

《雷达验潮仪校准规范》

(编制说明)

国家海洋标准计量中心
自然资源部东海标准计量中心
自然资源部北海标准计量中心
天津云帆海洋科技有限公司
二零二四年三月

《雷达验潮仪校准规范》编制说明

一、任务来源

根据《全国海洋专用计量器具计量技术委员会关于 2023 年国家计量技术规范制定、修订计划的通知》（国海专技委函[2023] 7 号），制定《雷达验潮仪校准规范》，主要起草单位为国家海洋标准计量中心，参加起草单位为自然资源部东海标准计量中心、自然资源部北海标准计量中心、天津云帆海洋科技有限公司。

二、调研情况

海洋潮位数据是海洋水文观测基本要素之一，对于开展海洋预报、海工设计、科学研究等涉海业务具有极其重要的意义。海洋潮位测量即验潮，是测量某固定点水位随时间的变化。目前我国海洋潮位观测仪器设备中，浮子式验潮仪因其精度高，稳定性强，广泛应用于各海洋监测台站；但在长期运行过程中也存在建站成本较高，量值溯源困难、拆卸不便等缺点。近些年基于雷达微波探测的液位/物位观测技术正逐渐由工业领域应用到水文观测领域。

雷达验潮仪（水位计）以遥感技术为核心，小巧轻便、无机械磨损、测量结果不受海水温度 T 、密度 ρ 影响，具有远程、非接触潮位测量，能应对较强台风等恶劣天气，在海洋工程和航道测绘中广泛使用。因其测量准确度高、测量速度快、性能稳定是目前现场潮位测量的主要手段之一。

根据工作型式不同，雷达验潮仪分为导波式和开放式，导波式雷达验潮仪电磁波脉冲沿导波缆/杆传输，导波缆/杆末端连接重锤，具有适用于小介电常数液位测量、受粉尘和泡沫等影响小的特点。开放式雷达验潮仪以波束形式发射电磁波，电磁波发射角多为有 3° 、 4° 、 6° 等。

经过对国内、国外广泛使用的雷达验潮仪（水位计）的生产厂家、使用单位等调研了解，总结如下：

- 1、雷达验潮仪分为开放式和导波式，开放式具有电磁波发射角，一般为 3° 、 4° 和 6° ，以发射角 4° 为主；
- 2、测量范围最大测量上限为 20m、30m，潮位检定校准最大测量上限为 8m；
- 3、生产厂家标称的示值误差集中在 $\pm 2\text{mm}$ 、 $\pm 3\text{mm}$ 、 $\pm 10\text{mm}$ ，根据检测结果显示，开放式雷达验潮仪示值误差 $\pm 20\text{mm}$ 左右，导波式雷达验潮仪检测结果相对好一些。

三、制定的必要性

潮汐历来是沿海国家极为重视的海洋观测要素，准确的潮汐资料是船舶交通、海洋工程、风暴潮预报的重要保障。潮汐测量即验潮，是测量某固定点水位随时间的变化，主要分为固定水尺法和自动验潮仪观测法。自动验潮仪观测法则依靠仪器设备，根据原理主要有四种类型：浮子式验潮仪、压力验潮仪、声学验潮仪和雷达验潮仪。雷达验潮仪小巧轻便、安装灵活（无需搭建验潮井）、具有远程、非接触潮位测量，无机械磨损、能应对较强台风等恶劣天气等优点，在海洋工程和航道测绘中广泛使用。但是目前，仍未有相适应的国家计量技术规范，因此急需制定该校准规范以满足雷达验潮仪量值溯源的需求。

四、制定检定规程的依据

本规范依据 GB/T 12763.2-2007《海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测》和 GB/T 14914.2-2019《海洋观测规范第2部分：海滨观测》中对潮汐观测的技术指标要求，提出对雷达验潮仪的计量性能要求和通用技术要求。

五、与“国际建议”、“国际文件”、“国际标准”、“国内标准”等兼容情况

本规范依据 GB/T 12763.2-2007《海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测》和 GB/T 14914.2-2019《海洋观测规范第2部分：海滨观测》中对潮汐观测的技术指标要求，结合实际检测结果提出对雷达验潮仪的计量性能要求和通用技术要求。目前国内和国外还没有适用于雷达验潮仪的计量技术规范。国内有一项制定中的海洋行业标准《雷达自动验潮仪》，该行标主要针对雷达验潮仪产品的组成、技术要求、环境试验方法等进行规定，并不适用于雷达验潮仪测量数据的量值溯源传递以及质量控制。

规程中的内容没有与现行有效规程、标准等要求不符或冲突的。

六、主要技术内容的说明

1. 本规程的编写严格按照 JJF1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》。

2. 雷达验潮仪的类型和测量范围

根据雷达验潮仪的调研结果和潮位仪的使用范围规定了本规范的测量范围。

3. 计量性能的提出

依据 GB/T 12763.2-2007《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》和 GB/T 14914.2-2019《海洋观测规范第 2 部分：海滨观测》中对潮汐观测的技术指标要求提出潮位计量性能要求。

4. 计量器具控制

a) 测量标准

潮位测量的标准有标准钢卷尺。标准钢卷尺因其精度高，操作方便是多数计量站使用的测量标准，测量范围多为（0~10）m，技术指标要求应满足相关计量技术规范要求。

计时器的测量标准，根据海滨观测中对潮时观测的技术指标要求，确定最大允许误差± 1min，测量标准---计时器应该能够连续计时不低于 24h，可选择秒表作为计时设备。

b) 配套设备

配套设备主要提供水位升降/模拟水位升降的环境。装置主要有 2 种，一种是水塔校准装置，通过控制系统，实现水位（0~8）m 的升降，是目前各海洋计量站已建有的重要的潮位检测装置；另一种是立式潮位模拟装置，通过控制系统，实现被检仪器相对于水池（0~8）m 的升降。

5. 校准项目

雷达潮位仪的校准项目包括水位示值误差、回程误差、24 小时计时误差、动态示值误差。

为确保雷达验潮仪在海洋潮位时刻变化的特殊环境下监测潮位数据的准确性，增加了动态示值误差的计量性能要求，相比前面水位示值误差的检测，动态检测结果能更好地还原现场检测的结果。

6. 校准方法

包括外观和通电检查、安装要求以及校准项目的校准过程。

6.1 外观和通电检查

首先观察和检查仪器的结构是否完整，各部分连接是否可靠等，确保仪器符合送检前的外观要求，

其次，仪器安装前，先进行通电检查，应能正常测量、显示/采集存储数据，对于要进行动态校准的仪器，将仪器时间与校准装置时间调至同步，采样频率设为 1Hz。

6.2 安装要求

雷达潮位仪的仪器安装效果对校准结果的影响较大，尤其是开放式的雷达潮位仪。要求仪器安装完毕后，应确保电磁波探测面应与水平面平行，这样电磁波测量的距离才是有效距离，为此仪器安装完毕后，可通过使用水平气泡仪检查仪器在平台上水平度。

同时，应提前计算好仪器的有效测量范围（安装高度）。见下表，当水塔校准装置半径 0.5m 时，对应开放式雷达潮位仪有效测量范围（仪器安装高度）。

电磁波发射角 θ	有效测量范围/m
3°	9.6
4°	7.1
5°	5.7
6°	4.8

导波式雷达验潮仪电磁波沿着导波缆/杆传输，安装完毕后应确保导波缆/杆保持自然垂直，重锤应完全浸没最低潮位面且不触底。因此，安装前应计算好低潮位置。

6.3 潮位示值误差

6.3.1 校准点的选择

对于开放式雷达验潮仪存在电磁波发射角，用水塔校准装置校准时，当发射角较大时，水塔会影响测量结果；而导波式雷达验潮仪不会受到水塔内壁影响。因此对于导波式雷达验潮仪，校准点规定每隔 1m 一个校准点，对于开放式雷达验潮仪，当选用水塔校准装置校准时，校准点规定可选择每隔 0.5m 一个校准点。

6.3.2 校准过程

利用水塔校准装置校准时：参照 JJG587-2016《浮子式验潮仪》检定规程。

利用立式潮位模拟校准装置校准时，也应避免电磁波发射反射受周围环境的影响再开展校准，校准过程如下：

- 1) 仪器安装完毕，调整被校仪器至测量盲区外附近作为初始校准点。
- 2) 缓慢移动被校仪器至水位变化 1m 时停止。

每个校准点的稳定时间为 1min，分别读取并记录测量标准示值（精确至 1 mm）和被校仪器示值，读取次数为一次。

3) 继续移动仪器，依照同样方法校准下一个潮位点，直至完成正行程所有校准点的校准，继续移动仪器 100mm，然后反向移动仪器至上限潮位点，稳定 1 min 后分别读取并记录测量标准示值（精确至 1 mm）和被校仪器示值，读取次数为一次。继续移动仪器，依照同样方法直至完成反行程所有校准点的校准。

7 复校时间间隔

- a) 新购置或修理后的测量仪，建议及时校准；
- b) 在使用过程中，如对测量仪的技术指标产生怀疑，建议重新校准；
- c) 为确保测量仪准确可靠，通常情况下建议测量仪出海前后校准。
- d) 复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，建议为 1 年。