



中华人民共和国国家标准

GB/T 3486—93

评价企业合理用热技术导则

Technical guides for evaluating the rationality
of heat usage in industrial enterprise

1993-06-19发布

1994-02-01实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

评价企业合理用热技术导则

GB/T 3486—93

Technical guides for evaluating the rationality
of heat usage in industrial enterprise

代替 GB 3486—83

1 主题内容与适用范围

本标准规定了评价企业合理用热的技术管理原则,以促进企业合理有效地用热,达到节能目的。

本标准适用于一切用热企业。文中所述用热设备,不仅指各种工业燃烧设备、换热设备、干燥设备等,也包括企业的制冷、采暖、空气调节等设备。

本标准不适用于交通运输等部门的各种热——功转换设备。

2 引用标准

GB 1576 低压锅炉水质标准

GB 4272 设备及管道保温技术通则

GB 11790 设备及管道保冷技术通则

GB 1028 工业余热术语、分类、等级及余热资源量计算方法

GB 13271 锅炉大气污染物排放标准

3 燃料燃烧的合理化

3.1 燃料燃烧的主要控制指标

3.1.1 燃料燃烧的主要控制指标,包括根据燃烧设备、使用燃料的种类及不同燃烧方式,规定的空气系数、排渣含碳量等指标。可燃性气体的排放应符合 GB 13271 的要求。

3.1.2 附录 A 表 A1 和表 A2 中列出工业锅炉和工业炉窑采用不同燃料及按不同燃烧方式运行时的空气系数范围,实际操作中在不降低燃料燃烧效率的基础上,应尽可能降低空气系数。

3.1.3 采用火床燃烧的工业锅炉,实际操作中应采取必要的措施降低排渣含碳量,其排渣含碳量控制数值在附录 A 表 A3 中列出。

3.1.4 评价燃料燃烧装置用热的合理性,应在满足工艺要求的前提下,同时考察 3.1.2 和 3.1.3 条规定的指标。

3.1.5 采用合理的燃烧设备和燃烧工况,选择适当的助燃剂,防止各类燃烧装置在运行中结渣和沾污,提高锅炉热效率。

3.2 燃料燃烧方面的测量与纪录

3.2.1 分析与记录燃料的成分(包括煤的工业分析)及发热量,以作为制定与调整燃烧控制参数的依据。

3.2.2 为了掌握燃料燃烧状况,燃烧装置应配备必要的计量仪表,测量与记录燃烧装置的燃料、助燃空气与雾化剂的用量、温度与压力,并测量与记录排出烟气中的含氧量(或二氧化碳量)。

3.2.3 分析与检验排出烟气及灰渣中的可燃成分量,以确定燃烧的完全程度,作为调整燃烧过程、改进

国家技术监督局 1993-06-19 批准

1994-02-01 实施

燃烧装置的依据。

3.2.4 燃料燃烧监测仪器的配置应能满足评价用热合理性的需要,能反映燃料燃烧的真实状况。

3.2.5 燃油设备及容量大于等于 7MW 的工业锅炉、燃耗 1 500 t 标煤/年以上的窑炉应配备燃烧过程自控系统,有条件者应安装燃烧过程微机控制和检测系统。

3.3 燃烧设备的检查与维修

3.3.1 检查并维修燃烧装置、安全装置、供风引风装置、燃烧控制系统、管路、阀门等,使之保持良好状态。

3.3.2 定期按规定检查、校正和维修计量仪表,使之正常运行。

3.3.3 燃烧设备应有定期检查维修制度,明确检修技术要求,建立检查与维修记录档案。

3.4 改善燃料燃烧的措施

3.4.1 燃烧装置类型及其特性参数的选择,必须适合燃料种类及其理化性能,适合热设备与工艺的要求,并且要有足够的可调范围,以满足加热负荷变化的要求。

3.4.2 供风引风系统必须保证必要的风量与压力,供风、引风系统的能力必须和燃烧主体、设备相匹配,其富裕度不应过大,尽量采用变速调节系统。

3.4.3 安装燃烧控制装置,应根据排出烟气中的含氧量(或二氧化碳量),调节空气-燃料的比例,使之符合空气系数管理的要求,并使排出炉膛烟气中可燃成分降低到最低值。

3.4.4 使用多个燃烧装置时,应分组(段)或分个调节与控制各组,各燃烧装置间的供入燃料量比例,以提高热设备的总热效率。

3.4.5 研究采用新的燃烧方法、燃烧装置及其布置方式时,应采用合理的炉型结构,以进一步提高热效率。

3.4.6 燃烧设备与所使用的燃料品种应相互适应并保持质量相对稳定,对燃料应进行合理调配合理加工(如动力配煤和型煤)与合理存放,鼓励开展劣质燃料、煤矸石等的综合利用。

3.4.7 遇有严重结渣而无法调整时,可采用化学除渣剂给予清除,所选用的化学除渣剂应不损害受压元件和耐火衬里。

4 传热的合理化

4.1 传热管理的要求

4.1.1 对被加热或被冷却物体的温度,用于加热的蒸汽或其他载热体的温度、压力及流量,应根据工艺要求和节能的原则制定合理的控制指标及有关的管理要求。

4.1.2 对企业内主要用热设备,应制定热效率或单位产品产量热耗定额行业标准,作为评价该类设备合理用热的依据。

4.1.3 厂房等采暖、降温和空气调节的管理,要根据建筑物的构造、设备的配置、作业的工艺特点,制定相应的温度和通风次数等管理要求。

4.2 与传热有关的测量与记录

4.2.1 测量与记录被加热或被冷却物体及载热体的温度、压力与流量,以及表征设备热工状况的其他参数。

4.2.2 对采暖、降温和空气调节有要求的厂房,应测量与记录其室内温度、湿度及其耗能工质的必要参数或消耗量。

4.3 传热设备的检查维修

4.3.1 检查并维修传热设备及其附件,保持其处于完好状态。

4.3.2 清除传热设备内沉积的灰渣、水垢或其他附着物,保持良好的传热性能。

4.3.3 清除空气调节设备过滤器的堵塞物、热交换器的结霜、冷凝器的水垢等,保持设备的良好工作状态。

4.3.4 对工业锅炉、冷却构件等的给水,应根据 GB 1576 进行水质管理;电站锅炉和其他中、高压锅炉应按照《电力工业技术管理法规》进行水质管理。

4.3.5 定期检查、校正和维修设备的计量仪表,使之正常运行,建立仪器仪表的检修记录档案,明确检修技术要求。

4.4 改善传热的措施

4.4.1 根据工艺过程的可能,合理制定加热(冷却)温度的规定值,以降低综合能耗。

4.4.2 按照工艺条件的规定,准确控制被加热或被冷却物体的温度,防止超出规定的温度范围。

4.4.3 对于使用蒸汽等载热物体的设备,准确控制载热体的温度、压力与流量,降低热量的损耗。

4.4.4 对于温度稳定、连续工作的加热设备,应控制各点的供热量,以保证被加热物按规定的温度制度加热。为进一步提高热效率,应研究改进温度制度,合理分配各点的供热量。

4.4.5 对于周期性工作的热设备,在各工作阶段应按规定的供热制度控制供热量,为提高热效率,应研究更为合理的供热制度。

4.4.6 根据可能,尽量采用直接(明火)加热、浸没燃烧等加热方法,以提高加热速度,降低燃料消耗;同时应研究新的直接加热的燃烧方式和装置,进一步缩小间接加热的范围,对尚不能采用直接加热的工艺,亦应改进间接加热的效果。

4.4.7 加热设备的排烟系统应有适当的抽力,多台设备共用同一排烟系统时,每台设备均应应有单独的调节闸阀,整个排烟系统应有良好的气密性,以保证设备内压力分布的调节能力。

4.4.8 改善工业炉内壁表面的性能和形状,以提高其辐射和对流换热能力。

4.4.9 改善热设备换热部分的性能和形状,以提高其传热能力。

4.4.10 改进加热设备的本体、台架以及运送被加热物的台车、链爪、辊道等的结构,减少其重量,采用比热及导热率小的材料,以降低其蓄热量及热损失,提高设备的加热速度及热效率。

4.4.11 采用增加多效重复利用罐的级数、合理延长炉子长度,增设并合理布置热交换装置、高温与低温加热设备配合使用等方法,多次利用热量,提高系统综合热效率。

4.5 改善传热设备的运行管理

4.5.1 调整被加热或被冷却物体的数量,使每台设备接近额定产量,防止因产量过低或过高而增加热耗。

4.5.2 多台热设备并列运行时,应根据单产热耗最低的原则,调整开动台数及各台负荷。

4.5.3 对连续生产中周期工作的加热设备,或对同一被加热物反复加热的设备,应尽可能缩短两个加热周期期间的空烧停歇时间,在重复加热的工序中,应缩短工序之间的等待时间。

4.5.4 间断运行的加热设备,应通过调整,实现集中运行。

4.5.5 在工艺条件允许的情况下,应采用被加热物热输热装技术,并尽可能提高热装温度。

4.5.6 对热效率过低或热耗过高的设备,应改进结构、调整操作,必要时及早淘汰更新。对国家有关部门公布的淘汰产品按规定限期淘汰。附录 A 表 A5 中列出工业锅炉最低热效率指标。

4.6 采用高效设备与节能工艺流程

4.6.1 改造与新建热设备时,必须采用能够提高设备热效率的结构型式、建造材料及操作制度。

4.6.2 应尽量创造条件推广采用节能型工艺流程。

5 减少传热与泄漏引起的热损失

5.1 减少热损失的管理要求

5.1.1 输送载热体的管道、装置以及热设备的保温、保冷标准,应按 GB 4272、GB 11790 的有关规定执行。

5.1.2 当环境温度为 25℃ 时,工业锅炉外壁表面平均温度不得超过 50℃。

5.1.3 工业锅炉排烟温度应符合附录 A 表 A4 的要求。

5.1.4 附录 A 表 A6 中列出各种炉温的工业炉窑的炉体外表面温度指标,作为设计建造与维修工业炉窑时,评价炉体保温性能的依据。

5.2 有关热损失的测量与记录

为掌握热设备的热损失状况,定期进行保温、保冷状况的测定与分析,在有条件的情况下可与设备的热平衡测定与分析结合进行。

5.3 热设备的检查与维修

5.3.1 对热设备及其附件和保温、保冷结构定期进行检查与维修,避免由于设备和保温、保冷结构损坏而引起载热体流失及热损失的增加。

5.3.2 对炉体及孔门进行检查与维修,保证其气密性,减少炉气逸出或冷空气吸入。

5.3.3 对蒸汽疏水阀、热力管网进行检查与维修,保证蒸汽疏水阀及热力管网无明显的蒸汽泄漏现象。

5.3.4 明确检修技术要求,并建立检查与维修档案。

5.4 减少热损失的措施

5.4.1 热设备的砌体(外壳),包括炉底、吊挂炉顶、炉门等,均应具有完好有效的绝热层。在技术经济合理的前提下,适当增加绝热层的厚度,采用多层绝热,采用耐火纤维等新型保温材料,以提高热设备的隔热性能,降低间歇工作热设备的蓄热损失。

5.4.2 尽量减少工业炉窑内水冷或汽化冷却构件的数目及尺寸,炉内的冷却构件均应可靠的绝热,在可能的条件下适当提高冷却水的出口温度,减小流量,以降低冷却造成的热损失。

5.4.3 减少炉门等孔口的数目和面积,提高其严密性,或采用双层密封孔门,减少孔门的开启次数、时间与幅度,以减少辐射及炉气逸出或冷空气吸入等热损失。

5.4.4 炉墙必须有良好的气密性,尽可能包以钢板,以减少炉气外逸或冷空气吸入造成的热损失。

5.4.5 控制炉内压力,减少炉气外逸或冷空气吸入等造成的热损失。

5.4.6 热设备中的连接,旋转部分应可靠密封,防止载热体泄漏损失。

5.4.7 合理布置输送载热体的管路,减少散热面积。输送载热体的管路,要采取管道保温措施,不得用裸管输送载热体。

5.4.8 输送高温物体的设备、采用开放型利用蒸汽或热水的设备,应加盖或罩,以减少散热损失。

6 余热的回收利用

6.1 余热回收利用的管理要求

6.1.1 对于排出烟气的各种热设备,应制定回收利用的具体要求。表 A7 为工业炉窑烟气余热回收利用的控制指标。

6.1.2 对于排出冷凝水及其他低温液体的设备,应对必须回收利用其余热的物体温度、数量、范围等制定具体要求。

6.1.3 对于排出液态、固态的高温物体和废物的热设备,应对必须回收利用其余热的物体温度、数量、范围等制定具体要求。

6.1.4 对于排出具有可燃成分的固、液、气态废物的热设备,应制定回收利用范围的要求。

6.1.5 对于排出具有余压的气体、液体的热设备,应制定回收利用余能范围的要求。

6.1.6 对于高温产品的显热(物理热),应尽量回收利用。

6.2 余热回收利用设备的设置

6.2.1 根据余热的种类,排出的情况,介质温度、数量及利用的可能性,进行综合热效率及经济可行性分析,决定设置余热回收利用设备的类型及规模,并应符合 GB 1028 的有关要求。

6.2.2 余热回收应优先用于设备本系统,例如预热助燃空气或煤气、预热被加热物体等,以提高设备的热效率,降低燃料消耗。

6.2.3 在余热余能无法回收利用于加热设备本身,或用后仍有部分可回收时,可用于生产蒸汽或热水、

产生动力等方面,也可作为其他加热设备的热源,或进行综合利用。

6.3 对余热的测量与记录

6.3.1 为掌握余热介质的温度与数量、可燃物质的成分(或发热量)与数量,以及余能载体的压力与流量等参数,应进行有关的测量与记录。

6.3.2 应对余热、余能回收利用装置的运行参数进行测量与记录。

6.4 余热回收设备的检查与维修

6.4.1 对回收利用余热余能的热交换器、余热锅炉、热泵等设备进行检查,清除热交换面上沉积的尘渣,修补泄漏载热体的部位,更新损耗的物件等,保持设备完好,运转正常,并建立检修记录档案。

6.4.2 定期检查、校正和维修计量、测试仪表,使之正常运行。

6.5 改善余热回收利用的措施

6.5.1 输送余热载热体的烟道、管道及其闸阀等,应尽可能保持严密,防止吸入冷空气及渗入地表水,并应改善其保温性能,以减少载热体的温降及热损失。

6.5.2 改善余热回收设备的传热面的性能和形状,增加其表面积,以提高余热的回收率。

6.5.3 研制开发并积极采用余热回收率高,预热温度高或产生蒸汽压力高,消耗耐热金属少,占地少,漏损率低新型高效余热回收装置及能将低品位热能转换成高品位热能或电能的余热回收装置。

7 实行热能的综合利用与用能设备的合理配置

7.1 有条件的企业应实行热、电、冷并供,或热电并供。

7.2 在用热系统配置时应考虑对高品位热能的梯级开发,多次利用,如多效蒸发系统。

7.3 在热设备负荷变化较频繁而又无法从生产调度获得平衡的情况下,可采用蓄热器,实现热源和用热设备的合理匹配。

7.4 在生产工艺允许条件下,应避免采用间断加热和重复加热等方式。

7.5 改善系统的保温与保冷设计,进一步降低系统的热、冷量损失。

GB/T 3486—93

附录 A

(补充件)

表 A1 工业锅炉空气系数

燃烧方式	负荷率 %	炉膛出口处空气系数			排烟处空气系数
		固体燃料	重油	气体燃料	固体燃料
火室燃烧	70~100	1.2~1.25	1.05~1.15	1.1~1	
沸腾燃烧	70~100	1.1~1.3			
火床燃烧	70~100	1.3~1.6			
蒸发量 $\leq 2.8\text{MW}$ 的火床燃烧					1.8~2.4

注：① 燃用无烟煤的火床燃烧锅炉可不受表内数字限定。

② 本表不适用于下列锅炉：

- 蒸发量小于 0.14MW 或额定热负荷小于 $0.5 \times 10^6\text{kJ/h}$ 的热水锅炉；
- 利用余热的锅炉；
- 用稻壳、干蔗渣、木屑、垃圾或其他工业废物与燃料混合燃烧的锅炉；
- 年运行不超过 1000h 的锅炉。

表 A2 工业炉窑空气系数

燃料种类	燃烧方式	空气系数
煤	机械化加煤	1.2~1.4
	人工加煤	1.3~1.5
粉煤	人工调节	1.15~1.25
重油	自动调节	1.1~1.2
	人工调节	1.15~1.25
气体燃料	自动调节	1.05~1.15
	人工调节	1.1~1.2
	喷射式调节	1.03~1.10

注：① 表中所列的空气系数数值，是检修设备后，以接近额定的热负荷燃烧时，在热设备出口处测得的空气系数值。

② 本表不适用于下列加热设备：

- 额定热负荷低于 $0.85 \times 10^6\text{kJ/h}$ 者；
- 必须在氧化或还原的特定条件下工作者；
- 必须频繁开闭炉门，或燃烧器经常灭火，点火者；
- 根据热制度，为使炉用温度均衡，需用空气稀释者。

GB/T 3486—93

表 A3 工业锅炉排渣含碳量

%

煤 种 锅炉容量, MW	烟煤	无烟煤
<0.35	<23	<30
≥0.35~0.7	<20	<28
>0.7~2.8	<18	<23
≥2.8~7	<16	<20
≥7	<14	<18

注：① 表中所列数值，是火床燃烧工业锅炉排渣含碳量要求。

② 表中数值为燃用Ⅰ类烟煤和Ⅰ类无烟煤时的指标。燃用Ⅰ类或Ⅱ类煤时，其排渣含碳量最高值可在相应煤种所列数值的5个百分点范围内变动。

③ 表中数值为实际运行锅炉在额定负荷下运行时的排渣含碳量要求。

表 A4 工业锅炉排烟温度

℃

锅炉容量 MW	排烟温度
<0.35	≤300
≥0.35~0.7	≤250
>0.7~2.8	≤220
≥2.8~7	≤200
≥7	≤180

注：① 表中所列排烟温度为定期进行检查的运行锅炉，在环境温度为25℃满负荷情况下进行燃烧时，在锅炉出口处所测的数值。

② 对于容量大于0.7 MW的热水锅炉，其排烟温度允许比表中相应值放宽20℃。

③ 本表不适用于下列锅炉：

- 蒸发量小于0.14 MW，或额定热负荷小于 0.5×10^6 kJ/h的热水锅炉；
- 余热锅炉；
- 用稻壳、干蔗渣、木屑或其他工业废物与燃料混合燃烧的锅炉；
- 年平均运行时间不超过1 000 h的锅炉。

表 A5 工业锅炉最低热效率

锅炉容量 MW	热效率 %
<0.35	≥58
≥0.35~0.7	≥60
>0.7~2.8	≥65
≥2.8~7	≥70

GB/T 3486—93

续表 A5

锅炉容量 MW	热效率 %
≥7	≥74

注：① 表中所列实际运行的锅炉，以满负荷进行燃烧时的热效率值。

② 本表不适用于下列锅炉：

- 燃用无烟煤、石油、劣质煤和Ⅰ类烟煤的锅炉；
- 蒸发量小于 0.14 MW，或额定热负荷小于 0.5×10^4 kJ/h 的热水锅炉；
- 余热锅炉；
- 用稻壳、干蔗渣、木屑或其他工业废物与燃料混合燃烧的锅炉。

表 A6 工业炉窑炉体外表面最高温度

℃

炉内温度	外表面最高温度	
	侧墙	炉顶
700	60	80
900	80	90
1 100	95	105
1 300	105	120
1 500	120	140

注：① 表中值系在环境温度为 20℃ 时，正常工作的炉子外表面平均温度（不包括炉子的特殊部分）。

② 本表不适用于下列工业炉窑：

- 额定热负荷低于 0.85×10^4 kJ/h 者；
- 炉壁强制冷却者；
- 回转窑。

表 A7 工业炉窑烟气余热资源回收率

烟气出口温度 ℃	使用低发热量燃料时			使用高发热量燃料时		
	余热资源回收率，%	排气温度 ℃	预热空气温度，℃	余热资源回收率，%	排气温度 ℃	预热空气温度，℃
300	20	350	250	22	340	220
600	23	400	250	27	380	220
760	24	460	300	27	440	260
800	24	530	350	28	510	300
900	26	580	350	28	560	300
1 000	26	670	400	28	650	350
≥1 000	26~48	710~470	≥450	30~55	670~400	≥400

注：① 低发热量燃料指高炉煤气、发生炉煤气、转炉煤气及发热量小于等于 $8\,360$ kJ/($\text{m}^3 \cdot \text{h}$) 的混合煤气等。高发

热量燃料指焦炭、煤、重油及天然气等。

- ② 表中的余热回收率,是根据烟气出炉温度及现有换热器情况,选定空气预热的经济温度,计算出回收率(即空气所获热量与进入换热器的烟气的载热量之比),再根据热量平衡计算出烟气出口温度。又由于燃料的热值不同,各项数值差异较大,故对几种常用燃料的计算值,按发热值分高、低两组,取平均值列入表中。
- ③ 经换热器后的烟气余热可根据具体条件安装煤气预热器、余热锅炉、热泵等装置或直接预热被加热物,进一步回收利用。
- ④ 本表不适用于下列工业炉窑:
 - a. 额定热负荷低于 5×10^4 kJ/h 者;
 - b. 间歇式运行者。
- ⑤ 作为参考的烟气温度(即烟气离开换热器的温度)与预热空气温度,是按下述条件由余热回收率计算的:
 - a. 炉膛排出的烟气,在由炉子出口至空气换热器之间,由于散热及吸入冷空气等热损失,其温度下降 10%;
 - b. 空气系数为 1.2;
 - c. 外界温度为 20℃。

附加说明:

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会提出,由能源装备与合理用热分会归口。

本标准由中国标准化编码所、国家计委能源所、上海发电设备成套所负责起草。

本标准主要起草人辛定国、李爱仙、朱迎新、俞頔秦、金凯。