

# 高机动雷达天线结构设计

周雷,任翠峰

(安徽四创电子股份有限公司,安徽 合肥 230031)

Design of Mechanism of the Antenna System for the Highly Mobile Radar

ZHOU Lei, REN Cui-feng

(Anhui Sun Create Electronics Co., Ltd., Hefei 230031, China)

**摘要:**论述高机动雷达天线结构设计,设计的垂  
直偏置大型旋转变形抛物面天线,不仅实现了天线  
自动展开架设、折叠撤收等动作,而且满足天线与方  
舱同车的要求,提高了雷达的高机动性能。

**关键词:**高机动;垂直偏置大型旋转抛物面天  
线;自动架设/折叠撤收

中图分类号:TN957.2

文献标识码:B

文章编号:1001-2257(2011)04-0078-03

**Abstract:** The structural design of highly maneuverable radar antenna (the large revolving dis-

收稿日期:2010-12-06

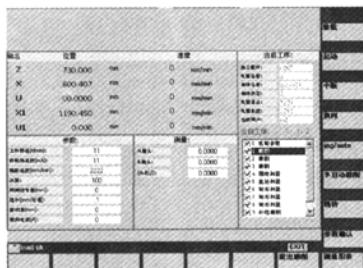


图4 轧辊磨床的人机界面应用实例1

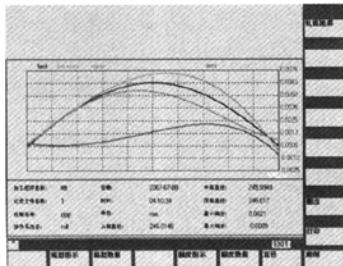


图5 轧辊磨床的人机界面应用实例2

## 3 结束语

通过上述步骤,用户可制作自己的人机界面,简

tortion antenna with vertical offset) is discussed in this paper, by successful designing, it is not only realize the auto - outspread/collapse of the antenna, but also make the antenna and the electronic equipment shelter in a vehicle, the maneuverability of this radar is enhanced.

**Key words:** highly mobile; antenna; auto - outspread/collapse

## 0 引言

高机动雷达天线系统结构设计一直是雷达结构

化操作。当然这只是其中的一种方法,在西门子数控系统 840D 上还有其它的方法来实现,但上述方法应该是开放性好,而且功能强大。

通过此方法提高加工效率,能取得较好的经济效益和社会效益。综上所述,此技术将会在数控机床领域上得到更加广泛的应用和推广。它对于工业自动加工的设计开发特别适用。

## 参考文献:

- [1] SIEMENS SINUMERIK\_840D/810Di/FM - NC OEM PACKAGE MCC[Z]. 2009.
- [2] 杨锡林,李继良. Visual basic 编程高手[M]. 北京:北京大学出版社,2001.

**作者简介:**刘浩波 (1972-),男,苗族,贵州贵阳人,电气工程师,研究方向为数控轧辊磨床的自动化控制;岑伟明 (1978-),男,布依族,贵州独山人,助理电气工程师,研究方向为数控轧辊磨床的自动化控制;龙合昌 (1978-),男,苗族,贵州黄平人,助理电气工程师,研究方向为数控轧辊磨床的自动化控制。

设计的难题,如何实现雷达由一个阵地的工作状态经过快速撤收、机动运输到另一阵地重新展开并恢复到工作状态<sup>[1]</sup>是雷达总体布局设计的首要要求。以某型机动式雷达天线的成功设计为例,论述了折叠天线设计的关键技术和主要特点。此雷达的天线反射面为垂直偏置旋转变形抛物面,反射面口径为 $6.8\text{ m} \times 4\text{ m}$ ,焦距 $f = 3.2\text{ m}$ ,馈源为四角锥喇叭式,按要求将天线、大梁、馈源、转台等与电子设备方舱共同装载在一辆越野卡车上运输、工作。在以往类似设计中,垂直偏置旋转变形抛物面天线是很难用一辆越野卡车完成装载运输的,而这次的设计要求与电子方舱共同装载在一辆越野卡车上运输,所以必须要更合理更精确的设计才能完成此任务。

## 1 天线系统结构主要指标

反射面形状:垂直偏置旋转变形抛物面;天线口径: $6.8\text{ m} \times 4\text{ m}$ ;水平矢径: $3.16\text{ m}$ ;反射面精度:均方根值 $\leq 0.4\text{ mm}$ ;反射面拼缝: $\leq 1\text{ mm}$ ;馈源:4个角锥喇叭、同轴波导变换、同轴半波振子、功分器等;询问机天线:12对天线振子单元;工作风速: $25\text{ m/s}$ ;反射体边缘最大应变: $\leq 8\text{ mm}$ ;机动性:天馈系统与电子设备方舱共同装载在一辆越野卡车上运输,公路、铁路、空运、海运不超限制;架设、撤收人/时不小于1人/5 min。

## 2 天线系统结构组成

天线系统结构包括反射体、背骨架、天线折叠机构、馈源、大梁和馈线等,其结构组成如图1所示。

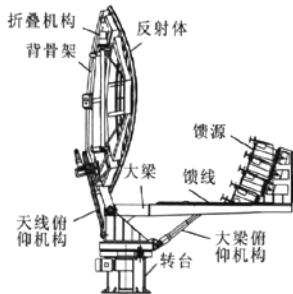


图1 天线结构系统组成

## 3 关键技术

若要实现天线系统结构的高机动性,就要解决以下关键技术:

### a. 天线系统结构能自动展开架设/折叠撤收。

b. 天线系统结构折叠撤收后,能用一辆越野卡车运输,宽度、高度及重量必须在运输限制范围之内;不能使用机动性较差的拖车运输。

### c. 采用新材料及合理的结构。

## 4 天线系统结构设计主要特点

### 4.1 自动展开架设/折叠撤收

为了实现天线系统结构的自动展开架设/折叠撤收,我们采取了以下几点主要措施:

a. 采用自动执行机构,实现天线结构各分块之间不分离铰接翻转。要想摒弃传统的手工连接天线,使天线能够自动展开架设/折叠撤收,就必须采用自动执行机构。自动执行机构可以采用液压传动机构或机电伺服传动机构<sup>[2]</sup>。液压传动机构存在着内泄漏,难以长期保证天线的预紧力和精度,所以放弃;机电伺服传动机构,结构紧凑,无内泄漏之患,可以长期锁定保证天线的预紧力和精度,所以选择之。

如图1所示,本天线系统结构共采用了4套机电伺服传动机构,分别驱动天线边块、次边块自动展开架设/折叠撤收,另外采用了2套机电伺服传动机构驱动天线俯仰和大梁俯仰;伺服驱动控制系统进行展开架设/折叠撤收驱动控制、到位检测、定位锁定、预紧力测控和接近动作状态回馈等自动控制。

另外,还要合理选择转动铰接点和驱动电机安装点<sup>[3]</sup>,增大转动力臂,减小电机翻转驱动力矩和驱动丝杆行程。在此天线结构设计中,选择每个天线分块的2个顶点处作为转动铰接点,尽量拉大2个转动铰接点之间的距离,这样可以使天线翻转到位后容易实现反射曲面的贴合;天线展开到位后,驱动电机丝杆基本不承受侧向弯矩而只是二力杆,天线容易锁定。

b. 合理进行天线分块,合理选择天线折叠方向。天线可以沿纵向分块,也可沿横向分为2块;如果沿横向分为2块,虽然分块数量减少,但分块体积太大,尤其是随着横向尺寸的增大,天线的弯曲深度增大,使天线折叠后尺寸太大,运输超宽<sup>[4]</sup>。因此,我们将天线沿纵向分为5块,中块宽度尽量大,边块和次边块宽度依次减小,边块折叠后次边块再折叠,使天线折叠后结构最紧凑,符合运输尺寸要求。

如图2所示,天线分块折叠翻转方向有2种选择:朝反射面方向折叠或朝背骨架方向折叠,从图中可看出,如果选择天线分块朝反射面方向折叠,那么

天线分块之间首先必须拉开一定距离,以让开反射体向内弯曲的距离,且天线分块折叠翻转行程较长,除了电动丝杆外还要增加辅助连杆机构才能完成折叠,设计难度增大,因此放弃。如果选择天线分块朝背骨架方向折叠,则在天线分块可以直接由电动丝杆驱动完成折叠翻转,丝杆驱动行程较短,结构比较简单、紧凑,因此选择天线分块朝背骨架方向折叠。

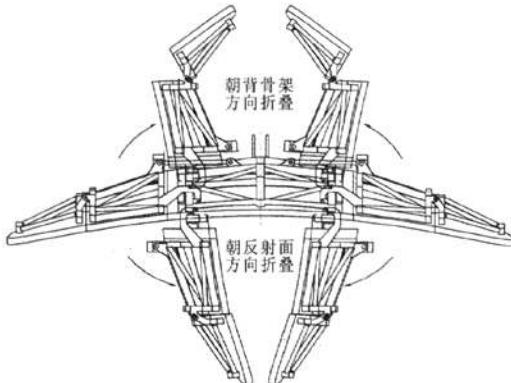


图 2 天线分块不同折叠方向

c. 合理选择天线结构形式。由于天线需要分块折叠,因此天线深度尺寸越小,则越容易折叠;而空间桁架式背骨架虽然比刚强度较大,但其深度尺寸也较大,难以实现天线分块折叠,所以放弃了这种结构形式。封闭箱形梁背骨架形式深度尺寸较小,便于实现天线分块折叠;对于其比刚强度相对空间桁架式背骨架小的缺陷,采用高强度钢和合理布局结构形式加以弥补,对于在天线刚性方面起着关键作用的中块及四周主力封闭箱形梁尽量拔高深度,反射体筋条高度由过去的高低交错形式改为高度一致,并由高 60 mm 加到 90 mm。

#### 4.2 高集成运输、快速整架

要实现高集成运输,除了要求天线折叠后结构紧凑外,还与天线的倒伏方向有关,如果选择天线朝前倒伏,则会和馈源以及电子方舱发生干涉;而采取天线向后倒伏,则可以避开馈源以及电子方舱,馈源也不需从大梁上拆下;在天线向后倒伏的同时,馈源和大梁也一起向下俯仰,从而实现天线、大梁、馈源、转台等与电子设备方舱共同装载在一辆越野卡车上运输不超限。由于馈源也不需从大梁上拆下,与之相连接的馈线也不用装、拆,这样也就实现了快速整架的要求,天线系统结构运输状态图如图 3、图 4 所示。

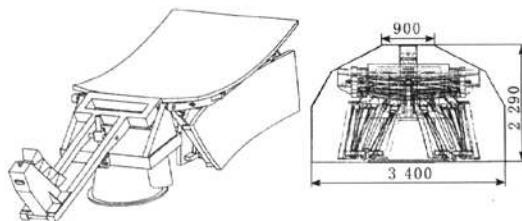


图 3 天线及大梁俯仰图



图 4 运输状态的天线系统

## 5 结束语

高机动性雷达结构设计的关键因素是:采用自动执行机构,实现天线结构各分块之间不分离铰接翻转;对天线进行合理分块,选择天线折叠方向;合理选择天线结构形式;天线倒伏方向。经过上述方法所设计出的某型雷达天线系统,经用户使用验证,只要 1 人 5 min 内即可完成自动展开架设/折叠撤收,越野运输性能良好,1 000 km 三级路面运输后,测天线重复精度良好。这也验证了设计方法的正确性与可靠性。

## 参考文献:

- [1] 张润途,戚仁欣,张树雄,等.雷达结构与工艺[M].北京:电子工业出版社,2007.
- [2] 陈建平,周雷,唐为民,倪仁品,等.大反射面天线自动展开折叠技术[A].第九届雷达年会论文集[C].烟台,2004.
- [3] 徐浩.机械设计手册.2 卷,8 篇[M].北京:机械工业出版社,1991.
- [4] 中华人民共和国国家军用标准 GJB2948 - 97,运输装载尺寸与重量极限[S].

**作者简介:**周雷 (1961—),男,浙江宁波人,高级工程师,研究方向为雷达结构总体设计;任翠峰 (1981—),女,河南周口人,助理工程师,研究方向为雷达天线结构设计。

## 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>