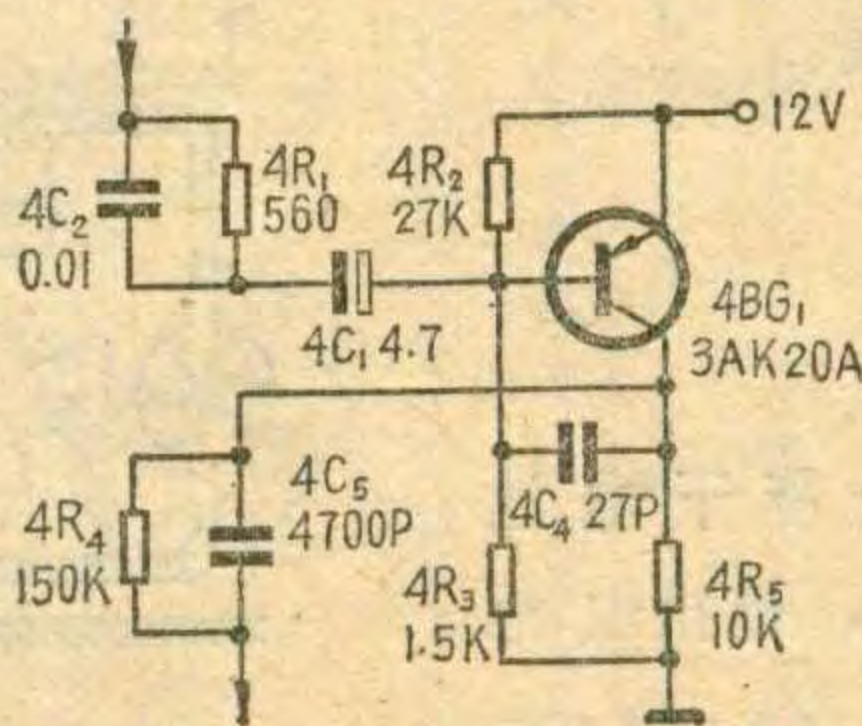


开路或老化了。进一步检查每只电容器两端的直流电压降，如果那一只电容器的电压降低于正常值(150 伏)，就说明那个电解电容失效(根据电容老化的程度不同，有 70 伏、50 伏等)。把老化的电解电容换掉，就能解决。

(王根源)

问：有一台凯歌牌 4D4 型晶体管电视机，收看图象清晰，但上下、左右跳动，调整行频或场频旋钮无效，不知何故？如何解决？

答：这种现象说明电视机的信号通道工作正常，但同步系统出了故障。场和行同步脉冲从全电视信号中分离不出来，就会使图象产生上下和左右跳动。常见的故障是同步分离管 4BG₁(3AK20A) 损坏或是基极耦合电容 4C₁(4.7μ) 损坏或其它元件相碰。这部分电路如图所

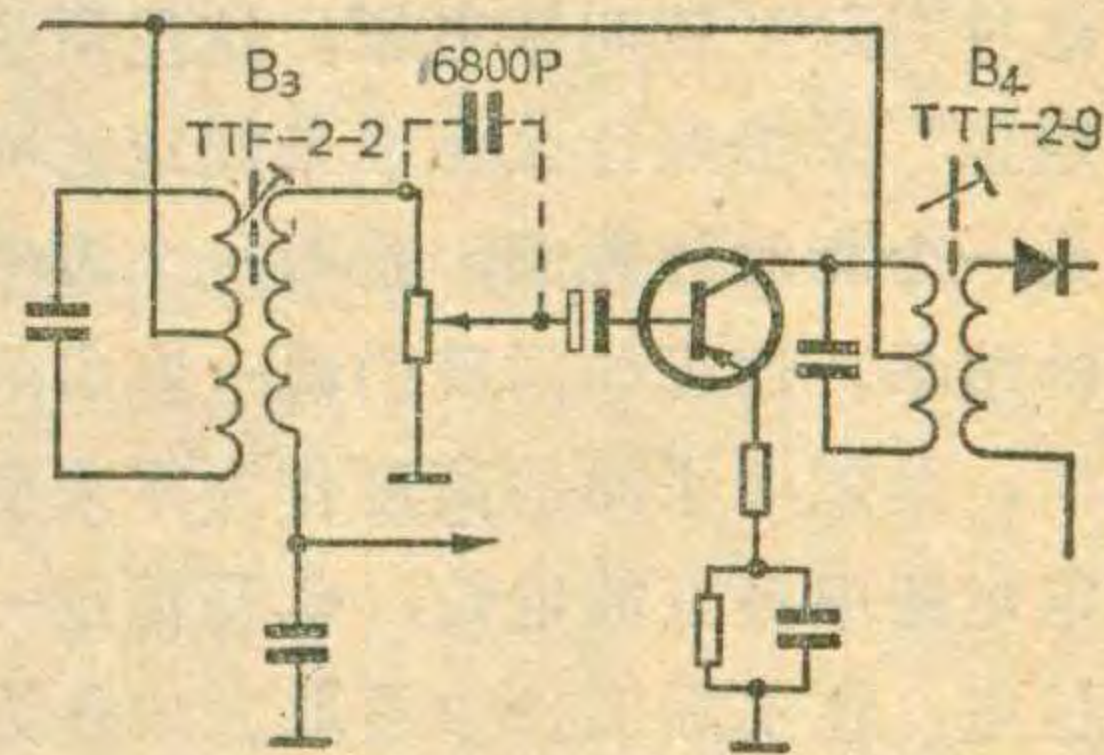


示。用万用表检查 4BG₁，无信号输入时，集电极的正常电压为 2 伏；有信号输入时，集电极的正常电压为 2.5~4 伏。如果测得集电极电压很高，可能是 4BG₁ 的 eb 结击穿了，或是 4C₁ 漏电和短路；如果测量集电极无电压，可能是 4BG₁ 的发射极和基极开路了；如果集电极电压在有、无信号输入时均无变化，则可能是 4C₁ 开路了。

(景冠桦)

问：飞乐 739 和杜鹃 611 晶体管收音机，使用时一打开音量电位器声音就很大，要想把音量关小一点却很困难，特别是在接收小电台或远地电台时是这样，有什么办法加以解决？

答：这种收音机第二中放兼作来复低放，音量电位器同时控制中放和低(见附图)，因此控制量很大。调节音量电位器时，控制音量是否平滑要看具体情况。如果电位器本身没有毛病，可找一个 6800 微微法的小电容，焊接在电位器不接地的接头和中间接头之间。这



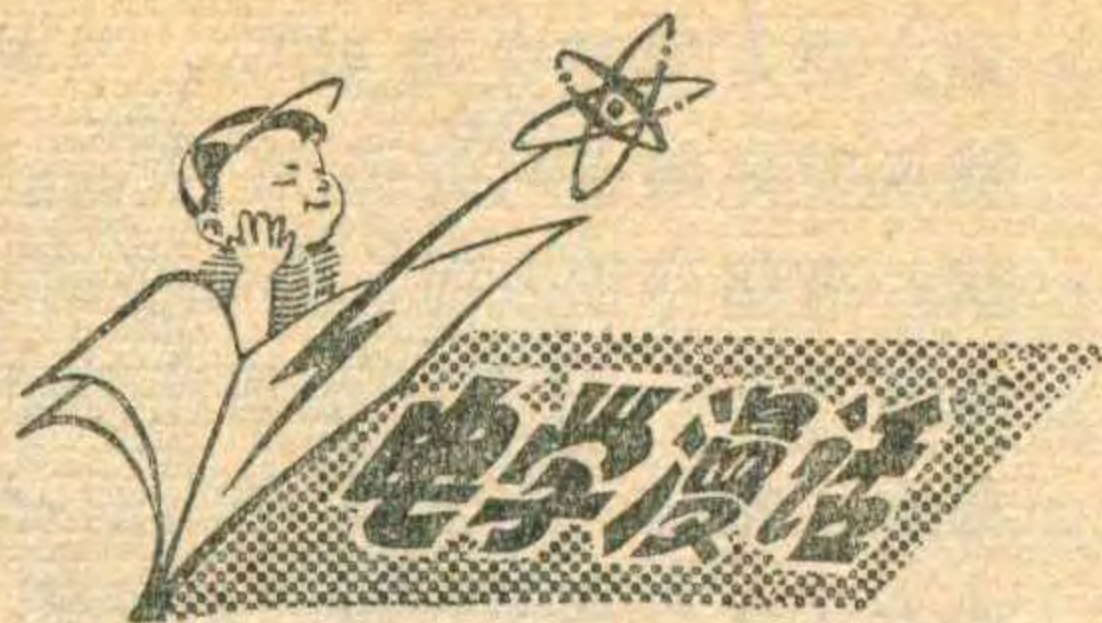
样，电位器只控制低放音量而不再控制中放，要想把音量关小一点就比较方便了。

(吴仿渊)

问：收音机振荡回路用的拉线电容器，能否用瓷介半可变电容器代用？

答：瓷介半可变电容器完全适用于振荡回路作微调用。只是因为半可变电容器价钱比拉线电容器高，所以工厂产品多采用拉线电容器。在业余条件下可不受这种限制。

(毛瑞年)

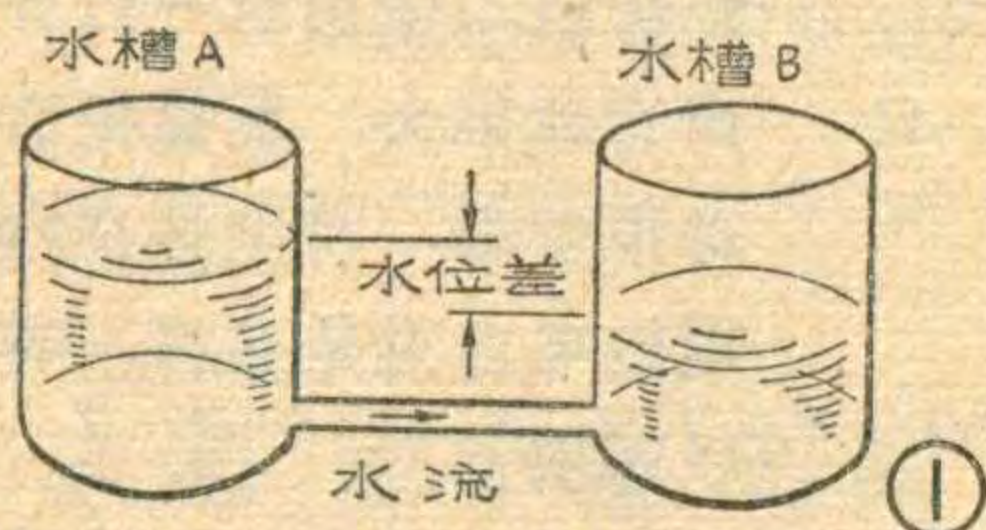


电压和电阻

张学志 颜超 宋东生 编译

电位差与电位

我们在分析电路里的电流时，常常拿它与水流的现象相比拟。假如有 A、B 两个水槽(图 1)，水槽之间



用管子连通，如果两个水槽的水面一样高，水管中就不会有水流动。只有当两个水槽的水位一个高一个低时，水才会从水位高的水槽通过管子流向水位低的水槽。这就是说，有了水位差，就有了使水流动的压力，所以水位差也叫水压。水位差愈大，水流就愈急。

同样，为了产生电流也需要有电位差。在一段电路上，当有电位差存在时，电流就会从高电位点流向低电位点，这两点之间就像有一种电的“压力”存在，这种“压力”就叫做电压。这里所说的“高电位”或“低电位”是按照什么标准来规定的呢？原来电位的高低是一个相对的数值，是与一个参考电位相比较所得到的结果。这正如同我们说一座山的高度是海拔多少米时，是把海平面的高度作为零来衡量的一样。为了确定电路中各点的电位，也要规定一个参考点作为零电位点，在实际工作中常取大地作为零电位点。电路上某一点与零电位点之间的电位差(电压)，也就是这一点的电位。比零电位点高的是正电位，比零电位点低的是负电位。

一般用字符 V 或 U 来表示电压，电压的基本计量单位是伏特，习惯上用英文字母 V 来表示。电位的符号与电压相同，单位也是伏特。电压很高时，常用千伏(KV)作单位。电压很低时，则用毫伏(mV)或微伏(μV)作单位。它们之间的换算关系是：

$$1KV = 1,000V$$

$$1mV = 1/1,000V$$

$$1\mu V = 1/1,000,000V$$

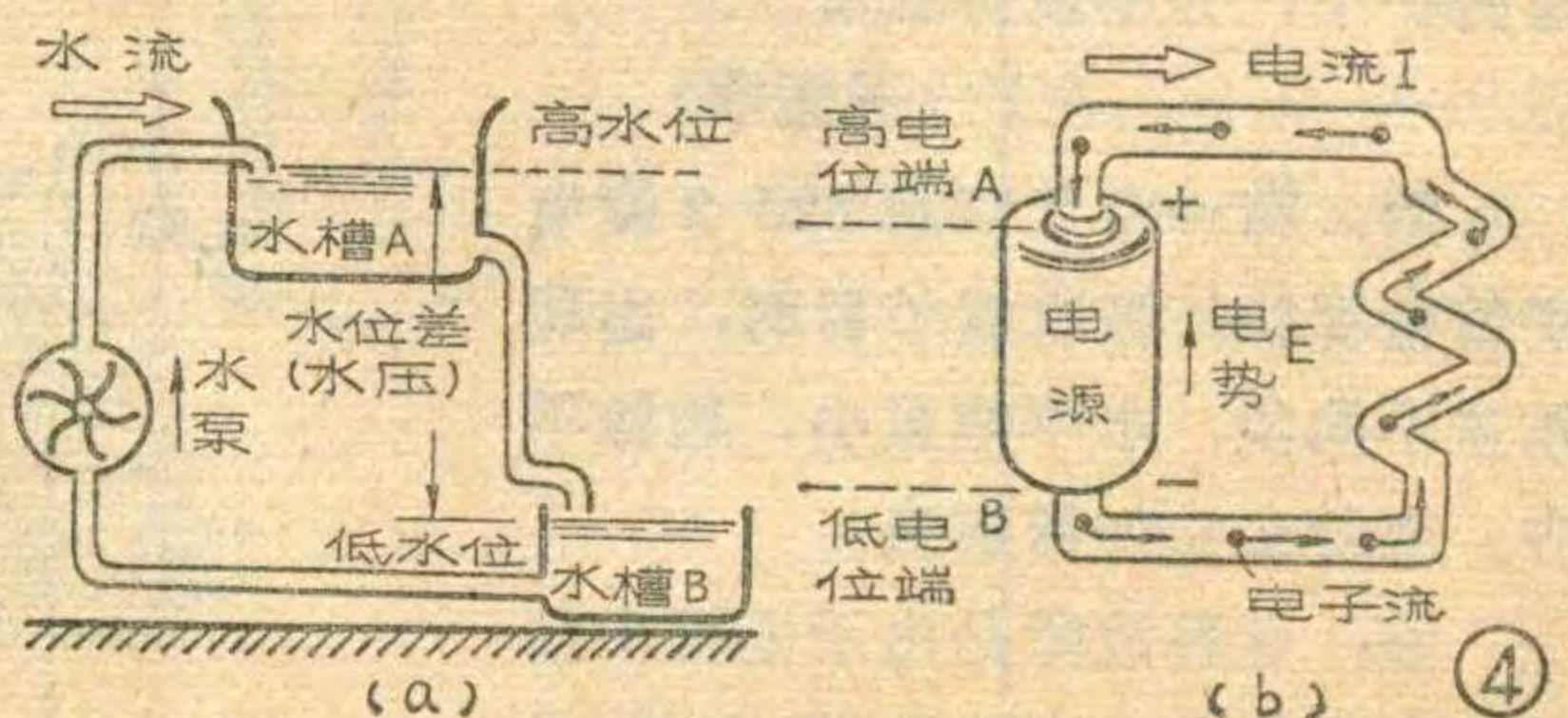
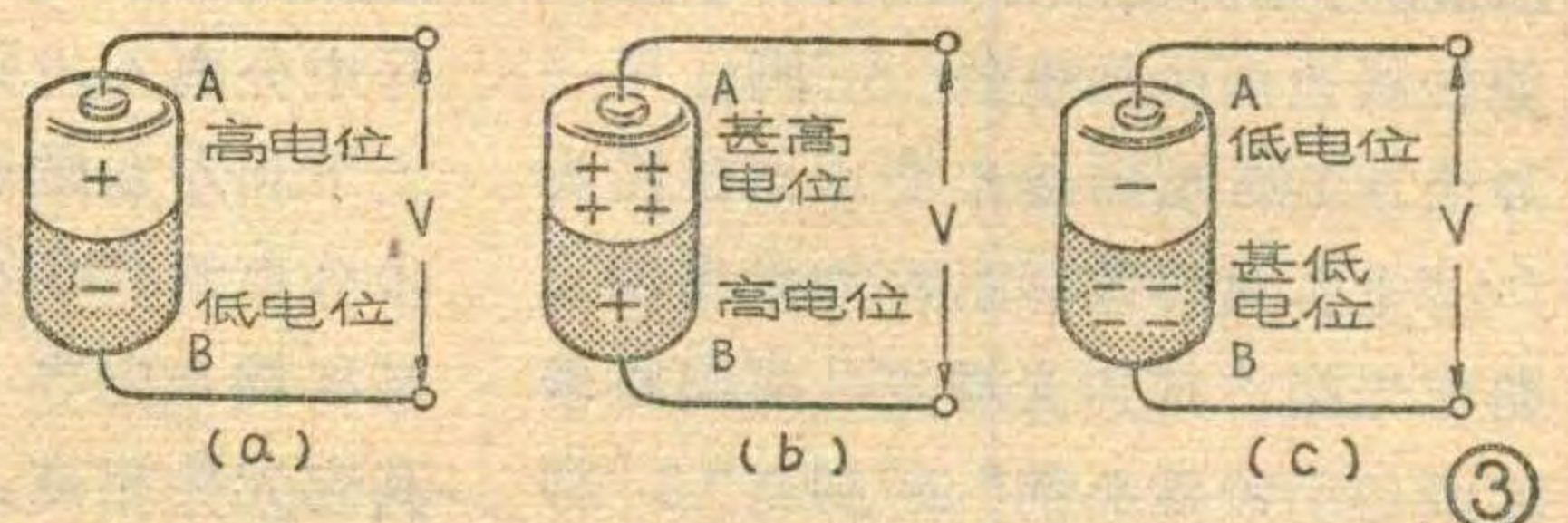
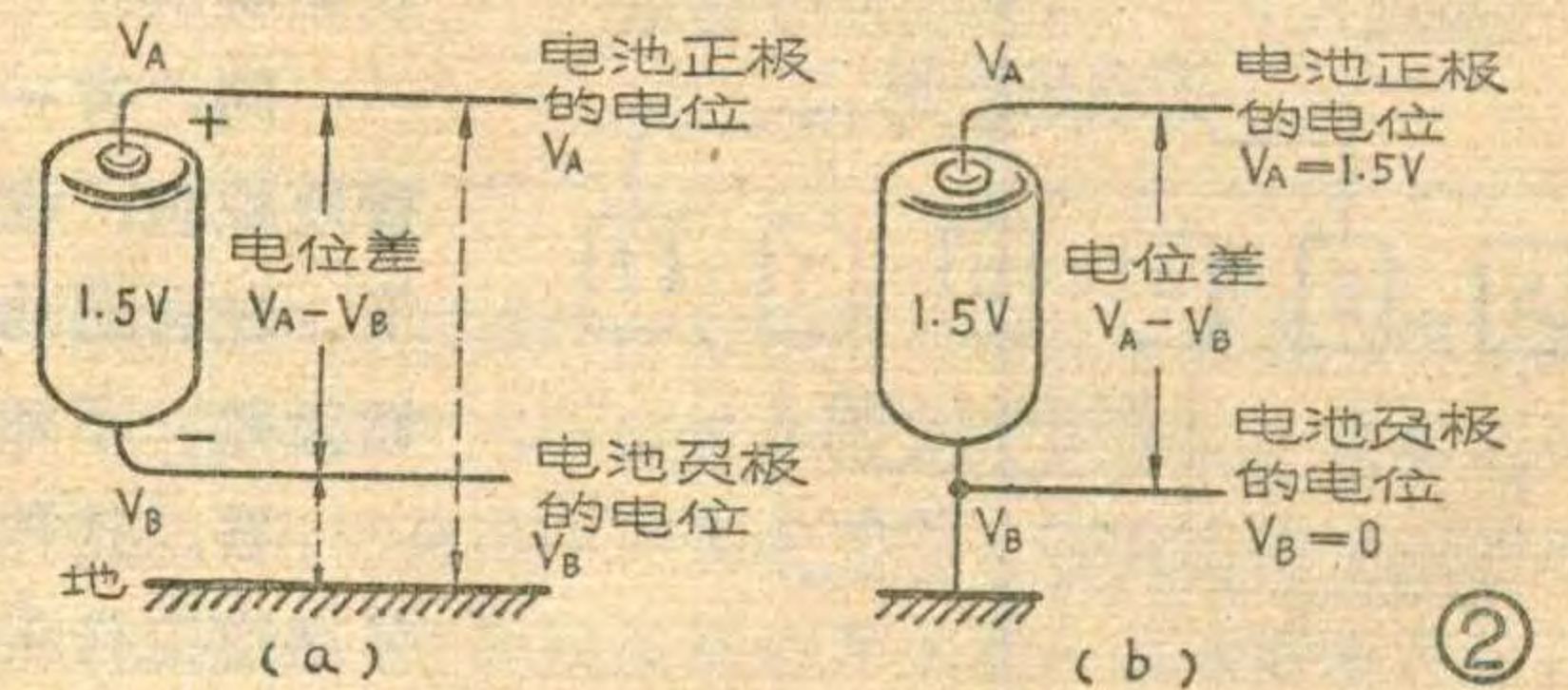
我们再来看电压与电位的关系：拿一节干电池(图 2)做例子，电池两端的电压是 1.5 伏，是指电池正端的电位 V_A 与负端的电位 V_B 之差， $V_A - V_B =$

1.5V。在电子电路中，常常将负极接地，接地点作为零电位点，这时负极的电位 $V_B = 0$ ，正端的电位 $V_A = 1.5V$ 。正端与负端之间的电位差(电压)正好是 1.5V。零电位点原则上可以任意选定，零电位点不同，各点的电位数值也就不一样，但任意两点间的电位差却不会改变。

不要以为凡是带正电的物体都具有高电位，凡是带负电的物体都具有低电位。图 3b 中的 A、B 两个物体都带正电，虽然它们的电位都比参考电位高，但 A 的电位比 B 的电位更高，所以在 A、B 之间接通负载，电流就从 A 流向 B。同样，图 3c 中的两个物体 A、B 都带负电，虽然它们的电位都比参考电位低，但 B 的电位比 A 的电位更低，所以，如果在 A、B 之间接通负载，仍然有电流从 A 向 B 流动。

维持电子流动的“泵”——电源

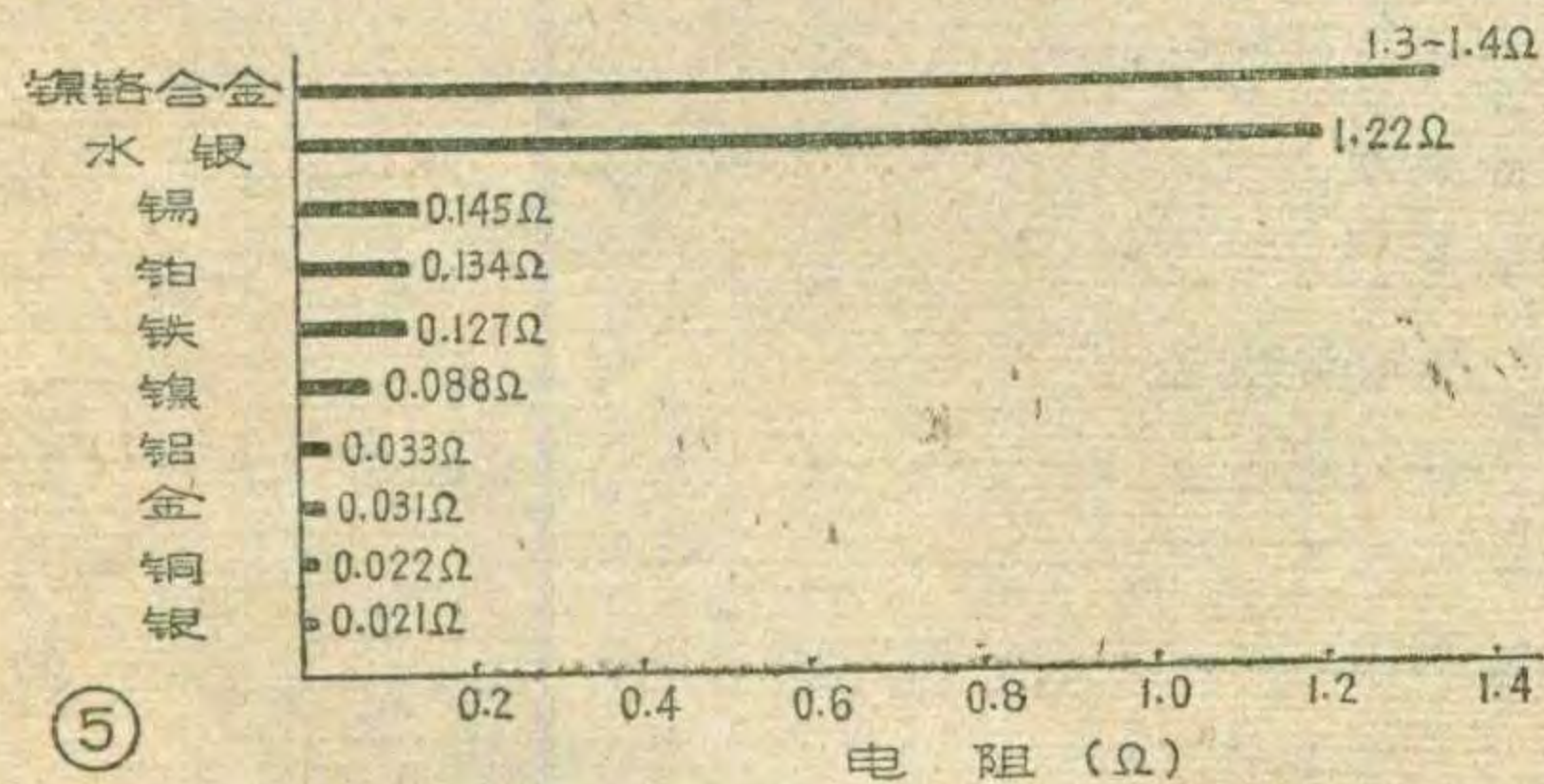
图 1 的两个水槽之间有水水位差时，用管子把它们连通，就有水在管子里流动，但到两个水槽的水面相



平时，水的流动就停止了。为了使水在水管中持续流动，可以用水泵来维持一定的水位差（水压），如图4a所示。为了使电流在电路中持续流动，就需要接入电源，电源就如同一个推动电子流动的“泵”（图4b）。在电源内部有一种特殊的力量，它不断地把电子从正极“搬运”到负极，使正极缺少电子，负极多余电子，以建立并维持一定的电位差（电压）。实质上，电源内部发生的是一种能量的转换过程。例如，在干电池内是把化学能转换成电能，在发电机中是把机械能转换成电能的。为了衡量不同电源转换能量的本领，我们引入一个叫电动势（简称电势）的物理量，来表示这种能维持一定电压的作用。由于电势的存在，就能保持A端的电位高于B端的电位。电势用英文字母E表示，它的单位也是伏特（V）。

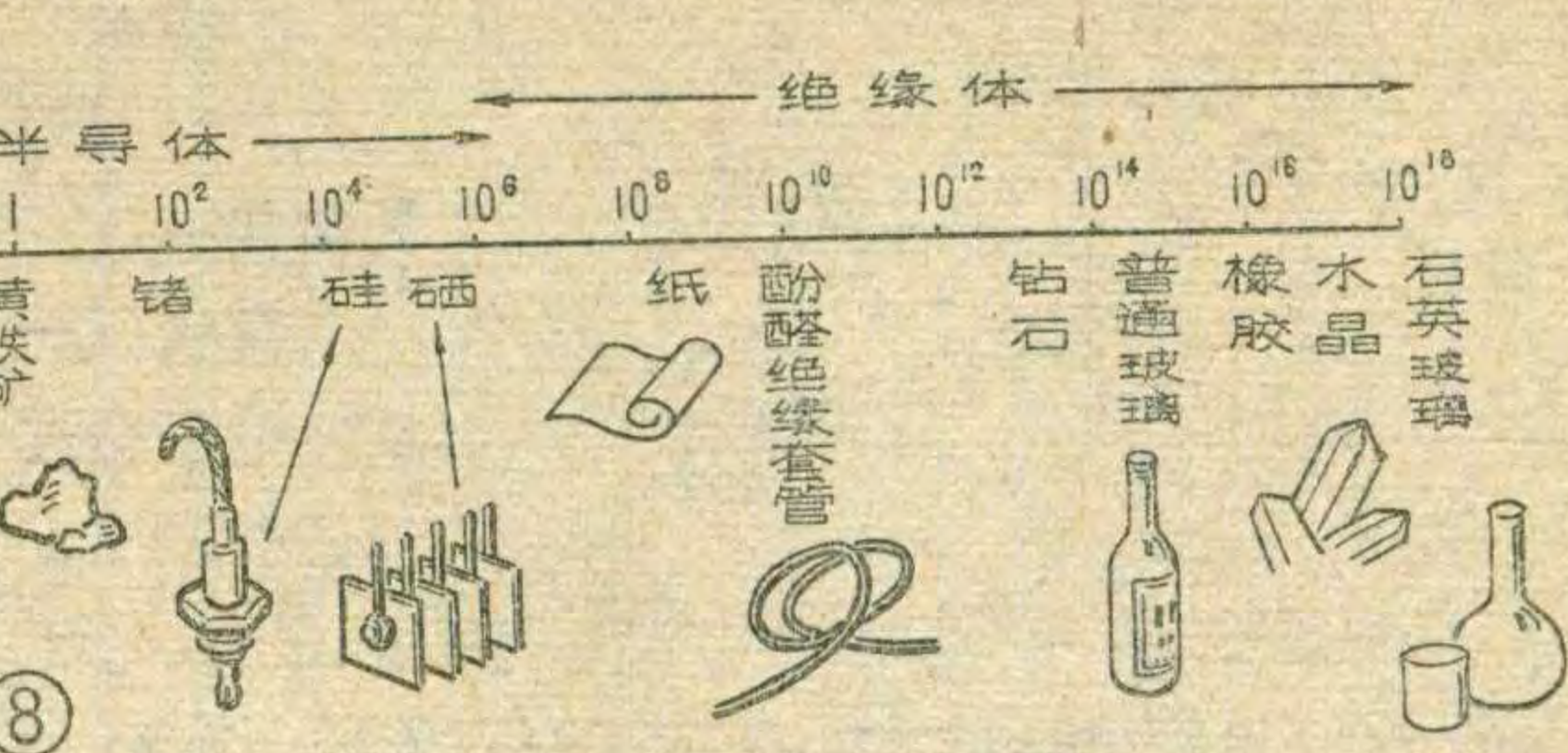
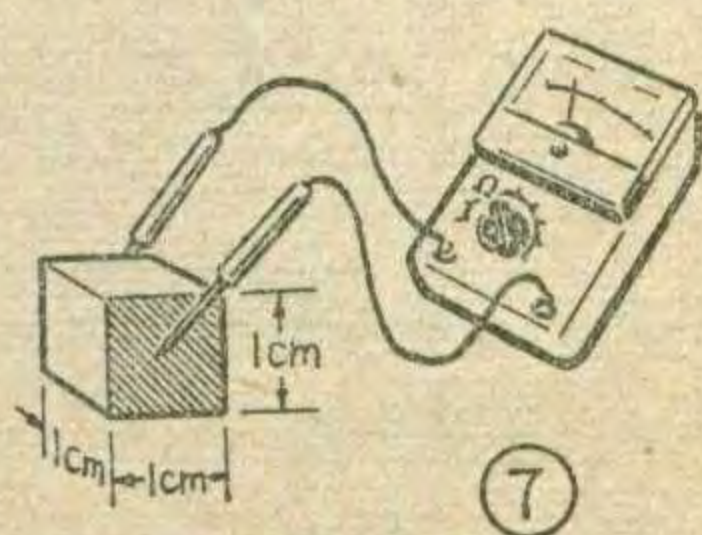
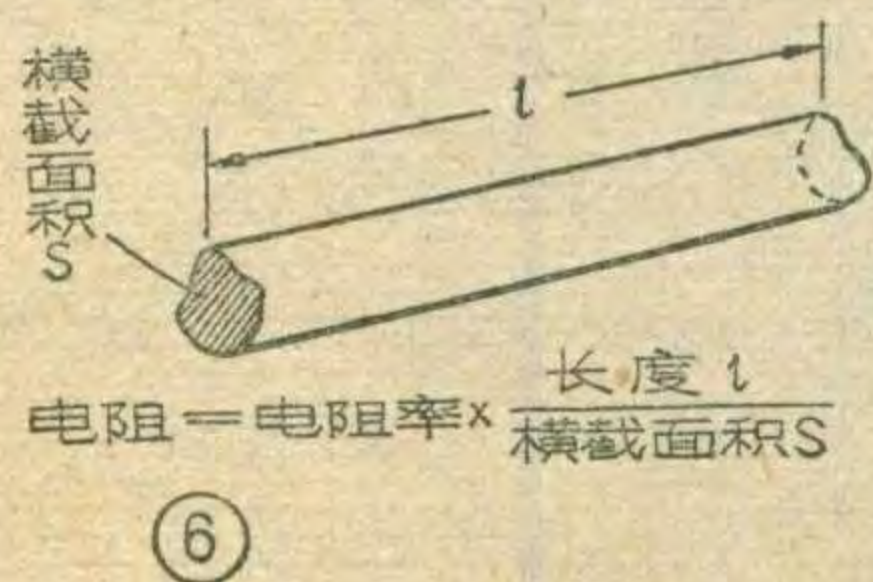
衡量物体导电性能好坏的指标——电阻率

电流通过导体时，不可避免地会遇到一定的电阻。但是，仅仅从电阻数值的大小，不能确切地说明各种材料导电性能的好坏。为了比较和衡量各种材料



的导电性能，就必须取同样长短，同样粗细的样品，在相同的温度下，分别测量它们的电阻，电阻大导电性能就差，电阻小导电性能就好。如果我们拿几种长度都等于1米，直径都等于1毫米的金属导线来测量它们的电阻值进行比较，可以将比较的结果绘成图5的形式。可以看出，在相同的温度下，银的电阻最小，其次是铜、金、铝等金属……。金和银两种金属导电性能虽然很好，但价格昂贵，所以一般导线和电气设备的导电部分，大多采用铜或铝。在电炉、电烙铁等电热器中，需要采用耐热和电阻很大的材料，就常选用镍铬合金。

导体的形状和尺寸对于电阻的数值影响很大。显



然，导体愈粗，电阻愈小；导体愈短，电阻也愈小。一根粗细均匀的导线，它的电阻R与长度l成正比，与横截面积S成反比（见图6）。我们可以用下列公式来计算导线的电阻：

$$\text{电阻 } R = \text{电阻率 } \rho \times \frac{\text{长度 } l}{\text{横截面积 } S}$$

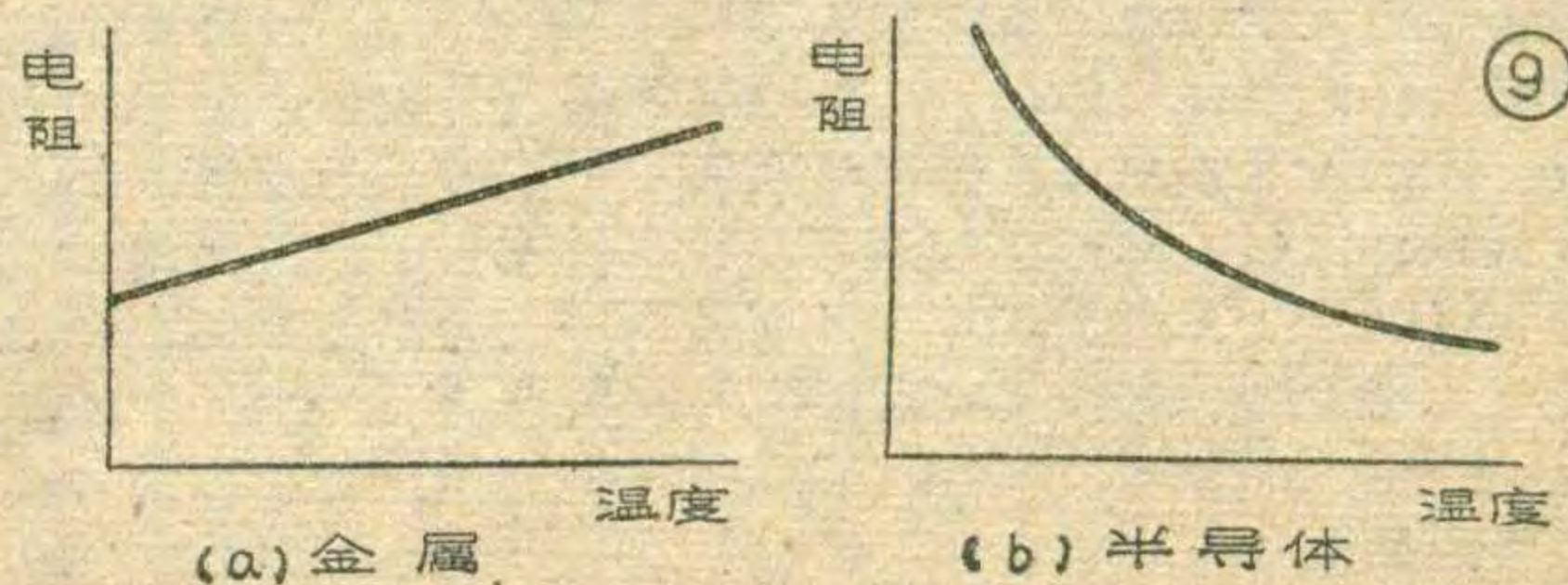
式中的比例系数ρ叫做电阻率或电阻系数。通常，取各种材料的样品，它们的长、宽、高都是1厘米，在相同的温度（25°C）下，量得的电阻值（图7），就是它们各自的电阻率。所以我们可以用电阻率来衡量各种材料导电性能的好坏。

由上述公式可知，电阻率的单位是欧姆·厘米（Ω·cm）。图8直观而形象地展示了一些物质的电阻率。金属是一种典型的导体，它们的电阻率约在 $10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 到 $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 之间。一般非金属大多是绝缘体，它们的电阻率约在 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 到 $10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$ 之间。介于导体和绝缘体之间的物质叫做半导体，半导体的电阻率约在 $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 到 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 之间。

电阻也会随温度变化

物体的电阻也会随着温度变化而发生变化。对于金属来说，温度每升高1°C，电阻大约增加百分之0.5左右。例如，电炉的镍铬合金线和白炽灯的钨丝，在工作时温度很高，所以在冷态时测出的电阻值，比实际工作时（热态）所测得的电阻值要低得多。在常温附近，几乎所有金属的电阻的变化，都与温度的变化成正比，这个比例常数叫电阻温度系数。

一般说来，随着温度上升，金属的电阻也随着增加，具有正温度系数。许多半导体材料，当温度升高时，电阻反而明显减小，所以称它们具有负温度系数。图9示出了金属和半导体的电阻随温度变化的曲线示意图。



目 录

电子计算机——现代化的重要标志
北京科普作协理事 陈亚东 (1)

TTL集成电路与非门电路
上海半导体器件十六厂 徐治邦 (4)

消0法.....邱贤杰 (6)

* 电视机电路分析 *

联合设计31厘米电视机
 一图象中频放大电路.....北 田 (8)

电子管黑白电视机常见故障的检修
 ——无光栅(续).....孙民庆、邓斌学 (11)

* 有线广播 *

怎样使用扬声器.....文 尚 (14)

OCL电路的简易设计.....李应楷 (16)

提高互补电路稳定性.....何克歧、文军 (18)

变容管电子调谐.....伟 明 (19)

二次变频和假象抑制.....周则时 (20)

电子风琴.....邓集成 (22)

无表头的万用表.....季如生 (24)

* 初学者园地 *

简易断线告警器.....张镛、魏群编译 (26)

动态与静态.....邹昌政 (27)

绘制印刷线路板的一种方法.....华 仪 (27)

* 电学漫话 *

电压和电阻.....张学志、颜超、宋东生编译 (30)

* 电子简讯 *

* 问与答 *

* 想想看 *

封面说明: 武钢电子计算机控制热轧带钢总控制室。

(本刊摄影)

封底说明: 电子风琴

(红 波绘)



编辑、出版: 人民邮电出版社
 (北京东长安街27号)

印刷: 正文: 北京新华印刷厂
 封面: 北京胶印厂

国内总发行: 北京市邮政局
 订购处: 全国各地邮电局所
 国外发行: 中国国际书店
 (北京399信箱)

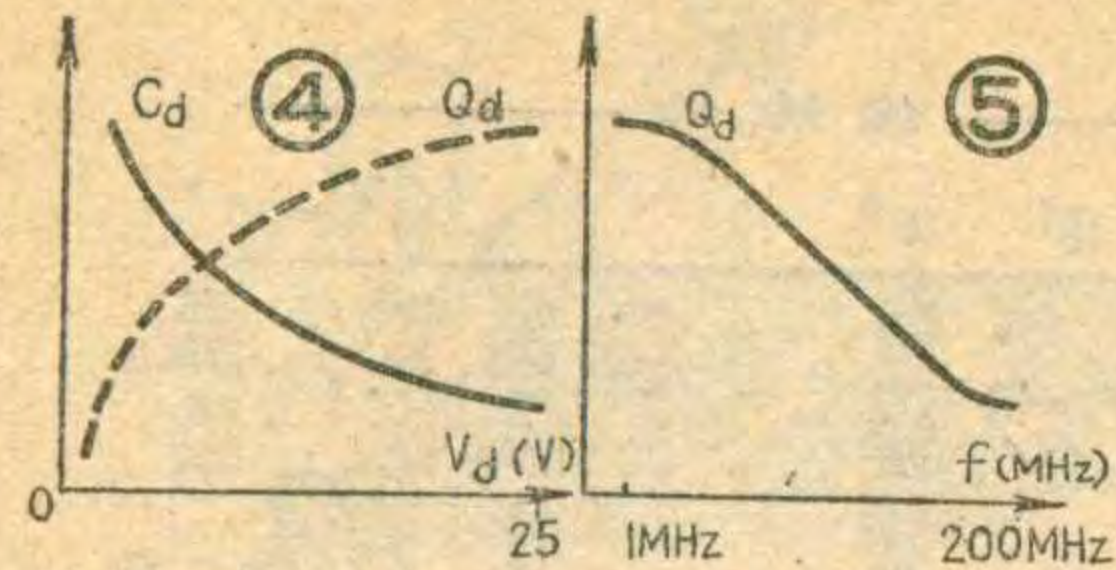


出版日期: 1979年4月25日
 本刊代号: 2-75 每册定价0.17元

(上接第19页)

3. 变容管的主要参数:

击穿电压——当反向电压超过某一值时, 变容管将产生雪崩击穿, 这时的电压称为反向击穿电压 BV_d 。反向击穿电压的大小决定了变容管控制范围的上限, 也决定了变容管的最小电容 $C_{\text{最小}}$ 。



结电容——由工作频率范围和选用的电感来确定。一般规定在反向电压为3伏和25伏时来检测变容管结电容的大小。对调频接收机和彩色电视机来说, $C_d=20\sim 3$ 微微法左右; 对调幅接收机 $C_d=(230\sim 280)\sim 13$ 微微法左右。当然, 反向偏压越小, 结电容越大, 变化也越剧烈, 然而温度特性和互调性能也最差, 因此反向偏压的下限一般取得不小于2伏。

电容比——变容管的结电容随所加偏压的变化, 对电子调谐而言是一个重要参数。为扩大调谐范围, 提高频率刻度线性, 减少波段数, 应选用较大变比的变容管。

据 $f=1/2\pi\sqrt{LC}$ 和 $C_d=C_o/(1+V_d/V_o)^n$ 推导出:

$$f_{\text{最高}}/f_{\text{最低}} = (V_o + V_{d\text{最大}}/V_o + V_{d\text{最小}})^{n/2}$$

上式决定了变容管的频率覆盖, 从而就可确定应划分的波段数。对于 $n\approx 2$ 的变容管, 可望获得频率与 V_d 呈线性刻度。

Q 值——变容管的效率表现为器件的品质因数 Q , 它反映了对谐振回路能量的吸收能力, 其大小与串联损耗电阻 R_s 和并联损耗电阻 R_p 有关。显然, 其 Q 值不如空气可变电容器。尤其在高频、甚高频应用时, Q 值将随频率和偏压而变化, 是一复杂函数。图4、图5的曲线表明在甚高频应用时 Q 值的变化规律。

一般定义 $f_T=f_{\text{工作}}$, $Q\approx$ 常数, 国外较好的管子, 当 $V_d=-3$ 伏时, $f_T=30000$ 兆赫; 当 $V_d=-25$ 伏时, $f_T=150000$ 兆赫。(待续)

中国电子学会征文启事

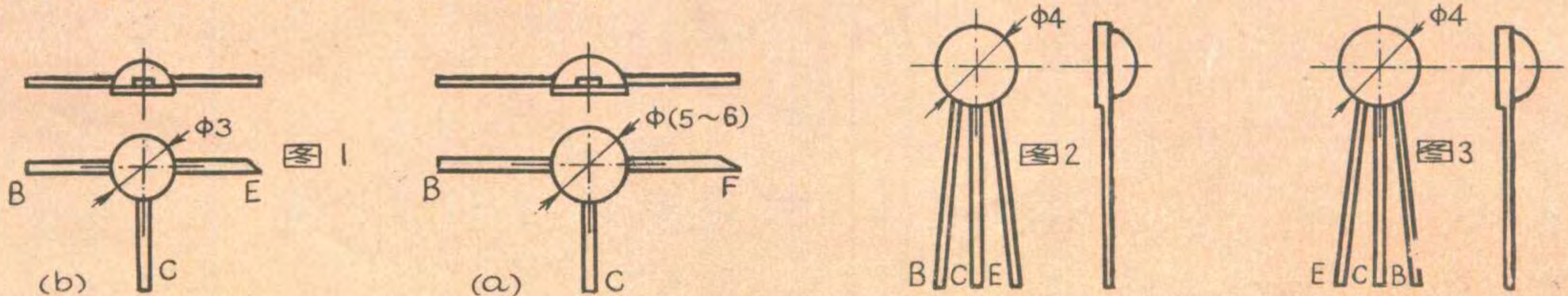
本学会“线路与系统”专业学会与“信息论”专业学会将于今年第四季度召开年会, 征求下列论文和报告。(一)“线路与系统”专业学会: 电子线路与系统设计和分析; 现代系统理论的进展及应用; 电子线路与系统的机助设计、机助分析和计算机模拟; 新器件等效电路与新电路; 其它有关领域(如生物医学电子学, 通用系统理论等)。(二)“信息论”专业学会: 仙农信息论与近代信息论; 信号检测与信号处理; 信息论应用; 维纳与卡尔曼过渡的理论及应用; 变参信道通信系统, 信道编码识模、保密学与其它。论文及报告的摘要, 请于5月20日前, 全文请于8月1日前分别寄交北京2702信箱“线路与系统”专业学会及北京邮电学院科研所“信息论”专业学会, 注明姓名、年龄、职务、职称及详细通讯地址。有关会议事项请见通知。

(年会筹备组)

常用国产超小型开关三极管的主要特性

型 号	参数分类、符号 及单位 主要用途	直 流 参 数					交 流 参 数	开 关 参 数				极 限 参 数					电 极 位 置 图
		I_{CEO} (μA)	I_{EBO} (μA)	V_{CES} (V)	V_{EBS} (V)	h_{FE}	f_T (MHz)	t_d^* t_{on} (ns)	t_r (ns)	t_s^* t_{off} (ns)	t_f (ns)	BV_{CBO} (V)	BV_{CEO} (V)	BV_{EBO} (V)	I_{CM} (mA)	P_{CM} (mW)	
3DK01	用于高速饱和及非饱和脉冲电路	≤ 10		≤ 1	≤ 1.5	≥ 20	≥ 100	≤ 50		≤ 120	≥ 20	≥ 15	≥ 4	300	500	图 1(a)	
3DK01A											≥ 40	≥ 30					
3DK01B											≥ 60	≥ 45					
3DK01C											≥ 40	≥ 30					
3DK1A		≤ 0.5		≤ 0.35	≤ 0.9	30~200	≥ 200			≤ 20	≤ 30	≥ 30	≥ 20	≥ 5	30	100	图 3
3DK1B										≤ 40	≤ 60						
3DK1C										≤ 60	≤ 80						
3DK1D										≤ 20	≤ 30						
3DK1E										≤ 40	≤ 60						
3DK1F										≤ 60	≤ 80						
3DK5A		≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.35	≤ 1	≥ 20	≥ 200			≤ 30	≤ 60	≥ 30	≥ 20	≥ 4	30	75 或 100	图 1(b) 或图 2
3DK5B										≤ 40	≤ 30						
3DK5C										≤ 30	≤ 40						
3DK5D										≤ 20	≤ 30						
3DK6A		≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.35	≤ 1	≥ 10	≥ 200	≤ 20		≤ 30	≤ 60	≥ 10	≥ 6	≥ 4	20	75 或 100	图 1(b) 或图 2
3DK6B										≤ 20	≤ 30						
3DK6C										≤ 15	≤ 20						
3DK12A		≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.35	≤ 1	20~150	≥ 150			≤ 30	≤ 60	≥ 30	≥ 20	≥ 4	30	75	图 2
3DK12B										≤ 20	≤ 30						
3DK13A		≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.35	≤ 1	10~200	≥ 200	≤ 20		≤ 30	≤ 60	≥ 10	≥ 6	≥ 4	30	100	图 2
3DK13B										≤ 15	≤ 20						
3DK15A		≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.35	≤ 1.1	≥ 30	≥ 150	≤ 30		≤ 70	≤ 40	≥ 25	≥ 20	≥ 4	30	75	图 2
3DK15B										≤ 20	≤ 30						
3DK22A	用于高速开关电路	≤ 10		≤ 1	≤ 2	≥ 80	≥ 100			≤ 80	$\leq 180^*$	≥ 30	≥ 20	≥ 5	150	图 1(a)	
3DK22B										≤ 100	$\leq 150^*$						
3DK22C										$\leq 10^*$	$\leq 120^*$						
3DK22D										≤ 30	$\leq 60^*$						
3DK22E										≤ 50	$\leq 60^*$						
3DK22F										≤ 50	$\leq 60^*$						
3DK23A		≤ 10		≤ 0.8		25~180	≥ 100	≤ 100		$\leq 180^*$	≥ 25	≥ 20	≥ 5	300	图 1(a)		
3DK23B											≥ 55	≥ 40					
3DK23C											≥ 75	≥ 60					
3DK23D											≥ 100	≥ 80					
3DK41	用于饱和及非饱和高速开关电路	≤ 1		≤ 0.5	≤ 1	≥ 20	≥ 100	≤ 50		≤ 100	≥ 20	≥ 15	≥ 4	200	300	图 1(a)	
3DK42											≥ 40	≥ 30					
3DK43											≥ 60	≥ 45					
3DK44											≥ 40	≥ 30					
3DK51	用于高速开关脉冲电路	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.35	≤ 1	≥ 20	≥ 150			≤ 30	≤ 60	≥ 30	≥ 20	≥ 4	30	75	图 2
3DK52										≤ 20	≤ 40						
3DK53										≤ 15	≤ 30						
3DK54										≤ 30	≤ 60						
3CK11A		≤ 1		≤ 0.35		20~200	≥ 150	≤ 45		≤ 150	≤ 100	≥ 30	≥ 20		20	100	图 2
3CK11B										≤ 100	≤ 50						
3CK11C										≤ 50	≤ 100						

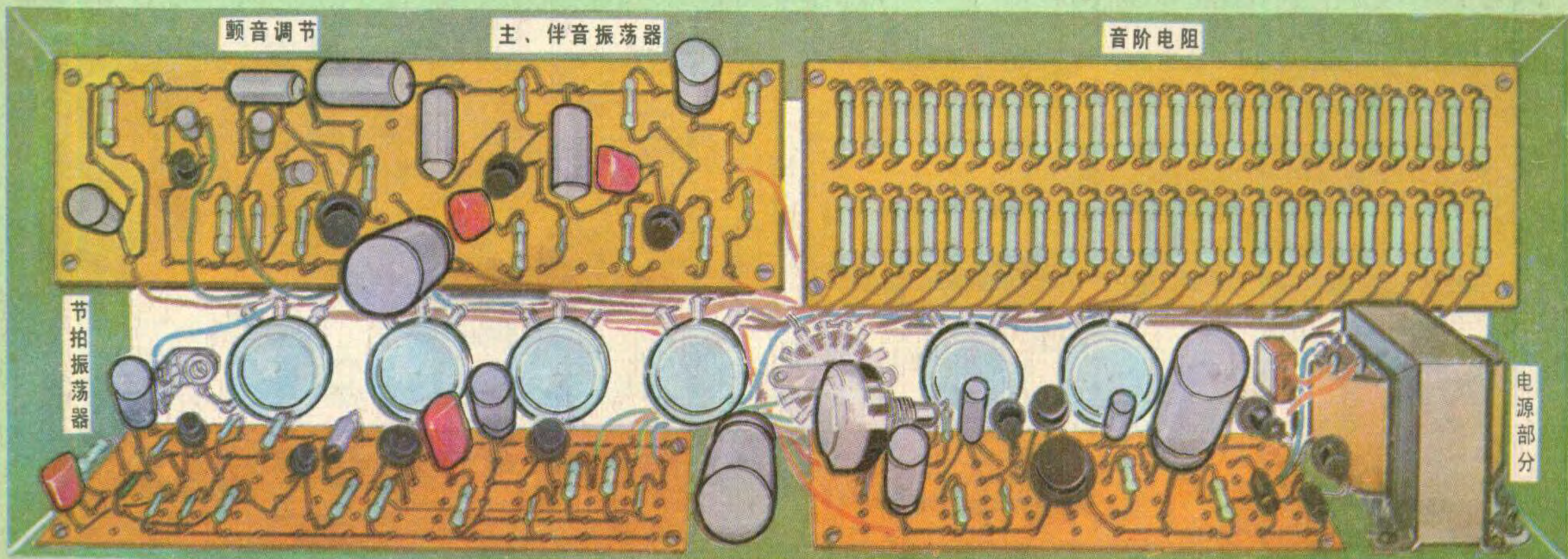
表中带*号的参数符号对应所在那栏带*号的参数值



电子风琴



- ① 音频输出
- ② 音量调节
- ③ 颤音频率调节
- ④ 颤音强度调节
- ⑤ 伴音准确度调节
- ⑥ 节拍选择
- ⑦ 升降调调节
- ⑧ 节拍频率调节
- ⑨ 伴音按键



无线电