

高級中学課本物理学第三册

教学参考资料

(下 册)



江苏人民出版社

说 明

这册教学参考资料,是在南京市教育局组织编写的《高级中学三年級物理教材研究函授讲义》的基础上改編而成的。全书分两个分册出版,供高三上、下两学期使用。

改編这册教学参考资料的意图,主要是提供一些资料,帮助教师备课。内容包括“教材研究”、“实验实习”、“参考材料”、“参考題”四部分。教师在使用本书时,可根据教学具体情况,灵活运用,不要受其限制。

由于編者水平有限,編写时间比較匆促,缺点和錯誤在所难免,希望教师們提出意見,以便再版时研究修改。

江苏省教育厅教材編輯室

1961年12月

目 录

第三編 电学(续).....	(1)
第六章 电磁振荡和电磁波.....	(1)
第四編 光学.....	(16)
第七章 光的传播和光度学.....	(16)
第八章 光的反射和折射.....	(26)
第九章 光学仪器.....	(38)
第十章 光的本性.....	(53)
第五編 原子结构.....	(69)

第三編 电 学(续)

第六章 电磁振荡和电磁波

一 教材研究

1. 电磁振荡和电磁波 本章是在振动和波及电磁感应知识的基础上,来讨论无线电发射和接收的初步知识。它是前面五章电学知识的继续;也是高二学的波动的发展,并和以后物理光学有紧密联系,为认识光波和电磁波的同一性作好准备。可见本章在中学物理教学中占有很重要的地位。

一般学生对无线电有着浓厚的兴趣,因而对本章的学习抱有很大的希望。所以先应向学生说明本章的学习目的要求,指出:“通过本章的学习,可获得有关无线电的基本概念和原理。如果再通过实践和训练,便可以掌握一般收音机的安装和修理技术。”并向学生说明无线电技术在科学技术、文化、通讯、国防等方面的重要性,以激起学生的学习热情。

2. 本章的内容可分四部分

(1) 从振荡电路的组成引出振荡电流的产生,再应用电容器的电场能和自感线圈的磁场能相互转换的事实,说明振荡的意义和决定振荡电流周期的因素,此外介绍阻尼振荡和无阻尼振荡。

(2) 根据麦克斯韦的电磁场理论的结论,引出电磁波的概念,再引用振动和波的知识,明确电磁波的传播速度跟波长和频

率的关系,同时介绍有关无线电波波长分段的常识,然后从闭合电路和开放电路的性质,来讨论电磁波的发送,最后讲述调制作用。

(3) 应用振动和波里共振的概念,通过演示来明确电谐振的意义和条件,以及在收音机调谐电路中的应用。

(4) 以无线电的接收知识为中心,提出检波作用,并以矿石收音机为例,说明接收机的基本组成部分。最后介绍三极电子管的构造和放大作用及电子管在无线电中的重要意义。

二 实验实习

1. 振荡电流的演示 课本中图 139 的演示实验,要使振荡电路的电流引起电流计指针“同步”的左右摆动,使学生相信振荡电流的存在。装配这个实验应采用很大的自感(1000—2000 亨利)的自感线圈和很大的电容(50—200 微法拉)的电容器,而且电路中的电阻要很小,以便得到振荡周期较大(几分之一秒到几秒)而所受的阻尼较小的振荡电流。并应采用阻尼较小的灵敏电流计。所用的自感线圈可用南京教学仪器厂出品的感应圈(火花距离为 80 毫米)的副线圈,电容可用 100 微法拉的电解电容器两个并联起来,用 24 伏特的蓄电池组进行充电(约 10 秒左右),放电时的振荡电流通过大型灵敏电流计来观察。实验时如果指针只在零标度的一侧摆动,这是由于振荡电流的周期和指针的固有周期不一样所造成,但这并不影响对振荡电流存在的说明。

注: 80 毫米火花距离的感应圈的次级线圈有 66000 圈(允许误差 1000 圈),铜丝的直径为 0.122 毫米。

2. 如何调节矿石 欲调节矿石最灵敏的检波接触点,可用万用电表的“电阻挡”来测其电阻值,“正”着测量和“反”着测量

电阻相差 10 倍，这是比較灵敏的接触点(相差倍数越大，灵敏度越高)。

3. 課本上图152矿石收音机的实验 可仿《无线电設計师》中的实验装置，组织学生課外实习制作矿石机。并在此基础上组织学生进行适当的課外活动，使他們在实践中把所学到的理论与实际的知识很好地結合起来。

4. 三极电子管的演示 如图 6-1 所示，三极电子管可用 30 管，电流計可用大型 电流計。

演示时，(1)先不联 C 电池，而照

图联結，电流計有电流通过。(2)

板极电路不接 B 电池组或把 B 电

池组的负极接到地板上，电流計

的指針不动。表示在这两种情况

下，板极电路中都沒有电流流过；

只有当板极接 B 电池组正极时才

有电流。通过这样的演示，就可以说明二极电子管的整流(或检

波)的作用(此时三极电子管只当成二极电子管用)。(3) 再在

栅极电路中接入 C 电池组，使栅极接負极(或正极)，即可看到板

极电流的增强或减弱，这样就可表明栅极的控制作用。再通过演

示板极电流的改变，所需的栅极电压的变化究竟与板极电压变

化的多大相当，就能解释电子管的放大作用。

注：如无 30 管，可按现有电子管，查电子管手冊，仿上图实验装置試之。

5. 电諧振的演示(无线电的簡易收发演示) 这个演示 尽管簡單，但很重要。課本上图 149 的装置中，矩形导线宜用粗銅线制作，水平部分的长度至少应在 1 米以上。萊頓瓶上所搭的錫箔条可以用細銅絲代替，也可换成霓虹泡，这样就可不看火花而看閃光。

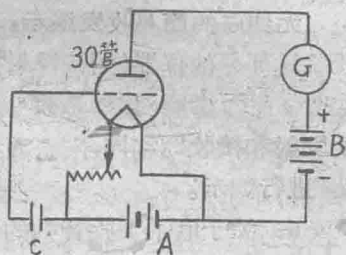


图 6-1

電譜振的演示實驗，還可用四根1米長左右的金屬棒（最好是銅質的），用絕緣體支架起來，其中兩根分別和80毫米火花距感應圈的副線圈引出端相接，使感應圈工作。另兩根接一個霓虹燈泡（也可用電筆中的氖泡，去除其高值電阻部分），放在1米附近的地方就可以看到霓虹泡中有紅色閃光，拿下連接霓虹泡一端的一根金屬棒，這時閃光最小，可叫一個學生用手持着霓虹泡已拿下的一端，閃光又亮了，學生對此實驗的興趣很高。

無線電的簡易收發演示，也可用“無線電原理”說明器中關於收發部分的儀器（短波發射機附電燈泡的諧振接取線路）進行實驗。并可參閱《物理通報》1955年12月號764頁的“電磁波的發射和接收”，和同年11月號690頁的“發射電磁波的開放電路”進行演示。

6. 關於電子管收音機的構造示意圖 見課本圖156，具體線路可參閱《無線電》1956年第10期第5頁的高放式四管再生收音機。也可參閱《初級無線電實驗》小叢書，曹俊青編的實驗三管收音機有關高放式收音機部分。

三 參考材料

1. 波波夫 亞力山大·史杰潘諾維奇·波波夫(1859-1906)，是有名的俄國物理學家。1859年3月16日生於俄國烏拉爾杜霖斯基礦區。他自幼就愛好電氣技術。他為了上小學，在1868年就从家鄉到遙遠的地方去。後來他在一所教會學校受了中等學校的教育，於1887年畢業於該校的普通教育班。同年8月進入彼得堡大學數理學系。他最喜歡數學、物理和電工學理論，但他又特別注意實用電工學領域的實踐活動。當時他生活貧困，要花很多時間工作。他趁工作的機會來實地研究象電工學這門尚未嘗試的奇異的科學。他參加了俄羅斯第一次的街

头电灯装置。1882 年秋,他大学毕业得到候补博士的学位,并留在大学里工作。由于他喜爱电工科学,在 1883 年他到水雷軍官学校物理部任教,接着又在海軍技术学校讲课,他在学校里不仅是一个为学生爱戴的老师,而且是一个很有经验的实验家。他讲课并不用华丽的詞藻,但是能用简单而明了的话来说明事物的本质,对課程的实际训练很严格,注意培养学生从头至尾独立地仔细地進行工作。波波夫总是力求从实验的基础上得到基本結論。后来又在有关海軍技术的物理学和电工学的最新成就的讲座上作公开报告,又担任舰队委员会的顧問和检查工作。他在百忙中还坚持着他的研究工作,在教課之余从事电磁波的研究,在水雷学校的花园和实验室里,与他的助手雷布金作了多次的电磁波的发射和接收的实验。1889 年在俄罗斯理化协会上,他用自己改进的赫茲諧振器,演示了电磁波的检查实验。1894 年以后他研究和改进接受电磁波的仪器——粉末检波器,并制造了世界上第一架无线电接收机,于 1895 年 5 月 7 日在俄罗斯理化协会上作了公开表演。1900 年冬,他把无线电作了首次的实际应用,他用自制的无线电台指揮营救搁浅在礁石的一艘战斗舰的工作。这次通訊距离是 40 公里。这时他又发出了第一个无线电求救信号“SOS”,招来了破船“叶馬克”号,搶救了四个遇险的漁夫的生命。在他的晚年,他又造成可精确調整一定波长和有效距离 150 公里的新的无线电台。1906 年 1 月 13 日晚他患脑溢血症而逝世。

波波夫的工作为近代无线电技术的发展打下了坚实的基础。他不仅是一位伟大的学者、发明家,而且还是个教育家。他的工作精神和态度是值得我們学习的。

2. 矿石机的选择性和灵敏度 矿石机的选择性和灵敏度不仅决定于調諧回路,同时也取决于电波从天线傳輸給調諧回路的傳輸方式,即常称的交連方式(耦合方式)。

单回路的矿石机的天线是和調諧回路直接交連的（图虛线部分），这样紧密的交連可以得到較大的輸出，听筒发声比較响亮，可是选择性并不好。当电台很多或是两个电台的頻率比較接近的时候，就难以分隔而造成混音。同时由于天线电容是和調諧电容并联而作为全部調諧电容中的一部分，随着天线的变更（长度、高度、下雪、环境的变动等）对調諧的頻率范围有很大的影响，靠近頻率范围边缘的电台常被“挤”出去；在这种情况下就要放松交連的程度，方法如图 6-3。在天线輸入端串联一个 $0.00025 - 0.0001$ 微法拉的固定电容器 C_1 （甚至是微調电容器），来减弱交連的程度，上述交連过紧的缺点就可以稍微改善一些。

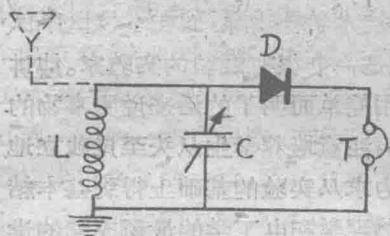


图 6-2

亮，可是选择性并不好。当电台很多或是两个电台的頻率比較接近的时候，就难以分隔而造成混音。同时由于天线电容是和調諧电容并联而作为全部調諧电容中的一部分，随着天线的变更（长度、高度、下雪、环境的变动等）对調諧的頻率范围有很大的影响，靠近頻率范围边缘的电台常被“挤”出去；在这种情况下就要放松交連的程度，方法如图 6-3。在天线輸入端串联一个 $0.00025 - 0.0001$ 微法拉的固定电容器 C_1 （甚至是微調电容器），来减弱交連的程度，上述交連过紧的缺点就可以稍微改善一些。

注：图 6-2 和图 6-3 的虛线，为了更明显地指出所说問題的部
位，不是可有可无。

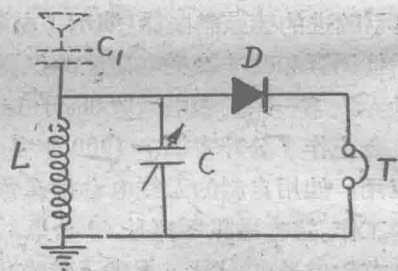


图 6-3

图 6-4 是常见的双回路矿石机电路，它是由天地线回路的电能
在初級线圈 L_1 产生电磁场，将諧振线圈 L_2 放在这个磁场之内得到感生电动势。这种交連方式較松，可以得到較好的选择性，并且能变动 L_1 和 L_2 的距离来調节交連的程度。但选择性虽然提高了，却影响灵敏度，使灵敏度下

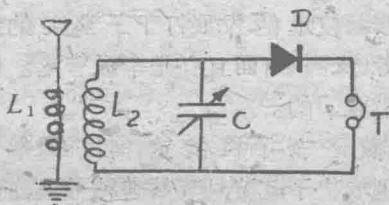


图 6-4

之内得到感生电动势。这种交連方式較松，可以得到較好的选择性，并且能变动 L_1 和 L_2 的距离来調节交連的程度。但选择性虽然提高了，却影响灵敏度，使灵敏度下

降,发声不如单回路的大。

調諧回路和檢波回路合在一起也會影響選擇性;因為檢波電路的電阻加於調諧回路之內,就會使調諧電路的收聽性能降低,一般比較講究的礦石機就在調諧線圈

上抽出一個(或幾個)適當的抽頭,另行接出檢波回路。這種接法等於一個自耦變壓器,減少對調諧回路的影響,使選擇性得到改善,圖6-5就是常見的例子。

在簡單收音機內,選擇性和靈敏度是互相矛盾的;選擇性提高了,靈敏度就減弱,聽筒聲音就要變小。因此在選擇製作礦石機的電路時,首先要考慮自己的收音環境,只有一、二個電台可收的地方,而它們的頻率又不太接近時,採用單回路是有利的,

因為這時可以不考慮選擇性,而又可以得到較大的音響,僅在發生混音時才不妨改用雙回路。

3. 選用电阻須知 無線電中所用的電阻器,它的電阻值有兩種表示法:一種是直接表示法,如圖6-6 1000Ω和500Ω為電阻值,10%為誤差,5W和2W為額定功率。

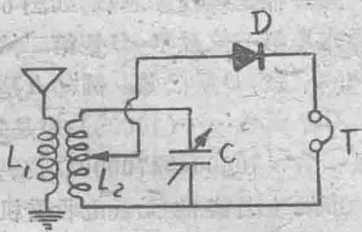


圖 6-5

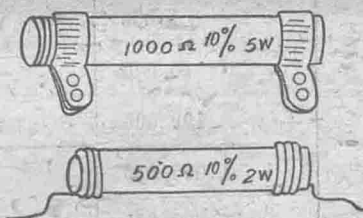


圖 6-6

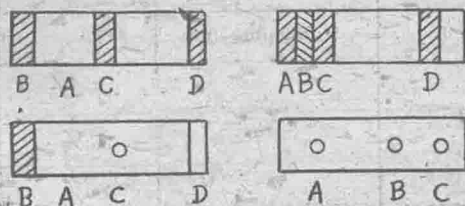


圖 6-7

另一种是颜色标志法,如图 6-7 所示,并参看附表 6-1。

A 是第一位数字, B 是第二位数字, C 是代表两个数字后的“0”的个数, D 是公差。例如 A 是黄色……(4), B 是紫色……(7), C 是黄色……(10000), D 是银色……10%, 则电阻器电阻值是: $47 \times 10000 = 470000 \Omega$, 公差是 10%。

市场上出售的无线电收音机中用的小型电阻的额定功率是 1/2 瓦, 较大的是 1 瓦等。

附表 6-1

色 别	A 第一色	B 第二色	C (相乘数)	D 公差
黑	0	0	1	
棕	1	1	10	
红	2	2	100	
橙	3	3	1,000	
黄	4	4	10,000	
绿	5	5	100,000	
蓝	6	6	1,000,000	
紫	7	7	10,000,000	
灰	8	8	100,000,000	
白	9	9	1,000,000,000	
金				5%
银				10%
本色				20%

4. 选用电容器应注意事项

(1) 一般可变电容器的最大电容量和最小电容量

① 空气或单連可变电容器 当动片全部旋入定片之間时，电容量最大，約达 360 微微法拉($\mu\mu\text{F}$ 或 PF)；把动片从定片間全部旋出时，电容量最小，約是 10 微微法拉。

② 半可变电容器(配定) 半可变电容器一般都包含两片，一片固定着，另一片利用金属片的弹性，向上翘起，中間插云母介质絕緣。用螺絲釘調節金属片压下的程度以改变电容。压紧时最大电容約是 25 微微法拉，松开时最小电容約是 5 微微法拉。

(2) 电容器的耐压 在一般固定电容器的外壳上，大多数标明两种电压，一是工作电压，另一是試驗电压(即直流試驗电压)。工作电压是指电容器在工作时最高的安全电压；試驗电压是指电容器制成后，用适当电压接上经过一个短時間的試驗，电容器还未击穿或烧毁，这个直流电压叫作試驗电压。工作电压是电容器在长时期內能够承受的电压，因之比試驗电压要低，通常只有試驗电压的 $6/10$ 或 $7/10$ 。有的电容器上只标明試驗电压而沒有标明工作电压，一般都以試驗电压的 $6/10$ — $7/10$ 来使用。例如試驗电压为 600 伏的电容器，使用时最高工作电压应在 360—420 伏之間。

(3) 电容器的色碼标志法 固定云母电容器，普通有以下四种标识方法，如图 6-8 所示，并参看附表 6-2。

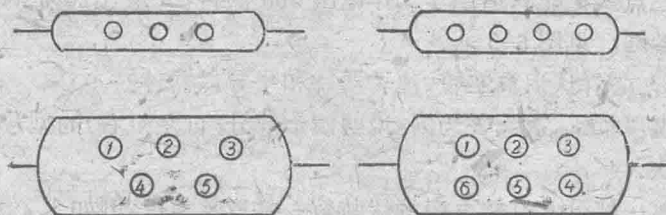


图 6-8

附表 6—2

色 別	数 字	倍数(相乘数)	容許公差	直流試驗电压 (伏特)
	1 2 3	4	5	6
黑	0 0 0	1	—	—
棕	1 1 1	10	$\pm 1\%$	100
紅	2 2 2	100	$\pm 2\%$	200
橙	3 3 3	1,000	$\pm 3\%$	300
黃	4 4 4	10,000	$\pm 4\%$	400
綠	5 5 5	100,000	$\pm 5\%$	500
藍	6 6 6	1,000,000	$\pm 6\%$	600
紫	7 7 7	10,000,000	$\pm 7\%$	700
灰	8 8 8	100,000,000	$\pm 8\%$	800
白	9 9 9	1,000,000,000	$\pm 9\%$	900
金			$\pm 5\%$	1000
銀			$\pm 10\%$	2000
本色			$\pm 20\%$	500

三点式标记只适用于工作电压 500 伏特,公差 $\pm 20\%$ 的电容。举例:见图 6-9。

5. 怎样认识真空管、离子器件和半导体器件?

现以收音、放大管为例,说明四个部分(自左至右)的型号表示方法:

第一部分 灯丝电压的伏特数,并取其整数,例如 1.2 伏, 2.4 伏, 6.3 伏, 12.6 伏, 分别以 1, 2, 6, 12 表示。

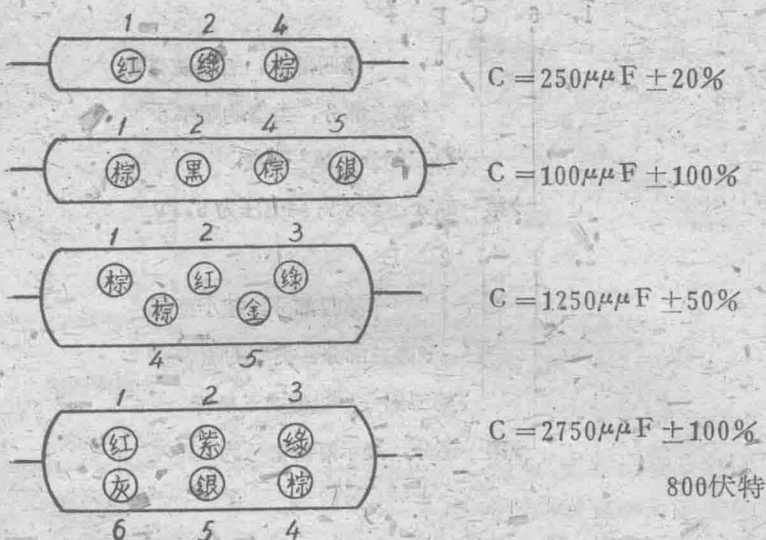


图 6-9

第二部分 表示类型代号字母,例如二极管以“D”表示,三极管以“C”表示。

第三部分 表示第二部分类型管中的顺序号,用阿拉伯数字表示,例如 1, 2, 3, 4, 5 等。

第四部分 表示电子管外形,用字母表示,例如玻壳管用“P”表示,锁式管用“S”表示。无代号时,即表示为小型管或称花生管、拇指管。举例:图 6-10。

6. 真空管里还剩下多少空气的分子? 无线电电子管内所达到的真空程度,使得管内剩余的空气约为抽空前的一百亿分之一。减少到百亿分之一是巨大的减少。如果地球和太阳的距离缩短到百亿分之一,那末太阳离开地球只有 15 尺,和一般的街道宽度差不多。如果地球缩小到百亿分之一,那末它将变成直径约 1 公厘的小颗粒。

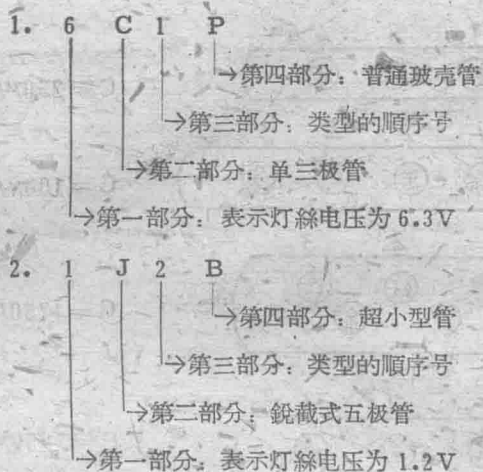


图 6-10

即使在这样高度的真空下, 普通大小的电子管里也还剩下 40×10^{12} 个分子。

7. 三极管的放大作用 栅极能控制屏流的大小, 究竟这两个电极哪一个的控制能力大, 只要研究一下电子管的特性曲线就很明白了。

以 6C5 为例, 当屏压是 250 伏时, 栅极电压应是 -8 伏, 如果这两个电压不变, 屏流是 8 毫安(如图 6-11 中 A 点)。假若我們想使屏流减小到 6 毫安, 可有两种方法: 减低屏压或是增加栅负压。如果改变屏压(栅负压不变), 就要由 250 伏减少到 230 伏(图 6-11 中 B 点), 屏压变化 20 伏; 如果改变栅负压(屏压不变), 只要变动到 -9 伏左右, 就可使屏流也减小到 6 毫安(在图中 C 点), 但这样栅压只变化 1 伏。这说明栅极的控制屏流能力要比屏极大得多, 栅压变化 1 伏对屏流的影响相当于屏压变化 20 伏, 这管子的放大倍数是 20。(这是放大倍数較小的电子管, 如 6F5 的放大倍数是 100。)

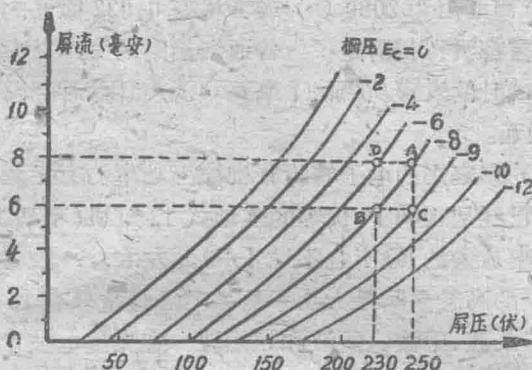


图 6-11

按放大来讲,有电压放大和功率放大,课本中所讲的是电压放大。由于栅极比板极距灯丝更近,所以在栅极或板极上变化一个同样大小的电压时,对灯丝发射出来的电子来说,显然栅极的作用要大。这样,在栅极上变化一个小电压所引起的作用,可以等于在板极上变化很大的电压所引起的作用。

由于学生不习惯用曲线说明问题,教师可用适当的管子仿上面所讲的情况,按照实验实习 4 所介绍的三极电子管演示实验装置进行实验,能使学生了解栅极控制屏流的作用要比板极强得多。

8. 一些简单的数据

(1) 能接收中波波段(550——1600 千周)的收音机,其调谐电容最大至最小,若是 360——10 微微法拉,则其电感线圈的电感约是 220 微亨。

(2) 凡是矿石两端有 10,000 微伏的电压,经过检波系统正常的工作,就可以清晰地听到广播。

(3) 无线电听筒是很灵敏的,如果有 0.044 微安的电流经过听筒的线圈,就能感觉到有声音;如果有 4 个微安的电流流经

线圈(听筒电阻为 $2000\ \Omega$),或者说有 0.032 微瓦的电功率,音乐、语言都听得很清楚了。普通谈话时的发声功率约 10 微瓦,高声叫喊时的发声功率约 1 毫瓦,低声耳语时的发声功率约为 0.01 微瓦。

(4) 家庭用的电子管收音机输出功率约有 1 瓦,喇叭放出的声音已经是很响了,优等的落地式 13 灯机(不是 13 个灯都用来作功率放大的)输出也不过 $4-5$ 瓦左右。一般会场用的扩大机,大型的高音喇叭最大功率是 25 瓦(经常只有 15 瓦左右)。

9. 长波、中波、短波和超短波 在无线电技术中所应用的电波,通常分成长波(波长 $20,000-3,000$ 公尺)、中波($3,000-200$ 公尺),短波($200-10$ 公尺)和超短波(10 公尺— 1 厘米)。而和日常无线电广播收音机刻度上面的“长波”、“中波”的叫法并不是一回事,学生往往会发生误会,教师应该提醒一下,不要混淆。一般无线电广播均采用中波段。至于为什么在技术上要采用各种波段的电波,这是因为不同波长的电波传播特性不同。由于远距电波通讯靠电离层反射,电离层对电波的吸收作用和频率的平方成反比,电离层对长波的吸收作用很显著。为维持长距离无线电通讯,必须使用功率很大的发射机。电离层对中波的吸收剧烈减小,因此对于长距离广播、通讯采用中波。至于短波、超短波的传播和光相似,基本上是直线传播,电离层对短波、超短波无影响,应用在电视、雷达、导航等技术中。

10. 索引

(1) 振荡电路有关演示 《物理通报》1958年4月号, P.246, P.249—250。

(2) 电磁波的发送和接收 《物理通报》1958年12月号, P.764。

(3) 发射电磁波的开放电路 《物理通报》1955年11月号, P.690。