

中国地质调查局文件

中地调发〔2022〕16号

中国地质调查局关于印发《岩心数字化技术规程 第1部分：总则》等3项标准的通知

各直属单位、各部室：

《岩心数字化技术规程 第1部分：总则》（编号 DD 2022—1.1）、《岩心数字化技术规程 第2部分：表面图像数字化》（编号 DD 2022—1.2）、《岩心数字化技术规程 第3部分：光谱扫描》（编号 DD 2022—1.3）等3项标准已经2022年第3次局长办公会议审议通过，现予以印发，请遵照执行。





中国地质调查局地质调查技术标准

DD 2022—1.1

岩心数字化技术规程 第 1 部分：总则

Code of practice for core digitalization
Part 1: General

自然资源部中国地质调查局

2022 年 2 月

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	2
4.1 岩心分类及要求.....	2
4.2 岩心数字化方法分类及要求.....	2
4.3 岩心数字化工作流程.....	2
5 数字化方法选择.....	2
5.1 固体矿产类岩心.....	2
5.2 油气类岩心.....	3
5.3 海洋地质类岩心.....	3
5.4 水工环地质类岩心.....	3
5.5 地质科学研究类岩心.....	4
5.6 其他类岩心.....	4
6 准备工作.....	4
6.1 设备场地人员准备.....	4
6.2 岩心准备.....	4
7 数字化信息采集.....	4
8 数据整理与组织.....	5
9 质量检查.....	5
10 报告编写与资料提交.....	5
附录 A（规范性） 钻孔（井）概况表.....	6
附录 B（资料性） 岩心数字化技术报告提纲.....	7
参考文献.....	8

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。

本文件为《岩心数字化技术规程》的第1部分。《岩心数字化技术规程》已经发布了以下部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：表面图像数字化；

——第3部分：光谱扫描。

本文件由自然资源部中国地质调查局提出并归口。

本文件起草单位：自然资源实物地质资料中心、中国地质调查局天津地质调查中心、中国地质调查局南京地质调查中心、中国地质调查局油气资源调查中心、中国地质调查局沈阳地质调查中心、北京久泰福得科技有限公司、北京鼎泰创科科技发展有限公司、甘肃省自然资源信息中心、数岩科技股份有限公司、中国科学院地质与地球物理研究所、西藏恒昱金信科技有限公司、中国石油天然气股份有限公司、中国石油化工集团有限公司、中国海洋石油集团有限公司、山东省鲁南地质工程勘察院。

本文件主要起草人：高鹏鑫、史维鑫、李建国、王家松、刘宏、回广骥、张博、张弘、高卿楠、郭东旭、张启燕、孙华峰、李秋玲、修连存、张聪、刘晓、葛天助、李达为、苑丽华、移天煜、颜贵琴、封永泰、张颖、何大伟、郭彬、张安振、吴国强、董虎、杨继进、周晶、安茂国、安仰生。

本文件由自然资源部中国地质调查局负责解释。

引 言

岩心是了解地下地质信息的基础资料，通过岩心数字化技术，可以无损（或微损）、连续、快速、高密度地获取岩心表面及内部各类信息，如图像、矿物、元素、结构、构造、物性等，实现岩心的数字化保存与高效利用，为地质调查、矿产资源勘查、生态环境评价、地质科学研究和防灾减灾等提供技术服务和数据支撑。《岩心数字化技术规程》是指导岩心保管单位和项目承担单位开展岩心数字化工作的基础性和通用性标准规范。鉴于各类岩心数字化技术的工作原理、方法和要求不同，《岩心数字化技术规程》拟由7部分组成。

- 第1部分：总则。确立开展岩心数字化工作需遵循的总体原则和基本要求。
- 第2部分：表面图像数字化。为采集岩心表面图像信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第3部分：光谱扫描。为采集岩心光谱反射率及矿物信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第4部分：X射线荧光元素测试。为采集岩心元素信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第5部分：多尺度CT扫描。为采集岩心内部孔隙、裂隙等结构信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第6部分：微区扫描电镜成像。为采集岩心微观区域矿物、元素、结构等信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第7部分：物性参数测量。为采集岩心电阻率、磁化率等物性参数信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。

岩心数字化技术规程

第1部分：总则

1 范围

本文件规定了岩心数字化分类及方法选择、准备工作、数字化信息采集、数据处理与解译、数据整理与组织、质量检查、报告编写与资料提交等。

本文件适用于对固体矿产、油气、海洋地质、水工环地质、地质科学研究及其他类型地质工作中钻取的岩心开展数字化工作。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

岩心 core

岩心钻头钻出的圆柱形岩矿样品。

[来源：GB 9151—88，13.1.1]

3.2

岩心数字化 core digitalization

在不改变或仅轻微改变岩心现状的前提下，借助仪器设备，利用声、光、电、磁、波等检测技术和分析手段对岩心进行连续的扫描、测试或测量等，以获取其表面及内部各类图像、矿物、结构、构造、物性等信息的方法。

3.3

岩心表面图像数字化 core surface image digitalization

利用数码拍摄设备或台式图像扫描设备，采集岩心表面图像信息的方法。

3.4

岩心光谱扫描 core spectral scanning

利用机械传动装置和光谱仪连续采集岩心表面的光谱数据，并对获取的数据进行深度校正、无效数据剔除、光谱数据解译等处理，形成与岩心深度位置对应的光谱和矿物信息的方法。

3.5

岩心X射线荧光元素测试 core digitalization for X-ray fluorescence element

利用X射线荧光分析仪，按照一定距离间隔连续采集岩心表面的化学元素类型与含量信息的方法。

3.6

岩心多尺度CT扫描 core multi-scale CT scanning

利用X射线源CT设备对岩心进行扫描，并对获取的投影数据进行处理分析，获得以层面信息为基础的岩心内部影像，建立岩心内部三维结构的方法。

3.7

岩心微区扫描电镜成像 core digitalization for micro-region scanning electron microscope imaging

结合背散射、二次电子束、聚焦离子束、能谱等手段，利用扫描电子显微镜对岩心有代表性的微观区域进行高分辨率成像，通过解译获取岩心微观矿物、元素、结构等信息的方法。

3.8

岩心物性参数测量 core digitalization for physical parameters

利用物性测量设备，测量岩心的阻抗性质、容抗性质、磁性强度等物理性质，获取岩心的电阻率、极化率、磁化率、密度等信息的方法。

4 基本要求

4.1 岩心分类及要求

4.1.1 岩心按照地质工作类型，分为固体矿产类、油气类、海洋地质类、水工环地质类、地质科学研究类及其他类岩心。

4.1.2 开展岩心数字化工作之前，应在野外现场做好岩心保管工作。在移交入库的过程中，应对岩心进行必要的包装防护，对易风化、破损岩心采取必要的加固措施，防止岩心的成分、结构等性状及排列顺序发生不可逆的改变。

4.1.3 应选择能够反映所在工作区内的地层、岩石、古生物、构造、矿产以及其他各种地质体特征的代表性、典型性的岩心开展数字化工作。

4.2 岩心数字化方法分类及要求

4.2.1 岩心数字化按照不同的信息采集方法，分为表面图像数字化、光谱扫描、X射线荧光元素测试、多尺度CT扫描、微区扫描电镜成像和物性参数测量等。

4.2.2 应根据不同类型岩心的信息采集目的，合理选择岩心数字化方法。

4.2.3 岩心数字化的工作量安排及数据采集的测试点间隔、测试时间等指标的设定，应满足支撑后续的地质调查、勘查及科学研究等的需要。

4.2.4 一般以钻孔（井）为单元进行数字化，一个钻孔（井）为一个数字化批次。

4.3 岩心数字化工作流程

岩心数字化的工作流程包括准备工作、数字化信息采集、数据处理与解译、数据整理与组织、质量检查、报告编写与资料提交等。

4.4 数据共享服务

应对各类岩心数字化数据进行统一整理与组织，建立数据集，及时提供服务。

5 数字化方法选择

5.1 固体矿产类岩心

- 5.1.1 固体矿产类岩心包括各类金属、非金属矿产调查、勘查、开发等工作中钻取的岩心。
- 5.1.2 全孔岩心应开展表面图像数字化；重点钻孔、重要层位和关键段岩心应同时开展光谱扫描、X 射线荧光元素测试，宜同时开展电阻率、极化率、磁化率等物性参数测量。
- 5.1.3 重点钻孔岩心包括但不限于：
- a) 重要矿种的超大型、大型矿床能够反映矿床地质特征的主勘查线上代表性钻孔岩心；
 - b) 新成因类型、新矿种、典型矿床等具有特殊意义的矿床主勘查线上代表性钻孔岩心；
 - c) 矿区勘查工作钻取的深孔（孔深 ≥ 2000 m）岩心。
- 5.1.4 重要层位和关键段岩心包括但不限于矿化带、蚀变带、矿体顶底板和其他与成矿有关的岩心。
- 5.2 油气类岩心
- 5.2.1 油气类岩心包括石油、天然气等常规和页岩油、页岩气、天然气水合物、致密油气等非常规油气资源调查、勘查、开发等工作中钻取的岩心。
- 5.2.2 全井岩心应开展表面图像数字化、光谱扫描、X 射线荧光元素测试工作；重点钻井、重要层位和关键段岩心应同时开展多尺度 CT 扫描，宜同时开展电阻率、磁化率等物性参数测量和微区扫描电镜成像；易风化、破损的油气储层岩心，应在岩心损坏之前开展多尺度 CT 扫描和微区扫描电镜成像。
- 5.2.3 重点钻井岩心包括但不限于调查井、区域探井、参数井和各类海洋油气钻井岩心；重要层位和关键段岩心包括但不限于油气储层岩心、盖层岩心和生烃层岩心。
- 5.3 海洋地质类岩心
- 5.3.1 海洋地质类岩心包括海洋区域地质调查、海岸带地质调查及深海、远洋地质调查等工作中钻取的海底沉积物柱状样和岩心。
- 5.3.2 海底沉积物柱状样在剖分套管送检测试分析样品时，应对剖分的海底沉积物柱状样开展表面图像数字化，宜同时开展 X 射线荧光元素测试和电阻率及磁化率等物性参数测量；全孔岩心应适时开展表面图像扫描、X 射线荧光元素测试，宜同时开展电阻率、磁化率等物性参数测量；重点柱状样和重点钻孔、重要层位和关键段岩心等，可根据需要开展光谱扫描、多尺度 CT 扫描等。
- 5.3.3 重点柱状样、重点钻孔岩心包括但不限于：
- a) 海洋区域地质调查工作钻取的沉积物柱状样和钻孔岩心；
 - b) 海岸带地质调查工作钻取的沉积物柱状样和钻孔岩心；
 - c) 海洋矿产资源调查工作钻取的沉积物柱状样和钻孔岩心；
 - d) 远洋、深海地质调查工作钻取的沉积物柱状样和钻孔岩心。
- 5.3.4 重要层位和关键段岩心包括但不限于资源能源富集层位、重要地质环境事件发生层位的柱状样或岩心。
- 5.4 水工环地质类岩心
- 5.4.1 水工环地质类岩心包括水文地质、工程地质、环境地质和灾害地质等工作中钻取的岩心。
- 5.4.2 全孔岩心应开展表面图像数字化工作；重大工程的工程地质勘查钻取的深孔、特殊孔岩心，宜同时开展光谱扫描、X 射线荧光元素测试，根据需要选择代表性岩性段开展多尺度 CT 扫描等；其他重点钻孔、重要层位和关键段岩心等可根据需要开展光谱扫描和 X 射线荧光元素测试等工作。
- 5.4.3 重点钻孔岩心包括但不限于：
- a) 大型地下水源地水文地质勘查代表性钻孔岩心；
 - b) 反映重大地质环境演化及环境事件，具有重要对比意义的钻孔岩心；
 - c) 有代表性的地面沉降勘查基岩标、分层标钻孔岩心；
 - d) 重要干热岩、地热资源勘查代表性和深孔岩心。

5.4.4 重要层位和关键段岩心包括但不限于主要构造带、持力层、含水带、地热资源赋存层位、重大环境事件赋存层位岩心。

5.5 地质科学研究类岩心

5.5.1 地质科学研究类岩心包括科学钻探、极地考察、天体地质、深部地质等工作中钻取的岩心。

5.5.2 全部岩心应开展表面图像数字化、光谱扫描、X射线荧光元素测试和电阻率、磁化率等物性参数测量工作；重要层位和关键段岩心等宜同时开展多尺度CT扫描等。

5.5.3 重要层位和关键段岩心包括但不限于标志层位、接触界线、资源富集段等用于科学研究的关键层位的岩心。

5.6 其他类岩心

5.6.1 其他类岩心包括区域地质调查、自然资源调查等其它类型地质工作钻取的岩心。

5.6.2 可根据岩心数字化保存、科学研究或社会化服务等需要，开展表面图像数字化、光谱扫描、X射线荧光元素测试等工作。

6 准备工作

6.1 设备场地人员准备

6.1.1 岩心数字化设备以大型台式岩心扫描仪为宜，暂不具备条件的，可选择便携式岩心数字化设备，所选设备均应通过检定或校准。

6.1.2 岩心数字化场地应清洁、平整、开阔，无腐蚀性气体，远离粉尘、噪音等干扰；场地的光线、温湿度等条件应满足所选数字化设备正常使用的相关要求。

6.1.3 岩心数字化技术人员应经过专业培训，能熟练操作仪器设备且掌握地质专业知识；人员着装应符合安全生产要求且不能对岩心数字化设备造成干扰。

6.2 岩心准备

6.2.1 按照钻孔深度由浅到深的顺序依次将岩心箱摆放整齐，使岩心中轴线基本为一条直线，将岩心有标识的一面转动至朝下，将岩心牌做好标记放置于岩心箱侧面，数字化工作完成后再放置回原来的位置。

6.2.2 如遇岩心高度不一致，应将高度明显偏低的岩心垫高至与其他岩心同一个水平高度，减少因高低不平对数据质量的影响。

6.2.3 岩心表面有尘土、泥浆及杂物等覆盖时，不同性状的岩心应采取不同的清洁方式：

- a) 一般岩心宜用清水洗去岩心表面尘土，以不破坏岩心原生状态为宜。清洗时注意轻拿轻放，不得破坏岩心表面的标识、标签，清洗后自然晾干；
- b) 破碎岩心、含水溶性矿物及泥质成分的岩心，应使用软毛刷或气泵吹除表面尘土，并用干布将岩心表面擦拭干净；
- c) 含油岩心以及油基钻井液取心和密闭取心的岩心应使用非金属材质的刮刀或棉纱进行清洁；
- d) 表面污损较严重，无法清洁干净的岩心，应进行劈切，对新鲜面进行数字化。

6.2.4 如遇岩心箱内岩心缺失，应用与岩心缺失长度相等的长木条或泡沫条置于岩心缺失处，并在木条或泡沫条表面标注缺失的具体深度信息。

7 数字化信息采集

- 7.1 岩心数字化信息采集前，应填写待扫描钻孔（井）的基本信息，具体见附录 A。
- 7.2 岩心数字化信息采集过程中，应实时监控数据获取情况，发现异常应立即处理，排除异常后方可继续，岩心数字化信息采集的具体操作方法见《岩心数字化技术规程》其他各部分。
- 7.3 岩心数字化信息采集后，应及时对岩心及各类岩心标签归位后妥善保管。
- 7.4 岩心数字化信息采集后，应开展数据处理工作，包括但不限于图像纠斜、图像裁剪拼接、无效数据剔除等，根据需要开展数据解译工作，具体方法见《岩心数字化技术规程》其他各部分。
- 7.5 岩心数字化信息采集后，应将数据统一转换为符合要求的格式，具体要求见《岩心数字化技术规程》其他各部分。

8 数据整理与组织

- 8.1 建立三级文件夹对岩心数字化数据进行整理与组织，岩心数字化数据应分门别类地存储在对应的文件夹内。
- 8.2 一级文件夹命名为“项目编码_数据类型英文简称”，二级文件夹命名为“钻孔（井）号_数据类型英文简称”。
- 8.3 三级文件夹按照处理程度的不同，分为原始数据文件夹、处理数据文件夹和解译数据文件夹；其中，原始数据文件夹命名为“钻孔（井）号_L0_数据类型英文简称”，处理数据文件夹命名为“钻孔（井）号_L1_数据类型英文简称”，解译数据文件夹命名为“钻孔（井）号_L2_数据类型英文简称”。
- 8.4 表面图像数据英文简称为“IMG”，光谱矿物数据英文简称为“SPE”，X 射线荧光元素数据英文简称为“XRF”，多尺度 CT 结构数据英文简称为“MCT”，微区扫描电镜成像数据英文简称为“SEM”，物性参数数据英文简称为“PHY”。
- 8.5 岩心数字化形成的所有数据和记录表应开展不少于 3 种介质的备份，如光盘、移动硬盘和服务器备份。

9 质量检查

- 9.1 所有数据应进行 100%自检、100%互检和不低于 10%抽检，各类岩心数字化方法可根据需要提高抽检比例。
- 9.2 主要检查数据的完整性、规范性和准确性等，检查内容如下：
 - a) 完整性是指必填项数据是否齐全，每一项数据是否完好，有无数据丢失、数据坏点等；
 - b) 规范性是指所有数据的格式、命名和组织是否规范；
 - c) 准确性是指所有数据是否反应岩心的真实情况。
- 9.3 准确记录发现的质量问题，及时分析并消除产生质量问题的原因，必要时重新开展岩心数字化工作。

10 报告编写与资料提交

- 10.1 岩心数字化工作完成后，应编写岩心数字化技术报告，报告编写提纲见附录 B，各类岩心数字化方法可根据需要进行调整。
- 10.2 应将岩心数字化数据、各种记录表格和岩心数字化报告一并提交，具体如下：
 - a) 岩心数字化技术报告（纸质和电子版）；
 - b) 包含数字化原始数据、处理数据和解译数据的数据集及元数据；
 - c) 包含数字化过程记录、质量检查记录的各类记录表（纸质和电子版）。

附录 A
(规范性)
钻孔(井)概况表

钻孔（井）概况表见表A.1。

表 A.1 钻孔（井）概况表

档案号			
项目名称			
项目编码			
钻孔（井）号			
钻孔（井）位置		经度：	纬度：高程：
倾角		方位角	
开孔日期	年 月 日	终孔日期	年 月 日
实际孔深 m			
岩心总长度 m			
岩心孔径 mm			
岩心盒（箱）规格			
岩心盒（箱）材质			
钻孔（井）保存单位	单位名称		
	存放地点		
钻孔（井）岩心保管情况		<input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 较好 <input type="checkbox"/> 轻度破损 <input type="checkbox"/> 严重破损	
联系方式	联系人		
	联系电话		

记录员：

记录日期：

附 录 B
(资料性)
岩心数字化技术报告提纲

B.1 第一章 前言

简述岩心数字化工作基本情况（包括承担单位、工作时间、技术人员等情况），开展岩心数字化工作的目的和任务。

B.2 第二章 工作区及钻孔（井）概况

B.2.1 第一节 工作区情况

钻孔（井）所属工作区的范围及自然地理情况，工作区的地层、岩浆岩、构造、矿产等发育情况。

B.2.2 第二节 钻孔（井）基本情况

钻孔（井）的名称、孔深、岩心长等基本情况。

B.3 第三章 工作方法

简述岩心数字化方法选择、仪器设备型号及主要技术指标、质量控制等。

B.4 第四章 工作总结

B.4.1 第一节 任务完成情况

简述岩心数字化信息采集、数据处理、数据解译等各项工作任务完成情况。

B.4.2 第二节 认识及建议

简述岩心数字化工作获得的认识及对下一步工作的建议等。

B.5 第五章 成果提交

提交的岩心数字化数据、记录表格、报告等成果情况。

参 考 文 献

- [1] GB 9151—88 钻探工程名词术语
 - [2] DZ/T 0385—2021 实物地质资料筛选技术要求
 - [3] DD 2010—05 实物地质资料馆藏管理技术要求
-



中国地质调查局地质调查技术标准

DD 2022—1.2

岩心数字化技术规程 第2部分：表面图像数字化

Code of practice for core digitalization
Part 2: Surface image digitalization

自然资源部中国地质调查局

2022年2月

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	1
5 准备工作.....	2
5.1 设备准备.....	2
5.2 场地准备.....	2
5.3 人员准备.....	2
5.4 岩心准备.....	2
6 图像采集.....	2
6.1 图像拍摄.....	2
6.2 图像扫描.....	3
7 图像处理.....	4
7.1 拍摄图像处理.....	4
7.2 扫描图像处理.....	4
8 数据整理与组织.....	5
8.1 岩心图像数据.....	5
8.2 岩心图像数字化记录表.....	5
9 质量检查.....	5
9.1 总体要求.....	5
9.2 完整性检查.....	5
9.3 规范性检查.....	5
9.4 准确性检查.....	5
10 报告编写与资料提交.....	6
10.1 报告编写.....	6
10.2 资料提交.....	6
附录 A（规范性） 岩心图像拍摄记录表.....	7
附录 B（规范性） 岩心图像扫描记录表.....	8
附录 C（规范性） 质量检查记录表.....	10
参考文献.....	11

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。

本文件为《岩心数字化技术规程》的第2部分。《岩心数字化技术规程》已经发布了以下部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：表面图像数字化；

——第3部分：光谱扫描。

本文件由自然资源部中国地质调查局提出并归口。

本文件起草单位：自然资源实物地质资料中心、中国地质调查局天津地质调查中心、安徽省地质资料馆、甘肃省自然资源信息中心、河北省自然资源档案馆、江苏省地质资料馆、中国石油化工股份有限公司华北油气分公司、广东省国土资源档案馆、黑龙江省地质资料档案馆、辽宁省自然资源事务服务中心、四川大学电子信息学院。

本文件主要起草人：史维鑫、高鹏鑫、刘宏、李建国、回广骥、王家松、高卿楠、王瑞红、郭东旭、米胜信、张弘、张广成、刘晓、李秋玲、张启燕、孙华峰、葛天助、李达为、何小海、苏循新、石少坚、郇晓光、孟柯柯、李丹秋、移天煜、颀贵琴、陈杰、王浩、王朝东、姜志超、李东风、葛家昆。

本文件由自然资源部中国地质调查局负责解释。

引 言

岩心是了解地下地质信息的基础资料，通过岩心数字化技术，可以无损（或微损）、连续、快速、高密度地获取岩心表面及内部的各类信息，如图像、矿物、元素、结构、构造、物性等，实现实体岩心的数字化保存与高效利用，为地质调查、矿产资源勘查、生态环境评价、地质科学研究和防灾减灾等提供技术服务和数据支撑。《岩心数字化技术规程》是指导岩心保管单位和项目承担单位开展岩心数字化工作的基础性和通用性标准规范。鉴于各类岩心数字化技术的工作原理、方法和要求不同，《岩心数字化技术规程》拟由7部分组成。

- 第1部分：总则。确立开展岩心数字化工作需遵循的总体原则和基本要求。
- 第2部分：表面图像数字化。为采集岩心表面图像信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第3部分：光谱扫描。为采集岩心光谱反射率及矿物信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第4部分：X射线荧光元素测试。为采集岩心元素信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第5部分：多尺度CT扫描。为采集岩心内部孔隙、裂隙等结构信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第6部分：微区扫描电镜成像。为采集岩心微观区域矿物、元素、结构等信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第7部分：物性参数测量。为采集岩心电阻率、磁化率等物性参数信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。

岩心图像反映岩心的基础地质信息，部分岩心在长期保管后，由于风化、淋滤等原因，其表面颜色、纹理、矿物组分、含油特征等都发生了显著变化，很难反映其原始面貌。及时、规范地开展岩心表面图像数字化工作，可以获取岩心第一手的表面图像信息并建立数据库，基于网络在线服务，还可以协助利用人员远程查询、借阅岩心，促进全国岩心数字化资源的共享利用。

岩心数字化技术规程

第2部分：表面图像数字化

1 范围

本文件规定了岩心表面图像数字化的准备工作、图像采集、图像处理、数据整理与组织、质量检查、报告编写与资料提交等的基本要求和操作方法。

本文件适用于岩心表面图像的拍摄或扫描等数字化工作。

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。

DD 2022—1.1 岩心数字化技术规程 第1部分：总则

3 术语和定义

总则界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

岩心图像拍摄 core image photography

利用数码相机或手机，拍摄单盒（箱）岩心上表面图像信息的工作过程。

3.2

岩心图像扫描 core true color image scanning

利用台式岩心图像扫描仪，连续采集岩心表面图像信息的工作过程。

3.3

岩心平动图像扫描 core translational true color image scanning

利用台式岩心图像扫描仪，连续采集单盒（箱）岩心上表面图像信息的工作过程。

3.4

岩心滚动图像扫描 core rolling true color image scanning

利用台式岩心图像扫描仪，连续采集单根圆柱状岩心全部侧表面图像信息的工作过程。

3.5

白平衡 white balance

通过调整电子影像彩色通道增益或通过影像处理，使得具有相对光谱能量分布的影像辐射与被摄对象的光源被补偿为视觉上无彩色时被摄对象的辐射相一致。

[来源：GB/T 29298—2012，3.10]

4 基本要求

- 4.1 岩心表面图像数字化包括岩心图像拍摄和图像扫描两种类型。
- 4.2 在野外钻探现场钻取的岩心，应在其清洁整理后、取样前，及时开展图像拍摄工作。
- 4.3 经筛选汇交保管到馆藏机构的岩心，应在野外钻探现场图像拍摄的基础之上，及时开展图像扫描工作。
- 4.4 采用套管封装的海底沉积物柱状样，在剖分套管送检测试分析样品时，应在剖分后、取样前开展图像拍摄或扫描工作。
- 4.5 图像应接近岩心的肉眼观察效果，明暗度和色彩不失真。
- 4.6 图像应清晰，能够清晰地观察到主要造岩矿物、结构构造、矿化蚀变等地质特征。数码相机或手机的图像采集分辨率不低于 100 PPI；图像扫描仪的图像采集分辨率不低于 300 DPI，清晰度不小于 24 位真彩色。

5 准备工作

5.1 设备准备

- 5.1.1 图像拍摄或扫描前，须检查拍摄或扫描设备，确认设备性能无异常后方可开展工作。
- 5.1.2 设备准备完成后，应先开展实验性图像拍摄或扫描，并对样片进行观察和评价，以确认其是否满足要求。如果样片色彩失真，需要拍摄或扫描标准白板，获取标准白板图像后，使用设备自带的白平衡设置软件对设备进行白平衡测试和色度校准。

5.2 场地准备

- 5.2.1 图像拍摄的场地应平整、光线充足且无阳光直射；如需补充光源，应使用日光类型的灯具。
- 5.2.2 图像扫描的场地温度应控制在 10℃~30℃之间，相对湿度控制在 30%~70%之间，不得将设备置于振动、潮湿和阳光直射的环境。采用白光光源扫描的，场地内光源充足、光线柔和，岩心表面的光照度不低于 750 lx；采用荧光光源扫描的，应使用遮光罩等营造暗室环境，确保不受其它光源的干扰。

5.3 人员准备

- 5.3.1 工作人员应经过设备操作使用、质量控制等方面的培训。
- 5.3.2 工作人员应具有不少于 40 h 的熟练操作人员陪同和指导下的操作经验。

5.4 岩心准备

岩心图像拍摄或扫描前，应按照 DD 2022—1.1 中 6.2 的要求，对岩心进行整理和清洁等工作，确保岩心在图像采集前茬口对接紧密、顺序正确、表面清洁且中轴线基本位于一条直线上。

6 图像采集

6.1 图像拍摄

- 6.1.1 将岩心按照深度由浅到深的顺序依次摆放，确保岩心箱水平放置，岩心箱左上角为起始深度，右下角为终止深度。
- 6.1.2 将岩心牌及回次标识平放于每回次底部，便于后期查看信息。
- 6.1.3 将比例尺放置于岩心箱右下角，宜同时放置标准色卡。
- 6.1.4 按照拍摄设备使用说明书，做好拍摄模式设定、拍摄角度调整与镜头对焦等工作。

- 6.1.5 调整视域，确保岩心图像在整个视域内的占比达到 90%以上。
- 6.1.6 宜使用台架将拍摄设备固定在岩心正上方，确保摄像头的光学轴垂直于岩心表面；宜使用远程控制按钮启动拍摄程序，避免人为抖动对图像采集质量的影响。
- 6.1.7 完成一盒（箱）岩心图像拍摄后，应通过图像放大等操作，查看图像及回次标识拍摄效果，效果达不到 4.4 和 4.5 要求的，或回次标识不清晰的，须重新拍摄。
- 6.1.8 图像拍摄过程中，应同步填写《岩心图像拍摄记录表》（见附录 A）。

6.2 图像扫描

6.2.1 设备预热

图像扫描前，一般需对扫描仪进行预热，待设备性能和光源稳定后开始扫描工作。

6.2.2 光源和扫描方式选择

根据岩心类型和研究目的，合理选择图像扫描的光源（包括白光和荧光）和扫描方式（包括平动图像扫描和滚动图像扫描）。白光光源适用于所有岩心，荧光光源适用于含有机质的岩心；平动图像扫描适用于所有岩心，滚动图像扫描适用于重要岩心段的圆柱状岩心。

6.2.3 设备参数设置

- 6.2.3.1 丈量岩心箱尺寸，将岩心箱的长度、宽度及隔槽数等数据录入设备的扫描软件，不能超出扫描仪的最大范围。
- 6.2.3.2 设定对比度、亮度和分辨率，其中，对比度和亮度建议使用设备默认值，分辨率不应低于 300 DPI，重点钻孔、重要层位和关键段岩心的分辨率可适当增加至 400 DPI~800 DPI。重点钻孔、重要层位和关键段岩心的选取应符合 DD 2022—1.1 第 5 章的要求。

6.2.4 光源调节

根据光线条件和岩心颜色的深浅，调节镜头的光圈大小、灯架高度或灯光亮度，查看试采集的岩心图像效果，使采集的图像尽可能接近岩心的肉眼观察状态，具体如下：

- a) 对于反射率低的深色岩心，如炭质泥岩、基性或超基性岩浆岩等，应适当加大光圈或降低灯架高度或增大灯光亮度，增强采集图像的亮度，防止因图像过暗而无法辨识矿物。
- b) 对于反射率高的浅色岩心，如砂岩、灰岩、高岭土、云母片岩等，应适当减小光圈或提高灯架高度或降低灯光亮度，防止图片因曝光过度而失真。
- c) 对于由明暗相间的矿物组成的岩心，以颜色最浅的矿物不曝光过度为准，调整光圈大小、灯架的高度或灯光亮度；同时也考虑浅色矿物的含量，如果浅色矿物仅为偶然出现，可不予考虑。

6.2.5 平动图像扫描

采用平动图像扫描方式的，按照以下工作流程开展：

- a) 调整扫描仪的灯架，使灯架与镜头行进方向垂直。
- b) 将岩心盒放置到扫描平台上，使岩心盒与镜头的行进方向平行。
- c) 利用扫描升降控制按钮和定焦尺调整扫描镜头位置，须确保扫描镜头对焦岩心表面，如果岩心表面不平整，以其平均高度为准。
- d) 启动扫描程序，扫描过程中应注意所采集图像是否达到本文件 4.4、4.5 之要求，否则要重新设置或采集。

e) 图像扫描过程中, 应同步填写《岩心图像扫描记录表》(见附录 B)。

6.2.6 滚动图像扫描

采用滚动图像扫描方式的, 按照以下工作流程开展:

- a) 调整扫描仪的灯架, 使灯架与镜头行进方向平行。
- b) 将岩心平放在扫描仪的两个胶辊上, 调整胶辊的宽度以适合岩心围绕中轴线匀速旋转。
- c) 利用扫描升降控制按钮和定焦尺调整扫描镜头位置, 须确保扫描镜头对焦岩心表面。
- d) 启动扫描程序, 输入扫描长度等信息, 开始滚动扫描; 如单根岩心较长, 需逐段多次扫描以确保采集图像完整, 且每次扫描应与上一次扫描有不低于 5% 的重复度。
- e) 扫描过程中应注意所采集图像是否达到本文件 4.4、4.5 之要求, 否则要重新设置或采集。
- f) 图像扫描过程中, 应同步填写《岩心图像扫描记录表》(见附录 B)。

7 图像处理

7.1 拍摄图像处理

7.1.1 完成一个钻孔(井)的图像拍摄后, 应对图像进行纠斜和亮度、对比度、饱和度的调整, 使图像尽可能接近肉眼观察状态。

7.1.2 对获取的单盒(箱)岩心图像沿岩心盒(箱)外边缘线对图像进行裁剪, 去除多余部分。

7.1.3 处理后的图像文件以“钻孔(井)号_盒(箱)号”命名。

示例: ZK001 钻孔第 1 盒(箱)岩心图像, 命名为“ZK001_001”。

7.1.4 图像处理过程中, 应同步填写《岩心图像拍摄记录表》(见附录 A)。

7.2 扫描图像处理

7.2.1 完成一个钻孔(井)的图像扫描后, 应对图像进行纠斜和亮度、对比度、饱和度的调整, 使图像尽可能接近肉眼观察状态。

7.2.2 平动图像扫描后, 获取单盒(箱)岩心图像, 需将单盒(箱)岩心图像按回(筒)次进行裁剪, 生成单根岩心图像; 滚动图像扫描后, 获取单根岩心图像, 如单根岩心较长需逐段多次扫描时, 扫描后应使用图像拼接软件对获取的多段原始岩心图片进行拼接, 拼接时须结合岩心表面的纹理、矿物分布等特征进行人工微调, 确保拼接后单根岩心图像无明显拼接痕迹。

7.2.3 平动扫描裁剪后的单根岩心图像文件以“HC+回次号”命名。当一个回次的岩心占用两个及两个以上岩心盒(箱)的隔槽时, 裁剪后一个回次的岩心图片由多张组成, 利用加后缀名的方法加以区分。

示例: 第 5 回次第 1 张岩心图像, 命名为“HC5_1”。

7.2.4 滚动扫描拼接后的单根岩心图像文件以“盒(箱)号_隔槽号_块号”组成。

示例: 第 4 盒(箱)第 2 隔槽第 3 根岩心图像, 命名为“4_2_3”。

7.2.5 图像裁剪或拼接后, 应重新计算每个岩心图像的起止深度, 计算公式为:

$$H = H_1 + L/S \quad (1)$$

式中:

H —图像起(或止)点的实际深度值, 单位为米(m);

H_1 —图像起(或止)点所在回次的起始深度值, 单位为米(m);

L —图像起(或止)点距离本回次起始位置的长度, 单位为米(m);

S —图像起(或止)点所在回次的采取率。

7.2.6 图像处理过程中，应同步填写《岩心图像扫描记录表》（见附录 B）。

8 数据整理与组织

8.1 岩心图像数据

8.1.1 图像文件应建立三级文件夹整理。包括：项目所有钻孔（井）的岩心图像、单个钻孔（井）的岩心图像、单个钻孔（井）的岩心原始图像（L0）或裁剪、拼接等处理后的岩心图像（L1）。

8.1.2 一级文件夹保存项目所有钻孔（井）的岩心图像，文件夹以“项目编码_IMG”。

示例：DD2020009 项目的岩心图像，命名为“DD2020009_IMG”。

8.1.3 二级文件夹保存所拍摄或扫描钻孔（井）的所有岩心图像，命名规则为“钻孔（井）号_IMG”。

示例：钻孔 ZK01 的图像，命名为“ZK01_IMG”。

8.1.4 三级文件夹分为原始岩心图像（L0）文件夹和处理后岩心图像（L1）文件夹，分别保存仪器获取的原始岩心图像和裁剪、拼接后形成的岩心图像，命名规则分别为“钻孔（井）号_L0_IMG”和“钻孔（井）号_L1_IMG”。

示例：ZK01 的原始岩心图像，命名为“ZK01_L0_IMG”。

8.1.5 图像文件存储在相应的文件夹内，存储格式应为 JPG 或者 TIFF。

8.2 岩心图像数字化记录表

8.2.1 应检查所有岩心图像拍摄或扫描记录表，核对记录深度、回次信息、岩心长度等是否有误、是否有缺失或重复记录等。

8.2.2 以钻孔（井）为单位，按照记录深度由浅到深的顺序将纸介质版岩心图像拍摄或扫描记录表统一整理、装订成册。

8.2.3 将岩心图像拍摄或扫描记录表录入计算机，生成电子表格。

9 质量检查

9.1 总体要求

9.1.1 图像采集及数据处理完成后，应对数据质量进行检查，并填写《质量检查记录表》（见附录 C）。

9.1.2 检查流程包括自检、互检和抽检，自检、互检应贯穿岩心图像拍摄或扫描的各个阶段，比例均为 100%，抽检比例不低于 20%。

9.1.3 发现问题，要及时记录并整改。

9.2 完整性检查

9.2.1 检查各类拍摄或扫描记录内容是否完整、准确。

9.2.2 检查原始及裁剪或拼接后的各类图像数据是否齐全。

9.2.3 检查图像数量是否齐全，是否有漏拍或漏扫的情况。

9.3 规范性检查

检查各级文件夹的组织是否符合要求，检查各类文件命名是否规范。

9.4 准确性检查

检查岩心图像是否清晰，色彩及明暗度等是否真实，岩心与图像之间是否一一对应。

10 报告编写与资料提交

10.1 报告编写

编写岩心图像拍摄或扫描报告，报告提纲见DD 2022—1.1的10.1。

10.2 资料提交

提交的资料包括：

- a) 岩心表面图像数字化技术报告（纸质和电子版）；
- b) 包含原始图像数据和裁剪、拼接等处理后图像数据的数据集及元数据；
- c) 包含表面图像数字化过程记录、质量检查记录的各类记录表（纸质和电子版）。

附 录 A
(规范性)
岩心图像拍摄记录表

岩心图像拍摄记录表见表A.1。

表 A.1 岩心图像拍摄记录表

项目名称					项目编码				
单位名称					拍摄人				
钻孔（井）号					总盒（箱）数				
设备型号					拍摄日期	年 月 日			
序号	盒/箱号	图像命名	起止深度/m		进尺/m	岩心长/cm	岩心直径/cm	层位	备注
			起始深度	终止深度					
核对人					核对日期	年 月 日			

填表说明：

1. 项目名称、项目编码、单位名称、拍摄人、钻孔（井）号等，应按照实际情况准确填写，不应简写或缩写。
2. 总盒（箱）数：本孔（井）岩心盒（箱）的总数。
3. 设备型号：岩心图像拍摄设备的型号。
4. 盒（箱）号：即为岩心盒（箱）的流水号，一般由3位阿拉伯数字组成，如第1盒（箱）表示为“001”。
5. 图像命名：按照本文件7.1.3之要求命名。
6. 起止深度：每一盒（箱）岩心的起始深度和终止深度，由阿拉伯数字组成，保留两位小数，单位为m，如“132.15”。
7. 进尺：本盒（箱）岩心终止深度与起始深度之差，由阿拉伯数字组成，保留两位小数，单位为m，如“2.15”。
8. 岩心长：本盒（箱）岩心的实际长度，由阿拉伯数字组成，数值为整数，单位为cm，如“320”。
9. 岩心直径：由阿拉伯数字组成，数值为整数，单位为cm。
10. 备注：对个别岩心图像的特殊处理进行的说明。

附 录 B
(规范性)
岩心图像扫描记录表

岩心图像扫描记录表见表B. 1。

表 B. 1 岩心图像扫描纪录表

案卷题名					档 号			
项目名称					项目编码			
钻孔（井）号					扫描人员			
单位名称								
光源类型					扫描方式			
扫描仪型号					扫描日期	年 月 日		
盒（箱）号	隔槽号	图像文件名	回（筒）次	起始深度（m）	实际长度（cm）	备 注		
核对人				核对日期				

填表说明：

1. 案卷题名、档号、项目名称、项目编码、钻孔（井）号、扫描人员、单位名称等，应按照本单位编码规则或命名规则准确填写，不应简写或缩写。

2. 光源类型选填“白光扫描”或“荧光扫描”。

3. 扫描方式选填“平动图像扫描”或“滚动图像扫描”。
4. 扫描仪型号：岩心图像扫描仪的型号。
5. 岩心盒（箱）号：即为岩心盒（箱）的流水号，一般由3位阿拉伯数字组成，如第1盒（箱）为“001”。
6. 隔槽号：一般由1位阿拉伯数字组成，如第1隔槽为“1”。
7. 平动扫描图像文件名：按照本文件7.2.3之要求命名。
8. 滚动扫描图像文件命名：按照本文件7.2.4之要求命名。
9. 回（筒）次：岩心所在回（筒）次的编号，由阿拉伯数字组成，如第5回（筒）次为“5”。
10. 起始深度：每一张图片所对应的起点深度，由阿拉伯数字组成，保留两位小数，单位为m，如“132.15”。
11. 实际岩心长度：本幅岩心图像的岩心实际长度，由阿拉伯数字组成，数值为整数，单位为cm，如“32”。
12. 备注：对个别岩心图像的特殊处理进行的说明。

附 录 C
(规范性)
质量检查记录表

质量检查记录表见表C.1。

表 C.1 质量检查记录表

档号（或项目编码）		钻孔（井）编号	
案卷题名（或项目名称）			
操作人员		检查人	
检查类型	<input type="checkbox"/> 自检 <input type="checkbox"/> 互检 <input type="checkbox"/> 抽检		
拍摄/扫描时间		检查时间	
检查内容		结果	
数据完整性	岩心图像拍摄或扫描记录表是否填写完整、正确	完整、正确或×××项内容填写错误	
	岩心原始及裁剪或拼接后的各类图像数据种类是否齐全	各类数据种类齐全或×××项数据项缺失	
	拍摄或扫描图像数量是否齐全	图像数量齐全或×××盒岩心图像数量缺失	
数据规范性	数据的整理与组织是否规范	规范或×××文件夹、文件命名不规范	
数据准确性	拍摄或扫描图像是否清晰、真实	图像清晰、真实或×××盒岩心图像模糊、失真等	
整改情况			

参 考 文 献

- [1] GB/T 29298—2012 数字（码）照相机通用规范
 - [2] GB 50034—2013 建筑照明设计标准
 - [3] DZ/T 0078—2015 固体矿产原始地质编录规程
 - [4] JGJ 25—2000 档案馆建筑设计规范
 - [5] SY/T 6748—2008 油气井岩心扫描规范
 - [6] DD 2010—05 实物地质资料馆藏管理技术要求
-



中国地质调查局地质调查技术标准

DD 2022—1.3

岩心数字化技术规程 第3部分：光谱扫描

**Code of practice for core digitalization
Part 3: Spectral scanning**

自然资源部中国地质调查局

2022年2月

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	2
5 准备工作.....	2
5.1 设备准备.....	2
5.2 场地准备.....	2
5.3 人员准备.....	2
5.4 岩心准备.....	2
6 光谱数据及图像采集.....	3
6.1 仪器预热.....	3
6.2 标准参考板测量.....	3
6.3 相机及光谱仪光源调试.....	3
6.4 光谱仪参数设置.....	3
6.5 光谱数据采集.....	4
7 光谱数据处理.....	4
7.1 深度数据校正.....	4
7.2 无效数据剔除.....	5
7.3 光谱数据解译.....	5
8 数据整理与组织.....	5
8.1 岩心图像数据.....	5
8.2 岩心光谱数据.....	5
8.3 岩心光谱扫描记录表.....	5
9 质量检查.....	6
9.1 总体要求.....	6
9.2 完整性检查.....	6
9.3 规范性检查.....	6
9.4 准确性检查.....	6
10 报告编写与资料提交.....	6
10.1 报告编写.....	6
10.2 资料提交.....	6
附录 A（规范性） 岩心光谱扫描记录表.....	7
附录 B（规范性） 质量检查记录表.....	8
参考文献.....	9

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。

本文件为《岩心数字化技术规程》的第3部分。《岩心数字化技术规程》已经发布了以下部分：

——第1部分：总则；

——第2部分：表面图像数字化；

——第3部分：光谱扫描。

本文件由自然资源部中国地质调查局提出并归口。

本文件起草单位：中国地质调查局天津地质调查中心、自然资源实物地质资料中心、中国地质调查局南京地质调查中心。

本文件主要起草人：张博、李建国、修连存、刘宏、王家松、张弘、程银行、殷靓、朱强、史维鑫、杨彬、刘宏伟、苗晋杰、回广骥、郭东旭。

本文件由自然资源部中国地质调查局负责解释。

引 言

岩心是了解地下地质信息的基础资料，通过岩心数字化技术，可以无损（或微损）、连续、快速、高密度地获取岩心表面及内部的各类信息，如图像、矿物、元素、结构、构造、物性等，实现实体岩心的数字化保存与高效利用，为地质调查、矿产资源勘查、生态环境评价、地质科学研究和防灾减灾等提供技术服务和数据支撑。《岩心数字化技术规程》是指导岩心保管单位和项目承担单位开展岩心数字化工作的基础性和通用性标准规范。鉴于各类岩心数字化技术的工作原理、方法和要求不同，《岩心数字化技术规程》拟由7部分组成。

- 第1部分：总则。确立开展岩心数字化工作需遵循的总体原则和基本要求。
- 第2部分：表面图像数字化。为采集岩心表面图像信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第3部分：光谱扫描。为采集岩心光谱反射率及矿物信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第4部分：X射线荧光元素测试。为采集岩心元素信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第5部分：多尺度CT扫描。为采集岩心内部孔隙、裂隙等结构信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第6部分：微区扫描电镜成像。为采集岩心微观区域矿物、元素、结构等信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。
- 第7部分：物性参数测量。为采集岩心电阻率、磁化率等物性参数信息工作确立可操作、可追溯、可证实的程序及要求。

岩心光谱扫描技术，可通过获取一定波长范围内的岩心光谱信息，反演相应的矿物成分及分布规律，划分蚀变分带，进而研究流体运移作用。通过规范地开展岩心光谱数字化工作，可以获取岩心的光谱矿物信息并建立数据库，基于网络在线服务，可以实现远程查询、借阅岩心光谱矿物数据，促进全国岩心数字化资源的共享利用。本标准的制定将进一步规范岩心光谱扫描工作，对提升岩心光谱数字化水平具有重要意义。

岩心数字化技术规程

第3部分：光谱扫描

1 范围

本文件规定了岩心光谱扫描的准备工作、光谱数据及图像采集、光谱数据处理、资料整理、质量检查、报告编写与资料提交等的基本要求和操作方法。

本文件适用于可见光—短波红外波段（400 nm～2500 nm）的岩心光谱数据获取与处理工作。热红外波段（8000 nm～14500 nm）可参照执行。

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。

DD 2022—1.1 岩心数字化技术规程 第1部分：总则

DD 2022—1.2 岩心数字化技术规程 第2部分：表面图像数字化

3 术语和定义

总则界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光谱数据解译 interpretation of spectral data

从采集的岩心光谱数据中提取矿物信息的过程。

3.2

光谱反射率 spectral reflectivity

物体对某一波长电磁波的反射辐射通量与其入射辐射通量之比。

[来源：GB/T 14950—2009, 4.101]

3.3

光谱分辨率 spectral resolution

表征对辐射随波长变化细节分辨能力的参数，通常用光谱带宽表示，即辐射测量通道之光谱响应曲线峰值的1/2处所对应的波长间隔。

[来源：GB/T 33988—2017, 3.3]

3.4

标准白板 standard whiteboard

光谱测试中作为参照标准的光学性能稳定的反射板，其反射特性近似为朗伯反射体。

[来源：DD 2014—13, 3.5, 有修改]

3.5

光谱标样 spectral standard sample

光谱特征稳定、表面均匀的用于监测岩心光谱扫描仪稳定性的已知样品。

4 基本要求

4.1 开展岩心光谱扫描工作前，应收集钻孔（井）岩心所属工作区相关地质资料，并通过综合分析和研究，基本了解工作区待测岩心各岩性单元的矿物类型及其标准光谱曲线特征。

4.2 岩心光谱扫描以钻孔（井）为单元进行，扫描完成后应提交相应的技术资料。

4.3 岩心光谱扫描采用的光谱仪应满足以下主要技术指标：

- 波段范围：涵盖 400 nm~2500 nm；
- 光谱分辨率：400 nm~2500 nm 应优于 10 nm；
- 图像分辨率：不低于 100 DPI；
- 定位精度：应优于 0.1 mm；
- 光谱数据采集探头：应适应直径 40 mm~200 mm 口径的岩心；
- 信噪比：应优于 500：1（反射率为 50%的条件下测试）。

4.4 根据岩性变化情况及研究需要确定扫描间隔，一般为 5 cm，重点钻孔、重要层位和关键段岩心可加密至 2 cm~5 cm；岩性单一的巨厚层岩性段，可放宽至 10 cm~25 cm。重点钻孔、重要层位和关键段岩心的选取应符合 DD 2022—1.1 第 5 章的要求。

4.5 宜采用图像与光谱矿物同步扫描的方式开展工作。

5 准备工作

5.1 设备准备

5.1.1 所选光谱仪应满足 4.3 规定的技术指标。光谱仪应由具有计量资质的单位对仪器的波长、辐射响应等特性以及标准白板的反射特性等进行标定。

5.1.2 开展岩心光谱扫描之前，应采用光谱标样对光谱仪、光源等进行检查，如仪器性能出现异常，应重新对仪器进行标定。

5.1.3 保持标准白板的清洁度，避免与其它物体接触。当标准白板表面附着尘埃或光谱特征出现较明显退化时，应清洁或更换。

5.2 场地准备

5.2.1 岩心光谱扫描工作应选择无强磁场、无腐蚀性气体、远离火（热）源的室内场所，不应将仪器置于振动、潮湿和阳光直射的地方。

5.2.2 采用可见光—短波红外波段时，场地温度应确保在 5℃~35℃之间。

5.2.3 采用热红外波段时，场地温度应确保在 20℃~25℃之间，波动不大于 3℃。

5.3 人员准备

5.3.1 岩心光谱扫描至少应配备 2 名经过专业培训的技术人员，其中 1 人应具有实时监测光谱曲线和图像质量的能力。

5.3.2 技术人员在光谱扫描过程中应穿着暗色弱反射衣物。

5.4 岩心准备

5.4.1 岩心整理与清洁

5.4.1.1 按照 DD 2022—1.1 中 6.2 的要求进行岩心整理与清洁。

5.4.1.2 采集光谱数据前要确保岩心表面干燥、无覆盖，地质现象清晰可见。

5.4.1.3 岩心盒（箱）材质宜为塑料或木制，颜色应为暗色或原木色，如岩心盒（箱）颜色不规范，应更换岩心盒（箱）后再采集光谱数据。

5.4.2 待扫描岩心信息记录

5.4.2.1 开展岩心光谱扫描前，应先录入待扫描钻孔（井）的基本信息，具体见 DD 2022—1.1 附录 A。

5.4.2.2 将每盒岩心的起始深度、终止深度、回次信息、各回次实际长度等信息记录在纸质版和电子版“岩心光谱扫描记录表”（见表 A.1）中，便于后期深度校正。

6 光谱数据及图像采集

6.1 仪器预热

岩心光谱扫描仪启动后预热，待仪器性能和光源稳定后再开始扫描。

6.2 标准参考板测量

采用可见光—短波红外波段时，应使用标准白板进行测量，具体要求如下：

- a) 根据岩心孔径和岩心盒（箱）底部厚度，测算岩心表面中轴线高度。将标准白板放置于光谱仪探头正下方，并确保与岩心表面中轴线的高度一致。
- b) 对标准白板的光谱进行测量，结果应满足仪器技术参数要求。
- c) 每更换一盒岩心，应测量一次标准白板。
- d) 测量时应由专业人员戴防护手套进行操作，避免污染标准白板。每次测量后需保存数据。
- e) 便携式光谱仪标准白板测量参照执行。

6.3 相机及光谱仪光源调试

6.3.1 将岩心盒放置到工作台上，使岩心盒内岩心摆放方向与光谱扫描行进方向平行。按照 DD 2022—1.2 中 6.2.4 给出的操作方法，根据岩心的颜色和明暗度调节相机光圈或相机软件参数，使岩心图像接近岩心的自然形态，地质现象清晰可见。

6.3.2 通过调整光谱仪光源高度或角度，使光源聚焦到参考板上表面所在高度位置。

警示：光谱仪光源调试过程中，必须佩带护目镜及防护手套，防止被光源灼伤！

6.4 光谱仪参数设置

在采集软件上设置相应的扫描参数，设置的参数包括：文件名称、岩心盒（箱）号、岩心盒（箱）隔槽数量、隔槽宽度、岩心盒（箱）长度、岩心盒（箱）起始深度、扫描间距等。要求如下：

- a) 文件名称：以“工作区_钻孔（井）号”命名，如“河北黑山铁矿_ZK01”；
- b) 岩心盒（箱）号：填写阿拉伯数字，如“001”，即为第一盒（箱）岩心；
- c) 岩心盒（箱）隔槽数量：填写阿拉伯数字，如“03”，即表示该岩心盒（箱）有 3 个隔槽；
- d) 岩心盒（箱）隔槽宽度：填写阿拉伯数字，单位为毫米，如“65”，即表示隔槽宽度为 65 mm；

- e) 岩心盒（箱）长度：填写阿拉伯数字，单位为厘米，如“100”，即表示岩心盒（箱）长度为 100 cm；
- f) 岩心盒（箱）起始深度：填写阿拉伯数字，精确到小数点后两位，单位为米，如“3.14”，即该盒（箱）岩心的起始深度是 3.14 m；
- g) 扫描间距：填写阿拉伯数字，单位为厘米，如“5”，即表示每隔 5 cm 采集一次数据。

6.5 光谱数据采集

完成参数设置后，开始光谱数据采集，具体如下：

- a) 采集光谱标样的光谱数据时，应观察曲线是否平滑，是否有明显跳跃或剧烈抖动现象，与近期光谱曲线相比是否发生明显变化。若出现异常，需重新定标；
- b) 采集岩心的光谱数据及图像时，现场技术人员应注意采集探头的位置是否偏离岩心中轴线，若由于岩心摆放位置不当导致测试点偏离岩心中轴线，则需要重新摆放好岩心位置后对这盒岩心再次扫描；
- c) 现场技术人员应实时观察光谱曲线和图像质量，曲线是否平滑，是否有明显跳跃或剧烈抖动现象，图像是否清晰、色调是否正常，若出现异常，应查明原因（参考板污染、光源位置错位等），并详细记录；
- d) 采集过程中应观察机械移动平台的工作状态，如有异响、卡顿等现象时，应停机检查。排除故障，重新定标后采集数据；
- e) 采集完一盒（箱）岩心数据后，按照 6.4 重新设置参数，采集光谱标样的光谱数据后，进行下一盒岩心光谱采集。

7 光谱数据处理

7.1 深度数据校正

7.1.1 光谱数据的深度信息与实际深度存在误差。钻孔（井）岩心整体采取率不低于 85% 时，宜以岩心盒（箱）为单元进行深度校正；钻孔（井）岩心整体采取率低于 85% 时，宜以回次为单元进行深度校正。

7.1.2 根据岩心光谱扫描记录表（见表 A.1）记录的信息，以回次（箱）为单元计算实际采取率、实际扫描间距进行深度数据校正。

7.1.3 计算各回次（箱）的实际采取率，计算公式为：

$$P = \frac{L}{H_2 - H_1} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

P —实际采取率；

L —现场测量的各回次岩心实际长度，单位为厘米（cm）；

H_1 —各回次（箱）的起始深度，单位为厘米（cm）；

H_2 —各回次（箱）的终止深度，单位为厘米（cm）。

7.1.4 计算各回次（箱）的实际扫描间距，计算公式为：

$$S = \frac{S_0}{P} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

S —实际扫描间距，单位为厘米（cm）；

S_0 —初始设定的扫描间距，单位为厘米（cm）；

P —实际采取率。

7.1.5 计算各回次（箱）光谱数据采集点的实际深度，计算公式为：

$$H = H_1 + S * n \quad (3)$$

式中：

H —光谱数据采集点的实际深度，单位为厘米（cm）；

H_1 —各回次（箱）的起始深度，单位为厘米（cm）；

S —实际扫描间距，单位为厘米（cm）；

n —该回次光谱数据采集点的顺序数。

7.2 无效数据剔除

岩心盒（箱）、油漆等为无效数据，应进行剔除。选择各类非岩心物质的光谱特征参数作为参考数据，计算光谱数据与参考数据的相似度，一般大于90%视为无效数据（干扰严重时可根据实际情况适当调整）。

7.3 光谱数据解译

7.3.1 用光谱求导、去包络线等方法增强岩心光谱特征的差异对比性。

7.3.2 根据实测光谱曲线与标准矿物曲线相似度，确定矿物种类。

7.3.3 提取吸收深度、吸收波长位置、半高宽、不对称性、特征面积等光谱特征参数，计算矿物的分布和相对含量。

7.3.4 矿物的种类至少应提取到亚族。

8 数据整理与组织

8.1 岩心图像数据

应对岩心光谱扫描过程中形成的图像数据进行整理与组织，具体要求见DD 2022—1.2的8.1。

8.2 岩心光谱数据

8.2.1 光谱数据文件应建立三级文件夹整理。包括：项目所有钻孔（井）岩心的光谱数据，单个钻孔（井）的光谱数据，单个钻孔（井）的原始光谱反射率数据（L0）、单个钻孔（井）处理后的光谱反射率数据（L1）、单个钻孔（井）解译后的矿物数据（L2）。

8.2.2 一级文件夹存放项目所有钻孔（井）的光谱数据，文件夹以“项目编码_SPE”命名。

示例：DD2020009 项目的岩心光谱数据，命名为“DD2020009_SPE”。

8.2.3 二级文件夹存放所测钻孔（井）所有的光谱数据，以“钻孔（井）号_SPE”命名。

示例：钻孔 ZK01 的光谱数据，命名为“ZK01_SPE”。

8.2.4 三级文件夹为钻孔（井）的原始光谱反射率数据（L0）文件夹、单个钻孔（井）处理后的光谱反射率数据（L1）文件夹和单个钻孔（井）解译后的矿物数据（L2）文件夹，共同存储在二级文件夹内，命名规则分别为“钻孔（井）号_L0_SPE”、“钻孔（井）号_L1_CSV”和“钻孔（井）号_L2_CSV”。

示例：ZK01 的岩心原始光谱数据，命名为“ZK01_L0_SPE”。

8.2.5 光谱原始数据包括光谱原始数据和仪器定标数据。

8.2.6 光谱数据格式应为 CSV 或 TXT。

8.3 岩心光谱扫描记录表

8.3.1 以钻孔（井）为单位，按照记录深度由浅到深的顺序将纸介质版岩心光谱扫描记录表统一整理，并装订成册。同时，补充填写现场记录过程中漏记的栏目，并核对记录深度、回次信息、岩心长度等是否有误、是否有重复记录等。

8.3.2 完成每个钻孔（井）的光谱扫描工作后，应及时将纸质版记录的内容录入电子表格。

9 质量检查

9.1 总体要求

9.1.1 数据扫描完成后，需要对数据质量进行检查，并填写质量检查记录表（见附录 B）。

9.1.2 检查方式、比例应符合 DD 2022—1.1 中 9.1 的要求。

9.1.3 质量检查内容应包括资料的完整性、规范性和准确性。

9.1.4 每次检查发现的问题，要及时记录，查找原因，视情况校正或重新开展岩心光谱扫描工作。

9.2 完整性检查

9.2.1 检查钻孔（井）概况表、岩心光谱扫描记录表中的必填项数据是否齐全。

9.2.2 检查原始图像与光谱数据（L0）、处理后的光谱数据（L1）、解译后的矿物数据（L2）等是否齐全。

9.2.3 检查每一项数据是否完好，有无数据丢失、数据坏点等。

9.3 规范性检查

9.3.1 检查各类文件的格式是否规范。

9.3.2 检查各类文件命名是否规范。

9.3.3 检查各类文件夹的整理与组织是否符合要求。

9.4 准确性检查

检查岩心光谱扫描记录表中记录的信息与实际钻孔（井）岩心的相关信息是否一致。

10 报告编写与资料提交

10.1 报告编写

编写岩心光谱扫描报告，报告提纲见 DD 2022—1.1 的 10.1。

10.2 资料提交

提交的资料包括：

- a) 岩心光谱扫描技术报告（纸质和电子版）；
- b) 包含岩心光谱扫描原始数据、处理数据和解译数据的数据集及元数据；
- c) 包含数字化过程记录、质量检查记录的各类记录表（纸质和电子版）。

附 录 B
(规范性)
质量检查记录表

质量检查记录表见表B.1。

表 B.1 质量检查记录表

档号（或项目编码）		钻孔（井）号	
案卷题名			
操作人员		检查人	
检查类型	<input type="checkbox"/> 自检 <input type="checkbox"/> 互检 <input type="checkbox"/> 抽检		
光谱扫描时间		检查时间	
	检查内容	结果	
数据完整性	各类表格中必填项数据是否填写完整	完整或×××项内容缺少	
	各类数据是否齐全	各类数据齐全或×××项数据缺失	
	每一项数据是否完好，有无数据丢失、数据坏点等	所有数据完好或×××盒岩心光谱数据丢失或有坏点	
数据规范性	数据格式是否规范	规范或×××格式不规范	
	数据命名是否规范	规范或×××命名不规范	
	数据的整理与组织是否规范	规范或×××整理与组织不规范	
数据准确性	附录A中信息与实际钻孔（井）岩心的相关信息是否一致	数据准确或×××不准确	
整改情况			

参 考 文 献

- [1] GB/T 14950—2009 摄影测量与遥感术语
 - [2] GB/T 33988—2017 城镇地物可见光-短波红外光谱反射率测量
 - [3] DZ/T 0078—2015 固体矿产原始地质编录规程
 - [4] DZ/T 0195—1997 物探化探遥感勘查技术规程规范编写规定
 - [5] JJF 1007—2007 温度计量名词术语及定义
 - [6] DD 2010—05 实物地质资料馆藏管理技术要求
 - [7] DD 2014—13 岩矿波谱测试技术规程
 - [8] DD 2014—14 机载成像高光谱遥感数据获取技术规程
-