

# 赛车游戏模拟器设计研究

江宇源

(网易(杭州)网络有限公司 浙江 杭州 310052)

**【摘要】**文章进行赛车游戏模拟器的结构设计与测试研究,在对设计方案加以明确后,依次开展各部件的设计,基于solidworks进行模型构建、仿真、ANSYS有限元分析,确认本次设计成果的合理性,满足使用者对赛车游戏模拟器各项功能与性能的需求。

**【关键词】**赛车游戏;模拟器;结构设计;ANSYS有限元测试

赛车游戏作为高科技游戏设备之一,基于运动机械设计、计算机应用技术能够可靠模拟赛车行驶的过程,而从事赛车游戏模拟器的结构设计研究,将是进一步推动我国有了产业发展的重要研究举措,有效丰富社会公众的业余生活。

## 一、赛车游戏模拟器设计方案

本文依据当代我国游戏玩家对赛车类游戏体验的需求,设计一款结合油门、刹车、方向盘的赛车游戏模拟器,以为游戏玩家提供更加逼真的运动效果<sup>[1]</sup>。本次模拟器由座椅、运动装置、驾驶平台三部分组成。工作原理方面,本次赛车游戏模拟器具备两个自由度,前后晃动结合左右摇摆,模拟器设置两个平面,即底面与运动面,设计阶段在底面上增加一个底座负责安装模拟器的一系列运动零件,如稳压器、控制板、电机等。运动面则安装多功能游戏座椅,同时可加装减震器、双向滑动导轨<sup>[1]</sup>。图1为赛车游戏模拟器原理简图:

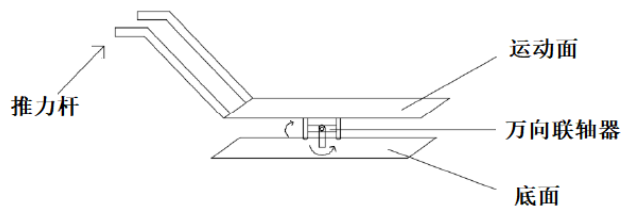


图1 赛车游戏模拟器原理简图

在模拟器与游戏运行阶段,由推力杆下的卧室涡轮杆直流减速电机控制板来提供不同的转动功能,结合运动面上的两个连接杆,可让运动面在万向联轴器上作出模拟游戏晃动的动作,当两个电机转速、转动相位不同,此刻连接杆的受力不同,运动面会良好模拟出游戏内不规则晃动<sup>[2]</sup>。

## 二、赛车游戏模拟器结详细设计

### (一) 三维建模

本文应用solidworks结合Pro/E,进行赛车游戏模拟器三维模型设计。基于爆炸图,本次赛车游戏模拟器组成部件包括底部支架、驱动单元、前段支架、传动机构、座椅模块。

### (二) 底部支架设计

底部支架位于赛车游戏模拟器最下方,负责承受整个模拟器重量以及使用者重量,同时负责为模拟器提供动力来源。底部支架机构包括四杆机构、电机、控制板、底架、电源。在设计阶段,基于四杆机构的尺寸,设计底部支架总长度898mm,基于控制板、电源与电机的尺寸确定宽度为552mm。

### (三) 模拟器驾驶平台设计

本次赛车游戏模拟器驾驶平台,包括方向盘、踏板、挡位三部分。首先,将驾驶平台同模拟器下方连接杆进行固定,以可调节螺母形式连接,将宽度设置为490mm。踏板使用罗技公司出品的G29力反馈方向盘套餐里的底板踏板,包括离合器踏板、油门踏板、刹车踏板。其次,油门踏板设计阶段,为符合正常车辆驾驶思维,又慢踏板上方安装方向盘等装置,在角度调节固定半圆板上设计机械支撑杆,配合角度调节板实现高度、角度的调整,让模拟器驾驶平台舒适度有效提升。最后,本次设计基于逻辑G29方向盘与挡位架进行方向盘托架设计,挡位托架设计。

### (四) 驱动机构设计

本次赛车游戏模拟器驱动机构设计阶段,充分考虑普通玩家的体重,体重较大玩家的体重以及惯性力,在确认电机功率基础上,最终选定蜗轮蜗杆

电机，型号为12w\_Rv040。采用直流电机的优点在于其具备较好的调试性能与气动性能，在运行阶段直流电机提供的转矩比交流电机更大，同时赛车游戏模拟器，因需要充分考虑使用者的体验度，因此对于启动性能、调速性能都有着较高的要求。

### (五) 座椅模块设计

赛车游戏模拟座椅模块，设有四杆机构连接支架、座椅、汽车双滑轨滑道三部分。基于底面与运动面利用万向联轴器的形式，同时连接球头连接杆，最后上方还会安装座椅，同时四杆机构计算阶段所使用的是赛车游戏运动模拟器四杆机构副主图AD两点距离，因此本次设计未对其形状结构进行设计，仅基于通用型改装汽车双轨滑道可移动范围进行长度的设计，最终设计为526mm，可保证座椅无论如何前后与移动都不会同连接支架出现碰撞。与此同时，根据两个电机输出轴之间的距离，最终确认座椅的宽度为447mm，四杆机构AD距离确认倍进行该DE距离为50mm，EF距离为292mm<sup>[3]</sup>。

## 三、赛车游戏模拟器仿真测试

### (一) 实验方法

在solidworks内使用运动仿真功能，调用solidworks Motion 仿真工具，随后基于前文设计内容进行完整赛车游戏模拟器，将配置结果添加电机开展运动仿真，基于Motion工具内的马达动力加载凸缘。实验阶段，定义马达类型为选装马达、顺时针旋转，设置马达为等速类型，设置19转/min马达速度。随后，设置马达运动类型为振荡运动，设置同时拥有2个马达，相同转速，最后再设置两个马达不同转速。完成仿真后，基于ANSYS有限元方法进行设计成果静态特性分析，基于solidworks完成搭建的模型连接至ANSYS内，随后设定单元属性，包括赛车游戏运动模拟器的座椅支撑板、底架等独立特性，并对有限元模型施加约束、施加荷载。

### (二) 实验检测效果

#### 1. 运动模拟结果

在对运动仿真动画演示结果进行观测后，发现在只有一个马达等速转动情况下，整个模拟器座椅会呈现出向左或是向右稳定摇摆，座椅具体的摆向取决于两个马达各自的工作状态，成功模拟出赛车在路上行驶阶段向左、向右倾斜驾驶状态以及轻微晃动状态。在只有一个马达拥有震荡转速的情况下，

整个模拟器座椅呈现出非稳定性向左摇摆或是前后摇摆。当两个马达同时转动，且方向相同、均为逆时针转动阶段，模拟器体现出赛车踩油门加速前进为驾驶员带来的缓冲后仰推背感效果。在两个马达转向不同、且转速振荡不同背景下，可以模拟出赛车撞击路边物体后产生的剧烈晃动。在确认各项功能均可成功模拟后，对本次赛车游戏模拟器设计成果进行速度、质量中心位置求解，选择座椅支撑板为测试零件，选择生成新图解结果形式生成线性位移图。如图2：

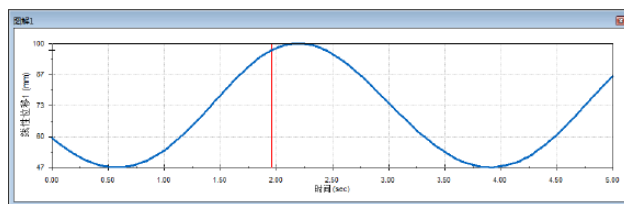


图2 线性位移图

为获取质量中心位置，在工具中选择座椅作为零件，于子类别内设置质量中心位置，选择结果分量包括X、Y、Z分量，获取质量中心位置图1、2、3，如图3、4、5：

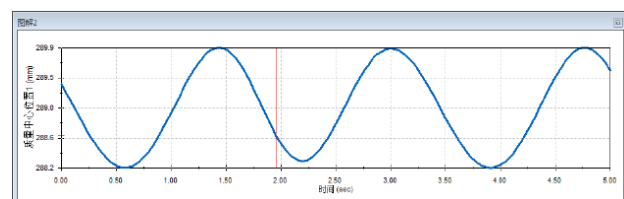


图3 质量中心位置 1

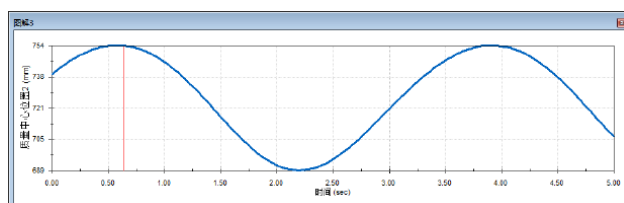


图4 质量中心位置 2

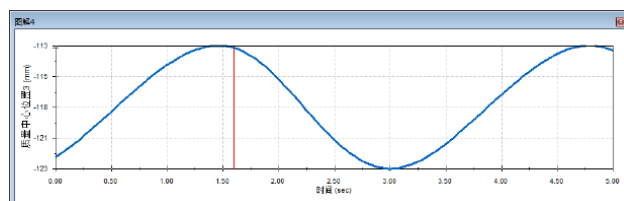


图5 质量中心位置 3

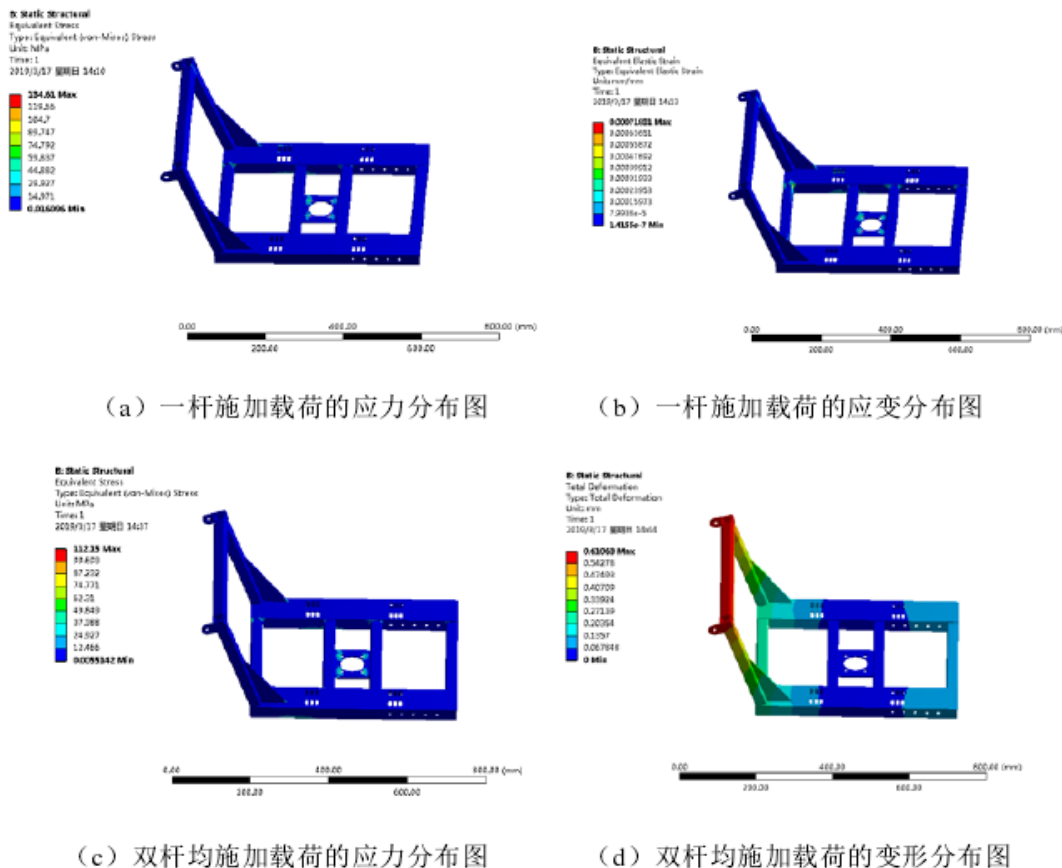


图6 赛车游戏模拟器座椅支架有限元分析云图

基于对线性位移图、质量中心位置数据进行分析,结合之前仿真运动的动画观测结果,可以发现当本次赛车游戏模拟器两个不同马达处于两种不同工况,即车辆在不同驾驶环境情况下出现的晃动,在速度、质量位置方面都符合动画内的运动状态,说明本次设计的赛车游戏模拟器机构运动状态符合最初的设计要求。

## 2. 静态特性分析成果

基于 ANSYS 有限元分析,对各部位零部件进行施加荷载后的应力分布特征分析。本文以座椅支架有限元分析结果为例进行云图分析,如图6:

基于云图分析,可以发现当一端施加一杆力荷载情况下,座椅支架受力端附近出现最大应力,达到 134.61MPa,最大变形在受力接触点,达到 0.76321mm。云改变位置、应力出现在同样部位,最大值为  $0.7183e^{-3}$ mm/mm。当两端施加同等力荷载后,应力出现于座椅支架靠近受力点的两端,最大变形位于受力接触点,为 0.61065mm,应变位置、应力同样出现在相同位置。二者对比,可发现一端受力情况下,应力、应变与变形量均比两端同时受力更加

严重,故本次设计选择一端受力应力进行强度校核,最终确认本次设计的强度极限满足设计规范<sup>[4]</sup>。

## 四、结束语

本文设计了一款模拟效果良好且相对轻便、成本较低的赛车游戏模拟器。首先依次进行了整体结构下不同部件的设计。其次,基于 solidworks 对设计成果进行仿真,确认了本次设计成果下机构的运动状态符合最初设计初衷。最后,基于 ANSYS 进行有限元分析实现静态特征分析,分析结果下得出本次设计成果极限强度满足设计规范,具备实际与使用价值。

## 参考文献:

- [1]吕丽珺.游戏模拟器云化的架构与实施[J].电脑知识与技术,2022,18(01):116-118.
- [2]刘辉.FC模拟器的设计与实现[D].长江大学,2020.
- [3]陶余钱.游戏赛车运动模拟器的结构设计与测试[D].安徽建筑大学,2019.
- [4]袁能.六自由度赛车游戏模拟器控制系统的研究与实现[D].湖南大学,2017.