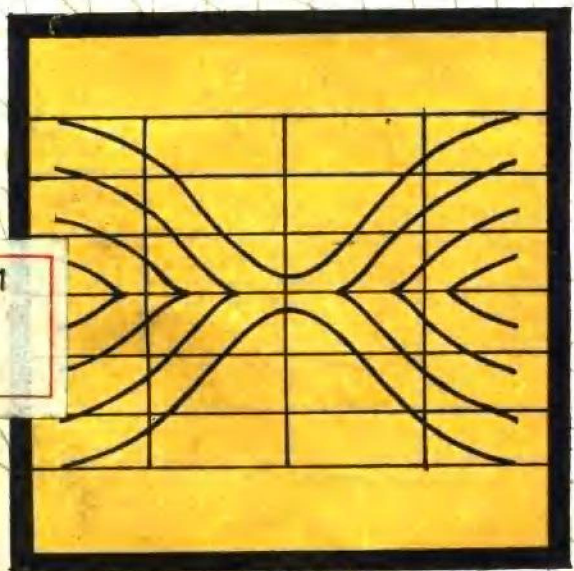


无线电爱好者丛书

收音机 扩音机 特殊电路

李隽智 编著



内 容 提 要

为了提高收音机、扩音机的性能，扩大它们的使用功能，需要对收音机、扩音机的基本电路加以改进，增设一些特殊的电路。本书较系统地介绍了收音机、扩音机电路中常采用的一些特殊电路。其中有高频电路中的有关调谐电路，中放电路中的电容耦合电路、集中选择性回路，检波和鉴频电路中的具有反相输出的检波电路和微分鉴频电路，改进型AGC电路和可变电压器式AGC电路，功放电路中的开关式功放电路、RC网络电路、响度控制电路、通频带控制电路、混合式音调控制电路、多频率音调控制电路，以及共用低音的立体声电路、立体声声源展宽电路、仿立体声电路、动态范围扩展电路、各种分频电路、场强和调谐指示电路、音量和音调指示电路、立体声和立体声平衡电路、各种电源电路、各种抗干扰电路等。在介绍这些电路时，着重讲清其性能、特点，提供制作这些特殊电路的数据，同时也介绍了这些特殊电路在收音机、扩音机中应用时的优缺点和注意的问题。本书可供无线电爱好者阅读。

无线电爱好者丛书

收音机、扩音机特殊电路

Shouyinji Kuoyinji Teshu Dianlu

李隽智 编著

责任编辑：孙中臣

•

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

•

开本：787×1092 1/32 1986年4月第 一 版
印张：11 16/32 页数：184 1986年4月河北第一次印刷
字数：259 千字 印数：1—45,000 册

统一书号：15045·总3141—无6356

定价：1.75 元

中国电子学会科学普及读物

编委会名单

顾问 杜连跃 毕德显 吴朔平 任朗 顾德仁

张恩虬 陈芳允 秦诒纯

主编 孟昭英

副主编 吴鸿适 王守觉 李三立 凌肇元

编委 叶培大 童志鹏 陶棣 甘本祓 何国伟

周炯槃 邱绪环 王玉珠 周锡龄 周明德

刘 诚 俞锡良 王明臣

责任编辑 邱绪环

丛 书 前 言

电子科学技术是一门发展迅速、应用广泛的现代科学技术。电子技术水准是现代化的重要标志。为了尽快地普及电子科学技术知识，中国电子学会和出版部门约请有关专家、学者组成编委会，组织编写三套有不同特点的、较系统的普及丛书。

本丛书是《无线电爱好者丛书》，由人民邮电出版社出版。其余两套是《电子应用技术丛书》，由科学普及出版社出版；《电子学基础知识丛书》，由科学出版社出版。

本丛书密切结合实际讲述各种无线电元件和常用电子电路的原理及应用；介绍各种家用电子设备（如收音机、扩音机、录音机、电视机、小型电子计算器及常用测试仪器等）的原理、制作、使用和修理；提供无线电爱好者所需的资料、手册等。每本书介绍一项实用无线电技术。使读者可以通过自己动手逐步掌握电子技术的一些基本知识。本丛书的对象是广大青少年和各行各业的无线电爱好者。

我们希望广大电子科学技术工作者和无线电爱好者。对这套丛书的编辑出版提出意见，给以帮助，以便共同努力，为普及电子科学技术知识，为实现我国四个现代化作出贡献。

目 录

第一章 高频电路	(1)
第一节 磁性天线	(1)
一、提高磁棒天线性能的方法.....	(1)
1. 改变天线线圈绕组结构.....	(2)
2. 改变磁棒结构.....	(4)
二、环形天线.....	(7)
三、磁性天线的特殊接法.....	(11)
四、关于线圈Q值的参考数据.....	(15)
第二节 调谐电路	(19)
一、代变容管电路.....	(19)
二、预置调谐.....	(23)
三、遥控调谐.....	(26)
四、自动调谐.....	(29)
第三节 中放电路	(31)
一、集中选择性回路.....	(31)
二、RC耦合中放.....	(35)
三、调频调幅共用中放.....	(43)
第四节 参考电路	(47)
一、LC网络及滤波器的应用电路.....	(47)
1. LC网络的应用电路.....	(47)
2. 滤波器的应用电路.....	(50)
二、电容耦合电路.....	(59)

三、本机振荡电路	(61)
四、集成电路的应用	(64)
第二章 检波与鉴频	(68)
第一节 具有反相输出的检波器	(68)
第二节 射极检波器	(70)
第三节 微分鉴频器	(73)
第四节 陶瓷鉴频器	(78)
第三章 AGC、AFC电路	(82)
第一节 概述	(82)
第二节 改进型AGC电路	(85)
第三节 特殊AGC电路	(88)
一、可变交流负反馈式AGC电路	(88)
二、可变分压器式AGC电路	(97)
三、参考电路	(103)
第四节 AFC电路	(108)
第四章 功放电路	(112)
第一节 概述	(112)
第二节 A类功放	(115)
第三节 AB类功放	(121)
第四节 适应电源波动的功放	(126)
第五节 开关式功放	(129)
第六节 功放集成电路的应用	(135)
第五章 音质控制电路	(142)
第一节 概述	(142)
第二节 RC网络电路	(144)
一、基本电路	(144)
二、常用单转折频率网络	(146)

三、常用双转折频率网络·····	(148)
第三节 响度控制·····	(152)
第四节 通频带控制·····	(161)
一、在中放电路控制通频带·····	(163)
二、在低放电路控制通频带·····	(168)
第五节 音调控制·····	(171)
一、RC衰减式电路·····	(172)
二、RC负反馈式电路·····	(180)
三、混合式电路·····	(188)
四、多频率音调控制电路·····	(191)
第六节 参考电路·····	(203)
一、共用低音的立体声电路·····	(203)
二、立体声声源面展宽电路·····	(206)
三、仿立体声电路·····	(210)
四、动态范围扩展电路·····	(216)
第六章 分频电路·····	(222)
第一节 概述·····	(222)
第二节 分频点及RC分频网络·····	(226)
一、分频点的选择·····	(227)
二、RC分频网络·····	(230)
1. RC低通滤波器·····	(230)
2. RC高通滤波器·····	(233)
3. RC带通滤波器·····	(236)
第三节 末级分频·····	(237)
第四节 前级分频·····	(242)
一、分频电路·····	(242)
二、参考电路·····	(252)

第七章 指示电路	(258)
第一节 概述.....	(258)
第二节 在高频部分使用的指示电路.....	(260)
一、场强指示.....	(260)
二、调谐指示.....	(262)
第三节 在低频部分使用的指示电路.....	(267)
一、音量指示.....	(268)
二、音调指示.....	(274)
第四节 其它指示电路.....	(278)
一、电源指示.....	(279)
二、立体声指示.....	(280)
三、立体声平衡指示.....	(281)
四、通用指示.....	(283)
第八章 电源电路	(286)
第一节 交流稳压电路.....	(286)
第二节 直流并联稳压电路.....	(293)
第三节 晶体管滤波器.....	(297)
第四节 直流电源的有关电路.....	(302)
一、直流电源的保护.....	(302)
二、换流式直流电源.....	(306)
第九章 干扰抑制	(311)
第一节 概述.....	(311)
第二节 机内干扰抑制.....	(313)
一、电子开关电路.....	(314)
二、防振移相网络.....	(316)
1. 简单防振电路.....	(317)
2. 防振移相网络.....	(320)

三、RC滤波器的应用	(325)
第三节 机外干扰抑制	(328)
一、在整流电源电路中抑制干扰	(329)
二、在天线电路中抑制干扰	(331)
三、在其它电路中抑制干扰	(333)
1. 调幅接收的干扰抑制	(334)
2. 调频接收的干扰抑制	(341)
第四节 参考电路	(344)
一、在检波电路中抑制干扰	(344)
二、开关电路的应用	(345)
三、开关电压形成的电路	(349)
四、集成电路的应用	(350)

第一章 高频电路

这里所说的高频电路，是指收音部分从天线到中频放大之间的电路。这部分电路的性能好坏，直接影响整机的放音质量。有针对地使用一些比较特殊的电路，可以提高整机放音质量，同时便于调整和使用。例如，预置选台有利于迅速、准确地选定欲接收的广播电台，尤其对调频广播和电视伴音接收来说，由于目前绝大部分是属于本地接收，采用预置选台方式就更方便了。

第一节 磁性天线

磁性天线除了包括目前常用的铁氧磁棒天线外，还包括以前用得较多的环形天线。因为这类天线对无线电波的磁场分量更敏感，所以称为磁性天线。

一、提高磁棒天线性能的方法

磁棒天线的体积小，使用方便，具有一定的方向性，目前在调幅广播接收中应用很广。不过，一般磁棒天线从效率上讲大约只相当于1~2米长的垂直天线；另外，磁棒天线的Q值随工作频率的变化较大，一般Q值也比较高，这就会影响整机灵敏度的均匀性和通频带宽度，对统调和放音质量都有一定影响。

为了进一步提高磁棒天线的接收性能，可以采用以下几种

方法。

1. 改变天线线圈绕组结构

为了与常用磁棒天线进行比较，我们先看一下图1-1-1所示的中波磁棒天线的典型结构。图中：

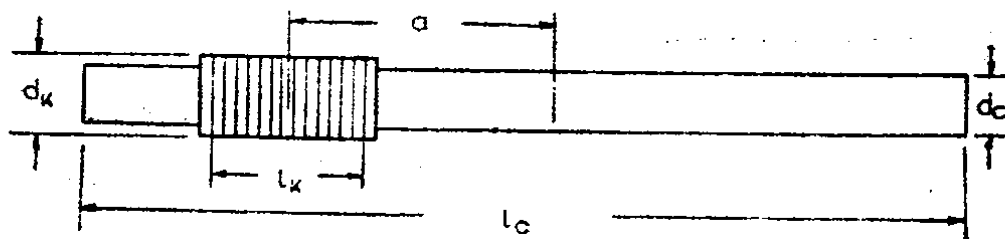


图 1-1-1

d_c ——磁棒直径；

l_c ——磁棒长度；

d_k ——线圈平均直径；

l_k ——线圈绕组长度；

a ——线圈绕组中心至磁棒中心间的距离，通常为了得到较高的 Q 值，常取 $a = \frac{l_c}{4}$ 。

根据电磁学原理，我们知道，要想增大在交变电磁场中的线圈，两端的感应电压，最简单的方法就是增加线圈的匝数。但是简单地增加匝数 n ，一般要引起电感量 L 的增大，这在调谐回路中是不允许的。为了在增加匝数 n 的同时基本不影响电感量 L ，必须将线圈分段。例如，若将原来的单个绕组分成两段，当这两段相邻端之间的距离较远时（在磁棒上相距3~5cm以上），两段之间的互感可以忽略。这时，可以取每一段绕组的电感量为 $\frac{L}{2}$ ，匝数为 $0.7n$ ，这样就相当于天线线圈绕组的总匝数增至 $1.4n$ ，从而使线圈上的感应信号电压得到提高。

使用这种方法时，线圈绕组在磁棒上的分布如图1-1-2

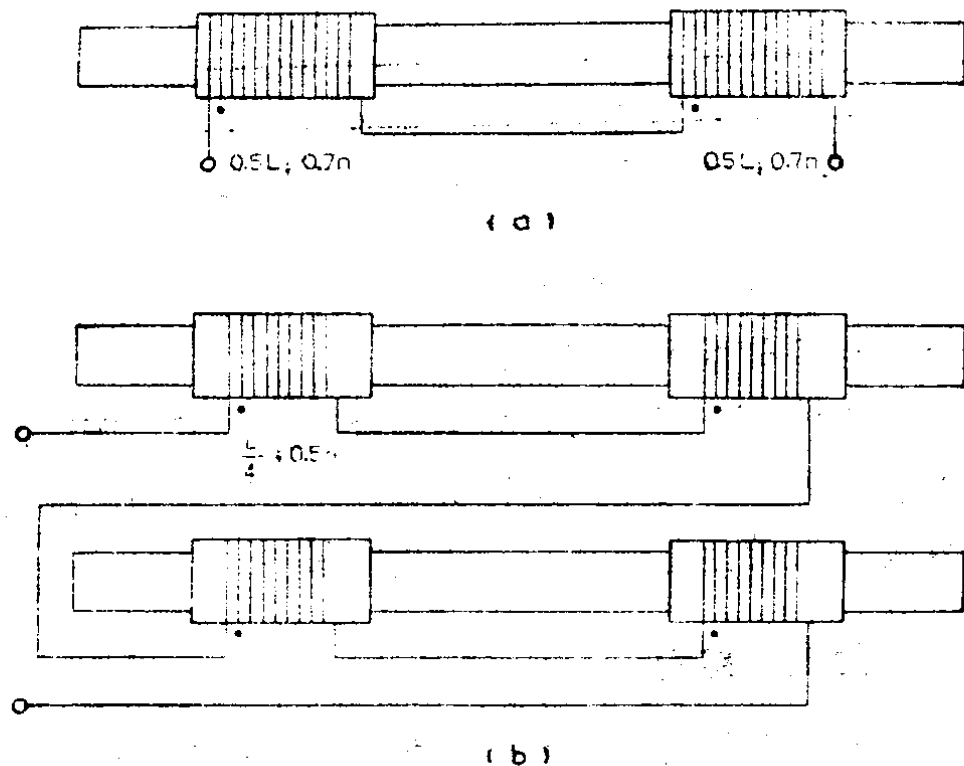


图 1-1-2

(a)所示。这种方法简单、方便，在实际电路中已经得到广泛应用。

根据同样的道理，还可以把线圈分段数目再增加一些。但分段数目更多时，由于磁棒长度有限，各段绕组之间的距离将减小，而互感将增大，从而限制了匝数的增加，效果就不大显著了。这时，可以使用增加磁棒根数的方法。即把原来的单一绕组分成匝数为 $0.5n$ （电感量近似为 $\frac{L}{4}$ ）的4段，分别安排在两根磁棒上，如图1-1-2(b)所示。两根磁棒的平行距离应大于 5cm 。这样，整机灵敏度约可提高 3dB 以上，比图1-1-2(a)的效果还要好。

对于短波磁棒天线，也可以仿照上述方法来加以改进。

通常，短波磁棒天线线圈由于电感量较小，匝数较少。为保证有较高的 Q 值，一般采用间绕的方法。如果将常用的间绕方法改为图1-1-3所示的绕法，就能在绕组匝数、长度都不变

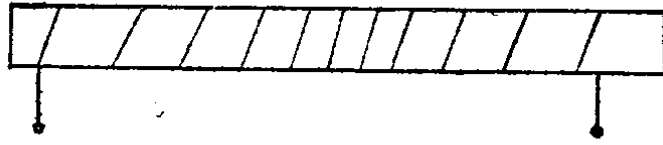


图 1-1-3

的情况下，使 Q 值增大约10%。

短波段接收时，调谐回路的通频带一般较宽，所以适宜采用增大 Q 值的方法。因此，这种从磁棒中间向两端匝距递增的间绕方法比一般等匝距间绕的方法更实用些。

2. 改变磁棒结构

适当改变磁棒的结构，也能明显地提高磁棒天线的接收性能。

如果我们增加磁棒的体积，当然能在一定程度上提高磁棒天线的感应信号电压幅度。但这里存在一些具体问题：首先，增大磁棒体积的同时，一般会使线圈的电感量增大。为保持原来的电感量不变，必须采取相应的措施，但又不能过多减少线圈匝数，以免降低天线性能。其次，在加大磁棒体积的同时，必须保持 $\frac{l_c}{d_c}$ 的比值不变，以尽量保持线圈有较多的匝数。由于磁棒体积与总长度的一次方成正比，与直径的二次方成正比，要使磁棒体积加倍，就不能简单地采用长度加倍的方法，而必须在磁棒结构上做新的考虑。从实用的条件出发，一般采取别的方法。

一种方法如图1-1-4所示。这里使用了三根长度相同的磁棒。中间的磁棒上套有天线线圈，两边磁棒的直径为中间磁棒直径的2倍（按截面积来说就是4倍）。这样，与只用中间的一根磁棒相比，整机灵敏度也可以提高约3~6dB。这是一个不

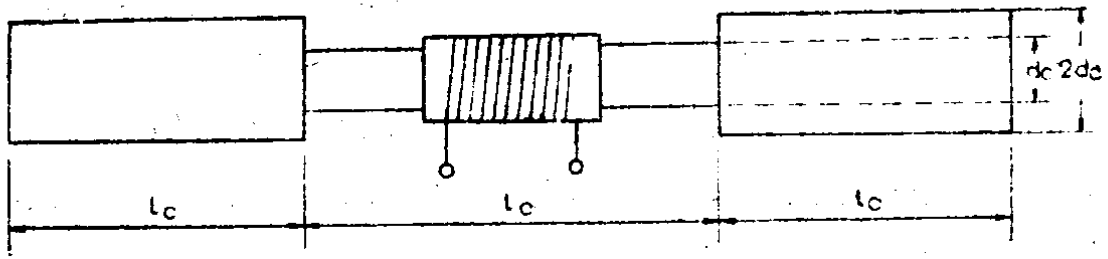


图 1-1-4

小的数字了。由于总的磁棒体积增大了，线圈绕组匝数应减少到 $0.85n$ 左右。实际制作时，如果磁棒规格的选择不大方便，也可以用扁磁棒粘合而成，粘合面应当用油石磨光。

另一种方法如图1-1-5所示。这是用直径相同、但长度和导磁率不同的磁棒粘合而成的。天线线圈绕在低导磁率的磁棒上，因此 Q 值较高，稳定性也很好。这种复合形式的磁棒，可同时用于中波和短波段接收，这在多波段收音机中使用是很方便的。

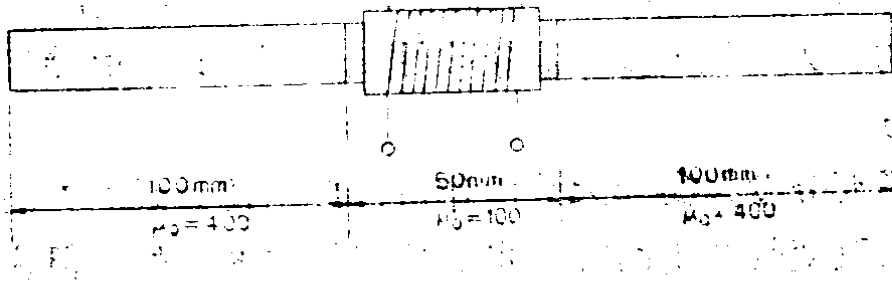


图 1-1-5

为了能在调频波段中使用磁棒天线，可以采用图1-1-6所示的方法。就是将形状相同、导磁率较高、不适于工作在更高频

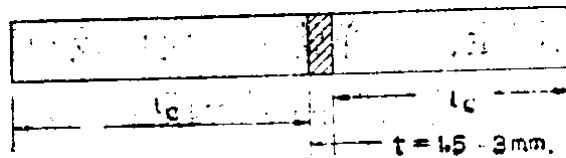


图 1-1-6

率的两根磁棒，中间用厚度为 t 的高频绝缘垫片（如有机玻璃）隔开，人为地降低导磁率，从而使磁棒的工作频率和 Q 值提高。

在这个例子中，如果磁棒总长度为 $2l_0$ ，原磁棒导磁率为 μ_0 ，所加垫片厚度为 t 时，导磁率便下降为 μ'_0 。这三者之间的近似关系，可由下式确定：

$$\mu'_0 = \frac{\mu_0}{\frac{t}{2l_0}(\mu_0 - 1) + 1} \quad (1-1-1)$$

式中 t 、 l_0 应使用相同的单位。

例如，使用两根 NXO-20-10×100mm 的磁棒，并取 $t = 1.5\text{mm}$ ，则 $\mu'_0 = 17$ ，用 0.35mm 漆包线按图 1-1-3 所示的方法绕 8 圈，绕组长度为 30mm，实测电感量约 $1\mu\text{H}$ ， Q 值为 50（测量频率为 50MHz）。实验表明，这种天线能很好地用来接收 1～3 频道的电视伴音。

如果使用 NXO-10 一类的磁棒，那么工作到更高的频率也是可以的。为了进一步提高接收性能，还可以同时使用前面介绍过的方法。

为了充分发挥磁棒天线的作用，应当使天线的方向可以调整。当然改变收音机的方向也能达到同样的目的，但这种方法一般只适用于小型机。常用的调整方法，除了改变磁棒天线的方向外，由于线圈要随磁棒转动，所以要用较长的软引线。这对于防止机震、减少干扰均不利。

要改进这一缺点，可以使用图 1-1-7 所示的方法。在这里，磁棒天线线圈可以固定，这样就可以使用较短而硬的引线了。调整磁棒的方向时，套有线圈的那一段磁棒只发生转动。

图中所示的磁棒，可以用导磁率相同的三段粘成（也可以用图 1-1-5 那样的方法），粘合面可由砂轮磨成 45° 角。但打磨

中不能太用力；为防止温升太高，可以用水冷方式。这种磁棒天线的线圈匝数，可以根据磁棒的展开长度并参照典型数据来确定。

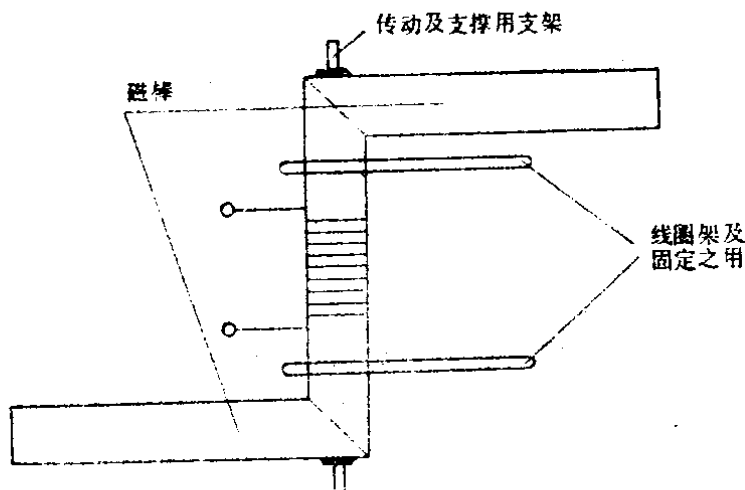


图 1-1-7

二、环形天线

环形天线也属于磁性天线，而且早就得到应用。只是由于磁棒天线的发展，特别是由于磁棒天线在体积、性能方面的优点，目前才很少使用环形天线了。但是，在业余情况下，使用环形天线还是有很多优点的。例如，天线可由各种高频损耗小的绝缘导线绕成各种形状的线圈（所谓环形只是一种通称），成本相当低；稳定性、方向性以及 Q 值等指标均不低于磁棒天线。

环形天线的主要缺点是体积较大，因此安装、转动不太方便。但考虑到上述优点，特别是便于自制，使用频率可由中波一直到调频波段，所以对业余制作来说还是有用的。

环形天线的典型结构如图1-1-8所示，这就是所谓的框形天线。这种框形天线是用绝缘导线绕成的一个匝数为 n 、每匝周长 l_s (cm)、每匝截面积为 s (cm^2)的矩形或其它各种图形形状

的空心线圈。

如果线圈的匝数不多，而且线圈基本上可以看作是一个平面时（在线圈宽度很窄，与边长相比起来很小的情况下），若

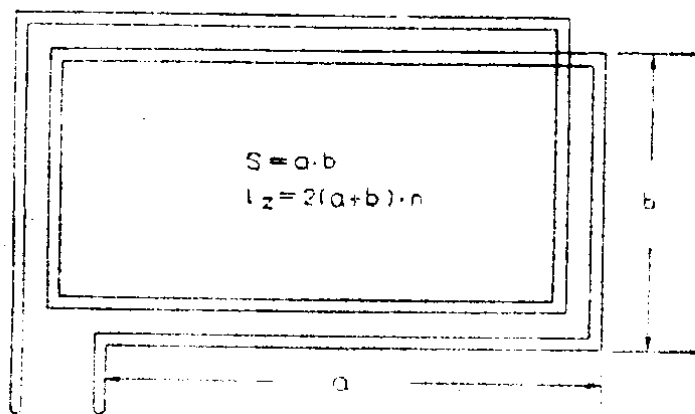


图 1-1-8

导线直径为 d (cm)，那么天线线圈的电感 L 就可以用下列近似公式求得：

$$L \approx 4.6n^2 l_z l_0 \frac{4s}{dl_z} \cdot 10^{-3} \quad (1-1-2)$$

式中 L 的单位为 μH 。

在大多数情况下，环形天线的接收效果不低于典型结构的磁棒天线。环形天线的具体用法与磁棒天线相似，既可以与可变电容构成调谐回路，也可以构成调谐回路电感的一部分。如果使环所在的平面与广播电台来的方向垂直，则所接收的信号最强；而环所在的平面与干扰来的方向平行，其干扰最小。

下面，我们看两个实际例子。

在图1-1-9中，给出了两个倒三角形环形天线的结构数据。其中，图(a)适用于中波段接收，图(b)适用于短波段接收。这种倒三角形天线，用来提高使用磁棒天线的小型收音机的灵敏度和选择性是很适宜的。

实际使用时，一面选择天线的方向并调节双连可变电容；