

《堤防振动测试技术规范》（征求意见稿）
编制说明

《堤防振动测试技术规范》

标准编制组

二〇二五年五月

《堤防振动测试技术规范》（征求意见稿）

编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

针对不同环境激励下堤防振动测试技术标准缺乏问题，为规范测试流程和技术要求，围绕测点优化布置、动力学测试仪器设备选型、传感器安装及动力学测试、振动信号数据处理、测试资料整理与分析等技术问题，编制堤防振动测试技术规范，有助于规范堤防振动测试技术工作，科学评判环境激励条件下的堤防安全状态。

堤防振动测试技术规范由主编单位广东省水利水电技术中心根据工作需求提出。编制团体标准《堤防振动测试技术规范》，获 2025 年广东省水利科技创新项目立项（N0.2025017），并要求在 12 个月内完成编制工作。2025 年 3 月，中国科技产业化促进会以中科促字【2025】6 号文立项《堤防振动测试技术规范》。

1.2 国内外研究背景及必要性

我国河流众多，沿海河网密布、海岸线漫长，水系更是发达。堤防工程在防洪、防潮、保护人民生命财产安全及保障社会经济发展中起着关键作用。堤防作为主要防洪建筑物，在长期运行中，堤防临近区域打桩、爆破或堤顶过车、堤身穿管过流等环境激励对堤防的结构安全产生不利影响，导致堤防振动破坏、堤防地基弱化等问题，引起堤防防洪能力降低和堤防失事风险，造成巨大经济损失和人员伤亡。

建于软土地基之上堤防，对受迫振动更为敏感。我国穿堤建筑物众多，如供水管道、供油管道、供气管道、电力管道、排水涵管等。作为广东省涉河建筑物防洪评价的技术审查部门，本标准的主编单位广东省水利水电技术中心，每年审查省主要河道的防洪评价项目约100宗，在审查过程中，深感穿堤建筑物对堤防安全影响较大，但不利影响究竟有多大，却缺少相应的振动测试与评判标准。经调研，其他省份水利行业相关部门也深有同感。

堤防振动测试技术对于评估堤防工程的健康状况、稳定性及安全性至关重要。国外在堤防工程检测技术方面发展较早，有较为成熟的振动测试理论与方法体系，但由于地域差异，在地质条件、气候环境及堤防结构特点等方面与我国存在不同。国内相关研究针对不同区域特点也开展了大量工作，但专门针对堤防工程振动测试技术的系统性研究与标准制定仍显不足。

制定“堤防振动测试技术规范”，既能适应我国复杂的工程地质与水文条件，又能为堤防工程的科学管理与维护提供有力支撑，对保障我国社会经济可持续发展意义深远。

近些年来，主编单位和参编单位开展了众多振动测试研究工作，如：

国家自然科学基金项目（52279133）：穿堤管道管-土-流耦合作统多元信息融合损伤诊断研究；

国家自然科学基金项目（51009066）：高坝泄流激励工作模态参数时域辨识理论与方法研究；

国家自然科学基金青年基金项目（51009066）：高坝泄流激励工作模态参数时域辨识理论与方法研究；

郑州市科技攻关项目：基于振动理论的大型结构在线监测及安全评价（0910SGYG21201-5）；

华北水利水电大学水利工程学科创新型科技团队：水工结构运行安全与灾害防控；

广州市基础前沿项目（202002030467）：大型水工结构坝基面混凝土断裂损伤机理研究；

教育部开放基金资助项目（RMHSE1902）：基于数据驱动的地下厂房围岩稳定与安全监测研究；

水利部水库大坝安全重点实验室，开放基金（YK323006）：基于信息融合的闸坝结构动力学安全监测及预警研究；

济南市数字孪生与智慧水利重点实验室，开放基金（37H2022KY040110）：泵站管道耦联振动特性分析与健康监测预警研究；

广东省水利科技创新项目（2020-18）：穿堤管道流致振动对堤防安全影响评判及减振控渗技术研究；

广东省水利水电技术中心科研项目（440001-2022-08920）：供排水穿堤管道对堤防安全影响研究。

将研究成果应用于黄河李家峡双排机水电站厂房结构和机组运行优化研究，青铜峡水电站及导墙结构损伤诊断研究，三峡大坝工作动力性态的泄流激振辨识与健康诊断研究，映秀湾水电站拦河闸及厂

房灾后评估检测研究，景电川梯级泵站管道振动与安全监测研究，广东省北江大堤、东江大堤、佛山大堤等穿堤管道振动测试等，效果良好，具备编制本标准的基础。此外，编制团体标准《堤防振动测试技术规范》，已获 2025 年广东省水利科技创新项目立项。

针对堤防临近区域打桩、爆破或堤顶过车、堤身穿管过流等引起的堤防现场振动，制定《堤防振动测试技术规范》的目的意义在于保障堤防结构的安全稳定，预防振动对堤防结构造成的损坏和影响。该研究是具有重大实用价值的应用研究，不仅涉及到水利领域，还涉及到土力学、结构动力学、仪器仪表与测试技术、信号处理、计算机科学与技术、材料科学和自动化等多个学科领域，具有明显的学科交叉和融合特征，是个复杂的综合课题。因此，在国内外对生命线工程安全日渐重视的背景下，形成诸如堤防等重大水工结构的振动测试技术规程就显得尤为迫切和重要。

针对不同环境激励下堤防振动测试技术标准缺乏问题，为规范测试流程和技术要求，围绕测点优化布置、动力学测试仪器设备选型、传感器安装及动力学测试、振动信号数据处理、测试资料整理与分析等技术问题，编制堤防振动测试技术规范，有助于规范堤防振动测试技术工作，科学评判环境激励条件下的堤防安全状态。

1.3 编制单位

主编单位：广东省水利水电技术中心，

参编单位：广东省水利水电科学研究院、华北水利水电大学。

主编单位广东省水利水电技术中心（挂广东省水土保持监测站、

省水利工程白蚁防治中心牌子)(简称技术中心),负责全省大中型水利项目的技术审查工作,专业配套齐全,技术力量雄厚,并负责全省技术交流与推广工作,对本项目的推广应用将起到巨大作用。目前,已成功推广包括各种水利行业的新材料、新技术、新产品。广东省水利水电技术中心是在 2009 年广东省水利厅事业单位改革过程中将原广东省水利水电建设管理中心、广东省水利水电工程质量监督中心站、广东省水利工程安全管理中心、广东省水利水电技术交流合作中心整合后成立。技术中心的主要职能是受委托承担水利水电工程、水土保持方案、小流域综合治理、防洪评价等项目的技术审查工作;承担水利水电科学技术、行业技术标准的推广、宣传工作;贯彻执行水利水电工程建设行业定额及费用标准,承担地方水利水电工程建设造价管理的具体审核工作;负责我省水利技术外援事务,水利水电技术合作与交流工作;负责水土保持监测工作;具体负责全省水利工程白蚁防治工作的指导、管理等工作。技术中心获得省部级科技奖 20 余项,主编、参编技术标准水利行业标准《水利工程白蚁防治技术规范》、广东省地方标准《水利工程生态建设导则》、团体标准《倒虹吸管安全评价导则》等 40 余项。

广东省水利水电科学研究院(简称广东水科院,协作单位),是广东省水利行业唯一的省级水利科研机构,创建于 1958 年,自成立以来为广东水利水电建设及交通、能源和建筑等其他各类相关行业的发展做出了突出贡献,解决了一大批工程建设中的技术难题。曾参与长江三峡工程、2008 北京奥运会青岛帆船比赛基地、广东大亚湾核

电站、广州抽水蓄能电站、岭澳核电站、东深供水、飞来峡水利枢纽、潮州供水枢纽、北江大堤加固达标、珠江河口整治、广州市河涌整治、武广客运专线、广州地铁、广深珠高速公路、广佛高速公路、广东三江核电厂等多项工程的科研攻关工作。广东水科院还主编了国家标准及水利部行业标准《海堤工程设计规范》、广东省地方标准《广东省海堤工程设计导则》、《堤防工程安全评价导则》，参加编写了《广东省渡槽安全鉴定规程》、《广东省建筑地基处理技术规范》、《广东省标准土钉支护技术规范》、《广州地区建筑基坑支护技术规范》等技术规范。

华北水利水电大学（协作单位），坐落在中华民族的母亲河-黄河之滨的郑州市，是水利部与河南省共建、以河南省管理为主的高校，是河南省重点支持建设的骨干高校。学校是 1978 年首批获得国家硕士学位授予权的高校，是国家首批具有推荐并接受应届本科毕业生免试攻读硕士研究生资格的高校，是河南省唯一具有研究生单独招考资格的高校和唯一承担国家“少数民族高层次骨干人才计划”的高校，是具有同等学力和专业硕士学位授予资格的高校。其中，水利工程学科、地质资源与地质工程、管理科学与工程等为博士学位授权一级学科。项目组成员自 2006 年以来一直致力于水工结构耦联动力分析与安全监测研究。

1.4 分工

广东省水利水电技术中心，长期从事水利水电工程技术审查工作，是省内技术审查和监管机构；广东省水利水电科学研究院，是广东省

水利行业唯一的省级水利科研机构；华北水利水电大学，是水利部与河南省共建、以河南省管理为主的高校，是河南省重点支持建设的骨干高校。在堤防安全技术方面，广东省水利水电技术中心与广东省水利水电科学研究院、华北水利水电大学长期合作，在堤防临近区域打桩、爆破或堤顶过车、堤身穿管过流等方面取得了丰硕的成果。各单位优势互补、相辅相成、校企合作共同完成该项目。

广东省水利水电技术中心，项目总负责，统筹全面工作。负责总体研究方案设计，负责标准申请，编制大纲、综合协调；负责调研及资料收集工作，负责起草标准草案。根据参编单位特点专业进行分工；负责前言、引言，正文范围、整体框架等章节的编写；负责统筹负责地标整体内容的统稿、把关、审核。

广东省水利水电科学研究院，负责专家咨询、会议主持，参与撰写技术标准工作。

华北水利水电大学，负责原型观测试验、模型试验、相关数据分析、现场验证，参与撰写技术标准工作。

本标准主要起草人 22 人，具有博士学位 7 人，高级职称 10 人，专业涉及水文、地质、水工、管理。主编参编国家标准、水利行业标准、广东省地方标准、团体标准等 80 余项，经验丰富。3 次获中国工程建设标准化协会标准科技创新奖。

1.5 主要工作过程

2024 年 6 月～2024 年 8 月：调研收集堤防结构基础资料，以及国内外有关测点优化布置、振动信号数据处理、规范编写等的最新成

果，成立编制组，编制大纲。

2024 年 9 月~2025 年 3 月：申请立项、编制标准草案。开展测点优化布置、振动测试与设备选型、非线性非平稳振动信号分析方法和技术等方面研究。

2025 年 4 月~2025 年 8 月：开展标准专家咨询，提交征求意见稿。根据征求来的意见，修改完善标准，形成送审稿。

2025 年 9 月~2026 年 11 月：送审稿评审会。修改完善后形成报批稿。

2025 年 12 月：标准发布，出版印刷。

根据相关部门要求，能早尽早完成技术标准的编制。

2 标准编制原则

2.1 规范性及科学性

标准依据 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草，遵照我国现行相关法律、法规、规章、技术规范、标准及规范，开展编写，有效保障了团体标准的规范性及科学性。

2.2 技术创新和实用性

积极采用先进的技术手段和测试理念，确保堤防振动测试的先进性和实用性。

2.3 可操作性和可维护性

测试规程以满足堤防振动测试的技术人员的需求为首要原则，确

保规程内容与实际应用紧密结合。应考虑到测试规程的可操作性，方便操作人员的使用。

2.4 安全性和可靠性

确保堤防振动测全过程的安全性和可靠性，保障测试数据的完整性和可追溯性。

3 标准主要内容和相关依据

本规程主要包括：前言、引言，正文包括范围、规范引用性文件、术语和定义、基本规定、振动测试仪器设备、传感器安装及振动测试操作、振动信号的数据处理、测试资料整编共 8 章，还有相关资料性附录 A~D。

本规程主要内容如下：

（1）范围

说明《规范》所覆盖的堤防振动测试相关内容和适用范围。

（2）规范引用性文件

说明《规范》中标准要求所引用的规范性文件。

（3）术语和定义

对主要专业术语进行系统定义。

（4）基本规定

对堤防振动测试相关工作的一般规定、资料收集、测试方案编制等内容提出技术要求。

（5）振动测试的仪器设备

对堤防振动测试所采用的传感器、信号传输线、数据采集仪、动态信号分析系统、供电设备进行技术规定。

（6）传感器安装及振动测试操作

对堤防测试传感器的安装、测试前准备工作、操作步骤、测试资料记录等提出具体要求。

（7）振动信号的数据处理

对堤防振动测试的振动信号数据、时域频域分析、工作模态识别、传递路径分析等做了具体规定。

（8）测试资料整编

对堤防振动测试资料整编内容、报告格式进行了规定。

（9）附录

提供了 4 个资料性附录，分别为堤防振动测试流程、测试信号质量情况对比、振动测试记录表、振动测试报告编制要求等。

4 标准预期的经济效益和社会效益

针对不同环境激励下堤防振动测试技术标准缺乏问题，为规范测试流程和技术要求，围绕测点优化布置、动力学测试仪器设备选型、传感器安装及动力学测试、振动信号数据处理、测试资料整理与分析等技术问题，编制堤防振动测试技术规范，有助于规范堤防振动测试技术工作，科学评判环境激励条件下的堤防安全状态。制定“堤防振动测试技术规范”，既能适应复杂的工程地质与水文条件，又能为堤防工程的科学管理与维护提供有力支撑，对保障我国社会经济可持续发展意义深远。

本标准制定过程中，未检索到国际标准或国外先进标准，标准水平达到国内先进水平。

5 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准制定过程中，未检索到国际标准或国外先进标准。

目前国内的相关标准有以下 5 项，具体异同点如下：

《水力机械（水轮机、蓄能泵和水泵水轮机）振动和脉动现场测试规程》（GB/T17189-2017）：规范水力机械（水轮机、蓄能泵和水泵水轮机）振动、脉动试验方法、测量方法及试验数据处理的方法。

《水工建筑物水流压力脉动和流激振动模型试验规程》（SL/T158-2020）：规范水流脉动压力和结构激流振动模型试验研究的方法和技术要求，提高试验研究成果的科学性、准确性和可靠性。

《振动位移传感器检定规程》（JJG644-2003）：规范（0-5000）Hz 频率范围内的用于机械振动测量的电感式、电容式及电阻式位移传感器的定型检定、样机实验、首次检定、后续检定和使用中的检验。

《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》（JTS235-2016）：统一水运工程水工建筑物原型观测技术要求，提高原型观测质量，满足水运工程水工建筑物安全运行的需要。

《水利水电工程水力学原型观测规范》（SL616-2013）：规范水利水电工程过水建筑物水力学原型观测技术与要求，保证原型观测工作质量，监测过水建筑物的安全状况，满足工程安全运行及建设管理的需要。

上述 5 项技术标准均未涉及堤防振动测试技术方面的内容。此外，

在以往堤防研究中，研究者大多出于工程设计与施工目的，主要在堤防的施工、除险加固、防渗措施上研究较多，而由于环境激励（打桩、爆破、过车、穿管过流等）所引起的振动、振动传递路径、振动安全评判、振害控制措施等方面的机制和技术尚不明确，明显滞后于工程需求。本次拟制定的《堤防振动测试技术规范》，针对不同环境激励作用下堤防结构振动标准规程匮乏的问题，综合考虑测点优化布置、动力学测试仪器设备选型、传感器安装及动力学测试、振动信号数据处理、测试资料整理与分析等方面编制《堤防振动测试技术规范》，该规程是国内外第一部有关堤防振动测试的技术标准，将有力推动堤防振动测试技术的发展。

6 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准未违反相关法律法规及强制性标准，与国家标准、行业标准及相关标准内容重叠部分，在编制过程中沿用有关标准的规定，与相关标准的关系界定合理，在与适用对象、技术方法和内容上充分衔接的基础上进行了细化、扩充与深化。同时，本标准与现行有效水利技术标准相协调，技术要求不低于强制性标准的相关技术要求，是以上标准体系必要和有益的补充。

《堤防振动测试技术规范》是国内外第一部有关堤防振动测试的技术标准，将有力推动堤防振动测试技术的发展。

7 重大分歧意见的处理经过和依据

没有分歧意见。

8 贯标的措施和建议

按照国家有关团体标准管理规定和中国科技产业促进会团体标准管理要求，在协会会员中推广采用本标准，鼓励社会各有关方面企业自愿采用该标准。《规范》颁布后制定详细的宣贯计划。

9、废止现行有关标准的建议

无。

10、其他应予说明的事项

无。