



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24051—2020/ISO 14051:2011

---

## 环境管理 物质流成本核算 通用框架

Environmental management—Material flow cost accounting—General framework

(ISO 14051:2011, IDT)

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



## 目 次

前言 .....	Ⅲ
引言 .....	Ⅳ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 物质流成本核算(MFCA)的目的和原则 .....	3
4.1 目的 .....	3
4.2 原则 .....	3
5 物质流成本核算(MFCA)的基本要素 .....	4
5.1 量化中心 .....	4
5.2 物料平衡 .....	4
5.3 成本计算 .....	5
5.4 物质流模型 .....	6
6 物质流成本核算(MFCA)的实施步骤 .....	7
6.1 概述 .....	7
6.2 管理者参与 .....	8
6.3 确定必要的专业知识 .....	8
6.4 明确边界和时间区间 .....	9
6.5 确定量化中心 .....	9
6.6 识别每一量化中心的输入和输出 .....	9
6.7 以物理单位量化物质流 .....	9
6.8 以货币单位量化物质流 .....	9
6.9 物质流成本核算(MFCA)数据汇总和解释 .....	10
6.10 物质流成本核算(MFCA)结果交流 .....	11
6.11 识别和评价改进机会 .....	11
附录 A (资料性附录) 物质流成本核算(MFCA)与传统成本会计的区别 .....	12
附录 B (资料性附录) 物质流成本核算(MFCA)的成本计算和分配 .....	14
附录 C (资料性附录) 物质流成本核算(MFCA)案例 .....	20
参考文献 .....	31





## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 14051:2011《环境管理 物质流成本核算 通用框架》。

本标准由全国环境管理标准化技术委员会(SAC/TC 207)提出并归口。

本标准起草单位:中国标准化研究院、北京创源信诚管理体系认证有限公司、方圆标志认证集团有限公司、北京印钞有限公司、海天水务集团股份公司、浙江中新毛纺织有限公司。

本标准主要起草人:黄进、喻民军、杨振强、张晓昕、刘义龙、潘志成、邱洪丰。

库七七 www.kqzw.com 提供

## 引 言

本标准的目的是为物质流成本核算(MFCA)提供通用框架。MFCA 是一种管理工具,能够帮助组织更好地理解物料和能源使用中潜在的环境和经济效益,并通过改变操作方式来寻求改进环境和财务的机遇。

MFCA 通过建立一套物质流模型,追踪并以物理单位的形式量化一个组织内的物料转移和储存,以提升物料和能源使用的透明度。在 MFCA 中可以把能源归为物料之一,也可以分开量化。对于任何由物质流和能源使用产生的,和(或)与之有关的成本都予以量化和归因。MFCA 特别强调产品相关的成本和物料损失(例如:废物、废气、废水等)相关的成本的对比。

许多组织未能充分地意识到实际存在的全部物料损失成本,因为物料损失和相关成本的数据往往难以从常规信息、传统会计和环境管理体系中获取。然而,如果通过 MFCA 获得了这些数据,它们就可以被用来寻求减少物料使用和(或)物料损失的机遇,提高物料和能源的利用效率,降低不利的环境影响及相关成本。

MFCA 可应用于所有使用物料和能源的工业领域,包括采掘业、制造业、服务业及其他工业。任何类型和规模的组织都可以运用 MFCA,无论该组织是否实施了环境管理体系,也无论其是处在新兴经济体内还是工业国家中。MFCA 是环境管理核算的主要工具之一,最初是为应用于单一设施或组织而设计的。但是,MFCA 也可以扩展到一个供应链内的多个组织,帮助他们开发一个能更有效地利用物料和能源的整合方案。

本标准提供了:

- 通用术语;
- 目的和原则;
- 基本要素;
- 实施步骤。

此外,附录阐述了一些 MFCA 与传统成本会计、成本评估方法的区别,提供了在不同行业领域及一个供应链上实施 MFCA 的案例。

# 环境管理 物质流成本核算 通用框架

## 1 范围

本标准物质流成本核算(MFCA)提供了一个通用框架。在 MFCA 下,追踪一个组织内部物料的转移和存储并以物理单位的形式予以量化(例如:质量、体积)。MFCA 结果可作为一种激励因素,为组织和管理者寻求既产生经济效益又降低负面环境影响的机遇。MFCA 适用于所有使用物料和能源的组织,不论其产品、服务、规模、结构、地域或现存的管理和会计体系如何。

MFCA 可以扩展到供应链上的其他组织,包括其上游和下游,这样有助于建立一个完整的物料和能源效率改进方案。这种扩展是有益的,因为一个组织的废物产生,往往来自于供方所提供物料的性质或质量,或顾客要求的产品特性。

根据定义,管理会计和环境管理核算(EMA)致力于为组织内部决策提供信息。MFCA,作为一种主要的 EMA 工具,虽也能为内部决策提供信息,但更趋向于建立一套完整的环境管理和管理会计模式。尽管组织可以将外部成本纳入 MFCA 分析中来,但本标准的适用范围未包括外部成本部分。

本标准提供的 MFCA 框架包括通用术语、目的和原则、基本要素和实施步骤。但是具体计算程序或改进物料和能源效率的技术信息并不在本标准的适用范围内。

本标准不以第三方认证为目的。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 14050:2009 环境管理 词汇(Environmental management—Vocabulary)

## 3 术语和定义

ISO 14050 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 成本 cost

开展活动所消耗的资源货币价值。

### 3.2

#### 成本分摊 cost allocation

按照适当的分摊基准,对某一成本在不同对象(例如:产品或过程)间进行间接分配。

注:本标准中,对象可以是过程、量化中心、产品和物料损失。

### 3.3

#### 成本分派 cost assignment

将某一成本归为某特定对象(例如:产品或过程)的直接分配。

### 3.4

#### 能源成本 energy cost

电能、燃料、蒸汽、热能、压缩空气和其他类似媒介的成本。

注:组织自行决定能源成本包含于物料成本中还是单独核算。

3.5

**能源损失 energy loss**

除成为预期产品一部分的能源之外,其他所有的能源消耗。

注:组织自行决定能源损失包含于物料损失中还是单独核算。

3.6

**能源使用 energy use**

使用能源的方式和种类。

例如:通风、照明、加热、制冷、运输、加工、生产线等。

[GB/T 23331—2012,定义 3.18]

3.7

**环境管理核算 environmental management accounting; EMA**

为内部决策而进行的,对以下两类信息的识别、收集、分析和利用:

——有关能源、水、物料(含废物)的使用、转移、最终处置的物理数据信息;

——环境相关的成本、收益、节约的货币信息。

[IFAC, 2005<sup>[15]</sup>]

3.8

**输入 input**

进入量化中心的物流或能源流的流入。

3.9

**清单 inventory**

物料、中间产品、过程产品和最终产品的储存。

3.10

**物料 material**

进入和(或)离开某一量化中心的物质。

注 1:物料可以分为两类:

——有望成为产品部分的物料,例如:原料、辅料、中间产品;

——未成为产品部分的物料,例如:常被用作运行物料的清洁剂、化学催化剂。

注 2:有些物料按照不同的用途可以被归为不同类别,水就是这类物料之一。有些情况下,水成为产品的一部分(例如:瓶装水),而有些情况下,水被用于运行物料(例如:设备清洗过程用水)。

注 3:组织可自行决定将能源载体,例如:燃料、蒸汽,识别为物料。

3.11

**物料平衡 material balance**

在某特定时期,量化中心输入、输出、库存变化量之间的比较。

3.12

**物料成本 material cost**

进入和(或)离开量化中心的某一物料的成本。

注:物料成本可有多种计算方法,例如:标准成本、平均成本、采购成本,组织可自行选择成本计算方法。

3.13

**物料分布比例 material distribution percentage**

进入产品的物料或物料流失的比例。

3.14

**物质流 material flow**

组织内或供应链上,一种或一组物料在多个量化中心间的转移。

3.15

**物质流成本核算 material flow cost accounting; MFCA**

用物理单位和货币单位来定量过程或生产线上物料转移和库存量的一种工具方法。

## 3.16

**物料损失 material loss**

量化中心输出的除预期产品之外的所有物料。

注 1：物料损失包括废气、废水和固体废弃物，即使这些物料输出可以被重新加工、再循环或内部再利用，或具有市场价值。

注 2：副产品既可以归为物料损失也可以算作产品，由组织自行决定。

## 3.17

**输出 output**

离开量化中心的产品、物料损失或能源损失。

注：在 MFCA 中，所有中间产品和半成品都被认作产品。

## 3.18

**过程 process**

将输入转化为输出的一系列相互关联或相互作用的活动。

[GB/T 24040—2008, 定义 3.11]

## 3.19

**产品 product**

所有的货物或服务。

[GB/T 24040—2008, 定义 3.9]

## 3.20

**量化中心 quantity centre**

用物理单位和货币单位来定量的、一个过程中所选定的一个或几个部分。

## 3.21

**系统成本 system cost**

除物料成本、能源成本和废物管理成本之外，内部物质流控制过程中消耗的成本。

例如：人工成本、折旧和保养成本、运输成本。

## 3.22

**废物管理成本 waste management cost**

处理量化中心产生的物料损失而消耗的成本。

注 1：废物管理包括废气、废水、固体废物的管理。

注 2：废物管理成本包括：

- 现场活动成本，例如：不合格品的返工、再循环、废弃追踪、储存、处理和处置；
- 外包活动成本，例如：废物的储存、运输、再循环、处理和处置。

## 4 物质流成本核算(MFCA)的目的和原则

### 4.1 目的

MFCA 的目的是鼓励和支持组织通过下列方式改进物料和能源使用，同时提高环境绩效和财务绩效。

- 提高在物质流和能源使用，及其相关成本和环境因素的透明度；
- 为工艺过程、生产计划、质量控制、产品设计和供应链管理等领域的决策提供支持；
- 改进组织内部在物料和能源使用方面的协调和沟通。

### 4.2 原则

#### 4.2.1 理解物质流和能源使用

物料的流动应当能够追溯，以便建立一个物质流模型（见 5.4），用来说明在各量化中心的存储、处理、使用，或转化（例如：仓储、制造过程和废物管理活动）等环节的物料移动和能源使用情况。

4.2.2 关联物理数据和货币数据

组织内部的环境和财务决策,应当与物料和能源使用的物理量化数据及其相关成本数据相关联。此两类数据应当通过物质流模型清晰地被整合。

4.2.3 确保物理数据的准确性、完整性和可比性

为达到分析和比较的目的,物质流的物理数据应当采用统一的计量单位,或使用足够的换算因子,以便随后可转换为统一的计量单位,最好是质量(单位),这些数据应当用作输入输出衡算,以确定是否有任何明显的差距。

4.2.4 预测和分配物料损失成本

对于由物料损失产生的和(或)与之相关的总成本应当尽可能准确和实际可行地予以估算,应当将这些成本分配到相应的物料损失,而不是分配到产品。

5 物质流成本核算(MFCA)的基本要素

5.1 量化中心

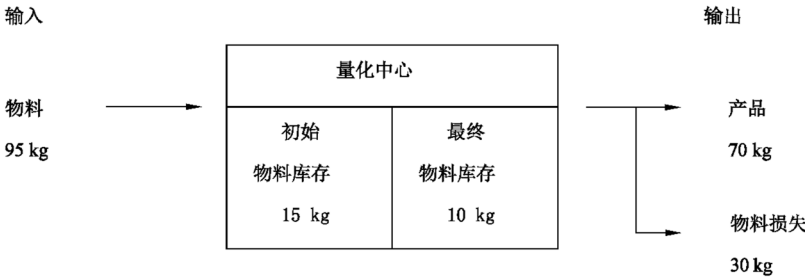
量化中心是以物理量或货币量为单位,计算一个过程中选定部分或某些部分的输入和输出。通常而言,量化中心是物料存储和(或)转化的区域,例如:仓库、生产单元、装运点。在 MFCA 中,量化中心作为数据收集活动的基础。首先,物质流和能源使用在量化中心被量化。其次,物料成本、能源成本、系统成本和废物管理成本被量化。

5.2 物料平衡

进入量化中心的物料最终以产品或物料损失的形式离开量化中心。物料还可能在量化中心驻留一段时间(例如:储存),导致量化中心内的库存量发生变化(初始库存减去最终库存)。

因为物质和能量即不能创造,也不能消灭,而只能转化;在将任何库存(量)变化考虑在内的情况下,进入一个系统的物理性输入应当等于离开这个系统的物理性输出。因此,为了确保所有纳入 MFCA 分析的物料都得到核算,应当进行物料平衡,通过对比物料的输入(量)和输出(量)(即产品和物料损失),以及库存(量)的变化,以识别出任何明显的“丢失”物料或其他的数据的差距。物质流的量化和确保物料输入和输出(即产品和物料损失)之间的平衡,是 MFCA 的两个基本要求。

一个简单的围绕量化中心的物料平衡的示例如图 1 所示。此例中,95 kg 的物料进入量化中心,在分析时间段,库存物料发生变化,从 15 kg 的初始库存到 10 kg 的最终库存。离开量化中心的物料量是 100 kg,即输入(95 kg),加上初始库存(15 kg)减去最终库存(10 kg)。这 100 kg 分为产品(70 kg)和物料损失(30 kg),如图 1 所示。



注：为简单起见,此图只包括物质流信息,不包括能源使用的信息。

图 1 一个量化中心的物料平衡(示例)

在实践中,输入和输出之间的不平衡,可能是由于空气或水分的摄入,不易量化的化学反应的影响,或存在测量误差。应当调查任何显著的不平衡。

物理数据往往使用各种不同的计量单位。为了进行物料平衡,需要(数据间的)比较,必须设置换算系数,以便将可获得的物理(量)数据转换为统一的标准单位(例如:质量)。MFCA 数据收集时应当考虑数据可比性的需要,也应当考虑环境影响评估目的的实用数据单位。

### 5.3 成本计算

#### 5.3.1 总则

组织的决策往往涉及财务考虑。因此,物质流数据,应当转化为货币单位,以支持决策。最终,进(输)入和输出量化中心的物质流所导致和(或)相关联的费用都应当量化并分派或分摊到这些物质流。

MFCA 下,要对三种类型的成本进行计算:物料成本、系统成本和废物管理成本。能源成本可以列入物料成本,或单独计算,由该组织酌情决定。就本标准而言,能源成本将单独计算和表示。

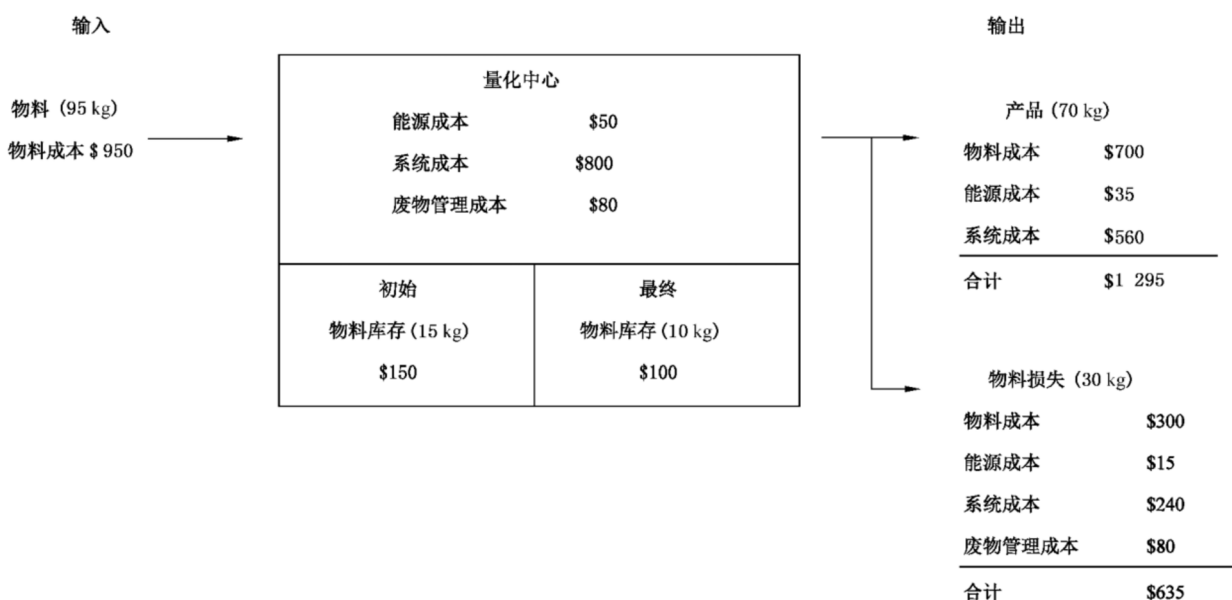


图2 量化中心的成本计算(示例)

在图2中,量化中心发生的成本如下:

- 物料成本: \$ 1 000;
- 能源成本: \$ 50;
- 系统成本: \$ 800;
- 废物管理成本: \$ 80。

注1: 物料成本(\$ 1 000)=输入(\$ 950)+初始库存(\$ 150)–最终库存(\$ 100)

按照物料输入后流向产品和物料损失的比例,将物料成本、能源成本和系统成本依次分派或分摊给量化中心的输出(即产品和物料损失)。如图1所示,使用了物料 100 kg,70 kg 转化成了产品,30 kg 为物料损失。因此,按照 70%和 30%的分布比例,将能源成本和系统成本分别地分摊给产品和物料损失。此例中,各种成本是按照总物料量分布百分比这一基准进行分摊的,但最适宜的成本分摊准则由组织自行决定。相比之下,\$ 80 废物管理费用 100%地分配到物料损失,因为这个费用完全由物料损失产生。最终,在这个示例中物料损失总成本 \$ 635。

注2: MFCA 和传统成本会计之间差异说明见附录 A。

### 5.3.2 成本分摊

为了最大限度地提高分析的准确性,所有成本应当依据单个量化中心和单个物质流的可获取的数据计算,而不是依据成本分摊程序估算。然而,某些成本例如:能源成本、系统成本和废物管理成本,往往仅在一个完整的过程或设施中才能获取到。因此,在实践中,它往往需要先将这些成本分摊到单个量化中心,然后再将它们分摊到产品和物料损失,分为如下两个步骤:

- 全过程或全设施成本分摊到不同的量化中心;
- 量化中心成本分摊到产品和物料损失(见图 2)。

在每个分摊步骤中,应当选择适当的分摊标准,并尽可能接近地反映被分摊成本的主要因素。当全过程或全设施成本被分摊到量化中心,适当的分摊标准可能包括开机时间、生产量、员工数量、劳动时间、完成工作的数量、建筑面积和(或)占地面积等。第二步,从量化中心到产品和物料损失的成本分摊,应当选择另一类适当的分摊标准,例如:总的物料分布比例,主要物料的物料分布比例。在所有情况下,组织自行确定最适当的分摊标准。

注 1: 对于不同类型的成本的最适当的分摊标准不必相同,例如:能源成本和系统成本。

注 2: 不同的分摊标准也可以用于系统成本的不同构成部分,例如:劳动力成本、折旧费用,这一分摊标准可以更真实地反映实际的成本的分布情况。

注 3: 按照定义,量化中心的所有废物管理成本是由于物料损失产生,如图 2 所示。

### 5.3.3 量化中心间的成本结转

一个量化中心的输出往往成为另一个量化中心的输入。例如,图 2 显示了一个量化中心有 70 kg 产品输出。输出该产品的相关成本估计为 \$ 1 295,即制造产品的支出,包括物料成本、能源成本和系统成本的组合。\$ 1 295 的总成本应当结转,包括相关的成本应当作为下一个量化中心的输入;附录 B 的 B.4 给出了一个示例,用形象化和定量数据来说明当有多个量化中心时,如何进行成本数据结转。当结转成本时,成本项目(物料成本、能源成本和系统成本)可分别表示(见表 B.6)。

### 5.3.4 内部可回收物料的成本结转

另一个输出转化为输入的示例,是内部可回收物料的情况。如果物料在 MFCA 边界内被内部回收,可产生经济效益和环境效益。然而,实际上物料在原有工艺中的再生效率很低。

物料多次通过量化中心内部循环再造,每次都可能会导致额外的物料、系统、能源和废物管理成本。例如:在量化中心的能源使用往往取决于物料吞吐的数量。量化中心吞吐量增加的内部循环是效率低下的,因此为达到相同数量的产品输出,其能源使用及相关的能源成本会增加。

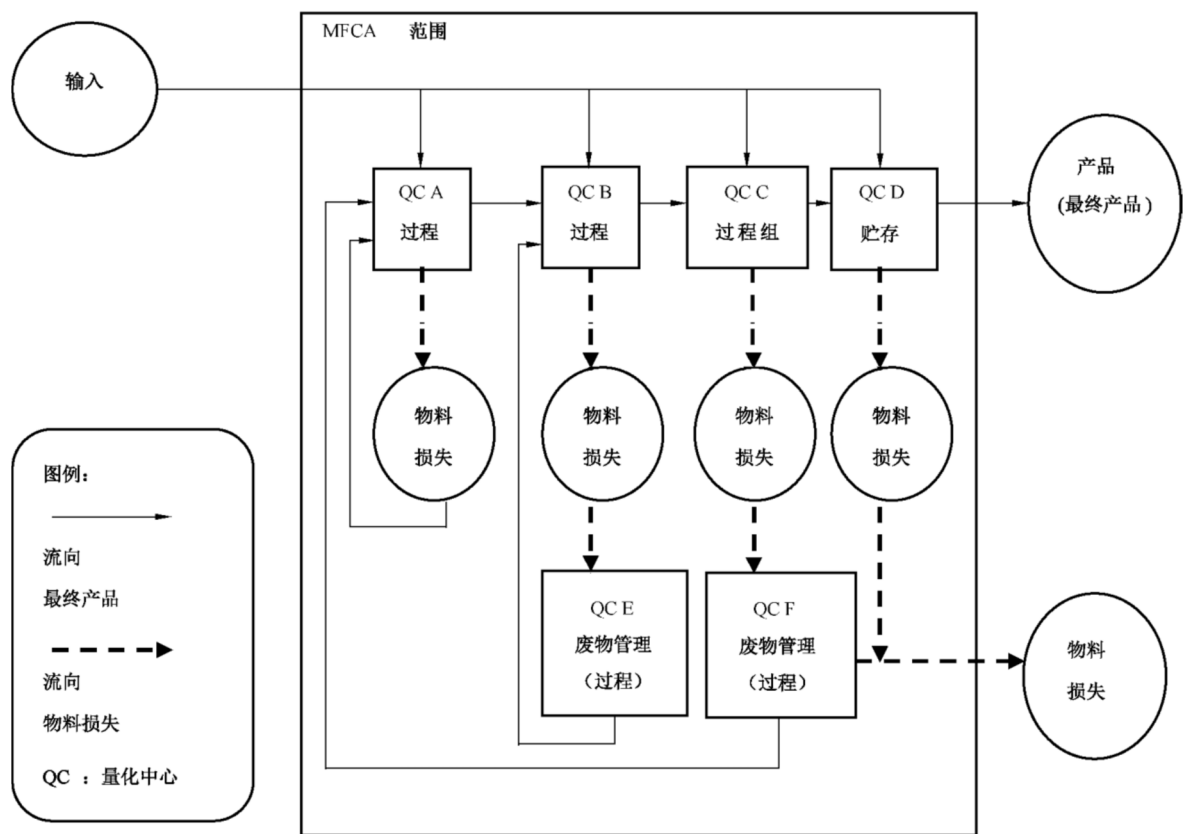
如果发生在量化中心的物料损失在内部被回收,它应当和其他任何物料损失一样以相同的方式被处理,这意味着量化中心的成本应当依据 5.3.2 分摊到产品和物料损失。正确评估内部回收的成本,应当考虑以下方面:

- 内部循环的成本节省,即替代物料的采购价值;
- 回收过程中的额外费用;
- 在不同的量化中心,通过系统再生物料流动造成的额外费用。

## 5.4 物质流模型

在 MFCA 中,生产、回收和其他系统通过可视化模型表示,阐明了物料在多个量化中心库存、使用,或转化,以及物料在这些量化中心间的移动情况,这种物质流模型阐明了物料在 MFCA 选定的分析边界内的整体流动情况。图 3 提供了物质流模型的一个示例。





注：MFCA 的范围可延伸到供应链中的其他组织,包括上游和下游。

图 3 在 MFCA 边界内的物质流模型

图 3 描述了一个物质流系统,提供了一个可能发生物料损失的整个过程和识别物料损失发生点的概述。产品包括制成品和中间产品,即物料输入其他量化中心。对于每一个量化中心如图 3 所示,应当按照 5.2 和 5.3 进行模型与计算说明。如果物料损失或其中的一定比例在 MFCA 边界内直接回收或经过处理后回收,它们应当为输入,这些输入流显示在图 3 的 QC A 和 QC B 中。

6 物质流成本核算(MFCA)的实施步骤

6.1 概述

和其他管理工具类似,MFCA 需要一系列的实施步骤,如本章所列举。MFCA 应用分析的详细与复杂水平取决于因素的数量,例如:组织的规模、活动和产品的属性,以及被选作分析的过程和量化中心的数量。

无论是否建立了环境管理体系(EMS,例如:GB/T 24001),MFCA 都可以在各个组织中应用,但是在已建立了 EMS 的环境当中,其实施过程会更加方便快捷。MFCA 能在策划—实施—检查—改进(PDCA)的持续改进循环的各个阶段提供重要的信息。例如:MFCAs 的运用将使组织在建立目标和指标时考虑财务因素。理解潜在的环境影响和财务影响能够提高评估质量,为决策提供有用的信息。

图 4 提供了一个依据 PDCA 循环实施 MFCA 步骤的略图。MFCA PDCA 循环可以涵盖和应用 EMS PDCA 循环的不同阶段。

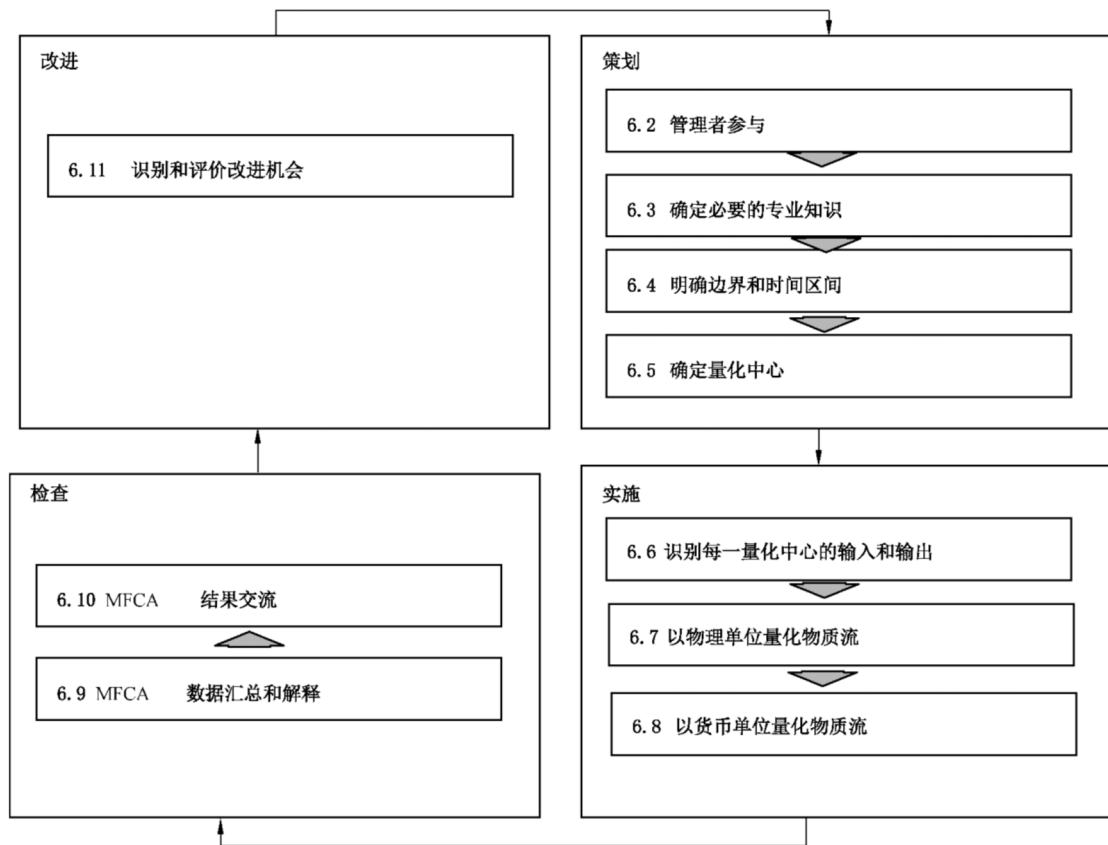


图4 MFCA 实施的 PDCA 循环

6.2~6.11 提供了实施 MFCA 分析逻辑方法的典型步骤。

## 6.2 管理者参与

管理层级别的人员应当理解 MFCA 在实现组织环境和财务目标方面的价值和可行性。为了有效实施,管理者应当大力支持 MFCA。

管理者参与应当包括以下方面:

- 领导实施;
- 分配职责和权限,例如:设立一个 MFCA 工作组;
- 提供资源;
- 监视过程;
- 评审结果;
- 基于 MFCA 的结果决定改进措施。

## 6.3 确定必要的专业知识

MFCA 需要多种类型的专业知识,以便能分析不同类型的所需信息。实施 MFCA 的有用专业知识的示例包括:

- 与整个组织的物质流和能源使用有关的设计、采购和生产的运营专业知识;
- 应用于过程的物料平衡的工程和(或)技术专业知识,包括燃烧和其他化学反应;
- 质量控制专业知识,例如:产品的拒收频率、原因和返工活动;
- 环境因素及其影响、废物类型、废物管理活动等方面的环境专业知识;
- 成本会计数据和实践等方面的财会专业知识,例如:成本分摊。

## 6.4 明确边界和时间区间

在进行 MFCA 分析之前, MFCA 的边界应当予以明确。边界可包括单一过程、多个过程、一个完整的设施, 或者供应链, 边界由组织自行确定。然而, 本标准建议初期关注那些具有潜在的重大环境影响和经济影响的过程。

对于供应链, MFCA 基本按照本章相类似的步骤进行, 然而, 由于组织属于供应链的一个环节, 为保证充分的沟通和协作, 可能需要修改或增加步骤。为了更加有效, 供应链上的所有相关组织应当同意所选择的实施步骤。MFCA 应用于供应链的示例参见附录 C。

确定了边界后, 应当规定 MFCA 收集数据的时间区间。为保证收集到有意义的数据, 收集数据的时间应当足够长, 并考虑任何重要过程的变化, 例如: 季节性波动、影响数据可靠性和可用性的内在过程变化。根据分析的需要, 适当的时间区间可以是一个月、半年, 或一年。对于一些行业, 确定收集数据的区间与产品生产保持一致更为方便。

## 6.5 确定量化中心

不同的过程, 例如: 接收、清洗、切削、混合、装配、热处理、包装、检验和运输, 以及材料仓储区可以作为量化中心。可以根据过程信息、成本中心的记录和其他现有信息, 在 MFCA 边界内确定量化中心。如果物质流在两个量化中心之间造成了相关物料损失或系统成本, 例如: 能源运输、油品或空气压力泄漏, 这些物质流可能被确定为额外的量化中心。

## 6.6 识别每一量化中心的输入和输出

应当识别 MFCA 边界内的每一量化中心的输入和输出。可能的输入是物料和能源。可能的输出是产品、物料损失和能源损失。组织自行决定, 将能源和能源损失分别包括在物料和物料损失之内, 或是单独评估。

一旦识别了每个量化中心的输入和输出, 便可与 MFCA 边界内的量化中心相联系, 由此来自量化中心的数据可在整个研究体系中得到关联和评估。

## 6.7 以物理单位量化物质流

对于 MFCA 边界内的每一量化中心, 根据物料的类型, 输入和输出的数量应当以物理单位的形式予以量化, 例如: 质量、长度、件数或体积。所有物理单位应当转化为单一的标准单位(例如: 质量), 方能在每一个量化中心进行物料平衡。

考虑到量化中心内任何库存的变化, 物料平衡要求输出总量(即产品和物料损失)等于输入总量。理想状态下, MFCA 边界内所有的物料应当予以追踪和量化, 但是组织可自行决定那些环境和财务重要性很低的物料是否可以不予考虑。

## 6.8 以货币单位量化物质流

### 6.8.1 物料成本

针对每一量化中心, 输入和输出(即产品和物料损失)的物料成本应当予以量化。物料成本可以采用不同的方法进行量化, 例如: 历史成本、标准成本、替换成本。由组织自行选择具体的方法, 并有可能受到组织现有成本核算方法的影响。选择的方法不同, MFCA 分析的结果可能有差异。

在选定的分析时间区间内, 每一输入输出的物料成本为物质流的物理数量与单位物料成本的乘积。当量化输出(即产品和物料损失)的物料成本时, 量化中心内与物料科目任何变化有关的物料成本也应当量化。

每一量化中心的物料成本应当分别分派到产品和物料损失。附录 B 中的 B.2 对分派方法作了进一步的说明。

注: 一旦确定物料的单位成本, 应当一致性地应用。

6.8.2 能源成本

对于每个量化中心,能源使用的成本应当予以量化。如果个体量化中心的能源成本是未知的且难以测量或估算,则有必要将选定过程的总能源成本分摊到这些量化中心。随后,应当将每一量化中心的能源成本分摊到产品和能源损失。附录 B 中的 B.3 对成本分摊作了进一步说明。

6.8.3 系统成本

系统成本是除原材料成本、能源成本、废物管理成本以外,在内部管理物质流中产生的全部费用。系统成本的示例有劳动力、折旧、维修保养、运输等成本。与每一量化中心有关的系统成本应当予以量化。如果某个量化中心的系统成本是未知的且难以测量估算,则有必要将选定过程的总系统成本分摊到这些量化中心,随后应当将每一量化中心的系统成本分摊到产品和能源损失。B.3 对成本分摊作了进一步说明。

6.8.4 废物管理成本

废物管理成本与处理量化中心内产生的物料损失有关。与每一量化中心有关的废物管理成本应当予以量化。如果某个量化中心的废物管理成本是未知的且难以测量和估算,则有必要将选定过程的总废物管理成本分摊到这些量化中心。每一量化中心总废物管理成本应当分配到离开该量化中心的物料损失。B.3 对成本分摊作了进一步说明。

6.9 物质流成本核算(MFCA)数据汇总和解释

应当对 MFCA 分析中获得的数据按后续便于解释的格式进行汇总,例如:物质流成本矩阵、物质流成本图表。数据应当首先按每个量化中心进行单独汇总,表 1 阐明基于图 2 的数据对某个量化中心汇总成 MFCA 数据。

表 1 量化中心的物质流的成本矩阵示例

统计期:×××

	质量 kg	物料成本 \$	能源成本 \$	系统成本 \$	废物管理成本 \$	成本合计 \$
输入总量	100	1 000	50	800	80	1 930
产品	70 (70%)	700 (70%)	35 (70%)	560 (70%)	0 (0%)	1 295 (67%)
物料损失	30 (30%)	300 (30%)	15 (30%)	240 (30%)	80 (100%)	635 (33%)
输出总量	100	1 000	50	800	80	1 930
<div>注 1: 为了简明,本表仅包括物料的物理数据,未包括能源。 注 2: 输出总量和物料成本包括以下物料科目(如图 2 所示): 总物料消耗量(100 kg)=输入(95 kg)+初始库存(15 kg)-最终库存(10 kg)。 注 3: 本表为物质流的成本矩阵提供了一种汇总 MFCA 分析结果的方法示例。其他的表达形式也是可以的(参见附录 B 中的图 B.4)。</div>						

表 1 中的数据表明物料输入总量加上库存的变化分别转化为产品和物料损失,以及与产品和物料损失有关的成本。物料损失表明了该过程中物料的低效率,这能导致显著的财务损失和负面环境影响。总之,评审和解释汇总的数据,将使组织识别出那些物料损失对环境或财务造成重要影响的量化中心。对这些量化中心可以进行更详细地分析,以便识别物料损失的根本原因,以及造成这些成本的相关因素。个体的量化中心的数据也可汇集用于整个被分析的目标过程。更多有关 MFCA 边界内的数据汇集的信息见 B.4。

#### 6.10 物质流成本核算(MFCA)结果交流

一旦完成 MFCA 分析,应当与各利益相关方交流该结果。多数 MFCA 利益相关方在组织内部。管理者可使用 MFCA 信息支持改进环境和财务绩效的许多不同类型的决策。与组织员工沟通该结果,可有助于解释任何过程或架构的变化来自于 MFCA 的发现。

MFCA 数据分析设计的表、图和其他工具可以作为基础材料,根据沟通策略,编辑创建适用与特定利益相关方进行有效交流的工具。例如:当与实际使用的物料有关时,MFCA 数据分析可支持与外部利益相关方就组织的环境绩效进行对话。

#### 6.11 识别和评价改进机会

一旦 MFCA 分析已经帮助组织更好地理解物料使用和损失的重要性和因果关系,则该组织可以评价 MFCA 数据,并且寻求改进环境和财务绩效的机遇。为实现这些改进所采取的措施,可包括材料替代,过程、生产线或产品的改良,以及加强与材料和能源效率有关的研发工作。MFCA 数据可支持对计划措施的成本效益分析,包括那些需要额外投资的和那些小额或无初始投资的计划措施。

此外还需要强调的是,实施 MFCA 在改进组织的会计和信息方面创造了机遇。系统的改进为所有未来的项目提供了更精确的数据,并且避免了系统未改进时,需要进行的一些手工数据收集和分析。实施 MFCA 中发现的可行的系统改进,应当予以记录并涵盖于来自组织 MFCA 分析的整个改进计划中。

## 附录 A (资料性附录)

### 物质流成本核算(MFCA)与传统成本会计的区别

#### A.1 概述

理解 MFCA 和传统成本会计(CCA)之间的区别有助于 MFCA 的实施。MFCA 在物理单位和货币单位上跟踪物质流,强调物料损失。MFCA 和 CCA 的一个主要区别体现在对待物料损失和低效率过程的成本中。在 CCA 中,所有的物料成本和加工成本都分派或分摊到产品成本中。尽管物料损失在 CCA 中可以明显被识别,但是它们的成本没有单独被识别。和物料损失相关的废物管理成本或者包含在产品成本中,或者隐藏在间接费用当中。因为对物料损失的综合成本缺乏理解,该方法没有明确指出在过程中的物料损失和低效率过程的成本。MFCA 也可提供关于产品材料及其包装物的潜在节约或高效的信息。

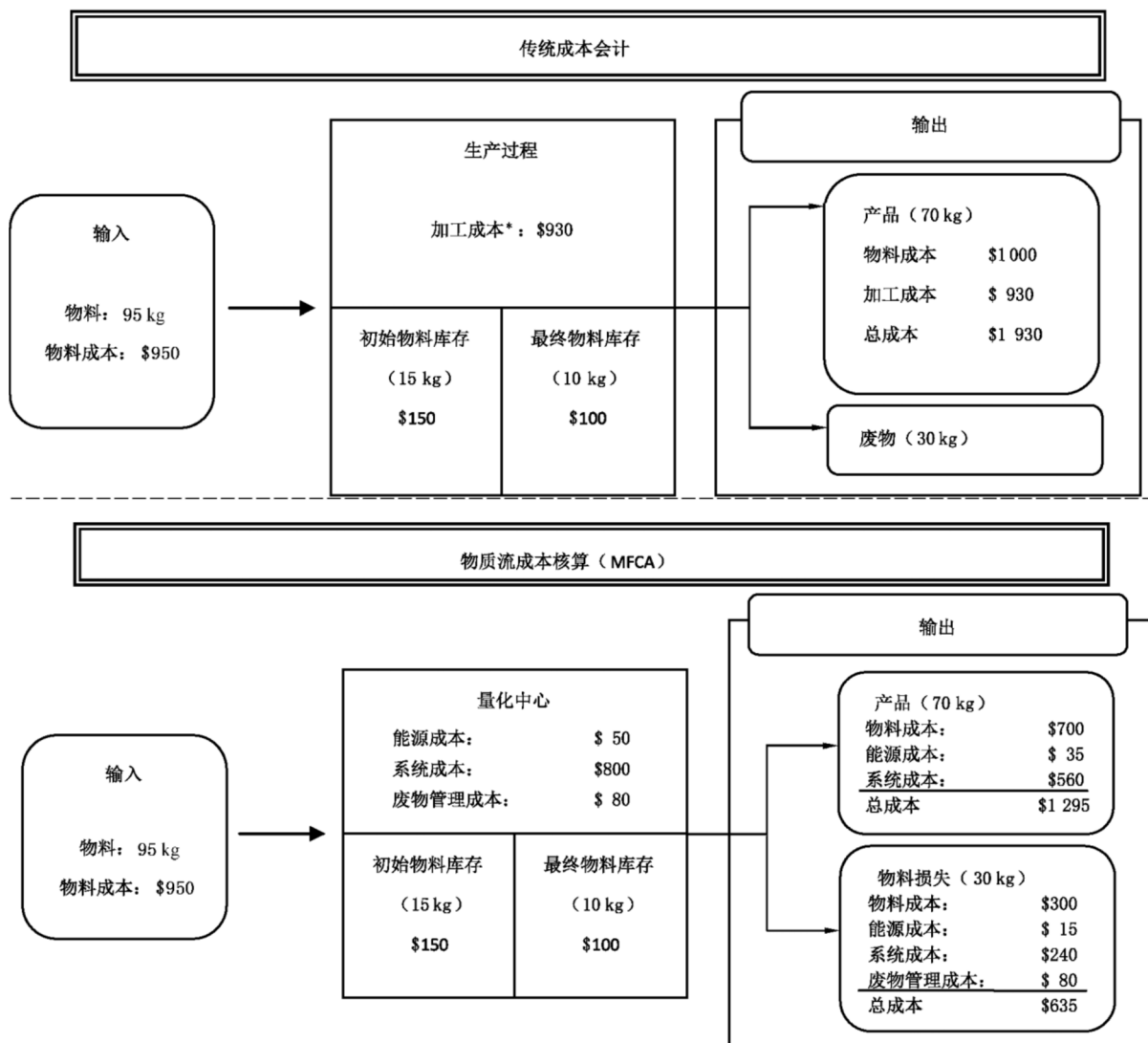
另一方面,MFCA 把物料损失作为一个成本对象,并计算物料损失成本以及物料损失相关的加工成本。为进一步提高该方法的分析能力,把加工成本在能耗成本、系统成本以及废物管理成本中区分出来。物料损失成本是所有流入到物料损失的物料成本、基于适当的分摊准则分摊到物料损失的能源成本和系统成本,以及与物料损失相关的总体废物管理成本的总和。该方法强调关注过程中的物料损失和低效率,并引起管理者对这些成本的注意。除了减少物料损失成本,该方法还可以帮助组织通过减少自然资源的消耗和废物和排放的产生,来降低组织对环境的负面影响。

#### A.2 MFCA 和传统成本会计区别说明

该示例以图 2 为基础,进入量化中心(QC)的输入包括初始 15 kg 的物料库存以及 95 kg 的物料。最终库存是 10 kg 物料,70 kg 产品和产生的 30 kg 的物料损失作为输出,如图 A.1 所示。物料成本和加工成本分别是 \$1 000 和 \$930,因而整个生产成本为 \$1 930。在 CCA 当中产品总成本是 \$1 930。

另一个方面,MFCA 通过确定物料损失进而评估它的成本。30%的物料投入变成了物料损失,因而产生了 \$300 的物料损失的物料成本。加工成本分别为能源成本 \$50,系统成本 \$800 和废物管理成本 \$80。按照适当的分摊准则(基于质量的产品和物料损失之间的物料分布比例),将 \$15 的能源成本和 \$240 的系统成本分摊到物料损失中。此外,\$80 的总废物管理成本也计入物料损失当中。如图 A.1 所示,最终结果为,物料损失的总成本是 \$635。这意味着总生产成本的 32.9%因物料损失而被浪费掉了。

可见,这些信息可激励管理者调查物料损失的原因并制定措施以减少物料损失。在 CCA 下,管理者没有总体掌握这些信息进而未能及时采取措施。MFCA 还可以提供一些信息允许管理者考虑减少或替代产品物料的选择,例如:在产品和过程中更加系统性地减少重量,增加可循环性,并支持环境改进。



\* 本示例中加工成本由能源成本、系统成本和废物管理成本组成。

图 A.1 MFCA 与传统成本会计之间的区别

附录 B  
(资料性附录)

物质流成本核算(MFCA)的成本计算和分配

B.1 概述

本附录为 MFCA 中的成本计算和分配提供了指南,如下:

- 物料成本计算(见 B.2);
- 能源成本、系统成本、废物管理成本计算和分摊(见 B.3);
- 成本数据的归纳整理和分析(见 B.4)。

B.2 物料成本计算

B.2.1 概述

本章阐述了两种类型的物料成本计算:

- 基本生产过程,可以从头至尾追踪每一种物料的流动。
- 较复杂的过程,初始物料输入转变为中间产品,并且不能在最终产品中被完全区分开。

B.2.2 基本生产过程的物料成本计算

图 B.1 给出了本物质流模型的边界,过程中每种物料的性质都保持不变,例如:装配操作、组装操作。在此示例中,确定了两个量化中心,每个量化中心分别产生产品和物料损失。

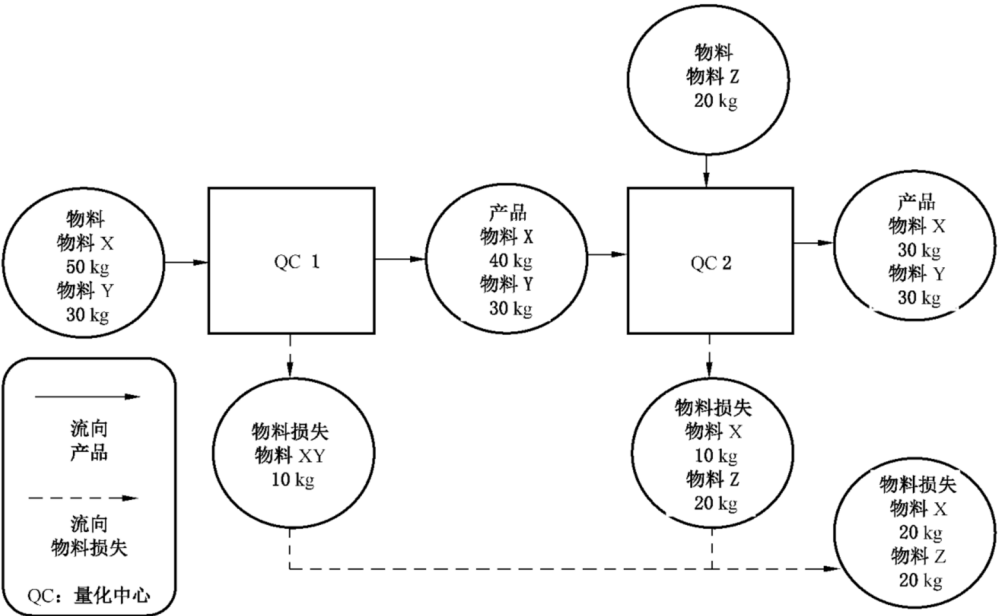


图 B.1 基本生产过程的物质流模型

表 B.1 对图 B.1 中的汇总信息进行了阐述。



表 B.1 基本生产过程中物料的量化和组成

统计期:××××

本过程总物料输入	产品和物料损失的组成	QC1	QC2	生产的结果(质量)
物料:100 kg	产品	70 kg	60 kg	60 kg
	物料 X	40 kg	30 kg	30 kg
	物料 Y	30 kg	30 kg	30 kg
	物料 Z	—	—	—
物料 X:50 kg 物料 Y:30 kg 物料 Z:20 kg	物料损失	10 kg	30 kg	40 kg
	物料 X	10 kg	10 kg	20 kg
	物料 Y	—	—	—
	物料 Z	—	20 kg	20 kg

下一步,为了将核算期内的两种输出(即产品和物料损失)转化为货币单位,可以用每一个 QC 中单一物料的物理数据乘以成本单价的方式来计算物料成本总量,成本单价由组织决定。这一步的结果见表 B.2。物料输入是物料 X、物料 Y、物料 Z,成本单价分别是 \$ 100、\$ 40 和 \$ 20。

表 B.2 基本生产过程的物料成本

产品和物料损失的组成	QC1			QC2			生产的结果(质量)	合计
产品	质量	成本单价	成本	质量	成本单价	成本	60 kg	\$ 4 200
物料 X	40 kg	\$ 100	\$ 4 000	30 kg	\$ 100	\$ 3 000	30 kg	\$ 3 000
物料 Y	30 kg	\$ 40	\$ 1 200	30 kg	\$ 40	\$ 1 200	30 kg	\$ 1 200
物料 Z	—	\$ 20	—	—	\$ 20	—	—	\$ 0
物料损失	质量	成本单价	成本	质量	成本单价	成本	40 kg	\$ 2 400
物料 X	10 kg	\$ 100	\$ 1 000	10 kg	\$ 100	\$ 1 000	20 kg	\$ 2 000
物料 Y	—	\$ 40	—	—	\$ 40	—	—	\$ 0
物料 Z	—	\$ 20	—	20 kg	\$ 20	\$ 400	20 kg	\$ 400
本过程中的总物料成本								\$ 6 600

### B.2.3 中间产品的物料成本计算

理论上,MFCA 追踪所有的最终产品和损失掉的输入,但是,复杂的生产过程例如:化学反应,可能需要将多种类型的物料输入,转化成一种或几种输出,即产品、中间产品、物料损失。如果将这样的过程设定为 MFCA 中的量化中心,精确追踪所有输入到输出,在技术上或经济上可能是不可行的。这种情况下,输出被看作中间产品(如图 B.2 中的“物料 XY”)。

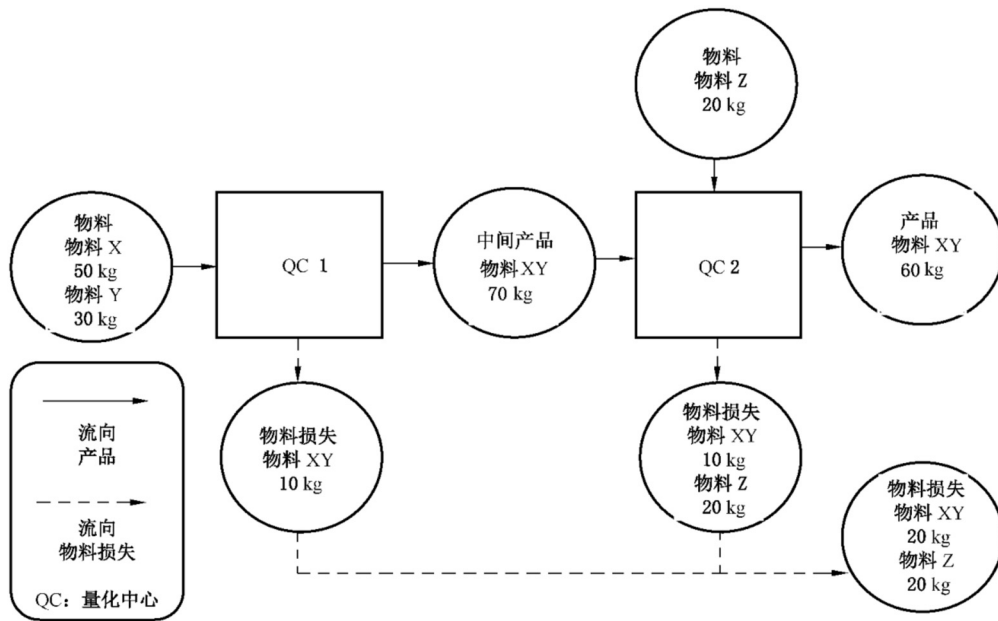


图 B.2 包含中间产品的物流模型

对于这种复杂过程，中间产品流和物料损失流的准确构成是未知的，所以也不可能精确地计算出物料成本单价。因此，对于所有不确定构成的物质流，采用了初始输入物料的成本单价作为整个过程的唯一物料成本单价。图 B.2 中物料 XY 的物料成本单价可以这样计算：

$$[(50\text{ kg} \times \$100) + (30\text{ kg} \times \$40)] / (50\text{ kg} + 30\text{ kg}) = (\$5\,000 + \$1\,200) / 80\text{ kg} = \$77.5/\text{kg}$$

表 B.3 给出了依据图 B.2 的物质流模型计算的物质流成本。实际上，这种方式计算出的产品和物料损失成本与表 B.2 中的不同，原因是成本单价不同。

表 B.3 包含中间产品过程的物料成本

统计期：×××

产品和物料损失的组成	生产的结果(质量)	成本单价	合计
产品	60 kg	—	\$ 4 650
物料 XY	60 kg	\$ 77.5	\$ 4 650
物料 Z	0 kg	\$ 20	\$ 0
物料损失	40 kg	—	\$ 1 950
物料 XY	20 kg	\$ 77.5	\$ 1 550
物料 Z	20 kg	\$ 20	\$ 400
合计	100 kg	—	\$ 6 600

注：简单起见，本表没有分别列出每一量化中心的成本。

B.3 能源成本、系统成本和废物管理成本计算和分配

B.3.1 概述

计算物料成本并将其分派到产品和物料损失之后，下一步是计算能源成本、系统成本和废物管理成本，并将这些成本分摊到产品和物料损失中。理论上，能源成本、系统成本和废物管理成本应当通过每

个 QC 的可获取的生产成本数据直接计算得到。如不可行,通常情况下,这些成本应当通过其他可获取的数据来估算,如下所述。

### B.3.2 能源成本、系统成本和废物管理成本向各量化中心的分摊

当能源成本、系统成本和废物管理成本不能通过每个 QC 的生产数据直接获取时,可通过更多的可利用的全过程或设施的集合数据来量化 QC 成本,按二步骤法。首先,MFCA 边界内,计算整个过程的能源成本、系统成本和废物管理成本。第二步,这些成本以适宜的准则分摊到每一个 QC,例如:生产时间、产品体积、员工人数、工作时间、岗位数量以及建筑面积。

表 B.4 给出了一个成本分摊的示例。此处并未明确规定分摊准则。

表 B.4 能源成本、系统成本和废物管理成本向各 QC 的分配

统计期:×××

成本类型	QC1	QC2	总和
能源成本	\$ 400	\$ 300	\$ 700
系统成本	\$ 800	\$ 1 200	\$ 2 000
废物管理成本	\$ 300	\$ 400	\$ 700

### B.3.3 每一量化中心能源成本、系统成本和废物管理成本向产品和物料损失的分摊

能源成本和系统成本以适当的准则分摊到产品和物料损失中。如 5.3.2 中所述,不同类别成本的分摊准则不必相同。需要指出的是所有的废物管理成本都划入物料损失部分。

表 B.5 给出了每一量化中心的能源成本、系统成本和废物管理成本向产品和物料损失分摊的结果,这一分配是以 QC1 和 QC2 间物料分布比例为准则进行的。量化中心的废物管理成本全部划入物料损失中。

这种情况下,QC1 中的物料分布比例为 87.50% 划入产品(70 kg/80 kg),12.5% 划入物料损失(10 kg/80 kg);而 QC2 中 66.67% 划入产品(60 kg/90 kg),33.33% 划入物料损失(30 kg/90 kg)。

表 B.5 QC1 和 QC2 中能源成本、系统成本和废物管理成本向产品和物料损失的分摊

统计期:×××

成本种类	QC1	QC2
能源成本	\$ 400	\$ 300
产品	\$ 350	\$ 200
物料损失	\$ 50	\$ 100
系统成本	\$ 800	\$ 1 200
产品	\$ 700	\$ 800
物料损失	\$ 100	\$ 400
废物管理成本	\$ 300	\$ 400
产品	\$ 0	\$ 0
物料损失	\$ 300	\$ 400

B.3.4 物料分布比例的替代

该示例用基于每一 QC 中所有物料质量的物料分布比例作为分摊准则。管理决策时,当基于所有物料来确立物料分布比例不可行或不适当时,推荐使用主要物料的分布比例作为分摊准则,尤其是与过程直接相关的物料。

例如, QC 中消耗大量的水用于清洗,那么物料损失的体积比产品体积大得多。如果物料分布比例是基于所有物料的,那么物料损失上的能源成本和系统成本的分摊结果可能是不合理的。这显然对管理者决策是无用的。

B.3.5 能源使用分摊准则的替代方法

在许多情况下,投入到产品和物料损失的物料质量分布,将作为产品和物料损失能源使用的分摊准则。然而,如果能够获取到有关量化中心所使用的设备能效的更多信息,对无效率能源和能源浪费的量化将会更精确。下面的示例说明了这一点。下面的列项 a)、b)和 c)对应图 B.3 中的 a)、b)和 c)。

- a) 如果一台设备的启动、关机和维护保养时间(即非实际生产时间)占总运行时间的 10%,那么用于这些活动的 10%的能源使用可被认为是浪费量,没有被用作生产。因此,这部分能源被划入物料损失里,而非产品中。
- b) 物料无效的部分占 20%,那么剩余能源使用的 80%是用于产品生产的。
- c) 如果这台设备的效率比最优运行设备的效率低 15%,那么剩余能源使用的 85%分摊到产品中。

如果仅使用物料质量分布比例作为分摊准则,那么能源使用的分摊结果如下:

- 分摊到产品的能源:80%;
- 分摊给物料损失的能源:20%。

如果用上述替代方法作为分摊准则的基础,则该量化中心的能源使用分摊如下:

- 分摊到产品的能源: $90\% \times 80\% \times 85\% = 61.2\%$ ;
- 分摊到物料损失的能源: $100\% - 61.2\% = 38.8\%$ 。

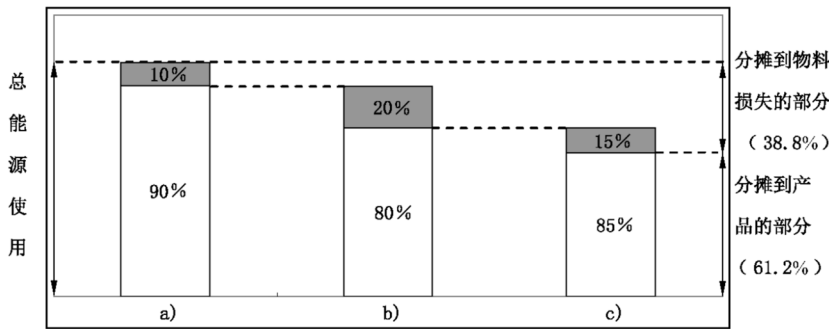


图 B.3 能源损失的量化

因此,用替代方法分摊到物料损失的能源比例更高,能更加准确地反映出无效率部分,管理者对此应当予以关注。

B.4 成本数据的整合展示与分析

物料、能源、系统和废物管理的成本数据可以使用多种方式进行汇总,以进行后续的分析。表 B.6 给出了一个物质流成本矩阵的示例,数据源自图 B.1 的两个量化中心。

表 B.6 物质流成本矩阵

	QC1					QC2				
	物料成本	能源成本	系统成本	废物管理成本	合计	物料成本	能源成本	系统成本	废物管理成本	合计
来自上一 QC 的输入	—					\$ 5 200 <sup>a</sup>	\$ 350 <sup>b</sup>	\$ 700 <sup>c</sup>	—	\$ 6 250 <sup>d</sup>
量化中心的新增输入	\$ 6 200	\$ 400	\$ 800	\$ 300	\$ 7 700	\$ 400	\$ 300	\$ 1 200	\$ 400	\$ 2 300
每一量化中心的合计	\$ 6 200	\$ 400	\$ 800	\$ 300	\$ 7 700	\$ 5 600	\$ 650	\$ 1 900	\$ 400	\$ 8 550
产品	\$ 5 200 <sup>a</sup>	\$ 350 <sup>b</sup>	\$ 700 <sup>c</sup>	—	\$ 6 250 <sup>d</sup>	\$ 4 200	\$ 433	\$ 1 267	—	\$ 5 900
物料损失	\$ 1 000	\$ 50	\$ 100	\$ 300	\$ 1 450	\$ 1 400	\$ 217	\$ 633	\$ 400	\$ 2 650
本过程总物料损失成本	—					\$ 2 400	\$ 267	\$ 733	\$ 700	\$ 4 100
本过程总成本	—					\$ 6 600	\$ 700	\$ 2 000	\$ 700	\$ 10 000
注 1: 数据源自表 B.2、表 B.4 和表 B.5。										
注 2: QC2 中能源成本的计算: 计算得出 QC2 中产品中的能源成本为 \$ 433, 物料损失的能源成本为 \$ 217, 以上数据是按照 QC2 中的物质分布比例(即产品为 66.67%, 物料损失为 33.33%)对总能源成本(\$ 650)进行分摊得出的, 总能源成本是来自 QC1 产品的能源成本(\$ 350)与新投入到 QC2 中的能源成本(\$ 300)之和。										
注 3: QC2 中系统成本的计算: 计算得出 QC2 中产品中的系统成本为 \$ 1 267, 物料损失的能源成本为 \$ 633, 以上数据是按照 QC2 中的物质分布比例(即产品为 66.67%, 物料损失为 33.33%)对总系统成本(\$ 1 900)进行分摊得出的, 总能源成本是来自 QC1 产品的系统成本(\$ 700)与新投入到 QC2 中的系统成本(\$ 1 200)之和。										
a 从 QC1 转移到 QC2 的物料成本的价值。										
b 从 QC1 转移到 QC2 的能源成本的价值。										
c 从 QC1 转移到 QC2 的系统成本的价值。										
d 从 QC1 转移到 QC2 的总成本的价值。										

图 B.4 给出了上述信息的图示(桑基图)。

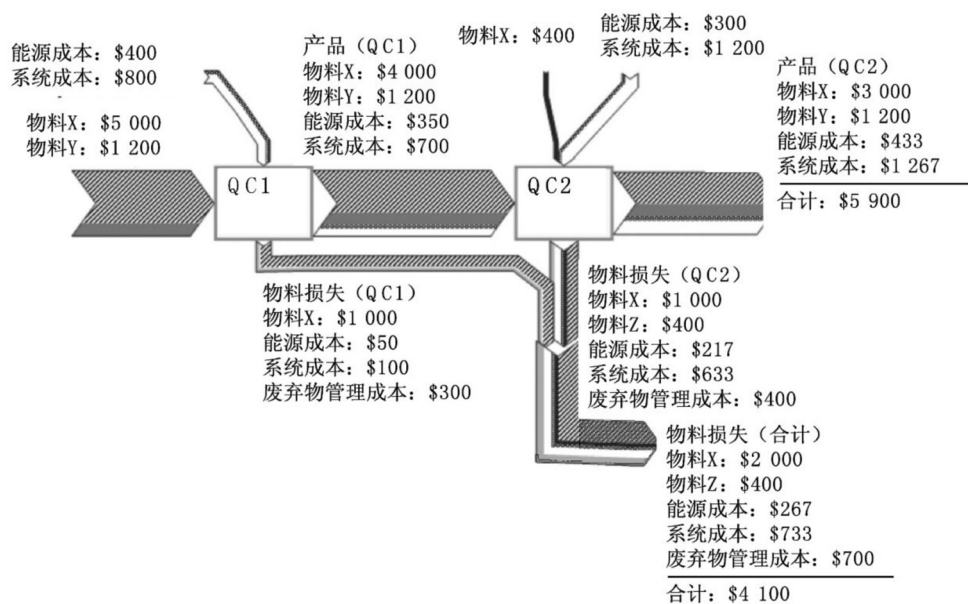


图 B.4 信息汇总的桑基图



附录 C  
(资料性附录)

物质流成本核算(MFCA)案例

C.1 概述

本附录中包含了一些 MFCA 应用的案例。各种案例对 MFCA 在不同类型和规模的组织中的应用进行了说明,例如:制造业(见 C.2 和 C.3)、制药行业(见 C.5)、食品加工业(见 C.4 和 C.6)、农业(见 C.4)、中小型企业(见 C.3)和供应链(见 C.2 和 C.4)。所有案例通常以美元\$为单位,有时也采用欧元€。因为这些案例中包括了较大规模和较小规模的公司,且来自于工业化国家和新兴经济体,所以它们的 MFCA 结果通常不具备可比性。

C.2 案例 1:镜头制造工厂

C.2.1 概述

公司 A 是一家设立在日本的镜头制造厂,其在镜头制造领域是一个世界级的公司。在引入了 MFCA 后,该公司取得了显著的环境和财务改进。在建立 MFCA 时,员工数量已经超过 1 000。MFCA 的目标过程是照相机镜头的制造。

C.2.2 主要目标过程的物质流模型

目标过程的物质流模型描述见图 C.1。

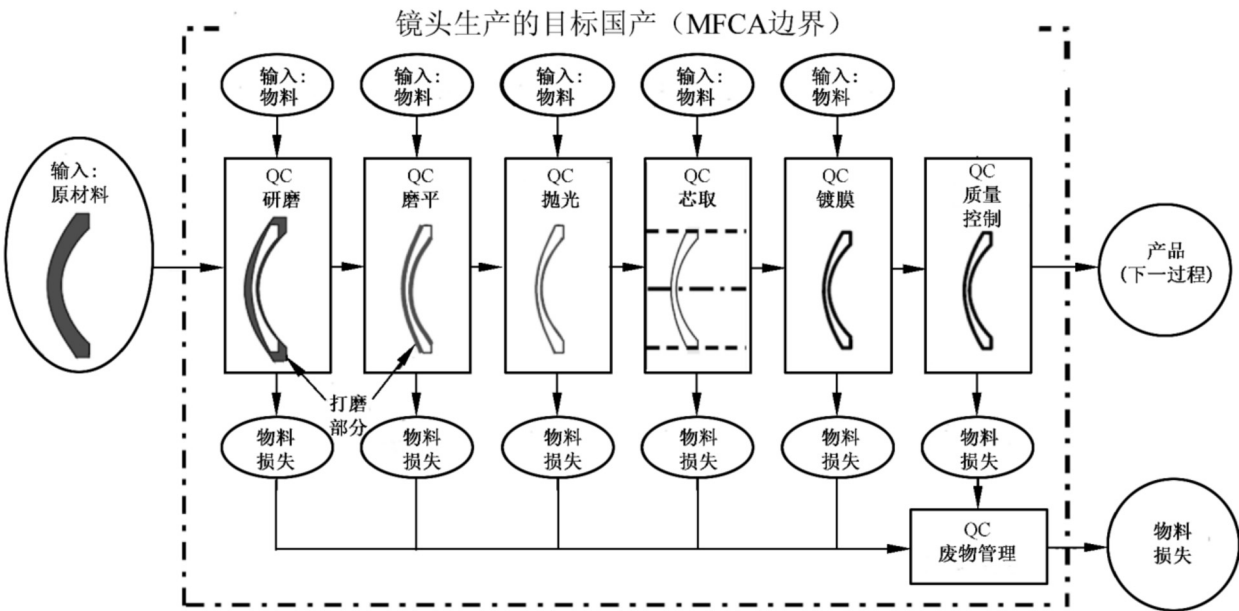


图 C.1 主目标过程的物质流模型

C.2.3 物料损失的描述

物料损失包括以下几种类型：  
——研磨和其他玻璃材料加工中产生的废渣；

- 填充材料中产生的废渣；
- 未用于镜头产品的涂层材料；
- 不合格的产品。

上述物料损失与初始物料投入总量的比例约为 30%。

#### C.2.4 MFCA 分析发现

引入 MFCA 之前,公司 A 认为其现有的镜头生产过程的产品产出率非常高,如图 C.2 所示,达到 99%。这种传统的生产管理测量是基于最终产品的产量数据。每 100 个镜头只有 1 个是有缺陷的,因此产品出产率被认为是 99%。然而,使用 MFCA 进行分析,包括输入和输出在内的物料的重量是在每个 QC 中被测量的;同时,发生的物料、系统和废物的管理成本是被分摊到最终的产品和物料损失中的。结果,公司 A 意识到物料损失的成本大约是镜头制造过程总成本的 32%。这样一个事实被传统的生产管理测量系统所忽视。如图 C.2 所示,通过使用 MFCA,发现存在着巨大的环境和财务改进空间。

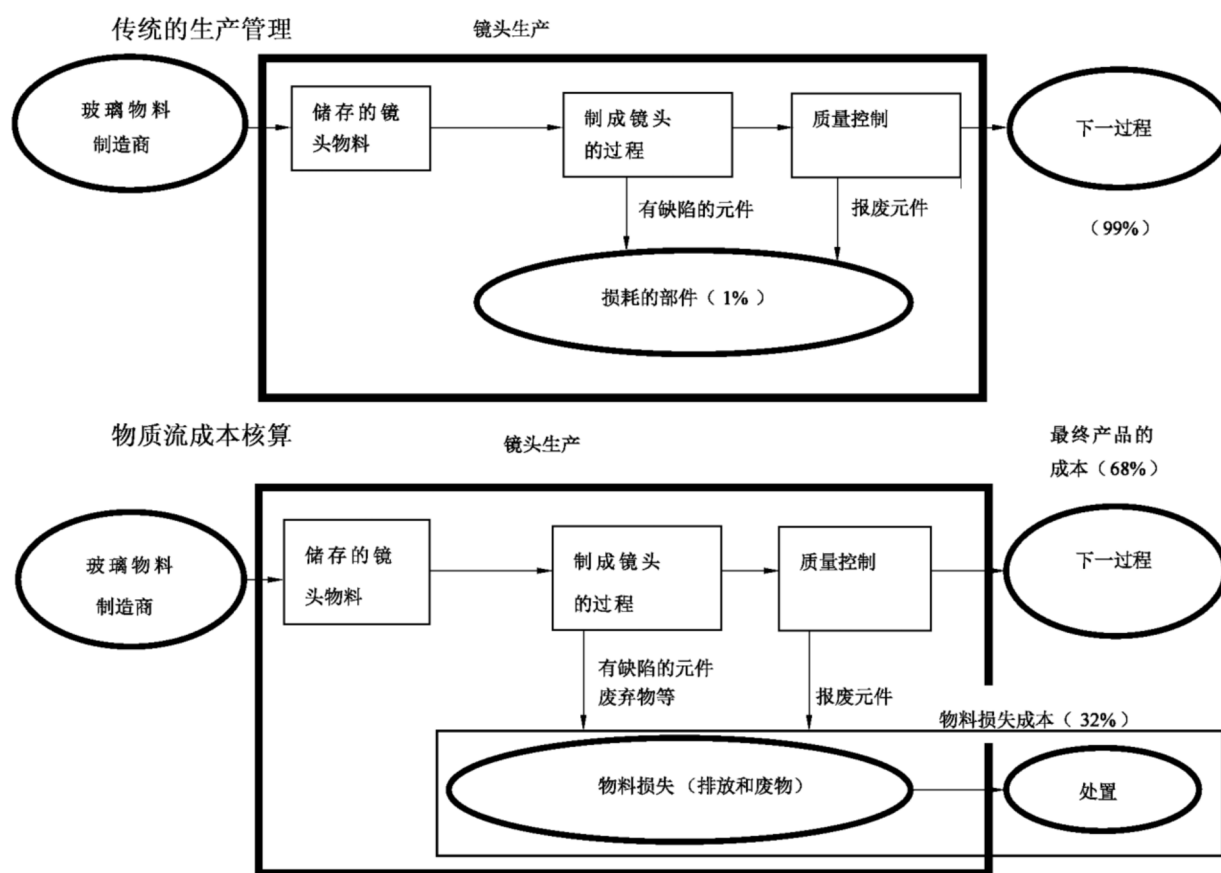


图 C.2 传统的生产管理和 MFCA 的对比

#### C.2.5 基于 MFCA 分析的改进

为了进一步实现有效的改进,公司 A 通过与玻璃物料供应商协作,积极采取了旨在减少研磨过程中废物产生量的改进活动。作为与供应商协作的结果,公司 A 开发了一种称为“接近成型镜头”的新的输入镜头设计,这使得物料损失减少了 80%,如图 C.3 所示。

结果是,与传统镜头生产相比,对于同样的产品产量,供应商需要提供少得多的玻璃物料。此外,供应商和公司生产镜头的过程中,所产生的废渣和废物数量显著降低。对于这两家公司来说,环境效益体现在减少资源消耗和废物产生,同时显著降低了包括物料、能源、系统和废物管理的成本。这是一个

典型的通过 MFCA 在供应链达到环保创新的示例。

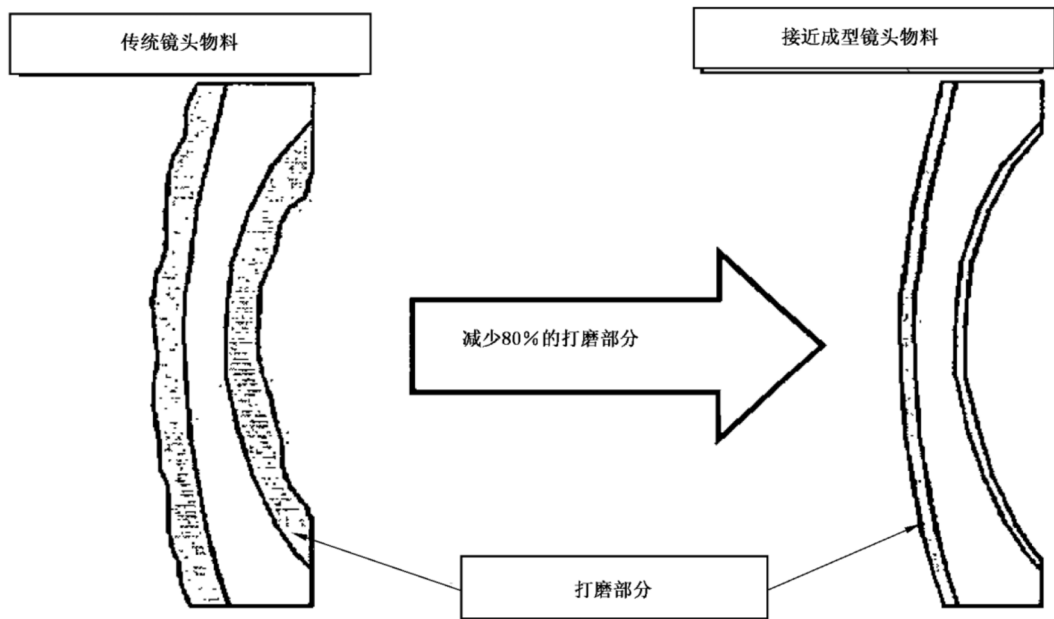


图 C.3 接近成型镜头

### C.2.6 结论

这个初始的 MFCA 项目成功后,公司 A 开始将 MFCA 引入到其他工厂中来,包括位于亚洲国家的工厂。截止到 2008 年底,MFCA 已经被应用到全球范围中的 20 多个公司机构中。分析了物料损失在这些机构的制造过程中如何产生的之后,这些机构采用了多方面的改进,从而显著地降低了不利的环境影响和成本。2008 年,公司 A 的总财务收益达到 10 亿日元(约合 1 100 万美元)。

注:美元金额为按照 2008 年底汇率将日元换算而成。

## C.3 案例 2:家具制造工厂

### C.3.1 概述

本案例讲述的是捷克的一家十余年来一直在该地区进行订单生产家具的小型生产厂。生产根据客户的需求来进行,包括物料、表面精加工、着色和特殊组件的详细要求。

### C.3.2 主要目标过程的物质流模型

家具生产过程是目标过程,见图 C.4 所示。生产过程中采用的基本物料是尺寸为 2 700×2 750 mm 的刨花板。

### C.3.3 物料损失的描述

物料损失的类型的有以下几种:

- 在 QC1 中,使用锯对基本材料进行切割。在切割的过程中,产生的固体废弃物(物料损失)总量大约占输入原材料的 5%。
- 在 QC2 中,依据切割方案对家具部件进行切割。产生的固体废弃物(物料损失)总量大约占输入原材料的 1%。
- 在 QC3 中,将处理家具的边缘,同时如果产品需要用塑料装饰或镶边时,将它们黏合上。在这个生产阶段产生的废弃物锯末将被集中到收集袋中。产生的固体废弃物(物料损失)总量大



约占输入原材料的 4 %。

- 在 QC4 中,使用数控机床工具,根据客户的要求来切割家具部件并成型,安装支架或铰链。产生的固体废弃物(物料损失)总量大约占输入原材料的 0.05 %。
- 在 QC5 中,在这个阶段,产品的部件将被组合、卡接、黏合在一起。通过 ABS 清洁,产品的表面变得光洁。

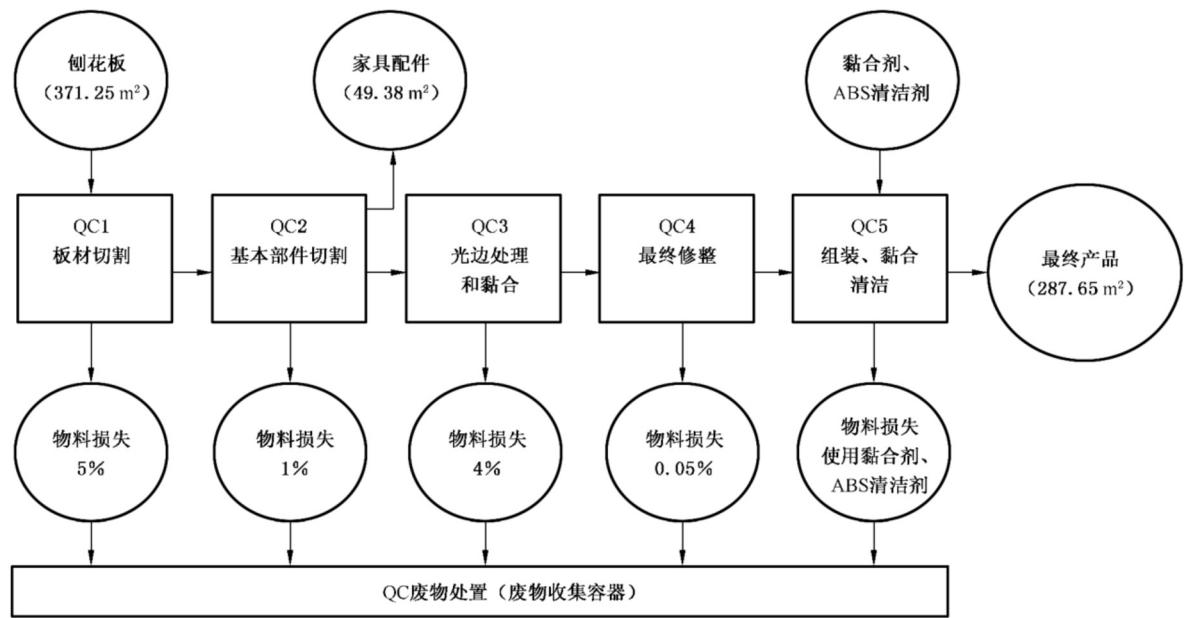


图 C.4 主要目标过程的物质流模型

C.3.4 MFCA 的分析发现

总物料平衡(每月)表述见表 C.1。

表 C.1 物料平衡

输入		输出		
物料	数量	物料	数量	占纸板输入的百分比
刨花板 50×(2 700×2 750 mm²)	371.25 m²	最终产品	287.65 m²	77.48 %
		家具部件	49.38 m²	13.30 %
		QC1 中的物料损失	18.56 m²	9.22 %
		QC2 中的物料损失	3.53 m²	
		QC3 中的物料损失	11.99 m²	
		QC4 中的物料损失	0.14 m²	
黏合剂	0.300 L	最终产品	0.291 L	—
ABS 清洁剂	0.500 L	物料损失	0.009 L	
		最终产品	0.475 L	
		物料损失	0.025 L	

在制造过程的框架内,所产生的物料损失占到了输入原材料刨花板的 9.22 %。其他物料损失(黏合剂、ABS 清洗剂)忽略不计。

表 C.2 表述了基于这个案例的物质流成本矩阵。

表 C.2 物质流成本矩阵

	物料成本 (捷克克朗)	系统成本 (捷克克朗)	废物管理成本 (捷克克朗)	总成本 (捷克克朗)
产品	31 835	182 770	—	214 605
最终成品	27 180	155 993	—	183173
家具部件	4 655	26 777	—	31 432
物料损失	3 230	18 563	4 000	25 793
总成本(捷克克朗)	35 065	201 333	4 000	240 398
美元 \$ <sup>a</sup>	1 872	10 751	214	12 837
<sup>a</sup> 汇率:1 捷克克朗=0.053 4 美元(2011 年 1 月 12 日)				

表 C.2 表明,物料成本占总生产成本的 14.6%。物料损失的成本为每月 25 793 捷克克朗(为总生产成本的 10.7%)。废物管理成本占物料损失总成本的 15.5%。用刨花板的数量(m<sup>2</sup>)作为分摊的标准,系统成本被分摊到产品和物料损失中。

### C.3.5 基于 MFCA 分析进行改进的目标点

从现有的成本核算制度中,企业每月在废物管理上的花销是 4 000 捷克克朗。但企业管理者并不知晓与物料损失有关的其他费用支出(见表 C.3)。

在本案例中,浪费总额为每月 25 793 捷克克朗(相当于总生产成本的 10.7%)。很明显,制造过程中通常总是会产生废物,将物料的技术和工艺特性输入转化为最终产品,从 MFCA 中获得的信息可以有助于寻找改进方法。

表 C.3 物料损失有关的成本

现有的成本核算		MFCA	
项目	成本(捷克克朗)	项目	成本(捷克克朗)
废物管理成本	4 000	废物管理成本	4 000
—	—	其他物料损失成本:	
		——物料成本	3 230
		——系统成本	18 563
总成本(捷克克朗)	4 000	合计(捷克克朗)	25 793
(美元)	214	(美元)	1 377

### C.3.6 结论

MFCA 侧重于通过减少消耗物料的数量来降低成本。这也有着积极的环境影响。更好地利用物料可以减少废物流动和环境的负担。因此,MFCA 表明了它是一个环境为本的有效管理工具,同时也是一个提高物料利用效率的工具。

## C.4 案例 3:咖啡豆制造工厂

### C.4.1 概述

这个越南的案例讲述了供应链在 MFCA 中的重要性,并为 MFCA 在农业领域的应用提供了一个

范例。案例中的公司是一家位于越南南部的中型咖啡豆出口企业,约有 200 名工人。公司从农民和中间商手中购买罗布斯塔咖啡豆,经过多个精制过程处理后才最终将不同质量等级的咖啡豆出口海外。

#### C.4.2 主要目标过程的物质流模型

在咖啡出口商现场的主要精制过程是清洗、重力分选、颜色分类和湿抛光。精制过程的主要输入物料是生咖啡豆。

#### C.4.3 物料损失的描述

咖啡出口商将购买来的咖啡豆进行分类和精制,以达到几个同类质量等级进行出口。理想的情况下,所有的已购得的咖啡豆最终都能成为出口产品。但是,供应的咖啡中包含了不合格豆、碎豆、咖啡末和污垢。其中约有 1% 以咖啡粉末和重量损耗的形式损失掉,另外约有 7% 最终成为低品质产品,其价格低于咖啡豆的采购价格。

供应链内的一个重要的物料损失是在咖啡种植时的肥料流失。据越南咖啡专家称,农民实际所施的化肥为所需施肥量的近 2 倍,这主要是因为经验不足、化肥销售代理的不恰当的信息和“越多越好”的理念。

#### C.4.4 MFCA 的分析发现

图 C.5 描述了咖啡出口商现场的 MFCA 分析的主要发现。

咖啡粉末和低品质咖啡豆而造成的物料损失的成本,换算为吨生咖啡豆为 81 美元,等于总成本的 8%。但是低品质的咖啡豆仍具有市场价值。因此,考虑了以上因素,在已有的收入之外,其可使低品质的咖啡豆净亏损总额减少至 8 美元,物料损失的净亏损总额减少至 18 美元。对于咖啡出口公司,进一步减少这些损失的唯一途径就是提升所提供的输入物料(生咖啡豆)的质量。这正是采购经理应当一直致力的工作。

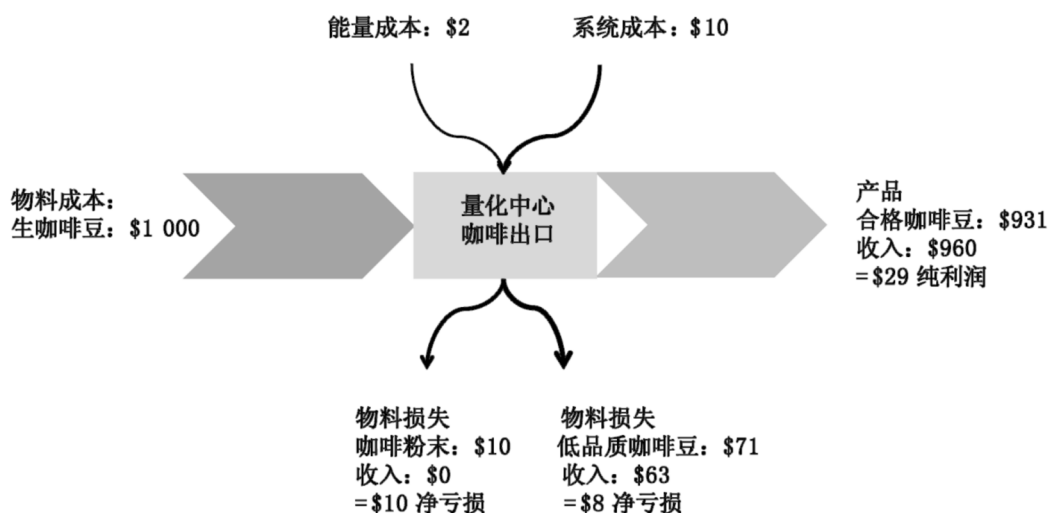


图 C.5 MFCA 分析

MFCA 分析支持以不同的方法,改善供应链流程的效率,来总体降低物料输入成本。图 C.6 表述了包括供应链因素在内的咖啡出口商的 MFCA 分析。

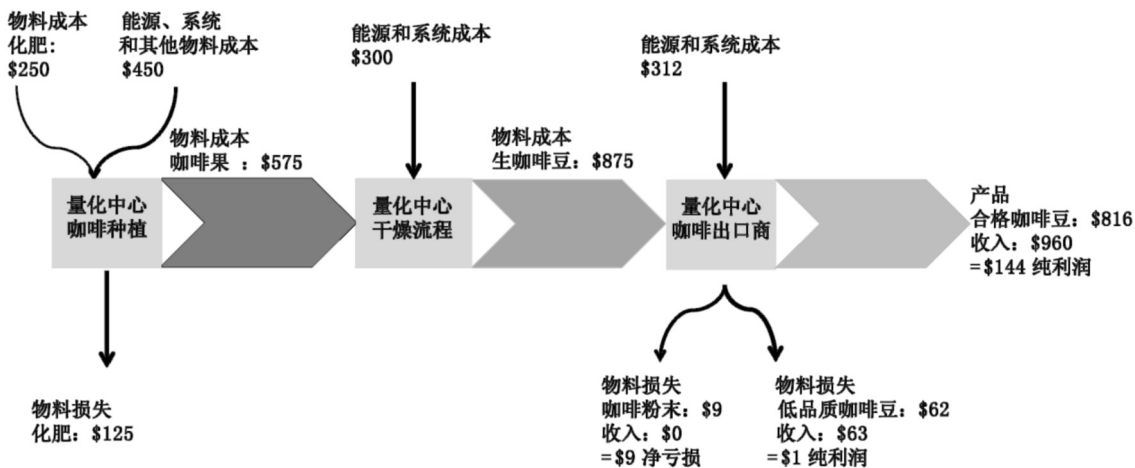


图 C.6 包含供应商在内的 MFCA 分析

化肥的成本超过种植咖啡的农民的生产成本(每吨 \$ 250)的三分之一。化肥的使用也造成巨大的环境问题,例如:淡水富营养化。如果农民按推荐量使用化肥,他们可以降低生产成本,为每吨生咖啡豆减少 \$ 125,并减少其对环境的影响。因此,50%的已施化肥成为物料损失,其对产品无贡献。图 C.6 描述了假定减少施肥量,并通过供应商将成本节约传递到出口商,所产生的潜在收益。在这种情况下,生咖啡豆的物料投入成本将降低至每吨 \$ 875,这持续影响咖啡出口商的利润,即总纯利润为每吨 \$ 136 (\$ 144 的产品收入减去 \$ 8 物料损失),而不是 \$ 11 (\$ 29 的产品收入减去 \$ 18 物料损失)。相比之下,当专注于咖啡出口商现场精制过程并假设物料损失减少到零时,净利润将从 \$ 11 增加到 \$ 29(见图 C.5)。

#### C.4.5 基于 MFCA 分析的改进目标点

当然,图 C.6 是纯属虚构,因为它假设出口可以简单地指示其供应商合理施肥,并从对方的节约中获益。在现实中,供给结构的是由成千上万的农民和众多的中间商所构成的。因此,合作安排对于咖啡出口商来讲是最有前途的选项,越南咖啡出口商、贸易商和相关组织可以分担咖啡种植效率的培训项目的费用。咖啡出口商已经加强努力,发起和游说推行类似的培训项目,并与不同组织在这一领域进行合作,以改进所有供应链参与者的环境和财务绩效。

#### C.4.6 结论

供应链流程的补充整合,乃至将生命周期因素融入到 MFCA 评估中,很可能进一步揭示减少物料损失和环境改进的潜力,从而使双方获利,包括所涉及的公司以及受影响的环境。

### C.5 案例 4: 制药业

#### C.5.1 概述

药品的国际销售,例如开发了具有高性能和现代生产工艺相结合的生物遗传学的创新产品,是德国制药公司的主要支柱。这家公司的营业额为 €17 亿,是全球药品最大的生产商之一。该公司在德国的年营业额达 €8.15 亿,年产量为 1.7 亿包。该公司在德国是数量最多的应用及处方的医疗品牌。在全球范围内,该公司拥有 5 300 名员工,其中 2 900 名在德国本部。

#### C.5.2 主要目标过程的物质流模型

MFCA 项目的目标首先是:

- 提高物料数据的质量(储存和转移);
- 减少发货程序的时间和工作量;
- 增加物质流的透明度。

以便随后:

- 减少物料损失;
- 减少生产流程的耗时;
- 提高物料和能源效率;
- 改进环境绩效。

所有经处理的数据应当纳入公司的企业资源计划系统(ERP)。此外,在结构化查询语言(SQL)工具的支持下,在整个公司对所有批号水平的来料数量按照所有储存和生产中心的物质流进行详细地追踪和定位。外部客户或供应商据此可以评估物质流以及沿着价值链的物料损失(黏合、擦伤、有缺陷的批次)。该项目是由该公司的首席执行官根据生产部长的要求建立的,其目标是物料效率较上年提高10%。生产部长作为项目经理,召集了一个由不同职能单位代表组成的项目组,包括控制、采购、研发、物流、环境等方面的工作委员会。项目按照严格计划的时间节点,并有望在一年内将 MFCA 引入企业并整合到 ERP 系统。本项目无投资,但计算了 MFCA 外部专家的费用。

项目工作以建立物理物质流的模型和确定数据输入的位置(包括所有的存储位置和生产领域)作为开始。在以往的成本中心的定义之外,为了更精确地溯源物质流的损失点位,新引入了更详细发布的量化中心的定义。

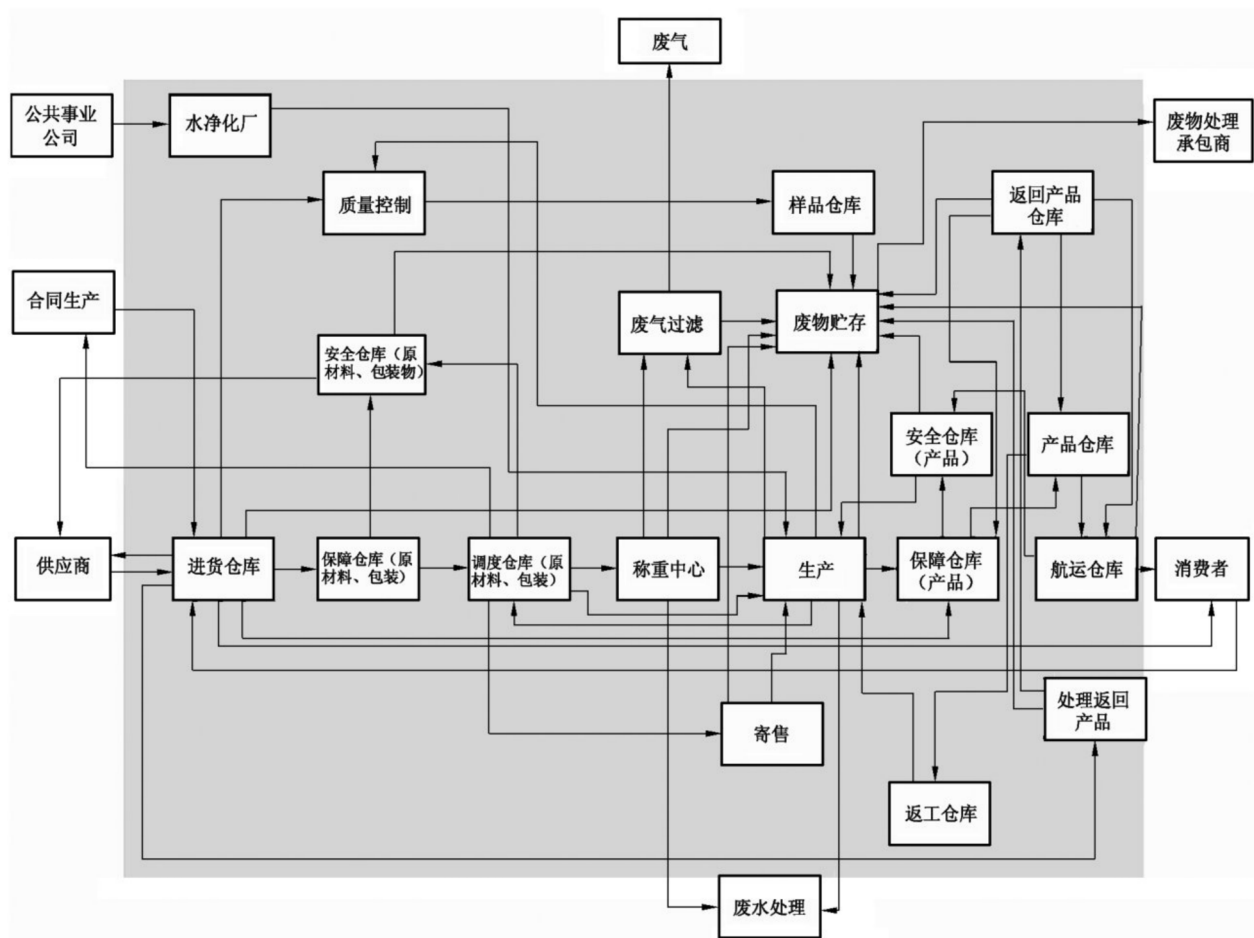


图 C.7 全工场的物质流模型



C.5.3 经过 MFCA 分析的物料损失和发现的描述

令管理者惊讶的是,项目初步揭示了物料投入和产品产出间的失衡达 €1 000 万。根据这个数字,该项目立即被赋予了最高的优先级。但不明确是,失衡是否完全是由于实际的物理性物料损失,还是由于数据不一致导致的。尽管很明显,污泥或废物处置产生了相当大的液态和固态的产品物料损失,还有部分回收利用的包装物料损耗,还有能源损失(油、压缩空气、热量等)、挥发性溶剂等。尚不清楚这些损失的实际价值以及他们的确切来源。

因此,该项目首先被安排计算这些损失的总价值以及每一部分所占的确切份额,具体到物料编号、目标产品类型、生产区域、生产订单等。这些计算基于一个复杂的算法,包括多次分解实时消费和直接反馈的参考数据的物料清单。

所有可用的物料数据(主数据和移动数据)都使用公司的 ERP 系统进行了分析。第一个 MFCA 周期集中在数据可靠性的真实性检查。

C.5.4 基于 MFCA 分析的改进

第一个 MFCA 周期开发并实施了 50 多个改进项目。第一个项目开始于改进 ERP 系统的发布程序和数据库质量。依据职能单位的具体需求,引入了通过 ERP 将物料数据进行分配的新报表和培训,改进了数据质量和数据可获得性。

同时,在如生产、物流、采购、控制、质量或环境职能领域的 150 余名员工有权直接并实时获取有意义的数。按照特定职能的需要,所有这些都能够随时产生实时报告。并且,发现上述 €1 000 万的非正常数据后,最高管理者也要求在未来定期报告物料记账和跟踪物料损失。

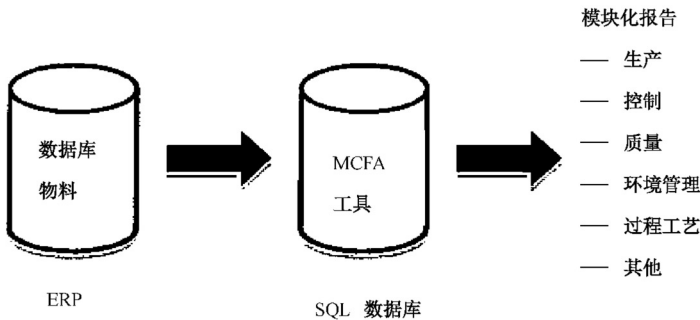


图 C.8 集成 ERP 系统的 MFCA

C.5.5 结论

通过使用 MFCA,这家公司已在所有三个生产基地的不同功能区域,引进了一个全面的、系统的物料报告机制,在第一年减少了大约 €150 万的物料损失。伴随着持续改进过程的物料损失,相应的浪费也逐年减少,部分节省下来的费用用来再投资,用于支付物料记账和数据改进方面的额外费用,并扩展到两个会计职位,持续的物料数据的改进也造就了更短和更强大的业务流程。

C.6 案例 5:花生小吃生产者

C.6.1 概述

在菲律宾首都马尼拉郊区,该案例公司生产以种子为主的产品,主要是面向本地和出口市场的花生小吃。这家中等规模公司已设立了包括环境、质量、生产、产品经理和工程师组成的环境专案组。该小组引入了一个环境绩效计算机信息系统,并建立了适当的废物分类和回收利用系统等。另一方面,由于预期的结果未予量化(采用货币单位),几项来自于专案组的改进建议未得到采纳。因此,专案组决定应

用 MFCA,用系统方法将环境绩效和货币数据相关联。

### C.6.2 主要目标过程的物质流模型

图 C.9 描绘了一种风味花生的生产线的物质流模型。生花生被煮熟、脱皮、油炸、调味和最终冷却并进行筛选。生产线的中间产品被出售给各种小吃生产者。

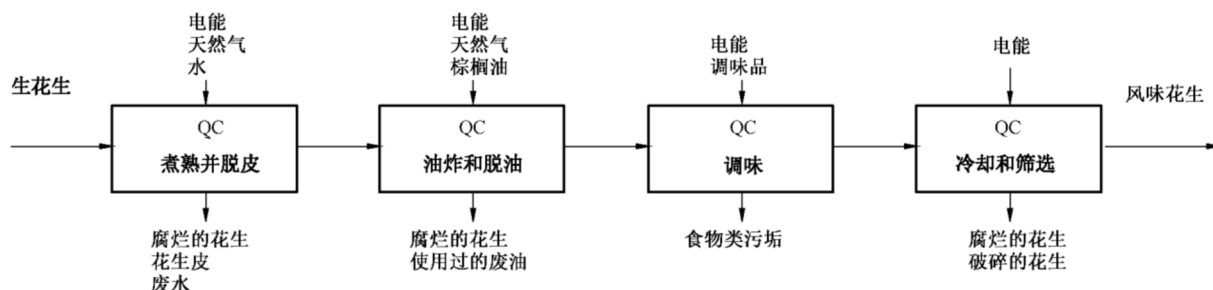


图 C.9 物质流模型

### C.6.3 物料损失的描述

物料损失可分为以下四种类型（见图 C.9）：

- 进一步加工花生之前需要去除花生皮,其重量占初始花生的 7%~8%。
- 使用过的废油是一种油炸残留物。煎炸过程中所使用的棕榈油大部分被花生所吸收,仍存剩余约为 6%,并可以一个非常低的价格出售。
- “食物类污垢”一词是指没有吸附在花生上而被浪费的小部分(约 3%)调味料。
- 所有其他物料损失是不符合质量要求的花生,因为它们不是腐烂就是破碎。腐烂和破碎的花生量取决于工人操作的准确性,例如:在正确的时间停止煮熟过程。

### C.6.4 MFCA 分析的结果

上述的物料损失,在应用 MFCA 之前,已被小吃生产者作为一个绩效参数予以监视。废物与产品的产量的比例设定目标是 5%,即任何低于 5%的比例是可以接受的,并不需要采取进一步措施。图 C.10 描述了花生生产线应用 MFCA 的结果。给定的百分比与总生产成本有关。

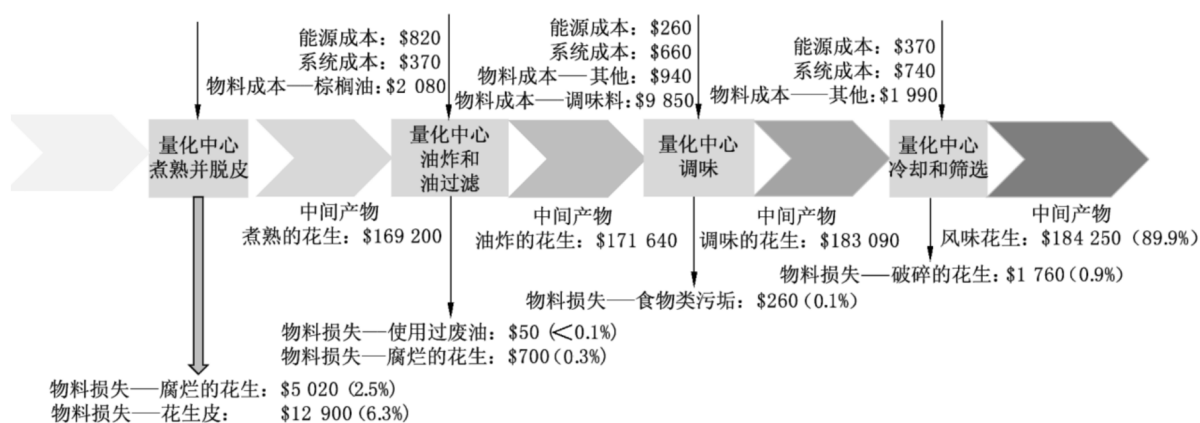


图 C.10 花生生产线的 MFCA 结果

每个量化中心通过 MFCA 分析的结果如下：

- 煮熟和脱皮:QC 的总生产成本根据产品与物料损失的质量比进行分派。腐烂花生的销售收入(\$ 620)被减去,花生皮的处置成本(\$ 340)被加上。
- 油炸和脱油:使用过的废油的物料损失与棕榈油的投入量有关,而不是花生的生产量。因此,

使用过的废油的成本计算采用使用过的废油与棕榈油投入量的比例(6.25%),每月节约的潜力等于棕榈油采购成本的 6.25%(\$ 130),少于销售废油的收入(\$ 80)。

——调味:与油炸和脱油的 QC 中的用过的废油相类似,物料损失“食物类污垢”与花生的生产量无关,但与投入到过程中调味料的量相关。

——冷却和筛选:破碎花生的物料损失直接与花生的生产量有关。如果可以完全避免产生破碎的花生,可节省约 1%的 QC 总生产成本。

与传统成本会计的视角相反,MFCA 方法表明,总生产成本的 10%左右(约 20 000 美元)由于物料损失而被浪费了,最大浪费部分是在 QC 煮熟及脱皮中花生皮(占总数的 6.3%)和腐烂的花生(占总数的 2.5%),接下来是在 QC 冷却与筛选中的破碎的花生(占总数的 0.9%)。

#### C.6.5 基于 MFCA 分析改进的目标点

MFCA 所提供的信息,支持小吃生产者以多种方式做出决策。花生皮成本的准确数字,为是否从供应商处购买不脱皮的花生的决策提供支持。这表明,小吃生产者可以为脱皮的生花生支付每公斤 \$ 0.05 的额外费用而不会减少他的利润。更加关注的是减少腐烂和破损花生,特别是在沸腾剥离的 QC 和冷却和选择的 QC 环节。物料损失成本的货币数字帮助环境专案组说服最高管理者,对员工进行降低废物的培训,并建立一个合理化建议机制,对提出进一步改进主意的员工进行奖励。沸腾与剥离的 QC 中,能源和水的需求量和相关成本(每月约 \$ 3000)相对较高。小吃生产者已经开始寻找更高效的技术,例如:在一个半封闭的系统,使用蒸汽煮熟和脱皮花生,替代目前在用的连续热水流。此外,环境专案组已开始在将来的生产线和过程中实施 MFCA。

#### C.6.6 结论

花生小吃生产者的案例,突出了将环境信息、环境管理措施与财务数字相关联的重要性。MFCA 被证明了有助于确定环境和物料效率改进的关注点,并帮助最高管理者量化和判别这些措施。通过 MFCA,花生小吃生产商已改变其对于物料损失的观念。较之过去认为只要损失保持低于一定比例就只是质量管理的一个小问题,现在物料损失被认为是决定生产利润和亏损的重要因素。



## 参 考 文 献

- [1] GB/T 19001—2016 质量管理体系 要求(ISO 9000:2015,IDT)
- [2] GB/T 23331—2012 能源管理体系 要求(ISO 50001:2011,IDT)
- [3] GB/T 24001—2016 环境管理体系 要求及使用指南(ISO 14001:2015,IDT)
- [4] GB/T 24031—2001 环境管理 环境表现评价 指南(ISO 14031:1999,IDT)
- [5] GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架(ISO 14040:2006,IDT)
- [6] GB/T 24044—2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南(ISO 14044:2006,IDT)
- [7] GB/T 26450—2010 环境管理 环境信息交流 指南和示例(ISO 14063:2006,IDT)
- [8] ISO 14064-1 Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
- [9] ISO 14064-2 Greenhouse gases—Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements
- [10] ISO 14064-3 Greenhouse gases—Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions
- [11] ISO 14065 Greenhouse gases—Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition
- [12] BENNETT, M. and JAMES, P. (eds.) (1998) *The Green Bottom Line*, Greenleaf Publication.
- [13] German Federal Environmental Ministry and Federal Environmental Agency (2003) *Guide to Corporate Environmental Cost Management*, German Federal Environmental Ministry and Federal Environmental Agency.
- [14] FURUKAWA, Y. (2008) *Material Flow Cost Accounting*, Japan Environmental Management Association for Industry.
- [15] International Federation of Accountants (IFAC) (2005) *International Guidance Document: Environmental Management Accounting*, IFAC.
- [16] Japanese Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI) (2002) *Environmental Management Accounting Workbook*, METI.
- [17] Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) (2007) *Guide for Material Flow Cost Accounting*, METI.
- [18] Japanese Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI) (2010) Environmental Management Accounting: MFCA Case Examples, METI, download: [http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/MFCA\\_Case\\_example\\_e2011.pdf](http://www.jmac.co.jp/mfca/thinking/data/MFCA_Case_example_e2011.pdf).
- [19] JASCH, C. (2008) *Environmental and Material Flow Cost Accounting*, Springer.
- [20] KOKUBU, K. and NAKAJIMA, M. (2004) “Sustainable accounting initiatives in Japan: Pilot projects of material flow cost accounting” in Haussmann, J.D.S., Liedtke, C. and Weizsacker, E. U. (eds.) *Eco-efficiency and Beyond*, Greenleaf Publishing, pp. 100-112.
- [21] KOKUBU, K. and NASHIOKA, E. (2005) “Environmental Management Accounting Practices in Japan,” in Rikhardsson, P. M., Bennett, M., Bouma, J. J. and Schaltegger, S. (eds.) *Implementing Environmental Management Accounting: Status and Challenges*, Springer, pp. 321-342.

- [22] SCHMIDT, M. (2008) “The Sankey Diagram in Energy and Material Flow Management, Part I: History”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 12, No. 1, pp. 82-94.
- [23] SCHMIDT, M. (2008) “The Sankey Diagram in Energy and Material Flow Management, Part II: Methodology and Current Applications”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 12, No. 2, pp. 173-185.
- [24] NAKAJIMA, M. and KOKUBU, K. (2008) *Materials Flow Cost Accounting* 2nd edition, Nihon Keizai Shinbunsha. (available only in Japanese and Korean).
- [25] ONISHI, Y., KOKUBU, K. and NAKAJIMA, M. (2008) “Implementing Material Flow Cost Accounting in a Pharmaceutical Company,” in Schaltegger, S., Bennett, M., Burritt, R.L. and Jasch, C. (eds.) *Environmental Management Accounting for Cleaner Production*, Springer, pp. 395-410.
- [26] SCHALTEGGER, S. and BURRITT, R. (2000) *Contemporary Environmental Accounting*, Greenleaf Publication.
- [27] STROBEL, M. and REDMANN, C. (2001) *Flow Cost Accounting*, IMU (Institute für Management und Umwelt).
- [28] United Nations Division for Sustainable Development (2001) *Environmental Management Accounting: Procedures and Principles*, United Nations.
- [29] United Nations Division for Sustainable Development (2002) *Environmental Management Accounting: Policy and Linkage*, United Nations.
- [30] United States Environmental Protection Agency (2001) *An Organizational Guide to Pollution Prevention*, US Environmental Protection Agency (EPA 625-R-01-003).
- [31] VIERE, T., SCHALTEGGER, S. and VON ENDEN, J. (2007) “Supply Chain Information in Environmental Management Accounting, The Case of a Vietnamese Coffee Exporter”, *Issues in Social and Environmental Accounting*, Vol. 1, No. 2, pp. 296-31.
- [32] WAGNER, B. and ENZLER, S. (eds.) (2006) *Material Flow Management: Improving Cost Efficiency and Environmental Performance*, Physica-Verlag.
- [33] WAGNER, B., STROBEL M, *Flow Management for Manufacturing Companies. Sustainable Reorganisation of Material and Information Flows* Publisher: imu augsburg GmbH & Co. KG, ISBN 3-8323-1059-2, Augsburg, 2003, download: <http://www.imuaugsburg.de/material> (Accessed 16.08.2010).
-



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
环境管理 物质流成本核算 通用框架  
GB/T 24051—2020/ISO 14051:2011

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.org.cn

服务热线:400-168-0010

2020年6月第一版

\*

书号:155066·1-64934

版权专有 侵权必究



GB/T 24051-2020