

附件 2

# 《基于北斗卫星的水利工程变形监测系统 技术要求》

(  征求意见稿  送审稿  报批稿 )

## 编制说明

主编单位: 水利部产品质量标准研究所

2025 年 1 月 10 日

# 编制说明

## 一、工作简况

### 1、任务来源

自新中国成立以来，中国水利工程建设取得了举世瞩目的成就。特别是在改革开放之后，随着经济实力的不断增强和技术水平的显著提升，中国在水利建设方面实现了前所未有的突破和发展。一系列重大水利工程如长江三峡工程、南水北调工程等相继建成并投入使用，这些工程不仅在规模上居于世界前列，在技术难度和创新性方面也达到了国际先进水平。随着中国经济发展已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，加快推进重大水利工程建设，织密国家水网，增加水利高质量产品和服务供给，已成为新阶段水利发展的必然要求，也是推动国家能源转型，实现碳达峰、碳中和战略目标的重要支撑。水利工程不同于一般的土木工程，具有建设规模大、结构形式多样、地质条件各异、载荷冲击复杂、施工周期长等特性。“水利无小事”，一旦发生事故，将会导致非常严重的后果。水利工程在长期服役过程中结构性能会发生退化，极端情况下甚至会造成垮塌等灾难性事故，造成严重的生命和财产损失。以水库大坝为例，1954—2018年间，中国累计溃坝3541座，年均54.5座，年均溃坝率达到了0.063%，给人民的生命和财产造成了严重损失。其中，2000年后，溃坝84座，占溃坝总数的2%，年均溃坝率已降至0.004%，显著低于世界公认的0.02%的低溃坝率水平。因此，加强水利工程的变形监测与管理不仅是技术层面的需求，更是国家发展战略中的重要组成部分。

2020年6月23日,我国成功发射北斗系统第五十五颗导航卫星,暨北斗三号最后一颗全球组网卫星发射完成。同年7月31日,习近平总书记宣布北斗三号全球卫星导航系统正式开通。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》先后六次提到大力推广北斗产业化应用,实现北斗产业高质量发展。北斗系统属于全球首创,采用星地一体公共服务模式提供更高精度、更安全可靠卫星导航定位服务,满足即将到来的万物互联的信息化需求。北斗系统从核心设备到算法代码全部自研,完全独立自主,符合国家安全标准,融合云计算、机器学习、大数据处理,服务海量用户,形成可靠的时空智能基础设施。

随着北斗卫星定位系统的建设完成,卫星定位系统在水利工程变形监测中的应用范围也日益广泛。在水利工程变形监测领域使用北斗卫星定位导航系统,不仅可以提高监测效率,还能够降低人工监测的成本和风险。通过对水利工程关键部位的持续监控,可以实时掌握其结构健康状态,为决策者提供科学依据,确保水利工程的安全稳定运行。但水利工程大多位于高山峡谷区域,且其监测精度要求较高,而卫星接收设备所获得的GNSS观测量对卫星导航定位精度具有决定性影响。目前多数采用的测绘行业GNSS系统设备用于水利工程变形监测存在诸多不适应性,如北斗三号的支持能力弱,高程精度不足,产品功能冗余,面临水利工程场景野外供电、信号差、高湿高温等不利条件,功耗、通讯、结构等方面存在难以适用的问题。目前市场中由于缺乏统一的标准对北斗在水利工程变形监测系统设备的性能指标

进行约束，不利于保障变形监测质量。并且接收机、天线等设备的安装调试、系统的运行维护都会直接影响监测成果的稳定性和规范性。因此亟需编制《基于北斗卫星导航定位系统的水利水电工程变形监测系统技术要求》规范变形监测系统的技术参数以及安装调试运维要求。

2024年5月，中国水利学会根据《中国水利学会标准管理办法》的相关规定，经过立项论证和公示后，以《关于批准〈基于北斗卫星导航定位系统的水利水电工程变形监测系统技术要求〉等7项团体标准立项的通知》（水学[2024]67号），批准该标准立项。

本标准的编制单位为：水利部产品质量标准研究所、杭州川测信息技术有限公司、广州吉欧电子科技有限公司、南水北调中线水源有限责任公司、千寻位置网络有限公司、南水北调集团有限公司、南京水利科学研究院、广川工程咨询有限公司、广东省水利水电科学研究院、宁波弘泰水利信息科技有限公司、深圳市广汇源环境水务有限公司、浙江省钱塘江管理局勘测设计院。

## 2、主要工作过程

### （1）组建标准编制组

水利部产品质量标准研究所作为标准编制的主要编制单位，于2023年联合了杭州川测信息技术有限公司、广州吉欧电子科技有限公司、南水北调中线水源有限责任公司、千寻位置网络有限公司、南水北调集团有限公司、南京水利科学研究院、广川工程咨询有限公司、广东省水利水电科学研究院、宁波弘泰水利信息科技有限公司、深圳市广汇源环境水务有限公司、浙江省钱塘江管理局勘测设计院等单位

的专家，组建了标准编制组，制定标准编制方案，开展标准编制工作。

## （2）文献和资料收集

标准编制组收集整理了北斗及水利工程变形监测相关的 30 余项国家标准、90 余项北斗专项标准以及水利行业标准、水利团体标准、电力行业标准、电力团体标准等。目前已发布的国家标准、行业标准、团体标准均不涉及基于北斗卫星定位系统的水利工程变形监测系统的技术要求。

## （3）实践经验总结

编制组从产品软硬件性能要求、安装调试方法、运行维护要求等方面对目前已有的实践经验进行总结。主要实践项目有①大Ⅱ型水库：台州黄岩区长潭水库变形监测及运行维护项目、天台县里石门水库大坝变形监测预警项目、临海市牛头山水库大坝变形监测预警项目、仙居县下岸水库大坝安全自动化监测系统，②中型水库：温岭市湖漫水库大坝变形监测预警项目、宁海县车岙港水库大坝变形监测预警项目、诸暨市征天水库位移沉降变形监测系统，③小型水库：玉环县芳杜水库位移沉降监测系统、玉环县里墩水库位移沉降监测系统，海塘、水闸等：台州三山北涂围垦工程海塘变形监测预警项目、椒江山东十塘海塘坝、路桥白沙外堤海塘坝项目等。

## （4）初稿编制

编制组提出标准编制方案和技术路线，结合收集到的资料，开展标准初稿编制工作，编制过程中，通过多次沟通讨论，最终形成《基于北斗卫星导航定位系统的水利水电工程变形监测系统技术要求》

（初稿）。

#### （5）立项申请

2024年2月，编制组依据《中国水利学会团体标准管理办法》相关规定，编制了团体标准立项申请书，提出团体标准立项申请。2024年2月28日，中国水利学会在北京组织召开立项专家论证会议，开展了立项论证，认为该标准的编制十分必要。编制该标准已有较扎实的工作基础和实践经验，立项理由充分，工作思路清晰，标准框架结构基本合理。会议同意了本标准的立项。

#### （6）大纲审查

根据立项论证会意见，编制组进行了深入的讨论，并按会议意见对初稿进行了修改完善，2024年5月15日，中国水利学会在南京召开了《基于北斗卫星导航定位系统的水利水电工程变形监测系统技术要求》大纲审查会。会议通过了大纲审查，并建议名称修改为“基于北斗卫星的水利工程变形监测系统技术要求”，完善框架结构、深化技术内容。

#### （5）征求意见稿

根据大纲审查会意见，编制组进行了深入的讨论分析，并按照意见对标准初稿进行了修改完善，形成《基于北斗卫星的水利工程变形监测系统技术要求》（征求意见稿）。

### 4、主要起草人及其所做的工作

具体工作安排如下：

郑寓、祝湛毅等，主要负责标准的框架制定、统筹安排标准编制

的各项工程、进度控制、阶段性成果及最终成果的审核；

孙明远、程萌等，主要负责标准整体布局，系统功能与性能相关内容的编写；

贾本有、马啸等，主要负责运行维护相关内容编写；

戴春华、李兆忠等，主要负责安装调试内容的编写；

陈誉、许国等，主要负责软件要求内容的编写；

李桃、李蕊等主要负责标准资料的收集与整理。

## **二、主要内容说明及来源依据**

### **1、主要内容**

前行业内尚无关于北斗卫星高精度变形监测系统的相关标准。因此，亟需根据水利工程变形监测的特定需要，编制相应的北斗卫星监测系统标准，规范水利工程北斗卫星变形监测系统的相关技术参数。本标准共包括 8 章 1 个附录，分别为 1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、4 结构和功能、5 性能要求、6 软件要求，7 安装调试，8 运行维护，附录 A 北斗仪器检验方法。分别规定了北斗卫星高精度变形监测系统的软硬件性能要求、安装调试方法、运行维护要求等。

### **2、来源依据**

#### **1 范围**

明确了标准规定的主要内容和适用范围。

#### **2 规范性引用文件**

规范性引用文件只列出标准后文中明确提到的标准，这里引用的文件需要根据后面的技术内容进行增减。

### 3 术语和定义

以《北斗卫星导航术语》（GB/T 39267-2020）为基础，列出了本标准术语：原始观测数据、高度截止角、内部噪声水平、观测时段、天线、扼流圈天线、相位中心偏差。

### 4 结构和功能

给出了北斗变形监测系统的组成结构以及各个结构应具备的功能特性。详细规定了数据采集、接收处理、监测告警、数据解算和数据管理的功能要求。特别强调了支持北斗独立解算，相应国家单北斗应用发展趋势，为数据安全、信息安全提供技术支持。

### 5 性能要求

给出了系统设备的环境适应性、接收设备接收的多频多星的信号、静态解算精度、数据输出速率、静电放电抗干扰度、射频电磁场辐射抗扰度、绝缘性能、及防护等级等技术要求。特别强调卫星接收设备对于北斗系统信号的应用，规定卫星接收设备以单北斗卫星为基础的相关技术参数要求，从最大程度保障信号的可靠性和信息的安全性，保证工程安全和信息安全。

### 6 软件要求

给出了系统软件的适应性、接口与显示、自诊断、信息安全、数据处理与检索、测站信息管理、监测数据分析查询的技术要求。特别是信息安全，强调了要符合国家信息安全等级保护制度，后台管理要通过安全认证后进行。

### 7 安装调试

详细的给出了安装调试前仪器检验的内容、方法、程序；安装过程的具体要求、天线架设、接收机架设、浪涌保护、线缆敷设的要求；系统接收机调试、网络通信调试、软件调试、系统试运行的具体要求。

## 8 运行维护

给出了运行维护的制度、检查内容，数据维护、软件维护、设备维护的具体要求。致力于提升卫星导航系统变形监测接收设备的监测精度、运行可靠性和耐久性，满足水利工程变形监测技术要求。

## 三、专利情况说明

本标准规定的内容是在总结我国取水设施标准化建设管理经验的基础上进行编制，技术内容成熟，未涉及相关专利。

## 四、与相关标准的关系分析

1. 与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况。

无

2. 与国内相关标准协调性分析。

### (1) 国家标准

目前已发布北斗卫星定位系统相关的国家标准 29 余项，如《北斗双模型 OEM 板性能要求及测试方法》《北斗/全球卫星导航系统（GNSS）高精度片上系统（SoC）技术要求及测试方法》《北斗/全球卫星导航系统（GNSS）卫星高精度应用参数定义及描述》《北斗卫星导航系统时间》《北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范》《全球定位系统（GPS）测量规范》等，主要规定了北斗系统的术语、基

站建设技术要求、通信要求、接口要求等。跟北斗系统接收设备有关的标准有《北斗地基增强系统基准站建设和验收技术规范（GB/T 39772.1-2021）》。暂无标准涉及北斗系统在水利工程变形监测相关的内容。

## （2）北斗专项标准

截止 2022 年底，中国卫星导航系统管理办公室已发布 91 项北斗专项标准，主要涉及北斗卫星导航系统的技术要求，暂无北斗系统在水利工程变形监测领域应用的相关内容。

## （3）水利行业

与水利工程安全监测相关的标准，水利行业主要有《水利水电工程安全监测设计规范（SL725-2016）》《水利水电工程施工测量规范（SL 52-2015）》《混凝土坝安全监测技术规范（GB/T 51416-2020）》《土石坝安全监测技术规范（SL 551—2012）》等，明确了一些典型水利工程的安全监测精度限差，包括混凝土坝、土石坝、边坡及开挖工程、溢洪道、围堰工程等，其中对安全监测自动化、智能化只做了宏观性的规定，如《土石坝安全监测技术规范（SL 551—2012）》8.1.1~8.13 规定了自动化系统的设计原则和组成结构。《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件（SL 268-2001）》《大坝安全监测仪器报废标准（SL 621-2013）》《大坝安全监测仪器安装标准（SL 531-2012）》《大坝安全监测仪器检验测试规程（SL 530-2012）》规定了大坝安全监测仪器、系统的技术要求。

## （4）电力行业

电力行业大坝安全监测相关的标准主要有：《大坝安全监测自动采集装置（DL/T 1134—2022）》规定了各种传感器数据自动采集的装置的技术要求，《大坝安全监测系统施工监理规范（DL/T 5385-2020）》《大坝安全监测系统评价规程（DL/T 2155-2020）》《大坝安全监测系统运行维护规程（DL/T 1558-2016）》规定了大坝安全监测系统的设计、施工、评价、运行维护的技术要求。《大坝安全监测数据库表结构及标识符标准（DL/T 1321-2014）》、《大坝安全监测资料分析规程（DL/T 2340-2021）》规定了大坝数据资料的技术要求。

电力行业北斗相关的标准主要有：《北斗卫星导航系统电力通用接收机 第1部分：技术规范 DL/T 2401.1—2021》《北斗卫星导航系统电力通用接收机 第2部分：测试方法 DL/T 2401.2—2021》，规定了北斗卫星导航系统电力通用接收机的技术要求。

上述标准均未涉及北斗卫星定位系统在水利工程变形监测中的应用。

#### （5）团体标准

水利行业相关社团暂未发布涉及北斗系统的团体标准。中国水利学会发布监测相关的标准有《寒冷地区渠道安全监测技术规范（T/CHES 40-2020）》《河湖监管无人机应用技术导 T/CHES 103-2023》均不涉及北斗系统。中国水利工程协会发布的相关标准有《水闸运行管护规程》等均不涉及北斗系统。

电力行业已发布 12 项涉及北斗系统的团体标准：《电力系统北

斗监测型接收机技术规范 第 1 部分：技术规范》《电力系统北斗监测型接收机技术规范 第 2 部分：测试方法》《基于北斗短报文的用电信息采集终端通信单位技术规范 第 1 部分：技术要求》《基于北斗短报文的用电信息采集终端通信单位技术规范 第 2 部分：检测规范》《电力北斗应用机终端设备信息安全技术要求》等，规定了基于北斗系统的电力系统的技术要求。

因此，目前已发布的水利国家标准、行业标准、团体标准均不涉及基于北斗卫星定位系统的水利工程变形监测系统的技术要求。

#### **五、重大分歧或重难点的处理经过和依据**

无。

#### **六、预期效益（报批阶段填写）**

现处于征求意见阶段，无。

#### **七、其他说明事项**

无。