

岩心数字化技术规程
第1部分：总则

Code of practice for core digitalization
Part 1: General

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

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
4.4 数据共享服务	2
5 数字化方法选择	2
5.1 矿产地质类岩心	3
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	5
8 数据整理与组织	5
9 质量控制	5
10 报告编写与资料提交	5
附录 A （规范性） 钻孔（井）概况表	7
附录 B （资料性） 岩心数字化技术报告提纲	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3部分：光谱扫描。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC93）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、中国石油天然气集团有限公司、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、杨文轩、颀贵琴、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。

引 言

岩心是了解地下地质信息的基础资料，利用岩心数字化技术，可以无损（或微损）、连续、快速、批量地获取岩心表面及内部各类信息，如图像、矿物组成、元素含量、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》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的基本要求、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、质量控制、报告编写与资料提交等。

本文件适用于对矿产地质、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形成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**

根据地质工作的需要，使用环状岩心钻头及其他取心工具，钻出的圆柱状岩石样品。

[来源：GB/T 9151—1988，13.1.1，有修改]

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、磁等检测技术和分析手段对岩心进行扫描、测试或测量等，以获取其表面及内部各类图像、矿物、元素、结构、构造、物性等数字化信息的方法。

3.3

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

利用数字化成像设备，采集岩心表面图像信息的方法。

3.4

岩心光谱扫描 **core spectral scanning**

利用光谱仪按照一定距离间隔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，获取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 testing for X-ray fluorescence element**

利用便携式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主要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，获得以断面或横截面等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，获取微观尺度下岩心矿物、结构、元素组成及分布形态等信息的方法。

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、容抗、磁性强度等物理性质，获取岩心的电阻率、极化率、磁化率等信息的方法。

4 基本要求

4.1 岩心分类及要求

4.1.1 岩心按照地质工作主要内容，分为矿产地质类、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、结构等性质发生改变。

4.1.3 应选择能够反映所在工作区内的地层、岩体、构造、矿产以及其他地质体特征的具有代表性、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技术，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、物性参数测量和核磁共振等。

4.2.2 应在充分收集分析岩心已有相关资料的基础上，根据岩心类型和岩心信息采集目的，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、矿产勘查及科学研究等的需要。

4.2.4 一般以钻孔（井）或站位为单元进行数字化，一个钻孔（井）或站位为一个数字化单元。

4.3 岩心数字化工作流程

岩心数字化的工作流程包括数字化方法选择、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、质量控制、报告编写与资料提交等。

4.4 数据共享服务

对各类岩心数字化数据进行统一的命名与组织，建立数据集，及时提供非涉密数据的网络在线服务和涉密数据的线下申请服务。

5 数字化方法选择

5.1 矿产地质类岩心

5.1.1 矿产地质类岩心包括各类金属、非金属矿产调查、勘查、开发等工作中形成的岩心。

5.1.2 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探线上的代表性钻孔岩心；
- 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探线上的代表性钻孔岩心；
- c) 矿区勘查工作形成的深孔（孔深 ≥ 2000 m）岩心。

5.1.3 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。

5.1.4 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、微区扫描电镜成像等。

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、煤层气等非常规油气资源调查、勘查、开发等工作中形成的岩心。

5.2.2 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。

5.2.3 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，应在岩心破坏之前开展多尺度 CT 扫描和微区扫描电镜成像。

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远海地质调查等工作中形成的海底沉积物柱状样和岩心。

5.3.2 重点柱状样、重点钻孔岩心包括但不限于：

- a) 海洋区域地质调查形成的沉积物柱状样和钻孔岩心；
- b) 海岸带地质调查形成的代表性沉积物柱状样和钻孔岩心；
- c) 海洋矿产资源调查形成的代表性沉积物柱状样和钻孔岩心；
- d) 深远海地质调查中形成的沉积物柱状样和钻孔岩心。

5.3.3 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沉积物柱状样和岩心。

5.3.4 因测试分析需要剖分的海底沉积物柱状样，应在剖分后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；全孔岩心应开展表面图像扫描、光谱扫描、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，可根据需要开展多尺度 CT 扫描等。

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、灾害地质和城市地质等工作中形成的岩心。

5.4.2 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。

5.4.3 重要层位和关键段岩心包括但不限于主要构造带、持力层、含水层、地热资源赋存层位、重大环境事件赋存层位岩心，以及对所在地区水工环地质有特别意义的层位的岩心。

5.4.4 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形成的深孔、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。

5.5 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、深部地质等工作中形成的岩心。

5.5.2 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。

5.5.3 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、微区扫描电镜成像等。

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形成的岩心。

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，岩心数字化设备应通过检定和校准。

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；人员的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清除表面尘土，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 根据岩心相关资料，对岩心长度和顺序进行核对，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。

6.2.5 后期需要开展微生物或有机测试的沉积物柱状样需要冷藏或冷冻保存，应尽量缩短数字化工作时间，以样品不发生明显解冻为宜，避免样品长期暴露在环境温度中。

7 数字化信息采集

7.1 岩心数字信息采集前，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》其他各相应部分。

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）号或站位号_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）号或站位号_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）号或站位号_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 应对岩心数字化形成的所有数据和记录表进行不少于 3 份的数据备份。

9 质量控制

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、命名和组织等是否规范；
- c) 准确性是指所有数据是否反映岩心的真实情况。

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，应以项目或钻孔为单元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说明；
- 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)号或站位号			
钻孔(井)或站位位置		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
岩心类型			
孔深 m			
岩心总长度 m			
岩心孔径 mm			
岩心保存单位	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、矿产等情况；应填写行政区划到省、（市、区）、县，标明工作区坐标。

B.2.2 第二节 钻孔（井）基本情况。

钻孔（井）的名称或站位号、孔深、岩心长、所属勘探线编号及岩心的代表性等基本情况。

B.3 第三章 工作方法及质量评述

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/T 9151—1988 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
-