

雷达曲面天线罩模胎计算机辅助设计制造一体化

武斌功

华东电子工程研究所 (安徽合肥 9023 信箱 68 分箱, 230031)

摘要: 在 XX 型号雷达的天线罩造型模型的基础上直接在大型工作站软件上进行成型模胎的造型设计, 对模胎的造型实体进行特征数据的提取, 二次进行样条曲线拟合, 设计了检验样板和模胎铸造毛坯的加工样板, 并对样板和模胎进行数控加工, 实现了模胎设计制造一体化

一、引言

笔者已在 I-DEAS Master Series 最新版本工作站天线罩上进行了造型设计, 该罩为不规则曲面天线罩, 结构尺寸为: 2300mm X 2300mm X 400mm, 壁厚为 3.5mm, 体积为 $2.204 \times 10^7 \text{ mm}^3$, 它有着曲面过度光滑, 外形美观, 壁厚均匀等特点, 造型图见图一。在天线罩模胎的造型设计过程中, 需要解决以下几个方面的问题, 一是天线罩模胎的材料, 二是如何进行实体造型, 三是如何进行制造加工。

二、天线罩模胎材料的选择及实体造型设计

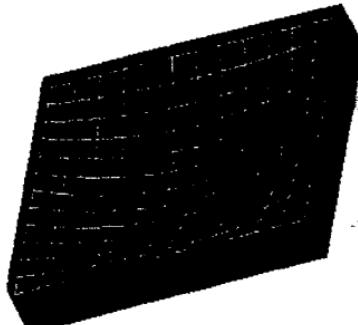
1、天线罩模胎材料的选择

模胎材料的选择和模胎的加工方法与曲面的加工精度有关, 一般分为金属材料模胎和非金属材料模胎。金属材料模胎的加工需要在数控机床上进行, 一般可获得较高的精度, 造价较高; 非金属材料模胎的加工只能采用手工成型, 先根据模胎的实体造型模型做一些拟合样板, 再采用加工样板进行拟合, 因样板的数量不可能足够多, 因此最终的成型曲面只能是近似曲面, 精度较低, 曲面过渡光滑性不是太好, 造价相对较低。

从上面的两种类型的材料的比较, 本产品的天线罩模胎选择铸铝材料, 先进行毛坯铸造, 再上数控机床进行数控加工, 可降低加工余量和数控加工成本。



图一: 天线罩造型图



图二: 天线罩模胎造型图(一)

2、天线罩模胎实体造型设计

天线罩需要根据曲面罩的实体造型图, 在工作站上进行造型设计。由于在天线罩的成型过程中, 受到的载荷较小, 且为减少天线罩模胎的重量和变形, 采用框架式结构, 需米字形加强筋。在造型过程中, 经过毛坯体与天线罩造型实体进行多次切割, 加上加强筋, 天线罩模胎最终实体造型图见图二, 三, 天线罩模胎的造型尺寸为: 2360 X 2360 X 450,

体积 $2.816 \times 10^{-8} \text{ mm}^3$, 重量为 7662.5g.

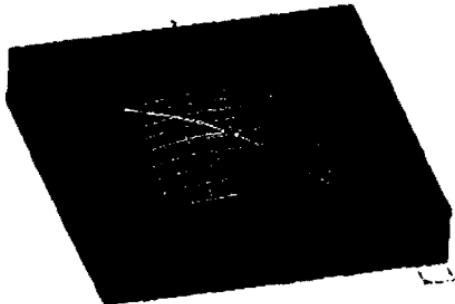
三、天线罩模胎的制造

根据天线罩模胎的结构特点,制造方法分两部进行,一是对模胎的铸造,二是对模胎的数控加工。

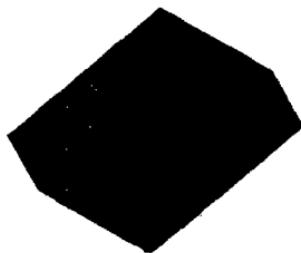
1. 天线罩模胎的分块铸造方法

根据上面天线罩模胎实体结果可知, 天线罩模胎的体积和重量都比较大, 给铸造带来很大的困难。一是木模很大, 砂型可能会出现塌陷现象, 二是铝镁的熔化炉也很难达到足够大, 因此, 考虑分块进行。由于该模胎为对称结构, 因此将它分为大小均等的四块, 铸造完成之后进行拼接成整体模胎, $1/4$ 天线罩模胎分块图见图四。

2. 天线罩模胎的铸造成型设计

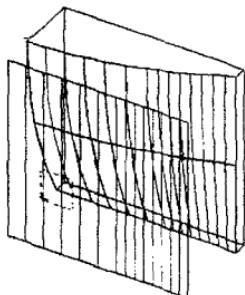


图三：天线罩模胎造型图(二)

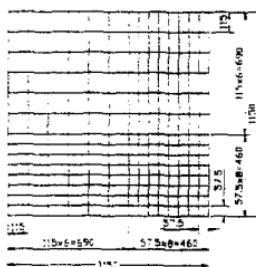


图四：1/4 天线罩模胎分块图

铸造样板分为木模样板和检验样板两种,这两种样板的曲线相同,但曲率方向相反,为表达方便,用天线罩造型图的四分之一块,并且假设这四分之一块没有被抽过壳,样板曲线的分布图见图五,考虑曲线的曲率变化的大小,在靠近拐角处460mm两个方向上的曲线的曲率较左上角小,因此样板的分布密度应相对大一些,考虑其为对称结构;在另一90度方向上的分布也相同,1/4天线罩模胎分块样板曲线的平面分布图见图六。



图五：天线罩模胎铸造样板分布图 图六：1/4 天线罩模胎分块样板曲线的平面分布图

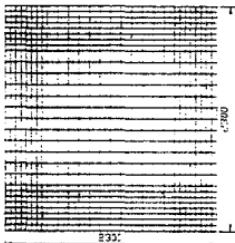


- 54 -

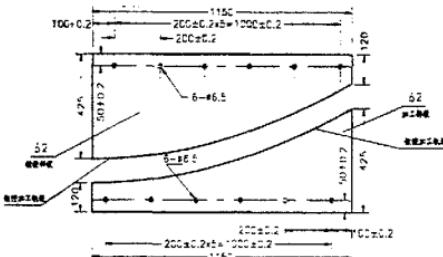
在图五的分布曲线进行特征数据提取，将提取的数据进行处理，写成 AUTOCAD 脚本命令文件，再次进行样条曲线拟合。由于在 Ideas 图形工作站上进行造型设计过程中，本人采用的造型母线就是样条曲线，因此该样板曲线必定与模胎造型图相吻合。将样拟合的样条曲线进行图形输出，根据输出的图形进行样板设计。将每一种样板设计成成型样板和检验样板两类，每一类分为 15 种，每一种为 2 个，样板数量共 60 件，这样既可用于整体模胎制造又适合于分块模胎的制造，提高了制造的灵活性，加工和检验样板图形的其中一种见图八（共有十五种），每一种的两件组合在一起，可以用于整体模胎的制造和检验用，天线罩模胎整体样板曲线的平面分布图见图七。

3、天线罩模胎的铸造样板的数控加工

加工和检验样板的零件图见图八, 为提高加工效率, 将每一种的加工和检验样板合在一起加工, 即一次可加工两件, 加工的轨迹图见图八。数控加工方法可分为两种, 一是数控冲, 该种加工方法的优点是加工效率高, 缺点是由于冲切刀具的分布密度不可能太高(太高时排屑比较困难), 加工完后需要进行修整, 另外易于伤刀具; 另一种为数控铣, 该种方法的加工精度比较高, 缺点是效率较低。因为样板的加工只是天线罩模胎的粗加工, 因此对样板的两种加工方法均可。



图七: 天线罩模胎整体样板曲线的平面分布图



图八：加工和检验样板
(十五种样板之一)

4、天线罩模胎的数控加工

由于天线罩和天线罩模胎均是在大型 CAD/CAM 工作站软件上进行的造型的，所以天线罩模胎的加工只能在 CAD/CAM 工作站软件上进行数控加工的后置处理，直接生成刀具轨迹，产生数控代码。

5、天线罩模胎及样板的加工精度控制

由于天线罩模胎或样板的曲率较小, 约为 $1/2000$, 不论采用直线逼近还是采用圆弧逼近均可达到预期的精度, 假设曲率 $K=1/2000$, 若用直线逼近, 逼近精度 $\epsilon=0.001\text{mm}$, 逼近

由于天线罩模胎或样板的曲率较小, 约为 $1/2000$, 不论采用直线逼近还是采用圆弧逼近均可达到预期的精度, 假设曲率 $k=1/2000$, 若用直线逼近, 逼近精度 $\epsilon=0.001\text{mm}$, 逼近的直线长度 L 为:

$$L < 2 * \sqrt{\frac{2 * 0.001}{1/2000}} \\ = 4 \text{ (mm)}$$

三、结论

由于先进的 CAD/CAM 软件的推广应用, 给大型天线罩及天线罩模胎以及其他结构件的设计制造带来了极大的方便, 基本上能实现设计制造的一体化。

四、参考文献

刘雄伟, 张定华等编著, 数控加工理论与编程技术, 机械工业出版社, 1994

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>