

《环网柜无源无线温度测量系统技术要求》 (征求意见稿)

编制说明

《复阻抗法检测土体密度及含水率技术规程》编制组

二〇二五年四月

《复阻抗法检测土体密度及含水率技术规程》（征求意见稿）

团体标准编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本标准规定了复阻抗法检测土体密度及含水率技术的基本要求、检测仪器、标准土体模型建模、现场检测。本标准适用于采用复阻抗法无核密度仪检测堤防、土石坝、地基处理等水利工程的土方填筑密度及含水率，检测土体类型为细粒类土、含砾细粒土（砾粒含量 $\leq 25\%$ ，颗粒最大粒径 $\leq 15\text{ mm}$ ）。

本文件 UNSPSC 代码为“81.10.15”，由 3 段组成。其中：第 1 段为大类，“81”表示“工程和研究以及基于技术的服务”，第 2 段为中类，“10”表示“专业工程服务”，第 3 段为小类，“15”表示“土木工程”。

（二）起草单位情况

本标准起草单位包括：三峡大学、宜昌市黄柏河流域管理局、宜昌市水利水电工程质量与安全监督站、湖北水总水利水电建设有限公司、湖北昊源建设工程有限公司、宜昌市水利水电勘察设计院有限公司、宜昌市科信水电工程质量检测有限公司、湖北瑞洪工程管理有限公司、宜昌市科诚检测有限公司。

（三）标准编制过程

（1）成立标准起草组，技术调研和资料收集

2025年3月1日—3月21日，为保证制订工作的顺利开展、提高标准的质量和可用性，由起草单位和相关技术专家共同组建了标准起草组，负责对复阻抗法检测土体密度及含水率技术规程标准编制进行确定。通过制订工作方案，标准起草组进一步明确了目标要求、工作思路、人员分工和工作进度等。

标准起草组对相关指标和要求进行了调研，搜集了众多复阻抗法检测土体密度及含水率技术规程相关的标准、文献、成果案例等资料，着手标准制定。

（2）确定标准框架，形成标准草案

2025年3月22日—4月5日，起草小组结合前期的调研和资料，多次召开内部研讨会，形成标准大纲，并邀请了专家和相关企业对标准进行技术指导，对《复阻抗法检测土体密度及含水率技术规程》的标准编制工作重点、标准制定依据和编制原则等形成了共识，同时完成标准草案稿的撰写。

（3）形成标准征求意见稿，开展征求意见

2025年4月6日—4月16日，标准起草组对标准草案进行修改完善，包括调整基本原则内容、修改错误用词和格式等，在反复讨论和论证的基础上，修改形成了标准征求意见稿。

二、标准制定的目的和意义

《复阻抗法检测土体密度及含水率技术规程》团体标准的制定，意在为复阻抗法检测技术在土体密度及含水率检测领域的研究开发、实际部署以及日常运用提供一套标准化的技术准则，保证该技术在性能呈现、安全保障、检测数据精准度以及系统稳定性等层面契合既定的行业规范。伴随基础设施建设规模的持续扩大，各类工程对于土体参数的精确检测需求日益增长。复阻抗法作为一种新兴且高效的检测手段，借助高频无线电射频技术获取土体复阻抗、电容、电阻等参数，并通过构建标准土体模型，实现对土体密度和含水率的精准检测，在保障工程质量方面发挥着关键作用。

然而，目前市场上的复阻抗法检测土体密度及含水率技术和相关系统，由于缺乏统一标准，在技术参数设定、检测精度把控、数据传输可靠性等方面存在显著差异。这种差异致使检测结果的准确性和可比性大打折扣，无法为工程建设提供可靠的数据支撑，甚至可能因错误数据引发工程安全隐患，给工程质量带来严重威胁，同时也极大地增加了工程检测人员与施工人员的工作难度。

通过制定一套全面、完善的技术规程标准，能够为相关技术研发人员、设备制造商以及工程检测人员提供清晰明确的技术指引，助力其优化技术方案、提升产品性能与检测水平。此标准的制定意义深远，它积极推动复阻抗法检测技术朝着规范化、标准化方向稳健发展，加速行业的成熟进程。一方面，标准的严格规范有助于提升检测精度和数据传输稳定性，减少检测误差，让工程人员能够更放心地依据检测结果开展工作。另一方面，鉴

于土体密度和含水率数据对工程建设安全的重大影响，标准着重对数据采集、传输与存储的安全性进行规范，例如运用加密技术保障数据传输安全、强化数据存储的防护措施以及合理设置数据访问权限等，确保关键检测数据的安全与完整。

三、标准编制原则

本标准在编制的过程中遵循“先进性、科学性、可操作性”的原则，按照 GB/T 1.1—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》的规定起草。

四、标准主要内容说明

1、标准主要内容

本标准规定了复阻抗法检测土体密度及含水率技术的基本要求、检测仪器、标准土体模型建模、现场检测。本标准适用于采用复阻抗法无核密度仪检测堤防、土石坝、地基处理等水利工程的土方填筑密度及含水率，检测土体类型为细粒类土、含砾细粒土（砾粒含量 $\leq 25\%$ ，颗粒最大粒径 $\leq 15\text{ mm}$ ）。

2、规范性引用文件

GB/T 15406：该标准规定了岩土工程仪器的产品分类、基本参数、通用技术条件、试验方法、检验规则以及包装、标志、运输、贮存等内容。复阻抗法检测土体密度及含水率技术涉及相关检测仪器，引用此标准可以确保复阻抗法检测仪器在基本参数、技术条件等方面符合岩土工程仪器的

通用要求，保证仪器的质量和可靠性，使仪器的研制、设计、生产和使用有统一的标准可循，有利于规范复阻抗法检测仪器市场，提高仪器的整体性能和稳定性，为准确检测土体密度和含水率提供硬件保障。

GB/T 50123：这是土工试验方面的国家标准，涵盖了土的物理性质试验、力学性质试验、动力性质试验等众多试验方法，包括含水率、密度等基本物理性质指标的试验方法。复阻抗法检测土体密度及含水率技术需要与传统土工试验方法在检测原理、数据处理等方面进行对比和验证，引用此标准可以将复阻抗法的检测结果与标准中的传统方法进行比对，以验证复阻抗法检测结果的准确性和可靠性。同时，也能为复阻抗法检测技术在土工试验领域的应用提供更广泛的参考和依据，使复阻抗法检测技术更好地融入土工试验的整体体系中。

SL/T 631.4：该标准是水利水电工程单元工程施工质量验收标准中关于堤防与河道整治工程的部分。在堤防与河道整治工程中，土体密度及含水率是影响工程质量的关键参数。复阻抗法检测土体密度及含水率技术在水利水电工程中的应用需要遵循相关工程的质量验收标准，引用此标准可以明确复阻抗法检测技术在堤防与河道整治工程中的质量验收要求，为工程施工质量的控制和验收提供统一的标准和依据，确保复阻抗法检测技术在水利水电工程中的应用能够满足工程质量的要求，保障堤防与河道整治工程的安全和稳定。

3、术语和定义

本标准界定“复阻抗法”“土体密度”“土体含水率”“无核密度仪”

等术语的含义，为后续规程中的检测技术细则、仪器使用规范、数据处理流程等内容搭建起统一的理解基础，确保工程检测人员、技术研发人员、施工人员等不同群体对标准文件的理解一致，切实维护标准在实际应用中的权威性与准确性。

4. 基本要求

本章对复阻抗法检测土体密度及含水率的检测工作要求进行全面规范，明确检测单位作业准则与监管机制，强调检测人员专业培训及对结果负责，界定检测目的、范围与内容，规定设备选用条件。同时，制定检测数量细则，针对不同填筑材料参照 SL/T 631.4 执行，对堤防、坝体填筑及施工单位自检等场景明确取样数量要求。

5. 检测仪器

本章针对复阻抗法检测土体密度及含水率的检测仪器进行规范。在仪器组成上，明确无核密度仪由主机系统、温度传感器、探针、定位导板等部件构成，各部件有其功能和设计要求。在仪器校准方面，规定遵循 GB/T 15406 执行，需定期检定校准和期间核查。

6. 标准土体模型建模

本章主要规定，在开展土体湿密度与含水率现场检测前，应建立标准土体模型。室内建模方面，要求依据特定标准通过室内击实试验获取关键参数，对试样的选取、制备以及试样池相关规格作出规定，需利用无核密度仪关联电性与物理数据，并通过线性回归构建模型，依据判定系数判断

模型质量。现场建模采用原位检测法，对测点选取的场地、数量、位置，以及干密度和含水率的测量方法等提出要求，最终建立测点土体物理与电性参数间的模型关系。

7. 现场检测

本章规定了检测准备和检测过程的要求。检测准备上，需针对不同土体分别建标准模型，可与现场碾压试验同步或提前完成。依检测深度选适配金属导电探针，保证场地平整、探针与土体接触良好，确保仪器正常并熟悉复阻抗法原理。检测过程中，开机后选对应土体模型，创建工程信息，依规范操作，仪器自动保存记录，检测人员记录湿密度、干密度、含水率及压实度等数据。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准起草过程中无重大分歧。

六、贯彻标准的措施建议

标准只有通过实施才能起作用，如果不能实施，再好的标准也是“一纸空文”，更无法体现它的作用。贯彻实施标准要做好宣传教育工作、有良好的实施方法和检查监督机制。具体来说：（1）加大宣贯力度。利用报纸、电视、电台及微信、微博等各种新媒体，大力宣传，为标准的实施营造良好的社会氛围。（2）加强标准实施反馈。对在标准实施过程中发现的问题及提出的意见，要进行深入探讨和研究，做好标准的修订和完善工作。

七、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及现行标准的废止。

八、其他应予说明的事项

无。

《复阻抗法检测土体密度及含水率技术规程》编制组

2025 年 4 月