

导引头天线相对于弹体扰动的去耦系数测试方法

常晓兰 高工 航天机电集团 25 所 邮编 100854
董胜波 研究员 航天机电集团 25 所 邮编 100854

摘要：本文主要介绍了导引头去耦系数的两种测试方法。推导并比较了两种方法的测效果。找到了一种较为简便且经济的方法。

一、概述

导引头是寻的制导控制回路的测量敏感部件，其基本的、主要的功能是：具有截获跟踪目标的功能，消除弹体扰动对天线在空间指向稳定影响的功能，跟踪目标并输出必要的信号的功能以及一旦目标丢失具有再次截获的功能。为此，导引头设置有：角预定回路工作状态、角稳定回路工作状态、角跟踪回路工作状态及搜索状态。

角稳定回路工作状态、角跟踪回路工作状态可以使导引头精确跟踪目标，输出相应的信息，使天线相对于惯性空间稳定，保持天线的预定方向以隔离导弹运动对天线指向的影响。角稳定回路是角跟踪回路的内回路。

角跟踪回路的原理框图可用图 1 表示：

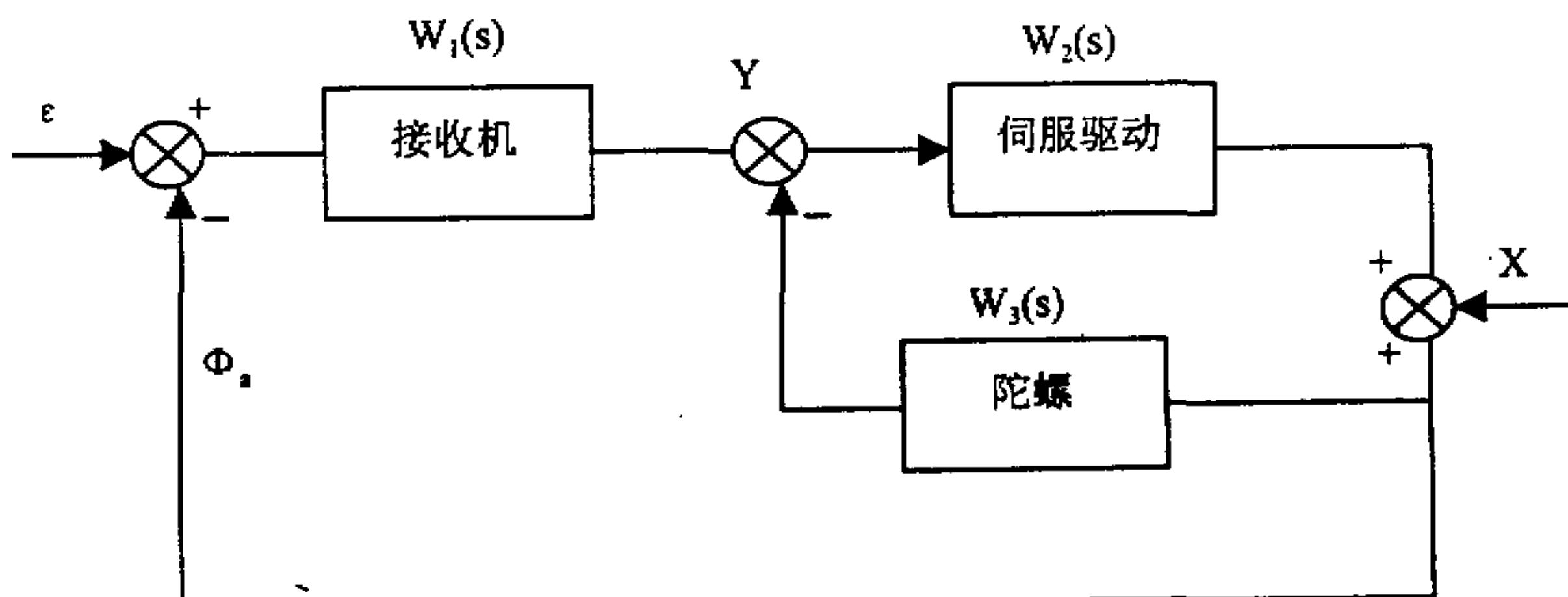


图 1 角跟踪回路原理图角跟踪通道保证完成：

目标角度引导状态;
角速度控制状态;
天线在惯性空间的稳定状态;
必要的角坐标测量精度、截获和自动跟踪目标。

当天线预定到给定位置并达到可能截获目标的距离后，根据指令接通稳定回路，角跟踪回路转入稳定状态。在这一状态中，天线在空间稳定，实现用角速度控制天线。将测到的角度值送给导弹控制系统，在那里形成、偏差角估值(在天线坐标系内)，而后形成控制信号。在这种情况下，目标方向相当缓慢的变化。其最大控制速度受陀螺动态范围的限制，各通道限制为某一定值。在稳定状态下稳定回路保证在截获目标信号时接收控制信号。

控制信号进入驱动机构输入端，驱动导引头天线转动。

二、导引头去耦系数的定义

导弹控制回路要求导引头应有强的去耦能力，去耦能力用去耦系数表示。

去耦系数 = 弹体以一定的角速度扰动时接收机视线角速度输出/目标以与弹体扰动角速度相等的角速度运动时接收机视线角速度输出

如图 1 所示，Y 为导引头接收机的输出，X 为弹体扰动输入。 ϵ 为目标相对于弹体角度，它包含了目标的运动信息。

设弹体以 $X=A\cos 2\pi f_1 t$ 扰动时，接收机输出为 Y_M ，目标以 $\epsilon=A\cos 2\pi f_1 t$ 运动时，接收机输出为 Y_T ，根据定义，导引头在 f_1 频率上的去耦系数为

$$\eta_f = Y_M / Y_T$$

去耦系数越小表示去耦能力越强。对于不同频率的信号导引头具有不同的去耦能力。

三、去耦系数测试方法

3.1 第一种测试方法

传统的测试方法直接根据原始定义进行，如图 2 所示，

将导引头放在转台上，转台以 X 作为控制信号转动，即等效于弹体以 X 信号扰动，导引头接收机输出为 Y_M ：

$$Y_M = (X - \Phi_s) W_1(s);$$
$$\Phi_s = (Y_M - \Phi_s W_3(s)) W_2(s);$$

推导可得：

$$Y_M = (1 + W_2(s)W_3(s)) X W_1(s) / (1 + W_2(s)W_3(s) + W_1(s)W_2(s));$$

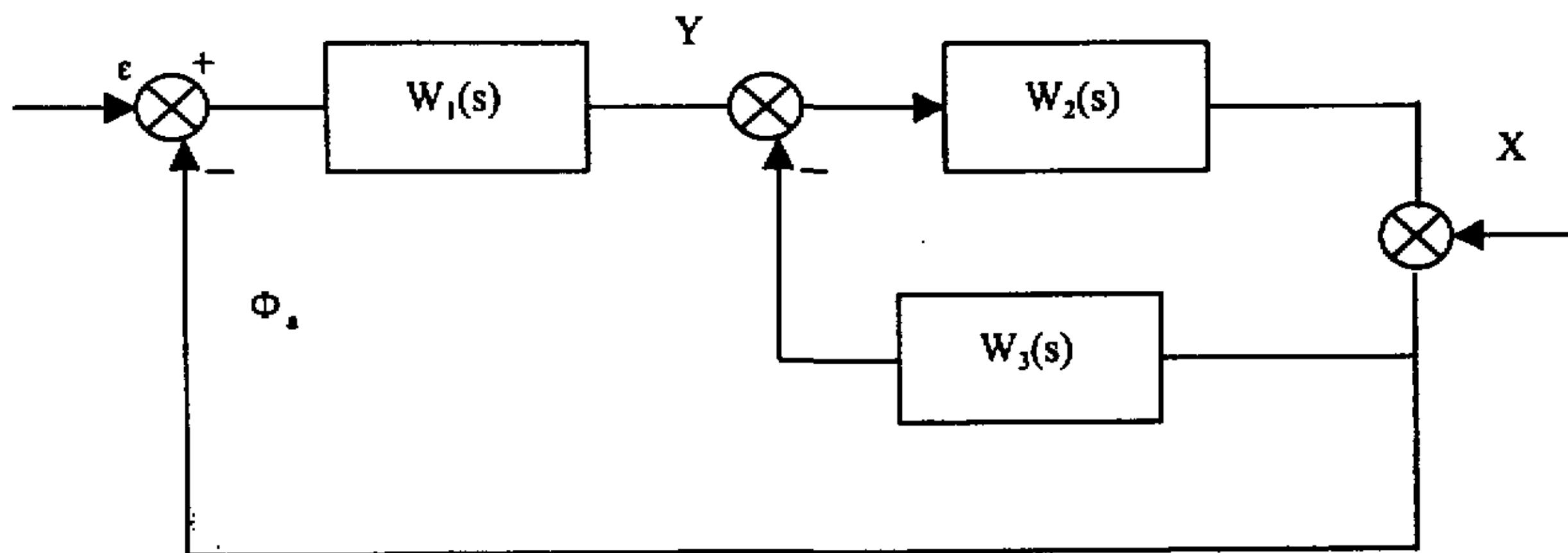


图 2 第一种方法模型示意图

当目标以 $\epsilon = X$ 的信号做空间运动时，接收机输出为 Y_T

$$Y_T = -\Phi_1 W_1(s); \\ \Phi_1 = (Y_T - \Phi_1 W_3(s)) W_2(s) + X;$$

推导可得：

$$Y_T = W_1(s)X / (1 + W_2(s)W_3(s) + W_1(s)W_2(s));$$

因此，系统的去耦系数为：

$$Y_M/Y_T = 1/(1 + W_2(s)W_3(s)); \quad (2.1)$$

3.2 第二种测试方法

这种测试方法是一种等效意义上的测试。它的等效模型示意图如图 3 所示：

当稳定回路断开，且 ($\Phi_v = 0$) 时，

$$Y_0 = X;$$

当稳定回路接通时，

$$Y_C = (-Y_C W_2(s) + X) W_3(s); \\ Y_C = -Y_C W_2(s) W_3(s) + X;$$

$$Y_c = X / (1 + W_2(s)W_3(s)) ;$$

因此，系统的去耦系数为：

$$Y_c / Y_o = 1 / (1 + W_2(s)W_3(s)); \quad (2.1)$$

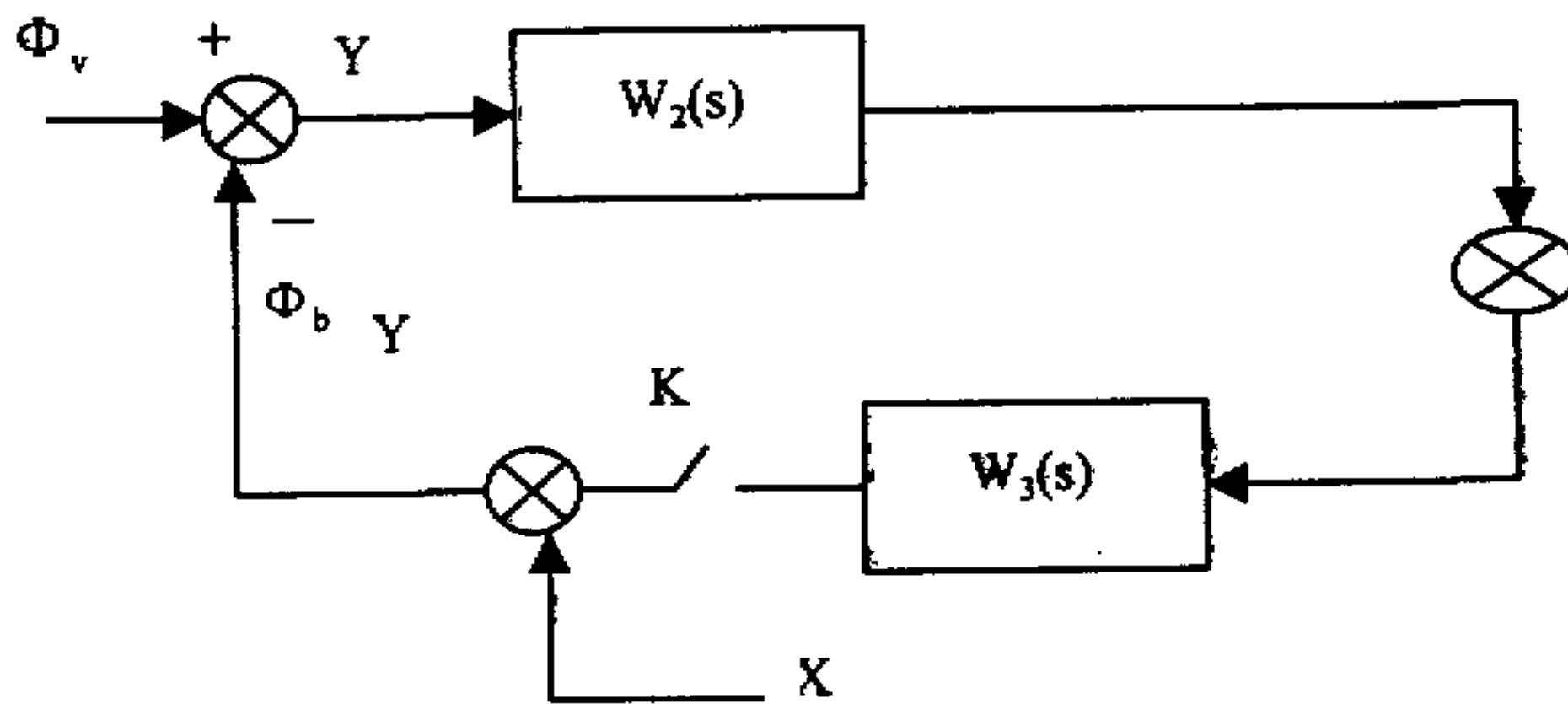


图3 第二种测试方法模型示意图

四、结论

从式(2.1)及(2.2)可以看出，用上述两种测试方法来测试导引头的去耦系数，其结果是完全相同的，第一种方法既不需要目标运动，也不需要配备昂贵的转台，而且测试过程非常简单。

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)，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>