

T/CSMT

团 体 标 准
T/CSMT-XX-00*—202X

砂土颗粒分析试验 动态图像法

Particle size distribution of Sand using Dynamic image analysis methods

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国计量测试学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试剂和材料	2
5 仪器设备	2
6 样品	2
7 试验	3
8 数据处理	3
附录 A （资料性） 颗粒分析试验记录格式	5

前 言

本文件按照 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》的要求起草。

本文件由长庆工程设计有限公司提出。

本文件由中国计量测试学会归口。

本文件负责起草单位：长庆工程设计有限公司、中国地震局兰州岩土地震研究所、西北综合勘察设计研究院、西安长安大学工程设计研究院有限公司、西安建筑科大工程技术有限公司、西安长庆同欣石油科技有限公司、武汉理工大学交通物流学院、丹东百特仪器有限公司、西安中交岩土公司、兰州大学。

本文件主要起草人：白兰、侯大勇、朱国承、商永滨、张巧生、骆建文、葛仙娥、李赢、杨旭瑞、钟秀梅、姜桂春、高存喜、王文、崔凯、沈嘉禾、袁建明、田贵东、杨要许、原鹏博。

本文件首次发布。

砂土颗粒分析试验 动态图像分析法

1 范围

本文件规定了砂土颗粒分析试验的术语和定义、试剂和材料、仪器设备、样品、试验步骤、数据处理。

本文件适用于采用动态图像法测量粒径范围为2mm~0.075mm的砂土粒度。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 21649.2-2017 粒度分析 图像分析法 第2部分：动态图像分析法

GB/T 50123-2019 土工试验方法标准

3 术语和定义

GB/T 21649.2-2017中界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

动态图像分析法 dynamic image analysis

通过技术手段将液体或气体中颗粒有效分散、对焦，采集运动颗粒的静态图像，并对图像进行分析的方法。

[来源：GB/T 21649.2-2017 有修改]

3.2

干法 dry dispersion method

颗粒在干燥分散状态下的粒度测定，如采用动态停-流图像分析法、自由落体系统、移动基体上的测量、传送带下落点的测量等进行测量的方法统称为干法。

[来源：GB/T 21649.2-2017 附录 C 有修改]

3.3

湿法 wet dispersion method

颗粒在液体分散介质中的粒度测定，如采用鞘流系统、电感应区系统、循环法、搅动法等进行测量的方法统称为湿法。

[来源：GB/T 21649.2-2017 附录 C 有修改]

4 试剂和材料

4.1 试剂

- a) 六偏磷酸钠溶液(质量浓度4%);
- b) 蒸馏水。

4.2 材料

- a) 研钵;
- b) 木锤;
- c) 试剂勺;
- d) 瓷盘;
- e) 储水桶, 容量10L。

5 仪器设备

- a) 动态图像分析仪, 应符合GB/T 21649.2-2017中5.2~5.4要求;
- b) 恒温干燥箱, 温度105°C~110°C;
- c) 电子天平: 最大称量3000g, 分度值0.01g;
- d) 土样筛: 孔径2mm、0.075mm。

6 样品

6.1 取样

按GB/T 50123-2019附录B规定取天然试样800g~1000g。

6.2 样品制备

6.2.1 将砂土试样放入恒温干燥箱, 105°C~110°C烘干 6h~8h, 冷却后称重 500g, 准确至 0.1g;

6.2.2 将烘干土样倒入研钵, 用木锤充分研磨 3 分钟后过 2mm 筛和 0.075mm 筛。称量过筛后 2mm~0.075mm 土质量, 准确至 0.01g。用四分法取土样约 20g, 放瓷盘备用;

6.2.3 含有黏土粒的砂土应先置于瓷盘中, 用清水充分浸润 8h, 用木锤将土团充分碾散。另准备一瓷盘, 将碾散后的混合液过 2mm 筛, 边搅拌边冲洗边过筛, 直至筛上仅留大于 2mm 的土粒。用同样的方法将瓷盘中混合液过 0.075mm 筛, 直至筛上仅留粒径大于 0.075mm 的净砂为止。烘干 2mm 及 0.075mm 筛上土, 冷却称量过筛后粒径 2mm~0.075mm 土质量, 准确至 0.01g。用四分法取土样约 20g, 放瓷盘备用。

7 试验

7.1 干法

7.1.1 仪器参考条件

- a) 砂土比重2.65~2.68;
- b) 放大倍数10倍;
- c) 测量时间3min;
- d) 启用识别连接颗粒。

注1：上述仪器参考条件可以根据自身设备进行调整。

7.1.2 将制备好的砂土试样一次性倒入动态图像分析仪进样装置，调节进样速率。速率快慢视颗粒在影像中可分辨的清晰程度而定，确保颗粒图像不发生重叠。

7.2 湿法

7.2.1 仪器参考条件

- a) 砂土比重为2.65~2.68;
- b) 放大倍数联合测试;
- c) 超声时长3min;
- d) 转速1200r/min;
- e) 测量时间1min。

注2：上述仪器参考条件可以根据自身设备进行调整。

7.2.2 储水桶注满蒸馏水，仪器进水管浸至桶底，将蒸馏水注入样品池；

7.2.3 将制备好的砂土试样用试剂勺少量多次加入样品池，观察颗粒在影像中可分辨的清晰程度停止加样，确保颗粒图像不发生重叠，再加入 5ml 六偏磷酸钠溶液 [4.1a)] ；

7.2.4 每件试样进行两次平行测试，D10、D30、D60 的两次测试结果差值≤3μm 可结束测试，未达到要求应重新测试，取第二次测试结果作为最终测量结果。本试验的记录格式应符合本标准附录 A 的规定。

8 数据处理

8.1.1 质量百分数（%）计算

8.1.1.1 2mm 筛上土占总土质量的百分数（%）按式（1）计算：

$$X_1=m_{d1}/m \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：m_{d1}—粒径大于2mm的筛上土质量（g）；

m—烘干土总质量（g）；

X_1 —2mm 筛上土占总土质量的百分数 (%)。

8.1.1.2 0.075mm 筛下土占总土质量的百分数 (%) 按式 (2) 计算:

$$X_2 = m_{d2}/m \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中: m_{d2} —粒径小于0.075mm的筛下土质量 (g);

X_2 —0.075mm筛下土占总土质量的百分数 (%)。

8.1.1.3 粒径范围 2mm~0.075mm 土占总土质量的百分数 (%) 按式 (3) 计算:

$$X_3 = m_{d3}/m \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中: m_{d3} —粒径范围2mm~0.075mm土质量 (g);

X_3 —粒径范围0.075mm~2mm土占总土质量的百分数 (%)。

8.1.1.4 2mm~0.5mm 土占总土质量的百分数 (%) 按式 (4) 计算:

$$X_4 = X_3 \times X_{(2-0.5)} \dots\dots\dots (4)$$

式中: X_4 —粒径范围2mm~0.5mm土占总土质量的百分数 (%) ;

$X_{(2-0.5)}$ —动态图像分析结果中粒径范围2mm~0.5mm土的百分数 (%)。

8.1.1.5 0.5mm~0.25mm 土占总土质量的百分数 (%) 按式 (5) 计算:

$$X_5 = X_3 \times X_{(0.5-0.25)} \dots\dots\dots (5)$$

式中: X_5 —粒径范围0.5mm~0.25mm土占总土质量的百分数 (%) ;

$X_{(0.5-0.25)}$ —动态图像分析结果中粒径范围0.5mm~0.25mm土的百分数 (%)。

8.1.1.6 0.25mm~0.075mm 土占总土质量的百分数 (%) 按式 (6) 计算:

$$X_6 = X_3 \times X_{(0.25-0.075)} \dots\dots\dots (6)$$

式中: X_6 —粒径范围0.25mm~0.075mm土占总土质量的百分数 (%) ;

$X_{(0.25-0.075)}$ —动态图像分析结果中粒径范围0.25mm~0.075mm土的百分数 (%)。

8.2 留筛土的质量换算

8.2.1 0.5mm 留筛土的质量按式 (7) 计算:

$$m_{0.5} = X_{(2-0.5)} \times m_{d3} \dots\dots\dots (7)$$

式中: $m_{0.5}$ —0.5mm留筛土的质量 (g)。

8.2.2 0.25mm 留筛土的质量按式 (8) 换算:

$$m_{0.25}=X_{(0.5\sim 0.25)}\times m_{d3}\dots\dots\dots (8)$$

式中： $m_{0.25}$ —0.25mm留筛土的质量（g）。

8.2.3 0.075mm 留筛土的质量按式（9）换算：

$$m_{0.075}=X_{(0.5\sim 0.25)}\times m_{d3}\dots\dots\dots (9)$$

式中： $m_{0.075}$ —0.075mm留筛土的质量（g）。

8.3 采用8.1计算结果编制颗粒分析试验报告。

8.4 8.2 计算结果可与筛分法、密度计法或激光法结果合并生成颗粒大小分布曲线和试验报告。

附录 A

(资料性)

砂土颗粒分析试验记录格式

记录格式参见表A.1。

表A.1 砂土颗粒分析试验 动态图像法 试验记录

工程名称：

试验日期：

试 验 编 号		称 量 记 录							试 验 计 算						备注
		烘干土 总质量 m	筛 分 记 录				动态图像分析结果中不同粒径的 区间分布			质量百分数（%）			留筛土质量换算		
大于 2mm 土质量 m _{d1}	小于 0.075mm 土质量 m _{d2}		2mm~0.075mm土		2mm ~ 0.5mm X _(2~0.5)	0.5mm ~ 0.25mm X _(0.5~0.25)	0.25mm ~ 0.075mm X _(0.25~0.075)	2mm ~ 0.5mm X ₄	0.5mm ~ 0.25mm X ₅	0.25mm ~ 0.075mm X ₆	0.5 mm m _{0.5}	0.25 mm m _{0.25}	0.075 mm m _{0.075}		
			质量 m _{d3}	占烘干土总 质量百分数 X ₃											
			g	g	g	g	%	%	%	%	%	%	g	g	g
-	-	-	m _{d3} =m-m _{d1} -m _{d2}	X ₃ =m _{d3} /m	(1)	(2)	(3)	(1)×X ₃	(2)×X ₃	(3)×X ₃	(1)×m _{d3}	(2)×m _{d3}	(3)×m _{d3}		
		150	20	10	120	80									
试验依据：《砂土颗粒分析试验 动态图像法》T/CSMT-XX-00*—2026、《土工试验方法标准》GB/T50123-2019															
仪器设备：××型动态图像粒型粒度分析仪															

试验：

校对：