



ggf

版本	v 1.0	联系邮件: jerome.laffely@holcim.com
日期	2008 年 10 月 11 日	

介绍

正如在其它模块中所提到的，替代燃料与原料的协同处理为环境带来了三大好处：

- 首先，使用废物替代初级燃料和原料保存了非可再生资源。
- 其次，废物协同处理可以减少排放物，如果采用生物源废物替代燃料，温室气体排放物将减少，如果协同处理的废物包含已经煅烧的矿物（比如炉渣和灰分），煅烧产生的二氧化碳排放物也将减少。
- 最后，协同处理为废物处理提供了可行的选择，在不生成残留物的同时提供有效热能和物料回收。

废物协同处理的环境负荷也许来自将废物填至窑前对准备的额外要求，另外，重金属含量高的废物可能导致挥发性重金属（比如汞）空气排放物的增加以及水泥中低挥发性重金属的堆积。

为了全面评估环境影响，需要将所有的好处与坏处加以比较，包括对灰色能源和材料需求的影响（比如在燃料生产和运输方面，将原料和操作材料加以比较）。生命周期评估（LCA）是一种理想的工具。

学习目标

- 掌握 LCA 方法论的概要
- 将使用 AFR 与不使用 AFR 的参考案例作比较，并讨论该场景。



目录

1. 方法论体系

1.1 步骤 1：目标与范围

正如标题所示，目标与范围定义阶段是正是需要对 LCA 目标和所包含内容做出决定的时刻，可以通过回答一系列问题来解释目标与范围：

- LCA 处理何种产品？
- LCA 会将不同设计和/或制造工艺的类似产品进行比较吗，或者仅评估单个产品？
- LCA 涉及竞争对手的产品评估吗？
- 产品作用何在？新产品在具有同样功能的同时可以以一种完全不同的方式表现吗？
- 质量标准对该产品适用吗？是什么限制了设计替代方案？
- 您的公司或利益相关者关注什么样的环境问题？

目标与范围定义的另一关键要素与研究界限的鉴定有关——即是所谓的系统边界。理论上来说，一套完整的使用寿命评估包含了所有与产品有关联的上游及下游过程。事实上，通过标识分析关键进程已经对研究范围做了限定。必须确定合适的边界分界点以利于管理系统。

LCA 研究结果与产品的功能单元直接相关，例如，如果功能单元为一千克某产品，结果将包含生产一千克该种产品所释放的污染物。根据考虑的过程或产品，功能单元可以是质量（千克）、体积（ m^3 ）或批量，比如 10 个单元。在不同性质的产品比较之处，功能单元可以定义为对它们所提供的服务的交付。例如，当把洗涤剂与洗涤粉进行比较时，功能单元可能就是清洗一定量的衣物所需要的产品量。

单元过程通常被定义为通过工艺流程图确定生命周期内质量物理顺序和能源活动。例如，对于宏观层次的研究，可能仅存在极少的单元过程；对于复杂研究，可能存在数个单元过程。

1.2 步骤 2：生命周期盘查

一旦设定了目标和范围，下一步便是盘查分析，将涉及到与讨论中产品有关的环境负荷数据收集。



盘查在于列出产品制造过程中所使用的能源或材料以及在制造、使用和最终处理过程中产生的固体、液体或气体废物。重要的是，为了帮助数据解释和数据比较，LCA 将这些环境负荷的每个方面与同样的功能单元做了比较，比如 1 千克最终产品。

获取并收集盘查数据是一项耗时的任务，这也是许多公司在 LCA 方面采取合作措施或使用已建立的 LCA 电脑工具的原因。各种 LCA 数据库同时存在，但在此不做深入讨论。

1.3 步骤 3: 影响评估

对于其它的生命周期评估，盘查阶段将对相当数量的环境负荷进行鉴定，数据解释和比较会困难重重，因此需要一个影响评估阶段。比如，具有相同环境影响的环境负荷与被称为分类的过程归在一起，之后估计了它们对特殊环境影响的影响度。该过程叫做特性化，可以鉴定影响最大的负荷。例如，将对温室气体归类，同时计算它们全部的全球变暖潜势。

盘查数据合计为评估分值，可以选择不同的合计或所谓的生命周期影响评估（LCIA）方法进行评估。

IPCC（政府间气候变化委员会）

根据其全球变暖潜势，在影响类别气候变化方面，不同气体排放物的特性和不同排放物的合计是在生命周期影响评估（LCIA）中最广泛使用的方法之一，温室气体排放物的特性值通常建立在政府间气候变化委员会印制的全球变暖潜势的基础上，可以分为三大类：

- 温室气体直接排放物
- 砍伐森林导致的排放物
- 生物源二氧化碳排放物 生物源二氧化碳及一氧化碳排放物的特性化要素为零，生物源甲烷排放物具有和化石甲烷排放物一样的要素。

累积能源需要（CED）

CED 旨在于某一产品或服务的生命周期内调查能源使用情况，包括直接应用的同时也包括由于使用诸如建筑材料或原料之类的间接或灰色消耗，CED 值可以用来将详细的 LCA 研究结果与仅报告初级能源需求处的其它结果比较，最后，CED 结果可以用来检查可靠性，原因是在 CED 的基础上很容易判断是否已经出现关键错误。

生态指标 99

为了使用这种相对复杂的方法，损坏系数必须与现有的生命周期盘查相联系，损坏系数描述了由于



污染物排放或资源使用而导致的损坏。三大类损坏系数存在于：

- 生态系统质量
- 人体健康
- 资源

生态足迹

生态足迹被定义为一定量人口生产其消耗的资源同时吸收部分产生的废物时所需要的具有生物生产力的土地和水源。

CML

这种方法非常复杂，集成了许多不同的参数，比如酸化潜势、气候变化、富营养化潜势、淡水水生生物生态毒性、人体毒性、土地利用、海洋水生生物毒性、光化氧化。仅关注某一特别参数是有可能的。

1.4 步骤 4：解释

在整个生命周期评估过程中，考虑到盘查分析和影响评估结果，有必要更新并修改研究范围，该解释过程是迭代的，或许，比如，鉴定数据质量问题，例如需要关闭的数据间隙。

一般来说，这种活动构成了部分初始目标和范围定义阶段。

该过程一般会涉及结果敏感性检查、情景分析、数据质量审查和结果与原始研究目标的对比。

2. 将方法应用到水泥和 AFR 中

2.1 目标与范围

在呈现的案例中，研究目标是分析使用替代燃料和原料代替传统燃料和原料（AFR）后熟料生产的环境性能是否得到了提升。

总热替代率（TSR）定义为 44%，由轮胎、污水污泥、浸润锯屑和生物量燃料组成，替代煤热值，焦炭比率保持不变。

呈现案例的功能单元为 1 千克水泥，单元过程见工艺流程图。

2.2 生命周期盘查

当设定生命周期盘查时（LCI），每个功能单元（1 千克水泥）收集的必要数据可以分为三大类。

总资源消耗量 [每功能单元]



对于基础案例和替代案例来说，这包括传统原料和替代原料。一般来说，对于原料，收集数据单位为生产每千克熟料需要的原料千克数，对于燃料，收集盘查数据单位是每千克熟料产生的 MJ（兆焦耳）。

总排放物 [每功能单元]

总排放物包括保持系统边界为水、空气和土壤的所有排放物，收集数据盘查单位一般为克每功能单元。

资源供应链及其运作模式

资源供应链汇集了有关资源提取和运输的数据。

2.3 生命周期影响评估

已建立盘查的影响在此阶段接受评估，如上所述，不同的生命周期影响评估方法（LCIA 方法）需要不同类型的指示器和分值的重新组合。在幻灯片 25-27 中显示了不同 LCIA 的应用结果。

IPCC:

该方法主要关注二氧化碳排放物，根据该方法，生物源二氧化碳排放物并不计入。观察到的 11% 的影响减少量主要是由于未计入污水污泥和生物源二氧化碳排放物，因为这些材料是生物源材料。如果使用生物源燃料代替化石燃料，化石燃料的二氧化碳排放量将减少。

累积能源需求 (CED)

在此提醒，CED 旨在于某一产品或服务的使用寿命内研究能源利用情况，包括直接利用、间接利用或灰色消耗。样例中 36% 的增进量清楚显示了由于替代燃料提取过程中不涉及能源而带来的能源节约，所包含的间接能源已经计入其“上一生命周期”，AFR 准备和预处理过程中需要一些能源，但与 CED 比较这部分是非常少的。

生态指标 99

生态系统质量、人体健康和资源是描述污染物排所造成损坏的三大损坏要素。

有趣的是，采用该方法评估时，展现的替代案例并没有带来显著的好处。

生态足迹

采用生态足迹方法的主要影响来自二氧化碳排放，观察到的 10% 的增进量因此可以通过化石二氧化碳排放量的减少来解释，在 CED 方法中已做说明。

人体毒性



有趣的是，采用该方法评估时，展现的替代案例并没有带来显著的好处。

2.4 解释

两种场景的比较结果如下：

独立于选择的方法，使用替代燃料替代传统燃料具有优势。增进度取决于选择的生命周期影响评估（LCIA）方法，作为 LCIA 方法的功能，不同要素具有不同的影响（如上一幻灯片所示）。

总的来说，生命周期评估有助于证实其它模块中有关环境影响的论述。

常见问题解答

暂时没有常见问题。

参考资料和更多信息

欧盟委员会：

- <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/introduction.vm>

美国环境保护局（EPA）：

- <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/lcaccess/>

咨询：

- Ecobilan: http://www.ecobilan.com/uk_lca.php