# 第四章 3 无线电波的发射和接收

## 问题？

在普通的 LC 振荡电路中，电场主要集中在电容器的极板之间，磁场主要集中在线圈内部。在电磁振荡的过程中，电场能和磁场能主要是在电路内互相转化，辐射出去的能量很少，怎样才能有效地发射电磁波呢？

+ +

## 无线电波的发射

研究表明，要有效地发射电磁波，振荡电路必须具有如下两个特点。

第一，要有足够高的振荡频率。振荡电路向外界辐射能量的本领，与振荡频率密切相关。频率越高，发射电磁波的本领就越大。因此，要发射电磁波，就需要用振荡器产生很高频率的电磁振荡。

电磁波的频率与振荡电路中电磁振荡的频率相同。

第二，振荡电路的电场和磁场必须分散到尽可能大的空间，这样才能有效地把能量辐射出去。

图 4.3-1 由闭合电路变成开放电路

+

+

+

\_

+

\_

甲

乙

丙

因此，要改造“问题”图中的*LC*振荡电路，像图4.3-1甲、乙那样，将电容器两个极板拉开，增大电容器极板间的距离，减小极板间的正对面积，从而使电场和磁场扩展到电容器的外部。这样的振荡电路叫作开放电路。开放电路甚至可以演化成为一条导线（图4.3-1丙），这样就可以有效地把电磁波发射出去了。

实际应用中的开放电路，线圈的一端用导线与大地相连，这条导线叫作地线；线圈的另一端与高高地架在空中的天线相连。无线电波就能由这样的开放电路有效地发射出去。

这里描述的天线用于长波、中波、短波的无线电广播和通信。电视广播和微波通信的天线，在结构和原理上都与这种天线不同。

为了利用电磁波传递信号，例如传递声音、电视图像，就要让高频的电磁波随着被传递的信号而改变。这种用来携带信号的高频电磁波叫作载波。在电磁波发射技术中，使载波随各种信号而改变的技术叫作**调制**（modulation）。

一种调制的方法是使高频电磁波的振幅随信号的强弱而变，这种调制叫作**调幅**（AM，图4.3-2丙）；另一种调制的方法是使高频电磁波的频率随信号的强弱而变，这种调制叫作**调频**（FM，图 4.3-2丁）。

图 4.3-2 电磁波的调制

甲 载波

乙 信号

丙 调幅波

丁 调频波

## 无线电波的接收

电磁波在传播时如果遇到导体，会使导体中产生感应电流。因此，空中的导体可以用来接收电磁波，这就是接收天线。

世界上有许许多多的无线电台、电视台以及各种无线电通信设备，它们不断地向空中发射各种频率的电磁波，这些电磁波弥漫在我们周围。如果不加选择地把它们都接收下来，那必然是一片混乱的信号。所以，接收电磁波后首先要从诸多的信号中把需要的信号选择出来，这就要设法使我们所需的电磁波在接收天线中激起的感应电流最强。

在无线电技术中，利用电谐振可以达到这个目的。当接收电路的固有频率跟收到的电磁波的频率相同时，接收电路中产生的振荡电流最强，这种现象叫作电谐振，相当于机械振动中的共振。

使接收电路产生电谐振的过程叫作**调谐**（tuning），图4.3-3是收音机的一种调谐电路。

图 4.3-3 调谐电路

调节可调电容器的电容改变电路的固有频率，使它跟要接收的电磁波的频率相同，这个电磁波在调谐电路中激起较强的感应电流，于是就选出了这个电台。由调谐电路接收到的感应电流，是经过调制的高频电流，还不是我们需要的声音或图像信号，因此还要把声音或图像信号从高频电流中还原出来。这个过程是调制的逆过程，所以叫作**解调**（demodulation）。调幅波的解调也叫检波。

解调之后我们得到原来的信号，经过放大就可以在扬声器或显示器中重现了。

## 电视广播的发射和接收

电视广播信号也是一种无线电信号。在现代电视发射系统中，首先通过摄像机的感光器件将景物的光信号转变为电信号。这种电信号可以通过线路直接传输，但是由于传输失真、损耗等原因，很难远距离传播。因此，需要通过载波将信号调制成高频信号再进行传播。

目前，高频电视信号的传播方式主要有三种，即地面无线电传输、有线网络传输以及卫星传输。不同的传播方式使用不同频率范围的电磁波，采取不同的调制方式。

在电视接收端，接收到高频电磁波信号以后，经过解调处理，就可以将得到的电信号通过显示设备转变为图像信息。接收天线收到的电磁波除了载有图像信号外，还有伴音信号。伴音信号经解调后送到扬声器。

## 练习与应用

本节共设置 4 道习题。第 1 题要求设计结构图表示无线电波的发射和接收的过程，并简单区分调幅和调频。第 2 题要求描述调幅波图像的形状。第 3 题要求计算我国第一颗人造卫星发送电磁波的波长。第 4 题以动手制作简单收音机为背景，解决简单的故障。

1．有 4 个容易混淆的名词：调制、调幅、调频、解调。请设计一个结构图来表明它们的关系，并说明调幅与调频的区别。

**参考解答**：低频信号 → 调制（调幅、调频） → 发射 → 接收 → 解调 → 低频信号

调幅与调频的区别：调幅是使高频电磁波的振幅随信号的强弱而改变。调频是使高频电磁波的频率随信号的强弱而改变。

2．请向你的同学描述：调幅波（经调幅后的电磁波）图像的形状是怎样的？描述时，要求用到“载波”“音频信号”这两个名词。

**参考解答**：调幅波是载波波形的基础上叠加了信号，调幅波的形状是上下对称的，以低频的信号作为包络线，载波的高频电磁波被包含在低频信号的包络线中。

3．我国第一颗人造卫星用 20.009 MHz 和 19.995 MHz 的电磁波发送信号，求这两种电磁波的波长。

**参考解答**：14.993 m，15.004 m

4．某同学自己绕制天线线圈，制作一个最简单的收音机，用来收听中波的无线电广播。他发现有一个频率最高的中波电台收不到，但可以接收其他中波电台。为了收到这个电台，他应该增加还是减少线圈的匝数？说明理由。

**参考解答**：减少线圈匝数。

提示：频率最高的电台接收不到，是因为收音机调谐电路的固有频率达不到接收信号的频率，不能产生电谐振，这就需要增加电路的固有频率。由 *f* = 可知，要增加 *f* 应减小 *L*，由电感 *L* 的影响因素可知，应减少线圈匝数。