

《数字水准仪检定装置校准规范》

（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

《数字水准仪检定装置校准规范》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、西安理工大学负责起草制定。

二、规程起草的必要性

目前,国内尚无数字水准仪检定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技术法规,关于国家计量检定规程 JJG960-2012《水准仪检定装置》仅仅适用于检测对象为光学结构的水准仪的检定装置,并不包含数字水准仪检定装置的关键技术指标、计量性能及相应的检定或校准方法,因此针对数字水准仪检定装置的溯源暂未得到有效解决。为保证数字水准仪检定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数字水准仪检定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借鉴的依据,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. JJG425—2003 水准仪
3. JJG（测绘）2101—2013 数字水准仪
4. GB/T 10156-2009 水准仪
5. JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

四、制定规范的简要过程

2023 年上半年，由广西壮族自治区计量检测研究院牵头的规范编写小组接到批准立项任务书后，首先收集该产品国内数字水准仪检定装置制造厂家的技术资料，随后进行全面市场调研，并搜集文献资料和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

广西壮族自治区计量检测研究院目前拥有两套数字水准仪检定装置，分别是中国地震二测中心研发的双目标 1 级数字水准仪检定装置、西安富图研发的大口径长焦双目标数字水准仪专用检定装置，主要解决瑞士徕卡、美国天宝/德国蔡司、日本拓普康、日本索佳、国内南方测绘、苏州一光、中纬测量系统等多品牌的数字水准仪检定需求。两套计量标准设备属于比较典型极具代表性，且属于国内主流的数字水准仪检定装置。起草小组在走访调研期间，也收集到部分计量检定机构自研装置，如采用相应品牌条码水准标尺标准器形成综合测量目标，采用外业法进行模拟检校数字水准仪。外业法进行模拟测量内置标准条码影像的平行光管装置均符合 JJG425-2003《水准仪》检

定规程的中对标准器的要求。因此本规范的内容将上述几种装置的原理进行整合分类，并对相应关键性的技术指标、校准方法进行适当性的补充完善。

国内亦有计量机构将数字水准仪与配套因瓦条码水准标尺形成系统化联测。起草小组认为独立的数字水准仪检定装置更易获得数字水准仪的分项误差；系统化联测只是作为被检数字水准仪最后综合误差的体现，因此从本质上说，数字水准仪检定装置在数字水准仪的量传及溯源链上必不可少，对数字水准仪检定装置的计量性能进行约束与规范更能优化计量标准装置性能，从而为数字水准仪的测量精度和可靠性提供保障。



图 1 数字水准仪专用检定装置（内置标准条码编码影像的专用平行光管）



图 2 数字水准仪检定装置（内置标准条码编码影像的专用平行光管）

2、编制规范的简要过程

2023 年 09 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 10 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 01 月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国家计量检定规程 JJG960—2012《水准仪检定装置》和 JJG960—2012《水准仪检定装置》的主要技术指标和检测方法，同时还借鉴了国家测绘地理信息计量检定规程 JJG（测绘）2101—2013《数字水准仪》对标准器的技术指标要求，并且参考结合生产企业的装置产品技术指标，最后确立数字水准仪检定装置的计量性能的技术指标，并按检校需求及精度选取合适的测量标准，细化校准项目、校准方法。本规范编制的主要内容如下：

5.1 双目标平行光管的水平准线偏差

双目标平行光管按要求建立的水平准线，需满足其水平准线偏差 $\leq 2''$ 。无论是哪种规格口径的平行光管，其内置的标准条码影像分划板的光心均应在这条水平准线上，对于数字水准仪检定装置来说是最核心的技术指标，必须严格控制水平准线偏差 $\leq 2''$ ，若不满足，需调节平行光管两个支架的升降调节螺杆，直至满足要求后方可开展校准工作。

5.2 多目标偏离准线误差

不同品牌的数字水准仪，其条码编码原理不同，且配合目标检校需要测量距离不同，因此数字水准仪检定装置需满足可提供不同品牌不同距离下的测量多目标条码（影像）。数字水准仪检定装置应提供覆盖国内外市场主流数字水准仪的品牌标准条码（影像），并按部分品牌实现 3m、15m、27m、30m、33m、无穷远 ∞ 的多目标，其多目标偏离准线误差应满足 $\leq 0.2\text{mm}$ 。

数字水准仪检定装置内置的测量目标有近目标 3m、15m、远距离 27m、30m、33m，无穷远 ∞ ，但由于 3m、15m 的标准条码影像是在一个分划板里；而 27m、30m、33m 的标准条码影像是在一个分划板里，因此考虑到分划板安置的因素，多目标偏离准线偏差采取只针对典型代表的近距离 15m、远距离 30m 来进行测量。

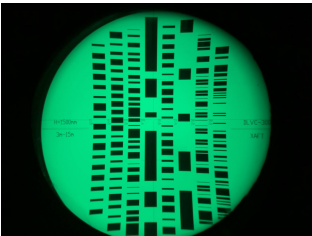


图 3 内置标准条码影像视场图

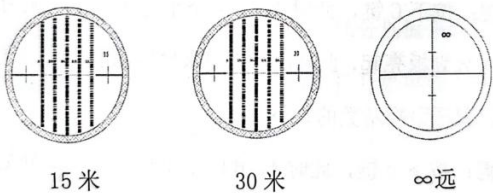


图 4 多目标原理示意图

5.3 标准条码分划误差标准差

目前，有些计量机构采取高精度的因瓦条码水准标尺作为标准器，调用数字水准仪机载校正程序，可按外业模拟法进行校准，示意图如下：

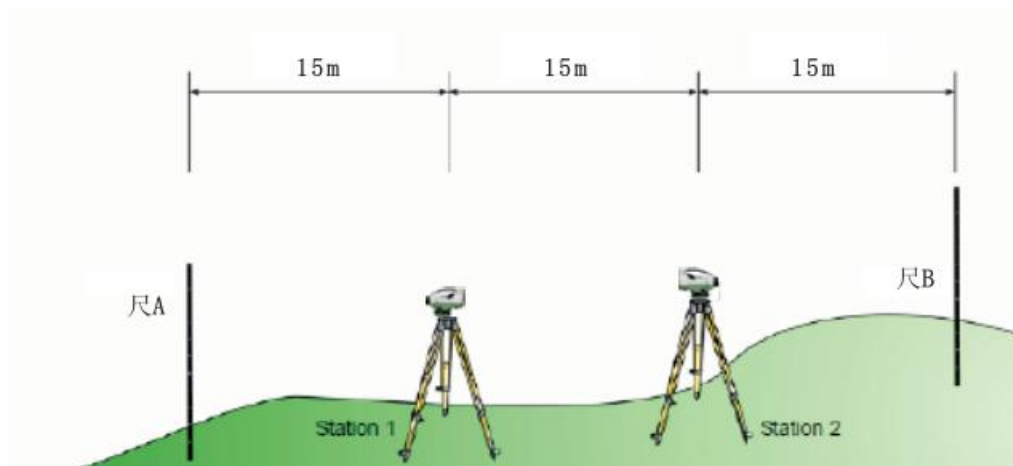


图 5 外业法模拟数字水准仪检校示意图（机载程序费氏法）

采用标准因瓦条码水准标尺作为测量目标建立的两尺的标高差应稳定。作为标准器的因瓦条码水准标尺需立尺铅锤地面，以避免因扶尺不正带来的倾斜影响。针对不同编码原理的各品牌因瓦条码水准标尺，其分划误差标准差可用条码综合测量系统进行检定、校准，其分划误差标准差需满足 $\leq 13\text{ }\mu\text{m}$ 。

考虑到数字水准仪检定装置平行光管内置标准条码影像分划板的分划误差目前暂时确实存在溯源难度，因此在传递比较法无法进行溯源的情况下，可采用与其他装置的比对法进行溯源。因此本规范在附录中增加了对数字水准仪检定装置与外业法模拟的比对方案可供参考。

5.4、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。数字水准仪检定装置的形式不同，本规范只提供一种可推荐的校准方法作为参考，也可采用满足准确度要求的其它方法进行校准。

5.5、关于校准性能要求

数字水准仪检定装置装置不管以哪种形式的标准器作为标准目标，它所提供的水平准线是最关键核心的计量性能指标，外业法的两已知点标高差也是尤为关键，通过升降二维工作台配合多目标双平行光管，或者外业法的因瓦标准水准标尺模拟校准，都需要统一限定其计量性能指标。因此，水平准线偏差、多目标偏离准线偏差、视距测量标准偏差、微倾台的倾斜示值误差及标准条码分划误差标准差是校准规范的主要关注点。

5.6、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，试验选取了带双摆的精密水准仪、高精度 DSZ05 级数字水准仪当主标准器，全站仪（I 级）、条码水准标尺综合测量系统、数显倾角仪（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数字水准仪检定装置各项指标限差的 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。

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

由于数字水准仪检定装置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，在规范的编制过程中属于摸着石头

过河般边总结边学习。本规范中的不足之处，请各位专家批评指正。
同时也非常感谢在本次起草过程中，同行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。

《数字水准仪检定装置校准装置》编写组

2024 年 01 月 24 日