

地下车库的技术经济分析及优化措施探讨

艾星星¹ 姜琛²

1. 南宁市建筑规划设计集团有限公司; 2. 华蓝设计(集团)有限公司

摘要: 随着城市人口和汽车保有量的不断增加,城市停车难、交通拥堵等问题日益突出。在土地资源日益紧缺以及城市发展日趋饱和的背景下,开发和建设地下停车空间已成为推动城市发展的必然选择。本文主要通过通过对地下车库建设的技术经济分析,总结地下车库在建设过程中的成本投入和收益情况。同时,通过对地下车库优化措施的探讨,提出地下车库的规划与设计方

关键词: 地下车库; 技术经济分析; 成本优化

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.06.030

引言:

近年来,随着城市人口的增加和基础设施压力的增大,传统的地面停车场已无法满足需求。地下车库因其节约用地、改善城市立体空间利用等优点,逐渐成为现代城市建筑规划中的重要组成部分。地下车库体系能够有效地缓解城市交通拥堵,改善周边环境,提供便捷的停车服务,对商业活动和居民生活质量具有重要意义。因此,地下车库的技术经济分析和优化设计成为当前研究的热点领域。

本文将从技术与经济角度出发,深入分析当前地下车库建设经济成本,探讨优化设计所带来的实际意义和具体方法。旨在为建筑设计领域的研究者和从业者提供一定的参考和借鉴,为城市交通建设和居民生活提供更有利的解决方案,推动城市的可持续发展。

一、地下车库的经济分析

地下车库作为城市停车设施的核心构成部分,其在建设成本与经济效益方面对城市规划及经济发展产生深远影响。当前,地下车库设计领域的进步受到建设成本和经济效益的双重制约,本次将着重从这两方面出发,对地下车库设计的现状进行深入分析。

(一) 地下车库的建设成本分析

在地下车库的建设过程中,涉及的费用种类繁多,包括土地购置费、工程费用、工程其他费用、预备费、建设利息、流动资金以及设备购置费等。考虑到城市土地资源的稀缺性,土地成本无疑成了地下车库建设成本的重要部分。同时,工程建设费用作为地下车库建设成本的主要部分,由于地下车库工程施工的难度增加,建筑结构的成本也在提高。此外,先进的设备及系统的投入和人员工资和设备维护费用等,也进一步提高了建设成本。

为了实现经济效益的最大化,在建设过程中需要综

合考虑各种因素,进行合理的规划和设计。在设计阶段,工程费用和设备购置费用可以通过优化设计来降低费用。同时,预备费、银行利息以及所需的流动资金也会相应减少,从而有助于降低整个项目的建设总成本。

(二) 地下车库的经济效益分析

从经济角度分析,地下车库的建设具有显著的优势。首先,它能够提供更多的停车位,有效应对城市停车需求的增长,从而解决停车难的问题,为市民提供更便利的停车服务。

其次,地下车库的建设为投资者带来了丰厚的直接经济效益。它不仅能为投资者带来稳定的租金收入、停车费收入和广告收入等。从长期角度看,地下车库作为城市基础设施的重要组成部分,其价值会随着城市的发展和土地价值的提升而不断增长。这些收益不仅有助于投资者获得可观的回报,还能提升城市的交通环境、形象和竞争力,为城市的繁荣和发展做出积极贡献。

二、地下车库的技术分析

(一) 地下车库建设的主要成本要素

在规划地下车库时,应充分考虑其经济性。影响地库经济性的主要因素包括车库范围、车位指标、层高净高、结构含钢量、基坑支护和基础形式、设备用房布置以及机电设备安装等方面。

首先,应合理规划车库范围,以实现地库的最高利用率。车库轮廓应尽可能规整,以减少地下室的无效面积,降低每辆车的平均占地面积,从而节约成本。

其次,车位指标对地库的规模和布局具有直接的影响。在规划阶段,我们需要根据规划设计条件以及开发商的停车需求,确定合理的车位指标。合理的车位指标可以避免单车位面积过高,从而提高停车效率,降低建设成本。

此外,地库的层高和净高也是影响其经济性的重要因素。净高是由规范和实际使用需求所决定,而层高则是在满足净高要求的前提下,通过合理控制结构构件尺寸及管线综合所需空间高度来设计。在规划阶段,应合理确定地库层高,以平衡空间利用和建设成本之间的关系。如果层高过高,会导致建设成本增加和能源消耗上升。

(二) 地下车库结构形式的对比分析

地下车库的结构选型对成本具有显著影响。地下车库通常采用钢筋混凝土结构,其组成部分包括梁柱、楼板、侧墙、顶板、基础等。在选择结构形式时,需要综合考虑地质条件、荷载分布以及车库层高等因素,以选择适当的结构形式和材料,从而实现安全、经济、实用

的目标。

在地下室顶板上施加的荷载对含钢量具有显著影响。通过降低顶板上的荷载，可以相应减少钢筋的使用量，从而达到节约成本的目的。若建筑设计布局合理，有效控制景观覆土厚度，并将消防车道布置在结构的有利部位，将有助于大幅降低整体结构的含钢量。

在规划地下车库时，停车数量与车位布置以及结构柱网的布局有着至关重要的关联。除了确保柱距满足结构要求的经济性，还需充分考虑车辆停放的合理性和车辆行驶的便捷性。唯有全面权衡这些因素，才能构建出既经济高效又符合实际需求的地下车库。地下车库常用的大柱跨为 $7.8\text{m}\times 8.1\text{m}$ ，大小柱跨 $7.8\text{m}\times 5/6.1\text{m}$ ，小柱跨 $5.4\text{m}\times 5/6.1\text{m}$ 。

在项目造价控制中，地下室楼盖选型是一个至关重要的环节。楼盖选型直接关系到地下室层高、基坑开挖深度、建筑功能、景观以及设备管线排布等多个方面。结构楼盖形式主要有以下几种：十字梁楼盖、井字梁楼盖、单向次梁楼盖、大板楼盖、普通无梁楼盖。这些结构形式各有特点，应根据实际需求进行选择。

（三）地下车库机电设备管线综合对层高的影响

地下车库的管线排布主要在机房出入口、走廊及管道竖井等位置，具有复杂多变的特征。随着建筑标准和规范的日益严格，以及用户对建筑功能性需求的不断提升，机电系统的复杂性也随之增加，导致管线排布空间愈发紧张。这无疑加大了管线综合的难度，对相关技术人员提出了更高的要求。

在满足车道和车位上方净高要求的同时，还需优化管道的排布以增强其美感。尽管在传统的管线综合设计中，我们通常依据二维图纸的平面图和剖面图来进行，但这种方法往往难以全面展现管线交叉排布以及具有挑战性的空间管线的实际情况。因此，在实际施工中容易出现遗漏碰撞点的情况，导致净高空间的浪费、管线的堆叠，进而增加成本、延误工期，甚至影响施工质量和停车体验。

（四）智能化车库管理系统对车库利用率的影响

随着停车库的智能化水平持续提高，地下车库的停车效率和周转率逐步提升。通过数据分析，停车场可以进行优化改造，实现更高效的运营管理，降低人工管理成本，并保障停车场运营收益。因此，智慧停车是解决停车难问题的重要手段，也是未来停车场发展的必然趋势。

三、地下车库的优化措施探讨

（一）地下车库车位指标及空间布局的优化

通过多项要点控制可降低单车位面积，措施如下：

（1）地库设计必须前置，在规划布置地上建筑时要考虑停车效率因素，尽量按照停车模数进行设计，充分利用地库车位布置反推总平单体的规划布局。地下车库的车行流线要坚持垂直、平行的设计原则，停车位要整齐划一，尽量避免斜向停车。应沿着长边布置车道，

垂直长边布置车位。同时，要通过结构、车道、地库轮廓线、坡道的调整，尽量采用双面车道的方式，控制单侧停车的车道。

（2）地库设计要全面分析工程要求和现场情况，充分考虑整体的轮廓效果和地库层数。地下室轮廓应规整，尽量减少锐角、斜边、弧线等窄长形状，减少地下室无用面积，有利于提高空间利用率。常规两层地下室比单层地下室的基坑支护和防水材料等费用高，故在能满足规划停车指标的前提下优先选择单层车库，若有困难时，可考虑局部设计多层地库或局部设置机械车位，并进行经济比较，尽可能降低防水、基础开挖等地库成本。

（3）严控柱网、车位尺寸。地下车库的柱网尺寸是决定停车效率的重要因素之一，其是否经济合理对停车效率产生直接影响。在确保项目定位的条件下，我们应尽可能地减小柱网尺寸，以避免空间的浪费，从而最大限度地增加停车位的数量。柱跨尺寸=车位宽度尺寸+柱子截面尺寸+抹灰厚度，标准车位 $2.4\text{m}\times 5.3\text{m}$ ，3个标准车位宽度 7.2m ，柱子截面可做到 500mm 宽，加上预留抹灰厚度和施工误差 50mm ，则柱网优化后最小尺寸可以做到 7.8m 。地下室车库常用的大柱跨为 $7.8\text{m}\times 8.1\text{m}$ ，此柱跨柱网疏，视线通透，行车通畅，舒适性好。但跨度大，结构尺寸大，含钢量高，土建成本高。常用的小柱跨为 $5.4\text{m}\times 5\text{m}$ ，此柱跨跨度小，结构尺寸小，承载力高，层高小，土建成本低，但柱网密，舒适性差。而常用的大小柱跨 $7.8\text{m}\times 5\text{m}$ 介于大柱跨和小柱跨之间，是兼顾了两者舒适性和经济性的柱跨。在具体项目的选择过程中要根据业主的定位需求灵活选择。

（4）车库坡道应优先选择在停车效率不高的区域布置，如贴临地上建筑山墙面或地库边界附近。坡道不和车道平行，要保持垂直设计。多层地下室要尽量保证上下层车道重叠设计，车库出入口则以地面车行流线便利为主，满足人车分流。在满足规范基础上，尽量分散布置且数量最少。

（5）按照先停车位，再布置设备用房的原则设计。对于使用面积较大的设备用房应尽布置在靠近外侧或主楼等停车效率低的部位。主楼投影或地下室边角区域则可以布置使用面积较小的设备用房，也可以调整停车布置的方式，做少量的柱子偏位，激活死角空间。

（6）合理进行防火分区和人防分区设计，用足防火分区上限面积，分区边界尽量垂直与车道，节省车库面积。两层地下室防火分区宜上下对齐，减少出地面的风井数量。尽量合理利用主楼的疏散楼梯进行疏散宽度计算，避免设计专用疏散楼梯。人防建筑面积按照人防要求的下限进行设计，人防掩蔽单位和物资库应集中设计，口部尽量利用汽车坡道和主楼疏散楼梯，主口的独立室外疏散楼梯应贴临主楼的山墙面进行设计，降低对地面的影响。

（二）地下车库结构层高和管线综合净高的优化

在确保符合规范和使用要求的前提下，地下车库的层高应合理降低，以有效控制成本。地下室净高主要受到结构形式、机电管线布置、覆土厚度、顶板厚度和地面做法等因素的影响。梁高和板厚需结合柱距、覆土厚度、消防车荷载、人防荷载、景观种植需求等因素进行计算确定。优化过程中，应合理布置柱网，并尽量减少覆土的厚度。

在选择结构形式时，通常优先考虑梁板结构。普通梁板式具有明确的传力路径和简单的受力特点，因此应用广泛。然而，这种布置方式会增加建筑层高，提高钢材使用量。相比之下，普通无梁楼盖能够节约层高，但对柱网和建筑平面布局要求较高，且混凝土用量较大。综合考虑材料用量和造价，单向次梁方案在普通车库荷载下表现出较小的钢筋用量、混凝土用量和造价，是最佳选择。然而，随着荷载的增大，无梁楼板方案钢筋用量和造价均最低，可作为优先选择。

在设计地下室顶板的覆土厚度时，需要结合景观设计方案进行细致的考虑。针对不同种植区域，覆土厚度应有所差异。为降低覆土荷载并优化成本，可采用树池种植或堆土方式。覆土厚度可按种植大树1.2m，普通乔木0.8m，草坪0.4m设计。在方案设计初期，需要全面考虑总平面排水方案，并根据水管布置长度及顶板是否通车的情况，进一步优化覆土厚度的设定。

结构与设备管线（喷淋、通风和电桥架等）应进行综合设计。通过管线之间的避让和减少交叉，可以节省净高空间。通常，管线设计预留高度如下：喷淋管200mm（预留50mm找坡高度），通风管350mm（预留50mm支架高度），电桥架150mm（预留支架高度200mm）。具体高度应根据实际情况进行分析和确定。在管综优化过程中，应遵循以下原则：

（1）暖通风管、电桥架、消防水管应尽量并行设置，避免垂直叠加，如无法避免时，交叉点应远离主车道。

（2）风管尽量不要设置在车道正上方，直径较大的管道可优先设置在车尾人员活动较少的空间。同时要满足车道净高2.2m，车位净高2m的规范要求。

（3）风管宽度尽量控制在1.2m以内，使风道下面不设置喷淋。

在设计中，利用BIM技术进行管线综合是优化净高空间的最佳方式之一。通过结合三维可视化模型，可以直观地分析复杂管道布局，进一步优化空间配置。通过碰撞检查，可以迅速识别各专业间的冲突点，从而提前调整管线布局。通过将各专业整合至同一模型中，我们不仅能提高管线综合的效率和准确性，还能在施工图设计阶段优化管线路径，从而降低成本、减少返工，确保工程质量和工期。

（三）地下车库其他经济性优化细节

车库顶板排水设计应优先考虑结构找坡方案。相较于传统的建筑垫层找坡方法，结构找坡在排水效果和造

价方面更具优势。然而，这种方案对设计和施工的专业性要求更高，需要更加精细的操作。

对于微型车位的设置，可根据外墙不规则性和车库边柱与墙之间的空间进行充分利用，并可以通过折算方式将其纳入总停车位指标。这样的规划有助于提升地下车库的停车效率。

智慧停车系统是提升车库使用和管理效率的重要工具。通过集成智能化技术，该系统可以实现车位预约、自动分配、车辆自动识别和计时计费等功能。此外，结合互联网技术，车主还可以享受线上预订和支付等便捷服务。这不仅有助于提升经济效益，还有助于提高车主满意度，为地下车库的持续发展奠定坚实基础。

四、结论与建议

（一）技术经济分析的重要性和价值

本文对地下车库的技术经济分析展示了其设计、建设、运营和维护过程中的重要性和价值。通过深入分析各个方面的成本能够更好地理解地下车库项目的经济可行性，评估风险和回报，为项目开发提供决策依据。

（二）地下车库优化措施的推荐和总结

在研究过程中，我们进行了地下车库的技术经济分析，并得出了土建成本优化的必要性。具体来说，地下车库的建设成本相对较高，但通过优化设计、合理选材以及加强施工管理等措施，可以有效降低建设成本。此外，提高车库使用效率、加强车库管理等方式也可以降低运营成本。因此，地下车库的技术经济分析及优化措施对于提高车库效益、降低成本具有重要意义。

综上所述，这些研究不仅为地下车库的建设和运营提供了科学、合理、有效的建议和支持，还为城市基础设施的建设和运营提供了有益的参考。

（三）对未来研究的建议与展望

地下车库作为城市建筑的重要组成部分，对其展开技术经济分析及提出优化措施不仅有助于降低成本，还能提升车库运营效率。为进一步推进地下车库的技术经济分析及优化措施的发展，我们需要深入研究技术经济因素，从多角度开展研究。通过这些研究，我们可以更好地推动地下车库的可持续发展，为城市交通出行提供更加便捷、高效的服务。

参考文献

- [1] 申艳军. 地下车库技术经济的综合分析与研究[J]. 装饰装修天地, 2019(1): 208.
- [2] 张东光, 孙志超. 地下车库优化设计探析[J]. 中华建设, 2016(11).
- [3] 王华辉. 地下室楼盖结构选型及经济分析[J]. 施工技术, 2017, 46(14): 124-127, 133.
- [4] 林刚毅. 浅析BIM技术在地下车库综合管线优化设计的应用[J]. 低碳世界, 2016(29): 157-158.

作者简介：艾星星（1989-），男，汉，广西南宁人，大学本科，建筑师，从事建筑设计工作。