

· 大学生科技创新活动指导与研究丛书 ·

第七届上海市大学生**机械**工程 创新大赛获 案例精选

钱 炜 施小明 朱坚民  主编

DIQIJIE SHANGHAISHI DAXUESHENG JIXIE GONGCHENG
CHUANGXIN DASAI HUOJIANG ANLI JINGXUAN



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

大学生科技创新活动指导与研究丛书

第七届上海市大学生机械工程 创新大赛获奖案例精选

主 编 钱 炜 施小明 朱坚民

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

由上海市教委主办、上海理工大学承办的“第七届上海市大学生机械工程创新大赛”于2018年5月4日至5日在上海理工大学举行。本次大赛的主题为“关注民生、美好家园”，聚焦“解决城市小区中家庭用车停车难问题的小型停车机械装置的设计与制作”“辅助人工采摘包括苹果、柑橘、草莓等10种水果的小型机械装置或工具的设计与制作”等具体问题，本书收集的案例为本次大赛的获奖作品，凝聚了同济大学、上海理工大学等上海市15所理工科高校在校大学生机械创新思维的精华。本书收集的案例充分展示了上海市高校大学生机械创新设计思维的培养和创新成果的多样性，也反映了上海市高等院校机械学科的教学改革成果，可作为大学生科技创新活动指导与研究用书。

图书在版编目(CIP)数据

第七届上海市大学生机械工程创新大赛获奖案例精选/钱炜,施小明,朱坚民主编. —武汉:华中科技大学出版社,2020.8

(大学生科技创新活动指导与研究丛书)

ISBN 978-7-5680-6207-7

I. ①第… II. ①钱… ②施… ③朱… III. ①机械设计-案例 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 140794 号

第七届上海市大学生机械工程创新大赛获奖案例精选

Di-qi Jie Shanghai Shi Daxuesheng Jixie Gongcheng
Chuangxin Dasai Huojiang Anli Jingxuan

钱炜 施小明 朱坚民 主编

策划编辑：万亚军

责任编辑：戢凤平

封面设计：原色设计

责任监印：周治超

出版发行：华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话：(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编：430223

录 排：武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷：武汉市洪林印务有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/16

印 张：15

字 数：384千字

版 次：2020年8月第1版第1次印刷

定 价：58.00元



本书若有印装质量问题，请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线：400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

当今之世,科技创新能力成为国家实力最关键的体现。在经济全球化时代,一个国家具有较强的科技创新能力,就能在世界产业分工链条中处于高端位置,就能创造激活国家经济的新产业,就能拥有重要的自主知识产权,从而引领社会的发展。当代大学生作为国家创新的主体之一,其创新能力的提高不仅是个人职业发展的先决条件,更是推动建设创新型国家战略部署的坚强后盾。因此,培养一批创新型人才是时代迫切需要的,也是当今教育发展和发展的必然要求。大学生自我主动培养创新能力势在必行。我作为一名教育工作者,在深刻感受到大学生创新的重要性、迫切性的同时,也看到了因创新意识缺乏、专业知识覆盖面狭窄和创新精神不佳的大学生创新弊端。因此,我们更应该采取切实可行的措施,营造高校大学生创新文化氛围,建立健全大学生创新制度,夯实大学生创新基础,促使创新意识、创新思维、创新技能、创新精神深入渗透到学生的日常生活里面,实现教育家陶行知所述“处处是创造之地,天天是创造之时,人人是创造之人”的良好景象。

机械创新设计作为科技创新的分支之一,是一个热门课题。机械创新设计是指充分发挥设计者的创造力,利用人类已有的相关科学技术成果(含理论、方法、技术、原理等),进行创新构思,设计出新颖并具有创造性和实用性的机构或机械装置的一种实践活动。它包含两个部分:一是改进完善生产或生活中现有机械产品的技术性能、可靠性、经济性、适用性等;二是创造设计出新产品、新机器,以满足新的生产或生活的需要。机械创新设计体现了艰苦、卓越匠心的工作本质,需要扎实的专业知识、丰富的实践经验以及精益求精的态度。

上海市大学生机械工程创新大赛自2012年起至2018年已成功举办了七届,大赛注重在校大学生综合运用所学“机械原理”“机械设计”“机械制造工艺及设备”等课程的设计原理与方法,实现作品原理、功能、结构上的创新。基于“卓越工程教育”思路,大赛引导高校在教学中注重培养学生的创新设计意识、综合设计能力与团队协作精神,加强学生动手能力的培养和工程实践的训练,提高学生针对实际需求,进行机械设计和工艺制作的工作能力,为优秀人才脱颖而出创造条件。上海市大学生机械工程创新大赛已逐渐成为培养学生创新精神和实践能力的重要平台,是上海市高校中具有较大影响力的赛事之一。该赛事已成为大学生机械工程设计能力培养的综合性、创新性、实践性教学环节之一,希望各位同学积极投身于自主创新、建设创新型国家的事业当中去,不断提升自己的创新创业能力。

“第七届上海市大学生机械工程创新大赛”于2018年5月4日至5日在上海理工大学举行。大赛主题为“关注民生、美好家园”,聚焦“解决城市小区中家庭用车停车难问题的小型停车机械装置的设计与制作”“辅助人工采摘包括苹果、柑橘、草莓等10种水果的小型机械装置或工具的设计与制作”等具体问题。大赛共吸引了同济大学、华东理工大学、上海理工大学等上海市15所理工科高校,约700名在校大学生以及近百名指导教师参加。参加大赛的157支队伍经过激烈的竞争,共产生30个一等奖作品,44个二等奖作品。本书的编选案例为本次大赛的部分获奖作品,这些作品充分展示了上海大学生机械创新设计思维的培育和创新成果的多样性,也反映了上海市高等院校机械学科的教学改革成果。大赛所形成

的影响,能积极地推动高校大学生将机械产品的研究、创新设计与社会实践进行紧密结合,激发更多青年学生投身于我国机械设计与制造事业,成为日后机械设计工程师中的佼佼者。

本书由上海理工大学钱炜副教授、施小明副教授、朱坚民教授担任主编并统稿。在本书的编录过程中,上海市各兄弟院校给予了热情的帮助和莫大的支持,刘婧峥老师和吕美凤、强云玥等研究生对本书的出版作出了有益贡献,谨此向各位老师和同学表示衷心的感谢。

受编者水平所限,书中不足及疏漏之处恳请各位读者批评指正,编者不胜感激。

钱炜
上海理工大学
2019年10月

华中科技大学出版社

目 录

小区道路微型停车系统·····	(1)
立体式小区停车库·····	(6)
棚顶式自行车智能存取停车场·····	(13)
平面移动立体停车位·····	(18)
双层滑动式停车机·····	(25)
升降横移式智能立体车库·····	(30)
双层侧方停车装置·····	(37)
双层旋转式自行车停车库·····	(42)
基于 Arduino 的超声波定位二层自行车停车装置·····	(51)
基于多连杆牵连升降及水平旋转的自动立体停车装置·····	(55)
基于“互联网+”的无避让立体停车装置·····	(60)
摩天轮式自行车停车架·····	(65)
摩天轮式自行车停车装置·····	(69)
物联网停车系统·····	(75)
直立式自行车停车装置·····	(81)
智能动平台停车装置·····	(86)
智能升降横移式非机动车立体车库·····	(91)
自行车智能存取立体停车库·····	(95)
智能停车辅助装置·····	(100)
并行式共享立体停车库·····	(105)
多功能立体停车库设计·····	(110)
直立式智能小型停车系统·····	(115)
无避让式立体机械车库·····	(121)
两层三车立体式自行车停车装置·····	(127)
背负式全方位剪切柑橘类水果采摘装置·····	(132)
便携式菠萝辅助采摘装置·····	(136)
便携式高效高枝苹果辅助采摘杆·····	(140)
便携式水果采摘机·····	(144)

便携式水果采摘装置	(148)
基于双滑块剪切的便携柑橘采摘工具	(153)
便携式水果采摘器	(158)
便携式水果采摘收集一体化装置	(161)
简易实用的水果采集杆	(166)
锯式升降鸭梨采摘辅助装置	(170)
旋转式苹果采摘机械手	(177)
便捷式草莓辅助采摘装置	(183)
拨条振动式全自动枣类收获机	(187)
可穿戴式多功能果园助手	(192)
无眼菠萝辅助采集装置	(198)
振动式打枣机	(201)
智能苹果采摘器	(205)
菠萝采集车	(210)
草莓采摘夹	(216)
多功能草莓采摘臂	(219)
高空水果采摘器	(224)
高效环切式摘果器	(228)
苹果类水果万向采摘装置	(231)

小区道路微型停车系统

上海建桥学院

设计者:徐嘉鑫 袁一龙 孙国瑞 应宇航 陆彦

指导教师:吴玉平

1. 设计目的

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不断加快,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、地下停车库以及停车楼组合实施。建设配套的智能立体停车库,对增加停车位及对其进行有序管理十分必要。在众多的停车设备中,升降横移式立体停车库具有节约空间、造价低廉、使用维护方便、安全可靠等优点。因此发展立体停车系统是解决城市停车难问题的有效手段之一。

2. 工作原理

智能立体停车库包括动力装置、汽车运输机构、控制系统、检测装置。升降横移式立体停车库每个车位均有载车板,上层车位通过横移下层车位让出空位,然后下降上层车位来完成存取过程。停泊在这类车库下层的车只作横移,不必升降,驾驶员直接进入车位进行存取。动力装置为整个系统提供动力来源;汽车运输机构中位于侧面的升降台进行一层和二层汽车的运输,梳状升降台和立体三轴横移搬运器负责汽车横移;控制系统控制梳状升降台和立体三轴横移搬运器的动作;检测装置检测车位状态,由控制系统控制机械机构把车停在相对应的空车位上。升降横移式立体停车库采用全自动化的停车方式,这可能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更为重要,而升降横移式立体停车库在机械式立体停车库中相对普通居民来说更具实用性。

3. 设计方案

1) 立体三轴横移搬运器的选用

根据目前的立体车库能储存的车辆数目,大致可把立体车库分为两大类,即大型立体车

庫和小型立體車庫。

本設計的立體車庫是單層六位的,屬於小型立體車庫,存取車輛較少,從停車位到出車庫所要運行的距離較近,即使速度較低,存取車的時間也不會太長。小型立體車庫里採用梳狀升降台作為載車容器即可。能夠使梳狀升降台平穩地在水平方向上移動的方式有多種。根據動力源(驅動裝置)是否在梳狀升降台上,可以將橫移分為兩種,一種是將驅動裝置放在托盤上,通過驅動鏈條來實現橫移。但這種方式現在使用不多,只有在大型的立體車庫里才使用。由於電動機放在梳狀升降台上,在存取車的過程中梳狀升降台不斷地運動,這使得給電動機提供電源和對電動機進行控制都比較難實現。

將驅動裝置安放在固定件上是實現托盤橫移的另一種方式。這種方式可以方便地為驅動裝置提供動力源並對其進行控制,也可以提高安全係數,且比較美觀,對車庫的效率和外觀沒有影響。所以,本設計的橫移部分的驅動裝置不安放在梳狀升降台上,而是安放在地面和框架上。

為實現梳狀升降台的橫移而採用的驅動方式有三種:

- (1) 利用液壓系統進行驅動;
- (2) 利用電動機帶動鏈條進行驅動;
- (3) 利用電動機帶動齒輪、齒條系統進行驅動。

液壓系統複雜,造價高,不易維護。鏈傳動是一種不錯的傳動方式,傳動精度高,設計、購買方便,但和齒輪、齒條啮合的傳動方式比較起來,鏈傳動的效率低了一點。所以,本設計採用電動機驅動的方式來實現梳狀升降台的橫向移動,中間的傳動裝置採用齒輪和齒條啮合的方式。

2) 框架結構的確定

在工程結構中,鋼結構是應用比較廣泛的一種建築結構。一些高度或跨度比較大的結構、載荷或吊起質量很大的結構、有較大振動的結構、高溫車間的結構等,若採用其他建築材料目前尚有困難或不是很經濟,或不能滿足強度要求,則可考慮用鋼結構。本設計採用鋼結構作為升降裝置的支承及立體車庫的主框架結構,這種鋼結構具有材料強度大、安全可靠、耐熱性好等優點。

鋼結構在设计时应满足下列要求:

- (1) 結構必須有足夠的強度、剛度和穩定性;
- (2) 符合建築物的使用要求,有良好的耐久性;
- (3) 尽可能節約鋼材,減輕鋼結構質量;
- (4) 尽可能縮短製造安裝時間,節約勞動時間;
- (5) 結構要便於運輸、維護;
- (6) 可能條件下,盡量注意美觀,特別是外露機構。

根據以上各項要求,鋼結構設計應重視貫徹和研究節約鋼材、降低造價的各種措施,做到技術先進、經濟合理、安全適用、確保質量。

立柱採用工字鋼,因為工字鋼有很強的承載壓力的能力。一共有 8 根立柱,前後各有 4 根,採用澆注的方法固定在混凝土中(地面採用混凝土)。橫梁採用寬×高為 200 mm×100 mm 的冷彎矩形空心鋼管。因為提升機構的電動機、聯軸器和制動器要放在橫梁上,所

以矩形空心钢管平放在立柱上,采用焊接的方法连接。

由于提升轴安装在纵向梁上,纵向梁承载着梳状升降台和轿车的质量,因此纵向梁也采用宽×高为 200 mm×100 mm 的冷弯矩形空心钢管(见图 1 至图 3,作品展示用木料代替)。

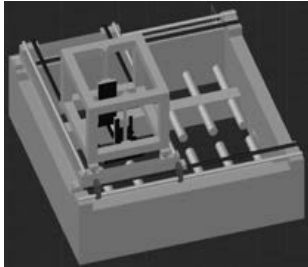


图 1 智能停车库设计图



图 2 框架(1)



图 3 框架(2)

调查一般的普遍型轿车参数,确定本设计适用的轿车的几何参数为:车身长小于 5000 mm,车身宽小于 1900 mm,车身高小于 1700 mm,总质量小于 1600 kg。梳状升降台为载车容器,其尺寸应该大于轿车的尺寸,因此将梳状升降台的尺寸初步定为:长 5400 mm,宽 2500 mm。为了保证梳状升降台的自由运动,确定车库总长 17000 mm、宽 5800 mm、高 4440 mm,单个车位尺寸为长 5600 mm、宽 2700 mm、高 2000 mm。这是托盘和车库框架的大体尺寸。

3) 平移装置中齿轮、齿条、驱动电动机的选择

取梳状升降台(含轿车)为研究对象,受力分析示意图如图 4 所示。

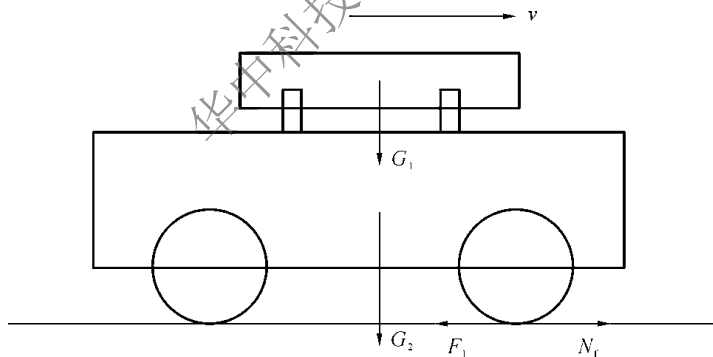


图 4 梳状升降台受力分析示意图

由受力分析图可以知道,梳状升降台的运行条件是

$$F_1 = N_f$$

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平均摩擦力来计算:

$$N_f = f_a p$$

式中: 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到的轴承上的当量载荷。

查阅《摩擦、磨损与润滑手册》中表 19.14 得知,部件采用接触式密封,由于存在制造误差、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,取为

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

对于深沟球轴承:

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

式中: F_r ——径向力;

K_t ——温度系数;

K_v ——旋转系数;

K_s ——安全系数。

升降装置质量估算为 779 kg,轿车质量以 1600 kg 计算,则

$$F_r = G_1 + G_2 = (1600 + 779) \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} \approx 23314 \text{ N}$$

根据旋转情况,取 $K_v = 1.2$ 。

查阅《摩擦、磨损与润滑手册》得 $K_s = 1.1$,由其中的表 19.11 得知 $K_t = 1.0$,

因此

$$p = 23314 \text{ N} \times 1.2 \times 1.1 \times 1.0 \approx 30774 \text{ N}$$

所以

$$N_f = f_a \times p = 30774 \text{ N} \times 2 \times 1.8 \times 10^{-2} \approx 1110 \text{ N}$$

又

$$N_f = F_1$$

$$F_1 = 2T/d$$

$$T \approx 9.55 \times 10^3 P/n$$

由于小型立体车库是用于小区的,移动速度不宜过快,故梳状升降台的移动速度初步定为 $v = 0.35 \text{ m/s}$,因此

$$P = F_1 \times v = 1110 \text{ N} \times 0.35 \text{ m/s} \approx 0.388 \text{ kW}$$

查阅《机械设计手册》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,其中:

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 $T = 248 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

校核如下:

由 $F_1 = 2T/d$,得

$$d = 2T/F_1 = 2 \times 248 \text{ N} \cdot \text{m} / 1110 \text{ N} \approx 0.44 \text{ m}$$

又

$$T = 9.55 \times 10^3 \times 0.388 \text{ kW} / (30 \text{ r/min}) < 248 \text{ N} \cdot \text{m}$$

故此电动机合适。

由于动力从电动机传送到托盘要经过皮带、联轴器、滑块等部件,传递到梳状升降台上的动力会减少,从而使转矩减小,因此齿轮直径和传动轴的直径应该大于 0.44 m 。

4) 导轨的设计

由于轿车和梳状升降台的质量达到 2379 kg,因此选择 GB/T 11264—2012 中的轻轨,型号为 30。查其总高是 108 mm,总宽是 108 mm,总长是车库的长度,本设计车库长度为 17000 mm。采用人工加油的方式直接向导轨上浇油进行润滑,不需要专门的润滑装置。

4. 主要创新点

- (1)全自动化智能停车控制系统;
- (2)可在复杂路面安装,不影响市容;
- (3)三轴横移搬运,车辆运送高效迅速;
- (4)控制系统采用智能优化算法,提高了存取车的效率;
- (5)采用蓝牙连接,普遍高效。

5. 作品展示

为了能清楚直观地展示智能立体停车库,建立模型如图 5 所示。

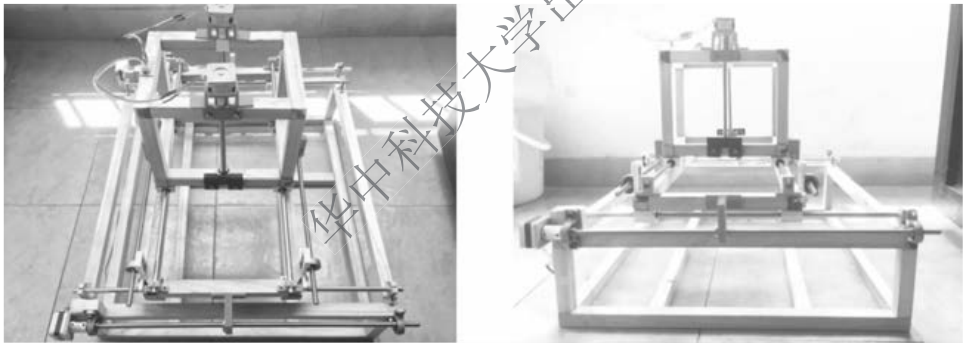


图 5 智能立体停车库外形图

参 考 文 献

- [1] 陈秀宁,施高义. 机械设计课程设计[M]. 4 版. 杭州:浙江大学出版社,2013.
- [2] 郑金兴. 机械制造装备设计[M]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2008.
- [3] 王新华. 机械设计基础[M]. 北京:化学工业出版社,2011.
- [4] 孙桓,陈作模,葛文杰. 机械原理[M]. 8 版. 北京:高等教育出版社,2013.
- [5] 吕庸厚,沈爱红. 组合机构设计与应用创新[M]. 北京:机械工业出版社,2008.

立体式小区停车库

华东理工大学

设计者: 缪云鹏 方艺伟 卢秉伦 张浩楠

指导教师: 郭慧

1. 设计目的

随着城市化水平的不断提高及汽车工业的飞速发展,我国已经进入汽车保有量迅速上升的时期。目前我国大量车辆行驶在城市道路上,造成动态交通的严重阻塞。同时由于停车场地设置不合理,占道停车、占用居住小区绿地现象严重,造成静态交通混乱,如不采取措施,机动车辆保有量的迅速增长和城市停车场建设滞后的矛盾将越来越突出,停车难的问题将愈演愈烈,继而破坏动态交通和静态交通的关系,造成恶性循环。

停车难在现代小区中更为突出:首先,小区人口密集度极高,由于人均汽车保有量持续增长,一个小区的汽车数量也十分庞大,而且人们的出行时间大致相仿,高峰期间整个小区的交通十分拥堵;其次,小区建筑密度高,道路曲折狭窄,地面停车位十分紧张,更有甚者不惜占用绿化面积进行停车;地下停车场建设成本高,面积庞大,停车位设置错综复杂难于寻找,且进出口狭小不便通行。

针对上述问题,我们设计了立体式小区停车库。本作品的意义主要有以下几点:

(1)通过立体车库方案为人们提供了便利出行的条件,为缓解小区停车难问题提供了可行的方案。

(2)提升了小区空间利用率,避免了建设大型地下停车库,可以降低小区整体的建设成本,能起到降低车位价格的作用。

2. 工作原理

1) 机械结构

机械式停车库分八大类,主要有升降横移式、垂直循环式、水平循环式、多层循环式、平面移动式、巷道堆垛式、垂直升降式和简易升降式。本作品采用平面移动式立体停车库,但与传统的移动式又有所区别,整体结构类似大型仓库,是平面移动式与巷道堆垛式的结合。

2) 控制系统

(1)上位机与下位机通信。

本停车库的上位机是基于 Python 语言的,其中主要运用到 Pyserial、Pygame 等库函

数。使用 Pygame 库函数取代传统的 Thinker 库函数来制作上位机的 GUI(图形用户界面),可以使上位机的界面内容更丰富,提高本停车库的新颖性和市场推广效应。此上位机还支持触摸屏功能,用户可以通过点击屏幕来选择具体的车位,并且在 GUI 中可以清晰地查看目前整个停车库车位的情况(即剩余多少停车位),从而方便用户选择合理的停车点。本停车库需要传输 6 个 PWM 信号、3 个 I/O 信号以及与上位机的 TXD/RXD 通信信号,要求单片机有强大的性能,综上选择 K60 单片机。上位机采用山外公司的 K60 单片机。比起传统的 C51 单片机和市场上广泛使用的 Arduino,K60 单片机的内存更大,运算速度更快,可用引脚也更多。停车时,用户通过点击 GUI 上的按钮向单片机发送指令,屏幕上的特定事件的特定按钮感应到触摸屏指令时,会通过蓝牙向下位机(单片机) UART3(C16/C17 串口)发送特定的指令。当下位机收到指令后,根据已经写入 COM 的程序完成指定的运动,达到停车的目的。且下位机还会向上位机传输车位情况,方便客户了解当时空车位数量。

(2) PCB 管脚定义。

如图 1 所示,在 PCB 板的左中央是放置单片机 K60 的位置,在它的左下方有一个 1×4 的排针口,从左到右分别是 GND、RXD(C16)、TXD(17)、 $V_{CC}(5V)$,用于下位机与上位机的通信。在单片机位置的正上方是限位开关的串口,左侧共地,右侧的信号线引脚分别为 B5、B3、B1。在 PCB 板的右侧是三个步进电动机的信号线串口,步进电动机的控制口从上到下分别为 PUL+ (控制步进电动机的脉冲数: A5, A6, A7)、PUL- (接地)、DIR+ (控制步进电动机转向: D5, D6, D7) 和 DIR- (接地)。PCB 的右下角是整个 PCB 板的电源端口以及总开关。整个 PCB 板的 V_{CC} 为 5 V,由外部直流电源供电。

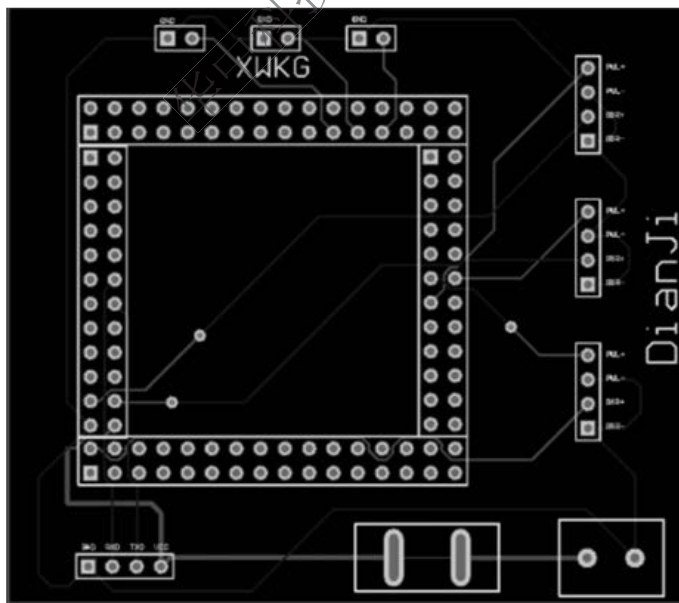


图 1 PCB 板

3. 设计计算

1) 基本参数确定

鉴于制造实体车库成本过高,根据相似理论,本设计从制作模型出发进行分析。车库设计容量为 9 辆,为 3×3 的框架布局。初步尺寸定为 $550 \text{ mm} \times 250 \text{ mm} \times 540 \text{ mm}$,由三个步进电动机驱动,每个停车位大小为 $130 \text{ mm} \times 170 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$,框架示意图如图 2 所示。

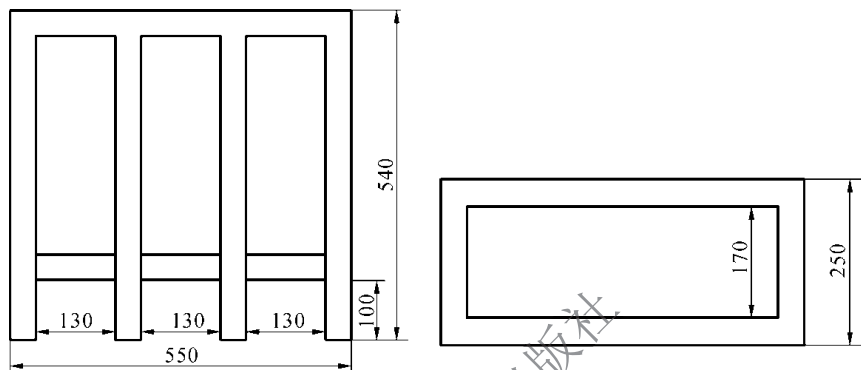


图 2 整体框架尺寸

2) 电动机选择方案比较

根据初步载荷制订以下两种电动机选择方案。

方案一:采用 42 步进电动机。型号为 42BYGH34,机身高 34 mm,扭矩 $0.3 \text{ N} \cdot \text{m}$,电流 1.3 A,轴径 5 mm,D 型轴,插座式。

方案二:采用 24 V 直流减速电动机。型号为 XD-3420,最大扭矩 $2 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$ ($1 \text{ kgf} \cdot \text{cm} = 9.80665 \text{ N} \cdot \text{m}$),电动机尺寸 $52 \text{ mm} \times 71 \text{ mm}$,输出轴直径 8 mm,可调速、正反转。

在设计中,为了保证汽车停放的准确度,需要在 XZ 平面、Y 方向上具有较高的定位精度。由于步进电动机可通过单片机精确调节旋转角度,综合考虑,选取方案一。

3) 传动选择方案比较

方案一:采用横向丝杠+纵向丝杠+步进电动机。该方案即在 X 方向和 Z 方向均采用丝杠导轨驱动,抬车架在 Y 方向的移动利用步进电动机通过联轴器直接驱动,示意图如图 3 所示。

方案二:采用直线电动机+曳引电动机+步进电动机方案。该方案即在 X 方向采用直线电动机,Z 方向采用曳引电动机。有别于方案一,此种方案不能做成一体式的,必须每一层都使用一个直线电动机驱动。抬车架在 Y 方向的移动利用步进电动机通过联轴器直接驱动。

方案三:采用曳引电动机+步进电动机方案。该方案不能进行 X 方向的移动,即 Z 方向采用三组曳引电动机,抬车架在 Y 方向的移动利用步进电动机通过联轴器直接驱动。

比较三种方案,可以发现:方案三实现最为简单,但是占地面积大,结构复杂,效率不高;

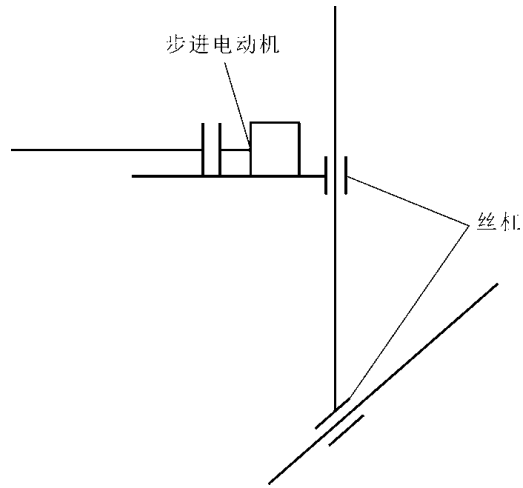


图3 电动机方案

方案二的实现较为复杂,因为在两个方向上需要实现抬车架的切换,结构复杂;相比较之下,方案一的实现并不复杂,定位精度也较高,通过对电路结构的设计可以实现任意点的定位。综合考虑,本设计选取方案一。

4) 消防防护方案

《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》(GB 50067—2014)第7.2.1条规定“机械式立体汽车库应设置自动喷水灭火系统”;第7.3.3条规定“机械式立体汽车库可采用二氧化碳等气体灭火系统”;第7.3.4条规定“设置泡沫喷淋、高倍数泡沫、二氧化碳等灭火系统的汽车库、修车库可不设自动喷水灭火系统”。因此,适用于机械式立体车库的自动灭火系统有:自动喷水、泡沫喷淋、高倍数泡沫、二氧化碳等灭火系统。考虑到本设计采用露天的结构,无明显的封闭空间,故采用常见的自动喷水装置即可,如图4所示。



图4 喷水装置

根据相关规范,喷头数量可按照两辆车共用一个的方法取为6个,每一层设置2个,水管布置也较为方便。

5) 元件型号和结构

根据选取的方案,经过我们的尝试,列出所需元件,如表 1 所示。

表 1 元件型号

名称	型号
开关电源	LRS-350-24
42 步进电动机	42BYGH34
微动开关	SS-5GL2
弹性联轴器	D19L25
直线导轨	MGN15H

图 5 至图 7 所示为各主要结构的图示。

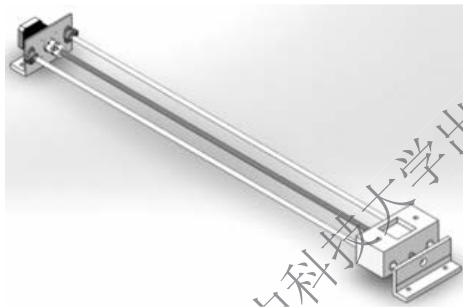


图 5 X 方向丝杠

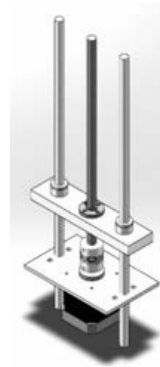


图 6 Z 方向丝杠

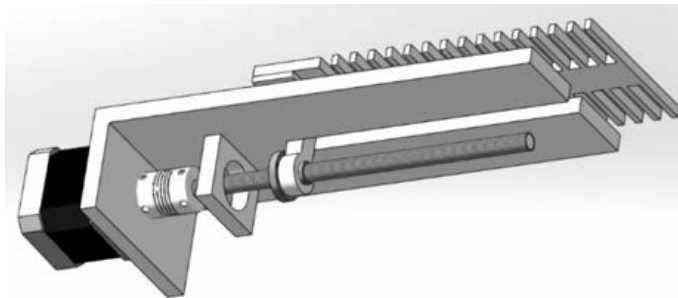


图 7 Y 方向步进电动机

4. 主要创新点

(1)采用立体多层的车库结构,较大程度地节省了停车库的空间,降低建造成本。一方面,与现如今常用的停车楼相比,立体停车库实现了全自动存取车辆,车库不需驾驶人员进