

环形炉炉温均匀性测试方法

2022 - 09 - 02 发布

2022 - 12 - 01 实施

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 环形炉的结构示意 2

5 实施条件和检测周期 2

 5.1 实施条件 2

 5.2 检测周期 3

6 检测装置 3

 6.1 组成及接线方式 3

 6.2 热电偶 4

 6.3 补偿导线 4

 6.4 测量仪器 4

 6.5 测温架 5

7 检测方法 5

 7.1 测试要求 5

 7.2 测试点的数量和位置 5

 7.3 测试步骤 6

8 数据处理及检测报告 6

 8.1 数据处理 6

 8.2 检测记录及报告 6

附 录 A （资料性） 炉温均匀性检测记录及测试报告 7

 A.1 检测记录 7

 A.2 检测报告 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由山西省工业和信息化厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省装备制造业标准化技术委员会（SXS/TC07）归口。

本文件起草单位：太原重工轨道交通设备有限公司、山西太钢不锈钢股份有限公司、太原重工股份有限公司、山西省高质量转型发展研究院、晋西车轴股份有限公司、北京京诚凤凰工业炉工程技术有限公司、中国联合工程有限公司、黄冈市华窑中洲窑炉有限公司。

本文件主要起草人：陈云平、薛军、芦树成、刘洪斌、梁二虎、王俊、刘智楠、于野、闫俊峰、李俊鹏、张雪婷、张逸、张玉忠、阎颖、赵兴龙、魏华成、雷志伟、崔永亮、侯沛云、白宇皎、贾岑、郭波、孙贵林、任明明、吴海英、冯威、张省现、刘德荣、刘晓峰、吴彦。

环形炉炉温均匀性测试方法

1 范围

本文件规定了环形炉有效加热区炉温均匀性检测周期、检测装置、检测方法、炉温均匀性的评定、检测报告等要求。

本文件适用于锻造用环形炉有效加热区炉温均匀性的检测评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1598 铂铑10-铂热电偶丝、铂铑13-铂热电偶丝、铂铑30-铂铑6热电偶丝
- GB/T 2614 镍铬-镍硅热电偶丝
- GB/T 4989 热电偶用补偿导线
- GB/T 4990 热电偶用补偿导线合金丝
- GB/T 16839.2 热电偶 第2部分：允差
- GB/T 17615 镍铬硅-镍硅镁热电偶丝

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

环形炉 ring furnace

环形炉常用于钢管、棒材、板坯、方坯等产品的轧制、锻造、穿孔、挤压等热变形加工工艺前的工件加热。其炉型特点是：炉底呈环形，工件在炉底上呈辐射状间隔布料，加热过程中，工件在炉底驱动装置的作用下随炉底一起按工艺规定的节拍转动，而工件和炉底之间没有相对运动。

3.2

工艺规定温度 process temperature

根据工件加热的目的和材料的种类，在工艺文件中规定的加热工作温度。

3.3

保温温度 holding temperature

在工艺规定温度下保持必要的时间，工件或加热设备内加热介质的温度。

3.4

炉温均匀性 furnace temperature uniformity

实际保温温度相对于工艺规定温度的均匀程度，指各测试点温度相对于工艺规定温度的最大偏差。

3.5

有效加热区 effective heating zone

在加热炉中，经温度检测而确定的满足加热工艺规定温度及炉温均匀性的工作空间。

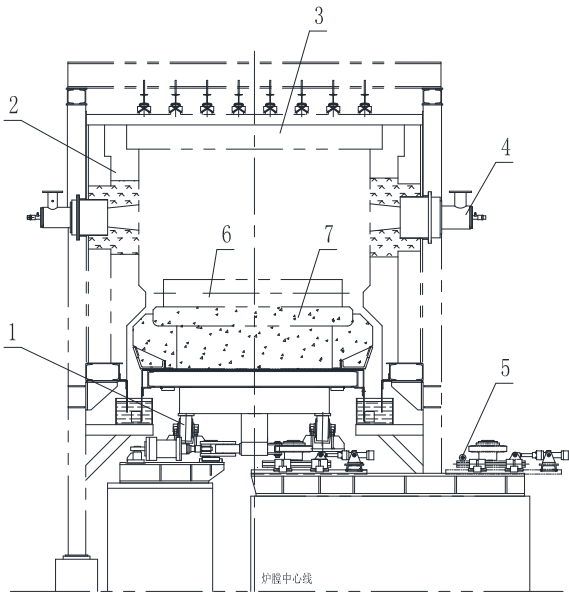
3.6

假定有效加热区 previewed work zone

为判断加热炉的有效加热区，在进行检测前，根据加热炉的结构、控制方式及其他条件而预先假定的测温空间。

4 环形炉的结构示意

环形炉一般由炉体钢结构/砌体、燃烧系统、炉底机械及驱动系统组成，其截面示意图见图1。



标引序号说明：

- 1——支撑辊；
- 2——炉墙；
- 3——炉顶；
- 4——烧嘴；
- 5——驱动装置；
- 6——工件；
- 7——炉底。

图 1 环形炉结构示意图

5 实施条件和检测周期

5.1 实施条件

环形炉凡是出现下列情况之一者，应进行有效加热区炉温均匀性测试：

- 新建设的环形炉；
- 经过大修或技术改造后的环形炉；

- 测试的均匀性范围不能涵盖要求时；
- 设定参数发生改变，超过规定参数时；
- 按规定的時間间隔进行有效加热区炉温均匀性测试；
- 加热炉在用的热电偶位置及数量变更时；
- 工艺人员需要。

5.2 检测周期

炉温均匀性检测周期见表1。

表 1 环形炉炉温均匀性检测周期

有效加热区炉温均匀性（℃）	检测周期（月）
±5	6
±8	12
±10	12
±15	12
±20	12
±25	12
±30	24
注：经过连续三个周期检测合格，且未经过大修或改造，使用正常的环形炉，其检测周期可延长至原周期2倍，最长不超过36个月。	

6 检测装置

6.1 组成及接线方式

环形炉炉温均匀性检测装置主要由热电偶、补偿导线、测量仪器及测温架、保温箱及保温棉等组成。检测装置接线方式见图2。

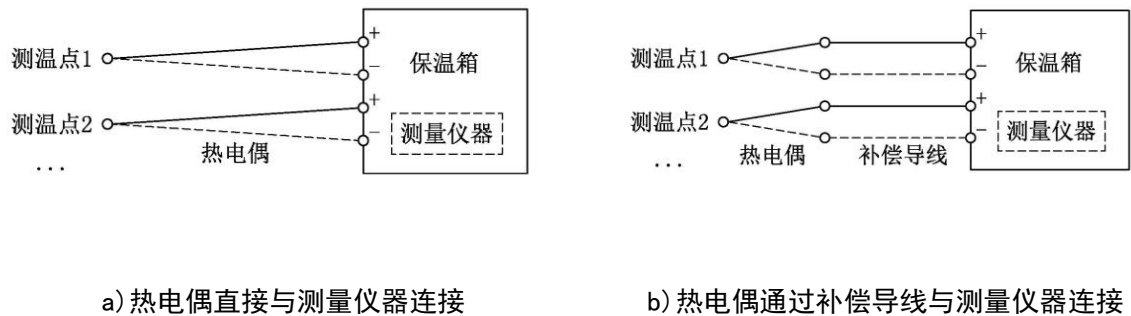


图 2 检测装置接线图

6.2 热电偶

检测用热电偶按照GB/T 1598、GB/T 2614、GB/T 17615、GB/T 16839.2及相关计量检定规程进行检定、校准，并给出相应温度点的修正值，检测报告须在有效的检定周期内，超过检定周期的热电偶要重新检定。

热电偶类型的选用及检定周期参考表2。

表2 环形炉炉温均匀性检测用热电偶

类型	铂铑10-铂(S型) 铂铑13-铂(R型)		铑30-铂铑6 (B型)	镍铬-镍硅(K型) 镍铬硅-镍硅镁(N型)	
	I	II	II	I	II
温度范围	0℃~1100℃	0℃~600℃	—	0℃~375℃	0℃~333℃
允差值	±1℃	±1.5℃	—	±1.5℃	±2.5℃
温度范围	1100℃~1600℃	600℃~1600℃	600℃~1700℃	375℃~1000℃	333℃~1200℃
允差值	$\pm [1+0.003 \times (t-1100)]$	$\pm 0.25\%t$	$\pm 0.25\%t$	$\pm 0.4\%t$	$\pm 0.75\%t$
检定周期	12月	6月	12月	6月	6月
注：t 为被测温度的绝对值（℃）					

6.3 补偿导线

热电偶长度不满足测试要求时，采用补偿导线连接，补偿导线按照热电偶使用温度和环境温度选用，参数应符合GB/T 4989、GB/T 4990标准的要求，选用见表3。

表3 环形炉炉温均匀性检测用补偿导线

类型	铜-铜镍0.6 补偿型导线	铜-铜镍0.6 补偿型导线	镍铬10-镍硅3 延长型导线	镍铬14硅-镍硅4镁 延长型导线
热电偶分度号	S	R	K	N
补偿导线型号	SC	RC	KX	NX
代号	SC-GS	RC-GS	KX-GS	NX-GS
等级	一般用精密级	一般用精密级	一般用精密级	一般用精密级
使用温度	0℃~100℃	0℃~100℃	-20℃~100℃	-20℃~100℃
允差	±2.5℃	±2.5℃	±1.5℃	±1.5℃

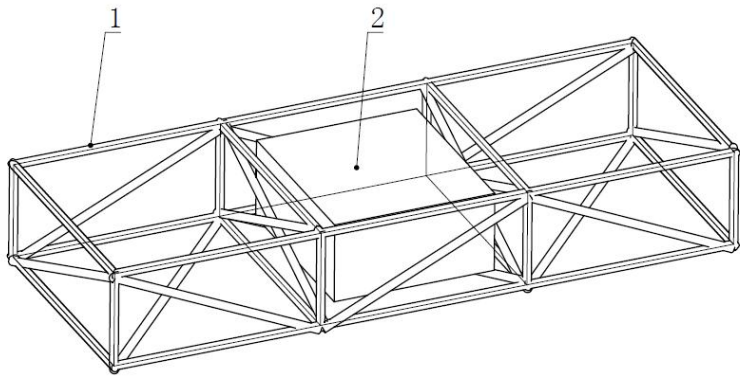
6.4 测量仪器

6.4.1 测试仪器宜选用炉温跟踪仪，测温精度须高于环形炉所使用仪表的精度，通道数量不少于所测量的温度点数。

6.4.2 测试仪器的选择可根据实际情况，选择其他测试方法代替。

6.5 测温架

测温架用于承载耐高温炉温跟踪仪和保温箱，固定热电偶。采用耐热钢或不锈钢板、管（棒）焊接制成，大小和结构根据有效加热区及测量方法进行设计，结构可靠牢固，测温架的设计应方便装吊，装吊部位进行局部加强设计，典型测温架如图3所示。



标引序号说明：
1——测温架；
2——保温箱。

图 3 典型测温架示意图

7 检测方法

7.1 测试要求

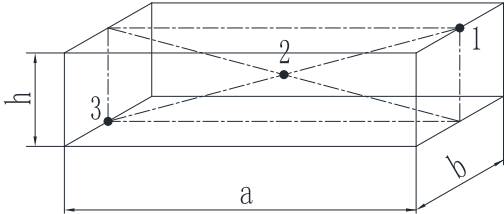
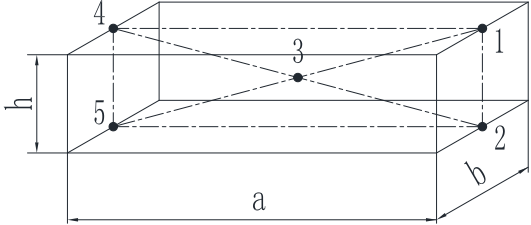
- 7.1.1 环形炉有效加热区炉温均匀性的测试，采用空炉试验。
- 7.1.2 根据工艺规定温度设定环形炉预热段、加热段、均热段各段温度。炉内温度上升到保温温度后，按工艺要求进行保温。
- 7.1.3 对产品的工艺有特殊要求进行验证时，采用实炉测试，测试方案由工艺人员制定。
- 7.1.4 不允许将炉温升到高于检测温度（保温温度）后再降到检测温度，若出现以上情况，则需重新进行测量。

7.2 测试点的数量和位置

按照截面法进行测试，测试点布置见表4，热电偶布置在垂直于前进方向的同一截面上，则该截面的热电偶能真实反映出炉膛内连续的温度，方法如下：

- 有效加热区高度 $h < 0.3\text{m}$ 时，布置点应不少于 3 只热电偶，对角顶点各布置 1 只，对角线中点布置 1 只。
- 有效加热区高度 $h \geq 0.3\text{m}$ 时，布置点应不少于 5 只热电偶，四个顶点各布置 1 只，对角线中点布置 1 只。
- 测温点数量可根据实际工艺要求增加。

表 4 测试点的布置

高度h (m)	
<0.3	≥0.3
	
注：a—有效加热区长度 b—有效加热区宽度（应不小于工艺规定布料角度下的炉底中径弧长） h—有效加热区高度	

7.3 测试步骤

- 7.3.1 确认检测装置的合格证，确保在有效期内，并在检测报告中提供相应的修正值。
- 7.3.2 对炉温跟踪仪进行参数设置，设置使用通道、修正值及检测频率等参数。
- 7.3.3 将热电偶、炉温跟踪仪、保温箱、热电偶等安装就位。
- 7.3.4 环形炉达到工艺规定温度后保温，开始测试。
- 7.3.5 将测温架装入环形炉，按工艺节拍测试，待测温架转至出料口取出，测试完毕。
- 7.3.6 取出炉温跟踪仪，提取所有测试点的温度数据。

8 数据处理及检测报告

8.1 数据处理

- 8.1.1 通过上述方法提取出各测试点的温度数据，并检查炉温跟踪仪内部温度。
- 8.1.2 各测试点的真实温度由炉温跟踪仪测试温度与热电偶、补偿导线、仪表修正值代数相加确定。
- 8.1.3 将各测试点的真实温度与工艺规定温度进行对比，计算出各点的温度差值，确定最高和最低温度差。
- 8.1.4 所有测试点的真实温度都在温度均匀性要求范围内时认为炉温均匀性合格，否则不合格。

8.2 检测记录及报告

炉温均匀性测试结束后，将测试的相关信息、数据进行记录，并出具测试报告, 格式参照附录A。

附录 A
(资料性)
炉温均匀性检测记录及测试报告

A.1 检测记录

炉温均匀性测试结束后，将测试的相关信息、数据按附录A.1的格式进行记录。

表 A.1 环形炉炉温均匀性测试记录表

加热炉名称				检测日期				假定有效加热区尺寸 /mm			
炉子编号				记录仪表准确度				装载量及气氛			
制造厂及型号				检测仪表准确度				设定温度/℃			
时间	热电偶真实温度（℃）									实施条件	
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#		
										热电偶布置图	
修正值											
最大值											
最小值											
最大偏差											
结论											
检测者				审核者						批准者	
备注											

A.2 检测报告

按照表A.2的格式出具环形炉炉温均匀性测试报告。

表 A.2 环形炉炉温均匀性测试报告

环形炉名称		编号			
工作温度/℃		检测仪表及准确度			
检测温度/℃		温度均匀性/℃			
装炉量及气氛		类别			
有效加热区图示：					
有效加热区范围（m）			有效料位数 （个）	起始料位	终止料位
长	宽	高			
检测日期			下次检定日期		
检测者			日 期		
审核者			日 期		
批准者			日 期		

测试单位：（盖章）
