

# 遥测天线升降机构谐振频率测试方法的研究

颜 剑<sup>1</sup>, 陈进辉<sup>2</sup>

(1 衡阳泰豪通信车辆有限公司 衡阳 421001

2 陆军装备部驻衡阳地区军代室 衡阳 421001)

**摘要:** 研究设计一套遥测天线升降机构谐振频率的测试方法。经测试, 遥测天线升降机构不会与天线发生共振, 遥测天线谐振频率约为 18Hz, 升降机构垂直方向的最低谐振频率为 12.82Hz, 侧向方向的最低谐振频率为 25.64Hz, 前后方向的最低谐振频率为 38.46Hz。

**关键词:** 遥测天线升降机构; 谐振频率; 测试方法

中图分类号: O329 文献标识码: A 文章编号: CN11-1780(2020)03-0061-04

## Research on testing method of resonance frequency of telemetry antenna lifting mechanism

YAN Jian<sup>1</sup>, CHEN Jinhui<sup>2</sup>

(1. Hengyang Tellhow Communication Vehicle Co., Ltd, Hengyang 421001, China;

2. Hengyang Army Equipment Department's Military Generation Office, Hengyang 421001, China)

**Abstract:** In this paper, a set of measuring methods for resonant frequency of the lifting mechanism of telemetry antenna is designed. By the test, the lowest resonant frequency of the lifting mechanism in the vertical direction is 12.82Hz, the lowest resonant frequency in the lateral direction is 25.64Hz, and the lowest resonant frequency in the front and rear direction is 38.46Hz. The resonance frequency of the telemetry antenna is about 18Hz, so the telemetry antenna lifting mechanism will not resonate with the antenna.

**Key words:** Telemetry antenna lifting mechanism; Resonant frequency; Test method

## 引 言

遥测天线升降机构安装在汽车车舱内, 用于安装和升降遥测天线。当遥测天线需要工作时, 通过天线升降机构将安装在其上面的遥测天线升出车舱使用; 当处于运输状态时, 又通过天线升降机构将遥测天线降到车舱内进行收藏。

遥测天线升起工作时, 为了捕捉目标, 往往需要进行对精度要求较高的旋转和俯仰等运动。为保证遥测天线运动的精度, 就要求遥测天线升降机构的谐振频率不能与遥测天线的固有频率相同, 以避免与遥测天线产生共振。

以往遥测天线升降机构的谐振频率未进行过测试, 一般是通过实际经验来判断天线升降机构是否会与天线发生共振。但这种方法可靠度不高。因此, 如何对遥测天线升降机构进行谐振频率测试, 成为急需解决的问题。

## 1 遥测天线升降机构的工作原理

遥测天线升降机构底部固定在汽车的车舱内, 天线升降机构的升降托盘上部用于安装和升降遥测天线。因此, 遥测天线升降机构作为遥测天线的基座, 对遥测天线运行的稳定性起到决定作用。

遥测天线升降机构主要由带减速器的电机、传动机构、底板、升降托盘和升降机构顶板等部分组成, 如图 1 所示。带减速器的电机为整套机构提供动力。传动机构包含传动轴、换向器、丝杆、丝杆

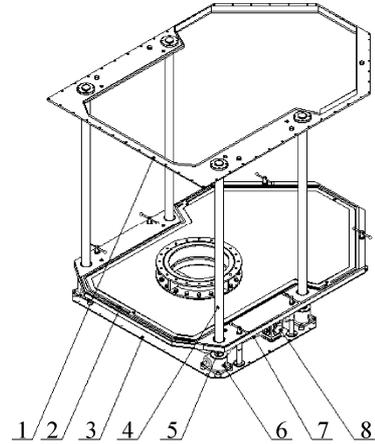
螺母等部件, 主要将电机的动力传递到升降托盘, 使升降托盘上下运动。升降机构底板固定在车舱内地板上, 用于整套机构的固定, 同时又作为传动机构的安装基面。升降托盘上部设置遥测天线安装底座, 用于安装天线。升降机构顶板装在车舱顶部, 对丝杆起上支撑作用。

其工作原理为: 由带减速器电动机提供动力, 动力通过传动轴、换向器输送到四根丝杆处, 使丝杆转动; 丝杆转动时, 带动与其连接的丝杆螺母做垂直轴向移动; 丝杆螺母又安装在天线托盘下部, 从而使天线托盘能升降动作。动力传输路径如图 2 所示。

## 2 测试方法设计

### 2.1 测试原理

根据汽车基本振动测试方法中的频谱分析法<sup>[1]</sup>来测定遥测天线升降机构的谐振频率, 即通过对天线升降机构的随机激励、瞬态激励等各种激励测得天线安装处的振动信号, 经 FFT( Fast Fourier Transform ) 分析<sup>[1]</sup>, 由频谱图中的峰值分量来确定车载天线升降机构的谐振频率。



1-顶板, 2-天线托盘, 3-底板, 4-丝杆, 5-丝杆螺母, 6-换向器, 7-传动轴, 8-带减速器的电机

图 1 天线升降机构结构示意图  
Fig. 1 Schematic diagram of antenna lifting mechanism structure

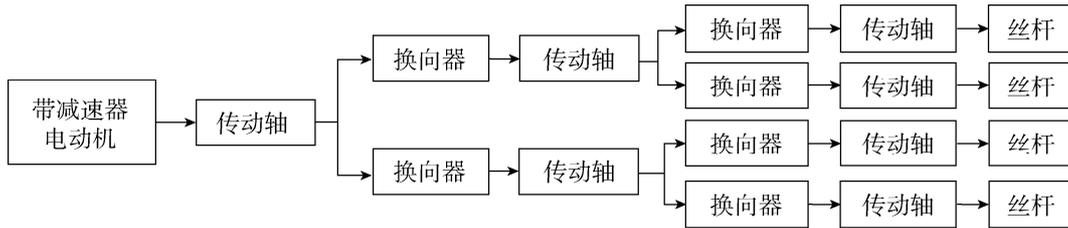


图 2 动力传输路径图

Fig. 2 Power transmission path diagram

### 2.2 测试内容

对遥测天线升降机构进行振动试验, 以获得天线升降机构垂直方向和水平方向上的谐振频率。

### 2.3 测试设备

CT1010L PCB 加速度传感器、CT5204 恒流适配器、VXI 数据采集设备、计算机等。

### 2.4 分析软件

Matlab

### 2.5 测试方法设计

① 车舱在行驶过程中, 车舱及天线升降机构会接收到前、后、侧向和垂直方向振动。因此, 在天线升降机构中间的天线安装底座周边布置 4 个加速度传感器, 分别用于测量沿车身前、车身后、车侧向、车垂直方向的加速度, 其中, 1 号测垂直方向加速度, 2 号、4 号测前后水平方向加速度, 3 号测侧向水平加速度。如图 3 所示。

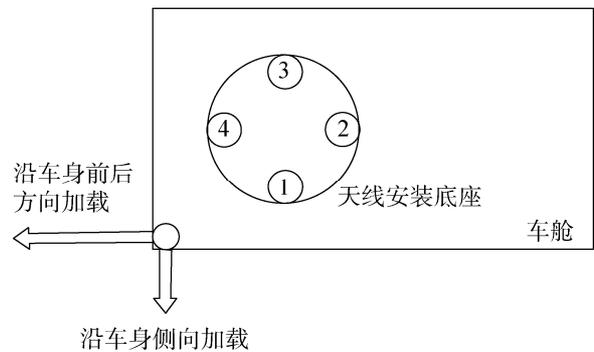


图 3 传感器安装及加载位置示意图  
Fig. 3 Schematic diagram of sensor installation and loading position

② 实际工况中, 由于车舱在行进过程中, 外界会对车舱产生激励。车舱又与遥测天线升降机构采用刚性连接, 振动就会相应地传递到天线升降机构

的天线安装底座处。

为模拟实际工况，因此对车舱加载激励，其加载方法如下：将直径 3mm~5mm 的铁丝拴住在车舱顶部右后方，用叉车在底盘后方拉紧铁丝（如图 4 所示），沿车身后后方向进行加载，在铁丝崩断的瞬间车舱将产生自由衰减振动响应。由于车载天线升降机构底部与车舱连接，振动就会相应地传递到天线升降机构的天线安装底座处。



图 4 加载激励试验

Fig. 4 Loading excitation test diagram

③ 用 MATLAB 和数据采集设备 VXI 从加速度传感器处采集并保存自由衰减振动的响应信号，并进行数据频谱分析。

④ 为提高沿车身侧向方向的信号测试精度，改变铁丝拉紧方向，在侧向对车舱内加载负载，并重复上述试验步骤和记录数据。

### 3 测试结果

通过设置在天线升降机构上的加速度传感器采集到加速度信号，通过公式计算： $a=(2\pi f)^2d$ （加速度为  $a$ ，频率为  $f$ ，振幅为  $d$ ），即可取得在一段时间内的振幅变化的信号，即时域信号。

将采集的时域信号根据自相关函数<sup>[2]</sup>，剔除干扰信号、振动噪声和环境噪声，转换成有用的时域信号。

通过傅立叶变换<sup>[3]</sup>再将有用的时域信号转换成易于分析的频域信号，由频谱信号图中的峰值分量来确定车载天线升降机构的谐振频率。

测试得到的频谱信号图如图 5~图 7 所示。

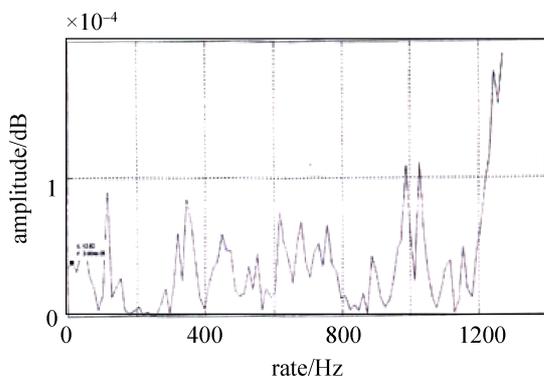


图 5 垂直方向的振动频率  
Fig. 5 Vibration frequency  
in vertical direction

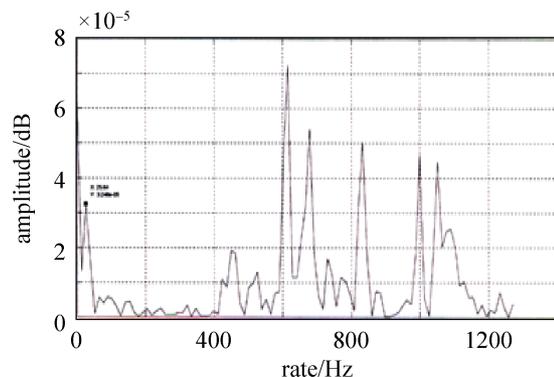


图 6 侧向方向的振动频率  
Fig. 6 Vibration frequency  
in lateral direction

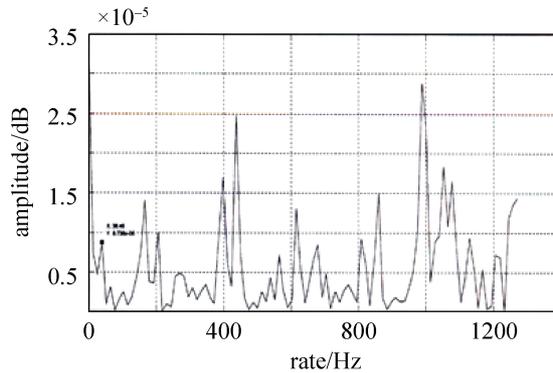


图 7 前后方向的振动频率

Fig. 7 Vibration frequency in front and back direction

由测试结果可知, 遥测天线升降机构垂直方向的最低谐振频率为 12.82Hz, 侧向方向的最低谐振频率为 25.64Hz, 前后方向的最低谐振频率为 38.46Hz。遥测天线一般谐振频率为 18Hz 左右, 故此遥测天线升降机构不会与遥测天线发生共振。

#### 4 结束语

这套遥测天线升降机构投入实际使用后, 经多年使用验证, 证明这套机构未与遥测天线发生共振现象。因此, 设计的这套遥测天线升降机构谐振频率的测试方法, 能较好地解决遥测天线升降机构谐振频率的测试问题。

#### 参考文献

- [1] 王建. 汽车现代测试技术[M]. 长沙: 国防工业出版社, 2013.  
WANG Jian. Modern testing technology of automobile[M]. Changsha: National University of Defense Technology, 2013.
- [2] 王济, 胡晓. MATLAB 在振动信号处理中的应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 知识产权出版社, 2006.
- [3] 张明照, 刘政波, 刘斌等. 应用 MATLAB 实现信号分析与处理[M]. 北京: 科学出版社, 2006.

#### [作者简介]

颜 剑 1981 年生, 本科, 高级工程师, 主要研究方向为军用车辆改装、军用方舱及天线升降平台。

陈进辉 1984 年生, 本科, 工程师, 主要研究方向为自动控制和质量管理。