

某机动型气象雷达天线车总体结构设计

廖晓容

成都锦江电器制造有限公司,成都,610051

【摘要】本文介绍了某机动型气象雷达车的总体结构方案设计,包括该雷达天线面阵组成、天线面阵翻转工作原理、天线方位转台设计、收发舱内布局、整车布局。

【关键词】气象雷达;天线车;翻转;架撤

General Mechanical Design of a Meteorological Radar Antenna Vehicle

Liao Xiao-rong

Jinjiang Electronic Industrial Co. Ltd, Chengdu 610051, China

【Abstract】The paper briefly introduced the general mechanical design of a meteorologic radar antenna vehicle, including composing of the antenna array, design of the annenta lifting system and azimuth antenna pedestal, the arrangement of the T/R carbin and the antenna vehicle.

【Key words】meteorological radar; the antenna vehicle; lifting system; antenna outspread and fold

1 引言

该雷达为全相参多普勒天气探测雷达,适合野战需要,采用高机动设计。整机由三个工作单元组成:收发天线车(以下简称天线车)、工作车和电站车。

2 总体技术要求

天线型式:平面阵。

面阵工作角度:与水平呈 74°。

天线仰角扫描范围: $-2^\circ \sim +35^\circ$ 。

天线方位扫描范围: $0^\circ \sim 360^\circ$ 环扫。

抗风能力:风速 $\leq 20\text{m/s}$,保精度工作;

风速 $\leq 30\text{m/s}$,天线减速工作,允许降低精度(5%);

风速 $\leq 35\text{m/s}$,天线无永久性变形。

工作环境:车厢外设备:

温度: $-40^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$ (相对湿度 95%~98%(30℃时));

车厢内设备:

温度: $+5^\circ\text{C} \sim +35^\circ\text{C}$ (相对湿度 90%~96%(30℃时));

运输方式:公路、铁路运输。

3 总体结构设计

雷达天线面阵工作状态与水平呈 74°仰角,工作时

在 -2° 范围内信号无遮挡,经设计论证采用面阵天线运输时水平固定在车厢顶部,满足铁路和公路运输界限要求,又通过一翻转机构达到运输状态和工作状态的转换,该设计结构紧凑,运动简单,操作方便。雷达整机要求快速架撤,天线与发射、接收装在同一个运输单元内。使发射传输波导变短,减少了发射支路与接收支路的传输损耗,同时提高了雷达的机动性。

4 设备组成和布局

天线车由天线装置、收发舱以及天线车底盘三部分组成。其中天线装置又分为天线面阵、天线回转机构、天线翻转机构;收发舱包括接收系统、发射系统、水冷系统以及数据处理系统。天线车布局示意图如图 1 所示。

4.1 天线装置

4.1.1 天线面阵

该雷达天线面阵由平面裂缝阵列天线、和馈电网络及天线框架三大部分组成。平面裂缝阵列天线由若干行波导窄边开缝的裂缝线源组成。和馈电网络由和网络、及若干路数字移相器、同轴负载等组成。天线面阵是通过与天线左右支架的双支耳结构相联接,再通过天线翻转机构达到运输状态和工作状态的切换的。该双支耳结构在保证了天线面阵翻转过程的稳定性的同时又保证了天线在方位回转过程中的稳定性和精

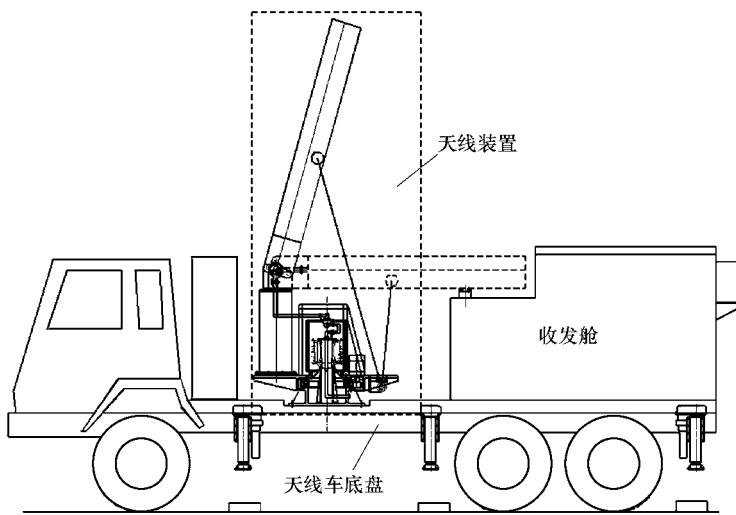


图 1 天线车布局图

度。双支耳是通过快速锁销连接的,这为天线的快速架撤提供了便利。

4.1.2 天线回转机构

天线转台采用转盘式,其特点是精度高,稳定性好,结构紧凑,高度低,平面大,便于安装天线系统及天线支架。

天线转台采用带齿转盘轴承支撑,方位轴承采用四点接触球轴承,该轴承采用负游隙结构,能承受较大的径向力和轴向力,还能承受较大的抗倾覆力,且工作精度高,满足了天线工作状态的精确度要求。

在转台平面上安装方位减速器驱动平板作方位旋转运动,方位减速器采用摆线式,体积小,力矩大,精度高。在平面上还安装有方位发送器供输出方位位置信号。转盘平面上还安装有波控器、寻北仪、配电箱、汇流环、铰链等设备,在转盘上平面有限的空间,要合理地布置以上设备,特别是波控器的安装,波控柜内设备较多,在最合理的布置下,波控柜的尺寸也达 $1225\text{mm} \times 760\text{mm} \times 1025\text{mm}$,既要考虑转盘回转半径又要考虑天线车的运输状态,波控器的安装经反复设计,全局考虑,才得以满足总体要求。天线转台结构示意图如图 2 所示。

4.1.3 天线翻转机构

由于该天线翻转角度大(74°),安装尺寸有限,要求该翻转机构安装距要小而行程要大,经设计论证采用伺服电机带动双级丝杆运动的机构,在满足行程的同时又满足安装距。翻转机构的工作示意图见图 3。

4.2 收发舱

收发舱由水冷舱和收发舱组成,收发舱内布置图见图 4。

水冷系统由水泵、水箱、散热器、鼓风机、管道、控制保护装置等组成,安装在水冷舱右侧。控制保护装

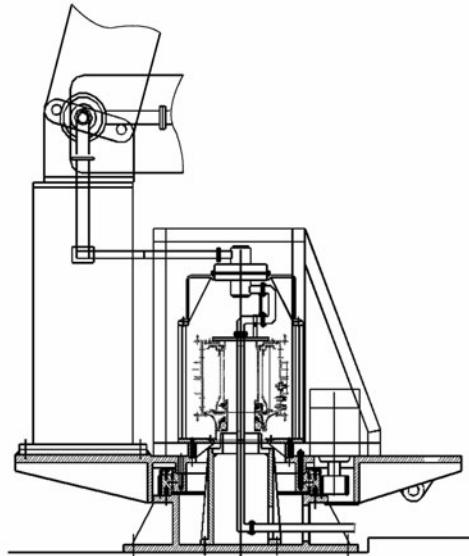


图 2 天线转台结构示意图

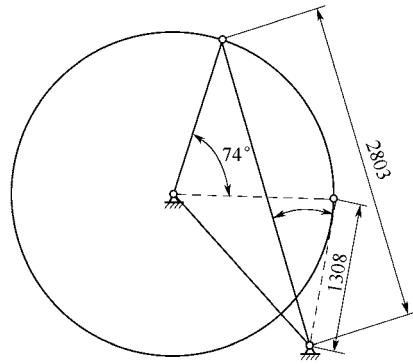


图 3 天线翻转机构示意图

置组成控制盒装在水冷柜内。水冷舱左侧安装有速调管和四端环流器。收发舱内安装有高频柜、调制回扫柜、接收柜、监控柜以及电源柜。

收发舱的设计是天线车总体结构设计的另一重点。收发舱内设备多,而收发舱受天线信号的限制以

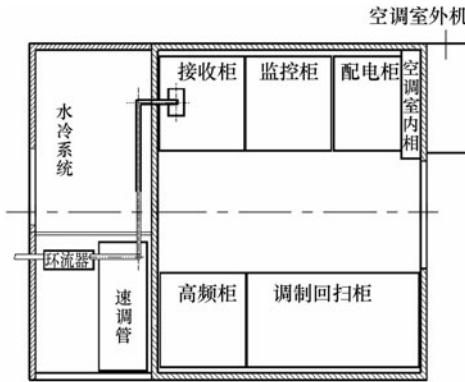


图 4 水冷、收发舱内布置图

及铁路运输状态的限制,空间极其有限。水冷舱尺寸为高 1150mm,宽 2400mm,长 1000mm。收发舱尺寸为

高 1750mm,宽 2400mm,长 2150mm。为了满足设备和整体要求,水冷舱设计为矮端,顶部可用于固定运输状态的天线面阵。后部收发舱外形设计成两边倒角形式,既迎合和满足了铁路运输的极限曲线,又争取了最大的内部空间。

4.3 天线车底盘

天线车底盘是由陕汽 2190BQA 型越野汽车底盘改装成的厢式车辆。车底盘下方安装有 7 个千斤顶,4 个为电动千斤顶,2 个手动双速千斤顶,车头下方一个为一般手动千斤顶。全机调平通过 4 个电动千斤顶调平,另外 3 个为辅助支撑。天线车千斤顶布局图如图 5 所示。

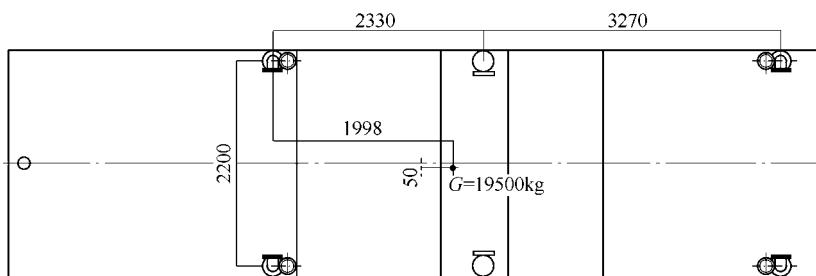


图 5 千斤顶布局图

5 主要技术难点

(1) 天线转盘上设备多,布局困难。特别是合理布局波控器以及汇流环、铰链、寻北仪、配电箱等设备。

(2) 天线面阵的翻转运动受空间限制(翻转角度大,安装空间有限),实现难度较大。经反复设计论证采用伺服电机带动丝杆套筒双级运动的机构,该机构在相同的安装距的条件下可以达到更大的行程。

(3) 天线馈线安装(网络)受空间限制,设计难度大,布局困难。天线馈线波导两两之间的间距为 39mm,空隙宽度不到 24mm,装配难度大,维护不便,经反复设计,最终采用螺母卡和定位销的结构,使得安装容易、维护简便。

(4) 天线车工作状态和运输状态都要满足技术要求。整车要满足铁路和公路运输要求,但车厢内设备较多,机柜高度不能压缩,车厢总高度下不来,而天线

面阵信号在 -2° 范围内不能有遮挡,这两个矛盾的条件要相互协调相互统一,经过反复计算和论证,最终满足技术要求。

(5) 天线调平难度大。由于该天线车质量大(约 19t),长度长(8.9m),经设计论证采用四点调平三点辅助支撑。

6 结束语

该天线车收发舱、天线转台上安装的雷达设备的总体布局合理,使轮载分配合理,整车重心低,行驶时有良好的稳定性和安全性。整机各项性能指标均达到设计要求。

作者简介

廖晓容 女,1977 年生,工程师,成都锦江电器制造有限公司,从事雷达结构总体设计。

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)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>