

巧用 Pro/E 软件快速设计抛物面天线结构

中国电子科技集团公司第 54 研究所 杨 兵

摘要 提出了一种在三维软件 Pro/E 中进行抛物面天线结构设计的快速准确的方法,介绍了该方法的设计思想以及具体设计步骤,并说明了该方法在实际工程中具有很强的实用价值。

关键词 抛物面天线 Pro/E 模板 坐标系 cso

1 概述

Pro/ENGINEER(简称 Pro/E)为美国 PTC 公司生产的一种高端的三维实体造型结构设计软件。其基于特征的参数化建模理念能更好地体现设计者的设计意图:设计人员可根据自己的构思和实际的加工过程一步步地建立模型,真正做到所思即所见。并可建立参数关系使特征之间存在相依关系,关系式为数学方程式。该软件的另一个重要特性为全相关性:可以在所创建的零件、装配、二维视图之间任意修改设计,而系统就会在其他阶层上自动地做出反映。

当然,该软件的强大功能在此不可能一一详述。近几年来,Pro/E 主要用于天线的结构设计上。由于该软件纷繁复杂的造型功能,所以,不同的结构设计人员应用 Pro/E 设计相同的产品可能就会用不同的方法。如果方法得当,工作效率就会大为提高,这就是应用 Pro/E 的技巧。本人经过两年的应用 Pro/E 进行天线结构设计,对于公认的最为典型、最为常用的抛物面天线结构应用 Pro/E 设计摸索出了一套快速简便、行之有效的方法并已应用于数项工程。下面,简单举例说明该方法的设计思路及操作技巧,以期达到与广大 Pro/E 使用者共同探讨、共同提高的最终目的。

2 设计思路

众所周知,在各种电子专用设备的结构设计中,天线的结构设计较为复杂。而其中的抛物面天线,由于其横、纵截面为圆截面及抛物线,决定了支撑天线的其余零部件形状都从基本抛物面转化而来,也就是说,天线的结构件都是为天线面本身服务的。天线的零部件(如环筋、纵筋、桁架、中心体等)多为异形件,给造型及装配带来了一定困难。但抛物面天线的结构又是有规律可寻的,因为其基本的结构形式是不变的,所以,只要掌握了一定方法及技巧,就可以举一反三,使圆截面、非圆截面等类抛物面天线的结构设计有章可循,从而大大提高工作效率及准确性。

在进行自下而上的设计时必须秉承自上而下的设计理念,虽然用 Pro/E 进行天线总体结构设计时,首先要进行零件的结构设计,然后再组装而成组件。但在零件的设计阶段就要考虑该零件并不仅仅是一个独立的个体,它是天线结构总体中的一员,每一个零件都与整个天线系统有着确定的关系,这种关系应该在零件设计时就充分体现出来。所以用 Pro/E 进行零件(part)的设计途径虽然很多,也许可以通过若干种手段将该零件的造型实现,但对于整体组件(Assembly)设计的快捷及准确性而言,最合适的方法只是充分体现了零件与总装组件关系的那一种,这将随着设计的深入而体会越来越深。尤其对于各种抛物面天线而言,由于其基本结构形式相对固定,更适于应用此方法。下面就以用 Pro/E 进行一个典型抛物面天线的结构设计为例,具体说明该方法的设计过程及设计思路。

3 巧用 Pro/E 进行抛物面天线结构设计的具体步骤

3.1 零件(part)设计

抛物面天线结构通常由反射面、辐射梁、纵向筋、环向筋、中心体等几大部分主要零件组成。本着天线的结构件服务于天线面的基本原则,在进行这些结构零件的设计时,采用了以一张图、一个坐标系为模板的主要设计思路来设计所有零件。这一张图即为抛物面的抛物线图。下面以一套具有抛物面、辐射梁、纵向筋、中心体这几部分基本结构的天线为例,说明一下设计的具体步骤:

(1) 抛物线图的生成

首先,生成一张名为:Paowuxian(当然也可以起其他名)的零件图(part),然后,以缺省方式生成笛卡尔坐标系 cso,由从方程(From Equation)生成抛物线。其方程以参数方程的形式如下:

$$x = R * (2 * t - 1)$$

$$y = ((R * (2 * t - 1)) * (R * (2 * t - 1)) / (4 * f))$$

收稿日期:2003 年 9 月 22 日

$z = 0$

方程中, R 为天线半径, f 为天线焦距, t 为方程参数, 将从 0 变到 1。

这样, 就得到了标准抛物面的曲线。此图十分重要, 它将作为以下四种零件图与装配图的模板, 如图 1 所示。当然, 有些天线的基本曲线不是由标准方程得到的, 可通过曲线的数据作一条曲线 (Curve)。

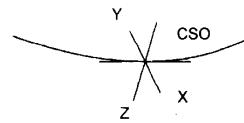


图 1 标准抛物线曲线图

(2) 抛物面图的生成

首先, 以 Paowuxian 图为模板, 新建一张名为: Paowumian 的零件图。这时, 该图中已有了一个从模板中拷贝而来的曲线, 然后生成一个旋转的薄板特征。值得注意的是, 做草绘 (Sketch) 时, 要应用“从边创建图元”(Use Edge) 功能, 选中已有的抛物线作为旋转特征的基本曲线。这样, 就可做出一个以 CSO 为坐标系、以标准抛物线为旋转曲线的标准抛物面, 如图 2 所示。

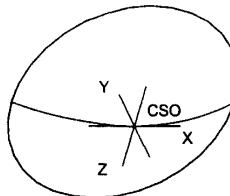


图 2 标准抛物面零件图

(3) 中心体图的生成

第二次以 Paowuxian 图为模板, 新建一张名为: zhongxinti 的零件图。利用 Paowumian 图中已有的曲线, 并以曲线所在的基准面为草绘面生成一旋转的实体特征。生成该特征做草绘 (Sketch) 时, 也要应用“从边创建图元”(Use Edge) 功能, 选中已有的抛物线曲线作为旋转的中心体特征上表面的草绘线, 其余线段以直线画出即可。这样, 又可做出一个以 CSO 为坐标系, 上表面以标准抛物线为旋转曲线的中心体。

(4) 纵向筋图的生成

第三次以 Paowuxian 图为模板, 新建一张名为: zongxiangjin 的零件图。仍利用 Paowumian 图中已有的曲线, 并以曲线所在的基准面为草绘面生成一扫描的实体特征。做草绘 (Sketch) 时, 首先草绘轨迹, 应用“从边创建图元”(Use Edge) 功能, 选中已有的抛物线曲线的一部分作为所要扫描特征的轨迹, 画出截面形状即可。这样, 又可做出一个以 CSO 为坐标系, 上表面与标准抛物线为完全吻合的纵向筋。如图 3 所示。

(5) 腹板梁图的生成

第四次以 Paowuxian

图为模板, 新建一张名为: Fubanliang 的零件图。

利用 Paowumian 图中已有的曲线, 以曲线所在的基准面为草绘面生成

一实体特征。做草绘 (Sketch) 时, 因为腹板梁上表面的曲线与标准的抛物面的曲线有一定偏距, 所以要

应用“从边创建图元”(Use Edge) 的“偏距边”功能, 选中已有的抛物线曲线的一部分作为所要偏距的边, 其余线段做

出直线即可。这样, 又可做出一个以 CSO 为坐标系、上表面与标准抛物线具有偏距的腹板梁, 见图 4。

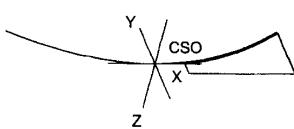


图 4 腹板梁图

3.2 装配图 (Assembly) 生成

完成反射面、辐射梁、纵向筋、中心体等几大部分零件设计后, 就可以进行装配图的设计。在生成一张名为 Zongzhuang 的组件图后, 第一步先将“抛物面”装入, 由于在进行这些结构零件的设计时, 采用同一个坐标系为模板, 所以装配约束只进行一次坐标系约束即可, 比以前选择空间三个平面约束简化了许多。具体操作步骤为: 元件 (Component) → 装配 (Assemble) → 选取 Paowumian 零件图 → 选取约束类型坐标系 → 选取元件参照 CSO → 选取组件参照 ACSO → 确定。这样, 一个以原点坐标系为约束条件的抛物面就装配好了。第二步再装入“中心体”。操作步骤除了将上述步骤装配的零件由 Paowumian 换为 Zhongxinti 外, 其余步骤完全相同。第三步装入纵向筋零件, 操作步骤除了将上述步骤装配的零件换为 Zongxiangjin 外, 其余步骤同上; 第四步装入零件“腹板梁”, 操作步骤除了将上述步骤装配的零件换为 fubanliang 外, 其余步骤同上; 至此, 只需要几分钟, 一套典型抛物面天线三维装配图就可完成, 如图 5 所示。

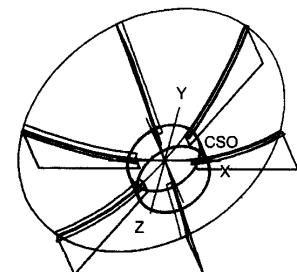


图 5 总装图

4 结论

采用该种方法在 Pro/E 三维软件中设计抛物面
(下转第 57 页)

```

tmp := 0;
ELSE IF(clk'EVENT AND clk = '1') THEN
IF(tmp < 1000000) THEN
tmp := tmp + d;
ELSE IF(tmp > = 1000000) THEN
tmp := tmp - 1000000;
w := '1';

```

其他部分的实现程序简略。把实现 $\Sigma-\Delta$ 调制器的程序下载到 CPLD 中, 在逻辑分析仪中观察结果, 实际结论和在 MAX+PLUS II 中的仿真结论相一致。然后, 把用 CPLD 实现的 $\Sigma-\Delta$ 调制器用在锁相环小数分频电路中以实现小数分频频率合成器, 实验结果达到了预期的目的。

在频谱分析仪上看, 实验结果如下:

分频比: $N = 170.523175$ 时, $f_0 = 852.615875\text{MHz}$;
主频分量: 约为 -5dBm 左右;

(上接第 45 页)

天线的优点主要有以下几点: 首先, 零件图设计简单准确, 所有零件图的生成都从同一模板转化而来, 既节省了时间, 又保证了所有依附于抛物面生成的各种零件都与抛物面紧密贴合; 其次, 装配关系简单, 只通过坐标系就可完全定位, 解决了抛物面天线由于形状不规则在装配图中装配的困难; 第三, 也是最重要的一点, 由于所有零件都是以抛物线的原点定位, 所以装配关系绝对准确, 这点至关重要, 因为抛

(上接第 52 页)

$$E\{Z(t)\} = \left(\sum_{i=1}^N \overline{\delta}_i\right) E\{n(t)\}$$

$$E\{|Z(t) - E[Z(t)]|^2\} = \left(\sum_{i=1}^N \overline{\delta}_i^2\right) E\{|n(t) - E[n(t)]|^2\}$$

$$\text{或 } \text{Var}\{z(t)\} = \left(\sum_{i=1}^N \overline{\delta}_i^2\right) \text{Var}\{n(t)\} \quad (7)$$

其方差放大了 $\sum_{i=1}^N \overline{\delta}_i^2$ 倍。因而在非同步状态下可以推出虚警概率的公式为:

$$P_f = Q\left[\frac{V - N_b}{\sqrt{N_b}}\right] \quad (8)$$

$N_b = T_i/\tau$, τ 为采样间隔, T_i 为积分时间。

当本地序列处于同步状态时, 接收的多径信号服从瑞利分布, 由中心极限定理可知, 这种信号通过相关器后仍服从高斯分布, 仍可把这部分分量看成是噪声, 由此得出检测概率:

$$P_d = Q\left[\frac{V - N_b(1+r)}{\sqrt{N_b}\sqrt{1+2r}}\right] \quad (9)$$

其中 r 为信噪比。

谐波分量: $< -30\text{dBm}$;
非谐波分量: $< -50\text{dBm}$ 。

4 结束语

前面分析了累加器对小数分频输出的改善作用, 且分析了多级累加器对噪声的整形作用。一般来说在小数分频中我们只用三级累加器。本文还给出了用 CPLD 实现 $\Sigma-\Delta$ 调制式频率合成器实验结果, 结果较满意。如果改动累加器的程序, 可以得到任意位的小数分频。

参考文献

- [1] 侯伯享, 顾新. VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999
- [2] Alter 公司. Data Book 1999
- [3] IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, 1991; 40(3)

作者简介

王新苗 出生于 1974 年, 西安电子科技大学机电学院研究生。
王家礼 出生于 1942 年, 西安电子科技大学博士生导师, 主要研究方向是微波测量及仪器。

物面天线的筋、梁等的装配尺寸直接影响到抛物面天线的精度, 也就直接影响到天线的电气指标。

参考文献

- [1] Pro/E 中文零件建模指南
- [2] [美] David S. Kelley Pro/ENGINEER 中文版实用教程. 北京: 北京大学出版社, 2002

作者简介

杨兵女, 中国电子科技集团公司第 54 研究所高级工程师, 现从事天线结构设计方面工作。

由此可以得出结论, 即在存在多径干扰的情况下, 采用自适应门限可以使检测概率和虚警概率都得到改善, 从而也减小了平均捕获时间。

4 结论

直接扩频广泛用于信道环境动态变化的无线通信领域, 采用匹配滤波技术进行伪码捕获能够大大缩短捕获时间, 适于突发扩频通信。而特定的门限调整技术对特定信道针对性很强, 因此根据具体的信道特点, 采用不同算法自适应的调整门限, 能够增强对动态信道环境的适应能力。

参考文献

- [1] K.J. 奥斯特隆姆, B. 威顿马克. 自适应控制. 北京: 科学出版社, 1992
- [2] A.J. 维特比. CDMA 扩频通信原理. 北京: 人民邮电出版社, 1997
- [3] 沈允春. 扩频技术. 北京: 国防工业出版社, 1995
- [4] 美昌信等. 通信原理. 北京: 国防工业出版社, 1995

作者简介

杨震女, 硕士, 河北神舟卫星通信股份有限公司工程师, 从事专业: 信号处理。

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>