

# 《坐标靶法垂准仪校准装置校准规范》

(征求意见稿)

## 编制说明

广西壮族自治区计量检测研究院

2024 年 01 月 24 日

# 《坐标靶法垂准仪校准装置校准规范》编制说明

## 一、任务来源

根据《广西壮族自治区市场监督管理局关于发布2024 年度广西地方计量技术规范制修订计划的通告》(2024年第1期),项目计划完成时间为2024年,由广西壮族自治区计量检测研究院、广西自然资源职业技术学院负责起草制定。

## 二、规程起草的必要性

目前,国内尚无垂准仪校准装置的计量检定规程与校准规范,并且国外也无对应的国际建议及法律法规,针对垂准仪校准装置的检测仍属于空白。为满足市场上大量激光垂准仪校准的迫切需求,国内各省计量院所、专业计量站及相关测绘仪器计量检定机构已陆续开展激光垂准仪的校准。由于各机构的垂准仪校准装置或为不同品牌,或由本单位自主研制,造成装置的结构功能及溯源方法不尽相同。而国内以坐标靶法的垂准仪校准装置为主流,尽管各装置选取的坐标靶形式各不相同,但是坐标靶法的垂准仪校准装置的应用得到比较广泛的推广。为保证垂准仪校准装置的量值准确可靠和有效统一,有必要制定装置的计量校准规范。规范制定完成后可填补国内垂准仪校准装置无计量检定规程、校准规范作为合法依据的空白;同样可为国内相关同类产品的计量校准提供参考依据,确保开展校准的依据满足国家计量检定系统表的技术要求与量值溯源准确性的要求。

## 三、规程起草的主要技术依据和原则

1. JJG960—2012 水准仪检定装置

- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 2. JJG949—2012    | 经纬仪检定装置       |
| 3. JJG341—1994    | 光栅线位移测量装置检定规程 |
| 4. JJF1001-2011   | 通用计量术语及定义     |
| 5. JJF1059.1-2012 | 测量不确定度评定与表示   |
| 6. JJF1071-2010   | 国家计量校准规范编写规则  |
| 7. JJF1094—2002   | 测量仪器特性评定      |
| 8. JJF1081—2002   | 垂准仪校准规范       |
| 9. JB/T 9319-1999 | 垂准仪           |

#### 四、制定规范的简要过程

2023 年下半年，由广西壮族自治区计量检测研究院牵头的规范编写小组为准备立项申请，首先收集该产品国内垂准仪校准装置制造厂家的技术资料，随后进行全面市场调研，并搜集文献资料 and 用户对产品质量性能的反馈意见，最后拟定了规范制定工作方案。

##### 1、 生产情况及使用情况

经编写小组查阅，《计量标准命名与分类代码》中垂准仪校准装置的计量标准代码为 01511403，由此确定规范的正确命名。国内基本上每个省（市、自治区）的计量机构都有开展垂准仪校准，所采用的校准装置不尽相同。国内垂准仪校准装置主要以大连拉特激光技术有限公司，中国地震局地震研究所生产的装置为主，也有少部分为计量机构、计量院所自主研发。在走访垂准仪生产企业期间，编写小组了解到企业的出厂检验采用带刻度分划的测微平行光管作为主标准器，利用五角棱镜或专用平面反射镜配合相应坐标分划尺（或网格板）

对激光垂准仪的激光点的点位误差及一测回垂准偏差等指标进行校准。

无论是使用现有装置设备还是自主研制的装置进行溯源，均要求对技术指标达到统一的比对能力。针对坐标靶法垂准仪校准装置，其坐标接收靶的二维坐标示值误差，二维坐标垂直度等指标应满足溯源要求，且配套产品的计算软件必须验证保证准确可靠。坐标靶法垂准仪校准装置以大连拉特激光技术开发有限公司生产的为代表，目前已广泛应用于国内多家省计量院及相应的检测机构，制造的装置产品图如下：

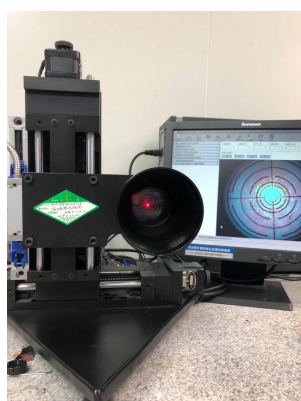


图 1 二维光栅坐标靶



图 2 垂准仪检测系统（带转台）



图 3 垂准仪检测系统（含图象采集部分和平行光管部分）

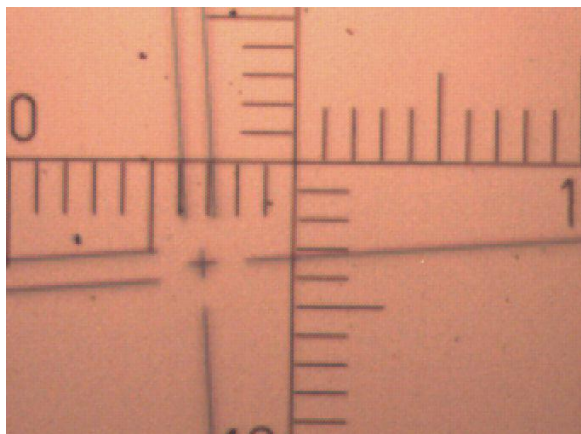


图 4 垂准仪检测系统平行光管内分划板

## 2、编制规范的简要过程

2023 年 11 月为起草制定本规范，召开了编写工作小组成员第一次联席会议，对规范的适用范围、形式结构、技术要求、校准项目和校准方法等进行了认真讨论。并于 2023 年 12 月由广西壮族自治区计量检测研究院牵头各合作单位完成了本规范的初稿，经编写小组讨论修改后，增加了 JJG960—2012《水准仪检定装置》作为技术参考。根据讨论意见及试验结果，广泛征求意见后汇总修改，逐步完善了一些校准项目、技术指标和校准方法，于 2024 年初形成了广西计量校准规范的征求意见稿上报。

## 五、规范的主要内容（要点）及技术指标

本规范的制定首先参考借鉴了 JJG341—1994《光栅线位移测量装置检定规程》和 JJG960—2012《水准仪检定装置》的主要技术指标和检测方法，同时还借鉴了 JJF1081—2002《垂准仪校准规范》和 JB/T 9319—1999《垂准仪》中对标准器的技术指标要求，并且根据垂

准仪校准项目的限差逆推垂准仪校准装置的计量性能的最大允许误差,最后结合生产企业的垂准仪校准装置的产品技术指标确定校准项目、技术指标与校准方法。

制定规范的征求意见稿第一版时,编写小组以目前主流的两种坐标靶形式的装置来考虑该校准装置的技术指标,即光栅尺坐标靶、分划尺及分格板形式。但是走访调研后发现,国内还有其他形式的二维坐标靶,编写小组经综合考虑后,决定对规范进行全面整理修改。考虑到规范的适应性及推广性,选取的技术指标一是可以代表垂准仪校准装置的计量性能,二是能满足被检对象垂准仪的溯源要求。考虑到JJF 1081—2002《垂准仪校准规范》采用室内法、室外法来校准垂准仪,其中室内法采用平行光管法,而室外法本质是采用坐标靶法,只是坐标的形式不一样,坐标靶形式有二维光栅尺、分划尺或分格板(亚克力材质坐标板)等。因此编写小组对坐标靶法垂准仪校准装置主要以下两类:

①坐标靶法垂准仪校准装置(光栅尺坐标靶);②坐标靶法垂准仪校准装置(分划尺或分格板)。

## 5.1 坐标靶法垂准仪校准装置的技术指标

制定的技术指标参考了光栅尺坐标靶形式的技术指标,并兼顾其他分划尺或网格板坐标靶的通用计量性能。主要内容如下:

### 5.1.1 二维坐标示值误差

光栅尺坐标靶:  $\pm 0.03\text{mm}$

其他坐标靶:  $\pm 1/3$  分度值

5.1.2 二维光栅尺的垂直度 $\leq 1^\circ$

5.1.3 测距总光程 $\geq 10\text{m}$ （光栅尺坐标靶）；

测距总光程 $\geq 35\text{m}$ （其他坐标靶）；

5.1.4 二维微倾台的示值误差 $\pm 0.3'$

5.1.5 二维微倾台的倾斜范围 $\geq 30'$

坐标靶法垂准仪校准装置的技术指标也覆盖了校准装置说明书和 JJG341—1994《光栅线位移测量装置检定规程》中对标准器的技术要求。经反复试验后，初步确立垂准仪校准装置中光栅尺坐标靶的二维坐标示值误差 $\pm 0.03\text{mm}$ ，分划尺或网格板构成的二维坐标，其示值误差应小于等于其  $1/3$  分度值；二维坐标垂直度 $\leq 1^\circ$ 。

5.2、制定技术指标以参考相关同类功能的计量器具技术指标，并结合该装置的其他主要设计参数为原则。

垂准仪校准装置的形式不同，可采用满足准确度要求的其它方法进行校准。本规范只提供一种可推荐的校准方法作为参考。国内部分计量机构采取顶上测微平行光管作为标准器，内置的分划板提供估读坐标值，可参考本规范提供的方法，或者采用小型数显光靶或网格板作为坐标值，如下图：

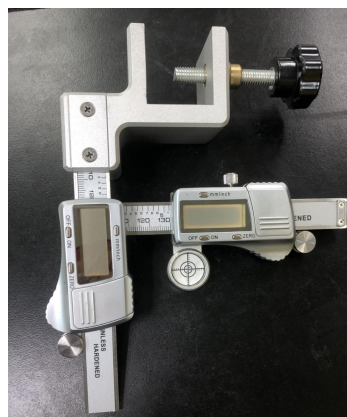


图 6 二维数显光栅尺



图 7 分划网格板

### 5.3、关于校准性能要求

垂准仪校准装置是经过五角棱镜或平面镜将垂准仪的竖直激光线（光学视线）转换成水平激光线（水平视线），投射到接收靶上获得二维坐标值。一般情况选择高精度的光栅尺、带分划尺（或网格板）的测微装置或者带刻度分划板的测微平行光管作为参考坐标标准，因此，二维坐标示值误差、目标分划误差、微倾台的倾斜示值误差是校准规范的主要关注点。

### 5.4、校准方法的介绍说明

编写小组对规范的校准方法进行了试验，试验选取了激光干涉仪作为主标准器，瑞士徕卡全站仪（I 级）、手持测距仪、数字倾角仪（数字水平仪）等作为辅助设备，试验所选取的标准器准确度等级均符合相关技术要求。（测量）标准（含配套设备）引入的扩展不确定度也满足垂准仪各项指标限差的 1/3 要求。在反复试验和对试验数据分析中验证并确定了装置的校准项目与限差。后续补充实验中，增加



影像测量仪对普通的坐标网格板的测量试验，如图 8。

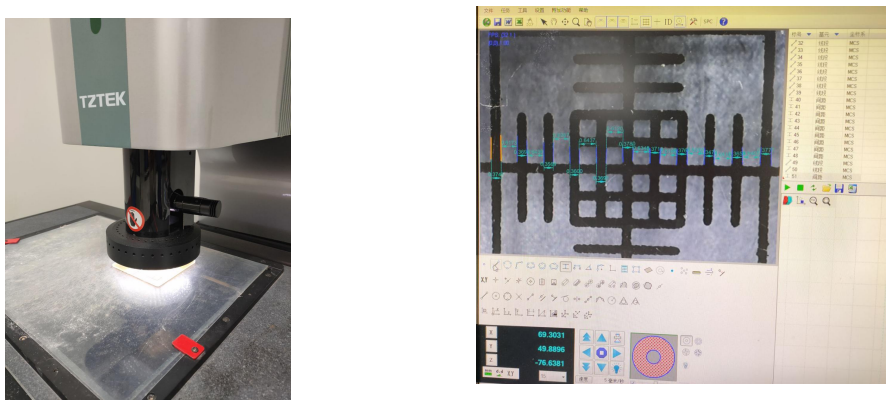


图 8 影像测量仪校准坐标网格板的示意图

普通的坐标网格板其分划一般为 10mm/格，只有中心区域处为 1mm/格，因此采用用影像测量仪对二维坐标网格板的横向、纵向示值误差进行校准是非常直观有效的。测量结果验证了其示值误差满足规范中相应技术要求，可作为坐标接收靶的合理选择。

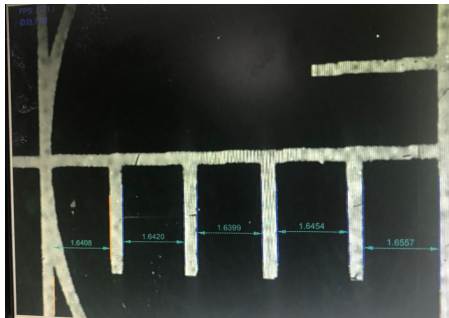


图 9 坐标网格板的中心区域分划格

通过以上试验数据表明，本校准规范要求的计量性能合理，测量方法科学，具有理论依据和可行性，制定的校准方法及内容均满足对校准规范量值溯源、确保量值准确可靠的要求。

## 五 、 总结

由于垂准仪校准装置的制造工艺不一，计量性能指标参差不齐，而且近些年其新技术的应用和新产品的研发进度比较快，鉴于编写小组对装置的了解存在一定的局限性，规范中的不足之处，请各位专家

批评指正。同时也非常感谢在本次起草过程中，兄弟计量机构和研发制造企业在理论与试验操作方面给予的帮助和支持。

《坐标靶法垂准仪校准装置》编写组

2023 年 12 月 15 日