

《加热炉黑体强化辐射技术要求》行业标准编制说明

一、工作简况

1、任务来源

本项目是依据工业和信息化部工信厅科[2020]181号文“工业和信息化部办公厅关于印发2020年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知”下达的项目计划，项目编号为2020-0429T-YB，项目名称为“加热炉黑体强化辐射技术要求”。本项目是重点项目，主要起草单位包括四川科达节能技术有限公司、冶金工业规划研究院等，计划完成时间为2022年。

2、主要工作过程

第一阶段：成立起草小组

2020年10月，编制组组织召开《加热炉黑体强化辐射技术要求》行业标准编制组成立暨首次工作会议。由四川科达节能技术有限公司、冶金工业规划研究院等标准编制组成员出席了会议。

会议讨论并确定了行业标准项目《加热炉黑体强化辐射技术要求》的编制工作分工、工作计划、工作进度及时间节点，各参编单位领导及专家着重针对标准编制原则、编制重点问题、编制大纲、标准草案等内容提出和交换了意见和建议。

第二阶段：调研和资料收集及分析

2020年11月-2021年8月，为做好标准的制定工作，编制组对相关文献进行查询、归类、汇总，重点研究和分析了以下相关标准：《轧钢连续加热炉热平衡测试与计算方法》（GB/T 33956-2017）、《钢铁行业蓄热式工业炉窑热平衡测试与计算方法》（YB/T 4313-2012）、《500K~1000K黑体辐射源检定规程》（JJG 309-2011）等。并实地调研了四川柯达节能、恩吉赛威、天津荣程、镇鑫钢铁等企业的实际应用情况。

第三阶段：形成内部讨论稿

2021年9月-2022年2月，经过四川科达节能技术有限公司、冶金工业规划院与参编单位对《加热炉黑体强化辐射技术要求》草案的沟通、修改与完善，形成

了《加热炉黑体强化辐射技术要求》工作组内部讨论稿（初稿），并先期以函件的形式下发给参编单位进行审查与意见的征集。编制组根据参编单位的意见进行修改完善后形成内部讨论稿。

第四阶段：形成征求意见稿

2022年3月组织召开了《加热炉黑体强化辐射技术要求》标准讨论会。编制组在专家意见的基础上进行修改完善形成征求意见稿。

3、主要参加单位和工作组成员

本标准由四川科达节能技术有限公司、冶金工业规划研究院等共同起草。

二、标准编制原则

1. 响应国家节能减排政策，体现科技进步和加强市场引导。
2. 对加热炉黑体强化辐射的技术要求、节能指标和效果评价等内容作出规定。
3. 体现技术发展状况，加强市场准入要求，规范市场。
4. 结合国内外的实际情况，在调研的基础上，制定合理的技术要求及规范。
5. 标准编写按 GB/T 1.1 等标准编制。

三、制定本标准的意义

随着国民经济的发展，工业炉窑能耗占全国总能耗的比重越来越高，加热炉能耗水平直接影响工业生产成本；因此，降低加热炉能耗是我国工业节能的主要方向和目标。加热炉要做到节能，主要是要减少热损失，利用好燃料的一次热能，提高加热炉的热效率。

“加热炉黑体强化辐射节能技术”自 2010 年以来在宝钢、沙钢、莱钢、柳钢、唐钢、包钢、邯钢等大型钢铁企业应用，该技术在国内钢铁行业的应用有了飞跃式的增长，该技术 2012 年入选国家重点节能技术推广目录（第四批）。

“加热炉黑体强化辐射节能技术”是根据加热炉传热原理、红外物理理论及黑体理论，采用一定材质与生产工艺制成集“增大炉膛面积、提高炉膛辐发射率和增加辐照度”三项功能于一体的工业标准黑体元件，在炉膛内壁适当部位设置众多的黑体元件，与经过保护性红外喷涂强化处理的炉墙一起，构成加热炉稳定的、不衰减的红外加热系统。黑体元件将炉、膛内呈漫射状的热射线调控为定向射向被加热工件，极大地提高热射线的到位率，实现热源源头热射线的有效调控，达到提

高炉子热效率，实现增产节能的目的。

目前该技术还没有行业标准，不利于加热炉黑体强化辐射技术的发展和提高。为了规范行业行为，引导行业健康快速发展，急需制定本行业标准统一和规范加热炉黑体强化辐射技术的作用原理、技术要求、节能指标、效果评价等内容。

四、国内外技术情况

黑体技术已被成功应用改造上百台各种类型的加热炉、热处理炉，均取得了较好的节能效果，并受到国内多家大型钢铁企业的高度评价，已在沙钢、淮钢、莱钢等企业应用。例如莱钢 120 万吨 H 型钢加热炉，在加热炉内壁炉顶的预热段、加热段、均热段等部位安装 17000 个黑体元件及红外加热系统，节能技改投资额 300 万元，建设期 15 天。每年可节能 7962tce，年节能经济效益 700 万元，投资回收期约 5 个月。

五、主要内容说明

1. 范围

本文件规定了加热炉黑体强化辐射技术的术语和定义、基本原理、工作环境、黑体元件、安装技术、施工及验收、节能指标和效果评价。

本文件适用于轧钢加热炉，其他炉窑可参照执行。

2. 规范性引用文件

本部分按照 GB/T 1.1 的要求，将文中所用引用文件按照标准编号进行排序整理。

3. 术语和定义

为方便使用者理解本文件，本部分对文件中重要的术语进行规定，包括黑体、发射率、黑体元件、黑体元件安装、安装面、定位槽等并进行了解释。

4. 基本原理

本部分对加热炉黑体强化辐射技术的原理进行描述，主要是将黑体元件安装于炉膛内壁，与炉膛共同构成红外加热系统。通过增大传热面积，提高炉膛的发射率；对炉膛内的热射线进行有效调控，将漫射的无序状态调控到有序，直接射向钢坯，提高炉膛对钢坯辐射换热效率。

5. 工作环境

为保障黑体强化辐射技术能够充分发挥作用，需要保障基本的环境条件，经过系统梳理企业实际应用情况，本文件从炉衬表面和工作温度等进行规定。

6. 黑体元件

本技术核心内容是黑体元件，黑体元件的质量和性能决定了节能效果的好坏，通过对四川科达节能技术有限公司等单位的技术调研，确定了黑体元件应符合的技术要求，详见表 1。

表1 加热炉黑体元件技术要求

序号	项目	单位	技术要求	检测标准	
1	化学成分	Al ₂ O ₃	%	≥55	GB/T6900-2016
		Al ₂ O ₃ +SiO ₂	%	≥93	
		Fe ₂ O ₃	%	≤0.8	
2	体积密度	g/cm ³	≤1.3	GB/T2997-2015	
3	常温耐压强度	MPa	≥4.5	GB/T5072-2008	
4	发射率（温度 1000k 以上）		≥0.95	JJG 309-2011	
5	加热永久线变化（1400°C×2h）	%	-0.5~0.8	GB/T5988—2007	
6	热震稳定性（次）（1100°C*水冷）	次	≥5	YB/T376.3-2004	
7	耐火度	°C	≥1770	GB/T7322-2017	

7. 安装技术

黑体元件的安装也是保障节能效果的重要一环，在轧钢加热炉运行过程中，融化的氧化物会形成炉渣，脱落炉渣会逐渐填满元件空腔，导致辐射能力逐渐减弱，因此安装位置的选择以及表面处理工作至关重要。为保证安装要求符合规定，最大化发挥黑体元件的节能效果，本文件对安装流程、炉衬表面处理、安装面处理、炉衬强化处理等均提出要求，最大化保障黑体元件发挥效能。

8. 施工要求

本部分对施工及验收提出相关要求。

9. 节能指标

本部分对黑体强化辐射技术节能的效果进行规定。详见表 2。

表2 黑体强化辐射技术节能指标

炉型	节能率/%	元件安装量
轧钢加热炉	≥5	全部内壁

10. 效果评价

为统一行业内黑体强化辐射技术节能效果的计算方式，本部分参考 GB/T 33956、GB/T 21368、GB/T 15587、GB/T 2589 和 YB/T 4313 等标准中的要求，开展节能效果评价，同时给出黑体强化辐射技术的节能效果的计算公式。

六、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利内容。

七、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本文件的制定能够帮助钢铁企业深入了解加热炉黑体强化技术，为项目的工程验收，实际效果评定提供理论依据。本文件的制定能够推动加热炉黑体辐射技术在钢铁企业的推广应用，增强企业加热炉能源利用效率，降低能源消耗，促进整个钢铁行业节能降耗发展。

八、与国际、国外对比情况

没有对应的国际标准或国外先进标准，故文件制定过程中不涉及采标的问题。

九、与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

与现有标准无重复和矛盾，是标准体系的补充。

十、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

十一、标准性质和标准水平建议

本文件为推荐性行业标准。

十二、贯彻标准的要求和措施建议

黑体强化辐射技术的广泛应用，有利于提高钢铁企业轧钢工序的能源利用效率，降低能源消耗，助力钢铁行业节能低碳发展。本文件的制定与实施具有极为明显的能源效益，建议本文件批准发布后尽快实施。。

行业标准编制工作组

2022 年 7 月