

智能车库的空间利用效率研究

李兆春 邵华良

宁波中集物流装备有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i4.7311

[摘要] 随着汽车保有量不断增长, 停车难的问题日益突出。智能立体车库以其占地面积小、存取车方便快捷等优点, 成为缓解停车难题的重要方式之一。本文以东莞宇宙集团垂直循环智能车库项目为例, 通过分析其结构参数和运行原理, 研究了垂直循环类智能车库的空间利用效率问题。结果表明, 合理设计提升机构和载车盘等装置, 可显著提高垂直循环车库的存车容量, 实现停车空间的高效利用。研究还发现, 巧妙利用面积小的特点充分利用闲置的小块土地, 也是提升其空间利用率的有效途径。本研究可为垂直循环类智能车库的规划设计提供参考。

[关键词] 智能车库; 垂直循环; 空间利用; 立体停车

Research on Space Utilization Efficiency of Intelligent Garages

Li Zhaochun Shao Hualiang

Ningbo CIMC Logistics Equipment Co., Ltd

[Abstract] With the continuous growth of car ownership, the problem of parking difficulties is becoming increasingly prominent. Intelligent three-dimensional garages have become one of the important ways to alleviate parking difficulties due to their small footprint, convenient and fast access to vehicles, and other advantages. This article takes the Dongguan Universe Group Vertical Circulation Intelligent Garage Project as an example, analyzes its structural parameters and operating principles, and studies the spatial utilization efficiency of vertical circulation intelligent garages. The results indicate that a reasonable design of lifting mechanisms and loading trays can significantly increase the storage capacity of vertical circulation garages and achieve efficient utilization of parking space. The study also found that cleverly utilizing the small area to fully utilize idle small plots of land is an effective way to improve their spatial utilization efficiency. This study can provide reference for the planning and design of vertical circulation intelligent garages.

[Key words] Intelligent garage; Vertical cycle; Space utilization; Stereoscopic parking

引言:

在现代城市, 机动车数量快速增长, 停车位严重不足已成为普遍现象。传统的平面停车场占地面积大, 难以满足日益增长的停车需求。因此, 立体化、自动化的智能车库开始在国内出现并得到推广应用。与常规停车场相比, 智能车库能够在有限的占地面积内实现多层停放, 大幅提高单位面积的停车容量, 节约了宝贵的土地资源。此外, 智能车库采用先进的计算机控制和机电一体化技术, 可实现存取车过程的自动化, 避免了司机在地下车库寻找车位的麻烦, 缩短了存取车时间。在各类智能车库中, 垂直循环立体车库因其独特的结构形式和运行方式, 具有良好的空间利用效率, 是目

前应用较为广泛的一种。它采用摩天轮式的布置方式, 通过提升机构和载车盘的配合, 可在库房的同一空间内实现多辆车在不同位置的存取。这种三维立体存储方案大大提高了单位占地面积车位数, 最大程度上缓解了土地资源紧张的矛盾。

一、工程概况

东莞宇宙集团的智能车库项目是一座七层 SUV 加八层小轿车垂直循环类立体车库, 其中 SUV 垂直循环有 2 套, 每套可存车 12 辆, 可满足 24 辆 SUV 的存储需求。小轿车垂直循环有 6 套, 每套可存车 14 辆, 总共可容纳 84 辆小轿车。该车库采用钢结构框架, 入口处设有载车盘, 司机将车停进载车盘后, 通过旋转循环机构, 可将车辆运送至指定层。全

套设备由 PLC 控制系统集中调度, 可实现车辆的自动存取。该项目提升机构采用链条驱动, 运行速度为 5.5m/min, 载重能力为 14100kg。载车盘采用吊笼式设计, 最大载重为 2350kg。从总体布局看, 整个库体呈长方体结构, 长度方向为 46m, 宽度方向为 7m, SUV 部分高度约为 18m, 小车区域高度为 16m。综合计算, 该车库的空间利用率可达 0.34 辆/m², 远高于一般的平面停车场。

二、智能车库的空间利用效率提升的重要性

随着城市化进程的加快和机动车保有量的快速增长, 停车位供需矛盾日益突出, 停车难问题已成为制约城市发展的瓶颈之一。传统的平面停车场由于占地面积大, 单位面积停车位少, 已无法满足不断增长的停车需求。在这种背景下, 立体化、智能化的机械式停车设备应运而生。特别是垂直循环类智能车库, 通过巧妙的结构布局和存取方式, 大幅提高了单位占地面积车位数, 在很大程度上缓解了用地紧张与车位不足的矛盾。这一方面有利于改善城市停车环境, 提升市民的出行便利性和生活品质; 另一方面也为节约宝贵的土地资源、推动城市的集约化发展提供了有力支撑。

第一, 从社会效益来看, 发展智能立体车库对于缓解“停车难”问题具有重要意义。据统计, 目前我国城市机动车保有量已超过 2 亿辆, 而停车位缺口高达 5000 万个。停车位供需失衡导致车辆乱停乱放、交通拥堵等一系列问题, 严重影响了城市运行效率和居民生活质量。与此同时, 违章停车还容易引发交通事故, 造成人员伤亡和财产损失。智能立体车库可在相对较小的占地面积内提供大量停车位, 从而有效缓解停车紧张状况。以本文研究的东莞宇宙集团项目为例, 仅用 322 平米的占地, 就提供了 108 个机动车停车位, 单位面积停车位数是普通平面停车场的数倍。这不仅大大提高了土地资源的利用效率, 也极大地方便了车主的停车, 减少了因寻找车位而产生的时间成本和燃油消耗, 对改善城市交通状况具有积极作用。

第二, 从经济效益角度分析, 发展智能立体车库可为城市集约用地、高效运行提供有力支撑。一直以来, 土地资源稀缺都是制约城市发展的主要瓶颈之一。在用地指标十分紧张的情况下, 传统平面停车场占用大量宝贵的城市空间, 造成了土地资源的浪费, 也限制了城市功能的拓展。相比之下, 智能立体车库可充分利用地上、地下空间, 实现停车位的立体布局, 在相同占地面积下可提供数倍于常规停车场的泊位数量。这就意味着可以利用更少的土地资源, 容纳更多的车辆, 从而节约了大量空间, 为其他城市功能的配置提供了可能。以停车楼项目为例, 每个车位的平均造价虽然高于平面车位, 但由于单位占地面积停车数量的大幅提升, 车位的使用周转率更高, 因此投资回报周期并不长。整体而言, 智能立体车库具有良好的投资收益前景。这对于缓解土地供需矛盾, 实现城市用地的集约高效利用, 促进城市经济高质量发展

展, 都具有十分重要的意义。

三、垂直循环车库的空间优化方法

(一) 合理选择提升机构

在垂直循环类立体车库中, 提升机构扮演着至关重要的角色。它犹如车库的“血脉”, 将车辆在不同层之间进行输送, 其性能的优劣直接决定了整个系统的运转效率和稳定性^[1]。因此, 在设计之初, 项目团队高度重视提升机构的选型和参数匹配。经过反复研究和方案对比, 本项目最终采用了链条提升机构。相比钢丝绳、液压等提升方式, 链条具有载重能力大、耐磨损、运行平稳等突出优点。项目选用的特制大链条, 最大抗拉强度达到了 920KN, 可满足 14100kg 的最大载重需求。同时, 链条与载车盘的连接采用了六点式悬挂, 有效均衡了载荷, 降低了局部应力集中, 提高了运行可靠性。与其他类型立体车库相比, 链条式提升机构的另一优势在于占用竖向空间小。本项目创新性地采用了上置式减速箱, 使得提升链条布置更加紧凑。减速箱通过齿轮副传递动力, 实现了大传动比, 减小了电机尺寸。与此同时, 项目还优化了拨轮的结构参数。采用四叶草式叶片拨轮, 配合新型 U 型导轨, 显著降低了链条的弯曲应力, 延长了链条的使用寿命。经测算, 优化后的导轨装置可降低 30% 的轮径, 为竖向空间节省创造了条件。最终, 凭借完善的系统设计和参数匹配, 本项目实现了单层净高仅为 2.3m, SUV 布置的总高度控制在 16.5m 以内。如此紧凑的空间利用, 在同类车库中实属罕见。与此同时, 提升机构的动力性能也得到了保证。22kw 的驱动电机, 配合 1:85 的准双曲面齿轮减速器, 可实现 5.5m/min 的额定提升速度。在满足使用需求的同时, 实现了设备的节能高效运行。

(二) 充分利用闲置地面空间

在立体车库的建设过程中, 如何充分利用受场地限制较大的项目中的零散空闲地块, 提高车辆停放密度, 是一个亟须解决的难题^[2]。本项目所在的东莞宇宙集团正面临着这样的挑战: 场地狭小, 地上建筑密度较高, 传统的平面停车方式已无法满足日益增长的停车需求。为了破解这一难题, 项目团队经过实地考察后, 在该集团办公楼前面靠近厂区外公共通道处发现了一块狭长的空闲地, 认为可以加以利用。在与东莞宇宙集团管理层进行了多轮方案讨论后, 项目团队从场地利用率、投资经济性、建设周期等多个维度进行了全面的分析论证, 最终向他们推荐了垂直循环立体车库的解决方案。垂直循环立体车库具有占地面积小、投入资金少、建设周期短等显著优势, 能够在有限的空间内实现停车位的最大化供给。根据方案设计, 该项目共设置了 2 套七层 SUV 垂直循环系统和 6 套八层小轿车垂直循环设备, 建成后可提供 24 个 SUV 停车位和 84 个小轿车停车位, 大大缓解了集团的停车压力。从车库的总体布局来看, 整个库体呈现出长方体的结构形态, 长度方向达到了 46 米, 宽度方向为 7 米。SUV

停车区域的高度约为18米,而小车停车区域的高度则在16米左右。经过综合测算,该立体车库的空间利用率可达到0.34辆/平方米,远远高于一般平面停车场的水平,体现了垂直循环类车库在提升单位面积停车能力方面的独特优势。这一成功案例表明,面对场地受限的困境,采用垂直循环立体车库是一种切实可行的解决途径。它不仅能够充分利用零散的空闲地块,实现停车空间的集约化利用,而且能够在较短时间内建成投用,有效缓解停车难的问题。对于同样面临停车位不足困扰的其他企事业单位而言,这种模式值得借鉴和推广。当然,在实际应用中,还需要根据具体项目的条件和需求,对方案进行针对性的优化和调整,以确保其经济性和可行性^[3]。

(三) 出入库棚的一体化设计

出入库棚是智能立体车库的重要组成部分,其设计布局和结构形式直接关系到车辆出入的顺畅性和安全性,同时也影响着车库的整体空间利用效率。在传统车库中,出入库棚常常与主体库房分别设计,二者之间缺乏紧密联系,造成了不同程度的空间浪费现象^[4]。为了解决这一问题,本项目采用了出入库棚与主库一体化的设计理念。一体化设计的核心是将汽车出入口区域与主体库房在空间上进行融合,形成一个有机统一的整体。本项目的出入库棚采用轻钢结构,库棚的受力构件直接与主库房的钢结构相连接,无需单独搭建柱网,减少了柱子对车辆通行的干扰。棚架采用工厂化预制,现场拼装,施工便捷,能够缩短工期。出入库棚的檐口高度、进深尺寸都根据车型特点和交通流量进行了优化,在满足使用需求的同时尽可能减小体量。为了营造与整个车库相一致的现代简洁风格,出入库棚采用了铝塑板装饰立面。铝塑板具有重量轻、强度高、耐腐蚀等优点,且颜色和纹理多样,便于打造出时尚美观的入口景象。经过一系列优化设计,本项目的出入库棚与主库房完美结合,过渡自然,不但提升了立面效果,也减少了夹层空间的浪费。相比常规做法,一体化设计使得该车库的出入库区域面积节省了10%以上。同时在库棚上方安装太阳能光伏板,并将太阳能光伏板发的电反馈给车库供电系统,实现了绿色节能的车库建设理念。

四、空间利用效率测算

为了更全面地评估本项目垂直循环车库的空间利用效率,有必要对其进行定量分析。在衡量车库空间利用效率时,常用的指标主要包括容积率和单位面积车位数。容积率反映了车库的总建筑面积与其占地面积之间的比例关系。在本项目中,总占地面积为1240平方米,而立体车库区域的建筑面积为322平方米。通过计算可以得出,该车库的容积率约为4.52,这一数值已经达到了较高的水平,表明了该车库在垂直空间上的充分利用。另一个重要指标是单位面积车位数,即每平方米占地面积所能容纳的车辆数量。本项目的总停车

位数为108个,除以占地面积1240平方米,可以计算出平均单位面积车位数为0.087辆/平方米。然而,考虑到车库内部的车道和出入库空间也占用了一定面积,实际库体内的单位面积车位数会更高一些,大约在1.45辆/平方米左右。与传统的平面车库相比,这一数值提高了近10倍之多,凸显了垂直循环车库在空间利用上的巨大优势。通过以上测算数据的分析,可以得出如下结论:本文研究的垂直循环车库项目通过合理的布局规划和优化设计,在有限的占地面积内实现了较高的空间利用效率。这充分说明,面对日益紧张的城市用地资源,采用智能化的立体停车系统,特别是垂直循环类型的机械车库,可以显著提高单位面积的停车位供给能力,从而为缓解停车难的问题提供了一条有效途径。当然,在实际推广应用过程中,还需要综合考虑建设成本、使用便捷性、安全可靠等多方面因素。一方面,政府部门应加强顶层设计和政策引导,完善相关标准规范,为立体停车设施的规划建设创造良好的制度环境;另一方面,企业要加大关键技术的研发投入,不断优化产品性能,提升智能化水平,以更高的性价比赢得市场认可。只有政企协同发力,形成合力,才能推动垂直循环车库等新型停车解决方案在我国城市中的规模化应用,从而切实改善停车环境,促进城市交通的可持续发展。

五、结论

本文以东莞宇宙集团的垂直循环智能车库项目为例,研究了其结构组成和优化设计方法,并测算了空间利用效率指标。结果表明,通过选择合理地提升机构参数、优化载车盘结构、利用空闲地块空间以及出入库棚一体化设计等措施,该车库的空间利用率大幅提升,达到了1.45辆/m²的高水平,为同类项目提供了有益参考。随着城市车辆保有量的持续攀升,停车难问题必将更加突出。在用地日益紧张的情况下,发展智能立体车库无疑是解决停车矛盾的必由之路。垂直循环类车库以其独特的空间优势,在提高停车容量、改善停车体验等方面大有作为。未来在智能化水平不断提升的同时,各类立体车库的空间利用效率还将进一步提高,为城市交通更加智能、绿色、高效作出应有贡献。

【参考文献】

- [1]刘宝聚,钟佩云,刘淑桥等.基于PLC的智能车库简易管理系统设计[J].设备管理与维修,2021(21):166-167.
- [2]池续航.智能车库小型化设计的意义及应用前景[A].中国重型机械工业协会停车设备工作委员会.中国停车产业论文集[C].中国重型机械工业协会停车设备工作委员会:中国重型机械工业协会停车设备工作委员会,2021:7.
- [3]孙睿,王李龙.智能车库的创新设计[J].科学大众(小学版),2021(22):80.
- [4]薄晓鸣.智能车库设计及调度策略研究[J].中国设备工程,2021(03):32-33.