

# T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXXX—XXXX

## 铜电解阴极板垂直度技术要求及检测方法

Technical requirements and testing methods for the verticality of copper electrolytic  
cathode plates

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国西部开发促进会 发布

# 目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 3

2 规范性引用文件 ..... 3

3 术语和定义 ..... 3

4 技术要求 ..... 3

5 检测方法 ..... 4

6 检测结果的判定与处理 ..... 6

## 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。

本文件由中国西部开发促进会标准与认证工作委员会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件首次发布。

# 铜电解阴极板垂直度技术要求及检测方法

## 1 范围

本文件规定了铜电解阴极板垂直度的技术要求、检测方法、检测结果的判定与处理。

本文件适用于铜电解精炼或电解沉积工艺中所使用的阴极板的垂直度检验与质量控制,包括生产制造阶段和使用维护阶段。

## 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 1184-1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T1958-2017 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 检测与验证

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**铜电解阴极板** copper electrolysis cathode plate

在铜电解槽中,用于析出电解铜的板状电极,通常装有吊耳,悬挂于电解槽内。

### 3.2

**垂直度** perpendicularity

阴极板实际工作面相对于理想铅垂线的偏差程度。垂直度分为整体垂直度(反映板面整体倾斜)和局部垂直度(反映板面局部弯曲或翘曲)。

### 3.3

**工作阴极板模型** working cathode plate model

通过检测设备采集的实际阴极板表面关键点的空间坐标数据,经数据处理后拟合生成的三维数字化模型。

### 3.4

**关键检测点位** key inspection points

基于阴极板的几何特征、易变形区域及历史检测数据确定的代表性测量点集合,强调点位应覆盖板面主要区域,并能够反映最大垂直度偏差。

## 4 技术要求

### 4.1 垂直度公差

阴极板在电解槽内吊挂状态下,其板面在全高范围内的垂直度公差应符合以下要求:

带加边条阴极板:垂直度偏差 $\leq \pm 5$  mm;

无加边条阴极板:垂直度偏差 $\leq \pm 8$  mm;

如供需双方另有约定,应不低于GB/T 1184中规定的相应等级要求。

### 4.2 阴极板结构稳定性

阴极板应具有足够的刚度和强度,在吊运、装槽及长期电解过程中,保持其几何形状的稳定,垂直度不应因正常工况下的机械和化学作用而显著超差。

### 4.3 检测系统环境适应性

用于离线检测阴极板垂直度的系统，应能适应铜电解车间的高湿度、强磁场、酸雾腐蚀等复杂工业环境，确保检测数据的准确性和可靠性。

## 5 检测方法

### 5.1 检测方法分类

5.1.1 垂直度检测可采用下列方法之一或其组合：

- a) 智能检测方法（见 5.2）；
- b) 人工校准方法（见 5.3）。

5.1.2 检测流程图如图 1 所示。

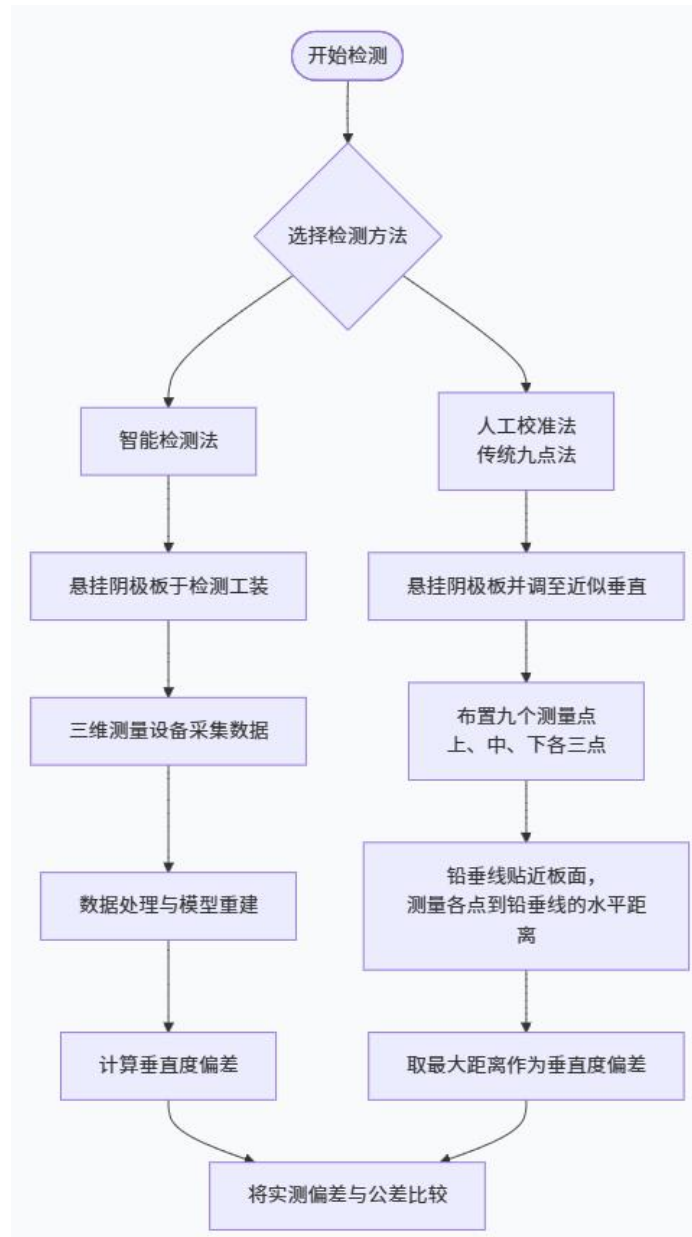


图 1 流程图

### 5.2 智能检测方法

### 5.2.1 检测原理

通过三维坐标测量装置获取阴极板表面关键点空间坐标，经数据处理后与理想铅垂线比对，计算垂直度偏差。

### 5.2.2 检测设备与系统

检测系统宜包括：三维坐标测量装置（如激光扫描仪、机器视觉系统）、数据处理器、模型管理模块及结果展示终端。系统应具备数据通信、存储和分析能力。

### 5.2.3 检测点位规划

可采用均匀布点法（如九点法）或基于力学、电场及历史数据的优化布点法。关键检测点位应覆盖板面主要变形区域。

### 5.2.4 数据采集与处理

采集关键点三维坐标数据，进行温度、振动等环境因素补偿，滤波处理后拟合工作阴极板模型。

### 5.2.5 垂直度计算（板面距离）

将工作模型与铅垂线比对，计算垂直度偏差，公式如（1）所示，方法应符合GB/T 1958。

$$\Delta = \max_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$\Delta$ ——垂直度偏差（mm）；

$n$ ——测量点总数；

$(x_i, y_i, z_i)$ ——第*i*个测量点的三维坐标；

$(x_0, y_0)$ ——铅垂线在水平面上的投影坐标。

## 5.3 人工校准方法（传统九点法）

### 5.3.1 检测工具

铅垂线、刻度尺、固定支架、水平仪等。

### 5.3.2 检测图示

检测图示如图2所示。

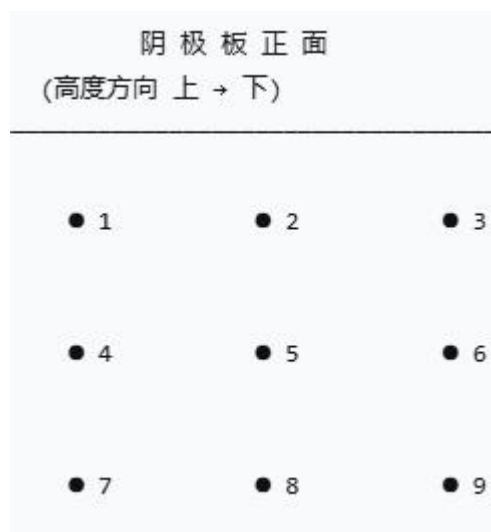


图2 传统九点法

### 5.3.3 检测步骤

检测步骤如下：

- a) 将阴极板悬挂于检测支架；
- b) 沿板面均匀选取九个点（上、中、下各三点）；
- c) 使用铅垂线贴近板面，测量各点至铅垂线的水平距离；
- d) 记录最大值作为垂直度偏差。

### 5.3.4 结果记录

记录各点测量值、最大偏差及检测时间。

### 5.4 结果展示

检测结果应以报告形式输出，包括阴极板编号、检测时间、垂直度实测值、公差要求、判定结论等，可辅以三维偏差云图或示意图。

## 6 检测结果的判定与处理

将垂直度检测结果与第4章规定的技术要求进行比对。

---