

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.06.004

嵌入式微小型机载天线转台

郭光荣, 李萍

(四川九洲电器集团有限公司 第二研究所 七室, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为满足机载设备微型化和小型化的要求, 提出嵌入式机载天线转台设计思路。在结构设计方面, 采用了汇流环与轴系的嵌入式设计方案, 控制了机载天线转台的结构尺寸及重量等技术指标; 在控制设计方面, 对伺服控制板和伺服驱动板进行设计, 保证了天线以预定的速度转动或者按照指定的位置进行精确的定位。验证结果表明, 嵌入式设计思路符合系统要求, 满足系统各项指标。

关键词: 嵌入式; 天线转台; 伺服控制; 随动

中图分类号: TN957.2 **文献标志码:** A

Embedded Micro Airborne Antenna Turret

Guo Guangrong, Li Ping

(No. 7 Chamber, No. 2 Institute, Sichuan Jiuzhou Electronic Group Co., Ltd., Mianyang 621000, China)

Abstract: Introduce an embedded design method for embedded antenna turret to meet the micro and miniaturization needs of airborne equipments. In designing of structure, the embedded design method which contained junction station and shafting was used to control the size and weight of the turret. In designing of control system, the control board and drive board which ensured the rotation speed and orientation precision of the turret is devised. The test result shows that the embedded design method satisfied system requirements and indexes.

Keywords: embedded; antenna turret; servo control; random move

0 引言

天线转台是整个微波雷达系统微波通讯过程中的重要组成系统, 其主要任务是自动快速、准确、可靠地控制天线速度和位置, 使天线以预定的速度转动或者按照指定的位置进行精确定位。

传统的天线转台设计方案主要包括: 1) 电机轴与负载直接套装方式, 是在小惯量机电控制系统中常用的一维转台设计方式; 2) 齿轮副的方式。由于负载重量大导致电机无法直接带动负载, 因此通过齿轮副将电机力矩传动给负载, 并带动负载进行运动。目前, 在机载设备中普遍采用第一种方式, 但当遇到装配环节很紧张的情况, 直接采用第一种设计方式无法满足系统要求。

目前, 机载天线越来越倾向于微型化和小型化, 与之配套的天线转台也倾向于微型化和小型化。机载设备对结构尺寸要求很紧凑, 安装要求也很苛刻。因此, 笔者针对某工程项目中机载天线转台设计要求, 提出一种嵌入式设计方案, 以达到机载设备在结构和控制方面的要求。

1 微小型天线转台结构设计

该天线转台主要组成部分包含: 直流力矩电机、

轴承、轴、光电编码器、高频关节、汇流环、控制电路、驱动电路。传统的设计思路是转台各类器件叠加装配。然而在机载安装环境下, 对天线转台的结构空间尺寸要求非常紧凑, 尤其对高度的要求更加严厉, 如图 1 所示。大系统对天线转台提出的要求为: 1) 结构尺寸: 不超过 $\Phi 150 \times 90$; 2) 重量: 不超过 2 kg; 3) 运动范围: $n \times 360^\circ$; 4) 高、低频信号可靠、安全传递。因此, 嵌入式设计方案的结构整体布局十分困难。

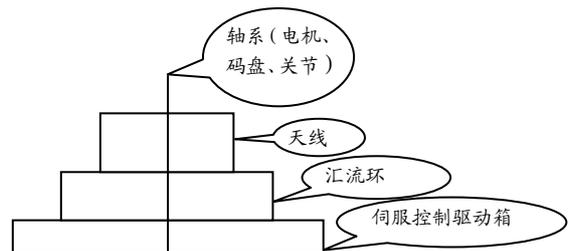


图 1 微小型天线转台结构示意图

根据上述要求, 提出微小型天线转台结构设计如下: 将直流量矩电机与轴直接套装, 电机转子与轴采取紧配合, 电机定子与电机座采取间隙配合, 同时用螺钉进行电机转子与定子间歇调节。轴承与轴套采取紧配合, 轴直接与轴承内圈紧配合装配。通过上述装配形成了天线转台的轴系。天线转台设

收稿日期: 2011-02-14; 修回日期: 2011-03-09

作者简介: 郭光荣 (1980—), 男, 四川人, 硕士, 工程师, 从事光电跟踪与火控技术研究。

设计的关键之处是轴系的设计与装配，尤其是装配工艺要求非常严格。在装配之前需对轴系各零部件进行严格检验，装轴承时需对轴承进行清洁处理，然后再封灌低温油脂。考虑到系统要求实现运动范围 $n \times 360^\circ$ ，同时还必须考虑高、低频信号可靠和安全传递，必须使用汇流环与高频关节。由于结构尺寸要求不超过 $\Phi 150 \times 90$ ，尤其是高度不能超过 90，所以采用汇流环与整个轴系嵌入式装配设计。整个汇流环在轴向尺寸上完全包含轴系在轴向的尺寸，也就减少了整个系统的高度，而且还能保证低频信号能够可靠、安全地从上往下传递。采取这种汇流环与轴系的嵌入式设计方案，减少了传统方式中采用汇流环与轴系叠装的空间，极大地节约了高度空间。在轴向最底端还考虑了一个高频关节，以保证能够可靠、安全地传递高频信号。汇流环采用内圈转动，外圈固定的设计方式，同时，内圈与上端负载通过安装架固连，这样就基本形成了整个一维转台的结构，整个转台的尺寸减少了一大半，尤其是在高度方向。

为满足系统提出的重量要求，选材方面除了轴和轴套采用超硬铝之外，其它结构件全部采用铝材。对轴套以及电机安装座进行掏空减重，并保证刚度要求。在安装底板上采用加强筋设计方式，从而减少了不必要的重量。

2 微小型天线转台控制设计

微小型天线转台控制部分主要包括伺服控制板和伺服驱动板。伺服控制板主要由 DSP 控制芯片、D/A 转换芯片、电源转换芯片、485 接口、422 接口等主要器件组成。伺服驱动板主要由恒频率产生器、脉宽调制电路、脉冲分配电路、基极驱动电路、保护电路等组成。伺服控制板和伺服驱动板的外形如图 2 所示，伺服控制框图如图 3 所示。

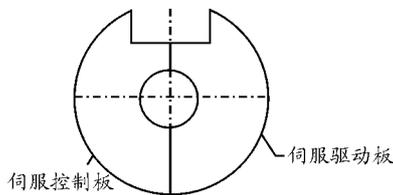


图 2 伺服控制板、伺服驱动板框图



图 3 伺服控制框图

根据总体下达的指标要求，进行伺服系统指标

设计和器件选型。根据总体提供的系统负载结构尺寸与重量，基于 Pro-E 进行建模，分析近似计算系统相对方位转轴的转动惯量为：

$$J = 0.0015 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2 \quad (1)$$

系统最大角加速度计算：

根据总体要求调转时间 4 s，按照加速、减速的运动方式，计算系统运动加速度要求，计算得到角加速度为

$$\alpha = 240 \text{ (}^\circ\text{)}/\text{s}^2 \quad (2)$$

通过式 (1) 和式 (2) 选择电机力矩：

$$T = J \times \alpha = 0.00628 \quad (3)$$

总体要求角位置随动精度 0.3° ，角位置输出精度 0.1° 的指标要求，则编码至少选择 12 位以上的分辨率。

微小型天线转台是一个典型的随动系统，上位机发送某位置信息，伺服控制板控制执行机构迅速随动到位。微小型天线转台系统软件主要由开机自检程序、实时自检程序、接口程序、控制程序等组成。控制程序软件框图如图 4。

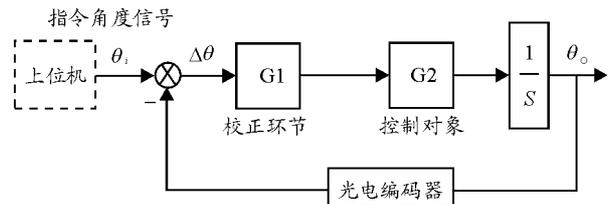


图 4 伺服控制软件框图

3 结论

通过上述嵌入式设计方式，机载天线转台结构尺寸完全可以控制在 $\Phi 150 \times 90$ 以内，满足系统对结构尺寸的要求。通过在材料选型以及对结构件的优化设计，把重量控制在 2 kg 内。由于采用了汇流环与高频关节，因此微小型天线转台能够实现 $n \times 360^\circ$ 的运动范围，并能保证高、低频信号可靠、安全地进行传递。因此，采用嵌入式设计思路完全能够满足机载天线转台的要求。

参考文献：

- [1] 张善锺, 等. 精密仪器结构设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.
- [2] 杨可桢, 等. 机械设计基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [3] 赵宗兵, 王佰胜. 智能天线在空空导弹无线电引信抗干扰中的应用[J]. 四川兵工学报, 2010(6): 17-19.
- [4] 李友善. 自动控制原理[M]. 北京: 国防工业出版社, 1980.