

# 自平衡式摩天轮智能车库的设计

孙九增, 项辉宇

北京工商大学, 北京  
Email: 1402094151@qq.com

收稿日期: 2020年9月9日; 录用日期: 2020年9月23日; 发布日期: 2020年9月30日

## 摘 要

为了解决城市中停车位不足的社会需求问题, 本文提出一种自平衡式摩天轮智能车库的设计方案。首先, 以适应住宅小区多样化需求为前提, 构思摩天轮立体车库的结构和运转方式; 其次, 对立体车库进行平面图绘制、三维立体模型建造及流程设计; 最后, 对立体车库关键部件进行有限元分析。通过以上研究分析, 可以为立体车库的设计制造提供参考依据与理论指导, 同时缩短了设计周期, 提高了设计效率和可靠性。

## 关键词

摩天轮式智能车库, 平衡性, 偏心机构, 存取车

# Self-Balancing Ferris Wheel Intelligent Garage Design

Jiuzeng Sun, Huiyu Xiang

Beijing Technology and Business University, Beijing  
Email: 1402094151@qq.com

Received: Sep. 9<sup>th</sup>, 2020; accepted: Sep. 23<sup>rd</sup>, 2020; published: Sep. 30<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

In order to solve the problem of insufficient parking space in the city, this paper puts forward a design scheme of self-balancing intelligent garage for Ferris wheel. First of all, to meet the diverse needs of residential areas as the premise of the conception of the structure and operation mode of the Ferris wheel three-dimensional garage; secondly, the plan drawing, three-dimensional model construction and flow design of the opposite body garage; finally, the key components of the opposite body garage are analyzed by finite element method. Through the above research and analysis, it can provide reference and theoretical guidance for the design and manufacture of stereoscopic garage, at the same time, shorten the design period and improve the design efficiency and reliability.

## Keywords

Ferris Wheel Intelligent Garage, Balance, Eccentric Gear, Access to a Car

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

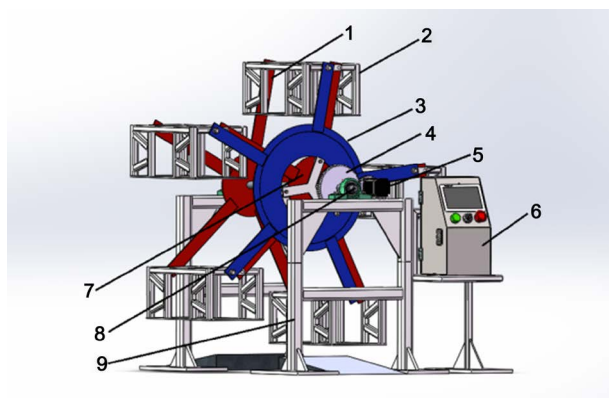
随着城市私家车保有量剧增, 停车难及其带来的一系列问题, 不仅影响市民的生活质量, 也成为制约大中型城市发展的顽疾[1]。现阶段平面的停车场难以容纳巨大的私家车数量, 土地资源较为紧缺, 立体车库是有效解决停车问题的新方式, 它不仅能很好的避免土地资源的浪费, 而且具有符合人们操作习惯、省力省时的特点[2]。在此背景下多种立体车库被设计出来, 其中针对小区停车, 摩天轮式立体车库更适合小区紧凑的空间。摩天轮式立体车库是以摩天轮这一标志性游乐园建筑物为意向, 将其映射到立体车库的设计理念而形成的一种立体车库形式[3]。这种摩天轮意象实体化的过程不仅抓住了立体车库解决实际问题的关键点, 而且实现了外观上的新颖别致, 能够很好地贴合现代化的建设风格, 适应集成式的自动化规划。

目前社会中现存的摩天轮式立体车库都是靠汽车自身重力保持平衡, 在运行过程中会出现摇摆等不稳定的现象, 其设计及理论分析还不够完善。本文提出的自平衡式摩天轮立体车库可以很好的解决这一问题, 它采用一种偏心机构的方式来维持车库运转过程中的平衡。

本文主要在两个方面进行了改进和创新, 一是稳定性方面, 通过偏心机构的原理, 设计出一种辅助转盘来增强其稳定性; 二是存取车方面, 通过不同的功能按键来控制存取车的方式, 节省了时间, 为人们的出行提供了方便。

## 2. 车库外观

车库整体的三维立体模型如图 1 所示。



1——外中心转盘; 2——车库; 3——辅助中心转盘; 4——齿轮; 5——步进电机; 6——控制柜; 7——内中心转盘; 8——中心传动轴; 9——外侧托架

Figure 1. Three-dimensional model of motor wheel garage

图 1. 摩天轮立体车库三维模型

### 3. 设计方案

该车库是基于居民小区停车拥挤问题所提出的设计方案[4], 通过小区停车位位置的合理摆放, 提出理论的设计方案。它的三维立体模型是基于 Solidworks 设计而成, 从零件的设计到最终的装配体, 再到工程图, 都是在 Solidworks 中完成的。

主要设计方案如图 2 所示:

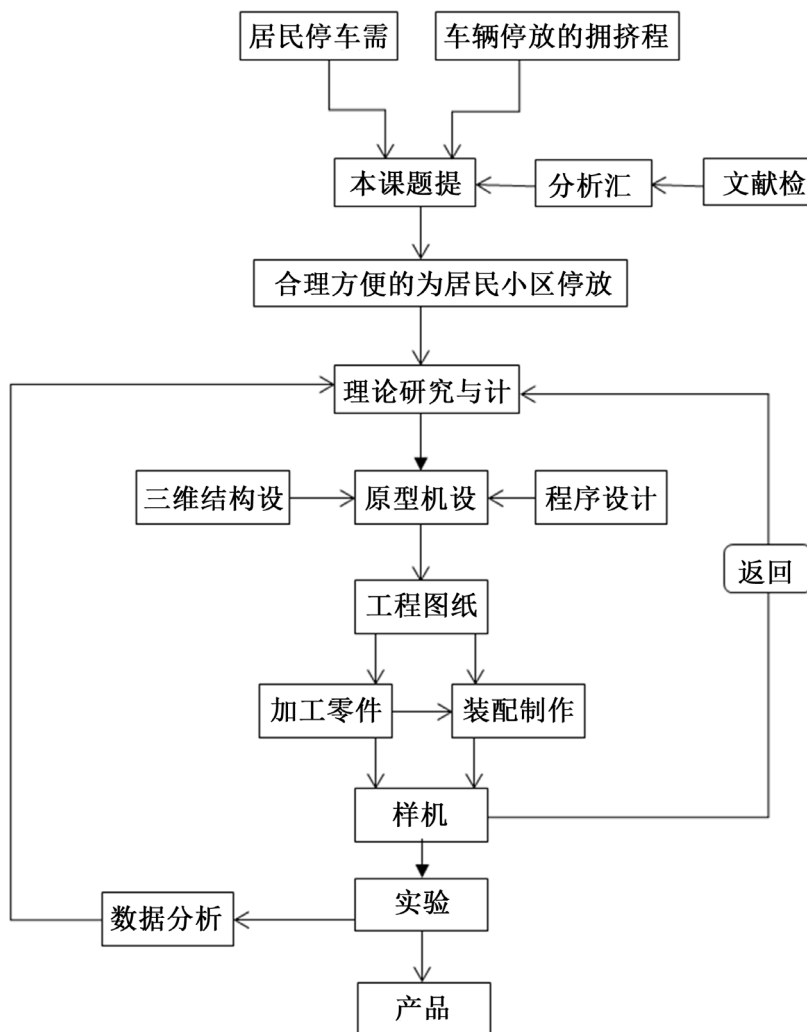


Figure 2. Product design analysis scheme

图 2. 产品设计分析方案

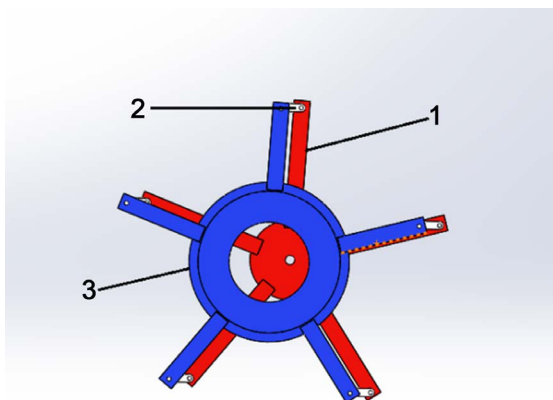
通过该方案的实施, 从开始调研到提出问题, 再到整体设计, 使该项目准确无误的合理进行。

### 4. 稳定性方面

#### 4.1. 偏心机构的组成部分

此摩天轮智能车库最大的创新点是利用其偏心原理, 使车库在转动的时候保持平衡。

为了使车库在转动的时候能够保持车位的平衡, 在中心转盘的外侧加入了一个辅助中心转盘, 中心转盘和辅助中心转盘通过设计的平衡连接键连接在一起, 如图 3 所示。



1——内中心转盘; 2——平衡连接键; 3——辅助中心转盘

Figure 3. Components of eccentric mechanism  
图 3. 偏心机构的组成部分

## 4.2. 偏心原理

偏心原理是在平行四边形机构的基础上延伸而来, 平行四边形的两条对边分别平行, 当把平行四边形的一条边固定住, 另一条边转动的时候始终是保持平行, 如图 4 所示。

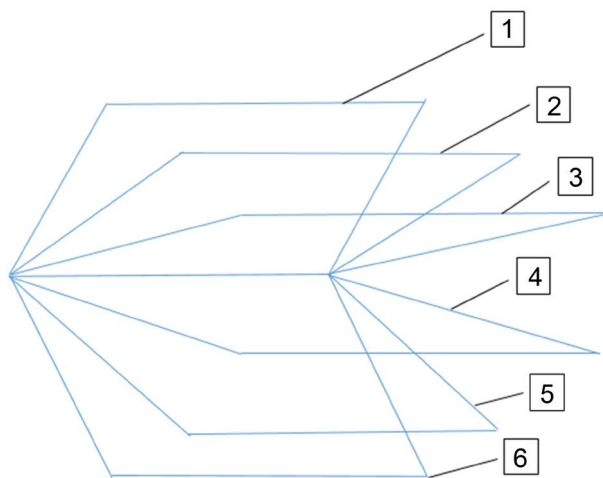
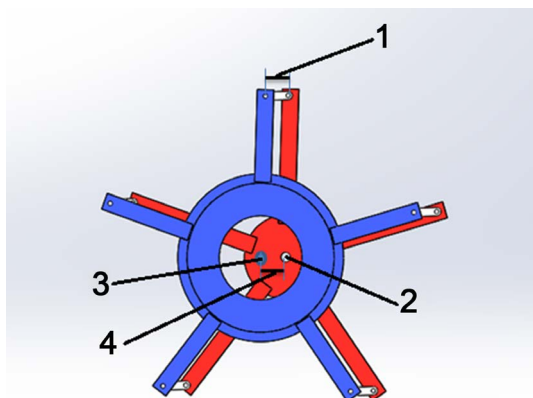


Figure 4. Parallelograms principle  
图 4. 平行四边形原理展示

1、2、3、4、5、6 代表不同的位置, 无论在图中哪个位置, 只要固定住平行四边形的一条边那么另一条边始终是保持平行的。

将此原理运用到车库中, 车库的辅助中心转盘和内中心转盘, 它们的中心偏移一定的距离, 偏移的这段距离与设计平衡连接键的距离是相等的, 它们之间也是平行的, 这样两条对边分别平行且相等, 就形成了一个完整的平行四边形机构。

车库在转动的时候, 两个转盘的中心是固定的, 相当于将平行四边形的一条边固定住, 另一条边则是链接键, 和它平行且相等, 链接键无论转动到哪个位置, 都始终是保持平行的, 因此车库在转动的时候, 可以保持很强的稳定性, 如图 5 所示。



1——平衡连接键的长度；2——内中心转盘中心；3——辅助中心转盘中心；4——辅助中心转盘中心与内中心转盘中心之间的距离

Figure 5. Application of eccentric principle  
图 5. 偏心原理的应用展示

## 5. 存取过程操作实施

### 5.1. 存车方式

车库的控制柜上安装有五个按钮，分别标注好 1、2、3、4、5，五个车库也标注好五个位置，五个车库平衡时所处的位置恰好为正五边形的五条边的位置，因此每个车库相隔 72 度。在编写程序时将电机的转数控制为 72 的倍数，因此电机转一次，车库就相应的转过 72 的倍数，也就是恰好转到指定的位置。没有停车时，五个车库按照五个位置摆放好，从左往右依次按 1、2、3、4、5 排列好。

当开始存车时，假设一号车位没有车，想把车存入一号车位，那就按下一号按钮，电机开始转动，一号车库从所在的位置转到最下方，然后车主将车停入车库中，当传感器检测到人已经离开车库后，电机就开始反转，一号车库也随之转回原来的位置。

当二号车库没有停车时，按下二号按钮，电机开始转动，二号车库从所在的位置转到最下方，然后车主将车停入车库中，当传感器检测到人已经离开车库后，电机就开始反转，二号车库也随之转回原来的位置。

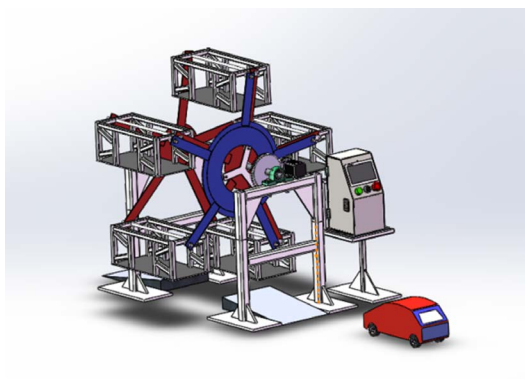
当三号车库没有停车时，按下三号按钮，电机开始转动，三号车库从所在的位置转到最下方，然后车主将车停入三号车库中，当传感器检测到人已经离开车库后，电机就开始反转，三号车库也随之转回原来的位置。四号车库五号车库同样也如此。

### 5.2. 取车方式

当车主准备取车时<sup>[5]</sup>，开始五个车库位于平衡状态，同样我们在程序中也把电机的转数控制为 72 的倍数，电机正转或反转一次都是转过 72 的倍数。当开始取车时，如果三号车位存着车，车主就需要按下三号按钮，这样电机收到感应就开始正转，三号车库带着车就转到车库最下方，车主上车将车开下，当传感器感应到车已经离开车库时，电机就开始反转，随之三号车库也转回到原来的位置。如若一号车库存放着车辆，车主就将一号按钮按下，此时电机就开始正转，一号车库随之转到最下方，车主将车开出，传感器感应到车离开后，就开始反转，随之一号车库转回到原来的位置。其余车库取车如上相同。

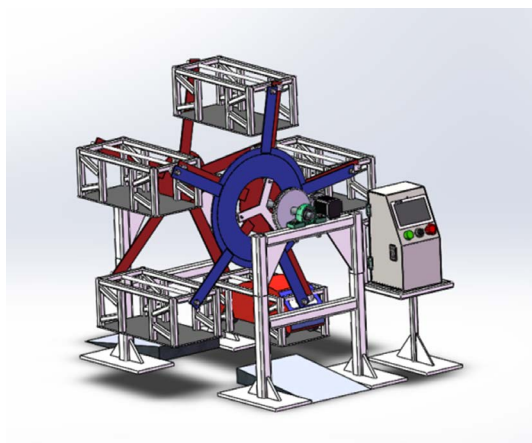
下面对小车存入车库和从车库中取出的过程做动画展示。

首先车主将车驶到车库前方，此时车库处于静止位置，如图 6 所示。



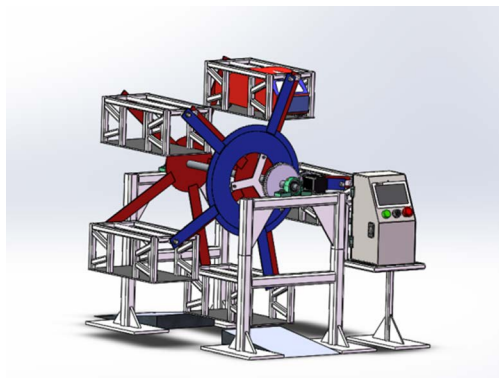
**Figure 6.** Before the car enters the garage  
**图 6.** 小车进入车库前

当车主按下按钮后，相应的车库开始转到最下方，然后车主将车驶入车库中，车主下车关闭车门，离开车库，如图 7 所示。



**Figure 7.** The car starts to store in the garage  
**图 7.** 小车开始存入车库

随后车库中的传感器检测到车主已经离开车库，然后电机开始反转，将车库转到原来的位置，如图 8 所示。



**Figure 8.** Puts the car in the designated garage location  
**图 8.** 将小车放入指定的车库位置

最后车主按下按钮, 电机转动, 载车的车库转到最下方的位置, 车主将车驶出车库, 随后传感器检测到车主离开车库, 然后电机反转, 车库在转回到原来的位置, 如图 9 所示。

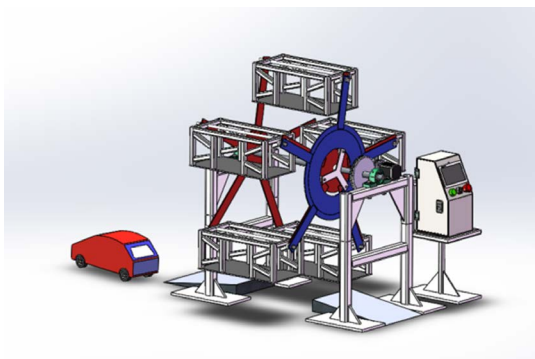


Figure 9. Car removed from garage

图 9. 小车从车库取出

## 6. 结论

本文提出一种新型自平衡式摩天轮立体车库的设计方案。利用 Solidworks 对车库进行结构设计和虚拟装配, 建立起虚拟车库的样机模型[6], 使系统模型的修改操作更加方便。同时也改进出一种新颖的存取车方式, 节省了时间, 也方便了人们的出行。

## 参考文献

- [1] 王选. 立体车库的发展现状及趋势研究[J]. 河北农机, 2017(12): 11.
- [2] 王辉. 机械立体车库的特点研究及应用[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南大学, 2008.
- [3] 付翠玉, 关景泰. 立体车库发展的现状与挑战[J]. 机械设计与制造, 2005(9): 156-157.
- [4] 韩立芳, 张明勤, 李海青, 等. 基于 TRIZ 的新型立体车库创新设计[J]. 工程设计学报, 2008, 15(2): 86-89.
- [5] 郭帅. 基于 Solidworks 的有关设计分析与研究[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2011.
- [6] 孙彬彬, 刘楠幡, 吴立辉, 等. 无避让立体车库整体设计研究[J]. 现代制造技术与装备, 2016(8): 91-92.