

优化可持续建设项目的工程成本：案例研究

冯耀民

福州外语外贸学院智能建造学院 福建福州 350202

摘要：本论文重点研究可持续建设项目中的工程成本优化，并以中国广州地铁7号线为例进行了具体案例研究。该研究旨在分析中国可持续建筑实践的现状，并确定可以优化工程成本的领域。探索适用于可持续建设项目的现有成本优化技术和策略，并开发了一个将成本优化原则与可持续性考虑相结合的概念框架。然后将该框架应用于选定的案例研究，以评估其在实现可持续成果方面的有效性。该研究为行业从业者和政策制定者提供了建议和指南，以加强中国建设项目的成本优化和可持续性的整合。这些发现有助于优化中国建筑行业背景下的可持续建设项目的工程成本的知识与实践。

关键词：可持续建筑；工程造价；成本优化技术

Optimizing engineering costs for sustainable construction projects: a case study

Yaomin Feng

College of Intelligent Construction, Fuzhou University of Foreign Languages and Trade, Fuzhou 350202, China

Abstract: This thesis focuses on engineering cost optimisation in sustainable construction projects and conducts a specific case study using Guangzhou Metro Line 7 in China as an example. The study aims to analyse the current state of sustainable building practises in China and identify areas where project costs can be optimised. Existing cost optimisation techniques and strategies applicable to sustainable construction projects are explored, and a conceptual framework is developed that integrates cost optimisation principles with sustainability considerations. The framework is then applied to selected case studies to assess its effectiveness in achieving sustainable outcomes. The study provides recommendations and guidelines for industry practitioners and policymakers to enhance the integration of cost optimisation and sustainability in construction projects in China. These findings contribute to the knowledge and practise of optimising the engineering costs of sustainable construction projects in the context of the Chinese construction industry.

Keywords: Sustainable architecture; engineering cost; cost optimisation technology

1 简介

建筑业在包括中国在内的许多国家的经济中发挥着至关重要的作用。然而，传统的建筑实践往往会对环境产生负面影响，并在可持续性方面带来挑战。因此，越来越需要优化可持续建设项目的工程成本，以尽量减少其环境足迹，同时保持经济可行性。中国作为一个快速发展的国家，可持续建设面临着独特的挑战和机遇。中国的建筑活动大幅增长，导致资源消耗和环境影响增加。（牛程，2022）因此，优化中国可持续建设项目的工程成本可以对环境和建筑业的长期生存能力产生重大积极影响。本文的主要目标是通过在中国进行案例研究来优化可持续建设项目的工程成本。具体研究目标如下：1）分析中国可持续建筑实践的现状，并确定可以优化工程成本的领域。2）探索适用于可持续建设项目的现有成本优化技术和策略。3）制定一个概念框架，将成本优化原则与中国建设项目的可

持续性考虑相结合。4）将开发的框架应用于中国的选定案例研究，并评估成本优化策略在实现可持续成果方面的有效性。为行业从业者和政策制定者提供建议和指南，以加强中国建设项目成本优化和可持续性的整合。研究范围包括分析当前的可持续建筑实践、成本优化技术以及开发整合成本优化和可持续性原则的概念框架。该框架的应用将通过在选定的案例研究来论证。

然而，重要地是要承认这项研究的局限性。首先，案例研究仅限于中国的一个特定项目，研究结果可能无法推广到中国所有可持续建设项目。此外，成本优化策略的有效性可能会因项目特定因素和限制而异。通过解决这些研究目标、问题和局限性，本论文旨在为在中国建筑行业的背景下的可持续建设项目中优化工程成本的知识与实践做出贡献。

2 文献综述

可持续建筑是建筑行业的重要方法，旨在最大限度地减

少建筑活动对环境和社会的负面影响，同时促进长期经济活力。(Sheikh et al., 2022) 它涉及环保材料的使用、节能设计、减少废物以及对居住者健康和福祉等社会方面的考虑。由于迫切需要解决环境问题、减少碳排放和确保资源的有效利用，可持续建筑实践在全球范围内变得非常重要。采用可持续建筑实践有助于缓解气候变化、保护自然资源和创造更健康、更有弹性的建筑环境。建筑工程成本是指规划、设计、建造和维护建筑物或基础设施项目所涉及的总支出。(Hoseini et al., 2021) 它包含各种要素，包括材料成本、劳动力成本、设备成本、管理费用和应急津贴。准确的成本估算和管理对于确保项目可行性、盈利能力以及在预算限制内成功完成至关重要。有效的成本控制措施和监控技术对于防止成本超支和优化财务资源的使用至关重要。成本管理优化技术是指利用先进的工具、技术和方法来简化与成本相关的流程，提高建设项目的成本效率。这些技术涵盖各种方法，例如建筑信息模型 (BIM)、遗传算法优化、蒙特卡罗模拟和机器学习技术。通过利用这些技术，建筑专业人员可以提高成本估算的准确性，识别成本节约机会，并在整个项目生命周期中优化资源分配。可持续成本优化策略涉及将可持续性考虑因素纳入建设项目的成本优化过程中。它旨在考虑能源效率、材料选择、废物管理和生命周期成本等因素，在降低成本和可持续成果之间实现平衡。(ElSahly et al., 2023) 策略可能包括采用绿色建筑实践、利用可再生能源、有效的资源管理以及实施可持续设计和施工原则。中国一直积极推广可持续建筑实践，应对环境挑战，促进可持续发展。我们进行了大量案例研究来展示中国成功的可持续建筑项目。这些案例研究探讨了节能建筑设计、绿色材料选择、废物减少策略以及可再生能源系统集成等各个方面。通过分析和评估这些案例研究，可以获得有关中国背景下可持续建筑实践实施的宝贵见解。

3 理论框架

成本优化理论模型为实现建设项目资源的有效配置提供了基础。可以应用各种优化技术，例如线性规划、遗传算法和数学模型来优化项目成本。这些理论和模型旨在识别节省成本的机会、改善资源配置并提高整体项目绩效。

可持续建筑框架和指南提供了将可持续性原则融入建筑项目的系统方法。这些框架考虑了可持续性的环境、社会和经济方面，并为实施可持续实践提供了指导方针。它们提供了一套原则、标准和绩效指标，可用于评估和指导可持续建设举措。成本优化和可持续性原则的整合涉及将成本节约策略与可持续实践相结合。它需要全面了解建筑活动对环境和社会的影响，并确定具有成本效益的措施来减轻这些影响。通过将成本优化理论与可持续发展框架相结合，建设项目可以实现经济效益和承担社会责任。优化可持续建设项目的工程成本的概念框架提供了一种系统方法来实现成本优化，同时确保实现可持续发展目标。该框架考虑了项目的整个生命周期，并整合了成本优化理论、可持续建设框架和项目特定要求。它涉及识别成本节约机

会，评估其环境和社会影响，并采取措​​施最大限度地降低成本，同时最大限度地提高可持续发展成果。通过利用成本优化理论和模型，整合可持续建设框架和指南，并利用专门为优化可持续建设项目的工程成本而设计的概念框架，利益相关者可以实现成本节约和可持续发展目标。这种方法使建筑业能够提高资源效率，减少环境影响，并促进长期的社会和经济效益。

4 案例分析

选定的可持续建设项目是广州地铁7号线。广州地铁7号线项目旨在改善城市交通系统，注重可持续发展。它涉及建设一条新的地铁线路，为广州市居民提供高效、环保的交通选择。对项目的工程成本进行了综合评估，以评估项目的财务方面。评估包括各种成本要素的识别和分析，例如材料成本、人工成本、设备成本和管理费用。将项目预算与实际支出进行比较，以确定成本绩效并确定任何成本超支或节省。在评估过程中，确定了成本优化机会，以提高项目工程成本的效率。这些机会可能包括价值工程、资源优化和采购优化等策略。目的是确定在不影响项目可持续发展目标的情况下可以降低成本的领域。为了实现可持续的成本优化，该项目实施了具体的策略。这些战略的重点是最大限度地减少浪费、优化资源利用和提高能源效率。例如，该项目可能采用模块化施工技术来减少材料浪费和施工时间。可以采用节能系统和可再生能源来降低长期运营成本和环境影响。项目完成后，进行了详细分析，以评估成果和经验教训。该分析涉及评估项目的财务绩效、环境影响和社会效益。对项目在实现成本优化和可持续成果方面的成功进行了评估，并确定了实施过程中遇到的任何挑战或限制。从该项目中吸取的经验教训被记录下来，以指导未来的可持续建设举措。对中国选定的可持续建设项目（特别是广州地铁7号线项目）进行案例分析，深入了解项目的工程成本，确定成本优化机会，应用可持续成本优化策略，并分析项目成果。该分析有助于了解和理解优化可持续建设项目的工程成本，为中国及其他地区的未来项目提供有价值的信息。研究对象的价值可以表示为式 (1)：

$$V=F/C(1)$$

在等式 (1) 中，V、F、C 分别代表 Value、Function、Cost。取决于等式。在现实情况下，研究对象的重要性可以从两个方面增加：1、通过技术创新提高或者保持效率，降低生产成本；2、通过消除无价值或低价值功能显著降低生产成本。在建筑项目中，可以从业主或最终客户的角度来看待价值。项目价值具有效用度量，具有要实现的内在属性。这是一个经过深思熟虑的过程，通过检查其在最小生命周期成本下的能力来提高项目的价值，同时满足特定项目所需的执行、可靠性、可访问性、质量和安全性。尽管价值工程系统被用于建筑项目，但在任何情况下，目标都不容易区分或达成一致。从其定义中可以清楚地看出，价值的特征是容量与成本的比例，其中

价值通过扩大容量或减少费用或两者兼而有之而扩大。根据这个定义，并且由于建设项目的动态理念以及项目成员和目标之间的争论，价值工程的根本进步是设定满足客户和满足需求的目标。这些目标可能是限制资本支出；延长工作期限、坚定不移的质量和简单的支持；并达到最高的幸福指数。图1显示了价值工程的基本方法。

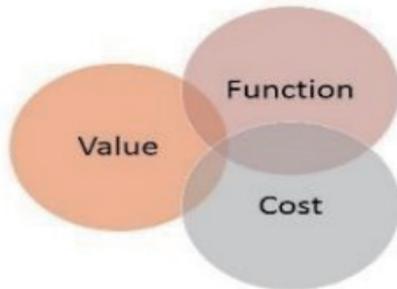


图1 价值工程方法

其中一些目标相互矛盾。例如，较短的施工长度可能会导致更高的资本支出，且更高的安全性和坚定不移的质量措施会增加资本和工作成本，它们同样可以增加客户的吞吐量和效益。图2展示了价值工程的冲突模型。（见图2）

价值工程的应用在美国、日本、澳大利亚以及欧洲等发达国家得到了国际上的广泛接受。但是在中国，其应用仍处于起步阶段。因此，为了推动VE在行业中的实施，关键是要了解其在行业中的应用现状，然后才能创建适合中国建筑业的价值工程系统。

本研究旨在展示价值工程方法在能源基础设施资产开发中的效果，以优化和降低中国建筑项目成本并消除超支成本。本研究的目的是确定价值工程在建设项目中的实施，并评估价值工程在优化可持续能源基础设施资产开发项目成本方面的效果。

5 结论与建议

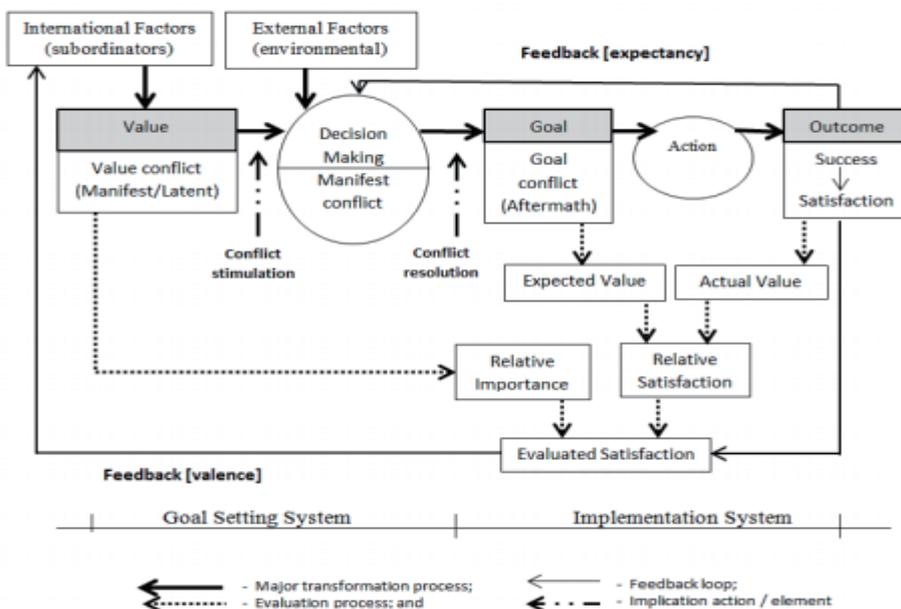


图2 价值工程的冲突模型

中国可持续建设项目的工程成本优化案例研究结果提供了宝贵的见解。这些见解包括成本优化策略的成功实施、对可持续性绩效的影响，以及确定影响可持续建设项目工程成本的关键因素。该研究对优化可持续建设项目工程成本的现有知识作出了重大贡献。通过进行详细的案例研究，对成本优化策略、可持续性绩效评估以及在中国实施可持续建筑实践所面临的挑战获得了新的见解和理解。这些贡献有助于可持续建筑领域知识的进步。尽管这项研究取得了有价值的发现，但必须承认其局限性。这些限制可能包括案例研究的具体背景、样本量或时间限制。此外，本节还重点介绍了未来研究的领域，例如探索额外的成本优化技术、调查可持续建筑的社会和经济影响以及解决中国建筑行业特有的具体挑战。根据研究结果，为优化中国可持续建设项目的工程成本提供了切实可行的建议。这些建议包括：1) 促进建筑师、工程师、承包商和供应商等利益相关者之间的协作和知识共享，以确定节省成本的机会和创新解决方案。2) 从项目规划的早期阶段就纳入可持续设计原则和实践，以优化资源效率并最大限度地减少浪费。3) 实施先进技术和数字工具，例如建筑信息模型（BIM），以改善项目协调、减少错误并加强成本控制。4) 通过使用关键绩效指标（KPI）和可持续性评估框架，持续监控和评估建设项目的可持续性绩效。5) 倡导促进可持续建筑实践的支持性政府政策和激励措施，例如绿色建筑认证的税收激励或可持续建筑研究和开发的资助计划。这些建议旨在指导中国建筑行业的从业者、政策制定者和利益相关者优化工程成本，同时促进可持续实践。

参考文献：

[1] 加油站改造项目施工过程中安全及质量管理探讨[J]. 牛程. 当代化工研究. 2022 (09).

[2] ElSahly, O.M., Ahmed, S., & Abdelfatah, A.S. (2023). Systematic Review of the Time-Cost Optimization Models in Construction Management. Sustainability.

[3] Hoseini, S.A., Fallahpour, A., Wong, K.Y., Mahdiyar, A., Saberi, M., & Durdyev, S. (2021). Sustainable Supplier Selection in Construction Industry through Hybrid Fuzzy-Based Approaches. Sustainability.

作者简介：

冯耀民，男，福州外语外贸学院，智能建造学院，21级工程造价专业。