

井筒式机械立体停车库设计方法探索

朱巍

中国联合工程有限公司

摘要：随着我国国民经济和社会的高速发展，汽车保有量持续快速增长，静态交通问题日益凸显。尤其在土地利用率高、土地开发程度高的中心城区，停车泊位供需严重失衡，静态交通问题日益严峻，严重影响交通和城市人文环境。本文认为井筒式停车库充分利用地下空间，是解决城市静态交通问题的有效途径。我国井筒式停车库尚处于发展阶段，因此对井筒式停车库的研究对其发展具有积极作用。本文从井筒式地下立体车库的设计角度出发，充分分析井筒式停车库的设计原理，初步总结了井筒式停车库的设计方法和设计思路。

关键词：机械立体停车库；静态交通；设计方法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.102

引言

近年，经济和人民生活水平持续高速发展，我国汽车保有量快速增长，城市静态交通形势日益严峻，在建设用地日益紧张的情况下，很难建造大量地面停车场和自走式地下停车库。机械式立体停车库以占地面积小、停车数量大、土地利用率高、智能化程度高等诸多优点成为未来停车系统发展的趋势。文中对井筒式垂直升降式立体停车库的设计要点进行分析与探讨，详细阐述了井筒式停车库的设计要点和注意事项。

一、我国停车现状

（一）我国汽车及停车需求现状

根据国家统计局2023年2月28日发布的《中华人民共和国2022年国民经济和社会发展统计公报》^[1]，2022年末全国民用汽车保有量31903万辆，比上年末增加1752万辆，其中私人汽车保有量27873万辆，增加1627万辆。民用轿车保有量17740万辆，增加1003万辆，其

中私人轿车保有量16685万辆，增加954万辆。截至2022年8月，预估停车位个数约为1.44亿个，停车位与汽车保有量比例0.46:1。随着汽车保有量持续增加，停车需求将进一步增大。

（二）老旧小区停车难

城镇老旧小区是指城市建成年代较早、失养失修失管、市政配套设施不完善、社区服务设施不健全、居民改造意愿强烈的住宅小区^[2]。老旧小区建设时期早，因此小区的建设标准、空间布局、内部道路均已无法满足小区内大量的停放机动车辆，停车难问题已经是老旧小区改造和城市更新工作中急需解决的问题。

（三）国家及地方相关政策

为解决日益严重的城市静态交通问题，近年来国家及地方持续出台相关政策。2021年国家发展改革委、住房城乡建设部、公安部、自然资源部等部门联合发布《关于推动城市停车设施发展的意见》^[3]，文中提出了我国停车设施发展的主要目标，到2035年，布局合理、供给充足、智能高效、便捷可及的城市停车系统全面建成，为现代城市发展提供有力支撑。2023年浙江省发布了《关于浙江省推动城市停车设施高质量发展的实施意见》^[4]，提出了到2035年，全面形成政府主导、市场调节、社会共治、社区参与的城市停车管理体系和良好生态，智慧城市停车设施平台建设成果全国标杆。打造智慧停车场景应用，推动停车设施服务智慧化数字化升级是未来停车设施发展的主要方向。

二、机械立体车位

城市建成区可用于停车的空间有限，且随着停车机械设备技术的不断提升和市场需求的不断增加，智慧化的停车设备系统技术已经逐步开始普及。

表1 立体停车设备对比

类别	优点	缺点	应用场景
升降横移式	车位布置紧凑，适合平面自走式车库改造成机械车库	每个承车板需设置2套驱动机构；停车不便	楼宇、小区地下室设置
垂直循环式	结构简单、整体为一套驱动机构，容易控制	每存取一次，需控制整个车库系统活动，能耗高	容量10-30辆的车库
水平循环式	驱动机构简单	占地面积大；存取车辆需移动库内部分车辆，存取时间较长	可布置在多层平面车库内
多层循环式	可充分利用地下空间	土建结构需兼容停车设备，造价较高	车站、商业楼等中型社会停车场
平面移动式	采用门式起重设备搬运车辆，无需专用巷道，节省空间	汽车离开车位后需启动自行	大型自动化停车库
巷道堆垛式	定位精准、自动化程度高	专用巷道对空间要求较高	大型自动化停车库
垂直升降式	占地少、容车量大	技术难度较大、造价较高	适合城市中心区及地面设置条件受限的繁华地区
简易升降式	构造简单、无特殊地面要求	需备用专用钥匙开关	适用于工厂等专用区域

机械式停车设备，又称为“机械立体停车库”，其由机械系统和电气系统组成的。如今普遍应用的机械立体车库主要有以下几种类型：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、简易升降式^[5]。

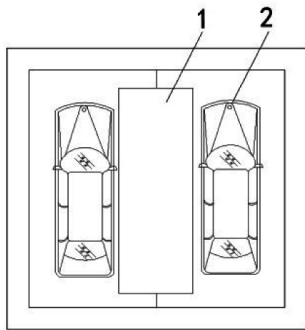
经综合比较，井筒式垂直升降式立体停车库（以下简称井筒式停车库）占地少，容车量大，可多层设置；同时，井筒式停车库设置多个车辆进出口，缩短停放车等待时间短；智能化程度高，可智能预约存取车，操作简单方便；充分利用地下空间，进一步减少地面建构建筑物对周边环境的影响，有利于美化城市环境。井筒式停车库是解决城市繁华区域静态交通问题的有效途径。

三、井筒式停车库设计

(一) 建筑设计

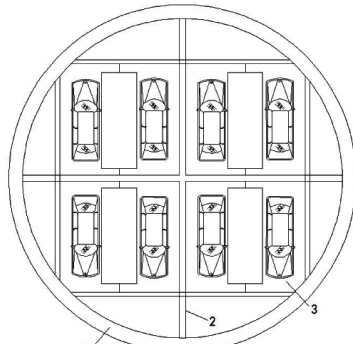
(1) 井筒式停车库平面设计

井筒式停车库停车位设置于地面以下，由单个或多个井筒组合而成。根据场地条件、用地范围及施工工法等相关因素，井筒式停车库可设置为矩形、类矩形或者圆形。矩形井筒：每个井筒设置一部垂直升降装置，乘车板两侧布置停车位，单个井筒（如图1）净尺寸为宽6.5m，长7.0m。圆形井筒：井筒平面采用单个或多个圆形布置，井筒内按矩阵型（如图3）或星型（如图4）排布多个垂直升降系统，圆形井筒可依据停车位需求、施工工法等影响因素采用多种尺寸构型。



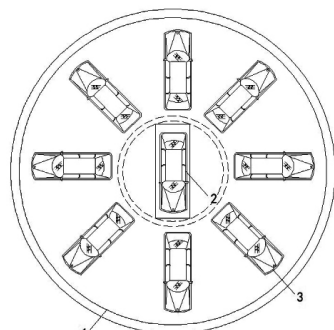
1, 乘车板; 2, 存车位

图1 矩形井筒示意图



1, 井筒结构; 2, 中间结构支撑; 3, 垂直升降系统

图2 圆形井筒示意图1

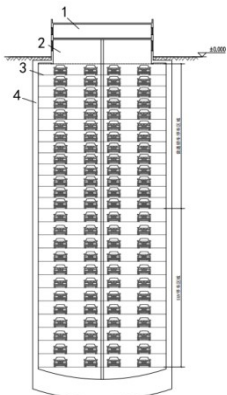


1, 井筒结构; 2, 垂直升降系统; 3, 存车位

图3 圆形井筒示意图2

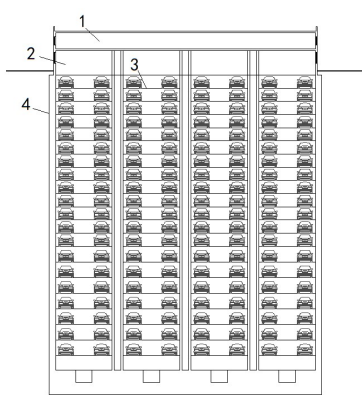
(2) 井筒车库竖向设计

井筒式停车库顶层设置垂直升降机构机房及排风装置，机房下部为车库进出口。车库出入口下部为人员无法到达的多层机械停车区，主要存放普通轿车及较高的越野车型。其中普通轿车停车位净高度约1.61m，越野车停车位净高度约为1.91m（如图4、图5）。



1, 设备机房; 2, 出入口;
3, 存车位; 4, 井筒结构;

图4 圆形井筒式停车库剖面示意图



1, 设备机房; 2, 出入口;
3, 存车位; 4, 井筒结构;

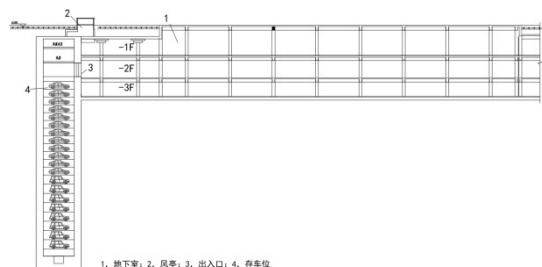
图5 矩形井筒式停车库剖面示意图

(3) 车库出入口设计

井筒式停车库汽车出入口可根据工程实际条件，与设备机房合设于地面或设置于地下。

地面出入口：每个垂直升降系统设置一个汽车进出口，存车时由驾驶人或AGV机器人将车辆停放至垂直升降机上，再有垂直升降机停放至车位，取车时反之。为避免高峰期车存取车排队拥挤，需在地面设置部分等候车位。以杭州密度桥公共停车库为例，该项目设有3个井筒，单库深度为33.5米，共有19层，可停放38辆车。其中地下车库设置114个泊位、地面等候车位11个^[6]。

地下出入口：井筒式停车库与地下单层或多层自走式停车库合建，车辆停放均需通过地下自走式停车库出入口，井筒式停车库出入口位于地下自走式停车库内部，存车时由驾驶人或AGV机器人将车辆停放至垂直升降机上，再有垂直升降机停放至车位。以某商场地下停车库为例子，该项目设置三层地下室，地面无设置井筒式停车库入口的条件，故井筒式停车库车辆出入口设于地下二层，垂直升降设备机房及风道位于地下一层（如图6）。



1, 地下室; 2, 风亭; 3, 出入口; 4, 存车位

图6 出入口与普通地下车库剖面位置示意

（二）配套系统及用房

井筒式停车库需配套设置变电所、消防控制室、监控室等配套用房。为节约建设和管理成本，建议其配套用房与周边公共设施合建。井筒式停车库地面进出口需结合周边环境条件设计，做到协调美观，经济适用。

（三）消防设计

井筒式停车库内密集存放汽车，类似于多层仓库，一旦发生火灾，将造成较大的经济损失。井筒式立体停车库内火灾危险性具有如下特点：

汽车是一个复杂系统，由多种可燃固体、可燃液体、可燃气体集合而成，是综合性的火灾危险性物品。随着新能源汽车的普及，大量的新能源汽车电池包等可燃物扑救难度更大；井筒式立体停车库采用自动化电气设备，电气线路敷设密集且复杂，电气火灾风险较高；井筒式立体停车库内部停车设备为钢结构，其在高温火灾中结构强度降低，易造成内部结构失稳倒塌。因此，合理高效的消防系统对井筒式立体停车库尤为重要。

（1）设计依据

《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》（以下简称《车规》）适用于新建、扩建和改建的汽车库、修车库、停车场防火设计^[7]。因此，以《车规》作为井筒式停车库消防设计的主要依据。

（2）防火分隔

《车规》第5.1.1条规定，地下汽车库中一个防火分区所允许的最大建筑面积为2000m²，如车库内设有自动灭火系统，则最大建筑面积为4000m²。而第7.2.1明确规定，机械式汽车库应设置自动灭火系统，故一般将井筒式停车库划分为一个防火分区。井筒式停车库出入口与地下停车库间采用防火卷帘进行防火分隔。

（3）自动灭火系统

机械式停车库自动灭火系统主要以水喷淋系统和二氧化碳气体灭火系统为主^[8]。井筒式停车库地下设置多层停车位，如采用自动喷水灭火系统，各层停车位均需设置喷头，且井筒式停车库排水条件较差。二氧化碳气体灭火系统以二氧化碳为灭火剂，采用以物理窒息作用为主、冷却作用为辅的灭火方式。发生火灾时，火灾自动报警系统启动报警，二氧化碳气体灭火系统随之联动释放灭火剂扑灭火灾。故二氧化碳气体灭火系统更适用于井筒式停车库。

（4）排烟系统

《车规》第8.2.1条规定，除敞开式汽车库、建筑面积小于1000m²的地下一层汽车库和修车库外，汽车库、修车库应设排烟系统，并应划分防烟分区。防烟分区的建筑面积不宜大于2000m²，且防烟分区不应跨越防火分区。因此依据井筒式停车库规模可将单个井筒空间或整个车库空间划分为一个防烟分区。

火灾工况下，高温烟气向上进行热运动，会持续上升至建筑物顶部^[9]。因此，井筒式停车库在顶部设置排烟风口或排烟风道。补风口设置在地面出入口下部，沿外墙均匀分布。当车库内发生火灾时，通过消防联动系统或人工手动打开排烟系统，高温烟气自然上升到达车

库上部排烟口或排烟风道排出。

四、智慧停车

停车智能化近几年发展迅速，但随着汽车保有量不断地增加，停车场领域的智能化改造需求仍然较为充分^[10]。近年智慧停车有如下优势：

车主通过联网共享数据，实现停车场数据智能化，打破停车场信息孤岛，实现车位导航、车位预定、线上支付等；通过智慧停车系统，大大减少车主寻找车位时间，缓解部分交通拥堵，加大停车场车辆流通率；自动化程度高，并趋向无人值守模式，通过智能化管理系统建立实现快速便捷的车辆进出场通道；移动智能终端技术的成熟，通过移动终端实现在线支付、车位预约、反向寻车等功能，方便快捷。

五、结语

（1）井筒式停车库是目前国内先进的立体车库的代表，是解决城市繁华区及老旧小区静态交通问题的有效途径。采用自动化程度高、停车密度大、安全可靠的垂直升降式立体停车设备，并引入智慧停车系统，相较于其他形式的立体停车库和普通停车库，在解决城市静态交通问题中更有优势。

（2）从井筒式停车库井筒平面布置形式、出入口设置、配套用房设计、消防设计等方面阐述了井筒式停车库的设计方法和思路。

（3）井筒式停车库在国内尚处于发展阶段，其工程造价及后期维护成本相较于普通停车库高。设计中应该充分考虑井筒式停车库的规模、地质环境、运营维护手段等因素，合理选择施工工法、停车设备类型，降低建造和维护成本，更有利于井筒式停车库的推广应用。

参考文献

- [1] 中华人民共和国2022年国民经济和社会发展统计公报[R]. 2023
- [2] 国务院办公厅关于全面推进城镇老旧小区改造工作的指导意见[Z]. 2020
- [3] 关于推动城市停车设施发展的意见[Z]. 2021
- [4] 关于浙江省推动城市停车设施高质量发展的实施意见[Z]. 2023
- [5] 刘婷. 大、中型机械式立体停车库建筑设计初探[J]. 建设科技, 2017: 68-69
- [6] 吴金锋. 杭州城市中心区井筒式地下立体停车库研究[D]. 浙江大学. 2017
- [7] GB50067-2014. 《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》[S]
- [8] 林清俊. 谈机械式立体停车库灭火系统设计[J]. 山西建筑, 2017: 226-227
- [9] 彭婷. 圆筒形地下立体停车库通风排烟形式的数值模拟研究[J]. 制冷与空调, 2020: 111-121
- [10] 刘澄锋. 新型智能立体停车库设计探索—以广州市增城区黄泥塘立体停车场项目为例[J]. 房地产世界, 2022: 65-67

作者简介：朱巍（1992-），男，2014年毕业于郑州大学，工程师，主要从事建筑设计相关工作。