

附件 1

钢铁行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	钢坯加热炉炉温均匀性测定方法		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	江苏沙钢钢铁有限公司		
联系人	周恩会	联系电话	13862263586
任务年限	2027 年	申请经费	20 万元
参加单位	苏州市计量测试院、张家港市计量测试所、苏州方圆仪器设备校准检测服务有限公司、江苏永钢集团有限公司		
目的、意义和必要性	一、研制背景 钢坯是炼钢炉炼成的钢水经过铸造后得到的半成品，是轧制各类钢材（如钢筋、钢板、型钢等）的原料，钢铁轧钢工序中，钢坯加热炉是控制钢材成品质量、生产能耗与设备寿命的核心热工装备，炉内温度场均匀性直接决定连铸钢坯加热一致性，是轧制工序质量管控、节能降耗、安全生产的关键计量控制指标。 当前国内冶金行业尚未出台统一的钢坯加热炉炉温均匀性测定专用计量技术规范，行业内各钢铁企业、第三方检测机构均采用自主摸索的测定方案开展检测工作：测温点位布设无统一标准、测温设备选型与使用要求不统一、数据采集频次、处理计算规则、温差判定阈值差异较大。不同单位对同一台加热炉开展检测，极易出现温度场分布结论不一致、检测数据无法互认的问题，引发质量判定、设备验收、体系审核等环节争议。 从产业实际运行现状来看，加热炉温度管控缺乏标准化计量依据带来多重行业痛点：一是炉内局部过热、低温死角、烧嘴燃烧失衡等问题无法通过统一量化标准识别，钢坯存在欠热、过烧、断面温差过大等问题，轧制后易出现裂纹、尺寸超差、力学性能离散等缺陷，大幅提升废品率；二是企业无标准化测定流程支撑燃烧工艺优化，为弥补温差普遍采取整体提温方式，造成燃气大量浪费、钢坯氧化烧损加剧，生产运行成本居高不下；三是企业开展设备大修、技改验收、能源管理体系、ISO 质量体系、安全生产标准化审核时，缺乏合规、可追溯的标准化检测记录，难以满足监管及第三方认证		

	核查要求；四是行业数字化、智能化转型推进过程中，智能燃烧系统、炉温数字孪生建模缺少统一、可靠的基准检测数据支撑，精细化、数字化管控落地受阻。 现阶段国内现有热工相关计量规范仅覆盖通用热处理炉，未针对冶金钢坯加热炉高温、连续生产、长炉膛、钢坯连续输送等特殊工况制定适配测定方法，存在标准空白。在此产业背景下，亟需制定专项校准规范，统一全行业钢坯加热炉炉温均匀性计量检测技术要求，补齐冶金热工工序计量标准短板。 二、研制目的 一是统一行业检测技术体系：规范钢坯加热炉有效加热区测温点位布置、测温仪器设备选型与使用、现场测定操作流程、原始数据处理计算、温差判定准则全套技术要求，消除不同检测主体操作差异，实现检测数据统一、结果互认，解决行业检测结论分歧问题。 二是精准量化炉膛温度场状态：建立标准化测定流程，精准获取加热区全域最高温度、最低温度、整体温差分布数据，客观评价炉内温度均匀程度，验证炉温是否匹配钢坯轧制工艺规定温度区间。 三是稳定钢材轧制生产质量：依靠标准化温度场检测结果，消除钢坯长度、断面方向加热温差，从源头减少轧制开裂、尺寸偏差、金相组织不均、力学性能波动等质量缺陷，稳定成品钢材一致性。 四是支撑加热炉运维与工艺优化：通过标准化测定精准定位炉膛低温死角、局部超温区域、保温层失效、烧嘴燃烧不均衡等故障点，为加热炉日常检修、耐火材料维护、燃烧参数调节、节能技改提供量化数据依据。 三、研制意义 本方法将通过统一规范的炉温均匀性检测，稳定连铸钢坯加热温度场，大幅降低钢材内部组织不均匀、力学性能波动等问题，有效减少轧制废品、返工回炉量，提升钢材成材率与产品一致性，增强企业钢材产品在高端装备、重点工程领域的供货质量保障能力。同时标准化测定可精准识别炉膛温度失衡根源，指导企业精细化调节烧嘴燃烧参数，摒弃依靠整体升温补偿局部温差的粗放管控模式，显著降低燃气消耗；减少钢坯高温氧化烧损，降低原料损耗，实现轧钢工序能耗、物耗双下降，助力冶金行业绿色低碳转型。及时检出炉内局部超温区域，规避耐火材料高温烧损、钢坯批量过烧等风险，平衡各燃烧单元负荷，降低加热炉故障频次与非计划停机时长，延长加热炉本体、燃烧系统使用寿命，减少设备大修投入，提升生产线连续稳定运行能力。该方法填补冶金钢坯加热炉专用炉温均匀性计量方法标准空白，完善钢铁行业热工设备计量验证体系，推动加热炉管控由传统经验判断转向数字化、数据化、标准化计量管控，补齐冶金产业计量标准链条。
产业链应用	一、安全生产领域应用 一是规避炉体设备高温损毁风险，本方法统一钢坯加热炉全域温度场测定方法，可精准识别炉膛局部超温、保温层破损、烧嘴偏烧等异常区域。长期局部高温会快速侵蚀耐火材料，造成炉墙剥落、

	水冷梁烧穿，引发炉体泄漏、煤气外溢等重大安全隐患。依托标准化检测定期量化炉温分布，提前定位高温故障点，及时开展耐火修补、燃烧系统调平，大幅降低炉体破损、燃气泄漏、火灾爆炸事故概率，保障高温连续生产工况安全稳定运行。 二是消除钢坯热应力爆炸、轧制设备过载安全隐患，炉温不均会造成钢坯芯部与表层巨大温差，产生巨大热内应力，钢坯出炉后易出现炸裂、崩块，高温碎片飞溅威胁现场操作人员人身安全；同时温差失衡使钢坯变形抗力差异显著，轧制力矩剧烈波动，极易造成轧辊断裂、主电机过载跳闸、生产线卡钢停机等设备安全事故。通过规范方法精准管控有效加热区温差，消除钢坯内部温度梯度，从源头规避坯料炸裂、轧线设备过载损毁风险，降低现场机械伤害、高温烫伤事故发生率。 三是支撑安全体系合规核查与风险分级管控，冶金企业安全生产标准化、双重预防机制、重大设备风险评估均要求提供加热炉温度性能可追溯检测记录。统一测定标准出具的数据具备行业互认效力，可作为设备安全状态判定、风险分级、大修验收的法定计量依据，解决不同机构检测结论冲突、安全审核无法通过问题，完善热工设备全周期安全台账管理，助力企业落实安全生产主体责任。 二、节能降碳领域应用 一是优化燃烧制度，大幅削减燃气消耗，行业普遍因无统一炉温判定标准，采用整体升温补偿局部低温死角，造成煤气、天然气无效消耗。本规范通过标准化布点、数据计算精准量化各区域温差，指导企业分区调节烧嘴出力，摒弃粗放全域提温模式，平衡炉膛热负荷，可显著降低单位钢坯燃料消耗。实测验证，规范落地后轧钢加热工序吨钢燃气能耗可下降 5%~15%，契合钢铁超低排放、碳核算政策要求。 二是减少钢坯氧化烧损，降低原料物耗，炉温局部过热会加剧钢坯表面氧化，产生大量氧化铁皮，既造成钢材成材率下降，氧化废渣处理也增加环保能耗与固废处置成本。标准化炉温均匀性测定可精准控制炉膛基准温度区间，缩小高低温差值，抑制局部超温氧化，将氧化烧损率由行业平均 1.5% 降至 0.8% 以内，实现能源、金属原料双重节约，助力产业链绿色低碳转型。 三是为能源计量、节能技改提供标准化基准数据，企业能源审计、能效对标、余热回收改造、智能燃烧系统调试均依赖可靠炉温场数据。本方法提供统一、可复现的测定流程，形成标准化能耗对照基准，用于测算不同燃烧方案、保温改造、蓄热装置的节能收益；同时为全厂能源管理系统提供统一热工计量数据源，支撑能耗在线监测、碳足迹量化核算，完善冶金行业节能计量标准体系。 三、在机械制造产业链应用 一是保障高端锻件、传动零部件力学性能一致性，工程机械、重型装备、风电主轴、齿轮、轴类锻件均以钢坯为原料，炉温不均会导致锻件晶粒度差异、局部脱碳、软硬不均，成品抗拉强度、韧性、疲劳性能离散超标，无法满足机械装备重载、长寿命使用要求。采用本规范管控加热区温差，保证钢坯整体受热均匀，锻造后零部
--	---

	件金相组织稳定，大幅降低锻件探伤不合格、力学性能报废比例，提升减速机、重型轴、液压件等通用机械产品可靠性。 二是降低机械加工后处理缺陷，减少加工损耗，钢坯断面、长度温差过大会造成锻造后工件弯曲、尺寸超差、加工余量不均，车铣磨削工序切削量加大，刀具损耗激增，加工效率下降。依托规范标准化炉温检测，稳定坯料变形抗力，锻件外形规整，简化后续机加工工序，降低刀具耗材、工时成本，适配中小机械制造企业批量稳定生产需求。 三是支撑装备制造企业来料验收与工艺标准化，各类机械制造企业外购钢坯、外协加热工序验收缺乏统一炉温判定依据，供需双方常因坯料加热质量产生质量纠纷。本方法作为通用计量方法，可作为上下游供货质量判定统一标尺，实现加热性能数据互通互认，打通冶金原料到机械加工全链条质量计量管控。 四、在航空航天高端制造产业链应用 航空产品对钢材均匀性、残余应力控制要求远高于普通钢材。炉温均匀性不达标会使锻件内部残余应力分布紊乱，零部件长期高空交变载荷下易出现疲劳裂纹，引发飞行安全事故。统一测定方法可精准验证炉膛热场均匀度，从源头控制坯料残余应力，保证航空锻件尺寸稳定性、抗疲劳性能满足机载装备严苛设计标准。 此前国内缺少适配冶金连续钢坯加热的专用测定规范，高端航空用钢坯检测多依赖国外标准。本规范填补行业空白，形成国内自主计量技术依据，国内钢厂、航空锻造企业可依托规范完成设备验收、工艺定型，摆脱进口检测标准依赖，支撑航空高端钢材全产业链国产化生产与批量供货准入。能保障钢材产品适配高端制造、重点工程等高端应用场景。能推动冶金生产标准化，提升整条产业链的质量稳定，节能水平及市场供应链准入能力与综合竞争力。
范围和主要 计量特性	1、适用范围：本规范适用于冶金行业钢坯加热炉（含连续式、步进式、推钢式等炉型）有效加热区炉温均匀性的测定。测定应在加热炉处于正常生产工况（含空载或装载）下进行，装载测试时装载量应与实际生产一致。 2、有效加热区定义与测定：依据加热炉炉膛结构、钢坯规格及轧制工艺要求，确定有效加热区的空间范围。有效加热区是指加热炉内能满足钢坯加热工艺温度要求的区域。 3、测试装置要求： 温度传感器（热电偶）：可采用 K 型、N 型、S 型、R 型等满足测量范围要求的热电偶。热电偶的测量范围应覆盖被测定加热炉的工艺温度区间，一般不低于（0~1300）℃。热电偶准确度等级应不低于 I 级。测试用热电偶应经计量校准，校准证书应在有效期内。 温度采集仪器：可采用温度巡检仪、数据记录仪或多通道温度采集系统等。温度采集仪器的最大允许误差应不超过±0.5℃（或优于 0.1 级），分辨力应不低于 0.1℃。采集仪器应经计量校准合格，并在有效期内使用。 4、测定方法与操作要求：

		测定前应对照加热炉工艺设定温度，将炉温升至设定值并保温，待炉温稳定后方可开始数据采集。 数据采集频次应能真实反映炉温波动情况，一般建议采样间隔不超过 1min，连续采集时间不少于 30min，或覆盖至少一个完整的加热周期。 有效加热区温度均匀性以有效加热区内各测点在同一时刻的温度最大值与最小值之差（即最大温差）进行评定。 温度均匀性判定准则：各测点温度与设定温度（或平均温度）的偏差应符合加热炉工艺要求及产品加热质量标准。 5、主要测量指标： 有效加热区温度均匀性（最大温差）； 各测点温度与设定温度的偏差； 有效加热区内最高温度与最低温度及其分布。 6.测定周期：钢坯加热炉炉温均匀性的测定周期应根据炉型、使用频率及生产工艺要求确定，一般不超过 12 个月。设备大修、技术改造或燃烧系统调整后应重新进行测定。			
水平		☐ 国际先进 ☒ 国内先进			
国内外情况 简要说明		1.与国内相关技术规范之间的关系； 与现有技术规范不重复、矛盾。 2.指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况； 无知识产权问题或涉及专利情况。			
推荐意见		制定统一规范的钢坯加热炉炉温均匀性测定方法，对生产质量、节能降耗、合规管理及设备运维具有重要意义。建议书给出的计量特性和技术方案基本合理，建议立项。			
主要 起草 单位	（签字、盖公章） 月 日	技术 委员 会	（盖公章） 月 日	部委托 支撑 单位	（盖公章） 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，11 行，请在选定的内容上填写 “☒” 的符号。

2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。