

ICS 75 - 010

E 11

备案号: 27450—2010

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5434—2009

代替 SY/T 5434—1999, SY/T 6131—1995

碎屑岩粒度分析方法

Analysis method for particle size of clastic rocks

2009—12—01 发布

2010—05—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 仪器设备、材料和试剂 1

4 取样要求 2

5 样品制备 2

6 粒度分析 3

7 数据处理 7

8 粒级分类 9

9 定名原则 9

10 质量要求 10

11 注意事项 10

12 检验报告 10

附录 A（规范性附录） 水的密度和黏度表 11

附录 B（规范性附录） 颗粒直径表示方法和单位换算表 12

附录 C（资料性附录） 碎屑岩粒度检验报告格式（激光法、筛分法和光透法） 13

附录 D（资料性附录） 碎屑岩粒度检验报告格式（图像法） 14

前 言

本标准代替 SY/T 5434—1999《碎屑岩粒度分析方法》和 SY/T 6131—1995《碎屑岩粒度的测定激光法》。

本标准与 SY/T 5434—1999 和 SY/T 6131 相比，主要差异如下：

- 增加了激光法和筛分法联合分析、筛分法和光透法联合分析的数据处理内容；
- 增加了注意事项和颗粒直径单位换算表；
- 删除了 SY/T 5434—1999 中沉降法粒度分析的全部内容、原始记录表格式；
- 删除了 SY/T 6131—1995 中数据处理内容；
- 修改了样品制备、质量要求和检验报告表格式；
- 修改了各种粒度分析方法的分析步骤和测量结果表达。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录，附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由石油地质勘探专业标准化委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国石油天然气股份公司大庆油田有限责任公司勘探开发研究院、中国石油天然气股份公司新疆油田分公司勘探开发研究院、中国石油天然气股份公司辽河油田分公司勘探开发研究院、中国海洋石油总公司基地集团南海西部研究院。

本标准主要起草人：徐喜庆、张维琴、潘昊、王玉杰、英成义、黄毅、庞建华。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- SY/T 5434—1992，SY/T 5434—1999；
- SY/T 6131—1995。

碎屑岩粒度分析方法

1 范围

本标准规定了采用激光法、筛分法、光透法和图像法测定碎屑岩粒度的方法。
本标准适用于碎屑岩样品的粒度分析。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

SY/T 5336—2006 岩心分析方法

SY/T 5368—2000 岩石薄片鉴定

SY/T 5913—2004 岩石制片方法

3 仪器设备、材料和试剂

3.1 仪器设备：

- a) 激光粒度分析仪。
- b) 筛分仪。
- c) 光透式粒度分析仪。
- d) 偏光显微镜。
- e) 图像分析仪。
- f) 热解炉，温度范围：室温～500℃。
- g) 恒温干燥箱，温度范围：室温～300℃。
- h) 天平，感量 0.001g。
- i) 托盘天平，感量 0.01g。
- j) 超声波清洗器，频率 20kHz。
- k) 颗粒分散机。
- l) 电热水浴锅。
- m) 卡尺，测量范围 0mm～300mm。

3.2 材料：

- a) 标准套筛，孔径 0.045mm～32mm。
- b) 高框标准筛，孔径 0.045mm 或 0.050mm。
- c) 温度计，0℃～50℃，分度值 1℃。
- d) 烧杯，150mL，1000mL。
- e) 三角量杯，1000mL。
- f) 量筒，1000mL。
- g) 蒸发皿，75mL，150mL。
- h) 研钵。
- i) 干燥器。

- j) 橡胶研磨锤。
- k) 瓷碗。
- l) 漏斗。
- m) 广泛 pH 试纸。

3.3 试剂:

- a) 盐酸, 分析纯。
- b) 硝酸, 分析纯。
- c) 过氧化氢(双氧水), 分析纯。
- d) 六偏磷酸钠, 分析纯。
- e) 净化水。

4 取样要求

4.1 选取岩心中心部位岩样, 岩样不应带有外表皮。

4.2 胶结程度中等以下的碎屑岩样品, 取样量要求如下:

- a) 泥岩样品, 取样量为 5g~10g。
- b) 砂岩和粉砂岩样品, 取样量为 10g~50g。
- c) 含有砾石的样品, 取样量为 50g~1000g。

4.3 做图像法粒度分析的样品, 按照 SY/T 5913—2004 中 3.1.1 的规定执行。

5 样品制备

5.1 样品预处理

5.1.1 将样品用铁研钵破碎成适当的小块。

5.1.2 按照 SY/T 5336—2006 中 3.5 的规定, 用溶剂抽提法或热解法除油。

5.1.3 有机质的处理方法。

5.1.3.1 加入过量 6% 的过氧化氢溶液, 将样品移至电热水浴锅中稍微加热并搅拌, 处理到无气泡产生为止。

5.1.3.2 将电热水浴锅温度调高, 煮沸样品 2min, 除去二氧化碳和余氧。

5.1.4 不同胶结物的处理方法:

- a) 方解石胶结物: 用过量 10%~15% 的盐酸溶解, 反应到无气泡产生为止。
- b) 白云石胶结物或菱铁矿胶结物: 用过量 10%~15% 的盐酸加热煮沸溶解。
- c) 氧化铁、氢氧化铁或硬石膏胶结物: 用过量 20% 的盐酸加热煮沸溶解。
- d) 黄铁矿胶结物: 用过量 5%~10% 的硝酸加热煮沸溶解。
- e) 黏土矿物及石膏胶结物: 可用清水浸泡, 并酌情加热。

5.1.5 进行酸处理的样品, 待反应完毕, 用水反复冲洗, 直至 pH 试纸显示中性为止。

5.1.6 将洗酸或水浸泡后的样品放入烘箱内, 在 105℃ 下烘干, 自然冷却后取出。

5.2 各种粒度分析方法的样品制备

5.2.1 激光法粒度样品制备

5.2.1.1 用四分法取上述预处理的样品, 称取样品质量或依激光粒度分析仪负载量而定。

5.2.1.2 在试样中加入适量净化水, 用橡胶研磨锤反复研磨, 使颗粒完全解散为止。

5.2.1.3 颗粒解散后样品处理方式:

- a) 往样品中加入 0.2% 的六偏磷酸钠溶液 3 滴~5 滴, 搅拌均匀, 留做激光湿法分析。
- b) 将样品放入恒温干燥箱中烘干, 自然冷却后取出, 用橡胶锤研磨样品, 直至样品完全解散, 留做激光干法或湿法分析。

- c) 激光干湿法联合测试时, 根据仪器测量范围, 采用标准筛将样品分离开, 筛上样品烘干后称其质量, 做激光干法分析, 筛下样品做激光湿法分析。

5.2.2 筛分法粒度样品制备

- 5.2.2.1 用四分法取上述预处理的样品, 并称样品质量。
- 5.2.2.2 将样品倒入瓷研钵或颗粒解散机中, 研磨至颗粒完全解散, 但不能破坏颗粒大小及形状, 用水量不超过 800mL。
- 5.2.2.3 将解散的样品置于 1000mL 三角量杯中, 用流水冲洗法冲出小于 0.01mm 颗粒, 每隔 30min 轻轻搅拌一次, 至量杯上半部液体清洁透明为止。
- 5.2.2.4 取出冲洗管, 静止 15min 后倒出量杯中的水, 再将样品移至瓷碗内, 放入恒温干燥箱内烘干。
- 5.2.2.5 自然冷却后取出, 称量烘干后的样品质量, 留做筛分法分析。

5.2.3 光透法粒度样品制备

- 5.2.3.1 用四分法取上述预处理的样品, 样品量依光透粒度分析仪负载量而定。
- 5.2.3.2 在试样中加入适量净化水, 用橡胶研磨锤反复研磨, 并有足够量的细颗粒产生为止。
- 5.2.3.3 将孔径为 0.045mm 或 0.050mm 的高框标准筛放在漏斗上, 并将其放置于烧杯上。
- 5.2.3.4 将研磨过的样品倒入高框标准筛上, 用净化水反复冲洗至清水为止, 使细颗粒全部冲入烧杯中, 此悬浮液留做光透法分析。

5.2.4 激光法和筛分法联合分析粒度样品制备

- 5.2.4.1 用四分法取上述预处理的样品, 并称样品质量。
- 5.2.4.2 将样品倒入瓷研钵或磨样机中, 用橡胶研磨锤反复研磨至颗粒完全解散。
- 5.2.4.3 根据仪器测量范围, 采用标准筛将样品分离开, 筛上样品称其质量后留做筛分法分析。
- 5.2.4.4 筛下样品按 5.2.1.3 规定执行。

5.2.5 筛分法和光透法联合分析粒度样品制备

- 5.2.5.1 同 5.2.4.1 和 5.2.4.2。
- 5.2.5.2 将孔径为 0.045mm 或 0.050mm 的高框标准筛置于 1000mL 量筒上的漏斗中, 用净化水反复冲洗至水清为止, 使细颗粒全部冲入量筒内, 总用水量不超过 950mL, 此悬浊液留做光透法分析。
- 5.2.5.3 将残留在湿筛上的粗颗粒样品冲洗进原来盛放试样的器皿中, 放入烘箱内, 在 105℃ 下烘干后, 取出置于干燥器内, 留做筛分法分析。

5.2.6 图像法粒度样品制备

按照 SY/T 5913—2004 中 3.1.2~3.1.7 的规定执行。

6 粒度分析

6.1 概述

在碎屑岩粒度分析中, 对同一样品视其不同粒级的颗粒密度相等, 质量分数和体积分数在数值上相等。

6.2 激光法

6.2.1 方法原理

载有悬浮颗粒的溶液由循环泵带动通过样品池, 平行激光束入射到被测颗粒上被衍射和散射, 散射光角度随粒径大小而变化, 由透镜收集并聚集到光电检测器上。光电检测器上总散射强度是单个散射波的叠加, 用反演算法对测得数据进行处理, 从而得到颗粒大小的分布信息。

6.2.2 分析步骤

6.2.2.1 激光湿法分析步骤

- 6.2.2.1.1 启动激光粒度分析仪, 预热 30min, 设置湿法硬件, 调入程序并运行。

6.2.2.1.2 设置湿法测量软件,进行仪器激光校正和背景测量。

6.2.2.1.3 设置泵入速度、搅拌速度、超声强度、激光扫描次数等参数。

6.2.2.1.4 将待测样品按仪器负载量加入样品池中,若是制备的粉末状样品再向样品池中加入0.2%的六偏磷酸钠溶液3滴~5滴。

6.2.2.1.5 按湿法检测开关,仪器自动或手动分析,得出粒度分布结果。

6.2.2.2 激光干法分析步骤

6.2.2.2.1 启动激光粒度分析仪,预热30min,设置干法硬件,调入程序并运行。

6.2.2.2.2 设置干法测量软件,进行仪器激光校正和背景测量。

6.2.2.2.3 设置振动强度、进样压力、样品接收强度、检测时间等参数。

6.2.2.2.4 将待测样品按仪器负载量加入样品槽中。

6.2.2.2.5 按干法检测开关,仪器自动或手动分析,得出粒度分布结果。

6.2.3 测量结果表达

a) 激光湿法测量结果表达:

第*i*粒级颗粒体积分数的计算见式(1):

$$X_{Ji} = X_{JSi} \quad \dots\dots\dots (1)$$

大于第*i*粒级颗粒累积体积分数的计算见式(2):

$$P_{Ji} = \sum_{i=1}^n X_{JSi} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

X_{Ji} ——激光法第*i*粒级颗粒体积分数,用百分数表示;

X_{JSi} ——激光湿法第*i*粒级颗粒体积分数,用百分数表示;

P_{Ji} ——激光法大于第*i*粒级颗粒累积体积分数,用百分数表示。

b) 激光干法测量结果表达:

第*i*粒级颗粒体积分数的计算见式(3):

$$X_{Ji} = X_{JGi} \quad \dots\dots\dots (3)$$

大于第*i*粒级颗粒累积体积分数的计算见式(4):

$$P_{Ji} = \sum_{i=1}^n X_{JGi} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

X_{Ji} ——激光法第*i*粒级颗粒体积分数,用百分数表示;

X_{JGi} ——激光干法第*i*粒级颗粒体积分数,用百分数表示;

P_{Ji} ——激光法大于第*i*粒级颗粒累积体积分数,用百分数表示。

c) 激光干、湿法联合分析测量结果表达:

第*i*粒级颗粒体积分数的计算见式(5):

$$X_{Ji} = \frac{X_{JGi} \cdot M_{JG} + X_{JSi} (M_J - M_{JG})}{M_J} \quad \dots\dots\dots (5)$$

大于第*i*粒级颗粒累积体积分数的计算见式(6):

$$P_{Ji} = \sum_{i=1}^n X_{Ji} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

X_{Ji} ——激光法第*i*粒级颗粒体积分数,用百分数表示;

X_{JGi} ——激光干法第 i 粒级颗粒体积分数，用百分数表示；

X_{JSi} ——激光湿法第 i 粒级颗粒体积分数，用百分数表示；

M_j ——激光法测试前碎屑颗粒质量，g；

M_{jG} ——分样后用于激光干法分析的样品质量，g；

P_{ji} ——激光法大于第 i 粒级颗粒累积体积分数，用百分数表示。

6.3 筛分法

6.3.1 方法原理

将解散后的碎屑颗粒倒入一套孔径不同的标准筛中，通过充分振筛，将不同粒级的碎屑颗粒分开，称量各粒级碎屑颗粒质量，求得碎屑颗粒的粒度分布结果。

6.3.2 分析步骤

6.3.2.1 将标准筛按上粗下细顺序组成套筛。

6.3.2.2 将称量过的碎屑颗粒样品倒入标准套筛的最上层，移入筛分仪的机座上，进行振筛。振筛时间按取样量多少而确定。

a) 取样量小于或等于 50g，振筛时间为 3min~10min。

b) 取样量大于 50g，振筛时间为 10min~15min。

6.3.2.3 将筛分后的样品分级依次倒入已做标记的蒸发皿中，用天平逐级称量，并记录数据。

6.3.2.4 筛分后底盘中样品称量后倒入该样的悬浮液或粉末样品中，留做激光法或光透法分析。

6.3.3 测量结果表达

筛分校正系数的计算见式 (7)：

$$K = \frac{M_S}{M_{SH}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

校正后第 i 粒级颗粒质量的计算见式 (8)：

$$M_{Si} = K \cdot M_{SHi} \quad \dots\dots\dots (8)$$

第 i 粒级颗粒质量分数的计算见式 (9)：

$$X_{Si} = \frac{M_{Si}}{M_S} \times 100 \quad \dots\dots\dots (9)$$

大于第 i 粒级颗粒累积质量分数的计算见式 (10)：

$$P_{Si} = \sum_{i=1}^n X_{Si} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

K ——筛分校正系数；

M_S ——筛分试样总质量，g；

M_{SH} ——筛分后颗粒总质量，g；

M_{SHi} ——校正前第 i 粒级颗粒质量，g；

M_{Si} ——校正后第 i 粒级颗粒质量，g；

X_{Si} ——筛分法第 i 粒级颗粒质量分数，用百分数表示；

P_{Si} ——筛分法大于第 i 粒级颗粒累积质量分数，用百分数表示。

6.4 光透法

6.4.1 方法原理

当一束平行光照射到载有悬浮颗粒的悬浮液时，悬浮液中的碎屑颗粒对光有散射和吸收作用，从而产生光强度的衰减，根据兰伯特—比尔定律，透射光强度随着颗粒数及粒径的变化而变化，通过数

据处理后得出所测样品的粒度分布结果。

6.4.2 分析步骤

6.4.2.1 开机预热,启动仪器,运行检测程序。

6.4.2.2 将制备的悬浮液放入烧杯中,加入 0.2% 的六偏磷酸钠溶液 3 滴~5 滴,置入超声波清洗器中进行分散。超声波分散的时间和强度以能使团聚的颗粒充分分散为宜。

6.4.2.3 输入测试粒径的分级数、粒径值、颗粒密度、测试方式等参数。

6.4.2.4 读取测试前悬浮液的温度,并输入此温度下水的密度和黏度值(参见附录 A)。

6.4.2.5 将已制备好的悬浮液倒入样品池中调制合适的浓度,搅拌或摇匀后放入仪器测量。

6.4.2.6 测试完毕,清洗样品池,得出粒度分析结果。

6.4.3 测量结果表达

仪器自动给出第 i 粒级颗粒体积分数为 X_{Gi} 。

大于第 i 粒级颗粒累积体积分数的计算见式 (11):

$$P_{Gi} = \sum_{i=1}^n X_{Gi} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

X_{Gi} ——光透法第 i 粒级颗粒体积分数,用百分数表示;

P_{Gi} ——光透法大于第 i 粒级颗粒累积体积分数,用百分数表示。

6.5 图像法

6.5.1 方法原理

根据体视学原理,三维空间内特征点的特征可以用二维截面内特征点的特征来表征。图像分析方法是將显微镜下的图像摄取到计算机中,在计算机上对二维图像进行扫描,并对特征点的像素群进行测量统计、编辑处理,得到二维图像的特征值,从而得出碎屑岩粒度分布结果。

6.5.2 分析步骤

6.5.2.1 放大倍数和视域选择:将薄片置于偏光显微镜下,选择适合的放大倍数并在薄片上选取有代表性的视域,但不重复。

6.5.2.2 图像处理:图像灰度或彩色分割后,进行去噪、腐蚀、膨胀、填孔、边缘平滑和鼠标交连分割等。

6.5.2.3 测量颗粒视长轴时应注意以下几点:

- a) 一个颗粒破碎开的各部分要当做一个统一体来测量。
- b) 有溶蚀或次生加大现象的颗粒应在恢复其原始边缘后再测量。
- c) 自生矿物、化学沉淀物质、重矿物及片状矿物不予测量。

6.5.2.4 每个颗粒按粒级划分统计后,进行筛析校正。

6.5.2.5 用目估法给出颗粒直径为 $31\mu\text{m}$ 以下的杂基含量,进行杂基校正,给出粒度分析结果。

6.5.3 测量结果表达

筛析校对方程见式 (12):

$$D_{Si} = 0.3815 + 0.9027D_{Ti} \quad \dots\dots\dots (12)$$

颗粒直径由式 (12) 校正后,通过计算即可得到筛析校正后的第 i 粒级颗粒体积分数为 X_{Si} 。

再经杂基校正,得到图像法第 i 粒级颗粒体积分数的计算见式 (13):

$$X_{Ti} = X_{Si} (1 - X_{Zi}) \quad \dots\dots\dots (13)$$

大于第 i 粒级颗粒累积体积分数的计算见式 (14):

$$P_{Ti} = \sum_{i=1}^n X_{Ti} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

D_{Si} ——筛析校正后的颗粒粒径, ϕ 值;

D_{Ti} ——筛析校正前的颗粒粒径, ϕ 值;

X_{Si} ——筛析校正后的第 i 粒级颗粒体积分数, 用百分数表示;

X_{Zi} ——杂基含量, 用百分数表示;

X_{Ti} ——图像法第 i 粒级颗粒体积分数, 用百分数表示;

P_{Ti} ——图像法大于第 i 粒级颗粒累积体积分数, 用百分数表示。

7 数据处理

7.1 激光法和筛分法联合分析结果数据合并

样品用标准筛分样后, 筛上样品用筛分法分析, 得到第 i 粒级颗粒质量分数, 见式 (15):

$$X_{HUi} = \frac{M_{SFi}}{M_T} \times 100 \quad \dots\dots\dots (15)$$

筛下样品用激光法分析, 得到第 i 粒级颗粒体积分数, 见式 (16):

$$X_{HDi} = \frac{M_T - (M_{SU} - M_{DP})}{M_T} \cdot X_{Ji} \quad \dots\dots\dots (16)$$

式 (16) 中 X_{Ji} 由式 (1)、式 (3) 或式 (5) 给出。激光法分析后超出分样筛以上的颗粒体积分数, 应由筛分法和激光法平分, 按各粒级所占比例增加到每个粒级中, 再由式 (15) 和式 (16) 计算得到样品第 i 粒级颗粒质量分数或体积分数为 X_{JHSi} 。

大于第 i 粒级颗粒累积质量分数或体积分数的计算见式 (17):

$$P_{JHSi} = \sum_{i=1}^n X_{JHSi} \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

X_{HUi} ——激光法和筛分法分样后筛上样品第 i 粒级颗粒质量分数, 用百分数表示;

X_{HDi} ——激光法和筛分法分样后筛下样品第 i 粒级颗粒体积分数, 用百分数表示;

M_T ——试样颗粒总质量, g;

M_{SFi} ——筛分法第 i 粒级颗粒质量, g;

M_{SU} ——筛上样品颗粒质量, g;

M_{DP} ——筛分底盘中的颗粒质量, g;

X_{Ji} ——激光法第 i 粒级颗粒体积分数, 用百分数表示;

X_{JHSi} ——激光法和筛分法联合分析第 i 粒级颗粒质量分数或体积分数, 用百分数表示;

P_{JHSi} ——激光法和筛分法联合分析大于第 i 粒级颗粒累积质量分数或体积分数, 用百分数表示。

7.2 筛分法和光透法联合分析结果数据合并

样品用标准筛分样后, 筛上样品用筛分法分析, 得到第 i 粒级颗粒质量分数, 见式 (18):

$$X_{HWi} = \frac{M_{SFi}}{M_T} \times 100 \quad \dots\dots\dots (18)$$

筛下样品用光透法分析, 得到第 i 粒级颗粒体积分数, 见式 (19):

$$X_{HMi} = \frac{M_T - (M_{SU} - M_{DP})}{M_T} \cdot X_{Gi} \quad \dots\dots\dots (19)$$

由式 (18) 和式 (19), 即可得到样品第 i 粒级颗粒质量分数或体积分数, 见式 (20):

$$X_{\text{SHGi}} = X_{\text{HWi}} \text{ 和 } X_{\text{SHGi}} = X_{\text{HMi}} \quad \dots\dots\dots (20)$$

大于第 i 粒级颗粒累积质量分数或体积分数的计算见式 (21):

$$P_{\text{SHGi}} = \sum_{i=1}^n X_{\text{SHGi}} \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中:

X_{HWi} ——筛分法和光透法分样后筛上样品第 i 粒级颗粒质量分数, 用百分数表示;

X_{HMi} ——筛分法和光透法分样后筛下样品第 i 粒级颗粒体积分数, 用百分数表示;

M_{T} ——试样颗粒总质量, g;

$M_{\text{SF}i}$ ——筛分法第 i 粒级颗粒质量, g;

M_{SU} ——筛上样品颗粒质量, g;

M_{DP} ——筛分底盘中的颗粒质量, g;

X_{Gi} ——光透法第 i 粒级颗粒体积分数, 用百分数表示;

X_{SHGi} ——筛分法和光透法联合分析第 i 粒级颗粒质量分数或体积分数, 用百分数表示;

P_{SHGi} ——筛分法和光透法联合分析大于第 i 粒级颗粒累积质量分数或体积分数, 用百分数表示。

7.3 图解法参数计算

7.3.1 C 值: 累积频率曲线上 1% 处所对应的颗粒直径, 单位为毫米 (mm)。

7.3.2 M 值: 累积频率曲线上 50% 处所对应的颗粒直径, 单位为毫米 (mm)。

7.3.3 平均粒径 M_z 的计算见式 (22):

$$M_z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad \dots\dots\dots (22)$$

标准偏差 σ_1 的计算见式 (23):

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6} \quad \dots\dots\dots (23)$$

偏度 SK_1 的计算见式 (24):

$$SK_1 = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)} \quad \dots\dots\dots (24)$$

峰度 K_G 的计算见式 (25):

$$K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})} \quad \dots\dots\dots (25)$$

式中:

M_z ——平均粒径, ϕ 值;

σ_1 ——标准偏差, ϕ 值;

SK_1 ——偏度;

K_G ——峰度;

$\phi_5, \phi_{16}, \phi_{25}, \phi_{50}, \phi_{75}, \phi_{84}, \phi_{95}$ ——分别为累积频率曲线上 5%, 16%, 25%, 50%, 75%, 84%, 95% 处所对应的颗粒直径, ϕ 值。

7.3.4 矩法参数计算:

平均粒径 M_z 的计算见式 (26):

$$M_Z = \sum_{i=1}^n x_i \cdot f_i / 100 \dots\dots\dots (26)$$

标准偏差 σ_1 的计算见式 (27):

$$\sigma_1 = \left[\sum_{i=1}^n (x_i - M_Z)^2 f_i / 100 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (27)$$

偏度 SK_1 的计算见式 (28):

$$SK_1 = \sum_{i=1}^n (x_i - M_Z)^3 f_i / 100 \sigma_1^3 \dots\dots\dots (28)$$

峰度 K_G 的计算见式 (29):

$$K_G = \sum_{i=1}^n (x_i - M_Z)^4 f_i / 100 \sigma_1^4 \dots\dots\dots (29)$$

式中:
 M_Z ——平均粒径, ϕ 值;
 σ_1 ——标准偏差, ϕ 值;
 SK_1 ——偏度;
 K_G ——峰度;
 f_i ——组面积频率, 用百分数表示;
 x_i ——组中值, ϕ 值;
 n ——分组数。

8 粒级分类

根据表 1 对粒级进行划分。

表 1 粒级分类表

粒 度 分 类		分 级 界 限	
大类	小类	μm	ϕ 值
砾	中砾	$64000 \sim \geq 4000$	$-6 \sim \leq -2$
	细砾	$< 4000 \sim 2000$	$> -2 \sim -1$
砂	巨砂	$< 2000 \sim 1000$	$> -1 \sim 0$
	粗砂	$< 1000 \sim 500$	$> 0 \sim 1$
	中砂	$< 500 \sim 250$	$> 1 \sim 2$
	细砂	$< 250 \sim 125$	$> 2 \sim 3$
	极细砂	$< 125 \sim 62.50$	$> 3 \sim 4$
粉砂	粗粉砂	$< 62.50 \sim 31.25$	$> 4 \sim 5$
	细粉砂	$< 31.25 \sim 3.90$	$> 5 \sim 8$
泥	—	< 3.90	> 8

9 定名原则

9.1 岩石大类定名原则: 把颗粒按粒级分为四大类, 即砾、砂、粉砂、泥。

9.1.1 一般情况下，采用三级定名原则：

- a) 某大类含量大于或等于 50% 时，以该大类定主名。
- b) 某大类含量大于或等于 25% 且小于 50% 时，以该大类在主名前定为“××质”。
- c) 某大类含量大于或等于 10% 且小于 25% 时，以该大类在“××质”前或主名前定为“含××”。

9.1.2 特殊情况下，如各大类含量均低于 50% 时，其中只有两大类含量大于或等于 25%，则以该两大类并列定主名，含量高的排列在后。其他情况下，定为混合碎屑岩。

9.2 主名详细定名原则：

- a) 某大类为主名时，如其中某小类的含量大于或等于 50%，则以该小类代替该大类定为主名，如该大类中另有一小类含量大于或等于 25%，则将其置于主名前定为“××质”。
- b) 砂岩为主名且砂大类中各小类含量均低于 50% 时，如其中只有相邻两小类含量都大于或等于 25%，则将该两小类并列定为主名，含量高的排列在后，来代替“砂岩”主名。其他情况下，都定为不等粒砂岩。

9.3 当两类含量相同时，定名时按从细到粗的顺序排列。

9.4 在图像法粒度分析结果中，大于 5 ϕ 的粒度组分（即杂基）称之为“细粉砂和泥”，可视为一个大类参加岩石粒度定名。

10 质量要求

10.1 抽查 10% 的样品，其中如有 20% 的样品超过允许误差范围，则该批样品重做。

10.1.1 碎屑岩粒度样品各粒级颗粒百分含量之和为 100% \pm 1%。

10.1.2 重复性：同一粒度样品重复测量两次时，粒度图解法平均粒径之差小于 0.4 ϕ ，标准偏差之差小于 0.3 ϕ 。

10.1.3 图像法粒度分析的特殊质量要求。

10.1.3.1 图像法粒度分析方法中最终测定的粒径不小于 31.25 μm （即不大于 5 ϕ ）的颗粒总数不小于 400 个。

10.1.3.2 目估法估算杂基含量时，应按照 SY/T 5368—2000 中第 7 章的规定执行。

10.2 各粒级颗粒质量分数、体积分数、粒度参数计算结果均修约到两位小数。

11 注意事项

11.1 针对不同岩性及胶结程度的样品选择相应的粒度分析方法。例如，若胶结程度中等以上的样品，可采用图像法粒度分析；若岩性为砂砾岩，可采用激光法和筛分法联合分析、筛分法和光透法联合分析等。

11.2 一般情况下，若为砂岩、粉砂岩粒度分析，在砂粒级范围内按 1/4 ϕ 间隔分级，粉砂粒级范围内按 1 ϕ 间隔分级，泥粒级不用细分；若砾岩或含有砾石的样品做粒度分析，还需将砾石粒级按 1/4 ϕ 间隔分级。

11.3 一般情况下，粒度分析结果只提供各粒级颗粒含量、粒度参数和粒度定名。有特殊要求的可提供基础图件，如直方图、累积曲线、正态概率曲线等。

11.4 碎屑岩粒度颗粒直径变化范围较宽，颗粒直径表示方法采用了 ϕ 值、毫米和微米，换算方法见附录 B。

12 检验报告

检验报告格式参见附录 C 和附录 D。

附 录 A
(规范性附录)
水的密度和黏度表

水的密度和黏度参见表 A. 1。

表 A. 1 水的密度和黏度表

温度 ℃	密度 g/cm ³	黏度 mPa·s	温度 ℃	密度 g/cm ³	黏度 mPa·s
5	1.0000	1.5188	22	0.9978	0.9579
6	1.0000	1.4728	23	0.9976	0.9358
7	0.9999	1.4284	24	0.9973	0.9142
8	0.9999	1.3860	25	0.9971	0.8937
9	0.9998	1.3462	26	0.9968	0.8737
10	0.9997	1.3077	27	0.9965	0.8545
11	0.9996	1.2713	28	0.9963	0.8360
12	0.9995	1.2363	29	0.9960	0.8180
13	0.9994	1.2028	30	0.9957	0.8007
14	0.9993	1.1709	31	0.9954	0.7840
15	0.9991	1.1404	32	0.9951	0.7679
16	0.9990	1.1111	33	0.9948	0.7523
17	0.9988	1.0828	34	0.9945	0.7371
18	0.9986	1.0559	35	0.9941	0.7225
19	0.9984	1.0299	36	0.9937	0.7085
20	0.9982	1.0050	37	0.9934	0.6947
21	0.9980	0.9810	38	0.9930	0.6814

附 录 B
(规范性附录)
颗粒直径表示方法和单位换算表

B.1 颗粒直径表示方法

本标准颗粒直径单位采用 ϕ 值、毫米值或微米值表示， ϕ 值与毫米值的换算关系见式 (B.1)：

$$D_{\phi} = -\log_2 D_{\text{mm}} \text{ 或 } D_{\text{mm}} = 2^{-D_{\phi}} \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中：

D_{mm} ——用毫米为单位表示的颗粒直径，mm；

D_{ϕ} ——用 ϕ 为单位表示的颗粒直径， ϕ 值。

B.2 颗粒直径单位换算表

表 B.1 可查出 $-8\phi \sim 14\phi$ 之间按 0.25 ϕ 间隔给出的 ϕ 值与毫米值或微米值的换算关系。

表 B.1 颗粒直径单位换算表

ϕ	0.00	0.25	0.50	0.75		ϕ
-8	256.00				毫米	
-7	128.00	152.22	181.02	215.27		
-6	64.00	76.11	90.51	107.63		
-5	32.00	38.06	45.25	53.82		
-4	16.00	19.03	22.63	26.91		
-3	8.00	9.51	11.31	13.45		
-2	4.00	4.78	5.66	6.73		
-1	2.00	2.38	2.83	3.36		
-0	1.00	1.19	1.41	1.68		
微米		595	707	841	1000	0
		297	354	420	500	1
		149	177	210	250	2
		74	88	105	125	3
		37.2	44.2	52.6	62.5	4
		18.6	22.1	26.3	31.2	5
		9.2	11.0	13.1	15.6	6
		4.6	5.5	6.6	7.8	7
		2.32	2.76	3.28	3.91	8
		1.16	1.38	1.64	1.96	9
		0.58	0.69	0.82	0.98	10
		0.29	0.35	0.41	0.49	11
		0.15	0.17	0.21	0.24	12
		0.07	0.09	0.10	0.12	13
					0.06	14
ϕ		0.75	0.50	0.25	0.00	ϕ

附 录 C

(资料性附录)

碎屑岩粒度检验报告格式(激光法、筛分法和光透法)

碎屑岩粒度检验报告格式参见表 C.1。

表 C.1 碎屑岩粒度检验报告

井号或剖面:

检验日期: 年 月 日

共 页 第 页

样品编号:		井深或井段, m:								
层 位:		距 顶, cm:								
序号	粒径区间		粒度分布		序号	粒径区间		粒度分布		
	mm	ϕ	质量分数或 体积分数 %	累积质量分 数或累积 体积分数 %		mm	ϕ	质量分数或 体积分数 %	累积质量分 数或累积 体积分数 %	
1					13					
2					14					
3					15					
4					16					
5					17					
6					18					
7					19					
8					20					
9					21					
10					22					
11					23					
12					24					
粒度 组分 %	中砾	细砾	巨砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粗粉砂	细粉砂	泥
	$-6 < \phi \leq -2$	$-2 < \phi \leq -1$	$-1 < \phi \leq 0$	$0 < \phi \leq 1$	$1 < \phi \leq 2$	$2 < \phi \leq 3$	$3 < \phi \leq 4$	$4 < \phi \leq 5$	$5 < \phi \leq 8$	$\phi > 8$
粒度 参数	矩法	平均粒径		标准偏差		偏度		峰度		
	图解法	M_z		σ_1		SK_1		K_G		
		ϕ		ϕ						
		C 值:			M 值:					
岩石粒度定名										
备注										

(资料性附录)

图像法碎屑岩粒度检验报告格式参见表 D. 1。

井号或剖面:

检验日期: 年 月 日

共 页 第 页

14