

ICS 77.080.01
Z 04

STCE

节 能 减 排 联 盟 标 准

STCE 1007—2013

直接还原转底炉能效限定值 及节能评价值

**The minimum allowable values of energy efficiency and
evaluating values of energy conservation of direct reduction
rotary hearth furnace**

2013-09-01 发布

2013-12-01 实施

全国节能减排标准化技术联盟发布

前 言

本标准依据GB/T 1.1—2009的规则起草。

本标准由全国节能减排标准化技术联盟提出。

本标准由全国节能减排标准化技术联盟归口。

本标准起草单位：北京神雾环境能源科技集团股份有限公司、中国标准化研究院、北京科技大学。

本标准主要起草人：吴道洪、薛逊、谢善清、曹志成、李生忠、刘静雅、贾岩、古明远、潘崇超、赵跃进、王秀腾、张建松、吕秋生等。

直接还原转底炉能效限定值及节能评价

1 范围

本标准规定了直接还原转底炉（以下简称“转底炉”）的能效限定值及节能评价。本标准适用于以天然气、混合煤气、焦炉煤气等为燃料的转底炉。

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 2587 用能设备能量平衡通则
- GB/T 2588 设备热效率计算通则
- GB/T 13338 工业燃料炉热平衡测定与计算基本规则
- GB/T 20565 铁矿石和直接还原铁
- GB 50486 钢铁厂工业炉设计规范及相关标准

3 术语和定义

GB/T 20565 确立的术语及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

转底炉 rotary hearth furnace

炉顶、炉墙不动，炉底机械带动物料旋转，依靠炉墙上布置的烧嘴将炉底物料加热并进行直接还原的冶金炉。

3.2

转底炉热效率 thermal efficiency of rotary hearth furnace

被还原物料有效利用的热量与炉内燃烧放出的总热量之比。

3.3

转底炉能效限定值 the minimum allowable values of energy efficiency of rotary hearth furnace

在标准规定测试条件下，转底炉在额定工况下所允许的热效率最低值。

3.4

转底炉节能评价 the evaluating values of energy conservation of rotary hearth furnace

在标准规定测试条件下，转底炉在额定工况下达到节能要求的热效率最低值。

4 技术要求

4.1 基本要求

转底炉的一般性能、安全性能以及设计、制造、质量和环保要求应符合 GB 50486 的规定。

4.2 转底炉炉膛热效率

转底炉炉膛热效率按公式（1）或公式（2）计算。

$$\eta = \frac{Q_{YX}}{Q_{RS}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

或

$$\eta = \left(1 - \frac{Q_{SS}}{Q_{RS}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中： η ——转底炉热效率，%；

Q_{RS} ——炉内燃烧放出的总热量，MJ/h；

Q_{YX} ——反应吸热和产品带走的热量，MJ/h；

Q_{SS} ——损失的热量，MJ/h。

计算示例见附录 A。

4.3 转底炉能效限定值和节能评价值

转底炉在额定工况下的能效限定值和节能评价值见表 1 和表 2 中规定的热效率值。

表 1 转底炉能效限定值（热效率/%）

外供燃料热值/Q (kJ/m ³)	物料处理温度/t (°C)		
	1100≤t<1200	1200≤t<1300	1300≤t<1350
2947≤Q<8360	43	41	39
8360≤Q<16720	45	43	41
Q≥16720	47	45	43

表 2 转底炉节能评价值（热效率/%）

外供燃料热值/Q (kJ/m ³)	物料处理温度/t (°C)		
	1100≤t<1200	1200≤t<1300	1300≤t<1350
2947≤Q<8360	45	43	41
8360≤Q<16720	47	45	43
Q≥16720	49	47	45

5 试验方法

转底炉的热平衡应按 GB/T 2587 及 GB/T 13338 中的规定进行测试。

转底炉的热效率值应按 GB/T 2588 中的规定进行测算。

附录 A

(资料性附录)

转底炉热效率计算示例

A.1 计算示例一

某企业年处理 30 万吨含锌冶金粉尘转底炉，该转底炉在正常生产运行时的热平衡计算如下。

(1) 热收入项目计算

对燃料燃烧的化学热量、还原产生 CO 二次燃烧化学热、常规烧嘴助燃空气带入物理热、热补风空气带入物理热、蓄热烧嘴空气带入物理热、入炉生球带入物理热、金属锌炉内再氧化化学热、球团内挥发份燃烧化学热，上述收入热量总和。

(2) 热支出项目计算

主烟道排烟带走物理热、蓄热烧嘴排烟带走物理热、Fe 还原反应吸热、Zn 还原反应吸热、出炉金属化球团物理热、出炉氧化锌粉尘物理热、炉体表面热损失、其他热损失，上述支出热量总和。

该转底炉正常生产运行时的热平衡计算结果如表 3 所示，由表 3 进行该转底炉的热效率计算，计算说明如下。

表 3 转底炉生产运行热平衡表

热收入项				热支出项			
序号	项目	热量 MJ/h	%	序号	项目	热量 MJ/h	%
1	转炉煤气燃烧化学热	102503	41.35	1	Fe 还原反应吸热	60757	24.51
2	还原产生 CO 二次燃烧化学热	110643	44.63	2	Zn 还原反应吸热	1383	0.56
3	常规烧嘴助燃空气带入物理热	13619	5.49	3	出炉金属化球团物理热	29139	11.75
4	热补风空气带入物理热	13021	5.25	4	出炉氧化锌粉尘物理热	4189	1.69
5	蓄热烧嘴空气带入物理热	3920	1.58	5	主烟道排烟带走物理热	118008	47.60
6	入炉生球带入物理热	2816	1.14	6	蓄热烧嘴排烟带走物理热	4538	1.83
7	金属锌炉内再氧化化学热	1383	0.56	7	炉体表面热损失	11923	4.81
8	球团内挥发份燃烧化学热	0	0	8	冷却水带走物理热	9329	3.76
	合计	247905	100	9	其他热损失	8639	3.48
					合计	247905	100

(3) 热效率计算

$$\text{该转底炉热效率: } \eta = \frac{Q_{YX}}{Q_{RS}} \times 100\%$$

$$= (\text{Fe 还原反应吸热} + \text{Zn 还原反应吸热} + \text{出炉金属化球团物理热} + \text{出炉氧化锌粉尘物理热}) / (\text{转炉煤气燃烧化学热} + \text{还原产生 CO 二次燃烧化学热} + \text{金属锌炉内再氧化化学热} + \text{球团内挥发份燃烧化学热}) \times 100\%$$

$$= (60757 + 1383 + 29139 + 4189) / (102503 + 110643 + 1383 + 0) \times 100\%$$

$$=44.5\% \approx 45\%$$

A.2 计算示例二

某企业年处理 10 万吨钒钛磁铁矿直接还原转底炉，该转底炉生产运行时的热平衡计算如下。

(1) 热收入项目计算

对燃料燃烧的化学热量、还原产生 CO 二次燃烧化学热、球团内挥发份燃烧化学热、常规烧嘴助燃空气带入物理热、CO 二次燃烧空气带入物理热、挥发份燃烧空气带入物理热、入炉生球带入物理热，上述收入热量总和。

(2) 热支出项目计算

主烟道排烟带走物理热、Fe 还原反应吸热、出炉金属化球团物理热、炉体表面热损失、冷却水带走物理热、其他热损失，上述支出热量总和。

该转底炉正常生产运行时的热平衡计算结果如表 4 所示，由表 4 进行该转底炉的热效率计算，计算说明如下。

表 4 转底炉生产运行热平衡表

热收入项				热支出项			
序号	项目	热量 MJ/h	%	序号	项目	热量 MJ/h	%
1	转炉煤气燃烧化学热	35606	35.95	1	Fe 还原反应吸热	26503	26.76
2	还原产生 CO 二次燃烧化学热	40890	41.29	2	出炉金属化球团物理热	14148	14.29
3	球团内挥发份燃烧化学热	11639	11.75	3	主烟道排烟带走物理热	40860	41.26
4	常规烧嘴助燃空气带入物理热	4234	4.28	4	炉体表面热损失	7598	7.67
5	CO 二次燃烧空气带入物理热	4392	4.43	5	冷却水带走物理热	3344	3.38
6	挥发份燃烧空气带入物理热	1879	1.90	6	其他热损失	6585	6.65
7	入炉生球带入物理热	398	0.40				
	合计	99038	100		合计	99038	100

(3) 热效率计算

$$\text{该转底炉热效率: } \eta = \frac{Q_{YX}}{Q_{RS}} \times 100\%$$

= (Fe 还原反应吸热+出炉金属化球团物理热) / (转炉煤气燃烧化学热+还原产生 CO 二次燃烧化学热+球团内挥发份燃烧化学热) × 100%

$$= (26503+14148) / (35606+40890+11639) \times 100\%$$

$$=46.1\%$$

$$\approx 46\%$$