

地下车库结构设计常见问题与处理

郑 玫

九易庄宸科技(集团)股份有限公司 河北 石家庄 050000

摘 要:随着城市建设用地愈发紧张,地下车库成为缓解停车压力的重要设施,其结构设计质量直接关乎使用安全与寿命。本文以地下车库结构设计为研究对象,阐述了设计要遵循的安全、适用、耐久、经济原则及基础设计、主体结构设计等核心内容;进而系统分析荷载取值、抗浮设计、结构选型与布置、耐久性设计四大常见问题及成因;最后针对性提出荷载取值优化、抗浮设计优化、结构选型优化及耐久性提升策略。研究表明,科学应对设计问题可有效提升地下车库结构可靠性,降低后期维护成本,为工程实践提供理论与技术参考。

关键词:地下车库结构设计;常见问题;处理策略

引言:城市化进程加快推动地下车库需求激增,但其设计受地下环境复杂、荷载类型多样等因素影响,易出现各类问题。当前部分地下车库因荷载取值偏差、抗浮措施不当等问题,引发结构开裂、上浮等安全隐患,不仅影响使用功能,还增加经济损失。鉴于此,本文聚焦地下车库结构设计,先明确设计基本原则与核心内容,为问题分析奠定基础;再深入剖析设计中普遍存在的四类关键问题;最后提出切实可行的处理策略,旨在解决实际设计痛点,提升地下车库结构设计水平,保障工程安全稳定运行。

1 地下车库结构设计概述

1.1 地下车库结构设计的基本原则

地下车库结构设计要遵循以下多项核心原则。(1)安全性原则。要求结构具备足够的承载能力与稳定性,能够抵御各类荷载作用及外界环境因素影响,保障结构在设计使用年限内不发生安全隐患。(2)适用性原则。强调结构设计需满足地下车库的功能需求,确保空间布局合理、通行顺畅,符合车辆停放与人员活动的基本要求。(3)耐久性原则。要求结构能够抵抗环境侵蚀,减少后期维修成本,延长结构使用寿命。(4)经济性原则。要在满足安全、适用、耐久性的前提下,优化设计方案,合理控制工程造价,避免资源浪费。所有设计工作必须严格遵循国家及地方现行的相关规范与标准,确保设计成果的合规性与可靠性。

1.2 地下车库结构设计的主要内容

地下车库结构设计涵盖以下多个关键环节。(1)基础设计。需根据场地地质条件、地下水位情况及结构荷载要求,选择合适的基础形式,确保基础具有足够的强度与刚度,将上部结构荷载有效传递至地基。(2)主体结构设计。涉及结构体系选型与构件设计,需确定合理

的结构类型,并对梁、板、柱等主要构件进行强度、刚度与稳定性验算,保证主体结构的受力合理性。(3)防水设计。针对地下环境潮湿的特点,采取有效的防水措施,防止地下水渗入车库内部,影响结构使用。(4)抗浮设计。要结合地下水位高度,通过合理设置抗浮构件或采取配重措施,平衡地下水浮力,避免结构发生上浮破坏,保障地下车库整体结构安全^[1]。

2 地下车库结构设计中的常见问题

2.1 荷载取值问题

地下车库结构设计中,荷载取值易出现多方面不合理情况。恒荷载计算常不完整,未全面纳入结构自重、装修面层重量、固定设备重量等组成部分,导致取值偏差,无法反映结构实际承受的长期恒定荷载。活荷载取值存在标准把握不当问题,未按车库不同区域功能差异区分活荷载标准值,或活荷载折减系数应用不准确,造成取值过高或过低,难以匹配车辆及人员活动产生的实际荷载。

偶然荷载取值易有疏漏,对地震、火灾、撞击等偶然事件产生的荷载重视不足,未按规范合理确定取值大小与作用方式,使结构面临突发情况时缺乏足够承载储备。此外,荷载组合计算存在缺陷,未充分考虑不同荷载同时作用的不利组合,或荷载组合系数选用不符合规范,导致结构验算结果无法真实反映最不利荷载下的受力状态,影响设计可靠性。

2.2 抗浮设计问题

抗浮设计易出现多类关键问题。首要问题是抗浮水位确定不准确,设计前期未充分调研场地地质勘察资料,对地下水位历史最高值、季节性变化规律及周边环境影响程度分析不足,导致确定的抗浮水位低于实际可能出现的最高水位,无法为抗浮设计提供可靠依据。

抗浮措施选择常不合理,未结合场地地质条件、地下水位高度及结构自身特点选配合适方案,如地质条件不适宜时仍选用抗浮锚杆,或抗浮配重重量计算偏差大,导致抗浮措施无法有效平衡地下水浮力。同时,抗浮构件设计存在缺陷,抗浮锚杆的长度、直径及锚固深度未精准计算,抗浮桩截面尺寸与桩长设计不符合受力要求,造成抗浮构件承载能力不足,难以发挥抗浮作用,无法保障结构在地下水浮力下的稳定性。

2.3 结构选型与布置问题

结构选型不合理是突出问题,选择结构体系时,未充分结合车库跨度要求、层高限制、空间利用需求及场地地质条件,盲目选用结构类型,易导致结构构件尺寸过大、占用空间过多,或增加施工难度与成本。

结构布置存在多方面不当,构件布置缺乏均匀性,梁、板、柱等在平面内分布疏密不均,造成结构刚度失衡、受力集中明显;传力路径设计不清晰,未通过合理构件布置构建简洁直接的传力体系,导致荷载传递时出现应力集中或中断,影响整体受力性能;此外,结构整体刚度协调不足,竖向与水平构件刚度匹配不合理,或不同区域刚度差异过大,易在结构内部产生附加内力,降低整体稳定性与抗震性能。

2.4 耐久性设计问题

地下车库耐久性设计易存在多方面不足。混凝土材料选择不当,未根据地下环境侵蚀特性选用合适强度等级与抗渗等级的混凝土,配合比设计未充分考虑抗裂性与抗侵蚀性,导致混凝土自身抗侵蚀能力弱,易受地下水、土壤有害物质侵蚀。

钢筋保护层厚度不符合规范,厚度不足会使钢筋暴露于侵蚀环境、加速锈蚀,厚度过大则影响构件截面有效受力面积、降低承载能力;防腐措施应用不全面,未针对潮湿易侵蚀环境对关键构件及节点采取专项防腐处理,伸缩缝、施工缝等易渗漏部位密封措施不到位,成为侵蚀介质渗入的薄弱环节。

排水系统设计不完善,未合理规划排水路径,排水坡度设置不当或排水口布置不合理,导致车库内部易积水,长期积水会加剧环境对结构的侵蚀,进一步降低耐久性、缩短使用年限^[2]。

3 地下车库结构设计常见问题的处理策略

3.1 荷载取值优化

荷载取值优化核心在于确保荷载数据精准、计算逻辑合规,优化策略如下:(1)强化设计前期荷载调研与梳理,结合场地地质勘察报告,明确地基反力、地下水压力等环境荷载基础数据;对接建筑功能需求,梳理

车库内固定设备(通风机、消防水泵等)安装位置与重量,统计装修面层、吊顶、管线等附加荷载分布范围,形成完整荷载清单,避免荷载遗漏导致取值偏差。(2)恒荷载计算按分项统计原则细化取值,结构自重根据构件截面尺寸与材料密度精准计算,禁用估算值;装修面层荷载区分行车道、停车位、设备机房等区域的材料类型与厚度,按实际构造确定取值;固定设备荷载以厂家技术参数为依据,未确定设备时按同类设备最大重量预留,保障后期安装后结构受力安全。(3)活荷载取值严格遵循现行规范,按区域功能分区确定标准值:行车道与停车位按规范车辆荷载标准值取值,兼顾车辆停放与行驶的动态荷载影响;人员密集区域(出入口、楼梯间)按民用建筑楼面活荷载规范取值,不得随意降低。活荷载折减符合规范要求,根据构件跨度、荷载分布面积确定折减系数,避免过度折减导致承载力不足或未折减造成材料浪费。(4)偶然荷载取值结合场地风险评估结果:地震荷载根据车库所在地区抗震设防烈度、设计基本地震加速度,按抗震规范确定计算参数;撞击荷载针对车辆出入口、柱体等易受撞击部位,按规范撞击力标准值取值;火灾荷载考虑车库内可燃物数量与分布,按防火规范确定火灾温度场与荷载效应。

3.2 抗浮设计优化

抗浮设计优化以精准确定抗浮水位为基础,结合场地条件选配合适抗浮措施,强化抗浮构件协同设计,策略如下:(1)深化设计前期地质勘察与水文分析,通过现场钻探、抽水试验获取场地不同深度土层分布、渗透性及地下水位数据,明确历史最高地下水位、季节性水位变化幅度及周边水体(河流、地下水井)影响范围;同时考虑气候变化、地下水开采、雨水回灌等长期影响因素,采用保守原则确定设计抗浮水位,避免水位预估偏低导致抗浮失效。(2)抗浮措施选择遵循“因地制宜、经济合理”原则:地下水位较低、地质条件较好时,采用配重抗浮,通过增加车库顶板覆土重量、加厚底板或设置压重块平衡浮力,配重重量按浮力计算值的1.05-1.1倍确定,预留安全余量;地下水位较高、配重抗浮不满足要求时,采用抗浮锚杆或抗浮桩:抗浮锚杆根据岩土体承载力确定锚固深度与直径,确保抗拔力达标;抗浮桩结合地基土类型选桩型,桩长穿透软弱土层至稳定持力层,按抗拔承载力验算桩身强度。(3)强化抗浮构件与主体结构协同设计:抗浮锚杆或抗浮桩与底板可靠连接,锚杆锚入底板长度满足锚固要求,桩顶与底板连接设置可靠传力构造,避免连接部位应力集中;同时验算抗浮构件作用下底板受力状态,防止底板局部

受力过大产生裂缝^[3]。

3.3 结构选型优化

结构选型优化以“适配功能、受力合理、经济可行”为核心,结合车库跨度、层高、地质条件与使用需求确定最优结构体系,策略如下:(1)明确结构选型核心影响因素:跨度超8m的车库,优先选用空间利用率高、构件截面小的结构形式,避免常规框架结构梁高过大占用净高;层高受限车库选择扁平化结构体系,减少竖向构件高度对空间的影响;软土地基等地质条件较差场地,选用对地基承载力要求低、沉降控制能力强的结构形式,降低地基处理成本。(2)按场景适配结构类型:框架结构适用于跨度适中、荷载均匀的车库,优化梁柱截面尺寸,根据荷载与跨度确定梁柱尺寸,确保柱轴压比、剪压比及梁柱节点刚度匹配,避免节点薄弱破坏;剪力墙结构适用于抗震烈度高、荷载大的车库,剪力墙沿平面均匀分布形成双向抗侧力体系,按抗剪承载力与稳定要求确定墙厚,避免墙厚过大影响空间;无梁楼盖结构适用于大跨度、层高受限的车库,通过增加板厚或设置柱帽提高板承载能力,按冲切承载力验算柱帽尺寸,确保板柱可靠连接;装配整体式结构适用于工期紧、标准化高的车库,确保预制构件连接节点受力达标,预制板与梁拼接设置可靠叠合层,保障整体受力性能。(3)结构布置优化遵循“刚度均匀、传力清晰、协同受力”原则:平面上梁柱按网格均匀分布,避免构件疏密不均,确保刚度均衡;竖向上上下层构件对齐,形成连续传力路径,避免竖向构件错位导致荷载传递中断;优化次梁与主梁布置,次梁间距结合板跨度确定,确保板受力均匀、减少板厚。

3.4 耐久性提升

耐久性提升从“材料选择、构造设计、防护措施、后期维护”四方面入手,针对地下潮湿、易侵蚀环境构建全生命周期保障体系,策略如下:(1)优化混凝土与钢筋材料选择:混凝土选用抗渗等级不低于P8的防水混凝土,抗渗等级根据地下水位高度与水压调整;混凝土强度等级结合构件受力确定,梁柱等受力构件不低于C30,底板、侧墙等与土壤/地下水接触构件不低于C35;

混凝土中添加抗裂纤维或膨胀剂,减少收缩裂缝、提高抗裂性能。钢筋选用耐腐蚀类型,受力钢筋优先采用HRB400E或HRB500E级钢筋,预埋件、箍筋等次要钢筋采用热镀锌或环氧树脂涂层钢筋;钢筋保护层厚度严格按规范确定,与土壤/地下水接触构件不小于50mm,室内构件不小于25mm,施工中通过设置垫块确保厚度达标,避免钢筋暴露。(2)优化构造设计强化薄弱部位耐久性:施工缝、后浇带、诱导缝均设置止水钢板或止水条,确保节点密封防水;穿墙套管采用柔性防水套管,避免水从缝隙渗入;优化底板排水构造,设置1%~2%的纵横向排水坡度,均匀布置排水口,确保积水及时排出、减少侵蚀。(3)完善结构表面与内部防护措施:结构表面涂刷防腐涂层,侧墙与底板外侧铺设耐根穿刺、耐老化防水卷材,铺设时确保搭接严密、避免漏铺破损;土壤腐蚀性较强场地,结构外侧设置防腐隔离层(土工布、防腐涂料等),减少土壤有害物质侵蚀;设置通风除湿系统,车库内安装排风机与除湿机,控制室内湿度不大于60%,避免潮湿加速结构老化^[4]。

结束语:本文围绕地下车库结构设计展开系统研究,通过梳理设计原则与内容,明确了设计工作的基础框架;通过分析荷载、抗浮、结构选型与布置、耐久性四大常见问题,厘清了影响结构性能的关键症结;通过提出针对性处理策略,提供了可直接指导工程实践的解决方案。这些研究成果可有效帮助设计人员规避常见误区,提升地下车库结构的安全性、耐久性与经济性。

参考文献

- [1]何洋.地下车库建筑设计常见问题探讨[J].建筑与装饰,2025(11):22-24.
- [2]朱亮.地下车库平板式筏形基础设计思路与工程实用探讨[J].建筑工程技术与设计,2021(35):1554-1555.
- [3]张红兵.高层住宅建筑工程地下室防水结构设计与施工技术要点[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(5):094-096.
- [4]吕慧玲.人防地下室结构设计常见问题分析[J].大众标准化,2020(23):154-155.