

结构工程视角下工程项目可行性研究报告 的关键要素分析

刘琦

大连华屹工程咨询有限公司, 辽宁 大连 116000

DOI:10.61369/ME.2025100007

摘要 : 本文从结构工程视角探讨工程项目可行性研究, 涵盖结构体系、荷载传递等多方面。分析不同结构体系对投资与工期的影响, 强调荷载传递路径、规范合规性等重要性。介绍抗震性能决策树模型、施工工艺验证等方法, 阐述全寿命周期成本估算等体系, 为项目决策提供科学依据。

关键词 : 工程项目; 可行性研究; 结构工程

Analysis of Key Elements in Feasibility Study Report of Engineering Projects from the Perspective of Structural Engineering

Liu Qi

Dalian Huayi Engineering Consulting Co., Ltd., Dalian, Liaoning 116000

Abstract : This article explores the feasibility study of engineering projects from the perspective of structural engineering, covering multiple aspects such as structural systems and load transfer. Analyze the impact of different structural systems on investment and construction period, emphasizing the importance of load transfer paths and compliance with regulations. Introduce the seismic performance decision tree model, construction process verification and other methods, and elaborate on the system of life cycle cost estimation to provide scientific basis for project decision-making.

Keywords : engineering projects; feasibility study; structural engineering

引言

2023年颁布的《建设项目可行性研究报告编制深度指南》强调了工程项目可行性研究的重要性。在工程项目中, 不同结构体系对投资与工期影响显著, 荷载传递路径、规范标准合规性、抗震性能设计等诸多方面也关乎项目可行性。从施工到运维, 工艺可行性验证、BIM碰撞检测、结构耐久性预判等不可或缺, 全寿命周期成本估算、构件截面优化分析等提供经济决策依据。同时, 多目标优化、多方案比选、风险评估及技术转化等为项目决策提供全面支撑。这些研究在政策引导下, 助力提升工程项目可行性研究的科学性与高效性。

一、结构工程设计对可行性研究的底层影响

(一) 结构方案选型的经济技术比选

在工程项目中, 不同的结构体系如框架结构、剪力墙结构等对项目总投资与施工周期存在显著影响。框架结构受力明确、空间布置灵活, 但其侧向刚度相对较小, 适用于层数不高的建筑。从经济角度看, 其施工工艺相对简单, 模板可重复利用, 能降低部分成本, 但在高层或抗震要求高的区域, 为满足结构安全需增加构件尺寸与配筋, 导致造价上升。施工周期方面, 因可同时进行竖向与水平作业, 能一定程度缩短工期。剪力墙结构侧向刚度大, 抵抗水平力能力强, 多用于高层住宅等, 但墙体较多, 模板用量大且支模复杂, 增加成本, 且施工工序相对繁琐, 施工周期可能延长。在可行性研究中, 通过对不同结构体系的经济技术比

选, 综合考虑项目定位、地质条件、抗震要求等因素, 能为项目决策提供科学依据, 准确评估项目的可行性^[1]。

(二) 荷载传递路径的可行性约束

在结构工程设计中, 荷载传递路径的可行性对工程项目可行性研究起着关键作用。地震作用、风荷载等动态参数决定了荷载传递的复杂性。比如地震发生时, 结构需有效将地震力传递至基础, 若传递路径设计不合理, 基础选型不当或施工工艺无法满足要求, 结构将面临巨大安全风险。从可行性角度看, 不合理的荷载传递路径会导致基础无法承受相应荷载, 造成基础沉降、结构倾斜甚至倒塌。这不仅使工程项目在安全性上难以通过评估, 还会因返工、重建等带来巨大经济损失。因此, 在可行性研究阶段, 要充分考虑地震作用、风荷载等动态参数对荷载传递路径的影响, 合理规划传递路径, 确保基础选型与施工工艺与之匹配,

从而保障工程项目在结构上具有可行性^[2]。

二、结构安全评估的关键控制维度

(一) 现行规范标准的合规性审查

在结构工程视角下，对工程项目可行性研究报告进行结构安全评估时，现行规范标准的合规性审查极为关键。需建立 GB50017 等强制性条文与方案可行性评估的映射关系矩阵^[3]。这要求严格依据现行规范标准，对工程项目结构设计、材料选用、施工工艺等各个方面进行细致审查。比如，在结构设计方面，审查其是否满足规范所规定的荷载取值、结构计算模型是否正确合理；材料选用上，是否符合规范对于材料性能指标的要求；施工工艺则审查是否遵循规范中关于施工流程、质量控制等方面的规定。通过这种全面且深入的合规性审查，确保工程项目方案在结构安全方面符合现行规范标准，为可行性研究报告提供坚实可靠的基础。

(二) 抗震性能设计的决策树模型

在结构安全评估的关键控制维度中，抗震性能设计的决策树模型至关重要。通过反应谱分析与弹塑性时程分析，构建多级设防标准决策体系是该模型的核心。决策树模型依据不同地震水准下结构的性能目标，以逐步递进的逻辑关系展开。例如，先设定小震不坏、中震可修、大震不倒等基本性能要求，以此为基础，针对不同结构类型、重要性等级等因素，利用反应谱分析确定结构在弹性阶段的地震响应，通过弹塑性时程分析进一步考量结构在罕遇地震下的非线性行为。该模型能够直观且系统地为抗震性能设计提供决策指引，使设计人员清晰把握不同决策分支对应的结构性能状况，进而优化设计方案，确保结构在各种地震作用下均满足安全要求^[4]。

三、全生命周期视角下的技术经济分析

(一) 施工阶段的可实施性验证

1. 特殊节点施工的工艺可行性

在结构工程视角下，针对大跨度钢结构节点特殊节点施工的工艺可行性验证至关重要。通过对大跨度钢结构节点进行施工工序模拟，能精准剖析施工过程中各步骤的合理性与可操作性。模拟过程可借助先进的计算机辅助技术，对节点的安装顺序、连接方式等进行虚拟呈现，提前发现潜在的工艺问题^[5]。同时，开展误差敏感性分析，明确在不同施工误差下节点性能的变化情况。这有助于确定施工过程中允许的误差范围，制定更为严格的质量控制标准。确保在实际施工时，特殊节点的工艺不仅满足设计要求，还具备现实环境下的可实施性，从工艺层面保障工程项目在施工阶段的可行性。

2.BIM 技术辅助的碰撞检测

在施工阶段的可实施性验证中，BIM 技术辅助的碰撞检测发挥着重要作用。构建管线综合与结构预留预埋的三维可视化验证模型，借助 BIM 技术，能对工程项目中的各类管线与结构构件进行精准模拟^[6]。通过该模型，可直观发现不同专业之间可能存在的

碰撞问题，比如管道与结构梁、柱的碰撞，不同系统管线间的交叉碰撞等。这一碰撞检测过程，不仅能在施工前就察觉潜在问题，避免施工过程中的返工与变更，减少工期延误和成本增加，还能优化施工方案，使各专业的施工配合更为合理高效，确保施工阶段的顺利推进，从全生命周期视角提升项目的技术可行性和经济合理性。

(二) 运维期的结构耐久性预判

1. 材料劣化模型的寿命预测

在运维期的结构耐久性预判中，材料劣化模型的寿命预测至关重要。混凝土碳化和钢筋锈蚀是影响结构耐久性的关键因素，建立混凝土碳化深度与钢筋锈蚀率的时空演化方程是寿命预测的核心环节^[7]。通过分析环境因素（如湿度、二氧化碳浓度等）对混凝土碳化进程的作用，以及碳化后对钢筋锈蚀的诱发机制，构建能反映两者在时间和空间上变化的方程。此方程不仅可揭示不同阶段结构材料的劣化程度，还能据此预测结构在未来不同时间点的性能状态。基于该方程进行寿命预测，为制定合理的运维策略、确定结构剩余使用寿命提供科学依据，从而有效平衡工程项目全生命周期内的技术投入与经济效益。

2. 全寿命周期成本估算体系

全寿命周期成本估算体系是从项目构思到拆除的整个过程对成本进行全面考量。在结构工程中，这一体系不仅涵盖初始建设成本，还包括运维期成本以及最终拆除成本^[8]。对于初始建设成本，精确计算材料、人工、设备等投入费用。运维期成本方面，考虑结构检测、维修、加固等费用，其中结构耐久性预判结果直接影响运维成本估算。若结构耐久性良好，维修加固频率及费用相对较低；反之则高。拆除成本也不容忽视，要估算拆除过程中的人工、设备及废弃物处理等费用。通过建立科学的全寿命周期成本估算体系，能够为工程项目可行性研究提供全面、准确的成本数据，辅助项目决策，确保项目在经济上合理可行。

四、可行性研究的多目标优化模型

(一) 结构参数与经济指标的关联分析

1. 构件截面优化的成本敏感性

在构件截面优化的成本敏感性分析中，结构参数与成本紧密相关。不同的构件截面尺寸、形状等参数改变，会引起材料用量的变化，进而影响成本。例如，增大梁的截面高度，虽可能提高结构性能，但同时会增加混凝土和钢材用量，直接提升成本^[9]。通过构建截面特性与材料用量间的回归分析模型，可量化这种关系。分析不同截面形式对成本的影响程度，对于常见的矩形、T 形等截面，对比其在满足同等结构需求下的成本差异。同时，考虑不同材料价格波动对成本敏感性的作用，如钢材价格的大幅变动，会使以钢构件为主的结构成本敏感性显著提高，有助于在构件截面优化时，综合考量结构性能与成本，做出更具经济性和合理性的决策。

2. 绿色建材溢价的经济可行性

在可行性研究的多目标优化模型中，结构参数与经济指标的关联对绿色建材溢价的经济可行性至关重要。结构参数如材料强度、耐久性等，会直接影响绿色建材的使用性能与寿命，进而关

联到经济指标。以再生骨料混凝土为例，尽管其可能存在一定绿色建材溢价，但倘若结构参数使其在建筑结构中表现出色，延长建筑使用寿命，从长期经济角度看，可降低建筑全生命周期成本，实现经济可行性。此外，材料的施工工艺复杂程度这一结构参数，也会影响人工成本等经济指标。若因工艺复杂导致成本大幅增加，即便绿色效益显著，其经济可行性也存疑。综合分析结构参数与经济指标的关联，才能全面评估绿色建材溢价的经济可行性，为工程项目决策提供科学依据^[10]。

（二）多方案比选的决策支持系统

1.AHP-熵权法组合赋权模型

在工程项目可行性研究的多方案比选决策支持系统中，AHP-熵权法组合赋权模型具有重要作用。此模型融合了层次分析法（AHP）与熵权法两者优势。AHP能凭借专家经验，对技术、经济、环境三维度评价指标体系中各指标的相对重要性进行主观判断与排序，构建层次结构模型并计算权重向量。熵权法则基于数据本身的变异程度，客观地确定各指标权重，减少主观随意性。将两者结合，既考虑了专家知识，又利用数据客观特性，综合确定各指标最终权重。这有助于在多方案比选时，更全面、科学地衡量不同方案在各维度指标下的优劣，为工程项目可行性研究提供更可靠的决策依据。

2.蒙特卡洛模拟的风险评估

在结构工程视角下的工程项目可行性研究中，蒙特卡洛模拟的风险评估发挥着关键作用。通过概率分布模型量化材料价格波动对方案可行性的影响，蒙特卡洛模拟能够模拟大量可能的材料价格变动情景。该方法依据材料价格历史数据，构建合适的概率分布，如正态分布、均匀分布等，以此为基础多次随机抽样生成不同的价格组合。将这些价格组合代入工程项目的成本、收益等相关模型，计算出各情景下方案的可行性指标，得到指标的概率分布，直观呈现方案在不同风险水平下的可行性。这样可帮助决策者了解材料价格波动可能带来的风险，评估方案的稳健性，为工程项目可行性研究提供全面的风险信息，辅助科学决策。

（三）结构创新技术的可行性转化路径

1.专利技术的工业化适配度评价

对专利技术的工业化适配度进行评价，是结构创新技术可行

性转化路径中的关键环节。从技术层面看，需考量专利技术与现有工业生产设备、工艺的匹配程度，如新型建筑材料专利技术，要评估其能否利用企业既有生产设备制造，以及制造工艺是否复杂到难以实现工业化量产。从经济角度出发，要分析专利技术工业化过程中的成本投入与预期收益，包括设备改造、人员培训等前期成本，以及产品投放市场后的盈利预测。同时，市场需求也是重要指标，调查市场对基于该专利技术产品的接受度和需求量，若市场需求小，即便技术和经济可行，工业化适配度也低。综合这些因素构建评价体系，能更准确判断专利技术的工业化适配度，为可行性转化提供依据。

2.技术成熟度 TRL 评估模型

在结构创新技术的可行性转化路径中，技术成熟度 TRL 评估模型是关键一环。该模型通过九个等级，精准评估新技术产业化风险。从最初概念形成的1级，到能在实际项目中应用验证的9级，涵盖了技术从萌芽到成熟的全过程。每个等级都有明确界定，例如3级要求通过分析和实验对关键功能与特性进行验证，5级则需在相关环境下进行技术部件的验证。基于此，工程师和决策者能判断结构创新技术在工程项目中的可行性，知晓技术当前所处阶段及迈向产业化所需的步骤，助力资源合理分配，推动结构创新技术有效转化，提升工程项目可行性研究的科学性与准确性。

五、总结

从结构工程视角剖析工程项目可行性研究报告，提炼出核心要素权重分布规律，对科学决策意义重大。明确不同要素在可行性研究各环节的重要程度，为资源合理配置与风险精准把控提供依据。基于价值工程的评估方法优化路径，能在保障项目功能的同时，降低成本、提升价值。这有助于权衡各要素投入与产出，避免不必要资源消耗。智能化决策支持系统的研发方向极具潜力，它借助大数据、人工智能等技术，快速处理海量信息，提供科学决策建议。综上，把握关键要素权重、优化评估方法并推进智能化决策，可提升工程项目可行性研究的科学性与高效性，助力项目实现经济与社会效益最大化。

参考文献

- [1] 卢喜军.工程项目信息协同管理关键成功因素研究 [D].中南林业科技大学, 2023.
- [2] 吕铁英.基于关键链技术的工程项目进度管理研究 [D].沈阳建筑大学, 2021.
- [3] 高中钰.基于关键链法的工程项目进度管理研究 [D].兰州理工大学, 2023.
- [4] 张平.改进关键链视角下的工程项目进度优化研究 [D].江西理工大学, 2022.
- [5] 张萌.社会网络视角下全咨团队跨界行为对工程项目价值增值的影响研究 [D].天津理工大学, 2021.
- [6] 孙宁, 张宗文, 邹天远.新时代生态环境保护(修复)与污染防治工程项目可行性研究方向思考 [J].环境保护, 2023, 51(13):28-30.
- [7] 虞靖淇.PPP模式下的工程项目管理分析 [J].居业, 2023, (01):167-169.
- [8] 朱艳均.基于工程项目档案验收视角谈工程项目档案的管理 [J].办公室业务, 2023, (04):142-143.
- [9] 石文良.EPC总承包模式下的工程项目管理分析 [J].甘肃科技, 2022, 38(07):29-30+34.
- [10] 金嘉燕, 杨得柱.综合医院既有建筑改造项目可行性研究报告编制的重难点分析 [J].模型世界, 2024(15):197-199.