

# 论天线自动调谐系统 在中长波发射机应用探讨

(天津国营第七六四厂开发中心)

郑云鹏

## 摘要

本文论述天线自动调谐系统的组成其实际使用特点，对该系统的重要性，主要功能，工作原理，系统的用途以及关键技术作了介绍。

### 一、概述

众所周知，无线电通信电台，广播电台和导航台都离不开天线系统。电磁波必须通过天线才能发射出去。天线和发射机之间配谐由天线调谐器来实现。天线调谐器分人工手动调谐和自动调谐器。

天线一般都架设在室外，天气的变化如下雨、下雪、结霜、结冰都不同程度的改变天线的电气参数，如果天线调谐器不及时调整发射机与天线之间的配谐，就会降低设备的发射功率，严重时可能烧坏设备。如果天线调谐器是自动调谐器，那么随着天线电气参数的变化，自动调谐器就能够及时地自动调整，使发射机与天线之间保持良好的配谐。

我们研制的天线自动调谐器目前在中长波发射机中得到应用。见图1。该天线自动调谐器适用于T型、伞型、H型、桅杆型、塔型天线。

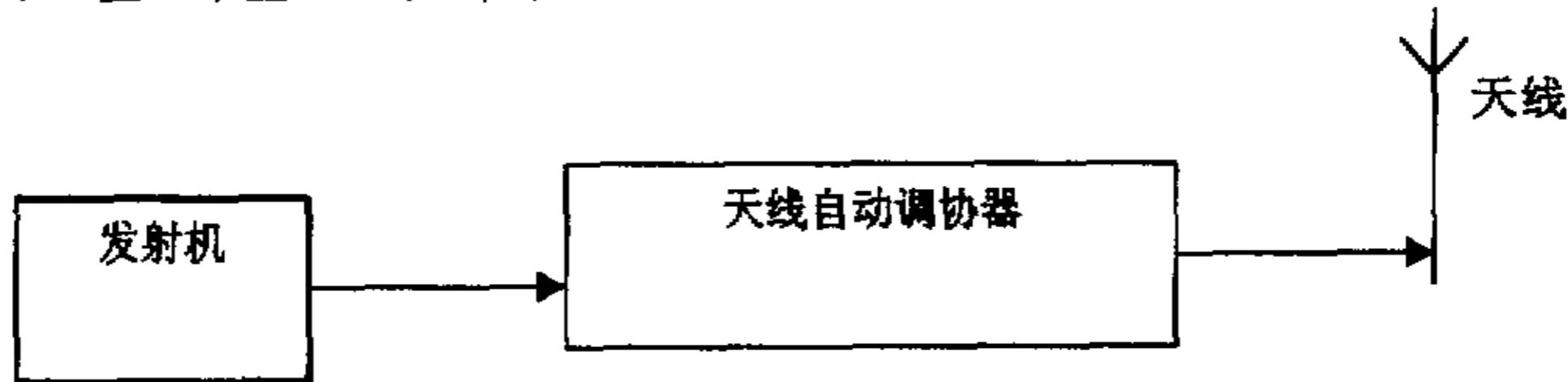


图1 发射机、天线自动调谐器及天线对接

### 二、天线自动调谐器工作原理

天线自动调谐器是中、长波发射机的一个组成部分，发射机输出的射频功率信号，通过高频电缆送到调谐器。通过改变天线调谐器中的电感线圈抽头及阻抗匹配器抽头，使发射机在载波频段内每个频率点和天线之间达到最佳配谐，使机器发射功率最大。

天线自动调谐器，由自动调谐控制电路、天线调谐线圈、自动调谐伺服马达、+12V 直流稳压电源、匹配开关、波段开关、和阻抗匹配器组成。匹配开关、波段开关可以分

别改变线圈、阻抗匹配器的抽头位置，对不同的频率和不同型式的天线，它们的抽头位置是有差别的。天线调谐器的自动调谐控制电路和伺服马达担负着自动调谐功能。在发射机和天线配谐时，自动调谐控制电路的射频输入电压和电流同相位，无电压信号输出，当发射机和天线失谐时负载阻抗呈感性或容性，自动调谐控制电路的射频输入电压和电流因相位不同产生电压信号，这个电压信号通过自动调谐控制电路使伺服马达转动以增加或减少调谐线圈的电感量，达到调谐状态。所以在发射机工作时（或者机器停止工作到开机时）由于天气变化使天线电气参数起变化，天线调谐器的自动调谐控制电路能自动保持发射机和天线配谐状态。

### 天线自动调谐器电路图见图 2。

自动调谐控制电路中耦合变压器 T1 和 T2 把射频电流通过 T1 的初级变化到耦合变压器 T2 的各级次级线圈中去。因为 T2 的各次级线圈是相等的，射频电流流过每个线圈也是同相的。两个二极管电桥 V1 至 V4 和 V15 至 V18 类似射频开关作用。因为它们是反相连接的，所以交变着开和关，一个是正半周，另一个是负半周。 $50\ \Omega$  射频电压信号被电容 C1 移相 90 度后加到两个二极管电桥上，如果这个电压与流过变压器 T2 次级中的电流是精确的相位差 90 度，则每个二极管电桥的输出纯直流电位将为零，因为正负半周导通部相等。在这种状态中，V5 和 V19 没有正向偏置电流而都被截止。晶体管 V7 和 V21 虽都是正向偏置，但因为它们的发射极是在相同的电位上，所以伺服马达 M 并没有电流流过，也就不会转动。如果来自 C1 的电压与变压器 T2 次级上流过的电流两者相位差不是 90 度，那么一个二极管电桥输出纯直流为正，另一个电桥输出为负，如果二极管电桥 V1 至 V4 的输出为正电位，晶体管 V5 将流过基极电流而导通。二极管 V6 和电阻 R1 的接点处将接近于零电位，使得 V7 被截止，与此同时，二极管电桥 V15 至 V18 的输出将为负电位，晶体管 V19 一直为反向基流而保持晶体管 V21 的正向基流而导通，电流通过 V21、伺服马达 M、V6 和 V5、伺服马达转动，改变调谐线圈 L2 的电感量达到自动调谐目的。T3 为阻抗匹配器，它通过改变其输入端和输出端的抽头把输出线圈的损耗电阻和天线串联电阻转换为  $50\ \Omega$  阻抗，使输入和输出达到匹配。

12V 稳压电源为自动调谐控制电路和伺服马达提供 +12V 直流电源。该伺服马达是可以正反 360 度旋转的直流力矩马达。伺服马达可以受自动调谐控制电路的控制，也可以手调。手调时把自动 / 手动开关打到手动位置，使伺服马达带动线圈转动，达到调谐的目的。

### 三、改善天线特性阻抗

经过多次试验证明天线自动调谐器对改善发射机与天线的配谐作用是明显的，且在实际使用中也是很有效的。

因为对大型天线来讲很难将天线做到  $50\ \Omega$ ，我们研制阻抗匹配器，作用是把不同类型天线电阻经阻抗匹配器转换成与发射机  $50\ \Omega$  阻抗匹配。见表 1

表 1 阻抗匹配器

天线阻抗 ( $\Omega$ )	3.1	4.1	5.6	8.0	9.2	12.5	16.3	18.1	22.2	32.0
阻抗匹配器输入端	6	8	5	3	8	5	8	3	5	3
阻抗匹配器输出端	4	4	4	4	9	9	2	9	2	2
匹配开关位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### 四、结束语

该天线自动调谐器在研制过程中遵循的指导思想是：提高天线效率、减小反射功率、提高发射机效率和避免因气候变化影响天线电气参数而烧坏发射机，提高发射机可靠性。在实际使用中效果良好。以上内容有不妥或错误之处请指教。

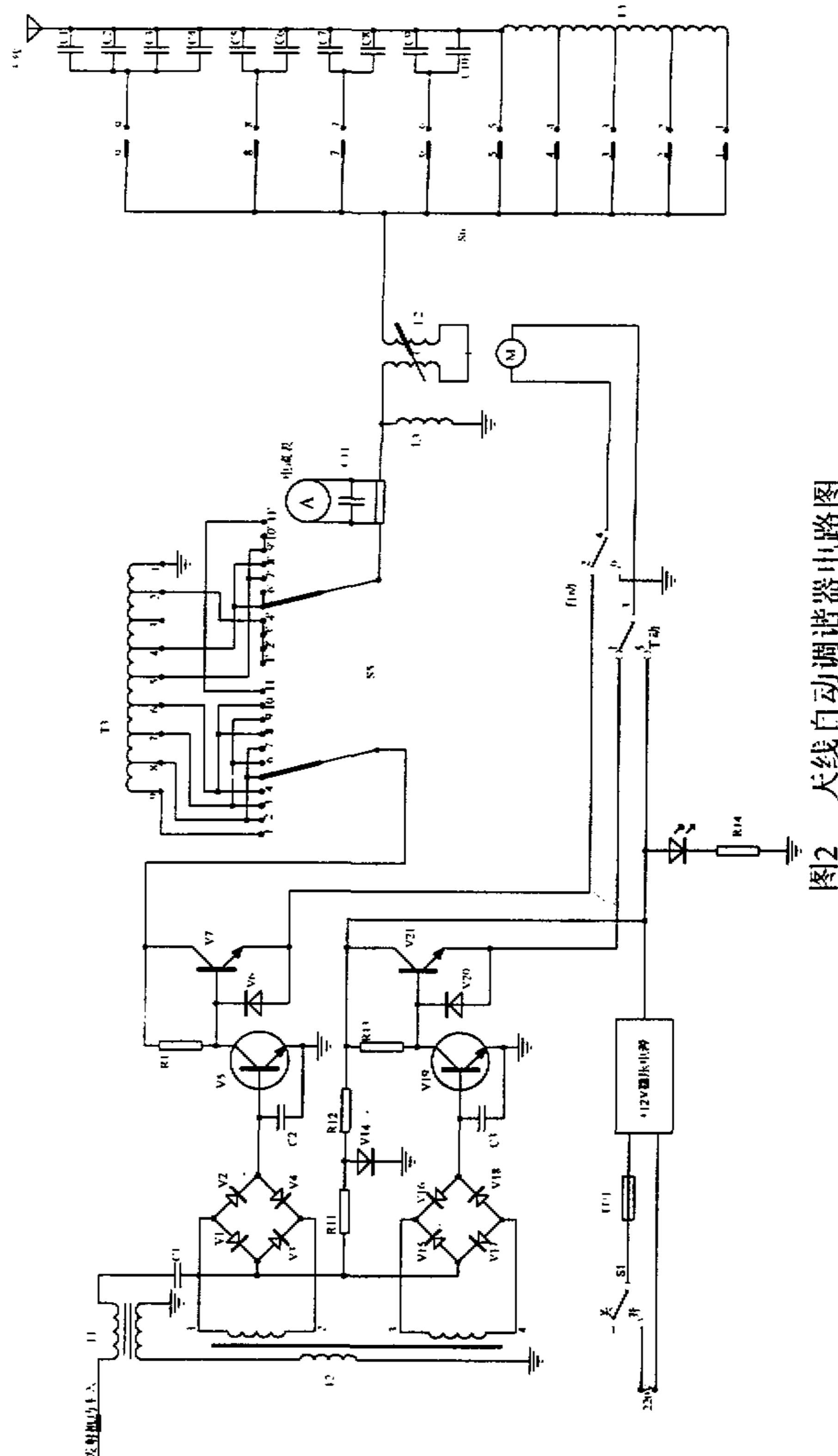


图2 天线自动调谐器电路图

## 如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…

---



### HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

---

### CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>

---



### 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



## 关于易迪拓培训:

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com))，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学

## 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>