



中华人民共和国国家标准

GB/T 32489—2016

轧钢加热炉节能运行技术要求

Technical requirement of energy-saving operation for reheating furnace in
steel rolling

2016-02-24 发布

2017-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
轧钢加热炉节能运行技术要求
GB/T 32489—2016

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 18 千字
2016年5月第一版 2016年5月第一次印刷

*

书号: 155066·1-54671 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:首钢总公司、山东慧敏科技发展有限公司、宝钢集团新疆八一钢铁有限公司、北京首钢国际工程技术有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:陈冠军、王姜维、周惠敏、仇金辉、胡乐康、胡帅、张绍强、张磊、王敏、陈迪安、刘学民。

轧钢加热炉节能运行技术要求

1 范围

本标准规定了轧钢加热炉节能运行的术语和定义、技术要求、检验及测定方法、操作要求。
本标准适用于钢铁企业轧钢工序新建、扩建或改造的加热炉,其他加热炉也可以参照执行。

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 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 15319 火焰加热炉节能监测方法
GB/T 17195 工业炉名词术语
GB/T 22590 轧钢加热炉用耐火浇注料
GB 28665 轧钢工业大气污染物排放标准
GB 50486 钢铁厂工业炉设计规范
GB 50825 钢铁厂加热炉工程质量验收规范
YB/T 4209 钢铁行业蓄热式燃烧技术规范
YB/T 4242 钢铁企业轧钢加热炉节能设计技术规范

3 术语和定义

GB/T 17195 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单位热耗 heat consumption per unit steel

加热钢坯到目标出炉温度,每吨钢所需要的燃料化学热。

3.2

高温空气燃烧 high temperature air combustion

将助燃空气预热到高温(通常为 800 ℃以上)参与燃烧。

3.3

富氧燃烧 oxygen-enriched combustion

助燃空气中氧浓度大于常规空气氧浓度的燃烧。

3.4

脉冲燃烧 pulse combustion

一种使用脉宽调制技术调节燃烧时间的间断燃烧方法。

3.5

汽化冷却 evaporative cooling

加热炉内冷却构件的循环冷却水转化为饱和蒸汽的过程。

3.6

热装 hot charge rolling

将不低于 300 ℃ 的钢坯送入加热炉内加热。

3.7

节能涂料 energy-saving coating

一种利用红外辐射原理,喷涂在高温窑炉的耐火材料表面,提高光谱发射率的材料,提高了耐火材料辐射传热的吸热和放热效果。

3.8

空燃比 air-fuel ratio

参与燃烧的助燃空气与燃料的体积比例。

3.9

残氧量 residual oxygen

燃烧产物中残余的氧气含量。

3.10

全炉热效率 thermal efficiency

钢坯加热到目标温度需要的热量占供给加热炉的燃料化学热能量的百分比。

3.11

富氧率 oxygen-enriched rate

助燃空气富氧时增加的氧含量百分比。

4 技术要求

4.1 基本要求

4.1.1 轧钢加热炉的设计应符合 GB 50486 和 YB/T 4242 的规定;全部单体机械设备、钢结构、管道、耐火材料砌体、液压设备、电气、仪表、电讯、汽化冷却系统、烧嘴、其他炉用设备应符合 GB 50825 的规定;炉底强度选择应符合 YB/T 4242 的规定,其数量和加热能力应满足产品加热质量要求;应定期维护,满足节能运行的条件。

4.1.2 根据钢坯品种加热要求,轧钢加热炉对单位热耗和全炉热效率要求应符合表 1 规定,特殊加热工艺要求如硅钢、不锈钢、特殊钢的轧钢加热炉单位热耗和全炉热效率另外考虑。

表 1 轧钢加热炉对单位热耗和全炉热效率要求

钢坯加热温度/℃		1 050~1 150	>1 150~1 250	>1 250
单位热耗/GJ·t ⁻¹	二级	≤1.21	≤1.34	≤1.46
	一级	≤1.00	≤1.10	≤1.20
全炉热效率/%	二级	≥62	≥60	≥58
	一级	≥65	≥62	≥60

4.1.3 钢坯出钢温度应符合 YB/T 4242 的规定。

4.2 节能技术要求

4.2.1 轧钢加热炉节能技术包括步进梁、先进燃烧技术、汽化冷却、节能涂料、热装热送和过程参数优化控制等,宜根据加热炉综合节能要求,选择多种节能技术组合应用实施。

- 4.2.2 安装步进梁的轧钢加热炉，钢坯宜保持一定间隙放置，步进梁可交错或组合式布置。
- 4.2.3 在轧钢加热炉上宜应用各类先进燃烧技术包括高温空气燃烧、富氧燃烧、脉冲燃烧和低 NO_x 燃烧等，提高燃烧效率，降低污染。实施高温空气燃烧技术的轧钢加热炉，应满足 YB/T 4209 规定，其中单蓄热式加热炉助燃空气预热温度不低于 900 ℃；对氧气富余的企业，可在常规加热炉上应用富氧燃烧技术。
- 4.2.4 轧钢加热炉实施汽化冷却回收蒸汽供企业自身使用，其炉内水梁包扎应满足保温要求。
- 4.2.5 轧钢加热炉内壁表面及蓄热体表面可定期喷涂或浸涂节能涂料，应用的节能涂料的节能率应不低于 2%，涂料中位径粒度应≤20 μm。
- 4.2.6 轧钢加热炉上实施热装技术，对钢坯热装要求应符合表 2 规定。

表 2 钢坯热装要求

热装温度/℃	≥800	≥700	≥600	≥500	≥400	≥300
热装率/%	≥15	≥20	≥30	≥40	≥50	≥60
节能率/%	≥5					

4.3 燃料条件

- 4.3.1 轧钢加热炉的燃料包括高炉煤气、转炉煤气、焦炉煤气和天然气等，其热值、压力、含水和含尘等应符合有关标准规定。
- 4.3.2 对蓄热式加热炉燃料适用要求应符合表 3 规定。

表 3 蓄热式加热炉燃料适用要求

燃料种类	高炉煤气	混合煤气	焦炉煤气	天然气
预热方式	煤气、助燃空气 双蓄热	煤气、助燃空气双蓄热； 助燃空气或煤气单蓄热	助燃空气单蓄热	助燃空气单蓄热

4.4 炉体要求

- 4.4.1 轧钢加热炉的炉体整体寿命不低于 15 年，高温工作条件下的燃烧器或炉内衬寿命不低于 3 年，其中采取的浇注料应符合 GB/T 22590 规定。
- 4.4.2 炉体外表面平均温度不高于 120 ℃，不同部位加热炉外表面温度应符合表 4 规定。

表 4 不同部位加热炉外表面温度要求

部 位	温度/℃
炉顶外表面	≤120
炉门外表面	≤120
炉墙外表面	≤100
局部高温部位外表面	≤180

4.5 余热利用

- 4.5.1 轧钢加热炉本体排烟温度超过 250 ℃时，应设置余热回收装置，优先回收烟气余热预热助燃空

气和预热煤气,其次设置余热锅炉产生蒸汽供发电、采暖或生活使用。

4.5.2 余热利用技术依据加热工艺和排烟温度等确定,其中不同排烟温度下,轧钢加热炉余热利用和预热温度基本要求应符合表 5 规定。

表 5 余热利用和预热温度基本要求

排烟温度/℃	余热利用		温度/℃	
			助燃空气	煤气
≥1 000	蓄热式	单蓄热	≥900	不预热
		单蓄热+换热	≥900	200~300
		双蓄热	≥900	≥900
≥500~1 000	双预热		300~550	200~300
250~500	单预热	预热助燃空气	200~350	不预热
		预热煤气	不预热	200~300

4.6 控制要求

轧钢加热炉宜采用计算机自动控制包括基础自动化和二级控制,实现燃烧、换向和空燃比优化控制,改善加热质量,提高加热效率。检测参数控制包括加热炉分段炉温、燃料、助燃空气和烟气温度、压力和流量,并宜设有烟气成分分析装置,烟气中残氧量应不超过 3%,根据燃料热值及烟气中残氧量对加热炉燃烧进行自动调节,空气过剩系数应为 1.01~1.1。对于不锈钢加热炉由于除渣的需要,均热段空气过剩系数可适当增大。对空燃比控制的轧钢加热炉宜依据燃料成分、热值进行精确控制调节,其中非富氧情况下空燃比随热值控制范围推荐值参见附录 A。

轧钢加热炉的平均炉压控制要求应符合表 6 的规定。

表 6 平均炉压控制要求

轧钢加热炉类型	炉压/Pa
常规加热炉	1~15
蓄热式加热炉	10~30

4.7 排放要求

轧钢加热炉的烟气排放温度要求应符合表 7 规定,污染物排放应符合 GB 28665 规定。

表 7 轧钢加热炉烟气排放温度要求

应用节能	烟气排放温度/℃
采用蓄热式	≤180
采用预热	≤250

5 检验及测定方法

5.1 煤气成分和热值化验方法

煤气成分可由在线气体分析仪直接读取,也可单独取样送检,取样和化验方法应符合相关规定,热值可由热值仪检测,或依据化验成分计算。

5.2 单位热耗和全炉热效率测定方法

5.2.1 轧钢加热炉热平衡测定应符合 GB/T 13338 的规定,单位热耗按式(1)计算。

$$b = \frac{B}{G} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

b ——单位热耗,单位为吉焦每吨($\text{GJ} \cdot \text{t}^{-1}$);

B ——燃料消耗量,单位为吉焦(GJ);

G ——加热钢坯质量,单位为吨(t)。

5.2.2 轧钢加热炉全炉热效率计算方法应符合 GB/T 2588 的规定,全炉热效率按式(2)计算。

$$\eta = \frac{Q_y}{Q_g} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

η ——全炉热效率;

Q_y ——有效热量,单位为吉焦(GJ);

Q_g ——供给热量,单位为吉焦(GJ)。

5.3 炉体表面温度、炉膛温度和炉内钢坯温度测定方法

5.3.1 炉体表面温度宜采取红外测温仪测定,同一位置至少测定 3 次,并计算温度平均值。

5.3.2 炉膛温度和炉内钢坯加热温度宜采用炉温曲线跟踪仪(黑匣子)测量。

5.4 钢坯出炉温度和氧化烧损率测定方法

5.4.1 出炉钢坯温度可采用红外测温仪或红外热成像仪测定。

5.4.2 钢坯氧化烧损率可采用称重法测定,即称量试验钢坯加热前后的质量,钢坯氧化烧损率按式(3)计算。

$$\alpha = \frac{G_0 - G_1}{G_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

α ——钢坯氧化烧损率;

G_0 ——钢坯加热前质量,单位为吨(t);

G_1 ——钢坯加热后质量,单位为吨(t)。

5.5 节能监测方法

轧钢加热炉节能监测方法应符合 GB/T 15319 的规定。

5.6 节能率计算

节能率按式(4)计算。

$$\eta_j = \frac{E_0 - E_1}{E_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

η_j ——节能率；

E_0 ——节能技术应用前单位热耗，单位为吉焦每吨(GJ·t⁻¹)；

E_1 ——节能技术应用后单位热耗，单位为吉焦每吨(GJ·t⁻¹)。

6 操作要求

6.1 安全

6.1.1 一般要求

轧钢加热炉的点火、烘炉、烧炉和使用均需符合相关安全规范，操作工应满足相关技能要求。

6.1.2 点火操作

点火前应进行煤气管道和炉内安全检查，采用氮气进行煤气管道和炉内吹扫，开启装出炉炉门，点火时应保证足够的煤气总管压力，启动蓄热式系统燃烧换向，炉内温度应不低于 600℃。

6.1.3 烘炉操作

轧钢加热炉烘炉升温应严格按烘炉曲线进行。

6.1.4 生产组织

根据合同组织生产，依据轧线产能确定开炉座数；根据轧钢加热炉冷装与热装产能、热装坯量，确定一炉或两炉热装，其他炉冷装，使冷热装炉产量匹配；回炉钢坯经高压水除鳞后应及时安排装炉，因高压水除鳞故障未能除去表面氧化铁皮的钢坯和冷坯表面的氧化铁皮应采取机械或人工的办法清除后再装炉。

6.1.5 烧炉操作

烧炉时轧钢加热炉各段负荷应根据对应各段炉温要求调节控制，烧嘴开启率宜≥90%，下烧嘴负荷宜大于上烧嘴负荷，减少钢坯上下加热温差，提高钢坯加热温度均匀性。

烧炉时操作工应贯彻“三勤三掌握”的方法，“三勤”为：勤观察炉内燃烧状况和钢坯在炉内的运行状态，勤联系装炉岗位、联系轧钢岗位、联系调度室，勤调整炉压、调整炉温、调整煤气量和空气量。“三掌握”为：掌握炉内钢坯的出炉温度和温差要求，掌握炉内钢坯的钢质、规格、冷热装炉状态和在炉内的位置，掌握轧制规格和轧制速度。

6.2 加热要求

入炉钢坯应严格按照规定的加热曲线加热升温，出炉钢坯温度、温差应符合轧制要求。

6.3 待轧保温要求

对于有二级加热模型控制的轧钢加热炉，应根据已知或未知的轧机延误自动进入相应的延误对策，调节各段炉温设定值，节约燃料。

对于无延误策略的轧钢加热炉，当待轧时，应根据预见的延误时间长短，适当降低均热段和加热段温度，各段温度的降低值应在实践中摸索，或者由轧钢加热炉供应商提出，在实践中修正。

6.4 炉门操作要求

应尽量减少轧钢加热炉炉门开启次数和时间,在无出钢情况下应尽可能避免开启炉门。

6.5 运行管理

轧钢加热炉运行应遵循对应的操作规定,保证炉体密封、管道无泄漏,阀门、电器设备开启控制正常,冷却水供应正常。配套风机优先采用变频调节技术,减少电力消耗。

应定期开展轧钢加热炉热诊断,找出薄弱环节,制定有效的节能管理措施,保证轧钢加热炉高产低耗运行。

6.6 检修维护

轧钢加热炉宜定期检修,定期清理氧化铁皮,每年至少安排一次。检修停炉降温应按降温曲线进行。应特别注意炉顶耐材是否有裂缝,及时填塞浇耐火泥浆补缝。保持热风管道外包扎和炉底水管绝热层的完好,如有掉落情况,应及时修补。

附 录 A

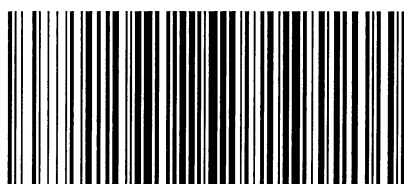
(资料性附录)

非富氧情况下空燃比随热值控制范围

非富氧情况下空燃比随热值控制范围见表 A.1。

表 A.1 非富氧情况下空燃比随热值控制范围

燃料种类	空燃比范围
高炉煤气	$1.01 \times \frac{0.19}{1\,000} \times Q_d \sim 1.1 \times \frac{0.19}{1\,000} \times Q_d$
混合煤气	$1.01 \times \frac{0.26}{1\,000} \times Q_d \sim 1.1 \times \frac{0.26}{1\,000} \times Q_d$
焦炉煤气	$1.01 \times \left(\frac{0.26}{1\,000} \times Q_d - 0.25 \right) \sim 1.1 \times \left(\frac{0.26}{1\,000} \times Q_d - 0.25 \right)$
天然气	$1.01 \times \left(\frac{0.264}{1\,000} \times Q_d + 0.02 \right) \sim 1.1 \times \left(\frac{0.264}{1\,000} \times Q_d + 0.02 \right)$
注： Q_d 为燃料热值，单位为千焦每立方米($\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$)。	



GB/T 32489—2016

版权专有 侵权必究

*

书号：155066 · 1-54671

定价：16.00 元