

# 摘 要

随着经济的发展和人民生活水平的提高，私家车数量急剧上升，为了解决小区停车压力，车库的建设势在必行。本次设计旨在如何充分的利用有限的土地资源，建设尽可能多的停车泊位，缓解城市静态交通问题。立体车库的出现避免了单一的向平面发展的方式，以智能化为基础，向空中、向地下拓展，不仅有效地解决了停车难得问题，而且取得了可观的经济效益。

本次设计分析了各种立体车库的具体特点，结合城市住宅小区具体环境情况，选择垂直循环式立体车库为研究开发对象。提出并确定了车库的总体方案；确立了车库的机械系统的组成；设计了车库的整体尺寸；选择了车库的建材；确定了升降机构主要部件，并分别进行了选择、设计和校核；车库的开发丰富了小区内停车设备的建设模式，具有一定的社会意义。

**关键词：**垂直循环；立体车库；机械系统

## **Abstract**

With the development of the economy and improvement of people's living standard, a sharp rise in the number of private cars. In order to remit the pressure parking in neighborhood, the construction of the Parking System is imperative. The design aims to how to make full use of the limited land resources and build as much as possible, and convenient of the parking garage, remit problems of urban traffic . The Mechanical Parking System avoid the appearance of a single plane development way, with intelligent foundation, to the air, underground development, not only effectively solve the parking problem, but also made considerable benefit.

The design analysis of the various kinds of the Mechanical Parking System specific characteristics, combined with the urban residential area specific environmental situation, select vertical circulation Mechanical Parking System as research object. Put forward the design and determine the overall plan of the garage; Establish the composition of the Mechanical Parking garage.designed the overall size of the garage; choose the garage building materials;sure the major components of the lifting mechanism and select design and check it;The development of the rich Mechanical Parking System in the district of parking equipment construction mode, and has a certain social and environmental benefits.

**Keywords:** Vertical circulation; tridimensional garage; mechanical system

# 目 录

摘要.....	I
<b>Abstract</b> .....	<b>II</b>
<b>第 1 章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究的背景与意义.....	1
1.1.1 研究的背景.....	1
1.1.2 论文研究的意义.....	2
1.2 国内外发展状况.....	3
1.3 立体车库的分类.....	6
1.4 论文的主要研究工作.....	12
<b>第 2 章 立体车库方案的确定及总体结构设计</b> .....	<b>13</b>
2.1 立体车库总体方案的确定.....	13
2.2 总体结构设计.....	16
2.2.1 机械系统的工作原理.....	17
2.2.2 机械系统的组成.....	17
<b>第 3 章 升降机构的设计计算</b> .....	<b>20</b>
3.1 驱动系统的设计.....	20
3.1.1 电动机的选择.....	20
3.1.2 减速器的选择.....	21
3.1.3 制动器的选择.....	21
3.2 传动系统的设计.....	22
3.2.1 开式齿轮的传动设计.....	22
3.2.2 链传动的设计.....	26

3.2.3 轴的设计与校核.....	32
3.3 结构框架的设计.....	38
3.4 联轴器和键的选择.....	42
3.5 轴承的选择.....	44
3.6 车辆托盘的设计.....	45
<b>第4章 控制系统.....</b>	<b>47</b>
<b>结论.....</b>	<b>48</b>
<b>致谢.....</b>	<b>49</b>
<b>参考文献.....</b>	<b>50</b>

# CONTENTS

<b>Abstract</b> .....	1
<b>Chapter 1 introduction</b> .....	1
1.1 research background and significance.....	1
1.1.1 research background.....	1
1.1.2 significance of research papers.....	2
1.2 domestic and foreign development situation.....	3
1.3 classification of three-dimensional garage.....	6
1.4 paper main research work.....	12
<b>Chapter 2 three-dimensional garage scheme and the determination of the general structure design</b> .....	13
2.1 Three-dimensional garage to determine the overall scheme.....	13
2.2 general structure design.....	16
2.2.1 The working principle of mechanical system .....	17
2.2.2 mechanical system composition.....	17
<b>Chapter 3 lifting mechanism design calculation</b> .....	20
3.1 drive system design.....	20
3.1.1 motor choice .....	20
3.1.2 Reducer choice .....	21
3.1.3 pruning the choice of the brakes.....	21
3.2 transmission system design.....	22
3.2.1 Open type of gear transmission design.....	22

3.2.2 chain design.....	26
3.2.3 The design of the shaft and checking.....	32
3.3 The design of the structural framework.....	38
3.4 Coupling and key choice.....	42
3.5 Bearing choice.....	44
3.6 The design of the vehicle tray.....	45
<b>Chapter 4 Control system.....</b>	<b>47</b>
<b>conclusion.....</b>	<b>48</b>
<b>thanks.....</b>	<b>49</b>
<b>references.....</b>	<b>50</b>

# 第1章 绪论

## 1.1 研究的背景与意义

### 1.1.1 研究的背景

随着改革开放的不断深入，中国经济的迅速发展，我国城市居民经济条件的日益改善，私人轿车的数量大大增加，致使在人口集中的城市里，在繁华的街道小车停车位的严重不足，使得停车难问题日趋严重，立体车库无疑是解决小区停车难问题的一种有效途径。

伴随着我国国民经济的高速发展以及城市化水平的不断加快，车辆的拥有量在飞速的增长。车辆的不断增多，城市道路设施跟不上经济发展的步伐，造成了动态交通的严重阻塞。同时停车场地设置的不合理，出现了严重的占道停车，占用居住小区绿地，造成静态交通混乱现象，从而进一步加剧了交通拥挤，破坏了城市的居住环境和城市形象，破坏了动态交通和静态交通的关系，形成了恶性循环。目前我国城市机动车辆的拥有量与停车位之比大约为5:1，也就是说停车位的满足率只有20%左右。停车位严重不足，造成机动车非法停放、占道停放现象日益严重。从城市建设的经验看，要保证交通不拥堵，不仅要满足100%的基本停车位，还要能满足20%的公共停车位。近几年新增轿车每年在200万辆左右，按停车位与轿车数之比为1.2:1计算，每年需新增停车位240万个，才能满足停车位的需求。目前，我国城市内大部分都采用平面式停车场。该种停车场占地面积大，设备复杂，有效停车位置少，对人员车辆安全的保障性差。平面停车场需要进出车道、通行车道，并且对宽度、转弯半径、坡度都有规定，因此真正用于停车的面积只占建筑面积的一部分，平均下来一辆小型车要占用40平方米的面积。平面式停车场

由于上述这些占地面积大、造价高、存车效率低、人员与车辆安全保障差等弊病，对于开发商的效益和业主的使用都非常不利。故建造立体车库已是迫在眉睫，也是我国经济发展、人民生活水平提高所带来的城市静态交通的必由之路。立体车库凭借其在许多方面的优越性，从其诞生以来就广泛地引起人们的关注，并在近年来越来越受到人们的重视，本文正是在这样的背景下，试图对城市住宅小区的停车问题做一些研究与改造<sup>[1]</sup>。

### 1.1.2 论文研究的意义

目前我国城市停车的主要类型还是大型公共停车库，规模大，占地面积较大，建设资金大，停放车辆多，主要应用于车辆停放的密集区如商业中心区、大型的车站等，这都需要有较大的建设地面和空间。现在还没有应用于城市住宅小区的立体车库来解决私人汽车的停放问题，

为了解决住宅小区内的停车问题，只能利用小区内较小的面积，建立中小型机械式立体车库，占地面积少，存放的车辆多，而且能使住户存取车辆时，既便捷又安全可靠。垂直循环式机械立体停车库以其土地利用率和空间利用率高，使用操作简单、灵活，安全可靠，适应性强等诸多优点，是解决大城市住宅小区停车问题的主要发展方向，将会在新开发的住宅小区及旧社区里大显身手。具体讲，研究的意义主要有以下几个方面<sup>[2]</sup>：

#### 1. 节省空间

立体停车库的占地面积为平面停车场的1/2-1/25，空间利用率比建筑自走式停车库提高了75%。尤其在商业中心区、写字楼、医院、银行等人流量和车流量大的公共场所，发挥了很大的作用。



## **2. 机械式立体停车库完全采用电脑控制，司机存车更方便**

司机不用进出车库，汽车熄火后进库，全自动停车和取车。车主在进入车库时只需停车刷卡或交费后，即可存取车，十分方便。一般一次存（取）车时间不超过120秒，避免了传统自走式停车库存取车需远距离走路，也免除了找车过程的时间耗费，还不受尾气污染，安全便捷。

## **3. 综合投资少**

机械式立体停车库占地面积小，大大节省了土地的投资费用，而且空间利用率极高，运营过程中用电少、能耗低、管理人员少、费用低。立体停车库土建结构简单，工程量小，消防要求低，通风只需少量投资，因而也极大地降低了费用。据统计，新型立体停车库设备每个车位投资约在2-6万元，而建筑自走式停车库每个车位的造价约为12万元以上。

## **4. 配置灵活**

立体停车库可单独设计，也可依附在其他建筑物内，可设在地上、地下或半地下，形式多样，适应性广。

## **5. 改善环境**

新型立体停车库不仅有效地改善了停车的环境，也可减少废气排放、噪音及土地覆盖，改善了行车环境，增加了行车流量；改善了人的生活环境，实现了人、车分流，同时也改善了居住生活环境；停车不占地面，还增加了绿化面积。

# **1.2 国内外发展状况**

## **1. 国内发展状况**

我国机械式车库的早期研究开发工作始于上世纪八十年代，河

北承德的华一机械车库集团有限责任公司于 1989 年建造起国内第一台垂直循环类机械式停车车库，填补了国内机械式停车车库的空白。90 年代开始引进和生产停车设备，在北京、上海、广州、深圳等地都有使用。参照日本等国标准制定的我国行业标准也于近几年出台，目前停车设备生产厂已发展到几百家，生产各种类型的停车设备，有些停车设备已开始出口。机械式立体车库是一种具有综合性能的建筑，不仅包含了机械停车设备，其规划建设涉及到区域整体景观、交通疏导、建筑结构、供电照明、通讯监视、通风排水、环境保护、安全消防、收费管理等各学科领域，就停车设备本身而言，其机械结构的发展已形成了停车设备独有的技术特征，需要多学科、多专业的复合型人才积极参与，把国外停车技术和各领域的成熟技术移植到我国停车产业，开发出安全、经济、高效、节能、省地的产品，满足国内外市场的需求。

在我国的停车产业发展中还存在问题，如没有统一的技术标准；多数产品是仿效或引进国外技术制造，技术水平低；缺少具有一定规模的企业，生产能力不足；市场竞争无序，个别企业为抢占市场，采取低价竞争；缺少科研设计单位的参与，技术创新能力严重不足；政策不配套，对停车产业发展和管理严重滞后等。解决上述问题，需要我们在政策市场、管理和技术多方面做出努力。政策方面应参照发达国家的有关政策法规，规划确定出专用和公共停车位的合理数量，实现投资主体多元化，确定车库的管理属性和停车收费标准，给予投资和经营者相应的优惠政策，使其有利可图。市场方面应建立车库市场运行机制，利用价格杠杆调高占路停车收费标准，逐步消除“路满库空”现象。鼓励按市场规则经营车库，

并实施政府监督和政策调控，使停车产业良性发展。

虽然立体车库在我国的发展势头非常的迅猛，但是目前立体车库在住宅小区内的应用，却还是少的可怜。其主要原因还是人们的思维观念没有转变过来，而技术上的问题已经退居其次。可以说，当前的技术已经完全可以满足小区内建造立体车库的主要要求，急需解决的是人们的思想问题。伴随着我国住房业的迅速发展，小区式居住方式已经成为市民住房方式的主流。并且，伴随我国经济的迅速发展，人们拥有自己的私家车也已经成为一种必然。所以，正是由于小区与私家车的数量越来越多，一旦人们的思想方式转变过来，那么应用于小区内的立体车库必将会如同雨后春笋般迅速地生长起来。而且，立体车库的技术也必然在今后的若干年内有大幅度的发展。所以，无论是立体车库技术的研究，还是立体车库工程的建造，发展前景都是非常乐观的。

## 2. 国外发展状况

早在 50 多年前，立体停车就在国外有所发展，先后出现了针对家庭使用的双层停车设备；利用住宅空地建起 2-4 层升降横移停车设备；适合城市中心商住区使用的停车楼和停车塔；利用广场、建筑物下面的空间建设地下车库。自 70 年代末起，世界经济高速发展，汽车逐渐普及，保有量不断增加，迫使地少人多、车多的国家、地区和一些发达国家积极开展了机械式停车技术的研究开发和制造应用。国外发展立体停车库较早较好的有日本、韩国、德国等国家。在亚洲，机械式停车设备采用较早且应用较普遍的国家有日本和韩国。日本从 20 世纪 60 年代初开始研发机械式停车设备。当时日本汽车保有量为 500 万辆，其中大多采用垂直循环式停车设备。80 年

代，日本开始向韩国和我国台湾省出口产品和技术。90年代初，其汽车保有量达到 6200 万辆，机械式停车设备得到高速发展，年递增率猛增到 30%以上，品种也从单一垂直循环式发展为多种型式，至今已开发生产出九大类共计近百个品种。其管理体制、技术标准等方面日趋完善，在役的立体停车库数量也最多。韩国机械式停车设备行业是仿效日本起家的，发展历程比较平稳。20 世纪 70 年代为起步阶段，80 年代为引进阶段，90 年代为使用阶段。制造厂约有近百家，已进入我国的有现代集团、LG 公司、德山公司(DuksAnEng&M 龟 Co., Ltd)、真山公司(JinsanPlantCo., Ltd)等。由于受到政府的高度重视，各种机械式停车设备得到了广泛的应用，年递增速度达到 30%;2000 年为其发展阶段，机械化停车设备将随供应量不断的扩大而得到快速发展。德国的停车场行业也很发达，生产制造机械式停车设备的厂商约有 24 家，其多高层钢结构立体车库性能分析和构件标准化中 KLAUS 和 OTTOWOHR 两家公司的生产量约占德国总产量的 80%<sup>[2]</sup>。

### 1.3 立体车库的分类

经过多年的研究与发展，立体车库根据其构造上的不同，可分为垂直升降式、升降横移式、巷道堆垛式、水平循环式、多层循环式、平面移动式、垂直循环式、简易升降式等立体车库。其中垂直升降式、升降横移式、巷道堆垛式、水平循环式、多层循环式、平面移动式立体车库是大型停车场，停放车辆多达数十辆以至上千辆之多，适合于建在有相对较大的空间而且车辆停放密集区如中心商业区、车站、码头等。垂直循环式、简易升降式一般占地面积较小，存放车辆较少，适合家庭和住宅小区停车<sup>[3]</sup>。

### (1) CSCK-垂直升降式立体车库

垂直升降类汽车停车库亦可称为塔式立体车库，它是通过提升机的升降和装在提升机上的横移机构将车辆或载车板横移，实现存取车的机械是停车库，如图1-1所示。

垂直升降停车设备的工作原理是：用提升机构将车辆或在车板提到指定层，然后用勇敢装在提升机上的横移机构将车辆或在车板送入存车位；或是相反通过横移机构制定存车位打开库门，驾驶员将车辆开走。

其内部为层状结构，一般以二辆车为一个层面，整个存车库可多达20-25层，平均50平方米的土地可容车40至50辆，比传统的停车场容车率高出约10倍，是酒店、商场、商务场所等人口极度密集区的首选停车设备。

这种车库的高度较高（几十米），对设备的安全性、加工安装精度等要求都很高，造价较高，但外型美观大方，可以与建筑物并设，也可单独设置，与环境融洽结合，高效利用土地。最适宜建筑在高度繁华的城市中心区域以及车辆集中停放的集聚点。



图1-1 垂直升降立体车库

## （2）升降横移类立体停车库

采用已载车板升降或横移存取车辆的机械式停车设备的立体停车库叫做升降横移类停车库，其工作原理为：每个车位均有载车板，所需车辆的载车板通过升降横移运动到达地面层，驾驶员进入车库，存取车辆完成存取过程。停泊在这类车库内地面的车只做横移，不做升降，上层车位或下层车位需通过中间横一层横移出空位，将载车板升或降到地面层，驾驶员才可以今日车库把车取出<sup>[4]</sup>。

此种立体车库如图1-2所示。采用模块化设计，每个单元可设计成两层、三层、四层五层、半地下等多种形式，车位数从几个到上百个不等。顶层车板上下升降，底层车板左右水平横移，中间层车板既可左右横移又可上下升降。通过不断的交换空位，完成车辆的存取。此立体车库适用于地面及地下停车场，配置灵活，造价较低。



图1-2升降横移立体车库

## （3）垂直循环式立体车库

垂直循环类机械式停车设备采用与地面垂直方向做循环运动而达到存取车辆的停车设备。其工作原理是通过减速电机带动传动机构，在牵引构件——链条上，每隔一定距离安装一个存车拖架，存车

拖架随链条一起作循环运动，从而达到存取车辆的目的。

存车时，司机将车开至设备存车拖架准确位置后，停妥后，司机出库。按动操作按键，电机启动，存车拖架随之运动，另一存车拖架转动到进口位置即停，则可进行下一存车操作；取车时，按下所取车编号按键，设备动作，存车拖架按最短路程运行至出口，司机进入存车拖架，将车开出。

该类型车库占地小，容量大，利用地面两个平面停车位可同时停放 7-32 辆车；机械性能稳定，安装操作简便，配置灵活，存取车方便；运行平稳，制动可靠，安全性高，外观轻巧美观。如图 1-3。



图 1-3 垂直循环立体车库

#### (4) 巷道堆垛式立体车库

采用堆垛机作为存取车辆的工具，所有车辆均由巷道堆垛机或桥式起重机将进到搬运器的车辆水平且垂直移动到存车位，并由存取装置实现车辆的有序存取。

其工作原理和堆垛式立体自动化仓库存取货物很相似，采用堆

垛机或桥式起重机作为存取车辆的工具，所有进到搬运器的车辆均由堆垛机或桥式起重机水平且垂直移动到存车位，或者从存车位取出，因此对堆垛机的技术要求较高，单台堆垛机成本较高，所以巷道堆垛式立体车库适用于车位数需要较多的客户使用<sup>[4]</sup>。巷道堆垛式立体车库如图 1-4 所示。



图 1-4 巷道堆垛式立体车库

#### (5) 多层循环立体车库

多层循环式立体车库如图 1-5 所示。通过载车板左右移动与升降的相互配合，使载车板循环运动，从而实现车辆多层存放。根据需要，出入口可加设回转盘，避免倒车麻烦，适用于无法设置坡道的场所，最适宜建于地形细且面积只允许设置一个出入口的场所。

根据循环方向与停车方向的关系，可分为纵式和横式两类。根据汽车出入地下室的方式可分为由汽车自行驶到地下停车装置上的直接出入式和用升降装置使汽车出入的升降式。





图 1-5 多层循环立体车库

#### (6) 水平循环立体车库

水平循环运动的车位系统存取停放车辆的机械式停车设备叫做水平循环式立体车库如图 1-6 所示。其工作原理是存取停放车辆的车位系统在水平面上工作循环移动，将所需存取的车辆的车载车板一出入口处，驾驶员再将汽车粗哺乳或取出。按载车板运动的形式可分为原型循环和方形循环式两种。圆形循环式，载车板运动形态成圆弧状，方形循环载车板运动为直运动。应用这种停车库，可以省去原停车的进出口通道，提高土地利用率。最适合建在狭长地形的地方。地下室采用此种停车库，由于车辆存取是在出入口，原有行车道有停车机械代替，不仅提高了地面利用率，还减少了废气排放，减少了污染，降低了通风装置的费用。

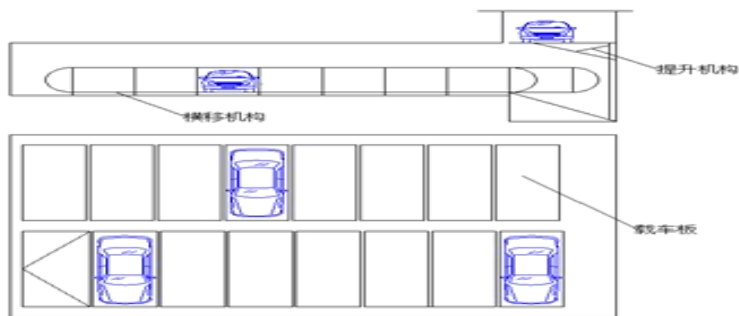


图 1-6 水平循环式立体停车库

## 1.4 本设计的主要研究工作

基于以上研究目标，确定本课题的主要工作，具体包括以下内容：

### 1. 垂直循环式立体车库的方案确定

根据研究目标，将立体车库选定为垂直循环式。通过对五种不同的立体车库的分析和比较，对照本文的目标，确定其中的一种为本文所设计研究的方案。

### 2. 立体车库总体结构设计

在具体方案确定后，对该立体车库进行总体结构设计，确定本车库由机械和自动控制两大系统组成。机械系统由整体框架、升降机构和换向机构组成；自动控制系统由自动收费、自动存取和监控安保三个子系统组成。同时，明确各系统的工作原理。

### 3. 对立体车库的机械系统进行设计与分析

根据立体车库的总体结构及各系统的功能，对机械系统中的整体框架、升降机构和换向机构分别进行设计与分析。

## 第2章 立体车库方案及总体结构设计

### 2.1 立体车库总体方案的确定

#### 一. 方案的选择

##### 方案一：升降横移式立体车库

升降横移式立体车库是指利用载车板的升降或横向平移存取停放车辆的机械式停车设备。升降横移式立体车库每个车位均有载车板，所需存取车辆的载车板通过升、降、横移运动到达地面层，驾驶员进入车库，存取车辆，完成存取过程。停泊在这类车库地面的车只作横移，不必升降，上层车位或下层车位需通过中间层横移出空位，将载车板升或降到地面层，驾驶员才可进入车库内将汽车开进或开出车库。其工作原理是：三层三个车位可以升降，二层两个车位可以升降和平移，一层的两个车位只能横向横移，空车位供三层和二层的车位下降时借用。1、2号车位可以直接存放车辆；7号车位需下降后再存放车辆；3号车位，则需先将1号和2号载车板右移，再将3号载车板下降；4号车位，则需先将2号载车板右移，再将4号存车板下降；5号车位需要先将1、2、3、4号四个载车板右移，再将5号载车板下降；6号车位则需要先将2、4号载车板右移，再将6号载车板降下如图2-1所示。

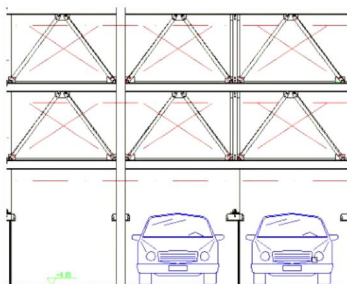


图2-1升降横移式立体车库

## 方案二：垂直升降式立体车库

车库中间是升降机垂直运送汽车的通道，两侧是沿垂直方向设置的停车车位，类似于电梯的工作原理，把容纳汽车的停车室和升降汽车的升降装置组合起来。存取车时由升降机构带动车和托盘到达指定层面，然后用横移装置通过横向伸缩把车和托盘搁放在指定存车位置上或是相反。通过横移装置将指定存车位上的车辆和托盘送入升降机构，升降机构降到车辆入口处，打开库门，将车开走。

其内部为层状结构，一般以二辆车为一个层面，整个存车库可多达20-25层，平均50平方米的土地可容车40至50辆，比传统的停车场容车率高出约10倍，是酒店、商场、商务场所等人口极度密集区的首选停车设备<sup>[5]</sup>

这种车库的高度较高（几十米），对设备的安全性、加工安装精度等要求都很高，造价较高，但外型美观大方，可以与建筑物并设，也可单独设置，与环境融洽结合，高效利用土地。最适宜建筑在高度繁华的城市中心区域以及车辆集中停放的集聚点。垂直升降式立体车库如图2-2所示。

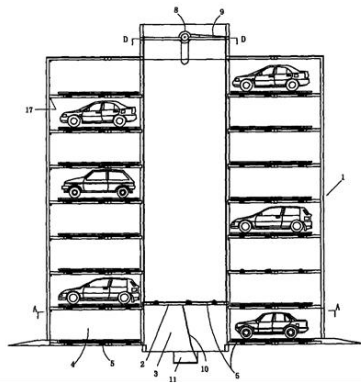


图2-2 垂直升降式立体车库

### 方案三：垂直循环式立体车库

垂直循环类机械式停车设备采用与地面垂直方向做循环运动而达到存取车辆的停车设备。其工作原理是通过减速电机带动传动机构，在牵引构件——链条上，每隔一定距离安装一个存车拖架，存车拖架随链条一起作循环运动，从而达到存取车辆的目的。结构示意图如图2-3所示。

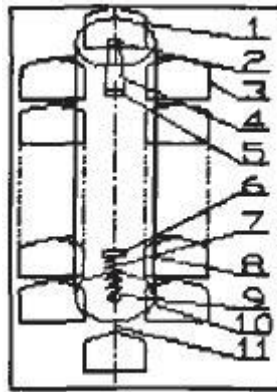


图2-3 垂直循环式立体车库示意图

#### 二. 方案的可行性分析

垂直提升式立体车库一般高度较高（几十米），对设备的安全性，加工安装精度等要求都很高，因此造价较高，但占地却最小。

升降横移式立体车库采用模块化设计，每单元可设计成两层、三层、四层、五层、半地下等多种形式，车位数从几个到上百个。此立体车库适用于地面及地下停车场，配置灵活，造价较低<sup>[7]</sup>

##### 1. 产品特点：

- 1) 节省占地，配置灵活，建设周期短
- 2) 可采用自动控制，构造简单，安全可靠。
- 3) 存取车迅速，等候时间短。

4) 运行平稳，工作噪声低。

垂直循环立体停车库，该类型车库占地小，容量大，利用地面两个平面停车位可同时停放7-32辆车；机械性能稳定，安装操作简便，配置灵活，存取车方便；运行平稳，制动可靠，安全性高，外观轻巧美观<sup>[8]</sup>。

产品特点：

- 1) 占地少，两个泊位面积可停6-10辆车。
- 2) 外装修可只加顶棚，消防可利用消防栓。
- 3) 价格低，地基、外装修、消防等投资少，建设周期短。
- 4) 可采用自动控制，运行安全可靠。

三. 方案的确定

从经济性，适应性，安全性出发，选择方案三垂直循环式立体车库。

## 2. 2 总体结构方案的设计

该种设计方案，减少了车库的设计难度，建造费用和复杂程度。轿厢内只存放一辆轿车，能够减少轿厢的体积，从而从整体上减少了车库的设计尺寸与建筑面积。由于只有一个车库口，该车库适合于设在小区的边缘处，不会对小区内的住宅楼产生过多的遮挡或者噪声等影响，而且可以通过增加高度的方法增加轿厢的数量从而增加车库容量，不必担心对周围产生影响。只具有一个车库口，同时也减少了车库控制系统的设计与编制难度，减少了控制设备。该车库也存在着不足：由于只有一个车库口，在存取车辆高峰时会增加车辆的等待时间和存取时间。由于不配备换向设备，则必须在车库口前面留有足够的空间给车辆进行调头，这样就增加了车库的附属

建筑面积。对于内部建筑面积紧张的小区来说，这种设计方案并不是一个最优秀的方案。

### 2. 2. 1 机械系统的工作原理

机械式垂直循环的机械系统的工作原理是通过减速电机带动传动机构，在牵引构件——链条上，每隔一定距离安装一个存车拖架，存车拖架随链条一起作循环运动，从而达到存取车辆的目的。

### 2. 2. 2 机械系统的组成

垂直循环式立体车库由驱动及传动系统，钢组合结构，电控系统。驱动及传动系统包括电动机、减速器、制动器、传动轴、链轮链条传动、开式齿轮传动；钢组合结构包括梁、立柱、载车板。基本组成框图如图2-4所示。

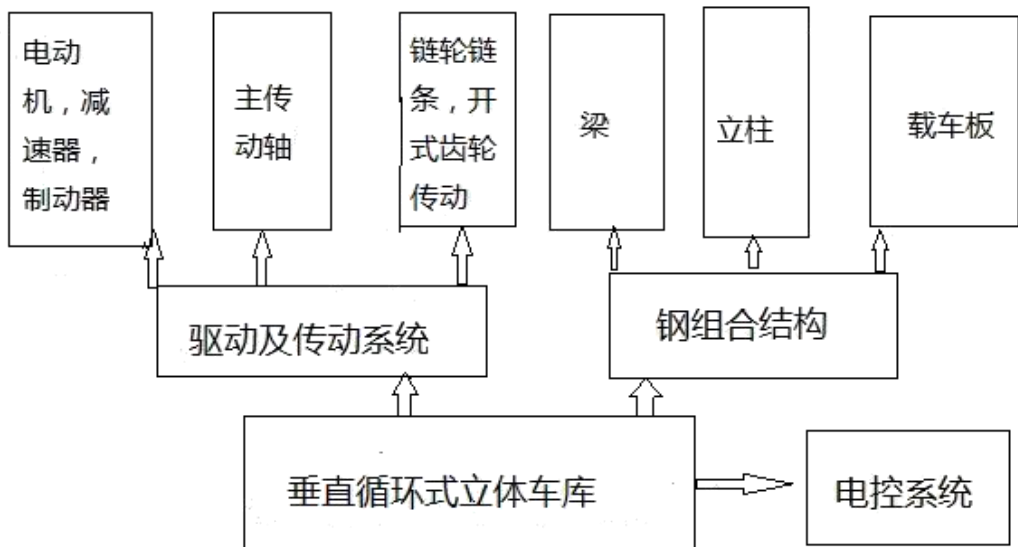


图2-4 垂直循环式立体车库的组成

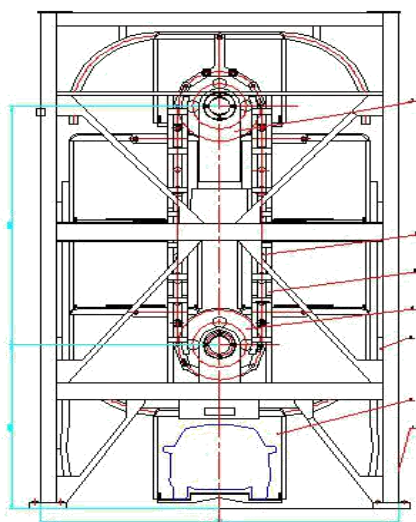
#### 1. 整体框架

车库钢结构骨架支撑动力装置、机械传动系统和停车载荷，为

保证停车设备安全、可靠的工作，它具有足够的强度、刚度和稳定性。车库钢结构骨架由支柱、横梁、斜拉杆、腹杆和支撑动力及附属装置的上、下支承梁等组成，其支柱通过螺栓与基础相连。

车库顶端与底端设有角轮导轨，车库两边设有托架边轨，轿厢在这些轨道上完成循环升降运动。

立体车库的整体框架结构示意如图2-5所示。



1. 整体框架；
2. 托架；
3. 托架导轨；
4. 下链轮；
5. 链条导轨；
6. 链条；
7. 上链轮

图2-5 立体车库总体框架图

本车库一共可以容纳 8 辆小轿车，即拥有 8 个小轿车轿厢。在任何时刻，车库的最顶端与最底端都要有一个轿厢，其余 6 个轿厢平均分配在车库的两边。轿厢大小要依小轿车的外形而定，小轿车外形尺寸通常是长 5050mm 宽 1850mm 高 1550mm。轿厢重 400Kg 车库总体尺寸为 6766mm×5345mm×9663mm。

## 2. 升降机构



机械传动系统安装在钢结构骨架上，由传动部件、张紧装置、链条、车辆托盘、链条导轨、托盘导轨等部分组成。

传动部件是使机械循环运行的机构，张紧装置是保证机械正常运行的部件，链条是连接链轮与张紧链轮的牵引构件，车辆托盘是存取车的承托装置，链条导轨和托盘导轨是保证链条和托盘正常运行的构件。此传动系统由电动机、行星减速器、开式齿轮传动、链轮链条组成。电动机转动通过减速器进行第一次减速，联轴器带动开式齿轮第二次减速。由于齿轮与链轮在同一根轴上面所以链轮和齿轮同时转动带动链条转动，从而实现车厢的上下运动。

系统传动图如图 2-6 所示

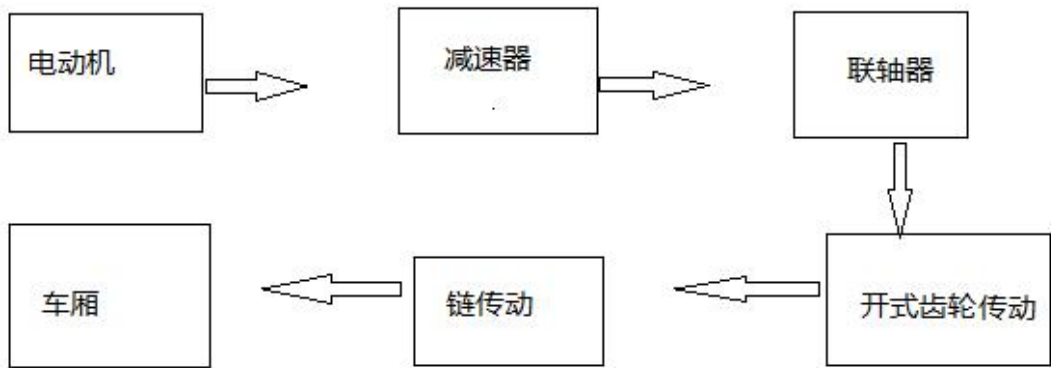


图2-6 系统传动图

## 第3章 升降机构的设计计算

升降机构主要由电机、制动器、双级行星齿轮减速器、联轴器、开式齿轮和链传动等组成，及由驱动系统、传动系统组成。

### 3.1 驱动系统的设计计算

#### 3.1.1 电动机的选择

##### 1. 计算功率

链条速度不可太快，否则不但对车库整体机构造成损害，降低车库使用寿命，而且会对轿车本身造成一定的危害；链条速度也不可太慢，否则会使车库工作效率降低。按存取车辆时间小于一分钟计算，链条循环取速度为6m/min，一辆轿车的重量是1700kg, 托盘上升所需最大功率：

由参考文献知电动机输出功率：

(3-1)

式中： ——工作机所需功率；

——减速机与工作机之间的传动总效率。

(3-2)

其中： 驱动力；

工作速度

代入数据得：

链传动总效率：

(3-3)

——联轴器效率，查参考文献 [16] 表1-2取0.99；

$\eta_2$ ——滚动轴承传动效率查参考文献 [16] 表1-2取0.99。

代入数据得：

则电机的输出功率为：

## 2. 选择电动机

由参考文献 [16] 表6-2-1，取同步转速750r/min，有效转速720r/min，额定功率18.5kW的起重冶金电动机 Y225S-8。

### 3. 1. 2 减速器的选择

链条传动速度：

(3-4)

总传动比：

(3-5)

取减速器及传动比为130，则开始齿轮的传动比为：

由传动比130确定减速器的型号，根据参考文献 [16] 表3-8-58选取减速器型号为 NGW102，传动比代号为18，机座号10。高速轴输入功率11.26kW，低速轴输出转矩。

### 3. 1. 3 制动器的选择

制动器的类型很多，现在广泛被采用的是电力液压瓦块制动器（代号为YWZ），有标准产品，可以买到。这种制动器动作平稳，噪

声很小，寿命长，尺寸小，重量轻，不易渗漏，而且省电，交流供电方便，可用于操作每小时720-1200次。补偿型单推杆有补偿制动磨的功能，不需要经常调整。

制动器制动轴与Y型轴孔 $d=48$ 相配的 $D=200$ 由参考文献 [19] 选取制动器型号为YWZ200/25。

## 3. 2 传动系统的设计

### 3.2.1 开式齿轮传动设计

#### 1. 选择齿轮的材料、热处理、精度及齿数

(1) 车库为一般工作机械，故选择8级精度（GB/T10095-2000）

(2) 由参考文献 [20] 表7-2，选小齿轮的材料为45钢，调质，齿面硬度为230HBW;大齿轮材料为ZG310-570，正火，齿面硬度为190HBW。

(3)选小齿轮齿数=40,  $z_2=3.84 \times 40=152$

#### 2. 按齿面接触疲劳强度设计

设计公式为：

#### 1) 确定公式中的各计算参数

(1) 选择载荷系数=1.8

(2) 计算小齿轮传递的扭矩：

(3) 由参考文献 [20] 图7.34选取区域系数

(4) 由参考文献 [20] 查的开式齿轮传动，取

(5) 由参考文献 [20] 表7-10查的材料影响系数MPa

(6) 由参考文献 [20] 图7.23 (b) 小齿轮接触疲劳强度极限

(7) 计算应力循环次数:

(3-8)

(8) 由参考文献 [20] 图7.22取接触疲劳寿命系数,

(9) 计算接触疲劳许用应力。取失效概率为1%, 安全系数 $S=1$ ,

则:

## 2) 设计计算

(1) 计算小齿轮分度圆直径,代入较小值。即:

代入数据得:

(2)计算圆周速度 $v$ :

(3)计算齿宽 $b$ :

(4)计算齿宽与齿高的比:

模数        mm

齿高        mm

(5)计算载荷系数。根据  $v=13.91\text{m/s}$ ,8 级精度由参考文献 [20] 图 7.11 查的动载荷系数

直齿轮

由  $K_d=5.34$  , 由参考文献 [20] 图 7.16 的故载荷系数:

(6)按实际的载荷系数校正所得的分度圆直径:

(7)计算模数  $m$ :

取标准模数  $m=10\text{mm}$

(8)计算分度圆直径、中心距、齿宽:

计算齿宽:

取

### 3 校核齿根弯曲疲劳强度

校核公式

1) 确定计算式中的各个参数

(1) 载荷系数:

(2) 齿形系数与应力校正系数为:

小齿轮

大齿轮

(3) 计算弯曲疲劳应力由参考文献 [20] 图 7.24 (b) 查的小齿轮的弯曲疲劳强度极限  $\sigma_{a}$

由参考文献 [20] 表 7.21 查的弯曲疲劳寿命系数  
取弯曲疲劳安全系数  $S=1.3$ ，则：

(4)小齿轮所受的圆周力：

2) 校核计算

所以大小齿轮的弯曲疲劳强度均满足强度要。

### 3. 2. 2 链传动的设计

传统的链传动主要由链条、主动链轮和从动链轮组成，在停车装置传动系统的牵引链条上，每隔一定间距安装1个存车托架，存车托架与传动链条相连，用于存放车辆。启动电机时，传动系统的牵引链条在垂直平面内循环运行，带动存车托架做垂直循环运动，从而达到存取车辆的目的。

#### 1. 链条的选择

由参考文献 [19]，中心距大，传动比小，速度较低时选大节距单排链。由额定功率，和转速  $n$  查的参考资料 [19]，图 1.63 选择滚子链型号为 40A，查表 6-1 的链条节距 63.50mm(GB/T1243-1997)。

主要技术参数：

即节距  $P=63.50\text{mm}$

滚子外径  $\text{mm}$

销轴直径  $\text{mm}$

内链节内宽  $37.85\text{mm}$

极限拉伸载荷  $\text{N}$

单排每米质量  $q=16.10\text{kg/m}$

内链板高度： $\text{mm}$

技术要求：调质处理  $220\sim 250\text{HBS}$ ，材料为45钢。

表 3-1 40A 滚子链的基本参数和尺寸

链号	节距 $P$ $\text{mm}$	滚子 外径 $\text{mm}$	内链 节内 宽 $\text{mm}$	内链 节外 宽 $\text{mm}$	内链 板高 度 $\text{mm}$	销轴 直径 $\text{mm}$	极限拉 伸载荷 $Q$	单排重 量 $q$ $\text{kg/m}$
40A	63.5	39.68	37.85	54.89	60.33	19.84	347kN	16.10

润滑方式：

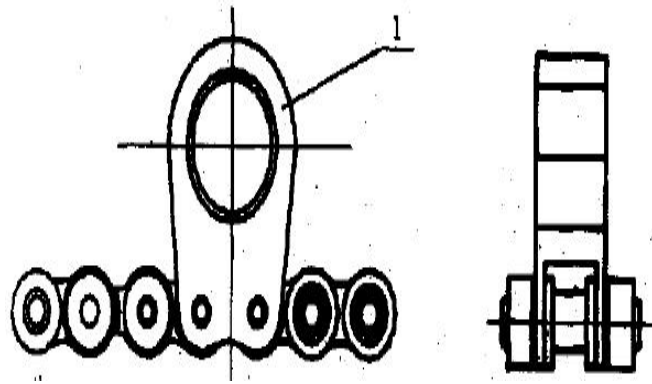
根据链速  $v=6\text{m/s}$ ，节距  $p=63.50$  由参考文献 [19] 图 7.2-5 选择用油刷或油壶人工定期润滑方式。

链条结构：

在导轨滚子链的链节上加装八个特殊输出机构，并均分布在链条上，每个机构由两个联结部分组成：一个联结与链条内链板联接，



安装只要替换链条中一个链节的内链板即可，另一个联结与托盘上的横轴相联接。此特殊的输出机构的导轨链如图 3-1 所示：



1. 导轨链输出装置

图 3-1 导轨链

## 2 链条的设计计算

根据本次设计要求：存量为八台车，选择车架尺寸宽为 2050mm，高为 1700mm。可以初步估计链轮直径在两米左右。由  $p=63.50$  查参考文献 [19]，选取齿数  $z=95$  则分度圆直径：

为使托盘运动至车库上部的链轮最上端时不发生碰撞，每个特殊输出结构之间距离至少为 2.15m。

(1)初步估算链轮中心距：

(2)链节数计算：

链长长度

链条节数

(3)确定链条实际中心距：

由参考文献 [19] 表 7.2-4 知  
链条长度

当时

理论中心距：

实际中心距：

其中,取

(4)链条速度

取最长取车时间  $t=1\text{min}$ ，则有

由

得

(5)按静强度校核

由参考文献 [20] 6-16：

对于链条速度的低速链传动，其主要失效形式为链的过载拉断，按抗拉经强度计算，应满足：

其中

式中 工况系数 由参考文献 [19] 表 7.2-5 取；

单排链的极限拉伸载荷；

排数；

安全系数，一般取；

——有效圆周力；

——离心力引起的力

式中为每米链长质量，kg/m。由前面知

——悬垂力

由参考文献 [18] 图 14.2-6 得， $a$  为中心距 6.363，为两轮中心线对水平面的倾角

则

代入公式得：

经校核符合强度要求

### 3 链轮结构的设计计算

本次设计采用滚子链国家标准 GB1243.1-83 规定的端面齿形即三圆弧直线齿形，这种齿形与滚子啮合时的接触应力小，且作用角随着齿数的增大而增大，所以啮合性能好。

小直径链轮一般做成整体式，中等直径链轮多做成辐板式，为便于搬运、装卡和减重，在辐板上开孔，大直径链轮可做成组合式，

此时齿圈与轮芯可用不同材料制造。由  $P=63.50$ ，不限。根据参考资料 [16] 表 7.2-22 选用腹板式，由于要求强度较高，耐磨损故采用材料为 ZG310-570。

链轮的结构尺寸如图 3-2

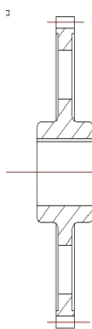


图 3-2 轮毂结构

主要技术参数：

由参考文献 [19] 表 7.2-22 得轮毂厚度

轮毂直径 mm

轮毂长度

分度圆直径  $d=1920.75\text{mm}$

齿顶圆直径

齿根圆直径 mm

腹板厚度

齿宽

齿侧倒角

#### 4 链的张紧装置

链传动张紧的目的，主要是为了避免在链条的垂度过大时产生

啮合不良和链条的振动现象；同时也为了增加链条与链轮的啮合包角。

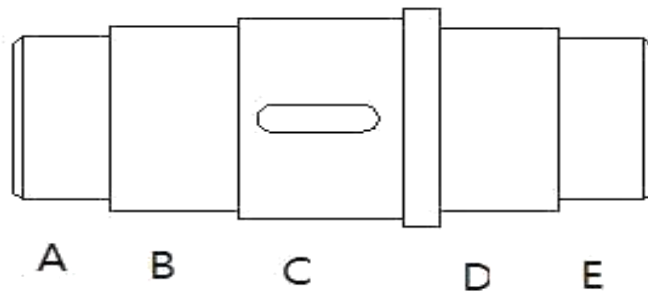
本次设计的张紧装置为弹簧自动调节装置，该机构通过与链轮的自由安装配合来调整链条的张紧程度。

### 3. 2. 3 轴的设计与校核

选取材料均为 45 号钢，主传动轴两根（由于主传动轴较长，为便于加工将其分为两段，中间用联轴器连接），从转动轴两根，材料均为 45 钢，调质处理，查参考文献 [23] 表 19-1 知：45 钢的  $\sigma_s$  为其屈服极限，且查表 0-2 知，对塑性材料有：弯曲，扭转，挤压，剪切。因 45 钢许用拉应力为  $[\sigma]$ ， $n$  为安全系数，对塑性材料通常取  $n=1.5$ ，故  $[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n}$ 。

#### 1 下链轮轴的设计校核

共两个从动轴，长度为 748mm 在车库上部对称分布。在直径 220mm 处装配链轮，上面开有键槽，防止轴和链轮的相对移动，该段长 260mm；与轴承座配合的直径为 200mm，该段长 34mm，链轮左右均有一个；它需要承受垂直方向的压力，链轮轴向定位采用轴肩定位。轴的公差，跳动度以及圆柱度，表面粗糙度，轴肩粗糙度均按照与配合的要求选取。如图 3-3 示意图所示，具体的结构和受力分析如图 3-3：



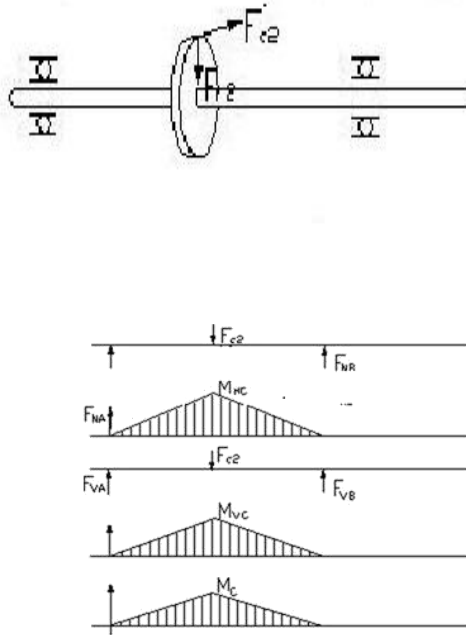


图 3-3 轴的结构和受力分析

(1) 轴的受力分析

据受力分析处在复杂的应力状态下，故需对其弯扭合成法来进行强度校核。

每根从动轴受到的最大压力为四辆车的重量：

链条总重量

取链轮质量

由

(2) 计算弯矩和扭矩

式中为四辆车的重量

代入数据

扭矩图如图3-5所示：

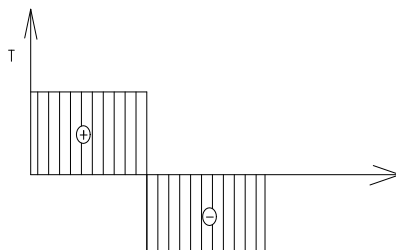


图 3-5 扭矩图

可以看出该轴的中心截面（与链轮装配处）为危险截面：在该截面边缘某点同时作用有最大弯曲正应力和扭转切应力，其值分别为：

式中

根据第三强度理论进行校核：

将上式代入得：

代入数据

由第三强度可知强度符合要求，所以设计合理

## 2 主传动轴的设计与校核

### ①初步估算轴径

由参考文献 [20] (9-1) 知，轴的扭转条件为：

式中  $T$  —— 转矩 (N) 在轴上的扭剪应力，MPa

—— 材料的许用剪切应力，MPa

—— 扭抗截面系数，。对圆截面轴

则有

由参考资料 [20] 表 9-3，取

则

最小截面处为安装联轴器的地方开有键槽，故应增达 5%，即

取链轮处轴径为 220mm。

### ②轴的结构设计

此轴开有一个装链轮的键槽和装有齿轮的键槽，中间一段只要一般的粗糙度即可，而两端与轴承配合的轴要保证相当的精度，其余的保证普通精度即可中间光轴用联轴器连接结构示意图如图 3-6 所示



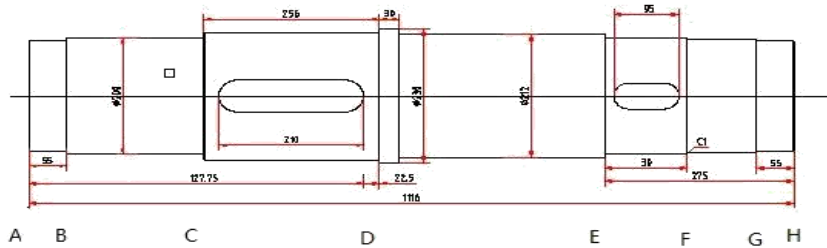


图 3-6 链轮轴示意图

A-B G-H 装轴承处，长度为 55mm；C-D 处为装链轮处，其轴长为 256mm；E-F 为齿轮处，其轴长为 120mm。轴的总长度为 1116mm

### ③轴的受力分析

轴传递的转矩：

此轴主要受扭矩作用，所以只要对轴进行扭转应力强度校核即可，由参考文献可知校核公式为：

齿轮的圆周力

齿轮的径向力

轴的扭矩图如图3-7所示：

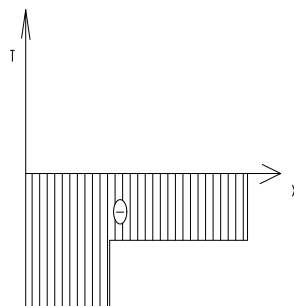


图3-7 扭矩示意图

可以看出轴的第二个键槽中心截面（即与链轮配合处）受扭矩最大，为危险截面，应对它进行扭应力强度较核，由得：

式中

代入数据得

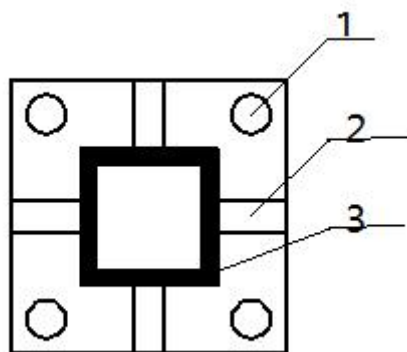
该轴的强度符合要求，所以设计合理。

### 3. 3 结构框架的设计

车库骨架全由钢材结构组成，主要由立柱、横梁、斜拉杆、加强肋等构成；本次设计主要采用热轧槽钢结构，材料均选牌号为Q235-A。

#### 1 立柱的设计和校核

查参考文献表 7-9 初选立柱型号为 20 GB707-88，该车库全部重量由四根大的立柱承受，四根立柱外型截面为正方形，中间为空的。立柱截面形状如图 3-8 所示。



1. 地脚螺栓 2. 肋板 3. 立柱

图 3-8 立柱连接

外型尺寸为：正方形边长为 200mm, 立柱厚度为 40mm, 高度为 9663mm, 立柱底部上焊有一块正方形铁板, 边长为 400mm, 厚度为 30mm, 立柱四边都按有肋板, 来增强立柱的刚度。立柱截面形状如图 3-8 所示。

车库的重量主要由四根立柱支撑, 对四根立柱进行校核。把四根立柱看成一端固定一端自由的压杆, 由参考文献 [23] (9-2) 可知压杆的临界压力为：

式中  $P_{cr}$  —— 临界压力；

$E$  —— 弹性模量；

$\mu$  —— 压杆的长度因数；

$L$  —— 压杆的长度；

$I$  —— 截面惯性矩，矩形  
校核公式

式中  $n$  —— 安全因数；

$P$  —— 立柱所受的压力；

$G$  —— 车重；

$T$  —— 车辆托盘；

$W$  —— 链条的重量；

——链轮质量；

——电机和减速器；

由参考资料 [23]，查的 Q235 的弹性模量，

代入公式得：

所以符合强度要求，故设计合理。

## 2 横梁和拉杆的设计

横梁也承受很大的压力，车辆的重量通过支撑架压在横梁上，用螺栓 M24 固定在立柱上或加肋板焊接固定，它采用工字形截面，如图 3-9 所示，型号为热扎工字钢 18 GB706-88，侧面横梁因受力较小，主要起连接作用，因此只需要外形合适就可以，可采用和正面横梁一样的连接方法，选热扎槽钢 16 即可。

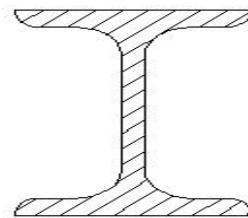


图 3-9 横梁的工字形截面

斜拉杆、加强肋均采用热扎等边角钢截面，角钢号数为 10 GB9787-88，截面形状如图 3-10 所示。

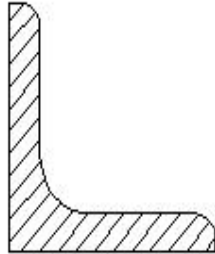


图 3-10 斜拉杆、加强肋的等边角钢截面

### 3 导轨的设计

导轨由侧面导轨、上圆弧导轨和下圆弧导轨三部分组成。

#### (1) 侧面导轨

它是为车架在垂直方向运行时，导向轮的滚动而设置的，本次设计采用 20 号热轧槽钢做导轨即可，其优点是加工方便，经久耐用，结构性能好。

#### (2) 上圆弧导轨

它是为了保证车架在运行到上部链轮左右平移时不发生摆动而设计的，本次设计用焊接结构的 U 型圆弧导轨，材料用 Q235-A 即可。

#### (3) 下圆弧导轨

它是为了保证车架在运行到下部链轮时防止其脱离链条而设计的，本次设计用焊接的钢架结构作为下圆弧导轨，材料也采用 Q235-A。

## 3.4 联轴器和键的选择

### 1 联轴器的选择

(1) 考虑到启动频繁，载重有变化，宜采用缓冲性能好同时具有可移动性的弹性套柱联轴器。

#### (2) 计算名义转矩

$$(3-47)$$

其中，电动机的额定功率。代入（3-4-1）得：

(3) 确定计算转矩

(3-48)

由参考资料 [20] 表 12.1，起重机选用代入（3-48）得：

(4) 型号选择

按，选择联轴器，该联轴器许用转矩  
16000，许用最大转速。标记为。

同样选出与轴径相连的联轴器为尼龙柱销联轴器，标记为：

## 2 键的选择和校核

(1) 选择

由与联轴器连接的轴径，轴径在由参考文献 [18] 表 4-1 选取键，  
键长 250，，（）。

由与联轴器连接的轴径，轴径在由参考文献 [18] 表 4-1 选取键，  
键长 320，，（）。

(2) 校核

由参考资料 [20] 知校核公式

式中 ——许用挤压应力，由参考文献 [20] 表 4-2 知

——传递的转矩；

——键与轮毂槽的接触高度，；

——键的工作长度，圆头平键；

——轴径；

由与联轴器连接的轴径，，

代入公式得：

由与联轴器连接的轴径，，

代入公式得：

经校核键的强度符合要求，所以设计合理。

### 3. 5 轴承的选择

#### 1 轴承的选择

选用深沟球轴承，由参考资料 [16] 选轴承型号为6024

#### 2 轴承的寿命校核

由参考资料 [20] 校核公式为：

查表知，当量动载荷，对于球轴承，代入数据得：

由参考资料 [16] 表 11-9，间断使用的机械，，所以轴承的寿命足够长，选择符合要求。

#### 3 轴承的密封

由参考资料 [16] 表 2-3-47，选用占毯式密封

#### 4 轴承的润滑

由于传动转速比较低，故轴承采用脂润滑，在轴承座内加入足够的脂润滑即可。

### 3.6 车辆托盘

车辆托盘（即车架）主要由横轴、底板和导向槽及导向轮组成。其下部载车板是一个整体，四周是框架结构，在托盘载车板上设置车辆定位装置，车辆驶上托盘至定位即无法前进，托盘面为防滑设计，防止车辆自行滑动。在在车板上设计了防滑路面，防止溜车，在在车板前面设计了减速装置，来减小车的速度，防止车辆不会跑出去。如图 3-11 所示。

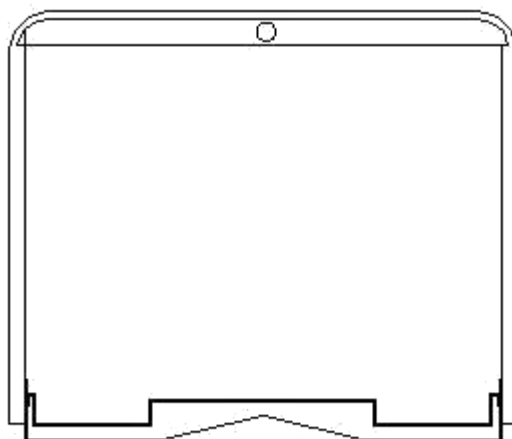


图 3-11 车辆托盘侧视图

#### 1 横轴

此轴长 6376mm，直径为 50mm，材料选 Q235-A，它主要受向下的压力，即托盘为 400kg，车重为 1700kg。

因，取，由

即



所以此轴安全可靠。

## **2 底板**

它是停放车辆的地方，为了保证车辆在上面不滑动，上面安装防滑块，下面还有肋板，用来增加底板的强度，以免车在上面使底板产生弯曲变形。

## **3 导向槽**

前端导向槽是防止链条的左右移动，让链条轴在其滑槽中上下移动来达到需要的效果。它的宽度比链轴大一点点，用来保证链轴既能在里面上下移动，也不至于左右有大的移动范围。

后断导向槽是为了防止车辆托盘过大的摆动而产生的不良后果，需要让链滑块上的轴承在滑槽中移动来减小摆动。

## 第4章 控制系统

整个车库设计由一台 PLC 对车库进行统一的管理和监控，通过 PLC 控制载车板纵横传动装置以完成对车辆的存取操作。各车位内车辆的调入调出由 PLC 根据当前各车位的车辆存放情况，按照相应的调度策略调度车辆进出。

立体车库的自动存取车控制系统包括弱电与强电两套系统。弱电系统主要包括各种信号的采集、报警与控制输出<sup>[23]</sup>。PLC 输出信号给接触器线圈，控制接触器的接通与关断。强电系统包括载车板电机控制线路、控制电机正反转接触器、到位限位及载车板的上下行程限位。车库采用车位检测装置代替人工找位，用升降装置输送汽车到位。系统在面板处设有急停开关，当发生意外时，按下急停开关。

PLC 作为自动化工业控制器，采用微电子技术，大量的开关动作由无触点的半导体电路完成，可靠性高；其功能强大，通用性好，不仅有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能，还具有 A/D、D/A 转换、数值运算、数据处理和通讯联网等功能；采用梯形图编程方式，编程简单；PLC 产品的已经实现了系列化、单元化，并配备了多种齐全的控制单元供用户选择，应用灵活；此外，PLC 还具有体积小、能耗低、质量轻、性能价格比高等优点<sup>[24]</sup>。PLC 完全可以满足系统的

控制需要，PLC控制电机的转动来带动整个机械循环转动装置运转，实现车位的运转。利用计算机的数据通信手段、数据处理能力和图形显示、多媒体技术，可以显示车库形象、直观的全貌，可直接在计算机上完成停车操作和计费结算，并对操作运行和故障给提示、报警。PLC和微型计算机可以组成一个的全自动存取车控制系统。

## 结 论

在对我国城市现有住宅小区的调查、研究的基础上，对我国大城市住宅小区的现状及停车问题进行了调研、分析、提出了城市住宅小区停车解决方案采用垂直循环式立体车库。

通过本课题的研究分析工作，我得出如下的结论：

(1) 解决住宅区停车问题只能采用高密度容车率的机械式立体停车库，它能充分利用住宅区内较小的地面和空间，将车库“化整为零”，使其随机设置在住宅区内，甚至草坪之上，来满足住宅小区用户的停车需要。

(2) 普通住宅小区宜采用垂直循环式立体车库，它能有效的利用住宅小区内有效的空间和土地(也可以建于小区内绿地之上)，占地面积少，存放的车辆多，在住宅区的每个组团中或每栋楼下都可以随机设立，能使每个组团或每栋楼内所有的车辆可以停放:而且由于汽车存放在建筑物内或钢结构框架内，不会遭到人为损坏和被盗，它的控制系统相对简单，能使住户存取车辆时，既便捷又安全可靠，易于操作。

(3) 本次设计的垂直循环式立体车库控制系统，利用IC卡控制器产生的辨识信息，以通信的方式去控制PLC操作，可将刷卡自动存

取车系统有机的结合起来，实现停车管理系统的自动化，整个过程不需要人工参与。

通过对本课题的设计，以及对国内外解决停车问题的措施和设备的实际情况的了解，以及由于各方面条件的限制，本课题的许多方面还有进一步研究的必要性。

## 致 谢

本次毕业设计是大学四年间所学知识的综合运用，通过这次设计把这四年所学的基础理论和专业课程作了一个总结和回顾，加深了对理论的理解，能够掌握机械设计的全套思路，为即将走上工作岗位和以后的发展打下了一定的基础。

这次设计工作量较大，也有一定难度。在设计过程中，我得到了指导老师宋老师宋胜伟教授和其他老师的大力帮助。同时与同班的几位同学的进行一些深入的讨论，这给了我很大的启发，在此我表示衷心的感谢。

由于本人设计水平有限、实际经验的不足，以及时间上的限制，在设计中难免存在错误和疏忽之处。在此恳请老师予以批评指正。

## 参考文献

- 1 付翠玉,关景泰.同济大学机械电子研究所.立体车库的发展现状与挑战 [J]. 机械设计与制造,2005 (9)
- 2 王天奇.立体车库及其市场前景 [J].机电一体化,1996(4)
- 3 李祥启.立体车库的选型与应用 [J].建设科技 2009(6)
- 4 中国技术创新有限公司.立体车库项目概要,2009(11)
- 5 四海数控科技股份有限公司.SCK 型立体停车设备技术协议书
- 6 李振良,程志毅.经济型立体车库 [J].湖北工学院学报,2004(6)
- 7 杨冬梅,高炳学.立体车库的布局设计.起重运输机械,2003(5)
- 8 杨晓芬,肖华.自动化立体车库存取策略的比较分析
- 9 中国重型机械工业协会, 停车设备管理委员会编. 机械式立体车库 [M].海洋出版社, 2001
- 10 任伯森等, 机械式立体车库.海洋出版社, 2001
- 11 国家机械工业局, 机械行业标准《简易升降类机械式停车设备》1999
- 12 中华人民共和国机械工业部, 机械行业标准《机械式停车设备类别、型式与基本参数》.1998
- 13 中华人民共和国机械行业标准, 升降横移类机械式停车设备.北京:国家机械工业局发布, 2000
- 14 机械设计师手册编写组.机械设计师手册[M].北京:机械工业出版社,1989
- 15 机械设计手册编委会.机械设计手册[M].3版.第3卷.北京:机械工业出版社,2004
- 16 机械设计手册编委会.机械设计手册[M].3版.第2卷.北京:机械工业出版社,2004

- 17 朱孝录主编.机械传动设计手册 [M].北京: 电子工业出版社, 2007
- 18 门艳忠.机械设计.北京: 北京大学出版社,2010
- 19 哈尔滨工业大学理论力学教研室.理论力学.第 7 版.北京: 高等教育出版社.2009
- 20 刘鸿文.材料力学: 第 4 版.北京: 高等教育出版社,2002
- 21 马红麟.垂直循环式立体车库的 PLC 控制 [J].起重运输机械,2009(10)
- 22 孙荣军,何海利.基于 PLC 的垂直循环式立体车库的控制系统研究 [J].广西名族师范学院,2010 (5)
- 23 R.Marschallinger. Intelligent parking equipment based on configuration control technology .Computers & Geosciences,2003
- 24 Saeid M. Optimum Design of Stowed Stereoscopic Garage .Approaches Computers Industry Engineering,2003