



中华人民共和国国家标准

GB/T 16716.5—202X
代替 GB/T 16716.6—2012

包装与环境 第5部分：能量回收

Packaging and the environment - Part 5: Energy recovery

(ISO 18605: 2013, Packaging and the environment - Energy recovery, MOD)

(征求意见稿)

(本稿完成时间：2023.6)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言	I
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 最低净热值的确定	2
5 要求	2
6 程序	3
附 录 A （资料性） 热量增益的确定和最低理论净热值说明.....	4
附 录 B （资料性） 推导包装的最小净热值，以优化实际工业系统中的能量回收.....	6
附 录 C （资料性） 不适合能量回收流程的包装.....	11
附 录 D （资料性） 满足本部分要求的能量回收评估声明表.....	12
附 录 E （资料性） 满足本部分要求的能量回收评估声明表完整示例.....	14
文件编号	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

GB/T 16716《包装与环境》系列标准是我国包装与环境领域的专业基础标准。

本文件是 GB/T 16716《包装与环境》的第5部分。GB/T 16716已经发布了以下部分：

- 第1部分：通则；
- 第2部分：包装系统优化；
- 第3部分：重复使用；
- 第4部分：材料循环再生。

本文件代替 GB/T 16716.6—2012《包装与包装废弃物 第6部分：能量回收利用》，与 GB/T 16716.6—2012 相比，除结构性调整和编辑性修改外，主要技术内容变化如下：

- 删除了关于“净热值”、“包装组分”、“包装成分”的术语和定义（见 GB/T 16716.6—2012 3.1、3.7、3.8）；
- 增加了关于“等体积净热值”、“能量回收”的术语和定义（见 3.1、3.7）；
- 修改了关于“必需能量”、“热量增益”、“最低理论净热值”、“有效热量”、“焚烧”的术语和定义（见 3.2、3.3、3.4、3.5、3.6，GB/T 16716.6—2012 3.2、3.3、3.4、3.5、3.6）；
- 修改了“要求”的有关内容（见第5章，GB/T 16716.6—2012 的第5章）；
- 修改了“程序”的有关内容（见第6章，GB/T 16716.6—2012 的第6章）；
- 修改了“推导包装的最小净热值，以优化实际工业系统中的能量回收”的有关内容（见附录 B，GB/T 16716.6—2012 的附录 B）；
- 删除了“能量回收过程中的技术措施”（见 GB/T 16716.6—2012 的附录 C）；
- 增加了“不适合能量回收流程的包装”（见附录 C）；
- 修改了“符合本部分要求的声明示例”的有关内容（见附录 D，GB/T 16716.6—2012 的附录 D）
- 增加了“满足本部分要求的能量回收评估声明表完整示例”（见附录 E）。

本文件使用翻译法修改采用 ISO 18605:2013《包装与环境 - 能量回收》。

本文件与 ISO 18605:2013 相比，在结构上删除了引言。

本文件与 ISO 18605:2013 的技术性差异及其原因如下：

——关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第2章“规范性引用文件”中，具体调整如下：

用 GB/T 16716.1 代替了 ISO 18601；

用 GB/T 23156 代替了 ISO 21067；

增加引用了 GB/T 16716.2。

本部分做了下列编辑性修改：

——为与现有标准体系一致，将标准名称改为《包装与环境 第5部分：能量回收》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国包装标准化技术委员会(SAC/TC49)提出并归口。

本文件起草单位：中国出口商品包装研究所等。

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

GB/T 16716.5—202X

——2012年首次发布为 GB/T 16716.6-2012；
——本次为第一次修订。

引 言

GB/T 16716《包装与包装废弃物》（共7个部分）是我国制定的第一套包装与环境领域的专业基础标准，对推动我国包装与环境的协调发展和包装行业的技术进步发挥了积极的引领和带动作用。2013年国际标准化组织制定发布了包装与环境系列标准。为了与国际标准协调一致，促进国际贸易发展，GB/T 16716本次修订采用了国际标准，并将标准名称修改为GB/T 16716《包装与环境》。

GB/T 16716《包装与环境》由六部分构成（如图1所示）。

- 第1部分：通则。
- 第2部分：包装系统优化。
- 第3部分：重复使用。
- 第4部分：材料循环再生。
- 第5部分：能量回收。
- 第6部分：有机循环。

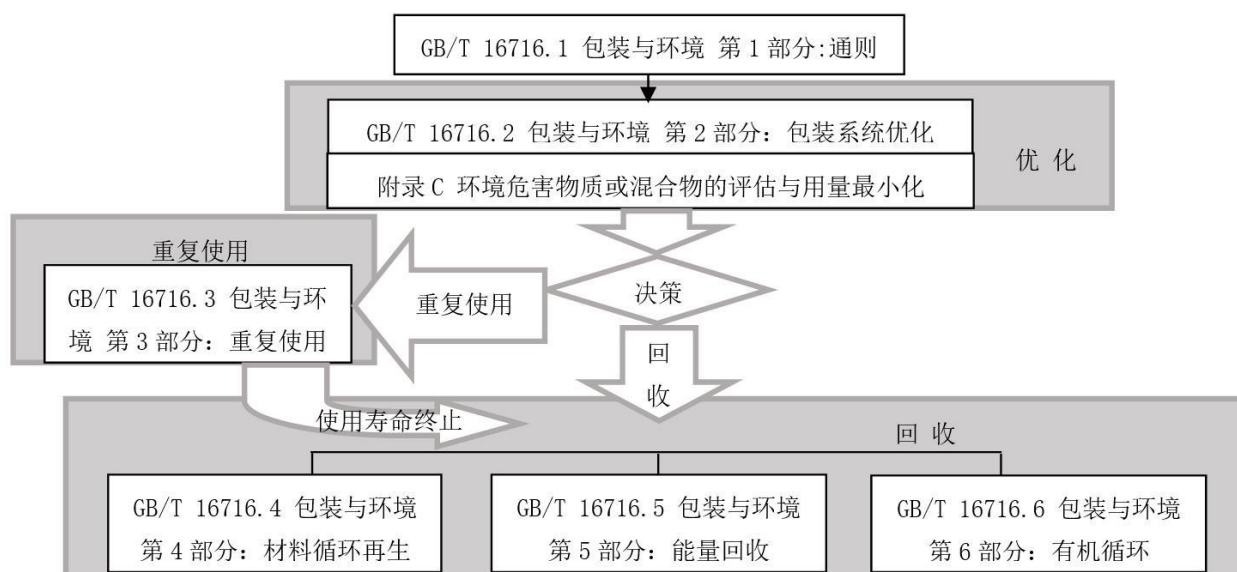


图1 包装与环境标准的关系

包装与环境 第5部分：能量回收

1 范围

本文件规定了包装能量回收的要求和评估程序。

本文件适用于可以能量回收的形式回收利用的包装的评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 16716.1 包装与环境 第1部分：通则

GB/T 16716.2 包装与环境 第2部分：包装系统优化

GB/T 23156 包装 包装与环境 术语

3 术语和定义

GB/T 16716.1和 GB/T 23156界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

等体积净热值 net calorific value at constant volume

在恒定体积的条件下，在氧气中燃烧的固体燃料的单位质量的燃烧比能的绝对值，使得所有反应产物的水都保持为水蒸气（理想状态下0.1 MPa时），所有其他产品的总热值均在参考温度下。

注：在包装与环境领域中，“燃料”指已用的包装。

3.2

所需能量 required energy/ H_a

绝热地加热材料的后燃烧物质和过量空气从环境温度到指定最终温度所需的能量。

3.3

热量增益 calorific gain

材料燃烧释放的能量与 H_a 之间的正差值。

3.4

最低理论净热值 theoretical minimum net calorific value/ $q_{\text{net, min, theor}}$

燃烧释放的能量的一部分，足以绝热地将材料或产品的燃烧后物质和过量空气从指定的环境温度加热到指定的最终温度。

3.5

可用热能 available thermal energy

实际工业系统中燃烧释放的能量中得到转移的部分（如转移到锅炉的蒸汽循环中），即总释放能量减去热量损失。

3.6

燃烧/焚化 combustion/ incineration

对有机材料和金属的氧化反应。

注：现代焚化厂能够高效地分离能量，并以能量回收的形式使用它。一般情况下的“焚化”是指通过燃烧减少固体废弃物的过程，不论是否存在能量回收。而在包装与环境领域，本术语仅指存在能量回收的焚化过程。

3.7

能量回收 energy recovery

通过直接可控的燃烧产生可用的能量。

4 最低净热值的确定

理论最小净热值 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{theor}}$ 是材料的特性。它取决于燃烧过程所需的温度和其他条件。在本部分中，它被标识为 H_a ，可以通过附录 A 中描述的方法确定。附录A通过热增益的技术概念确定了理论最小净热值。

实际最小净热值， $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 是指实际工业系统中允许的能量回收优化，其界定见附录 B。

5 要求

为了在实际工业系统中优化能量回收，理论热增益应远高于零。如需声明能量回收的 q_{net} 应等于或大于 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ ，见附件 B 中表 B.2 所列的各种焚烧条件。

注 1：包装由至少 50%（按重量计）的有机成分组成，例如：木材、纸板、纸和其他有机纤维、淀粉、塑料，提供热增益并满足 q_{net} 等于或大于 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 的要求，如附件 B 表 B.2 中所列的各种焚烧条件所定义。

注 2：由重量超过 50% 的无机成分组成的包装，例如：无机填料和层，可以以能量的形式回收，前提是 q_{net} 等于或大于 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ ，如附件 B 表 B.2 中所列的各种焚烧条件所定义。

注 3：由重量超过 50% 的无机成分组成的包装，其主要成分是不可能量回收的（例如：带有塑料盖的玻璃或刚性

金属容器)，不被认为是可能量回收的。

注 4：薄铝（通常厚度小于 50 μm ）可提高包装的 q_{net} ，并被认为是可回收能量的。超过 50 μm 厚的铝不被认为是可能量回收的。

注 5：GB/T 16716.2中规定了若干环境危害物质。关于不适合能量回收的包装的其他方面见附录C。

6 程序

6.1 应用

适用本部分的特定包装类型应符合GB/T 16716.1中的规定。

6.2 评估

可以通过根据附录 B 中给出的数据计算或使用附录 A 中的方法来评估包装的能量可回收性。

6.3 符合要求的自我声明

供应商应根据GB/T 16716.1第 5 章规定的要求进行自我声明，自我声明示例见附录D。

附录 A

(资料性)

热量增益的确定和最低理论净热值说明

热量增益的确定基于燃烧化学和热力学中计算绝热最终温度的标准程序。

一种材料的净热值 q_{net} 是它燃烧时释放的热量和所有水都保留在气相中时释放的热量。为了以能量的形式回收，包装应在能量回收过程中提供热量增益。为符合本部分要求，假定当 q_{net} 超过所需的能量 H_a 时，将燃烧后物质（包括过量空气）的温度从环境温度绝热升高到规定的最终温度时，则视为实现了本部分回收利用的目标。获得的热量增益应符合公式 (A. 1)。

$$q_{net} - H_a > 0 \quad \dots\dots\dots$$

(A. 1)

由不同组件或组分组成的包装的净热值可按公式 (A. 2) 计算。

$$q_{net} = \sum_{i=1}^n f_i q_{net.i} \quad \dots\dots\dots \text{(A. 2)}$$

式中：

- q_{net} —— 包装的净热值；
- f_i —— 包装中各组件或组分中“ i ”的质量份额；
- $q_{net.i}$ —— 包装中各组件或组分“ i ”的净热值。

可燃包装可能含有惰性的、或起反作用（吸热）的非可燃组件和（或）组分，这可能会对热量增加产生负面影响。

可通过应用公式 (A. 3) 和 (A. 4) 确定指定为 H_a 的理论最小净热值。

$$q_{net.min.theor} = H_a = \sum_{i=1}^n f_i H_{a.i} \quad \dots\dots\dots \text{(A. 3)}$$

式中：

- H_a —— 焚烧物、残渣和过剩空气从环境温度绝热升温到最终温度需要的能量；
- $H_{a.i}$ —— 包装中各组件或组分“ i ”的焚烧物、残渣和过剩空气，从环境温度绝热升温到最终温度需要的热量。

$$H_{a.i} = \sum_{j=1}^m g_j C_{pj} [T_a - T_0] \quad \dots\dots\dots \text{(A. 4)}$$

式中：

g_j —— 焚烧物、残渣(烟道气和灰烬)和过剩空气“ j ”与包装中的组件或组分“ i ”的比率;

$C_{p,j}$ —— 焚烧物“ j ”的定压比热容;

T_a —— 绝热的最终温度;

T_0 —— 环境温度。

公式(A.4)适用于绝热情况。为符合本部分的要求, H_a 应在规定的焚烧条件下计算。由于焚烧条件不同, H_a 应在不违背国家法规要求的前提下以 T_a 计算。

示例1 对于欧盟国家, H_a 应在指定条件下计算, 目前在指令 2000/76/EC 中给出, 即最终温度 T_a 为 850°C 。 T_0 设置为 $6\% \text{O}_2$ 条件下 25°C 。

示例2 对于加拿大, H_a 应在指定条件下计算, 目前在报告 CCME-TS/WM-TRE003 中给出, 即最终温度 T_a 为 1000°C 。 T_0 设置为 $7 \sim 11\% \text{O}_2$ 条件下 25°C 。

示例3 对于日本, H_a 应在指定条件下计算, 目前在国家法规中给出, 即最终温度 T_a 为 800°C 。 T_0 设置为 25°C 。

H_a 可以根据从材料供应商处获得的化学成分声明来计算。

单个包装材料的 q_{net} 值可从原材料供应商或标准手册中获得。一个包装的 q_{net} 按公式(A.2)计算。 q_{net} 也可以根据 ISO 1928:2009 通过实验确定。

计算 H_a 所需的灰分(或固体残留物)应通过 ISO 1171:2010 中规定的方法确定。

附录 B

(资料性)

推导包装的最小净热值，以优化实际工业系统中的能量回收

对于能量回收，包装在附件A中提到的条件下焚烧时应产生能量。热增益是在理想的绝热情况下确定的，在稳态条件下没有损失。在实际工业系统中，可利用的热能总是大于理论发热量。尽管燃烧设备中存在热损失，但热烟道气的热回收导致整体热效率为75-90%。表 B.1 给出了典型包装组分、包装部件、包装材料和包装的 q_{net} 、热增益和可用热能的值。所示的一些包装材料并不常用，但已被选择以展示各种可能性。

烟道气净化和残渣处理的能源消耗大约是能源输入的百分之几。所有废弃物回收或处置选项都需要能源来进行运输和处理。这因情况而异，但通常远低于1 MJ/kg 废弃物。

图B.1是表B.1的图形表示。对于各种焚烧条件的最终温度，将热量增益绘制为 q_{net} 的函数。对于每个最终温度，根据最小二乘法计算一条平均线并扩展到 $q_{\text{net}}=0$ 。从这个统计分析中，可以计算每个焚烧最终温度的实际能量回收所需值 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 。

首先，计算每条曲线在热增益=0时 q_{net} 的截距。然后，对 q_{net} 的每个截距应用95%置信限，获得理论最小值 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{theor}}$ 。对 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{theor}}$ 应用工业过程设计和施工中常用的安全系数2，计算所需值 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 。

例如，在最终温度为850°C的情况下，外推表明当 $q_{\text{net}} > 1.9 \text{ MJ/kg}$ 时，热增益 > 0 。考虑到95%的置信限，理论最小值 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{theor}}$ 介于1.3和2.5 MJ/kg之间。应用安全系数2，所需值 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 设置为5 MJ/kg。在这种情况下，热量增加约为2MJ/kg，计算出的可用热能为4MJ/kg或更多。即使考虑到额外的运输和处理、烟气净化和残渣处理的能源消耗，可用的热能也超过了这些操作消耗的能量。

表B.2总结了基于这些计算的各种焚烧温度的最小净热值 $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ ，因为各国的焚烧温度不同， $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 应根据各国焚烧法规规定的条件设定。

示例1 对于欧盟国家，考虑到指令2000/76/EC中给出的最终焚烧温度，即最终温度 T_a 为850°C， $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 应设置为5 MJ/Kg。

示例2 对于加拿大，考虑到报告CCME-TS/WM-TRE003中给出的最终焚烧温度，即最终温度 T_a 为1000°C， $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 应设置为6.8 MJ/Kg。

示例3 对于日本，考虑到国家法规中给出的最终焚烧温度，即最终温度 T_a 为800°C， $q_{\text{net}, \text{min}, \text{real}}$ 应设置为4.6 MJ/Kg。

表 B.1 — 对于一系列组分、组件和包装，在 25℃的环境温度和 6%O₂ 的各种最终温度下计算的热增益。q_{net} 是材料特定的，可以通过标准方法确定，例如通过量热法 (ISO 1928:2009)。

大多数材料的数据可在文献中找到（例如化学和物理手册）

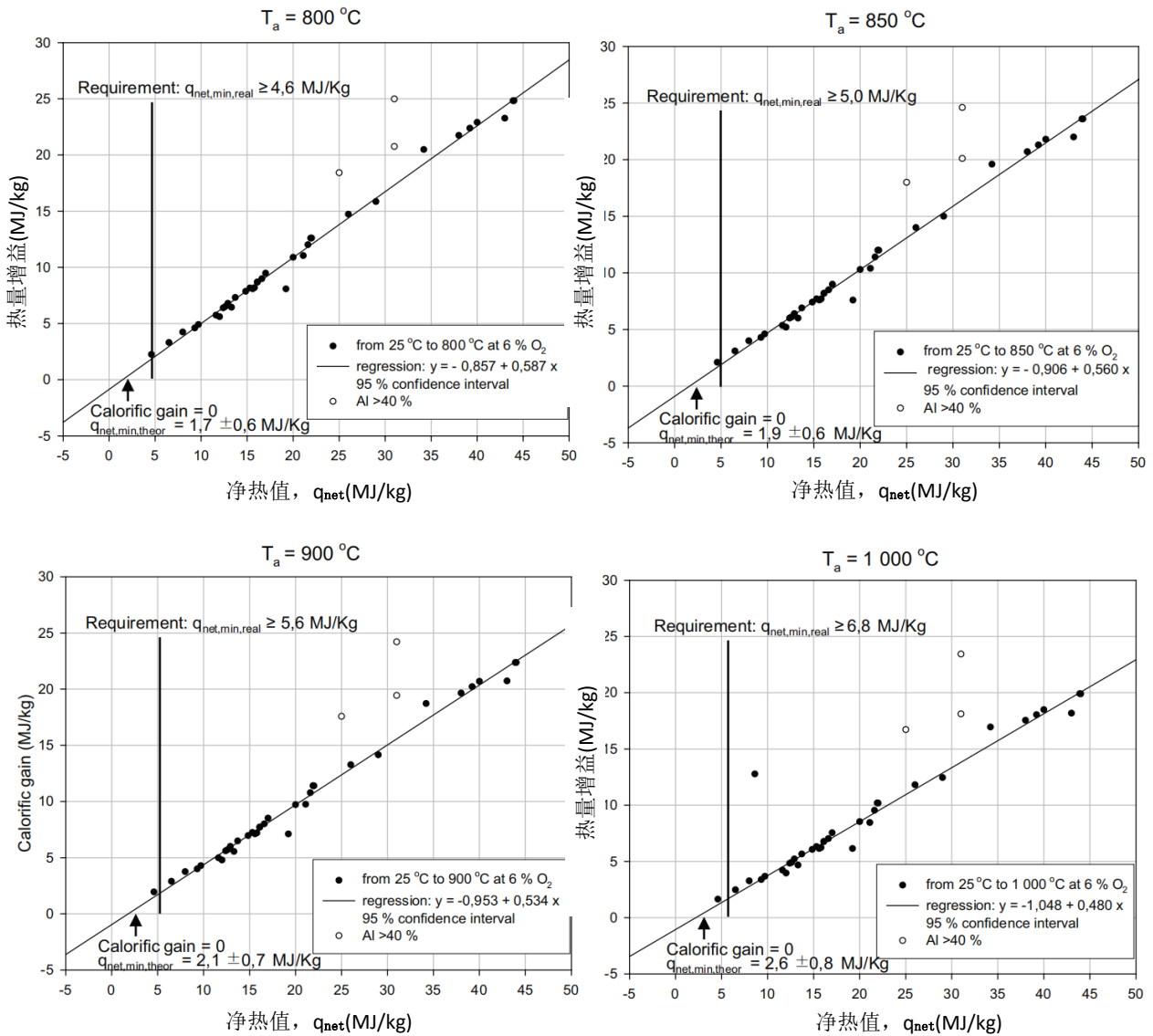
示例 满足能量回收要求 不满足能量回收要求	q _{net} (MJ/ kg) ^e	不同焚烧温度下的 H _a (MJ/kg) (T _a , °C)				q _{net} - H _a , 不同焚烧温度的热 量增益 (MJ/kg) (T _a , °C)				可用 热能 (MJ/kg) ^f	灰分或 固体残 留物 (重 量%) ^g
		800	850	900	1000	800	850	900	1000		
纤维素	16.1	7.4	7.9	8.4	9.3	8.7	8.2	7.7	6.8	12.1	<0.1
木素	26.0	11.3	12	12.7	14.2	14.7	14.0	13.3	11.8	19.5	<0.1
淀粉	16.1	7.4	7.9	8.4	9.3	8.7	8.2	7.7	6.8	12.0	<0.1
惰性材料（陶瓷、玻璃等）	0.0	0.9	1.0	1.1	1.2	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2	-	100.0
碳酸钙 ^a	-2.0	0.9	1.0	1.1	1.2	-2.9	-3.0	-3.1	-3.2	-	56.0
水（潮气）	-2.0	1.9	2.0	2.1	2.4	-3.9	-4.0	-4.1	-4.4	-	0.0
木材											
干燥木材	20.0	9.1	9.7	10.3	11.5	10.9	10.3	9.7	8.5	15.0	0.4
20%湿润木材	15.6	7.5	8.0	8.5	9.5	8.1	7.6	7.1	6.1	11.7	0.3
30%湿润木材	13.3	6.9	7.3	7.7	8.6	6.4	6.0	5.6	4.7	10.0	0.3
50%湿润木材	8.8	5.4	5.7	6.0	6.7	3.4	3.1	2.8	2.1	6.6	0.2
纸和纸板											
干燥纸板（66%纤维素、 23%木素、11%惰性图层）	16.6	7.6	8.1	8.6	9.6	9.0	8.5	8.0	7.0	12.5	11.0
7%湿润纸板（66%纤维素、 23%木素、11%惰性图层）	15.3	7.1	7.6	8.1	9.0	8.2	7.7	7.2	6.3	11.5	10.0
干燥纸板（85%纤维素、 15%惰性填充）	13.7	6.4	6.8	7.2	8.0	7.3	6.9	6.5	5.7	10.3	15.0
7%湿润纸板（85%纤维素、 15%惰性填充）	12.6	6.1	6.5	6.9	7.7	6.5	6.1	5.7	4.9	9.5	14.0
干燥裹包纸（80%纤维素、 20%惰性填充）	12.9	6.1	6.5	6.9	7.7	6.8	6.4	6.0	5.2	9.7	20.0
3%湿润裹包纸（80%纤维 素、20%惰性填充）	12.4	6.0	6.4	6.8	7.6	6.4	6.0	5.6	4.8	9.4	19.0
干燥裹包纸（60%纤维素、 40%惰性填充）	9.7	4.8	5.1	5.4	6.0	4.9	4.6	4.3	3.7	7.3	40.0
3%湿润干燥裹包纸（60% 纤维素、40%惰性填充）	9.3	4.7	5.0	5.3	5.9	4.6	4.3	4.0	3.4	7.0	39.0
<p>a 在燃烧过程中，碳酸钙吸热形成氧化钙和二氧化碳；</p> <p>b 根据第 5 章注 4，厚度达 50 μm 的薄规格铝应被认为是可能量回收的；</p> <p>c 超过 50 μm 的铝应被视为不可能量回收（第 5 章注 4）；</p> <p>d 包装不满足能量可回收性的要求，但有机组件提供可用的热能（第 5 章注 3）；</p> <p>e 用粗体字母表示的 q_{net} 值表示包装、组分或组件满足第 5 章的要求；</p> <p>f 用于热损失为 25%的垃圾焚烧发电厂的条件。可用热能= 0.75 × q_{net}；</p> <p>g 由 ISO 1171:2010 确定。</p>											

表B.1 (续)

7%湿润漂白纸 (100%纤维素)	14.8	6.9	7.4	7.8	8.7	7.9	7.4	7.0	6.1	11.1	<0.1
6%湿润涂层牛皮纸 (80%纤维素、20%碳酸钙)	11.6	5.9	6.2	6.6	7.4	5.7	5.4	5.0	4.2	8.7	19.0
聚合物											
聚乙烯 PE	43.0	19.7	21.0	22.3	24.8	23.3	22.0	20.7	18.2	32.2	<0.1
聚丙烯 PP	44.0	19.2	20.4	21.6	24.1	24.8	23.6	22.4	19.9	33.0	<0.1
聚苯乙烯 PS	40.0	17.1	18.2	19.3	21.5	22.9	21.8	20.7	18.5	30.0	<0.1
聚氯乙烯 PVC	17.0	7.5	8.0	8.5	9.5	9.5	9.0	8.5	7.5	12.8	<0.1
聚对苯二甲酸乙二醇酯 PET	22.0	9.4	10.0	10.6	11.8	12.6	12.0	11.4	10.2	16.5	<0.1
聚碳酸酯 PC	29.0	13.2	14.0	14.8	16.5	15.8	15.0	14.2	12.5	22.0	<0.1
金属											
铝 (易燃) ^b	31.0	6.0	6.4	6.8	7.6	25.0	24.6	24.2	23.4	23.3	189.0
铝 (惰性) ^c	0.0	0.9	1.0	1.1	1.2	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2	-	100.0
钢铁 (惰性)	0.0	0.4	0.4	0.4	0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-	100.0
塑料											
含 55%碳酸盐的 PP	21.1	10.1	10.7	11.3	12.6	11.0	10.4	9.8	8.5	15.8	28.0
含 70%碳酸盐的 PP	12.0	6.4	6.8	7.2	8.0	5.6	5.2	4.8	4.0	9.0	39.0
含 2%二氧化钛的 PS	39.2	16.8	17.9	19.0	21.2	22.4	21.3	20.2	18.0	29.4	2.0
层压板											
干燥纸板 (66%纤维素、23%木素、11% 惰性涂层) 含 7%水分、20% PE、5%铝	21.6	9.6	10.2	10.8	12.1	12.0	11.4	10.8	9.5	16.2	17.0
71%PE、12%铝、17%PET	38.0	16.3	17.3	18.3	20.4	21.7	20.6	19.7	17.6	28.5	23.0
49%PE、22%铝、29%PET	34.2	13.7	14.6	15.5	17.3	20.5	19.7	18.7	16.9	25.7	42.0
23%PE、46%铝、31%PET	31.0	10.2	10.9	11.6	12.9	20.8	20.1	19.4	18.1	23.3	87.0
含 0.7%铝层的 PP 薄膜	43.9	19.1	20.3	21.5	24.0	24.8	23.6	22.4	19.9	32.9	1.0
含 0.7%SiO _x 层 PET 薄膜	21.9	9.3	9.9	10.5	11.7	12.6	11.9	11.4	10.2	16.4	1.0
58.1%铝、41.9% PVC	25.0	6.6	7.0	7.4	8.3	18.4	18.0	17.6	16.7	19.0	110.0
包装											
16%湿润木托盘、2%钉子	16.1	7.9	8.4	8.9	9.9	8.2	7.7	7.2	6.2	11.9	2.0
<p>a 在燃烧过程中, 碳酸钙吸热形成氧化钙和二氧化碳;</p> <p>b 根据第 5 章注 4, 厚度达 50 μm 的薄规格铝应被认为是可能量回收的;</p> <p>c 超过 50 μm 的铝应被视为不可能量回收 (第 5 章注 4);</p> <p>d 包装不满足能量可回收性的要求, 但有机组件提供可用的热能 (第 5 章注 3);</p> <p>e 用粗体字母表示的 q_{net} 值表示包装、组分或组件满足第 5 章的要求;</p> <p>f 用于热损失为 25% 的垃圾焚烧发电厂的条件。可用热能 = 0.75 × q_{net};</p> <p>g 由 ISO 1171:2010 确定。</p>											

表B.1 (续)

16%湿润木托盘、4%钉子	15.1	7.6	8.1	8.6	9.6	8.2	7.7	7.2	6.2	11.9	4.0
16%湿润木箱、5%钉子	15.6	7.5	8.0	8.5	9.5	8.1	7.6	7.1	6.1	11.7	5.0
调料罐 (81.8%钢铁、18.2PP)	9.0	3.8	4.0	4.2	4.7	4.2	4.0	3.8	3.3	6.0	82.0
气雾剂罐 (85.2%钢铁、14.8%PP) ^d	6.5	3.2	3.4	3.6	4.0	3.3	3.1	2.9	2.5	4.9	85.0
糖浆罐 (89.5%钢铁、10.5%PP) ^d	4.6	2.3	2.5	2.7	3.0	2.3	2.1	1.9	1.6	3.5	89.0
<p>a 在燃烧过程中, 碳酸钙吸热形成氧化钙和二氧化碳;</p> <p>b 根据第5章注4, 厚度达50 μm的薄规格铝应被认为是可能量回收的;</p> <p>c 超过50 μm的铝应被视为不可能量回收 (第5章注4);</p> <p>d 包装不满足能量可回收性的要求, 但有机组件提供可用的热能 (第5章注3);</p> <p>e 用粗体字母表示的 q_{net} 值表示包装、组分或组件满足第5章的要求;</p> <p>f 用于热损失为25%的垃圾焚烧发电厂的条件。可用热能 = $0.75 \times q_{net}$;</p> <p>g 由 ISO 1171:2010 确定。</p>											



图B.1 — 对于表B.1中的组分、组件和包装，在各种焚烧条件下，作为 q_{net} 函数的热量增益。该图像根据最小二乘法计算并外推到 $q_{net}=0$

注：直线上的三个点代表铝含量超过40%（按重量计）的例子。在热力学中，铝的表现不像有机材料，因此这些数据被排除在计算之外。

表B.2 — 最小净热值 $q_{net, min, real}$ ，在25°C的环境温度和6%O₂的各种最终焚烧温度下计算得出

	焚烧温度 (T_a , °C)			
	800	850	900	1000
理论最低热值, $q_{net, min, theor}$ (MJ/Kg)	1.7	1.9	2.1	2.6
置信区间 (MJ/Kg)	±0.6	±0.6	±0.7	±0.8
最低净热值 $q_{net, min, theor}$ (MJ/Kg)	4.6	5.0	5.6	6.8

附 录 C
(资料性)
不适合能量回收流程的包装

在能量回收之前的收集或分类过程中，包装本身并不构成危险。然而，在处理任何以前可能含有有害物质的用后包装时，必须采取适当的预防措施，并满足GB/T 16716.1和GB/T 16716.2对环境危害物质的要求。

GB/T 16716.2中规定了关于四种重金属含量的要求。它们在包装材料中的浓度可以通过标准方法确定，并且可以根据材料成分计算任何特定包装。这在GB/T 16716.2的附录 C 中有所涉及。必须设计能量回收设施，以尽量减少与这些重金属相关的环境影响。

用后包装中可能存在的任何对环境有害的有机物质都将被燃烧过程的高温分解。排放受每个国家/地区的法规约束。

硫、氮和卤素等产酸元素燃烧产生的物质确实具有技术和环境影响。出于合理的功能原因，可燃包装可能包含其中一些元素。GB/T 16716.2的附录 C 中涵盖了环境危害物质的最小化方法。尽管需要特定的过程管理，但包装仍会在燃烧过程中提供热量增益。城市固体废弃物焚化炉配备了以满足技术和环境要求的方式处理形成的酸的设备，以满足每个国家废物焚化法规的要求。

焚烧产生的残渣、炉渣和底灰也受监管。对于某些元素（例如金属），可以选择其他回收过程，例如材料循环再生。

用于包装的惰性材料通常不会妨碍能量回收，但可能会影响焚烧过程的效率。

附录 D

(资料性)

满足本部分要求的能量回收评估声明表

文件编号		日期
包装信息		
焚烧条件 (T_a) ^a		$Q_{net, min, real}$ ^b
a 焚烧条件不同。参考各国法规中的焚烧条件。		
b 参见附录B中的表B.2。使用该值确定D.1中的评估C。		

D.1 评估程序

D.1.A 有机物含量 $\geq 50\%$ (按质量)	是 适合能量回收按D.3(a)继续	否 按D.1 B继续
D.1.B 无机物含量 $> 50\%$ (按质量) 用D.2计算	是 如果以组分形式呈现: 按D.2继续	是 如果以组件形式呈现: 不适合能量回收, 按D.3 b)继续
D.1.C $Q_{net} \geq Q_{net, min, real}$?	是 适合能量回收按D.3 a)继续	否 不符合GB/T 16716.5的要求 按D.3 b)继续

D.2 包装说明、重量百分比和 q_{net} 的计算

材料	功能		% (重量)	净热值 q_{net} (MJ/kg)	已知质量的净热 值 q_{netc} (MJ/kg)	评定
	组件	组分				
1						
2						
3						
4						
5						
合计						

返回到表D.1 C

D.3 符合性评估

- a) 包装符合能量回收利用的要求, 按D.4进行;
- b) 包装不符合GB/T 16716.5的要求。

D.4 符合性声明

本包装符合GB/T 16716.5 关于能量回收的要求。

日期和签名:

姓名:

职务:

组织:

邮寄地址:

附录 E

(资料性)

满足本部分要求的能量回收评估声明表完整示例

文件编号		日期
包装信息	杯盖: PET (12 μm) / 铝 (30 μm) / PE (40 μm)	
焚烧条件 (T _a) ^a	6%O ₂ 条件下25℃~850℃	q _{net, min, real} ^b
5MJ/Kg		
a 焚烧条件不同。参考各国法规中的焚烧条件。		
b 参见附录B中的表B.2。使用该值确定D.1中的评估C。		

D.1 评估程序

D.1.A 有机物含量 ≥ 50 % (按质量)	是 适合能量回收按D.3(a)继续	否 按D.1 B继续
D.1.B 无机物含量 > 50 % (按质量) 用D.2计算	是 如果以组分形式呈现: 按D.2继续	是 如果以组件形式呈现: 不适合能量回收, 按D.3 b)继续
D.1.C q _{net} ≥ q _{net, min, real} ?	是 适合能量回收按D.3 a)继续	否 不符合GB/T 16716.5的要求 按D.3 b)继续

D.2 包装说明、重量百分比和 q_{net} 的计算

材料	功能		% (重量)	净热值 q _{net} (MJ/kg)	已知质量的净热 值 q _{nte} (MJ/kg)	评定
	组件	组分				
1	铝箔	○	60.5	31.0	18.8	
2	PET	○	12.5	22.0	2.8	
3	PE	○	27.0	43.0	11.6	
4						
5						
合计					33.2	

返回到表D.1 C

D.3 符合性评估

- a) 包装符合能量回收利用的要求, 按D.4进行;
- b) 包装不符合GB/T 16716.5的要求。

D.4 符合性声明

本包装符合GB/T 16716.5 关于能量回收的要求。

日期和签名:

姓名:

职务:

组织:

邮寄地址:
