

# 浅谈地下车库结构设计优化

周玉龙

九易庄宸科技(集团)股份有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 随着城市化进程的加快,地下车库作为城市基础设施的重要组成部分,其结构设计优化显得尤为重要。本文围绕地下车库结构设计优化展开探讨,分析了当前地下车库普遍存在的问题,如空间布局不合理、建造成本过高等。针对这些问题,本文提出了一系列优化策略,包括优化平面布置、调整柱网与车位尺寸、改进车道与出入口设计、楼面与结构参数优化以及地库排水与环境改善等。旨在提高地下车库的停车效率、降低建造成本,并为城市地下空间的高效利用提供科学指导。

**关键词:** 地下车库; 结构设计; 优化

引言: 随着城市化进程的快速推进,土地资源日益紧张,地下车库作为有效利用城市地下空间的重要设施,其结构设计优化显得尤为重要。地下车库不仅要满足基本的停车需求,还需兼顾空间利用率、建造成本、结构稳定性以及用户体验等多方面因素。本文旨在通过探讨地下车库结构设计的优化策略,为解决当前地下车库普遍存在的问题提供新思路。通过深入分析设计要点,提出切实可行的改进措施,以期促进地下车库设计的科学化、高效化,为城市可持续发展贡献力量。

## 1 地下车库结构设计现状及问题分析

### 1.1 地下车库类型及特点

(1) 全地下车库: 整体建于地下,受地面环境影响小,能充分利用地下空间,且对地面景观破坏小,不过采光通风依赖人工设备,建造成本和后期运营能耗较高。(2) 半地下车库: 部分结构在地下,部分露出地面,可借助自然采光通风,降低能耗,同时减少地下施工难度,但对地面空间仍有一定占用,受地形影响较大。(3) 混合式地下车库: 结合全地下与半地下车库特点,根据场地条件灵活布局,能兼顾空间利用与节能需求,不过设计和施工复杂度较高,需协调不同区域的结构衔接。

### 1.2 结构设计现状分析

(1) 柱网尺寸与停车效率的关系: 当前常用柱网尺寸多为 $8\text{m}\times 8\text{m}$ 或 $8\text{m}\times 9\text{m}$ ,虽能满足常规车辆停放,但部分尺寸未充分适配不同车型,导致部分空间浪费,停车效率未达最优,部分车库为增加车位压缩柱网,影响结构稳定性。(2) 车道宽度与转弯半径的设计标准: 车道宽度通常按规范设为 $4\text{--}5\text{m}$ ,转弯半径多为 $6\text{--}8\text{m}$ ,基本满足小型车通行,但面对大型SUV等车型,部分车道会出现通行拥堵,且部分车库为节省空间缩小转弯半径,增

加行车安全隐患。(3) 车库出入口与坡道设计的常规做法: 出入口多设置在道路侧边,坡道坡度一般为 $1:10\text{--}1:15$ ,采用直线或折线形式,不过部分出入口位置未充分考虑周边交通流量,坡道防滑设计存在不足<sup>[1]</sup>。

### 1.3 存在的问题

(1) 空间利用率低: 柱网布局不合理、车道与车位比例失衡,导致部分区域无法有效利用,部分车库未考虑新能源汽车充电设施的空间预留,后期改造难度大。(2) 建造成本高: 全地下车库开挖深度大,支护结构成本高,部分车库过度追求结构安全系数,材料用量超标,且施工工艺复杂,延长工期,增加人工成本。(3) 停车不便与用户体验差: 出入口标识不清晰、车道转弯视线受阻,导致驾驶员停车难度增加,部分车库通风不良、照明不足,夏季闷热、冬季阴冷,且缺乏人性化设施,如休息区、指引标识等。

## 2 地下车库结构设计优化策略

### 2.1 平面布置优化

(1) 半地下室形式的选择与利用: 优先在地形有高差的场地采用半地下室,结合场地坡度将车库一侧嵌入地下,另一侧利用地面标高设置自然出入口,减少开挖量。同时,将半地下室的地上部分与绿化景观结合,如顶部覆土种植植被,既提升美观度,又降低室内温度,减少空调能耗。(2) 集中布置与分散布置的比较: 集中布置适用于大型社区或商业项目,可减少管线铺设长度,降低设备运维成本,且便于统一管理;分散布置则适合小型社区或地形复杂区域,能灵活适配场地形态,减少对周边建筑的遮挡。设计时需结合项目规模与场地条件,优先选择集中布置以提升效率。(3) 减少无效建筑面积的方法: 优化车库边角空间,将不规则区域改造为设备用房、储藏室或充电桩区域;避免设置过宽的通

道,在满足规范的前提下压缩冗余空间;合理规划楼梯间、电梯间位置,使其靠近车库出入口,减少无效行走距离。

## 2.2 柱网与车位尺寸优化

(1)柱网尺寸的确定原则:以“停放效率最高、结构成本最低”为核心,常规小型车车库优先采用 $8.1\text{m}\times 8.1\text{m}$ 或 $8.4\text{m}\times 8.4\text{m}$ 柱网,可实现3个车位并排布置,且柱距能满足车辆进出需求。同时,需考虑管线安装空间,避免柱网过小导致管线交叉拥堵。(2)经济柱网与高档项目柱网的差异:经济柱网注重成本控制,柱距多控制在 $8\text{--}9\text{m}$ ,梁高较小,适合刚需类项目;高档项目柱网需兼顾舒适性与美观性,柱距可扩大至 $9\text{--}10\text{m}$ ,减少柱体对空间的遮挡,部分区域采用无柱设计,搭配大跨度梁,提升车库整体质感,同时预留更多空间供后期改造。

(3)大型车停车位的设置策略:在车库入口附近或边缘区域集中设置大型车车位,尺寸按规范设为 $2.5\text{m}\times 5.5\text{m}$ ,且相邻车位之间预留 $0.5\text{m}$ 缓冲空间。同时,大型车车位需配套加宽车道,宽度不小于 $5\text{m}$ ,转弯半径不小于 $9\text{m}$ ,避免与小型车行驶路线交叉,提升通行效率<sup>[2]</sup>。

## 2.3 车道与出入口设计优化

(1)车道宽度的合理选择:单车道宽度按规范最小值 $3.8\text{m}$ 设计,双车道宽度控制在 $6\text{m}$ ,避免过度加宽造成空间浪费;在转弯处或视线受阻区域,适当加宽 $0.2\text{--}0.3\text{m}$ ,提升行车安全性。同时,车道边缘设置 $10\text{cm}$ 高的防撞路缘石,防止车辆刮蹭。(2)出入口数量的经济性分析:根据车库容量确定出入口数量,小型车库(车位 $\leq 100$ 个)设1个出入口即可满足需求;中型车库( $100 < \text{车位} \leq 300$ 个)设2个出入口,分别作为进、出口;大型车库(车位 $> 300$ 个)每增加 $200$ 个车位增设1个出入口,避免出入口数量过多增加建设与管理成本。(3)坡道形式的优化与面积节省:优先采用螺旋坡道,相比直线坡道节省 $30\%$ 左右的占地面积,且行驶更平稳;坡道坡度控制在 $1:12\text{--}1:15$ ,在满足规范的前提下减小坡度,同时缩短坡道长度;坡道底部设置缓坡段,长度不小于 $3.6\text{m}$ ,避免车辆颠簸。

## 2.4 楼面与结构参数优化

(1)楼面活荷载与板厚取值:常规车库楼面活荷载按 $2.5\text{kN}/\text{m}^2$ 或 $4.0\text{kN}/\text{m}^2$ 取值,消防车通道区域按 $20\text{kN}/\text{m}^2\sim 35\text{kN}/\text{m}^2$ 取值,避免盲目提高荷载标准导致材料浪费;板厚根据跨度确定, $8\text{--}9\text{m}$ 柱网区域板厚设为 $180\text{--}200\text{mm}$ , $10\text{m}$ 以上大跨度区域采用井字梁或无梁楼盖形式,减少板厚,降低自重。(2)结构选型的经济性分析:多层车库优先采用框架结构,施工简便且成本较

低;地下 $1\text{--}2$ 层车库可采用剪力墙结构,提升抗渗性能;大跨度区域采用预应力梁,减少钢筋用量,降低梁高,增加车库净空。同时,对比不同结构方案的造价,选择性价比最高的方案。(3)降低层高的设计技巧:优化管线布置,采用综合支吊架将管线集中敷设,减少管线占用高度;采用薄型地暖或新风系统,降低设备厚度;控制梁高,通过调整梁的截面尺寸与配筋,在满足承载力的前提下减小梁高,将车库层高控制在 $3.2\text{--}3.5\text{m}$ ,减少土方开挖与混凝土用量<sup>[3]</sup>。

## 2.5 地库排水与环境优化

(1)排水设计(明沟与地漏排水的比较):车库入口、坡道及易积水区域采用明沟排水,沟宽 $150\text{mm}$ 、深 $100\text{mm}$ ,盖板选用铸铁材质,防止车辆碾压损坏;车库内部则采用地漏排水,间距不大于 $10\text{m}$ ,地漏直径不小于 $100\text{mm}$ ,排水坡度设为 $0.5\%$ ,确保排水顺畅。明沟排水适用于大水量区域,地漏排水则更美观,设计时需结合区域功能合理搭配。(2)顶板排水找坡与面层做法:顶板排水找坡采用结构找坡,坡度不小于 $2\%$ ,避免采用建筑找坡增加荷载;顶板面层先铺设防水层,再覆盖 $50\text{mm}$ 厚挤塑板保温层,最后铺设防滑地砖,既防止渗水,又提升耐久性。同时,在顶板边缘设置雨水口,与市政排水系统衔接,避免雨水倒灌。(3)内部环境优化(照明、通风、标识系统等):照明采用LED节能灯具,按区域分回路控制,车位区域照度不低于 $30\text{lx}$ ,车道区域不低于 $50\text{lx}$ ,且设置人体感应开关,无人时自动降低亮度;通风系统采用机械排风与自然补风结合,夏季每小时换气 $6$ 次,冬季每小时换气 $3$ 次,同时在车库角落设置排风口,避免异味堆积;标识系统采用反光材料,在出入口、转弯处、车位上方设置清晰指引,包括车位编号、行驶方向、禁行标识等,且标识高度不低于 $2.5\text{m}$ ,确保驾驶员清晰可见<sup>[4]</sup>。

## 3 地下车库结构设计优化中的挑战与对策

### 3.1 技术挑战

(1)结构稳定性与安全性要求:地下车库受地质条件影响显著,软土地基易出现沉降,岩质地基则面临开挖难度大的问题,需平衡地基处理成本与结构稳定性。同时,车库需承受车辆活荷载、顶板覆土荷载及地下水压,尤其在多雨地区,抗浮设计难度高,若未精准计算,易引发结构开裂、变形等安全隐患。此外,抗震设计需适配不同区域抗震等级,大跨度车库的梁体、柱体配筋设计更需兼顾强度与挠度控制,技术复杂度较高。(2)防水与防潮技术的创新需求:传统卷材防水易因施工破损、温度变化出现开裂,后浇带、施工缝等部位更

是渗漏高发区，后期维修需开挖地面，影响车库正常使用。同时，地下环境潮湿，若防潮措施不到位，易导致墙体霉变、金属构件锈蚀，不仅影响车库耐久性，还会降低用户体验。现有防水技术难以完全适配地下车库长期潮湿、荷载复杂的环境，亟需技术创新。

### 3.2 经济挑战

(1) 建造成本的控制与优化：结构优化常需引入新技术或材料，如大跨度预应力结构、新型防水材料等，虽能提升性能，但短期建造成本较高。部分项目为压缩成本，仍采用传统设计方案，导致后期运营维护成本增加，形成“短期省钱、长期费钱”的困境。此外，地质勘察不准确、设计方案反复调整等问题，也会导致施工工期延长，进一步推高建造成本。(2) 运营与维护成本的考虑：传统地下车库照明、通风多采用常规设备，能耗较高；防水、结构部件的定期维修也需投入大量资金。若设计阶段未预留新能源汽车充电桩安装空间，后期改造需重新布线、破拆地面，增加额外成本。同时，部分车库因空间利用率低，车位出租率不高，运营收益难以覆盖维护支出，经济压力显著。

### 3.3 环境与社会挑战

(1) 对周边环境的影响与协调：地下车库施工阶段的土方开挖、降水作业，可能导致周边地面沉降、地下水位下降，影响邻近建筑基础安全；施工噪音、扬尘也会干扰周边居民生活。此外，车库出入口设置若不合理，易与地面交通冲突，加剧区域拥堵；顶板绿化、雨水回收系统若设计不当，还可能引发排水不畅、植被死亡等问题，破坏周边生态环境。(2) 用户需求与满意度的提升：随着居民生活品质提升，用户对地下车库的需求从“能停车”转向“停得好”，但部分车库仍存在标识模糊、找车位难、通风不良、夏季闷热等问题。老年群体、残障人士对车库无障碍设施（如坡道坡度、扶手设置）的需求也未得到充分满足，导致用户满意度偏低。如何在设计中兼顾不同群体需求，提升使用体验，成为重要挑战。

### 3.4 对策与建议

(1) 加强技术研发与创新：鼓励科研机构与企业合作，研发适配地下车库的新型抗浮技术、自修复防水材料，降低渗漏风险；推广BIM技术在设计阶段的应用，通过三维建模优化结构布局，减少设计失误；针对复杂地质条件，制定专项地基处理方案，提升结构稳定性。

(2) 推广绿色建材与节能技术：优先采用再生骨料混凝土、低碳钢筋等绿色建材，降低建材生产阶段的碳排放；安装LED节能灯具、智能通风系统，结合人体感应、光线感应技术实现能耗自动调控；在车库顶板设置光伏板，利用太阳能供电，降低运营能耗；预留充电桩安装接口，满足新能源汽车使用需求。(3) 完善法规标准与监管机制：出台地下车库结构优化专项设计标准，明确防水等级、抗震要求、无障碍设施配置等指标；加强施工阶段质量监管，重点核查地基处理、防水施工等关键环节，避免偷工减料；建立车库运营维护长效机制，要求开发商定期开展结构安全检测、设备维护，保障车库长期稳定使用。

### 结束语

综上所述，地下车库结构设计优化是一个系统工程，涉及平面布置、柱网车位、车道出入口、楼面结构以及排水环境等多个方面的综合考量。通过实施一系列优化措施，不仅能显著提升地下车库的停车效率和空间利用率，还能有效降低建造成本和运营能耗，提升用户体验。未来，随着技术的进步和设计理念的更新，地下车库的结构设计将更加注重绿色、智能和人性化，为城市地下空间的高效利用和可持续发展注入新的活力。

### 参考文献

- [1]吴学文.浅谈住宅项目地下室停车库的方案优化设计[J].居业,2022,(10):113-114;
- [2]田挚媛.建筑住宅小区地下车库优化设计思考[J].建材发展导向,2021,(05):61-62;
- [3]田园,王浩,尹永明.住宅和商业建筑地下车库设计[J].居舍,2022,(12):129-130.
- [4]崔韶云.地下车库工程防水施工质量控制分析[J].散装水泥,2022,(03):39-41.