

# Analysis of Portable Piggyback Radar Lightweight Antenna Structure Design

Zengke Li<sup>1</sup> Xiaochong Zhang<sup>1</sup> Wang Zhao<sup>1</sup> Changsheng Dong<sup>2</sup> Libin Jin<sup>1</sup>

1. China Communications System Co., Ltd. Hebei Branch, Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

2. The 54th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation (CETC54), Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

## Abstract

The portable piggyback radar has relatively high standards for the quality and accuracy of the antenna. This paper focuses on the mechanical analysis point of view, using the light weight advantage of carbon fiber composite materials, and designing the block for the antenna, effectively solving the coordination problem of the portable piggyback radar in terms of quality and rigidity.

## Keywords

lightweight antenna; carbon fiber; composite; stiffness

# 分析便携背负雷达轻质天线结构设计

李增科<sup>1</sup> 张晓冲<sup>1</sup> 赵望<sup>1</sup> 董长胜<sup>2</sup> 金立斌<sup>1</sup>

1. 中华通信系统有限责任公司河北分公司, 中国·河北 石家庄 050081

2. 中国电子科技集团公司第五十四研究所, 中国·河北 石家庄 050081

## 摘要

便携背负雷达对天线的质量尺寸以及精确度要求标准相对较高, 本文重点基于力学分析角度, 运用碳纤维复合材料所具有的轻质性优势, 针对天线进行分块设计, 有效解决了便携背负雷达在质量尺寸以及刚性程度上的协调性难题。

## 关键词

轻质天线; 碳纤维; 复合材料; 刚度

## 1 引言

便携背负雷达为了有效适应便携背负工作当中的状态, 要求针对雷达的天线质量以及尺寸方面提出了非常严格的标准, 通常情况下便携背负雷达在物质的重量上不能超过 15kg, 同时外部体积的尺寸不能超过  $800 \times 800 \times 200\text{mm}$ , 该天线的口径大小设定为  $2100 \times 800\text{mm}$ , 天线在工作过程当中的下反侧面, 设计精度要求 RMS 需要小于等于 0.3mm。为了有效满足便携背负工作过程当中的具体条件, 需要针对天线结构来进行分块设计, 并且在分块处理工作之后, 必然会带来一定的重复定位等不良问题。因此, 如何实现天线的分块和重复定位设计工作, 成为了天线设计工作当中重要的工作环节。<sup>[1]</sup> 天线在实际的工作过程当中具有非常高的工作精度要求, 使得天线必须要具有更高的刚性强度, 在实际的设计

工作中要想有效解决天线和转换机架之间的安装工作问题, 必须要对天线的精度来进行有效的提升, 以此来保证天线和转换机之间具有更高的匹配程度。所以在进行天线的设计工作中, 必须要充分考虑到天线的骨架质量、刚性程度以及衔接接口区域的精确度。

## 2 轻质天线结构设计

### 2.1 天线分块设计

为了充分满足便携背负工作状态下的高精度技术要求, 需要针对天线来实施相应的分块化设计, 该天线的口径大小为  $2100\text{mm} \times 800\text{mm}$ , 同时在天线整体的结构上可以分为左、中、右三块结构, 通过天线骨架的重复性定位, 可以有效实现快速拼装的工作要求, 以此来有效满足便携背负雷达在工作过程当中天线信号反射工作, 具体如图 1 所示:

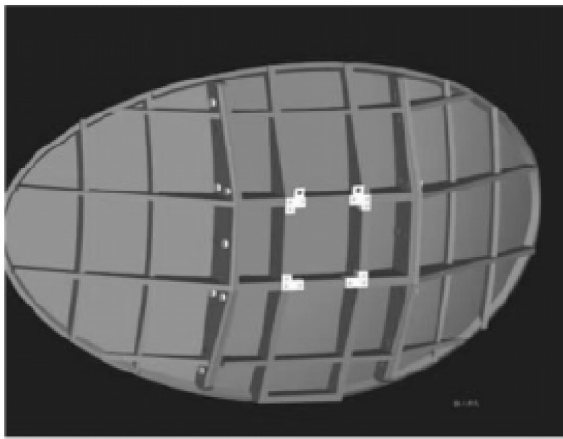


图1 天线分块示意图

## 2.2 天线组装校正中心设计

天线结构可以有效分为三个构成结构, 拼装定位的基准是天线整体精确度的有效保障, 为了充分保证天线拼装之后整体的精度符合工程施工的要求, 在天线的三板块射面当中, 均设置了相应的校正点位, 作为反射面拼装结构的精准度调整基础, 同时在整个调整基础结构当中, 需要针对设备的装配位置来进行有效的确定, 以此来保证整个雷达结构设施的合理性。

## 2.3 重复定位机构设计

天线复合材料在骨架结构上需要进行一次成型, 同时在骨架侧方位的拼装面当中, 整体度相对较差, 如果直接来进行拼装必然会带来比较强烈的扭曲和形变问题。采用点接触式来代替面接触的方式, 可以有效解决复合材料表面的平整度差带来的拼装误差问题, 同时为了有效达到快速拼装的工作目标, 从中设计出了相应的定位单元以及快速衔接, 定位结构在天线的组装过程当中, 需要运用定位机来充分明确天线的边块和中心区域边块的对应位置, 采用快速定位和衔接的方式来进行拼装和加固。

## 2.4 天线与转台机架连接设计

天线和转台机架在新街部分的结构需要通过螺栓来进行有效的固定, 并且在整个结构的设计程度有拉力大小为40kg, 装配工作完成之后需要充分满足天线整体性的精度要求, 天线和电子机架的接口区域需要采用12-m6的螺栓来进行连接。天线的骨架背面整体的平整度相对较差, 同时和转台机架衔接过程中, 骨架会产生相应的扭曲和位移问题, 进而会形成一定的反射面形变, 直接影响到了整个反射面的精

度大小。在和转台机架的衔接部分需要设置出一个凸型台, 保证凸型台和电子支架之间的接触面, 保持在同一个水平面当中, 安装电子机架过程中需要保证电子机架和出行台之间的充分接触, 以此来有效解决天线骨架产生的不良接触以及形变问题。

## 3 天线骨架复合材料设计

### 3.1 天线设计材料选择

为了充分保证天线的整体质量的降低, 需要对天线的结构以及所使用的材料进行合理的优化, 在天线的材料选择方面, 通常情况下使用的是碳纤维复合材料, 有效考虑到当前现有材料的性能以及天线结构的具体形式, 结合了结构设计的特点, 将天线的骨架采用泡沫夹心的复合材料来进行设计。<sup>[2]</sup> 泡沫材料采用的是进口Iq51, 蒙皮复合材料使用的是各项铺层设计, 通过固化处理之后将单层蒙皮的厚度控制在0.2mm, 共计5层, 厚度大约为1mm, 以此来有效提高天线骨架整体的刚性程度以及稳定性要求。

### 3.2 碳纤维复合材料铺层设计

由于碳纤维在轴向和径向上的膨胀系数相差比较明显, 因此只有采用各项同性铺筑施工结构, 运用碳纤维为轴向和负向的膨胀系数, 有效抵消树脂材料在使用过程中产生的膨胀系数大小, 使得各个不同方向上的膨胀系数接近于0, 对此可以使用接近膨胀极限值的设计方式, 来保证整个天线结构尺寸的安全性和稳定性。

### 3.3 天线整体力学分析

在针对天线结构进行详细的分析之后, 需要在硬件条件允许的情况下来进行设计, 充分考虑到整个模型的网格质量。在本次的模型网格的设计工作中, 统一采用单元尺寸为20mm的规格来进行设计, 在建立有限元模型过程中, 需要依照结构模型的设置方式以及相应的受力特性来进行保障, 针对分析对象进行有效的简化, 模型当中孔径较小的结构可以采用整体计算的方式来进行控制, 采用刚性单元设计方式来进行有效的处理, 通过这种处理方式可以充分满足检验工作当中的精度要求, 最终建立起相应的有限元规模, 提高整个天线结构的设计质量。<sup>[3]</sup>

## 4 结语

通过本文的研究和分析进行总结, 通过便携背负雷达轻

质天线结构的设计方法,采用了强度更高、质量更轻的符合材料来进行设计和应用,有效解决了便携背负雷达在工作过程中的体积和强度方面的限制,通过对轻质天线结构的有效设计,解决了天线和雷达设备相互之间存在的匹配程度不足的问题,采用了点接触式的方法替代了接触面的接触方式,有效满足了不同工作环境下的雷达工作性能。

## 参考文献

- [1] 房景仕,郭黎,潘永强.一种战场侦察雷达的结构总体设计[J].雷达科学与技术,2017,15(03):317-321.
- [2] 王猛,刘卫刚,徐建军,王晓欢.某微型监视雷达的结构及散热设计[J].电子机械工程,2016,32(06):18-21+28.
- [3] 朱迅,许越宁.便携背负雷达轻质天线结构设计[J].纤维复合材料,2011,28(03):36-39.