

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXXX-2026

钢水定氧探头

Oxygen probe for molten steel

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 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 产品分类与型号命名	1
5 技术要求	2
6 试验方法	3
7 检验规则	4
8 标志、包装、运输和贮存	5

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专利的责任。

本文件由钟祥市中原电子有限责任公司提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：钟祥市中原电子有限责任公司。

本文件主要起草人：×××

钢水定氧探头

1 范围

本文件规定了钢水定氧探头的产品分类与型号命名、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存的要求。

本文件适用于采用氧化物固体电解质原理，测量钢水氧活度为 1 ppm ~ 1 000 ppm、温度为 1 400 °C ~ 1 750 °C 的定氧探头的设计、生产与检验。

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 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 16839.1 热电偶 第1部分：电动势规范和允差

GB/T 18034-2023 快速测温热电偶用铂铑细偶丝规范

GB/T 39974 钢水测氧用镁稳定氧化锆陶瓷元件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢水定氧探头 molten steel oxygen probe

采用氧化物固体电解质作为核心传感元件，通过测量钢水温度和氧电势，依据能斯特(Nernst)定律计算钢水氧活度的专用测量元件，通常由定氧电池、热电偶、保护结构及连接部件等组成。

3.2

测成率 success rate of measurement

在规定试验条件下，抽样探头中能够成功获取有效氧活度和温度数据的探头数量与抽样总数量的百分比。

3.3

响应时间 response time

探头插入钢水后，从接触钢水至氧电势、温度读数达到稳定值（波动范围 $\leq \pm 2\%$ ）所需的时间。

4 产品分类与型号命名

4.1 产品分类

钢水定氧探头应按应用场景分为炉后精炼用（LH 型）和通用型（TY 型）。

4.2 型号命名规则

钢水定氧探头型号应由产品类别代码、应用场景代码、长度规格、热电偶分度号四部分组成，格式应如下列各项所示：

- a) T0：产品类别代码，代表测温定氧探头；
- b) XX：应用场景代码，LH 代表炉后精炼用，TY 代表通用型；
- c) LXXX：长度规格，单位为 mm；
- d) Y：热电偶分度号，B、R、S 为可选分度号。

示例：T0-LH-L1300-S 表示炉后精炼用、总长度 1 300 mm、S 分度号热电偶的钢水定氧探头。

5 技术要求

5.1 外观要求

应符合下列各项要求：

- a) 探头表面应完整，无明显划痕、变形、破损，胶口牢固平整；
- b) 标志清晰、准确，无模糊、脱落现象；
- c) 纸管、纸帽无受潮、破损，包装完好。

5.2 规格尺寸

钢水定氧探头主要规格尺寸应符合表 1 规定，特殊尺寸可由供需双方协商自行明确。

表 1 探头主要规格尺寸

型号系列	外径	内径	总长度	砂头外径	砂头长度	单位
T0-LH-L1300-*	38 ± 1	18 (0 ~ - 0.5)	1 300 ± 2	38 ± 1	170 ± 3	mm
T0-TY-L1500-*	40 ± 1	20 (0 ~ - 0.5)	1 500 ± 2	40 ± 1	180 ± 3	mm

注：“*”代表 B / R / S 任意分度号。

5.3 材料要求

5.3.1 核心元件

5.3.1.1 定氧电池中的镁稳定氧化锆陶瓷元件应符合 GB/T 39974 中的要求，氧电池结构应为 (-) Mo/Cr+Cr₂O₃//ZrO₂ (MgO) //a (O) Fe/Fe (+)。

5.3.1.2 热电偶丝应符合 GB/T 18034-2023 和 GB/T 16839.1 中的要求，Pa 点 (1 554 °C) 测温精度为 ± 4 °C。

5.3.2 辅助材料

5.3.2.1 补偿导线应与热电偶分度号匹配，导电性能良好，绝缘层耐高温 ≥ 200 °C；树脂砂应具备防潮性，高温固化后无开裂、脱落；

5.3.2.2 高温水泥应耐高温 ≥ 1 750 °C，固化后应与铁管、石英管结合牢固。

5.4 技术参数

应符合表 2 中的规定。

表 2 技术参数

项目	要求	单位
氧活度测量范围	1 ~ 1 000	ppm
温度测量范围	1 400 ~ 1 750	℃
氧电势测量范围	- 300 ~ + 300	mV
氧电势均方差	≤ 10%	mV
热电偶测温精度	± 4 (1 554, Pa 点)	℃
氧电池响应时间	≤ 3	s
热电偶响应时间	2 ~ 3	s
测氧全过程响应时间	≤ 8	s
测成率	≥ 95	%

5.5 性能要求

5.5.1 抗热震性

应将探头从室温投入 1 680 ℃ 钢水中, 保持 10 s 内无炸裂、无结构脱落。

5.5.2 测量一致性

在同一炉次稳定钢水中, 1 min 连续测量 3 支 ~ 5 支探头, 氧活度测量误差 ≤ 1 ppm。

5.5.3 装配质量

应符合下列各项要求:

- 各部件连接牢固, 无松动、虚焊、脱焊现象, 补偿导线焊点呈圆点状, 无毛刺;
- 石英管、铅管位置端正, 无破损、裂纹, 高温水泥无溢胶、缺胶;
- 砂头表面整洁, 无多余毛刺, 纸管与砂头对接平行, 无破损。

6 试验方法

6.1 外观及尺寸检验

6.1.1 外观检验

应采用目测法, 在自然光或等效光源下观察探头外观, 检查是否符合本文件 5.1 中的要求。

6.1.2 尺寸检验

应采用精度 0.02 mm 的卡尺、精度 1 mm 的钢卷尺, 分别测量探头外径、内径、总长度、砂头尺寸等, 每个尺寸测量 3 次, 取平均值, 结果应符合表 1 中的要求。

6.2 材料检验

6.2.1 镁稳定氧化锆陶瓷元件应按 GB/T 39974 中规定的方法进行检验。

6.2.2 热电偶丝应按 GB/T 18034-2023 和 GB/T 16839.1 中规定的方法进行分度值和精度检验。

6.2.3 补偿导线绝缘性能应按 GB/T 18034-2023 中附录 A 规定的方法进行检验。

6.2.4 高温水泥耐高温性能应采用模拟钢水温度环境试验, 在 1 750 ℃ 下保温 30 min, 观察无开裂、脱落即为合格。

6.3 性能试验

6.3.1 响应时间测试

应按下列各项进行：

- a) 试验设备：小型中频炉（控温精度 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）、高精度电位差计（精度 $\pm 0.1\text{ mV}$ ）、高温计时器（精度 $\pm 0.1\text{ s}$ ）；
- b) 试验钢种：低碳铝镇静钢；
- c) 试验步骤：将钢水加热至 $1550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 并稳定，将探头快速插入钢水深度 $\geq 300\text{ mm}$ ，同时启动计时器，记录氧电势和温度达到稳定值的时间，结果应符合表 2 要求。

6.3.2 测量一致性测试

在本文件 6.3.1 规定的试验条件下，1 min 内连续插入 3 支 ~ 5 支 探头，每支探头测量稳定后记录氧活度值，计算最大值与最小值之差，应 $\leq 1\text{ ppm}$ 。

6.3.3 抗热震性试验

应按下列各项进行：

- a) 试验设备：1 680 $^{\circ}\text{C}$ 高温钢水炉、耐高温夹具；
- b) 试验步骤：将探头在室温下放置不少于 2 h，用夹具夹持探头尾部，快速插入 1 680 $^{\circ}\text{C}$ 钢水中，插入深度 $\geq 200\text{ mm}$ ，保持 10 s 后取出，观察探头是否有炸裂、结构脱落，无异常即为合格。

6.3.4 测成率测试

应按下列各项进行：

- a) 抽样数量：按表 3 规定抽样，最少不少于 20 支；
- b) 试验条件：同本文件 6.3.1；
- c) 试验步骤：逐支插入探头进行测量，记录成功获取有效数据的探头数量，按公式（1）计算测成率，结果应 $\geq 95\%$ 。

$$R = (n/N) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- R——测成率，单位（%）；
- n——成功测量的探头数量，单位（支）；
- N——抽样总数量，单位（支）。

6.4 装配质量检验

6.4.1 连接牢固性检验

应采用镊子轻拉补偿导线、偶丝，观察无松动、脱焊；摇动探头，无内部零件异响。

6.4.2 通电检测

应采用万用表测量探头接线端子与热电偶、氧电池的导通性，导通良好且无短路即为合格。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品的检验应分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验项目

应包括外观、尺寸、装配质量、通电检测、响应时间、测量一致性（抽样检验）、测成率（抽样检验），检验项目及要求见表 3。

表 3 出厂检验项目及要求

检验项目	技术要求	试验方法	抽样方案*
外观	5.1	6.1.1	一般检验水平 II, AQL = 4.0
尺寸	5.2	6.1.2	一般检验水平 II, AQL = 2.5
装配质量	5.5.3	6.4	一般检验水平 II, AQL = 1.5
通电检测	6.4.2	6.4.2	全检
响应时间	5.4	6.3.1	特殊检验水平 S-3, AQL = 1.5
测量一致性	5.5.2	6.3.2	特殊检验水平 S-3, AQL = 1.5
测成率	5.4	6.3.4	每批抽样 ≥ 20 支, 合格判定 $\geq 95\%$
注: *应符合 GB/T 2828.1 中的规定。			

7.2.2 抽样与判定

7.2.2.1 每批产品应经生产企业质量检验部门检验合格并附合格证书后方可出厂。

7.2.2.2 应按表 3 中规定的抽样方案抽样检验, 若不合格项数超出接收数, 允许加倍抽样复查, 复查仍不合格则该批产品不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 检验条件

出现下列情况之一时, 应进行型式检验:

- 正式生产后, 产品结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能时;
- 产品停产 1 年以上恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

7.3.2 检验项目

应包括本文件第 5 章中规定的全部技术要求。

7.3.3 抽样与判定

7.3.3.1 应从出厂检验合格的产品中随机抽样, 抽样数量应不少于 30 支;

7.3.3.2 型式检验项目全部合格即为合格; 若有 1 项不合格, 加倍抽样对该不合格项目复查, 复查仍不合格则判定该型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

每支探头应在纸管或铁管上清晰标注下列各项信息：

- a) 产品型号；
- b) 生产批号；
- c) 生产日期；
- d) 合格标志；
- e) 热电偶分度号。

8.1.2 包装标志

外包装箱应标注下列各项信息：

- a) 产品名称；
- b) 型号规格；
- c) 数量；
- d) 生产企业名称及地址；
- e) 联系方式；
- f) “防潮”“轻放”“怕晒”等警示标志；
- g) 执行标准编号。

8.2 包装

8.2.1 探头应采用防潮包装，单支独立包装后装入纸箱，箱内填充缓冲材料（如泡沫、珍珠棉），防止运输过程中碰撞损坏。

8.2.2 包装箱内应随附产品合格证（注明产品型号、批号、生产日期、检验员代号）、使用说明书。

8.3 运输

8.3.1 运输过程中应避免剧烈碰撞、雨淋、暴晒、受潮。

8.3.2 不得与腐蚀性物质、尖锐硬物混装运输。

8.4 贮存

8.4.1 产品应储存在干燥、通风、清洁的库房内，储存环境温度应 $\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $< 50\%\text{RH}$ 。

8.4.2 贮存时应远离热源、水源、腐蚀性物质，堆放高度不宜超过 5 层，防止受压变形。

8.4.3 在规定储存条件下，产品保质期为 6 个月（自生产日期起），超过保质期应重新检验合格后方可使用。