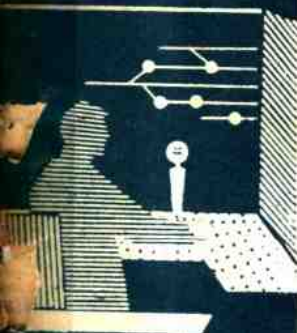


铁路通信信号
技术学习丛书



090772

87158

YZG

阳

音频振荡 电报机

阳正光

铁路通信信号技术学习丛书

音 頻 振 蕩 电 报 机

阳 正 光 編

人 民 鉄 道 出 版 社

1 9 6 3 年 • 北 京

本书简单地叙述了音频振荡电报机有关电工知识，着重讲解该报机的工作原理、检修作业程序、技术标准、电气特性及测试方法，对维修工作中提高质量，消除尾音、串音、干扰的经验，也作了介绍。本书主要供铁路通信技术工人学习使用，对其他通信技术人员及电报员也可以作为参考之用。

铁路通信信号技术学习丛书

音频振荡电报机

阳正光 编

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第010号

新华书店北京发行所发行

人民铁道出版社印刷厂印

书号 1893 开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $1 \frac{11}{16}$ 字数 36 千

1963年5月第1版

1963年5月第1版第1次印刷

印数 0,001—2,000 册 定价 (3) 0.20 元

序

通信信号设备的现代化，是保证铁路运输安全、提高运输效率的有效措施。解放后，国家对铁路通信信号工作给予了极大的重视。一方面在全国铁路上修复与新建了大量通信信号设备，对保证运输安全与提高运输效率产生了重要效果；另一方面积极培养提高了技术力量，使技术干部和工人逐渐掌握了铁路通信信号新技术设备的设计、制造、施工和维修工作的本领，给今后加强设备维护和发展新技术打下了良好的基础。

但是随着通信信号设备的迅速发展和新技术设备的大量增加，电务技术干部和工人的技术知识和维修养护经验，仍突出地显得跟不上需要。为了提高电务维修人员的技术水平以适应工作需要，我们着手组织了电务部门各单位的工程技术人员编写出版一套“铁路通信信号技术学习丛书”。

这套丛书将以单项设备为选题，分别编写，陆续出版，其特点是密切结合我国铁路现有通信信号设备的实际情况，并力求通俗实用，其内容既包括设备的构造原理，更侧重了维修工作方法与维修工作经验。

丛书的出版，为电务职工同志们学习提供了更加有利的条件。希望全路电务职工，今后要进一步认真学习，不断提高技术水平，以适应我国社会主义建设的需要。同时也希望同志们都来关心这套丛书的成长，随时提出意见或补充，以便逐步充实其内容，使它能发挥更大的作用。

荆振昌

1963年1月31日

目 录

第一章	概述	1
第二章	振荡器、低通滤波器的基本原理	3
第三章	电报机的构造及作用	11
第四章	检修作业程序	18
第五章	技术标准及测试方法	22
第六章	一般故障处理	31
第七章	维修经验	35
附录：1.	音频振荡电报机各种电路图	43
2.	音频振荡电报机同文发送装置电路图	46
3.	定期测试表格	49
4.	音频振荡电报机常用真空管接线图	50

第一章 概 述

目前我国铁路电报通信从运用上分为干线和局线电报通信。1958年以前，局线电报通信所使用的电报机型式大都是莫尔斯音响式电报机，采用经常电流制的电报通信方法，在使用中往往因为雨、雪而影响电线路绝缘不良，漏电大，电报继电器动作产生“畸偏”现象，使作报点划不清，影响正常通报，必须经常调整继电器以改正因线路漏电产生的“畸偏”。有时因线路漏电过大，调整继电器仍不能作报，特别是对于超过300公里的通报电路，很难保证不间断的正常通报。经各局作了不少努力，改进电报电路，将经常电流制改为工作电流制，继电器增加偏磁电流，改用电子继电器等，对提高电报通信工作的稳定性都有一定的改善，但仍不能满足电报通信的需要，尤其是南方各局，雨天较多，容易影响通报，同时音响式电报机的障碍也较多，继电器调整不良就会引起电报漏点。为了进一步改善电报机工作使之不因气候阴雨漏电的影响，各局都先后试用了振荡电报机。如郑州局为了解决这一问题，于1952年也研究试制了真空管振荡式电报机。主要原理利用真空管组成振荡器，由对方控制振荡器的帘栅电压作送信电源，达到通报的作用。最初试行通报，尾音大，电报点划不清，加设消尾音电阻后初步得到解决，但对电话电路干扰很大，不仅干扰实回线，甚至载波电话也受到影响，加设滤波装置后，对作报的清晰程度又产生了影响，经不断的改进电路，最后达到了使用要求，于1954年正式开通使用。它的特点是通报工作的稳定性大大提高，在原来莫尔斯音响报机的同样线路上通报已不再受线路漏电的影

响，但有时还存在于干扰电话电路的情况，最后干扰也得到了解决。

1958年大跃进以后，对电报机电路进行了全面的整顿，规定振荡电报机及其电路的标准要求，并装设振荡电报机单呼集送（即同文发报）转报台。铁路局电报所采用专用电报电源，对改善局线电报通信起到了很好的作用。在1959年5月，铁道部电务局于哈尔滨会议上，曾总结了广州、上海、郑州等局有关该机的综合经验，接着电务设计事务所拟定了振荡电报机技术条件（草案），各局先后对该电报机都作了很多的改进，到目前为止，真空管振荡电报机已成为一种较完善的电报通信工具。兹将它的特点略述如下：

1. 能在线路条件很差的情况下进行工作。当线路绝缘对地只有1000欧姆时，仍能正常通报，实际运用中在不加中继装置的情况下，利用铜线的幻线并接电报机六台，它的通报距离可达600余公里（根据实际情况还能延长一些，如有插入电缆可按等效导线长度估计），音质清晰，工作正常，没有漏点现象，几年来没有因为气候的变化而影响作报。

2. 因为它的工作原理主要依靠真空管帘栅极的正电压构成音频振荡回路，而帘栅极电流很小，一般每台报机约2毫安左右，因此不致因线路绝缘降低而停止工作。同时消耗电量也少，一般只要从线路送来对地+15伏左右的正电压加在电子管帘栅极上就可以保证正常通报，现在实际规定受信电压较此稍高一些，要求不低于20伏。由于报线对地平时已固定接有2~6千欧姆的消尾音电阻，因此不论气候怎样变化（晴，阴，雨天），各报机的受信电压都不致变化太大，振荡频率是稳定的，一般经校正后，就用不着任何的临时调整，同时由于它的结构简单，便于维修，平时除定期测试更换电子管和清擦电键外，其它消耗工时很少，可以说已根本

的消除了故障因素。

3. 可以在同一回线上并联多部报机，同时抄收，对300公里线路以内的转报只须将电报外线直接并联接通，一般不需要其它转接中继装置。如郑州局当电报单呼集送时，将管内所有区报18台的电报线路同时并接，也能保证正常通报。

第二章 振荡器、低通滤波器 的基本原理

§1. 谐 振

因为线圈 L 有感抗 X_L ，电容器 C 有电抗 X_C ，这两种阻抗都与频率发生密切的关系。线圈的感抗 $X_L = 2\pi f L$ ，当 L 不变时，频率 f 愈高阻抗就愈大，频率愈低阻抗就愈小；而电容器的电抗 X_C 情况却恰好相反，因为 $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ ，如 C 不变时，频率 f 愈高阻抗就愈小，频率愈低阻抗就愈大。当交流电通过两者时其电流与电压的情况也相反，在电感线圈中电流落后于电压，而在电容器中却是电流超前于电压。假如把线圈和电容器配合起来，如图2—1，必然有某一频率，使 L 电流落后的大小恰好与 C 电流超前的大小相互抵消，结果这一频率的电压，电流就不前不后，与在电阻中通过交流电一样，成为同相，这时所受到的阻力就不再是 X_L 和 X_C ，在理想情况下，阻抗将等于零，这一点就是谐振点。对某频率以下的频率因电抗在阻止它通过（频率低电抗高），这时电流超前于电压，对某频率以上的频率有感抗阻止它通过（频率高感抗大），这时电流落后于电压，都呈现很大的

阻抗，只有对谐振点上某频率的电流，几乎不受阻抗通过，电流电压同相。振荡电报机的 LC 线圈，就是利用它的谐振点来选择电报机需要的振荡频率。如图2—1，当串联谐振时，线圈感抗和电容器的电抗应相等，即 $2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$ ，其中 f 是串联电路的谐振频率，因此得出谐振频率：

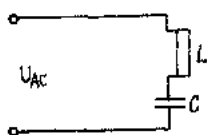


图 2—1

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，（电感为亨利，电容为法拉）

或 $f = \frac{10^3}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{159}{\sqrt{LC}}$ ，（电感为亨利，电容为微法）

如当线圈与电容器并联接在交流电源上时如图2—2，因线圈可以将低频放行，而电容器却可以将高频放行，在这二者之间，必然将有某一频率，使线圈电流落后与使电容器的电流超前相同，于是对于这一频率，在线圈与电容器的电路里（如图2—2内箭头所示），将呈现一极低电阻，而在 LC 电路内产生一巨大电流，使线圈两端产生很高的感应电压，因而在谐振电路内出现很高的阻抗。谐振频率与串联谐振时相同， $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，串联与并联谐振的频率，虽然相同，但对谐振频率而言，前者在谐振电路内产生极低的阻抗，而后者在谐振电路内却产生极高的阻抗。

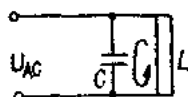


图 2—2

例题 1：线圈的电感0.6亨利，电容器的电容 0.05 微法，求组成谐振电路的频率是多少？

$$\begin{aligned} \text{解：} \text{谐振频率 } f &= \frac{10^3}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{10^3}{6.28\sqrt{0.6 \times 0.05}} = \frac{10^3}{6.28\sqrt{0.03}} \\ &= \frac{10^3}{6.28 \times 0.173} = \frac{1000}{1.086} = 920 \text{ 赫} \end{aligned}$$

§2. 低通滤波器

从上节我们知道， LC （线圈和电容器）对交流通过时，产生各种不同的情况，可以简单归纳如下：

即线圈对频率越高，呈现阻抗越大。电容器对频率越低，呈现阻抗反而越大。串联谐振电路对谐振频率呈现阻抗最小，对非谐振频率呈现阻抗却大。并联谐振电路对谐振频率呈现阻抗最大，对非谐振频率呈现阻抗却小。由此可见，如果在很多种频率的交流电路中，我们可以利用上述道理，组成一种电路，将需要频率的电流滤出，去掉无用的频率，这就是我们广泛使用的滤波电路。使用各种电感线圈和电容器与元件组成滤波电路叫做滤波器。

滤波器根据作用不同，一般分为低通滤波器，高通滤波器，带通滤波器，带阻滤波器等，现在重点的说明振荡电路用低通滤波器的作用。

低通滤波器是用来通过某一预定频率以下的电流（其中包括频率为零的电流即直流），这一预定频率叫做截频，同时低通滤波器阻止截频以上的电

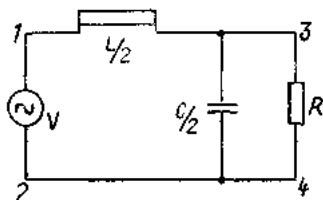


图 2-3

流通过。最简单的倒 L 型低通滤波器如图2—3所示， R 为负载电阻，应等于信号发生器 V 的输出阻抗。电感 $\frac{L}{2}$ 串联接于线路中，而电容 $\frac{C}{2}$ 并接在线路间，低频电流通过 $\frac{L}{2}$ 受到的阻抗最小，大部份流入负载电阻 R ，而仅有很少部份的电流，流入电容 $\frac{C}{2}$ ，因为它对低频电流的阻抗很大，高频电流被电感截阻，因为电感对高频电流呈现很大阻抗，即使

有些漏过电感的高频电流也为对高频阻抗不大的 $\frac{C}{2}$ 所短路，同时电容 $\frac{C}{2}$ 的分路作用，不仅决定于它对某一特定频率的阻抗，还决定于这种并接的电容阻抗与负载电阻的比例，对同一频率来说，如果电容 $\frac{C}{2}$ 所呈现的阻抗 X_C 比负载阻抗愈大时流入 R 的电流亦愈大，否则相反，所以必须注意配合滤波器的负载电阻， $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$ 欧姆。图2—4为低通

滤波器的频率特性曲线，沿水平方向表示频率的增加，与它垂直的方向表示与频率相适应的衰耗值（或分贝值），衰耗值是输入端电压或电流与输出端电压或电流比值的对数，图中阴影部份相当于滤波器不能通过的频率（截

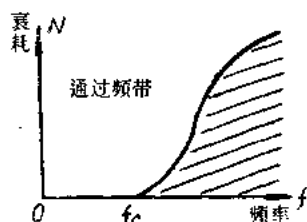


图 2-4

止频带），而滤波器的通过频率，相当于图中非阴影部份（滤波器的通过频带）。从频率特性曲线图中可以看出，在滤波器中由频率为零（即直流）到截频 f_c 止衰耗值很小，高于截频 f_c 时衰耗值急速增加，因为电感对高于截频以上的电流，有很大阻抗，而电容对高频显示出很大的分流作用。

上述低通滤波器的类型并不是唯一的，属于这种型式的还有所谓 T 型及 Π 型滤波器，它们具有较好的滤波作用。

T 型及 Π 型滤波器，可由倒 L 型滤波器的电路组合而成，如果将两个同样的倒 L 型滤波器，使 3 与 3 端及 4 与 4

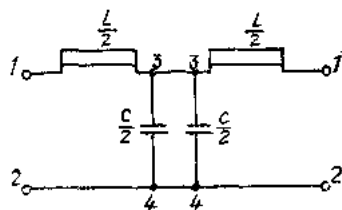


图 2-5 两倒 L 型滤波器重合

端重合，即可得T型滤波器如图2—5、2—6。

同样如果使1与1端、2与2端重合，即可得

Π型滤波器如图2—7、

2—8。Π型滤波器的功用和T型滤波器的功用

相同，两滤波器中电感和电容的总值保持不

变，不过通常来说，如

希望在输出端得到稳定的

电压，最好采用T型

滤波器，如果要在负载

电阻上保持很稳定的电

流，最好选择Π型滤

波器，在振荡电报机中应采用T型滤波器。

T型滤波器和Π型滤波器的电容C（微法）、电感L

（亨）、及截频f、（赫）负载电阻R（欧）可按下列简化

公式求出：

$$L = \frac{R}{\pi f} = \frac{0.318 R}{f} \text{ 亨} \dots\dots\dots (1)$$

$$C = \frac{10^6}{\pi f R} = \frac{318000}{f R} \text{ 微法} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{或 } f = \frac{1000}{\pi \sqrt{LC}} = \frac{318}{\sqrt{LC}} \text{ 赫} \dots\dots\dots (3)$$

$$R = 1000 \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ 欧} \dots\dots\dots (4)$$

例题 1：设振荡电报机用低通滤波器的截频为100赫滤波器的输入端与输出端阻抗都是1000欧姆，试求T型低通滤波器电感和电容器的数值及电路图。

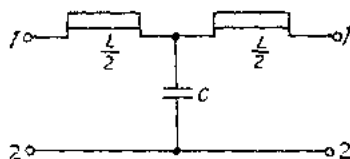


图2-6 单节T型滤波器

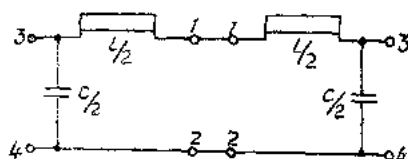


图2-7 两倒L型滤波器重合

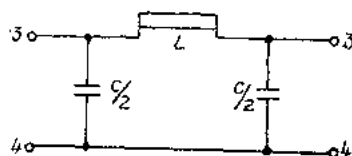


图2-8 单节Π型滤波器

解：因 $f=100$ 赫， $R=1000$ 欧姆，

代入 (1) 式

$$L = \frac{0.318 \times 1000}{100} = 3.18 \text{ 亨}$$

代入 (2) 式

$$C = \frac{318000}{100 \times 1000} = 3.18 \text{ 微法}$$

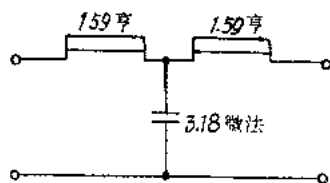


图 2-9

并得出T型滤波器电路，如图2-9。

§3. 真空管振荡器

一、电气振荡。线圈 L 和电容器 C 组成的减幅振荡。如图2-10把线圈 L 和电容器 C 接成并联谐振电路，若先将电键 K 扳向2端，使电容器 C 被电池 E 充电，然后将电键扳向1端，电容 C 开始放电（第一次），电流经过线圈 L ，因 L 自感应的作用产生相反方向的电流（第一次），这感应的电流使电容器 C 充电，当 C 被充足后，又要放电（第二次），电流重复经过 L 线圈，不过电流方向与上次相反， L 线圈自然又产生感应电流（第二次），于是又使电容器充电，不过电流方向又与上次相反，当 C 被充足后，又要放电（第三次），这样将继续重复下去，由于电容器 C 一下充电，一下放电，使电流在 LC 电路内流来流去，同时每次流动的方向相反，这就是所谓电气振荡。这样的电气振荡，电流在 LC 回路内流来流去，电流就要逐渐的消耗而减少，因为没有电源补充，最后电流就等于零，就不会再振荡。如图2-11电流是随时间正负的变化，同时电

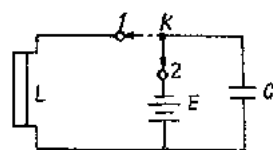


图 2-10

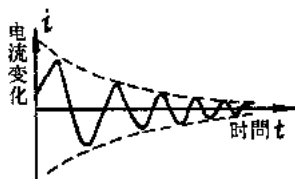


图 2-11

波幅度大小也随着时间而减小，因此这样的振荡叫“减幅振荡”。振荡的频率与谐振电路的频率相同即 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。

如需要振荡电路振荡的幅度是固定的，即不随时间变化，就必须按照振荡进行的节奏，按时地把减小了的电流补充到电路里，在振荡电报机的电路里用真空管来完成这种作用。

二、**真空管振荡器**。真空管振荡器里的振荡可以用两种方法来激发：一种是从外界把电的振荡加在振荡管的栅极上称为他激振荡器；另一种是在真空管的屏路和栅极间采用回授的方法，而加在振荡管栅极上的振荡是从振荡器电路本身产生的，这种振荡称为自激振荡器。振荡电报机就是采用后者的振荡电路，现在我们重点的来分析这种电路作用的过程。如图2—12振荡器由真空管、电池和谐振电路 LC 组成， LC 电路和真空管的栅路及屏路相耦合， L_1 叫

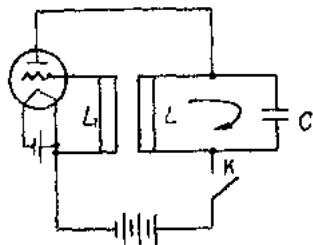


图 2—12

栅极线圈，用以在真空管的栅路和谐振电路间构成电感耦合，屏极电源和谐振电路串联地接在振荡管的屏路内，因此这种振荡器称为串联供电的自激振荡器。当 K 闭合时，真空管屏流通过线圈 L ，开始流动由零逐渐向上增加，最后增加到真空管规定的屏流数值，由于屏流在线圈 L 内逐渐增加， L 内就产生感应电压，方向与电池的方向相反，因而阻止线圈内的电流上升，同时电容器 C 的下端极片取得一些正电，随着线圈 L 内电流的增加，在靠近 L 线圈的 L_1 线圈里也感应出电压，这时 L_1 是这样地接在真空管的栅路里的，当 L 内的电流上升时，在栅极上产生正电，促使真空管屏流增加（这点必须注意，否则就需要把 L 或 L_1 的线圈的线头颠倒一下，不然就不会振

蕩)，随着屏流接近饱和，屏流增加的速率就减小，因而栅极上的正电位也减小，随即屏流就开始下降，这时线圈 L 力图保持其内的电流，而产生一个方向与电池相同的电流，这个电流既然没有通过真空管完成电路的可能，于是就开始通过电容器 C ，把电容器上端极片充成正电，在这同时，由于通过线圈的屏流已不再受到电池的支持，线圈里的电流就停止上升，甚至反而开始减小，由于屏流的下降，在真空管栅极上的 L_1 线圈感应出负电压，于是屏流更加降低，直至屏流完全断绝，当线圈 L 里的电流减到零的瞬间，电容器就开始放电，电容器 C 通过线圈放电时，电流的方向和先前的电流相反，这个电流仍然使真空管栅极 L_1 线圈感应出负电压，在通过线圈的反向电流达到最大值以前，栅极一直保持着负电压，当电容器终止放电时，反向电流达到最大值，这时由于线圈电感的作用，通过线圈的反向电流将再维持某些时间，同时这个电流使电容器在反的方向被充电，也就是下方电极获得了正电，当这一片断时间过去后，反向电流减小，真空管栅极负电压减退，真空管容许从电池来的电流通过，这个电流通过真空管时，又使电容器充电，下端为正，这就补充了 LC 电路内在上述充放电过程中，也就是在产生电气振荡的过程中所消耗的电，当已被充电的电容器，通过线圈 L 开始放电时，上述过程重复出现，这样周而复始使 LC 振荡电路内保持不减幅的电气振荡，从上面过程可以知道电池的电能在正方向通过线圈的电流增加时或当反方向通过线圈的电流减小时，才向振荡电路里补充电能，这就将电池的直流电源，通过真空管振荡电路而转变成为交流电源。在真空管振荡电路内，振荡的频率不仅与 LC 的电感，电容量有关，同时也受电感线圈电阻，电容器漏电电阻及真空管内阻的影响，可以证明真空管振荡器的频率 f 由下式决定：

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \sqrt{1 + \frac{r}{R_i}} \dots\dots\dots (5)$$

其中 L , C ——谐振电路的电感, 电容

r ——主要为 L 电感线圈电阻与 C 电容器漏电阻, 负载的电阻等所组成的有效电阻

R_i ——真空管内阻

$$\pi = 3.1416$$

从上式可以知道, 要提高振荡频率的稳定性, 最好使 $\frac{r}{R_i}$ 的比值及其变化愈小愈好, 因此在选择电感线圈时, 要求它的直流电阻小一些, 即线圈粗一些, 选择漏电阻较小的电容器, 如用云母、陶瓷、聚苯乙烯为介质的电容器, 漏电阻小的纸质电容器也能使用。负载要轻一些, 即电路内输出功率小一些, 选择内阻较大的真空管, 这样 $\frac{r}{R_i}$ 的比值小, 对频率的影响就会减小, 另一方面要求 $\frac{r}{R_i}$ 比值的变化小, 除上述元件的电气性能变化小以外, 对屏极, 丝极, 帘栅极的供电电压也应该稳定不变。

第三章 电报机的构造及作用

§1. 音频振荡器的主要元件及通报原理

电报机的动作过程, 主要是应用音频振荡器的原理, 由甲站控制乙站振荡器的工作, 发出音频电码, 达到电报通信的目的。如图3—1, 利用幻线构造电报电路, 作单工通报, 音频振荡器平时因帘栅无正电位, 屏流很小, 回授量不足, 处于停振状态, 但当甲站按下电键时, 送信电源对地为正的电流, 一部份流向甲站音频振荡器真空管的帘栅极, 另一部份

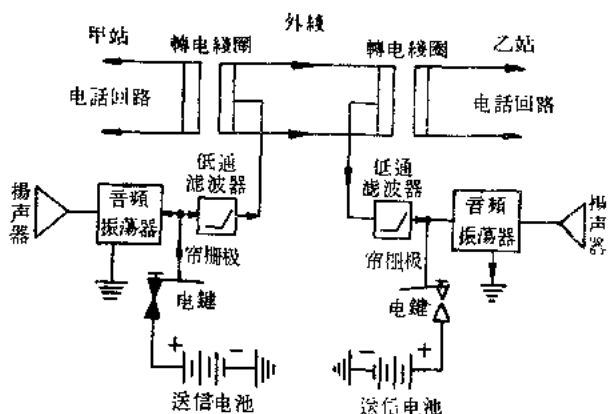


图 3-1

流经甲站低通滤波器—甲站转电线圈—外线—乙站转电线圈—乙站低通滤波器—乙站音频振荡器真空管的帘栅极。使甲乙两站音频振荡器真空管的帘栅极对地都有适当的正电位，立即产生电气振荡，双方扬声器都相应发出音频振荡的声音，如甲站发送电码时，送信电流按电码断续送出，经上述路径使双方扬声器以音频振荡的声音复示出电码，达到单工通报的目的，乙站发送电码时，情况同上。

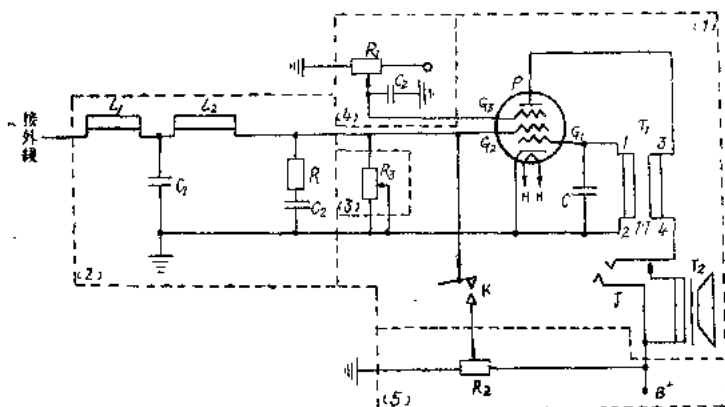


图 3-2