

住宅小区地下车库建筑设计分析

李朝栋

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:随着我国城市化进程的不断加快和居民生活水平的显著提升,私家车保有量持续增长,住宅小区停车需求日益紧张。地下车库作为解决城市土地资源稀缺与停车矛盾的重要手段,已成为现代住宅小区不可或缺的配套设施。然而,当前部分地下车库在设计过程中仍存在功能布局不合理、通风采光不足、安全疏散困难、智能化水平低等问题,严重影响了使用效率与用户体验。本文从住宅小区地下车库的功能定位出发,系统分析其在空间布局、交通流线、结构选型、防火防排烟、人防结合、绿色节能及智能化管理等方面的设计要点,旨在为提升地下车库的综合性能与居住品质提供理论支撑与实践指导。

关键词: 住宅小区; 地下车库; 建筑设计; 空间布局; 安全疏散; 绿色节能; 智能停车

引言

住宅小区作为城市基本生活单元,其停车设施的配置水平直接关系到居民日常出行的便利性与社区整体环境品质。传统地面停车方式不仅占用大量宝贵的土地资源,还易造成人车混行、噪音扰民、景观破坏等问题。因此,将停车空间向地下转移,成为高密度城市住区发展的必然选择。地下车库以其节地、隐蔽、集约等优势,被广泛应用于新建住宅项目中。然而,地下空间具有封闭性强、自然通风采光差、疏散路径复杂等特点,若设计不当,极易引发安全隐患、使用不便甚至结构风险。本文基于现行国家规范(如《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014、《民用建筑通用规范》GB 55031-2022等),结合工程实践经验,对住宅小区地下车库的建筑设计进行系统性分析,重点探讨其在功能性、安全性、经济性与可持续性等方面的优化路径,以期对相关设计人员提供参考。

1 住宅小区地下车库的功能定位与设计原则

1.1 功能定位

住宅小区地下车库的核心功能是为住户提供安全、便捷、高效的机动车停放服务。随着城市发展与居民需求的多元化,其功能内涵已逐步从单一停车空间向复合型地下基础设施演进。在满足基本停车需求的同时,地下车库往往承担着多重角色:它既是小区内部车行交通组织的关键节点,连接外部市政道路与各住宅单元入口;又常作为人防工程的物理载体,在战时可迅速转换为人员掩蔽或物资储备场所;此外,部分项目还将水泵房、变配电室、消防控制中心等设备用房整合于地下空间,实现土地资源的高效利用。更进一步,在极端天气或突发公共事件中,结构稳固、通道完善的地下车库还

可临时作为应急避难空间。面向未来,随着新能源汽车普及与智慧物流发展,地下车库还需预留充电桩接口、无人配送车通行通道等新型基础设施条件,体现出较强的功能弹性与前瞻性。

1.2 设计原则

首先是以人为本,强调使用者体验,通过优化人车流线分离、设置清晰导向标识、保障无障碍通行等措施,提升老人、儿童及残障人士的安全感与便利性。其次是安全至上,必须严格遵守国家关于防火、防烟、防洪、抗震等方面的强制性规范,确保在任何紧急情况下生命通道畅通无阻。第三是经济合理,在满足功能与安全的前提下,通过科学确定柱网尺寸、控制层高、优化覆土厚度等手段,有效降低土建成本与后期运维费用^[1]。第四是绿色低碳,积极采用自然采光诱导、高效照明控制、雨水回收利用等技术,减少能源消耗与碳排放。最后是弹性适应,设计须具备一定的前瞻性,能够应对未来车辆尺寸变化、新能源设施扩展、共享出行模式演进等趋势,避免短期内因功能不匹配而造成资源浪费。

2 地下车库空间布局与交通流线设计

2.1 平面布局模式

住宅小区地下车库的平面布局深受地块形状、建筑总体规划及塔楼位置的影响,呈现出多样化的组织形式。全地下室整体式布局通常适用于高层住宅密集的项目,其优势在于结构整体性强、空间连续性好、设备管线布置集中,有利于统一管理和后期维护,但相应的土方开挖量大、造价较高。相比之下,局部地下室拼接式布局则多见于多层或小高层住宅群,各楼栋独立设置地下室并通过地下通道相连,虽在结构上略显分散,却能灵活适应不规则用地,并降低单次施工难度。近年来,

部分高端项目开始尝试半地下室或下沉庭院式布局，通过巧妙利用地形高差或在地库上方设置采光天井、绿化庭院等方式，有效引入自然光线与空气流通，显著改善地下空间的压抑感，提升整体环境品质，体现了对居住体验的深度关注。

2.2 柱网与停车位布置

柱网尺寸的合理性直接决定了地下车库的停车效率与结构经济性。根据《车库建筑设计规范》JGJ100-2015，小型车标准停车位尺寸为2.4米宽、5.3米长，垂直后退式停车所需的车道宽度不应小于5.5米。实践中，8.1米×8.1米或8.4米×8.4米的柱网被广泛采用，前者可在一跨内布置3辆垂直车位，后者则为管线敷设与施工误差预留更多余量。在具体布置中，垂直式停车因其进出便捷、空间利用率高而成为主流选择；平行式停车虽适用于狭窄区域，但效率较低，通常仅用于边角地带；斜列式则多出现在坡道附近，便于车辆转向调整^[2]。值得注意的是，随着SUV等大型车型比例上升，部分项目已开始采用2.5米宽的加宽车位，以提升用户满意度。

2.3 交通流线组织

设计中应贯彻“人车分流、进出分离、环形循环”的基本原则。车行流线方面，应设置独立的车辆出入口，避免与人行主通道交叉，并尽量形成单向环形车道，减少对向冲突。主干道宽度宜不小于6米以满足双向通行需求，转弯处的最小半径应达到6米以上，确保各类车型顺利通过。人行流线则需通过楼梯间、电梯厅直接连通各住宅单元，严禁穿越车道区域，同时配合清晰、连续的导向标识系统，帮助住户快速识别方向。此外，消防应急流线亦不可忽视，消防车道净宽不得小于4米，净高不低于2.2米，且沿途不得设置固定障碍物，确保消防救援车辆在紧急情况下能够迅速抵达任意位置。

3 结构与层高设计

3.1 结构体系选择

地下车库的结构体系选择需综合考虑跨度、荷载、防水及经济性等因素。目前，钢筋混凝土框架结构因其施工成熟、空间灵活、成本可控而被广泛应用；对于高层住宅下方的地下室，常采用框架—剪力墙结构以增强整体抗侧刚度。在追求更大无柱空间的项目中，如机械式立体停车库，可考虑采用无梁楼盖或预应力混凝土结构，此类体系虽初期投入较高，但能有效降低梁高，从而压缩整体层高，减少土方开挖量，从全生命周期角度实现成本优化。

3.2 层高控制

常规单层地下车库的层高由多个要素叠加而成：结

构梁高通常在600至800毫米之间，各类管线（包括喷淋、通风管道、电缆桥架等）所需空间约为300至500毫米，停车净高按规范要求不得低于2.2米，再加上地面找坡及装饰面层约100至150毫米。综合计算，合理层高应控制在3.4至3.6米范围内。若能借助BIM技术进行精细化的管线综合排布，有效规避碰撞并优化空间利用，层高甚至可压缩至3.2米左右，不仅大幅降低土建成本，还能减轻对周边既有建筑基础的影响，尤其适用于改造类或受限场地项目。

4 防火与安全疏散设计

4.1 防火分区与分隔

防火安全是地下车库设计的重中之重。依据《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-2014，未设置自动灭火系统的地下汽车库，每个防火分区的最大允许建筑面积为2000平方米；当配备自动喷水灭火系统后，该面积可扩大至4000平方米^[3]。防火分区之间必须采用耐火极限不低于3.0小时的防火墙进行分隔，确需开设门洞时，应安装甲级防火门或特级防火卷帘，并与火灾自动报警系统联动，确保火灾发生时能迅速封闭火源，防止烟气蔓延。

4.2 安全出口与疏散距离

每个防火分区至少应设置两个安全出口，且两者之间的距离应满足规范要求，以避免单一出口失效导致疏散中断。从任意一点至最近安全出口的直线距离，在未设自动灭火系统时不应超过60米，设置后可放宽至75米。疏散楼梯必须直通室外地面或连接至安全避难区域，严禁穿越其他防火分区，且楼梯间应具备良好的防烟性能。此外，疏散路径上的地面应采用防滑材料，墙面设置蓄光型疏散指示标志，确保在断电或浓烟环境下仍能引导人员快速撤离。

4.3 防排烟系统

必须设置独立的机械排烟系统。排烟风机的风量应按换气次数不少于每小时6次进行计算，同时配套设置补风系统，其风量不得小于排烟量的50%，以维持空间负压平衡，防止烟气回流。排烟口应均匀分布于车库顶部或侧墙上，确保最远点距排烟口的水平距离不超过30米，从而实现高效排烟。系统应与火灾探测器联动，在确认火警后自动启动，最大限度争取疏散与救援时间。

5 人防工程与地下车库的结合设计

我国《中华人民共和国人民防空法》明确规定，新建10层以上或基础埋深不小于3米的住宅建筑，必须同步修建防空地下室。鉴于地下车库具备大开间、结构坚固、出入便捷等优势，常被选作人防工程的平战结合载

体。在设计中,需充分考虑平时使用与战时防护的双重需求。一方面,通过预留封堵构件槽口、预埋穿墙套管、设置专用滤毒通风井等方式,为战时快速转换提供硬件基础;另一方面,合理划分防护单元,每个单元面积不宜超过2000平方米,并配备独立的出入口和密闭通道。设备系统方面,战时所需的通风、给水、电力等管线应与平时系统兼容共用,避免重复建设,同时确保在切换状态下能独立运行。这种“平战结合、功能融合”的设计理念,既满足了国防要求,又提升了地下空间的综合效益。

6 绿色节能与智能化设计

6.1 绿色节能措施

通过在车库边缘设置下沉庭院或采光天井,可将自然光引入地下一层,显著减少白天照明能耗;导光管技术则能将屋顶阳光传导至更深层区域。照明系统普遍采用LED光源,并结合微波或红外感应控制,实现“人来灯亮、人走灯暗”的智能调节,节能效果可达40%以上。此外,屋面及地面雨水经收集、过滤后可用于车库冲洗或周边绿化灌溉,形成小型水循环系统^[4]。在材料选择上,透水性地坪有助于雨水下渗,低VOC环保涂料则保障了地下空气质量,共同营造健康、可持续的使用环境。

6.2 智能化管理系统

车牌识别与无感支付技术已基本普及,大幅缩短车辆进出等待时间;车位引导系统通过超声波或视频检测实时采集空位信息,并在入口显示屏及手机APP上动态更新,使平均寻位时间降至1分钟以内。针对新能源汽车快速增长的趋势,新建项目普遍按10%至20%的比例预留充电接口,并采用模块化设计便于后期扩容。安防方面,全覆盖高清监控配合一键报警装置,可及时响应异常事件;而基于BIM的智慧运维平台则整合了设备状态、能耗数据、维修记录等信息,实现从设计、施工到运营的全生命周期数字化管理,极大提升了管理效率与服务质量。

7 安防设计对住宅小区整体安全的影响

完善的视频监控系统是基础,要实现对出入口、车道转弯处等区域及所有停车位无死角覆盖,高清摄像头选用带夜视、宽动态及智能分析功能的设备,与小区安防中心联网,24小时实时监控且录像存储不少于30天,关键节点设一键报警装置。出入口控制是防范非法进入的第一道防线,主流做法是车牌自动识别系统配合道闸联动,访客车辆通过业主远程授权或物业临时放行管

控,部分高端项目引入人脸识别等提升核验精准度与便捷性,所有进出记录自动存档。此外,照明与环境感知也至关重要,除常规照明外结合智能感应技术,无人时段保持基础照度,有人或车经过时自动提亮,地面用防滑耐磨材料,墙面减少凹凸装饰,减少监控盲区和藏匿空间。

8 现存问题与优化建议

部分项目过于强调停车数量,忽视步行体验,导致人行通道昏暗、标识混乱、地面湿滑;新能源汽车保有量激增,但充电桩配置严重滞后,引发邻里纠纷;部分物业缺乏专业维护,照明损坏、墙面剥落、排水不畅等问题长期得不到解决,损害业主权益。对此,建议从制度与技术两方面入手优化:一是推广“车库+”复合模式,在条件允许的区域嵌入快递柜、便民服务点甚至微型文化展示空间,激活地下活力;二是由地方主管部门出台《住宅地下车库设计导则》,细化人性化、适老化、智能化等具体指标;三是强制要求新建住宅按不低于20%的比例同步建设充电设施,并预留扩容条件;四是推动物业引入智慧运维平台,实现设备故障自动报警、能耗实时监测、维修工单闭环管理,真正实现“建得好、管得住、用得久”。

结语

住宅小区地下车库已从单纯的停车空间演变为集交通、安全、人防、智能于一体的复合型地下建筑。其设计不仅关乎技术指标的达标,更体现对居民生活品质的尊重与关怀。未来,随着“双碳”目标推进与智慧城市发展,地下车库将朝着更安全、更绿色、更智能、更人性的方向持续演进。建筑师应在满足规范底线的基础上,以系统思维统筹功能、空间、技术与人文,打造真正“好用、耐用、爱用”的地下停车环境,为构建宜居城市贡献力量。

参考文献

- [1]庄智韬.住宅小区地下车库方案优化设计分析[J].江西建材,2025,(10):234-236.
- [2]陈长森.住宅小区地下车库建筑设计分析[J].住宅产业,2021,(11):26-29.
- [3]苏剑琴.住宅小区地下车库的建筑设计思路与实现[J].四川建材,2020,46(06):59+61.
- [4]王春晓.住宅小区地下车库优化设计与对策探讨[J].住宅与房地产,2021,(09):85-86.