

ICS 17. 060

A 53

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 275—2014

替代 SL 275—2001

核子水分-密度仪现场测试规程

Field test methods for nuclear density-moisture gauges

2014-03-19 发布

2014-06-19 实施



中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准的公告
(核子水分-密度仪现场测试规程)

2014 年第 14 号

中华人民共和国水利部批准《核子水分-密度仪现场测试规程》(SL 275—2014) 为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	核子水分-密度仪现场测试规程	SL 275—2014	SL 275—2001	2014. 3. 19	2014. 6. 19

水利部

2014 年 3 月 20 日

目 次

前言 IV

第 1 部分：表层型核子水分-密度仪现场测试规程 1

第 2 部分：深层型核子水分-密度仪现场测试规程 17

前 言

本标准依据《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》(GB/T 1.1—2009)对《核子水分-密度仪现场测试规程》(SL 275—2001)进行了修订。

本标准分为两部分：

- 第1部分：表层型核子水分-密度仪现场测试规程；
- 第2部分：深层型核子水分-密度仪现场测试规程。

本标准与 SL 275—2001 版比较有下列变化：

- 体例格式按照 GB/T 1.1 要求进行编制；
- 规定了核子水分-密度仪经过标定和校正，其检测结果可作为工程质量评定和验收的依据；
- 增加了有关仪器使用的辐射安全要求。

本标准中的强制性条款有：第1部分 7.1.2 f)、附录 B，第2部分 7.1.2 f)。以黑体字标识，必须严格执行。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部。

本标准主持机构：水利部综合事业局。

本标准解释单位：水利部综合事业局。

本标准主编单位：南京水利科学研究院。

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社。

本标准主要起草人：程和森、曹更新、王守家、沈杰。

本标准审查会议技术负责人：邓英春。

本标准体例格式审查人：于爱华。

本标准所替代标准的历次版本发布情况为：

- SL 275—2001。

ICS 17. 060

A 53

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 275—2014

替代 SL 275.1—2001

核子水分-密度仪现场测试规程

第 1 部分:表层型核子水分-密度仪现场测试规程

Field test methods for nuclear density-moisture gauges

Part 1: Field test methods for nuclear surface density-moisture gauges

2014-03-19 发布

2014-06-19 实施

中华人民共和国水利部 发布

目 次

1	范围	3
2	术语和定义	3
3	总则	4
4	测量设备和辅助设施	5
4.1	测量设备	5
4.2	辅助设施	5
5	标准计数	5
5.1	一般规定	5
5.2	标准计数检验	6
6	现场校正	7
6.1	一般规定	7
6.2	密度和水分标样法	7
6.3	原位取样法	8
7	现场测试	9
7.1	一般规定	9
7.2	土石材料密度和含水量现场测试	9
7.3	混凝土密度现场测试	10
7.4	沥青混凝土密度现场测试	11
8	报告书	11
8.1	报告书封面	11
8.2	报告书内容	11
附录 A (资料性附录)	测量精密度与测量误差	12
附录 B (规范性附录)	辐射安全	13
附录 C (资料性附录)	现场测试记录格式	14

第 1 部分：表层型核子水分-密度仪现场测试规程

1 范围

本部分标准规定了使用表层型核子水分-密度仪现场测定土石材料原位密度、含水量和混凝土（包括碾压混凝土和沥青混凝土）原位密度的方法以及辐射安全要求。

本部分标准适用于采用 γ -射线背向散射法和 γ -射线透射法测定材料表层密度，以及采用快中子被氢原子慢化原理测定材料表层原位含水量，并由此计算碾压施工压实度。

2 术语和定义

2.1

表层型核子水分-密度仪 nuclear surface density - moisture gauge

利用 γ -射线背向散射法或透射法测量材料表层原位密度，同时利用快中子被氢原子慢化方法测量材料表层原位含水量的核子检测仪器的总称。

2.2

土石湿密度和干密度 wet density and dry density of soil and rock

单位体积内土石颗粒和其孔隙中水的质量总和称为湿密度，当仅包含土石颗粒质量时称为干密度。单位为 g/cm^3 或 kg/m^3 。

2.3

混凝土和沥青混凝土密度 density of concrete and bituminous concrete

单位体积内混凝土（包括其已结固的化合水和游离水）总质量称作混凝土密度；单位体积内沥青混凝土总质量称作沥青混凝土密度。单位为 g/cm^3 或 kg/m^3 。

2.4

土石含水量 moisture or water content of soil and rock

土石单位体积内所含水的质量。单位为 g/cm^3 或 kg/m^3 。

2.5

土石含水率 moisture percentage or water content of soil and rock

单位体积内所含水的质量与土石颗粒质量之比值。以百分数表示（%）。

2.6

土石孔隙率 porosity of soil and rock

土石的孔隙体积与土石总体积的比值。以百分数表示（%）。

2.7

压实度 compactness

填土压实控制的干密度或压实后碾压混凝土、沥青混凝土的密度，前者相应于实验室标准击实试验所得最大干密度之比值，后者相应于实验室标准击实试验所得最大密度之比值。以百分数表示（%）。

2.8

γ -射线背向散射法 γ -ray back - scattering method

当 γ -射线源和 γ -射线探测器其间用铅屏蔽并同时放置在被测材料表面， γ -射线源所发射出的 γ -射线进入被测材料，经一次或多次散射，改变原来运动方向而损失能量，最终到达 γ -射线探测器而被记录。这种通过测量散射 γ -射线计数率来测定被测材料密度的方法称作 γ -射线背向散射法。

2.9

γ-射线透射法 γ-ray transmission method

当γ-射线源所发射出的γ-光子穿入被测材料，一部分被吸收；另一部分穿过被测材料，最终到达γ-射线探测器而被记录。这种通过测量透射γ-射线计数率来测定被测材料密度的方法称作γ-射线透射法。

2.10

快中子慢化 moderation of fast neutron

中子源所发射出的快中子进入被测材料，与被测材料中含有的各种元素原子的原子核发生多次碰撞而被减速，其能量逐渐损失，此过程称作快中子慢化。

2.11

热中子 thermal neutron

快中子为被测材料中所含氢物质（如水）慢化（减速），其能量逐渐损失，最后与慢化物质分子热运动交换能量，直至平衡。此时的低能中子称作热中子（室温时它的能量为0.025 eV）。

2.12

计数率 count rate

单位时间内，表层型核子水分-密度仪所测取的γ-射线或热中子计数。前者称作γ-射线计数率，后者称作热中子计数率。以“cpm”表示。

2.13

测量计数 measured count

将表层型核子水分-密度仪放置在被测材料上进行测量时，在设定的测量时间内，仪器所测取的γ-射线或热中子计数，前者称作密度测量计数，后者称作水分测量计数。以脉冲计数的“次”表示。

2.14

标准计数 standard count

将表层型核子水分-密度仪放置在标准块上，在规定的测量条件下和测量时间内所测取的γ-射线或热中子计数。前者称作密度标准计数，后者称作水分标准计数。以脉冲计数的“次”表示。

2.15

计数比 count ratio

测量计数与标准计数之比。简称为CR。

2.16

测量深度 measuring depth

测量密度或含水量时，至少有95%数量的被记录的γ-光子或热中子抵达探测器之前到达被测材料的深度。单位为cm或mm。

2.17

测量精密度 measurement precision

在规定条件下，对同一或类似被测对象重复测量所得示值或测得值间的一致程度。

2.18

测量误差 measurement error, error of measurement

测得的量值减去参考量值。

3 总则

3.1 表层型核子水分-密度仪在出厂前，应经过厂家标定，并应同时具备产品合格证和厂家标定报告。

3.2 表层型核子水分-密度仪在用于现场测试之前，应由用户进行现场校正，并且在相同条件下连续

测量过程中宜每隔 3~6 个月进行一次现场校正。每当被测材料化学成分有明显改变时，应及时进行现场校正。

3.3 表层型核子水分-密度仪新购仪器在首次使用前，或在使用中每隔 12 个月，或在大修后，应由有资质的专门机构进行检定，检定合格方可使用。

3.4 表层型核子水分-密度仪按规定方法进行标定和校正后，其检测结果可作为工程质量评定与验收的依据。

3.5 表层型核子水分-密度仪的使用、保管、运输和报废应符合国家辐射防护有关法规和标准的规定。

3.6 使用表层型核子水分-密度仪进行现场测试时，除应符合本部分标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

4 测量设备和辅助设施

4.1 测量设备

测量设备包括主机和辅助部分。

a) 主机包括：

—— γ -射线源：铯-137 (^{137}Cs)，为双层不锈钢封焊的固体密封源。

——中子源：镅-241-铍 ($^{241}\text{Am}-\text{Be}$)，为双层不锈钢封焊的固体密封源。或钚-239-铍中子源 ($^{239}\text{Pu}-\text{Be}$)。

—— γ -射线探测器：盖革-弥勒气体计数管 (G-M 计数管) 或由碘化钠闪烁体和光电倍增管所组成的闪烁探测器。

——热中子探测器：氦-3 (^3He) 正比气体计数管，或三氟化硼 (BF_3) 正比气体计数管，或锂玻璃闪烁探测器。

b) 辅助部分：

——定标器电子线路：提供给 γ -射线探测器和热中子探测器工作的高、低电压电源，并对来自探测器的测试信号进行甄别、放大和记录的相关电子线路。

——记录仪表：包含微处理器和数据采集、处理、显示、存储系统。

——电源：可充电电池组，或干电池。

——仪器机箱。

4.2 辅助设施

辅助设施主要包括：

a) 标准块：由聚乙烯厚板制成，用于测取仪器标准计数。

b) 钢钎、起拔器。

c) 导板：焊有垂向导管的铝合金或钢质平板，用于辅助造孔和刮平测点地面。

d) 铁锤、充电器、仪器包装运输箱和个人辐射剂量元件。

5 标准计数

5.1 一般规定

5.1.1 技术要求

a) 在现场测试前，以及在测试过程中对仪器是否处于正常状态产生怀疑时，都应测量仪器标准计数。标准计数检验合格后仪器方可使用。

- b) 每次测量标准计数采用的方式和测量条件应相同，并符合仪器使用说明书的有关要求。
- c) 标准块密度不宜小于 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ ，含水量不宜大于 $0.24\text{g}/\text{cm}^3$ 。可将标准块放置在干燥、平坦的压实土石、混凝土、沥青混凝土和其他建筑材料表面。也可按照仪器说明书要求将标准块放置在所配置的仪器包装箱上或支架上。
- d) 测量标准计数时，应将仪器放置在标准块上，并将仪器源杆放置在安全位置。
- e) 标准块表面和仪器底面应无油垢、尘土，两者应有良好的接触。

5.1.2 环境和安全要求

- a) 进行标准计数测量时，仪器周围 8m 以内不应有其他放射源，3m 以内不应有影响仪器测量的物体。
- b) 环境温度与现场测量的环境温度应相近并在允许范围内。当室内外温差很大时，仪器由室内拿到现场时应在现场适应大约 20min 后再进行标准计数测量。如测试当日温度变化很大，宜在现场测试过程中适当增加标准计数测量次数。
- c) 进行标准计数测量时，测量人员应与仪器保持 2m 以上距离。

5.1.3 记录要求

应完整记录和保留仪器标准计数测量的相关资料（如时间、地点、条件和环境等）。

5.2 标准计数检验

5.2.1 标准计数检验分为手动单次测量方法和自动连续多次测量方法。两种方法均按 5.1 的规定测取新的标准计数。

5.2.2 应根据不同型号仪器及其使用说明书的要求，选择测量方法，进行标准计数的测取和检验。

5.2.3 手动单次测量方法：

- a) 当仪器有测取和存储过合格的标准计数时，按公式（1）检验标准计数是否合格：

$$|n_1 - n_0| \leq 2.0\sqrt{n_0/f} \quad (1)$$

式中：

n_1 ——新测取的密度或水分标准计数；

n_0 ——仪器先前已测取的 4 个密度或水分标准计数的平均值；

f ——预置比例因子。该比例因子一般为 1 或仪器生产厂家提供。

- b) 当仪器还没有测取和存储过合格的标准计数，或者其测量地区环境放射性本底与先前测量地区有所不同，应先重新测取和输入 4 个密度或水分标准计数并取其平均值，再按 5.2.3 a) 对新测取的标准计数进行检验。

- c) 当新测取的密度和水分标准计数分别符合公式（2）和公式（3）时，则该新测取的密度或水分标准计数为合格，否则视为不合格。

$$|n_1 - n_0| \leq 0.01n_0 \quad (2)$$

$$|n_1 - n_0| \leq 0.02n_0 \quad (3)$$

式中：

n_1 ——新测取的密度或水分标准计数；

n_0 ——仪器先前已测取的 4 个密度或水分标准计数的平均值。

5.2.4 自动连续多次测量方法：

- a) 按公式（4）检验标准计数是否合格：

$$0.75 \leq \frac{\sigma}{\sqrt{n/f}} \leq 1.25 \quad (4)$$

式中：

n ——一组所有单次测取的密度或水分标准计数的平均值；

σ ——该组单次测取的密度或水分标准计数的标准差。

b) 当新测取标准计数符合公式(4)的规定范围，则该新测取的标准计数为合格，否则视为不合格。

5.2.5 当第一次检验不合格时，可再次测取检验。其间可让仪器开机继续稳定一段时间，并按5.1的规定检查标准计数测取条件。如不符合，应及时纠正后再继续测取检验。如多次测取检验仍不合格，则认为仪器不能正常工作。

5.2.6 新测取的且检验合格的标准计数宜予以输入，以取代先前测取并已输入仪器的标准计数。

6 现场校正

6.1 一般规定

6.1.1 相同被测材料在相同测量条件下，进行现场连续测试时，宜每隔3~6个月进行一次现场校正。当被测材料在化学成分、结构组成及配合比与先前的测量材料有明显差异时，仪器在现场测试前，应进行现场校正。

6.1.2 应根据被测材料性质选择仪器现场校正方法，可采用密度和水分标样法，也可采用原位取样法。

6.1.3 仪器现场校正所采用的被测材料和所采用的测量条件应与仪器现场测试时的被测材料和测量条件相同。现场校正所采用的被测材料的密度和含水量范围应包含现场测试中被测材料的密度和含水量变化范围。

6.1.4 进行现场校正时，应满足5.1.2 a)和c)的要求。

6.1.5 现场校正时仪器测量时间应不小于4min。

6.2 密度和水分标样法

6.2.1 标样应符合下列规定：

a) 应采用现场被测材料制作密度和水分标样。

b) 标样应不小于下列尺寸：

——背向散射法密度测量：600mm×450mm×250mm。

——透射法密度测量：600mm×600mm×400mm。

——水分测量：600mm×450mm×250mm。

c) 标样数量分别应有3个。

d) 应准备3个容器，其尺寸应符合6.2.1 b)的规定。

6.2.2 标样制作应符合下列要求：

a) 土石材料密度标样制作：分别向容器内充填现场被测土石材料，充填时应保持材料原有级配和分布均匀并分层充填和夯实，并保证每层有相同的密实效果，分层厚度可为50mm或100mm，直至将容器填满、夯实到容器顶面并最后刮平。校正测试后，测量容器充填体积和称量所充填的土石材料质量，可计算出每个密度标样的密度值。密度值误差应在±0.005g/cm³范围以内。

b) 混凝土材料密度标样制作：分别向容器内充填混凝土材料。该混凝土材料和级配应与现场浇筑使用的混凝土材料相同。充填时应分层充填和压实，并保证每层有相同的密实效果，分层厚度可为30mm或50mm，直至将容器填满，压实到容器顶面并最后刮平。测量容器充填体积和称

量所充填的混凝土质量，可计算出每个密度标样的密度值。密度值误差应在 $\pm 0.005\text{g}/\text{cm}^3$ 范围以内。

- c) 土石材料水分标样制作：分别向容器内充填现场被测土石材料，充填时应分层充填和压实，保证每层有相同的密实效果，并使其密实程度与现场情况大体相同。分层厚度可为50mm和100mm，直至将容器填满、压实，到容器顶面并最后刮平，充填完成后应采用塑料薄膜覆盖其表面。当仪器对以上各个水分标样测量完成后，应取样并采用烘干法测定出每个水分标样的含水量。含水量值误差应在 $\pm 0.005\text{g}/\text{cm}^3$ 范围以内。

6.2.3 标样法密度现场校正步骤及要求：

- a) 仪器开机，预热，按5.1和5.2进行检查，并测取和输入合格的密度标准计数。
- b) 应将仪器分别放置在已制作好的土石或混凝土材料的3个密度标样表面，使仪器底面与标样表面在长边方向相一致，且位置居中。
- c) 由素土和细砾土材料制作而成的标样，应按7.2的规定，对每个标样，采用现场测试所选择的测量深度，测量时间为4min。启动仪器测取3次密度值。取其3次密度值的平均值作为仪器测量结果。
- d) 由粗砾土和砂石料组成的土石材料以及混凝土（包括碾压混凝土）材料制作的标样，应按7.3的规定，对每个标样，采用现场测试所选择的测量深度，测量时间为4min。启动仪器测取3次密度值。变换仪器在标样上的角度，分别为 90° 、 180° 和 270° ，采用相同的测量时间和相同的深度，分别测取3次密度值。取以上4个方位测量的密度值的平均值作为仪器的测量结果。
- e) 计算每个密度标样的仪器密度测量结果与标样实际密度值的差值，应取这3个差值的平均值作为仪器在采用该测量深度时密度测量结果的校正偏差。

6.2.4 标样法水分现场校正步骤及要求：

- a) 仪器开机，预热，按5.1和5.2进行检查，并测取和输入合格的水分标准计数。
- b) 应将仪器分别放置在制作好的3个土石材料水分标样表面，使仪器底面与标样表面在长边方向相一致，且位置居中。
- c) 应按7.2的规定，分别对每个标样采用4min测量时间，启动仪器测取3次含水量值，取这3次含水量值的平均值作为仪器测量结果。
- d) 计算每个水分标样的仪器含水量测量结果与标样实际含水量的差值，应取这3个差值的平均值作为仪器含水量测量结果的校正偏差。

6.3 原位取样法

6.3.1 根据被测材料种类和性质可采用不同的原位取样方法：

- 对土石材料的密度测量，可采用灌砂法或环刀法。
- 混凝土和沥青混凝土密度测量，可采用钻孔取芯法。
- 含水量测量可采用烘干法。

6.3.2 应选择有代表性的测点。仪器测试与原位取样应在相同位置进行，并在仪器测量后立即进行原位取样。

6.3.3 所取芯样应为直径200mm的圆柱体，并应坐落在仪器 γ -射线源和 γ -射线探测器连线中间位置。当采用背向散射法密度测量时，圆柱体高度可为75mm左右；当采用透射法密度测量时，圆柱体高度应为仪器测量深度；当进行含水量测量时，圆柱体高度可为150mm左右。

6.3.4 用算术平均值法分别确定仪器密度和含水量测量结果，与原位取样法密度和含水量测量结果的差值，对比测点不应少于10个。

6.3.5 原位取样法现场校正步骤及要求：

- a) 仪器开机, 预热, 按 5.1 和 5.2 进行检查, 并测取和输入合格的密度和水分标准计数。
- b) 在选定的测量位置上放置好仪器, 按 7.2、7.3 和 7.4 的规定, 采用现场测试所选择的测量深度, 测量时间为 4min, 启动仪器, 分别对被测材料土石、混凝土和沥青混凝土进行密度和含水量测量, 记录相应的测量结果。
- c) 应按 6.3.2 和 6.3.3 的规定, 进行原位取样, 并将所取试样送实验室测定其密度和含水量。
- d) 计算所有测点的原位取样法密度测量结果的平均值和仪器密度测量结果的平均值, 取两者的差值作为仪器在采用该测量深度时密度测量结果的校正偏差。
- e) 计算所有测点的原位取样法含水量测量结果的平均值和仪器含水量测量结果的平均值, 应取两者之差作为仪器含水量测量结果的校正偏差。

7 现场测试

7.1 一般规定

7.1.1 现场测试前应进行下列准备工作:

- a) 现场测试时仪器测量地点应满足 5.1.2 a) 的要求。
- b) 检查仪器电源, 其储电状况应能满足现场测试要求。
- c) 对仪器的各项测量功能进行检查, 检查结果应符合仪器使用说明书要求。
- d) 按 5.1 和 5.2 的规定, 测取和检验仪器的标准计数, 检验合格方可使用。
- e) 按被测材料种类、碾压层厚度、现场校正所确定的校正偏差和测量精密度要求等设计和设置仪器相关测量参数。

7.1.2 现场测试技术要求:

- a) 当仪器放在沟渠内测试时, 应按仪器说明书要求确定适合仪器测量的沟渠最小宽度。当沟渠宽度小于规定宽度时, 仪器测量结果应按仪器说明书要求进行校正。
- b) 对土石和混凝土密度测量, 仪器测量深度应不小于碾压层厚度; 对薄面层压实密度测量, 仪器背向散射法测量深度应不大于该薄面层厚度。如仪器背向散射法测量深度大于该薄面层厚度时, 应按仪器使用说明书要求, 对仪器测量结果进行校正。对于碾压混凝土应在碾压后立即进行造孔和测试。
- c) 当碾压层厚度不小于 100mm 时, 宜优先采用透射法密度测量方式; 当被测材料不宜或不易成孔时, 可采用背向散射法密度测量方式。
- d) 采用背向散射法测量密度时, 测量时间不应小于 1min。无论采用背向散射法或是透射法, 只要是包含有含水量测量, 测量时间均不应小于 4min。如进行单一的含水量测量, 仪器源杆宜放置在背向散射法测量位置。
- e) 仪器测量精密度和测量误差应符合工程实际要求。仪器测量精密度和误差分析可执行附录 A。
- f) 现场测试中的仪器使用、维护保养和保管中有关辐射防护安全要求应按附录 B 的规定执行。

7.2 土石材料密度和含水量现场测试

7.2.1 土石材料密度和含水量现场测试主要采用背向散射法和透射法。

7.2.2 背向散射法测量应符合下列规定:

- a) 测量场地准备:
 - 1) 选择和确定测量位置。
 - 2) 将测量表面浮土清除干净, 使其露出被测土石材料表面。
 - 3) 用导板等工具平整好测点表面, 平整面大小应以能安放下仪器底面为宜。
 - 4) 对不易平整的凹凸不平处, 应使用相同细粒土或细砂填补, 填补料厚度不宜大于 3mm,

填补面积不宜大于仪器底面积 10%，最后用导板抹平。

b) 仪器测试：

- 1) 将仪器放在已准备好的测量表面，仪器底面应与测量表面有良好接触。
- 2) 检查和确认仪器测量参数设置后，将仪器源杆设置到背向散射法测量位置。
- 3) 启动仪器进行测试，测量人员应与仪器保持 5.1.2 c) 所要求的安全距离。
- 4) 测试结束后应立即将仪器源杆退回安全位置，再按附录 C 中对应表格要求进行记录。

7.2.3 透射法测量应符合下列规定：

a) 应按 7.2.2 a) 的规定做好测量场地准备。

b) 测孔准备和仪器安放位置标记：

- 1) 在已准备好的测量表面上，按预定测量深度，用导板、铁锤和钢钎造一个测孔，该测孔应垂直于测量表面。
- 2) 在钢钎没有拔出情况下，以导板四角为定位标志，划好仪器安放位置定位标记线。保证仪器源杆出口正对准测孔孔口。
- 3) 现场测量时，在预先打孔的情况下，应将已打好的测孔用塑料薄膜覆盖，以防水分蒸发，影响测量。

c) 仪器测试：

- 1) 参照已划好的定位标志线，将仪器准确地放在测点位置。
- 2) 检查和确认仪器测量参数设置后，将仪器源杆缓慢向下插入测孔至预定测量深度。在源杆下插过程中应避免扰动孔壁，防止测孔坍塌。
- 3) 以源杆为轴轻轻转动仪器，使仪器平稳地坐落在测面上，其底面应与测面有良好接触。再轻轻挪动仪器，使源杆紧贴最靠近仪器 γ -射线探测器一侧的孔壁。
- 4) 启动仪器进行测试，测量人员应与仪器保持 5.1.2 c) 所要求的安全距离。
- 5) 测试结束后应立即将仪器源杆退回安全位置，按附录 C 中对应表格要求进行记录。

7.2.4 当被测土石材料中存在个别超大粒径颗粒或空洞时，应对仪器测量结果进行校正；在同一测点，将仪器沿源杆转动 180° 进行第二次测试。如当两次干密度读数差值在 $\pm 0.03\text{g}/\text{cm}^3$ 范围以内，取该两次读数的平均值作为仪器测量结果；如两次干密度读数差值超出 $\pm 0.03\text{g}/\text{cm}^3$ 范围，则应将仪器分别转动到 90° 和 270° 位置再进行两次测试，取其 4 次读数的平均值作为仪器测量结果。

7.3 混凝土密度现场测试

7.3.1 混凝土密度现场测试主要采用背向散射法和透射法。

7.3.2 背向散射法测量应符合下列规定：

a) 测量场地准备：

- 1) 选择和确定测量位置。对钢筋混凝土材料，测点处混凝土保护层厚度应不小于仪器测量深度。
- 2) 对尚未硬化的混凝土，可用导板等工具将测量表面修整抹平。
- 3) 对已硬化的混凝土，则应选择较平整表面，清除其上松散砂粒。若有凹凸不平处，应使用细砂充填，但充填料厚度不应大于 3mm，充填面积不应大于仪器底面 10%，用导板抹平。

b) 应按 7.2.2 b) 进行测试和记录。

7.3.3 对于未硬化混凝土、碾压混凝土用透射法进行测量应符合下列规定：

- a) 应按 7.3.2 a) 的规定做好测量场地准备。并在钢筋混凝土测点位置的下面，预定的测量深度内， γ -射线所穿过的路径上不应有钢筋存在。
- b) 应按 7.2.3 b) 的规定做好测孔准备和仪器安放位置标记。

- c) 应按 7.2.3 c) 的规定进行测试, 在第 1 次测试完成后, 在源杆保持原插入情况下, 仪器沿着源杆分别转动 90° 和 180° , 先后进行第 2 次和第 3 次测试, 取以上 3 次读数的平均值作为仪器测量结果。

7.4 沥青混凝土密度现场测试

7.4.1 沥青混凝土密度现场测试主要采用背向散射法。

7.4.2 背向散射法测量应符合下列规定:

- a) 测量场地准备:
- 1) 测量位置应选择在经碾压并已冷却后的较为平整的表面。
 - 2) 用毛刷清洁测量表面。
 - 3) 如测量表面仍有凹凸不平处, 应使用细砂填补, 但填补厚度不宜大于 3mm, 填补面积不应大于仪器底面 10%, 最后用导板抹平。
- b) 应按 7.2.2 b) 的规定进行测试和记录。

8 报告书

8.1 报告书封面

报告书封面应提供下列内容:

- a) 检测项目名称;
- b) 委托单位;
- c) 施工单位;
- d) 检测类型 (委托检测或抽样检测);
- e) 检测人;
- f) 发出日期;
- g) 审核人及审核日期;
- h) 批准人及批准日期。

8.2 报告书内容

报告书应包含下列内容:

- a) 工程项目名称, 测量的具体地点和位置; 写明被测材料的类别, 如土石、混凝土和沥青混凝土; 注明所测试的参数, 如材料密度 (湿密度、干密度)、含水量、含水率、压实度和孔隙率等。
- b) 测量日期、当日天气、气温或环境温度。
- c) 测量仪器名称、规格型号、编号和生产厂家。
- d) 测量当日仪器标准计数, 包含密度和水分标准计数, 并注明仪器前次标准计数, 包含密度标准计数和水分标准计数以及其测量日期。
- e) 仪器现场校正时间和被测材料以及方法和校正偏差。
- f) 测量方式, 采用透射法测量时则应写明测量深度; 说明仪器测量时间。
- g) 对土石材料应目测描述; 应指明混凝土状态 (硬化或未硬化), 并说明其配合比、级配以及铺层厚度; 对沥青混凝土应说明沥青混合料类型、级配和铺层厚度等。
- h) 碾压机具类型、施工方式和碾压遍数。
- i) 最终检测结果。

附录 A

(资料性附录)

测量精密度与测量误差

A.1 测量精密度

A.1.1 核子水分-密度仪测量精密度取决于仪器测量计数标准差和仪器标定曲线斜率，应按公式(A.1)计算：

$$P = \frac{\sigma}{S} \quad (\text{A.1})$$

式中：

P ——仪器密度或水分测量精密度， g/cm^3 ；

σ ——仪器密度或水分测量计数的标准差，计数；

S ——密度或水分测量标定曲线斜率，计数/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$ 。

A.1.2 对于密度测量，仪器密度测量计数与被测材料密度是非线性相关，不同密度在密度标定曲线上对应的斜率 S 是不同的。对确定的仪器，测量计数标准差与测量次数、测量计数相关，给定仪器测量精密度应同时说明被测材料的密度、含水量、测量时间和测量计数。延长测量时间和增大测量计数可减小测量计数的标准差，可提高仪器的测量精密度。 P 值愈小，则仪器测量精密度愈高。

A.1.3 仪器测量精密度可按下列任一种方法计算：

- a) 对有确定密度和含水量的被测材料，固定仪器测量位置进行连续多次测量，如 10 次或 20 次，分别计算出仪器密度或水分测量计数标准差 σ 。再根据被测材料密度或含水量，分别查出密度或水分标定曲线上对应的斜率 S ，分别计算出仪器密度或含水量测量的测量精密度。
- b) 对有确定密度和含水量的被测材料，固定仪器测量位置进行一次性测量，若其密度或水分测量计数为 X ，则密度或水分测量计数标准差约为 X 的平方根。再根据被测材料密度或含水量，分别查出密度或水分标定曲线上对应的斜率 S ，分别计算出仪器密度或水分测量精密度。
- c) 对直读式仪器，其测量精密度可采用下列方法直接确定：
 - 1) 对于有确定密度或含水量的被测材料，固定仪器位置进行多次测量，计算出该组测取的密度值或含水量值的标准差即是仪器测量精密度。
 - 2) 当被测材料密度为 $2.000\text{g}/\text{cm}^3$ ，密度测量精密度为：
 - 采用背向散射法测量应不大于 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 。
 - 采用透射法测量应不大于 $0.005\text{g}/\text{cm}^3$ 。
 - 3) 当被测材料含水量为 $0.160\text{g}/\text{cm}^3$ ，水分测量精密度应不大于 $0.005\text{g}/\text{cm}^3$ 。

A.2 测量误差

A.2.1 现场测量中，除了仪器本身测量精密度带来测量误差以外，还会有被测材料化学成分变化、侧面不平整以及人为操作不当等因素带来测量误差。应对仪器进行现场校正。

A.2.2 仪器经现场校正后，按本部分标准进行测试时，其测量误差应满足下列要求：

——密度测量：测量误差应在 $\pm 0.03\text{g}/\text{cm}^3$ ，范围以内。

——水分测量：当含水率小于 40% 时，测量误差应在 $\pm 1\%$ 范围以内；当含水率不小于 40% 时，测量误差应在 $\pm 2\%$ 范围以内。

附录 B
(规范性附录)
辐 射 安 全

- B.1 凡使用核子水分-密度仪的单位均应取得“许可证”，操作人员应经培训并取得上岗证书。
- B.2 由专业人员负责仪器的使用、维护保养和保管，但不得拆装仪器内放射源。
- B.3 仪器工作时，应在仪器放置地点3m范围设置明显放射性标志和警戒线，无关人员应退至警戒线外。
- B.4 仪器非工作期间，应将仪器手柄置于安全位置。核子水分-密度仪应装箱上锁，放在符合辐射安全规定的专门地方，并由专人保管。
- B.5 仪器操作人员在使用仪器时，应佩戴射线剂量计，监测和记录操作人员所受射线剂量，并建立个人辐射剂量记录档案。
- B.6 每隔6个月按相关规定对仪器进行放射源泄露检查，检查结果不符合要求的仪器不得再投入使用。

附录 C
(资料性附录)
现场测试记录格式

C.1 表层型核子水分-密度仪填土密度-水分现场测试记录格式可参照表 C.1。

表 C.1 填土密度-水分现场测试记录

工程名称: _____	施工单位: _____	压实机械: _____
填土种类: _____	最大干密度: _____	填层厚度: _____
仪器型号编号: _____	密度标准计数: _____	水分标准计数: _____
测量深度: _____	测量时间: _____	记录日期: _____

测点编号 及位置	桩号 (里程)	填筑高度 (m)	湿密度 (g/cm ³)	干密度 (g/cm ³)	含水量 (g/cm ³)	压实度 (%)	备 注

检测: _____ 复核: _____

C.2 表层型核子水分-密度仪混凝土（沥青混凝土）密度-水分现场测试记录可参照表 C.2。

表 C.2 混凝土（沥青混凝土）密度-水分现场测试记录

工程名称： _____ 施工单位： _____ 压实机械： _____
 填土种类： _____ 最大干密度： _____ 填层厚度： _____
 仪器型号编号： _____ 密度标准计数： _____ 水分标准计数： _____
 测量深度： _____ 测量时间： _____ 记录日期： _____

测点编号 及位置	桩号 (里程)	填筑高度 (m)	密度 (g/cm ³)	压实度 (%)	备注

检测： _____ 复核： _____

ICS 17. 060

A 53

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 275—2014

替代 SL 275.2—2001

核子水分-密度仪现场测试规程

第 2 部分: 深层型核子水分-密度仪现场测试规程

Field test methods for nuclear density-moisture gauges

Part 2: Field test methods for nuclear depth density-moisture probes

2014-03-19 发布

2014-06-19 实施

中华人民共和国水利部 发布

目 次

1 范围	19
2 术语和定义	19
3 总则	19
4 仪器设备和辅助设施	19
4.1 测量设备	19
4.2 辅助设施	20
5 标准计数	20
5.1 一般规定	20
5.2 标准计数检验	21
6 现场标定	21
6.1 一般规定	21
6.2 密度和水分标样法	21
6.3 原位取样法	22
7 现场测试	22
7.1 一般规定	22
7.2 土石材料密度和含水量现场测试	23
8 报告书	23
附录 A (资料性附录) 测量精密度与测量误差	24
附录 B (资料性附录) 现场测试记录格式	25

第 2 部分：深层型核子水分-密度仪现场测试规程

1 范围

本部分标准规定了使用深层型核子水分-密度仪现场测定土石材料原位密度和含水量的方法以及辐射安全要求。

本部分标准适用于将深层型核子水分-密度仪探棒通过钻孔或测量导管放至地面下预定深度，采用 γ -射线散射法和快中子被氢原子慢化法测定材料原位密度和含水量；以及固定在同一测点进行重复性测量，检测材料的密度和含水量变化。

2 术语和定义

本标准第 1 部分界定的以及下列术语和定义适用于本部分标准。

2.1

深层型核子水分-密度仪 nuclear depth density-moisture probe

利用 γ -射线散射法或透射法测量地面下深层部位材料原位密度，同时利用快中子被氢原子慢化方法测量地面下深层部位材料原位含水量的核子检测仪器的总称。

2.2

土石体积百分含水量 volumetric moisture percentage or water content of soil and rock

土石单位体积内水的体积所占比值。用百分数表示（%）。

2.3

测量体积 sampled volume

深层型核子水分-密度仪进行密度或含水量测量时，在最终到达探测器并被记录到的 γ -光子或热中子中，其中至少有 95% 的数量在抵达探测器之前是经过或到达过被测材料的某个空间范围，这个空间范围称作测量体积，单位为 cm^3 或 m^3 。

3 总则

3.1 深层型核子水分-密度仪在出厂前，应经过厂家标定，并应同时具备产品合格证和厂家标定报告。

3.2 深层型核子水分-密度仪在用于现场测试前，应由用户针对现场测量实际条件采用标样法或原位取样法进行现场标定。检测人员应有相应的专业资质。其检测结果可用于工程质量控制和质量评定验收。

3.3 深层型核子水分-密度仪每隔 12 个月或在大修后，应由有资质的专门机构进行检定，检定合格方可使用。

3.4 深层型核子水分-密度仪的使用、保管、运输和报废应符合国家放射防护有关法规和标准的规定。

3.5 使用深层型核子水分-密度仪进行现场测试时，除应符合本部分标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

4 测量设备和辅助设施

4.1 测量设备

测量设备包括主机和辅助部分。

a) 主机包括:

- 探棒: 由不锈钢或铝合金制成的防潮或水密封空心管。管内同时装有 γ -射线源和 γ -射线探测器以及中子源和热中子探测器。
- γ -射线源: 铯-137 (^{137}Cs), 为双层不锈钢封焊的固体密封源。
- γ -射线探测器: 盖革-弥勒气体计数管 (G-M 计数管) 或由碘化钠闪烁体和光电倍增管所组成的闪烁探测器。
- 中子源: 镅-241-铍 ($^{241}\text{Am}-\text{Be}$), 为双层不锈钢封焊的固体密封源。或钚-239-铍中子源 ($^{239}\text{Pu}-\text{Be}$)。
- 热中子探测器: 氦-3 (^3He) 正比气体计数管, 或三氟化硼 (BF_3) 正比气体计数管, 或铷玻璃闪烁探测器。

b) 辅助部分:

- 定标器电子线路: 提供给 γ -射线探测器和热中子探测器工作的高、低压电源, 并对来自探测器的测试信号进行甄别、放大和记录的相关电子线路。
- 记录仪表: 包含微处理器和数据采集、处理、显示、存储系统。
- 电源: 为充电的蓄电池组, 或干电池。
- 仪器支架: 由金属或工程塑料制成, 用于安装记录仪表、支撑探棒和固定辐射防护体。
- 辐射防护体: 由铅或聚乙烯 (或石蜡) 或同时由这两种材料加工制成的圆柱体, 用于放置探棒并屏蔽辐射, 还可兼做仪器测取标准计数的参考标准体。
- 连接电缆: 用于连接记录仪表与探棒。
- 深度指示器: 用于确定探头放置深度。

4.2 辅助设施

辅助设施主要包括:

- a) 孔口滑轮和电缆固定卡。
- b) 参考标准体: 用于放置探棒测取和检验标准计数。
- c) 运输包装箱: 用于包装运输仪器和存放附件, 还可用做支架供仪器测取标准计数。通常由工程塑料制成。
- d) 空白探棒: 形状、大小与仪器探棒完全相同, 在测量前用此棒预先检查测量导管。
- e) 测量导管: 供探棒插入被测材料内一定深度进行测量。测量导管一般为铝合金管、钢管或塑料管。
- f) 钻孔设备: 可为手动麻花钻或电动、机动钻机。
- g) 取土器: 用于采集某深度位置土样, 可为套筒式取土钻。

5 标准计数

5.1 一般规定

5.1.1 技术要求

- a) 在现场测试前, 或对仪器工作状态产生怀疑时, 都应对标准计数进行测量和检验。检验合格后方可使用。
- b) 每次测量标准计数采用的方式和测量条件应相同, 并符合仪器使用说明书的有关要求。
- c) 用于测取标准计数的参考标准体可采用仪器辐射防护体, 也可采用充水圆桶, 其圆桶内径应不小于 500mm, 高度应不小于 1000mm。

5.1.2 环境和安全要求

- a) 在测量标准计数时，仪器周围 10m 以内不应有其他放射源，3m 以内不应有影响仪器测量的物体。
- b) 测取标准计数时，仪器周围环境温度应与现场测试时环境温度相近，应在允许范围内。
- c) 在测量标准计数时，测量人员应与仪器保持 2m 以上距离。

5.1.3 记录要求

在仪器整个使用期间，应完整记录并保留仪器标准计数测量结果及相关资料（如时间、地点、条件和环境等）。

5.2 标准计数检验

标准计数检验执行本标准第 1 部分的规定。

6 现场标定

6.1 一般规定

6.1.1 当仪器存储的标定曲线（包括厂家标定曲线）不适用于现场被测材料和拟采用的测量导管时，仪器应重新进行现场标定。

6.1.2 现场标定可采用密度和水分标样法，也可以采用原位取样法。

6.1.3 仪器现场标定所采用的被测材料性质和化学成分、测量导管和测量方法应与测试现场相同，现场标定时被测材料的密度和含水量范围应大于仪器现场测试中被测材料的密度和含水量变化范围。

6.1.4 采用原位取样法进行仪器现场标定时，所采集的土样数量不宜少于 10 个。

6.1.5 原位取样法现场标定不宜在大雨后、灌溉后或暴热天气进行。现场测点应有代表性。在仪器测量和原位取样期间，被测地层的含水量应分布稳定。

6.1.6 原位取样法现场标定时，在沉放仪器探棒前，应采用空白探棒检查测量导管。测量导管的测量段应通畅并无积水。

6.1.7 现场标定时，仪器测量时间应采用 4min。

6.1.8 现场标定所获得的仪器标定曲线，可用图线或表格表示，也可采用数学表达式表示。对设置有标定曲线常数计算和输入功能的仪器可借助仪器完成标定曲线常数计算和输入工作。

6.2 密度和水分标样法

6.2.1 标样应符合下列规定：

- a) 密度和水分标样宜采用圆柱状。
- b) 标样应不小于以下尺寸：
 - 密度标样： $\phi 600\text{mm} \times 1000\text{mm}$ ；
 - 水分标样： $\phi 1000\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 。
- c) 密度标样的数量应有高、中、低 3 个。水分标样应有 3 个，或 2 个（其中的低含量可为零或接近于零）。
- d) 应准备 3 个容器，其尺寸应符合 6.2.1 a)、b) 的规定。
- e) 在容器中央应预先固定好现场拟采用的测量导管。

6.2.2 标样制作执行本标准第 1 部分的规定。

6.2.3 标样法密度现场标定步骤及要求：

- a) 仪器开机, 预热, 按 5.1 和 5.2 进行检查, 并测取和输入合格的密度标准计数。
- b) 选择一套已制作好的土石材料或混凝土材料的密度标样。仪器测量时, 探棒应插在标样的测量导管中, 并使探棒的测量灵敏区位于标样半高处。
- c) 测量时间为 4min, 启动仪器分别测取各个密度标样的密度测量计数。
- d) 标定曲线计算、整理和表示方法: 将对每个密度标样测取的密度测量计数换算成相应的计数比 CR, 并以每个标样的密度值为横坐标, 以相对应的 CR 值为纵坐标, 在半对数坐标纸上绘制仪器密度标定曲线。对于设置有计算和输入标定曲线功能的仪器, 则可按仪器使用说明书要求, 输入密度标定试验结果有关数据, 并记录仪器计算出的密度测量标定曲线的相应标定常数。

6.2.4 标样法水分现场标定步骤及要求参照 6.2.3。仪器记录到的是水分测量计数, 将其换算成相应的计数比 CR 值, 以每个标样的含水量值为横坐标, 以相应的 CR 值为纵坐标, 在普通坐标纸上绘制仪器水分标定曲线。

6.3 原位取样法

6.3.1 原位取样法密度标定应符合下列要求:

- a) 现场标定地点选择: 应在测试现场选择几处有代表性的测点, 在这些测点沿深度方向密度应有较大的变化范围, 且含水量及分布稳定。
- b) 钻孔和测量导管埋设: 钻孔可采用套筒式取土钻。取土钻的直径应与拟埋设的测量导管外径相同, 所造钻孔应垂直并达预定测量深度。测量导管下端应封口, 并宜为锥状。应将测量导管插入钻孔内, 用木槌轻敲至预定深度。测量导管露出地面高度宜为 100~200mm。
- c) 应使用空白探棒检查测量导管。
- d) 仪器准备和测量执行 6.2.3 a) ~c)。
- e) 原位土样的钻取可采用以下任一方法:
 - 使用直径和测量导管外径相同的套筒式取土钻, 在埋设测量导管的钻孔过程中, 在各个拟定测量深度上钻取土样。
 - 仪器在测量导管内进行标定测量后, 在距该测量导管 10~20cm 范围内, 用套筒式取土钻, 在各个测量深度上的导管两侧钻取一对土样。
- f) 所取土样应送试验室测定土样密度。密度值误差应在 $\pm 0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 范围以内。
- g) 标定曲线计算、整理和表示方法执行 6.2.3 d)。

6.3.2 原位取样法水分标定参照 6.2.4。所取土样含水量值误差应在 $\pm 0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 范围以内。

7 现场测试

7.1 一般规定

7.1.1 现场测试前应进行以下准备工作:

- a) 检查仪器电源, 其储电状况应能满足现场测试要求。
- b) 对仪器的各项测量功能进行检查, 检查结果应符合仪器使用说明书要求。
- c) 按 5.1 和 5.2 的规定, 测取和检验仪器标准计数, 检验合格后方可使用。
- d) 采用拟定的测量导管, 针对测量地区不同土壤进行现场标定, 获得一条或若干条适合于现场测试的密度和水分测量标定曲线。

7.1.2 现场测试技术要求:

- a) 同一测量地区, 如地下土层质地和成分相同或相近, 现场测试中可采用同一条密度或水分测量标定曲线; 如土层质地和成分上有较大差异, 应采用不同土质的测量标定曲线。

- b) 使用空白探棒检查测量导管，在测量段应通畅并无积水的前提下，方可将仪器探棒沉放到测量导管。
- c) 测量最小深度不宜小于 500mm。
- d) 进行密度测量时，测量时间不宜小于 1min；进行含水量测量时，测量时间不宜小于 4min。
- e) 仪器的测量精密度和测量误差应符合工程实际需要，仪器的测量精密度和误差分析执行本部分标准附录 A 的规定。
- f) 现场测试中的仪器使用、维护保养和保管应执行本标准第 1 部分附录 B 的规定。

7.2 土石材料密度和含水量现场测试

7.2.1 仪器测量前准备。应按 7.1 的规定做好仪器测量前的检查和准备。

7.2.2 测量场地准备。应选择有代表性的测量地点。平整测点及周围，架好工作平台。

7.2.3 钻孔和测量导管理设应依据被测材料性质、测量深度，选择合适的钻孔工具。应按 6.3.1 b) 的规定进行钻孔和测量导管的埋设。

7.2.4 应使用空白探棒检查测量导管。

7.2.5 仪器测试：

- a) 仪器开机，预热，按 5.1 和 5.2 进行检查，并测取和输入合格的密度和水分标准计数。
- b) 应将仪器架在测量导管之上，将探棒沉放至测量导管内预定深度，固定好电缆，记录相应深度。
- c) 对具有标定曲线设置功能的仪器应预先设置合适的密度和水分测量标定曲线，按设置的测量时间，启动仪器进行密度和含水量测试，并可按附录 B 中表 B.1 记录和填写密度和含水量测试结果、相关参数和有关内容。

7.2.6 现场测试结果可按下列方法确定：

- a) 对具有标定曲线设置功能的直读仪器，可直接按记录到的密度和含水量测试结果确定现场测试结果。
- b) 如标定曲线无法输入仪器内，可根据仪器记录到的密度和水分测量计数，计算出对应的计数比 CR 值，再分别根据仪器所适用的密度和水分标定曲线的图线和表格，查出所对应的被测土石材料密度和含水量测试结果。

7.2.7 现场测试结果影响因素的处理应符合下列规定：

- a) 现场测试所选择的测量标定曲线不适合于现场被测材料和测量导管。应检查被测材料化学成分和核对测量导管材质和尺寸，并针对该种被测材料和该种测量导管进行现场标定，重新建立测量标定曲线。
- b) 被测材料不均质。应通过钻孔察看不同深度土层的质地情况，针对不同质地土层，选择更合适的测量标定曲线。
- c) 测量导管周围存在超大粒径颗粒或空洞。应记下测量结果异常的相应深度，在现场测试完毕后，用取土器在该深度取样，检查该处超大粒径颗粒或空洞存在情况并对测量结果予以说明。
- d) 测量导管有接头。应在埋设测量导管时记录下各个接头部位深度，并避免在该部位测量。

8 报告书

8.1 报告书封面内容要求执行本标准第 1 部分的规定。

8.2 报告书应包含下列内容：

- a) 本标准第 1 部分 8.2 a) ~d) 的内容。
- b) 测量导管材质、尺寸以及钻孔方法和套管埋设方法。
- c) 最终检测结果。

附录 A
(资料性附录)
测量精密度与测量误差

A.1 测量精密度

A.1.1 执行本标准第 1 部分 A.1.1、A.1.2 以及 A.1.3 a) ~b)。

A.1.2 对直读式仪器，其测量精密度可采用以下方法直接确定：

- 1) 对于有确定密度或含水量的被测材料，固定仪器位置进行多次测量，计算出该组测取的密度值或含水量值的标准差即是仪器测量精密度。
- 2) 当被测材料密度为 $2.000\text{g}/\text{cm}^3$ ，密度测量精密度应不大于 $0.008\text{g}/\text{cm}^3$ 。
- 3) 当被测材料含水量为 $0.200\text{g}/\text{cm}^3$ ，水分测量精密度应不大于 $0.005\text{g}/\text{cm}^3$ 。

A.2 测量误差

A.2.1 对深层型核子水分-密度仪，除了仪器测量精密度给测量结果带来误差以外，还有标定曲线的不适用性、被测地层含水量非稳定性、探头深度不准确性，以及人员操作不规范等因素给测量结果带来误差。应对仪器进行现场标定。

A.2.2 仪器经现场标定后，按本部分标准进行测试时，其测量误差应满足本标准第 1 部分 A.2.2 规定。

附录 B
(资料性附录)

现场测试记录格式

表 B.1 密度-水分现场测试记录

工程名称: _____ 测试地点: _____ 测量日期: _____
被测材料种类: _____ 导管材质与尺寸: _____
仪器型号编号: _____ 密度标准计数: _____ 水分标准计数: _____
标定曲线编号: 密度 _____ 水分 _____ 测量时间: _____

导管编号	测量深度 (m)	密度测量计数	水分测量计数	湿密度 (g/cm ³)	干密度 (g/cm ³)	含水量 (g/cm ³)	含水率 (%)	体积百分含水量 (%)

检测: _____ 复核: _____

中国水利水电出版社

水利水电技术标准咨询服务中心简介

中国水利水电出版社，一个创新、进取、严谨、团结的文化团队，一家把握时代脉搏、紧跟科技步伐、关注社会热点、不断满足读者需求的出版机构。作为水利部直属的中央部委专业科技出版社，成立于1956年，1993年荣膺首批“全国优秀出版社”的光荣称号。经过多年努力，现已发展成为一家以水利电力专业为基础、兼顾其他学科和门类，以纸质书刊为主、兼顾电子音像和网络出版的综合性出版单位，迄今已经出版近三万种、数亿余册（套、盘）各类出版物。

水利水电技术标准咨询服务中心（第三水利水电编辑室）主要负责水利水电技术标准及相关出版物的出版、宣贯、推广工作，同时还负责水利水电类科技专著、工具书、文集及相关职业培训教材编辑出版工作。

感谢读者多年来对水利水电技术标准咨询服务中心的关注和垂爱，中心全体人员真诚欢迎广大水利水电科技工作者对标准、水利水电图书出版及推广工作多提意见和建议，我们将秉承“服务水电，传播科技，弘扬文化”的宗旨，为您提供全方位的图书出版咨询服务，进一步做好标准和水利水电图书出版工作。

联系电话：010—68317913（传真） 电子邮件：jwh@waterpub.com.cn

主 任：王德鸿 010—68545951 电子邮件：wdh@waterpub.com.cn

主任助理：陈 昊 010—68545981 电子邮件：hero@waterpub.com.cn

首席编辑：林 京 010—68545948 电子邮件：lj@waterpub.com.cn

策划编辑：王 启 010—68545982 电子邮件：wqi@waterpub.com.cn

杨露茜 010—68545995 电子邮件：ylx@waterpub.com.cn

王丹阳 010—68545974 电子邮件：wdy@waterpub.com.cn

章思洁 010—68545995 电子邮件：zsj@waterpub.com.cn

覃 薇 010—68545889 电子邮件：qwei@waterpub.com.cn



155170.133

SL 275—2014

中华人民共和国水利行业标准
核子水分-密度仪现场测试规程
SL 275—2014

*

中国水利水电出版社出版发行
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)
网址: www.waterpub.com.cn
E-mail: sales@waterpub.com.cn
电话: (010) 68367658 (发行部)
北京科水图书销售中心(零售)
电话: (010) 88383994、63202643、68545874
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售
北京嘉恒彩色印刷有限责任公司印刷

*

210mm×297mm 16开本 2印张 60千字
2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷

*

书号 155170·133

定价 20.00 元

凡购买我社规程,如有缺页、倒页、脱页的,
本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究