

天线平台专用拖车的有限元建模与分析

戴声良 杨丽群

合肥工业大学机械与汽车工程学院 安徽合肥 230009

摘要:建立了天线平台专用拖车的有限元分析模型,应用模型对天线平台变形进行静态分析,针对变形过大的问题提出了改进意见,为该系列专用拖车设计提供了依据。

关键词:天线平台 专用拖车 静态分析 有限元方法

用于放置卫星接收天线板的平台专用拖车如图1,主要分三个部分:车架、转台、支架。其中天线放置在支架上。当整个信号接收系统工作时,车架的四个角上会由四个液压千斤顶顶在地面上,确保接收系统不受外界因素干扰而产生微变形,但此时由于前后车桥和车轮的自重以及车上的一名调试工作人员的自重会对系统产生变形。如果天线变形过大的话,将影响接收信号的质量。行业规定其变形 $\delta \leq 0.30$ mm。

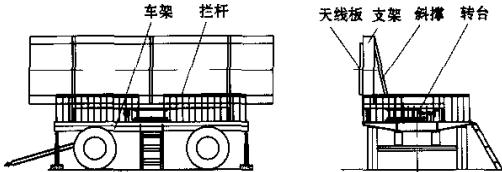


图1 天线平台专用拖车

1 模型的建立

有限元模型的建模精度对于分析结果的影响很大,模型的好坏甚至决定了分析结果的应用价值。建模一般有两种方法:一种是将车身骨架简化为由梁单元组成的框架结构,其优点是模型处理速度快,缺点是有的复杂结构处真实情况不能细部反映,计算结果比较粗略;另外一种方法是将车身简化为壳单元,其优点是能相对真实的反映连接部件的情况,缺点是前处理时间工作量大,计算时间长^[1]。天线平台车的车架、转台、支架主要由U型槽钢和矩形方管组成,还有少量的杆件(包括斜撑、栏杆)和钢板件(车架上的钢板铺面、转台与车架连接处的转盘和垫板)。为了更好地研究平台车的变形情况,采取了分块建模方法,对车架、转台、支架部分进行单独构建几何模型;然后进行装配。单元的处理先以梁

单元为主,辅以少量的板壳单元,建立一套梁板结合的有限元模型。然后以板壳单元为主,只在斜撑和栏杆用梁单元建立另一套板梁结合的有限元模型。

1.1 梁板结合模型

1.1.1 梁板结合几何模型

在建模的过程中,车身上一些非承力小零部件如支架上的安装吊环、横梁与纵梁上用于垫平的小垫块、车架上横梁与纵梁垂直相交处的小撑角板、用于控制转台转动的锁止机构、车架前桥上的转向机构、从地面到达车架上的斜梯等,由于自重轻,其安装位置和功用决定了它们对整体车身结构变形的影响很小,而有可能对问题的求解规模和准确度有较大的影响,因此没有必要完全按照车身的实际结构来建,在此给予忽略不计。整个拖车几何模型见图2。

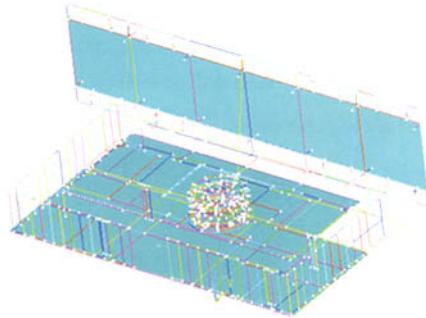


图2 梁板几何模型

1.1.2 梁板结合有限元模型

根据车身构件的实际情况,尽可能地使模型和样车有比较高的形似度,并且减少模型的修改工作量。模型先用了三维的线性有限元应变梁单元Beam188和Shell63来构建有限元分析模型^[2]。

收稿日期:2006-10-24

作者简介:戴声良,男,1981年生,硕士研究生,主要从事车身有限元分析与设计。

Beam188 模拟车身三大块空间杆件结构,Shell63 模拟车架上半个钢板铺面及转台上的钢板铺面、转盘圆筒面、天线板面。对于焊点的处理,国内外文献中提出了多种模拟方法^[3,4]。根据单个焊点的受力特性和特种车身建模精度的实际情况,采用耦合和短梁方式相结合的方法对车身焊点进行模拟,效果良好。

1.2 板梁结合模型

板壳模型的建立采取抽取中面的方法,将 U 形槽钢、矩形方管等视为无厚度的板壳,沿着厚度的一半抽壳。另外考虑到有些小部件在这个模型中对变形的影响可能较大,所以在梁板模型中的横梁与纵梁相交处的小撑角板在板-梁模型不再省略,从图 3 车架部分横梁和纵梁的相交处可以看出。图 4 所示是板-梁有限元模型底部图。

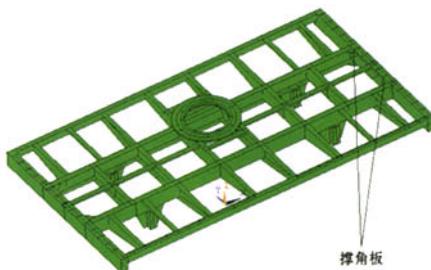


图 3 板梁几何模型车架部分



图 4 板梁有限元模型效果图

2 模型分析

2.1 载荷的处理与约束

天线平台挂车的载荷有:一名调试工作人员加上工具总重为 130 kg 作用在转台中间部位上;车桥和轮胎及前桥上的转向机构总重为 250 kg 作用在车架两条横梁上;天线板的自重为 385 kg 作用在支架上;围栏杆可以作为线载荷作用在车架的周边四条梁上,大约是 35 kg。整个拖车的位移约束主要是在车架的四个角上的 Z 方向的自由度为 0。

2.2 计算结果

为更好地了解车架、转台、天线支架三大块的变形情况,选取了 10 个特征点记录其变形大小。由于天线板工作时通过螺栓安装在支架上的,支架的变形直接决定了天线板的变形大小,所以选择的 10 个特征点中有 6 个点是位于支架上的。计算结果见图 5、图 6。

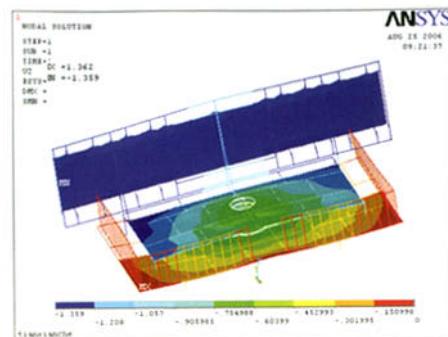


图 5 梁板模型计算结果

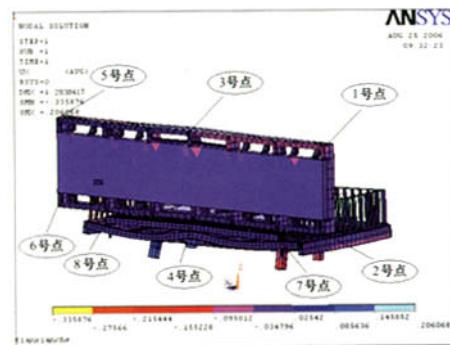


图 6 板壳梁模型计算结果

由梁-板模型计算出来的车身各处变形结果如下表 1。

表 1 车身各处变形表(梁板模型)

测试点	位置	U_x	U_y	U_z
1	支架左上角	-0.030 9	0.084 5	-1.359
2	支架左下角	0.000 964	0.032 8	-1.359
3	支架上中段	-0.029 8	0.230 3	-1.158
4	支架下中段	0.000 495	0.023 1	-1.172
5	支架右上角	-0.028 86	0.146 8	-1.238
6	支架右下角	0.000 085 2	0.060 7	-1.238
7	转台后左角	0.001 186	0.027 2	-1.327
8	转台后右角	-0.000 189	0.046 1	-1.246
9	车架前左角	0.003 89	0.005 5	0
10	车架前右角	-0.002 283	-0.001 3	0

由板-梁模型计算出来的车身各处变形结果如下表 2。

表 2 车身各处变形表(板梁模型) mm

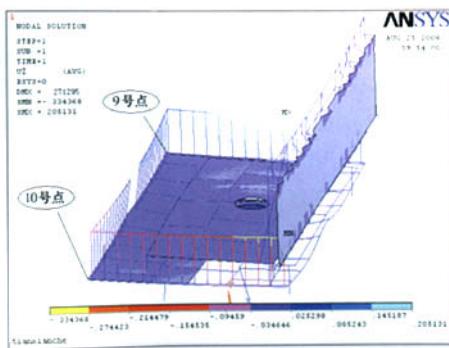
测试点	位置	U_x	U_y	U_z
1	支架左上角	-0.05614	0.08485	-1.281
2	支架左下角	0.00019	0.03303	-1.281
3	支架上中段	-0.031106	0.4358	-1.056
4	支架下中段	0.0007346	0.02722	-1.142
5	支架右上角	-0.08336	0.1785	-1.267
6	支架右下角	0.0006728	0.06205	-1.267
7	转台后左角	0.001980	0.001327	-1.139
8	转台后右角	-0.002752	0.009832	-1.204
9	车架前左角	0.02312	0.01526	0
10	车架前右角	-0.05052	-0.03174	0

2.3 结果对比分析

从表 1 以及表 2 中的变形数据来看,两组数据相差不大,数据的大小及变化趋势也很相近。表中 U_x 变形数值都非常小, U_y 的变形数值也不是很大, 只有支架中上段的变形超过 0.3 mm。从 U_z 数据上看, 垂直方向的变形比较大, 这与车架四端顶起, 中间两根车桥悬空的实际情况是相吻合的。数据最大点是位于支架左端的两个角点上, 达到 -1.359 mm, 远超过规定的结构变形不大于 0.3 mm 的要求。两种模型分析结果均表明车身结构变形是超标的。这也就意味着, 天线板放置在支架上信号接收系统工作的时候, 左右端的变形过大, 整体结构的下陷会直接影响天线信号的接收质量。这种情况是不允许的, 必须加以改进。

3 改进方案

为了让天线部分的变形小于 0.3 mm, 采用简易可行的方法是在车架底部两横梁中间部位分别增加两个 Z 方向的位移约束, 使得整个车身部分六个点上有位移约束, 计算结果如图 7。



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>