

# 浅谈地下车库结构设计

朱秒兴

九易庄宸科技(集团)股份有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 在城镇化高速发展的今天,城市土地资源稀缺与汽车保有量持续增长的矛盾日益突出,地下车库作为拓展城市停车空间的有效方式,其建设规模不断扩大。本文聚焦地下车库结构设计,首先概述其基本概念与重要性,接着详细阐述设计要点。涵盖地质勘察中土层分布、土壤特性及地下水情况;荷载计算包含恒载、活载等;结构选型涉及框架、剪力墙等多种结构;基础设计有独立、条形等基础类型;还论述抗浮设计中的验算与措施、防水设计的材料与构造措施。旨在为地下车库结构设计提供全面、系统的理论指导与实践参考,保障其安全、可靠与经济合理。

**关键词:** 地下;车库;结构;设计

引言:随着城市化进程加速,城市土地资源愈发紧张,地下空间的开发利用成为必然趋势,地下车库作为地下空间利用的重要形式,其结构设计至关重要。合理的地下车库结构设计不仅能确保车库在使用过程中的安全性与稳定性,满足车辆停放及人员通行的功能需求,还能有效控制建设成本,提高土地利用效率。然而,地下车库结构设计面临诸多复杂因素,如地质条件多变、地下水影响、多种荷载作用等,对设计人员专业素养要求较高。本文将深入探讨地下车库结构设计的各个方面,以期对相关工程实践提供有益借鉴。

## 1 地下车库结构设计的概述

地下车库作为现代城市建筑中不可或缺的配套设施,其结构设计具有独特性与复杂性。它旨在为车辆提供安全、稳定的停放空间,同时需满足人员疏散、设备安装及使用功能等要求。从功能角度看,地下车库结构设计要合理规划停车区域、行车通道以及出入口,确保车辆进出顺畅、停放有序,且要充分考虑不同车型的尺寸和转弯半径,保障使用便利性。在结构安全方面,由于地下车库处于地下,受地质条件、地下水等因素影响显著。结构设计需精准分析地质勘察数据,考虑土层分布、土壤特性及地下水情况,合理计算各种荷载,如恒载、活载、土压力和水压力等,以确定结构构件的尺寸和配筋,确保结构能承受各种作用力而不发生破坏。此外,地下车库结构设计还需兼顾防水、防火、抗震等特殊要求。良好的防水设计可防止地下水渗漏,保护结构和内部设备;合理的防火分区划分和安全疏散设计能保障人员生命安全;依据抗震设防要求进行的抗震设计,可提高结构在地震作用下的抵抗力<sup>[1]</sup>。

## 2 地下车库结构设计要点

### 2.1 地质勘察

#### 2.1.1 土层分布

土层分布情况对地下车库结构设计至关重要。不同土层的厚度、层次顺序差异很大,上层可能是软弱的淤泥质土,下层为坚硬的岩石。软弱土层承载力低,可能导致结构不均匀沉降,设计时需采取换填、桩基础等加固措施。而坚硬土层能提供较好的承载性能,可简化基础设计。准确掌握土层分布,能合理确定基础埋深和结构形式,使结构适应地质条件,确保安全稳定。

#### 2.1.2 土壤特性

土壤特性涵盖多个方面,如土壤的压缩性、抗剪强度等。高压缩性土壤在荷载作用下会产生较大沉降,影响地下车库正常使用,设计时要预留足够沉降量或进行地基处理。抗剪强度低的土壤易发生剪切破坏,影响结构侧向稳定性,需通过增加结构刚度或设置支护结构来保障安全。此外,土壤的渗透性也会影响防水设计,渗透性强的土壤需加强防水措施,防止地下水渗入。

#### 2.1.3 地下水情况

地下水情况是地质勘察的重点内容。地下水位高低直接影响地下车库的抗浮设计,若地下水位较高,结构可能受到较大浮力作用,需进行抗浮验算并采取相应抗浮措施,如设置抗拔桩或抗浮板。地下水的腐蚀性也不容忽视,腐蚀性地下水会侵蚀混凝土和钢筋,降低结构耐久性,设计时要根据水质情况选择合适的防水材料和防腐措施,确保结构长期安全使用。

## 2.2 荷载计算

### 2.2.1 恒载

恒载是地下车库结构长期承受且基本不变的荷载。主要包括结构自重,像梁、板、柱、墙等构件,依据其几何尺寸与材料密度精确计算;还有顶板覆土自重,覆土厚度和土壤容重决定其大小,不同地域土壤容重有差异,需实

地测定。此外,固定设备自重也属恒载范畴。荷载为结构提供基础作用力,影响基础设计与构件内力分布,准确计算各种荷载工况作用能避免结构因长期受力不均而产生过大变形或破坏,是保障结构长期稳定运行的根基。

### 2.2.2 活载

活载指结构使用期间数值随时间变化的荷载。地下车库活载以车辆荷载为主,不同车型轴重、轮压和尺寸不同,设计时按车库功能与停车标准选合理车辆模型。同时要考人员活动、设备搬运等临时荷载。活载具有随机性和不确定性,其作用位置和大小会变。设计时按规范取值并进行最不利组合分析,确保结构在各种活载工况下,强度和变形满足要求,保障车库正常使用和人员安全。

### 2.2.3 土压力

土压力是地下车库侧壁承受的关键荷载,其大小和分布与土的性质、地下水位、侧壁位移相关。侧壁静止时为静止土压力;向外移动呈主动土压力,数值较小;向内移动是被动土压力,数值较大。设计时通常按静止土压力计算侧壁受力。土的粘聚力、内摩擦角等参数影响土压力计算结果,需通过土工试验准确测定。合理计算土压力对侧壁结构设计至关重要,关系到侧壁厚度、配筋及结构整体安全性与稳定性。

### 2.2.4 水压力

水压力对地下车库结构影响显著,尤其在地下水位较高的地区。水压力大小与地下水位高低、水的重度有关,作用方向垂直于结构表面。在地下车库设计中,不仅要考虑静止水压力,还要关注施工过程中及使用期间水位变化产生的动水压力。水压力会增加结构侧向荷载,可能导致侧壁渗漏、结构变形甚至破坏。设计时需结合地质勘察资料确定水位情况,进行水压力计算,并采取有效防水、排水措施,降低水压力对结构的不利影响,确保地下车库安全可靠。

## 2.3 结构选型

### 2.3.1 框架结构

框架结构由梁和柱通过节点连接而成,具有空间分隔灵活的优点,能根据车库的使用需求灵活划分停车区域和行车通道。其传力路径明确,竖向荷载通过楼板传至梁,再由梁传至柱,最后到达基础。不过,框架结构的侧向刚度相对较小,在地下车库设计中,对于侧向土压力和水压力的抵抗能力有限,需合理布置柱网尺寸,控制跨度,以增强结构整体稳定性。一般适用于地质条件较好、地下水位较低且对空间灵活性要求较高的中小型地下车库<sup>[2]</sup>。

### 2.3.2 剪力墙结构

剪力墙结构利用建筑物墙体作为承受竖向和水平力的结构,具有较大的侧向刚度和抗侧移能力,能有效抵抗地下车库所受的土压力和水压力,保证结构在侧向力作用下的稳定性。同时,剪力墙结构整体性好,抗震性能优良。但它的空间分隔不够灵活,墙体布置较多会占用较多空间,影响车库的使用效率。通常适用于地质条件复杂、地下水位较高、对结构抗侧刚度和抗震性能要求较高的大型地下车库。

### 2.3.3 框架-剪力墙结构

框架-剪力墙结构结合了框架结构和剪力墙结构的优点,框架部分提供较大的使用空间,满足车库停车和行车的功能需求;剪力墙部分则增强结构的侧向刚度和抗侧移能力,共同抵抗土压力、水压力以及地震作用等侧向力。这种结构形式能充分发挥两种结构的优势,使结构在水平和竖向荷载作用下都能保持良好的受力性能。适用于规模较大、功能复杂、对空间灵活性和结构安全性都有较高要求的地下车库。

### 2.3.4 无梁楼盖结构

无梁楼盖结构不设梁,楼板直接支承在柱上,柱顶设置柱帽,结构高度小,能有效降低地下车库的层高,减少土方开挖量和基础造价,具有较好的经济性。同时,无梁楼盖结构施工方便,能加快施工进度。但由于没有梁的参与受力,楼板的内力较大,板柱连接处节点构造较为复杂,需增加楼板厚度和配筋来满足承载力和变形要求。抗连续倒塌能力较差,需要增设暗梁。适用于地质条件较好、柱网尺寸较为规则、荷载较为均匀且对层高限制较为严格的地下车库,如一些地下停车库与商业相结合的项目。

## 2.4 基础设计

### 2.4.1 独立基础

独立基础常用于框架柱下,单个承受柱传来的荷载。它施工简便、造价较低,适用于地质条件较好、上部结构荷载较小且柱距较大的情况。在地下车库设计中,当土质均匀、承载力较高,且柱网尺寸较大时,独立基础能充分发挥其优势。不过,独立基础的抗不均匀沉降能力相对较弱,若地基存在软弱下卧层或荷载分布不均,可能导致基础沉降差异过大,影响结构安全,此时需采取相应措施(比如增设基础拉梁)增强基础整体性。

### 2.4.2 条形基础

条形基础是将基础沿柱列连续设置成长条形,可增强基础整体性,提高抵抗不均匀沉降的能力。它适用于地质条件一般、上部结构荷载较大且柱距较小的情况。在地下车库中,当柱网较密时,采用条形基础能有效分

散柱底荷载,减小地基压力。同时,条形基础施工相对简单,模板用量较少,能降低施工成本。但条形基础的刚度有限,对于地基变形较为敏感的区域,仍需结合其他措施保证结构安全。

#### 2.4.3 筏板基础

筏板基础是一块整浇的钢筋混凝土板,将所有柱或墙下的基础连成一片,具有很大的整体刚度,能有效调整地基的不均匀沉降。适用于地质条件较差、上部结构荷载较大且对沉降要求严格的地下车库。筏板基础能充分发挥地基承载力,减少基础沉降量,尤其适用于软土地基。不过,筏板基础混凝土用量大,施工难度较高,造价相对较高,设计时需综合考虑其经济性和技术可行性。

#### 2.4.4 桩基础

桩基础通过桩身将上部荷载传递至深层土层或岩层,适用于地质条件复杂、地基承载力不足或存在软弱下卧层的情况。在地下车库设计中,当遇到深厚软土、湿陷性黄土等不良地质条件时,桩基础能提供可靠的地基承载力,有效控制结构沉降。桩基础类型多样,如预制桩、灌注桩等,可根据工程实际情况选择。但桩基础施工工艺复杂,工期较长,造价较高,且施工过程可能对周边环境产生一定影响。

### 2.5 抗浮设计

#### 2.5.1 抗浮验算

抗浮验算旨在确定地下车库结构在地下水浮力作用下的稳定性。需先精准计算结构自重、覆土重等抗浮力,以及地下水产生的浮力。浮力大小与地下水位、结构浸入水中的体积相关。通过比较抗浮力与浮力,判断结构是否满足抗浮要求。若抗浮力小于浮力,结构将上浮,需采取抗浮措施(比如设置抗拔桩、抗浮锚杆)。抗浮验算要依据规范,考虑各种不利工况,确保结构安全。

#### 2.5.2 抗浮措施

当抗浮验算不满足要求时,需采取有效抗浮措施。常见方法有增加结构自重,如加厚顶板、采用重质材料等;设置抗拔桩,将结构荷载传递至深层稳定土层,抵抗浮力;采用抗浮锚杆,通过锚杆与地基的锚固力增加结构抗浮能力;还可设置压重板,在结构顶部增加配重。选择抗浮措施时,要综合考虑地质条件、施工难度、造价等因素,确保措施可行、经济合理,有效保障结构抗浮安全。

#### 2.5.3 施工过程中的抗浮措施

施工阶段地下水位可能变化,需采取临时抗浮措施。在基坑开挖时,可设置降水井降低地下水位,减少浮力;当进行底板施工时,若地下水位较高,可在底板

设置泄水孔,及时排除积水,降低水压力;还可采用堆载法,在结构上堆放砂袋、土袋等重物,增加临时抗浮力。同时,要加强施工过程中的监测,实时掌握地下水位和结构变形情况,一旦发现异常,及时调整抗浮措施,确保施工期间结构抗浮安全,避免发生上浮事故。

### 2.6 防水设计

#### 2.6.1 防水材料选择

防水材料应依据地下车库的使用环境与防水等级来选。卷材防水方面,SBS改性沥青防水卷材柔韧性好、耐低温,适用于寒冷地区;高分子防水卷材如PVC、TPO卷材,拉伸强度高、耐老化,使用寿命长。涂料防水中,聚氨酯防水涂料弹性佳、粘结力强;水泥基渗透结晶型防水涂料能自动修复裂缝,适用于潮湿基面。

#### 2.6.2 防水构造设计

防水构造设计要注重细节。底板防水需先做垫层,再铺防水卷材或涂料,最后浇筑混凝土保护层。侧墙防水可在结构外侧设置防水层,采用外防外贴法,卷材与基层粘结牢固。顶板防水要考虑种植要求,若为种植顶板,需设置耐根穿刺防水层,防止植物根系破坏防水层。同时,阴阳角、变形缝等部位要做加强处理。

#### 2.6.3 排水系统设计

合理的排水系统可降低地下水位,减轻防水压力。可在地下车库周边设置排水盲沟,收集渗入的水并引至集水井。集水井内设置潜水泵,将水排至室外。车库地面要设置一定的坡度,使地面水流向排水沟。排水沟应定期清理,防止堵塞。此外,还可设置截水沟,阻止地表水流入车库,保障车库内部干燥<sup>[1]</sup>。

### 结束语

地下车库结构设计是一项综合性、系统性极强的工作,涉及结构选型、基础设计、抗浮、防水、防火等诸多关键环节。每一个环节都紧密相连,相互影响,任何一个细节的疏忽都可能给车库的安全与正常使用带来隐患。在设计过程中,需充分考虑地质条件、使用功能、经济成本等多方面因素,运用科学合理的设计方法与先进技术,确保结构设计既满足安全性和耐久性要求,又具备良好的经济性和适用性。

### 参考文献

- [1]康晓琼.地下车库顶板景观营造的设计与思考[J].现代园艺2021,15:98-99.
- [2]赵敬敏,邢锦朝.地下车库的设计要点[J].中国建材科技,2022,04:131-132.
- [3]杨召坤.小型多用智能立体车库的创新设计[J].设计,2023,10:173-174.