

图书分类号: _____
密 级: _____



毕业设计(论文)

设计专题：链驱动双层升降横移式立体车库

**Chain driven double Increased drop lateral
movement stereo garage**

学生姓名	韦庆阳
学院名称	机电工程学院
专业名称	机械设计制造及其自动化
指导教师	杨根喜

2007 年 5 月 30 日

徐州工程学院学位论文原创性声明

本人郑重声明： 所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用或参考的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品或成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标注。

本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

论文作者签名：_____ 日期：_____年____月____日

徐州工程学院学位论文版权协议书

本人完全了解徐州工程学院关于收集、保存、使用学位论文的规定，即：本校学生在学习期间所完成的学位论文的知识产权归徐州工程学院所拥有。徐州工程学院有权保留并向国家有关部门或机构送交学位论文的纸本复印件和电子文档拷贝，允许论文被查阅和借阅。徐州工程学院可以公布学位论文的全部或部分内容，可以将本学位论文的全部或部分内容提交至各类数据库进行发布和检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

论文作者签名：_____ 导师签名：_____

日期：_____年____月____日 日期：_____年____月____日

摘要

就目前的小区来看,由于一般住宅小区的车位设置在项目设计和规划阶段就已经确定了数量,因此在已建设成的住宅小区中再设置机动车位,实际上是很难再有所作为了。因此车位的紧缺就成为今后较长时间的业主的一大生活难题和物业管理公司管理难点了。

建造立体钢结构车库可能就是解决停车位不足的可靠的途径之一。

本文简要介绍了各类立体停车库的结构和特点,和小区车库的发展概况,并对立体停车库的设计要点进行了简要的说明.本文重点介绍了立体车库升降的结构设计和停车设备传动系统的设计。

本设计重点内容包括升降机构的结构设计,材料的选择,制造方法。

在升降传动系统设计中升降链条的设计计算,链轮的设计计算。

升降部分的电机选择和校核,钢丝绳的选择和计算也是本设计重点。

本设计的主要特点是:节省资源,控制方便。

关键词 立体停车库 升降装置 链驱动

Abstract

On the current quarter, general residential neighborhood parking spaces in the project design and planning stages have been identified on the quantity, So has the construction of residential quarters as further set up vehicle spaces, is actually very difficult to do anything of. Thus the shortage of parking spaces on the future of a long time one of the owners of large problems in life and property management companies for the management of difficult.

Construction of a three-dimensional steel garage may solve the shortage of parking spaces one of the surest ways.

The paper summarizes the structure and the features of different of parking place. The introduction of the main performance parameters and introduced too. This paper mainly introduces the design of main components of its elevator and conveying appliance.

The design focus include lifting the structure design, the choice of materials, manufacturing methods.

Movements in the design of transmission chain of design movements, the sprocket design.

Motor movements of the options and checking, rope choice and calculation of the design is key.

The design main characteristic is: saves the investment, the control is convenient.

Keywords stereo garage elevating gear chain actuation

目 录

1 绪论

1.1 概述	1
1.2 升降横移式立体车库的特点	3
1.3 机械式立体车库的分类	3
1.4 立体车库的控制系统	4
1.5 研究升降横移立体车库的意义	6
1.6 结束语	7

2 设计的基本思想和方案比较

2.1 移动方案的比较	8
2.2 横移机构方式的选用	9
2.2.1 横移的方式和电机的放置位置	9
2.3 提升机构所选用方式的比较和选择	10
2.3.1 提升的原理和电机安放位置	11
2.3.2 设计时注意要点	11
2.4 设计数据	12

3 升降横移设备的结构设计

3.1 升降横移式二层车库工作原理	13
3.2 横移结构设计	13
3.2.1 托盘的结构设计	13
3.2.2 导轨的设计	15
3.3 升降机构的结构设计	15
3.4 升降横移机构整体框架设计	16
3.4.1 材料的选择	16
3.4.2 制造方法	17
3.4.3 结构的强度校核	17

4 升降横移停车设备传动系统的设计

4.1 横移传动系统设计	19
4.1.1 平移装置中齿轮、齿条、传动驱动电机的选择	19

4.1.2 齿轮、齿条的设计·····	20
4.1.3 联轴器的选择·····	23
4.1.4 键联结的强度校核·····	23
4.2 升降传动系统的设计·····	24
4.2.1 升降传动系统的内容介绍·····	24
4.2.2 升降机构的工作原理·····	24
4.2.3 链轮、链条、钢丝绳的选择计算和校核·····	25
4.2.4 驱动机构的设计·····	28
4.2.5 轴承寿命的计算·····	32
4.2.6 滚筒与定滑轮的选择·····	33
4.2.7 升降机构的控制与维护·····	33
5 控制系统	
5.1 控制的结构形式与特点·····	34
5.2 车库运行原理·····	34
5.3 安全装置·····	35
5.4 控制系统·····	35
结论·····	38
致谢·····	39
参考文献·····	40
附录	
附录 1·····	41
附录 2·····	45

1 绪论

1. 1 概述

随着人类社会的不断进步和科学技术的发展,人类的生产、生活方式趋于集中,城市的规模越来越大,人们在城市里的生存空间却越来越小,于是出现了要利用空间的理念,城市中开始建设立体建筑、立体交通和立体停车。作为现代大都市的标志,城市中心商住区高楼大厦林立;社区道路、高架交通干道、立交桥和地下铁路,编织出城市立体交通网;汽车的住宅--停车场也有了长足的发展,由平面停车向立体停车,由简单的机械停车设备向计算机管理高度自动化的现代立体停车演变,成为具有较强的实用性、观赏性和适合城市环境的建筑。伴随着汽车进入家庭,城市动态、静态交通管理制度的不断完善和人们对居住环境要求的提高,给停车产业提供了前所未有发展机遇,停车产业市场前景广阔。

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停车库。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,以日本、美国、德国等为代表的发达国家在停车技术领域的研究处于世界领先水平,韩国和港、澳、台地区的停车业也通过引进--移植制造,得到了蓬勃发展,较好地解决了本地区的停车难,并开始向外输出技术和出口产品。

目前世界停车产业正向多元化发展,其停车技术几乎包含了当今机械、电子、液压、光学、磁控和计算机技术等领域的成熟先进技术。机械方面,应用了许多新材料、新工艺。设备结构采用模块化设计,便于组合使用,易于安装拆卸。钢结构选用新型优质钢材,既提高了设备的强度和刚度,又使设备轻巧美观,载车板采用一次成型的镀锌板或彩涂板组装,美观、强韧、耐用。控制技术方面,广泛采用可编程序控制器和矢量变频变压调速闭环控制技术,使运行高速平稳,节省电力,振动和噪音也趋于最小。控制形式有,按钮式、锁匙式、IC 卡式、键盘式、触摸屏式、遥控式等。安全元件采用各种光栅显示屏、光电管、机械式行程开关、磁性接近开关、光敏感应开关等,安全保护装置日臻完善,如汽车出入声光引导和定位、汽车尺寸和重量自动识别、限速保护与多重机构互锁、停车泊位自动跟踪、链条和钢丝绳长度超范围报警和弹性变形自动补偿、汽车图象摄影对比安全检测、自动消防灭火等。

立体停车库按建筑形式分为独立式和内置式两种。独立停车建筑适用于地下广场和现有建筑群补建停车设施,规划建设时应注意其与周围环境的融合,在条件允许时,可利用外墙面布置商业或公益广告,美化环境、提高经济效益。内置式停车设施适用于与新建筑同步规划和建设,停车设备附在建筑物内,对区域环境规划和建筑观瞻没有影响。现代停车产业的发展已具有一定规模,并积极拓展停车设施的辅助功能,为社区提供多种服务。

我国城市停车还处在初级阶段,专用和公共停车位数量距合理的车位与车辆比率相差

甚远, 停车难到处可见。目前我国的停车场仍以平面停车场、路上停车场、路外停车场、自行式停车场为主, 立体停车库和机械式停车场数量还很少。以我国停车产业发展较快的广州、上海为例, 路上、路外停车仍占有相当比例, 已建设的停车场大部分是地下自行式停车场和在自行式停车场的基础上安装简易停车设备, 增加存容数量。自行式停车场存有较多缺陷, 如车位平均占地多、管理和保安人员多、投资多、存车效率低、耗电量大、对环境有污染等; 由于允许人员进入, 易发生盗车、毁车、施暴等停车场犯罪, 近年来在发达国家已很少新建。大量兴建的是具有现代水平的机械式立体停车库。

我国机械式停车设备的早期研究开发工作是从 80 年代中期开始, 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。机械式立体停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一些问题, 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、管理和技术多方面作出努力。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, 确定停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。市场方面应建立停车库市场运行机制, 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停车库, 并实施政府监督和政策调控, 使停车产业良性发展。管理方面应把停车库建设纳入城市总体规划, 对停车问题进行专题研究, 使停车库真正用来停车, 道路用来行车, 理顺停车库管理职责, 制定严格的管理处罚措施。技术方面应建立市场准入机制, 实施专业化、协作化分工, 发展科、工、贸一体的集团专业公司, 以市场为导向, 提高技术水平和产品质量, 培养产品持久的竞争力。

作为现代大都市的标志, 立体建筑和立体交通都有了显著发展, 道路拥挤、车满为患已成为当今快节奏社会中的最不和谐之音, 发展立体停车已成为人们的共识。目前我国经济正处在高速发展时期, 随着人们生活水平的不断提高, 汽车进入家庭的步伐正在加快, 停车产业市场前景广阔。机械式立体停车库既可以大面积使用, 也可以见缝插针设置, 还能与地面停车场、地下停车库和停车楼组合实施。是解决城市停车难最有效的手段, 是停车产业发展的必由之路。

1.2 升降横移式立体车库的特点

在众多的停车设备中,升降横移式立体停车的优点比较突出,主要表现在以下几个方面:

(1) 节约占地面积,充分利用空间。一般来说,升降横移立体停车库的占地面积约为平面停车场的 1/2-1/25,空间利用率比建筑自走式停车库提高了 75%。

(2) 相对造价比较低。升降横移式立体停车库每个泊位约需 1.5 万元,而建筑自走式停车库每个车位的造价约为 15 万以上。

(3) 使用方便,对操作人员的要求不高,操作简单、安全、可靠,存取车快捷,维护也很方便。一般存取一辆车为 80 秒。

(4) 减少因路边停车而引起的交通事故。在许多城市的主要地段,司机往往没有找到停车场而把车停靠在路边,这样就很容易造成交通阻塞,甚至引起交通事故。

(5) 增加了汽车的防盗性和防护性,在车库的系统中配置有智能防盗装置、防火装置等,增强了车库的整体安全。

(6) 改善了市容环境。在现代化的车库设计中,不仅仅只是为了满足停车要求,更主要的是让其融入城市的整体建筑环境中,成为现代化大都市一道独特的风景。

升降横移式立体停车库是全自动化的停车方式,也是今后停车改革的主要方向。尤其是寸土寸金的大城市。采用机械式立体停车方式,显得尤为重要,而升降横移式立体停车库也在机械式立体停车库中显得更加普遍化、居民化、实用化。

1.3 机械式立体停车库的分类

车辆无处停放的问题是城市的社会、经济、交通发展到一定程度产生的结果,立体停车设备的发展在国外,尤其在日本已有近 30~40 年的历史,无论在技术上还是在经验上均已获得了成功。我国也于 90 年代初开始研究开发机械立体停车设备,距今已有十年的历程。由于很多新建小区内住户与车位的配比为 1:1,为了解决停车位占地面积与住户商用面积的矛盾,立体机械停车设备以其平均单车占地面积小的独特特性,已被广大用户接受。机械车库与传统的自然地下车库相比,在许多方面都显示出优越性。首先,机械车库具有突出的节地优势。以往的地下车库由于要留出足够的行车通道,平均一辆车就要占据 40 平方米的面积,而如果采用双层机械车库,可使地面的使用率提高 80%—90%,如果采用地上多层(21 层)立体式车库的话,50 平方米的土地面积上便可存放 40 辆车,这可以大大地节省有限的土地资源,并节省土建开发成本。

机械车库与地下车库相比可更加有效地保证人身和车辆的安全,人在车库内或车不停准位置,由电子控制的整个设备便不会运转。应该说,机械车库从管理上可以做到彻底的人车分流。

在地下车库中采用机械存车,还可以免除采暖通风设施,因此,运行中的耗电量比工人管理的地下车库低得多。机械车库一般不做成套系统,而是以单台集装而成。这样可以充分发挥其用地少、可化整为零的优势,在住宅区的每个组团中或每栋楼下都可以随机设

立机械停车楼。这对眼下车库短缺的小区解决停车难的问题提供了方便条件。

目前,立体车库主要有以下几种形式:升降横移式、巷道堆垛式、垂直提升式、垂直循环式、箱型水平循环式、圆形水平循环式。

(一) 升降横移式

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。

1. 产品特点:

- 1) 节省占地,配置灵活,建设周期短。
 - 2) 价格低,消防、外装修、土建地基等投资少。
 - 3) 可采用自动控制,构造简单,安全可靠。
 - 4) 存取车迅速,等候时间短。
 - 5) 运行平稳,工作噪声低。
 - 6) 适用于商业、机关、住宅小区配套停车场的使用。
2. 安全装置:防坠装置,光电传感器、限位保护器、急停开关等。

(二) 巷道堆垛式

巷道堆垛式立体车库采用堆垛机作为存取车辆的工具,所有车辆均由堆垛机进行存取,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。

(三) 垂直提升式立体车库

垂直提升式立体车库类似于电梯的工作原理,在提升机的两侧布置车位,一般地面需一个汽车旋转台,可省去司机调头。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。

(四) 垂直循环式 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。

1.4 立体车库自动控制系统

现代大型建筑的主流是智能化大厦和小区,因此自动化立体停车设备或车库的自动控制系统将成为智能化大厦和小区的一个重要组成部分。操作简单、迅速,使用方便,安全可靠,维护量小,为用户提供一个安全、简易的使用环境,这是自动化立体停车设备的基本特点。停车设备的一切运行状况,车辆停放的时间,车辆存放交费情况,车库库容量,车辆存放高、低峰情况,等信息均可通过网络传送到智能化控制中心,通过智能化控制中心运算处理,与广播系统和各分部管理办公室相连,达到提前发布相关控制、管理信息,

从而全部实现智能化管理。通过大厦和小区的智能化控制中心还可与社会相关职能部门联网,将有关信息发布出去或收集进来,扩大车库的社会利用率和经济效益。这将是自动化车库的发展方向。

立体车库自动化控制系统主要包含以下五个子系统:自动收费管理系统,自动存取车系统,远程诊断系统,自动道闸,监控安保系统。

以上子系统均由中央控制室统一控制,可为客户规划停车库管理形式,发布车库库存容量,控制车流方案。

(一) 自动收费管理系统

自动收费采用非接触式 IC 卡。IC 卡分长期卡与储值卡两种。对固定用户,发行长期卡,费用可在固定用户交纳管理费用时一并交纳;对临时用户,发行储值卡,即:用户交纳的费用存在卡内,每次停车读卡自动从卡中扣除费用。

(二) 自动存取车系统

自动存取车系统一般由小型可编程控制器 PLC 控制,包括卡号识别与移动载车盘两个过程。用户进入车库时,在门口刷卡进入,读卡机自动把数据传送到 PLC 控制系统,PLC 系统通过判断卡号,自动把对应的载车盘移动到入车交接的位置,开启车库门,缩短存取车的时间。存车时,司机按照指示灯信号指引入库,只有当车辆停放在安全位置后,停车正常指示灯才会亮启。存取车完成后,车库门自动关闭。移动载车盘时,系统严格按照各种检测信号的状态进行移动,检测信号包括超长检测、到位检测、极限位置检测、人员误入检测、急停信号检测等。若有载车盘运行不到位或车辆长度超出车库允许的长度,所有载车盘将不进行动作,若检测到急停信号,将停止一切动作,直至急停信号消失。以上信号均为硬件信号,除此之外,还可从控制软件中设置保护信号,比如时间保护,以保证因硬件损坏而导致信号失灵时保证主体设备及车辆的安全。

(三) 远程诊断系统

现场控制器可以通过网卡、Hub 等网络设备与控制中心的局域网相连接,可以通过 MODEN 实现远程管理,监测现场运行情况,当现场出现故障时,在控制中心即可进行解决,方便管理人员、安保人员异地办公。

(四) 自动道闸

在车库出入口处各设非接触式读卡器、感应线圈及道闸,用户在车库出入口处刷卡后,系统自动判别该卡是否有效,若有效,则道闸自动开启,通过感应线圈后,自动栅栏自动关闭;若无效,则道闸不开启,同时声光报警。

(五) 监控安保系统

监控安保系统是指在中央控制室进行监视控制车库现场的运行状况。它具有运动检测、车牌识别、网络连接、各种类型的报警系统实现连动等功能,可以实现无人看守。

系统简介:

视频监控功能:在车库各出入口,值班室和车库内主要区段安装定焦摄像机,在大范围车位区安装球形云台,以便实现对车库全方位的实时监控。如果在车库光照条件不好的

情况下,可选用黑白摄像机。 运动检测功能:可以在夜间设置车库的运动检测区域,当检测区有移动目标时,运动检测功能发出报警信号,提醒值班人员。 车牌识别功能:它能够设置车库参照车辆的车牌、车型。当参照车辆进入车库监视区域,系统自动对比参照车辆图像,有异常情况,发出报警信号,并自动切换和记录相关图像。 报警连动功能:可以连动各类报警主机,如启动继电器发出声光报警通知安保人员自动放下道闸拦截车辆出入。 数字录像功能:可以连续记录一个同在车库所发生事件,可以同步回放多个图像,可选择任意图像进行整体放大和局部放大,记录、回放、备份可同步进行各种信息。

据介绍,已经开始有越来越多的居住小区开始采用机械停车库了。考虑到成本及维修,目前多数小区采用的是多层升降横移式立体停车设备,大规模的仓储式机械停车库还很少。升降横移式立体停车设备的泊车流程示意如下:

(一) 红绿黄指示灯指示车库运行状态。

红色指示灯指示有人正在进行操作,请稍候;绿色指示灯指示目前无人操作,可进行操作;黄色指示灯指示有故障发生,车库不能工作。

(二) 存车操作

司机驾驶车辆从车库入口进入。在入口处的非接触式读卡机前感应区域晃一下自己的 IC 卡,感应过程完毕,栅栏自动升起,司机开车进入车库。车辆进入后,栅栏自动关闭。划卡的同时,控制器读取车位号,车库内对应的载车盘自动移动到入车交接的位置,车库单元门自动打开。司机开车进入,停车到位,拉手刹,下车走出车库,用 IC 卡在车库出口处晃一下 IC 卡,车库单元门自动关闭。完成存车操作。

(三) 取车操作

司机进入车库时,在入口处的非接触式读卡机前感应区域晃一下自己的 IC 卡,控制器自动读取车位号,车库内对应的载车盘自动移动到入车交接的位置,车库单元门自动打开,司机进入车库,开车出来,在车库出口处的自动读卡机前感应区域晃一下自己的 IC 卡,感应完毕,读卡机接受信息,上位控制机自动记录、扣费,栅栏自动升起,司机开车出场,出场后,栅栏自动关闭;同时,控制器自动读取车位号,对应的车库单元门自动关闭。取车操作完毕。

车库在运行过程中,有完备的自我保护装置。一系列光电开关、接近开关、行程开关等对载车盘准确运行到位起着决定性的作用;独特的防坠落装置、断绳报警装置、超速保护装置对车辆的安全起到保护作用。 车辆超长检测、车辆停车不到位检测、以及人员误入检测等信号对车辆及人员的安全起着决定性的作用。

1.5 研究升降横移式立体停车库的意义

升降横移式立体停车库是一种比较典型的机电一体化产品形式,它主要涉及机械、电子、建工等多个领域,它与要各方面的专业技术人员协同工作。在现代化大都市中,升降横移式立体停车库已经渗入到人们的各个生活领域,在机关、宾馆酒店、医院和居民区等许多地方,升降横移式立体停车库成了一道必不可少的基础设施。但是我过的机械式停

车库技术发展比较晚,大部分还沿用着日本 80 年代的技术。随着我国国民经济的飞速发展,轿车拥有量的迅速膨胀,机械式车库的现有功能已经落后于人们的要求。现有车库技术不足主要表现在取车时间比较长,智能化程度比较低,安全程度不够,设计形式比较陈旧。上海和北京等地现有的许多高质量的立体停车库,都是运用大量的外汇从国外进口的,并且售后服务也得布道另人满意的保障。为了打破这种依赖进口的格局,打出具有自身特色的车库产品,就得要在原有技术上有重大突破,从而带动国内车库行业的发展,因此,对升降横移式立体停车库的系统研究显得尤为重要。

1.6 结束语

“车库”是大中城市的热门话题,国家经贸委将“城市立体车库”列为“近期行业技术发展重点”,随着家用汽车的不断增加,公共场所及社区内存车矛盾、车挤绿地的问题将会越来越突出,在人们对生活质量和环境意识不断增强之时“车库”日渐成为热门话题,机械自动化立体车库将会在新开发的楼盘及商业里大显身手。

2 立体车库整体方案比较和选择

2.1 移动方案的比较

机械式立体停车库有许多种类型,根据其工作原理可分为:升降横移式;水平循环式;平面移动式等等。采用以载车板升降或横移存取车辆的机械式停车设备叫做升降横移式立体停车库,由于升降横移式停车库的类型比较多,规模可大可小,对场地的适应性强,因此采用这一类型的停车库十分的普遍。

升降横移式立体停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。停泊在这类车库内地面的车只作横移,不必升降,上层车位或下层车位需要通过中间层横移出空位,将载车板升或降到地面层,驾驶员才可以进入车库内将汽车开进或开出车库。升降横移式立体停车库的布置型式主要有两种:半地下布置型式和地上布置型式

本设计是双层六位五车的小型立体车库,多用于居民小区,其简图如下所示:

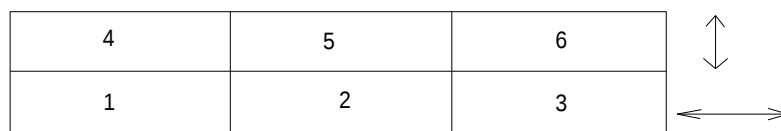


图 2-1 立体车库各车位移动方案

移动方案(1):

将1号车位作为定位,2,3号车位可以直接提取车。

在存取4号车时,将4号位降到1号位上,进行存取车。

在存取5号车时,将2号位移动到1号为上,5号位降到2号位上,进行存取车。

在存取6号车时,将2号位移动到1号位上,3号位移动到2号位上,5降到3号位进行存取车。

移动方案(2):

可将3号车位作为定位,其存取方式和方案(1)相同,故不再做表述。

移动方案(3):

将2号车位作为定位,1,3号车位可以直接进行存取车。

在存取4号车时,将1号车位移动到2号车位上,4号车位降到1位进行存取车。

在存取5号车时,将5号车位降到2位上,进行存取车。

在存取6号车时,将3移动到2位上,6降到3号车位上,进行存取车。

综上所述,可以知道方案(3)最快捷,所以本设计采用方案(3)作为车库整体移动的方案。

2.2 横移机构方式的选用

就目前的立体车库能储存的车辆数目来说,大致可把立体车库分为两大类,即大型立体车库和小型立体车库。

本设计的立体车库是双层六位的,属于小型立体车库,存取车辆较少,从停车位到出库所要运行的距离较近,即使速度较低,存取车的时间也不会太长。所以小型车库里采用托盘作为载车容器就可以了。能够使托盘平稳在水平方向上移动的方式有多种。

根据动力源是(驱动装置)是否在托盘上,可以将横移分为两种,一种是将驱动装置放在托盘上,通过驱动链条来实现传动。但这种方式现在使用不多,只有在大型的立体车库里才使用。由于电机放在托盘上,托盘在存取车的过程中不断的运动,给电机提供电源和对电机进行控制都比较难实现。

驱动装置安放在固定件上是实现托盘横移的另一种方式。这种方式都可以方便为其提供动力源并对其进行控制。也可以提高安全系数,也比较美观。对车库的效率和外观没有影响。(电机一般放在地面和框架上)

所以,本设计的横移部分的驱动装置不安放在托盘上,而是安放在地面上和框架上。

为实现托盘的横移而采用的驱动方式有三种:

- (1) 利用液压系统进行驱动
- (2) 利用电机带动链条进行驱动
- (3) 利用电机带动齿轮、齿条系统进行驱动

液压系统复杂,造价高,维修难,不易维护。链传动是一种不错的传动方式,传动精度高,设计、购买方便,但和齿轮、齿条啮合的传动方式比较起来,链传动的效率低了一点。所以,采用电机驱动的方式来实现托盘的横向移动,中间的传动装置采用齿轮和齿条的啮合。

2.2.1 横移的方式和电机放置位置

根据前面的所述,底层横移部分的动力源采用电机,而且,电机不是安装在托盘上,同时决定采用齿轮和齿条啮合的传动方式,按照常规规定将齿轮作为齿轮和齿条啮合传动的主动件,固定在水平面上,为了不防碍轿车的存取,电机和齿轮只能放在车库的后方。齿轮水平放置,所以齿轮轴的轴向为竖直方向,如果电机水平放置,电机轴的轴向为水平方向,这种情况下,把电机的动力传递给齿轮需要两个相互啮合的圆锥齿轮。圆锥齿轮的设计、制造和安装都比较麻烦,从而导致成本费用比较高,对于小型车库来说经济性不好,同时,两个圆锥齿轮的齿轮轴很难固定,而且占用了较多的纵向水平面积。故决定采用电机竖直放置的方法。

电机竖直安放也存在两种方式。其一,电机轴的轴向向上安放,这种方式下,虽然容易实现电机定位,无论采用底座定位还是凸缘定位都很容易定位。但是,由于要求齿轮安放在水平面上,电机则只有安放在地平面下,这样需要为电机用混凝土浇注一个基坑,这样的话,电机的安放和维修都比较困难。故不采用此方式。

当电机竖直安放且电机轴的轴向向下时,只需要一个联轴器就可以把电机轴和齿轮轴联在一块,从而实现传动力的目的。此处的电机依靠凸缘来定位。采用这种方式的缺点就是电机不容易固定,为了解决这一个问题决定设计一个机架,用来支撑和固定电机。

此处还要考虑减速器的存在。从车库的规模来看,此车库为小型车库,平移速度要求不高。因为平移距离都比较小。速度大了就容易产生较大惯量,不利于制动,使安全系数降低。同时,从时间的角度来看,对于此车库,在速度较低的情况下,存取车的时间也是很短的。所以,此车库要求速度较低(初步定位 0.35m/s)众所周知,电机的输出转速一般比较高。所以,在此处减速器是必不可少的部件。目前,减速器已经成为一种比较规范的标准件,设计和选择都比较容易。不过,此处为了安装方便,决定选用带有减速器的电动机。为了减低成本,安装方便,此车库的电动机都采用带有减速器的电动机,具体的型号根据具体的设计而定。

电动机和齿轮都固定在地平面上了,齿条就只有作为齿轮、齿条啮合传动方式的运动件了。齿条可以焊接在托盘的后面的侧面上,也可以使用螺栓固定在托盘后方。由于齿条的长度和托盘的宽度一样,尺寸补角长,如果采用焊接的方法,由于热胀冷缩的原因,在焊接的过程中,回使齿条变形,从而影响齿轮和齿条间懂得啮合精度。所以决定齿条和托盘间的联接方式采用螺栓联接,齿条的宽度由它所承受的载荷而定,具体设计见第三章。齿条的厚度由多哥因素决定,其一:齿条的强度需要满足一定的强度要求;其二:由于滚筒的存在,齿条应该用螺栓固定在托盘的后方的边框的上方,而不是托盘后面的竖直侧面上,这种情况下要求:齿条和边框在水平方向上啮一定的重合度。其三:要考虑滚轮的宽度,最后要考虑齿条的分度线要和齿轮的分度圆相切。

2.3 提升机构所用方式的比较和选择

常见的三种方式是液压方式,链条提升方式和钢丝绳提升方式

一、钢丝绳提升

钢丝绳具有承载能力强,重量轻的特点,但它却具有弹性,使用时间长了会产生伸长量,使得传动精度降低,从而使得托盘不能准确到达所应到达的位置,而且,钢丝绳容易自行扭转和松散。

二、液压提升

液压系统驱动是一套十分复杂的驱动系统,它的设计、制造成本较高。而且维修、检测费用也相对较高,液压系统的故障很难检查,如果哪个输油管道出现问题,将会在一定时间内大大降低车库的工作效率,而如果液压站出现了问题,后果将更加严重,故此,此设计没有采用液压驱动系统作为提升机构。

三、链条提升

链传动为电动机通过联轴器、链条、链轮,来带动托盘实现升降的。成本低,安全,易维护,维修。

链条传动兼有齿轮传动和带传动的特点。与齿轮传动比较,链传动较易安装,成本低

廉；远距离传动时其结构要比齿轮传动轻便得多。与带传动比较，链传动的平均传动比准确；传动效率高；需要的张紧力小，压轴力也小；结构尺寸紧凑；能在低速重载下较好的工作；能适应较恶劣的环境如油污和高温等场合。

综上所述，升降机构的设计：电动机作为动力源，利用链条和链轮的啮合传递动力，带动滚筒缠绕钢丝绳来实现上层托盘的升降。

2.3.1 提升的原理和电机安放位置

为了制造、安装方便，上下两层的托盘基本相同。无论是尺寸，还是组成都基本相同。区别就在于：底层的托盘有滚轮，而上层的托盘有滑轮，此处重点来说明一下链轮、链条和提升电机及相关组成部分。

从电机的安装和美观的角度来考虑，电机应该防在车库框架后方的横梁上，而且一个托盘需要两个电动机，一侧一个水平放置在横梁上，此处电机的定位依靠底盘来定位。提升用的电机和平移用的电机一样也选用带有减速器的电机。

链传动最常见的方式就是利用一条闭合的链条，把一根轴上的动力传递到另一根轴上，两个链轮要求在同一个水平面上。本设计中要求链条传递动力，还要求钢丝绳传递运动，所以采用闭合链条，钢丝绳是采用一端固定，一端固定在滚筒上。这种情况下，一个托盘只有两根钢丝绳在承载，对钢丝绳的要求较高。如果托盘上前端有一个钢丝绳的固定端，后端有一个钢丝绳的固定端，这种情况下托盘有四根钢丝绳来承载，安全系数较高，但框架上的链条较复杂，制造不方便。如果钢丝绳固定在框架纵向梁的前部，然后和托盘上两个滑轮配合，最后回到纵向梁的后部，示意图如下图所示。这种方式不但有四根钢丝绳来承载，而且提升平稳，安全系数高，所以就采用这种方式。

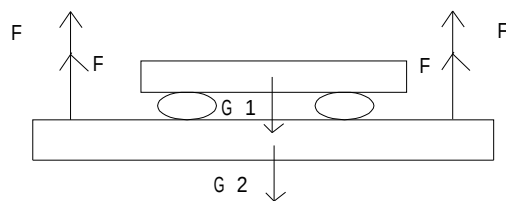


图 2-2 上层托盘和轿车提升的简图

由于上层托盘提升到固定位置时，需要在此处长时间停滞，所以需要在此处链轮轴上安装制动器，制动器应该选用常闭型的制动器，因为托盘挺在固定位置的时间比托盘运动的时间长很多，电机轴和链轮轴之间也采用凸缘式联轴器进行联接。

2.3.2 设计时注意要点

1) 按照不同的工况，选用相应的标准链条，这是基本原则，但是由于具体工况的多样性和复杂性，而且标准的覆盖面总是有限的。因此必要时也可以在规格、尺寸、参数符合标准的同时对此链条的性能提出较高的要求，并以此向链条厂咨询协商定货。

2) 设计时应尽量采用标准链条,如遇到标准链条不能满足设计要求时,有时要进行非标准联体设计。此时要尽量查找国内外有关标准,参照标准提供的尺寸参数,改选较好的材质等。

3) 链传动是利用中间挠性链条和链轮轮齿的相互啮合传递运动和动力的。它具有带传动和齿轮传动的优点,其缺点是瞬间传动比变化,因为链节与链轮相啮合时,可看成是链节绕在多边形的链轮上。链的节距 p 愈大,链轮齿数 z 愈小,则链速的不均匀性以及附加的动载荷大。设计链传动时,在满足链传动传递功率的前提下,应尽可能选用较小的节距和较多的齿数。

4) 链传动安装时,两链轮轴的平行度至关重要,特别是速度较高的链传动及多排链传动,其两轮轴线的平行度达不到规定精度时,会使链与链轮啮合状况恶化,并将加大冲击与振动。

5) 对于传递动力的链传动,当链速较高时,其润滑就成为重要的问题,应采用推荐的润滑方式进行润滑,否则,它将严重影响链的寿命。

6) 设计链传动时,应加装防护罩或防护装置。

2.4 设计数据

本课题给出轿车的几何参数为:车身长为 4700mm,车身宽为 1700mm,车身高为 1550mm,总重是 1600Kg。托盘为载车容器,其尺寸应该大于轿车的尺寸,故托盘的尺寸初步定为:长 $L=5400\text{mm}$,宽 $W=2000\text{mm}$.为了保证托盘的自由运动,左右两个立柱间的距离应该大于托盘的宽度,因为这样既有利于轿车的存取,也有利于托盘的安放,所以把左右两个立柱间的距离定为 2100mm,基坑的长度为 6500mm。这是托盘和车库框架的大体尺寸。

3 升降横移设备的结构设计

3.1 升降横移式二层车库工作原理

机械式立体停车库有许多种类型,根据其工作原理可分为:升降横移式;水平循环式;平面移动式等等。采用以载车板升降或横移存取车辆的机械式停车设备叫做升降横移式立体停车库,由于升降横移式停车库的类型比较多,规模可大可小,对场地的适应性强,因此采用这一类型的停车库十分的普遍。

升降横移式立体停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。停泊在这类车库内地面的车只作横移,不必升降,上层车位或下层车位需要通过中间层横移出空位,将载车板升或降到地面层,驾驶员才可以进入车库内将汽车开进或开出车库。

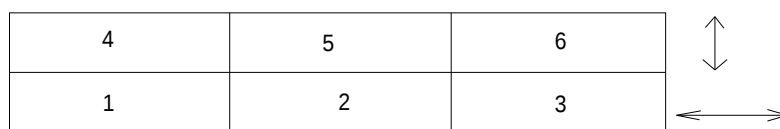


图 3-1 车库原理图

升降此车库适用于小区里使用,停放的车辆是小型轿车。此车库一共有 3 个出入口。底层的载车板只能进行水平的横向移动,上层的载车板只能进行竖直方向上的上下运动。本车库一共可以停放 5 辆轿车(即一共有 5 个载车板)。为了实现载车板的自由提升和横移,从而实现轿车的存取,底层存在一个空车位,即能够横移的载车板只有两个,为了对存取车进行详细的说明,对各个车位进行了编号,号码如图 3-1 所示。现在以取车为例来说明存取车的顺序。如图所示,假设 5 车位目前为空车位。如果要取 4、6 车位的轿车,可以直接取车;如果要取 2 车位的轿车,只需要将 2 车位的载车板下放到 5 车位即可以取车,最后让我们来看一下 1(3)车位的轿车的取车顺序,要取 1(3)车位的轿车,必须先将 4(6)车位的载车板横移的空车位(2 车位),然后将 1(3)车位的载车板下放到 4(6)车位即可以取车了。需要说明一下的是,当轿车取走后,上层的载车板需要提升到原位。存车的过程和取车的过程基本相同,唯一的区别就是:存车时尽量先将轿车存放在上层的车位,然后再存放下层的车位。

3.2 横移结构设计

3.2.1 托盘的结构设计

1. 托盘的基本尺寸的设计

此立体车库适合小区使用,所停车辆为轿车和微型面包车,一般轿车的基本参数:

长: $L=4700\text{mm}$; 宽: $W=1700\text{mm}$; 高: $H=1550\text{mm}$;

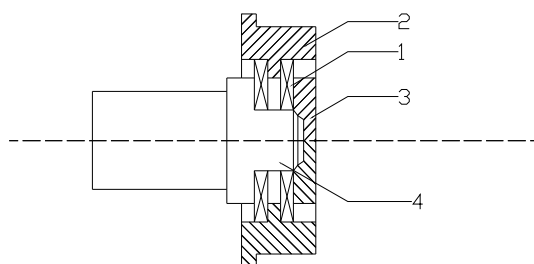
初步确定托盘的基本尺寸:

长: $L=5400\text{mm}$; 宽: $W=2000\text{mm}$;

2. 托盘上基本零部件的选择和设计

a. 滚轮的设计:

(1) 直接将滚轮安装在托盘上, 在存车位上安装导轨(轻轨), 滚轮直接在导轨上滚动, 可以减少摩擦力, 而且托盘移动平稳。滚轮在安装中有中心轴, 轴焊接在托盘上, 轴承选择内圈固定, 外圈旋转, 其结构简图, 如图 3-2 所示。



1-轴承 2-滚筒 3-轴承端盖 4-轴

图 3-2 滚轮示意图

b. 托盘主体结构的材料选择

托盘示意简图见零件图(A1)

(1) 外框空心钢管的选择

选用结构用冷弯矩形空心钢管(GB6728-86)

选择的尺寸: 边长 70 mm, 壁厚 $t=4.0\text{ mm}$, 理论重量 7.966 kg/m .

另选用的结构用冷弯矩形空心钢管(GB-6728-86)

选择的尺寸 $200\text{ mm} \times 100\text{ mm}$, 壁厚 $t=4.00\text{ mm}$, 理论重量 kg/m .

(2) 托盘中用于承载汽车的钢板的选择

根据 GB3277-82, 选择菱形花纹钢板, 以增大汽车轮胎与钢板之间的摩擦力。厚度 5 mm, 宽 0.35 mm, 其它钢板, 如承载用的平行与水平面的钢板。根据 (GB709-88), 选择厚度 5 mm, 宽度 0.35 mm, 将 0.77 mm 的钢板一分为二。

对于钢板厚度 5 mm, 理论重量 39.2 kg/m^2

厚度 4 mm, 理论重量 31.42 kg/m^2

菱形花纹钢板 厚度 5 mm, 理论重量 42.30 kg/m^2

(3) 角钢的选择

根据 GB9787-88 选择碳素钢 Q235-A, 尺寸为 $50 \times 50 \times 5\text{ mm}$ 的热轧钢等, 边角钢理论重量 1.822 kg/m .

(4) 托盘整体采用焊接的方法:

焊缝均采用手工电弧焊, 焊缝不能有透、熔、蚀等缺陷, 修刺倒棱, 焊后退火处理, 综上所述得出:

如图：菱形钢板 宽 $W=0.4\text{m}$ 长 $L=5.4\text{m}$

矩形钢板 宽 $W=0.15\text{m}$ 长 $L=5.4\text{m}$

方形钢板 宽 $W=0.1\text{m}$ 长 $L=2\text{m}$

中间钢板 宽 $W=1.2\text{m}$ 长 $L=5.4\text{m}$

边上钢板 宽 $W=0.45\text{m}$ 长 $L=3\text{m}$

得出：

方型钢管： $M_1=7.966\text{ kg/m} \times 2 \times 2.1\text{m}=33.46\text{ kg}$

矩形钢管： $M_2=18\text{ kg/m} \times 2 \times 5.4\text{m}=194.4\text{ kg}$

中间钢板： $M_3=31.42\text{ kg/m}^2 \times 5.4\text{m} \times 1.2\text{m}=203.47\text{ kg}$

菱形钢板： $M_4=42.3\text{ kg/m}^2 \times 4 \times 0.45\text{m} \times 1.2\text{m}=81.22\text{ kg}$

角钢： $M_5=1.822\text{ kg/m} \times 4 \times 0.063=0.46\text{ kg}$

边上钢板： $M_6=39.25\text{ kg/m}^2 \times 2 \times 0.45\text{m} \times 3\text{m}=94.2\text{ kg}$

其它重量： $M_7=4.83\text{ kg}$

所以上层托盘总重量为 $M_{\text{总}}=M_1+M_2+M_3+M_4+M_5+M_6+M_7=630\text{ kg}$ 。

由于底层托盘上有滚轮和齿条：

估算滚轮重量 $M_{\text{滚}}=0.8 \times 4=3.2\text{ kg}$

齿条采用 45 号钢，淬火，密度为 $7.9 \times 10^3\text{ kg/m}^3$

长度为 $L=2150\text{ mm}$ ，宽度为 $W=100\text{ mm}$ ，高度为 $H=60\text{ mm}$

$M_{\text{齿条}}=2150\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 60\text{ mm} \times 7.9 \times 10^3\text{ kg/m}^3 \times 10^{-12}=101.91\text{ kg}$

底层托盘总重量为 $=624\text{ kg}+101.91\text{ kg}=725.91\text{ kg}$

故底层托盘的重量初步定为 730 kg 。

3.2.2 导轨的设计

由于轿车和托盘的重量达到 2330 kg ，故选择 GB11264-89 中的轻轨，型号 30。查其总高是 108 mm ，总宽是 108 mm ，总长是基坑的长度，由车架的设计部分可以得知基坑的长度为 6500 mm ，其截面如图 3-4 所示：

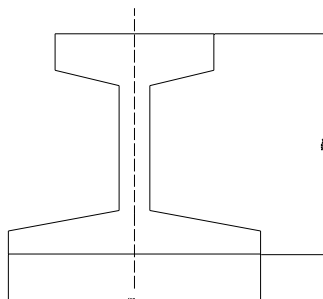


图 3-4 托盘的轨道

润滑方式：采用人工加油的方式直接向导轨上浇油，不需要专门的润滑装置。

3.3 升降机构的结构设计

升降横移式立体停车库的结构设计在整个车库中非常重要,主框架部分、载车板部分和传动系统是升降横移式立体停车库的主要组成部分,主框架部分承担着整个升降横移式立体停车库的总量,而且它的轻重、稳定性和可靠性以及载车板部分还影响着整个立体停车库的重量、材料和成本的多少以及安全性,传动系统决定着升降横移式立体停车库运行的好坏,所以如何设计主框架部分、载车板部分和传动系统成为影响整个立体停车库的关键因素

3.4 升降横移机构整体框架设计

在此设计中,因为上层的托盘和其上面的轿车重量都有框架来承受,所以框架不仅要结构简单,制造容易,还要求满足一定的强度要求。

主框架底座部分用混凝土浇注,立柱直接筑在混凝土中。因为立柱上安装有导轨,载车板的槽钢内装有导靴,两者需要相配合,立柱的间距应该根据载车板的宽度而定。其结构如下图:

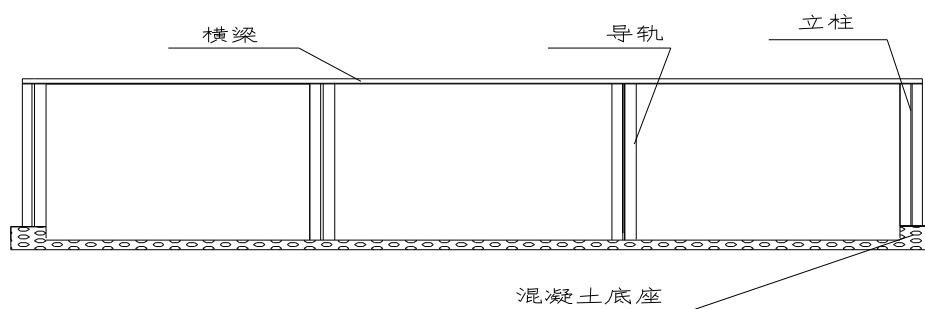


图 3-5 主框架图

3.4.1 材料的选择

在工程结构中,钢结构是应用比较广泛的一种建筑结构,一些高度或跨度比较大的结构,载荷或吊起重量很大的结构,有较大振动的结构,高温车间的结构等等,采用其它建筑材料,目前尚有困难或不是很经济,有时候也满足不了强度要求,则可考虑用钢结构。本设计中采用钢结构用于升降装置的支撑及立体车库的主框架结构,这种钢结构具有以下几个优点。

1. 材料强度高

在相同的载荷条件下,采用钢结构时,结构的自重较小,当跨度和载荷相同时,刚架的重量只有混凝土层架重量的 $1/4 \sim 1/3$,如果用薄臂型钢屋架,则可更强,由于重量轻,便于运输安装。

2 安全可靠

钢材质地均匀,各向同性,弹性模量大,具有良好的塑性和韧性。

3 工业化生产程度高

与其它建筑结构相比, 钢结构工业化生产程度高, 能成批大量生产, 制造精度高, 采用工厂制造、工地安装的施工方法, 可缩短周期, 降低造价, 提高经济效益。

4 具有一定的耐热性

温度在 35 度以内钢的性质变化很小, 温度达到 30 度以后强度逐渐下降, 达到 45 度~60 度时, 强度为零。因此钢结构防火性较钢筋混凝土差, 一般用于温度不高于 25 度的场合。

同时钢结构设计时应满足下列要求:

- (1) 结构必须有足够的强度, 钢性和稳定性。
- (2) 要符合建筑物的使用要求, 要有良好的耐久性
- (3) 尽可能节约钢材, 减轻钢结构重量
- (4) 尽可能缩短制造安装时间, 节约劳动时间
- (5) 结构要便于运输、维护
- (6) 可能条件下, 尽量注意美观, 特别是外露机构

根据以上各项要求, 钢结构设计应重视贯彻和研究节约钢材, 降低造价的各种措施, 做到技术先进, 经济合理, 安全适用, 确保质量。

3.4.2 制造方法

立柱采用工字钢, 因为工字钢有很强的承载压力的能力。一共有 8 根立柱, 前后各有 4 根, 采用浇注的方法固定在混凝土中(地面采用混凝土)。横梁采用宽×高为 2000 mm×100 mm 的冷弯矩形空心钢管(GB6728-86), 因为提升机构的电动机、联轴器和制动器要放在横梁上, 所以矩形空心钢管平放在立柱上, 采用焊接的方法连接。

纵向梁的选择比较困难, 因为纵向梁不仅可以用冷弯矩形空心钢管, 也可以采用角钢相对放置构成。由前面的设计知道, 链轮的结构要放在纵向梁上, 不管采用那种方式的纵向梁。链轮的底板都可以方便的固定在纵向梁上。但是, 当采用前者的方法时, 需要在冷弯矩形空心钢管上开矩形孔, 制造比较麻烦, 所以决定采用两个角钢相对放置的方法来制造纵向梁, 两个角钢之间存在一定的距离, 距离由链条的宽度来定。纵向梁也采用焊接的方式固定在横梁上。

3.4.3 结构的强度校核

由上面的分析知道, 链轮安装在纵向梁上, 纵向梁要承受轿车和托盘的重量。同时由于纵向梁跨度比较大, 所以在整个钢架中, 对纵向梁的校核最为重要。

现在来分析纵向梁所受的载荷。

取托盘(含轿车)为研究对象, 分析受力示意图如图 3-2 所示:

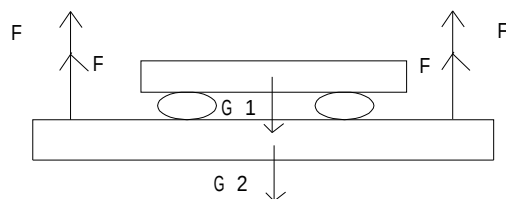
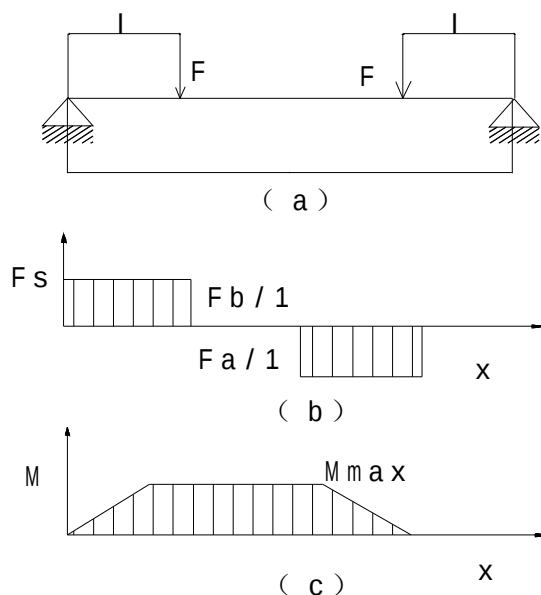


图 3-6 受力分析示意图

由于四根链条同时承载。所以每根链条所受载荷 F 为：

$$F = (G_1 + G_2) / 4 = (1600 + 630) \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} / 4 = 5463.5 \text{ N}$$

因为每个托盘有四根链条来承载，每条链条所承受的拉力为 5537N。链条固定在两根角钢上，所以有每根角钢承受的力为 2768.5N，不过，角钢上要承受两个这样的力，两个力的距离如图 3-7 所示。因为角钢的两端固定在横向梁上，所以角钢可以近似的简化为简支梁，它的受力分析图和弯矩图如图 3-7 所示。



3-7 纵向梁的受力分析

角钢的承受的最大正应力为：

$$\delta_{\max} = M_{\max} / W$$

式中 $M_{\max}$ - 梁的最大弯矩

W - 抗弯截面系数

梁的最大弯矩由图 3-3 可知，抗弯截面系数和角钢的材料有关，查阅《机械设计手册》知道所选的抗弯截面系数为 6.32×10^{-6} ，所以有：

$$\delta_{\max} = 2768.5 \times 1.65 \times 10^6 / 6.32 / 2$$

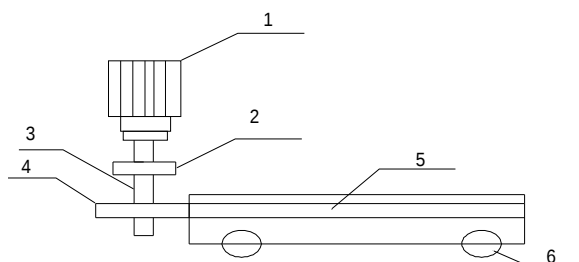
$$\approx 361.3 \text{ Mpa}$$

对于材料 Q235，查阅 GB700-88，知道 δ 在 375Mpa~500Mpa 之间，故纵向梁是安全的。

4 升降横移停车设备传动系统的设计

4.1 横移传动系统设计

横移机构传动示意图:



- 1- YCJ 系列齿轮减速三相异步电动机 2- 联轴器 3- 齿轮轴 4- 齿轮 5- 齿条
6- 滚轮

图 4-1 横移传动示意简图

4.1.1 平移装置中齿轮、齿条、传动驱动电动机的选择

取托盘（含轿车）为研究对象，受力分析示意图:

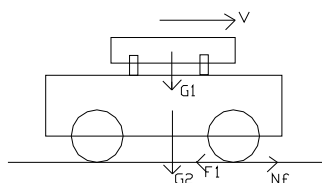


图 4-2 托盘受力分析示意图

由上图可以知道，托盘运行条件是 $F_1 = N_f$

查阅《〈摩擦、磨损与润滑手册〉》（第二册，机械工业出版社）得知：

在任何滚动轴承中，克服摩擦所消耗的功率可以按下式计算的平均摩擦力来计算：

$$N_f = f_a P$$

N_f -轴承所受的摩擦力

f_a -滚动摩擦系数平均值

P -按一般动力计算公式得的轴承上的当量载荷

查阅《〈摩擦手册〉》表 19.14 得知部件中由于采用接触式密封，存在制造误差和装配误差，工况加重和润滑剂污染等， f_a 的值应该扩大一倍

$$f_a = 1.8 \times 10^{-3} \times 2$$

对于深沟球轴承（本设计采用，应用广）

$$P = F_r \times K_v \times K_s \times K_t$$

F_r -径向力

K_v -旋转系数

K_s -安全系数

K_t -温度系数

$$F_r = G_1 + G_2 = (1600 + 740) \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 22932 \text{ N}$$

由于是外圈旋转，取 $K_v = 1.2$

查阅《摩擦手册》得 $K_s = 1.1$ ，由表 19.11 得知 $K_t = 1.0$

$$\text{得 } P = 22932 \text{ N} \times 1.2 \times 1.1 \times 1.0 = 30270.2 \text{ N}$$

$$\text{由上式 } N_f = f_a \times P = 30270.2 \text{ N} \times 2 \times 1.8 \times 10^{-3} = 108.9 \text{ N}$$

$$N_f = F_1 \quad <1>$$

$$F_1 = 2T/d \quad <2>$$

$$T = 9.55 \times 10^3 / n \quad <3>$$

由于是小型立体车库，适用于小区，移动速度不宜过快，故托盘的移动速度初步定位 $V = 0.35 \text{ m/s}$ 。

$$\text{得: } P = F \times V / 1000 \times / 60 = 108.9 \times 21 / 1000 / 60 = 3.7 \times 10^{-2} \text{ Kw}$$

在此设计中平移部分只需移动一个车位，移动距离较近，从而要求速度较低。查阅《机械设计手册》第五卷(四)表 22-1-61，选用 YCJ140 和 Y90S-4 一体的 YCJ 齿轮减速三相异步电动机。

电动机的额定功率为 $P = 0.75 \text{ Kw}$

额定转速为 $n = 26 \text{ r/min}$

输出转矩为 $T = 259 \text{ N.m}$

$$\text{校核: } F = 2T/d \quad d = 2T/F = 2 \times 259 \text{ N.m} / 109.4 \text{ N} = 4.73 \text{ mm}$$

$$T = 9.55 \times 10^3 \times 3.7 \times 10^{-2} \text{ Kw} / 30 \text{ r/min} < T = 259 \text{ N.m}$$

(T -实际需要转矩)

故此电动机合适。

由于动力从电动机传送到托盘要经过联轴器、齿轮、齿条等部件，传递到托盘上的动力也会减少，从而使转矩见效，所以齿轮直径和传动轴的直径应该大于 4.08 mm 。

4.1.2 齿轮、齿条的设计

1) 选择齿轮、齿条的材料

查阅《机械设计工程学》（中国矿业大学出版社）表 8-17:

齿轮选用 45 号钢调质，表面淬火 $\text{HBS}_1 = 245 \sim 275$

齿条选用 45 号钢正火，表面淬火 $\text{HBS}_2 = 210 \sim 240$

2) 按齿面接触疲劳强度设计计算

托盘的横移速度 $V=0.35\text{m/s}$

齿轮的角速度 $\omega=2\pi n/60=\pi$

$$V=\omega r=\omega d/2 \quad (r-\text{齿轮分度圆半径}, d-\text{分度圆直径})$$

$$0.35\text{m/s}=\pi d/2 \quad \text{得 } d=0.22\text{m}=220\text{ mm}$$

齿轮采用硬齿面, 非对称分布。查《机械设计 1》的表 8-23 得齿宽系数

$$\phi_d=0.4$$

齿轮模数 m 可由《机械传动装置设计手册》(上册, 卜炎主编) 查得:

$$m=10$$

$$d=mz \quad (Z-\text{齿轮齿数})$$

$$220\text{ mm}=10z \quad \text{得 } z=22$$

此齿轮齿数 z 在推荐值 20 到 40 中可以选取, 故 $z=22$, 符合。

参考《机械设计 1》表 8-14 和表 8-15 选取

$$\text{齿轮的齿距 } p=\pi m=3.14 \times 10=31.4\text{ mm}$$

$$\text{齿条的齿数 } z_2=L_{\text{条}}/p=2100\text{ mm}/31.4\text{ mm}=66.87 \quad \text{取整数 } z_2=67$$

检验校核:

查阅《机械设计 1》得:

由式 (8-15) 得, 载荷系数 $K=K_A \times K_V \times K_\beta \times K_\alpha$

K_A -使用系数

K_V -动载荷系数

K_β -齿向载荷系数

K_α -齿间载荷系数

由表 8-20 得 $K_A=1.25$

由图 8-57 得 初值 $K_{Vt}=1.15$

由图 8-60 得 $K_\beta=1.03$

由公式 (8-55) 及 $\beta=0$ 得 $\varepsilon_V=\varepsilon_\alpha=[1.88-3.2(1/22+1/67)] \times 1=1.69$

由表 8-21 得 $K_\alpha=1.15$

则载荷系数 K 的初值为 $K_t=1.25 \times 1.15 \times 1.04 \times 1.15=1.72$ 得 $K_t=1.72$

由图 8-14 得节点影响系数 $Z_H=2.5$ ($\beta=0, x_1=x_2=0$)

由图 6-65 得重合度系数 $Z_\varepsilon=0.87$ ($\varepsilon_\beta=0$)

由式 (8-69) 得, 许用接触应力 $[\sigma_H]=\sigma_{Hlim} \times Z_N \times Z_W / S_H$

Z_N -接触强度寿命系数

Z_W -硬化系数

S_H -接触强度安全系数

接触疲劳极限应力 $\sigma_{Hlim1}, \sigma_{Hlim2}$ 查图 8-69 得

$$\sigma_{Hlim1}=570\text{N/mm}^2 \quad \sigma_{Hlim2}=460\text{N/mm}^2$$

由式(8-70)得,应力循环次数 $N_1=60njL_h$

按预期寿命 5 年,每天工作 300 天,每天工作 8 小时来算:

$$L_h=5 \times 300 \times 8$$

$$N_1=60 \times 30 \times 1 \times 8 \times 300 \times 5=2.16 \times 10^7$$

$$N_2=N_1/u=0.7 \times 10^7$$

$$\text{得 } N_1=2.16 \times 10^7 \quad N_2=0.7 \times 10^7$$

由图 8-70 得 $Z_{N1}=1.14$ $Z_{N2}=1.2$

由图 8-71 得 $Z_w=1$

由表 8-27 得 $S_H=1.1$

由公式 $[\sigma_H]=\sigma_{Hlim} \times Z_N \times Z_w / S_H$

$$\text{得 } [\sigma_{H1}]=570\text{N/mm}^2 \times 1.14 \times 1/1.1=591\text{N/mm}^2$$

$$[\sigma_{H2}]=460\text{N/mm}^2 \times 1.14 \times 1/1.1=510\text{N/mm}^2$$

综上所述. d_1 的设计初值 d_{1t} 为:

$$d_{1t} \geq (2KT_1)^{1/3} / (\phi_d)^{1/3} \times (u+1)^{1/2} / u^{1/3} \times (Z_E \times Z_H \times Z_\epsilon / [\sigma_H])^{1/3}$$

K-载荷系数 Z_H -节点影响系数 T_1 -输出转矩 Z_ϵ -重合度系数

ϕ_d -齿宽系数 σ_H -许用接触应力 u -齿数比 Z_E -弹性系数

$$d_{1t} \geq (2 \times 1.72 \times 2.24 \times 10^5)^{1/3} / 0.4^{1/3} \times (3.04+1)^{1/2} / 3.04^{1/3} \times (189.8 \times 2.5 \times 0.87/5912)^{1/3} \geq 161.47 \text{ mm}$$

$$d_1=220 \text{ mm} > d_{1t}=161.47 \text{ mm}$$

所以选出齿轮 $d_1=220 \text{ mm}$ 可用.

$$\text{齿厚 } b=\phi_d \times d_{1t}=0.4 \times 161.47=64 \text{ mm}$$

$$\text{齿条宽 } b_2=64 \text{ mm} \quad \text{齿轮宽 } b_1=b_2+(5 \sim 10)=70 \text{ mm}$$

由于采用正常齿轮,所以齿顶高系数 $h_a^*=0.8$,顶隙系数 c^* ,取 $c^*=0.3$

分度圆的压力角度数为 $\alpha=20^\circ$

确定齿轮的其它参数如下:

$$\text{分度圆直径: } d=mz=10 \times 22=220 \text{ mm}$$

$$\text{齿顶高: } h_a=h_a^*m=0.8 \times 10=8 \text{ mm}$$

$$\text{齿根高: } h_f=(h_a^*+c^*)m=11 \text{ mm}$$

$$\text{齿全高: } h=(2h_a^*+c^*)m=19 \text{ mm}$$

$$\text{齿顶圆直径: } d_a=d+2h_a=220+2 \times 8=236 \text{ mm}$$

$$\text{齿根圆直径: } d_f=d-2h_f=220-2 \times 11=198 \text{ mm}$$

$$\text{基圆直径: } d_b=d \cos \alpha=220 \times \cos 20^\circ=206.7 \text{ mm}$$

$$\text{齿距: } p=\pi m=31.4 \text{ mm}$$

$$\text{齿厚: } s=\pi m/2=15.7 \text{ mm}$$

$$\text{齿槽宽: } e=\pi m/2=15.7 \text{ mm}$$

$$\text{基圆齿距: } p_b=p \cos \alpha=29.5 \text{ mm}$$

发向齿距: $p_n = p_b = 29.5 \text{ mm}$

顶隙: $c = c^* m = 0.3 \times 10 = 3 \text{ mm}$

故齿轮采用铸造齿轮, 结构采用普通结构.

4.1.3 联轴器的选择

1) 类型的选择

电动机 $P = 0.75 \text{ Kw}$ (Y90S-4 型)

故选择 YL 型凸缘联轴器 (具有结构简单, 重量轻, 制造成本低, 传动精度高等优点)

2) 载荷计算

公称转矩 $T = N_f d_1 / 2$

N_f - 托盘受的平均摩擦力

d_1 - 齿轮分度圆直径

$$T = 109.4 \times 10^{-3} \times 220 / 2 = 12.034 \text{ N.m}$$

查阅《机械设计 1》表 14-1 得工况系数 K_A

$$K_A = 1.5$$

计算转矩 $T_{ca} = K_A T = 1.5 \times 12.034 = 18.05 \text{ N.m}$

3) 型号选择

参考系数: 电动机的输出轴径是 30 mm

从 GB5842-86 中查得 YL5 型凸缘联轴器的许用转矩是 63 N.m

许用最大转速是 5500 r/min

轴径为 22~30 mm 之间

故 YL5 型凸缘联轴器合适.

4.1.4 键联接的强度校核

键、轴和轮毂的材料都是钢, 查阅《机械设计》表 7-1 得, 许用积应压力 $[\delta_p] = 100 \sim 120 \text{ MPa}$, 取其平均值 $[\delta_p] = 110 \text{ MPa}$.

1) 对于半联轴器与轴之间的联接平键尺寸: $b \times h \times L = 10 \times 8 \times 32$

键的工作长度 $L^1 = L - b = 32 - 10 = 22 \text{ mm}$

$$h^1 = 0.5h = 0.5 \times 8 = 4 \text{ mm}$$

h^1 - 键与毂的接触高度

L^1 - 键的接触长度

d - 轴直径

静联接, 查《机械设计》公式 7.1 得 $T = 1/2 h^1 L^1 d [\delta_p]$

$$[\delta_p] = 2T / h^1 L^1 d = 2 \times 12.034 \times 10^3 / 4 / 22 / 30 = 9.6 \text{ MPa} < [\delta_p] = 110 \text{ MPa}$$

所以, 该平键的挤压强度足够, 键是安全的。(半联轴器与轴之间平键安全。)

2) 对于齿轮与轴之间的联接平键尺寸:

$$b \times h \times L = 12 \times 8 \times 32$$

b-键宽度 h-键高度 L-键长度

键的工作长度 $L^1 = L - b = 32 - 10 = 20 \text{ mm}$

$$T = 1/2 h^1 L^1 d [\sigma_p]$$

T-公称转矩

L^1 -键的接触长度

h^1 -键与毂的接触高度

d-轴的直径

$[\sigma_p]$ -许用挤压应力

$$[\sigma_p] = 2T / h^1 L^1 d = 2 \times 12.034 \times 10^3 / 4 / 20 / 40 = 7.6 \text{ MPa} < [\sigma_p]$$

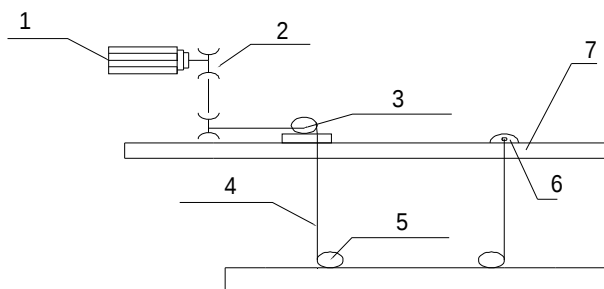
故齿轮与轴之间的键是安全的。

4.2 升降传动系统的设计

4.2.1 升降传动系统的内容介绍

本章主要对链条、连轮、钢丝绳的选择计算与校核，驱动机构的设计，主要包括电动机的选择和校核；联周器的选择和校核；制动器的选择；链轮轴的设计计算与校核；轴承的寿命计算；升降传动系统的控制和维护。

升降传动示意简图：



1- YCJ 系列齿轮减速三相异步电动机 2-链轮 3-滚筒 4-钢丝绳 5-滑轮 6-固定端

7-横梁

图 4-3 升降传动示意简图

4.2.2 升降机构的工作原理

每块载车板上都配有一套独立的电机减速机与链传动组合的传动系统。其工作原理见图 4-3 所示。电机顺时针旋转时，载车板上升，电机逆时针旋转时载车板下降。

根据载车板及车辆确定链条所需的传动力。根据传动力及载车板移动速度确定电机功率。根据车身高度确定上下载车板间的距离，根据这个距离确定钢丝绳的长度，最后根据传动力确定链轮大小，链节形状及大小。

4.2.3 链轮、链条、钢丝绳的选择计算和校核

4.2.3.1 链条的选择计算

由于此车库要求提升速度要求较低，线速度应该小于 0.6m/s ，属于低载重形式的链传动（低速链），如果低速链也按疲劳考虑，用额定功率曲线选择和计算，结果常不经济。所以采用静强度计算的方式确定链的规格。

查《机械设计》（第四版）公式 14.21 得，链条的静强度计算公式为：

$$s = Q / (K_A F + F_c + F_f) \geq N_p$$

式中 s -静强度安全系数

Q -链条抗拉载荷

K_A -工况系数

F -工作拉力

F_c -离心力引起的拉力

F_f -垂度拉力

N_p -许用安全系数，一般为 $4 \sim 8$ 。此处选择为 8 。

由上式确定链条的型号，也就是求出链条的抗拉载荷。由于动力源是电动机，而且根据轿车和托盘的重量，可以知道提升机构属于中型升降机，查阅《机械设计大典》表 36.2-5 可以得到： $K_A=1.4$ $F=5463.5\text{N}$

由于： $v < 0.6\text{m/s} < 4\text{m/s}$

查阅《机械设计》（第四版）表 14.1 可得 20A 链在单排是抗拉载荷是 86.7KN ，选择 20A 号链作为本设计的传动链。

由表 14.1 得到滚子链的具体参数如下：

内链节内宽 b_1	18.90 mm
内链节外宽 b_2	27.46 mm
外链节外宽 b_3	27.51 mm
节距 p	31.75 mm
滚子直径 d_1	19.05 mm

由升降系统传动示意图得链条的长度 L ：

$$L > 1800\text{mm}$$

考虑到链条与链轮的啮合和其它因素，决定取： $L=2000\text{mm}$

则链条的节数 n 为：

$$n = L/p = 2000/31.75 \approx 63$$

4.2.3.2 链轮的设计计算和确定参数

于滚子链与链轮的啮合属于非共轲啮合，设计灵活。本设计采用一种常用的三圆弧一直线的齿型，其特点：（1）齿型与滚子啮合时的接触应力小；（2）啮合性能好。

1) 由于线速度小于 0.6m/s，查阅《中国机械设计大典》表 36.2-4 得下面结果：

$$Z=15$$

2) 确定链轮的其它参数

由《机械设计》（第四版）公式 14.2 得：

$$d=p/\sin(180^\circ /z)$$

式中 d -链轮的分度圆直径

p -配用链条的节距

z -链轮的齿数

$$d=31.75/\sin(180^\circ /15)=31.75/\sin 12^\circ =31.75/0.2079=151.2 \text{ mm}$$

为了制造方便， d 取整数值， $d=151 \text{ mm}$

由《机械设计》（第四版）公式 14.3 得：

$$d_a=p(0.54+\cot 180^\circ /12)$$

式中 d_a -齿顶圆直径

z -链轮的齿数

p -配用链条的节距

$$d_a=31.75(0.54+\cot 12^\circ)\approx 170 \text{ mm}$$

所以 d_a 取为 170 mm.

由《机械设计》（第四版）公式 14.4 得：

$$d_f=d-d_1=151-19.05=131.95 \text{ mm}$$

取整数为 $d_f=132 \text{ mm}$

由《机械设计》（第四版）公式 14.5 得：

$$d_g < p \times \cot(180^\circ /z) - 1.04h - 0.76$$

式中 d_g -齿侧凸圆直径

h -内链板高度

由《机械设计》（第四版）表 14.1 查得：

$$h=30.18 \text{ mm}$$

所以有： $d_g < 31.75 \times \cot 12^\circ - 1.04 \times 30.18 - 0.76$

$$< 116.75 \text{ mm}$$

取 $d_g=116 \text{ mm}$

先假设与链轮配合的轴的轴径 d_k 为 40 mm，现在来计算腹板式单排铸造链轮的主要结构尺寸。

查阅《中国机械设计大典》表 36.2-22 知，轮毂厚度 h_1 为：

$$\begin{aligned} h_1 &= 9.5 + d_k/6 + 0.01 \times d \\ &= 6.5 + 40/6 + 0.01 \times 151 \end{aligned}$$

$$=17.68 \text{ mm}$$

由《中国机械设计大典》表 36.2-2 同时得知:

$$L=4h_1$$

$$d_h=d_k+2h_1 \quad R=0.04p$$

上述式中 L -轮毂宽度

d_h -轮毂直径

R -圆角半径

$$h_1=17.68 \text{ mm} \quad p=31.75 \text{ mm} \quad d_k=40 \text{ mm}$$

$$\text{得到: } L=70.71 \text{ mm} \quad d_h=75.36 \text{ mm} \quad R=1.27 \text{ mm}$$

L 、 d_h 和 R 分别取为 71 mm、76 mm、1 mm。由于 $d_h=76 \text{ mm} < d_g=117 \text{ mm}$, 所以 d_h 可以取为 76 mm。

腹板厚度 t 由与它配合链的节距决定, 由《中国机械设计大典》表 36.2-22 知, 当 $p=31.75 \text{ mm}$ 时, t 取为 14.3 mm。

由综合上面数据得到链轮的示意简图如图 4-4:

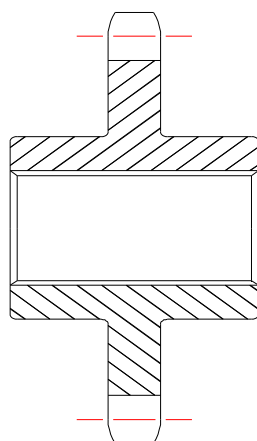


图 4-4 链轮的示意简图

4.2.3.3 提升部分钢丝绳的选择和计算:

钢丝绳提升受力分析:

托盘是由四根钢丝绳承载, 所以每根钢丝绳所受的拉力 F 为:

$$F=(G_1+G_2)/4=(630+1600) \times 9.8=5463.5 \text{ N} \approx 5.5 \text{ kN}$$

由《钢丝绳中国标准汇编》查得表 4-1 知道

表 4-1 钢丝绳中国标准汇编

结构	公称直径	允许偏差	最小破断拉力	不松散直径增大值不大于	参考重量
	MM		KN	MM	KG/100M
6X+IWS	2.40	± 0.30	4.45	0.25	2.6
	3.20	0.30	8.90	0.28	6.3
	4.00	0.40	12.45	0.43	6.7
	4.80	0.40	18.60	0.48	9.7

	5.60	0.40	24.90	0.51	12.8
	6.40	0.40	31.20	0.53	16.4
	8.00	0.60	43.60	0.61	25.8
	9.50	0.70	64.10	0.69	36.2

得钢丝绳选择公称直径为 3.2mm, 最小破断拉力为 8.9KN。

上层托盘下降到最底下, 所需要的最大高度为 2000mm, 托盘上两个滑轮之间的距离为 2400mm, 所以钢丝绳长度为 L:

$$L=2400+2000 \times 2=6400\text{mm}$$

4.2.4 驱动机构的设计

4.2.4.1 升降机构驱动电动机的选择和校核

在钢丝绳的设计中已经知道每条钢丝绳所受的力为 5537N。链轮的直径为 151 mm, 则所产生的力矩 T 为:

$$T=F \times d/2$$

$$T=5463.5 \times 151/2/1000 \approx 412.49\text{N.m}$$

因为 $P=T \times n \times 10^{-3}/9.55=412.49 \times 30 \times 10^{-3}/9.55 \approx 1.28\text{kw}$

查阅《机械设计手册》表 22-1-61, 选择 YCJ170 和 Y112M-4 安装在一起的 YCJ 系列齿轮减速三相异步电动机, 其参数如下:

功率 $P=4\text{kw}$

输出转速 $n=65\text{r/min}$

输出转矩 $T_1=552\text{N.m}$

因为 $T_1 > T$

所以提升所选用的 YCJ170 和 Y112M-4 安装在一起的 YCJ 系列齿轮减速三相异步电动机合适。

链条的线速度: $v=\pi dn \times 10^{-3}/60$

$$=3.14 \times 151 \times 65 \times 10^{-3}/60$$

$$=0.51\text{m/s} < 0.6\text{m/s}$$

所选的各种设备合适。

所以也得出钢丝绳的提升速度为 0.51m/s。

4.2.4.2 联轴器的选择

公称转矩为:

$$T=9550 \times P/n$$

式中 P、n 分别是电动机的额定功率和转速

得: $T=9550 \times 4/65=587.6\text{N.m}$

查阅《机械设计》表 14-1 得工况系数为 $K_A=1.5$

计算转矩为:

$$T_{ca}=K_A \times T$$

$$=1.5 \times 587.6 \text{ N.m}$$

$$=881.4 \text{ N.m}$$

参考数据:

电动机轴径: 45 mm

齿轮轴轴径: 45 mm

从 GB5843-86 中查得, YL₁₀ 型凸缘联轴器满足要求, 所以此处选择 YL₁₀ 型凸缘联轴器。

4.2.4.3 制动器的选择

由于采用直接抱紧轮轴的方式实行制动, 所以选择短行程块式制动器, 由于采用电动机作为动力源, 为了确保动力中断时轿车安全, 应选用长闭式制动器。

查《机械设计》第四版 16.5 公式得:

$$T_c \leq T_z$$

式中 T_c - 计算制动转距

T_z - 制动器的转动转距

本设计垂直制动, 被制动的不仅有惯性质量, 还有垂直载荷, 在此种类型的制动中, 垂直载荷是主要的, 惯性质量相对较小, 故在计算中可以不予考虑。垂直制动时的计算制动转距按下式计算:

$$T_c = S \times T_t$$

式中 T_c - 计算制动转距

S - 制动安全系数 查《中国机械设计大典》表 40.3-2 得 $S=2.0$

T_t - 换算到制动轴上的负载转距

垂直制动时的负载转距由下式计算而得:

$$T_t = mgD_0/n$$

式中 m - 垂直升降物体及其刀具质量

g - 重力加速度

D_0 - 制动轴的轴径

n - 制动轴的转速

所以得:

$$T_t = 2230 \times 9.8 \times 40 \times 10^{-3} / 65 \approx 13.45 \text{ N.m}$$

则 $T_c = S \times T_t = 2 \times 13.45 = 26.9 \text{ N.m}$

4.2.4.4 链轮轴的设计计算与校核

1. 链轮轴上的功率 P_2 和转速 n_1 的计算

查阅《中国机械设计大典》表 40.4-6, 选用机座号为 16 的电磁制动器, 其制动转距是 120N.m. 故设备合适。

由于链轮通过联轴器直接和电机的输出轴相连, 所以链轮轴和电机的输出轴拥有一样的转速, 都为 65r/min, 所以有:

$$n_1=65\text{r/min}$$

转矩 T 可以通过链轮的直径和链条所承受的力来确定:

$$T=F \times d/2$$

式中 F -链条承受的力, 由前面计算知道为 5463.5N

d -链轮的直径, 由前面计算知道为 151mm

所以有:

$$T=5463.5 \times 151/2/1000=412.49\text{N.m}$$

于是有:

$$P_2=T \times n_1/9550=412.49 \times 65/9550 \approx 2.85\text{kW}$$

初步估算轴的最小直径。选取材料为 45 号钢, 调质处理。

查阅《机械设计》表 15-3, 取 $A_0=110$

于是有:

$$d_{\min}=A_0 P_2^{1/3}/n_1^{1/3}=110 \times 2.85^{1/3}/73^{1/3} \approx 45\text{mm}$$

链轮轴的最小直径应该是安装联轴器处轴的轴径, 取 $d_{\min}=45\text{mm}$

2 根据轴向定位的要求确定轴的各段直径和长度

1) 为了满足联轴器的轴向定位要求, 第二段轴右段要有一个轴肩, 故第二段轴径的直径取为 50mm , 由于为了安装方便只在右端支撑的左边设计一个轴肩, 直径取为 60mm , 轴的最右端一段直径取为 50mm 。

2) 由上面的联轴器的选择知道, 第一段长度取为 80mm , 最右端的轴, 由轴承的宽度而定, 查阅《实用手册》可以得到:

这段轴的长度为 15mm , 它左边的轴肩只起定位作用, 所以决定取长度为 5mm , 剩下的一段轴即要安装链轮, 又要安装制动器, 所以决定取为 185mm 。由此设计出轴的结构简图见零件图。

3. 确定轴上的圆角为 R_2

轴上倒角为 $2 \times 45^\circ$

4. 求轴上的载荷

有效圆周力为 F_e 为:

$$\begin{aligned} F_e &= 1000 \times P/v \\ &= 1000 \times 2.85/0.51 \\ &= 5588.24\text{N} \end{aligned}$$

所以根据轴的结构图做出轴的计算简图, 确定轴承的支点位置, 由于采用深沟球轴承, 支点就在轴承的中点, 所以两个支点间的跨距为 $81+7.5 \times 2=96\text{mm}$, 轴的计算简图如图 4-5

(a):

4-5 (a) 受力图

H 平面内 $\sum M_B=0$

$$F_t \times L_2 - R_{H2} \times (L_2 + L_3) = 0$$

$$F_t = F_e = 5588.24$$

所以有:

$$5588.24 \times 48 - R_{H2} \times (48 + 48) = 0$$

$$R_{H2} = 2794.12 \text{ N}$$

在 H 平面内同时有:

$$\sum Y = 0$$

$$F_t = R_{H2} + R_{H1}$$

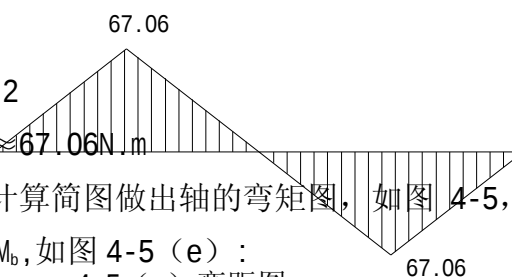
所以有: $R_{H1} = 2794.12 \text{ N}$

故

$$M_H = R_{H1} \times L_2 / 2$$

$$= 2794.12 \times 48 / 2$$

$$= 67058.9 \text{ N} \cdot \text{mm} \approx 67.06 \text{ N} \cdot \text{m}$$



由以上计算数据并根据轴的计算简图做出轴的弯矩图,如图 4-5,根据已经做出的总弯矩图和扭矩图,求出计算弯矩 M_b ,如图 4-5 (e):

4-5 (e) 弯矩图

由《机械设计》(第四版) 16.3.2 节得到:

$$\text{公式 } M_b = [M^2 + (\alpha T)^2]^{1/2}$$

M_b - 当量弯矩

M - 合成弯矩

T - 输出转矩

α - 应力校正系数

式中 α 是考虑扭矩和弯矩的加载情况及产生应力的循环特性差异系数。因为通常情况下由弯矩所产生的弯曲应力是对称循环的变应力,而扭矩产生的扭转切应力常常不是对称循环的变应力,故在计算弯矩时,必须考虑这种循环特异性差异的影响,考虑实际工况,扭转切应力为脉动循环变应力时,取 $\alpha = 0.6$

$$\text{故: } M_b = [67058.9^2 + (0.6 \times 418040)^2]$$

$$\approx 234500 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

从轴的结构简图和计算弯矩图中可以看出截面 C 处的计算弯矩最大,是轴的危险截面。

5. 按弯矩合成应力来校核轴的强度

由《机械设计》(第四版) 公式 16.3 得:

$$\sigma_b = M_b / W$$

式中 σ_b - 弯曲应力

W - 轴的抗弯截面系数

M_b - 当量弯矩

$$W = \pi d^3 / 32 - b t (d - t)^2 / 2 d$$

$$=3.14 \times 50^3 / 32 - 14 \times 7 \times (50-7)^2 / 2 / 50$$

$$=10453.61 \text{ mm}^3$$

所以 $\delta_b = 244500 / 10453.61$

$$=23.3 \text{ N/mm}^2$$

前面已经选定了轴的材料为 45 号钢, 调质处理, 由《机械设计工程学 1》表 15-1 得: $[\delta_{-1}] = 60 \text{ Mpa} = 60 \text{ N/mm}^2$

因此有: $\delta_b < [\delta_{-1}]$

所以链轮中心轴的强度符合安全要求。

4.2.4.5 键的制造方式、尺寸确定和强度校核

(1) 键的制造方式和尺寸的确定

链轮、半联轴器与轴的轴向定位均采用平键连接, 按第一段轴径为 45 mm, 由《实用手册》差得平键截面 $b \times h = 14 \times 9$ (GB1096-79), 键槽用键槽铣刀加工, 长为 56 mm (标准键长, 见 GB1096-79), 同时为了保证半联轴器与轴的配合有良好的对中性, 故选择半联轴器与轴的配合 H7/K6, 同样选择链轮与轴的配合为 H7/K6, 选择的平键尺寸为 $b \times h \times L = 14 \times 9 \times 63$

(2) 键的强度校核

键、轴和轮毂的材料都是钢, 查阅《机械设计》表 6-1 得许用应力 $[\delta]_p = 100 \sim 120 \text{ Mpa}$, 取其平均值 $[\delta]_p = 110 \text{ Mpa}$.

半联轴器与轴之间的联接平键尺寸:

$$b \times h \times L = 14 \times 9 \times 56$$

键的工作长度 $l = L - b = 56 - 14 = 42 \text{ mm}$

键与轮毂键槽的接触高度 $K = 0.5 \times h = 4.5 \text{ mm}$

所以有: $\sigma_p = 2T \times 10^3 / k \cdot l / d$

$$= 2 \times 418040 \times 10^{-3} \times 10^3 / 4.5 / 42 / 50$$

$$= 95.6 \text{ Mpa} < [\delta]_p$$

所以, 该平键的挤压强度足够, 该键是安全的。

链轮与轴之间的联接平键尺寸:

$$b \times h \times L = 14 \times 9 \times 63$$

因为同一根轴承上所需传递的扭矩 T 是相同, 所以只要考虑键的大小就行了, 两种键的尺寸相差不大, 所以链轮与轴之间的联接平键是安全的。

4.2.5 轴承寿命的计算

对于滚动轴承 210, 其基本额定动载荷 $C = 27.0 \text{ kN}$ 。下面确定其动量载荷 P , 由于它不承受轴向力, 故有:

$$P = F_r / 2$$

式中, F_t 为链轮作用于轴上的径向力, 因为滚动轴承相对于链轮的中心对称, 所以 P 为 F_t 的一半。

所以 $P=6140.4/2=3070.2\text{N}$

轴承的寿命为:

$$L_h=(C/P)^\varepsilon \times 10^6/n/60$$

本设计选用的是深沟球轴承, $\varepsilon=3$

所以: $L_h=(27 \times 10^3/3070.2)^3 \times 10^6/73/60$

$$\approx 1.6 \times 10^5 \text{ h}$$

4.2.6 滚筒与定滑轮的选择

4.2.6.1 滚筒的选择

查阅《中国设计大典》, 根据第三章整体框架的设计, 和纵向梁的尺寸, 得知, 滚筒的基本尺寸为:

长度 $L=200\text{mm}$, 外围直径 $d=150\text{mm}$ 内直径 $d=50\text{mm}$

如图 4-6 所示。

4.2.6.2 滑轮的选择

根据上层托盘(轿车的重量)受力分析, 考虑到滑轮安装在托盘上不影响轿车的存取, 所以确定滑轮的尺寸:

滑轮槽宽 $W=10\text{mm}$, 外圆直径 $d=100\text{mm}$, 滑轮槽深 $h=20\text{mm}$

4.2.7 升降机构的控制和维护

4.2.7.1 升降机构的控制

根据载车板及车辆确定链条所需的传动力。根据传动力及载车板移动速度确定电机功率。根据车身高度确定上下载车板间的距离, 根据这个距离确定钢丝绳的长度, 最后根据传动力确定链轮大小, 链节形状及大小。

4.2.7.2 升降机构的维护

由《机械设计》(第四版)图 14.23 得, 本设计的链传动采用人工定期润滑的方式, 润滑的方式: 用刷子或油壶定期在链条的内, 外链板的间隙中注油。供油量保持在每班注油一次。

为了工作安全、保持环境清洁, 防止灰尘进入、减小噪声以及由于润滑需要等原因, 链传动用铸造或焊接护罩封闭。

定期对提升部分的控制系统进行检修, 还有就是安全装置的维护, 保证提升机构的安全稳定。

5 控制系统

5.1 控制的结构形式与特点

本设计发案为双层升降横移式立体车库，其主要部分由液压升降机构、横移机构等控制系统和安全系统组成。

液压升降机构由液压缸驱动活塞杆，来带动托盘的升降，液压缸为双作用单活塞杆，其调速性能和运行平稳性均能满足立体车库的设计要求，平层精度小于 $\pm 15mm$ 。

横移机构一台电机驱动链轮，带动托盘平移。驱动电机为交流双速电机，控制方式采用的是变频器调速控制。该机构结构简单，维护方便，存取车效率较高。

该立体车库的设计特点是：

1. 占地面积小、空间利用率高；
2. 可全自动管理，计算机控制；
3. PLC 全程控制，安全可靠，技术成熟；
4. 车辆无人损坏，停放安全；
5. 有效利用资源，节省投资。

5.2 车库运行原理

空上层停车台板可以升降，下层停车台板可以横移，下层设有一个空位，变换位位置，就可调出空位上方的汽车、下层台板上的汽车可直接开出，设备不需要操作。

图 5-1 为 6 个车位的升降横移式立体车库的示意图

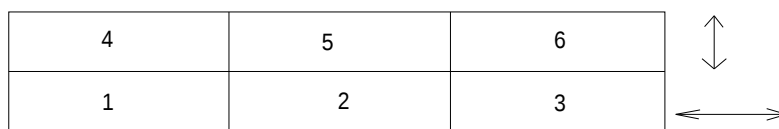


图 5-1 升降横移式立体车库的示意图

此车库适用于小区里使用，停放的车辆是小型轿车。此车库一共有 3 个出入口。底层的托盘只能进行水平的横向移动，上层的托盘只能进行竖直方向上的上下运动。本车库一共可以停放 5 辆轿车（即一共有 5 个托盘）。为了实现托盘的自由提升和横移，从而实现轿车的存取，底层存在一个空车位，即能够横移的托盘只有两个，为了对存取车进行详细的说明，对各个车位进行了编号，号码如图 2-1 所示。现在以取车为例来说明存取车的顺序。如图所示，假设 2 车位目前为空车位。如果要取 1、3 车位的轿车，可以直接取车；如果要取 5 车位的轿车，只需要将 5 车位的托盘下放到 2 车位即可以取车，最后让我们来看一下 4（6）车位的轿车的取车顺序，要取 4（6）车位的轿车，必须先将 1（3）车位的托盘横移的空车位（2 车位），然后将 4（6）车位的托盘下放到 1（3）车位即可以取车了。

需要说明一下的是，当轿车取走后，上层的托盘需要提升到原位。存车的过程和取车的过程基本相同，唯一的区别就是：存车时尽量先将轿车存放在上层的车位，然后再存放下层的车位。

该控制面板共分三个部分：

1. 停车情况显示；
2. 自动控制
3. 手动控制

在停车情况显示中，可以准确地看到车位地车辆情况，以供停车选择，当选择好之后，在自动控制中选择确认则控制系统将按预先地程序进行车辆停放，而手动控制则是一般在控制系统中某部分出现故障时所采用地备用控制，但也可以用于停放控制。

5.3 安全装置

上载车板上装有上下行程极限开关和防坠落安全装置。防坠落安全装置装在纵梁与上载车板上停位之间，在纵梁两侧个装两只挂钩，上载车板两侧相应位置处各装两只耳环，当上载车板上升到位后，纵梁下面的四只挂钩便自动套入四只耳环内，以防止升降电机常闭制动器慢释放后，上载车板在轿车和载车板本身的重力作用下，慢慢下滑，压坏下层轿车。另外也防止制动器失灵，上载车板从上层停车位坠落，砸坏下层轿车。下载车板的安全装置主要是行程极限开关和防碰撞板。行程极限开关的作用是使载车板横移到位后自动停止。防碰撞板的作用是：下载车板横移时，如果碰撞到人、遗留行李时，切断横移电机电源，横移停止。

5.4 控制系统

PLC 即可编程控制器，最初只具备逻辑控制，定时、计数等功能，主要是用来取代继电器接触器的功能。PLC 是计算机技术与继电器接触控制技术结合的产物，它采用了计算机存储程序和顺序执行操作的原理。PLC 发展至今天，它采用了中央处理单元 CPU，从而具有更强大的应用功能，而且它的指令系统丰富，程序结构灵活，通用性和适用性强，主要用以实现复杂控制，是目前工业自动化控制中应用最广泛的设备。

在本设计中，由于停车库中存、取车控制较为复杂，但又为顺序动作控制，控制方式也很单一，故选用 PLC 控制最为合适。

PLC 用于立体车库控制的优点：

1. 稳定性好，可靠性高；

采用高集成度器件的 PC 机，具有很强的抗干扰能力，并具有各种保护功能，一旦出现故障，可以迅速停止工作，不会造成误操作。

2. 程序编制简单，容易掌握；

PLC 所采用的继电器梯形图符号的编程方法比其它编程方法都为简单，很容易被技术人员所掌握，而且能在现场进行编制调试，然后写入存储器中进行使用。

3. 检修方便

具有自诊断程序，每次运行使用都能自行检查，发现故障自行停机。而且在调试过程中，可采用模拟输出方法来检查联机运行中的正确性，非常方便。

由于以上特点，PLC 非常适合立体车库的控制系统。采用 PLC 操作，还可以减少控制系统的体积，降低了成本，从而提高经济效益

下面以控制存取 5 号位的车辆为例，其 PLC 控制图如图 5-2，其程序为：

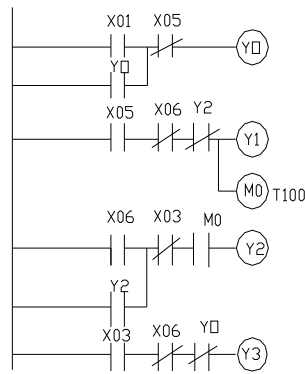


图 5-2 5 号车位的控制图

Y0-电机正转 2 位移到空位

Y1-电机反转 2 位移到 5 位

Y2-电机正转 5 位移到 2 位

Y3-电机反转 空位移到 2 位

X01-启动开关

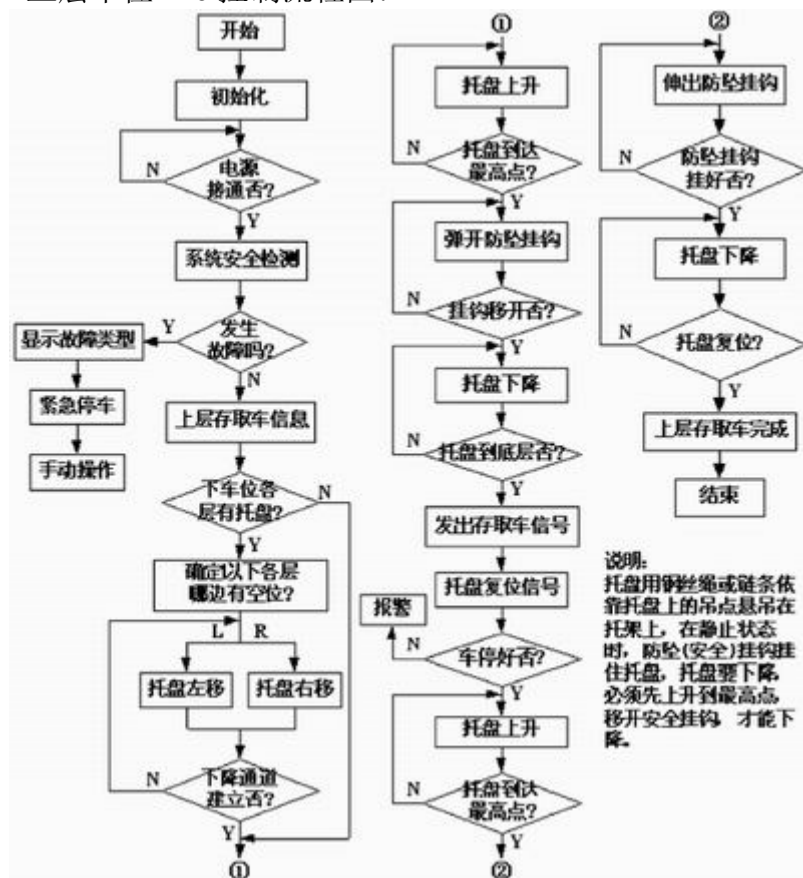
X05-空位限位开关

X03-5 位限位开关

X06-2 位限位开关

LD	X01	LD	X06
OR	Y1	OR	Y2
ANI	X05	ANI	X03
OUT	Y0	AND	M0
LD	X05	OUT	Y2
ANI	X06	LD	X03
ANI	Y2	ANI	X06
OUT	Y1	ANI	Y0
OUT	MDT100	OUT	Y3

上层车位 PLC 控制流程图:



结论

毕业设计是每位毕业生的毕业总结，是对大学四年中学习过程的一个综合能力的考核，对每位毕业生来说都非常的重要。它不仅是对大学理论知识学习的总结，更是对大家实际动手能力的一个锻炼，是对我们大学四年知识学习的系统的完善与总结。

经过了寒假的找资料 and 在校的三个月精心设计，终于将自己的毕业设计如期的圆满完成，到此时我才真正了解我大学四年的知识结构体系，看到自己努力完成的毕业设计论文和图纸，一种成就感油然而生。

立体车库作为解决城市现代化进程中停车难的首选解决方法，它以快捷，高效，占地少和安全方便等优点，迅速出现在各个现代化的城市建设中，作为高科技的新产品，这个选题具有很现实的意义。

由于立体车库目前尚属于高科技产品，现成的资料十分的缺少，我通过上网，到图书馆查资料，不断的收集相关信息，并针对设计题目的要求，最终选定设计方案。

通过完成本次毕业设计，在我的脑海里逐渐形成一套提出问题，分析问题，解决问题的思路，这竟针对以后我们面对新任务时，有更好的解决方法。毕业设计的完成，使得我的创新能力得到了全面的提高。在完成毕业设计的过程中，不仅丰富了我的知识结构体系，更锻炼了我的实际动手能力，这将对将要走上工作岗位的我打下一个坚实的基础。

由于所学的知识有限，而实际经验缺乏，因此，我的实际中难免存在缺陷和不足，恳请老师给予批评指正，以便我在今后的学习工作中得意弥补。

致谢

我所选的课题是链驱动双层升降横移式停车设备.选定课题后的一段时间内我都处于在查阅资料的过程中.由于立体停车场是一项新兴的产业,我对它的了解很少,仅有的了解也是通过网络上获得的,经过一个多月的查阅资料,在指导老师杨老师的指导下,我还是找到了突破口,理清了此次设计的基本思路,在接下来的设计中,问题依然不断的出现,但在杨老师的指导下,我将问题一个接一个的解决掉了.可以说,设计的过程就是学习的过程,而且这种学习不同于学习课本上的知识,所以在设计的过程中存在着不断的探索.

通过毕业设计,使我逐步形成了一种新的学习方式,即提出问题,分析问题,解决问题的学习方式.在收集资料,查阅文献,手册,独立思考解决问题等方面大大提高了自己的学习能力.

本次设计是我第一个独立完成的较大型的设计,由于所学的知识有限,实践经验不足,设计中难免出现一些考虑不到的问题,或有些问题考虑的不周到.在此恳请各位老师指正,批评并给予谅解.我会悉心听取并改正,谢谢!

最后,我好诚挚的感谢直到老师杨根喜老师细心的指导和教会.本设计是在指导老师杨根喜博士的悉心指导和无微不至的关怀下完成的,可以说每一点成就都浸透着杨老师的心血.

杨老师学识渊博,治学严谨,有执着的敬业精神.在我的毕业设计过程中,他给了我许多宝贵的参考意见,并经常和我一起讨论设计过程中所遇到的难题,耐心细致的帮助我竟设计完成的更加完善.在此,我真心的感谢他的帮助和教会!

参考文献

- [1]. 机械设计(第四版) 邱宣怀主编, 高等教育出版社, 2003
- [2]. 材料力学(第四版) 刘鸿文主编, 高等教育出版社, 2004
- [3]. 理论力学(第六版) 哈尔滨工业大学理论力学教研室编, 高等教育出版社, 2004
- [4]. 机械制造技术基础 周宏浦主编, 高等教育出版社, 2005
- [5]. 电工学(第六版) 秦曾煌主编, 高等教育出版社, 2004
- [6]. 机械原理 朱理主编, 高等教育出版社, 2004
- [7]. 小型可编程控制器实用技术 王兆义主编, 机械工业出版社, 2005
- [8]. 链传动 王行义主编 机械工业出版社, 1984
- [9]. 机械设计工程学 王洪兴主编 中国矿业大学出版社, 2001
- [10]. 实用机械设计手册 吴相宪主编 中国矿业大学出版社, 1993
- [11]. 互换性与测量技术 章玉麟主编 中国林业出版社, 1992
- [12]. 矿井运输提升 洪晓华主编 中国矿业大学出版社, 2000
- [13]. 中国机械设计大典第三卷 朱孝录主编 江西科学技术出版社, 2001
- [14]. 中国机械设计大典第四卷 朱孝录主编 江西科学技术出版社, 2001
- [15]. 机械设计手册(第三版)第一卷 成大先主编 化学工业出版社, 1994
- [16]. 机械设计手册(第三版)第二卷 成大先主编 化学工业出版社, 1994
- [17]. 机械设计手册(第三版)第三卷 成大先主编 化学工业出版社, 1994
- [18]. 机械设计手册(第三版)第四卷 成大先主编 化学工业出版社, 1994
- [19]. 机械设计手册(第三版)第五卷 成大先主编 化学工业出版社, 1994
- [20]. 机械设计基础课程设计 张建中主编 中国矿业大学出版社, 1999
- [21]. 电力拖动与控制 谢桂林主编 中国矿业大学出版社, 1997
- [22]. 机电控制及自动化 肖兴明主编 中国矿业大学出版社, 2003

附录

附录 1

Manufacturing Engineering in the Information and The Roles of Engineers in Manufacturing

In the early 1980s, engineers thought that massive research would be needed to speed up product development. As it turns out, less research is actually needed because shortened product development cycles encourage engineers to use available technology. Developing a revolutionary technology for use in a new product is risky and prone to failure. Taking short steps is a safer and usually more successful approach to product development.

Shorter product development cycles are also beneficial in an engineering world in which both capital and labor are global. People who can design and manufacture various products can be found anywhere in the world, but containing a new idea is hard. Geographic distance is no longer a barrier to others finding out about your development six months into the process. If you have got a short development cycles, the situation is not catastrophic, as long as you maintain you lead. But if you are in the midst of a six year development process and a competitor gets wind of you work, the project could be in more serious trouble.

The idea that engineers need to create a new design to solve every problem is quickly becoming obsolete. The first step in the modern design process is to browse the Internet or other information systems to see if someone else has already designed a transmission, or a heat exchanger that is close to what you need. Through these information systems, you may discover that someone already has manufacturing drawings, numerical control tapes, and everything else required to manufacture your product. Engineers can then focus their professional competence on unsolved problems.

In tackling such problems, the availability of workstations and access to the information highway dramatically enhance the capability of the engineering team and its productivity. These information age tools can give the team access to massive databases of material properties, standards, technologies, and successful designs. Such protested designs can be downloaded for direct use or quickly modified to meet specific needs. Remote manufacturing, in which product instructions are sent out over a network, is also possible. You could end up with a virtual company where you do not have to see any hardware. When the product is completed, you can direct the manufacturer to the drop-ship it to your customer. Periodic visits to the customer can be made to ensure that the product you designed is working according to the specifications. Although all of these developments won't apply equally to every company, the potential is there.

Custom design used to be left to small companies. Big companies sneered at it—they hated the idea of dealing with niche markets or small-volume custom solutions. “Here is my product,” one of the big companies would say. “This is the best we can make it —you ought to like it. If you don’t, there is a smaller company down the street that will work on your problem.”

Today, nearly every market is a niche market, because customers are selective. If you ignore the potential for tailoring your product to specific customers’ needs, you will lose the major part of your market share—perhaps all of it. Since the niche markets are transient, your company needs to be in a position to respond to them quickly.

The emergence of niche markets and design on demand has altered the way engineers conduct research. Today, research is commonly directed toward solving particular problems. Although this situation is probably temporary, much uncommitted technology, developed at government expense or written off by major corporations, is available today at very low cost. Following modest modifications, such technology can often be used directly in product development, which allows many organizations to avoid the expense of an extensive research effort. Once the technology is free of major obstacles, the research effort can focus on overcoming the barriers to avoid the barriers to commercialization rather than on pursuing new and interesting, but undefined, alternatives.

When viewed in this perspective, engineering research must focus primarily on removing the barriers to rapid commercialization of known technologies. Much of this effort must address quality and reliability concerns, which are foremost in the minds of today’s consumers. Clearly, a reputation for poor quality is synonymous with bad business. Everything possible—including thorough inspection at the end of the manufacturing line and automatic replacement of defective products—must be done to assure that the customer receives a properly functioning product.

Central to the process of improving reliability and lowering costs is the intensive and widespread use of design software, which allows engineers to speed up every stage of the design process. Shortening each stage, however, may not sufficiently reduce the time required for the entire process. Therefore, attention must also be devoted to concurrent engineering software with shared databases that can be accessed by all members of the design team.

Many engineers have as their function the designing of products that are to be brought into reality through the processing or fabrication of materials. In this capacity they are a key factor in the material selection-manufacturing procedure. A design engineer, better than any other person, should know what he or she wants a design to accomplish. He knows what assumptions he has made about service loads and requirements, what service environment the product must withstand, and what appearance he wants the final product to have. In order to meet these

requirements he must select and specify the material(s) to be used. In most cases, in order to utilize the material and to enable the product to have the desired form, he knows that certain manufacturing processes will have to be employed. In many instances, the selection of a specific material may dictate what processing must be used. At the same time, when certain processes are to be used, the design may have to be modified in order for the process to be utilized effectively and economically. Certain dimensional tolerances can dictate the processing. In any case, in the sequence of converting the design into reality, such decisions must be made by someone. In most instances they can be made most effectively at the design stage, by the designer if he has a reasonably adequate knowledge concerning materials and manufacturing processes. Otherwise, decisions may be made that will detract from the effectiveness of the product, or the product may be needlessly costly. It is thus apparent that design engineers are a vital factor in the manufacturing process, and it is indeed a blessing to the company if they can design for producibility—that is, for efficient production.

Manufacturing engineers select and coordinate specific processes and equipment to be used, or supervise and manage their use. Some design special tooling that is used so that standard machines can be utilized in producing specific products. These engineers must have a broad knowledge of machine and process capabilities and of materials, so that desired operations can be done effectively and efficiently without overloading or damaging machines and without adversely affecting the materials being processed. These manufacturing engineers also play an important role in manufacturing.

A relatively small group of engineers design the machines and equipment used in manufacturing. They obviously are design engineers and, relative to their products, they have the same concerns of the interrelationship of design, materials, and manufacturing processes. However, they have an even greater concern regarding the properties of the materials that their machines are going to process and the inter reaction of the materials and the machines.

Still another group of engineers—the materials engineers—devote their major efforts toward developing new and better materials. They, too, must be concerned with how these materials can be processed and with the effects the processing will have on the properties of the materials.

Although their roles may be quite different, it is apparent that a large proportion of engineers must concern themselves with the interrelationship between materials and manufacturing processes.

Low-cost manufacture does not just happen. There is a close and interdependent relationship between the design of a product, selection of materials, selection of processes and equipment, and tooling selection and design. Each of these steps must be carefully considered,

planned, and coordinated before manufacturing starts. This lead time, particularly for complicated products, may take months, even years, and the expenditure of large amount of money may be involved. Typically, the lead time for a completely new model of an automobile is about 2 years, for a modern aircraft it may be 4 years.

With the advent of computers are machines that can be controlled by either tapes made by computers or by the computers themselves, we are entering a new era of production planning. The integration of the design function and the manufacturing function the computer is called CAD/CAM (computer aided design/computer aided manufacturing). The design is used to determine the manufacturing process planning and the programming information for the manufacturing process themselves. Detailed drawings can also be made from the central data base used for the design and manufacture, and programs can be generated to make the parts as needed. In addition, extensive computer aided testing and inspection (CATI) of the manufactured parts is taking place. There is no doubt that this trend will continue at ever-accelerating rates as computers become cheaper and smaller.

As we move more fully into the Information Age success will require that the engineer possess some unique knowledge of and experience in both the development and the management of technology. Success will require broad knowledge and skills as well as expertise in some key technologies and disciplines; it also require a keen awareness of the social and economic factors at work in the marketplace. Increasingly, in the future, routine problems will not justify heavy engineering expenditures, and engineers will be expected to work cooperatively in solving more challenging, more demanding problems in substantially less time. We have begun a new phase in the practice of engineer. It offers great promise and excitement as more and more problem-solving capability is placed in the hands of the computerized and wired engineer. To assure success, the capability of our tools and the unquenched thirst for better products and systems must be matched by the joy of creation that marks all great engineering endeavors. Mechanical engineering is a great profession, and it will become even greater as we make the most of the opportunities offered by the Information Age.

附录 2

信息时代的机械工程及工程师在机械行业的应用

在 80 年代初期,工程师们曾经认为要加快产品的研制开发,必须进行大量的研发工作。结果是实际上只进行了较少的研究工作,这是因为产品开发周期的缩短,促使工程师们尽可能的利用现有的技术。研制开发一种创新性的技术并将其应用在新产品上,是有风险的,并且易于招致失败。在产品开发过程中采用较少的步骤是一种安全的和易于成功的方法。

对于资金和人力都处于全球性环境中的工程界而言,缩短产品研制开发周期也是有益的。能够设计和制造各种产品的人可以在世界各地找到。但是,具有创新思想的人则比较难找。对于你已经进行了 6 个月的研制开发工作,地理上的距离已经不是其他人发现它的障碍。如果你的研制周期较短,只要你仍然保持领先,这种情况并不会造成严重后果。但是如果你正处于一个长达 6 年的研制开发过程的中期,一个竞争对手了解你的研究工作的一些信息,这个项目将面临比较大的麻烦。

工程师们在解决任何问题时都需要进行新的设计,这种观念很快就过时了。在现代设计中的第一步是浏览因特网或者其他信息系统,看其他人是否设计了一种类似于你所需要的产品,诸如传动装置或者换热气等。通过这些信息系统,你可能发现有些人已经有了制造图纸,数控纸带和制造你的产品所需要的其他所有东西。这样,工程师们就可以把他们的职业技能集中在上尉解决的问题上。

在解决这类问题时,利用工作站和进入信息高速公路可以大大增强工程小组的能力和效率。这些信息时代的工具可以使工作小组利用大规模的数据库。数据库中有材料性能,标准,技术和成功的设计方案等信息。这些经过验证的设计可以通过下载直接应用,或者通过对其进行快速,简单的改进来满足特定的要求。将产品的技术要求通过网络送出去的远程制造也是可行的。你可以建立一个没有任何加工设备的虚拟公司。你可以指示制造商,在产品加工完成后,将其直接送给你的客户。定期访问你的客户可以保证你设计的产品按照设计要求进行工作。尽管这些研发方式不可能对每个公司都完全适用,但这种可能性是存在的。

过去客户设计的产品通常是由小公司来制造。大公司不屑于制造这种产品,他们讨厌与特殊定向产品市场,或者是客户设计的小批量产品打交道。“这就是我们的产品”,一家大公司这样说:“这是我们能够制造出来的最好产品,你应该喜欢它。如果你不喜欢,顺这条街走有一家小公司,它会按你的要求去做。”

今天,因为顾客们有较大的选择余地,几乎所有的市场都是特殊定向产品市场。如果你不能使你的产品满足某些特定客户的要求,你将失掉你的市场份额中的一大部分,或者失掉全部份额。由于这些定向产品市场是经常变化的,你的公司应该对市场的变化作出快速的反应。

定向产品市场和根据客户要求设计这种现象的出现改变了工程师研究工作的方式。今天,研究工作通常是针对解决特定问题进行的。现在许多由政府资助或者由大公司出

资开发的技术可以在非常低的成本下被自由使用,尽管这种情况可能是暂时的.在对这些技术进行适当改进后,他们通常能够被直接用于产品开发,这使得许多公司可以节省昂贵的研究经费.在主要的技术障碍被克服后,研究工作应该主要致力于产品的商品化方面,而不是开发新的,有趣的,不确定的替换产品。

采用上述观点看问题,工程研究应该致力于消除将已知技术快速商品化的障碍.工作的重点是产品的质量和可靠性,这些在当今的顾客的头脑中是很重要的。很明显一个质量差的声誉是一个不好的企业的同义词。企业应该尽最大的努力来保证顾客得到合格的产品,这个努力包括在生产线的终端对产品进行严格的检验和自动更换有缺陷的产品。

研究工作应该着重考虑诸如可靠性等因素对成本带来的益处。当可靠性提高时,制造成本和系统的最低成本将会降低。如果在生产线的终端产生了 30% 的废品,这不仅会浪费金钱,也会给你的竞争对手创造一个利用你的想法制造产品,并将其销售给你的客户的良机。

提高可靠性和降低成本这个过程的关键是深入,广泛的地利用设计软件。设计软件可以使工程师加快每一阶段的设计工作。然而,仅仅缩短每一阶段的设计时间,可能不会显著地缩短整个设计过程的时间。因而,必须致力于采用并行工程软件,这样可以使所有设计组的成员都能使用共同的数据库。

许多工程师的职责是进行产品设计,而产品是通过材料的加工制造而生产出来的。设计工程师在材料选择,制造方法等方面起着关键的作用。一个设计工程师应该比其他的人更清楚地知道他的设计需要达到什么目的。他知道他对使用荷载和使用要求所做的假设,产品的使用环境,产品应该具有的外观形貌。为了满足这些要求,他必须选择和规定所使用的材料。通常,为了利用材料并使产品具有所期望的形状,设计工程师知道应该采用哪种制造方法。在许多情况下,选择了某种特定材料就可能意味着已经确定了某种必须采用的加工方法。总之,在将设计转变为产品的过程中,必须有人作出这些决定。在大多数情况下,如果设计人员在材料加工方面具有足够的知识,他会在设计阶段作出最为合理的决定。否则,作出的决定可能会降低产品的性能,或者使产品变得过于昂贵。显然,设计工程师是制造过程中的关键任务,如果他们能够进行面向生产(即可以进行高效率生产)的设计,就会给公司带来效益。

制造工程师们选择和调整所采用的加工方法和设备,或者监督和管理这些加工方法和设备的使用。一些工程师进行专用装备的设计,以使通用机床能够被用来生产特定的产品。这些工程师们在机床,工艺能力和材料方面必须运用广泛的知识,以使机器在没有过载和损坏,而且对被加工材料没有不良影响的情况下,更为有效地完成所需要的加工工序。这些制造工程师们在制造业中也起到重要作用。

少数工程师们设计在制造业中使用的机床和设备。显然,他们是设计工程师。而且对于他们的产品而言,他们同样关心设计,材料,和制造方法之间的相互关系。然而,他们更多地关心他们所设计的机床将要加工的材料性能和机床与材料之间的相互作用。

还有另外一些工程师,即材料工程师,他们致力于研制新型的和更好的材料,他们也

应该关心这些材料的加工方法和加工对材料性能的影响。

尽管工程师们所起的作用可能会有很大差别，但是，大部分工程师们都必须考虑材料与制造工艺之间的相互关系。

低成本制造并不是自动产生的。在产品的设计，材料选择，加工工艺装备选择和设计之间都有着非常密切的相互依赖关系。这些步骤中的每一个都必须在开始制造前仔细的加以考虑，规划和协调。这种从产品设计到实际生产的准备工作，特别是对于复杂产品，可能需要数月甚至数年的时间，并且可能花费很多钱。典型的例子有，对于一种全新的汽车，从设计到投产所需要的时间大约为 2 年，而一种现代化飞机则可能需要 4 年。

随着计算机和由计算机产生的纸带与计算机本身控制机器的出现，我们进入了一个生产计划的新时代。采用计算机将产品的设计功能与制造集成，被称为 CAD/CAM（计算机辅助设计/计算机辅助制造）。这种设计被用来制定加工工艺规程和提供加工过程本身的编程信息。可以根据提供设计与制造用的中心数据库内的信息绘制零件图，需要时可以生成加工这些零件时使用的程序。此外，对加工后零件的计算机辅助试验与检验也得到了广泛的应用。随着计算机价格的降低和性能的提高，这种趋势将毫无疑问地得到不断加速的发展。

随着我们步入信息时代，要取得成功，工程师们在技术开发和技术管理方面都应该具有一些独特的知识和经验。成功的工程师们不但应该具有宽广的知识和技能，而且还应该是某些关键技术或学科的专家，他们还应该在社会因素和经济因素对市场的影响方面有敏锐的洞察能力。将来，花在解决日常工程问题上的费用将会减少，工程师们将会在一些更富挑战性，更亟待解决的问题上协同工作，大大缩短解决这些问题所需的时间。我们已经开始了工程实践的新阶段。计算机和网络使工程师们具有了越来越强的解决问题的能力，这也给他们的工作带来了很大的希望和喜悦。为了确保成功，我们所使用的工具的性能和对更好的产品与系统的不断追求应该与标志着在工程方面所有巨大努力的创新工作所带来的喜悦相适应。机械工程是一个伟大的行业，在我们尽可能多地利用了信息时代所提供的机遇后，它将变得更加伟大。