再生铝含量国内外相关标准与认证规则解读：第一部分：EN45557

中国有色金属工业协会　绿色产品评价中心 葛青　15810960256（微信同号）

近日，国家发展改革委等部门印发了《再生材料应用推广行动方案》的通知，该通知提到要“完善再生材料推广应用标准认证体系……鼓励具备条件的认证机构开展再生材料产品认证。”

当前，除了政策引导外，下游供应链链主对再生材料的透明和可追溯也逐渐提出了较高的认证要求，再生铝生产企业及再生铝应用铝材企业对再生铝含量认证的重视程度日益提升。基于此，笔者将系统梳理国内外再生铝含量认证的相关标准与政策要求，从适用范围、技术指标等维度展开对比分析，深入剖析各类规则的核心差异与应用要点。

首先是 EN45557-2020《评定能源相关产品中再生材料含量比例的通用方法》，宜家等欧洲链主企业总部大多根据该文件要求供应链企业进行再生铝含量认证和碳足迹核算。

一、核心术语定义

制定与发布：由欧洲标准化委员会下属联合技术委员会 CEN/CLC/JTC 10（能源相关产品—生态设计材料效率领域）制定，2020 年 2 月 13 日批准、4 月正式发布，秘书处由荷兰标准化协会（NEN）承担。

核心目标：为“能源相关产品（ErP）”提供再生材料含量比例的统一评定方法，支撑欧盟《2009/125/EC 指令》（能源相关产品生态设计框架）中“材料效率”要求，**规范再生含量声明的科学性与可追溯性。**

适用范围：覆盖所有能源相关产品（ErP），可作为特定产品组（如光伏组件、家电、建材、汽车、家具、电子产品、包装等）再生材料含量评估的框架标准，适配材料生产商、部件制造商、整机企业等全产业链环节。

二、核心术语定义

术语	原文	核心定义
再生材料（Recycledmaterial）	“material which is either pre-consumer material or post-consumer material”（3.1.1.2），与“secondary material”同义	明确再生材料的范畴，仅包括消费前和消费后两类废料
消费前材料（pre-consumer material）	3.1.1.3：material diverted from the waste generated during a manufacturing process excluding reutilization ofmaterials such as rework, regrind or scrap generated in a process and being reincorporated in the same process that generated it Note 1 to entry: Same process means the same manufacturing operation for the same type of product in the same or different physical location.	生产过程中产生的废料，但未在同一生产工序中复用，排除了“同一工艺原位回收”的废料（如熔铸过程中直接回收的炉渣），也排除了“同一流程”指同一产品类型的同一制造操作（可跨物理地点），比如一家企业分别在两个地方工厂的6061挤压型材的边角料
消费后材料（Postconsumermaterial）	3.1.1.4：material recovered from waste generated by households or by commercial, industrial and institutionalfacilities in their role as end-users of a finished product Note 1 to entry: This includes returns of products, or parts thereof, from the distribution of finished products for-users.	终端用户（家庭、商业/工业机构）使用后废弃，或未上市即回收的成品/部件材料。 包括成品在面向终端用户的分销过程中退回的产品或其部件。 需满足“已成为终端用成品”的前提（如报废的汽车四门两盖才算消费后材料），是欧盟市场优先认可的再生材料类型
供应链追溯（CoC, Chain of Custody）	3.1.2.1 chain of responsibilities for, or control of, products or materials as they move through each step in the relevant supply chain	追踪材料从源头到终端应用的责任与控制权流转，是再生含量验证的核心依据，需通过书面文件证明。

三、通用评估流程

原生材料与再生材料在物理或化学性质上往往难以区分，目前尚无可靠、准确且可重复的直接测量产品中再生材料含量的方法。因此，标准规定再生材料含量评估需遵循 **“范围界定→材料描述→追溯搭建→质量平衡→报告编制” 五步闭环流程**，每一步均有明确操作要求：

1.范围界定（**这部分内容一定要避免模糊性**）

明确评估对象：需明确是评估整产品（如冰箱）还是部件（如冰箱铝制外壳）。

确定材料层级：选择全材料（所有材料）、材料类型（如金属/塑料） 或特定材料（如仅评估产品中的铝材）。

废料类型：明确评估 “消费前再生材料”“消费后再生材料” 或两者合计（需与合规目标/客户要求一致，并在报告中分别列出比例）。

示例：宜家评估铝制桌的再生含量，范围可定义为“桌腿的铝废料，包含消费前和消费后废料”。

2.材料描述（**这部分一定要确保数据完整**）

材料集群：将物理/化学性质相似的材料归为一类（如罐体铝合金与罐盖铝合金视为“铝集群”），避免因材料细分导致计算复杂；

未指定材料：小部件（如螺丝）、复杂材料（如复合材料）可归为“其他材料”，按原生材料计（需在报告中说明并控制比例，避免占比过高影响结果）。**欧盟的很多规则都如出一辙，比如 5%以上的中间合金在 CBAM 规则中也会被视为原铝。**

3.建立追溯系统（**CoC 核心要求，也是下游最关心的内容之一：透明和可追溯**）

由于原生材料与再生材料在物理/化学性质上难以区分，标准要求再生含量验证完全依赖“书面追溯证据”，提供三种可选择的 CoC 模式：

CoC 模型	核心逻辑	适用场景	铝行业示例
质量平衡模型（Mass Balance）	按核算周期平衡“材料投入→库存变化→内部转化→废料→产品产出”，允许原生与再生材料物理混合	原生与再生材料物理性质相似（如铝/钢），无法物理分离，按生产周期内平均输入输出计算。	熔铸环节铝熔保炉混合原生铝锭与消费后废铝，按季度平均输入计算再生比例。
物理分离模型（Physical Segregation）	再生材料与原生材料在供应链各环节完全隔离存放、单独流转	原生与再生材料可分离（如彩色塑料与透明塑料），需单独存放、运输、加工。	再生铝锭单独标记，与原生铝锭分开存放，生产时按需取用并记录批次。
身份保留模型（Identity Preservation）	每一批再生材料从源头到终端应用均单独标记、全程追溯	高价值/高风险材料（如航空铝合金），需从废料产生到成品全程追踪每批材料的来源。	每批消费后废铝记录拆解来源（如某批次来自报废飞机），熔炼后铸锭保留批次号，直至成品。

追溯起点要求：消费前材料从“废料收集点/上游供应商”开始追溯；消费后材料从“报废产品回收处理厂”开始追溯。

必存记录：再生材料的类型（消费前/后）、质量、供应商信息、入库/出库批次、生产领用记录、废料处理凭证。

4.质量平衡模型中再生含量的计算

其他 CoC 模型的再生比例都是可以确认的，因此针对质量平衡模型，标准列出了计算的公式，不管什么层级的评估，都需遵循质量守恒原则：

$$\text{Output} = \text{Input} - \text{Change in stock} - \text{Internal conversions} - \text{Waste}$$

其中

参数	定义	统计要求
Input（投入）	核算周期内进入生产的所有材料/部件质量	按材料类型分类统计（原生、消费前、消费后）
Output（产出）	核算周期内生产的目标产品 /部件/材料总质量	需与评估范围一致（如仅统计铝部件的产出质量）
Change in stock（库存变化）	核算周期初与期末的材料/部件库存差值	需定期盘点，记录在制品、成品库存变动
Internal conversions（内部转化）	生产过程中因技术原因产生的不可回收损耗（如化学反应损耗、熔炼挥发损耗）	需按生产工艺明确损耗类型及量化数据
Waste（废料）	生产过程中产生的可回收/不可回收废料总质量	区分 “可回收废料”（如消费前废料）与 “不可回收废料”（如污染废料）

接下来是各个层面的计算方法：

（1）材料层面计算

该计算方式**适用于材料生产商**，比如铝板生产企业，直接按质量占比计算

消费前废铝含量=消费前再生铝质量/铝材质量*100%

消费后废铝含量=消费后再生铝质量/铝材质量*100%

示例：铝锭厂季度输入 1000kg 原生铝、300kg 消费前废铝、200kg 消费后废铝，产出铝棒 1200kg，则消费前废铝含量为 300/1200*100%=25%，消费后废铝含量为 200/1200*100%=16.67%。

（2）产品层面计算

该计算方式**适用于产品制造商**，需汇总部件中各材料的再生比例，按质量加权平均：

消费前再生材料含量=第 k 个部件总质量*该部件所用的消费前再生材料含量的加权/部件总质量*100%

消费后再生材料含量=第 k 个部件总质量*该部件所用的消费后再生材料含量的加权/部件总质量*100%

示例：铝制桌含桌腿（200g，铝，消费前废铝比例 30%，消费后废铝比例 20%）和桌面（800g，木材，无再生料），则：

桌腿消费前废料比例=200*30%/1000=6%

桌腿消费后废料比例=200*20%/1000=4%

（3）特殊场景（请注意这个只针对质量平衡模型，另外两个模型不存在这些特殊场景）

混合投入：同一核算周期内混合使用原生与再生材料，按“平均投入比例”计算产出的再生含量（如第一天用 100% 再生铝，第二天用 100% 原生铝，两天产出的再生含量为 50%）。

数据缺失：某材料的再生属性无法通过 CoC 验证时，默认按原生材料计。

总含量声明：若需声明“总再生材料含量”，必须同时披露消费前、消费后再生含量的具体数值，不可单独声明总含量。

5.编制报告

报告需按固定结构编制，确保信息完整、可验证，核心内容包括四大模块。**最关键的是对合规性与可追溯性进行保障！**

模块	关键内容	编制要求
基本信息	评估发起方、报告日期 / 地点、适用标准（EN 45557:2020）、引用文件（如 EN 45559）	明确责任主体，引用文件需标注版本号
评估范围	产品 / 部件 / 材料描述、材料集群规则、再生类型界定、核算周期	与实际评估操作一致，无模糊表述
数据与方法	追溯体系说明（CoC 模式）、投入 / 产出 / 库存 / 损耗 / 废料数据明细、计算过程（含公式与参数代入）	数据需附原始凭证编号（如入库单、盘点表），计算过程可复现

四、特定材料专项指导

标准 Annex A.5 针对塑料、金属、玻璃三类核心材料提供专项规则，避免跨行业应用歧义：

1. 金属（含铝、钢等）

   再生含量计算：按金属总质量的百分比核算。

   废料分类规则：

   消费前材料不包括什么？：冶炼 / 精炼、熔铸过程中产生的“内部废料”，英文表述是 internal scrap，（如炉渣、不合格铸坯），若在同一过程中回用（如直接回炉），不算消费前材料。

   什么算消费前材料？：下游加工（轧制、冲压、成品组装）产生的废料（边角料等），需转移至其他流程（如重新熔炼）回收。

   什么算消费后材料？：终端用户废弃的成品金属、未上市的库存金属（如滞销产品拆解的铝部件）。

   再生含量固定点：金属铸造成坯（ slab/bloom/ billet/ingot）后，再生含量不再变更。

五、标准使用场景

1.核心价值

统一行业语言：解决再生材料定义、分类、计算方法不统一的问题，避免企业“自说自话”。

支撑合规准入：满足欧盟 ErP 生态设计指令要求，是产品进入欧盟市场的重要合规依据。

降低交易成本：标准化的追溯与报告体系，减少企业与客户、监管机构的沟通与验证成本。

2. 典型应用场景

企业层面：产品再生含量声明、供应链再生材料管理、ESG 报告数据支撑。

市场层面：欧盟市场准入合规、客户（如大型零售商、工业企业）再生含量要求响应。

监管层面：欧盟成员国对 ErP 产品生态设计要求的监督检查。

六、合规与验证要点

内部审核：定期核查追溯记录、原始凭证、计算过程与报告的一致性，建议每季度开展一次内部审计。

第三方验证：若客户或监管要求，可委托行业专业机构（如深耕有色金属行业多年的唯一产品认证机构有色金属技术经济研究院）对 CoC 体系及再生含量计算结果进行验证。

标准协同：需配合 EN 45559（材料效率信息披露方法）开展报告编制，涉及 WEEE（废弃电子电气设备）的产品需参考 EN 50625。

动态更新：关注 CEN 对标准的修订通知及欧盟《2009/125/EC 指令》的更新，及时调整操作流程。

总结

EN45557:2020 通过明确术语、规范流程、统一计算，为能源相关产品的再生材料含量评估提供了可操作的框架。企业需重点关注范围定义、CoC 追溯、质量平衡计算几个要点，尤其需准确区分消费前/后材料，并按要求在报告中分别列出比例，以满足欧盟市场准入和品牌可持续发展需求。

中国部分企业的再生材料的认证若按本标准执行现阶段还存在较大困难，因为目前国内大部分企业消费前消费后废料追溯不清晰、采购难度较大，无法追溯时按照原铝认证对企业来说不公平。国内目前还处于“能买到消费前废料”就很不容易的阶段，还没到全面开展消费后废料的采购和使用阶段。

但是本标准为国内再生材料的认证体系的建设起了很好的示范作用。