

机械式立体停车设备自动控制系统研究

周洁

(江苏润邦智能车库股份有限公司 江苏 南京 210000)

摘要: 立体车库是一种缓解停车空间问题的大容量停车设备。为了降低建设成本,提高车库性能,本文介绍了一种具有多个缓存停车位的自动化机械式立体车库。自动化机械式立体车库的结构简化为一个堆垛机和多个存储单元,以及多个缓存停车位。本文的机械式立体停车设备自动控制系统提高车库的使用效率,减少客户的处理时间消耗,减少占地面。随后分析了车库在繁忙时期的运行过程,并通过排队论分析了其服务性能。结果和比较表明了所提出的机械式立体停车设备系统的优越性,并提供组合调度建议以提高整体工作绩效。

关键词: 立体车库;机械式;自动控制系统;优越性

0 引言

随着私家车数量的不断增加,由于停车问题日益严重,立体停车设备的研究逐渐兴起。起初,立体车库的研究重点是提高空间利用率。例如,双层或多层立体车库的出现,在立体车库上。地面和地下都有报道。无论是上还是下,最直观的表现就是车库层数的增加。随着多层甚至高层车库的出现,空间利用率不再是主要问题。随着车库容量的增加,取车时间也增加。客户更愿意选择高效便捷的停车设备,机械式立体车库的研究重点从节省空间转向压缩时间,换句话说,提高效率。最明显的现象是机械式车库自动化程度的不断提高,例如从半自动车库到全自动车库。在空间和时间维度上,机械式立体车库也朝着低成本、低复杂度、机械胜于混凝土结构、高灵活性、更智能的特点发展。

本文的主要工作如下:提出了一种具有多个缓存停车位的机械式立体车库系统。为了获得所提出的车库系统的高效调度策略,设计了机械效率和最少客户等待时间的策略并分别采用基于调度的仿真和排队论的方法进行分析。然后,探讨了车库的应用范围和扩展。进一步进行了比较和讨论,以说明所提出的多缓存立体车库的效率性。

1 机械式立体停车设备自动控制系统总体设计分析

1.1 立体车库结构

机械式立体停车设备在结构上可分为立式循环车库和多层车库。机械立式循环车库结构简单,像公园里的摩天轮一样运行,装载平台分布在圆周上,垂直旋转平面,按均匀密度可提供10~20个车位。由于每辆车的进出都伴随着整个机构的运行,从长远来看会对中央轴承造成严重的磨损,而且后续维护费用昂贵。这种车库大多停留在理论设计阶段,并没有被广泛采用。为了解决上述问题,出现了简化的垂直循环车库。这种车库去掉了原有的磨损件,中心轴承,其运行方式改为链条在垂直平面内驱动的椭圆轨道。每个这样的车库的占用停车位数量也减少到10个以下,每个车库占用约2个车位,可根据实际需要分批安装。

该产品结构简单,成本低,操作方便,可以大量投放社会停车场、医院和住宅小区。

然而,对于人口密集的商业中心和写字楼,垂直循环车库已经无法满足他们对车位数量和个性化服务体验的需求,所以多层车库的优势就凸显出来了。圆塔车库,呈圆柱形,每层车位沿圆周均匀排列,配有可同时旋转的升降装置,这样一来,升降和倒车相互重叠,减少了驾驶员掉头所需的时间。该车库的人性化设计得到了一些欧洲国家的青睐。但是,由于场地的限制面积,每层的停车位数量不会太多。车库容量只能通过提高高度来增加,受周围建筑物的高度限制。

自动化大容量多层车库在结构上与自动化仓库有很多相似之处,尤其是仓储货架可以看作是仓库货架的放大版。因此,这种车库也可以称为自动化高架仓库。底层的车辆通过传送带运送到电梯,它们是然后提升到目标楼层,通过各楼层的传输平台送到目标停车位。这种车库在一定程度上解决了容量和效率的问题,但系统的复杂性使得建造成本高,难以实现维护。这种类型的车库能否通过增加智能配套装置,使结构更紧凑、更智能、更人机友好。使其易于建造并适应各种需求市场是需要研究的内容。

1.2 停车系统

本文研究的机械式立体车库属于高密度停车系统。由于该车库车辆分布密集,一般采用机器人自动停车系统。根据执行器的不同,这些系统大致可以分为平台停车系统、电梯升降停车系统和立体堆垛机停车系统。机械式立体停车设备自动控制系统通常用几台类似汽车的机器(例如转向)或移动平台,多车辆同时调度是通过协同车辆移动来实现的。类似的技术在其他应用领域中也有发现,如基于穿梭车的仓储和检索系统在仓库中电梯升降停车系统一般通过电梯将车辆提升到一定楼层,然后通过移动平台将这些车辆送到指定位置。立体堆高车停车系统一般用于立体高密度停车设备,车辆的入库和取车一般由一台或多台堆垛机完成。堆垛机结构简单(立式、卧式驱动和部分钢架),

可以在三个维度上移动，驱动力强。由于车辆通常很重，多穿梭驱动或转向驱动成本高，维护困难，它们更适合在仓库中搬运轻载。同时，堆垛机的缺点也很明显，一个或几台堆垛机可能负责调度几十个甚至几百个车位，效率远低于移动平台停车系统，这是本研究需要改进的问题。

2 机械式立体停车设备自动控制结构与系统设计

2.1 结构特点

车库主要由升降平台和仓储单元两个基本模块组成。升降平台主体为钢架结构，中间安装链条驱动升降平台。每个储物单元可容纳3辆车，不同的储物单元通过多个高强度螺栓连接，储物单元的数量可根据实际需要进行调整。相应地，堆垛机的高度也可以根据储物单元的高度进行调整。车库的基础是混凝土制成的，一层的储物单元直接安装在上面。

2.2 车库系统运行流程

图中显示了整个车库系统及其组成部分。为了实现车库的自动化，一些配套设施如图所示。例如候车厅(1)，是为等待的人检测平台(7)，安装相应的传感器并由单片机控制，用于检测车辆尺寸和重量是否超标。增加摄像头(6)、屏风(5,9,11)和栏杆有助于最大限度地减少人工服务。具体的存储和检索过程如下。

3 机械式立体停车设备自动控制性能分析

3.1 控制系统方法

数据输入主要是根据实际情况生成一个随机的客户到达时间表。在此基础上，结合之前研究的调度策略，对车库的运行过程进行了仿真，提取了在该过程中产生的各过程时间消耗、排队概率、排队长度等模拟参数作为分析车库性能的重要指标同时，通过对输入数据的特征分析，统

计得出客户的到达特征。结合模拟参数分析得出的服务特征，这两个特征是选择合适的排队模型的重要参考。理论是理论分析的关键数学工具。通过它获得的一些理论参数参考通过与反映局部模拟性能的模拟参数进行比较，从短期和长期的角度综合分析车库的运行性能。

3.2 基于仿真系统的车库性能分析

车库内设置了大量缓存车位，使得停车位几乎没有时间消耗。因此，过程中的时间消耗很大程度上取决于取件操作的次数。取件次数越少，自然消耗的时间就越少。这是我们开发的车库的结构优势。总的来说，策排队概率较低，队列长度较短，这种优势会更加明显。空闲时间存储的汽车越多，下一个的可能性就越小客户需要等待，队列会越短。

3.3 基于排队论的车库性能系统分析

要了解车库的长期稳定性能，需要了解排队论的知识。将车库视为一个复杂的大众服务系统(排队系统)，该系统一般由三个过程组成：到达过程、排队过程和服务过程。到达过程，也称为输入过程，根据其统计规律，一般可分为定长分布、泊松分布、一般偏移分布等主要分布它在稳定状态下服从。排队过程主要是定义一些排队规则，如先来先服务、优先服务、限制队列长度服务等。服务过程主要包括服务规则的确定以及服务时间的统计规律，其中服务时间的分布可分为定长分布、指数分布、一般偏移分布等等。根据以上特点，可以确定排队模型的类型。模拟输入数据符合泊松分布，即输入过程为泊松过程。在这个车库中，虽然有多个服务窗口，但只有一个堆垛机在服务，所以整个车库看成一个独立的服务系统，一台服务器。接下来需要分析服务时间，确定它属于什么分布。

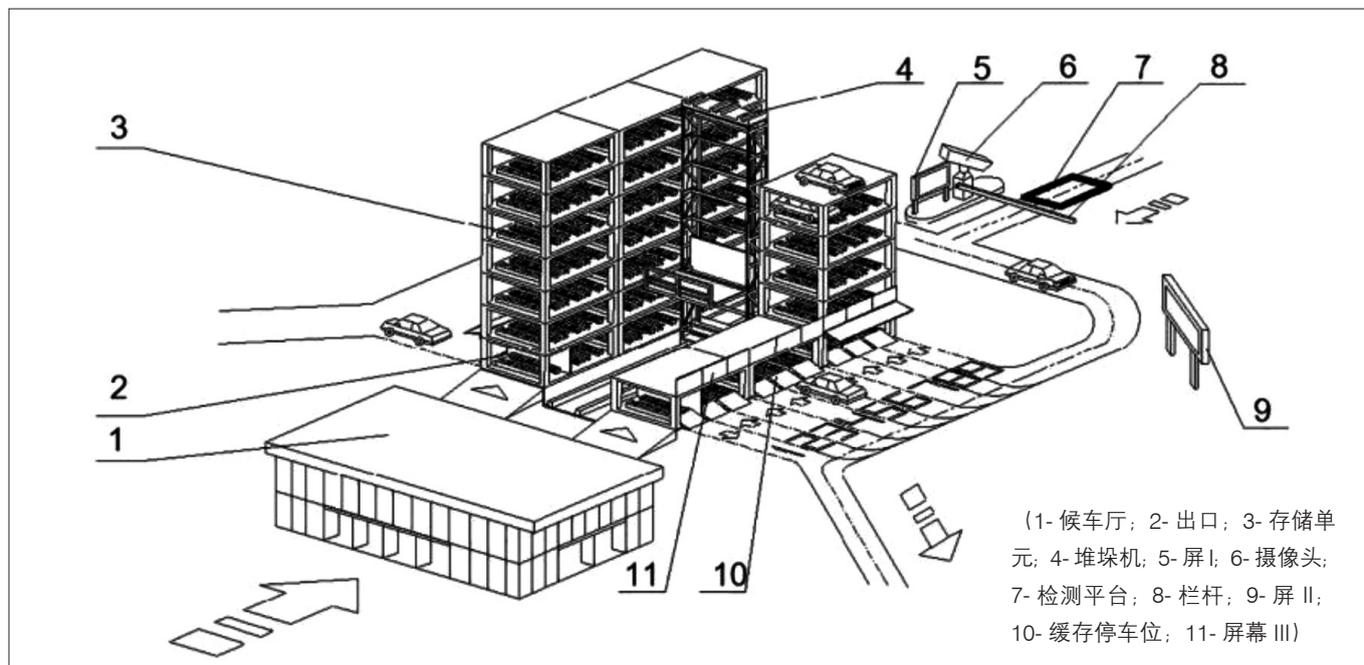


图 自动车库系统组成

3.4 比较和讨论

3.4.1 与现有系统的比较

通过与现有系统的对比,突出本文研究的自动化车库系统的优势。为了直观地说明性能的提升,比较了一些反映车库性能的参数。在市场上四个容量大致相同的车库中,我们概括了它们的参数范围,并将它们用作现有系统的性能指标。对于容量,现有车库可容纳30~150辆汽车。也就是说,这个车库可以满足大部分市场需求。就平均消耗时间而言,现有系统中传输汽车所花费的时间在90秒左右,如果等待,每个客户消耗的总时间会更长时间增加。相比之下,在测试对比下本研究中的系统只需40~60秒即可完成相同的过程,并且访问车辆的时间至少缩短了33%,这表明我们提出的车库系统的效率是显着改善。

3.4.2 适用范围及扩展

如果在此规范基础上扩建车库,并通过智能分配技术将车流平均分配到各个车库,则可以通过单个车库的适用车流范围来确定需要建造的车库数量。例如,在当地交通高峰为每小时200辆(车次)的繁忙商业区,则需要建造大约两个该规格的车库。当然,实际要建的车库数量还需要根据占地面积、高度限制等因素来确定。算上车库的附属空间,这个规格的单个车库占地约700 m²。如果上面例子中的建筑面积限制在1500 m²,那么只能建造两个左右相同大小的车库。如果需要限制建筑面积,车库是需要满

足更高车流量的需要,需要调整车库基本规格,需要重新设置堆垛机的速度。

4 结语

提出这个停车系统的初衷是为了让自动化大容量车库通用化、高效化。简化的模块让安装更方便,可调节的设置更能适应市场的变化,这些都会让立体车库更受欢迎。为了提高效率,缓存车位的设置不仅充分利用了一层的优势,还大大缩短了存取车客户的等待时间。智能辅助设备的加入也提高了自动化水平。车库效率导向策略和客户从两个方面建立了面向等待时间的提高车库性能的策略,也为车库调度提供了两个研究方向。创造性地将基于调度的仿真和排队理论相结合,从更全面的角度分析系统性能。

参考文献:

- [1] 张慎如,周前飞.机械式停车设备人员误入联动报警系统[J].起重运输机械,2021(13):4.
- [2] 杨玉,倪大进,王强,等.机械式停车设备紧急停止开关设置[J].起重运输机械,2020(16):4.
- [3] 赵攸乐,段威林,邱郡,等.后悬臂机械式停车设备立柱的静力学分析及检验思考[J].起重运输机械,2020(15):4.

作者简介:周洁(1963.01-),男,汉族,安徽淮南人,本科,高级工程师,研究方向:机械式停车设备。

(上接第55页)

降低密封件唇口对轴承内圈的压迫力,使得轴承在内部气压升高至一定程度时及时排出,与外部气压均衡,避免气压过高而造成爆发式释放。合适的密封件过盈量设计会使得轴承在运转初期密封件唇口就产生动态的呼吸,在润滑脂在A区域堆积之前降低轴承内部气压,从而可以有效防止轴承内部气压的急剧增大和减小,避免试验后的轴承产生负压现象。在轴承运转过程中,伴随着钢球和保持器的转动,轴承内部的润滑脂也会随之发生搅拌和流动,当润滑脂流动至图4所示的A区域时,若尺寸④(保持器与密封件之间的距离)较小,润滑脂无法畅快的流通,容易堆积在密封件唇口(图中所示A区域),因此,增大尺寸④可以解决A区域润滑脂产生局部饱和的现象,从而可以有效的解决轴承润滑脂泄露的问题。

4 结语

汽车空调压缩机电磁离合器轴承的润滑脂泄露现象,是轴承在高温、高速和急变速的工况下产生的,通过改善密封件的生产质量和润滑脂的注入方式可以改善润滑脂泄露的现象,但是无法根本解决问题。本文从产品的设计角度对润滑脂泄露的原理进行了分析,通过大量试验对不同状态的

产品进行了验证并最终进行了归纳和总结,最终对密封件的设计进行了优化。融入了上述设计理念而进行设计的全新产品,可以完全满足本文所述的试验要求。

参考文献:

- [1] 北村昌之.汽车空调电磁离合器轴承[G].洛阳:洛阳轴承研究所,1992:8,52-59.
- [2] 吴秀鸾,汤洁.密封结构及填脂量对密封轴承性能的影响[J].洛阳:洛阳轴承研究所,1992:No.6,49-52.
- [3] 宋丽,邓允龙.汽车空调压缩机电磁离合器球轴承[G].合肥:合肥工业大学,2002:12,107-109.
- [4] 刘桂明,许新建,施明烁.发电机深沟球轴承密封件的研制[J].上海:上海固耐汽车零部件有限公司,2008:No.4,13-15.
- [5] 李婉,吴振东.汽车轮毂轴承的密封结构技术现状及发展[J].广州:华南理工大学,2008,(7),344:47-51,53.
- [6] Mitsuo KAWAMURA,崔静伟,杜晓宇.双列角接触球轴承漏脂的防止.洛阳:国外轴承技术,2016:1,55-61.

作者简介:王志伟(1984.06-),男,汉族,上海人,工程师,学士学位,研究方向:轴承的设计研发。