

中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

GB 2587 — 81

热设备能量平衡通则

1 适用范围

本标准主要适用于使用燃料和利用热量的热设备，是进行能量平衡时的原则规定。

2 基本用语的概念

2.1 体系

进行能量平衡的对象。

体系应有明确的边界线，以确定进行能量平衡的范围。一般情况下，有物质通过一部分边界线。体系以外的物体均称外界。

2.2 能量平衡

对进入体系的能量与离开体系的能量在数量上的平衡关系进行考察。

能量平衡简称能平衡，又称热平衡。

对确定的体系：

$$\text{输入能量} = \text{输出能量} + \text{体系内能量的变化}$$

在正常连续生产时，通常视为稳定状态，则体系内的能量不发生变化，故

$$\text{输入能量} = \text{输出能量}$$

2.3 能量平衡测定

通过计量与测试手段和一定的程序方法，对供给热设备的燃料、蒸汽、电力等各种能源所提供的能量的使用状况，如利用与损失，分布与流向等，进行定量的分析。

2.4 内能

内能通常是指分子运动的能量，用符号 U 表示。

内能是状态参数，其值取决于物质所处的状态。

2.5 焓

内能 U 与压力 p 和体积 V 乘积之和称为焓，用 H 表示。

$$H = U + pV$$

通常，在计算中采用单位质量的参数，即

$$h = u + pv$$

式中： h ——单位质量的焓；

u ——单位质量的内能；

v ——比容。

国 家 标 准 总 局 发 布

中华人民共和国国家计划委员会

中华人民共和国国家经济委员会 提出

国 家 标 准 总 局

1 9 8 1 年 7 月 1 日 实施

国家标准总局标准化综合研究所 起草

焓是状态参数。

2.6 显热

物质发生温度变化时所吸收或放出的热量称为显热。一般是指定压条件下的显热。

2.7 潜热

当物质发生相变时,所吸收或放出的热量称为潜热。相变一般在定压下发生。汽化热(凝结热)、融化热(凝固热)、升华热(凝聚热)等均属潜热,相变过程中温度不发生变化。

2.8 反应热

在物质化学反应时所放出或吸收的热量。此化学反应通常在定温、定压或定温、定容条件下进行。

2.9 高(位)发热量

燃料完全燃烧,并当燃烧产物中的水蒸汽(包括燃料中所含水分生成的水蒸汽和燃料中氢燃烧时生成的水蒸汽)凝结为水时的反应热。其值由测量获得,要求反应前后温度相同。

2.10 低(位)发热量

燃料完全燃烧,其燃烧产物中的水蒸汽仍以气态存在时的反应热。它等于从高(位)发热量中扣除水蒸汽凝结热后的热量。其值由计算获得:

$$Q_{DW} = Q_{GW} - r \cdot w_{H_2O}$$

式中: Q_{DW} 、 Q_{GW} ——分别为燃料的低(位)与高(位)发热量;

r ——水蒸汽的凝结热;

w_{H_2O} ——燃烧产物中水蒸汽的相对量。

通常,燃料低(位)发热量可采用下列诸式进行计算,但允许根据燃料成分增加必要的项目。

2.10.1 对固体燃料和液体燃料

$$Q_{DW} = Q_{GW} - 25(9w_H + w_W) \quad \text{kJ/kg}$$

$$\text{或} \quad Q_{DW} = Q_{GW} - 6(9w_H + w_W) \quad \text{kcal/kg}$$

式中: w_H 、 w_W ——分别表示燃料中氢和水的质量(重量)百分数。

2.10.2 对气体燃料

$$Q_{DW} = Q_{GW} - 20(\varphi_{H_2} + \frac{1}{2}\sum n\varphi_{C_mH_n} + \varphi_W) \quad \text{kJ/m}^3$$

$$\text{或} \quad Q_{DW} = Q_{GW} - 4.7(\varphi_{H_2} + \frac{1}{2}\sum n\varphi_{C_mH_n} + \varphi_W) \quad \text{kcal/m}^3$$

式中: φ_{H_2} 、 $\varphi_{C_mH_n}$ 、 φ_W ——分别表示燃料中氢、碳氢化合物及水蒸汽的体积(容积)百分数。

3 能量平衡计算时的基准

3.1 基准温度

原则上以环境温度(如外界空气温度)为基准。若采用其它温度基准时应予以说明。

3.2 燃料发热量

原则上以燃料应用基(即实际所应用的燃料)低(位)发热量为基准。若选用高(位)发热量时,应对选择的根据予以说明。

3.3 燃烧用空气

原则上采用下列空气组成:

按体积(容积)百分数, O_2 21.0%, N_2 79.0%;

按质量(重量)百分数, O_2 23.2%, N_2 76.8%。

4 进行能量平衡测定时的状态

进行能量平衡测定时，应使测定的对象处于正常运行状态，并对测定的日期、地点和时间（开始时间与结束时间），以及环境温度等予以明确记载。

5 能量平衡的内容

能量平衡主要包括输入能量与输出能量。

5.1 输入能量

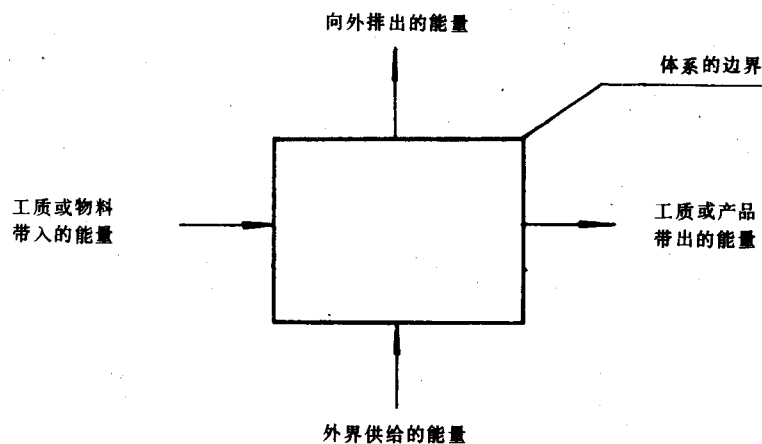
进行能量平衡的对象，即体系所收入的全部能量。它通常包括由工质或物料所带入体系的能量和外界供给体系的能量等。例如，进入体系的工质或物料的内能和外界对体系输入工质或物料时所作的功（其和相当于工质或物料的焓值），进入体系燃料等的发热量或反应热和显热，输入的电或机械功（包括通过转动轴输进的功等）以及外界对体系的传热量等。

5.2 输出能量

进行能量平衡的对象，即体系所输出的全部能量。它通常包括由工质或产品从体系带出的能量和体系向外排出的能量。例如，离开体系的工质或物料的内能和体系对外界输出工质或产品时所作的功（其和相当于工质或产品的焓值）、输出的电或机械功（包括通过转动轴输出的功等）以及体系对外界的传热量等。

6 能量平衡模型

6.1 以下列方框图作为进行能量平衡的模型，以减少漏计、重计和错计。方框表示进行能量平衡的体系。体系的确定应符合能量平衡的目的要求，有利于测试和方便计算。



6.2 各种设备体系的具体划分与相应的能量平衡模型，应由专业标准加以明确。

7 能量平衡结果的表示

7.1 能量平衡中的热量单位可根据设备和企业的特点采用，并允许用其倍数单位。

千焦/时（千卡/时），

千焦/周期（千卡/周期），

千焦/千克（燃料）[千卡/千克（燃料）]，

千焦/标米³（燃料）[千卡/标米³（燃料）]，

千焦/千克（产品）[千卡/千克（产品）]，

千焦/千克（原料）[千卡/千克（原料）]。

括号内的单位暂时允许并用，可同时给出。

7.2 能量平衡表

能量平衡的内容和结果按项目列入下列能量平衡表：

序 号	输 入 能 量			输 出 能 量		
	项 目	数 值 千焦/千克(千卡/千克)	百分数 %	项 目	数 值 千焦/千克(千卡/千克)	百分数 %
	合 计		100			100

8 本标准使用的热量单位应符合GB 2586—81《热量单位、符号与换算》的规定。

9 能量平衡的具体计算，考虑不同设备和企业的特点，允许专业标准作出补充规定。

附 录

《热设备能量平衡通则》说明

1 能量平衡的意义

能量平衡是考察设备和企业能量构成、分布、流向和利用水平的极其重要、而行之有效的科学手段。它是加强能源管理，提高利用水平，降低能源消耗的重要基础工作。通过能量平衡工作可以进一步提高能源科学管理水平，达到实现节约能源的目的。

2 燃料的发热量

燃料的发热量是燃料定温完全燃烧时的热效应，即最大反应热。按照燃烧产物中水蒸汽所处的相态（液态还是汽态），有高低发热量之分。采用哪种发热量做为热平衡的基准，各国是不同的，例如美国采用高（位）发热量，西德采用低（位）发热量，日本最近也改为低（位）发热量。本标准采用低（位）发热量，这是因为：

- （1）我国目前的锅炉和工业炉、窑等燃烧设备和能源转换设备大都是按低（位）发热量计算的；
- （2）当前各种炉、窑的排烟温度均远远超过水蒸汽的凝结温度，今后一段时间不可能大幅度降低排烟温度；
- （3）采用低（位）发热量后，燃料中水分的多少，对计算炉子热效率影响较小。

3 基准温度

基准温度通常有多种取法，如摄氏零度（0℃），摄氏二十五度（25℃），大气温度（常温）和环境温度等。世界各国亦不尽相同。本标准采用环境温度作为基准温度。环境温度指在环境湿度下的干球温度，可直接测得。

采用环境温度，这是考虑到：

- （1）环境温度比较符合实际。若以 0℃ 等固定值为基准，偏离实际较远，因一般情况下均不为 0℃ 等固定值。
- （2）环境温度有较强的适应性。一般情况下，环境温度就是大气温度，但在某些场合下，环境温度却不同于大气温度。如冬天大气温度降至零下，而室内温度或炉子周围温度即环境温度却远高于大气温度。因此，采用环境温度比较灵活方便。
- （3）用环境温度计算较简单。通常工质、燃料、物料等皆处于环境温度，此时内能或焓均不需计算。

4 正常运行状态

对一般连续操作的设备或装置，如锅炉等，其正常运行状态即为热工况稳定状态，在测定时取一定时间即可；对周期性或间歇性设备，如热处理炉、陶瓷窑，在测试时可取一个或数个周期。具体测试要求可按专业标准规定。

5 输入能量与输出能量

（1）进入体系的工质、物料、燃料在非基准温度状态时，其内能或焓为该状态下与基准温度状态下的数值之差；

（2）输入与输出水蒸汽的内能与相应的做功量之和，应为水蒸汽的焓减去基准温度下水的焓；

（3）雾化用水蒸汽和排烟中与雾化蒸汽相同量水蒸汽的内能与相应的做功量之和均应按相应水蒸汽的焓值减去基准温度下水的焓值；

（4）当放热反应与吸热反应同时存在时，反应热以其代数和来确定。若为吸热则计入输出能量中；若为放热则计入输入能量中。若放热反应与吸热反应先后分别进行，则应分别计入输入与输出能量中；

（5）电、功等能量均按实际的数值（焦耳）计算；

（6）燃料热值按实测应用基低（位）发热量，一般情况下，可不必换算到基准状态。