



中华人民共和国地震行业标准

DB/T 103.2—2024

活动断层探查 年代测定 第2部分：释光方法

Active fault survey—Determination of age—
Part 2: Luminescence dating

202×-××-××发布

2025-06-01 实施

中国地震局 发布

目次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原理 2

5 试验条件 2

6 试剂或材料 2

7 仪器设备 3

8 样品 3

 8.1 样品类型 3

 8.2 样品量 3

 8.3 包装与存储 4

9 试验步骤 4

 9.1 试验流程 4

 9.2 样品登记 5

 9.3 流程选取 5

 9.4 前处理 5

 9.5 参数测定 7

 9.6 年龄计算 9

 9.7 误差分析 9

 9.8 可靠性分析 9

10 试验报告编写 10

附录 A（规范性） 样品登记表 11

附录 B（规范性） 4 μm~11 μm 混合矿物提取方法 13

附录 C（资料性） 等效剂量测定图件示例 14

附录 D（规范性） 数据结果表 16

参考文献 17

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》的规定起草。

本文件是 DB/T 103《活动断层探查 年代测定》的第 2 部分。DB/T 103 已发布了以下部分：

——第 2 部分：释光方法。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国地震局提出。

本文件由地震灾害预防标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中国地震局地质研究所、北京大学、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、应急管理部国家自然灾害防治研究院、东华理工大学、中国地震局兰州岩土地震研究所。

本文件主要起草人：杨会丽、覃金堂、刘进峰、陈杰、尹金辉、刘春茹、郑荣章、魏传义、张家富、刘哲、赵俊香、罗明、姚赉胜。

中国标准出版社

引 言

国内外众多的大地震灾害现象分析研究表明,活动断层存在发生地震灾害的潜在危险。查明地震活动断层的精确时间并对其属性和地震危害性做出科学评价,是地震灾害风险评估和震害防御的重要基础性工作。我国自“九五”期间开始逐步推进活动断层探测工作,在理论和工程技术上都取得了长足的进展,积累了一定的实践经验,其成果在国土空间规划、工程场址遴选以及建(构)筑物断层避让、地震灾害风险评估和地震预测等领域发挥着越来越重要的作用。

为了规范工作过程和技术方法的应用,保证活动断层探测工作科学有序地开展,提升产出成果的质量和实用性,近年来地震部门开展了活动断层探测技术梳理,理清了工作流程、工作内容和工作成果的基本框架,在此基础上构建了系列标准的框架,先后制定了 GB/T 36072—2018《活动断层探测》及一系列配套的行业标准。

年代测定是活动断层探测的重要技术支撑,DB/T 103—2024《活动断层探查 年代测定》是活动断层探测系列标准框架的组成标准,DB/T 103 拟由 5 部分构成。

- 第 1 部分:碳十四方法。目的在于界定碳十四方法的试验条件、试验流程、数据处理方法,确立试验报告内容。
- 第 2 部分:释光方法。目的在于界定释光方法的试验条件、试验流程、数据处理方法,确立试验报告编写内容。
- 第 3 部分:铍十与铝二十六方法。目的在于界定铍十与铝二十六方法的试验条件、试验流程、数据处理方法,确立试验报告编写内容。
- 第 4 部分:电子自旋共振方法。目的在于界定电子自旋共振方法的试验条件、试验流程、数据处理方法,确立试验报告编写内容。
- 第 5 部分:磷石灰裂变径迹外探测器方法。目的在于界定磷石灰裂变径迹外探测器方法的试验条件、试验流程、数据处理方法,确立试验报告编写内容。

释光方法测定的样品是第四纪沉积物中广泛分布的石英和长石矿物,测年范围是百年至三十万年,已为活动断层探测研究提供了大量的关键性年龄数据。本文件对释光方法年代测定技术方案及其测试结果的处理和报告编写要求的规定,将对相关工作的规范性和测试结果的可靠性奠定良好的基础,有利于促进活动断层探测工作有序、高质发展。

活动断层探查 年代测定

第2部分：释光方法

警示——本文件涉及的部分化学试剂和仪器设备对人体和环境有害,使用者有责任采取适当的安全和健康防护措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本文件规定了释光方法年代测定的样品品质、试验条件、仪器设备和材料,描述了试验步骤、试验数据处理方法,给出了试验报告编写要求。

本文件适用于活动断层探测工作中的样品年代测定。

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 620 化学试剂 氢氟酸
GB/T 622 化学试剂 盐酸
GB/T 6003.1 试验筛 技术要求和检验 第1部分:金属丝编织网试验筛
GB/T 6684 化学试剂 30%过氧化氢
GB/T 15724 实验室玻璃仪器 烧杯
GB/T 30435 电热干燥箱及电热鼓风 干燥箱
GB/T 33087 仪器分析用高纯水规格及试验方法
HG/T 2832 工业氟硅酸

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

释光年龄 luminescence age

矿物晶体在自然界赋存条件下累积释光信号所经历的时间。

3.2

信号回零 signal setting to zero

矿物经历光照或高温后释光信号被清除至零的过程。

3.3

等效剂量 equivalent dose

实验室辐照条件下,使测样产生与其相同天然释光信号所需要的辐射能量。

3.4

蓝光释光等效剂量测定 blue optically stimulated luminescence dating

基于蓝光激发的释光信号测定等效剂量(3.3)。

3.5

低温后高温红外释光等效剂量测定 post infrared stimulated luminescence dating

基于低温红外激发后高温红外激发的释光信号测定等效剂量(3.3)。

3.6

剂量率 dose rate

用于年代测定的矿物在自然界中单位时间内吸收周围环境中的铀(U)和钍(Th)及其子体以及钾(K)等长周期放射性核素衰变产生的 α 、 β 和 γ 射线以及宇宙射线产生的电离辐射能量。

3.7

测样 test sample

用于上机测量的物质。

3.8

前处理 sample pre-treatment

分离所用测样(3.7)的物理和化学处理过程。

3.9

细颗粒石英 fine grained quartz

粒径介于 $4\ \mu\text{m}$ ~ $11\ \mu\text{m}$ 石英颗粒。

3.10

粗颗粒石英 coarse grained quartz

粒径介于 $63\ \mu\text{m}$ ~ $250\ \mu\text{m}$ 石英颗粒。

3.11

粗颗粒钾长石 coarse grained K-feldspar

粒径介于 $63\ \mu\text{m}$ ~ $250\ \mu\text{m}$ 钾长石颗粒。

4 原理

石英、长石等用于年代测定的矿物被埋藏后,接受周围环境中铀(U)和钍(Th)及其子体、钾(K)等长周期放射性核素衰变产生的 α 、 β 、 γ 射线以及大气中宇宙射线的辐照,吸收电离辐射能量,随着时间的累积,矿物中累积的电离辐射能量呈线性或者指数增加,实验室测定矿物累积电离辐射能量即等效剂量与单位时间内矿物吸收的电离辐射能量即剂量率比值,即为被测样品的年龄。

5 试验条件

等效剂量测样提取和测定试验环境应满足下列要求:

- a) 试验处于暗室环境,灯光波长 $590\ \text{nm}$ ~ $700\ \text{nm}$;
- b) 温度为 $(23\pm 5)\ ^\circ\text{C}$;
- c) 相对湿度小于 80% 。

6 试剂或材料

6.1 盐酸(HCl):GB/T 622,分析纯。

- 6.2 过氧化氢(H_2O_2):GB/T 6684,分析纯。
- 6.3 氢氟酸(HF):GB/T 620,分析纯。
- 6.4 氟硅酸(H_2SiF_6):HG/T 2832,优等品。
- 6.5 高纯水:GB/T 33087,电阻不小于 $10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$ 。
- 6.6 多钨酸钠或者多钨酸锂重液:密度 $2.58 \text{ g/cm}^3 \sim 2.85 \text{ g/cm}^3$ 。
- 6.7 不锈钢筛子:GB/T 6003.1,孔径 $63 \mu\text{m}$ 、 $90 \mu\text{m}$ 、 $125 \mu\text{m}$ 、 $180 \mu\text{m}$ 、 $250 \mu\text{m}$ 。
- 6.8 玻璃烧杯:GB/T 15724,容量 20 mL、50 mL、500 mL、1 000 mL。
- 6.9 聚四氟乙烯烧杯:容量 80 mL、250 mL、500 mL。

7 仪器设备

- 7.1 电热鼓风干燥箱:GB/T 30435,最高工作温度 200°C ,容量不小于 60 L。
- 7.2 通风橱:防强酸强碱材质。
- 7.3 电子天平:精度 0.1 mg。
- 7.4 磁选仪:电流强度可调,可分离颗粒粒径为 $63 \mu\text{m} \sim 300 \mu\text{m}$ 的顺磁性、抗磁性、低磁性矿物。
- 7.5 释光测量仪器:具备加热、辐照(配有 V 类⁹⁰ Sr 放射源)、激发、信号采集功能,升温速率在 $0.1^\circ\text{C/s} \sim 5.0^\circ\text{C/s}$ 范围内可调,最高温度达 700°C ,放射源表面不均匀程度小于 2%,激发功率在 1%~100% 范围内可调,光电倍增管死时间不大于 50 counts/s。
- 7.6 长周期放射性元素含量分析仪:具备放射性元素铀(U)、钍(Th)、钾(K)含量或者活度测定功能。

8 样品

8.1 样品类型

按照样品测定参数分为等效剂量样品和剂量率样品。

8.1.1 等效剂量样品

用于等效剂量测定的样品,按照样品开始计时矿物颗粒释光信号回零程度,分为下列 2 种:

- a) 矿物颗粒最后一次被埋藏前释光信号完全回零样品,如沉积物为风成沉积物,远源静水沉积物,海岸砂沉积物,高温烘烤沉积物中的粉砂、细砂和黏土等;
- b) 矿物颗粒最后一次被埋藏前释光信号未完全回零样品,如冰水沉积物,冲洪积物,地震崩积楔中的粉砂、细砂和砂质黏土等。

8.1.2 剂量率样品

用于剂量率测定的样品,根据采集时 30 cm 内岩性差异情况,分为下列 2 种:

- a) 采集位置半径 30 cm 内岩性无差异;
- b) 采集位置半径 30 cm 内岩性有差异。

8.2 样品量

8.2.1 等效剂量样品:矿物颗粒最后一次被埋藏前释光信号完全回零样品,样品量应不少于 100 g;矿物颗粒最后一次被埋藏前释光信号未完全回零样品,样品量应不少于 500 g。

8.2.2 剂量率样品:采集位置半径 30 cm 内岩性无差异,样品量应不少于 200 g;采集位置半径 30 cm 内岩性有差异,应另外提供一份岩性有差异的剂量率样品,每份样品量应不少于 200 g。

8.3 包装与存储

8.3.1 用于等效剂量测定的样品应保持原状,密封避光包装,室温存储。

8.3.2 用于剂量率测定的样品应密封包装。

9 试验步骤

警示——化学试剂对环境和人体有害,使用化学试剂的步骤均应在通风橱内完成。

9.1 试验流程

试验流程包括下列 7 个步骤:

- a) 样品登记:记录样品的基本信息;
- b) 流程选取:等效剂量样品前处理流程选取;
- c) 前处理:等效剂量样品前处理,剂量率样品前处理;
- d) 参数测定:等效剂量、剂量率和含水率的测定;
- e) 年龄计算:根据参数测定结果和年龄计算公式,计算样品的年龄;
- f) 误差分析:根据参数测定结果和误差计算公式,计算样品的年龄误差;
- g) 可靠性分析:综合年龄测定结果、样品基本信息和测量技术,评估年龄结果的可靠性。

图 1 给出了流程示意。

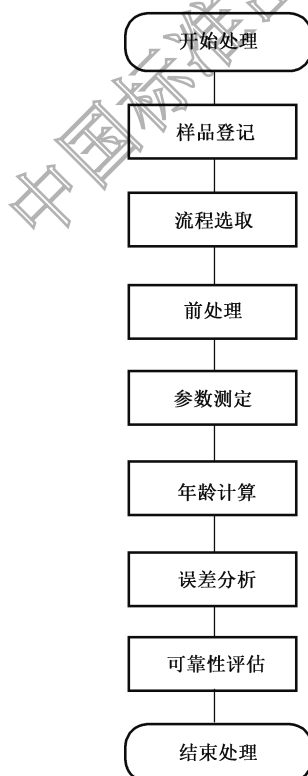


图 1 流程示意图

9.2 样品登记

样品信息应按附录 A 中表 A.1 的内容和格式登记。

9.3 流程选取

9.3.1 矿物颗粒最后一次被埋藏前释光信号完全回零的样品,根据矿物颗粒成分及粒径,前处理应选用细颗粒石英、粗颗粒石英或粗颗粒钾长石流程。

9.3.2 矿物颗粒最后一次被埋藏前释光信号不完全回零的样品,应选用粗颗粒石英或粗颗粒钾长石流程。

9.4 前处理

9.4.1 工作内容

前处理应包括下列内容:

- a) 等效剂量样品前处理;
- b) 剂量率样品前处理。

9.4.2 等效剂量样品前处理

9.4.2.1 等效剂量样品前处理应包括细颗粒石英前处理、粗颗粒石英和粗颗粒钾长石前处理。

9.4.2.2 细颗粒石英前处理应按照下列步骤进行:

- a) 在暗室环境中打开等效剂量样品,去除表面见光或者受污染部分,取新鲜样品 50 g~100 g,置于玻璃烧杯;
- b) 加入浓度为 10% 的 HCl 反应,至碳酸盐完全被去除;
- c) 加入浓度为 30% 的 H_2O_2 反应,至有机质完全被去除;
- d) 加入高纯水反复清洗溶液至中性,按照附录 B,分选出颗粒粒径介于 $4\ \mu\text{m}\sim 11\ \mu\text{m}$ 混合矿物组分,标记为 A1,置于真空干燥箱中烘干;
- e) 取 A1 样品 1 g~2 g;
- f) 加入浓度为 40% 的 H_2SiF_6 反应,至长石矿物完全被去除,回收反应后的废液;
- g) 加入浓度为 10% 的 HCl 反应至氟化物完全被去除;
- h) 加入高纯水清洗至中性,制备细颗粒石英纯度检测测片;
- i) 检测测片置于不高于 $40\ ^\circ\text{C}$ 电热鼓风干燥箱中烘干;
- j) 置于释光仪检测,如果 $IR/BLSL$ 值不大于 5%,为纯石英,制备测样 B1,结束处理,否则重复步骤 f)~j)。

图 2 给出了细颗粒石英前处理步骤。

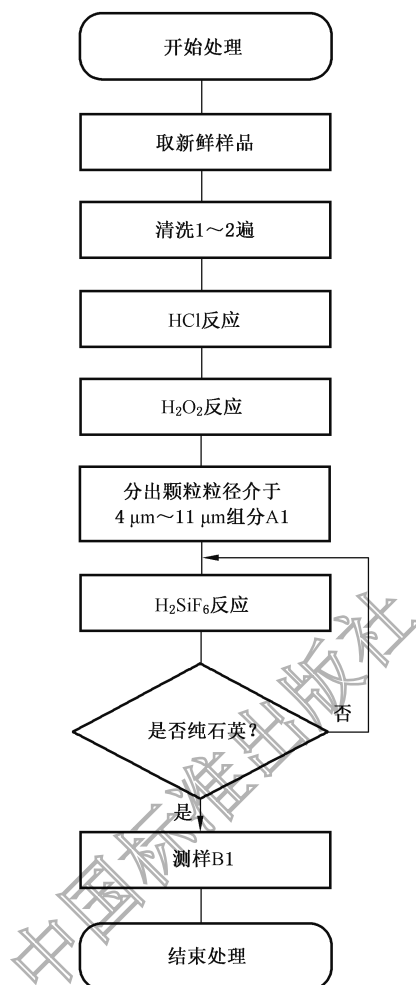


图 2 细颗粒石英前处理步骤示意图

9.4.2.3 粗颗粒石英和粗颗粒钾长石前处理应按下述步骤进行。

- 在暗室环境中打开等效剂量样品，去除表面曝光或者受污染部分，取新鲜样品 100 g~200 g。
- 用不锈钢筛子湿筛出所需粒径粗颗粒 50 g~100 g，如果一次量不够，则重复步骤 a)~b)。
- 加入浓度为 10% 的 HCl 反应至碳酸盐完全被去除。
- 加入浓度为 30% 的 H_2O_2 反应至有机质完全被去除。
- 加入纯水清洗至中性，置入真空干燥箱中不高于 40 °C 烘干，标记为 A2。
- 磁选仪磁选 A2 样品，去除磁性矿物。
- 如果不提取钾长石，浓度为 40% 的 HF 反应 40 min，清洗至中性，不高于 40 °C 烘干，制备粗颗粒石英纯度检测测片，上机释光仪检测；如果 IR/BLSL 值不大于 5%，为纯石英，制备测样 B2 备用，结束处理，否则重复步骤 g)。
- 如果提取钾长石，用比重 2.58 g/cm³ 的重液分选，小于 2.58 g/cm³ 组分，用浓度为 10% 的 HF 反应 10 min~20 min，至钾长石表面 α 剂量和杂质矿物被去除，清洗至中性，置入不高于 40 °C 电热鼓风干燥箱中烘干，制备测样 B3，结束处理；如果同时提取石英，比重不小于 2.58 g/cm³ 组分，执行 9.4.2.3g)，否则结束处理。

图 3 给出了粗颗粒石英和粗颗粒钾长石前处理步骤示意图。

9.4.3 剂量率样品前处理

应按照下列步骤进行前处理：

- a) 样品置于电热鼓风干燥箱中不高于 60 ℃ 烘干至恒重；
- b) 将烘干样品研磨至粉末状；
- c) 制备测样。

9.5 参数测定

9.5.1 内容

参数测定内容应包括等效剂量、含水率和剂量率值的测定。

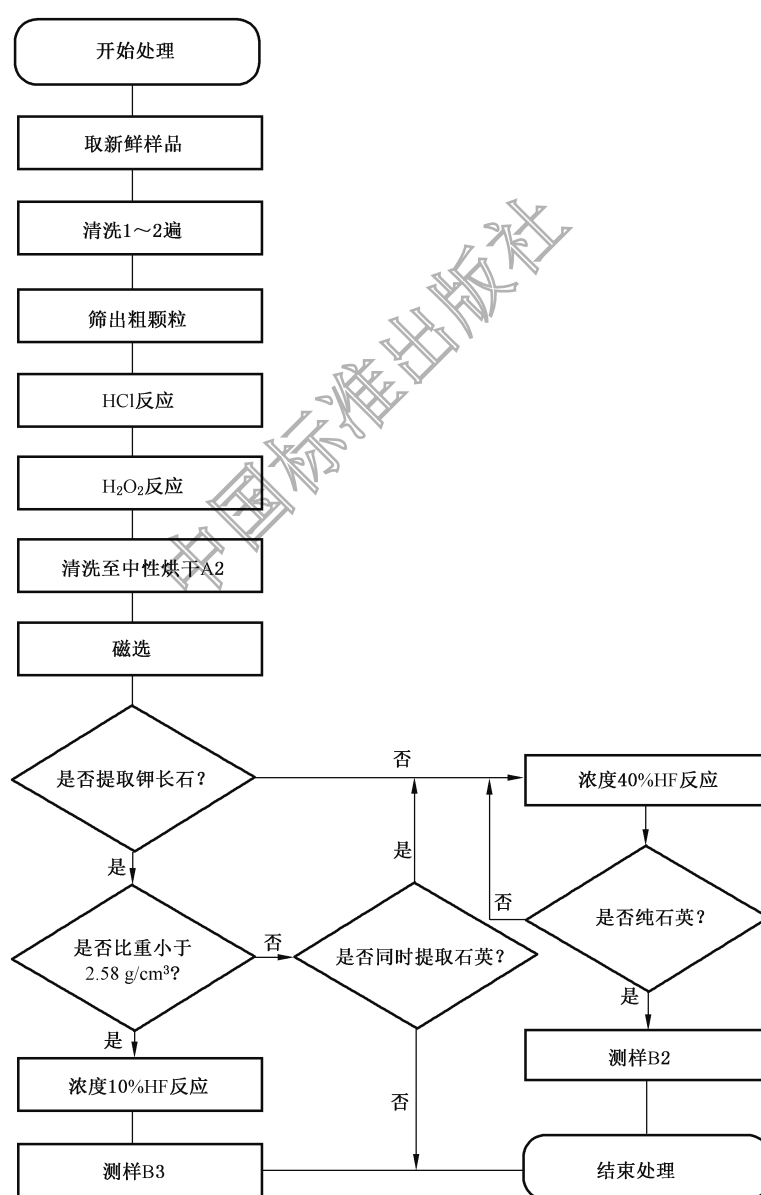


图3 粗颗粒石英和粗颗粒钾长石前处理步骤示意图

9.5.2 等效剂量

9.5.2.1 细颗粒石英等效剂量(D_e),应采用蓝光释光等效剂量(D_e)测定,对测样 B1 进行简单多测片再生剂量流程(简称 SMAR)或者单测片再生剂量流程(简称 SAR)测定;粗颗粒石英等效剂量(D_e),应采用蓝光释光等效剂量(D_e)测定,对测样 B2 进行单测片再生剂量流程(简称 SAR)测定;粗颗粒钾长石等效剂量(D_e),应采用低温后高温红外释光等效剂量(D_e)测定,对测样 B3 进行两步或者多步低温后高温红外流程(简称 pIRIR)测定。

9.5.2.2 应按照下列步骤测定等效剂量(D_e):

- 测样置于释光测量仪,分别测定天然释光信号和实验室辐照剂量释光信号(参见图 C.1);
- 以辐照剂量为横坐标,信号相对强度 Lx/Tx 为纵坐标,对测量数据进行拟合,绘制剂量响应曲线(参见图 C.2),将自然信号相对强度 Ln/Tn 内插到剂量响应曲线上,按公式(1)和公式(2) 分别计算测样的 D_e 值和误差(σ_D)值,计算结果填入表 D.1。

$$D_e = bLn(1 - (Ln/Tn)/a) - c \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

D_e ——等效剂量,单位为格瑞(Gy);

Ln/Tn ——相对天然释光信号强度;

a、b、c ——单指数拟合出的系数。

计算结果表示到小数点后 2 位。

$$\sigma_D = \sqrt{\sigma_{FC}^2 + \sigma_{FN}^2} \times D_e \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

σ_D ——等效剂量绝对误差,单位为格瑞(Gy);

σ_{FC} ——剂量响应曲线拟合的相对误差;

σ_{FN} ——自然信号(Ln/Tn)的相对误差。

计算结果表示到小数点后 2 位。

9.5.3 含水率

按照下列步骤测定含水率:

- 取新鲜样品 5 g~10 g,用电子天平称量湿重,标记为 W_a ;
- 置入电热鼓风干燥箱中烘干至恒重,称干重,标记为 W_b ;
- 按公式(3)计算样品含水率,计算结果填入表 D.1 中。

$$W = (W_a - W_b)/W_b \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

W ——含水率;

W_a ——样品湿重,单位为克(g);

W_b ——样品干重,单位为克(g)。

计算结果表示到个位。

9.5.4 剂量率

剂量率测样置入长周期放射性元素含量分析仪中进行铀(U)、钍(Th)、钾(K)测定。按公式(4)和公式(5)分别计算样品的剂量率(D_r)和误差(σ_R),计算结果填入表 D.1。

$$D_r = D_a/(1 + 1.5 \times W) + D_\beta/(1 + 1.25 \times W) + D_\gamma/(1 + 1.14 \times W) + D_c/(1 + 1.14 \times W) + D_m \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

D_r ——剂量率,单位为格瑞每千年(Gy/Ka);

D_α ——铀(U)和钍(Th)及其子体产生的 α 剂量率,单位为格瑞每千年(Gy/ka);

D_β ——铀(U)和钍(Th)及其子体、钾(K)产生的 β 剂量率,单位为格瑞每千年(Gy/ka);

D_γ ——铀(U)和钍(Th)及其子体、钾(K)产生的 γ 剂量率,单位为格瑞每千年(Gy/ka);

D_c ——宇宙射线产生的剂量率,单位为格瑞每千年(Gy/ka);

D_m ——矿物颗粒内部产生的剂量率,单位为格瑞每千年(Gy/ka)。

计算结果表示到小数点后2位。

$$\sigma_R = \sqrt{\sigma_{Fa}^2 + \sigma_{F\beta}^2 + \sigma_{F\gamma}^2 + \sigma_{Fc}^2 + \sigma_{Fw}^2} \times D_r \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

σ_R ——剂量率误差,单位为格瑞每千年(Gy/ka);

σ_{Fa} —— α 剂量率相对误差;

$\sigma_{F\beta}$ —— β 剂量率相对误差;

$\sigma_{F\gamma}$ —— γ 剂量率相对误差;

σ_{Fc} ——宇宙射线剂量率相对误差;

σ_{Fw} ——含水量相对误差。

计算结果表示到小数点后2位。

9.6 年龄计算

按公式(6)计算年龄,计算结果填入表 D.1 中。

$$A = D_e / D_r \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

A ——绝对年龄,单位为千年(ka)。

计算结果表示到小数点后2位。

9.7 误差分析

按照公式(7)计算样品年龄(A)的误差 σ_A ,计算结果填入表 D.1 中。

$$\sigma_A = \sqrt{\sigma_{FD}^2 + \sigma_{FR}^2 + \sigma_{FS}^2} \times A \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

σ_A ——年龄绝对误差,单位千年(ka);

σ_{FD} ——等效剂量传递的相对年龄误差;

σ_{FR} ——剂量率传递的相对年龄误差;

σ_{FS} ——仪器机载放射源辐照剂量传递的相对年龄误差。

计算结果表示到小数点后2位。

9.8 可靠性评估

应对年龄结果可靠性评估,至少需要满足下列条件之一才为可靠:

- 序列样品年龄符合地层叠置律;
- 与平行样品年龄差值在 2σ 范围内;
- 与区域标志地层测定年龄差值在 2σ 范围内;
- 释光方法自检,同一样品通过不同方法、不同矿物(如石英、长石)测定的释光年龄差值在 2σ 范围内,实验室宜进行自检。

10 试验报告编写

10.1 试验报告应包括以下 3 个部分：

- a) 封面；
- b) 注意事项；
- c) 正文。

10.2 封面应包括下列内容：

- a) 报告编号；
- b) 送样单位及送样人；
- c) 试验项目；
- d) 试验人员；
- e) 报告日期；
- f) 试验单位公章。

10.3 注意事项应包括下列内容：

- a) 报告使用条件；
- b) 剩余样品；
- c) 原始数据保留时间；
- d) 数据使用注意事项。

10.4 正文应包括下列内容：

- a) 年代测定的原理；
- b) 样品处理流程；
- c) 等效剂量测定和计算方法；
- d) 剂量率测定和计算方法；
- e) 年龄计算方法；
- f) 按 D.1 格式和内容给出的数据结果表；
- g) 等效剂量测定图件(见附录 C 的图 C.1、图 C.2、图 C.3 和图 C.4)，其中所有测定流程宜提供图 C.1 和图 C.2 为基本图件，粗颗粒石英和钾长石测定宜提供图 C.3 或图 C.4 为基本图件；
- h) 参考文献应包括样品处理和测定步骤中所参考的重要文献或者标准；
- i) 宜提供原始测定数据。

附 录 A
(规范性)
样品登记表

A.1 表 A.1 规定了样品登记的内容和格式。

表 A.1 样品登记表

野外编号			实验室编号	
取样点行政位置			样品沉积相	
样品岩性			包装	
采样点 地理位置	经度/(°)		海拔/m	
	纬度/(°)		埋深/m	
采样剖面照片或图件				
样品埋藏期含水量变化				
采样点构造位置和所在地貌面				
支撑样品项目来源和名称				
样品估计年龄				
送样单位 信息	单位名称			
	单位地址			
	电子邮件			
	联系人			
	联系方式			
收样人			收样日期	年 月 日
测样人				
其他说明				

A.2 表 A.1 的内容填写应符合下列要求：

- a) 野外编号：由字母＋数字＋汉字组成的样品唯一野外编号，总长不超过 10 个字符，如 BJ2023CY；
- b) 实验室编号：由实验室代码＋年份＋数字组成的唯一实验室编号，总长不超过 10 个字符，如 LED23001；
- c) 取样点行政位置：包括所在省（自治区、直辖市）、市、县（旗）、乡（镇、苏木）名称及邻近的村名；
- d) 样品沉积相：样品采集处所属岩层的沉积相，如风成沉积物、冲洪积沉积物等；
- e) 样品岩性：样品所属的岩性，如黏土、粉砂和细砂等；

- f) 包装:对样品进行包装的方式,如钢管、块状等;
- g) 采样点地理位置:样品采集处的经纬度值,单位为度($^{\circ}$),精确到小数点后 4 位,填写时同时注明坐标系;
- h) 海拔高度:样品采集处的海拔高度值,单位为米(m),精确到 1 m;
- i) 埋深:样品采集处位于地面之下的埋藏深度,单位为米(m),精确到小数点后 1 位;
- j) 采样剖面照片:填入显示剖面岩性特征及样品在剖面或探槽中的相对位置;
- k) 样品埋藏期含水量变化:填写样品埋藏期间与地下水位的关系;
- l) 采样点构造位置和所在地貌面:填写样品位于哪个断层带上或者构造带上,位于几级阶地面,附照片或图件;
- m) 支撑样品项目来源及名称:填写项目类别和课题名称;
- n) 样品估计年龄:填写野外地层或者已有研究资料推断的样品年龄,如千年、万年、十万年;
- o) 送样单位信息:填写规范性的单位名称全称、单位地址、联系人姓名和联系方式;
- p) 其他说明:表格中已有栏目没有涉及但有必要注明的其他相关信息。

中国标准出版社

附录 B

(规范性)

4 μm~11 μm 混合矿物提取方法

B.1 概述

4 μm~11 μm 混合矿物颗粒是采用静水沉淀分离方法,从酸碱反应后清洗至中性[见 9.4.2.2d)]的样品中提取出来。静水沉淀分离时的悬浮和沉淀时间是根据公式(B.1)计算得到的近似值。

$$S = 9\eta h / (2(\rho - \rho')gr^2) \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

S ——悬浮和沉淀时间,单位为秒(s);

η ——水在 20 ℃时的黏滞系数,单位为帕斯卡秒(Pa·s);

h ——烧杯中水的高度,单位为毫米(mm);

ρ ——细粒样品的密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);

ρ' ——水的密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);

g ——重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s²);

r ——样品颗粒的半径,单位为毫米(mm)。

B.2 静水沉淀分离

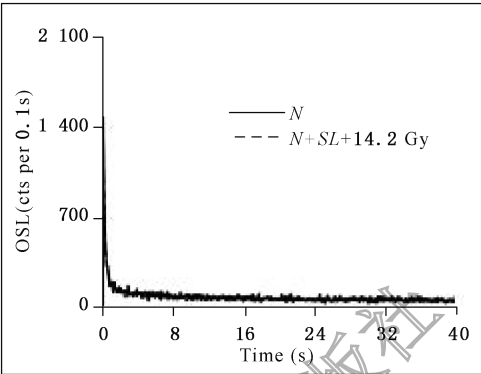
B.2.1 20 ℃的中性[见 9.4.2.2 d)]样品倒入 1 000 mL 烧杯中,加入高纯水,至烧杯的 80 mm 高度。搅拌后,将烧杯静置 16 min。这时,直径大于 11 μm 的颗粒已经沉淀到烧杯的底部,悬浮的是直径小于 11 μm 的颗粒。

B.2.2 将烧杯内的悬浮液慢慢地倒入另一个 1 000 mL 的烧杯,当倒入另一烧杯中悬浮液不够 80 mm 高度时,加高纯水至烧杯的 80 mm 高度,搅拌均匀,静置 120 min。

B.2.3 将颗粒小于 4 μm 的悬浮液倒掉,烧杯中留下的是 4 μm~11 μm 的混合矿物。当 120 min 后悬浮液呈现浑浊状态时,应重复样品中加高纯水至烧杯的 80 mm 高度,搅拌均匀,静置 120 min 后倒掉悬浮液。直至 120 min 后,悬浊液与高纯水一样清澈,达到悬浊液中无小于直径 4 μm 颗粒。

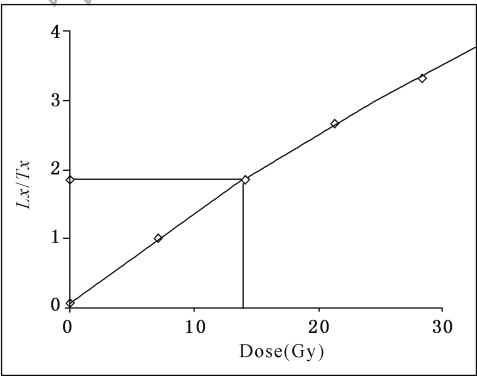
附 录 C
(资料性)
等效剂量测定图件示例

图 C.1、图 C.2、图 C.3 和图 C.4 分别给出信号衰减曲线图、剂量响应曲线图、有效测片等效剂量 (De) 分布概率密度图和有效测片等效剂量 (De) 放射图示例。等效剂量测定图件是作为测试报告中基础图件。



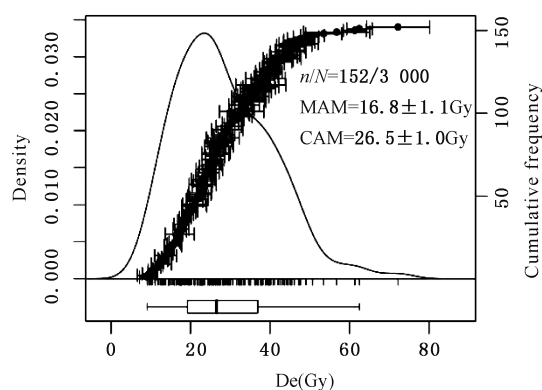
图例说明：
 N —— 自然信号衰减曲线；
 $N + SL + 14.2 \text{ Gy}$ —— 自然信号被晒退后实验室辐照 14.2 Gy 剂量的信号衰减曲线。
注：纵坐标 OSL 为单位时间内光子数；横坐标 Time 为激发时间。

图 C.1 信号衰减曲线图示例



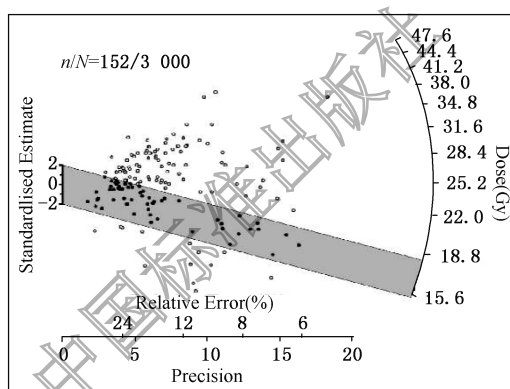
注：纵坐标 Lx/Tx 为相对信号强度；横坐标 Dose 为实验室辐照剂量。

图 C.2 剂量响应曲线图示例



注：纵坐标为相对概率密度值(左)，累积概率密度值(右)；横坐标为单个测片或者颗粒的 De 值； n 为有效测片或者颗粒数； N 为测定总测片或者颗粒数；MAM 为最小年龄模型计算 De 结果；CAM 为中心年龄模型计算 De 结果。

图 C.3 有效测片等效剂量(De)分布概率密度图示例



注：纵坐标为单个测片或者颗粒的 De 值；横坐标为单个测片或者颗粒的相对误差和精度； n 为有效测片或者颗粒数； N 为测定总测片或者颗粒数。

图 C.4 有效测片等效剂量(De)放射图示例

附录 D
(规范性)
数据结果表

表 D.1 规定了数据结果填写的内容和格式。

表 D.1 数据结果表

野外 编号	实验室 编号	埋深 cm	测定矿 物名称	粒径 μm	测定 方法	含水 量 %	U-238 (Bg/kg) 或 ppm	Ra-226 (Bg/kg) 或 ppm	Th-232 (Bg/kg) 或 ppm	K-40 (Bg/kg) 或 %	外部剂量率 Gy/ka			内部 剂量率 Gy/ka	宇宙射线 Gy/ka	总剂量率 Gy/ka	n/N	De 离 散 度 %	年龄 模型	等效 剂量 Gy	年龄 ka
											α	β	γ								
注 1：n 为接受的测片或者颗粒数，N 为测量总测片或者颗粒数。 注 2：无此项参数时填 NA。 注 3：测定参数填写的是对应误差，如年龄(10.01 ± 1.23)ka。																					

参 考 文 献

- [1] GB/T 37909—2019 古陶瓷热释光测定年代技术规范
- [2] 王旭龙,卢演涛,李晓妮.细颗粒石英光释光测年:简单多片再生法[J].地震地质,2005,27(4):383-387.
- [3] Aitken M. J. An Introduction to Optical Dating [M]. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- [4] Murray A S, Wintle A G. The single aliquot regenerative dose protocol: potential for improvements in reliability[J]. Radiation Measurements, 2003,37:377-381.
- [5] Murray A.S, Arnold L J., Buylaert J.P., Guérin G., Qin J.T., Singhvi A.K., Smedley R., and Thomsen K.J. Optically stimulated luminescence dating using quartz. 2021. Nature Reviews Methods Primers[J],1: 72.
- [6] Duller G A T, Murray A S. Luminescence dating of sediments using individual mineral grains[J]. 2000, Geologos[J],5:88-106.
- [7] Buylaert J P, Murray A S, Thomsen K J, Jain M. Testing the potential of an elevated temperature IRSL signal from K-feldspar[J]. Radiation Measurements[J], 2009, 44: 560-565.
- [8] Fu X, Li B, Li S H. Testing a multi-step post-IR IRSL dating method using polymineral fine grains from Chinese loess[J]. Quaternary Geochronology, 2012, 10: 8-15.
-