

有机热载体炉运行能效限额 及监测技术要求

Energy efficiency limits and monitoring technical requirements
of organic heat carrier furnace

2015 - 06 - 23 发布

2015 - 10 - 01 实施

浙江省质量技术监督局 发布

前 言

本标准第5章、第6章为强制性条款,其余为推荐性条款。

本标准依据GB/T 1.1-2009给出的规则进行起草。

本标准由浙江省经济和信息化委员会提出。

本标准由浙江省能源标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:浙江省节能协会、嘉兴市节能协会、浙江省特种设备检验研究院。

本标准主要起草人:于阳、杨淑明、曹联华、俞保云、张焯、陈征宇、成德芳。

有机热载体炉运行能效限额 及监测技术要求

1 范围

本标准规定了有机热载体炉相关的定义和术语、监测及计算方法、能效限额及准入指标、运行监测指标。

本标准适用于以煤炭、水煤浆、生物质成型燃料、油、气为能源，额定输出热功率700千瓦至29000千瓦的液相有机热载体炉。

本标准不适用于烟气余热、电加热有机热载体炉。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 212 煤的工业分析方法

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

DB33/ 656 用能单位能源计量管理要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准

3.1

能效 energy efficiency

有效利用能量与输入能量之比。

3.2

能效限额值 energy efficiency limits

在正常使用条件下，有机热载体炉应达到的最低能效值。

3.3

能效准入值 energy efficiency access

新建、改（扩）建项目有机热载体炉选型时，在额定负荷条件下应达到的最低设计能效值。

3.4

负荷率 load rate

实际有效输出功率与额定输出功率之比。

3.5

监测指标 monitoring indicators

在正常使用条件下，有机热载体炉运行应达到的指标值。

3.6

排烟温度 exhaust gas temperature

末级换热器出口处烟气温度值。

3.7

过剩空气系数 excess air coefficient

末级换热器出口处实际燃烧所需空气量与理论燃烧所需空气量之比。

3.8

炉壁温度 furnace wall temperature

有机热载体炉侧面表面平均温度值。

3.9

炉壁温升 the temperature rise of furnace wall

有机热载体炉侧面平均表面温度高出平均环境温度的值。

3.10

灰渣可燃物含量 combustible matter content of ash

燃煤（含煤粉、水煤浆）有机热载体炉排放的灰、渣中可燃物的含量。

3.11

生物质成型燃料 biomass pellet fuel

生物质经过加工生产而成的成型燃料。

4 技术要求

4.1 被监测有机热载体炉应具备在有效期内的锅炉使用许可证。

4.2 有机热载体炉使用的燃料应符合设计允许范围。

4.3 有机热载体炉应处于正常使用状态。

4.4 应提供运行参数记录。

5 能效指标

有机热载体炉运行能效指标见表1。

表1 运行能效限额值、能效准入值

额定热功率 Q_e (kW)	燃料品种及燃烧方式							
	层燃		流化床燃烧		室燃			
					煤粉、水煤浆		油、气	
	能效值 (%)							
限额	准入	限额	准入	限额	准入	限额	准入	
$700 \leq Q_e \leq 1400$	≥ 68	≥ 76	-	-	≥ 76	≥ 80	≥ 80	≥ 88
$1400 < Q_e \leq 7000$	≥ 70	≥ 78	-	-	≥ 78	≥ 82	≥ 82	≥ 90
$7000 < Q_e \leq 14000$	≥ 73	≥ 79	≥ 76	≥ 82	≥ 80	≥ 84	≥ 83	≥ 91
$14000 < Q_e \leq 24500$	≥ 75	≥ 80	≥ 78	≥ 84	≥ 81	≥ 85	≥ 84	≥ 92
$24500 < Q_e \leq 29000$	≥ 77	≥ 82	≥ 81	≥ 85	≥ 82	≥ 86	≥ 86	≥ 92

注1：功率换算：1kW=860kcal/h。

注2：有机热载体炉额定热功率 $Q_e \geq 1400$ kW 的应安装烟气余热回收利用装置。

注3：在集中供热区域，燃煤（包括煤粉、水煤浆）有机热载体炉不允许安装有机热载体炉外换热装置用于生产蒸汽或热水。

注4：表1中数据为有机热载体炉在负荷率 $\geq 50\%$ 运行时的能效限额值和新建、改（扩）建时设备选用准入值。

6 监测指标

6.1 排烟温度

排烟温度指标见表2。

表2 排烟温度

燃料品种		煤炭（含煤粉、水煤浆）、生物质燃料	油、气
额定热功率 Q_e (kW)	$700 < Q_e \leq 1400$	不高于介质进口温度 50°C	不高于介质进口温度 50°C
	$1400 < Q_e \leq 24500$	$\leq 170^\circ\text{C}$	$\leq 160^\circ\text{C}$
	$24500 < Q_e \leq 29000$	$\leq 160^\circ\text{C}$	

6.2 过剩空气系数

过剩空气系数指标见表3。

表3 过剩空气系数

燃料品种		煤炭、生物质成型燃料			油、气
燃烧方式		层燃	流化床	室燃	室燃
额定热功率 Q_e (kW)	$700 \leq Q_e \leq 1400$	≤ 2.4	—	≤ 1.6	≤ 1.1
	$1400 < Q_e \leq 7000$	≤ 2.2	—		
	$7000 < Q_e \leq 14000$	≤ 2.0	≤ 1.7		
	$14000 < Q_e \leq 24500$	≤ 1.8			
	$24500 < Q_e \leq 29000$	≤ 1.7	≤ 1.5	≤ 1.5	

注：使用煤粉、水煤浆的有机热载体炉过剩空气系数按照煤炭室燃方式指标执行。

6.3 炉体壁面温升

炉体壁面温升见表4。

表4 炉体壁面温升

额定热功率 Q_e (kW)	$Q_e \geq 700$
壁面温升	$\leq 30^\circ\text{C}$

6.4 燃煤有机热载体炉灰渣可燃物含量

燃煤有机热载体炉灰渣可燃物含量见表5。

表5 燃煤有机热载体炉灰渣可燃物含量

燃烧方式		层燃(渣)%	流化床(渣/灰)%	室燃(灰)%
额定热功率 Q_e (kW)	$700 < Q_e \leq 7000$	≤ 18	—	≤ 8
	$7000 < Q_e \leq 14000$	≤ 15	1 / 12	
	$14000 < Q_e \leq 24500$		1 / 10	
	$24500 < Q_e \leq 29000$	≤ 12	1 / 8	≤ 6

注：使用水煤浆的有机热载体炉灰渣可燃物含量指标参照煤炭室燃方式指标执行。

7 监测及计算方法

7.1 能效

7.1.1 输入能量

采集、统计期输入锅炉的能量之和。

.....采集、统计期输出锅炉的能量之和。

7.1.2 计算方法

采用正平衡法或反平衡法两种方法计算能效。

a) 正平衡法

采用正平衡法，能效按式（1）计算：

$$\eta = 100 \times (Q_{out} / Q_{in}) \% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η ——有机热载体炉热效率（%）

Q_{out} ——有效输出能量，单位为千焦每小时（kJ/h）；

Q_{in} ——输入热量，单位为千焦每小时（kJ/h）；

其中，有效输出能量 Q_{out} 按式（2）计算：

$$Q_{out} = D \times (c_{p2} * t_2 - c_{p1} * t_1) + Q_{hs} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

D ——热载体流量，单位为千克每小时（kg/h）；

t_1 ——热载体进口温度，单位为摄氏度（℃）；

t_2 ——热载体出口温度，单位为摄氏度（℃）；

c_{p1} ——进口处热载体热比容，单位为kJ/kg.℃；

c_{p2} ——出口处热载体热比容，单位为kJ/kg.℃；

Q_{hs} ——通过炉外换热设备回收利用烟气余热后再输出的热量，单位千焦每小时（kJ/h）。

输入热量 Q_{in} 按式（3）计算：

$$Q_{in} = B \times (Q_{net.v.ar} + Q_{r1} + Q_{w1}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

B ——燃料消耗量（kg/h或Nm³/h）；

$Q_{net.v.ar}$ ——燃料收到基低位发热量，单位为千焦每千克（kJ/kg）或千焦每标立方米（kJ/ Nm³），

以实际值为准；

Q_{r1} ——燃料的物理热，单位为千焦每千克（kJ/kg）或千焦每标立方米（kJ/ Nm³）；

Q_{w1} ——用外来热量加热时每千克或每标立方米燃料所给的热量，单位为千焦每千克（kJ/kg）或千焦每标立方米（kJ/ Nm³）；

b) 反平衡法

采用反平衡法，能效按式（4）计算：

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \dots \dots \dots (4)$$

式中：

q_2 —— 烟气热损失%；

q_3 —— 化学不完全燃烧热损失%；

q_4 —— 机械不完全燃烧热损失%；

q_5 —— 炉体表面散热损失%；

q_6 —— 炉渣热损失%。

7.1.3 测量仪表

热载体流量采用高温型（ $\geq 350^\circ\text{C}$ ）流量计进行测量，精度等于或优于2.0级，传感器位置位于进口或出口段，要求平直管段 $\geq 10D$ ；有机热载体进、出锅炉端口温度采用数字温度计测量，精度等于或优于1.0级，插入深度为管道直径的 $1/3 \sim 1/2$ 。

7.1.4 数据记录

仪表处于正常状态，流量累计清零后开始进行连续测量，时间不少于4小时，采用自动记录模式，每5分钟读数记录一次，直至结束。同时记录瞬时流量值、累计流量值、温度值。

7.1.5 数据计算

流量：以分段累计热载体流量值之和作为热载体流量值结果。

温度：取各点测量值算术平均值作为测量结果，用该结果查附录B：常用有机热载体物性参数表B.1或有机热载体生产单位提供的物性参数得到对应温度值的比热容值。

7.2 排烟温度

7.2.1 测点位置

末级换热器出口处3米以内。

7.2.2 测量仪表

数字温度计，精度等于或优于1.0级，传感器插入深度为烟道直径的 $1/3 \sim 1/2$ 。

7.2.3 数据记录

传感器插入烟道5分钟后开始读数，每隔5分钟读数记录一次，共6次。

7.2.4 数据计算

取6次算术平均值作为测量结果。

7.3 过剩空气系数

7.3.1 测点位置

末级换热器出口处3米以内（与排烟温度同一测点且同时进行）。

7.3.2 测量仪表

烟气分析仪，精度等于或优于1.0级，用于分析烟气中 O_2 、 RO_2 、 CO 的百分比含量。取样管插入深度为烟道直径的 $1/3 \sim 1/2$ 。

7.3.3 数据记录

仪器开机达到稳定状态后，用橡胶导管连接取样管，将烟气引导到烟气分析仪进气管处，连续抽吸5分钟后开始读数（或取样），每隔5分钟读数（或取样）记录一次，共6次。

7.3.4 数据计算

取6次算术平均值作为测量结果。

7.3.5 过剩空气系数

过剩空气系数按式(5)计算：

$$\alpha = \frac{21}{21 - 79(O_2 - 0.5CO) / (100 - (RO_2 + O_2 + CO))} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

RO_2 、 O_2 、 CO ——烟气中干燃烧产物的百分含量(%)。

7.4 炉壁温升

7.4.1 测点位置

7.4.1.1 炉壁温度

有机热载体炉左右两个侧面，按照平均分布原则布置，每 $0.5 \sim 1$ 平方米面积设置一个测点，观察孔、炉门、管道遮蔽处等附近 0.5 米以内不设测点。

7.4.1.2 环境温度

在锅炉本体侧面 5 米范围内空旷处，非阳光直射条件下离地 1 米位置分别选择 6 点进行测量，取算术平均值作为测量结果。

7.4.1.3 测量仪表

- (1) 数字温度计、红外温度计，精度等于或优于1.0级；
- (2) 红外温度计最高上限温度 $\leq 400^\circ\text{C}$ 。

7.4.2 数据记录

表面式传感器接触表面达到平衡后读数；红外温度计需要根据炉墙材料进行黑度系数修正，或用接触式表面温度计进行直接校正，测量时应尽量靠近测量点位置，测量圈内不应包含炉壁以外部分。炉壁温度、环境温度每隔 15 分钟读数记录一次，共二次。

7.4.3 数据计算

取所有炉壁温度测点数据算术平均值与环境温度平均值的差值作为计算结果。

7.5 燃煤有机热载体炉灰渣可燃物含量

7.5.1 取样点位置

锅炉灰渣出口。

7.5.2 取样方法

按照煤炭分析取样方法进行。采用多点取样方式，取样总量不少于10公斤，缩份至1公斤两份，用密闭带标签容器存放，一份用于分析化验，一份作为备份。

7.5.3 化验分析

采用试验室分析方法进行，具体按照GB/T212进行。

7.5.4 数据计算

以实验室分析数据为结果。

8 能效及监测评价和判定

8.1 能效值评价

统计或实测能效值达到或优于能效限额值的，该有机热载体炉评价为能效值指标合格。选用设备在额定负荷率条件下设计能效值达到或优于能效准入值的，符合选型要求。

8.2 监测指标评价

监测指标按以下四项评价：

- a) 排烟温度；
- b) 过剩空气系数；
- c) 壁面温升；
- d) 灰渣可燃物含量。

燃煤有机热载体炉四个单项指标（以油、气、生物质成型燃料为能源的有机热载体炉前三个单项指标）全部合格，该有机热载体炉评价为监测指标合格。

8.3 专项规定

设计额定热功率 $Q_e \geq 1400\text{kW}$ 的有机热载体炉未安装烟气余热回收利用装置、在集中供热区域内燃煤锅炉安装有机热载体炉外换热装置用于生产蒸汽或热水、监测期间平均负荷率 $< 50\%$ 的直接判定为不合格。

8.4 监测合格判定

统计或实测能效值、监测指标值两项都合格者，该有机热载体炉为监测合格。

9 节能管理与措施

9.1 基础管理

9.1.1 按照 GB 17167、DB33/656 配备能源计量器具，对入炉燃料、系统电耗进行计量和统计。

9.1.2 企业应按要求建立能耗统计体系，建立能耗数据记录档案，并对文件进行受控状态管理。

9.1.3 企业应定期对生产过程中能源消耗的实物量进行考核，并把考核指标分解落实到各班组，建立责任制度。

9.2 节能技术管理

应定期对供电系统、供水系统、电动机系统、泵系统、风机系统进行经济运行状态的检查与监测，确保各系统正常运行。

附 录 A
(资料性附录)
有机热载体炉节能监测报告样式

有机热载体炉节能监测报告样式见表A.1。

表A.1 有机热载体炉节能监测报告样式

编号：

被监测单位名称		监测日期	
设备型号		制造单位	
设备编号		生产日期	
额定热功率 Q_e (kW)			
平均环境温度 (°C)			
监测依据			
监测项目名称	监测数据	合格指标	结论
能效值 (%)			
排烟温度 (°C)			
过剩空气系数 (α)			
壁面温升 (°C)			
灰可燃物含量 (%)			
渣可燃物含量 (%)			
检查项目名称	执行状况		
能源计量器具配置			
能耗数据记录			
定期维护保养			
<p>监测结论： <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格。</p> <p style="text-align: right;">监测单位 (盖章):</p> <p style="text-align: right;">监测日期： 年 月 日</p>			

附 录 B
(资料性附录)
常用有机热载体物性参数表

常用有机热载体物性参数见表B.1。

表A.2 常用有机热载体物性参数表

名称	温度	分子式	分子质量	沸点 ℃	密度 kg/m ³	饱和压力 MPa	比热容 kJ/kg·℃
联苯 (DP)	250	(C ₆ H ₅) ₂	154	255.6	846	0.094	2.93
	300				800	0.254	2.93
	350				769	0.582	2.93
联苯醚 (DPE)	250	(C ₆ H ₅) ₂ O	170	258.5	834	0.086	2.59
	300				831	0.235	2.72
	350				779	0.531	2.85
导热姆 (DT)	250	DP26.5%+DPE73.5%	165.8	258	871	0.087	2.596
	300				825	0.241	2.763
	350				772	0.538	2.889
二甲苯 甲基烷	250	C ₁₅ H ₁₆	196	292	714	0.056	2.219
	300				735	0.105	2.345
	350				700	0.228	2.479