

全生命周期成本理念下的工程成本控制策略研究

康梓渊

泰国格乐大学, 曼谷 10220

摘要: 本论文基于全生命周期成本 (LCC) 理念, 研究了其在工程项目中的应用与实施策略, 重点分析了各阶段的成本控制方法及优化路径。与传统的成本控制方法侧重建设期不同, LCC 理念强调贯穿项目全生命周期的成本管理, 从初期投资、运营维护到拆除回收, 全面考虑各阶段的成本及其相互关系。通过案例分析与技术应用, 本文提出了适应未来工程管理需求的 LCC 优化策略, 并探讨了其在实现可持续发展目标中的作用。

关键词: 全生命周期成本; 工程成本控制; LCC 理念; 优化策略; 可持续发展

Research on Engineering Cost Control Strategies under the Concept of Life Cycle Cost

Kang Ziyuan

Krirk University, Bangkok, 10220, Thailand

Abstract: Based on the concept of Life Cycle Cost (LCC), this paper studies its application and implementation strategies in engineering projects, focusing on the cost control methods and optimization paths at each stage. Unlike traditional cost control methods that focus on the construction period, the LCC concept emphasizes cost management throughout the entire life cycle of the project, considering the costs and their interrelationships from initial investment, operation and maintenance to demolition and recycling. Through case analysis and technical application, this paper proposes LCC optimization strategies that meet the future engineering management needs and discusses their role in achieving sustainable development goals.

Keywords: Life Cycle Cost; Engineering cost control; LCC concept; Optimization strategies; Sustainable development

DOI: 10.62639/sspeet01.20250105

引言

随着经济全球化和可持续发展目标的推进, 工程项目管理面临着越来越多的挑战。传统的工程成本控制方法主要集中于建设阶段, 侧重投资预算控制和工期管理, 忽视了项目后期运营与维护的长期成本。这种片面的成本控制方法往往导致初期阶段的成本控制得当, 但在运营和拆除阶段维护费用不断攀升, 最终导致整个项目生命周期成本高企, 不仅影响经济效益, 还不符合绿色、低碳发展的需求。

全生命周期成本 (Life Cycle Costing, LCC) 理念的提出, 正是对传统成本控制方法的有效补充。LCC 通过全生命周期的视角, 综合考虑项目从设计、建设到运营、维护及拆除各阶段的成本及其相互影响, 强调长期成本优化。其核心思想是, 在项目的早期阶段就全面考虑运营与维护成本, 通过科学设计与决策, 实现项目全生命周期内总成本的最小化。随着技术的进步, LCC 理念已逐步从理论走向实践, 特别是在建筑、电力、交通等行业, 已成为重要的工程管理工作。

本论文旨在探讨 LCC 理念在工程项目中的应用, 分析各阶段的成本控制策略, 并提出优化路径。通过案例分析, 揭示 LCC 理念如何转变传统“重建设、轻运维”模式, 推动资源优化与长期成本的管理, 同时探讨其与可持续发展目标的契合性。

(稿件编号: EET-25-5-4001)

作者简介: 康梓渊 (2001-), 男, 汉族, 籍贯: 湖北南漳, 国际学院, 硕士学历, 研究方向: 工程技术管理。

一、全生命周期成本理念概述

(一) LCC 核心理念

全生命周期成本 (Life Cycle Costing, LCC) 是指在项目整个生命周期内, 从设计、建设、运营、维护到拆除回收的所有成本的总和。LCC 理念的核心在于通过全面考虑各阶段的成本, 优化项目的经济效益, 特别是在运营和维护阶段的长期成本。与传统成本控制方法侧重建设期的支出不同, LCC 强调从项目初期就要考虑长期运营中的成本, 尤其是在设计和决策阶段, 尽量避免未来的成本超支和浪费。LCC 为决策者提供了一个长期视角, 使其能够在各个阶段做出科学决策, 通过初期适当投入换取长期的节能和低维护成本, 从而实现整个生命周期内的成本最小化。

LCC 的实施涵盖了投资决策阶段的成本评估、设计阶段的价值工程应用、建设阶段的集约化采购、运营阶段的预防性维护以及拆除回收阶段的资源再利用。LCC 不仅是一种成本计算工具, 更是一种全面的工程管理哲学, 帮助项目在整个生命周期内优化经济效益。

(二) LCC 的实际应用背景

LCC 理念已广泛应用于建筑、电力、交通等多个领域。在建筑行业, LCC 通过选择节能建筑材料和智能建筑系统, 降低长期的运营成本, 优化设计方案, 最终实现经济效益的最大化。在电力行业, 特别是风电和光伏等可再生能源项目中,

LCC 帮助企业设计和运营阶段进行理性决策,最大限度地减少维护和运营成本。交通领域,尤其是道路和桥梁的建设与运营中,LCC 通过对项目生命周期的全程成本控制,合理分配资金,降低长期维护成本,提升项目的经济效益。

(三) LCC 与传统成本控制的对比

传统成本控制方法主要集中在建设阶段,通常通过预算管理来控制建设期成本,但忽视了运营和维护阶段的成本,导致许多项目在投入使用后,运营维护费用不断增加,影响了整体效益。LCC 理念不同于传统方法,它关注从设计到拆除的全生命周期成本,通过全周期的成本预测和控制,确保每个阶段的优化,尤其在运营与维护阶段具有显著的节约潜力。例如,在设计阶段选择节能设备和优化建筑结构,可以大大减少后期的维护成本。此外,LCC 理念也关注拆除和回收的成本,避免项目结束后资源浪费,实现材料的回收再利用,进一步优化生命周期成本。

二、全生命周期成本控制面临的问题

(一) 决策阶段的挑战

在项目的初期决策阶段,往往过于侧重于短期建设成本的控制,而忽视了长期运营和维护的费用。这种片面关注短期成本的做法,会导致项目在初期看似成本较低,但后期运营时却面临着较高的维护费用和运营成本。例如,一些项目选择了便宜的材料和设计方案,导致运营阶段设备频繁故障和维护问题。为了避免这种情况,决策阶段应加强全生命周期成本的科学评估,通过敏感性分析和层次分析法(AHP)等方法,精准预测长期运营与维护成本,避免短期成本压低对长期运营的负面影响。

(二) 设计阶段的不足

设计阶段是影响生命周期成本的关键环节,许多项目在这一阶段缺乏对 LCC 理念的应用。传统设计偏重功能和建设期成本,忽略了长期运营和维护的经济性。这种过度设计不仅导致初期投资增加,还可能引起后期的运营和维护费用大幅上升。例如,某些建筑项目为了追求豪华和个性化,忽视了功能性和后期维护的简便性,造成了较高的长期运营成本。LCC 理念要求设计阶段注重经济性与可持续性的平衡,采用节能和低维护的设计方案,最大程度地降低未来的运营费用。

(三) 建设阶段的问题

在建设阶段,很多项目未能有效进行集约化采购和成本精细化管理,导致预算超支。尤其是大型工程项目,由于缺乏精细的预算管理和成本控制措施,建设期间成本往往大幅超支,影响项目整体经济效益。许多项目过于依赖传统采购模式,忽视了集约化采购的重要性。集约化采购可以降低材料和设备采购成本,并优化资源利用,提高施工效率。项目管理团队应在施工过程中实施精细化管理,优化人员配置、设备使用和施工工艺,确保项目预算不超支。

(四) 运营与维护阶段的忽视

尽管 LCC 理念在项目初期得到广泛应用,但在运营与维护阶段,许多项目未能持续跟进 LCC 实施,导致运营阶段成本逐年增加。特别是一些公共基础设施项目,由于缺乏有效的维护管理,运营成本远高于预期。例如,设备未进行定期检查和维修,导致频繁故障和高额维修费用。为了应对这一问题,必须在运营阶段建立预防性维护体系,采用定期检查和技术更新策略,确保设施的长期稳定性。通过智能化监控和远程诊断技术,项目管理者能够实时监控设备状态,预测潜在故障,避免突发故障带来的高额维护成本。

三、全生命周期成本控制策略

(一) 决策阶段的可行性分析与成本预测

项目决策阶段是项目成功与否的关键期。此阶段的核心任务是科学评估全生命周期成本,避免只关注短期建设成本,而忽略长期运营与维护费用。在这一阶段,采用敏感性分析和层次分析法(AHP)等科学方法,能够从多个角度评估项目的风险和收益,提供精准的成本预测。

敏感性分析有助于决策者识别项目中的主要成本驱动因素,预测不同决策路径下可能产生的不同成本结果。而层次分析法(AHP)通过综合考虑项目的经济性、技术性和可持续性,从而为决策提供科学依据。这些方法能够有效预估长期运营与维护成本,避免低估后期资金需求,从而确保项目资金充足,成本可控。采用这些方法的项目,通常能在初期阶段对项目的长期成本进行全面评估,并根据预测结果合理安排资金,有效避免后期资金短缺或预算超支问题。

(二) 设计阶段的价值工程与 LCC 优化

设计阶段是 LCC 理念应用的另一个重要环节。价值工程(VE)通过对设计方案的功能与成本进行综合评估,找到最佳平衡点,确保设计既满足功能需求,又能最大限度地降低初期投资并优化长期运营成本。通过价值工程的应用,设计方案能在不牺牲项目功能和质量的前提下,减少不必要的资源消耗和浪费。

LCC 理念要求设计阶段注重经济性与可持续性的平衡,避免过度设计。通过选择节能、低维护的技术方案,项目能够显著减少未来的运营和维护成本。比如,选用高效的空调系统和 LED 照明设备,虽然初期投入较高,但长期来看,它们能够节省大量能源和维护费用,从而实现整体成本的优化。

(三) 集约化采购与成本控制

建设阶段的成本控制面临较大挑战,尤其在项目规模较大时,如何有效控制建设期的成本是关键。LCC 理念主张实施集约化采购,通过统一采购和批量采购降低材料和设备的采购成本。此外,采用标准化合同和细致的项目管理,能够进一步确保施工过程中成本的控制。

集约化采购不仅能降低采购成本,还能提高资源利用效率,避免因采购分散而导致的价格波

动和资源浪费。集中管理和统一调配资源,可以在保证质量和施工进度的前提下,最大限度地降低建设期投资。施工过程中的精细化管理也尤为重要,通过优化施工流程,避免工期延误和资源浪费,有效降低整体成本。

(四)运营阶段的预防性维护与监控

运营与维护阶段是工程项目生命周期中成本最大、影响最深远的阶段。许多项目在此阶段的成本往往远超预期,尤其是缺乏有效的预防性维护体系,导致维修费用不断增加,影响项目的长期经济效益。因此,LCC理念提倡在运营阶段建立完善的预防性维护体系,及时发现并解决潜在故障,减少突发故障带来的高额维修费用。

定期检查与预防性维护有助于显著延长设备和设施的使用寿命,减少设备频繁更换和大规模维修带来的费用。在数字化技术的支持下,智能化监控系统能够实时监测设备运行状态,结合数据分析预测潜在风险,帮助项目管理者制定精准的维护计划,避免突发性高额维修费用。

(五)拆除与回收的LCC优化

项目的生命周期并不止于运营结束,拆除与回收阶段同样是LCC理念的重要组成部分。在项目生命周期初期考虑拆除和回收的成本,可以有效减少拆除费用并最大化资源回收价值。LCC理念提倡通过合理的设计规划,确保建筑材料能够有效回收和再利用,减少对环境的影响。

例如,选择可回收材料和设计易于拆卸的结构,不仅能大幅减少拆除时的资源浪费,还为材料回收利用提供了便利。在设计阶段的合理规划,可以有效估算拆除与回收的成本,避免项目结束后资源浪费和环境污染。通过设计与施工阶段的协同,确保回收过程的顺利进行,从而实现资源的最大化利用。

四、全生命周期成本控制的未来发展趋势

(一)数字化技术与LCC的结合

数字化技术的进步,尤其是建筑信息模型(BIM)和物联网(IoT)的广泛应用,为全生命周期成本控制提供了强有力的技术支持。BIM技术通过创建虚拟模型,帮助项目团队在设计、施工和运营维护阶段精确预测和管理成本。通过集成设计、施工与运营数据,BIM能够优化资源分配、减少浪费,并在施工过程中实时监控各项成本,为LCC的实施提供精准的数据支持。

物联网技术则通过智能传感器和设备监控系统,将实时数据反馈到管理平台,实现对设施运行状态和维护需求的实时监控。这些数据不仅帮助管理者提前识别潜在的故障和维护需求,还能优化资源配置和运营维护策略,降低长期运营成本。结合这些数字化工具,LCC理念可以实现更加精确的成本预测和优化,提升项目管理的效率和精准度。

(二)绿色低碳与可持续发展目标的契合

在全球倡导可持续发展的大背景下,LCC理念不仅仅关注经济效益的最大化,还应充分考虑环境成本。随着绿色建筑和节能技术的不断发展,

LCC理念逐渐融入了环境友好的考量。通过采用节能材料、智能建筑系统以及绿色施工方法,LCC能够在确保经济效益的同时,推动资源节约和减少碳排放。

绿色低碳的实施使得LCC在可持续发展目标中的作用愈加重要。比如,在建筑项目中,设计初期通过采用高效的能源管理系统和可再生能源解决方案,虽然初期投资较高,但其长期运行过程中能够显著降低能源消耗,减少运营成本,同时符合环保和低碳经济的要求。因此,LCC理念在绿色建筑、节能技术及可持续发展目标的实现过程中,起到了至关重要的作用。

(三)跨行业应用的扩展

LCC理念的应用正在超越建筑行业,逐步向交通、能源、制造业等多个行业拓展。特别是在智能城市建设和可持续发展项目中,LCC理念将发挥更加重要的作用。例如,在交通领域,LCC理念可以帮助在道路、桥梁等基础设施项目中进行全生命周期的成本控制,从设计、建设到长期运营的各个阶段,都能通过LCC实现成本的优化和资源的高效利用。

在能源行业,特别是风电、太阳能等可再生能源项目中,LCC理念被广泛应用于设备选择、运行维护和回收等环节,帮助项目管理者综合评估每个阶段的成本,确保能源生产的长期可持续性和经济性。在制造业中,LCC不仅能够优化设备采购和生产成本,还能在设备的使用寿命和维护周期方面进行精确管理,提高整体生产效率和盈利能力。

五、结语

本文探讨了全生命周期成本(LCC)理念在工程项目中的应用,强调其对提升长期经济效益和实现可持续发展的重要作用。通过对决策、设计、建设、运营和拆除回收各阶段的成本控制策略分析,本文表明LCC理念能够有效优化项目的整体成本结构,提升资源利用效率,减少浪费,进而推动项目的可持续发展。随着数字化技术的快速发展,BIM、物联网等技术为LCC的实施提供了更精确的数据支持,使得成本控制更加科学和高效。未来,LCC理念不仅会在建筑行业得到广泛应用,还将在交通、电力、制造等多个领域发挥重要作用,帮助实现绿色低碳目标。通过深入研究和实践,LCC理念有望在全球范围内得到更广泛的应用,为节约资源、降低成本、提升项目效益做出更大贡献。

参考文献:

- [1] 包权宗,丁政中,王炳文等. 输电工程全生命周期成本管控策略研究[J]. 中国电力企业管理, 2020.
- [2] 魏朝霞. 建设项目全生命周期费用控制研究[D]. 西南交通大学, 2018.
- [3] 易晓明. 基于全寿命周期的建设工程成本控制与造价管理研究[J]. 中国设备工程, 2021.
- [4] 曾冠. 土建工程项目成本管理与控制策略研究——以变电站土建工程为例[J]. 工程与建设, 2022.