

国际标准

CEI
IEC
300-3-3
第 1 版：1996-09

可靠性管理文献

第三部分：应用指南

第 3 节：寿命周期成本分析

(可靠性管理. 第3部分:应用指南. 第3节:寿命周期的成本
计算)

IEC 国际电技术委员会

目 录

前言	3
概述	5
1 适用范围.....	6
2 引用标准.....	6
3 定义	7
4 寿命周期成本概念.....	7
5 可靠性与 LCC 的关系.....	10
6 LCC 模型.....	14
7 寿命周期成本计算方法.....	19
8 不确定性与风险.....	24

国际电技术委员会
可靠性管理—第三部分：应用指南
第 3 节：寿命周期成本分析

前言

- 1) IEC（国际电技术委员会）是一个世界范围的标准化组织，包括了所有国家的电技术委员会（IEC 国家委员会）。IEC 的宗旨在于就电气与电子领域所涉及的一切与标准化相关的所有问题，促进国际间的合作。为达到该目的，并指导相关活动，IEC 出版了国际化标准，标准的前期准备工作委托了技术委员会，任何愿意参与该领域的国家 IEC 委员会均可以参加标准化的前期准备工作。与 IEC 有联系的国际间的、政府的和非政府的组织也可以参加前期准备工作。IEC 与国际标准化组织（ISO）紧密合作，以保证两个不同组织间确定的条件的一致性。
- 2) IEC 在进行技术事务方面的正式决定和批准意见时，在相关议题方面，将考虑代表相关国家委员会的每个技术委员会的请求，尽可能满足国际间的要求。
- 3) 所形成的文件采用国际间使用的推荐格式，并印刷成标准、技术报告和指导书格式。在此方面，得到了各国家委员会的采纳。
- 4) 为了促使国际间的一致性，IEC 国家委员会同意将 IEC 国际标准在各国家和地区标准的应用中，最大程度的透明化。在 IEC 标准和对应的国家或地区标准之间的任何分歧都将会清楚地标记出来。
- 5) IEC 不提供用来表示正式批准的带有标记的程序，因此，不能要求 IEC 对所声明的与其标准一致的任何设备负责。
- 6) 需要引起注意的是：本国际标准的某些章节可能涉及到专利权的问题。IEC 将不负责对此类专利权的鉴别。

本国际标准 IEC 300-3-3 由 IEC 技术委员会 56： 可靠性部起草。

本标准的文本基于下列文献：

FDIS	投票报告
56/500/FDIS	56/535/RVD

从上面的表格中，可以看到有关本标准投票通过的完整信息。

附录 A 仅表示相关资料。

概述

当今，客户对产品可靠性提出要求，期望在产品的使用寿命期内，能够安全运营，方便维修。对是否购买产品的决定不仅受到产品的初期成本（获得成本）的影响，同时考虑在整个产品寿命期（业主成本）内的运营成本和维修成本费用。为达到顾客的满意，供应商需要通过对购买成本和业主成本之间的优化，实现产品的高可靠和低成本的目标。理想的优化过程起于产品的初期，并延伸到产品整个寿命周期全过程所发生的费用。产品设计和制造的任何决策都会影响到产品的性能，安全性，可靠性，可维护性维护支持需求等，并最终决定了产品的价格和业主的成本。

寿命周期成本计算是经济分析的一个方法，用于对包括产品的采购成本和业主成本的产品总成本的评估。该分析对产品的设计、制造和使用对策的制定提供了主要的参考依据。产品供应商通过对备选方案的评估和折中分析，优化对产品的设计。并通过对多种运营和维护策略的评估（为用户），优化寿命周期成本（LCC）。寿命周期成本分析也可以有效地用来评估与指定活动相关的成本评估，例如：不同维护策略/方法情况时的效果，来覆盖产品的指定范围，或仅仅是寿命周期的（一个或多个）阶段。

寿命周期成本分析在产品早期设计阶段用来对基本的设计方法优化是最有效的。然而，该方法在寿命周期的后续阶段也应该使用，以便优化工程决策，促进资源的高效分配。

寿命周期成本方法的正式应用依赖于客户/合同的要求。然而，寿命周期成本分析为设计决策过程提供了非常有用的参考依据。因此，在可行的前提下，该方法应融入设计过程，以优化产品性能和成本费用。

1 适用范围

在标准 IEC 300-3 的本节中，对寿命周期的成本概念做了一般性的描述。尽管寿命周期成本包含了许多起作用的部分，在本标准中，则着重考虑与产品可靠性相关的部分。

本标准适用于客户（使用者）和供应商的一般应用。本标准解释了寿命周期成本的目标和评价，概要介绍了所涉及到的方法。同时确定了典型的寿命周期成本元素，以帮助项目和程序计划（制订）。

本标准提供了包括为进行寿命周期成本分析而进行的寿命周期成本模型建立通用指南。

2 引用标准

下列标准文献中包含了规定，经本文的引用，构成 IEC 300-3 的本部分规定。在本标准出版之时，这些版本是有效的。所有的标准文献都可以修订，并且鼓励单位对基于 IEC 60332 本部分的最新版本的下列的引用标准文献进行尝试。对于未过期的标准，需要使用标准文献的最新版本。IEC 和 ISO 成员维持当前有效国际标准的注册。

IEC 50 (191): 1990, 国际电技术词汇 (IEV) — 第 191 章: 服务的可靠性与质量

IEC 300-1/ISO 9000-4: 1993, 可靠性管理—第 1 部分: 可靠性管理程序

IEC 300-2: 1995, 可靠性管理—第二部分: 可靠性程序构成和目标

ISO 9004-1: 1994, 质量管理和质量系统构成—第 1 部分: 指南

ISO 8402: 1994, 质量管理和质量保证—词汇

3 定义

IEC 50 (191) 和 ISO 8402 标准中的术语和定义适用于 IEC 300-3 系列标准的本部分。此外，使用下列的术语和定义：

3.1 寿命周期：产品概念阶段和产品处置之间的时间间隔。

3.2 寿命周期成本（LCC）：产品寿命周期内的累积成本。

3.3 寿命周期成本计算：一种经济分析方法，用于对产品整个寿命周期或其中的特定阶段产品寿命周期成本的评估。

3.4 成本激励项：LCC 单元，对 LCC 有明显影响。

3.5 成本分布：用来说明产品在其寿命周期（或其中的某阶段）的成本分布的图形或表格表示。

3.6 寿命周期成本分解结构：对成本构成的规则分解，以获得产品的整个寿命周期成本。

4 寿命周期成本概念

4.1 寿命周期成本的计算目标

寿命周期成本计算的主要目标为在满足指定的性能指标，安全性，可靠性，可维护性和其他要求的前提下，对产品寿命周期成本进行评估和/或优化。其目的在于为产品寿命周期的所有阶段（尤其是早期阶段）的决策提供参考依据。寿命周期成本计算分析可以作为参考依据用于更多的决策场合，例如：

- 对可选择设计方案的评估和比较；
- 对项目/产品的经济寿命的评价；
- 成本驱动项的确定和有效成本的改进；
- 对产品使用、运营、试验、验收、维护等的可选择方案的评价和比较；
- 对产品替换、复原/寿命延伸或老化设备退役进行不同方案的评价和比较；
- 对产品开发/改进方面从竞争优势角度对可用投资的分配；
- 通过鉴定试验和折中的比较研究对产品保证期的评价；

— 长期的资金计划。

4.2 产品的寿命周期阶段和 LCC

在对寿命周期成本计算时，首先要对产品寿命周期有一个基本的了解，同时了解在这些不同阶段内所完成的各种活动。同样重要的是要了解这些活动与产品性能指标、安全性、可靠性、可维护性和其他特性及所形成的寿命周期成本之间的关系。

一个产品包含 6 个主要的寿命周期阶段（定义见 IEC 300-2）：

- a) 概念和定义阶段；
- b) 设计与研制阶段；
- c) 制造阶段；
- d) 安装阶段；
- e) 运营和维护阶段；
- f) 退役处置阶段。

在上述各阶段发生的总成本可划分为两大类，即：采购成本和业主成本。因此定义：

$$LCC = \text{成本}_{\text{采购}} + \text{成本}_{\text{业主}}$$

采购成本通常发生在前四个寿命周期阶段，与业主和供货商关联。业主成本发生在后三个阶段。虽然业主成本主要与产品使用者，即用户有关，但通过保证期条约和其他合同条款的使用，越来越成为供应商的关注。采购成本是显而易见的，在采购决策分析时容易评价。然而，业主成本，通常是 LCC 的主要构成部分，而且在多数情况下超过采购成本，不是直观的，同时难以预测。此类成本费用（包括与安全性、可靠性、可维护性、维护支持性相关的成本）的非直观性构成了早期设计阶段决策过程的不确定性和风险因素。

上述所确定的寿命周期的各阶段适用于新造产品，并非必须应用于已经成熟的产品。因此，在对寿命周期成本分析评估时，所考虑的产品寿命周期各阶段应该有明确的定义，以便确定在各个不同的寿命周期阶段确定各种相关的活动。

图 1 展示了产品的寿命周期各阶段，包括进行寿命周期成本分析研究所要致力于的部分内容。

寿命周期各阶段

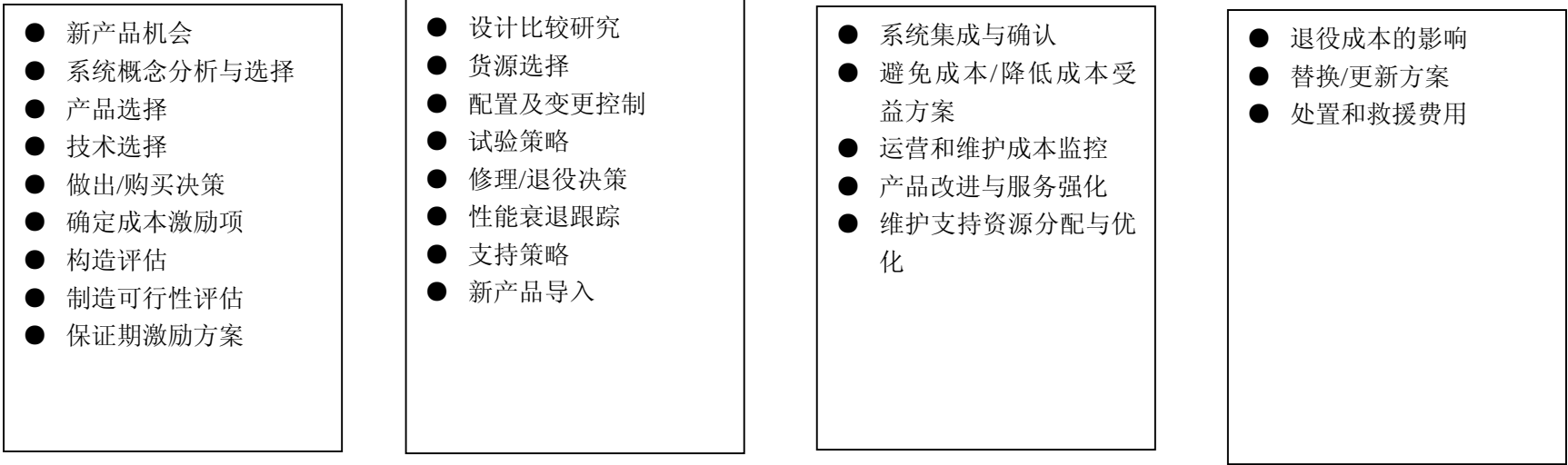
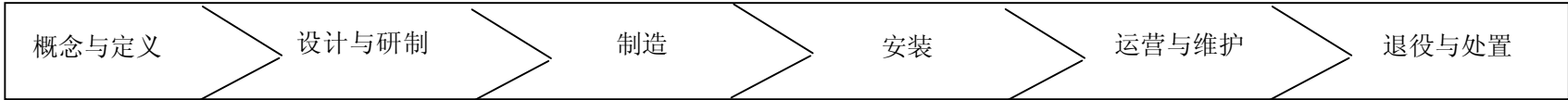


图 1 — LCC 应用举例

4.3 寿命周期成本的时间选择

产品寿命周期的成本分析可以在产品寿命周期的任何阶段或全部阶段进行，以为产品概念、设计、制造、安装、运营、维护 and 处置提供决策参考依据。然而，对采购成本和业主成本的早期确定可以使决策者在性能指标、可靠性、可维护性、维护支持性或其他目标与寿命周期成本之间有一个权衡。对产品寿命周期内的早期决策，与后期决策相比，对产品的 LCC 会产生更为巨大的影响。经验表明：在概念和定义阶段结束时，通过依据产品的特点、性能、可靠性、技术和支持资源，可以确定 LCC 的一半以上。在设计和研制阶段，确定更多的 LCC。产品定位于较为准确的硬件结构和软件配置，运营、维护和支持基本明确。这清楚地表明了 LCC 分析的时间对产品优化及相关成本来说是非常重要的。随着产品在其寿命周期内的进展，设计比较研究和选择将会越来越受到限制。

寿命周期成本分析可以应用于产品的整个寿命周期或寿命周期的一个阶段。在后一种情况下，尽管不具备进行 LCC 的优化，但可以获得全寿命成本的一个部分的预测。此类评估由于是将重点放在各个不同的备选方案之间成本差异，因此同样是十分有用的。寿命周期成本分析的周期应该处理以便适合特定的产品/项目，从而达到分析角度的最好结果。

5 可靠性与 LCC 的关系

5.1 概述

产品可靠性是一个集合术语，用以描述产品的可用性性能及其影响因素，如可靠性性能，可用性性能，维护支持性能。所有此类性能都会对 LCC 有极大的影响。较高的初期成本会提高产品的可靠性和/或可维护性，并由此改进可用性，形成较低的运营成本和维护成本。例如，通过采用高质量的部件或减少部件以获得低故障率和低维护成本，对运营阶段来说，是可以少花费的。

可靠性、可维护性以及其他可靠性管理因素应该是设计过程和 LCC 评估的整体部分。此类因素在进行产品技术规格准备时应该严格地评价，并贯穿于设计阶段以便优化产品的设计，使寿命周期成本达到最低。

与产品安全性、可靠性、可维护性、维护支持性相关的成本，此类成本并不

直观明显，但在寿命周期成本模型中需要计算，在适当条件下，可以包含下列因素：

- 不确定性成本（包括产品功能减少相关的成本）；
- 保证期成本和保证类型条约成本；
- 债务成本；

这些成本将在下面的子条款中给予进一步解释。

5.2 不可用性成本

产品的不可用性受到其可靠性、可维护性和维护支持资源的影响。产品会由于硬件故障、软件故障或人为因素，或者由于预防性维护（要求产品停用维修），变得不可用。与此类活动相关的有劳动力成本，材料成本和其他支持成本。不可用成本可以包括：

- 校正性维护成本；
- 预防性维护成本；
- 在产品不可用期间产品功能损失相关的成本；

后一项成本，有时又称为因果成本，在产品执行关键功能时，对产品功能损失的惩罚代价又较高时，十分关键。惩罚代价或者是用户由于产品故障影响其产品交货的收入的损失，或者是由于必须采取措施来补偿其产品输出的额外投入。在某些情况下，与产品功能相关的损失可能受到故障频率的较大影响（可靠性），而其他情况下，故障频率（可靠性）和修复时间（可维护性和维护支持）都会十分重要。与产品功能损失相关的影响成本的因素包括：

- a) 实际故障的类型、程度及修复时间差异，以及个别用户计划并满足的差异；
- b) 故障和停机发生的实际环境，尤其考虑用户对该产品输出的要求，以及所有其他对用户公开的资源；
- c) 使产品恢复正常工作的能力或其他因素；
- d) 由于产品的延迟，对使用者自己客户的影响或后果。

注释—不可用性成本也可以包括由于某种原因，造成的与公司形象和威望相关的损失或客户的流失。大多数情况下，这些损失难以评估。在有些情况下

则可以对其进行量化。例如，这些成本可以基于公开的活动成本，市场经营成本或保留客户的补偿成本。只要合适，都可以对这些成本进行计算。

产品的不可用性对其 LCC 有着极大的影响。因此，需要对产品的可用性性能进行优化，以获得最低的 LCC。这种介于可用性（可靠性，可维护性和支持性）与 LCC 之间的关系可以用图 2 的简单形式给予表示。从该图可以看出，随着可靠性的增加，（在其他因素保持不变时），采购成本将大幅增加，而维护成本和支持成本则下降。当由于可靠性的提高采购成本增加到维护与支持成本，及后续成本的下降相等时，LCC 达到最小值。在一定的点位，获得对应最小寿命周期成本的最佳产品可靠性。

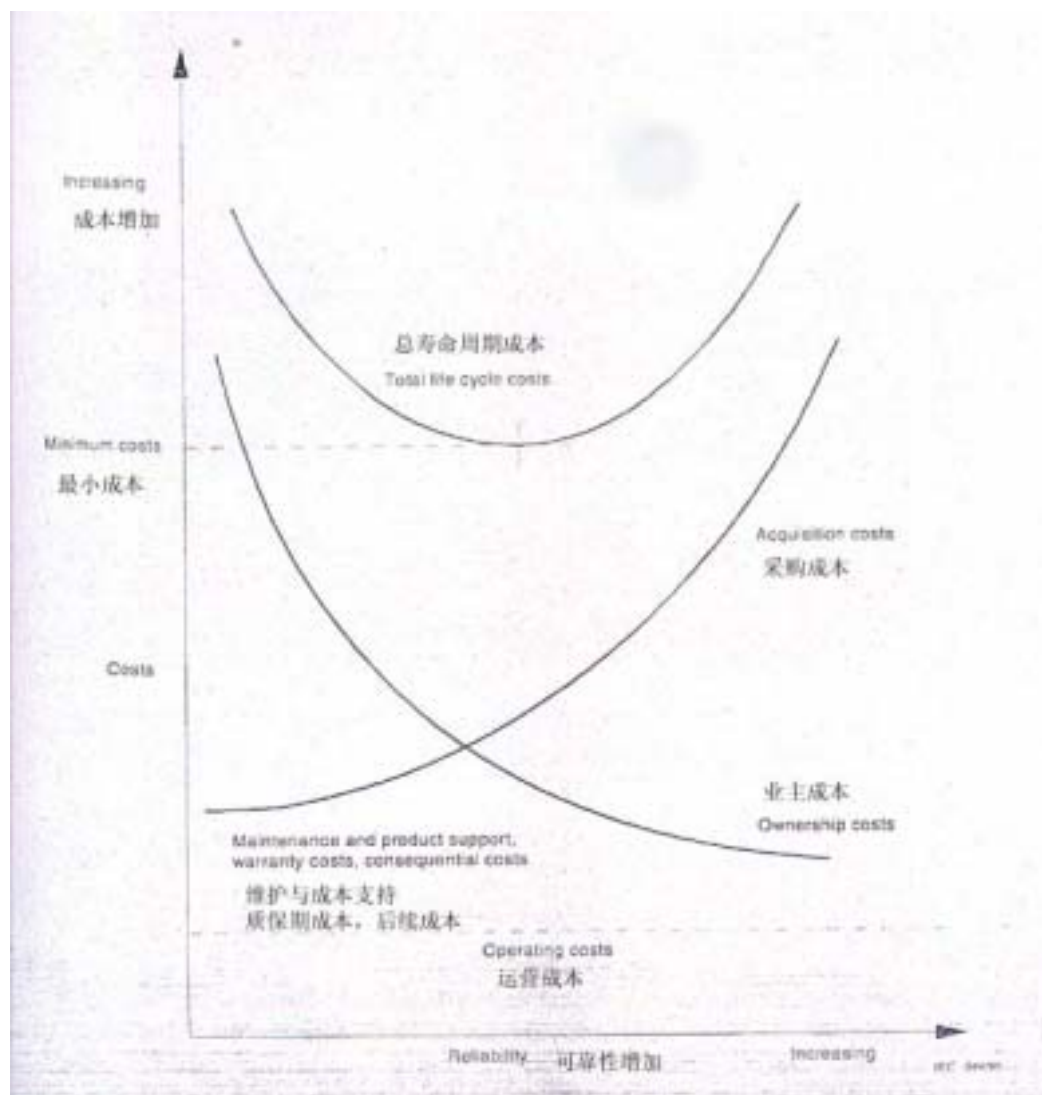


图 2 — 可靠性和寿命周期成本之间的简化关系

5.3 保证期成本

保证期保护客户，免费享受产品故障校正处理服务，尤其是在产品运营的早期阶段。保证期的成本通常由供应商承担，取决于产品的可靠性、可维护性、和维护支持特性。供应商可以在设计和研制阶段、制造阶段对此类特性进行控制，从而影响到保证期成本。

保证期通常适用于一定的时间限定周期，并具有一定的前提条件。保证期很少包括由于客户造成的产品不可用性的损失（即连带损失）。

保证期可以通过服务合同给予补充和替换，说明供应商固定时间周期内的，除客户制定的安排之外，所有的预防性维修和校正性维修，其时间周期可以延长到整个产品寿命周期的任何阶段。在后一种前提下，寿命周期的成本的主要部分由供应商承担，这样，出于自身利益最大化的考虑，就会激励供应商将可靠性和可维护性的最佳化应用到其产品种，也许是以较高的采购成本。

5.4 债务成本

由于产品故障及产品的有害影响造成的责任成本需要考虑作为 LCC 的一个部分。当产品具有潜在的对人类和/或对环境产生较大的损害时，尤其显得重要。对于新开发的产品，其涉及的风险不完全明显和/或不能完全理解，其责任成本也是非常重要的。这些产品通常是难以量化的。在必要时，可以使用风险分析的方法，结合过去的经验和专家的判断，对此类成本进行评估。

6 LCC 模型

6.1 概述

LCC 模型与其他模型一样，是现实世界的简化表示。LCC 模型摘录产品的突出的特征特点，采用成本数字的形式表示。为保证模型的实用性，要求：

- a) 表示待分析产品的特性，包括其潜在的应用环境，维护理念，运营和维护支持策略，以及所有相关的条件和限制；
- b) 广泛而全面的，以便包括并突出所有与 LCC 相关的因素；
- c) 简单且容易理解；便于及时用于决策，并进一步进行刷新和完善；
- d) 设计方式应具有独立对 LCC 特定构成元素进行评估；

简单的 LCC 模型基本上是一个计算的结构，该结构包括了术语和/或因素，允许对构成 LCC 的每个寿命单元相关的成本进行评估。

在有些情况下，需要为研究的对象专门地建立模型；而在另一些情况下，可以使用普通的商业模型。每个 LCC 模型都有其自身的灵活性和应用的范围。为了保证模型的使用精度，相关的应用条件和内容的知识是十分重要的。在选择模型之前，应该先确定需要的信息量，以及使用该模型所期望获得的结果。需要熟悉模型信息的人来进行评估，以确定所有寿命成本因素、经验公式、构成元素、模型中的其他限制条件和变量的可用性（见 6.3）。因此，在使用现存的 LCC 模型前，应该对所考虑的寿命周期成本分析进行验证。为此，已知例子中的成本因素和其他参数，需要和运营策略一起，用来评估模型所能够提供现实的程度。

许多产品的设计拥有极其长的寿命，例如建筑物。对此类产品，在产品的寿命周期时间间隔内，要发生大量的成本项，与之相关的技术也需要在模型中得到考虑。

6.2 LCC 分解为成本构成单元

为了估算整个寿命周期成本，需要把整个 LCC 分解为其成本构成部分单元。这些成本单元应该单独地确定，以便清楚地定义与估算。对构成单元的确定以及其对应的应用范围应该以 LCC 研究的目的和适用范围为基础。

用于确定要求的成本构成单元常用的一个途径涉及把产品分解为更低级合同（工作分解结构），成本类别和寿命周期阶段。使用图 3 可以将该方法很好地利用三维图的表达。该矩阵包括产品下列方面：

- 把产品分解为更低级别的合同（即产品/工作分解结构）；
- 在寿命周期内执行工作/活动的时间（即寿命周期的各阶段）；
- 可用资源的成本类别如劳动力，材料，燃料/能量，管理费，运输/旅行，等（即成本类别）；

这种方法的优点是系统性和整齐性，从而对所涉及的所有成本构成单元给出高的可信度。

附录 A 确定了需要致力的典型的成本活动。

对与 LCC 构成元素相关的成本可以进一步在重复成本和非重复成本之间定位，使所有重复成本和所有非重复成本之和等于 LCC。LCC 的构成单元也可以

依据固定成本和变动成本估算。例如，变动成本随产品制造的批量数与投入运营的批量数而变化。

为激励控制和制定决策，支持寿命周期成本分析，需要采集成本信息资料，同时提供与 LCC 规定的分解结构一致的报告。为了用做经验反馈资源，需要建立并维护数据基础，以便获得前人在 LCC 研究的成果。

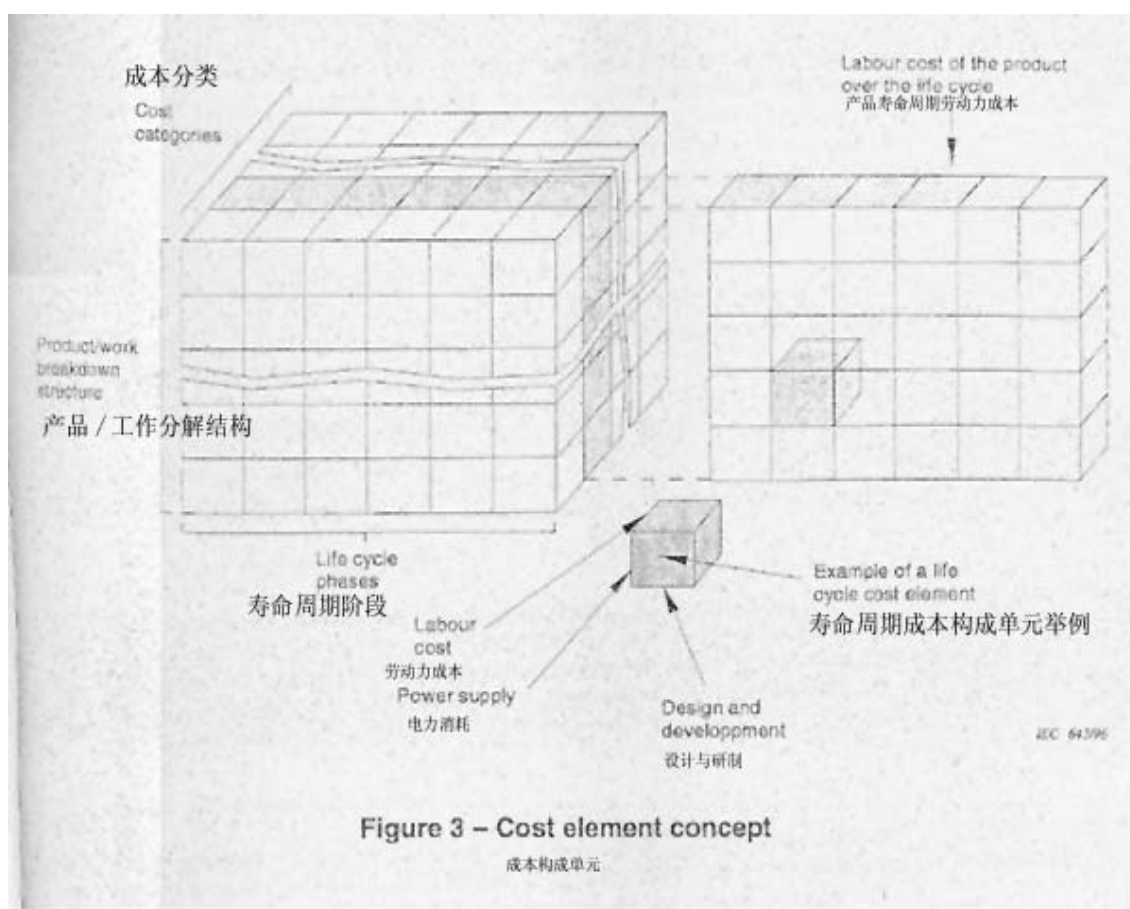


图 3、成本构成单元

6.3 成本构成单元估算方法

成本估算关系（CERs）用于对与 LCC 分解结构相关的单一的构成单元成本进行估算。CERs 可以用分析模型确定，也可以“凭经验”确定。其中包含了描述资源消耗的变量，反映价格的参数，变换系数，各种成本分类与成本形成活动/任务相关的经验关系。这些关系包括了简单的平均、百分比以及通过利用统计分析得到的复杂的方程，将成本（因变量）与产品的物理特性相联系，此类特性

如：性能指标、可靠性、可维护性等。

一般来说，通常采用三种方法来估计成本或建立 CER。分别是：

- 工程成本方法；
- 类比成本方法；
- 变量成本方法

6.3.1 工程成本方法

该方法对特定的成本构成单元，通过对产品部件或产品的构成部分进行逐个的调查，直接对特定的成本构成单元进行评估。该方法采用已建立的标准化成本系数，例如严格的工程和制造估算来建立 CERs。过去的可用的估算值需要通过使用每年折扣或增大系数更新到现值（见 6.4）。

6.3.2 类比成本方法

该方法对成本的估算基于过去类似产品或技术的经验。该方法使用可靠性信息系统的历史数据，通过校正反映成本增大和技术进步的效果。

6.3.3 变量成本方法

该方法使用特征变量建立 CERs，通常为方程的形式。CERs 中的参数反映了从一个系统单位到另一个系统单位的转换系数。可以是价格，也可以是来自经验的比率。价格方面，如每个劳动力成本，将人小时转化为成本。经验比率的例子，如特定构成单元每个故障维护人小时个数，可以采用统计结果的平均值。

变量成本方法的 CER 中变量通常具有消耗资源并产生成本费用的特点。该变量可以是物质量也可以是性能指标量，如故障率，单位项目或构成单元预防性维护的人小数需求数。

CER 方程反映了分析者对成本产生的方式的评估。一般情况下，当不能建立详细的理论或分析关系时，可以使用采用统计方法，如回归分析方法导出的关系。

6.4 折扣、通货膨胀和税款的影响

6.4.1 概述

许多因素的存在使 LCC 的分析复杂；例如，资金的实际价值不停地变化，因此需要考虑诸如机会成本、通货膨胀和税款的因素。

6.4.2 至 6.4.5 介绍了这些因素的影响,简要说明了考虑此类因素影响的方法。

6.4.2 折扣

资金的价值是不固定的。例如,今天的 1 美元价值高于 10 年后的 1 美元价值。同样地,1 美元 10 年后的现在值低于当前 1 美元价值。折扣是一个考虑改变资金价值的方法。由于 LCC 分析考虑将来所发生的成本费用,因此必须要把所有的收入和支出折扣到特定时间点。该时间点可以是现在,也可以是将来。该方法允许对各种可选择方案的寿命周期成本进行直接比较。

折扣计算最常用的方法是采用净现值计算方法 (NPV)

$$NPV = \sum_{N=0}^T C_n (1+X)^{-n}$$

这里

NPV 为将来现金流量的净现值;

C_n 为第 n 年名义现金流量;

N 寿命周期成本计算期的特定年;

X 折扣率;

T 所考虑的时间周期长度,单位:年

6.4.3 扩大

扩大考虑了随时间的价格值的变化,假定第 i 年的扩大率为 E_i ,确定 n 年的扩大系数(EF)的通用公式为:

$$EF = (1+E_1) \times (1+E_2) \times (1+E_3) \cdots (1+E_n)$$

在进行计算的过程中,对于大多数工程和经济教材中,可以采用标准的折扣和放大系数表。

6.4.4 机会成本

为了改善产品,通常需要在寿命周期的早期提供附加的资源。这样,为提高可靠性和相关的特性,必须提供附加资源,例如样车和试验设备,尤其在项目寿命周期的早期阶段。然而,重要的是,需要明白,至少在理论上这些资源代表了可以回报的资金。通过提高可靠性失去了获得回报的机会。失去的回报成为失去了机会。LCC 的分析在考虑提高可靠性收益时,需要考虑失去的机会成本。

6.4.5 通货膨胀

由于对通货膨胀精确预测的困难，在 LCC 分析时通常考虑作为“固定价格”。然而，有时候，例如对较短寿命周期，可以在 LCC 分析中包括包括通货膨胀率的预测和认可。

重要的时，要保证同时考虑所有的寿命成本构成单元及其相关的影响，同时要保证只考虑一次，以避免“重复计算”。

6.4.6 税款

税款和津贴会影响到相对的价格。但由于这种或那种原因，包含此类项目的市场价格不能反映机会成本或收益。

在 LCC 的研究过程中，市场价格由于税款的调整只有当此类调整形成较大差异时才给予考虑。

7 寿命周期成本计算方法

7.1 概述

寿命周期成本（LCC）分析是确定和评估产品在其寿命周期内与采购成本和业主成本相关成本的方法。为了获得可以有效并正确使用效果，LCC 的分析应该采用结构化和良好文献化方式使用下列步骤进行：

- a) LCC 分析计划（包括问题定义和分析目标）；
- b) LCC 模型建立；
- c) LCC 模型分析
- d) LCC 分析文献化；
- e) LCC 分析结果的评价；
- f) LCC 分析结果的更新。

如果在任何阶段表示需要对前期阶段完成的工作重新进行或调整，上述步骤可以重复地进行，在每个阶段所做的假定都应该严格地形成文件，以进行重复工作，并帮助对结果的解释。

LCC 分析是一项包含多学科的活动。分析者应该熟悉哲学，这是构成 LCC 的基础（包括典型的成本构成单元，成本数据资源和金融原理），同时需要对与

成本估计相关的不确定性的评估方法具有清醒的认识。根据分析范围的不同，通过熟悉产品寿命周期各阶段的人员获得成本参考因素，这点也非常重要。此类人员可以包括供应商和业主代表。

7.2 LCC 分析计划

LCC 的分析应该起源于计划的建立，用于确定分析的目标和范围。该计划应该着重考虑下列因素：

- a) 依据分析者需要提供的结果以及结果需要用于支持的决策来定义分析的目标，典型的目标有：
 - 1) 进行产品 LCC 分析的决心，以保证支持计划、合同、预算或类似需要的进行；
 - 2) 对产品 LCC 活动可选择进程活动的影响（如设计思路，产品的采购或支持政策或可供选择的技术）；或
 - 3) 对成本构成单元的确定，它们组成了产品 LCC 的成本驱动项，以便定焦于设计、研制、采购或产品的支持。
- b) 依据被研究产品，考虑的时间周期（寿命周期阶段），使用环境，所采用的运营和维护支持策略来描绘分析的范围；
- c) 确定潜在的条件，假定，限制和界限（如最小产品性能或可用性要求，或最大投资成本限制等），这些因素会限制被评估的接受方案的范围；
- d) 确定待评估活动的备选进程（如果构成分析目标时）。如果新的选择方案确定，或者现存方案超出问题的限定范围时可以重新定义提出的备选清单。
- e) 对需要的资源进行评估，提供分析报告计划，保证 LCC 分析结果可以用于支持需要的决策过程。

为了便于为后续的工作提供中心焦点，在进行 LCC 分析过程的初期，就需要把分析过程形成文献。分析计划需要由分析结果的潜在用户进行评价，从供应商和业主两个方面，以保证准确而清楚地理解了他们的需要。

7.3 LCC 模型的建立

具有足够信息并满足分析目标的 LCC 模型，应该按照下列步骤建立：

- a) 建立或采纳成本分解结构 (CBS)，确定所有形成成本费用的所有相关寿命周期阶段的相关成本类目。成本类目应该分解为更小的构成部分 (活动，子活动等)，直到 CBS 达到要求的级别，这样，对每个成本构成单元，都可以容易地估计出成本。在可用的情况下，现有的成本分解结构可以为 LCC 分解结构的研究奠定良好的开始 (见 6.2 节)。
- b) 确定对所考虑产品 LCC 不具备大的影响的成本构成单元：这些成本单元在进行深入研究时可以忽略不计。同样，在进行可选择活动进程的比较研究时，要确定不随选择方案变化而变化的成本构成单元；这些构成单元由于其具有类似的对所有方案产生相同影响的效果可以忽略不予考虑。
- c) 选择一个 (或多个) 方法，估算模型中含有的与每个成本构成单元相关的成本 (见 6.3)。
- d) 确定进行评估需要的数据，确定可能的资源；
- e) 确定可能与每个成本构成单元估算相关的不确定性；
- f) 将单一的成本构成集中为一个统一的 LCC 模型，提供需要的 LCC 结果满足分析目标，如系统级 (或更低级别，如果需要的化) 的 LCC 数字和/或随时间变化的 LCC 数字。在模型中应考虑资金的时间价值。
- g) 对 LCC 模型进行评价，保证模型能够准确地反映分析的目标。保证包括所有的成本构成单元，保证构成单元能够正确地累计为更高级别的总和，保证资金的时间价值能够得到正确的反映。

包含各种假定的 LCC 模型应该形成文献，以指导和支持后续阶段的分析。

7.4 LCC 模型分析

LCC 模型包含 LCC 模型结果的产生和分析，应包括下列步骤：

- a) 对 LCC 模型中所有的基本成本构成单元获得数据并建立成本估算；
- b) 可能的化，用可用的历史数据对 LCC 模型进行校验；
- c) 通过分析计划中定义的运营和支持策略的每个相关组合，获得 LCC 模型结果；

- d) 通过对 LCC 模型的参考依据和结果的检查，确定成本激励项，以确定对产品 LCC 最有影响的成本构成单元；
- e) 对所研究的可选择方案之间的差异进行量化（如在性能指标方面，可用性方面或相关限制方面），除非在 LCC 模型结果中直接反映了此类差异（例如，通过对不可用性的成本的估算）；
- f) 依据合理的分组方式（例如固定或可变变量，可重复与不可重复成本，采购与业主成本，直接或间接成本），对 LCC 模型的输出进行分类和汇总；该分组方式常与分析结果的用户相关。
- g) 进行敏感性分析以检查假定条件和成本构成单元不确定性对 LCC 模型的影响。尤其要注意的是成本驱动项目，与产品使用相关的假定，与资金时间价值相关的假定。
- h) 依据分析计划目标对 LCC 结果进行评价，要保证所有的目标都已经达到，保证提供了支持决策的足够信息。如果没有满足目标，需要对 LCC 进行附加的评估和/或调整。

LCC 的分析（包括所有的假设条件）都应该形成文献，以保证在必要时由其他评估人员验证并容易地重复得到的结果。

7.5 LCC 分析文献化

LCC 的分析结果应该以报告的形式形成文献，以便让使用者能够清楚地理解 LCC 分析的成果和含义，包括与结果相关的限制条件和不确定性。该报告应包括下列内容：

- a) 执行汇总 — 分析的目标、结果、结论和推荐的简要描述。本汇总内容旨在为决策制定者、用户或其他感兴趣的团体提供总体的分析综述；
- b) 目标和范围 — 分析目标、产品描述的陈述，包括潜在的产品使用环境的定义，运营和支持策略，假定和限制条件，分析过程中要考虑的活动的备选方案等；如 7.2 节所描述（由于在 LCC 分析计划中含有该信息，该计划可以作为参考文献出现）；
- c) LCC 模型的描述 — 对 LCC 模型的汇总，包括相关的假定，LCC 分解结构的描述，成本构成项目的解释和成本构成项目的估算方法，

以及成本构成项目的集合方法的描述（包括资金时间价值的计算方法），如 7.3 节所讨论；

- d) LCC 模型分析 — LCC 模型结果的介绍, 包括成本驱动项目的确定, 敏感性分析结果, 来自其他相关分析活动的结果, 如 7.4 节所讨论;
- e) 讨论 — 对分析结果的全面讨论和解释, 包含与结果相关的不确定性, 有助于决策制定者和/或使用者在理解和使用结果过程中的其他任何相关的出版文献;
- f) 结论和建议 — 与分析目标相关的结论的介绍, 与基于分析结果决策相关的建议清单, 同时确定分析的进一步工作或改进的需要。

7.6 LCC 结果的评价

要求采用正式的分析评价方法, 以确认在报告中所提出的结果、结论和建议的正确性和完整性。如果存在此类要求, 那么, 评价应该由非原来进行分析的其他人完成, 下列内容应着重考虑进行:

- a) 分析目标和范围的评价, 以保证它们得到了合适的陈述和解释;
- b) 模型的评价 (包括成本构成定义和假定条件), 以保证模型对分析目标的适用性;
- c) 模型评估的评价, 以保证精确建立了参考依据, 模型得到了正确的使用, 结果得到了正确的评估和讨论 (包括敏感性分析结果), 并获得了分析的目标;
- d) 在分析过程中的所有假定条件的评定, 以保证其合理性, 并充分地形成文献。

7.7 分析的更新

在许多寿命周期成本计算研究中, 保持 LCC 模型的最近性时非常有利的, 这样 LCC 模型可以在产品的全寿命周期中行之有效。例如, 基于更多信息对 LCC 分析结果 (初期基于初步的或估算的数据) 的刷新以便模型可以在产品寿命周期的后期使用人们所希望的。维持并刷新 LCC 模型会随着附加信息源的增加, 模型中假定条件的变更, 涉及到 LCC 分解结构的调整, 成本估算方法的改变。

更新的 LCC 应该形成文献, 并在与原稿同样地得到评价。

8 不确定性与风险

LCC 基本上是一个量化的方法，反映对采购成本和业主成本在产品寿命周期内成本估算。正如本标准中所强调，寿命周期分析结果的可信度取决于相关信息的可用性、相关信息的使用、在 LCC 模型中的假定条件（关于产品和未来）以及分析过程中所使用的输入数据。

对于有些项目，例如在项目的初期缺少信息，新技术/产品的引入期，使用乐观估算（为了说明项目是合理的），采用难以做到的方案，具有不可预测结果的长周期研究和研制过程项目；不合适的乐观或悲观等，都属于不确定性和风险。诸如预测的通货膨胀率，劳动力，材料和管理费用成本等因素，要在未来的较长周期发生，也会引起 LCC 分析结果的显著不确定性。这样，由于使用了不正确的模型，不准确的数据，或者对主要成本费用项目的忽略不予考虑都会产生错误的结论，制定出错误的决策。

由于许多与决策相关的重要因素不能依据成本进行量化，从而进一步混合了不确定性和风险。对此类因素的考虑，应该采用基于经验的判断。此类价值判断通常为定性的。在实际使用过程中，基于产品寿命周期的决策制定通常涉及到量化分析和定性分析的混合。量化分析提供基本的参考基础，而定性的评估则对建议和决策提供进一步的支持。

为了降低量化分析评估所设计的风险，需要进行敏感性分析，需要进行敏感性分析，主要考虑成本驱动项目和其他重要变量参数潜在取值。此类敏感性研究的结果应该详细地评估，并提供可能的寿命周期计算分析的变化范围。分析确认程度应该与分析结果和决策值影响的严重性相适应。例如，对于与成本关系强烈的支持决策，寿命周期分析要求得到有经验的中立专业人士确认。

将所涉及的特定风险与寿命周期成本分析结果确认的可能范围引起决策制定者的重视，这一点非常重要。

附录 A（非标准） 典型成本产生活动

A.1 概述

寿命周期每个阶段都包含由影响该阶段成本的活动。本附录列举了一些其成本费用应该确定的每个阶段的典型活动。对于附加的活动的成本，在分析进行的适当时候也应该确定。

A.2 产品寿命周期各阶段的典型成本费用

A.2.1 概念和定义阶段

概念和定义阶段的成本归因于保证所考虑产品的可行性所进行的各种活动。典型成本项包括：

- a) 市场研究；
- b) 项目管理；
- c) 系统概念和设计分析；
- d) 要求规格产品的准备；

A.2.2 设计与研制阶段

设计和研制成本归因于满足产品规格要求，并提供依从性证据。典型的此类成本包括：

- a) 项目管理；
- b) 系统与工程设计，包括可靠性、可维护性和环境保护活动；
- c) 设计文献；
- d) 样品制造；
- e) 软件开发；
- f) 试验与评估；
- g) 生产工程与计划；
- h) 代理商选择；
- i) 示范与确认；
- j) 质量管理。

A.2.3 制造与安装

制造与安装成本归因于制造所需要的产品的数量,或者持续地提供规定的服务。本阶段的活动(成本)可对所提供的服务或产品再分为非重复项和重复项。典型的此类成本有:

a) 非重复类:

- 1) 工业工厂和操作分析;
- 2) 设施的建造;
- 3) 生产加工与检验设备;
- 4) 专用支持(工具)与试验设备;
- 5) 初期备件与修理备件;
- 6) 初期培训;
- 7) 文献;
- 8) 软件;
- 9) 检验(资格检验)

b) 重复类:

- 1) 生产管理与工程;
- 2) 设备维护;
- 3) 制造(劳动力、材料,等);
- 4) 质量控制与检查;
- 5) 装配、安装与检查;
- 6) 包装、储存、发货与运输;
- 7) 运营培训

A.2.4 运营与维护

系统的运营、维护、后期支持保障以及支持保障设备的成本费用发生在系统/产品所期望的整个寿命。典型的此类成本包括:

a) 运营成本:

- 1) 劳动力/培训;
- 2) 材料和消耗材料;
- 3) 能源;
- 4) 设备和设施;

- 5) 工程修改;
- 6) 新的软件使用。
- b) 维护成本:
 - 1) 劳动力/培训;
 - 2) 设施;
 - 3) 承包人的服务;
 - 4) 软件维护。
- c) 供应保证成本
 - 1) 劳动力/培训;
 - 2) 备品备件和维修材料;
 - 3) 仓储设施;
 - 4) 包装、发货与运输;

A.2.5 处置费用

本类成本费用包括将早期产品退役成本或早期产品的最后处置成本。在某些服务性工业，例如化学和核工业，产品的处置成本会成为重要的成本因素，而且会招致不良后果。

典型的产品处置成本包括：

- a) 系统的停工;
- b) 拆卸和撤离;
- c) 重复利用或安全处置。

A.3 成本构成元素解释

成本项为：

- **项目管理：**为完成整个项目目标在寿命周期内所有阶段用于管理功能的成本费用。此类活动的例子有配置管理、质量管理、成本/时间表管理、数据管理、合同管理、联络管理以及产品支持管理。
- **工程：**与设计及研制功能活动相关的直接劳动力、材料、一般管理费、其他直接费用；包括产品工程化和集成费用，设计工程化费用和设计支持费用。
- **可生产工程与计划：**在生产进行前，为保证产品及时而经济地可生产性

所需要的计划和工程相关的成本费用。它包括用来研究产品可生产性及生产过程研制所需的成本费用项目。当合同、设计或生产过程变更时会导致这些成本项目发生。

- **制造：**与材料采购与处理、用于支持生产的加工设备及实验设备、制造、装配、集成及检验相关的劳动力、材料和一般管理费等直接成本费用。
 - **设备：**用于工厂建造、维护及现代化、生产加工的成本费用。
 - **专用工具及检验设备：**，用于维护及处理产品任何部分或整个产品所需要的标准设备、专用设备和工具成本。
 - **初期培训：**用来保证当产品抵达现场时有合适的受训人员可以操作及维护产品正常运营所引起的成本费用，包括教师的培训费用。
 - **消耗材料：**在产品运营过程中消耗的材料成本。例如纸张、润滑剂、燃料、清洗材料等。
 - **合同服务：**由个别合同人提供的、用于援助、建议、指导、培训、运营和维护成本费用。
-