

焦炉热平衡测定与计算规范

主编 中国金属学会炼焦化学分会



辽宁科学技术出版社

中国金属学会标准

焦炉热平衡测定与计算规范

Code for Measurement and Calculation of Coke
Oven Heat Balance

CSM/T1—2008

主编部门：中国金属学会炼焦化学分会

批准部门：中国金属学会

辽宁科学技术出版社

2008

图书在版编目(CIP)数据

焦炉热平衡测定与计算规范 / 中国金属学会炼焦化学分会主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2009.1

ISBN 978-7-5381-5633-1

I.焦… II.中… III.①炼焦炉-热平衡-测定②炼焦炉-热平衡-计算 IV. TQ522.16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 179512 号

出 版 者: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印 刷 者: 鞍山新民近电脑印刷有限公司

经 销 者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm × 203mm

印 张: 1.5

字 数: 30 千字

出版时间: 2009 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2009 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 邱利伟

封面设计: 邱利伟

版式设计: 袁 舒

责任校对: 徐 跃

书 号: ISBN 978-7-5381-5633-1

定 价: 25.00 元

联系电话: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502

E-mail: lkzsb@mail.lnpgc.com.cn

<http://www.lnkj.com.cn>

前 言

为贯彻科学发展观，实现经济可持续发展，最大限度地节约资源、增进节能减排、保护环境，提高国家焦炉热工管理水平，促进焦炉节能降耗和改进焦炉设计，在主编部门中国金属学会炼焦化学分会的组织下，主编单位中冶焦耐工程技术有限公司在有关焦化企业的协助下编制了本规范。

本规范共 11 章，主要内容有：1 总则；2 术语和符号；3 热平衡测定与计算基准；4 炉体概况与生产状况；5 测定前的准备；6 测定步骤；7 测定内容、部位与方法；8 物料平衡计算；9 热平衡计算；10 测定结果分析和改进建议；11 热平衡测定报告；附录 A 附表；附录 B 几项测定方法的补充说明。

本规范同中国金属学会炼焦化学分会焦炉测调诊断中心负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，将有关意见反馈给中冶焦耐工程技术有限公司质量科技部（地址：辽宁省鞍山市胜利南路 27 号，邮政编码：114002），以供今后修改时参考。

本规范主编部门、主编单位和主要起草人：

主 编 部 门：中国金属学会炼焦化学分会

主 编 单 位：中冶焦耐工程技术有限公司

主要起草人：于振东 蔡承祐 赵希超 高兴锁
王晓东 郑国舟 马兴翼 王进先

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	热平衡测定与计算基准	8
3.1	基准温度与压力	8
3.2	燃料发热量	8
3.3	热平衡测定范围	8
3.4	热平衡测定时间	8
3.5	计算单位	8
4	炉体概况与生产状况	9
4.1	炉体概况	9
4.2	近期生产状况	9
5	测定前的准备	10
6	测定步骤	11
7	测定内容、部位与方法	12
7.1	测定内容	12
7.2	测定部位与方法	12
8	物料平衡计算	16
8.1	物料收入各项计算	16
8.2	物料支出各项计算	16
8.3	物料平衡表	20
9	热平衡计算	21
9.1	热量收入各项计算	21
9.2	热支出项目计算	24

9.3	热平衡表	29
9.4	热效率及耗热量	30
10	测定结果分析和改进建议	31
11	热平衡测定报告	32
11.1	热平衡测定内容	32
附录 A	附表	33
附录 B	几项测定方法的补充说明	39
B.1	焦饼中心温度测量法	39
B.2	焦炉煤气加热时炭化室荒煤气漏失量测定法	39
B.3	贫煤气加热时炭化室荒煤气漏失量测定法	40
	本规范用词说明	43

1 总 则

1.0.1 为评价焦炉热量利用状况，确定其耗热量及热效率等技术经济指标，改进焦炉设计、热工操作、生产管理及编制规划等提供依据，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于顶装、侧装等类型焦炉的热平衡测定与计算。

1.0.3 本规范不适用于沥青焦炉、连续直立炭化炉、热回收焦炉及在配合煤中添加液体燃料、黏结剂或在炭化室内喷液体燃料的焦炉。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 焦炉 (Coke oven battery)

焦炉是将炼焦用煤隔绝空气高温干馏而生成焦炭的窑炉。

2.1.2 热平衡 (Heat balance)

热平衡是研究进入体系的与离开体系的能量之间的平衡关系。

2.1.3 燃料低位发热量 (Fuel lower calorific value)

单位体积燃料燃烧以形成 0°C、1 大气压气态生成物时所释放的热量。

2.1.4 物料 (Material)

所有形成产品的原始物质及产品称物料。

2.1.5 入炉煤 (Charged coal)

供隔绝空气加热并形成焦炭的原料。

2.1.6 装煤量 (Coal charge weight)

炭化室中装入煤料的质量数。

2.1.7 结焦时间 (Coking time)

从煤料被装入炭化室中隔绝空气加热至焦饼与推焦杆接触即将被推出的时间。

2.1.8 焦饼中心温度 (Coke cake temperature)

炭化室煤料最终形成焦炭并在推焦前所测定的中心部的温度。

2.1.9 加热煤气 (Heating gas)

用于加热炭化室使煤料受热形成焦炭的原料气。

2.1.10 荒煤气 (Raw gas)

炭化室中煤料受热形成焦炭同时释放出的未经净化处理的

气体混合物。

2.1.11 净煤气 (Purified gas)

荒煤气经过净化后可供焦炉加热用的煤气。

2.2 符 号

2.2.1 规范中所用符号见表 2.2.1。

表 2.2.1 符号表

符 号	定 义	单 位
A	炉体表面所处位置的散热校正系数	
$A_{J \cdot d}$	焦炭干燥基灰分含量	%
$A_{M \cdot d}$	入炉煤干燥基灰分含量	%
a	煤中氧量转变成化合水的转化系数	
b	煤中氮量转变成氨的转化系数	
C_A	氨的平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C_{AJ}	焦炭灰分平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C_{BQ}	粗苯气的平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C_C	碳的平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C_{1h}	结焦周期前半期净煤气平均比热容	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
C_{2h}	结焦周期后半期净煤气平均比热容	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
C_J	焦炭平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C_F	烟气平均比热容	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
C_{JF}	焦油气平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C_{KQ}	空气的平均比热容	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
C_M	干煤平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C_{MQ}	加热煤气平均比热容	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
C_S	水的平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C_{SQ}	水汽的平均比热容	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ 或 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C'_{SQ}	在 $0 \sim t_{1h}^\circ\text{C}$ 时水汽平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$
C''_{SQ}	在 $450 \sim t_{1h}^\circ\text{C}$ 时水汽平均比热容	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$

续表

符 号	定 义	单 位
C_V	焦炭挥发分平均比热容	$\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
$C_{B \cdot d}$	每 100 千克入炉干燥煤所得粗苯的含碳量	kg
$C_{J \cdot d}$	每 100 千克入炉干燥煤炼成焦炭的含碳量	kg
$C_{N \cdot d}$	每 100 千克入炉干燥煤所得焦油的含碳量	kg
$C_{M \cdot d}$	每 100 千克入炉干燥煤含碳量	kg
$C_m H_n$	净煤气中其他碳氢化合物的体积分数	%
$(CO_2)_{0H}$	理论空气量燃烧时, 荒煤气所生成烟气中的二氧化碳含量	%
$(CO_2)_{0R}$	理论空气量燃烧时, 加热煤气所生成烟气中的二氧化碳含量	%
$(CO_2)_{0RH}$	理论空气量燃烧时, 加热煤气及荒煤气所生成烟气中的二氧化碳含量	%
$(CO_2)_X$	蓄热室走廊空气中的二氧化碳含量	%
$(CO_2)_{YD}$	烟道废气中的二氧化碳含量	%
d	不完全燃烧时的烟气量修正系数	
F	每孔炭化室各部位散热表面积	m^2
f	工作状态下煤气中水汽含量	kg/m^3
f_0	设计孔板所选用的温度 (T) 下, 加热煤气中水汽含量	kg/m^3
G	全炉每小时平均装煤量	t/h
G_1	每孔炭化室装煤量	t
G_A	每吨入炉煤产氨量	kg/t
G_B	每吨入炉煤产粗苯量	kg/t
G_J	每吨入炉煤产全焦量	kg/t
G_N	每吨入炉煤产焦油量	kg/t
G_M	每吨入炉煤中干煤量	kg/t
G_{MQ}	每吨入炉煤产净煤气量	kg/t
G_S	每吨入炉煤含水量	kg/t
G_{SX}	每吨入炉煤产化合物量	kg/t
ΣG	收入物料总量	kg/t

续表

符 号	定 义	单 位
ΔG	收入物料总量与支出物料总量差值	kg/t
$K_{A \cdot d}$	入炉煤干燥基氨产率	%
$K_{B \cdot ddf}$	入炉煤干燥无灰基粗苯产率	%
$K_{B \cdot d}$	入炉煤干燥基粗苯产率	%
$K_{J \cdot d}$	入炉煤干燥基全焦率	%
$K_{JY \cdot d}$	入炉煤干燥基焦油产率	%
$K_{JY \cdot ddf}$	入炉煤干燥无灰基焦油产率	%
$K_{MQ \cdot d}$	入炉煤干燥基净煤气产率	%
$K_{SX \cdot d}$	入炉煤干燥基化合水产率	%
L_0	燃烧每立方米焦炉煤气所需理论干空气量	m^3/m^3
L_H	燃烧每立方米漏入荒煤气所需实际空气量	m^3/m^3
L_R	燃烧每立方米加热煤气所需实际空气量	m^3/m^3
M	入炉煤的含水量	%
M_{MQ}	加热煤气中水蒸气体积含量	%
N	每座焦炉炭化室孔数	孔
N_d	入炉煤干燥基氮含量	%
n	入炉煤损耗系数	
$O_{M \cdot d}$	入炉煤干燥基氧含量	%
P	操作条件下加热煤气绝对压力	Pa
P_0	设计孔板所选用加热煤气绝对压力	Pa
Q_{DW}	加热煤气低(位)发热量	kJ/m^3
Q_1	加热煤气燃烧的化学热量	kJ/t
Q_2	加热煤气带入的显热量	kJ/t
Q_3	漏入荒煤气的燃烧热量	kJ/t
Q_4	加热煤气与漏入荒煤气所需助燃空气的显热量	kJ/t
Q_5	入炉干燥煤带入的显热量	kJ/t
Q_6	入炉煤水分带入的显热量	kJ/t
Q_1'	焦炭带出的热量	kJ/t
Q_2'	焦油带出的热量	kJ/t

续表

符 号	定 义	单 位
Q_3'	粗苯带出的热量	kJ/t
Q_4'	氨带出的热量	kJ/t
Q_5'	净煤气带出的热量	kJ/t
Q_6'	水汽带出的热量	kJ/t
Q_7'	烟气带出的热量	kJ/t
Q_8'	化学不完全燃烧损失的热量	kJ/t
Q_9'	炉体表面总散热量	kJ/t
ΣQ	各项收入热量之和	kJ/t
ΔQ	热量差值	kJ/t
q_{s_1}	炉体表面散热量	kJ/t
q_{s_2}	由炉基础传入地下室的热量	kJ/t
q_{s_3}	打开炉门散失的热量	kJ/t
q_{α}	湿煤耗热量	kJ/kg
q_h	换算为 7%水分的湿煤耗热量	kJ/kg
T	工作状态下绝对温度	K
T_0	设计孔板时绝对温度	K
T_b	炉体表面绝对温度	K
T_e	环境绝对温度	K
t_{1h}	结焦周期前半期荒煤气平均温度	°C
t_{2h}	结焦周期后半期荒煤气平均温度	°C
t_h	结焦周期内荒煤气平均温度	°C
t_b	炉体表面温度	°C
t_e	炉体环境温度	°C
t_f	烟气平均温度	°C
t_j	焦饼平均温度	°C
t_{MQ}	加热煤气温度	°C
t_M	入炉煤的温度	°C
t_{KQ}	蓄热室走廊空气温度	°C
V	加热煤气表流量	m ³ /h

续表

符 号	定 义	单 位
V_0	每小时加热煤气标准状态下流量	m^3/h
$V_{0,MQ}$	每吨入炉煤所需加热煤气标准流量	m^3/t
$V_{CO_2,H}$	每立方米荒煤气燃烧生成的二氧化碳的体积	m^3/m^3
$V_{CO_2,R}$	每立方米加热煤气燃烧生成的二氧化碳的体积	m^3/m^3
$V_{0,H}$	每立方米荒煤气理论燃烧生成的烟气量($\alpha=1$)	m^3/m^3
$V_{0,R}$	每小时加热煤气理论燃烧生成的烟气量($\alpha=1$)	m^3/h
V_H	每立方米荒煤气在烟道的空气系数下燃烧生成的烟气量	m^3/m^3
V_{R,α_2}	每立方米加热煤气在小烟道的空气系数下燃烧生成的烟气量	m^3/m^3
V_{R,α_3}	每立方米加热煤气在总烟道的空气系数下燃烧生成的烟气量	m^3/m^3
$V_{\phi Y}$	每小时漏失煤气理论燃烧生成的烟气量($\alpha=1$)	m^3/h
$V_{J \cdot d}$	焦炭干燥基挥发分	%
$V_{M \cdot d}$	入炉煤干燥基挥发分	%
$V_{M \cdot d_{df}}$	入炉煤干燥无灰基挥发分	%
W_F	风速	m/s
α	空气系数	
α_2	小烟道处烟气的空气系数	
α_3	总烟道处烟气的空气系数	
α_c	对流传热系数	$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$
α_r	辐射传热系数	$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$
ϕ	每小时从炭化室漏入加热系统荒煤气量	m^3/h
η	焦炉热效率	%
τ	结焦周期	h
ρ_0	标准状态下的煤气密度	kg/m^3
ρ_0'	设计孔板时标准状态下的煤气密度	kg/m^3
ρ_N	焦炭中挥发分的密度	kg/m^3

3 热平衡测定与计算基准

3.1 基准温度与压力

3.1.1 热平衡计算以 0℃与 101325Pa 为基准。

3.2 燃料发热量

3.2.1 燃料的发热量按收到基的低（位）发热量计算。

3.3 热平衡测定范围

3.3.1 热平衡应以焦炉本体为测定体系。

3.4 热平衡测定时间

3.4.1 一般应在 7 天内完成全部测定项目。

3.5 计算单位

3.5.1 物料平衡和热平衡按 1 吨入炉煤进行计算，即 kg/t 或 kJ/t。

4 炉体概况与生产状况

4.1 炉体概况

4.1.1 按附录 A 表 A-1 逐项填写所测焦炉概况。

4.2 近期生产状况

4.2.1 按附录 A 表 A-2 逐项填写所测焦炉测定前近一个月的生产状况。

5 测定前的准备

- 5.0.1** 测定人员应熟悉炉体结构、设备状况、操作情况等。
- 5.0.2** 测定期间要求结焦时间、加热煤气种类、流量、温度与压力制度、配煤比及煤料水分等保持稳定。
- 5.0.3** 测定工具、仪表及计量设备准备齐全，并校验或检修合格（包括焦炉原有的工具、仪表及计量设备）。
- 5.0.4** 根据具体情况制定测定方案，包括测定项目、方法、部位、次数及仪器装置等。
- 5.0.5** 测定工作应由焦炉热工人员负责，温度、流量、化验等项目均应由专业人员负责进行。必须对参加测定工作人员进行培训及安全教育。
- 5.0.6** 各种记录表格准备齐全。

6 测定步骤

- 6.0.1 按测定方案对焦炉温度、压力、流量、装煤量、产品产率及物料成分化验等基本参数进行测定。
- 6.0.2 对所测数据进行分析 and 整理。
- 6.0.3 将所整理的 data 做出物料平衡。
- 6.0.4 以物料平衡为依据进行热平衡计算，做出热平衡。
- 6.0.5 计算焦炉热效率及其他技术经济指标。
- 6.0.6 测定人员对测定与计算结果进行分析讨论，写出测定报告，提出节能措施。