

EPC 模式下基于功能需求的限额设计流程优化

廖远鸣

云南瀚哲科技有限公司

DOI:10.32629/pe.v4i1.19065

[摘要] EPC总承包模式中,功能需求与成本边界脱节制约了投资控制成效,项目易产生超概算、超预算和超结算风险。限额设计的有效实施依赖于功能需求向设计限额的精准转化及概算与设计过程的协同。本文构建功能需求标准化量化方法,提出基于WBS-CBS的限额分解框架,并引入限额目标前置与全周期动态审核机制,形成“功能解析—限额分配—过程控制—闭环管理”系统化投资管控流程。

[关键词] EPC总承包; 限额设计; 功能需求分解; 概算编制; 流程优化

中图分类号: F721.6 **文献标识码:** A

Optimization of the quota design process based on functional requirements under the EPC

Yuanming Liao

Yunnan Hanzhe Technology Co., Ltd.

[Abstract] In EPC contracting, misalignment between functional requirements and cost boundaries undermines investment control, often resulting in cost overruns. The effectiveness of budget-constrained design depends on the accurate translation of functional requirements into design cost limits and on close coordination between cost estimation and the design process. This study develops a standardized and quantifiable approach to functional requirement analysis, proposes a WBS-CBS-based hierarchical cost allocation framework, and introduces a front-loaded cost-limit-oriented estimation process with full life-cycle dynamic review. An integrated investment control workflow encompassing functional analysis, cost allocation, process control, and closed-loop management is thereby established.

[Key words] EPC contracting; budget-constrained design; functional requirement decomposition; cost estimation; process optimization

引言

EPC总承包模式通过设计—采购—施工一体化,在固定总价合同下由总承包商统筹项目全过程,投资控制重心随之转移至设计阶段。然而,招标阶段的功能需求多为定性表述,缺乏与工程技术指标的直接对应,导致设计深化过程中功能目标与投资限额产生冲突,进而引发设计变更、概算突破及工期延误。限额设计作为EPC模式下的核心成本控制手段,通过将投资总额转化为分专业、分系统的设计约束并实施全过程监控,其有效性取决于功能需求解析的准确性、限额分配的合理性以及概算与设计过程的协同程度。

1 EPC模式与限额设计的内涵

1.1 EPC模式

EPC模式的核心在于合同责任的高度整合与成本风险向总承包商的转移。相较于传统分包模式中业主主导投资控制的责任结构,EPC模式要求总承包商对项目功能、质量、投资与工期承担整体责任,从而必须在设计阶段即形成对项目全生命周期

成本的可预见与可控制机制^[1]。固定总价合同的广泛应用进一步强化了这一要求,使设计限额成为投标阶段成本预判与风险管控的重要载体。

1.2 限额设计

限额设计在EPC模式中的关键作用源于设计对成本的前置锁定效应。尽管设计阶段的直接费用占比有限,其决策却决定项目大部分成本走向。通过将投资总额分解为可执行的设计约束,限额设计引导方案选择、材料配置与系统选型在成本边界内展开,其有效性取决于限额指标的合理设定及其对业主功能需求的准确解析与技术转化。

2 EPC项目功能需求向设计限额的科学分解方法

2.1 功能需求书的标准化与量化解析

功能需求书是业主表达项目使用目标的主要载体,也是EPC招标阶段总承包商理解项目功能的核心依据。然而,功能需求通常以定性语言表述,如“现代化的教学环境”“可靠的实验条件”或“舒适的办公空间”,缺乏与工程技术指标直接对应的量化信

息,难以直接转化为设计参数^[2]。这种语义模糊性使总承包商在设计阶段对功能标准的理解存在较大弹性,既可能因过度解读推高成本,也可能因理解不足导致功能缺失。因此,对功能需求进行标准化与量化解析是限额设计的基础环节。

标准化解析的关键在于建立功能描述与技术指标之间的映射关系。以教学建筑为例,“现代化的教学环境”可分解为单位面积用电负荷、空调系统温湿度控制精度、照明照度标准、网络带宽配置以及楼面活荷载等可量化参数,其取值需综合考虑现行规范、行业标准及项目区位条件。在此基础上,量化解析进一步将技术指标转化为可直接采用的设计输入条件,例如将“可靠的实验条件”细化为实验室通风换气次数、供电可靠性等级及给排水系统流量参数。通过构建功能需求与技术指标的对应关系表,可将定性功能诉求转化为统一、明确的技术语言,为后续限额分配与设计控制提供可靠的量化依据。

2.2 基于WBS-CBS的限额逐级分解框架

限额分解的系统性取决于分解结构的科学性与层次性。WBS(工作分解结构)与CBS(成本分解结构)的耦合构成限额逐级分配的基本框架:WBS从项目工作范围出发,将总体目标分解为层级化的工作包;CBS则从成本构成角度,将总投资按工程实体、专业系统和分项工程进行划分^[3]。二者结合,使限额分配既符合工程实施逻辑,又满足成本核算要求,为限额指标的有效落实提供支撑。

在实践中,限额分解通常分为三级。第一级将项目总投资控制价或批复概算按单体工程或功能区分配,例如在大学新校区项目中,将投资分别配置至教学楼、图书馆、实验楼和学生公寓,其限额水平由建筑规模、功能复杂度及装修标准共同决定。第二级在单体工程内部,按建筑、结构、给排水、电气和暖通等专业系统配置限额,并结合不同建筑类型的成本占比特征进行调整,如实验楼电气系统因设备用电需求较高,其限额占比明显高于普通教学楼。第三级则进一步细化至关键分项工程或部件层面,如电气系统分解为变配电、照明和智能化系统,结构系统分解为混凝土、钢筋和模板工程,从而确保限额在各层级的可追溯性与可控性。

2.3 考虑功能优先级的动态限额分配模型

限额分配的科学性不仅取决于分解结构的完整性,更体现在分配逻辑的合理性。EPC项目中,业主功能需求往往存在隐含的优先级差异,但在初始投资控制价中通常未加区分。若简单采用面积比例或经验系数进行限额分配,容易造成资源配置失衡,使核心功能受限而非核心功能占用过多成本^[4]。因此,引入基于功能优先级的动态限额分配模型是提升限额设计有效性的关键。

功能优先级的确定可借助层次分析法(AHP)等结构化决策方法,通过业主、使用方、设计方和造价方的协同评估,形成功能需求的权重体系。以某高校新校区项目为例,可行性研究阶段确定的单位面积用电负荷为48W/m²,而实际调研显示实验楼因精密仪器集中,用电需求高达220W/m²。若不在限额分配阶段加

以修正,将导致电气系统在功能满足与成本控制之间产生冲突。通过功能优先级评估,将实验功能确定为核心需求,在限额分配中向实验楼电气系统适度倾斜,并同步压缩辅助用房的配置标准,可实现不同功能区域间的动态调配,在保障核心功能的同时维持总投资的可控性。

3 EPC模式下基于功能需求的限额设计流程优化

3.1 “限额目标前置”概算编制新流程

在传统设计管理模式,概算通常在设计完成后作为验证环节介入,设计过程中缺乏对成本影响的实时反馈,往往在方案固化后才发现超限问题,调整代价较高。“先设计、后算账”的串行模式使概算难以发挥对设计的引导作用,成本控制滞后^[5]。EPC模式中,总承包商同时承担设计与成本责任,具备整合设计与造价资源、推进并行协同工作的组织条件,因此有必要推行“限额目标前置”的概算编制流程。

限额目标前置强调在方案设计甚至概念设计阶段即启动概算工作,但其重点在于形成基于设计限额的目标成本或控制性概算,而非传统的详细概算。该类概算以限额指标为约束,通过参数化方法快速构建各专业和系统的成本框架,并实时反馈至设计团队,作为方案选择和技术决策的重要依据。设计人员在结构或系统选型时同步评估成本影响,造价人员则动态跟踪设计变化并更新目标概算,形成设计与造价的持续互动机制,使成本控制由事后核算转变为设计阶段的前置约束。

3.2 贯穿全周期动态协同审核机制

限额设计的有效执行依赖于贯穿设计全周期的动态监控与及时纠偏。单纯依靠设计阶段末期的概算审查无法适应EPC项目快速推进的节奏要求,必须建立分级审核节点体系,在方案设计、初步设计、施工图设计及重大设计变更等关键节点设置造价审核阀点^[6]。每个阀点的审核内容与深度根据设计阶段的不同而差异化配置,方案设计阶段侧重于总体方案的经济合理性及限额分配的符合性,初步设计阶段关注主要系统及材料选型的成本影响,施工图设计阶段则细化至具体工程量与限额指标的逐项对比。

协同审核机制的运行需要信息化平台的支撑,BIM技术为设计模型与成本信息的实时关联提供技术基础。通过在BIM平台中嵌入限额控制模块,将各级限额指标与相应的模型构件关联,设计人员在模型中调整设计参数时,系统自动计算成本变化并与限额指标对比,一旦某专业或某系统的累计成本接近或超过限额阈值,系统即触发预警提示。这种自动化监控机制将造价审核由定期批次式检查转变为实时连续式监控,大幅缩短发现问题与调整设计之间的时滞,提升限额控制时效性。

3.3 超限额设计预警与闭环处理流程

尽管已建立限额分配与动态监控机制,设计过程中仍可能出现局部超限额现象,其成因包括初始限额分配偏差、功能需求在设计深化阶段的合理调整,以及设计失误或方案选择不当等。不同成因对应的处理方式存在差异,若一概视为设计失控而强行压缩,可能影响必要功能实现;若缺乏有效约束,则易导致投

资失控。因此，构建超限预警与闭环处理流程是限额设计体系的重要补充。

超限额处置应以设计优化为首要路径，通过结构体系优化、材料替代和系统集成简化等技术手段，在不降低功能目标的前提下降低工程成本。若经优化仍难以满足限额要求，则需引入功能优先级评估，判断超限部分是否对应核心功能。对非核心或提升性功能，可通过适度降低配置标准或延后实施释放成本空间，并将相应限额调配至核心功能区域。若核心功能限额确实不足，可在严格审批条件下使用项目预备费；仅当上述措施仍无法解决问题时，方可启动调概程序，并基于充分的技术经济论证向业主申请调整项目总概算。

4 结论

EPC模式下，限额设计的有效性取决于功能需求向设计限额转化的准确性以及概算编制与设计过程的协同程度。通过构建功能需求标准化量化路径，建立基于WBS-CBS的限额逐级分解框架，引入功能优先级驱动的动态分配机制，并推行限额目标前置与全周期动态审核，可形成“功能解析—限额分配—过程控制—闭环管理”的系统化流程。该流程在设计源头实现投资控制目

标的明确与锁定，为EPC项目精细化投资管控及总承包商履约能力提升提供方法支撑。

【参考文献】

[1]王晔,谷黎明,张艳锋.限额设计在EPC水利工程中的管控应用[J].红水河,2025,44(05):44-48.

[2]王厦楠,刘林.EPC工程总承包项目设计阶段成本控制探析[J].福建建筑,2025,(04):129-132.

[3]黄治录.PPP模式下长江大保护项目限额设计应用研究[J].价值工程,2024,43(22):12-15.

[4]朱燕,张林振,刘晗,等.EPC项目限额设计管理方法及应用研究[J].中国医院建筑与装备,2024,25(06):55-59.

[5]王晓辉,吴冉昂,李灵霞.基于功能成本适配的EPC项目限额设计管理研究[J].建筑经济,2024,45(05):52-58.

[6]杨雪.EPC总承包模式下D化工项目的设计管理研究[D].北京交通大学,2023.

作者简介：

廖远鸣(1992--),女,汉族,云南昭通人,本科,一级造价师,研究方向：建设工程造价管理与控制。