**中国地球物理学会团体标准**

**《城镇高水位排水管道水下检测与评估技术规程》编制说明**

（征求意见稿）

**一、工作简况**

**1、 任务来源**

根据中国地球物理学会的决定，由中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司负责制定中国地球物理学会团体标准《高水位城镇排水管道水下检测与评估技术规程》,计划完成时间为2025年。由中国地球物理学会归口管理。

**2、 主要工作过程**

计划下达后，由中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司担任主要编制工作，成立标准编制工作组，确定工作方案，提出进度安排。标准编制工作组对国内外高水位管道水下检测技术的现状与发展情况进行了全面调研，对高水位管道水下检测的作业环境进行了实地调研分析，开展了标准缺陷模型实测研究，并结合国内多个大型水环境治理项目成功完成应用实践，积累了大量工程经验。同时，标准编制工作组广泛搜集和检索了国内外高水位管道水下检测的技术资料，并参考CJJ 181-2012《城镇排水管道检测与评估技术规程》及相关标准，经过大量的研究分析、资料查证工作，结合实际应用经验，全面地总结和归纳，于2024年9月下旬形成《高水位城镇排水管道水下检测与评估技术规程》编制立项申请书和编制大纲，提交给中国地球物理学会团体标准工作委员会（下午简称“标委会”）申请立项。2024年10月8日，中国地球物理学会下发标准制订通知。

2024年10月上旬，标准编制工作组提交《高水位城镇排水管道水下检测与评估技术规程》初稿(以下简称“初稿”)至标委会，并于2024年10月22日，标委会在福建省厦门市组织召开初稿评审会，对中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司等单位提交的“初稿”进行了评审，经专家质询，同意通过初稿评审，并建议将《高水位城镇排水管道检测与评估技术规程》更改为《城镇高水位排水管道水下检测与评估技术规程》。

2024年10月-2025年3月，标准编制工作组严格对照初稿评审专家意见，在“初稿”的基础上对标准文件进行了进一步修改，并在编制组内部进行讨论并定稿。于2025年4月18日提交《城镇高水位排水管道水下检测与评估技术规程》征求意见稿、条文说明和编制说明至标委会，申请进行征求意见。

**二、标准编制原则和主要内容**

**1、标准编制原则**

1. 贯彻我国相关的法律法规和强制性国家标准，与我国现行标准协调一致。
2. 满足行业发展需求，提升标准技术水平，适应产业发展需要。
3. 满足市场需要，保证产品质量，规范市场秩序。
4. 积极向国际标准靠拢，力求做到标准内容的先进性。
5. 根据国内企业具体情况，力求做到标准的合理性、经济性与实用性。
6. 编写格式符合GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准文件的结构和起草规则》。
7. 标准的编制注重科学性、准确性，同时要在不违背原则的前提下，保留行业内已流行的某些提法。

**2、标准主要内容**

2.1 关于第1章（范围）的说明：

规定了本文件适用于采用多物理感知水下智能检测装备实施的高水位城镇排水管道水下检测与评估工作，其附属构筑物的检测与评估不在本文件中做相关要求。

2.2 关于第3章（术语和符号）的说明

（1）关于3.1.1（高水位排水管道）的说明

根据《室外排水设计标准》GB 50014中5.1节中对重力流污水管道最大设计充满度的规定，管道最大设计充满度为0.7，超过最大设计充满度可视为高水位排水管道。

（2）关于3.1.2（多物理感知水下智能检测）的说明

多物理感知水下智能检测是一种通过遥控无人潜水器，搭载两种或多种声、光、电、磁传感设备，对高水位排水管道开展远程智能操控的水下检测技术，可在无人员下井作业和无封堵导排措施的情况下，查明管道内的结构性缺陷、功能性缺陷、外水来由和管道高水位原因，同时可进行掩埋井室和重大缺陷定位，解决水污染防治工程中的外水入侵、内涝和地面塌陷等工程问题。

（3）关于3.1.4（多波束二维实时影像声呐）的说明

二维实时影像声呐与在成像原理和功能上与管道断面声呐有本质区别。二维实时影像声呐能够获取目标场景的实时图像，管道断面声呐仅能获取采样点的管道断面轮廓。

（4）关于3.1.8、3.1.9（水平扫描和侧向扫描）的说明

二维实时影像声呐可提供130°水平，20°垂直波束角的前视声学影像视角范围，当二维实时影像声呐水平固定于潜水器上时，可获取管顶与管底表面结构特征的声学影像，数据采集终端可量测两点之间的水平距离。当二维实时影像声呐竖直固定于潜水器上时，可获取管道侧壁表面结构特征的声学影像，数据采集终端可量测两点之间的竖直距离。

2.3 关于第4章（基本规定）的说明

本章为高水位管道水下检测与评估的基本规定，明确了检测设备的维护和校检要求、检测单位及人员的资质要求，规定了多物理感知方法的选取原则、水下检测作业流程、检测作业安全维护和检测作业实施方案等相关技术要求。

高水位管道水下检测在现场踏勘、检测准备工作和井室预处理方面与传统检测方式存在较大的差异，本章对此做出了相应的技术要求。

现场踏勘情况直接影响水下检测工作方案的制定和检测作业工效，不同于电视检测方法，水下检测现场踏勘应掌握待检测管道周边环境（包含待检测管道区域内的地物、地貌、交通状况、周边河涌水位和水流速情况等）和管道内部作业条件（包含杂物堆积程度和井室内构造、管道内水流速等情况），其中水面以下信息宜采用二维实时影像声呐进行探测。同时应对待检测管道的周边环境和作业条件进行定性评价。

2.4 关于第5章（高水位排水管道水下检测）的说明：

（1）总体说明

该章的框架结构主要由一般规定、检测设备、检测方法、影像判读等四个大方面组成，侧重于检测载体和传感设备的性能要求，各检测方式实施检测的技术要求以及影像判读的技术要求。其中检测载体和传感设备的性能要求主要借鉴工程实践中应用广泛且性能稳定的设备技术参数。

（2）关于5.1（一般规定）的说明

本节规定了高水位排水管道水下检测的作业环境要求，包含实施检测的目标管段直径、长度、水流速和通行空间等要求，明确了检测距离校准、检测中止条件、检测作业的一般要求，传统电视检测方法与满水管道检测的适用范围和应用边界。

（3）关于5.2（检测设备）的说明

1）规定了遥控无人潜水器载体、缆线通信、操控终端的技术要求，缺陷识别传感器的搭载能力要求，以及检测前传感设备的校准要求，明确了检测设备应能够适应的作业环境及温度要求等；

2）规定了二维实时影像声呐、管道断面声呐、电法测漏、磁法定位仪等设备的安装固定、技术性能及精度、数据显示和处理等要求；

（4）关于5.3（检测方法）的说明

规定了实施管道断面声呐检测、二维实时影像声呐检测和电法测漏的技术要求，包括检测前的校准、检测过程中的参数调整、设备行进方向、行进速度、缺陷观测方法、采样点间距、数据采集要求等。

规定了磁法导向定位的作业流程、追踪导向和地下结构特征地面定位的技术要求。

（4）关于5.3（影像判读）的说明

规定了管道断面声呐检测、二维实时影像声呐检测和电法测漏的检测数据解译处理要求，包括缺陷识别方法、缺陷影像的选取、缺陷尺寸的量测和相应成果格式要求。

不同于单一检测手段，高水位管道水下检测缺陷的判定需要使用两种以上检测方式的结果相互印证。

2.5 关于第6章（高水位排水管道评估）的说明：

（1）总体说明

本章的框架结构主要由一般规定、缺陷等级划分及分值、结构性状况评估和功能性状况评估等四个大方面组成，侧重于高水位管道检测缺陷的分级和管段检测完成后的评估工作。

（2）关于6.1（一般规定）的说明

规定了管段评估的依据、方法和缺陷计算的原则。考虑到满水检测作业环境和更高的检测技术要求，相比城镇排水管道检测与评估技术规程 CJJ 181-2012，补充加入了变材（BC）、闸阀（ZF）、拦污栅（LWZ）、排口拍门（PM）、溢流堰（YLY）、截流槽（JLC）等特殊结构进行标识作为管道中的特殊结构。

（3）关于6.2（缺陷等级划分级分值）的说明

依据声学影像数据特征，参考城镇排水管道检测与评估技术规程 CJJ 181-2012，规定了高水位管道检测缺陷的等级划分。

结构性缺陷中，管道腐蚀的缺陷等级数量定为3个等级，接口材料脱落的缺陷等级数量定为2个等级；破裂、脱节、接口材料脱落、渗漏等缺陷等级的定义结合高水位管道水下检测的特点在《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012的缺陷等级定义基础上进行了补充调整。当腐蚀已经形成了空洞，钢筋变形，这种程度已经达到4级破裂，即将坍塌，此时该缺陷在判读上和4级破裂难以区分，故将第4级腐蚀缺陷纳入第4级破裂，不再设第4级腐蚀缺陷。考虑到声呐检测可准确量取缺陷尺寸宽度，《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012中脱节定义的缺陷等级数值界限较为模糊，故在本文件中脱节缺陷等级的定义调整为：脱节1级：轻度脱节—管道端部有少量泥土挤入，脱节距离不大于20mm；脱节2级：中度脱节—脱节距离等于20mm；脱节3级：重度脱节—脱节距离大于20mm且小于等于50mm；脱节4级与《城镇排水管道检测与评估技术规程》CJJ 181-2012一致，不做调整。当管道同时存在脱节和错口两种缺陷时，应取缺陷宽度的平均值。接口材料脱落的缺陷，细微差别在实际工作中不易区别，胶圈接口材料的脱落在管内占的面积比例不高，为了方便判读，仅区分水面以上和水面以下胶圈脱落两种情况，分为两个等级。

高水位管道检测缺陷的识别和等级判定需要结合二维实时影像声呐、管道断面声呐和电法测漏等多传感数据进行联合解译，判定结果相互印证，确保缺陷判定的可靠性。考虑到各类型管道缺陷的结构特征不同，声学影像和电法测漏数据的缺陷特征响应也各不相同，缺陷的判定应选择适合的检测方法进行数据解译，本节规定了管道结构性缺陷和功能性缺陷的判定要求。

1. 关于6.3、6.4（结构性状况评估和功能性状况评估）的说明

主要参考镇排水管道检测与评估技术规程 CJJ 181-2012规定了高水位管道的检测评估要求。其中对结构性缺陷参数F、功能性缺陷参数G的确定，是对管段损坏状况参数、功能性缺陷参数经比较取大值而得，取决于该管段中最严重的缺陷。

2.6 关于第7章（成果资料）的说明：

规定了高水位管道水下检测应提交的成果资料，包括现场记录资料、原始数据资料、检测成果图表和检测成果报告。明确了检测成果报告的要素内容、现场记录表、检测成果图表的格式要求。

由于水下检测缺陷的判定需要使用两种以上检测方式的结果相互印证，本章还规定了管道缺陷一览图的绘制格式，包含了二维实时影像声呐、管道断面声呐和电法侧漏的解译成果，同时包含了CJJ 181中规定的管道沉积图。

**3、解决的主要问题**

本文件以高水位城镇管道的功能性缺陷和结构性缺陷的检测及安全评估为目的，以多物理感知集成的遥控无人潜水器为检测作业手段，以高水位管道的检测与评估工作程序和技术要求为主线编制，可有效指导截污干管、市政过河管、倒虹吸、污水处理厂和污水泵站末端主干管等高水位管道水下检测工作的开展。

本文件旨在完善高水位城镇管道特殊工况的检测与评估技术体系，可与行业标准CJJ 181-2012《城镇排水管道检测与评估技术规程》互为补充，填补高水位管道水下检测技术的应用短板，对此类高水位工况特殊的城镇排水管道的管理及运维有良好的指导价值。

本文件的编制和发布，能够有效规范高水位排水管道的检测工作，提高检测作业水平，指导在无人员下井作业和无封堵导排措施的情况下，查明管道内的结构性缺陷、功能性缺陷、外水来由和管道高水位原因，进行掩埋井室和重大缺陷定位，解决水污染防治工程中的外水入侵、内涝和地面塌陷等工程问题。

**三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果**

本文件编制过程中，开展了排水管网典型缺陷的水下模型实验研究，构建了典型缺陷的声学影像图谱，同时结合国内多个大型水环境治理项目成功实施了高水位管道水下检测的对比试验和工程应用实践，取得了良好的检测效果，广受业内好评。本文件编制组积累了大量工程实践经验和检测评估数据，为本文件的编制奠定了坚实的基础。

高水位城镇排水管道检测与评估，传统检测方式需要在检测前对管道进行封堵导排，再采用管道闭路电视、管道内窥镜等传统技术进行检测，但高水位城镇排水管道普遍分布在污水处理厂末端干管或是临河等部位，往往不具备封堵导排的条件，因此，对在保持管道正常运行工况下，开展市政满水管道水下缺陷检测提出了新的需求。高水位城镇排水管道水下检测与评估，依托遥控无人潜水器、水下声学检测装备、电法探测装备、水下定位装备的集成应用，能够在浑水环境下客观可靠的开展排水管道运行现状检测，

本文件的发布能够完善高水位城镇管道特殊工况的检测与评估技术体系，规范满水管道水下检测技术的发展，对促进我国满水管道水下检测技术的推广应用起到积极作用。本文件能够指导截污干管、市政过河管、倒虹吸、污水处理厂和污水泵站末端主干管等高水位管道水下检测工作的开展，在无需封堵导排等措施辅助情况下，高效解决管网运维难题。

经规范后的高水位管道水下检测技术，在大直径主干管检测应用场景中，相比传统检测方式能够大幅减少检测费用，取得客观的经济效益。以DN1000管道为例，实施CCTV检测前需进行管道封堵、导排和清淤等预处理措施，按每百米采取蛙人下水封堵气囊4个估算，每公里管道所需的预处理措施费用约为30万元。实施高水位管道水下检测则无需开展相应的施工措施，仅需少量的交通围蔽措施，检测总投资减小一倍。

**四、与国际、国外同类标准水平的对比情况**

本文件在编制过程中对满水管道检测相关的国际或国外标准进行了收集和了解以做借鉴参考，收集到的标准主要有：

CJJ 181-2012 城镇排水管道检测与评估技术规程

T/CECS 1507-2023 室外排水管道检测与评估技术规程

CJJ 6 排水管道维护安全技术规程

CJJ /T 68 城镇排水管渠与泵站维护技术规程

CJJ 61 城市地下管线探测技术规程

其中现行行业标准《城镇排水管道检测与评估技术规程》（CJJ181-2012），规定对新建及存量管网进行检测及评估，方法主要是采用管道潜望镜检测（QV）、电视检测（CCTV）、管道断面声纳检测等对管道进行功能性缺陷及结构性缺陷检测，并对检测环境提出了明确要求，其中CCTV等光学摄像类方法要求检测过程中管道内积水不能超过管径的20%。CJJ181中所规定的管道断面声纳在高水位管道中可进行断面扫描，获得管道变形、淤积等功能性缺陷，但单一的检测手段检测精度较差且检测断面密度不够，难以对高水位管道开展可靠的评估。对于长期高水位运行（管道直径/2≤水位≤管道直径）的排水系统管道的检测评估，通常采用封堵导排后，采用CCTV或QV进行检测，此类方法在截污干管、市政过河管、倒虹吸、污水处理厂和污水泵站末端主干管等高水位管道实施难度和成本极高的。

在2021年，相关单位立项了广东省地方标准《室外排水管道检测与评估技术规程》，主要从检测装备、缺陷评价方面对技术条款进行了补充和完善，然而，整体上仍缺少高水位运行状态下的城镇管道检测与评估的相关技术标准。

《室外排水管道检测与评估技术规程》地方标准，作为对CJJ181-2012标准技术条款的补充、完善。该标准主要在以下三方面进行了技术要求的调整：

（1）检测装备更新方面：电视检测和潜望镜检测设备有了无线方式连接操控，部分电视检测设备可搭载二维激光断面扫描仪提取管道内部轮廓。

（2）缺陷评价方面：管道修复后的缺陷进行了专门的定义，规定了相应的评价方法与等级；塑料管道的变形缺陷评价方法细化；结构性缺陷和功能性缺陷的影响系数观测打分方法进行了修改。

（3）内容完善方面：增加激光断面扫描剖面对排水管道结构病害的检测与评价；增加附属构筑物检查井和雨水口的检测与缺陷类型、等级的评估；补充目视、简易工具、潜水等传统检查方法。

该规程提出的检测及评估方法依然主要是针对“管道内积水不能超过管径的20%”的管道检测与评估，没有提出在高水位（管道直径/2≤水位≤管道直径）运行状态下的管道检测与评估技术方案。

本次申报的《高水位城镇排水管道检测与评估技术规程》地方标准（以下简称“规程”），检测对象是针对临河的截污干管、河道下穿的过河管、倒虹吸、污水处理厂和污水泵站末端的主干管等长期高水位或满管运行的排水管道，与现有管道检测及评估标准，主要有以下创新点：

（1）高水位管道的工况特殊，具有管道埋深大、地表地形复杂、管内水流速大的特点，部分管道可进出的空间距离较长、杂物垃圾淤堵厚重、存在倒流、运维检查井被覆盖、走向及接驳不明，检测技术思路与《室外排水管道检测与评估技术规程》不同，其所规定检测技术也无法适用这类管道工况的检测，对此类工况的管道运维针对性的指导意义不强。

（2）检测技术方面，引入适用于高水位干管检测的特种机器人载体，搭载二维实时影像声呐、三维声呐、聚焦电流等检测传感器组合，完成高水位干管在运行状态下检测与评估，解决高水位干管在运行状态下的检测难题。

（3）评估工作方面，规程提出了基于声学影像及声学点云数据的管道功能性、结构性缺陷评估的原理、评估及精度评价方法，建立声学影像对管道现状的检测与评估体系。

**五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系**

本文件力求与其他现行国家标准的有关要求相协调，兼顾标准的可操作性和对产品要求的全面性。经分析，本文件与现行相关法律、法规、规章无不协调之处，且贯彻了我国的有关法律、法规和强制性国家标准，符合国标委《国家标准管理办法》等规章的规定。

**六、重大分歧意见的处理经过和依据**

本文件编制过程中无重大分歧意见。

**七、标准性质的建议说明**

建议本文件作为推荐性团体标准发布。

**八、贯彻国家标准的要求和措施建议**

建议本文件发布之日起实施。

**九、废止现行有关标准的建议**

本文件为新制定标准，无废止相关标准的建议。

**十、其他应予说明的事项**

无。

团体标准《城镇高水位排水管道水下检测与评估技术规程》编制工作组

2025年03月31日