

SimaPro 7 与 LCA 导论

2010/11



说明及版权

- 题目:** SimaPro 7 与 LCA 导论
- 作者:** PRé Consultants
Mark Goedkoop, An De Schryver, Michiel Oele, Sipke Durksz,
Douwe de Roest
- 翻译:** 上海环翼环境科技 (Ecovane Environmental)
沈万霞, 龚万彬
- 报告版本:** 4.5
日期: 2010 11 月
语言: 中文
可用性: PDF 文件, SimaPro 许可证持有者可得到连同订单的复印版本。
- 版权:** © 2002-2010 PRé Consultants, 侵权必究。
这项工作拥有 Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 Netherlands License 许可证。查看该许可证的副本请访问http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/nl/deed.en_US 或者写信给 Creative Commons, 美国 (94105) 加利福尼亚州旧金山市第二街道 171 号 300 室
- 如果此手册应用于其他目的, 请得到 PRé Consultants 的允许。
- 联系方式:** 电话: +31 33 4504010
传真: +31 33 4555024
邮箱: support@pre.nl
网站: www.pre.nl
- SimaPro 中国 (含香港) 服务中心联系方式:
电话: +86-21-34635036
传真: +86-21-61931100
邮箱: simapro@ecovane.cn
网站: www.ecovane.cn

目录

缩写	4
1 SIMAPRO 7 与 LCA 导论.....	5
1.1 在您的组织中引入 LCA	5
1.2 启动 LCA 时该做什么以及该避免什么	5
1.3 ISO 标准中关于 LCA 的评论	6
2 定义目标与范围	7
2.1 定义目标与范围的需要	7
2.2 定义目标	8
2.3 定义范围	8
3 清单.....	12
3.1 引言.....	12
3.2 前台数据的采集.....	12
3.3 背景数据	14
3.4 ECOINVENT 数据库.....	14
3.5 输入输出数据库.....	15
3.6 更广范围的可持续发展	18
4 影响评价	20
4.1 引言.....	20
4.2 ISO 中影响评估方法	20
4.3 方法和影响类别的选择	21
4.4 分类.....	23
4.5 特征化.....	23
4.6 可选择性步骤	26
5 解释.....	31
5.1 ISO 14044 解释（或称结果阐述）	31
5.2 不确定性	31
5.3 敏感性分析	34
5.4 贡献分析	34
5.5 清单结果	35
6 组织 LCA 活动	36
6.1 估算工作量	36
6.2 操作程序	39
6.3 理解数据库的结构.....	41
6.4 数据交换	42
6.5 生态指数工具	42
7 SIMAPRO 的简便使用方法	44
7.1 一条 LCA 的使用新径.....	44
7.2 启动 SIMAPRO.....	44
7.3 LCA 向导的快速入门	45
7.4 产品系统介绍	45
8 SIMAPRO 的传统使用方法	46

8.1	LCA 视窗	46
8.2	输入及编辑数据	47
8.3	流程	48
8.4	产品阶段	51
8.5	废弃物和产品处理场景建模	54
8.6	状态栏	59
9	蒙特卡洛分析	60
9.1	分布类型	60
9.2	关联性	61
9.3	SIMAPRO 中的蒙特卡洛分析	62
9.4	分析结果的阐述	63
9.5	比较结果的阐述	64
10	参数及场景	67
10.1	参数的使用	67
10.2	场景	70
10.3	链接参数到外部数据	70
10.4	参数的其他细节	71
10.5	一些关于场景的细节	73
11	产品环境声明 (EPD)	74
11.1	产品类别规定 (PCR)	74
11.2	LCA 在 EPD 中的应用	74
12	建立高级应用	75
12.1	建立向导 (WIZARD)	75
12.2	SIMAPRO 与其它软件之间的整合	76
	术语	78
	词汇	82

缩写

BOD	生物需氧量
BUWAL	瑞士联邦环保和林业局
CML	荷兰莱顿大学环境科学中心
Daly	伤残调整寿命年
DQI	数据质量指标
ELMIS	环境生命周期管理信息系统
EPS	环境优先策略（影响评价方法）
ERP	企业资源规划系统
GRI	全球报告倡议组织
IPCC	政府间气候变化专门委员会
IPP	整合性产品政策
LCA	生命周期评价
LCC	生命周期成本
LCI	生命周期清单
LCIA	生命周期影响评价
OECD	经济合作与发展组织
PAH	多环芳烃
R&D	研究与发展
SQL	结构化查询语言（用于访问和操纵数据库的计算机语言）
WHO	世界健康组织

1 SimaPro 7 与 LCA 导论

1.1 在您的组织中引入 LCA

生命周期评价（LCA）方法是用来评估一个产品整个生命周期过程环境各方面影响的方法。主要应用于：

- 分析生命周期各阶段对整体环境负荷的贡献率，通常用于改进产品及其工艺过程。
- 公司内外部产品之间的对比。

LCA 是一种新方法，它开始流行于上世纪 90 年代。最初，许多人认为 LCA 是直接应用于市场营销支持环境声明的一个好工具。长时间以来，人们开始意识到尽管通过一个谨慎和平衡的方式交流 LCA 结果非常重要，但是市场营销不是 LCA 方法的最好应用。

近年来，生命周期思想（Life cycle thinking）已经成为环境策略制定关注的重点。一个明显的例子是欧盟所传达的 IPP（整合性产品政策）概念。在亚洲（中国：循环经济）和美洲，很多国家也发展不同的战略来促使生命周期思想称为一个主要概念。另一方面的发展是可持续发展报告运动。现在大多数财富 500 强企业都有其运作经营可持续性方面的报告。近几年，我们也已经看到了环境产品声明（EPD'S 见第 11 章）的飞速发展。

LCA 为所有的这些新概念提供了更量化和更科学的基础。在很多情况下，LCA 满足了内外部讨论和沟通的需要。在 LCA 行业活跃的人意味着有能力交流产品的环境影响和业务的进程。这本书向您介绍了生命周期评价（LCA）方法，同时给您解释了如何使用世界上应用最为广泛的 LCA 软件 SimaPro 开展 LCA 工作。

导论如何构成

此导论提供了关于 LCA 方法背景的一般信息，同时也就如何执行 LCA 方法提供了实际操作建议。它可以提供给没有接触过 SimaPro 的人群阅读。第 2 章到第 5 章大体上描述了 LCA 方法。除了部分文本框之外，这几章没有直接涉及 SimaPro。第 6 章描述了 LCA 的组织方面的内容，而第 7 章到 11 章讲述了在 SimaPro 中建立生命周期模型的问题。

一旦了解了最重要的概念和 LCA 术语，我们建议您立刻启动 SimaPro 开始您的第一次实验。在撰写清楚的帮助说明文本方面我们做了很大努力。若想了解更多，按 F1 可以帮助您解决当前遇到的问题。其它 SimaPro 手册，像数据库手册可以通过安装 CD-ROM 盘或者 SimaPro 帮助菜单得到 PDF 文件。

1.2 启动 LCA 时该做什么以及该避免什么

一项关于 LCA 如何使用的有趣调查[Frankl 和 Rubik 2000]显示：LCA 最常见应用于公司内部，像产品改进、决策选择上的支持和基准。外部的交流也被提到作为一种应用，但是通常情况下这种交流是间接的。除了主要结果以外，LCA 报告不被出版。

在 LCA 实施过程中，最要紧的陷阱被证实是缺乏对 LCA 目的和应用的明确定义。在很多公司，市场营销部门是发起者，因为他们认为 LCA 能展示产品的环保效益，但通常情况下，市场营销部门发现 LCA 结果很难用于交流。在许多其他公司中研发部门或者环境部门是 LCA 工作的发起者，这些不同的发起者同时存在的局面可能会使大家对 LCA 项目的确切目的产生一些混淆。

在 LCA 实施的早期阶段，最常遇见的 LCA 工作模式是短期（临时设立）的项目。该阶段最重要的目标是学习什么是 LCA，人们能从中得到什么以及结果的可靠性如何。

抱着学习的态度从事 LCA 工作是很重要的。相比于从第一次开展尝试 LCA 得到的结果而言，期间的学习过程是更重要的。Frankl 和 Rubik 的研究发现，如果第一次 LCA 实验给出了奇怪或者意想不到的结果，局面就会变得有趣。在某些组织中，这种结果被看作是取消 LCA 作为一种工具使用的原因。而正确公司的做法是利用这种意想不到的结果作为一种积极学习的经历。

第一次研究之后，公司决定是否想要继续使用 LCA，同时采用更结构化的方法。LCA 实施成功的要素是：

- 使用 LCA 原因的明确说明
- LCA 交流方式的明确定义，内部和外部。
- 合理的预算。

在 LCA 发展的初期阶段，大量的精力放在了长期、具体和昂贵的研究上。通过与 SimaPro 用户的交流，我们看到了一个粗评和简化研究的趋势。在收集与公司相关的最常用的材料和流程数据之后，在公司内外开展一些更为简化的研究便成为可能，而最常见的材料都包含在 LCA 数据库之内。然而，如果您公司中的产品需要一些特殊产品或材料，您就有可能必须为相关工艺流程过程和材料采集数据。

1.3 ISO 标准中关于 LCA 的评论

现在有两个专门为 LCA 应用而设立的标准：

ISO 14040: 原则和框架

ISO 14044: 要求和准则

新的 14044 标准替代了原有的 14041、14042 和 14043，但是内容上没有大的变化。

ISO 标准的界定很模糊，这使得人们很难判断一个已经完成的 LCA 是否符合标准。不同于 14001 标准，我们不可能通过一个官方认证来声明一个 LCA 研究 / 报告，一种 LCA 方法或者像 SimaPro 一样的 LCA 软件是完全严格遵循 ISO 标准完成的。在这个意义上说，没有任何一个软件开发者能够声称由某一软件工具生成的 LCA 结果自动符合标准。

例如，ISO14044 不允许涉及影响类型的权重用于产品之间的公开对比。然而由于权重明确被允许应用于其它方面，因此 SimaPro 支持权重功能。这意味着通过一个适当方式使用权重是您的责任。相似例子还有像分配原则、系统边界等问题。

为了满足遵守 ISO 标准的要求，最重要的是对于目标和范围的谨慎说明以及对于结果的正确阐述这两个问题。在实施 LCA 的过程中，您作为一个 LCA 工作者对于可替代性方法可以有相当广泛的选择空间，只是您需要认真记录您做了什么那些选择。为了满足标准的要求，其次重要的是您的 LCA 可能需要一个独立专家提供的同行评审。

遵循或（故意地）偏离这些标准完全取决于您。如果您偏离这些标准，显然您不能声称您所做的 LCA 符合国际标准，这将使得说服别人相信您结果的可靠性更困难。

2 定义目标与范围

一个 LCA 研究包含四步：

1. 定义研究的目标与范围
2. 建立产品生命周期内全部环境输入输出模型。数据收集工作通常被称为生命周期清单 (LCI) 阶段。
3. 理解全部输入和输出的环境相关性。这被称为生命周期影响评价 (LCIA) 阶段。
4. 研究结果的阐述

LCA 中最重要的技术是模型的建立。在清单阶段，一个模型由复杂的技术系统制成，通常包括产品的生产、运输、使用和废弃。最终将形成与全部过程有关的一个流程表或流程树。每一个流程收集全部相关的输入和输出。结果通常是一长串输入流和输出流清单，这种结果很难解释。

在生命周期影响评价阶段，一个完全不同的模型被用来描述输入流和输出流的相关性。为此，一个环境机制模型将得到应用。例如，SO₂ 气体的排放将导致环境酸性的增加。增加的酸性将导致土壤发生改变而引起树木死亡等。通过几个环境机制的使用，LCI 结果可以转化为大量的影响类别像酸化、气候变化等。

通常，争议最大是影响类型中的权重问题，因为加权是一个主观问题。

理解 LCA 的跨学科性

LCA 的复杂性之一在于它的跨学科性质。依据[Hofstetter 1998]，我们可以区别一个 LCA 中必不可少的三个领域。每一个领域都有其不同的特征：

- **技术领域 (Technosphere)**：技术系统的建模，像生产过程、运输过程等。通常，技术领域的不确定性因子不超过 2，几乎所有的测量结果都是可证实和可重复的。
- **生态领域 (Ecosphere)**：环境机制的建模（一个排放会产生什么后果？）。不确定性通常在一到三个数量级，通常可证实性很难或者不可能。例如，我们不可能试运行气候变化，重复测量几次已获得良好的测量结果。
- **价值领域 (Value sphere)**：处理主观选择问题。这包括影响类型中的权重问题，但正如我们即将看到的，当选择一个分配程序或包含时间跨度时，价值取向也起到了非常重要的作用。例如，在影响评价中，选择来自重金属的潜在破坏是否聚集 100 年为止或者更久是非常重要的。价值领域问题通常是在社会科学领域范围内。对于价值领域来说，一个人不可能明确地说出不确定性，因为一个“唯一的”事实并不存在。

作为一个 LCA 工作者，您需要理解不同的思维方式，以便于与各领域的专家进行有效沟通，同时处理关于不确定性和可靠性的争议。

2.1 定义目标与范围的需要

就所有的现实模型而言，人们必须理解模型是实际情况的简化，并且对于所有简化，这意味着现实在一定程度上发生了扭曲。LCA 工作者面临的挑战是在以某种方式建立生命周期模型，使简化和扭曲对结果不会产生太大的影响。

处理这个问题的最好方式是在开始一个 LCA 之前周密地定义 LCA 研究的目标与范围。在目标与范围中需要阐述最重要的选择（通常是主观的），比如：

- 实施 LCA 的原因，以及需要回答的问题
- 产品的准确定义，它的生命周期以及所能实现的功能
- 当产品之间发生对比的时，定义它们的比较基准（功能单位）

- 系统边界的定义
- 分配方式问题的描述
- 数据和数据质量要求
- 假设和限制
- 关于 LCIA 阶段的要求以及随后的解释
- 目标读者和结果的表达方式
- 如果可以，做同行审阅
- 研究结果所需要的报告类型和格式

目标与范围的界定是一个指南（规范），以帮助确保实施 LCA 的一致性。它不是一个静态的文件。在实施 LCA 的过程中，如果出现最初的选择不是最优的或者不可行的情况，LCA 工作者可以随时调整。然而，这些更改应该是合理并且谨慎的。

Simapro 中目标与范围的定义

在 SimaPro 中，可以在一个特定的位置来描述每个项目的目标与范围。有以下两个部分：

- 文本编辑框，在这里您可以描述目标与范围定义所需要的各个不同方面。这里输入的文本以后可以复制和粘贴到您的项目中。
- 库（Library）。在这里，您可以预先确定哪些数据库是您认为适合您要运行项目的标准数据库。例如，如果您的 LCA 与欧洲相关，您可以关闭由 SimaPro 的一些版本提供的 USA-IO 数据库。通过关闭这个库，在您运行项目的时候您将看不到与此相关的数据。这样就避免了意外地列入您不想要的数据库。

基于以上两部分，对于一个连贯性的 LCA 研究，您有了一个符合 ISO 标准的指南（规范）。

2.2 定义目标

显然，任何一个 LCA 研究都应该有一个目标。但是，在 ISO 中对于目标的定义有一些特定的要求：

- 应明确地描述 LCA 应用用途和目标读者。这非常重要，研究对象应用于内部提供数据与应用于两个产品之间的公开对比是完全不同的结构。例如，在后者的案例中，ISO 明确提出权重不可以用于影响评价以及需要一个同行审阅程序。因此，在执行 LCA 研究的过程中与当事人沟通非常重要。
- 应清楚地描述执行研究的原因。是委托方或者研究者试图证明什么，还是委托方想要提供信息等等。

有些 LCA 研究不止一个目的。结果可能同时应用于内部和外部。如果那样的话，这两种应用的结果应该被清楚地描述。例如，内外部报告版本可能应用了不同的影响评价方法。

2.3 定义范围

研究范围描述了最重要的方法论的选择、假设和限制，如下所述。因为 LCA 是一个反复的过程，术语‘最初的’在以下大多数段落中都被使用。当更多的信息变得可用的时，这意味着‘最初的’选择和要求可以被修改。

2.3.1 功能单位和参考流

产品比较过程中，一个非常重要的问题是功能单位和比较基准的选取。在很多案例中，不能简单地比较产品 A 和 B，因为他们可能有不同的表现特征。例如，一个牛奶纸盒仅可被使用一次，然而一个可返回的牛奶瓶可以被使用十次甚至十次以上。如果 LCA 的目的是用来比较牛奶包装系统，您就不能拿一个牛奶纸盒和一个牛奶瓶作对比。一个更好的方法是对比两种

方式包装和传送 1000L 牛奶。这种情况下，您可以对 1000 个牛奶纸盒和 100 个牛奶瓶、900 次洗涤（假设每一个瓶子可以循环使用 9 次）进行对比。

定义功能单位是不象想像的那么简单，因为产品的性能并不总是很容易被描述。例如，一个冰激凌、汽车共享系统或者一个假期确切的功能单位是什么？

2.3.2 最初的系统边界

产品系统往往是以一种复杂的方式相互关联。例如，在一个关于牛奶纸盒的 LCA 中，可以用到卡车。然而，卡车也是有生命周期的产品。生产卡车的过程需要钢；生产钢的过程需要煤；煤开采的过程需要卡车等等。显然，我们不能追踪一个产品系统的所有输入和输出，必须定义系统的边界。通过排除某些部分，即在系统之内忽略他们，这样做使结果可能会被扭曲。

画一个系统图解并且在图解中确定边界是很有帮助的。在这方面一些重要的选择包括：

- 固定资产（卡车和注塑机等）的生产和废弃过程是否包含在内？以能源分析过程为例，可以区分以下三个次序：
 1. 第一个次序：仅仅包含材料生产和运输过程在内（LCA 中很少见）。
 2. 第二个次序：包含生命周期中所有过程，但是忽略固定资产。
 3. 第三个次序：固定资产包括在内。通常固定资产是按照第一种次序模式进行计算的，即仅仅包括生产固定资产所需材料的生产过程在内。
- 与自然的边界是什么？例如，对于一个关于纸的 LCA 来说，决定是否包含一棵树的生长在系统边界内是很重要的。如果包含在内，边界将包含 CO₂ 的摄入和土地使用的影响。在农业系统内，决定把农业土地看作是自然界的一部分还是一个生产系统（技术领域）是很重要的。如果把土地看作是自然界的一部分，使用到土地中的所有杀虫剂被看作是一种排放。如果把农业用地看作是一个经济系统，就可以排除土地上的杀虫剂的影响，而仅仅考虑泄露、蒸发或者偶尔喷洒在区域之外的部分。

关于默认的系统边界的一些建议

在以前的 LCA 中固定资产往往不包括在内，尽管这可能会导致 30% 的环境影响失踪，但是大多数的 LCA 能得到满意的结果。然而，在一些案例中这将会导致严重的扭曲。例如，在一个包含大量水力发电的 LCA 中，忽略固定资产将意味着像大坝和管道等所有的基础设施忽略不计，事实上，除此之外，已经没有任何东西用来建模了。在一些更现代的数据库中，像 ecoinvent 和 USA 输入输出数据库，固定资产均包括在内。我们建议您遵循这一原则来获取背景资料。对于您自己采集的数据，仅仅当它们确实有一个重要贡献的情况下，固定资产应该被包含在系统边界之内。

对于大多数农业系统的 LCA 而言，自然边界设定为包括农业用地在内的经济系统，所以这意味着应该包括 CO₂ 的摄入，考虑土地使用的影响，但是并非所有杀虫剂的使用都将作为排放。所谓的排放仅仅包括从农业用地到周围环境的估计排放量在内。在一些影响评估方法中这些已经被考虑在内了，像 Eco-indicator 99。

切换系统边界

如果您想研究不同系统边界的影响，可以应用 SimaPro 中的参数来切换系统边界。例如，如果您想对注塑成型过程建模，您可以估计模型中钢的用量（让我们假定为 100kg），然后除以模型预期生产出的产品数量（我们假定产品的个数是 10,000）。结果为分配到一个产品中的钢的质量（在这个例子是 10g）。

在 SimaPro 中，您可以输入钢的质量作为注塑成型过程的一个输入。然而，您可以输入一个简单的公式： $S \cdot 10g$ ，而不是直接输入 10g。在进行计算之前，您可以定义 S 一个值。如果选择 1，您将使得金属包含在系统边界之内；如果您选择零，您将忽略金属。此应用的真正强大在于您可以在很多不同场合使用这个开关，通过控制一个参数，您能够改变整个数据集的系统边界。

2.3.3 输入和输出的列入标准

除了系统边界的准则，您也可以使用一个特定的阈值，并认为采集低于特定阈值的输入输出过程的数据是没有意义的。

ISO 14044 建议采用以下一个或多个基准来设定阈值：

1. 如果输入流的质量低于某百分比。当然这个问题仅对材料奏效，而对运输距离和能量不起作用。
2. 如果一个输入量的经济价值低于产品系统总价值某一特定百分比。这和前面一种方法一样会产生一个问题，低价值或低质量的输入流可能会存在重大的环境影响。
3. 如果一个输入流对环境负荷的贡献率低于某百分比。这似乎是最相关的选择，但是问题是在调查输入流之前人们不能确切地知道它的环境贡献。一旦被调查研究，人们可能想知道为什么它不应该被使用。另一个问题是“环境负荷”术语的使用。ISO 对此没有明确定义，目前尚不清楚是否允许使用汇总的单一指标结果。如果不被允许，人们必须确定通过所有相关数据和影响类别确定一个输入流的贡献率，这可能是一个相当复杂的过程。

最近，使用输入输出数据库用来评估“失踪的”环境负荷，这被认为是一种可行的方式。这些表格背后的原理将在 3.5 节给予解释。这些表格提供了每单位成本的环境负荷，所以如果人们已经知道了相关输入流的成本（选项 2），就可以进行环境负荷的估算，如选项 3。

在 Simapro 中使用阈值

在 SimaPro 流程树或者网络中，人们可以分析使用 Cut-off 准则之后的结果。在很多 LCA 中，流流程树变的很大。不进行处理的话，LCA 可以包括超过 2000 个工艺流程在内。这些流程树中包含有许多没有多少贡献的过程。在流程树中，通过设定 cut-off 的阈值为环境负荷的 0.1%（单一指标或影响类型）来显示工艺过程将证明这一点。在大多数案例中，仅仅 10 到 30 个过程的贡献证明是超过了这个阈值。这样在流程树中了解相关的问题将变得更容易。

一个相似的功能也会在过程贡献分析中发现。在过程列表中，此功能提供了每个过程的相关贡献。一个不止被应用一次过程可能在每一实例中都有很小的贡献，但是在所有案例中总的贡献可能是很大的。贡献分析可以显示总贡献。

SimaPro 数据库中也包含输入输出数据库，用于估计“失踪的”影响。

2.3.4 分配

许多流程通常执行不止一个功能或输出。流程的环境负荷需要分配到不同的功能和输出中。有很多不同的方式来完成这样一个分配。ISO 建议参考以下步骤来处理分配问题：

- 避免分配，通过分离一个过程为两个独立的过程，每个过程对应一个单独的输出。通常这是不可能的，例如木板和锯末均为一个锯木厂的经济输出，但是我们不能把锯木过程分为一部分专门负责锯末，另一部分专门负责木板。
- 另一种避免分配的方式是通过包括一些需要的过程来扩大系统边界，得到一个相似的输出。例如，作为生产过程的副产品，得到大量可用蒸汽，如果应用此方法，就避免了通过更多常规手段生产蒸汽。我们可以减去避免蒸汽生产的环境负荷。一个经常碰到的实际的问题是：说明如何生产蒸汽的过程不是很容易。
- 如果无论哪种方式都不能避免分配，ISO 标准建议以物理因果关系为基准分配环境负荷。像输出的质量或内能。例如，如果锯末占总质量的 40%，我们可以分配给锯末 40% 的环境负荷。在分配蒸汽的案例中，我们相信蒸汽的质量不适合做一个关于分配的相关基准。

- 如果这种方式不能被应用，ISO 建议使用社会经济学分配基准，像经济价值。例如，如果锯末代表了锯末厂所生产价值的 20%，我们可以分配 20% 的环境负荷到锯末的输出过程。

尽管 ISO 把社会经济学基准作为最后一招提出，但是它经常被用到。它的优点是经济价值是一个很好的方法用以来区别来自一个输出中的废物输出（没有或负值），并且它表达了一个输出中物质的相对重要性。

SimaPro 中分配

在 SimaPro 中每一个过程都能够同时有多重输出和避免输出。这意味着您可以根据自己的需要任意将系统边界的扩大和直接分配相结合使用。

在每一个多重输出的后面，可以添加一个百分比用来表示分配份额。当您把一个锯木厂的环境负荷分配给两个固定资产木板和锯末的时，您可以分配 50% 给木板和 50% 给锯末（忽略其他副产品）。这是当您使用质量作为一个分配基准的时候。如果您使用一个经济价值的基准，您能够分配给木板 80% 和锯末 20%，因为木板比锯末的价值高。当然分配百分比的综合必须到达 100%。

依据哪种原理来决定分配百分比这取决于您。我们建议您记录下如何确定一个分配百分比。

SimaPro 中开关分配原则和处理不确定性

分配比例也可以通过参数来表达。这些参数均可以在数据库或者项目水平上被设置。这意味着您可以通过轻松地改变参数，重新运行 LCA 来观察分配如何影响结果。

假若使用经济分配原则，对于那些建立在价格基础上的分配您经常会遭遇很大的不确定性。如果您定义分配百分比为参数，您也可以定义一个不确定性范围，见第 10 章。

如果您在分配参数上使用不确定性数据，当然您必须确定所有分配参数的总和是 100%。如果您仅仅指定了两个分配百分比之间的不确定性，您将不能保证做到上述这一点。一个简单的解决方法是使用一个公式。如果产品 A 的分配比例定义为 A，您可以设置产品 B 的分配比例为 $(1-A)$ 。

2.3.5 跟踪数据质量要求

提前确定您将要寻找的数据是什么类型是很重要的。在某些研究中，您想要得到全世界所有钢生产商的平均数据。在另一些研究中，您可能仅需要单个钢生产商的数据或者一组德国电炉炼钢生产商的数据。同样地，您应该确定您想要的数据是平均的、现代的还是最差技术的。

其它的数据质量问题还包括数据的完整性、一致性以及可重复性。

数据质量

在筹划研究时，您就应该定义一个您想要得到数据的概况。这被称为数据质量要求概况。在概况中定义您的要求：

- 数据采集的时间
- 区域
- 技术的代表性和类型
- 分配
- 系统边界

作为一个采集数据的指南这个概况是重要的，并且在每一个所涉及的过程中，如果您也填充这些特征，您将能够跟踪您想要的和您得到的数据之间的匹配度。

3 清单

3.1 引言

在执行 LCA 的过程中，最艰巨的任务是收据收集。尽管数据库中有大量的可用数据，您通常会发现至少有几个过程或材料数据库中没有，或者可用数据没有代表性。依赖于可用的时间和预算，有大量的方法策略来收集此类收据。区分两种类型的数据是非常有用的：

1. **前台数据 (Foreground data)** 那些涉及模型建立所需要的具体数据。通常是用来描述一个特定的产品系统或者一个特定的专业生产体系的数据。
2. **背景数据 (Background data)** 那些涉及通用材料、能源、运输和废物管理系统的数据。这种典型数据可以在数据库和文章中找到。

这些数据类型之间的区别不明显，它依赖于您的 LCA 主题。如果您对洗碗机做一个 LCA，您将考虑运载洗碗机的卡车作为背景数据。关于卡车没有什么特殊的，并且除了运输距离和负载效率不需要采集其它数据。排放量可以从标准数据库中获取。但是，如果您正在做一个关于卡车的 LCA 您就不能使用标准的卡车，并且您将不得不对排放物进行调研。在第一种情况下会考虑卡车作为背景数据，第二种情况下卡车变成了前台数据。

一种实际收集数据的方法

首先在短短几个小时内做一个粗略的 LCA，使用 SimaPro 中提供的数据，了解您已经有的数据以及您缺失的数据。在您的数据库中，用看起来与您想要的非常类似的数据来填补缺失数据。现在分析“失踪的”数据对整个 LCA 如何重要。依据分析，您能够更好地关注那些确实需要注意的数据。例如，如果这些数据对任何一种影响类型的贡献率不超过 0.1 到 1%，您可以忽视数据来源并且使用估计值替代。通过使用相似流程的数据进行估算能源使用量，或者使用来自所谓输入输出数据库的标准数据，见 3.5 部分地描述。

尝试文献资料。有很多描述工业过程的书籍，经常它们对估计能源使用、废弃甚至某些特定情况下的排放物提供了非常明确的描述。对于问卷的调研工作来说这也是一个良好的开端。

3.2 前台数据的采集

在很多情况下，您将不得不从一些特定的公司采集前台数据。最常见的是需要制作一个或多个调查问卷来采集这些数据。重要的是与被期望填写调查问卷的对象建立良好的关系，理解这些人知道什么，在什么情况数据是可用的以及使用了什么术语。

3.2.1 与数据提供者沟通

从其它方收集数据并不总是很容易。认真考虑以下几点是有帮助的：

- 显然提供数据的意愿取决于您跟这些当事人的关系。有些当事人会很感兴趣，因为他们可能有共同的目标；有些人会视您的 LCA 活动为一种威胁。在一些案例中，大多数数据收集工作是建立良好的合作关系，当事人之间互相信任。至少，您将公开为什么需要这些数据，您将用它们来干什么以及这些数据将来如何提交。
- 保密问题很重要。有时候排放数据可以泄露出某项技术或商业秘密。处理这方面问题的一种方式是需要一个独立的咨询顾问来平均来自不同供应方的数据。有时一个分支机构或者工业协会能够扮演这个角色，因为他们可以平均来自他们会员的数据。
- 术语问题。对于每一个工业领域，都有测量和表达事情的不同方式。如果您为一方开发一个调查问卷，您应尝试着使用术语、单位以及本部门内适用的习惯等。为了能够做到这些您应该首先讨论感兴趣的问题然后产生一个问卷。

3.2.2 问卷开发

问卷经常被用来作为一种收集数据的方式。如上所述，一个问卷的开发要相当仔细，并且应该联系您正面对的目标群体。这意味着我们即使不能告诉对方如何完成一份完美的问卷调查，但是可以给予一些提示和建议：

- 开始收集一些通用信息，像年度报告和公司手册。这可以帮助您理解公司如何运营，以及当您得到一个完整问卷之后帮助您解释数据。
- 意识到一条单一的生产线往往生成很多不同的产品。这意味着您有两个选择：
 - 要求来自生产线的总输入和输出并分配这些影响到您需要调研的产品中。为此您必须确定分配的关键点，像质量、经济价值和表面积（例如印刷）等。
 - 向数据提供者解释分配问题，并请他/她做分配计算，如果分配关键点保密的话这通常是一种解决办法。然而，这使得纠错变得更加复杂。
- 对于每一个问题，不仅仅要解释如何填写数据，而且要解释为什么您想要这些数据。这不仅仅是激励，也是帮助对方理解问题。
- 把问题分裂为多个明确的块，每个块对应一个问题。比如一个关于所有能源的输入和输出部分；一个关于所有材料的输入和输出部分；一个关于所有材料和相关的物流的输入部分；一个关于所有废物（和地点）的输出部分以及一个关于所有输出和物流的部分。
- 互动。允许人们填写估计值。让数据提供者注明数据来源。下面的表格中，我们展示了一个可用在此的格式。在右边，用户可以选择使用的三种基本来源。这意味着我们允许估测数据存在，但当然，当我们发现估测值与结果高度相关，我们将反馈给数据提供者要求更好的数据来源。
- 给数据提供者的问题要简单易懂。这将减少错误发生的风险并且容易解释。
- 咨询您需要知道的东西，但是不要太多。提前核查哪些是您真正要落实到数据库中的。不要让人们为寻找不是真正需要的数据而工作。通常填写问卷是没有任何乐趣可言的。

一个问卷的例子

下面所显示的问卷是针对中等规模公司开发，他们不需要关于不同生产阶段的详细能源消耗数据。实际上，他们可以从财务部门寻找发票以计算得到能源数据。当然，这将会产生一个问题——当我们想要从日常开销像空调、照明和取暖中分离出生产过程能耗的时候。

因为在这个案例中我们了解到生产过程能源的使用不是重要的，所以我们允许这样一个粗略的计算。如果您正在调研的过程是能源密集型的，您当然应该有一个更加准确的问卷。

B1 能源输入				为什么我们需要知道这些？在环境负荷中，能源当然是一个很重要的因素。使用这些栏目我们想要准确地计算输入到生产过程的能源量。		整体的数据来源		
请选择整个生产部门所使用的总能源结构。如果有数据单位不同于以下提供的，请清楚地注明。						行政系统 直接数据（直接来源于行政系统）	间接数据（基于一定计算）	估计数据
总量	某年的应用总量	单位	其他单位。	用于气候控制和照明等	用于生产机器			
来自公共电网的电		kWh		%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
天然气		MJ		%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
轻质油		MJ		%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
重油		MJ		%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
煤		MJ		%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
来自其他供应商的热能源（比如蒸汽和热水）		MJ		%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
来自于其他能源的自发电（风、水、太阳和生物）		kWh		%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

总能源消耗		MJ	%	%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-------	--	----	---	---	--------------------------	--------------------------	--------------------------

互联网数据搜索

一个专门用于搜索 LCA 报告的引擎可以在www.pre.nl/LCAsearch上找到。它引用了成千上万的 LCA 报告和类似文件。

一些专门的互联网网站，像www.ecoinvent.org和www.globalspine.com，那里是 LCA 数据的商场。

一个有趣的网站是www.life-cycle.org。

3.3 背景数据

通常您所需要数据的 80% 是背景信息，您不需要通过问卷来采集，因为它们很容易在数据库中 获得，或者在文献和互联网中找到。应用背景数据需要非常谨慎，因为您没有亲自采集数据。这意味着您必须调研数据库中数据与所定义的目标与范围的符合程度。下面我们描述了两种最重要的数据来源。

数据库和项目

在 SimaPro 中，（背景）数据是这样一种结构：您能够区分数据仅仅是跟当前项目相关还是可以在另一个（将来的）项目中应用。后种类型的数据不是储存在项目中而是在库中。所有的 SimaPro 版本均包含全部的 ecoinvent 库。但执行 LCA 时，您输入所有的新数据到项目中而不是库中。如果您需要来自库中的数据，您可以对数据做一个链接；如果想要编辑库中数据，您可以拷贝到您的项目中，仅编辑拷贝的内容。如果您所采集的数据对于其他项目有用，您可以移动此数据到一个库中。通过这种方式，在您的库中您可以逐渐建立高质量的数据，在项目中灵活处理。

3.4 Ecoinvent 数据库

SimaPro¹ 带有 ecoinvent v2.0 完整的数据库，包含超过 4000 多个工艺过程在内。它首次出版是在 2003 年。这个数据库是瑞士研究机构付出很大努力的结果，他们更新和整合了著名的 ETH-ESU 96、BUWAL250 和其它几个数据库。

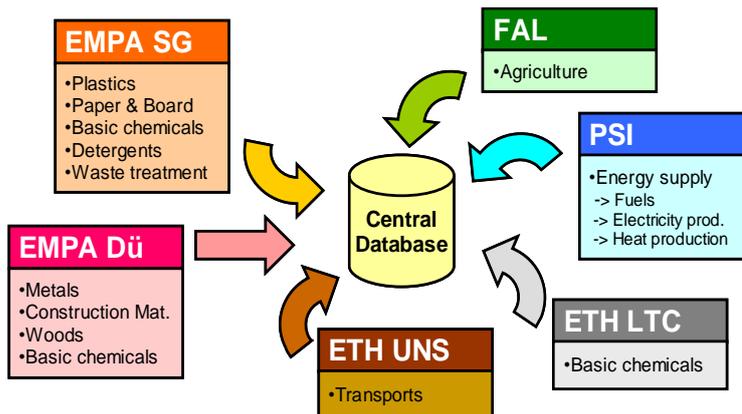


图 1: 上图展示了瑞士组织联手创立了 Ecoinvent 数据库。更多信息见www.ecoinvent.org。

¹ Ecoinvent 数据库包含在所有的 SimaPro 版本中。

² 目前由 RIVM, KUN, CML 和 PRÉ 开发，CML 和 Eco-indicator 两种方法联合更新的方法（ReCiPe）将要考虑排放区

3.4.1 主要特点

Ecoinvent 数据库在 Ecoinvent 网站www.ecoinvent.org上有广泛地描述。您可以注册账号访问元数据。这里我们总结了几个主要特点：

- 覆盖了大范围的数据。
- 单元过程和系统过程均可用。
- 系统边界和分配的一致应用。
- 有据可查，大量的 ecoinvent 背景报告可以通过 SimaPro 帮助菜单、ecoinvent 网站或者 ecoinvent CD 获得。
- 不确定性数据的一致性说明，如对数正态分布的标准差。
- 排放物具体到排放区，例如一种污染物排放到空气当中被指定为高或低密度人群地区，或者平流层。尽管目前的影响评价方法难以应对这种划分，期待将来的环境影响评价方法可以利用这些排放区²。
- 包括标准的固定资产³，他们对于能源系统像风和水电非常重要，也包括运输系统。
- 支持 EcoSpold 格式，事实上这更符合（但不是完全地）ISO14048 的标准。
- Ecoinvent 中心对其定期地更新。

数据库是一个相当丰富的资源，它几乎满足了您对背景数据的全部需要。尽管 ecoinvent 开始聚焦在欧洲数据，在 ecoinvent 数据库版本 2 中也得到了一些国际范围的数据。

3.4.2 单元过程和系统过程

每一个过程都拥有两种版本：单元过程和系统过程。您可以自由选择使用哪种版本，因为这将最终结果没有太大影响。不过在选择版本的时候仍然有一些重要因素需要考虑。

单元过程的版本仅仅包含来自于一个处理步骤的排放物和资源输入，加上来自于其它单元过程所涉及到的输入。例如，一个炼钢的单元过程，仅仅包含铁水的运输以及其它输入到转炉的材料，钢铁制造工艺过程和铸造。这意味着这个单元过程始于铁水，而铁水来自于另一个单元过程。炼铁过程环境负荷被描述为一系列单元过程。当您选择这个过程的时候，SimaPro 会动地包括其它上游过程在内。

当您选择相同工艺的系统过程版本的时候，您将发现从开采到钢铁制造整个过程的排放已经在工艺过程记录中了。您也会发现没有同其它过程的连接。事实上，一个系统过程是一个黑盒子，或者我们可以说，是钢铁生产过程的全部 LCI 结果。

您选择哪种版本依赖于许多的特征，总结如下：

单元过程	系统过程
透明的（大）流程树，允许追踪所有个别单元过程的贡献率。	黑盒子结构的简单流程树。
包含不确定性信息，允许运行蒙特卡洛分析。	没有不确定性信息。
相对缓慢的计算，如果存在一个或者多个单元过程。	快速计算，只有系统过程。

一般来说，在 LCA 粗评中您将使用系统过程，而在全面 LCA 分析中使用单元过程（关于 LCA 粗评和全面 LCA 分析的更多信息见 6.1）。

3.5 输入输出数据库

输入输出数据库不同于正常的“过程数据库”，因为它们包含每一个经济部门的数据。例如有农业部门的数据、或银行、运输和咨询部门。这种方法的好处是对于整个经济您能有一个

² 目前由 RIVM, KUN, CML 和 PRé 开发，CML 和 Eco-indicator 两种方法联合更新的方法（ReCiPe）将要考虑排放区在内。

³ SimaPro 分析版和开发版均有有一个用来计算不包括固定资产在内的选项。

完整的数据集。缺点是信息不是非常具体。例如，如果两种建筑材料是来自于同一个建筑材料部门，您就不能比较它们。还请阅读 **SimaPro** 中的输入输出，在帮助菜单下>**SimaPro** 中的 **SimaPro** 手册菜单。

矩阵求逆作为计算路线

SimaPro 通过解释单元过程结构为一个矩阵并且求逆来计算清单。这存在一个优势是它也可以计算“循环的”数据结构，像输入输出数据集和 **Ecoinvent** 数据库。需要循环数据的场合显而易见，比如我们意识到生产电力本身就需要电或卡车生产过程中需要卡车运输。

循环数据集的可视化

SimaPro 能够以两种方式显现非循环数据：

1. 分层树结构
2. 网络结构

在一个树结构中，每一个过程是以它的输入来呈现。如果两个过程连接一个相同的过程，这个过程将呈现两次，例如欧洲电力。如果有十个过程涉及到电力记录，您将看到电力记录十次。流程树结构很容易变得很大，因此这种呈现方式不是非常有效。但是，它是一个很容易理解的图形。

在网络图结构中，每一个过程仅呈现一次，所以如果两个或者十个过程涉及到同一个过程，您将仅看到这个过程一次，但是您将看到来自这些过程的两次或者十次的输出到其它过程。网络图结构在使用空间上更有效，但也许有时候看起来更复杂。

除以上不同外，还有一些其它方面需要注意：

- 如果一个过程像电力出现十次，您可能很容易忽略这个过程的相对贡献。在网络结构中您能够容易地识别出这个贡献。
- 在树结构中，您可以故意地隐藏不感兴趣的部分。在网络图中这是不可能做到的，因为网络经常没有独立的分支；似乎一切都与其它一切相关。

但是，最重要的不同是树结构是不可用于循环数据。如果我们允许这样做，我们将看到每一个循环都有一个重复的流程树。这意味着过程的数量将变得无限大。假使您试着生成一个树型的可视化流程图，**SimaPro** 将检查循环，如果循环存在，**SimaPro** 将自动地转化成网络结构。

有了这项特征，**SimaPro** 称为唯一的能形象地展现 **ecoinvent** 数据集的循环结构的可用工具。

3.5.1 输入输出表格的概念

每一个国家或地区的经济都可以被描述为一个表格注册在财政部门，表格中有不同部门之间的供给交换，也有消费者的供给和出口供给。图 2 就是这样做成的一个表格，仅仅只有三个不同的部门：农业、工业和服务业。政府的角色已被省略。实际中部门的数量大约在 100 到 500 之间。供给在行中显示。

当然，来自于一个部门对其他部门的供给跟采购一样。所以如果您阅读表列，您将获得该部门的采购。通常假定进口货物和服务来自于相同的部门分支，所以在这里我们也假定进口国家有三个相同的部门。

如果我们增加了供应，我们得到右边栏中部门产生的总价值。我们也可以添加所有购买的总价值，并且把它们放在底部的一行。总价值和总购买之间的不同是部门的附加值。这不同于利润，因为部门将不得不支付工资、贷款成本等等。然而，附加值对于我们的目的是一个很重要的举措。

	农业	工业	服务	出口	消费者	总计
农业	部门之间的交换	农业对工业的供给	农业对服务业的供给	农业出口	农业对给消费者	总值
工业	工业对农业的供给	部门之间的交换	工业对服务业的供给	工业出口	工业对消费者的供给	总值
服务业	服务业对农业的供给	服务业对工业的供给	部门之间的交换	服务业出口	服务业对消费者的供给	总值
农业进口	农业产品的进口	农业产品的进口	农业产品的进口			
工业进口	工业产品的进口	工业产品的进口	工业产品的进口			
服务业进口	服务业的进口	服务业的进口	服务业的进口			
总计	总成本	总成本	总成本			

图2: 一个仅仅有三个经济部门的输入输出表的核心示意图。前三排代表了对其它不同部门的供应, 对消费者和出口。第二个三排指定了进口。

3.5.2 增加的环境负荷

通过经济部门的统计源采集环境数据是可能的。很多研究者对于最重要的工业国家已经这样做了, 尽管这些数据并不总是完整的。依据上面的解释, 可能清楚的是来自于单个部门的数据不是足够的: 还需要跟踪来自不同部门之间伴随商品和服务供给的环境负荷。

为了做到这些, 须把所有的环境数据除以部门的增加值, 并且利用输入输出表来跟踪供应情况。原则上这样做允许我们跟踪整个经济的所有环境负荷。不存在系统边界问题; 一切都包括在内并且所有分配以经济价值为基准。

然而, 一个大问题是进口怎么做。有以下两种解决办法:

1. 假定来自于国外产品的环境负荷值等同于国内产品。对于来自于工业化国家的进口这可能站得住脚, 但是对于非经合组织国家的进口是一个坏的假设。然而, 这样做是最常见的情况。
2. 开发国际地区之间的输入输出表并且建立这些地区之间的连接模型。

一般情况下, 我们可以说第一种解决方法对于大的经济体非常有效, 像美国, 与贸易相比有一个很高的国内生产量。对于大贸易量的小经济体国家像荷兰, 这种方法并不奏效。

3.5.3 在 LCA 中应用输入输出表格

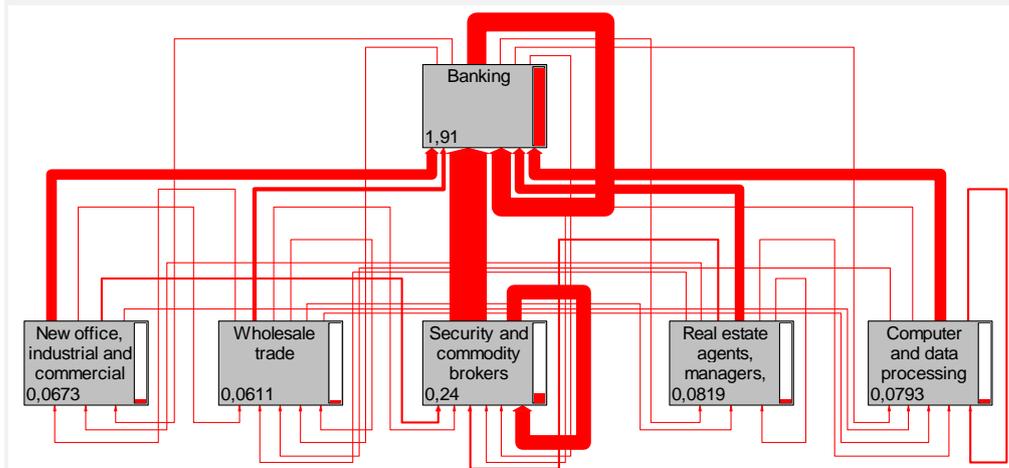
应用输入输出 (IO) 表的一个后果是您不再使用质量或者能量作为输入, 而是价值。您将需要跟踪除去税收之外组件、材料或者服务的价格。输入输出表尤其适合以下目的:

- 作为一个关于 cut-off 决定的评估。
- 粗评
- 当一个评估当很难得到数据的时候, 比如服务业, 表格就起到了作用。例如, 您可能想要添加零售或营销对产品生产周期的平均影响。如果您知道对于这些服务您花费多少, 包括这些是很容易的。

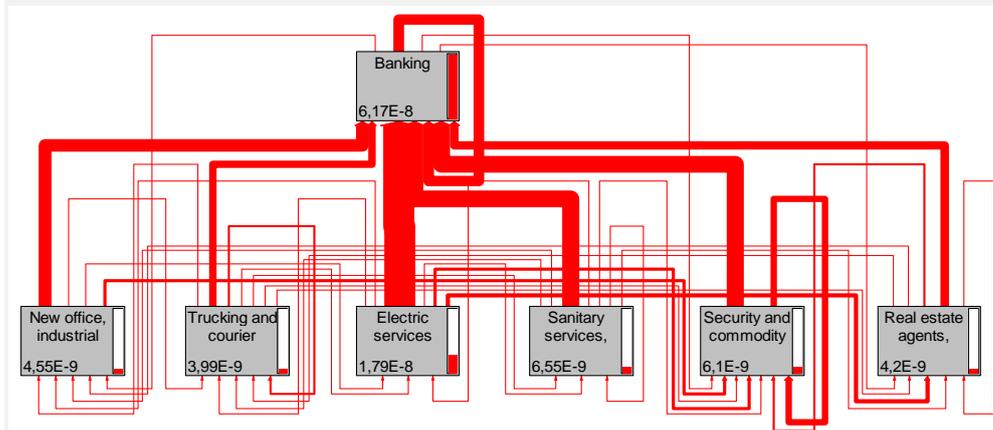
SimaPro 中的输入输出数据库

SimaPro 包含一个详细的输入输出数据库, 它拥有过 400 多个商品, 代表整个美国的经济。美国输入输出数据库由 Sangwon Suh 编辑, 他使用了很多种美国数据源。相比于以前的输入输出数据库, 这个数据库在很多方面是独特的, 因为它也包含了离散型排放以及中小型工业。这些是非常重要的但是经常被忽视。更多信息可以在数据库手册中找到。这些可以通过 SimaPro 帮助菜单获得。

下面我们展示了银行业的输入输出数据库。输出单元是一美元银行提供的服务。在第一个网络图中，我们展示了经济流，没有展示任何环境数据，所以线条的粗细代表了商品流的美元价值。显然，安全和商品经济人、房地产经纪人和计算机处理过程对于银行服务来说是重要的输入。



下图我们使用了相同的分析，但是现在与商品相关的 CO₂ 排放显示了出来。相同的商品仍然显示为重要的贡献者，但是我们能发现提供给银行的电力服务占了主导。



这个例子显示了输入输出数据库对于分析服务或者一个包含服务的产品 LCA 是有用的，截止到现在，在 LCA 中服务经常被忽略，然而事实上服务趋向于构成整个经济活动的三分之二。

3.6 更广范围的可持续发展

对于许多组织来说，环境仅仅是一个更广泛的可持续发展政策的一部分。人、地球、利益的概念经常作为这样一个政策的基础被提到。这意味着贴近环境的社会和经济问题也应该以一个可持续的方式来管理。

3.6.1 社会方面

社会方面涉及到像工作条件和社会安全、政治压迫、创造的就业机会以及加入工会的权利等问题。评估社会问题像大范围的罢工经常很难以一种有意义的方式量化。这也解释了没有这方面的 ISO 标准的原因。

一个对于如何管理和报告社会问题带来某些标准化的形式的重要倡议是全球报告倡议组织（GRI）。此组织发展了一些跟踪社会问题标准的清单。此外，GRI 承认各部门之间甚至是个别公司之间可能存在很大差异。

应对萎靡不振的社会问题的一个可行的办法

为包含社会问题，我们提出以下简单程序：

1. 定义您想要包含在物质清单内的社会指标。在很多情况下这些问题没有一个有用的量，所以您可以使用一个量作为“数量”和使用单位 P（件）。
2. 在相关流程中增加这些指标，并且在数量上输出 1。
3. 发展一个简单的评估方法，其中所有的问题的特征化因子设为“1”。当然您可以根据不同类型的问题使用不同的影响类型。
4. 当选择新的影响评估方法的时候分析网络图。网络图展现了问题的出处。

3.6.2 经济方面

增加经济方面到 LCA 方法中的可能性已经在研究人员之间讨论了十多年，但是经常这些辩论是混乱的并没有产生实质性的结果。伴随增加成本和税收到 LCA 模型中产生的问题很多：

- 在一个 LCA 模型中，重要的成本因素像投资、研究、管理费用和营销通常不为蓝本或者至少是代表性不足。
- LCA 没有一个时间远景，所以它很难对利率进行建模。
- 成本和税收计算的准确性要求是很高的。一个百分之几的销售差额计算错误将是致命的。这就是为什么很多公司雇佣许多人跟踪市场价格、汇率和销售利润率的原因。假定一个 LCA 专家能改变它是不现实的。

3.6.3 总体成本评估（TCA）

也许最具生产力的方法是依据责任和隐性成本来表达社会和环境问题。例如，关于一个公司被发现涉及童工的负面宣传将会破坏公司的声誉。同样地，在一个受保护地区矿井的环境破坏可能是昂贵的。

在总体成本评估中，用一个系统性的程序来评估这些成本以及评估这些成本发生的概率。基于这些因素一个与可持续发展问题相关联的总体平均成本可以确定。

4 影响评价

4.1 引言

大多数的 LCA 专家没有开发影响评估方法。他们更喜欢从已经出版的方法中选择一种。在此手册中我们将不解释如何开发一种影响评估方法而是讲如何选择一种方法，并且如果方法允许如何完善它。

在清单阶段和影响评估阶段，目标与范围的定义仍然是方法和影响类别选择的最重要指导源。

您所做的最重要的选择是对结果的期望集合程度。这通常依赖于您喜欢跟读者交流的方式，以及读者理解具体结果的能力。图 3 列出了一些可能性结果的示意图。

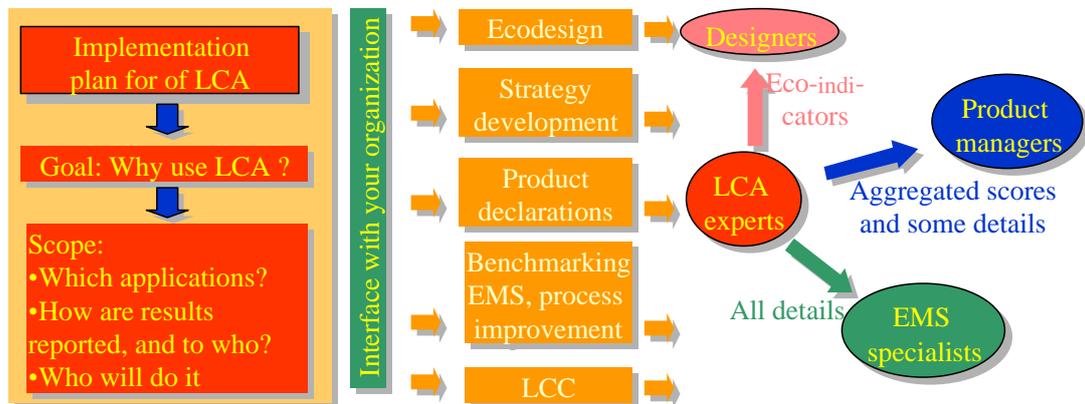


图 3: 影响评估方法的选择在很大程度上依赖于目标读者

SimaPro 中的影响评估方法

SimaPro 拥有大量标准的影响评估方法。我们筛选了最权威的方法。每一种方法包括许多（通常是 10 到 20 个）影响类别；某些方法允许化为单一指标，某些不允许。

大多数用户将简单地选择一种完整的方法，而不是选择个别影响类别。然而，SimaPro 允许用户对一种方法进行添加或删除影响类别。我们建议您不要改变影响评估库中所提供的方法，而是把方法拷贝到您的项目中再做改变。这样，您总是能够恢复到原始的方法。SimaPro 也允许用户开发完全新的方法。

4.2 ISO 中影响评估方法

ISO 14040 标准定义 LCA 是对一个产品系统整个生命周期过程的潜在环境影响的输入输出的汇编和评估。在这个定义中，显然影响评估是 LCA 不可或缺的一部分。

在 LCA 中，LCIA（生命周期影响评估）被定义为目标在于理解和评估一个产品系统潜在环境影响重要性和意义的阶段。

ISO 14042 中描述了影响评估方法。在此标准中有以下划分：

- **必备要素：**分类和特征化。
- **选择性要素：**归一化、加权、分组和权重。

按照 ISO 标准，这意味着每一个 LCA 必须至少包括分类和特征化。如果这些程序步骤没有得到应用，我们的工作就可能仅仅涉及到一个 LCI 的研究。

内部和外部的应用有一个重要的区别。如果结果用于来比较（竞争）产品并且呈现到公众面前，依据 ISO 系列标准，不允许使用权重。

选择相关的影响类别

在一个 LCA 中，对比卡车和铁路的运输，以下环境问题是相关的：

- 来自柴油发动机和轮胎的小颗粒物（PM10 以下）。
- 公路和铁路修筑时的土地占用。
- 噪音。

以下影响类别反映电力生产、工业锅炉和柴油发动机化石燃料使用的影响，这些至少应该包括在内：

- 气候变化
- 酸化、富营养化
- 其它对人类和生态系统的毒性影响，包括臭氧层的形成，它包括在现有的影响类别中。
- 化石燃料和矿物质的耗竭，像锌、铝、铜（电网）

其它影响或影响类别可包括在内，但是至少不是最重要的。这需要专家判断以列出清单，并且理解定义哪些影响类型以涵盖所有这些问题。

4.3 方法和影响类别的选择

合适的影响类别的选择是一个重要步骤。研究目标是选择过程的指南。

在选择影响类别的过程中，定义所谓的末端有很重要的帮助（图 4）。末端用来理解环境热点问题，像人体健康、物种灭绝和后代资源的可用性等等。ISO 不推荐使用某些末端⁴，除非首先对末端进行一个精心的选择和定义。之后，选择影响类别，连接影响类别到末端的环境模型应该被清楚地描述。没有必要定量描述这个连接。

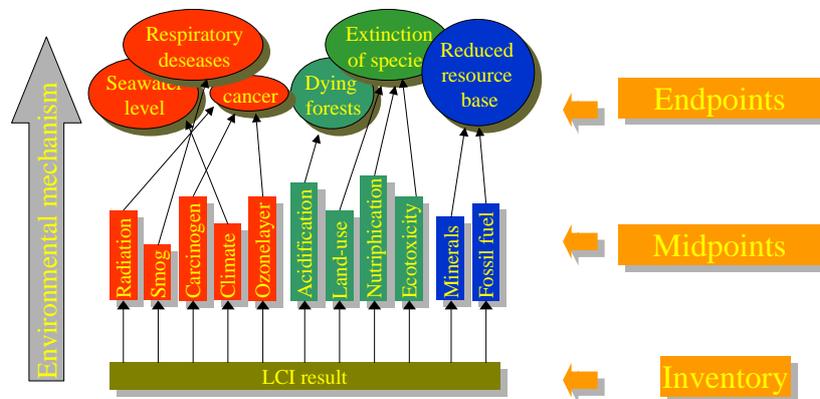


图 4: 一个影响评估方法结构的概略。LCI 结果特征化产生许多影响类别指标。依据 ISO 标准，通过描述到末端的连接我们必须记录每一个指标的环境相关性。LCA 从业者可以选择端点，只要明确描述包括或者不包括端点在内的原因。

⁴ 区分影响类别和端点是不容易的。例如，有些人认为海平面上升是一个影响类别，然而其他人可能把它叫做端点。

缺失的影响类别的处理

ISO 对于问题的需求是非常明确的，有些问题是很重要不应该被忽略。例如，在某些情况下像土地使用、细小颗粒物和噪音等问题也许不能被忽略。这一重要要求被用来淘汰许多不包含以下问题的标准影响评估方法：

- **CML 92** 不包括噪音、土地使用和细小颗粒物
- **Eco-indicator 95** 不包括土地使用、噪音和化石燃料的耗竭
- **Eco-indicator 99** 不包括噪音
- **EPS 2000** 包括全部，但是有时候是一种粗糙的方法

这个例子告诉我们目前只有 **EPS 2000** 方法包含噪音作为一个影响类别，但是它的实现方式比较粗糙。**Müller-Wenk [1999]**在其出版物中给出了一个关于如何将这种影响类别纳入到 **Eco-indicator 99**⁵中的方案。

从这个例子（不是来源于 ISO）中可以明显看出：对于您所做的每一个 LCA 来说，对所选择影响类别的环境相关性的描述是很重要的。人们不应该只是简单地选择一种已出版的方法而不认真地支持这种选择。

⁵ 在某些情况下，结合不同来源之间的影响类别是可能的。例如，**CML 1992** 可以通过增加一个公开出版的关于噪音和土地使用的方法来扩大。然而，这种情况下必须非常谨慎以避免影响类别的重叠。通常很难对这些结果进行归一化和加权。

处理清单结果和影响评估之间的不匹配问题

跟踪清单结果之间的不匹配是一个重要的问题，因为通常许多 LCI 结果没有特征化因子。可能有以下几个原因：

- 方法开发商故意决定不包含一个 LCI 结果。
- 方法开发商仅是没有足够的知识（预算）包括一种物质在内。

最大的缺陷通常是毒性类别，因为不可能用一个特征化因子概括所有不同的化学物质。有以下两种方法来检查不匹配。

SimaPro 中使用“检查方法”功能，您可以检查每一个影响评估方法。此功能是在 SimaPro 屏幕中选择方法的地方。它将会在清单数据库中产生一个所有物质的清单表格并且比较您所选择方法中的物质。做到这一步的时候，您将会注意到在清单数据中的物质与可用的特征化因子之间存在很大的不匹配。此功能对于那些想要编辑或者开发新影响评估方法的用户来说非常重要。

检查不匹配的第二种方法可以应用于每一次计算结果。每一次应用 SimaPro 计算之后，您可以参考列表列举那些没有包含在当前选择的方法之内的 LCI 结果。这种方法的优势是您仅仅检查了您的 LCI 与方法之间的不匹配，而不是检查所有物质和方法之间的不匹配。

清单和影响评估之间的不匹配确实不能避免。我们建议您检查您是否缺失重要参数，如果有，记录下它们。当然实际情况是：一旦您已经选择了一个或者多个影响评估方法，您也许已经限制清单数据搜索为所选择的方法中的物质。

4.4 分类

LCA 的清单结果通常包含上百种不同的环境排放和资源开采参数。一旦相关的影响类别参数确定，LCI 结果就会被分配到这些影响类别中。例如，CO₂ 和 CH₄ 均被分配到“全球变暖”影响类别中，然而 SO₂ 和 NH₃ 均被分配到“酸化”影响类别中。同时分配污染物到一种或者多种影响类别也是可能的；例如 SO₂ 也可以被分配到“人体健康”或者“呼吸道疾病”的影响类别中。

ISO 14044 中的分配

ISO 描述了一个程序可应用于当一种物质不能同时做两件事情的时候。吸入的一个 SO₂ 分子不能导致酸化。这通常可以忽略不计，因为它导致奇怪的结果。这个可以被理解，就如人们意识到（污染物）排放是不会对环境造成危害的，但是浓度过高就会。污染物排放会造成浓度的增加。

与这样一个分配程序相关的一个例子可以在 Eco-indicator 99 和其它包括土地使用的方法中找到。

在 Eco-indicator 方法中，农业耕作引起的破坏由来自植物学家的经验数据所决定，他们研究了土地的生物多样性。不可以简单的说生物多样性的减少是由杀虫剂、化肥或者其它的使用造成的。土地使用影响类别与“生态毒性”和“富营养化”影响类别相结合将产生重复计算，这应该避免（见 [Goedkoop and Spriensma 1999]）。

4.5 特征化

一旦定义了影响类别并且 LCI 结果被分配到这些影响类别中，定义特征化因子是必要的。这些因子应该能够反映一个 LCI 结果对影响类别的相对贡献。

例如，以 100 年为时间尺度，1kgCH₄ 对全球变暖的贡献是 1kgCO₂ 贡献的 25 倍。这意味着如果 CO₂ 的特征化因子为 1，CH₄ 的特征化因子是 25。因此，全球变暖影响类别指标结果是 LCI 结果与特征化因子的乘积。

末端和中点

ISO 标准允许使用介于清单结果（像污染物）和“末端”之间的影响类别指标。介于清单结果和“末端”之间的指标有时候被称为“中点”指标。

一般情况下，所选择的指标接近清单结果会有相对低的不确定性，因为仅仅有一小部门环境机制需要建模，然而当指标接近末端的时候会有很大的不确定性。但是，末端的指标与中间的指标相比更容易被决策者理解和解释。

例子：

CML 92 方法是一个典型的中点方法。影响类别指标的选择非常接近于清单结果。例如，全球变暖和臭氧层耗竭的影响类别是以 IPCC 当量因子为基础。酸化影响类别是以每 kg 排放物所释放的 H⁺ 质子的数量为基础。这些影响类别因子通常有比较抽象的单位。例如，全球变暖的单位是 CO₂ 当量 kg，酸化的单位是 SO₂ 当量 kg。

在像 Eco-indicator 99 这样的方法中，气候变化的指标表示为伤残调整生命年限（DALY）。这是一个被 WHO 和世界银行用来评估健康统计的单位。酸化影响类别指标表示为一个地区特定时间内生物多样性减少的百分比。当然这些指标更难以计算，因为其中考虑了完整的环境模型，并且模型中做个许多假设。因此它们更增加了不确定性。另一方面，它们的意思更容易被理解和评估。

环境机制模型的不确定性和解释的不确定性之间的权衡。选择哪一种依赖于所定义的目标与范围以及目标读者理解汇总和分类结果的能力。

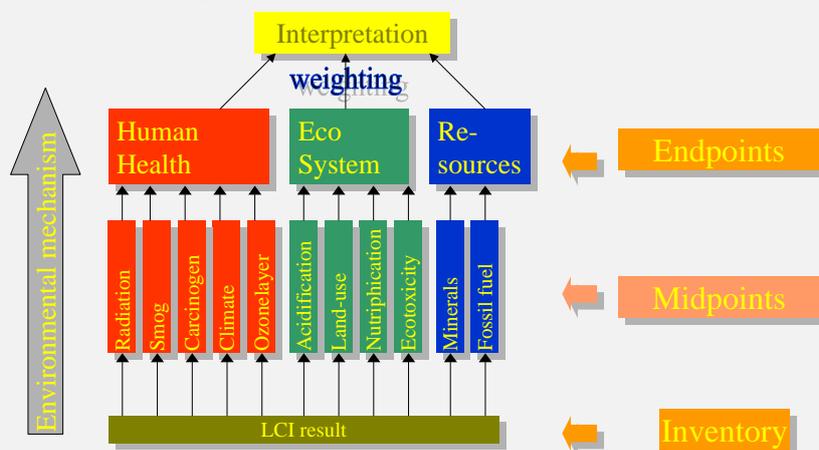


Figure 5: 由 Goedkoop 和 Spriensma 提出的方法示意图。每一个影响类别的环境模型可扩展到端点水平，因为涉及到相同端点的影响类别指标都有一个共同的单位，这些指标可以叠加。对于生态毒性来说，端点是生态系统质量，表达为植物的潜在消失分数。

环境机制

依据末端方法的典型例子 Eco-indicator 99 方法，我们将讨论对人体健康损害有影响的一个污染物的环境机制。

归宿分析 (Fate analysis)

当一种化学物质被释放时，它被排放到空气、水或土壤中。这种物质流向哪里以及停留多久均依赖于物质和排放空间的特性。可溶性物质将聚集在水里，然而很容易结合有机颗粒的物质可能最终会到特定类型的土壤里。另一方面是降解，因为大多数有机物质都会有一个生命年限。在所谓的“归宿分析”模型中，建立了不同排放空间之间和不同物质降解转移的模型。因此，可以计算空气、水、土壤和食物中的浓度。

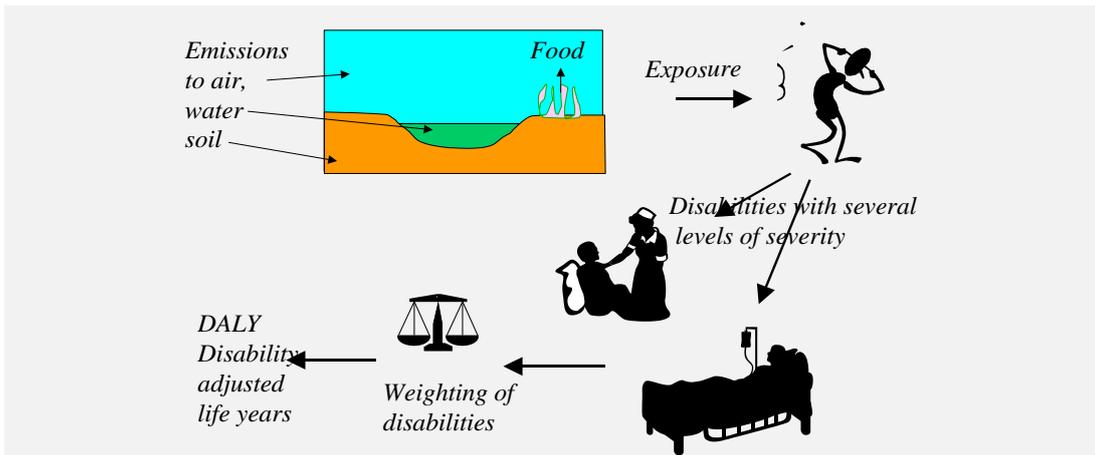


图 6: 用于人体毒性环境模型的示意图。对于其他类型的物质使用其他命运模型。

曝露 (Exposure)

依据浓度计算的结果，我们可以确定一种物质实际上被人类、被植物或者其它生命形式吸收多少。

影响分析 (Effect analysis)

一旦了解到一种物质的曝露，我们就可能预测导致残疾或者过早死亡的疾病的类型和频率。例如，如果我们知道某种程度的曝露导致了某癌症的十个额外的案例，我们就可以找到关于人类得这种类型癌症的平均年龄和人类的平均死亡几率。依赖于这些数据，我们能够计算年死亡数目和残疾数据，因为人们生病不得不在医院接受治疗。

破坏分析 (Damage analysis)

预测的疾病现在被表示为一个破坏单元，在这个案例中是 DALY (Disability Adjusted Life Years)。该系统被广泛应用于卫生统计，最初由世界卫生组织 (WHO) 开发。核心是每一种残疾类型的权重因子列表。这些因子是由几个小组的医生所确定。

4.6 可选择性步骤

归一化、分组和排序用以简化结果解释。在 ISO14040 中，这些步骤被定义为可选择性步骤。

4.6.1 归一化

归一化是用来显示在何种程度上一个影响类别对整个环境问题有一个重大贡献的过程。通过除以影响类别指标“基准”值来计算。确定“基准”值有几种不同的方式。最常见的基准确定是确定为一个地区一年内的影响类别指标结果除以该地区的居民总量。

归一化提供两种用途：

1. 与其它影响类别相比，影响类别的贡献仅仅只有一小部分的可以忽略不计，从而减少了需要评估问题的数量。
2. 相比于欧洲总的环境负荷，归一化结果展示了产品生命周期内所产生的环境问题重要性的次序。

SimaPro 中的归一化

对于每一个影响评估方法来说，您能够定义和贮存大量不同的归一化（和权重）值。这允许我们有每一种方法的不同版本，不用保存不同的特征化因子集。例如，我们为 CML 方法提供了一个荷兰、一个欧洲和一个世界范围的归一化集合。您也可以编辑或者添加归一化集合。同时还允许您检查选择一个归一化集合的影响。

在影响评估方法中，一旦确定了归一化集合，每个图形中您可以选择使用特征化结果或者归一化结果。某些评估方法不需要归一化，像那些基于货币评估的方法。在 SimaPro 中，当您定义一个方法的时候可以确定这一点。对于这些方法不可能显示归一化影响类别的结果。在 SimaPro 中您可以看到，归一化也是一个可选择性步骤。

4.6.2 分组和排序

为了避免加权，但是又要使结果更容易解释我们可以对影响类别进行分组和排序：

- 有一些共同特征的影响类别指标可以分为一组。例如，我们可以形成全球、区域和本地意义上的影响类别组。
- 排序是指把影响类别按照重要性进行讨论达到降序归类的过程。
- 这两个过程均用于表现结果。

SimaPro 中的分组和排序

您可以改变影响评估方法中定义的图表中出现影响类别的次序。这是一个对结果进行排序的简单方法。

4.6.3 破坏评估

因为存在大量的影响类别，所以这里出现的方法仍然难以解释。为了进一步简化解释，在 Eco-indicator 99 和 EPS 2000 两种方法中使用了分组的过程。

在这些方法中，所定义的影响类别指标将与三个端点中的一个相关联，以期达到最佳环境相关性。关联到相同端点的影响类别指标结果将使用相同的单位。这允许指标结果以组的形式呈现。这意味着指标结果可以在没有任何主观的权重的端点水平上呈现为三个指标。解释三个而不是一个多重指标集合更容易。下图说明了这个过程。

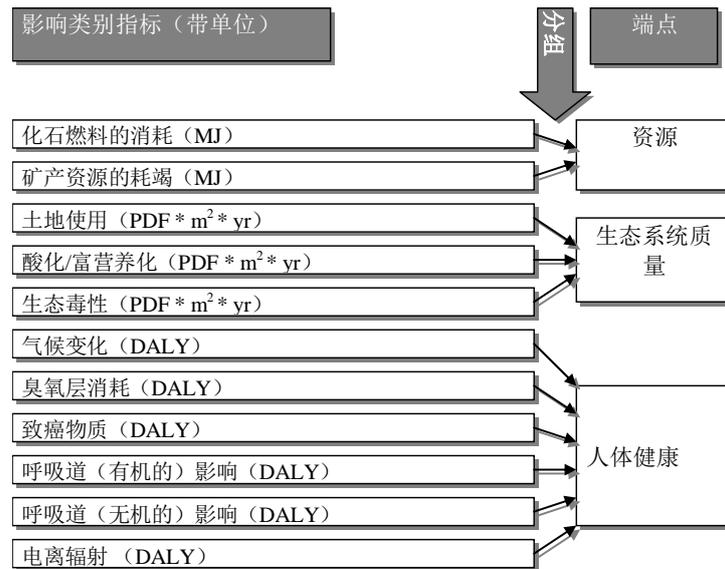


图 7: Eco-indicator 99 方法中关于分组选项的插图。这个过程使得影响类别的数目由 11 减到 3, 而不需要主观上的加权。

SimaPro 中的破坏评估

在 SimaPro 中, 如果一种方法中包括破坏评估您可以标明。如果您这样做了, 您将得到定义破坏类别和破坏因子的机会。在它们叠加之前用来转换影响类别。如果一种方法中有破坏评估的步骤, 您也可以在图表中表现这一步。

4.6.4 加权

加权是生命周期影响评估中最有争议且最困难的步骤, 尤其对于中点方法。提出了几种解决方案用来解决和简化权重问题:

- 使用小组成员评估影响类别得出的默认权重值, 这是 **Eco-indicator 99** 方法中的做法。这种方法存在几个问题:
 - 很难向小组成员解释影响类别指标的意义。它们太抽象 (“CO₂ 当量” 或者 “质子释放”)。
 - 在一个中点方法中, 被评估的指标的数量通常特别多 (10 到 15)。
 - 小组成员往往给出小范围的权重 (通常在 1 到 3 之间)。这就是所谓的在社会科学中的构架。这个问题均存在于端点和中点方法中。
- 到目标的距离。如果可能的话对每一个影响类别设定一个减排目标, 这个目标可以看作是一个权重因子。差距大, 权重就高。生态稀缺 **2006** 方法使用瑞士政府设定的目标, **Eco-indicator 95** 方法使用的目标是反映降低破坏到所有影响类别相同的某一特定程度的减少量。(这也可以被解释为一种破坏方法)。这种方法也有一些困难:
 - 在使用政策目标的情况下, 所有的目标是否同等重要, 并不清楚。
 - 政策目标通常是不同利益集团之间相妥协达成一致的, 并不反映减少环境影响的 “真实的” 需求。
 - 在使用科学目标的情况下, 不同类型之间的破坏需要加权。

3. 货币化：在 **EPS 2000** 方法中，所有破坏均由统一的货币单位表示：环境负荷单位相当于欧元。在此方法中，假定不同类型的成本（目前的成本、期望支付和未来的提取成本）可以叠加。这可以等同于一个加权步骤，其中不同类型成本之间的权重因子均为 1。

在 **Eco-indicator 99** 方法中，权重问题是该方法发展的出发点。与权重相联系的一些问题已经有所减少或者得到解决，但是加权步骤仍然很困难。[Hofstetter 等人，1999]开发一个有趣的方法使用加权三角形（仅仅在使用分组方法之后可行：资源、生态系统和人体健康）。这个三角可用于对利益相关者逐项呈现权重问题。在实际上不知道权重的情况下，它可用于做决定。

替代固定权重的三角形概念

对于那些不想使用默认权重因子的用户来说，我们建议使用由[HOFSTETTER 1999]开发的混合三角。这个三角形（见图 8）可以通过图表来显示所有可能权重集合的产品对比结果。三角形中每一个点代表总和为 100%的权重组合。

一个重要的特点是划分无差异划线的可能性（图 9）。这些线表示有相同环境负荷的产品 A 和 B 的权重因子。无差异线把三角形分为产品 A 优于产品 B 的权重集和相反的部分。

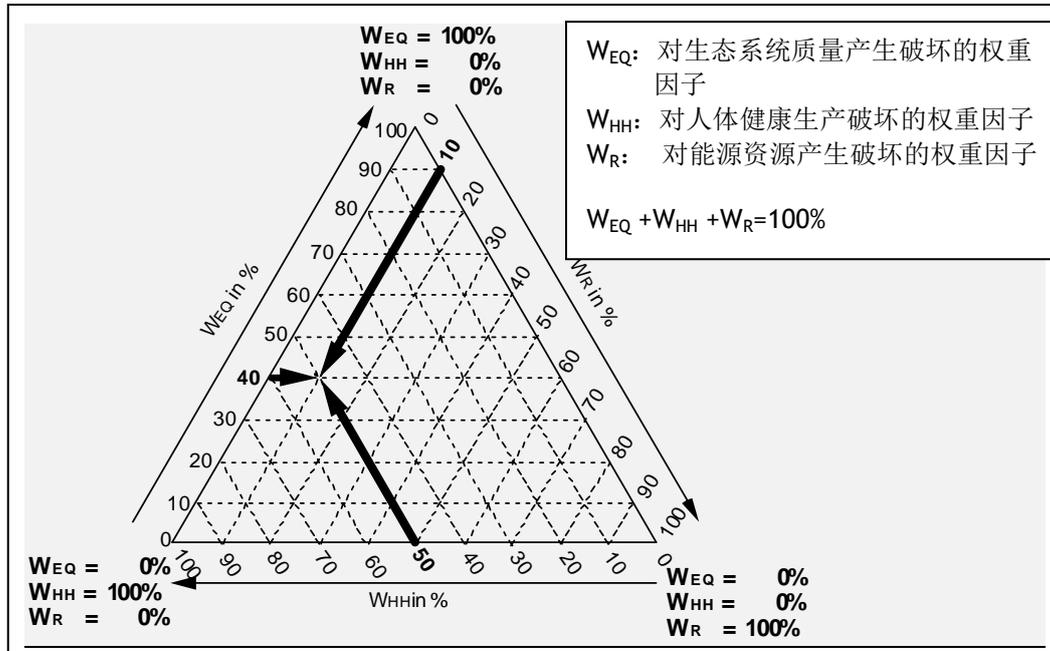
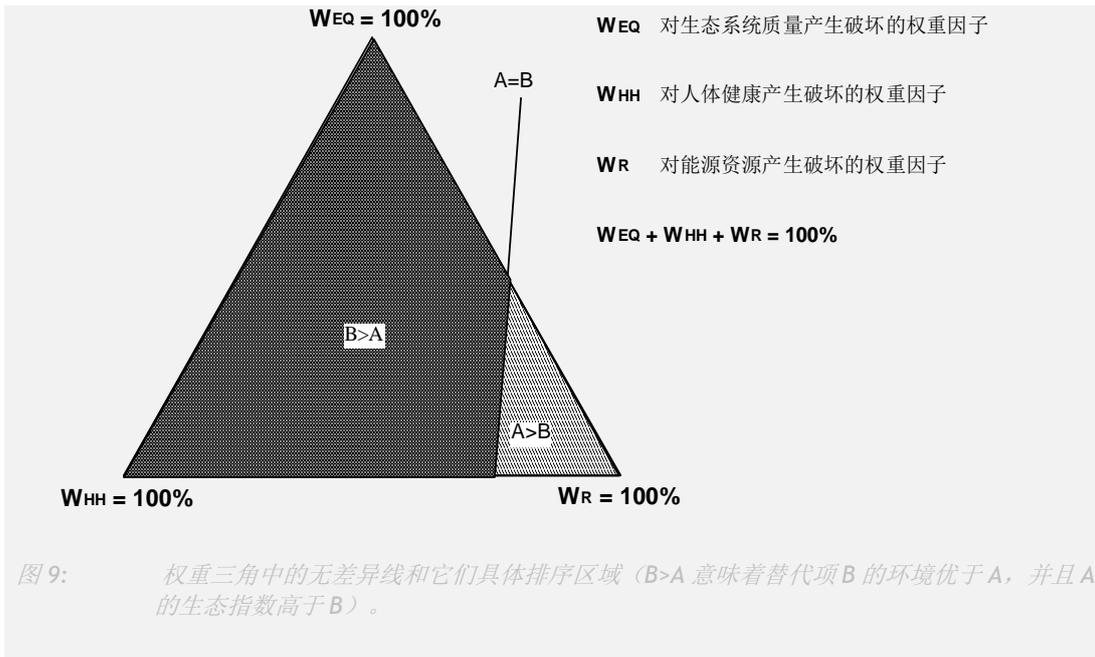


图 8: 混合三角：所标注的权重点表示人体健康的权重是 50%，生态系统质量是 40%和资源是 10%。权重点被定义三角线的焦点，三角线始于所期望的权重因子并且平行于权重因子为零的坐标轴。（基于 Hofstetter 1999）。

在不知道权重因子的情况下权重三角可以呈现一个 LCA 结果。如 Hofstetter 所说，这是一个提高权重过程透明度的有用工具，因为它表示了在哪种情况下（哪种权重因子）产品 A 优于产品 B。利益相关者无须设定离散的权重，但是他们可以选择赞同产品 A 优于产品 B 的情况下的权重设计是否符合真实情况（亦即是否合理）。这样的讨论过程把 LCA 转变成了一个建立共识的过程，而不是一个生成简单的单一真相的工具。

我们的任务不是开发一个建立共识的工具，但是我们没有理由不使用这种方法，如果这样能使得与利益相关者的公开讨论便捷。关于此问题的更多信息见[HOFSTETTER 1999]。



SimaPro 中的加权

对于每一种影响评估方法，您可以定义任意数量的权重集合。如果方法中包含一个破坏评估步骤，权重因子应用到破坏类别中，如果没有，权重因子应用到影响类别。您也可以从一种方法中剔除权重选项。

SimaPro 有一个能自动生成三角形的选项。这个选项仅仅用于能准确地使用三种破坏类别的影响评估方法中，像 Eco-indicator 99。这个三角形选项可用于归一化步骤。请注意如果产品 A 的所有破坏类别均高于产品 B，无差异线将越过三角形，这意味着整个三角形仅仅只有一种颜色。

5 解释

5.1 ISO 14044 解释（或称结果阐述）

也许最可读并且最实用的部分是 LCA 标准中最后一个的解释部分。本质上，它描述了为了观察从研究中得到的结论是否有足够的数据和所使用的程序的支持，您需要做大量的检查。本章介绍最重要的程序，并且展示了 SimaPro 中如何操作。

SimaPro 中的解释部分

SimaPro 中的解释部分被设计成一个清单涵盖了 ISO 标准中所提到的全部相关问题。当您即将完成您的 LCA 的时候，我们建议您填写您的评论并得出您的结论。

5.2 不确定性

在生命周期模型中，所有数据都会有一定程度的不确定性。我们可以区别三种主要类型：

1. 数据的不确定性
2. 模型正确性（代表性）的不确定性
3. 模型的不完整引起的不确定性

5.2.1 数据的不确定性

理论上，数据的不确定性相对容易处理，因为这些不确定性可以表示为一个范围或者标准偏差。统计方法像蒙特卡洛技术（见第 9 部分）可以用来处理这些类型的不确定性，并能计算 LCA 结果的不确定性。

Ecoinvent 数据库中数据的不确定性

Ecoinvent 数据集发布了两个版本，一个版本是单元过程，另一个是系统过程。在单元过程版本中，几乎所有数据都伴随一个不确定性说明。使用这些不确定性数据需要了解一些关于如何解释不确定性数据以及如何确定输入数据的不确定性的背景知识。

Ecoinvent 总是提供一个值，再加上不确定性信息。他们制定的值可以被解释为“最佳猜测”值。如果这个“最佳猜测”值是由许多不同测量结果的取样得来，这个值通常是平均值。

测量值的样本经常以标准分布或者对数正态分布的形式出现。Ecoinvent 总是假定为对数正态分布。对数正态分布通过一个标准方差来描述。一个对数正态分布的典型特性是几何标准方差的平方涵盖 95% 的置信区间，所以例如几何标准方差的平方 1.2 是指所有值的 95% 介于最佳猜测值乘以 1.2 和最佳猜测值除以 1.2 之间。如果几何标准方差的平方等于 1.0，那表示没有不确定性。这是一个与正态分布的重要区别。在正态分布中，95% 的置信区间是指增加或者减去标准差乘 2。

接下来的问题是如何估计几何标准方差，因为数据往往不是取自于大量测量样本。Ecoinvent 使用一个最初由 [Weidema 1996] 开发的系谱矩阵来估计标准方差。每一个数据通过六个标准外加一个基本不确定性因子来评估。95% 的置信区间或者几何标准方差的平方通过以下公式进行计算：

$$SD_{g95} = \sigma_g^2 = \exp \sqrt{[\ln(U_1)]^2 + [\ln(U_2)]^2 + [\ln(U_3)]^2 + [\ln(U_4)]^2 + [\ln(U_5)]^2 + [\ln(U_6)]^2 + [\ln(U_b)]^2}$$

U1 到 U6 因子表示以下表格中的分数；Ub 因子表示基本的不确定性因子（见下页）。当可靠性（U1）的影响被评估和确定的时候，如果是测量数据，则 U1 的是等于 1.00。如果您所获得的数据来自于专家的理论计算和某些估计，U2 的值确定为 1.2 等等。

分数	1	2	3	4	5
U1 可靠性	校验数据基于测量	校验数据部分基于假设的或者未证实数据基于测量	未证实数据部分基于合格的评估	合格的评估（像工业专家）；数据来源于理论信息（化学计量、焓等）	不合格评估
	1.00	1.05	1.10	1.20	1.50
U2 完整性	代表性数据来自所考虑市场的所有相关站点，一定时期内平稳波动	代表性数据来自所考虑市场>50%的相关站点，一定时期内平稳波动	代表性数据仅来自所考虑市场<<50%的相关站点，或者更短时期内>50%站点	代表性数据仅来自所考虑市场的一个站点或者更短时期内的一些站点	代表性未知或者数据来源于更短时间内的少量站点
	1.00	1.02	1.05	1.10	1.20
U3 时间相关性	与参考年份相差少于3年（2000）	与参考年份相差少于6年（2000）	与参考年份相差少于10年（2000）	与参考年份相差少于15年（2000）	数据年龄未知或者与参考年份相差大于15年（2000）
	1.00	1.03	1.10	1.20	1.50
U4 地域相关性	数据来源于正在研究的区域	平均数据来源于包括正在研究区域以内的更大区域	数据来源比正在研究区域更小的区域或者相似区域		数据来源未知或者明显不同的区域（北美而不是中东，经合组织-欧洲而不是俄罗斯）
	1.00	1.01	1.02		1.10
U5 进一步的技术关系	数据来源于正在研究的企业、流程 and 材料（例如相同技术）		数据来源于同一技术的相关流程或者材料，或者正在研究的流程和材料但是不同技术	数据来源于不同技术的相关流程和材料，或者数据来源于实验室规模的流程和相同技术	数据来源于实验室规模不同技术的相关的流程和材料
	1.00		1.20	1.50	2.00
U6 样本大小	>100，连续测量，购买产品的平衡	>20	> 10，环保报告中的汇总图	>=3	未知
	1.00	1.02	1.05	1.10	1.20

在所有的 ecoinvent 单元过程数据中，您将发现一连串六个数字在每一个注释里面，像 1,2,1,5,1,3。这些数字涉及到如何使用系数矩阵评估不确定性。请注意您将不能在系统过程中发现任何不确定性数据。

基本不确定性因子 **Ub** 可以来源于以下表格。此基本不确定性因子是基于专家的判断。例如，专家们发现 **CO₂** 排放数据可以非常精确，并且可以很容易通过燃烧输出核算。正如您所见，某些物质的基本不确定性是很高的，像 **PAH**、细小颗粒物 (**PM10** 和 **PM2.5**) 和重金属排放，以及放射性核素和燃料燃烧过程的一氧化碳 (**CO**) 基本不确定性值。

输入/输出组	Ub	输入/输出组	Ub
需求:		排放到空气中:	
热能	1.05	CO ₂	1.05
电	1.05	SO ₂	1.05
半成品	1.05	燃烧: NO _x 、全部NMVOC、甲烷、N ₂ O和NH ₃	1.50
周转材料	1.05	燃烧: CO	5.00
运输服务	2.00	燃烧: 个别碳氢化合物、TSM	1.50
废弃处理服务	1.05	燃烧: PM10	2.00
基础设施	3.00	燃烧: PM2.5	3.00
资源:		燃烧: PAH	3.00
初级能源载体	1.05	燃烧: 重金属	5.00
金属、盐	1.05	过程排放: 个别VOCs	2.00
土地使用、占用	1.50	过程排放: CO ₂	1.05
土地使用、改造	2.00	过程排放: TSM	1.50
余热:		过程排放: PM10	2.00
排放到空气、水和土壤中的污染物	1.05	过程排放: PM2.5	3.00
水中的污染物:		来自农业: CH ₄ 、NH ₃	1.20
BOD、COD、DOC、TOC	1.50	来自农业: N ₂ O、NO _x	1.40
无机化合物 (NH ₄ 、PO ₄ 、NO ₃ 、Cl、Na等)	1.50	放射性核素 (像氡-222)	3.00
个别碳氢化合物、PAH	3.00	过程排放: 其它无机排放	1.50
重金属	5.00	排放到土壤中:	
来自农业: NO ₃ 、PO ₄	1.50	石油、全部的碳氢化合物	1.50
来自农业: 重金属	1.80	杀虫剂	1.20
来自农业: 杀虫剂	1.50	重金属	1.50
放射性核素	3.00	放射性核素	3.00

(摘自: Ecoinvent 报告编号 1: 概述和方法)

5.2.2 模型的不确定性

对于模型正确性的不确定性涉及一个事实: 没有一种方法可以把现实做成绝对的模型。在每一个 LCA 中, 为了建立一个模型我们都或多或少的做一些主观上的选择。举例说明:

- 代表性。通常, 我们不得不使用来自其它来源的过程数据。例如, 我们得到了巴基斯坦棉花增长的数据, 但我们需要的是印度棉花增长的数据。这样, 我们就犯了一个错误, 但很难判断这个错误的影响有多大。
- 分配基准。没有一种单一的方法来选择分配基准。
- 未来件事。许多 LCA 处理的产品都会有一个很长的寿命。这意味着这些产品将在几十年内被处置。没有人确切地知道未来废弃物将如何被处理。
- 功能单位的选择。产品对比的基准往往是不清楚的。

所有这些因子均对结果有重要影响, 但是在蒙卡特洛方法 (见第 9 部分) 中, 处理这些不确定性也不总是很容易的。在这种情况下, 我们使用下面描述的敏感性分析来解决。

5.2.3 数据的不确定性: 不完整性

不完整性引起的不确定性是指不可避免的数据缺口。重要问题有:

- 系统边界, 正如我们前面所说, 应用一致的系统边界和 cut-off 准则并不容易。

- 不完整的数据表格和不足的指定数据。在很多案例中，数据是采访和通过调查问卷收集得来，数据通常是不完全可用的。另外一个问题是收集的数据是总参数形式，像 BOD 和 PAH。在另一个阶段影响评估中，如果我们不知道物质组成则很难解释这些总参数。
- 清单和影响评估的不匹配。在很多案例中，所收集到得清单数据没有特征化因子，因此这些结果将在随后的 LCA 计算中忽略。

尤其对于后两种类型的不确定性，在 LCA 中应用统一的系统处理不确定性问题是很难的。最好的解决办法是将数据不确定性的蒙特卡洛分析和模型不确定性的敏感性分析相结合。

5.3 敏感性分析

为了观察最重要假定的环境影响，在进行 LCA 的过程中和结束时，我们强烈建议执行敏感性分析。原理很简单，更改假定并重新计算 LCA。

通过这种类型的分析，您将能够对于所作假定影响的重要性有一个更好的理解。您将发现 LCA 结果很大程度上依赖于某些假设。只要您的 LCA 结果是稳定的，这将不是一个问题。但是，如果您发现一种假定条件下产品 A 的环境负荷高于产品 B，不同假设条件下产品 B 的环境负荷更高，您需要谨慎地解释在何种假设条件下您的结论是有效的。您也可以得出结论：没有一个统一的答案，因为一切取决于假设。

SimaPro 中的敏感性分析

寻找最重要的假设通常是在目标与范围阶段以及后来的数据收集阶段中要做的事情。SimaPro 参数功能提供了一种有效建立参数的方式，您可以把它当作“开关”来使用。例如您对整个生命周期模型中使用哪个电网存在疑问，您可以定义一个参数称为 Elec_EU（或者其它名字）。最初您设定为“1”。在每一个使用电力的过程中，您输入两行，一行指欧洲电网，您输入“Elec_EU * yyy”公式，而不是仅仅输入 yyy kWh 的数量。另一行中您输入国家混合电网，并且现在您在数量空格中输入公式“(1-Elec_EU) * yyy”。只要 Elec_EU 的值等于“1”，SimaPro 将使用欧洲电网，如果等于零，SimaPro 将使用国家电网。当您应用这种方法到整个 LCA 中的时候，这种建模方法非常有用，并且随着一个参数的改变，您将随时自动改变电网。

类似的方法可用于切换不同的分配原则，切换包含在系统边界之内或者排除系统边界在外的生命周期部分等。又见 2.3.4 部分分配文本框。

5.4 贡献分析

理解结果不确定性的一个重要工具是使用贡献分析。通过这样一个分析，您确定结果中哪些过程担任重要角色。我们通常发现一个 LCA 中包含上百个不同的过程，95%甚至是 99%的结果仅仅是由十个过程决定。了解这些信息，您可以集中注意这些过程，并分析是否这些过程有足够的代表性、完整性以及这些过程中是否存在重要假设。

SimaPro 中的贡献分析

SimaPro 有两种方式发现来自一个过程的贡献：

1. 流程树或者网络的图标表示
2. 结果屏幕中的贡献分析

在流程树中，一个小的温度计代表了过程的相对贡献。这种方法的优点是您可以明确地看到生命周期中不同过程扮演何种角色。缺点是在一个 LCA 中某些过程会出现很多次。例如，在一个欧洲 LCA 中，欧洲电网将会出现很多次。

很可能每一出现时此过程的贡献率仅仅只有百分之几，但如果这个过程出现 10 或以上来自这个过程总的贡献是很大的。

基于这个原因，我们开发了贡献分析结果。在这里来自单个过程的所有贡献能够叠加。因此，在贡献分析中您可以看到欧洲电网总的贡献。

5.5 清单结果

清单阶段的结果是指 LCI 或者清单结果。它是一个排放和原材料的数量清单。在许多案例中，清单包括上百种物质，这使得 LCI 结果难以解释。然而，好处是结果详尽，并且它不受影响评估中引入的不确定性的影响。

我们相信，ISO 也强调，为了更好地理解每一个 LCI 结果的重要性应用影响评估程序始终是有用的。

SimaPro 中 LCI 结果

在清单结果表格中，存在几个能帮助您理解每一个 LCI 结果重要的功能：

- 可以通过字母表、数量、单位以及排放走向对 LCI 结果进行分类
- 可以要求 SimaPro 仅列出某一特定的部分，像空气中的排放或者原材料
- 可以要求 SimaPro 仅列出对某一特定影响评价类别有贡献的 LCI 结果并且也可以看到它们对于此影响类别的贡献是多少（以百分比的形式）
- 可以隐藏或者显示排放走向，所以如果有高低人口密度的空气中 NO_x 的排放量，就能够得到空气中 NO_x 的总排放量。
- 取决于 LCI 模型中是否包含循环，您将不仅得到总的 LCI 结果，而且也会在额外的表格中看到来自于基本过程的结果。这将帮助您更好地理解影响出自何处。
- LCI 结果将自动以最佳可读性单位呈现。因此不是列出 0.00001kg，SimaPro 将表示为 10mg。它也可以以不同种类的单位呈现，像 USA 所使用的。然而，如果您想要导出或者复制并粘贴清单结果到其它软件您也能够得到国际制 SI 单位的结果。那时 10 mg 将表示为 0.00001 kg。

一个独特的功能是您可以双击一个 LCI 结果以得到过程网络或者树的说明。过程网络将显示过程对于特定 LCI 结果的贡献。

6 组织 LCA 活动

在前面的章节里面我们已经从理论及方法学的角度描述了 LCA。在这里我们将讨论一些有关实践方面的重要内容，比如计划，预算，数据收集以及结果的演示。

6.1 估算工作量

了解我们所拥有的时间和预算对于开展 LCA 来说是很重要的。很难对一个 LCA 工作给出一个比较平均的估算，在我们的经验里，我们曾经花了 2 天时间里用已有的信息做过快速的 LCA 粗评，也花过 200 天做过详尽的 LCA 分析。

虽然我们很难在工作量上做出精确的划分，但是我们可以区分四种典型的 LCA 研究：

1. 粗评
2. 简要的研究
3. 详尽的研究
4. 连续的 LCA 分析

上述四种 LCA 工作的类型，包括预算将如下所述：

6.1.1 粗评

如果您需要得到快速的结果，并且相对于精确度来说速度和预算是更重要的因素，您可以利用数据库中已有的或者是估计的数据做一个粗评。对于缺失的数据，您可以使用临时的替代数据。例如如果您需要镍的生产数据，然而您只有一些非铁金属的数据，您可以使用这些替代数据来先行计算以得到一个对此流程重要性的直观了解。

出于工作效率的考虑，您应该限制您的目标在一定范围内以便得到有限几个问题的明确结论，比如：

有没有可能（不必确定）如果在一个产品中使用钢材去替代塑料会产生更低的环境负荷？

- 是不是使用阶段的环境负荷占据主导地位，而把所有精力都放在优化使用阶段上是否是值得的？
- 回收是否能对总的环境负荷能起到非常显著的影响？或者说影响微乎其微？

这样得出的 LCA 结论需要经过敏感性分析以确定您在分析过程中所作的假设和低代表性的数据是否会对主要结论产生影响。

在对外交流中要尤其谨慎地交流此类粗评的结果。切勿仅基于此类粗评，就在您的产品和竞争产品之间作公开声明或者对比。

SimaPro 如何支持粗评

也许对于粗评过程来说最重要的是拥有一个丰富的常用物质和流程的数据库。Ecoinvent 以及美国、荷兰、丹麦、瑞士等国家的 I/O 数据库是非常有效的资源。

另外一个重要的功能是区别项目和库中数据的能力。在开展一项 LCA 分析工作之前，您应该建立一个特别的项目以便储存项目相关的数据信息。我们强烈建议您不要更改库中的数据，尤其是在开展粗评的过程中您可能会需要对库的数据做“非正常”的改变。如果您需要编辑一个已经存在的记录，可以先把库的数据拷贝到您的项目中，然后在拷贝的数据中作更改。这个操作建议同样也适用于您需要对粗评中的评估方法进行改变的情况。

在粗评中，有必要快速的了解不同流程的相关贡献，以便跟进。Simapro 通过不同的途径可以实现此类操作：

- 跟踪结果来源的简便性：如果在 Simapro 中您生成了一个流程树，您可以看到流程树中的每一个单元里面的条形图。这些图显示了流程树中该流程或部件的相对贡献，这个贡献可以是针对物料流动，或者是某项指标或 LCI 清单的结果方面。
- 贡献分析可以看出哪一（几）项流程对最终结果有主要贡献。通常来说 95% 的贡献是由数百个流程里面的 10 个流程造成的。这样您就可以有针对性的分析这几项最重要的流程。

尤其在粗评中，粗略地进行不确定性分析可能是很有用的，通过蒙特卡洛分析观察结果的重要性。

6.1.2 简要的 LCA 研究

如果您需要做一个会对产品开发进程或者对外交流策略产生重要影响的决定，但是您又不想用 LCA 报告本身作为对外交流的工具，这时候您就需要建立一个简要 LCA 研究，对于这样一个研究，目标可以更广一些，比如：

- 在生产阶段，使用阶段以及产品处理阶段产生环境负荷的主要原因是什么？
- 产品回收系统可以带给我们多少益处？
- 我们的产品和竞争对手的比较起来如何？竞争对手所作的环境生命是否合理？什么情况下，我们可以在对外交流中使用环境声明？
- 我们的产品是否有资格获得生态标签？
- 我们的企业能否被称作可持续发展的，也就是说相对于产生的哪一块利润来说环境负荷比较低？

通过一个快速地粗评以识别数据库中缺失数据的相对重要性不失为一个审慎稳妥的方法。由此您可以建立数据收集策略，识别哪些数据可以通过文献获得，哪些需要通过供应商或者供应链中的其他部门收集。

因为这是一个简要研究，您所获得的数据可能达不到精确性的要求，所以批判性地分析在何种情况下您可以证明您的结论是非常重要的。敏感度分析可以满足这个要求，这里您可以改变重要的假设和选择不同的评估方法以测试结论的正确性。

按照 ISO 标准的有关要求，LCA 报告在没有接受独立的第三方审阅之前是不允许直接公开发表的。

SimaPro 如何支持简要 LCA 分析

除了在粗评文字方块中提到的问题外，还有如下工具：

- 流程的文本记录。每一条记录都可以有一个冗长的附件。在标准的数据库中，大部分相关的数据已经完成了附件，这使得您能够清楚地理解数据背后的模型。
- 结果阐述的指导。允许记录下您需要做的观察的一个单独的部分（按照 ISO 的要求）
- 通过设定参数实现半自动的运行敏感性分析的可能性。
- 使用蒙特卡洛分析评估不确定性。如果得不到完美的数据，我们可以使用初步数据，并确定一个不确定范围。例如如果您的目标是比较两个可选项，蒙特卡洛分析可以通过确定不确定范围帮助您确认产品之间差异的显著程度。如果差异显著，那么就没有必要再进一步收集数据了。如果差异性不明显，您可以把精力放在最重大影响的不确定性的降低上。这种方式，蒙特卡洛分析显著地节约了时间。

6.1.3 公开发表的详尽 LCA 分析

如果您做详尽的环境声明，并且在公共场合使用您的 LCA 报告，您应该做一个更详尽的 LCA 分析。相关注意事项包括：

- 根据 ISO 14040，在研究过程中您应该包含一个独立的第三方评审。经验表明最好在目标和范围确定之初就邀请第三方参与审阅。这样可以允许第三方在仍有改进空间的时候逐项给出改进建议。第三方的审阅意见应该包含在报告中。
- 与报告相关的更多要求。在您的报告中您应该仔细的描述所有的步骤、选择、数据缺口等。应该执行一个详尽的敏感性分析。ISO14044 为此提供了一个指南。
- 如果您的目标是比较产品，按照 ISO14044 的要求，您不可以发表包含权重之后的结果。

除了上述的相关注意事项，我们还建议您对直接基于 LCA 报告的公开声明谨慎对待。经验表明对于 LCA 报告的争论往往是非常棘手的。

SimaPro 如何支持详尽的 LCA 分析

- 对于详尽 LCA 来说，您将需要用到前面所提到的相同的工具。这里文件记录、数据质量和结果阐述事项变得更加重要。SimaPro 可以定义复杂的产品，使用装配和子装配系统，还能处理复杂的使用及生命周期终端模型。例如如果使用到了像电池或包装材料等辅助产品，我们可以定义一个单独的额外生命周期，拥有各自特定的生产和废弃物处理模型。建立复杂的反馈、拆解、再利用和回收场景的模型也是可能的。
- SimaPro 可以处理庞大的流程树。我们曾经做过单一个有 5000 个流程的流程树研究。完成一个如此庞大的 LCA 计算只需花费几分钟的时间，当然这取决于电脑的速度。
- 您可以使用参数建立精密而准确的非线性模型
- 您可以指出所有不确定性，甚至使用参数值；这可以使您能够准确地报告结论中的确定性或不确定性。
- 您可以通过使用参数作为“开关”开展半自动地敏感性分析。

也许在支持大型 LCA 方面最重要的功能属多用户版本了。这个版本允许几个 LCA 专家在同一数据库中开展相同的 LCA 项目，系统允许某个用户负责数据的质量，此人还可以负责用户权限和密码，从而按照用户的级别和责任控制相关数据的访问。

6.1.4 持续使用 LCA 信息

ISO 标准和许多 LCA 专家把 LCA 研究看作是一个特设的活动。研究的目的是用来支持某个决定，然后直到此活动结束另一个新的决定需要支持。现在我们清楚地看到了一个远离这种特

设方法的趋势，越来越多的机构把 LCA 看作是一个持续维护的环境生命周期管理信息系统（ELMIS）。

在这样一个系统里，目的是逐渐建立一个用于回答企业或机构所面临的最重要问题的 LCA 数据库并不断丰富它。建立一个环境生命周期管理信息系统的好处包括：

- 一旦拥有一个包含您机构中最重要的相关物质和流程的数据库，您的问题将会更迅速的得到解答。
- 早期所作的研究经验能够得以保存并在 LCA 团队部门内得以积累。
- ELMIS 的信息可以用于环境报告。
- 公司内部 LCA 部门的工作的延展性可以得到更多的保证。

持续的 LCA 系统也需要一个清晰的目标和范围。有必要仔细地思考您系统数据的要求并考虑如何做系统维护和记录。

SimaPro 如何支持 LCA 的持续应用

除了本章之前提到的功能外，还有大量特殊的功能使得 SimaPro 适合于 LCA 的持续应用：

- 为特定的产品组开发易于使用的诸如向导之类的通用界面的可能性。
- 通过 COM 接口把 SimaPro 和其他信息系统相关联，以及使用预先储存在 excel 电子表格或 SQL 数据库里面参数的可能性。

上述两项功能在后文中将详细解释。

6.1.5 时间估算指南

尽管有许多因素可以影响执行一个 LCA 所需的时间，但是以下表格也许可以给您一个提示。这些评估假定 LCA 工作是由有经验的人们完成。如果是新手执行 LCA 研究，那么还需增加数天乃至数星期，以更好的了解方法以及相关的操作事宜。

	时间（工作日）			
	粗评	内部的 LCA （简要型）	外部的 LCA （详尽型）	持续使用
讨论需要制定的目标与范围	1	2-4	10	10 + 更新
数据采集	2-5	5-15	25-100	持续地
输入数据到软件并执行计算	1	2-4	10	持续地
结果解释和敏感性分析	1	2-4	10-20	持续地
报告	1-2	2-5	10-30	持续地
第三方审阅	N/A.	可选项	10-30	可选项
总估计时间	6-10	13-32	75-180 +	

6.2 操作程序

LCA 工作的组织方式完全取决于您的目标和您的工作环境。本段中，我们给出一些建议。

6.2.1 独立执行

如果您是所在组织机构的唯一 LCA 专家，组织您的工作相对来说是比较简单的。需要考虑的重要问题有：

- 不要编辑贮存在库中的资源，除非您非常确定。

- 注意备份。您可以在局域网内使用 **SimaPro** 的单用户版本，这意味着您能够把数据库文件存放在服务器中。

6.2.2 小组执行

如果您正工作在一个 **LCA** 专家小组中，事情就变得更复杂一些。目前最好的方式是使用 **SimaPro** 软件的多用户版本，因为它允许您们工作在同一个数据库中。在多用户版本中，您可以使用以下设施和功能：

- 所有的用户使用一个用户名和密码登陆。
- 数据库管理员可以定义特定的使用者类型（比如专家、新手、访客等）并针对特定的类型分配使用权限。此外，他/她可以对每一个用户指定一个使用者类型并能决定哪个使用者有权限访问哪个项目。
- 数据库管理员是唯一能编辑库资料的人，并且管理员能够决定哪些数据可纳入库。

6.2.3 不同工作地点

多用户版本使用名曰“客户服务器”的原则。这意味着所有数据均保存在服务器的数据库中，通过客户端的电脑获取。在一个工作组许多单用户许可证将创建一个难以管理的系统，迟早所有的数据将变得完全不同。我们应该随时避免此类情况的发生。如果您手里开始只有单用户版本，您可以升级到多用户版本同时仍保留您的原始数据库。

6.2.4 数据和方法的所有权

所出版的数据通常不是您计算的结果。我们不反对您以印刷的形式出版数据给 **SimaPro**，只要您注明出处。但是，在未经我们的允许的情况下，不允许在除 **SimaPro** 以外的其它工具中使用电子格式的数据。这是因为我们有来自其它来源的数据的转授方式。

自从 **ECOSPOLD** 数据交换格式出现以来，这个问题显得尤为重要。这个格式的目的是用于交换您自己的原始数据，而不是重新分配数据，例如 **ecoinvent** 提供给 **SimaPro**。

不反对在其它电子产品中使用计算结果。例如，如果您计算了生态指数并且想要把这些结果用于您的内部软件或者销路好的产品中没有问题的，只要您对您的工作质量负责。如果您想要这么做请通知我们。

对于影响评估方法相似的情况也会发生。所有的方法已经公布，但不是所有的方法开发者会同意您复制此方法到其它电子工具中。如果您想要这样做请首先得到方法作者的允许。

6.2.5 归档旧项目

一旦完成一个项目，我们建议您小心存档，因为项目中的数据通常依赖于库和其他项目。如果没有存档这个项目，一段时间之后您可能发现会这个项目的结果已经随着库的改变而改变了。存档的最好方式是使用 **SimaPro** 格式导出项目文件，这时候与此项目相关的库中的数据均包含在了导出文件中。包括相关的影响评估方法在导出文件中也是一个很好的实践方式。**SimaPro** 简易版、学院版和课堂版的用户均不能导出数据。**PRé** 咨询网站上您可以看到不同版本之间的区别：http://www.pre.nl/simapro/simapro_lca_software.htm 和 http://www.pre.nl/simapro/simapro_educational.htm。

6.3 理解数据库的结构

一旦使用 **SimaPro** 您将开始改变其中的数据。如果您没有仔细地管理数据库中数据的质量，您也许会使得数据库的可靠性降低。本段中，我们将介绍了一些冒险因素以及适当地管理您数据库的建议。

SimaPro 数据有三个主要组成部分：

1. 项目数据。在这里您可以贮存当前正在进行项目的所有特定数据。为了更好地区分所有数据以及方便存档您不想保留的项目，您可以在数据库中建立一定数量的项目。
2. 库数据。这里包含的是您所执行项目的数据来源。库的结构与项目类似，但用途不同。
3. 背景数据。这里存储了所有库和项目的常用支持数据，比如单位转化因子和物质名称的主要清单。

库和项目均可以存储以下类型的数据：

- 具体项目或库的目标与范围的定义
- 具体项目或库中所期望数据质量概述的定义
- 流程数据
- 产品阶段数据
- 影响评估方法
- 关于结果解释的数据
- 程序
- 此处未讨论的其它数据类型

这意味着库和项目均包含一个具体的 **LCA** 研究的相关数据。

通常，您不应该编辑库中的内容，因为保持一个可靠性的数据来源对于未来的项目非常重要。如果需要编辑数据，我们强烈建议您把数据从库中拷贝到项目中，然后在项目中做更改。（通常在注释中记录更改的内容）。在单用户版本中，您不能改变库中的内容。在多用户的版本中，仅数据库“管理员”可以改变库中数据。

库往往有自己的“方法论特点”因为它们通常有单一的来源。例如，一些库与欧洲典型相关，一些与美国相关，然而其它代表性数据仅来源于一个国家；其它区别可能是系统边界的使用方式。例如，在 **ecoinvent** 库中，主要物品原则上包括能源和运输系统。在库中目标与范围部分描述了“特征”，在这里您也应该设定数据质量要求。批判性地分析哪些库适合于一个特定的项目是很好的做法。**SimaPro** 支持这项工能。在每一个项目中您都可以包含或者排除某些库资料。如果您想排除一个库资料，在您的项目中将不使用其中的信息。（随着项目的进展您也可以随时改变这个设定）。

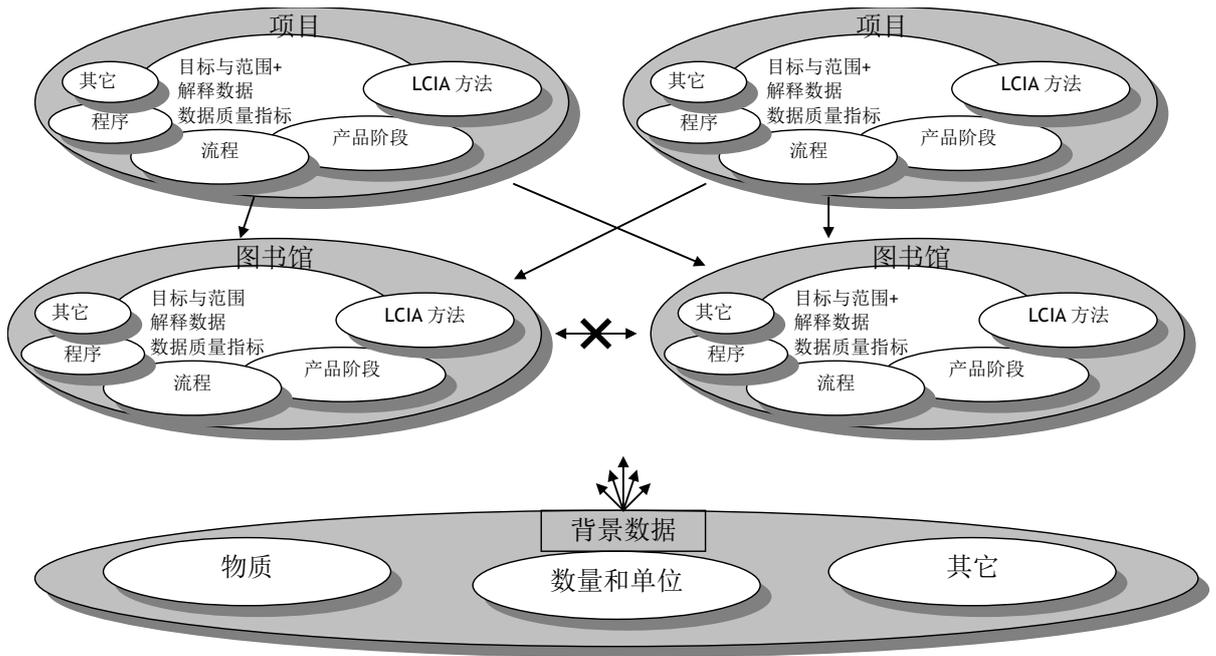


图 10: 数据库结构图表示意图。箭头表示相互之间的关系。不是所有的数据类型都能够被显示，在图中表示为“其它”。

6.4 数据交换

自从 LCA 软件商业化以来，人们在致力于开发一个国际上都能接受的数据格式方面做过很多努力。不幸的是，没有达成一致，并且我们正面临着三个重要标准：

- EcoSpold 格式是针对 ecoinvent 数据库开发。这种格式被六个领先的 LCA 软件公司所接受。
- ISO 14048 (Spine) 格式不是一个标准而是一个技术参考 (TR)。最初的 ISO 标准发表在九十年代末，从来不作为一个软件交换格式而是一个个人自由的多角度文本。Swedish SPINE 项目开发了一个更具体的实施，但是目前这项实施尚未被普遍接受。2005 年出版的新版本 ISO14048 TR 没有改变这种情况。
- 在 2006 和 2007 年间，欧洲 LCA 中心开发了自己的格式。不幸的是这种格式不能与其它格式充分连接。概念也是不同的。它没有描述数据如何必须被存储，而是明确指出所有软件应该使用的一个核心格式，允许数据存储在所有种类软件的指定区域。这使得编写成一种格式很容易，但得到一个一致的数据输出集合却很难。

尽管所有的努力都投入在了格式开发方面，但是真正的问题不是格式，而是不同商业包装中所使用软件模型的差异。如果一个软件中的数据在另一个软件中不可用，那么数据会没有去向，并将自动丢失。

GreendeltaTC 提出了一个切实可行的解决办法：他的公司提供一个自由数据转换工具。

6.5 生态指数工具

如果您所开发数据的对象没有或者只有有限的关于环保主题的兴趣或者知识，数据的透明性并不需要。这种情况下，您不妨考虑提出单一指标像生态指数、EPS 分数或者瑞士生态点。这些分数很容易由 SimaPro 产生。

为了能够使用工具容易地提供这些指标，我们开发了 **ECO-it**。此工具可以让任何一个用户在几分钟之内做一个 **LCA**，它提供了数据库中所有需要的单一指标。依据 **Eco-indicator 99** 方法，**ECO-it** 工具涵盖了 **200** 个标准指标。您也可以扩大这个范围，或者应用一个简单编辑器 **ECO-edit** 创造新的数据库。

SimaPro 提供的 Eco-edit

关于 **ECO-edit**，**SimaPro** 用户可以得到一个免费许可要求。**ECO-it** 对于设计者和其他对基础数据没有兴趣的人来说确实是一个简单的工具。屏幕截图如下所示。界面中仅有四个可通过标签访问的选项。当前显示的是“生产”标签。用户可以简单地添加材料或者部件。结果将会立刻在显示图形中更新。更多信息见 www.pre.nl/eco-it。

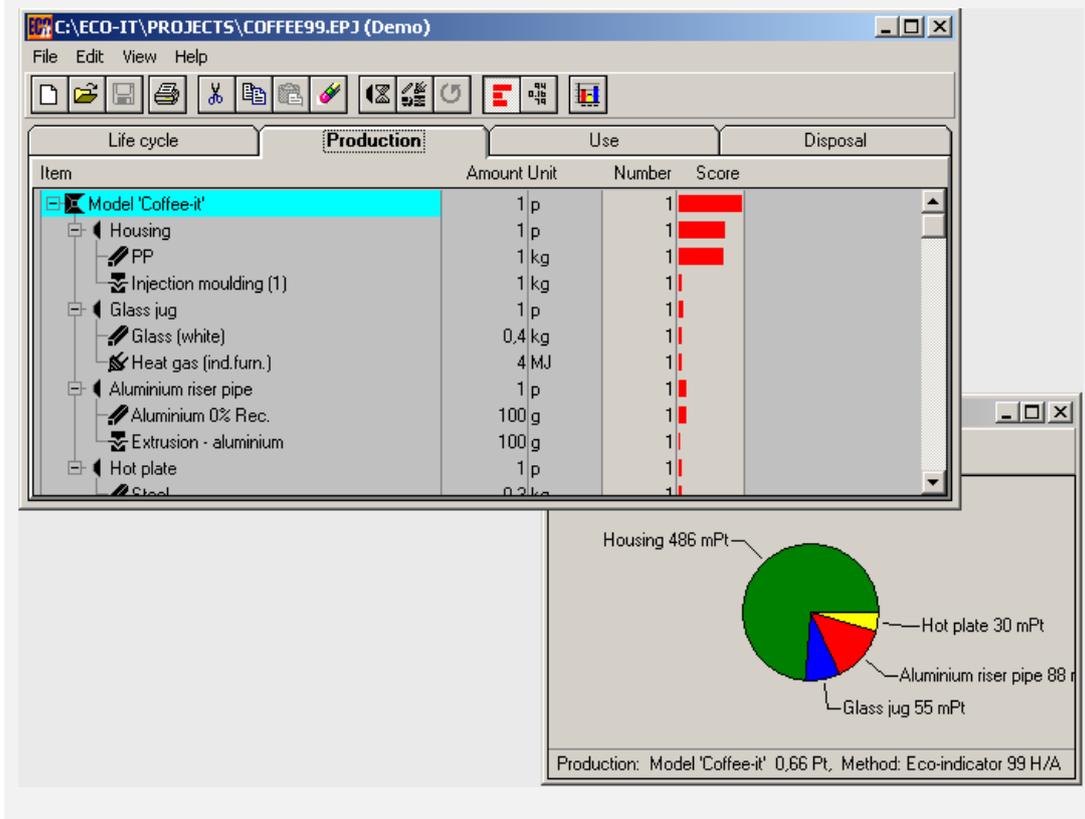


图 11: 来自 ECO-it 的两个截图示例。

7 SimaPro 的简便使用方法

7.1 一条 LCA 的使用新径

对于第一次使用 Simapro 的人来说，我们建议您使用 LCA 向导（Wizard）建立您自己的 LCA 项目。这可以帮助您节省很多时间。向导可以帮助建立复杂的生命周期，尤其是当您试图建立复杂的生命周期末期的场景的时候。

SimaPro 的不同版本

SimaPro 有三种不同的版本：

1. Simapro 简易版适用于结果导向型的用户，那些喜欢复杂的功能简易化以及喜欢使用强有力 LCA 向导的人。该版本的教育版本名称是 SimaPro 学院版（Faculty）或者课堂版（Classroom）。
2. SimaPro 分析版适用于需要所有功能的 LCA 专业人员。该版本的教育版本名称是 SimaPro 博士版（PhD）。
3. SimaPro 开发版适用于需要开发严谨的 LCA 向导的或者是想把 SimaPro 和其他软件相关联的专业人员。

7.2 启动 SimaPro

一旦启动 SimaPro，您需要打开一个项目或者库：

- 项目是储存您即将收集和处理的數據的地方
- 库是一个特殊的项目集合，包含从 SimaPro 或者其他数据供应商所提供的标准数据。库是您所有项目的资源。通常您不应该编辑库中的数据，而是在您的项目里引用和连接库的数据。

我们建议您打开“Simapro 导论”。当您所使用的是 SimaPro 简易版时，打开的窗口将是如下所示的向导页面。如果您使用的是其他版本，请点击窗口左上角的向导（Wizard）字样（如图 12）。

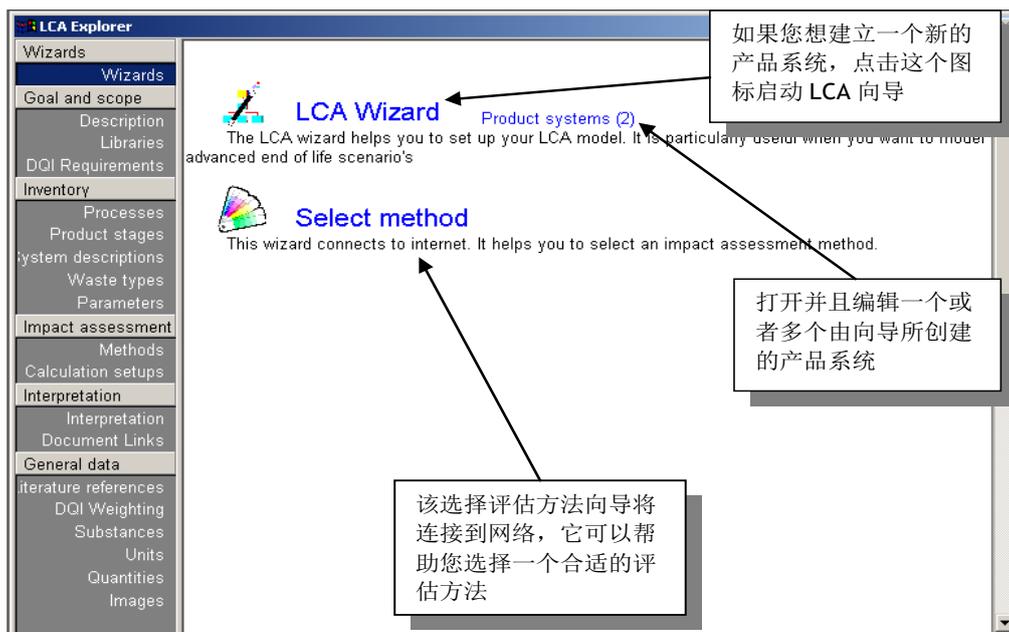


图 12: 向导窗口示意图，以上您所看到的是 SimaPro 简易版。

向导页面中包含一些预定义的向导：

- LCA 向导
- 一些文件和信息的链接

SimaPro 开发版的用户也可以在此页面上增加新的向导，见 12.1 章节。

7.3 LCA 向导的快速入门

当您点击创建您的 LCA 向导 (*Set up your LCA Wizard*)，一系列的问题会紧接出现。请按照提示回答这些问题。在这个过程中您会看到一个流程结构是如何在后台创建起来的。该结构是基于您所提供的输入信息，并且 Simapro 已经把您的信息输入数据库并创建相关流程。当您完成向导，会有两个问题出现：

1. 您想保存所创建的产品阶段 (**product stage**) 吗？如果您选择是，您所创建的产品阶段将保留并可以在将来进行修改，具体操作如下一章节所述（见 8.4）。保存产品阶段的缺点在于您可能会保存一大批让人混淆的产品阶段。我们建议您只保存那些您确定将来需要进一步修改的产品阶段。
2. 您想创建一个产品系统吗？产品系统可以是您所输入所有数据的一个集合，如下一段所示。

7.4 产品系统介绍

产品系统是一个单一的表格，它包含了用于定义产品规格、产品使用和废弃的所有数据。该集合的结构由向导和您所输入的数据产生。最重要的特点是在执行向导的过程中您可以随时改变您所输入的数据并且重新计算结果。这使得向导成为一个分析“如果...怎样”或使用生态设计类型应用的非常有用的工具。

为了将来查阅便利起见，产品系统可以命名。事实上这为将来一些特殊的 LCA 问题实施一种特殊的使用界面创造了可能。

8 SimaPro 的传统使用方法

前一章所描述的向导使用方便并能提供开展一个基本 LCA 所需要的一切。然而，如果您想使用到更为先进的功能，您将需要使用传统的 Simapro 界面。您将发现传统界面同样结构流畅，使用便捷。

SimaPro 指南

SimaPro 指导手册提供了一系列旨在帮助您了解 LCA 的练习。指南复印件随同 SimaPro 许可证一起奉送，您也可以在演示版的 CD 里面找到 PDF 版本的文件，或者您可以从www.pre.nl 下载。

在本章中我们会使用一个咖啡机的例子来演示一些主要的功能，但是我们不会在此解释如何生成这些演示界面。请使用指南的课程一了解上述问题。

8.1 LCA 视窗

左侧的条目叫做 LCA 视窗 (LCA Explorer)。该视窗提供了通向所有 SimaPro 功能的入口。在视窗的上部包含了项目及库的数据 (project or library specific data)；下部包括含通常不储存在项目或者库中的基本参数 (general data)。工具条中的按钮包括了常用的执行命令。

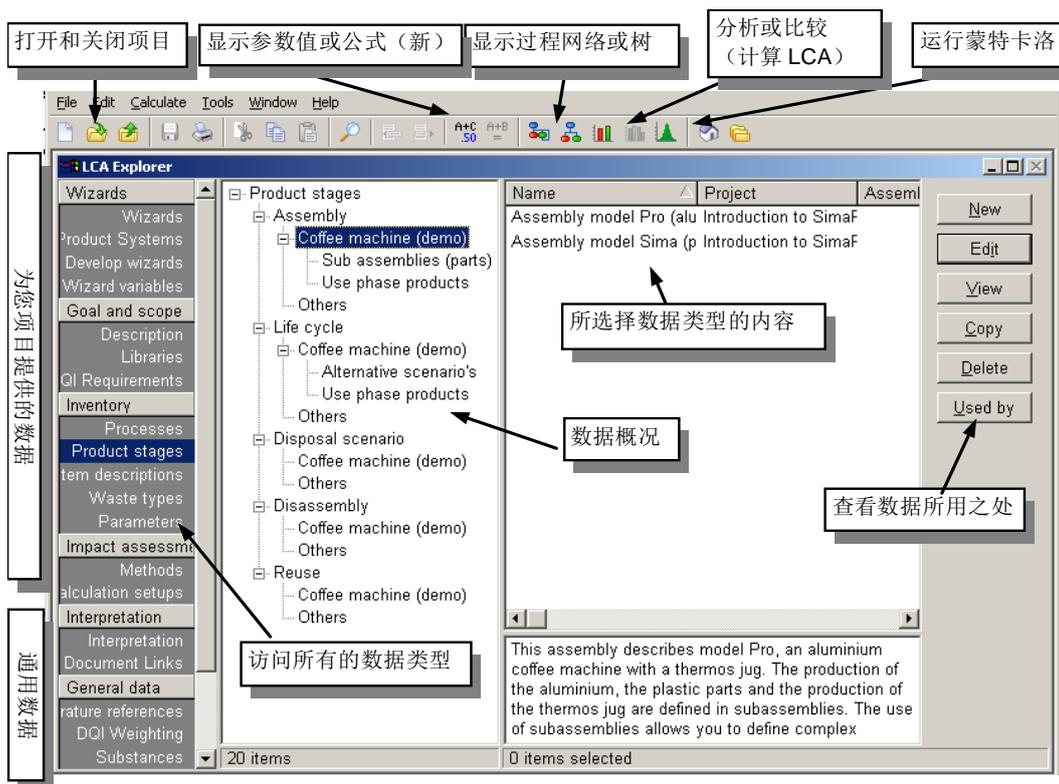


图 13: 屏幕左边 SimaPro 视窗一览。该视窗提供了所有数据类型的入口。在屏幕的顶部您可以找到常用的控制命令。请注意这里显示的一些功能在软件的简易版或者分析版中不可用 (在最高级开发版中可以)。

SimaPro LCA 视窗为您的 LCA 提供了一个清单结构，您可以按照清单中所定义的次序输入或者编辑数据。然而，LCA 是一个反复的过程，这意味着您需要回过头来重新审核您早先的步骤几次。

- 输入初始数据到模型中的初级计算能够显示在生命周期中哪些部分或者过程看起来是最相关的，从而需要进一步的关注。
- 在花几个小时编辑数据库之后，您可以检查一下所有的结果是否合理并且可解释。如若不然，您有可能犯了一个或者几个错误，或者提供给您的数据可能包含错误。

这意味着您将需要多次浏览目标与范围、清单和影响评估部分。

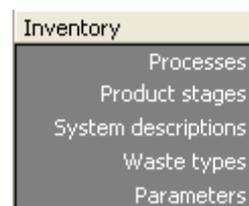
8.1.1 描述目标与范围

在描述部分，您将会发现大量的文本区域。这里提供了描述目标和范围的结构（又见 2.1 部分）。在 SimaPro 中，库是您存储标准数据和标准影响方法等资源的地方。您可以选择您认为与此研究要求相关的库。



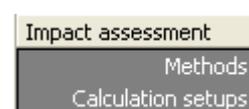
8.1.2 清单

该部分提供了不同工艺流程和产品阶段的入口；SimaPro 中两个主要的数据类型（如下所述）。在某些流程中，系统描述可被用作额外的附加文件。废弃物类型是 SimaPro 在处理材料废弃场景中使用的标签，在段落8.5中也会介绍。



8.1.3 影响评价

该部分提供了选择影响评估方法的入口。在计算设置（Calculation setups）部分，您可以指定哪些生命周期、工艺流程和装配组合需要被重复分析和比较。使用计算设置的好处是所有的生命周期或者装配将一直以相同的次序、相同的颜色和相同的比例出现。



8.1.4 结果解释

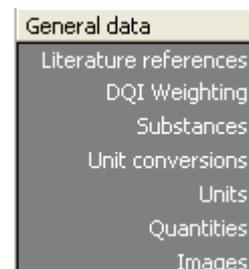
在您项目的后期，到了得出您的结论和做许多检查的时间了。此部分的文本区域是一个可以帮助您核查需要注意的问题指南。又见 5.1 部分。



8.1.5 基本参数

其他数据类型像程序和基本参数在 LCA 研究中基本上不需要编辑，但是包含有用的数据表格，比如：

- 参考文献：您可以链接它们到您的流程记录中。
- 物质名称：SimaPro 中有一个包含所有物质名称的表格。
- 向导中所使用的单位换算
- 单位及数量：它们应用在 SimaPro 的其他部分。



8.2 输入及编辑数据

LCI 阶段工作的核心是建立一个用以描述一个生命周期中所有相关工艺流程的流程树。在第 3 章中，我们已经讨论了生命周期建模的复杂性并且描述了像系统边界和分配等问题。现在我们将向您展示在 SimaPro 中如何建模。

SimaPro 中的数据结构包含两个不同的构造单元：

1. **流程 (Processes)** 是包含环境数据以及经济输入输出数据的流程树构造单元。
2. **产品阶段 (Product stages)** 不包含环境信息，但是它们描述了产品和生命周期。

产品阶段的使用是 SimaPro 独有的功能，我们将看到产品阶段的引入将允许我们进行复杂产品和生命周期的建模。

8.3 流程

在 SimaPro 中，一个流程包含以下方面的数据信息：

- **环境和社会流 (Environmental and social flows)**，比如：
 - 对空气、水和土壤的排放
 - 固体废弃物（最终废气流）
 - 非物质形式的排放，像辐射和噪音
 - 原材料的使用（目的是建立耗竭模型）
 - 社会影响
- **经济流 (Economic flows)**，比如：
 - 来自其他流程（在数据库中描述的其他工艺流程）的输入。
 - 输出：每一个流程必须有一个，并且可以有重数的经济输出（在 SimaPro 中指产品）。
 - 需要进一步处理的废弃物输出，像污水处理厂、焚烧炉等。
 - 避免的流程。如第二章所描述的通过扩大系统边界，这是解决分配问题的方式之一。
 - 经济影响
- **记录 (Documentation)**
 - 一个拥有大量文本区域的单独选项“文档”，可用以记录，像名称、作者、日期及一般性的注释评论等。
 - 一些数据质量指标 (DQI) 区域，让您更快的了解一些方法上的选择是如何做出的。
 - 系统描述：一个单独的选项用以描述数据定义时所涉及背景模型。
- **参数 (Parameters)**
 - 常数参数：可以在流程、项目以及数据库层次上被定义。
 - 表达式：这里您可以定义参数之间的相互关系。您可以使用大量的数学功能。

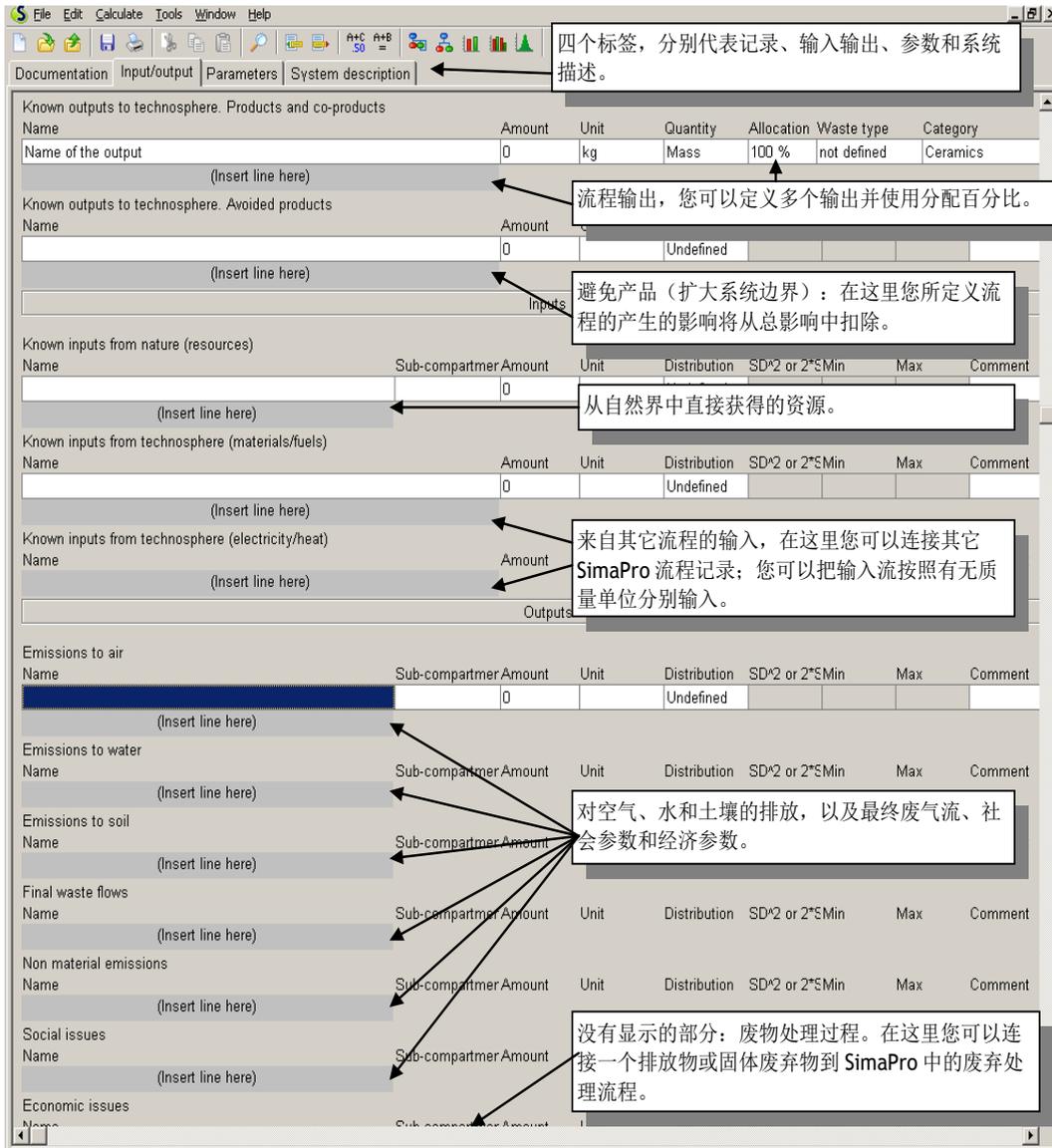


图 14： 空白流程的记录（仅上半部分）。这个流程记录是 SimaPro 流程树的基本构成单元。

数据库中所定义的流程是以它们的输出为索引。流程之间相互连接以形成网络。在 SimaPro 中连接在过程记录中被定义，并不是通过图形在用户界面上显示。这样做的优势是连接自动维护，并且在处理大流程结构的时候节省大量的时间。

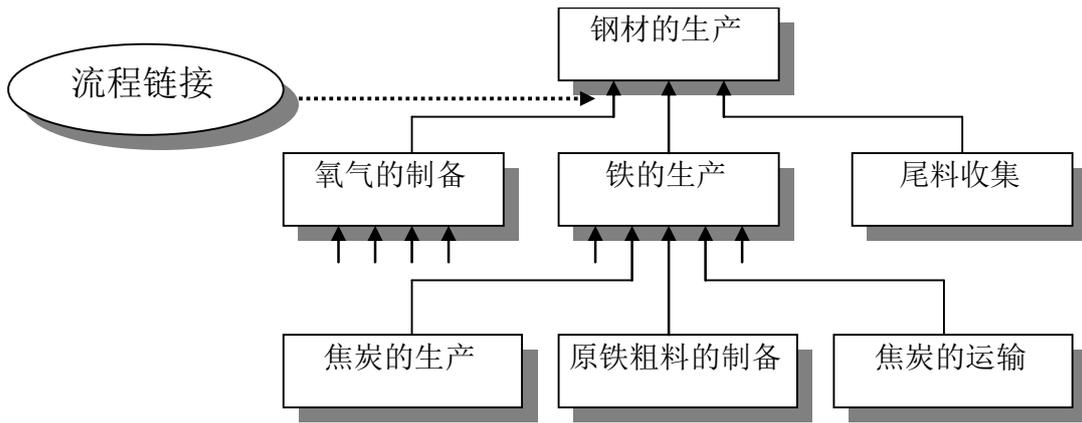


图 15: 所以流程如何链接以形成流程树结构的示意图。在这个案例中使用单元流程来描述单个的流程步骤，这提供了最高的透明度。

流程记录可以描述单元流程，它描述了一个单一的流程步骤，同时系统过程描述了一系列的单元过程。从增强透明度的角度出发，描述一个产品系统最好使用单元流程。Ecoinvent 数据集提供了两种版本：系统流程版本和单元流程版本。

选择一个过程或者产品阶段，按下  按钮，我们可以得到一个网络结构图。在一个网络中，每一个流程仅出现一次，而不管它被其他流程使用了多少次。下图显示流程结构中 can 包含循环，该图是一个铁路运输的例子。另外，在流程中一个指标被用来显示环境负荷的相对贡献。

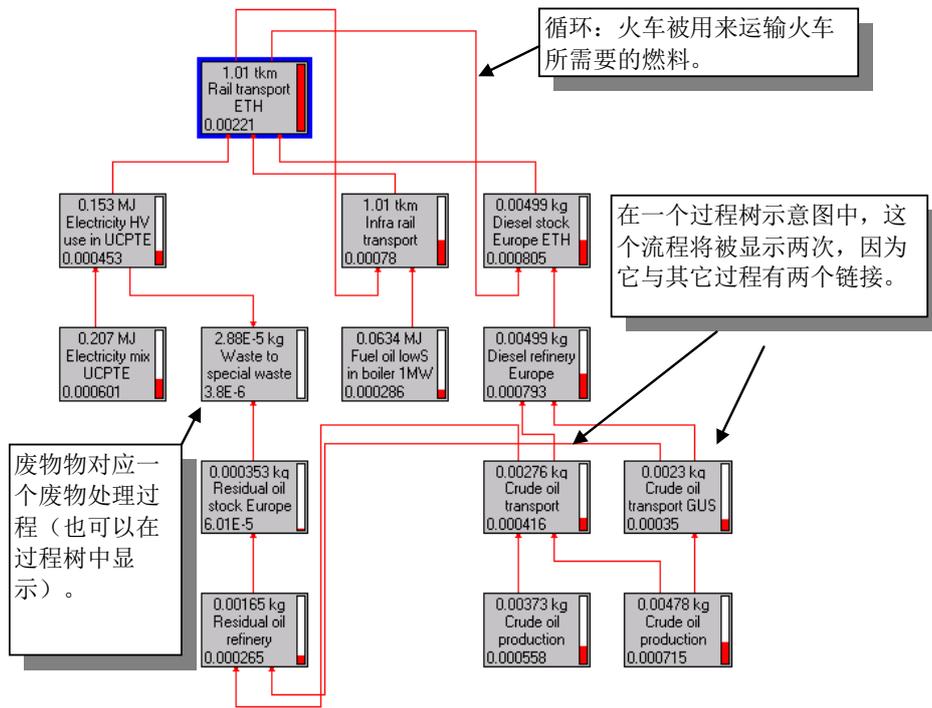


图 16: 包含循环流程的网络示意图。这里显示了平均化的柴油和电力火车。在总共 500 个流程中只显示最重要的相关的几个流程。

通常您所需要的流程已经存在于库中。这种情况下，您可以把项目中的流程记录与库中的一个流程记录做链接。您不必把库中的流程拷贝到您的项目中来，当然这样做意味着您项目的数据需要依赖于库数据。也可以建立您当前项目和其它项目链接。但是，在库内部无法建立链接，目的是为了保持库之间的相对独立性。

如果您要对库中的数据进行修改，我们强烈建议您拷贝需要修改的数据到您的项目中，然后在此基础上修改。这是一个非常重要的，因为通过改变库的数据您可能也改变了其它项目中的 LCA 结果。（在低端用户版本中，库中的数据不可以被修改，在多用户版本中仅仅管理员可以做这样的修改。）

8.4 产品阶段

产品阶段用以描述产品的组成、使用阶段以及废弃产品的处理途径。每一个产品阶段涉及多个流程。例如如果您定义一个产品包括 1kg 钢，您可以与描述钢生产过程的流程建立链接，同时定义 1kg 作为数量。某些产品阶段也能链接到其他产品阶段。

The screenshot shows the 'Parameters' tab for a product stage named 'glass jar (screening)'. The 'Status' is set to 'To be reviewed'. Below are two tables:

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD*2 or Z*EMir
Glass, virgin S demo	100	g	Undefined	
Paper, wood-containing, LWC, at regional storage/f	3	g	Undefined	
NaOH (100%)	0,3	g		
(Insert line here)				

Processes	Amount	Unit	Distribution	SD*2 or Z*EMir
Transport, lorry 28t/CH S demo	100	kgkm	Undefined	
Heat gas B250	0,3	MJ	Undefined	
(Insert line here)				

图 17: 一个产品阶段的例子，在这里有装配。

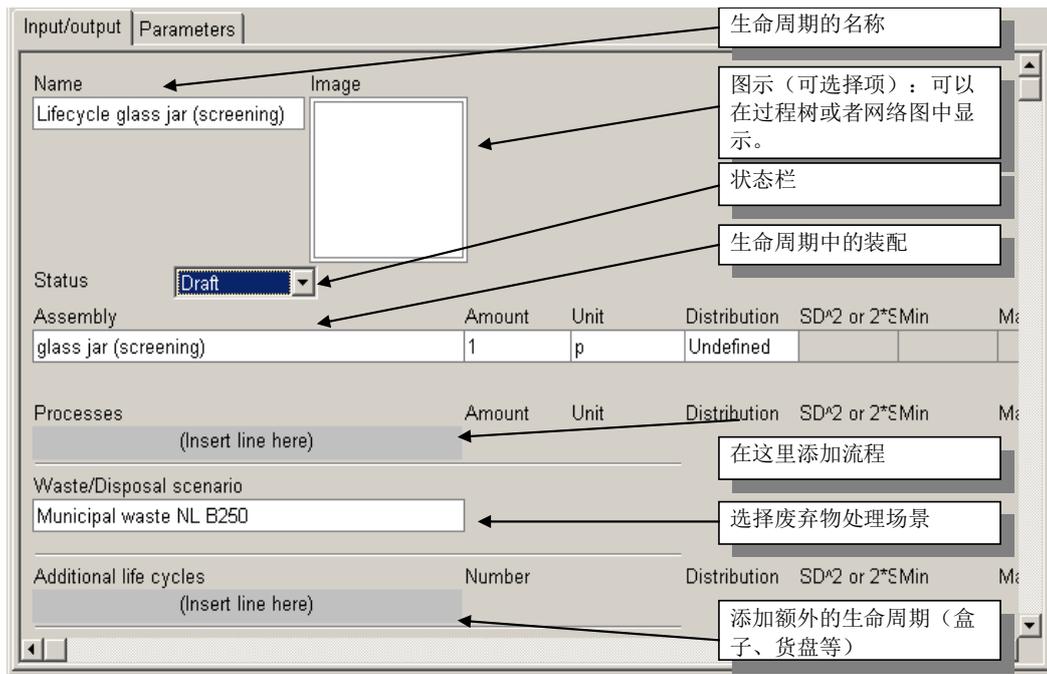


图 18: 一个产品阶段的例子, 在这里有装配 (顶部) 和生命周期 (底部)。生命周期把产品的规格 (装配)、使用过程以及终端处理场景全部连接在一起。

有 5 种不同的产品阶段类型, 各自有自己的结构:

- **装配 (Assemblies)** 包括:
 - 一个材料和子装配清单列表
 - 一个生产或运输或能源流程列表

装配可以被理解一个产品的定义。分析装配过程等同于分析一个从摇篮到大门的 LCA。对于复杂的产品, 装配可以链接子装配。这允许对包含许多不同部件的复杂产品进行定义。

- **生命周期 (Life cycles)** 是主要的产品阶段, 包含:
 - 一个装配, 代表产品 (该装配可以有子装配)
 - 一系列使用流程, 像能耗
 - 一个废弃物处理流程或者废弃场景
 - 其他额外的生命周期

生命周期也可以链接其它生命周期, 允许建立产品使用其它类型产品的模型, 像电池、过滤器、轮胎和包装。

- **产品处理场景 (Disposal scenarios)** 描述了产品的生命期末端的处理路径, 可能被重复利用或者分解拆装。包括:
 - 一系列流程, 代表了与处理场景相关的环境负荷
 - 一系列到拆解、产品废弃处理场景、废弃物处理场景或者再利用记录的链接, 描述了产品流的去处。用百分比表述各种去向的份额, 总份额必须为 100%。

请注意 SimaPro 中还有一个名为废弃物处理场景的模式以描述材料的废弃流, 而非产品的废弃流。例如瓶子的再利用将在产品处理场景中描述而对于破碎瓶子所产生的玻璃的回收或者填埋将在废弃物场景里进行描述。

- **拆解 (Disassemblies)** 描述了对组件的拆分。这些组件必须先前已经定义好的子装配，它包括：
 - 拆解所对应的装配部件
 - 一系列流程，代表与拆解操作相关的环境负荷
 - 拆除部件（子装配）的去向，以及拆解效率
 - 剩余部件的去向，通常指向产品或者废弃物处理场景
- **再利用 (Reuse)** 描述了产品可供重复利用的方式。包括：
 - 一系列流程，代表与再利用操作相关的环境负荷
 - 再利用所对应的装配部件。这也可以是拆解，允许我们指定再利用的部件

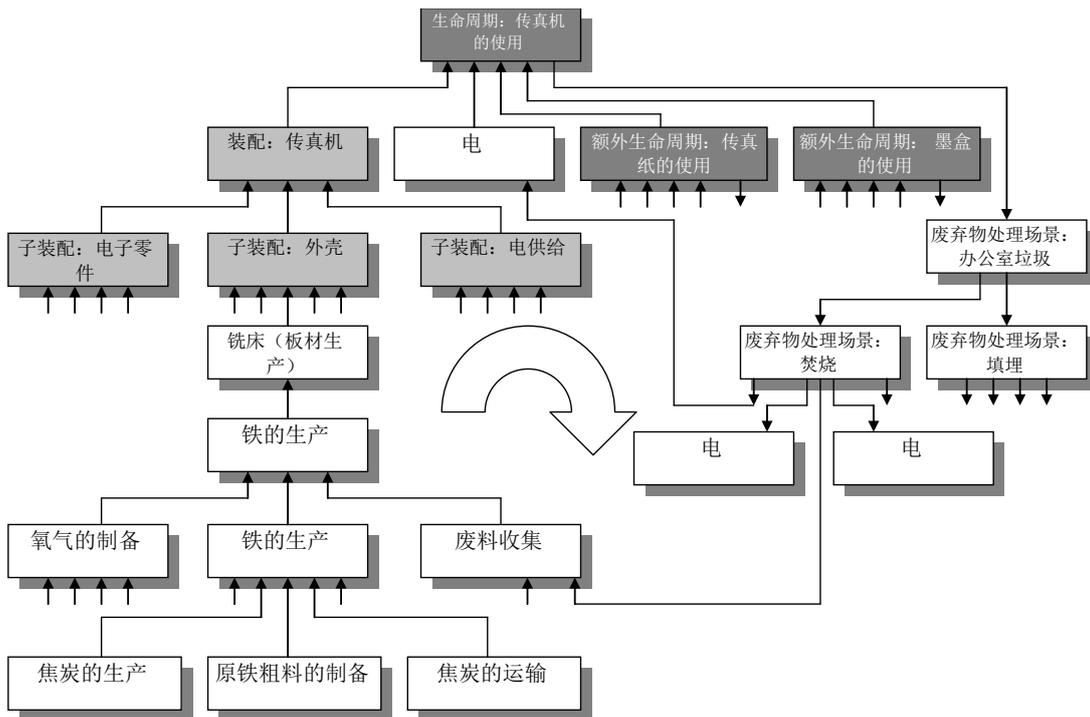


图 19: 一个传真机的生命周期示意图；灰颜色的部分是产品阶段，白颜色的部分是流程。

顶部，深灰色也是一个产品阶段叫做生命周期。如您所见，一个生命周期可以连接：

- 一个装配（该装配也许有子装配）
- 一个或者多个使用流程，在这里是电力消耗
- 一个或者多个额外的产品生命周期，例如纸张和墨盒。这些额外的生命周期也和一般的产品生命周期一样被定义。他们也有装配组合以及产品生命周期末期处理阶段。这允许我们为纸、墨盒和传真机建立一个不同的生命周期末端场景。
- 一个废弃物或者产品处理场景（在这里假设了一个废弃物处理场景）
- 额外的生命周期

SimaPro 可以自动生成如下的流程树图。您不可以直接在这个图上进行编辑，编辑可以在流程记录或者产品阶段中完成。图 20 显示了 SimaPro 如何生产流程树。

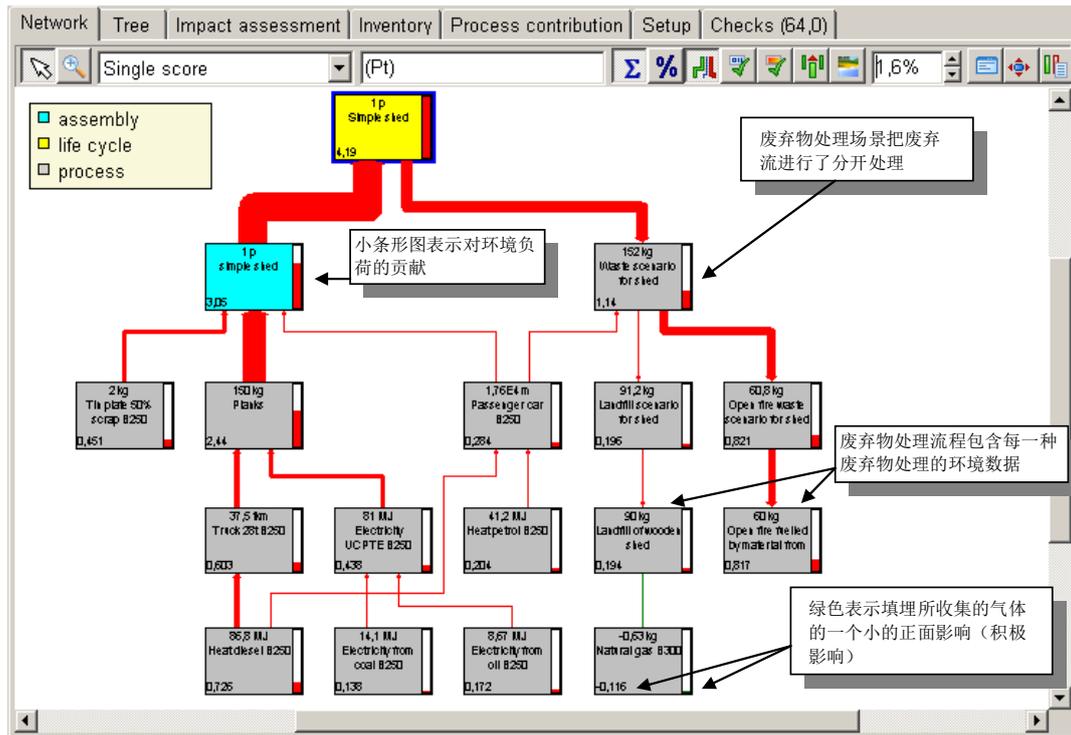


图 20: 一个流程树的示意图 (来自于指南的案例)。

8.5 废弃物和产品处理场景建模

在 SimaPro 中, 废弃物和产品处理场景被许多用户认为是更为复杂的步骤之一。一个很重要的原因该模型与生产模型是上下颠覆的, 有时候与日常思维习惯和常识相左。LCA 向导在建立一个复杂的废弃物处理场景方面颇为有效。

8.5.1 废弃物和产品处理场景

SimaPro 拥有一套先进的工具用来建立生命周期终端的模型。因为大多数的 LCA 从业者不在寿命终止的工业末端工作, 而是工作在生产部门, 因此熟悉废弃物流需要的建模方式是很重要的。从某种程度上说这种建模比产品生产阶段的建模更加复杂。以下的段落试图给您简要介绍一下 SimaPro 用到的一些术语和概念。

废弃物和产品处理场景的区别:

- **废弃物处理场景 (Waste scenarios)** 是指涉及物质流的流程, 与产品的属性无关。在废弃物处理场景中, 有关产品是如何分离为几种不同的部件 (子装配) 的信息是没有的, 仅仅保留废弃物流中有关物质的信息。
- **产品处理场景 (Disposal scenarios)** 是指涉及产品流的产品阶段。有关产品被分离为不同部件 (子装配) 的信息得到了保留, 这样意味着您可以选择性的对拆解和 (部分地) 再利用的操作建模。

举例: 玻璃回收, 把瓶子扔进玻璃回收箱将通过一个废弃物处理场景进行建模。可回收的瓶子, 可被清洗然后再利用, 通常意义上应该通过产品处理场景建模。产品属性得到了保留。

8.5.2 废弃物处理场景

在废弃物处理场景里, 一个废弃物流被划分为不同的废弃物类型, 并且这些不同的废弃类型被指派到不同的废弃处理流程。废弃物处理流程实际上会分别记录由于填埋、焚烧、回收、

堆肥等不同处理工艺而造成的排放及其它影响。废弃物流也可以按照废弃物种类分离。这允许您为一个特定的废弃类型建立废弃处理过程。

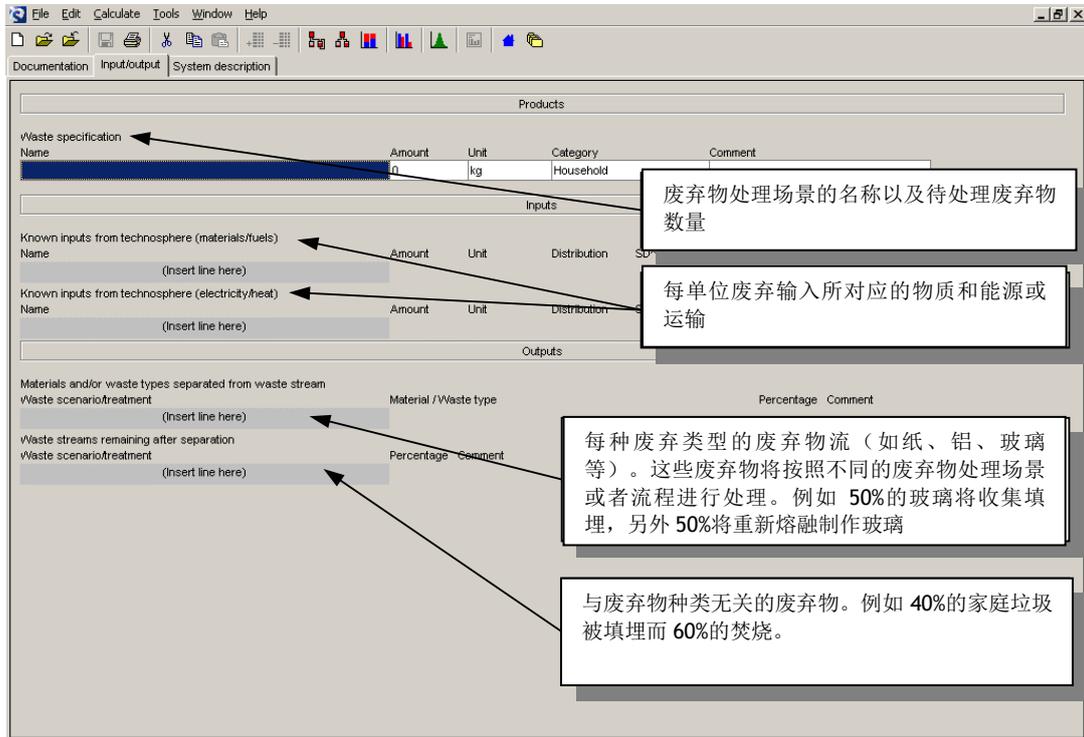


图 21: 用一个废弃物处理场景来区分废弃物流。区分工作可以按照废弃物种类或者一般划分。

例如您可以定义一个废弃物处理场景为生活垃圾处理；为了描述把产品当作垃圾处理所造成的环境影响。这个废弃物处理场景把废弃物分为两类处理：一类是填埋，另一类是焚烧。市政垃圾中心可能还会对垃圾实施部分回收处理，在这里我们为了案例的简洁起见不做此假设。

当废弃物被焚烧的时候会产生各种不同的排放。通常 LCA 工作者会希望了解产品中的哪一种物质对某种排放直接负责，并且可能想知道排放对物质组成的依赖关系。为了达到这个目的，在 SimaPro 我们可以把废弃物流按照不同的废弃物种类和材料进行划分。废弃物的种类通常是如纸、铝、铁、塑料之类的常见物质。对于废弃物处理建模来说了解哪一种纸意义并不大，因为对于各种纸来说原子结构基本上是一样的。在 SimaPro 中，您还可以自己定义废弃物的种类并把相关的物质划分到旗下。

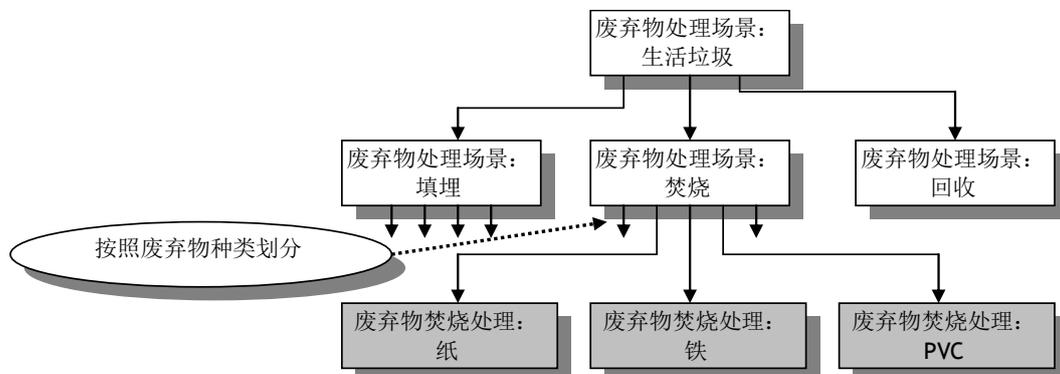


图 22: 废弃物处理场景定义了废弃物流是如何划分的并将各自接受何种废弃物处理场景或者流程的处理。这种划分可以使按照废弃物或者物质种类进行。一个废弃物处理流程定义了当一种物质被填埋，焚烧或者回收时将发生的情况。

当您定义好废弃物的种类之后，您可以按照废弃物的分类办法定义如何处理废弃物流。现在每一种废弃物会被“分配”到一种指定废弃物处理工艺。例如废弃物种类“纸张”会被分配到名叫“纸张焚烧”的废弃物处理工艺中。这种废弃物处理工艺流程将指定焚烧 1kg 的纸张所产生的平均污染物排放⁶。同样的，名为 PVC 的废弃物会被分配到焚烧 PVC 物质的废弃物处理工艺流程中。

制作详细的废弃物处理场景

废弃物处理流程所产生的排放取决于产品的组成。如果您定义一种 2kg 的物质，标记废弃物种类为 PVC，而 50% 的废弃物是被焚烧，那么焚烧处理流程将收到 1kg 的此种物质作为输入。

按照废弃物分类的做法使我们的建模变得简便了，但是同时也带来了一些问题。例如不是所有的 PVC 都含有铅作为稳定剂。如果您仅仅有 PVC 这种废弃物种类，那就无法看到含有稳定剂及不含稳定剂的 PVC 的区别。解决这个问题的手段有两个：

1. 针对 PVC 创建更多废弃物种类。
2. 不创建废弃物种类，而是在废弃物场景里面按照各种物质区分废弃物流。

后者当然更加精确，而且 SimaPro 也支持这项操作功能。这样做的后果是如果您增加了一种新的 PVC 种类的定义，您将不得不修改所有的废弃物处理场景。

如何定义废弃物种类和废弃物处理场景取决于您如何在精确与可操作性之间的取舍，而这将取决于您 LCA 的目标和范围。

废弃物处理流程有时候能产生积极的输出，比如从焚烧或者回收处理流程中收获的热量或物质。SimaPro 让您能够按照闭循环的模式定义这些有用的输出。这意味着您可以通过焚烧一定量的废弃物产生一定量的电力，而原本生产这么多量的电力而造成的环境负荷就可以被避免了⁷。在 Ecoinvent 以及 ETH 数据库中并没有使用到这种系统边界的扩充。例如焚烧所产生的有用的副产品被忽略了。

废弃物处理场景系统边界的转换

如果您想调查忽略或者包括有用的副产品的影响，您可以使用一个转换参数：在废弃物处理流程里（靠近顶部）的避免流程里，选择一个电力组合。在数量一栏里您可以输入从该种废弃物处理过程中生产的电力。这里，我们不输入常数，相反我们输入一个常数乘以一个参数。如果该参数值设为零，该部分电力生产就忽略不计，如果参数设为 1，与电力生产所产生的环境影响部分就被减除了。在 Ecoinvent 流程里您可以在备注栏里找到废弃物处理所产生的电力及热量的估计值。

8.5.3 产品处理场景

在产品处理场景里面产品也被区分对待，有三种方法做到这一点：

1. 被“拆解流程（disassembly）”拆解的产品
2. 被再利用的产品
3. 按照废弃物处理场景（如上）处理的产品

例如，假设您设立了传真机回收体系，您期望建立如下产品处理场景：

⁶把排放分配到物质通常是按照工艺流程排放和产品排放区分的。例如一氧化碳的排放通常取决于燃烧器的设计和运行工况，而不是废弃物的化学组成。这就是一个工艺流程排放。二氧化碳的排放通常是由燃烧的产品类型决定的，产品中每 kg 的碳会排放 4.4kg 的二氧化碳。这就是一个产品相关的排放。工艺流程相关的排放的分配通常是按照燃烧物质产生烟气的量的多少来进行的。

⁷这也就解释了为什么在产品的生命周期终端处理过程中往往会有积极环境影响产生的原因。

- 50%的传真机没有回收。这就意味着这部分的传真机将被送到废弃物处理场景中作废弃物处理。该场景里可能一部分被焚烧而另一部分被填埋。在填埋、焚烧以及（如果可能的话）材料回收所产生的排放将在废弃物处理流程中分别描述。
- 10%的传真机因为条件完好而可以直接被重复利用。在 SimaPro 里面您可以在再利用的模式里确定再利用所需要的工作（流程、运输等）。SimaPro 会把重复利用的产品纳入一个封闭的循环模式。通过使用 10%的传真机，满足功能单位所需的传真机生产数量可以相应的减少 10%（这并非意味着实际生产会因此减少 10%，这只是针对相应的功能单位所需要的生产数量的减少）。
- 40%的传真机在一个专业的拆装工厂进行分解。在 SimaPro 里面您可以使用一个拆解（Disassembly）记录来指定具体哪一部分零件被拆下来，比如硒鼓（墨盒）、外壳和电源器件。在这里您还可以确定这些零部件以及其他部件的最终归宿。通常其它部件会被分配到一个废弃物处理场景中。而那些拆分下来的零部件的归宿需要另外一个产品处理场景来确定。这意味着这时候您需要确定一个进一步的分解操作流程。例如您可以在一个拆装场景里指定电源器件由一个风扇、一个变压器和一个电子线圈组成（这时候您可能会发现需要对它们各自的命运进行产品处理场景假设）。

请注意拆分模式只有在您正确的定义了产品的子装配组合属性以后发挥作用。所以在这个例子里您应该把电源器件正确得定义为子装配，包括风扇、变压器以及电子线圈等部件。

管理回收率上的不确定性

您可以在产品处理场景、拆装以及重复利用下使用参数。例如，您可以定义一个参数叫做回收率然后使用这个参数来左右不同场景的表现。一个特别有用的应用是赋予参数一个不确定范围。在早先的 SimaPro 版本里面我们无法使用带有不确定性的参数来确定回收和非回收部分的量，因为两部分的总量必须始终为 100%。这个要求无法满足如果两个部分的数量都不能确定。现在这个操作可以执行，在回收部分赋予一个参数然后把剩余的部分用 100%-回收率替代，这样我们就能满足两种废弃物的总量始终为 100%。

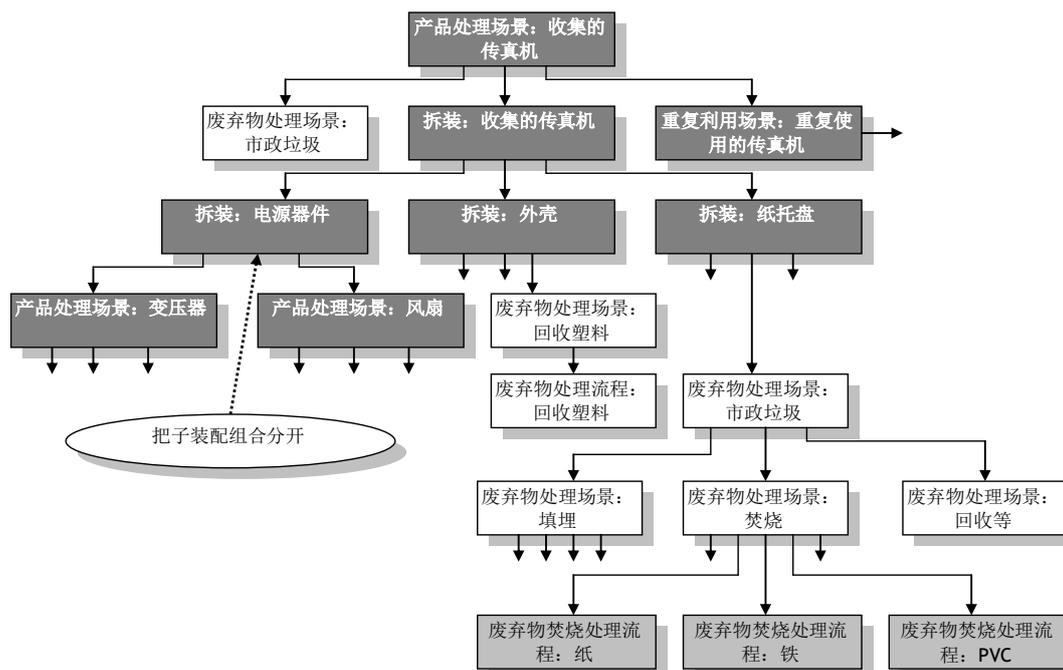


图 23：产品的处理场景描述了在不同的产品生命周期终端阶段是如何处理的，比如拆装、再利用和废弃物处理阶段。拆装阶段描绘了产品将拆成几个不同的部件以及这些部件各自的归宿。

利用产品处理场景、再利用和拆解选项，在 SimaPro 中我们就可以创建更为详细和复杂的生命周期终端模型。熟练的做到这一点需要一点点实践，但是显而易见的是这使得 SimaPro 的功能更为强大。

因此作为总结，我们建议实施如下步骤以建立完整的生命周期：

1. 确定一个新的产品阶段类型——组装并予以命名。
2. 确定该产品中涉及的物质，并在装配和流程之间建立相应的链接。在很多情况下，这些流程链接本身还会链接到其他流程，SimaPro 会自动保留这些链接。
3. 确定此装配所涉及的生产以及运输流程。
4. 确定一个新的产品阶段类型——生命周期并予以命名。
5. 把您刚才建立的装配链接到该生命周期。
6. 输入使用阶段流程，例如分销所需的运输以及能耗，把它们链接到生命周期。
7. 在生命周期阶段里输入废弃物处理场景或者产品处理场景。废弃物处理场景是由流程所组成的。而产品处理场景则是产品生命周期阶段的另外一种类型，关于这点在段落**错误！未找到引用源。**中有描述。废弃物处理场景通常会链接到废弃物处理流程。在产品阶段只需要链接到废弃物处理场景就足够了，SimaPro 将自动保留到废弃物处理流程的链接。

8. 如果您想在您的生命周期模型里包括额外的产品或者说包装，您也可以为这些额外的产品制定生命周期模型，然后把这些生命周期模型链接到现在的模型里（不在上图中显示）。

需要在流程和产品阶段类型之间建立链接的操作相对的说是简洁明了的。您可以在流程或者产品阶段的适当位置双击然后选择相应的流程和产品阶段类型进行链接就行了。这样做的前提是假设您想要的链接已经存在。因此，可以说我们在 SimaPro 中创建流程树的过程是一个从下而上的步骤（建议：在建立流程树之前我们可以自上而下的把流程树先了解并掌握，包括产品的所有阶段，然后再在 SimaPro 中自下而上的把生命周期创建起来，SimaPro 然后会自动为我们生成流程树和开展相应的分析）。

8.6 状态栏

收集数据不仅仅是一个花费时间的活，而且流程管理起来也相对比较困难，尤其是因为往往在开始建模的时候您并没有所有的数据。这意味着您的模型经常会混合充斥着草稿状态和完成状态的流程。在大型的 LCA 项目里这可能会变得难于管理。幸运的是 SimaPro 有一个便捷的功能帮助您。在每一个流程或者产品阶段里有一个状态栏。流程可以有如下的发展阶段：

- **空白 (Blank)**：当您创建一个新的流程或者产品阶段的时候这是默认的状态栏。
- **暂时 (Temporary)**：这意味着在该流程里您输入了一个临时的数据，最终将被取代或者消失。例如在您等待一些数据的时候，您可以输入一个估计的数据作为暂时的记录。
- **草稿 (Draft)**：意味着您还没有完成此流程，还在工作中。
- **需要修改 (To be revised)**：这也是一个草稿状态，意味着您知道有事情还没做好。
- **需要审核 (To be reviewed)**：这也是一个草稿状态，但是现在您需要一个同事，或者更正式的来自内外部的第三方来检查这个流程。
- **完成 (Finished)**：完工。

当您填完这些状态栏之后，您可以在流程树或者网络里显示这些状态，您只要点击“显示状态”按钮，然后各流程及产品阶段就会显示其各自的状态。

9 蒙特卡洛分析

蒙特卡洛分析是一种处理不确定数据的数学方法，在计算结果中显示不确定性区间。

蒙特卡洛分析示例

蒙特卡洛山位于摩纳哥，在法国南岸的一个小地方，因为其赌博业而闻名于世。蒙特卡洛分析有一点点赌博的成分在里面，字如其名。

蒙特卡洛分析的基本概念可以用一个简单的案例解释。假如您对烘干木材的燃油炉排放的二氧化硫（SO₂）感兴趣，您有如下数据：

- 燃烧 1kg 的重油平均 SO₂ 排放是 10g，但是在 95% 的情况下排放是在 5 到 15 克之间，取决于燃油的硫组分含量。
- 每燃烧 1kg 油这个烤炉产生 40MJ 的热量。随着烤炉的工况及时间变化，热量值在 5% 范围内变动，实际值在 38 到 42MJ 之间。
- 该流程所需的热量值是 10MJ，但实际有上下 50% 的不确定性这意味着实际需求可能在 6.7MJ 到 15MJ 之间。

现在我们想知道在这个工艺流程中 SO₂ 排放的总不确定水平一个简化的做法是做一个最低 SO₂ 排放的燃油以及最高效率烤炉及最低能耗需求的组合。这样理论上将产生一个最低的 SO₂ 排放。同理，我们也可以做一个组合得到最高的排放值。问题是在现实生活中这种按照极限值得到的组合是不常见的，所以这样做的结论是我们所得到的不确定水平只能算是粗略的估算。

在蒙特卡洛分析中我们让电脑为每一个数据在我们所确认的不确定区间里任意选择一组数据组合然后计算结果。这个结果会被储存。然后这样的步骤会得到重复，在不确定区间内选择随机的数据进行计算并存储结果。这样的操作重复 1000 次以后，我们得到 1000 种不同的答案，这些答案形成了一个不确定分布。

9.1 分布类型

为了实施蒙特卡洛分析步骤，我们需要把我们有关不确定性的信息转换为一个标准的不确定性分布类型，在 SimaPro 中，您可以使用四种不同的分布类型，如下表所示。

分布	所需数据	示意图
区间分布	最小和最大值	
三角分布	最大，最小值和最佳估计值	
正态分布	标准方差以及最佳估计值	
对数正态分布	标准方差以及最佳估计值	

主要的特征是：

1. **区间分布 (Range)** 当您知道数值在最大和最小值之间出现的几率是一样的时，我们使用区间分布。比如掷色子，出现 1 和 6 之间的数字的概率是一样的。
2. **三角分布 (Triangular)** 三角分布有时候是正态分布的一种替代。优势是极端大的或者小的（甚至是负值）不可能出现。在 SimaPro 里面您需要确定分布范围以及最佳估计值，该值确定了最大几率的数值水平。这样做允许您确定一种存在最高几率数值的非对称分布，这样可以模拟一个对数正态分布类型。
3. **正态分布 (Normal distribution)** 该分布需要您确认最佳估计值（中心值）以及标准差（SD）。然而在 SimaPro 里面您会被要求确定 2xSD 的值。这样做的作用是 95% 的置信区间位于 2xSD 及 +2xSD 之间。在实践中这意味着仅仅 2.5% 的数据点位于这两个数值区间之

外，而 95%的数值在这个区间内。这意味着如果您有一个上限区间值和下限区间值，那么您可以用这两个数值估计 $2xSD$ 。

4. **对数正态分布 (Lognormal distribution)** 这是 LCA 最重要的分布类型。对数正态分布在当正态分布的数值发生了多重嵌套时发生，因为这在 LCA 里经常发生（流程之间链接、输入输出到其他输入输出等），这种分布成为了默认不确定分布的形式。95%的置信区间的计算方法是把最佳估计值乘以或者除以几何标准差的平方。在 SimaPro 里面您需要输入此标准差的平方值，通常计作标准方差 σ^2

决定分布的种类及输入不确定值。

按照之前提到的案例，在 SimaPro 中我们需要如下输入数据：

- 平均来说燃烧 1kg 的重油排放 10 克的 SO_2 ，但是在 95%的情况下排放的数值在 5 克和 15 克之间，取决于油的硫分。对于这种不确定性我们使用线性区间分布或者三角分布。在两种分布中上下限值都是 15 和 5g。而选择哪一种分布取决于您是否了解排放是否更趋近于 10g。
- 燃烧每千克重油在烤箱里产生 40MJ 的热量。由于燃油炉的维护和时间因素，发热量会有所不同。在 95%的情况下发热量在 38 到 42MJ 之间。但是在某些情况下发热量会明显的偏高或者低。这里我们可以使用正态分布，因为这里并不存在一个严格的最大或者最小值。正态分布的特点是 95%的置信区间大约是把中间值减去两倍的标准方差和加上两倍的标准方差之间。所以由上述数据我们可以推导出标准方差是 1MJ 而两倍的标准方差是 2MJ。在 SimaPro 中您可以输入 2 作为两倍标准方差，这也是 SimaPro 期望您输入的数值。
- 流程所需要的热量平均式 10MJ，但是这里存在约 50%的不确定性。这就意味着实际的热量需求量可能在 6.7 和 15MJ 之间。这个分布不对称因而我们可以使用对数正态分布。对数正态分布一个典型的特点是 95%的置信区间可由最佳估计值乘以或处以几何标准方差的平方。这就意味着如果不存在不确定性，您就应该输入一个数值 1。几何标准方差不可以小于 1。在这里我们输入 1.5 作为几何标准方差的平方。

请注意 SimaPro 计算的标准方差不是几何标准方差而是正态分布标准方差。所以如果您计算的分布只使用对数正态分布，其结果也是对数正态分布。但是所报告的标准方差不是几何标准方差，因此您不能够直接把计算所得的分布输入一个新的流程记录。

9.2 关联性

当我们进行不确定性计算的时候，很重要的一点是跟踪数据的关联性：

- **流程树内的关联性 (Correlations in a process tree)** 假设在流程树里有多个流程指向同一个电力流程。在这里我们必须考虑在每一次的蒙特卡洛分析中，这个电力数据必须保持独立并且在每次计算中一致而与哪个流程使用了电力无关。如果我们做不到这一点，那么我们会夸大不确定性。在 SimaPro 中这点已经被考虑在内了。
- **流程记录内的关联性 (Correlations within a process record)** 当一辆汽车的燃油效率是不确定的，那么石油的消耗和 CO_2 的排放也是紧密关联的，而 CO 的排放与燃油效率的关联程度就没有那么高（CO 的排放取决于发动机是如何控制的以及其维护水平等，与燃料的数量无直接联系）。这种类型的关联是很难模拟的，因为其复杂性。SimaPro 不支持这种关联。

比较两个产品是一个特殊的案例。假设产品 A 由 10kg 的钢材组成，而产品 B 由 11kg 的同样的钢材组成，而钢材数据的不确定性是 30%。如果我们分别计算产品 A 和 B 的不确定性我们会得到两组结果几乎完全重合在一起。这样会造成比较产品 A、B 的工作是不可行的印象。但是有一点点常识的话我们就可以判断这样的结论是错误的，因为产品 A 使用的钢材质量比产品 B 少 1kg，A 理当比 B 好。

为了我们避免出现这种产品比较出现重叠的分布形式，实际上我们创建了两种比较 A、B 产品的方式：

- 我们计算在蒙特卡洛分析计算中有多少次 A 比 B 好，可以计算各清单的结果，也可以计算影响类别的结果。
- 我们显示 A 和 B 之间的差值的分布情况 (A-B)。如果差值大部分是正值，那么 A 的环境影响比 B 多；反之则相反。

9.3 SimaPro 中的蒙特卡洛分析

实施蒙特卡洛分析，选择产品阶段或者您想要分析的流程，使用  标签而不是一般的  计算标签。

然后会出现一个对话框，您需要输入以下参数信息：

- 所选择的影响评估方法
- 停止重复计算的条件
- 一个固定的运行次数
- 停止条件：这个条件会自动停止蒙特卡洛分析，当 SimaPro 发现平均值的标准误差达到了您事先指定的数值。平均值的标准误差的意思是在上一次的蒙特卡洛分析中平均值改变的量。误差水平越低，您的结果越可靠。

在计算的过程中，SimaPro 会报告计算的进程。您可以随时停止计算，即使还没有达到停止计算的设定条件或者最大次数的计算。

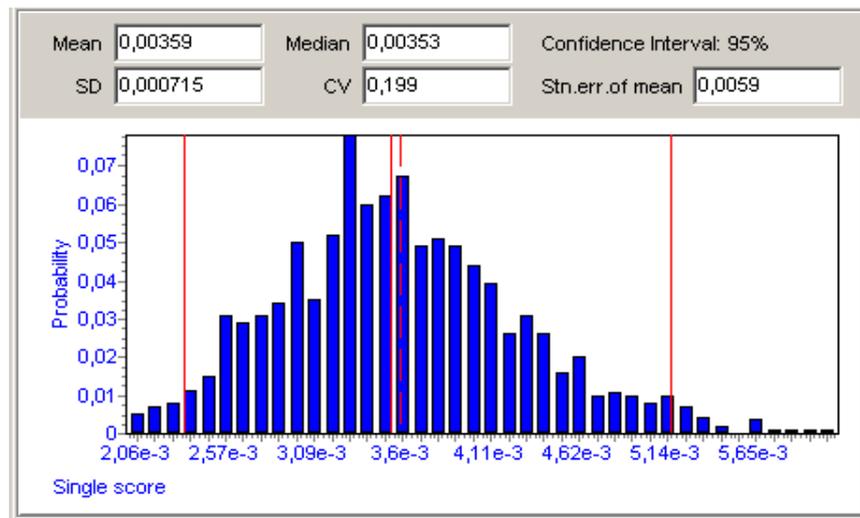


图 24: 蒙特卡洛分析进程状态图。一个需要注意的主要参数是平均值的标准误差。

停止计算的设定条件或者最大的计算次数的设定取决于您的需求：

- 直观地讲，平均值的标准误差低于 0.01 可以被认为是可接受的。通常来讲要达到这个水平需要重复计算 50 到 100 次，一般需要几分钟。
- 如果您想得到图形化的分布显示，如图 24 所示，您会看到在计算 100 次后图形开始变得有点奇怪。
- 如果您真的想得到正态分布的直观感受，而且您想获得分布的图形表示，那么您至少需要运算 1000 次。这可能需要花一个小时，越多的运算一般意味着更低的标准方差。

提示：当计算机在做蒙特卡洛运算的时候，如果您运行其它程序您会发现速度变的很低。如果您对 Windows 操作系统比较了解的话，您可以在任务栏里降低 SimaPro 的重要等级。

9.3.1 清单中的不确定性

所有在影响评价层次上的功能对于每一个单一的物质种类也是适用的，所以您也可以分析两个产品系统的苯的排放的不同或者分析某一种排放的绝对不确定性。

9.4 分析结果的阐述

看待结果可以有多种角度，请注意产品比较的结果和分析单一的流程或者产品的结果表述方式是不同的。

9.4.1 影响评价表述：置信区间（非比较场合）

每一个影响类别可以按照柱状图形式显示并标注不确定区间。该区间代表了 95% 的置信区间。这代表了 95% 的结果位于这个区间之内。您也可以改变置信区间的百分比。

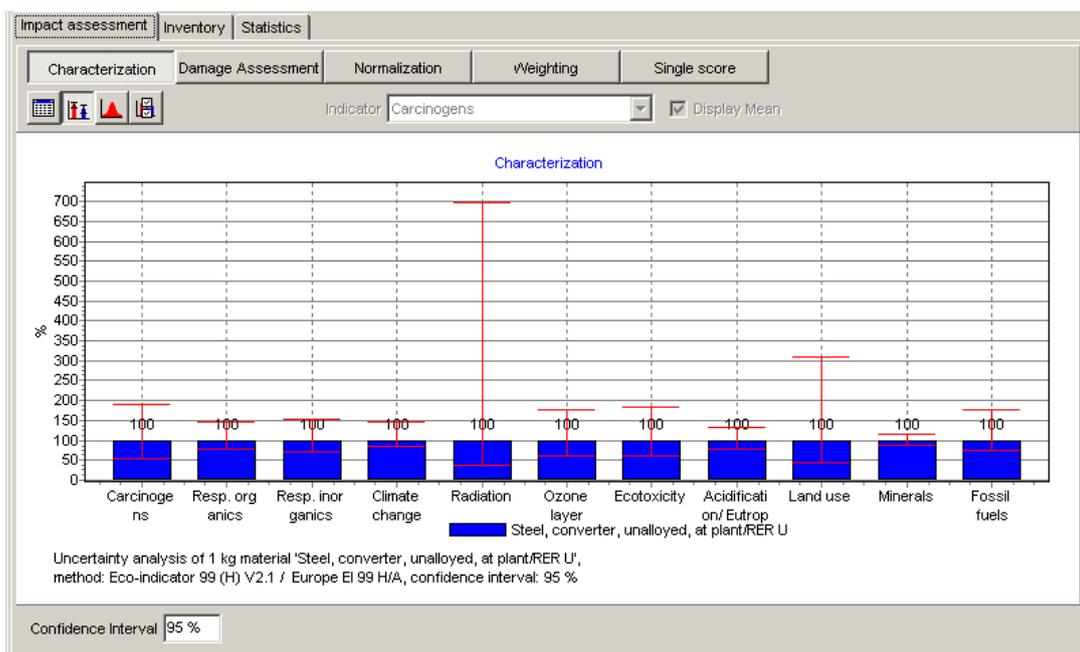


图 25: 源自 Ecoinvent 数据库的转炉炼钢流程的特征化影响界面的图示。垂直的 T 状线表示了 95% 的置信区间。明显的是辐射影响的分数有相当高的不确定水平，同样高的还包括土地使用影响。其他的数据的不确定水平有 100%，仍然比较高。

通常您会看到在特征化影响参数绝对不确定水平还是相当高的，考虑到特征化分数本身的不确定性尚未考虑入内，这里表述的只是清单的不确定性导致的结果。

这样的图形不适合做比较。这并不是因为技术上的问题而是比较本身的要求。比较两个相互重叠的分布式不理智的，考虑到不确定性之间的相互联系（参见段落 **错误！未找到引用源。**）。在做决策的时候绝对的不确定性是没有作用的。我们需要知道的是两个产品之间差异的不确定性。

9.4.2 分布的示意图和柱状表示

如同所有的清单以及影响评价的结果一样，每一种物质、影响类别、危害类别或者是单一分数都能显示其不确定分布。分布可以以图表的形式呈现。（如图 26）在这些图表里使用了一些新的名词：

- 平均值 (Mean) 这是所有结果的平均值 (所有结果的和除以结果的总数)。这个平均值受到异常极端数据 (极大或极小数据) 的影响显著。这个平均值在我们想要报告最佳估计值的时候是一个很有用的参数。
- 中间值 (Median value) 假设我们能够算出所有的结果, 中间值是位于中间的数值。这个值在极端数据会严重影响平均值的时候更为有用。
- 平均值的标准误差 (Standard error of mean) 这个误差实际上是上述的计算停止条件。该值等于上一次计算对平均值产生的影响。
- 变化系数 CV (coefficient of variability) 这是标准方差和平均值之间的比率。如果您想按照不确定水平的相对幅度在表格里排序, 这是一个很有用的参数。

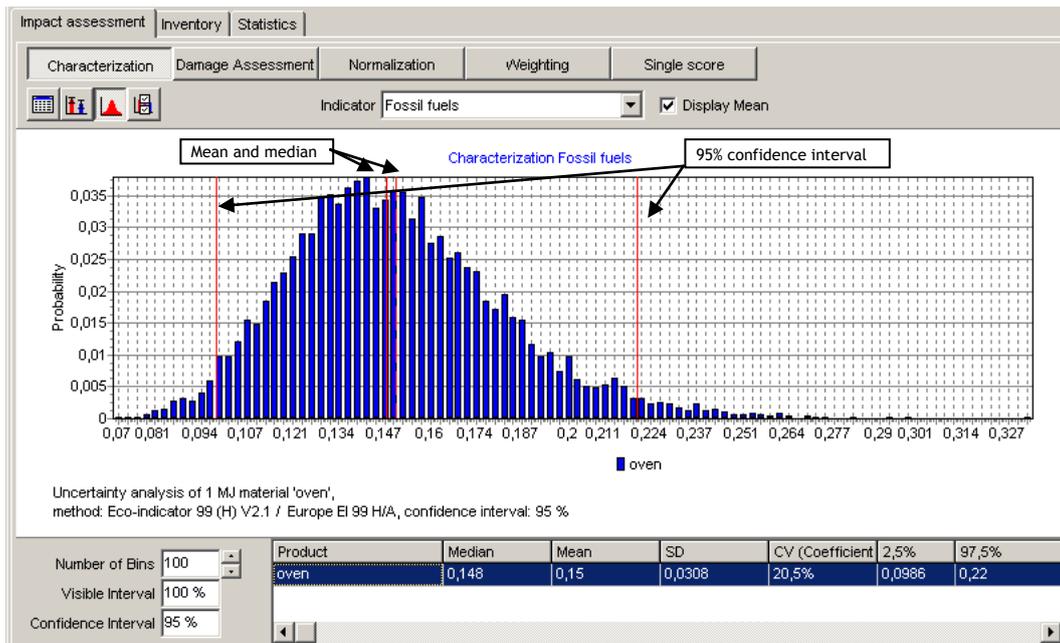


图 26: 不确定分布的示意图。横坐标是计算的结果, 在这个案例里是化石燃料的使用。纵坐标表示某个计算结果出现的概率。有四条红线, 中间的两条代表平均和中间值。其他两条线代表 95% 的上下置信区间。这个百分比可以在左下角进行修改。

9.5 比较结果的阐述

为了避免由于关联性所产生的结果阐述的错误, SimaPro 有两个额外的功能支持比较结果的正确阐述:

1. 我们计算在蒙特卡洛分析计算中有多少次 A 比 B 好, 这是一个相对来说比较简单的呈现区别的办法。这种办法的好处是可以计算各清单的结果, 也可以计算影响类别的结果。
2. 我们显示 A 和 B 之间的差值的分布情况 (A-B)。如果差值完全是正 (负) 值, 那么 A 的环境影响比 B⁸ 多 (少);

在如下案例里, 我们将比较两种钢材的生产然后分析两个流程的差别是否在统计学上是显著的。首先我们先分析传统的比较结论。

⁸理论上我们也可以显示 A/B 的结果, 但是如果 B 接近零或者 A、B 是负值的话结果就会变得很奇怪。实践证明这种事经常发生。这就是为什么我们没有使用 A/B

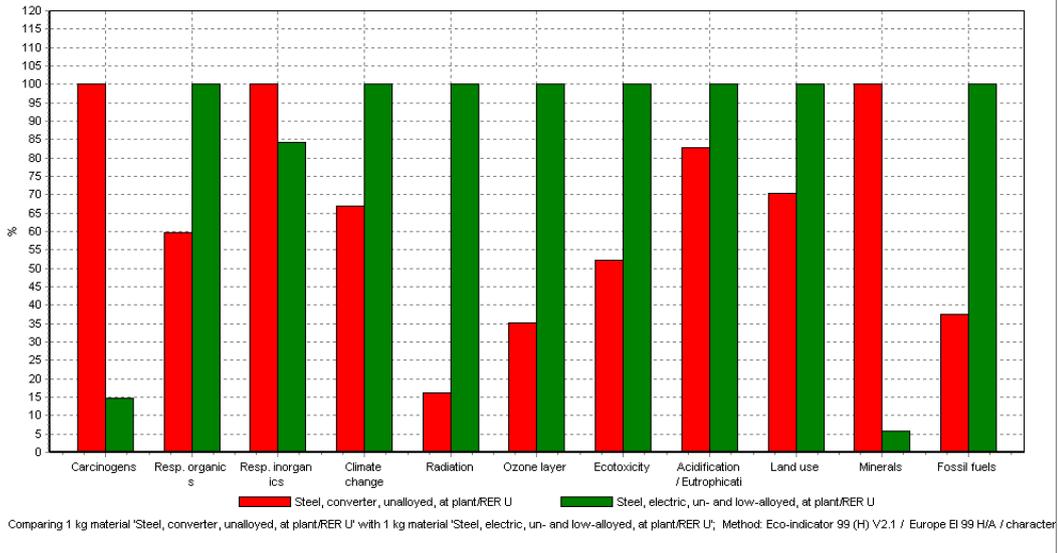


图 27: 两种钢生产方式的标准比较。我们可以看到电炉在致癌物、无机物呼吸污染和矿物质有相对低的影响。

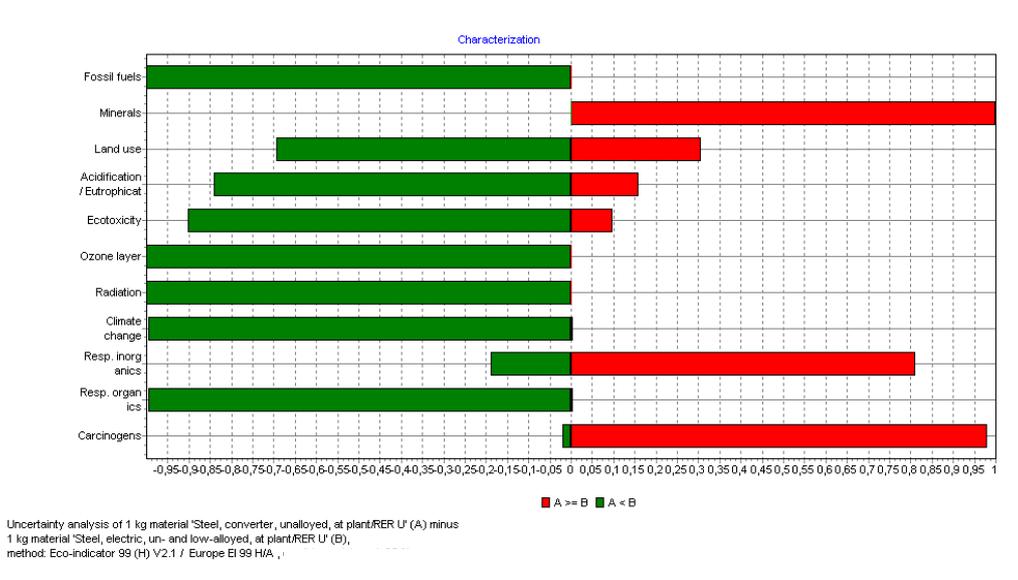


图 28: 一个比较的蒙特卡洛分析结果。在这个图里按照每个影响种类转炉炼钢比电炉炼钢分数更高的情况总数被显示出来了（下图）。这就使我们能够理解上图中的区别是否确实是显著的。通常来讲如果 90%-95% 蒙特卡洛分析的结果显示一个产品优于另一个，那么我们可以说这两个产品的差距是明显的。按照这个原则我们可以得到只有土地使用、酸化以及无机物呼吸污染的产别不是很明显。

图 27、28 显示虽然两个产品的每一个影响类别的不确定性很大，通过这样比较却能得到有用的结论。能够这样做的原因是 SimaPro 有跟踪两个产品系统之间的关联性。我们还可以针对危害分数和单一指标得出类似的示意图。

最后，SimaPro 还能够显示两个产品系统之间差异的不确定性分布示意图。这能使我们更形象地了解这种差异，但是通常和前面的示意图相比结论并没有什么实质性的变化。

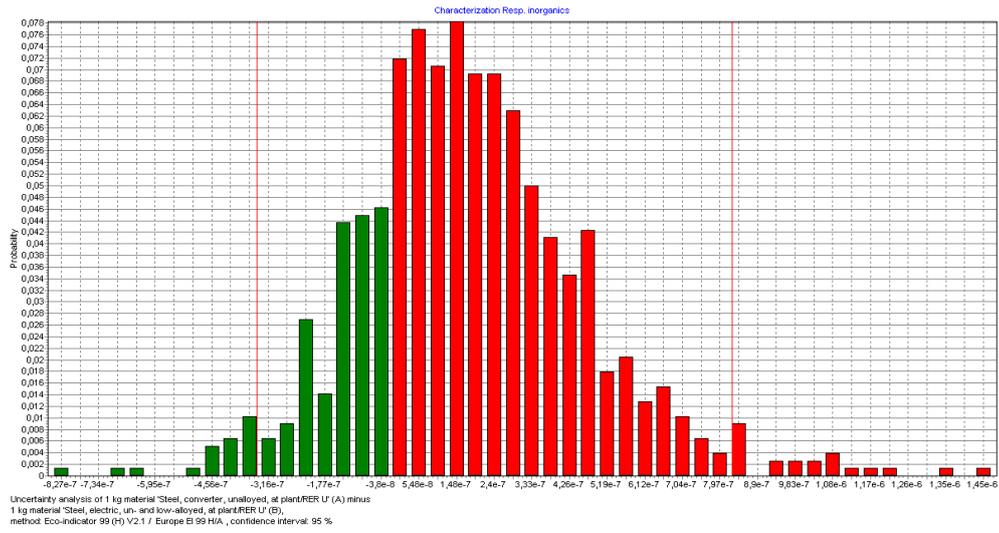


图29: 转炉炼钢和电炉炼钢每一次计算结果的差值分布图。在 SimaPro 中负值用绿色显示, 一个负值意味着在这里, 转炉比电炉有更低的影响分值。

10 参数及场景

在本手册里我们在多处文本框里提到了在清单模型里使用参数的可能性。本章我们将详细阐述。

10.1 参数的使用

10.1.1 为您的产品建立参数

在指南手册中我们使用了一个简易化木棚的 LCA 作为例子。在那个例子里我们仅仅使用常量来描述质量，油漆的面积和塑料的屋顶面积。

这个例子也可以使用参数来定义相关的尺寸和棚子的形状：

尺寸	值	单位(备注)
宽	3	米
长	2	米
高	2	米
屋顶_坡度	0.5	以弧度为单位 (57.3 度=1 弧度)
屋顶_檐	0.2	米
墙_厚度	0.0022	m ³
密度_木材	800	kg/ m ³
屋顶_厚度	0.003	米

使用这些参数，SimaPro 可以做一系列的计算，比如：

墙体的面积等于 2 x 墙高 x 墙宽。如果屋顶是倾斜的，我们也能够加上屋顶下三角形的垂直部分墙体面积。其大小取决于屋顶的倾角，您如果学过几何的话就会知道计算这块面积需要使用到 Tan 三角运算。

事实上这个倾角也决定了屋顶的面积，计算的时候需要用到 COS 运算。请参阅本手册了解详细信息。

下表总结了 SimaPro 所做的计算，包括屋顶和墙体的面积，所需木材的体积以及质量。

结果	公式	备注
墙_面积	$2 * \text{宽} * \text{高} + 2 * \text{长} * \text{高} + 2 * \text{宽} * \tan(\text{屋顶倾角}) * \text{宽} = 29.8$	最后一部分指得是 屋顶下三角形的垂直部分墙体面积
屋顶_面积	$2 * (\text{长} + 2 * \text{屋顶_屋檐}) * (2 * \text{屋顶_屋檐} + \text{宽} / \cos(\text{屋顶_坡度})) = 18.3$	面积取决于屋檐，屋顶坡度，长度以及宽度
木材_体积	$\text{墙_厚度} * \text{墙_面积} + \text{屋顶_厚度} * \text{屋顶_面积} = 0.121$	m ³
木材_质量	$\text{木材_体积} * \text{密度_木材} = 96.5$	kg

在每一个组装里面我们都可以输入这些参数，结果如下图所示。

Name	Value	Distribution	SD*2 or 2*εMin	Max	Hide	Comment
width	3	Undefined			<input type="checkbox"/>	meter
length	2	Undefined			<input type="checkbox"/>	meter
height	2	Undefined			<input type="checkbox"/>	meter
roof_slope	0,5	Undefined			<input type="checkbox"/>	slope exprest in radials (57,3 degree =1)
roof_overhang	0,2	Undefined			<input type="checkbox"/>	meter
wall_thickness	0,0022	Undefined			<input type="checkbox"/>	m3
sp_mass_wood	800	Undefined			<input type="checkbox"/>	kg/m3
roof_thickness	0,003	Undefined			<input type="checkbox"/>	
(Insert line here)						
Calculated parameters						
Name	Expression	Comment				
roof_surface	$2*(length+2*roof_overhang)*(2*roof_overhang+width/cos(roof_slope)) = 18,3$	the size depends on overhang, roof slope, length and width				
wall_surface	$2*width*height+2*length*height+2*width*tan(roof_slope)*width = 29,8$	the last part refers to the triangular part of front and back under the roof				
wood_volume	$wall_thickness*wall_surface+roof_thickness*roof_surface = 0,121$	m3				
wood_mass	$wood_volume*sp_mass_wood = 96,5$	kg				

图 30: 木材加工过程的参数 (案例取自 SimaPro 指南, 课程 2C)

一旦这些参数确认了以后, 您可以很简单的决定:

1. 搭木棚所需的木材总量
2. 需要油漆的表面积
3. 屋顶所需材料的总量

在 SimaPro 中, 您可以参照下图操作:

Name	Image	Comn	
Simple shed with parameters		<input type="checkbox"/>	
Status <input type="checkbox"/>			
Materials/Assemblies	Amount	Unit DistrSD*2 or Min Max Comment	
Planks	wood_mass = 96,5	kg	
Tin plate 50% scrap B250	2	kg Und	
Alkyd varnish ETH S	wall_surface*0,2 = 5,97	kg	assuming 200 gram paint per m2 for walls
Tin plate 20% scrap B250	roof_surface*1,4 = 25,7	kg	assuming 1,4 kg/m2
(Insert line here)			
Processes	Amount	Unit Distribution SD*2 or 2*εMin Max Comn	
Passenger car B250	10	km Undefined	
(Insert line here)			

图 31: 产品阶段的组装示意图。

这样操作建立木棚的好处是我们可以针对同一产品很方便的进行多种情形的分析, 然后找到最佳的组合, 所需要做的仅仅是改变一两个参数。

更细致的参数设置（举例）

通常来说买来木板的长宽是固定的。假设说木板的标准长度是 2.1 米，您所设计的墙的长度是 2.0 米，那么您将损失 10cm，即每块木板的 5%。如果您的墙设计长度为 1.9m，您所损失的将更多。

在 SimaPro 中您可以计算损失的数量，通过设定参数“余数”（Modulo），余数是相减之后的差额。例如我们有一块长 70cm 的木板，而我们需要长度为 20cm 的板。我们把 70cm 锯成三块，这里的参数——余数为 10cm。您也可以针对屋顶的铺设板和所购木板的宽度设立余数参数。

10.1.2 用参数作敏感性分析

在敏感性分析里面我们常常希望针对不同的系统边界和分配原则进行 LCA 计算结果敏感分析。在指南里面我们已经向您解释了如何在质量和经济分配原则之间进行转换（那是一个锯木厂生产木板，同时产生木屑）。下面我们将解释在此应用中使用参数的方式。这里我们同时将向您展示如何确定不确定范围。请注意我们在分配里如何建立不确定范围的模型，原则是分配的百分比之和应该永远等于 100%。

Wizards		Project Database	
Wizards	Product Systems	Input parameters	
Develop wizards	Wizard variables	Name	Value Distribution SD*2 Min Max Hide Comment
Goal and scope	Description	econ_all	1 Undefined 70 90 <input type="checkbox"/> if eco_all= 1 economic allocation is used, otherwise mass allocation is used
Libraries	DCI Requirements	value_share_pl	80 Uniform 70 90 <input type="checkbox"/> the share planks have in the economic value of outputs (defined as %)
Inventory	Processes	mass_of_planks	600 Lognormal 1,3 <input checked="" type="checkbox"/> the mass of planks per ton of waste input (kg)
Product stages	System descriptions	(Insert line here)	
Waste types	Parameters	Calculated parameters	
Impact assessment	Methods	Name	Expression Comment
Calculation setups	Interpretation	all_to_plank	$econ_all * value_share_pl + (1 - econ_all) * mass_of_planks / 10 = 80$ depending on the setting of eco_all, the mass or economic value share is used, to allocate to the planks. The mass share is calculated by dividing the mass of planks by ten (from kg to percentage)
Interpretation		all_to_sawd	$100 - all_to_plank = 20$ The allocation to saw dust is dependent on the allocation to planks, irrespective of the uncertain allocation factor to planks, the sum of allocation factors to sawdust and planks is always equal to 100
		(Insert line here)	

图 32： 使用参数作敏感度分析。

一旦上述参数被确定之后，我们就可以在流程中应用这些参数，如下图所示：

Known outputs to technosphere. Products and co-products				
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Planks	$mass_of_planks = 600$	kg	Mass	all_to_plank = 80%
Saw dust	$1000 - mass_of_planks = 400$	kg	Mass	all_to_sawd = 20%
(Insert line here)				

图 33： 在流程记录里面使用参数。

请注意，我们只需把参数 Econ_all 在 1 和 0 之间转换，就能实现基于经济和质量分配原则之间的转换。尤其是当您在您的 LCI 清单中有多处涉及到分配原则的时候，这种建模就变得很方便。

10.2 场景

使用参数的强项在于使我们快速地建立多种不同场景的模型变得可能。参数组的设置模型允许我们比较两种或者更多钟模型场景的不同。您可以在“计算设置”（**calculation setups**）里面设置参数组（场景）

在下面的示例中（图 34），您可以看到木棚的两个不同的场景，每一个尺寸都不一样。您也可以看到两个场景都是用了经济分配原则，但是这个实际上也可以作参数设置转换。

不同场景模式在做半自动的敏感度分析的时候非常有用。在目标和范围阶段您就可以事先确定您想改变的假设，基于此您在流程或者产品阶段的数据输入过程中就可以确定和使用参数。

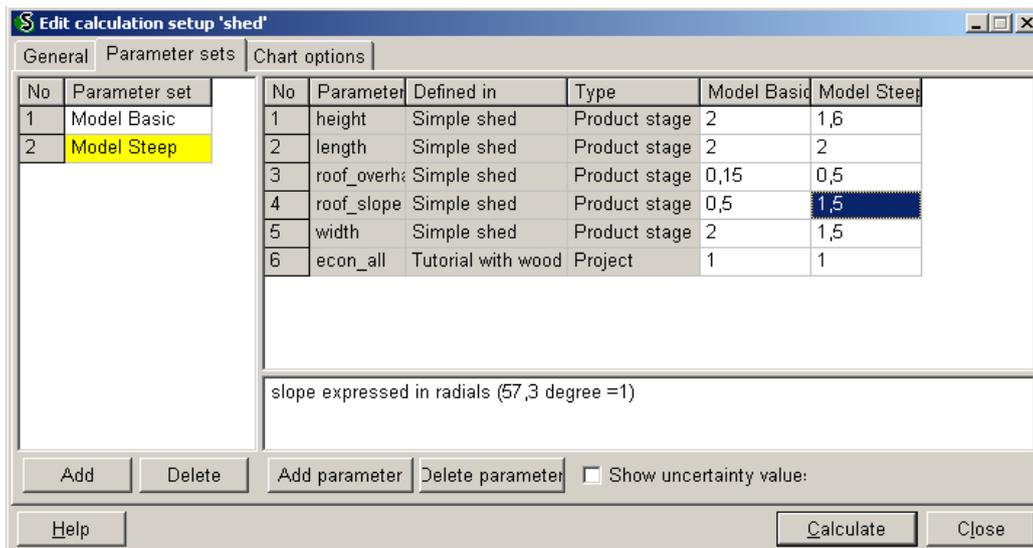


图 34: 针对相同的木棚制定不同的场景，使用参数组设定

10.3 链接参数到外部数据

在 SimaPro 开发者版本中，您还可以把固定的参数值储存在列表或者 SQL 数据库里，这样做创造了多种新的可能：

- 如果需要周期性的输入数据更新，可以让它们在这个表格里输入，而不需要在 SimaPro 里面输入。
- 把 SQL 数据库链接到一个保持更新的有关排放、生产的数据源，这样我们的 LCA 就是随时更新的。
- 链接到财务系统，分析财务开销的环境负荷。一个比较简便的做法是使用 I/O（输入输出）数据。

	A	B	C
1	Location: Amsterdam		
2			
3	electricity	134	MWh
4	CO2	7	ton
5	SOx	77	kg
6	NOx	13	kg

Known inputs from technosphere (electricity/heat)		
Name	Amount	Unit
Electricity, low voltage,	'M:\data collection 2006\Data AMS V1.1.xls]Blad1'!B3 = 134	MWh
(Insert line here)		
Outputs		
Emissions to air		
Name	Sub-compa	Amount
Carbon dioxide		'M:\data collection 2006\Data AMS V1.1.xls]Blad1'!B4 = 7
Sulfur oxides		'M:\data collection 2006\Data AMS V1.1.xls]Blad1'!B5 = 77
Nitrogen dioxide		'M:\data collection 2006\Data AMS V1.1.xls]Blad1'!B6 = 13
(Insert line here)		

图 35: 链接实施的示意图。左上角是包含一些排放信息的列表，右下图是把列表链接到流程记录中。链接到一个 SQL 数据库也是类似操作。

10.4 参数的其他细节

10.4.1 参数类型

参数的两种类型：

1. 常数参数（**Constant parameters**） 这些参数有一个固定的值而与其它参数无关，例如：参数“距离”=300。
2. 表达式参数（**Expression Parameters**） 这些参数依赖于其他参数值，通过一个算式或者表达式确定关系。例如卡车距离=总距离-船运距离（假设在别的地方已经存在有关船运距离的定义）。

表达式当然可能没这么简单。您可以使用一系列的表达式。

10.4.2 参数名称

您可以随意命名您的参数，只要这些参数是由字母、数字或者下划线组成，同时不是以数字开头，名字中间也不能有空格（可以用下划线_）。参数名称最长不超过 15 个字符。

另外一个有关参数的重要方面是他们并不会在某一处被集中储存，就像物质的名称或者废弃物的种类一样。这么做增加了系统的灵活度，但同时也产生了一个参数输入错误导致其他参数错误的风险。比如在 10.4.1 介绍的参数卡车距离，如果您把总距离误输入成总数，那么 SimaPro 将不能识别这个表达式，您必须把总数改成总距离。

一旦您输入常数参数或者表达式参数完毕，SimaPro 就会根据您的输入的参数计算并得到一个相应的数字结果，如果您输入有误，您就看不到这个数字结果，相反您会看到一个？或者出现一条错误提示信息。

10.4.3 操作及表达式

下表对您所能利用参数进行的一些操作汇总：

符号	解释	符号	解释
+	加	And	逻辑和
-	减	Or	逻辑或
*	乘	Xor	逻辑 Xor
/	除	NOT	非
^	乘方		
Div	除法运算之后余数的整数部分	Pi	Pi
Mod	模（以……求模后的余数）	True	真
>	大于	False	假
<	小于	(左括号
=	等于)	右括号
<>	不等于		
>=	大等于		
<=	小等于		

您还可以使用下列数学和逻辑功能：

符号	解释	符号	解释
SQR	X 的平方 ($= x^2$)	POWER	x^y
SQRT	X 的开方	IPOWER	$x^{ y }$ (y 是整数)
ABS	X 的绝对值	SIN	X 的正弦值
TRUNC	X 的整数值 (Int(x))	COS	X 的余弦值
INT	X 求整	TAN	X 的正切值
FRAC	X 的小数部分	COTAN	X 的余切值
ROUND	四舍五入求 x 整	ASIN	X 的反正弦值
CEIL	X 的 ceil 整数值	ACOS	X 的反余弦值
FLOOR	X 的 floor 整数值	ATAN	X 的反正切值
IFF	如果 $L < 0$ 那么取值为 A；否则为 B	SINH	X 的双曲正弦值
MAX	输入值 x1 x2 x3 ... 的最大值	COSH	X 的双曲余弦值
MIN	输入值 x1 x2 x3 ... 的最小值	TANH	X 的双曲正切值
EXP	e^x	NOT	X 的逻辑非 (如果 $x=0$ ；1 否则 0)
LN	Ln x		
LG	$\text{Log}_{10} x$		

10.4.4 参数设置的级别

参数设置有三个级别：

1. 数据库参数 (Database parameters)：这个级别的参数在整个数据库 (包括库和项目) 中都适用。假如您给一个参数 A 定义为 3，您会发现在所有的库里面 A 是一个可用的参数，而其数值是 3。
2. 项目参数 (Project parameters)：这样的参数只在您工作的项目里面有意义。例如您在一个项目里面定义参数 B，您也可以在另外一个项目里面定义这个参数。在各自的项目里面这个参数可以有不同的意义和数值，彼此是独立的。在上面的有关分配参数的例子里，那些参数是项目级别的。
3. 局部参数 (Local parameters)：还有一些参数只在一个单一的流程或者产品阶段有意义，我们称之为局部参数。例如您可以在不同的流程里面都定义一个参数 C，而在每一个不同的流程中其意义各不相同。在上面的例子里有关木棚装配的参数就是局部参数。

使用参数级别的概念很大程度上简化了参数的维护工作。通常我们建议注意参数的级别，因为它们可能会影响所有项目的结果，这使得保存数据变得繁琐。

当您定义参数时，您有一个选择“隐藏”的选项，如果您选了，您在设置场景的时候将看不到这个参数。这样做的目的是这项选择的实施限制了在变换场景时参数的数量以减少复杂性。

10.5 一些关于场景的细节

在计算设置（**calculation setup**）中您可以确定一个场景。您也可以在按下计算键后进行场景设置。跳出的计算设置窗口有三个按键，其中最后一个有场景定义框可供选择。

下图所示是指南里面有关计算设置的一个例子。前面的窗口所示的是您所选择添加的参数的出处。第一次打开的时候这个窗口是空的，当您按下扫描（**Scan**）键以后窗口就会列出所有的可选参数。

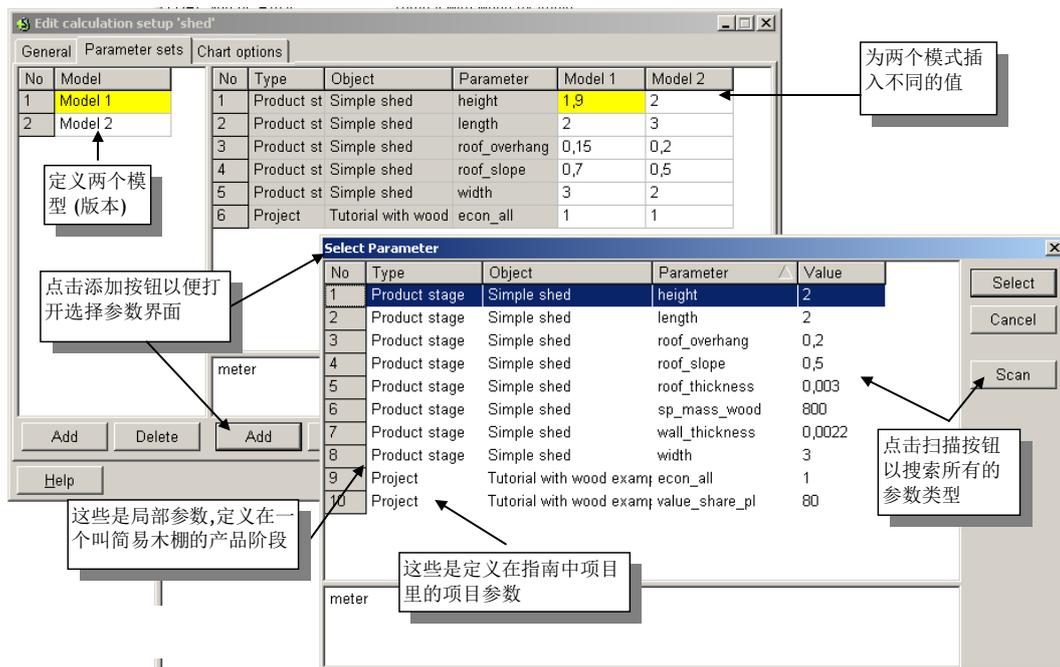


图 36: 计算设置生成一览表。

11 产品环境声明 (EPD)

产品环境声明 (EPD) 已经成为 LCA 应用的一个主要的领域。在一些国家和领域数以万计的产品已经开始使用 EPD。这个声明通常包括一系列的环境影响类别指标结果。

目前, EPD 可以分为三类: 一型、二型和三型。使用 SimaPro 我们可以得到 LCA 的数据结论以满足制作三型 EPD 的要求 (ISO14025 标准的规定) 但是 ISO 只给出了一般性指南, 未能更准确地指导如何制作 EPD, 好在标准有要求并制定了更特别的相关的产品类别规定 (PCR)。有了 PCR, 我们就可以准备 EPD 了。

11.1 产品类别规定 (PCR)

PCR 规定了如何使用 LCA 制作 EPD 的详细信息。我们可以近似的把 PCR 当作 LCA 的目的和范围。各个国家有不同的方式建立不同的 PCR, 近几年来瑞典的 EPD 组织颁布了具有国际影响力的 PCR 以及相关规则。请参考 <http://www.environdec.com> 获得更多相关信息。这个网站同时说明了如何申请建立新的 PCR 的程序。

11.2 LCA 在 EPD 中的应用

找到一个 PCR 以后, 我们就可以根据 EPD 的要求执行 LCA。您会发现这些要求实际上是很直接的, 程序也相当简单。还有环境影响评价的方法也颇为简单, 通常评估的类别局限于:

- 不可再生资源 (包括及不包括能源)
- 可再生资源 (包括及不包括能源)
- 温室效应 (CO₂ 当量)
- 酸化 (千摩尔 H⁺)
- 臭氧层破坏 (kg CFC-11 当量)
- 光化学氧化剂的形成 (kg 乙烷-当量)
- 富营养化作用 (kg O₂)

这些评估类别和 CML1992 的评估方法定义的差不多, 但是有一些区别。

在很多 PCR 里面, 有关能耗、运输以及废弃物的影响种类也是需要说明的。

SimaPro 中有关 EPD 的功能

SimaPro 支持各种有关 EPDs 的应用。SimaPro 使用默认的瑞典 EPD 评估方法。同时新的分组功能让我们能够把能耗、运输、废弃物以及其他产品系统的不同部分 (取决于 PCR 的要求) 的贡献区分开来。请参阅 Simapro 操作指南, 课程 2D。

12 建立高级应用

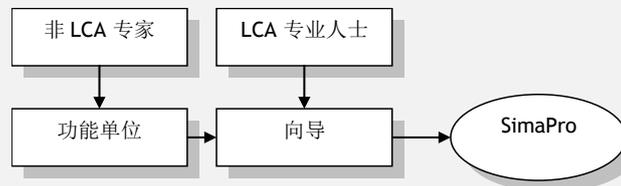
12.1 建立向导（Wizard）

任何 LCA 的专业人士都可以使用开发者版本的 Simapro 建立新的向导。LCA 专业人士可以负责建立在 LCA 方法学上正确的向导，而用户负责正确的定义产品和生命周期。

向导是 Simapro 在另外一个层次上的应用。虽然用户只看到 LCA 相关的问题和结果，实际上在向导的后台是整个的 Simapro 数据库，所有的结果都可以接受进一步的检查，所以向导的操作实际上是完全透明的。

向导的概念

向导是由一系列的面向用户的问题组成。这些问题集中在功能单位，产品结构，使用以及一些基本的假设。通过回答这些问题，用户可以自行实施 LCA 分析，而不必要理解所有有关 LCA 的细节，方法以及 Simapro 是如何操作的。



LCA 专业人士可以在非专业人士和 Simapro 的 LCA 分析之间建立一种界面。这种界面（及数据库）必须保证输出的结果在方法学上是正确的。用户负责在产品组成以及生命周期阶段输入正确的数据。

向导作为 LCA 报告的替代方案

编写向导通常并不比编写一份报告来的贵，我们相信向导是报告很好的补充。向导在 Simapro 简易版中也可使用。在www.pre.nl 有一些使用向导的项目的案例可供参考。

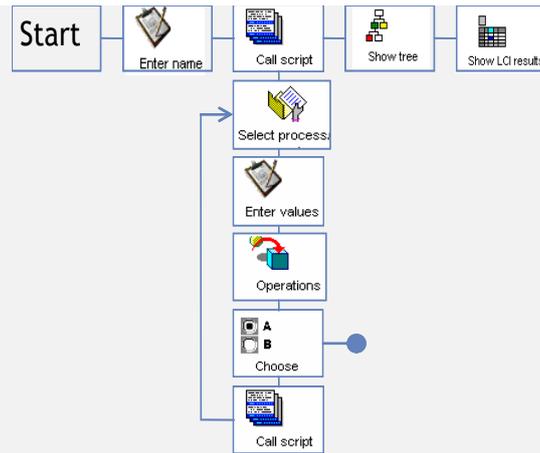
和 LCA 报告相比，向导的优势有：

- 在一个 LCA 报告中，由于其是静态的，仅仅有限的几个不同的场景可以被呈现。在向导里，用户可以计算所有可能的假设。
- 向导也可以作为新产品开发的工具

向导工具更加透明，没有必要搜索繁复的数据附件。

向导程序语言的结构

当运行向导时，您可以看到一些问题的窗口和一些预先定义好的答案。每一个窗口是一个节点（Node），除了哪些可见的节点之外，还有一些不可见的节点。节点是按照一个逻辑次序排列以形成向导。



在向导语言里面一个比较有用的功能是从一个节点跳到另外一个节点的可能性。这使有效编程成为可能，您可以定义一些子向导执行一些可以重复的任务。这种跳跃的功能也使得在向导里设计不同路径或者分支成为可能。例如，您可以问用户在某一节点是否想比较产品或者定义另外一个产品。取决于答案，另外一个向导可以在额外的节点里被激活。

在向导编程里面最主要的任务就是定义节点，大部分的节点相当容易，也有一些比较复杂的节点：

一般节点（General node）

信息节点：向用户显示信息。

数据输入节点（Data entry node）

- 文字输入节点 允许用户输入名称，比如装配过程的名称
- 数值输入节点 允许用户输入数值，比如装配过程使用的钢材的数量
- 流程选择节点 允许用户为装配选择流程，例如可以在数据库中不同的钢材种类之间选择一种
- 向导选择节点 允许用户决定下一步的任务是什么

运行节点（Processing nodes）通常是不可见节点

- 向导呼叫模式 跳到另外的向导并激活，或者跳到一个文件或者网址
- 执行节点 这是最复杂而且功能先进的节点，它允许用户加入数学运算。例如您可以要求用户输入长和宽，让软件执行节点计算表面积

结果节点（Result nodes）

- 计算节点 让 SimaPro 执行计算命令
- 显示图标节点 让 SimaPro 按照预先指定的方式显示影响结果
- 显示物质节点 让 SimaPro 显示 LCI 清单的结果
- 显示流程树节点 让 SimaPro 显示一个流程树

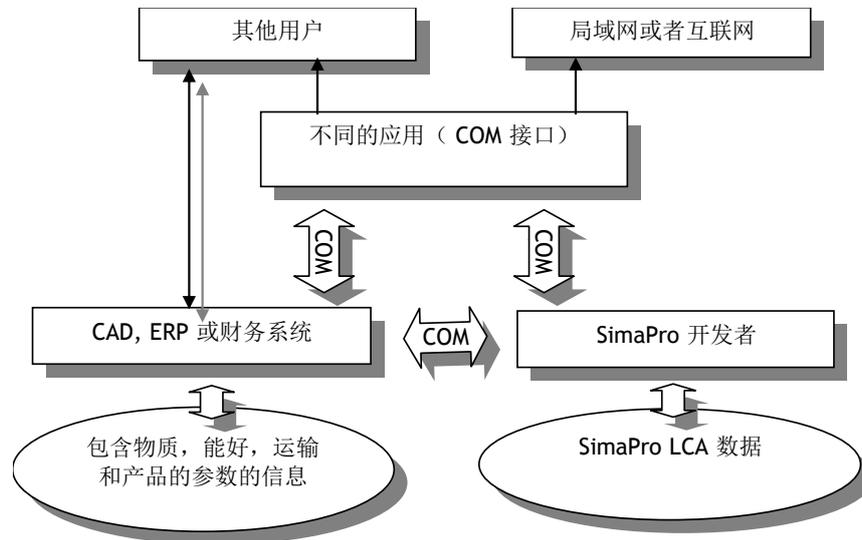
用户在运行向导的同时，需要输入数据。这些数据储存在变量里。同时向导本身也会产生储存在变量里的新的信息。在向导创建的过程中我们可以运行解析试运行程序看看变量值发生了哪些变化。我们也可以为向导的变量设置转换系数，在一般数据栏里面进行定义。在帮助文件里您可以看到更多关于这些节点的信息。向导手册可以通过 PRé 咨询公司获得。

12.2 SimaPro 与其它软件之间的整合

SimaPro 开发者版本（Developer version）有一个 COM 接口。这个接口可以把 Simapro 和其他软件连接起来。这为把各种数据源的数据链接到 SimaPro LCA 数据创造了可能，例如：

- 您的 CAD 应用发送了一个命令给 Simapro：计算 X 部件钢材的 CO₂ 排放数据。SimaPro 会直接运行这个计算，就像是 CAD 的一部分一样。
- 您的公司的企业资源管理软件（ERP）或者统计软件提供一份每月的能耗及运输流更新报表，我们可以籍此自动生成一份 LCA 数据结构表。

这些结果可以很容易的通过互联网或者内部局域网传送。一个很重要的功能是 SimaPro 提供多用户版本，在系统的其他用户在运行 SimaPro 的时候，LCA 专家可以不断地更新数据库。



另外一种把外部数据和 SimaPro 相连的方式是使用外部参数，如章节 0 所描述的那样。

术语

分配:	把一个流程或者产品系统的输入输入流针对所分析的产品系统进行分配的过程 (ISO 14040)。
装配:	可以被理解为产品的描述, 包括所有的材料, 运输, 能源流程及下一级装配过程。
BUWAL 数据库:	瑞士环境、森林及土地局的数据库 (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft)。(已过时, <i>SimaPro</i> 不再提供此数据库)
固定资产:	一次性投资购买的产品, 比如卡车或机器
(影响) 末端类别:	自然环境、人类健康或者是资源方面的引起关注的问题或事项 (ISO 14040)。
Cut-off 原则:	对于单元流程或者产品系统来说, 一个针对材料或能耗或者是环境影响程度等级规定的一个数量级, 低于这个数量级的相关流程信息就被排除在外 (ISO 14040)。
危害分析:	了解一种化学品能造成的总危害 (多少人受到影响以及疾病程度)。
Ecoinvent:	瑞士生命周期清单中心。负责扩展、升级以及保证 Ecoinvent 数据库的质量。该数据库由不同的数据库演化而成, 如 BUWAL、ETH-ESU96 等, 涵盖众多领域。
Eco-it 工具:	快速开展 LCA 分析的工具, 数据库包含所有所需的单一分值。
影响分析:	了解一定浓度下一种化学品所能造成的影响 (疾病的种类)。
末端:	在 ISO 14044 标准里介绍的一个名词 (但是没有定义)。指环境影响机制里面的最终结果。例如温室气体效应的末端结果可能是海平面的上升。在旧的 LCA 文献里这个结果是保险对象, 意思是社会需要保护的问题 (参考 (影响) 末端类别)。
ETH-ESU 数据库:	一个旧的 LCI 数据库, 由前能源-材料-环境组 (Energie-Stoffe-Umwelt, ESU) 以及瑞士联邦技术局 (Eidgenössische Technische Hochschule, ETH) 创建 (<i>Simapro</i> 不再支持此淘汰数据库)。
归宿分析:	了解一个化学品最终的走向 (大气、水、土壤)。
功能单位:	作为一个参考单位, 指作为产品为了满足所需性能而指定的数量。
影响类别:	一系列引起关注的环境问题类型, 可以与 LCI 的结果相对应。
库:	储存背景数据和方法的地方, 在项目的过程中作为数据和信息资源所在地。
生命周期:	一个产品系统连续而相互连接的阶段, 从原材料获得或制造到最终的处理 (ISO14040)。
生命周期评估:	编译和评估一个产品生命周期过程中的输入、输出以及潜在的环境影响。
生命周期影响评估:	此阶段的目的在于理解和评估产品系统潜在的环境影响的程度和严重性 (ISO 14040)。
生命周期清单分析:	清单分析旨在收集和量化产品系统生命周期过程中的输入和输出。
生命周期清单结果:	在实施影响评估之前, 所收集的一个有关排放、资源使用、土地使用等的清单信息。

中间点:	一个一定意义上说是介于环境影响机制和 LCI 参数之间的指标。例如 CO ₂ 当量表达了辐射强度，是一个中间点。在实施评估的时候需要计算末端影响，比如升高的海平面，但需要额外的模型，请参阅末端定义。
蒙特卡洛分析:	在实验数据支持的模型上，在不确定范围内随机生成数值的分析方法。
归一化:	分析一个环境影响类别对于现实的环境问题来说的影响程度的程序方法。
OECD 国家:	签署了经济合作与发展协议的国家（20 个）。
产品阶段:	LCA 过程中描述产品的组成，使用阶段以及处理路径的模块。
产品系统:	由基础流和产品流所组成的单元流程的集合，能够执行一种或者更多的功能的按照产品的生命周期模式组成的系统（ISO 14040）。
参照流:	为了执行功能单位所定义的功能而确定的产品系统内相关的流程的数量（ISO 14040）。
权重:	通过使用主观的权重指数把 LCA 分析所获得的不同指标综合成为一个或者少数的几个指标的过程。
权重系数:	与一个环境影响类别相关联的系数，由小组决定并取决于主观想法。这个系数反映了该类别的（主观）重要程度。

词汇

A

分配 12
旧项目存档 44

B

边界
 与自然的边界 10
 系统边界的转换 11
 系统边界 10

C

固定资产 10
特征化 27
变化系数 68
置信区间 67
贡献分析 37
相关性 65
成本评估 22
CV 68

D

破坏分析 28
破坏评估 30
数据质量要求 13
数据库 17
拆解 61
产品处理场景 58、61
分布类型 64

E

ECO-edit 47
ECO-it 47
生态领域 8
影响分析 28
末端 24、27

F

命运分析 28
功能单位 10

G

基本参数 51
目标 8、9
目标与范围 51
分组 30
分组 29
时间评估指导 43

I

影响评估 23、51
结果阐述 34、51
清单 14、51

ISO 6

ISO 标准 6

L

LCA

 ISO 14040 标准的定义 23

LCA 出版 41

LCI 结果 38

库 9、17、48、51

 库数据 45

 分离数据 40

M

平均值 68

中间值 68

中点 27

蒙特卡洛 64

蒙特卡洛计算 66

 多用户版本数据库管理员 43

多用户版本 42、43

N

归一化 29

P

流程 52

 系统过程 54

 单元过程 54

产品阶段 52、55

产品系统 49

项目数据 45

R

排序 29

参考流 10

S

范围 8

范围 10

粗评 39

敏感性分析 37

简要内部 LCA 分析 40

平均值的标准差 68

停止标准 66
系统边界 11

T

技术领域 8

U

不确定性 34
 数据的不确定性 34
 模型的不确定性 36

V

价值领域 8
SimaPro 不同版本 48

W

废弃物处理场景 59
加权 30
 三角形概念 32
向导界面 48
向导 80

