



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 480—1987

---

## X 射线测厚仪

X - Ray Thickness Gauge

1987 - 06 - 29 发布

1988 - 02 - 01 实施

---

国家计量局 发布

# **X 射线测厚仪检定规程**

**Verification Regulation of**

**X - Ray Thickness Gauge**

**JJG 480—1987**

---

本规程经国家计量局于 1987 年 6 月 29 日批准，并自 1988 年 2 月 1 日起施行。

归口单位：上海市标准计量管理局

起草单位：上海市计量技术研究所

本规程主要起草人：

马文功      (上海市计量技术研究所)

沈志泽      (上海市计量技术研究所)

# 目 录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 一 概述 .....                  | (1) |
| 二 检定项目和检定条件 .....           | (1) |
| 三 检定要求和检定方法 .....           | (2) |
| 四 检定结果的处理和检定周期 .....        | (5) |
| 附录 1 仪器噪声引起的示值波动的处理方法 ..... | (6) |
| 附录 2 标准板的要求及检定方法 .....      | (7) |

## X 射线测厚仪检定规程

本规程适用于新制的、修理后的和使用中的分度值为 0.01mm、0.001mm，测量范围不大于 30 mm 的 X 射线测厚仪的检定。

### 一 概 述

X 射线测厚仪是一种非接触式的动态计量仪器。它是利用 X 射线穿透被测件后，其射线随被测件厚度不同，按指数规律衰减的原理而制成的。主要用于冷轧和热轧加工中对材料厚度的测量。它的测量方式有单束光和双束光两种；信号输出方式有模拟量和数字量；厚度指示方式有直接指示和偏差指示。

仪器主要由测量架、机柜和操作箱组成。

其结构如图所示。

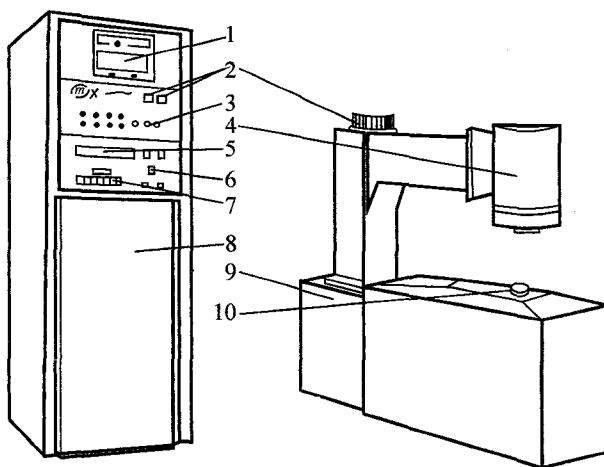


图 X 射线测厚仪结构示意图

1—记录器；2—射线指示；3—电源开关；4—射线探测头；5—数字显示；6—预置键；  
7—量程选择；8—电源箱；9—“C”测量架；10—射线发射孔

### 二 检定项目和检定条件

- 1 X 射线测厚仪的检定项目和检定工具列于表 1。
- 2 检定 X 射线测厚仪的室温为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，其温度变化 8h 内不得超过  $\pm 2^\circ\text{C}$ 。X 射线测厚仪和主要检定工具均应在检定室内等温，等温时间不少于 8h。
- 3 仪器应在接通电源后预热 1h，变换量程时，应稳定 15 min 后方可进行检定。

表 1

| 序号                           | 受检项目          | 检定工具    | 检定类别 |     |     |
|------------------------------|---------------|---------|------|-----|-----|
|                              |               |         | 新制的  | 修理后 | 使用中 |
| 1                            | 外观            | ——      | +    | +   | +   |
| 2                            | 各部分相互作用       | ——      | +    | +   | +   |
| 3                            | 射线的照射区域       | 射线剂量仪   | +    | +   | -   |
| 4                            | 示值误差          | 标准板     | +    | +   | +   |
| 5                            | 偏差指示值误差及灵敏阈   | 标准板     | +    | +   | +   |
| 6                            | 噪声引起的示值波动     | 标准板     | +    | +   | +   |
| 7                            | 漂移            | 标准板     | +    | +   | -   |
| 8                            | 电压波动时对测量结果的影响 | 标准板 调压器 | +    | -   | -   |
| 9                            | 响应时间或采样时间     | 示波器     | +    | -   | -   |
| 10                           | 补偿性能          | 标准板     | +    | +   | +   |
| 注：                           |               |         |      |     |     |
| 1 表中“+”表示应检定，“-”表示可不检定。      |               |         |      |     |     |
| 2 表中第3项、第9项对批量生产的可每年作一次抽样检定。 |               |         |      |     |     |

### 三 检定要求和检定方法

#### 4 外观

##### 4.1 要求

- 4.1.1 仪器表面覆盖层应无脱落、碰伤、划痕和其他缺陷。
- 4.1.2 仪器面板上的文字、标志和显（指）示部分应清晰、端正。
- 4.1.3 仪器上必须标明制造厂（或商标）、仪器编号和出厂日期。
- 4.1.4 使用中和修理后的 X 射线测厚仪，允许有不影响使用准确度的上述缺陷。

##### 4.2 检定方法

目力观测。

#### 5 各部分相互作用

##### 5.1 要求

- 5.1.1 仪器各部件应完善、装配应牢固。
- 5.1.2 探头冷却部分的管道应畅通。
- 5.1.3 仪器的射线指示：当发射时，应亮红灯；无发射时，亮绿灯。
- 5.1.4 仪器各操作键、按钮应有效地按规定正常动作。
- 5.1.5 仪器标准板的进给装置动作应准确可靠。
- 5.1.6 具有自动校准功能或故障自查功能的带微机 X 射线测厚仪，应能按规定程序正

常动作。

## 5.2 检定方法

对各项要求以目力观测及逐项试验进行检定。

## 6 射线的照射区域

### 6.1 要求

仪器应标明照射时的年剂量当量低于 50 mSv (5 rem) 的射线区域半径。

### 6.2 检定方法

检定时, 应使仪器处于最大量程、射线处于最大强度, 使用准确度不低于 3 级的射线剂量仪, 在水平方向以射线源中心向外逐点测量, 以照射时的年剂量当量为 50 mSv (相当于  $0.0208\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ ) 数值的距离, 为该仪器的射线区域半径, 并在仪器检定证书上注明。

## 7 示值误差

### 7.1 要求: 见表 2。

表 2

mm

| 指示方式                       |       | 数字显示式                          |                                |                             | 指针式                            |                              |
|----------------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 被测厚度 $H$                   |       | $H < 1$                        | $1 \leq H \leq 5$              | $5 \leq H \leq 30$          | $H < 1$                        | $H \geq 1$                   |
| 分<br>度<br>值                | 0.01  | $\pm (H \times 1\% + 0.02)$    |                                | $\pm (H \times 1\% + 0.05)$ | —                              |                              |
|                            | 0.001 | $\pm (H \times 0.3\% + 0.002)$ | $\pm (H \times 0.3\% + 0.003)$ |                             | $\pm (H \times 0.5\% + 0.003)$ | $\pm (H \times 1\% + 0.003)$ |
| 注： $H$ ——被测厚度的标称值或设定厚度，mm。 |       |                                |                                |                             |                                |                              |

### 7.2 检定方法

检定应在仪器的测量范围内进行, 受检点均匀分布不少于 10 点, 对有量程分档的仪器, 每档受检点应均匀分布不少于 3 点。

各受检点可用以下尺寸: 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 8, 10, 20 mm 等标准板组合。

检定时, 先按仪器要求调整起始点, 然后逐点将组合的标准板放置在仪器规定的测量位置上, 观察示值。每点连续记录 10 个以上数据, 取平均值作为该点的测量结果。

## 8 偏差指示值误差及灵敏阈

### 8.1 要求

偏差指示值误差, 应不超过偏差指示值的 15%, 其灵敏阈应高于一个分度值。

### 8.2 检定方法

检定应在仪器量程范围内, 均匀选择不少于 3 个位置上进行。在每个位置上, 应在偏差指示范围的正向、负向取任意 3 点进行检定。

检定时, 先按仪器受检位置设定厚度, 在仪器规定的测量位置上, 放置等于设定厚

度的标准板，并调整仪器零位，然后换上另一块标准板，其尺寸为仪器设定厚度加偏差指示器受检点的名义值（当厚度小于 0.1mm 时，只需改变仪器预置键设定厚度），此时，在偏差指示器上读数并记录，按以下公式计算各点误差：

$$\frac{|H_{\text{显}}| - |H_{\text{设}} - H_{\text{标}}|}{|H_{\text{设}} - H_{\text{标}}|} \times 100\%$$

式中：\$H\_{\text{显}}\$——偏差指示值，mm；

\$H\_{\text{设}}\$——仪器设定厚度值，mm；

\$H\_{\text{标}}\$——标准板厚度值，mm。

仪器以受检点中的最大误差作为检定结果。

偏差指示器灵敏阈的检定，在偏差指示值为零时，改变设定值为仪器最小分度时，偏差指示应有相应的反应。

如仪器附有记录器，在检定偏差指示值误差的同时，用记录器记录各点数值，比较记录值与偏差指示值之差应不大于 5%。

## 9 噪声引起的示值波动

### 9.1 要求：见表 3。

表 3

mm

| 指示方式        |       | 数字显示式                           | 指针式                      |                          |
|-------------|-------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 被测厚度 \$H\$  |       | \$H \leq 30\$                   | \$H < 1\$                | \$H \geq 1\$             |
| 分<br>度<br>值 | 0.01  | \$\pm (H \times 1\% + 0.02)\$   | —                        |                          |
|             | 0.001 | \$\pm (H \times 0.3\% + 0.02)\$ | \$\pm (H \times 0.3\%)\$ | \$\pm (H \times 0.5\%)\$ |

### 9.2 检定方法

检定应在仪器量程范围内，选择均匀分布的 3 个位置上进行，仪器应置于最快的响应时间上。将标准板放在仪器规定测量位置上，预置键给定相同的尺寸，此时，使用相应记录器连续记录不少于 100 个测量子样，取其 90% 的统计值作为测量结果（处理方法见附录 1）。

## 10 漂移

### 10.1 要求：见表 4。

表 4

mm

| 指示方式        |       | 数字显示式                              | 指针式                        |
|-------------|-------|------------------------------------|----------------------------|
| 分<br>度<br>值 | 0.01  | \$H \times 1\% + 0.01\$ 最大不超过 0.05 | —                          |
|             | 0.001 | \$H \times 0.3\% + 0.002\$         | \$H \times 0.3\% + 0.003\$ |

### 10.2 检定方法

检定时，使用尺寸为仪器量程的 20% 左右的标准板，放在仪器规定的测量位置上，使用记录器并调整零位，连续记录 8h，取偏离零位的偏差值作为漂移。



## 11 电压波动对测量结果的影响

### 11.1 要求

电源电压在  $(220 \pm 22)$  V 变化时, 仪器示值误差应不超过表 2 规定。

### 11.2 检定方法

检定应在测量范围的起点、中点、终点进行, 检定时将电压分别调整到 198V, 220V, 242V, 其各挡示值误差均应符合表 2 规定。

## 12 响应时间或采样时间

### 12.1 要求

仪器出厂时应在技术文件上注明响应时间或采样时间。

### 12.2 检定方法

对偏差显(指)示型的, 取偏差指示满量程 50% 阶跃变化。

对直接显(指)示型的, 取厚度比值为 10:1 的阶跃变化。

检定时, 先在仪器规定的测量位置上放置两块标准板, 然后快速抽拉小尺寸标准板以造成阶跃信号, 在输出端用光线示波器测取其阶跃信号, 其信号达到最终值的 63.2% 时的过渡时间为响应时间。

对于数字信号输出的仪器, 用示波器测量其采样时间。

## 13 仪器补偿性能

### 13.1 要求

仪器补偿性能应大于测量值的  $\pm 9.9\%$ 。

### 13.2 检定方法

检定应在测量范围的 10% 和 90% 左右两点上进行。检定时, 将其尺寸为量程 10% 的标准板放在仪器规定的测量位置上, 使用补偿旋钮(键), 调到补偿范围的下限(或上限), 然后用换上其尺寸为量程 90% 的标准板, 观察示值是否按比例衰减, 达到补偿范围的要求。例如, 仪器测量范围为  $(0.1 \sim 10)$  mm, 补偿范围为测量值  $\pm 9.9\%$ 。检定时, 用 1 mm 标准板放在仪器规定的测量位置上, 用补偿旋钮应能调整到 0.901 mm (或 1.099 mm), 然后换上 9 mm 标准板, 此时示值应为 8.109 mm (或 9.891 mm), 如果显(指)示值大于 8.109 mm (或小于 9.891 mm), 则应继续调节补偿旋钮, 直达到 8.109 mm (或 9.891 mm) 止。

## 四 检定结果的处理和检定周期

14 经检定符合本规程要求的 X 射线测厚仪, 发给检定证书; 对不符合本规程要求的作不合格处理, 并发给检定结果通知书。

15 X 射线测厚仪的检定周期, 可根据使用情况而定, 一般不得超过 2 年。

## 附录 1

## 仪器噪声引起的示值波动的处理方法

方法一：

试验样品为 7.00 mm；

记录走纸速度为 10 cm/s；

仪器响应时间为 10 ms。

记录一组 100 个以上测量子样的噪声引起的示值波动曲线，如图所示。根据记录曲线图形，使各超出参考线的记录幅值的宽度相加等于记录总长度的 1/10 时，以参考线幅值的 1/2 为仪器噪声引起的波动。

$$\frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_n + b_1 + b_2 + \cdots + b_n}{A} = A \times 10\%$$

式中： $a_i$ ， $b_i$ ——超出参考线幅值的宽度，mm；

$A$ ——记录曲线的总长度，mm。

根据图形可得出：

定标值为 56 mm/10  $\mu$ m，即 5.6 mm/1  $\mu$ m；

记录曲线的总长度  $A$  为 280 mm；

超出参考线幅值的宽度总和为

$$a_1 + a_2 + \cdots + a_n + b_1 + b_2 + \cdots + b_n = 28 \text{ mm}$$

参考线的幅值为 11.4 mm。

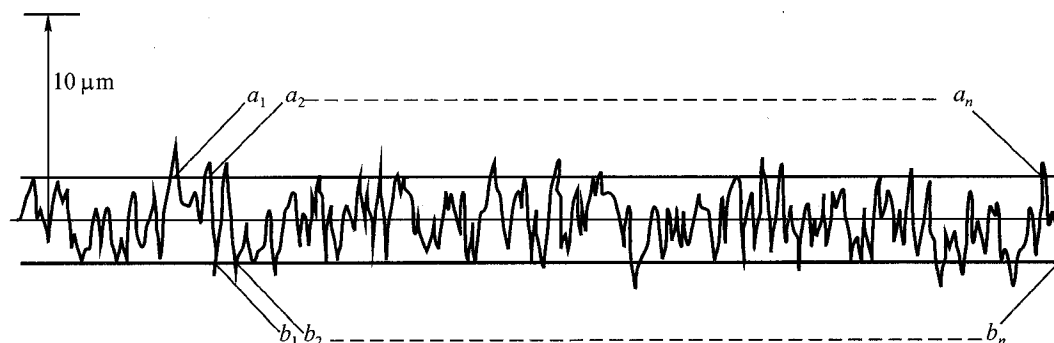
即：噪声引起的示值波动值为

$$11.4 \text{ mm} / (5.6 \text{ mm}/1 \mu\text{m}) = 2.04 \mu\text{m}$$

占厚度值的相对误差为  $\pm 0.03\%$ 。

方法二：

记录一组 100 个以上测量子样的噪声引起的示值波动曲线。根据仪器的噪声要求确定允许误差值，在记录曲线上划出允差范围，看曲线是否超过允差要求。



## 附录 2

## 标准板的要求及检定方法

标准板表面粗糙度不低于  $R_a 0.32 \mu\text{m}$ , 标准板的检定极限误差及标准板的平行度都不应超过下表的规定。

mm

| 要求                                         |            | 标准板检定极限误差    |             | 标准板平行度 |       |
|--------------------------------------------|------------|--------------|-------------|--------|-------|
| 分度值                                        |            | 0.001        | 0.01        | 0.001  | 0.01  |
| 标准板厚度                                      | $h < 1$    | $\pm 0.0004$ | $\pm 0.004$ | 0.002  | 0.005 |
|                                            | $h \geq 1$ | $\pm 0.001$  | $\pm 0.007$ | 0.004  | 0.010 |
| 注：<br>1 标准板制造用同种材料；<br>2 外形尺寸大于发射孔径 30 mm。 |            |              |             |        |       |

## 标准板的检定方法

以 4 等量块作为标准, 使用立式光学计以比较法进行检定。

检定时, 应在标准板上均匀分布不少于 9 点 (边缘 5 mm 不计在内) 上进行, 取其算术平均值作为实际尺寸。其最大读数与最小读数之差为标准板的平行度, 其数值不应超过规定。

表面粗糙度检定, 用表面粗糙度比较样板进行检定。

中华人民共和国  
国家计量检定规程

X 射线测厚仪

JJG 480—1987

国家计量局发布

\*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

[http: //www. zgjl. com. cn](http://www.zgjl.com.cn)

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

\*

880 mm × 1230 mm 16 开本 印张 0.75 字数 10 千字

1988 年 1 月第 1 版 2005 年 10 月第 2 次印刷

印数 5 001—6 000

统一书号 155026—1942 定价: 14.00 元