

高增益引向天线的设计与实现

Theory and Realization of Yagi Antenna with High Gain

董兵 DONG Bing

(广东轻工职业技术学院电子通信工程系, 广州 510300)

(Department of Electronic Communication Engineering, Guangdong Industry Technical College, Guangzhou 510300, China)

摘要: 基于引向天线的结构设计制作了一种高增益引向天线, 并对具体结构和参数的选择进行了讨论, 给出了该天线射频放大器的设计电路。通过实际测试表明: 天线工作频段在 450MHz~470MHz, 增益约为 20dB, 前后比约为 21dB, 波瓣约为 50°, 与计算结果基本吻合。

Abstract: The yagi antenna with high gain based on yagi antenna is design, and the choice of the structure parameters on the performance of the antenna is discussed. The design circuit of the radio frequency amplifier is also presented. The antenna is also fabricated and tested. The working band of the antenna is 450MHz~470MHz, and the peak gain is about 20dB, the front to back ratio is about 21 dB, and the Beam width is about 50° and it accords with the results.

关键词: 引向天线; 高增益; 方向图; 射频放大器

Key words: yagi antenna; high gain; radiation pattern; radio frequency amplifier

中图分类号: TN92

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2012)33-0207-02

0 引言

全国铁路正在使用的无线调度超短波电台是铁路列车调度系统的重要设备, 它主要完成机车的调度、车站、机车、车长便携台之间的通信使用, 其使用频段在 450MHz~470MHz 之间。由于各种通信设备层出不穷, 无线频段越来越显得拥挤, 相互侵犯的现象时有发生。尤其是频率相邻大功率无线通信设备有意或无意侵占合法频道现象时常出现, 至使铁路无线调度超短波电台被干扰的情况经常出现, 严重影响铁路通信的质量, 危及铁路的行车安全。为消除隐患, 快捷、方便地查找出干扰源所处的位置, 我们设计了一种能与 R-505 场强仪配套使用的高增益引向天线, 该天线可精确测定 450MHz~470MHz 频段内干扰源的方位。本文仅讨论该高增益引向天线的结构和电路设计。

1 天线的结构设计

由于铁路超短波电台工作频段较窄, 这就要求引向天线应具有很好的方向性和较高的增益, 而引向天线(又称

八木天线)在窄带工作时具有方向性较强, 增益较高, 结构简单等特点, 是一种在通讯、雷达、电视和导航等方面经常使用的, 适用于超短波范围的引向天线, 因此以引向天线为设计基础。

引向天线由引向器、有源振子、反射器和射频放大器四部分组成, 其基本原理是通过调整引向器、反射器的长度和它们与有源振子的距离来改变振子上感应电流的相位角, 以满足阵中各单元间电流的相位条件。其结构如图 1 所示。图中, 反射器以“R”表示, 有源振子以“O”表示, 各引向器依次记为“1”“2”“3”“4”。采用单个引向器时, 调整长度与间距, 使引向器电流 I_1 落后于有源振子电流 I_0 一个合适的相位角, 其余引向器均依次类推。则由反射器、有源振子以及 4 个引向器组成的六元引向天线可以在有源振子指向引向器的前向方向上获得较强的辐射, 而在有源振子指向反射器的后向方向上辐射则很弱。理论可以证明^[1], 引向器数目越多, 天线前向辐射能力越强, 但随着引向器的增多, 离有源振子越远的引向器作用越小。这里引向器定为 4。为进一步提高引向天线对电磁波的吸收能力, 有源振子采用有源折合振子, 并加装射频放大器以提高其接收

作者简介: 董兵(1962-), 男, 河南南阳人, 广东轻工职业技术学院电子通信工程系副教授, 学士, 研究方向为移动通信、物联网无线通信及天线设计。

项功能, 使其更好的符合设计规定。

3 结论

该系统平台目前已投入使用, 并获得了良好的效果。该平台不仅实现了固定台的统一控制和管理, 而且在固定台的协助下, 能够及时获得更多的市场动态, 这样就能够使运营商更好地开发和推广新业务。

不过, 本人经过深入研究认为该平台只是以短信方式发送指令触发固定台上报相关信息, 还有很多不完善的地方, 需要做进一步的开拓。后期可试着修订与固定台的接口协议, 实现对固定台的远程操作。

参考文献:

[1] 赵向梅. 无线商务话机短信网管平台的设计与实现[D]. 西

安: 西安电子科技大学, 2009.

[2] 中国移动通信集团公司. 移动梦网短信业务信令流程规范.V1.0.

[3] 中国移动通信集团公司. 中国移动通信互联网短信网关接口协议.V3.0.

[4] 中国移动通信集团公司. 数据业务管理平台设备规范.V1.5.1.

[5] 中国移动通信集团公司. 短信内容业务总体技术要求.

[6] 陈维义, 曹鹏, 罗晓沛. 短信信息增值业务平台的实现. 微电子学与计算机, 2004, 21(11).

[7] 王实, 陆建德. 基于公共服务的互联网短信平台的设计和实现. 微机发展, 2005 年, 8 月, 第 15 卷.

[8] 王锋, 林建辉. GSM 短信平台的设计. 中国测量技术, 2005, 13(03).

灵敏度。

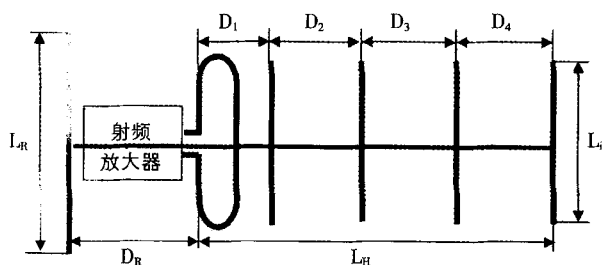


图1 引向天线的结构

根据给定的增益、主瓣宽度、旁瓣电平、前后辐射比以及频带宽度等电参数要求,引向天线有下列尺寸与数值需要选择:反射器的长度 L_R 及其与有源折合振子的间距 D_R 、引向器的长度及其与有源折合振子的间距 D_i 、振子数等。由于待定的内容较多,且各参数对天线电性能都有影响,而各项参数对它们往往又提出相互矛盾的要求,故而需要折衷,所以,引向天线的各几何参数无法一次确定,通过多次调整测试最后定型出以 $\phi 8\text{mm}$ 铝管作为制作反射器、有源折合振子和引向器的材料,以 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 方形铝合金作为制作引向天线固定架的材料,如图1所示。其中四只引向器的长度 $L_i=0.434\lambda$,相邻引向器的间距 $D_1=0.16\lambda$ 、 $D_2=D_3=D_4=0.25\lambda$ 反射器长度 $L_R=0.477\lambda$,与有源折合振子的间距 $D_R=0.17\lambda$,有源折合振子长度为 0.454λ 。由参考文献[2]可知引向天线增益近似为:

$$G \approx G_1 + G_2 = 8.25 \cdot \frac{L_R + L_H}{\lambda} + G_2 \quad (1)$$

其中 G_1 为引向天线增益; G_2 为射频放大器增益且 $G_2 \approx 10\text{dB}$ 。因此:

$$G \approx 20\text{dB}$$

引向天线主瓣宽度为:

$$2\alpha_{3\text{dB}} \approx 55^\circ \sqrt{\frac{\lambda}{L_R + L_H}} \approx 46.7^\circ \quad (2)$$

引向天线输入阻抗为^[3]:

$$Z_{in} \approx 4R_{11} = 4 \times 73 = 292(\Omega) \quad (3)$$

其中: R_{11} 为单个半波振子输入阻抗,约为73欧姆。

2 射频放大器设计

射频放大器是为进一步提高引向天线增益而设计的,其电路原理图如图2所示。有源折合振子接收到的辐射信号经 L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 组成的阻抗变换器将约300欧姆输入阻抗变为50欧姆标准传输线输入阻抗,再经 D_1 、 D_2 组成的限幅器(防止强信号进入)后,由BG1、BG2组成的两级射频放大器对小信号进行放大,通过50欧姆标准传输线送入场强仪的射频输入端。电路采用叠型9V电池供电。

3 天线方向图的测绘

为测绘出该天线的实际方向图,我们选择了大于两千平米的空旷田野作为测试区,且区内没有电力、电话线及高大建筑物。用HP6060B型信号发生器(可产生 $10\text{Hz} \sim 1\text{GHz}$ 调频或调幅信号)作为发射源,发射频率调到 $450\text{MHz} \sim 470\text{MHz}$,调频信号频率调到 400Hz ,引向天线和信号源发射天线离地面高度为2米,引向天线与发射天线

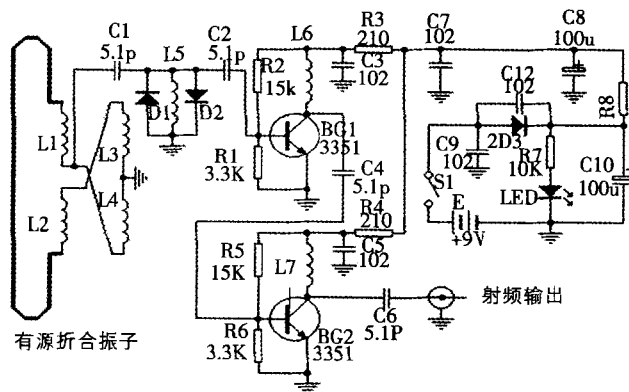


图2 射频放大器电路原理图

相距150米。选定信号源输出功率为 10mW 的电压作为测试标准,将待测引向天线与R-505场强仪放置在由单片机控制的转台上。测试时,转动转台从 $0^\circ \sim 360^\circ$,以每 1° 为间隔测出场强仪输出的电压值,在极坐标纸上描出方向图曲线如图3所示。

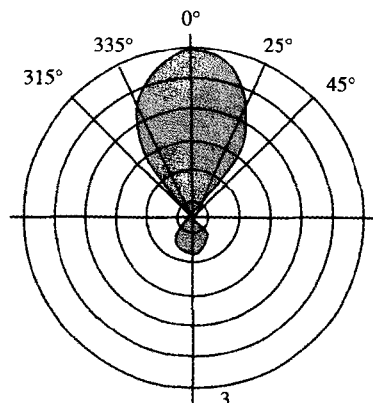


图3 引向天线方向图

从实测的方向图上可看出,电压值下降到00时的0.707倍时,方向图上的波瓣宽度为 50° ,增益约为 20dB ,前后比约为 21dB ,波瓣约为 50° ,与理论估算值近似相等。

4 结论

本文对用于查找干扰源的高增益引向天线进行结构和电路设计和制作,通过对反射器、有源振子以及引向器、射频放大器参数的设计与优化,实现了高增益和窄波瓣引向天线设计指标,实测结果与理论计算基本一致。该引向天线已在某铁路局使用,多次迅速、精确测定出无线调度超短波电台干扰源,确保了铁路通信的质量及铁路的行车安全。

参考文献:

- [1]杨恩耀.天线[M].电子工业出版社,1984年。
- [2]邸元春.实用电视天线手册[M].湖北科学技术出版社,1994年。
- [3]梅涛.米波超短问距八木天线设计与实现[J].电视技术,2007年11月。
- [4]王鹏.准八木型宽带高增益微带天线[J].电波科学学报,2010年10月。
- [5]周波.采用耦合Hallen方程分析八木天线[J].现代电子技术,2008年11月。

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)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)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力和专注于微波、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),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>