

航天产品全生命周期成本管控研究

白 宏 周 杨

北京航天动力研究所 北京 100000

摘要：航天产品作为复杂高科技项目，在其整个生命周期内面临着巨大的成本压力，而合理管控成本对国家安全、经济、资源利用、可持续发展以及科学研究和探索等领域具有深远的影响。因此，深入研究航天产品的全生命周期成本管控问题至关重要。本文首先探讨了航天产品全生命周期成本管控的背景和重要性，随后，论文介绍了在成本管控过程中所面临的难点，最后，本文提出了一系列有效的成本管控措施，

关键词：航天产品；全生命周期；成本管控

引言

航天产品作为一项高度复杂的工程和技术领域，不仅代表了国家科技水平和国际竞争力，还承载着国家安全、国际地位、经济增长、资源有效利用、可持续发展以及科学研究和探索等多重重要使命。然而，航天产品的全生命周期成本管控一直以来都是一个备受关注的挑战，因为这些项目不仅需要巨额资金投入，还面临着复杂的技术问题、不确定性因素和高风险。有效的成本管

控对于确保项目的成功和可持续性至关重要。

1 航天产品全生命周期成本管控的重要性

生命周期成本管理是一项涵盖产品或项目的整个生命周期的综合管理方法。它旨在跟踪和管理与产品或项目相关的所有成本，从最早的规划和设计阶段，一直到开发、制造、测试、部署、维护和最终退役或废弃（如图一所示）。以下是对航天产品全生命周期成本管控的重要性介绍：

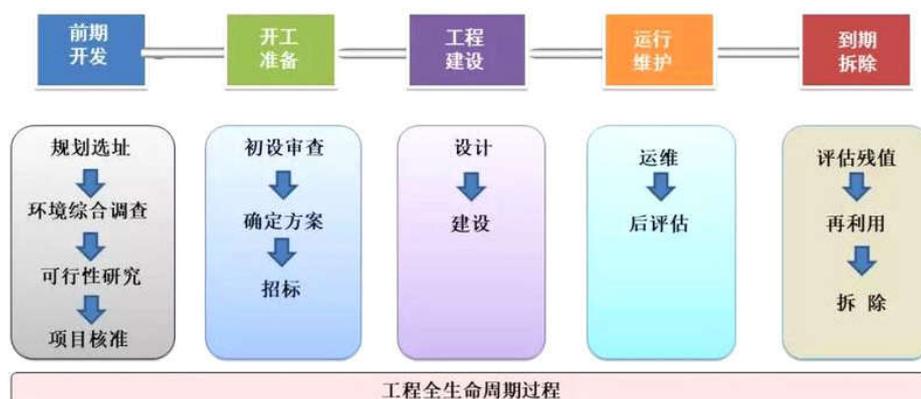


图1 生命周期过程

1.1 国家安全和国际地位

航天产品的全生命周期成本管控对国家安全和国际地位具有深远影响。在当今世界，太空已成为国际竞争的焦点，涉及到通信、情报、导航和军事目标的实现。国家依赖卫星网络、太空站等设施，以确保国家的安全。成本的控制至关重要，因为过高的成本可能导致项目无法如期完成，这将损害国家的国际地位，影响国际外交关系，甚至可能导致国际冲突。

1.2 经济影响

航天产品的开发和运营不仅关乎国家安全，还对经济产生深远的影响。航天项目需要大量资金投入，包括政府支出、私营企业的投资以及创新领域的资金。有效

的成本管控有助于确保资源的高效使用，减少浪费，促进经济增长^[1]。航天产业还创造了大量就业机会，推动了科技创新，对国家的经济健康和竞争力发挥着至关重要的作用。

1.3 资源有效利用

地球的资源是有限的，而航天产品的开发和运营需要大量资源，包括能源、原材料和人力资源。过高的项目成本可能会对资源供应链造成压力，甚至导致资源短缺。因此，全生命周期成本管控对于确保资源的有效利用至关重要。通过减少浪费和提高资源利用效率，我们可以更好地满足未来的需求，促进可持续发展。

1.4 可持续发展

可持续发展是当前全球社会的当务之急。航天产品的全生命周期成本管控可以有助于确保项目的可持续性。有效的管控可以降低环境影响,减少能源消耗,并采用可持续的设计和制造方法。通过减少碳足迹和环境负担,航天项目可以积极贡献于可持续发展目标的实现,确保我们的地球能够提供未来世代所需的资源。

1.5 科学研究和探索

航天产品不仅满足国家安全和商业需求,还在科学研究和探索方面发挥重要作用。太空探索为我们提供了深入了解宇宙的机会,推动了科学知识的不断扩展。全生命周期成本管控确保科学项目的可持续性,确保我们可以更深入、更广泛地探索宇宙,解开宇宙的奥秘,促进人类知识的进一步推进。

2 航天产品全生命周期成本管控的难点

2.1 不确定性因素

航天产品的全生命周期成本管控面对诸多不确定性因素,其中技术不确定性尤为显著。航天项目常常依赖前沿技术,而新技术的研发和应用会引入未知的风险和成本。由于科学和工程领域的不断发展,技术创新和突破是常态,但同时也伴随着不确定性,因为项目团队需要适应技术的不断演化^[2]。此外,天气、自然灾害、技术难题和人力资源问题等因素都可能影响项目的时间表和进度。市场和政策因素的不断变化也对成本造成重大影响。因此,成本管控团队必须持续关注和应对各种不确定性,以确保项目按计划进行。

2.2 复杂的供应链

航天产品的制造和运营牵涉到庞大而复杂的供应链网络,其中包括多个供应商、合作伙伴和承包商。这种复杂性使得成本管控变得更加具挑战性。不同供应链环节可能面临各自独特的成本挑战,如供应链延迟、原材料价格波动、质量控制等。协调供应链中的各个环节、确保材料和部件的可及性以及质量的控制,需要高度的管理和监督。供应链中的任何延迟或问题都可能对整个项目的成本产生不利影响,因此供应链管理成为成本管控的一大难点。

2.3 技术和性能平衡

在航天产品的开发中,技术和性能的平衡是一项复杂的任务。高度先进的技术和卓越的性能通常伴随着更高的成本。项目管理团队必须细致权衡项目的技术要求和性能期望,以确保在满足项目目标的同时控制成本^[3]。这需要不断的决策和调整,以适应项目的演进和需求的变化。因为技术和性能之间的平衡是动态的,所以管理团队必须不断调整项目的参数以适应技术和市场的变化,

以保持竞争力。

2.4 政府监管和审计要求

航天产品的开发和运营通常依赖政府资金和政府监管。政府对项目的审计和监管要求非常严格,以确保资金的合理使用和项目的合规性。这些要求增加了项目管理的复杂性,需要耗费大量的时间和资源来满足监管和审计要求。管理团队必须确保项目的成本和进展符合政府的要求,以避免潜在的法律和财务风险。

2.5 风险管理

航天产品的全生命周期中存在众多风险,包括技术风险、进度风险、市场风险和政治风险等。这些风险可能导致成本超支和项目延误。管理团队必须制定和执行有效的风险管理策略,以降低潜在风险对成本的影响。同时,风险管理也需要预留额外的资金,以应对意外情况,增加了成本管控的挑战性。风险的多样性和不可预测性使得风险管理成为项目管理的关键难点,需要不断的监测和应对风险的演化。

3 航天产品全生命周期成本管控的实施措施

3.1 全生命周期成本规划

全生命周期成本规划之所以是成本管控的基础,是因为它为项目的全程提供了清晰的蓝图,有助于预先识别和应对潜在的成本问题,降低后期成本超支和项目延误的风险。在实施全生命周期成本规划时,项目管理团队需要首先明确定义项目的目标、范围和需求。这涉及在项目启动阶段明确项目的愿景和目标,以确保所有相关利益相关者对项目的期望一致明晰。接下来,项目管理团队需要仔细估算项目的全生命周期成本,考虑不同阶段的成本,包括设计、制造、测试、运营和维护等^[4]。这个过程需要细致审查各个环节,估算所需的资源、材料和人力成本。同时,时间表也应该被合理规划,以确保项目的进度和资源分配是可行的。全生命周期成本规划还应包括风险评估,以识别可能导致成本增加的潜在问题。这有助于项目管理团队采取预防措施,降低风险^[6]。最后,全生命周期成本规划需要制定详细的成本控制计划,以确保项目的实际成本在预算范围内。这包括建立成本控制指标、监控和审计程序,以及变更管理策略。通过这一全面的规划,项目管理团队能够更好地掌握项目的方向,降低风险,确保成本的合理分配和控制。

3.2 成本控制指标

成本控制指标的实施是因为它们提供了对项目成本表现的及时、客观的评估,有助于保持成本在可接受范围内,防止成本超支,确保项目的财务可持续性。在实施成本控制指标时,项目管理团队需要首先明确项目的

成本预算和目标，这是评估成本表现的基准。接下来，团队需要选择适合项目的成本控制指标。这些指标可以包括成本绩效指数（CPI）、成本与进度绩效指数（CPI/SPI）等，它们通过比较实际成本与计划成本、实际进度与计划进度，帮助管理团队了解项目的成本和进度情况。同时，需要设定明确的标准或阈值，以确定何时需要采取纠正措施。对于成本控制指标的监控，团队需要定期收集和分析项目的成本和进度数据。这可以包括审查财务记录、监测资源使用情况，以及跟踪项目进度。一旦发现指标偏离预期，管理团队应迅速采取纠正措施，例如重新安排资源、削减成本或重新规划进度，以将项目重新纳入预算范围。

3.3 技术优化与创新

技术优化和创新在成本管控中至关重要，因为它们为项目提供了降低成本、提高效率和性能的机会。通过采用先进的技术、材料和方法，项目能够更有效地利用资源，减少浪费，并提高竞争力^[5]。首先，项目管理团队需要定期进行技术评估，以了解当前可用的最新技术和最佳实践。这可以涉及与领域内的专家和合作伙伴合作，参与行业研究和创新项目。通过这种方式，团队可以保持对前沿技术的了解，寻求新的方法来改进项目。其次，技术优化需要考虑项目的具体需求和目标。团队应根据项目的特点，确定哪些技术和方法最适合实施。这可以包括材料的选择，工程流程的改进，以及制造方法的创新。技术优化的目标是提高效率，减少资源消耗，并降低成本。最后，创新是关键因素，因为它可以引入全新的方法和思维方式。项目管理团队应鼓励团队成员提出创新性的想法，并寻求解决问题的新方法。这可以包括采用数字化技术、自动化流程、绿色技术和可持续方法，以提高项目的可持续性和竞争力。

3.4 供应链管理

实施供应链管理的重要性在于确保项目中的各种资源、材料和部件按计划供应，以满足项目的需求，同时降低成本、提高效率，减少风险。项目管理团队需要建立清晰的供应链战略和计划。这包括明确定义项目的需求、资源、材料、部件和时间表。团队还需要识别和选择适合的供应商和承包商，考虑到他们的能力、信誉和可靠性。要建立有效的供应链管理体系。这包括确保供应商和承包商的合同和协议明确，并包括交付时间、质量标准、价格和条款等关键信息。团队还应建立监控和报告机制，以跟踪供应链的绩效，包括交付准时性和质量。供应链风险管理是关键环节，项目管理团队需要识别潜在的风险，如供应商倒闭、交通问题、原材料短缺

等，并制定风险应对策略。这可以包括多源供应、库存管理、备用供应商协议等。风险管理有助于减少不确定性，确保项目的可持续性。此外，沟通和合作也是供应链管理的关键因素。项目管理团队应与供应商和承包商建立密切的合作关系，进行定期的沟通和协调。这有助于解决问题，协调交付，确保质量，同时提高供应链的整体效率。

3.5 质量管理

质量管理在成本管控中的重要性在于它有助于确保项目交付的成品符合质量标准，减少了维修、修复和重新制造的成本，同时提高了项目的可持续性和可接受性。项目管理团队需要明确定义质量标准和目标。这涉及确定产品的规格、性能和可接受的质量水平。团队还需要考虑项目的特点和客户需求，以确保质量标准满足项目的要求。制定质量管理计划。这包括确定检验和测试程序，以确保产品在各个阶段都符合质量标准。计划还应包括质量检查点和质量评估的时间表，以确保及时发现和纠正问题。质量管理还涉及培训和监督团队成员。团队成员需要了解质量标准和程序，并被教育如何正确执行检验和测试。监督团队成员的工作是确保他们遵守质量标准和程序，及时纠正问题，并确保产品的质量。建立反馈和改进机制。项目管理团队应建立反馈机制，以收集关于产品质量的信息和客户反馈。这有助于识别问题，改进质量管理计划，并提高产品质量^[6]。

3.6 绩效评估和审计

绩效评估和审计在成本管控中的实施是为了确保项目达到预期目标，成本控制的有效性以及财务合规性。这两个工具提供了项目管理团队和利益相关者对项目进行全面评估的机会。绩效评估的实施包括定期监测项目的进展情况，以确定是否满足预期的成本控制目标。这可以包括成本控制指标、进度完成情况、质量达成等方面的评估。团队需要收集和分析项目数据，与预期目标进行比较，并根据评估结果采取适当的行动，纠正问题，确保项目保持在预算范围内。审计是一个独立的、客观的过程，用于验证项目的财务合规性和项目管理的有效性。审计可以包括财务审计、项目管理审计和合规性审计。审计团队会审查项目的财务记录、合同和协议，以确保项目的资金使用合理并符合法规要求。此外，审计还可以审查项目管理的流程和决策，以确保项目管理的有效性。绩效评估和审计的结果提供了对项目的透明度，帮助管理团队和利益相关者了解项目的状态，以及采取必要的措施来改进项目。这有助于确保成本管控的合规性和有效性，降低风险，同时增强项目的

可持续性。

结束语

在未来，航天产品的全生命周期成本管控将继续成为国家战略中的一个重要组成部分。我们必须不断寻求创新，适应变化，确保项目的成功，并在国际竞争中占据有利地位。同时，我们也必须注重可持续发展和科学探索，将航天项目推向新的高度。在这个充满挑战的领域中，合作和智慧将是我们前进的动力。通过继续研究和不断改进，我们可以确保航天产品的全生命周期成本管控取得更大的成功，为国家和全人类的未来做出更大的贡献。

参考文献

[1]王学,刘茂林,李凌云等.浅谈当前航天产品科研生产

成本管控[J].北华航天工业学院学报,2022,32(02):21-23.

[2]张黎洋.作业成本法在航天军工企业中的应用初探[J].科技风,2022(02):154-156.

[3]杨巧.航天产品成本管控模式改进思路[J].财会学习,2019(17):93-94+97.

[4]丁志强,仵永亮,刘辉等.面向低成本制造的航天成本管控方案研究[J].科技创新导报,2019,16(07):17-19.

[5]许刘洋.航天产品全生命周期成本管控研究[D].中国科学院大学(中国科学院工程管理与信息技术学院),2018.

[6]王美清,秦海平.面向航天型号研制体系的质量成本管控[J].北京航空航天大学学报,2011,37(05):619-625.