

《岩心数字化技术规程 第1部分：总则》(报
批稿)
编制说明

自然资源实物地质资料中心

2022年12月1日

目 次

一、工作简况	1
二、标准编制原则和确定主要内容的论据	10
三、主要试验（或验证）的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果	19
四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际国外同类标准水平对比（或测 试的国外样品、样机的有关数据对比）	41
五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系	42
六、重大分歧意见的处理经过和依据	42
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	42
八、贯彻标准的要求和措施建议	42
九、废止现行有关标准的建议	42
十、其他应予说明的事项	43

《岩心数字化技术规程 第 1 部分：总则》 (送审稿) 编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

2021 年 10 月 25 日，自然资源部印发了 2021 年度自然资源标准制修订工作计划，下达了《岩心数字化技术规程 第 1 部分：总则》制定任务，计划号为 202111003，由自然资源实物地质资料中心牵头组织编制该标准。

(二) 编制背景

岩心是直接取自于地球的第一手资料，对于基础地质研究、成矿成藏研究、矿产资源勘查开发和地质灾害防治等方面，具有不可替代的作用。国内外每年都会部署大量钻探工作，产生大量的岩心样本。原国土资源部于 2009 年组织对全国岩心保有情况进行了摸底调查，结果显示，全国 482 个主要保管单位总计保存岩心已达 1006.04 万米。另据中国矿产资源报告（2016），我国煤炭、金属和非金属矿产勘查领域平均每年钻探量达 2000 万米左右。

一般情况下，这些耗费大量人力、财力和物力获得的岩心样本，需要经过野外原始地质编录、采样、岩心整理后放在岩心库内进行保存，以供地质工作者研判使用。传统方法基于野外肉眼观察形成的岩心地质编录资料反映的信息较少，不利于后期对岩心资料的信息挖掘和利用，未能发挥出其应有的价值。而且据了解，2000 年以来，许

多单位因承担国家项目形成的岩心实物资料保管资金无法解决，无力长期承担岩心保管产生的费用，导致后期保管不善造成实物资料的损坏和遗失，令人唏嘘。因此，如何快速判读、安全存储、有效管理、充分利用信息化技术对大量的岩心样本进行数字化，实现岩心的有效保存与高效利用，已经成为当前亟待解决的问题。

2015年10月，党的十八届五中全会正式提出“实施国家大数据战略，推进数据资源开放共享”。这表明中国已将大数据视作战略资源并上升为国家战略。基于数字化、信息化等新技术、新方法，获取岩心的表面图像、矿物成分、内部结构、物性参数等核心数据，基于大数据、云计算等先进的数值算法，实现全国多源、多元、异构的岩心数据的综合高效应用，显然是新时代贯彻新的发展理念和国家大数据战略的重要举措。

2020年5月，自然资源部办公厅发布了《自然资源部办公厅关于做好岩心数字化与信息共享工作的通知》（自然资办函〔2020〕907号），正式部署实施全国岩心数字化工作。钟自然局长对该通知做出重要批示“这项工作非常重要，要按照《通知》要求，充分发挥我局引领示范作用，扎扎实实地推进落实，既要局系统内部的岩心数字化信息共享工作，也要通过实物资料中心做好全国地质资料汇交人的岩心数据汇交、处理、分析和信息共享工作”。但是，目前尚缺乏各项技术标准规范，《岩心数字化技术规程 第1部分：总则》及其系列规程的制定，可以填补岩心数字化领域的标准空白。

根据自然资源部矿保司和中国地调查局总工室的安排，结合自然

资源部行业标准体系，依托中国地质调查局二级项目“油气地质调查钻井岩心保存参数采集与应用（2020-2022）（中国地质调查局自然资源实物地质资料中心）”，自然资源实物地质资料中心联合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等单位，起草了《岩心数字化技术规程 第1部分：总则》。

（三）主要参加单位和工作人员组成

本标准牵头单位为自然资源实物地质资料中心。

本标准协作单位包括：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。

本标准主要起草人：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、穆天煜、杨文轩、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。

高鹏鑫、史维鑫、李建国、王家松、刘宏等负责标准总体规划与实施；高鹏鑫、史维鑫、孙华峰、张博、修连存、张弘等负责标准的前期调研、指标选取和确定；高鹏鑫、史维鑫、李建国、王家松、刘

宏、高卿楠、回广骥、李秋玲、张启燕、郭东旭、刘晓、苑丽华、张博等负责规范文本结构、完善编制内容、规范编制说明、意见处理和汇总等工作；郭彬、张安振、移天煜、杨文轩、颀贵琴、吴国强、董虎、杨继进、周晶、封永泰、张颖、何大伟、安茂国、安仰生参与了岩心数字化方案的完善工作；高鹏鑫、史维鑫、回广骥负责标准校对、组织召开标准审查会、完成标准报批等工作。

（四）主要工作过程

1. 立项

近年来，自然资源部高度重视岩心数字化工作。2020年5月，部办公厅印发《关于做好岩心数字化与信息共享工作的通知》（自然资办函〔2020〕907号）。《通知》就推动岩心数字化资料汇交、加快馆藏岩心数字化工作和加强岩心数字化信息服务等提出了具体的意见要求。

为进一步落实自然资源部相关文件要求，自然资源实物地质资料中心向TC93提交了标准制定建议。自然资源部于2021年10月25日印发了2021年度自然资源标准制修订工作计划，下达了《岩心数字化技术规程 第1部分：总则》制定任务，计划编号为202111003。

2. 起草初稿

（1）收集资料、比较分析

起草组系统收集了馆藏岩心种类、数量、类型等资料，全面收集岩心表面图像、光谱矿物、X荧光元素、多尺度CT及各类物性参数数字化的技术发展现状、岩心数字化设备研发进展、各类参数岩心数

字化的速度、精度、成本及数据应用等方面的资料和信息，分析现行相关标准、技术规范存在的问题，制定标准编写的总体框架。

(2) 开展调研

起草组先后调研了中国科学院地质与地球物理研究所、核工业北京地质研究院、中科遥感集团有限公司、中国地质大学（北京）、成都地质调查中心、胜利油田、地科院等承担过岩心数字化工作的相关单位、相关科研人员进行调研。调研的内容包括图像、光谱、X射线荧光及CT扫描等仪器的参数、数据的处理、解译的要求与流程，为本标准编写提供了详实的技术资料和数据资料。起草组针对不同类型岩心数字化的范围、内容和要求等统一了认识、确定了有关标准的主要技术指标和内容、形成了标准编制大纲。

(3) 会议研讨

起草组组织相关专家召开两次标准编制研讨会。第一次研讨会，起草组邀请了岩心数字化设备研发单位、数字化技术研发单位、各级各类岩心保管单位、科研单位等岩心数字化不同领域的专家参会，对规程初稿进行研讨和把关（图1），重点对以下内容进行了讨论，一是讨论了岩心数字化的分类，规范了不同类型岩心数字化的名词术语；二是详细讨论了固体矿产、油气、海洋地质、水工环地质、地质科学研究等类型岩心的数字化参数选择，并基于此优化了岩心数字化方案；三是进一步梳理总则与各分标之间的关系，明确了每一种岩心数字化参数共性的部分在总则中做总体要求，个性部分在分标中做具体规定。起草组充分听取各领域专家的意见建议，完善后形成规程征求意见稿

初稿。



图 1 研讨会现场图

第二次研讨会对规程征求意见稿初稿进行研讨和把关，邀请了自然资源部矿保司、中国地质调查局总工室、中国自然资源经济研究院、中国地质大学、中国石油大学及部分局属单位、油气公司、核工业、冶金等系统领导和专家参会（图 2）。重点针对以下内容进行了讨论，一是听取标准化领域的专家意见建议，对文稿编写的体例和规范性进行提升；二是听取部和局行业主管部门的意见建议，从政策合规性角度对标准进行把关；三是听取油气、核工业、矿产等领域专家的意见建议，进一步完善各参数设定和数字化方案。会后根据专家意见修改完善后形成“总则初稿”。



图 2 研讨会现场图

3. 形成征求意见稿

2022 年 4 月初，在前期资料分析对比、调查研究、会议研讨、专家论证的基础上，编写组人员根据初步技术要求在中国地质调查局系统内部试运行情况修改完善稿件后，形成征求意见稿及编制说明。

4. 形成送审稿

2022 年 4 月 24 日-2022 年 5 月 24 日，在自然资源标准化信息服务平台正式发布了征求意见稿，公开征求行业意见，同步发 55 家单位开展线下意见征求。截至 2022 年 5 月 26 日，自然资源标准化信息服务平台上未征集到意见建议，线下共收到 52 家单位反馈的 226 条意见建议，其中采纳 148 条、部分采纳 36 条、未采纳 42 条（表 1）。根据专家意见修改完善后，形成送审稿。

表 1 征求意见情况一览表

序号	征求单位	回函情况		
		回函有意见	回函无意见	未回函

1	安徽省地质测绘技术院	√
2	安徽省地质矿产勘查局 328 地质队	√
3	安徽省公益性地质调查管理中心	√
4	安徽省矿产资源储量管理中心	√
5	北京桔灯地球物理勘探股份有限公司	√
6	成都理工大学	√
7	广东省国土资源档案馆	√
8	合肥工业大学	√
9	河北地质大学	√
10	河北省地质资料馆	√
11	河南有色金属地质矿产局	√ √
12	核工业北京地质研究院	√
13	湖北省地质调查院	√
14	湖北省地质资料馆	√
15	华北科技学院	√
16	吉林大学	√
17	吉林省地质资料馆	√
18	江苏地质调查研究院	√
19	江苏省地质资料馆	√
20	辽宁省自然资源事务服务中心	√
21	南京大学	√
22	内蒙古自治区地质矿产勘查开发局	√
23	山东地质调查院	√
24	山东省地质科学研究所	√
25	胜利油田分公司勘探开发研究院	√
26	西安地质调查中心	√
27	西安矿产资源调查中心	√ √

28	西藏自然资源厅评审中心	√
29	中国地质博物馆	√
30	中国地质大学（北京）	√
31	自然资源综合调查指挥中心	√
32	中国地质调查局航空物探遥感中心	√
33	中国地质调查局青岛海洋所	√
34	中国地质调查局武汉地质调查中心	√
35	中国地质调查局油气资源调查中心	√
36	中国地质科学院地质研究院	√
37	中国冶金地质总局矿产资源研究院	√
38	中国自然资源经济研究院	√
39	中南大学	√
40	中石油勘探开发研究院	√
41	紫金矿业集团股份有限公司	√
42	中国地质调查局自然资源综合调查指	√
43	中化地质矿山总局	√
44	中国地质调查局西安地质调查中心	√
45	中国地质科学院矿产资源研究所	√
46	中国铀业有限公司	√
47	中国冶金地质总局	√
48	中国地质调查局天津地质调查中心	√
49	青岛海洋地质研究所	√
50	中国地质调查局南京地质调查中心	√
51	广州海洋地质调查局	√
52	中海石油（中国）有限公司	√
53	中国地质科学院地球物理地球化学勘 查研究所	√
54	中国地质矿业集团有限公司	√
55	山东省自然资源资料档案馆	√

5. 形成报批稿

2022年11月16日，TC93/SC1委员会组织有关专家对《岩心数字化技术规程 第1部分：总则》（送审稿）及编制说明等材料进行了审查，专家组一致同意本标准以行标发布实施，并提出了明确的修改完善意见19条。起草组认真研究了专家意见，通篇核对标准内容，在不影响标准本义的前提下，对前言、术语和定义、基本要求、数字化方法选择等章节作了修改完善，进一步完善了第1部分总则与第3部分光谱扫描的衔接，意见处理情况详见“征求意见汇总处理表”的表2。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

（一）编制原则

1. 科学性和系统性

标准编写以科学理论和先进技术为依据，根据岩心数字化过程中涉及的表面图像、光谱矿物、X荧光元素、多尺度CT、物性参数等扫描过程的特点，系统梳理数字化过程的技术手段、参数选择、数据获取、处理和解译、数据分类及组织要求、质量控制、成果归档等关键问题，提出相应的技术规程。

2. 兼顾前瞻性与普遍适用性

标准起草过程中，一方面考虑到要对岩心数字化技术发展起到导向性作用，在制定岩心数字化技术规程时，要考虑对先进技术的使用；另一方面也考虑岩心数字化的工作效率与广大岩心保管单位的工作成本，要充分考虑与可操作、成熟度高的技术手段进行联合作业，确

保标准的可用性。

3. 实用性和可操作性

标准来源于实际需求，标准编制过程中既调研了岩心数字化设备研发、岩心数字化技术应用、岩心数据应用等各领域意见，也进行了岩心数字化扫描实验，制定过程广泛吸取现有各种实际经验和成果，各种参数设置和技术流程经过了实验验证，满足实际作业的需要，具有可操作性。

（二）规程主要内容的确定

1. 规程主要内容

规程共有 11 部分构成，即 1 范围；2 规范性引用文件；3 术语和定义；4 总体原则；5 一般要求；6 准备工作；7 数字化信息采集；8 数据整理与组织；9 质量控制；10 报告编写与资料提交；附录 A。

1 范围。主要界定岩心数字化分类、方法选择、岩心准备、数字化信息采集、数据整理与组织、质量控制、报告编写与资料提交等，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形成的岩心开展数字化工作。

2 规范性引用文件。本标准无规范性引用文件。岩心数字化是一个新兴技术，现有技术标准很少，仅部分油田出台了关于油气类岩心图像数字化的企业内部标准，因此无可引用的标准规范。

3 术语和定义。根据实际需要，共编制 8 个术语与定义，重点对 6 种岩心数字化的名词术语进行了统一规定，包括：岩心表面图像数字化、岩心光谱扫描、岩心 X 射线荧光元素测试、岩心多尺度 CT 扫

描、岩心微区扫描电镜成像、岩心物性参数测量。

4 基本要求。主要规定各种岩心数字化工作应遵循的共性原则，包括岩心性状要求、选择拟开展数字化岩心的原则、岩心数字化工作量安排的原则和岩心数字化批次等。

岩心性状的真实性决定了岩心数字化数据的真实性，对于各种参数的数字化而言，数据真实客观地反映其原有性状及顺序至关重要。一方面，在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，另一方面，在移交入库的过程中，应对岩心进行必要的包装防护，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。

此外，受岩心数字化工作成本限制，所有岩心均开展数字化工作难度较大，需要选择具有代表性、典型性的岩心开展数字化工作，所选岩心能够反映一定工作区内的地层、岩石（沉积岩、岩浆岩、变质岩等）、古生物、构造、矿产以及其他各种地质体特征。

第三，和其他地质工作相同，岩心数字化的基本单元为钻孔（井），一个钻孔（井）为一个岩心数字化批次，完成一个钻孔（井）岩心数字化后，形成一个数字化报告和一套数据。

5 数字化方法选择。应根据岩心类型，合理选择岩心数字化种类，确定岩心数字化方案。不同类型的岩心，其关注的参数不同，固体矿产相对更加关注化学参数，如矿物和元素，因此岩心光谱矿物扫描和 XRF 元素扫描至关重要；油气储层岩心相对更为关注岩心的结构及物性参数信息，如孔隙、裂隙的发育情况与含油气性及油气的运移密切相关，因此多尺度 CT 数字化至关重要。

岩心的图像、矿物及元素是最基础的地质信息，无论是蚀变矿物填图、成矿模式研究，还是岩石力学性质研究、沉积环境演化，都和矿物、元素具有紧密的联系，因此，图像数字化、光谱矿物扫描和XRF元素测试是岩心数字化的基础参数，各类重要岩心均应开展。

岩心数字化参数的选择，还要考虑各种不同参数的工作原理、扫描测试方法、仪器设备、对岩心性状的要求、扫描测试的速度等（表2），综合考虑数据用途、研究需要及工作成本、技术原理等，合理搭配岩心数字化手段。如岩心光谱矿物扫描要求岩心表面干燥，海底沉积物柱状样因其表面潮湿，水分对光谱干扰过大而无法开展光谱扫描数字化工作。

表 2 几种主要的岩心扫描方法及对岩心的要求及速度

序号	测试参数	扫描/测试方式	对岩心要求	扫描速度	HSE
1	图像扫描	白光平动扫描	对岩心性状无要求，完整、劈心、破碎、粉末均可。	快	岩心搬运过程中穿防砸鞋
2		白光滚动扫描	必须为完整柱状岩心。	中	
3		荧光平动扫描	对岩心性状无要求，完整、劈心、破碎、粉末均可。	快	
4		荧光滚动扫描	必须为完整柱状岩心。	慢	
5	光谱扫描	短波红外	对岩心性状无要求，完整、劈心、破碎、粉末均可。	快	光谱仪光源调试过程中，必须佩带护目镜及防护手套
6		热红外	对岩心性状无要求，完整、劈心、破碎、粉末均可。	快	
7		XRF扫描/测试	高精度扫描	必须为劈心且表面平整光滑。	

8	便携式测试	对岩心性状无要求，完整、劈心、破碎、粉末均可。	快	护措施，降低X射线辐射	
9	磁化率扫描/测试	高精度扫描	环状磁化率扫描必须为完整柱状岩心，点状磁化率扫描必须为劈心且表面平整光滑。	慢	
10		便携式测试	对岩心性状无要求，完整、劈心、破碎、粉末均可。	快	
11	CT扫描	纳米CT	完整的柱塞样。	极慢	采取必要的保护措施，降低X射线辐射
12		毫米CT	完整的岩心	慢	

注：每小时大于 30 米为快；每小时 10-30 米为中；每小时 5-10 米为慢；每小时小于 5 米为极慢。

综合以上考虑，提出了固体矿产、油气、海洋、水工环、地质科学研究等各类岩心的数字化参数的优选方案（图 3、表 3）。

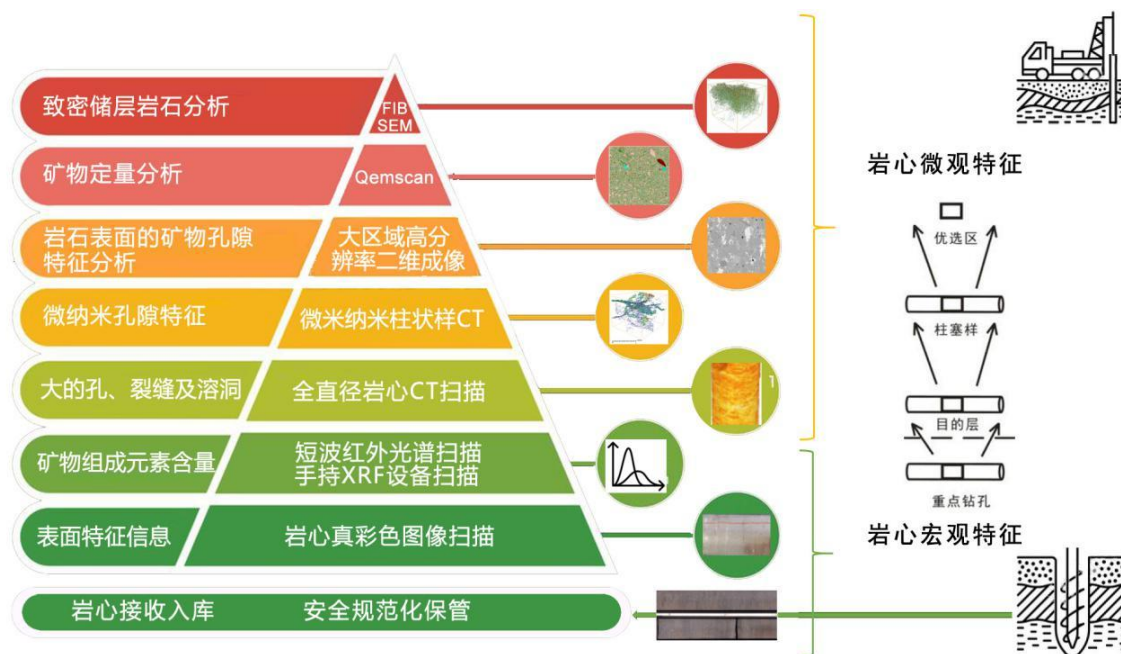


图 3 岩心数字化参数示意图

表 3 不同类型岩心数字化方案一览表

岩心类型	岩心内容	数字化种类	方法选择依据
矿产地质类岩心	各类金属、非金属、放射性、煤炭等矿产在勘查、开发过程中形成的岩心等。	全孔岩心应开展表面图像数字化； 重点钻孔、重要层位或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、微区扫描电镜成像等。	黏土矿物可用于固体矿产蚀变矿物填图，无水硅酸盐矿物可用于划分岩浆岩型矿床的岩相分带，选冶有害矿物（如高岭石、蒙脱石等）是矿床选冶工艺设计的重要数据； 元素直接反映了矿体的位置及经济性，还可以作为划分地层的重要依据； 物性参数与成矿关系密切，矿体部分往往显示出明显的物性变化。
油气类岩心	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在勘查、开发过程中形成的岩心等。	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、重要层位或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、微区扫描电镜成像等； 易风化、破损的油气储层岩心，应在岩心破碎之前开展多尺度CT扫描和微区扫描电镜成像。	部分矿物可以作为地质温度计，如伊利石、地开石、绿泥石等，研究盆地热演化； 脆性矿物（石英、长石等）、韧性矿物（黏土矿物）是评价储层压裂改造及经济性的重要指标； 元素可以划分地层、反应物源体系、研究沉积环境演化及成油机制； CT能够量化计算储层的孔隙度、裂隙度，从而支撑储层的量化评价； 物性参数可以用于与测录井进行对比研究，同时还可以用于盆地物探的定标反演。
海洋地质类岩心	海底沉积物柱状样和海洋钻探形成的岩心等。	全部海底沉积物柱状样应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等； 重点柱状样和重点钻孔、重要层位或关键段岩心等，可根据需要开展多尺度CT扫描等。	元素、物性等均是海底沉积环境及演化规律研究的重要参数指标，但是水分对光谱扫描干扰过大，因此沉积物柱状样无法开展此项数字化工作； 海洋类岩心获取成本高，研究价值大，因此应开展各类数字化工作； 但是由于CT扫描价格相对较高，因此仅要求重要层位及关键段岩心开展。

岩心类型	岩心内容	数字化种类	方法选择依据
水工环地质类岩心	水文地质勘查、工程地质勘查、环境地质、灾害地质和城市地质产生的岩心等。	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、重要层位或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。	水工环地质类岩心数量多，且绝大多数位于第四系中，属于松散沉积物岩心，因此仅需要开展图像数字化工作，可以是数码拍摄，也可以是台式扫描仪扫描； 部分重大工程的岩心，如川藏铁路岩心，具有重要研究价值，因此建议开展光谱、XRF元素等数字化工作； CT技术可以用于评价或模拟岩石力学性质，因此可根据需要开展。
地质科学研究类岩心	科学钻探、极地考察、天体地质、深部地质及国家重大研究专项中产生的岩心等。	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； 重要层位或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。	科学钻探岩心是所有岩心中最重要、价值最大的岩心，是各个国家地质部门的重点保管和利用对象； 基于岩心数字化技术，可以在不损坏或仅轻微损坏岩心的情况下，批量获取岩心数据，因此建议开展各种类型的岩心数字化工作； 岩心光谱扫描可以构建高精度矿物剖面； 岩心XRF元素测试可以构建高精度的元素剖面； 岩心物性参数测量可以研究地质演化，开展定标反演； 重要层位CT扫描，可以研究岩心微观结构构造，计算岩石力学性质。
其他类岩心	区域地质调查、自然资源调查等其它类型地质工作产生的岩心等。	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。	其他类型的岩心，根据实际情况，确定数字化参数。

6 准备工作。规定各种类型岩心数字化工作，在设备场地人员准备和岩心准备。

关于设备准备，岩心数字化设备以大型台式设备为宜，但是大型

台式设备价格相对较高，很多单位难以购置，因此，小型便携式设备也可以适用，但是所选设备均应通过检定或校准。

关于场地准备，要求场地清洁、平整、开阔、无腐蚀性气体、远离粉尘、噪音等干扰，此外，要能够满足所选数字化设备正常使用的相关要求。如开展热红外谱段光谱扫描，要求温度在 20-25℃ 之间，温度变化如果过大，会对热红外光谱仪的数据质量产生影响，但是，不同参数的个性化场地要求，应在分标中做具体规定。

关于人员准备，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。如开展光谱扫描，要求人员为暗色着装，以免对光谱数据产生干扰，但是，不同参数的人员个性化要求，应在分标中做具体规定。

关于岩心准备，无论采用哪种岩心数字化参数，均需要对岩心进行必要的整理、清洁，去除岩心表面的杂质，确保数据质量。不同类型的岩心，其清洁方法不一，DD2010-05，8.5.1.3 中做出了规定（图 4）。本文件根据该规定，并结合实际工作经验进行了修改。

8.5.1.3 清洁岩心

不同性状的岩心应采取不同的清洁方法：

- a) 一般岩心用清水洗去岩心表面的灰尘，以不破坏岩心原生状态为宜。清洗时注意轻拿轻放，不要弄坏岩心表面的标识、标签，清洗后 30min 内自然晾干或用棉布擦干，防止水分内浸。
- b) 用硬毛刷或钢丝刷，除去坚硬岩心表面的泥及污物；用水清洗坚硬岩心表面的泥土；用气泵吹除坚硬岩心表面的尘土；用软毛刷清除岩心表面的尘土；用湿抹布擦除岩心表面微尘。
- c) 含油岩心应用刮刀清除外表面脏物或用布擦拭干净；易溶解水的岩心，如盐岩、石膏等，用干布将岩心外表面擦拭干净；遇水膨胀的岩心和松软、疏松的岩心，用湿度适宜的抹布将岩心外表面擦拭干净。易碎或渗透性高的岩心表面的污物，宜用钝刃的刀子将其刮掉。
- d) 禁止用水管从上到下冲洗岩心。
- e) 清洗岩心时，应将岩心盒同时清洗干净。

图 4 DD2010-05 8.5.1.3

7 数字化信息采集。不同参数的岩心数字化工作，其扫描或数据采集的流程、方法差异较大，因此该部分内容更多在分标中进行详细规定。但是，无论哪种数字化参数，均需要填写钻孔基本信息表，录入钻孔所属项目信息、钻孔位置信息、深度信息、岩心数量信息等。

8 数据整理与组织。统一规范数据命名，对于支撑后续数据库建设及数据的集成、发布服务等至关重要，因此，总则中对各种不同类型数据的基本的命名方法提出了要求。分标将在遵循总则的前提下，具体规定每一类数字化数据的组织命名方法。

9 质量控制。规定了二级质检的比例和要求。

10 报告编写与资料提交。规定了报告编写的单元、主体内容；资料提交的内容。

2. 有关规程名称的说明

自然资源实物地质资料中心拟立项编制“岩心数字化技术规程”，分 7 部分编写，包括总则、岩心表面图像数字化、岩心光谱扫描、岩心 X 射线荧光元素测试、岩心多尺度 CT 结构扫描、岩心微区扫描电镜成像和岩心物性参数测量等。目前，第 1 部分“总则”和第 3 部分“光谱扫描”已列入自然资源 2021 年标准制修订计划；第 2 部分“图像数字化”和第 4 部分“X 荧光元素测试分析”已列入自然资源 2022 年标准制修订计划；其余部分已列入 2023 年标准储备库，拟将本规程作为“岩心数字化技术规程”的第 1 部分，名称为“岩心数字化技术规程 第 1 部分：总则”。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

（一）岩心数字化技术的国内外发展情况

1. 国外发展情况

（1）美国

20 世纪末，美国前副总统戈尔在开放地理信息协会（OGC）年会上首次提出“数字地球”的概念，并展望了其未来前景。随后又出现了数字油田、数字矿山等概念。美国地质调查局（USGS, United States Geological Survey）是美国内政部辖下的科学机构，与中国地质调查局职责类似，一直致力于开发创新型工具和方法，实现地质资料的高效应用，为经济社会的持续发展发挥不可或缺的支撑作用。美国地质调查局在地质资料的利用方面也一直处于世界前列，对于各种类型的地质资料，尤其是岩心资料的利用极为重视。

美国地调局的圣彼得堡海岸和海洋科学中心保存着美国海岸和海洋地质工作项目采集的岩心。目前，该中心已开展了大量的岩心数字化工作，主要是通过 CT 扫描，将岩心进行数字化保存；该中心建立了基于 Web 浏览器的岩心数据管理系统 Core Viewer v.3，使用户可通过个人电脑登陆该系统，进行岩心资料的查询和使用（图 5、6）。美国德克萨斯大学奥斯汀分校保存的岩心和岩屑超过 200 万盒，曾经是世界上最大的岩心存储机构，奥斯汀分校对于岩心数字化工作也极为重视，目前已开展了大量的岩心数字化工作，广泛应用于含油气储层、古生物和矿物学研究。

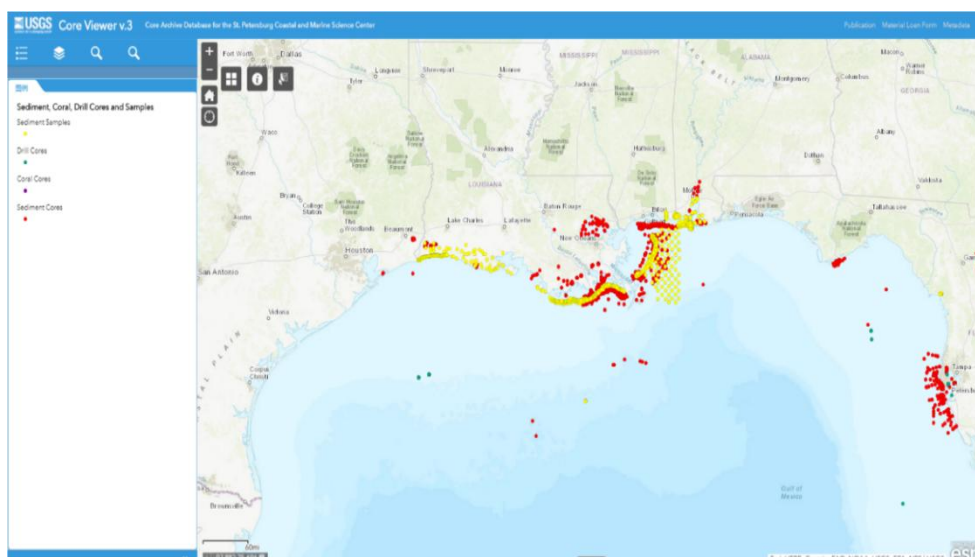


图 5 美国地质调查局岩心数据系统 Core Viewer v.3 界面

Sediment Samples:		Physical Parameters, Grain Size, and Radiochemistry				
		Preview	File Description	File Format	Download File	Metadata
Field Activity Number	2014-310-FA		Field Logs	.pdf	14BRN_Field_Logs.zip (321 KB)	Not applicable
Device	box core grab sample		X-Radiographs	.jpg	14BRN_Xrays.zip (174 KB)	Not applicable
Date Collected	20140515		Sample locations	Microsoft Excel .csv	14BRN_Site_Information.zip (19 KB)	Site_Information-met.txt Site_Information-met.xml
Water Depth (m)	2.10		Sediment core data plots	.jpg	14BRN_Data_Plots.zip (623 KB)	Not applicable
Core Length (cm)			Physical parameter data	Microsoft Excel .csv	14BRN_Physical_Data.zip (48 KB)	Physical_Parameter-met.txt Physical_Parameter-met.xml
USGS Publication Link	更多信息					
Photo Link						
Grain-size Analysis	更多信息					
X-ray Analysis	更多信息					
Agency	USGS					
Disposition						
Curator Name						
Curator Email						
Storage Facility						
Room						
Floor						
Wall						
Column						
Row						
Other analysis	更多信息					

图 6 Core Viewer v.3 系统内可查询岩心信息统计

美国岩心公司（Corelab）目前是全球岩心分析行业内的龙头企业，每年营业额超过 10 亿美元，占据了全球岩心分析市场三分之一以上的份额，大量全球通用的岩心分析技术标准及实验设备均来自该公司。Corelab 公司近年来正逐渐加大岩心数字化投入，目前在官网上新增了数字岩石表征和基于 CT 的裂缝分析等两大重要板块，均采用利用 CT 扫描图像对岩心进行三维数字化标准和裂缝分析。CT 扫描

后的数字化岩心资料将存储于公司的数据库内，通过相关的账号和密码登录网站后，即可开展岩心资料的解释、分析和利用（图7）。

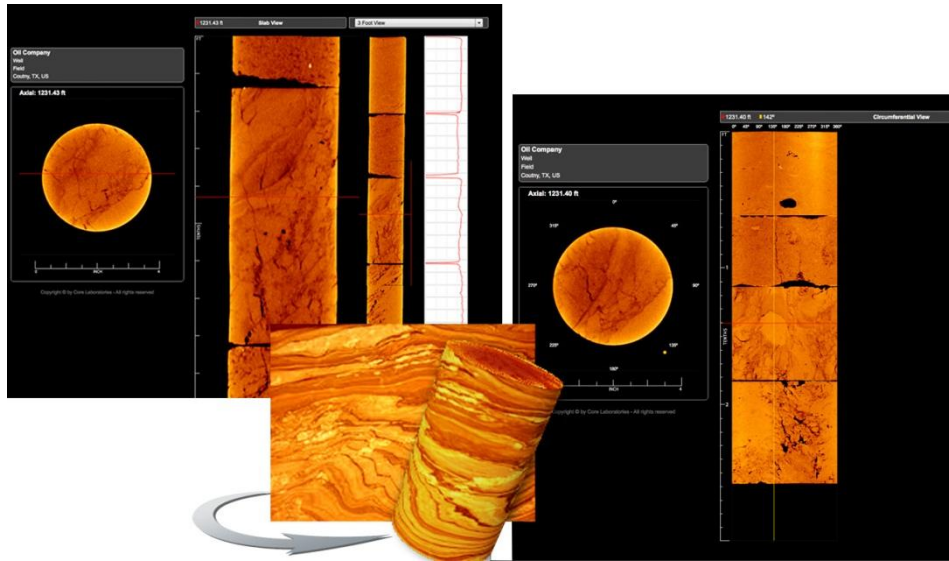


图7 美国岩心公司（Corelab）的数字岩心库

以针对非常规油气储层和复杂储层评价为目标的裂缝分析为例，美国岩心公司的基本工作流程为：CT图像裂缝拾取、裂缝数据分析、三维数据体建立、岩心综合柱状图建立（图8、9）。通过将不同岩心的原始图像、CT图像、裂缝特征、基于CT获取的密度曲线及分布集成在一起，生成岩心综合柱状图，结合岩心照片、测井、地化和其它岩心分析资料，对储层的沉积、构造以及储层品质进行综合评价。

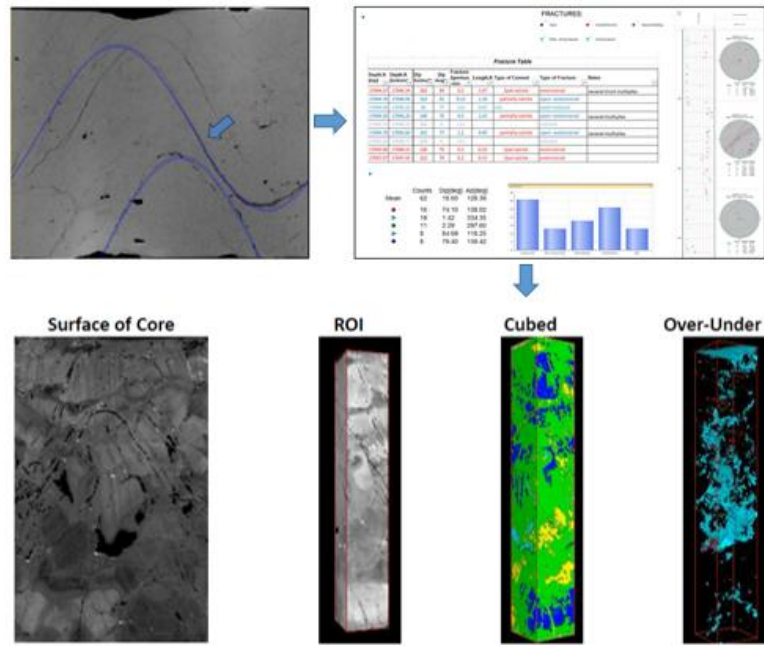


图 8 美国岩心公司岩心数字化应用流程

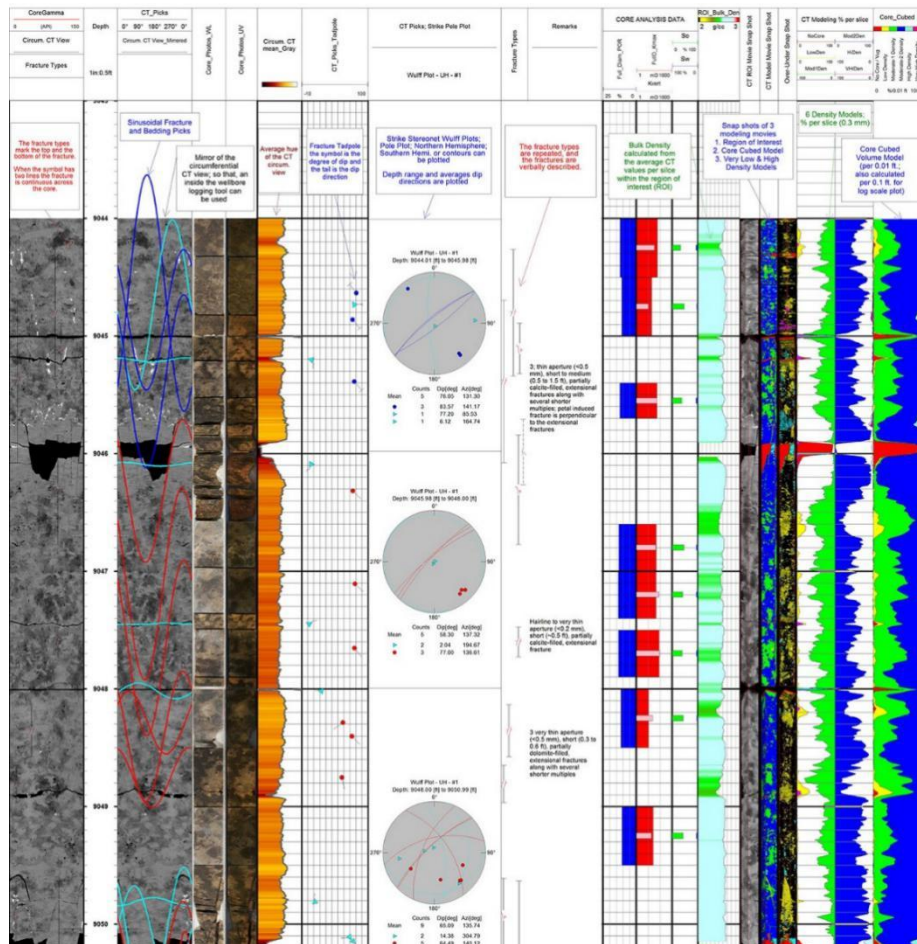


图 9 美国岩心公司基于 CT 扫描的数字岩心分析成果

(2) 澳大利亚

全澳大利亚共有 18 个岩心保管机构，分别负责保管澳大利亚六个州和北部地区等七大区块的岩心资料。澳大利亚通过将所有钻孔岩心进行红外光谱扫描工作，建立了奥斯库普数字岩心库（NVCL）。扫描的光谱图像通过 TSG 光谱解译软件转换为矿物成分及含量信息，最终形成岩心图像、光谱图像、矿物成分、元素浓度的综合柱状图，并实现了数据共享。在奥斯库普数字岩心库内可以检索到这 18 个岩心保管机构的所有的岩心资料，真正实现了覆盖全国的、虚拟的实物地质资料管理服务体系，该岩心库的目标是逐步建立澳洲大陆地壳上部 1 到 2km 范围的地球物质的新型高清影像，为世界级地学研究提供服务，包括数据库信息、岩心库信息等（图 10-13）。

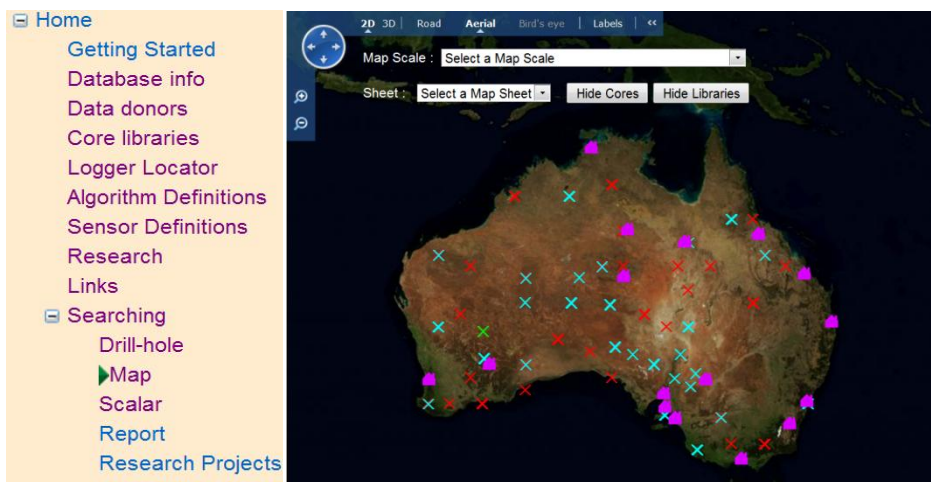


图 10 基于地理的钻孔检索

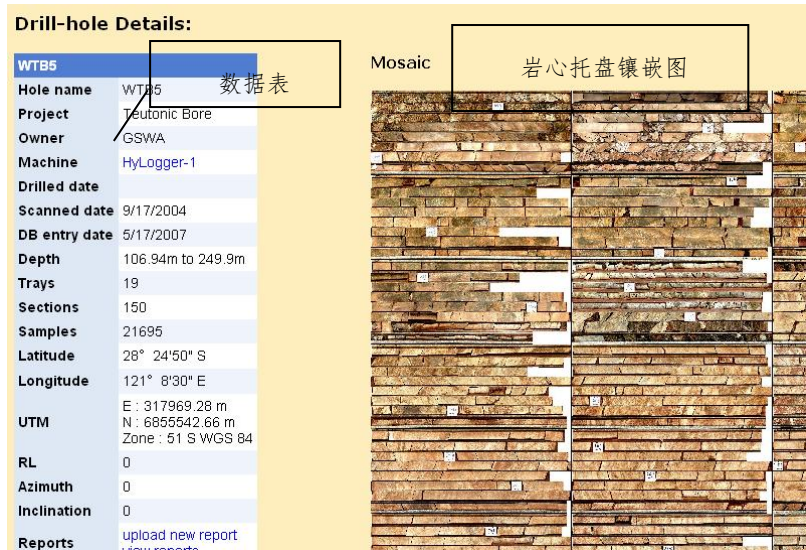


图 11 岩心图像数据及基本信息数据展示界面

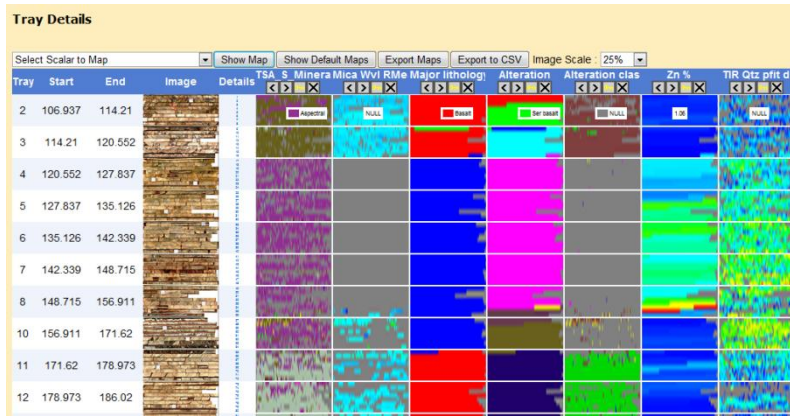


图 12 岩心图像及光谱数据展示界面

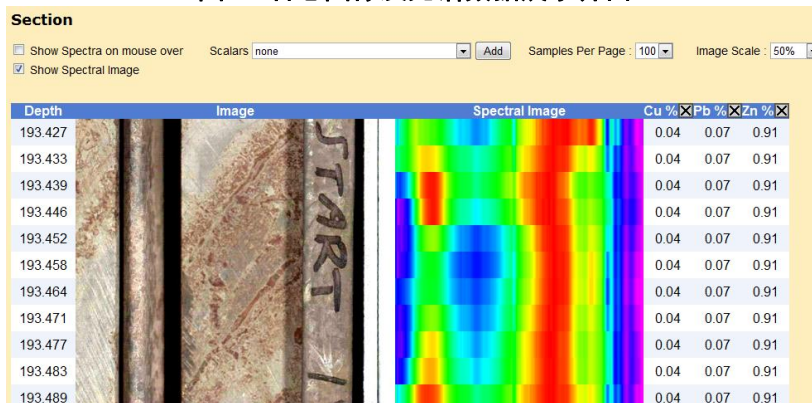


图 13 岩心图像、光谱及元素浓度数据综合展示界面

(3) 瑞典

瑞典地调局于 2014 年正式启动了岩心高分辨率图像扫描和红外光谱扫描，通过对瑞典国家岩心库内存放的 20 万米岩心进行数字化

处理，建立了岩心图像和光谱数据库。国际大洋钻探将岩心站位、层段目录、取样层位、样品量、岩心扫描或测试项目、专业数据、岩心保存状态等各类信息均录入数据库中（图 14、15）。

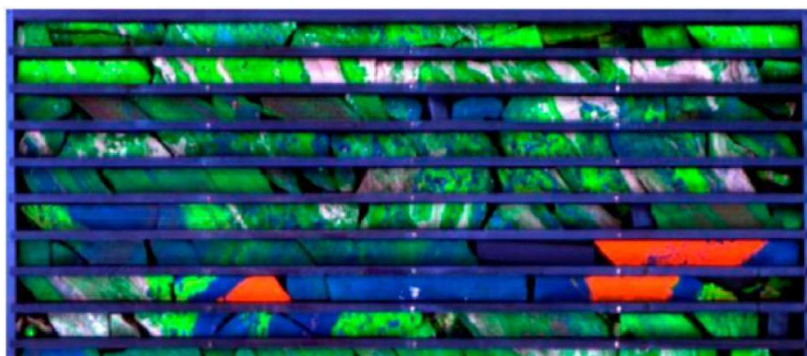


图 14 利用红外光谱数据合成的岩心假彩色合成图像数据

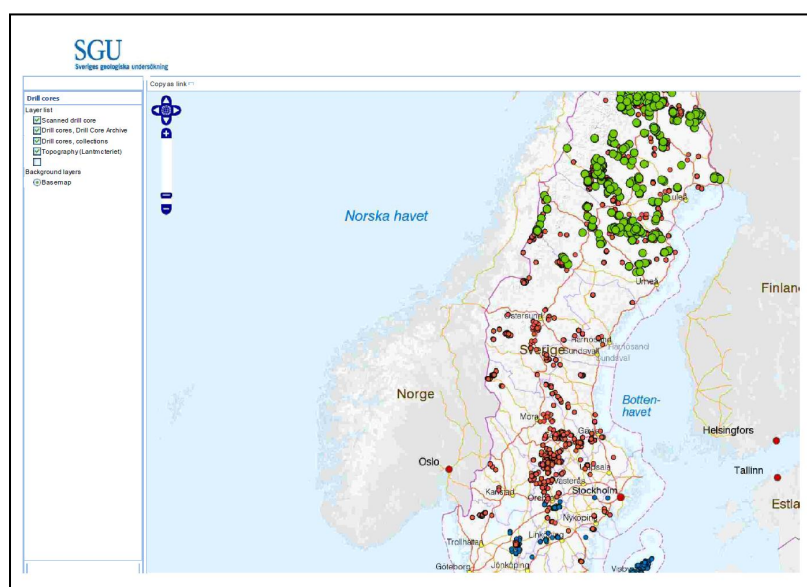


图 15 瑞典地质岩心数据检索

(4) 英国

英国在岩石数字化保存和应用方面也处于国际前列，其中，英国的帝国理工大学（Imperial College London）由于有壳牌石油、英国石油等国家、国际石油公司的资助，在岩心的数字化应用上最多，研究最为深入。帝国理工大学下属的数字岩石实验室，每年仅壳牌的赞助就高达 7 百万英镑。该实验室的岩心数字化分析研究较为深入，

除了通过 CT 扫描将岩心内的孔隙结构提取出，计算岩石物理特性以外。现在已将 CT 扫描与驱替实验结合，将不同阶段的岩心进行数字化保存，随后利用图像进行不同流体流动机理研究（图 16）。

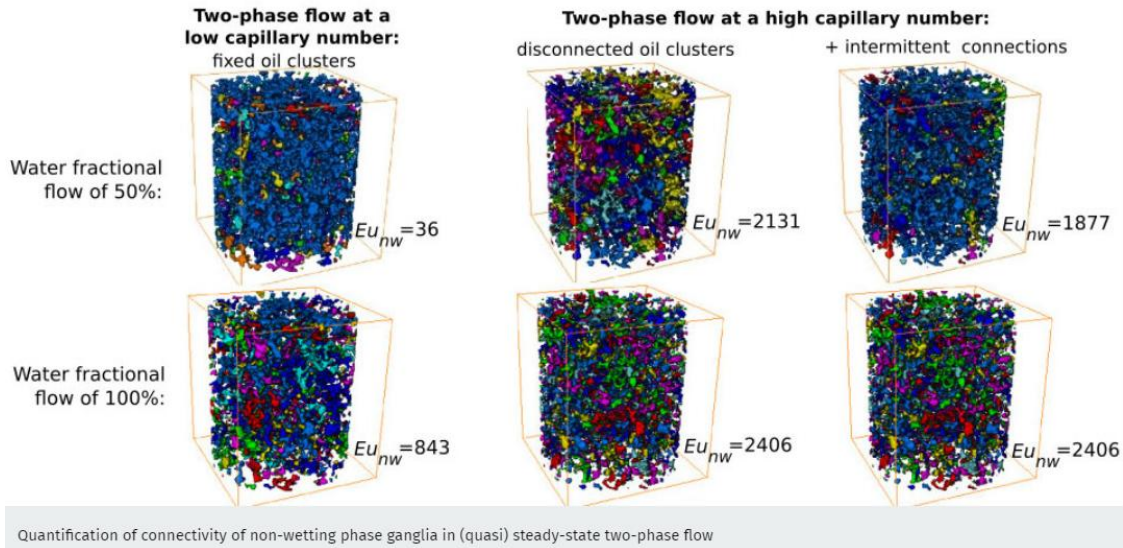


图 16 帝国理工大学岩心数字化保存及应用实例

2. 国内岩心数字化发展情况

近年来，实物资料中心大力推进岩心数字化工作，奋力追赶国际同行的脚步，在图像、光谱等部分领域达到了国际先进水平，并已经开展油气资源调查储层岩心的多尺度 CT 数字化工作，取得了较好的成果与认识。在推进馆藏实体资源向数字资源转变方面，截至 2021 年 12 月，完成了馆内岩心图像扫描 48.7 万米、野外岩心拍摄 28 万米、光谱扫描 10.9 万米、全直径 CT 扫描共计 5000 余米、X 射线荧光元素扫描 1.3 万米、磁化率扫描共计 4000 余米、获取的总数据量达到 67TB。在岩心数字化数据应用示范方面，聚焦羌塘盆地、下扬子、鄂尔多斯盆地等地质调查科技攻坚战领域，组织开展岩心宏微观相结合的多参数数字化工作，在基础地层层序划分、储层评价、盆地热演化及物性定标反演等方面取得了新的成果和认识，得到领导和专

家的肯定，并提交给项目组使用（图 17、18）。

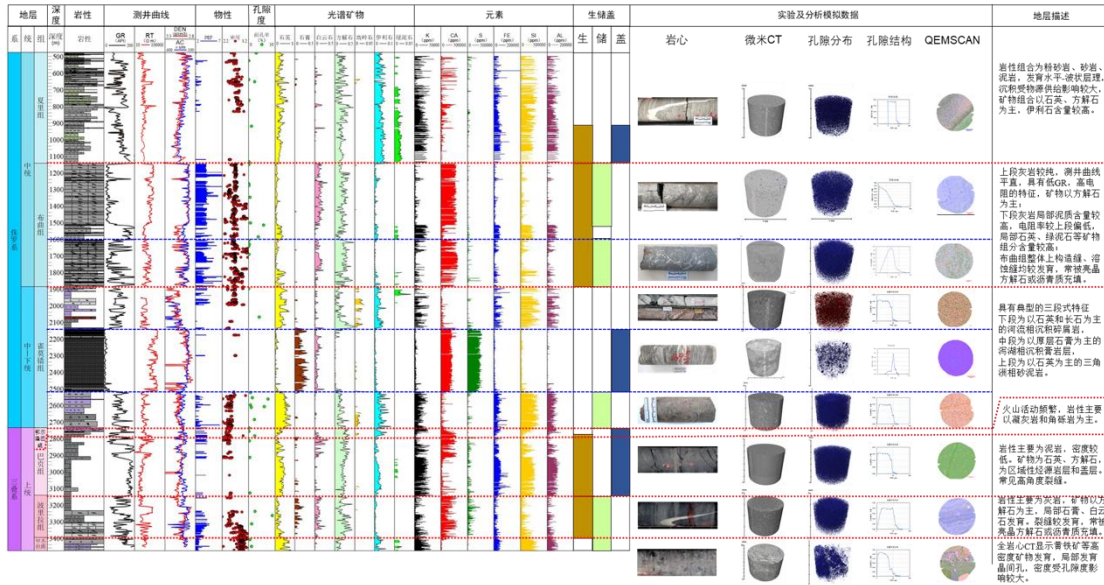


图 17 羌塘盆地岩心多参数数字化综合柱状图

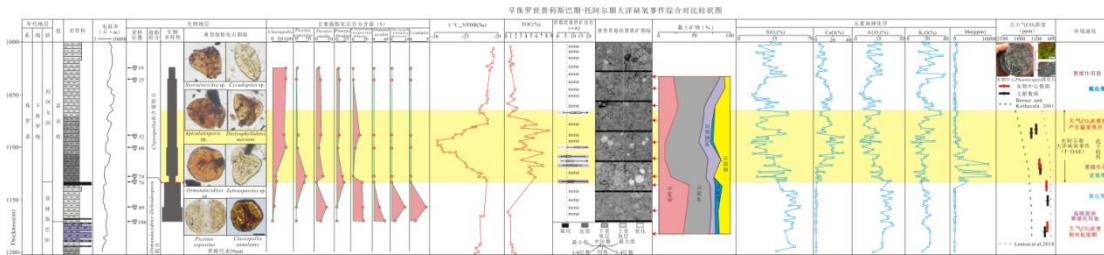


图 18 鄂尔多斯盆地岩心多参数数字化综合柱状图（部分）

2021 年，实物资料中心通过组织专班进行攻关，成功开发全国数字岩心系统（1.0 版），并在地质云上线服务。一是实现了全国实物地质资料信息的统筹管理；二是实现全国馆藏岩心分布情况一张图显示和空间检索（图 19）；三是研制数据入库标准，实现了以钻孔为单元的多元异构数据一张图展示（图 20）；四是分配省级节点用户，为全国部署奠定基础。



图 19 全国数字岩心平台驾驶舱页面

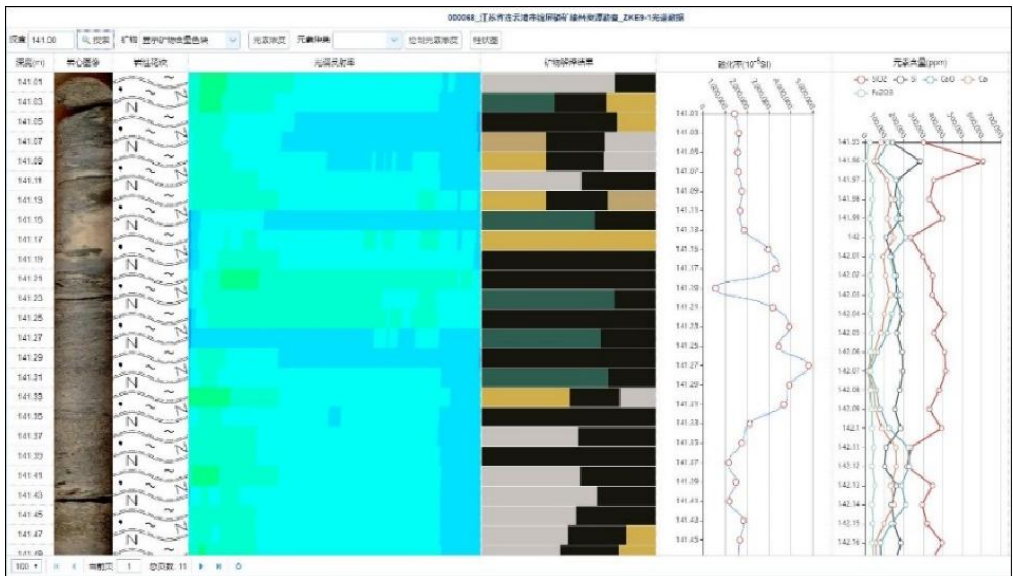


图 20 钻孔多元异构数据一张图展示

在省级地质资料馆层面，目前，全国已有 25 个省级馆均已开展岩心数字化工作，已完成 76.66 万米岩心图像数字化工作，相较于 2020 年增加了 34.55 万米，增幅 82.1%。部分省份（山东、西藏、甘肃等）的岩心数字化手段从单一的岩心图像采集向光谱扫描和 XRF 数据采集等多技术转变。2021 年，仅山东省的图像扫描总量增加 6.7 万米，西藏完成的图像扫描量超过 10 万米，且在图像扫描的基础上开展了光谱扫描和 XRF 数据采集近 1 万米。

在广大地勘单位、工矿企业中，紫金矿业、神华集团等规模大、实力强的矿企也高度重视岩心数字化工作，紫金矿业完成了 20 多万平方米岩心的图像和光谱扫描数字化工作；我国石油系统的岩心数字化情况较好，对所有岩心进行表面白光、荧光图像扫描，目前，也在积极推荐岩心多尺度 CT 等数字化工作。

（二）岩心数字化技术应用情况

各种不同类型的岩心数字化主要应用情况如下：

1. 岩心表面图像扫描

岩心表面图像是岩心能够展示的最直接、最基础的信息，最早应用于石油勘查。目前该项技术已经广泛应用于固体矿产勘查、科学研究等领域。很多岩心在长期保管后，由于风化作用，其表面颜色及含油特征等都发生了很大变化，很难反映原始的岩矿实际，给观察利用带来很大困难，因此在岩心取心初期即对岩心进行扫描，可保留其最原始的表面图像信息（图 21）。在固体矿产勘查领域，岩心扫描图像可以用于对比观察，通过综合观察岩心扫描图像、岩性描述及其他测试分析数据等，可以对岩心有初步的认识，甚至可以对一些矿物进行初步的鉴定；在油气勘查领域，利用表面图像中颜色的差异，可以对岩心的粒度、孔隙度、裂隙度等进行半定量的计算。

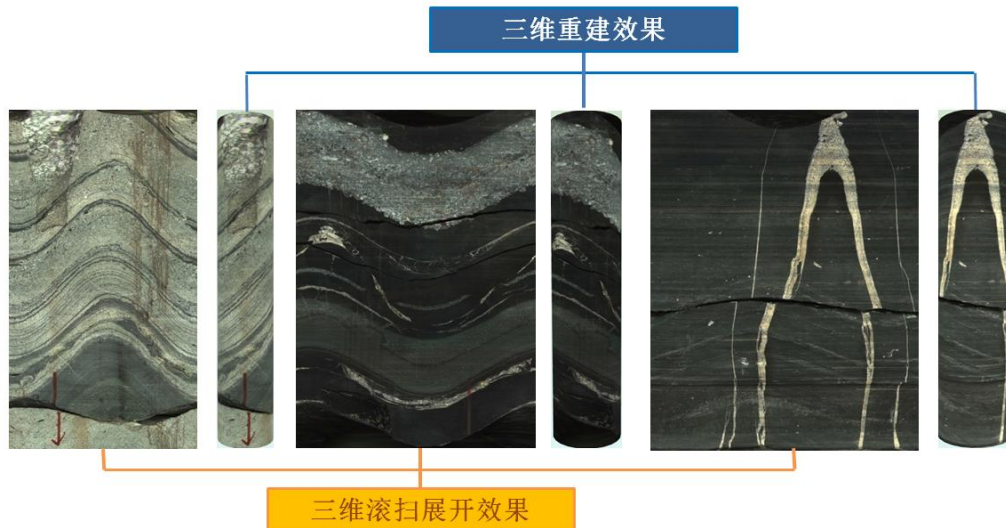


图 21 岩心图像扫描效果图

2. 光谱扫描

随着岩心光谱扫描数字化技术的发展，目前短波红外-热红外光谱扫描已经可以识别绝大多数的造岩矿物、蚀变矿物（表 4）。

表 4 岩心光谱扫描识别矿物一览表

波段	可识别矿物种类	矿物
短波红外 (350-2500nm)	Al-OH	钠白云母、钾白云母、多硅白云母、伊利石、叶腊石、蒙脱石、高岭石等
	Fe-OH	绿泥石、绿帘石、绿脱石等
	Mg-OH	滑石、金云母、黑云母、蛇纹石、透闪石、皂石、角闪石、阳起石等
	Si-OH	蛋白石、异极矿等
	C-H	烃类有机物
	碳酸盐类	方解石、白云石、铁白云石、菱镁矿、菱铁矿等
	硫酸盐类	明矾石、黄钾铁钒、石膏
热红外 (6000-14500nm)	无水硅酸盐	石英、长石、橄榄石、辉石等

在固体矿产勘查领域，矿体往往与蚀变作用在空间上具有某种特定的关系，如斑岩型铜、钼矿的矿体往往与钾化带（特征矿物为钾长

石、黑云母、石英)和石英-绢云母化带(特征矿物为石英、绢云母、黄铁矿)关系紧密,可作为寻找斑岩型铜矿标志;而钨、锡、钼、铋矿等高温矿床,常与云英岩化(特征矿物为石英和白云母)等高温蚀变作用关系紧密。蚀变作用的发育范围大于矿体的范围或与矿体有固定的空间关系,因此通过对矿山岩心进行高光谱扫描,掌握重要蚀变作用的发育特征,从而可以在空间上预测矿体的产出位置(图 22、23)。

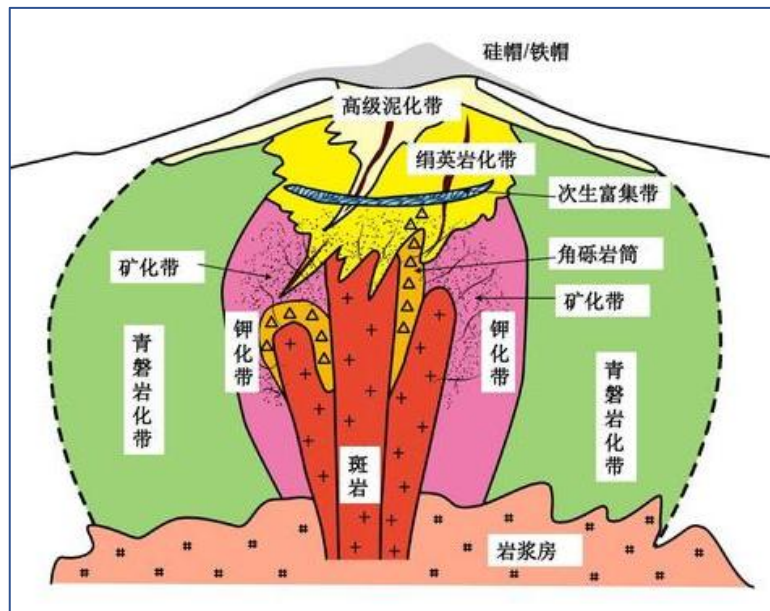


图 22 短波红外光谱扫描应用于斑岩型铜矿成矿研究

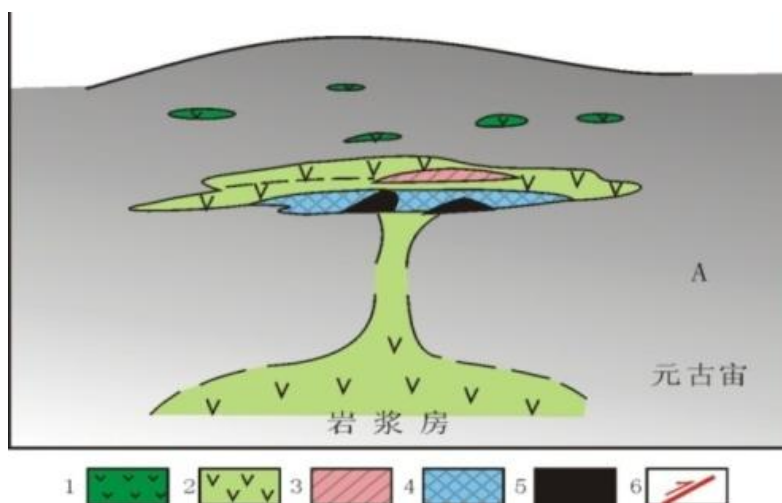


图 23 热红外光谱扫描应用于铜镍硫化物型铜矿成矿研究

在油气资源调查领域，矿物一方面可以充当“地质温度计”的角色，基于矿物评价盆地的热演化史，从而为成油机制研究提供依据(图 24)；另一方面，矿物是精准划分地层、开展基础地质研究的重要依据；此外，矿物还与页岩的岩石力学性质密切相关，可以作为评价岩层可压裂性、评价页岩气、页岩油等非常规能源开采经济性评价的重要指标之一（图 25）。

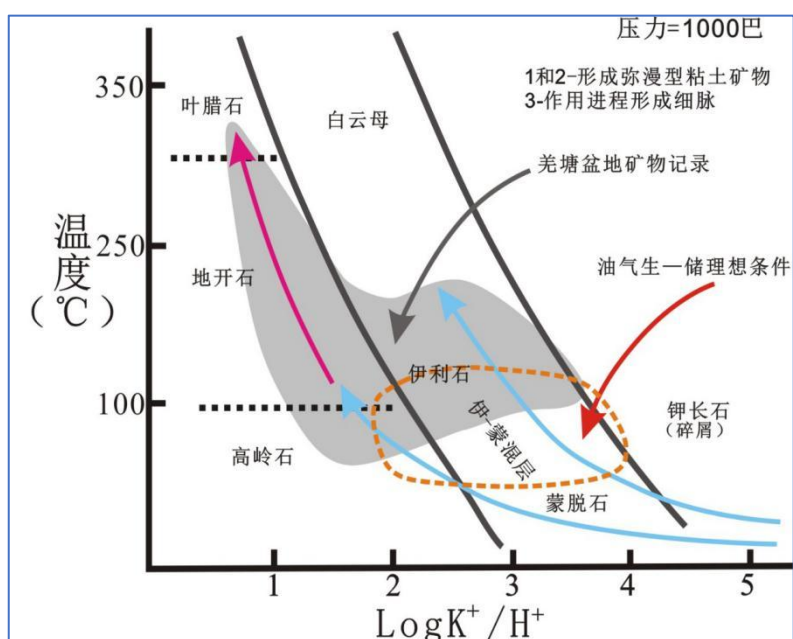


图 24 矿物组分与盆地热演化关系图

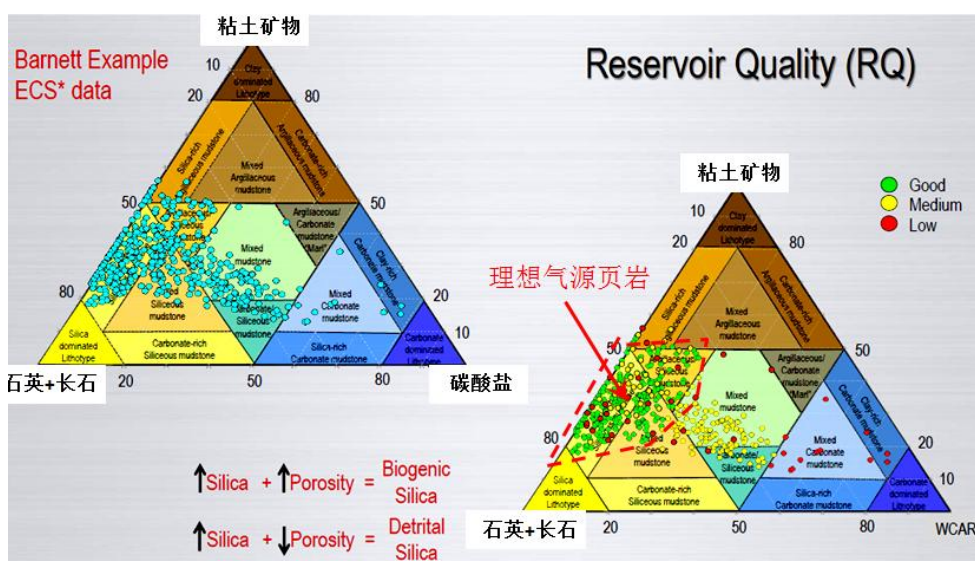


图 25 光谱扫描应用于美国页岩气压裂评价

此外，高岭石、蒙脱石等含水硅酸盐矿物一般为采矿过程中的有害矿物，光谱扫描技术对这类矿物的识别度较高，通过对地质勘探钻孔进行高光谱扫描，对高岭石、蒙脱石等矿物进行三维建模，能够很好地指导采矿工作，降低采矿成本（图 26）。

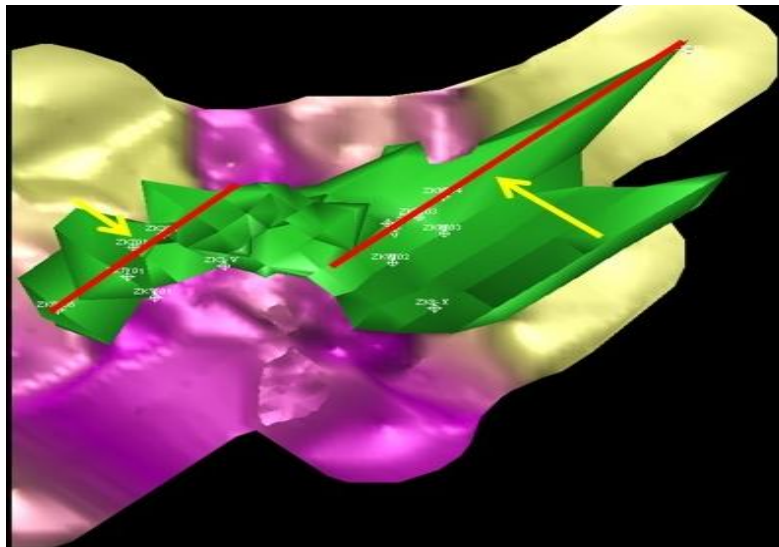


图 26 光谱扫描应用于紫金矿业矿石选冶

3. X 射线荧光元素测试

提供岩心样本的地球化学数据，一般用于陆地、海洋、湖泊、河口、冰河的沉积岩心分析，研究沉积环境和古气候。如通过对 Fe、Ca、K、Si、Al、Ti、Zr、Sr 等元素含量的变化，转化为沉积物中 Fe₂O₃、CaO、K₂O、SiO₂、Al₂O₃、TiO₂ 等化合物含量的变化，综合其磁化率、孢粉、硅藻、矿物、色素等多种指标，对环境指标和古环境演化进行重建（图 27）。

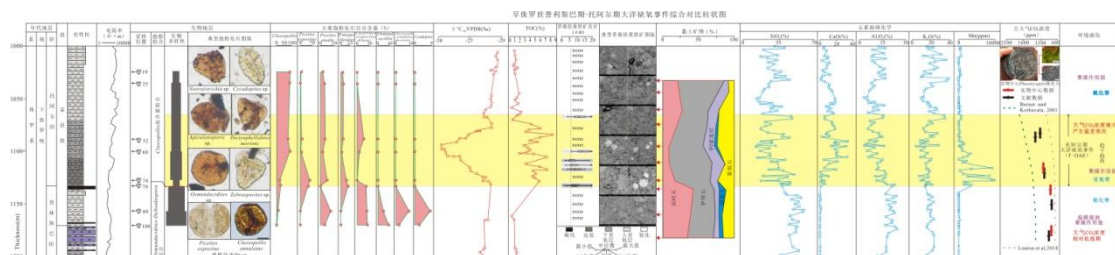


图 27 鄂尔多斯盆地环境演化综合数据柱状图

此外，也可作为固体矿产岩心有用元素浓度的变化趋势、划分地层的重要数据。例如在加拿大马塔加米 Zn-Cu 矿床，运用便携式 X 荧光检测方法获取元素浓度数据，利用 Ti/Zr 对 Al/Zr 图可以迅速地区分矿区内两个视觉上相似但是变质程度不同的流纹岩岩心，而其中一种流纹岩为钻探的标志层（图 28）。在钻探领域，识别标志层至关重要，可以帮助钻探者准确地确定目的层，做出一些类似于“是否到达了目标地层层位，还是应该向更深处钻探”等一些重要决定。

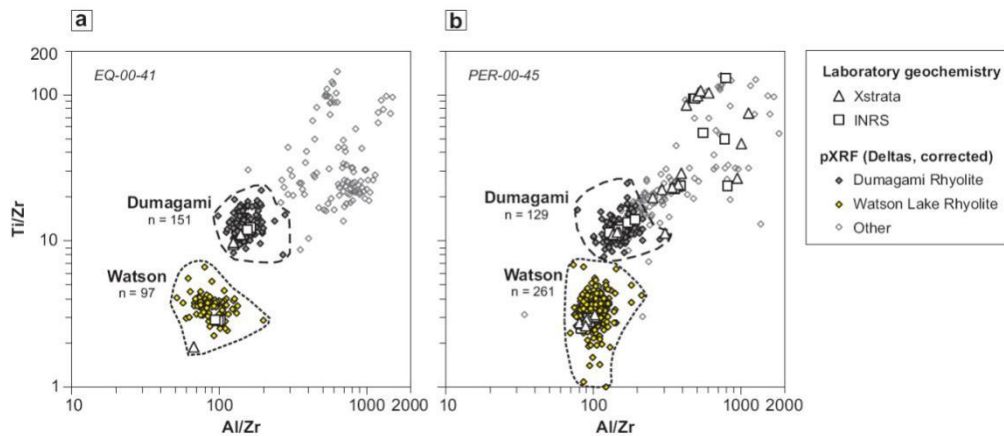


图 28 利用元素浓度相图区分地层并识别标志层

4. 多尺度 CT 扫描

利用 CT 扫描技术，可以定量计算模拟岩心内部裂缝宽度、长度、面积、面孔隙度及裂缝孔隙度等参数，计算岩心中孔洞的大小，观察孔洞的联通状态，开展含油气储层评价等。主要应用于油气资源勘查领域，对油气资源可采储量计算、驱油机理研究等方面有重要参考价值，可以更直观更精确地认识剩余油在油藏中的微观分布（图 29）。

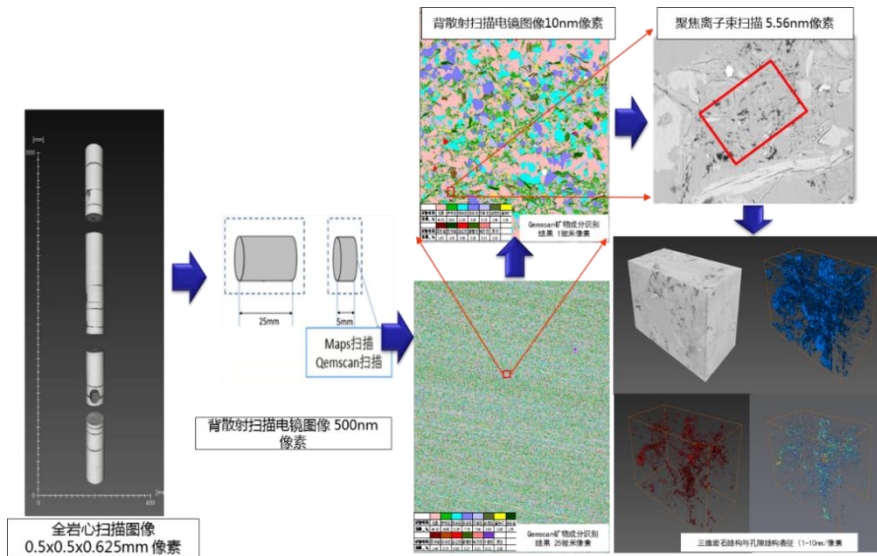


图 29 岩心多尺度 CT 扫描示意图

5. 微区扫描电镜成像

基于微区扫描电镜成像技术，可以获取岩心微观尺度下的矿物、元素、结构等信息，一方面可以对岩心矿物、元素等物质组成进行定量评价，对光谱扫描和 X 荧光元素扫描获取的半定量数据进行标定（图 30）；另一方面，可以获取矿物、元素及孔裂隙等结构在二维或三维空间的展布信息，从而有助于重构数字岩心，开展各类模拟实验。

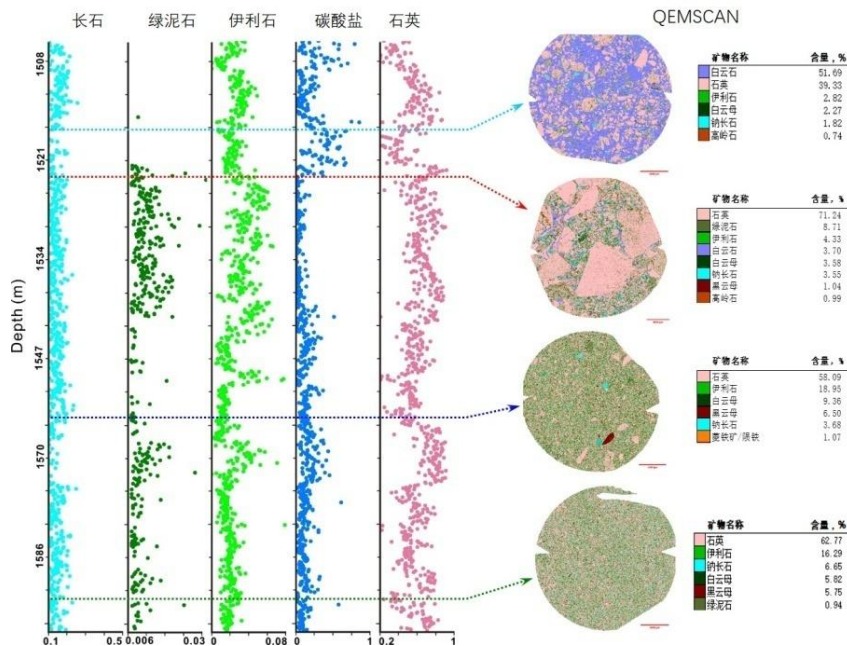


图 30 微区扫描电镜成像（QEMSCAN）对光谱扫描进行标定

6. 物性参数测量

磁化率测定广泛应用于资源勘查和环境研究。在资源勘查领域，研究磁化率与成矿元素含量的关系，可以对找矿勘查进行指导。此外，在环境磁学领域，岩心磁化率的扫描测定可以获得沉积物的磁学性质，从而研究过去和现在的环境状况。

岩石的波速可用于研究地球内部结构构造。岩石的电阻率主要用于油气钻探录井，因为含油层具有明显的高电阻特征。各种类型的岩心物性参数测量数据，均可以作为航空物探遥感定标反演的重要数据支撑，有效降低物探解译的多解性（图 31）。

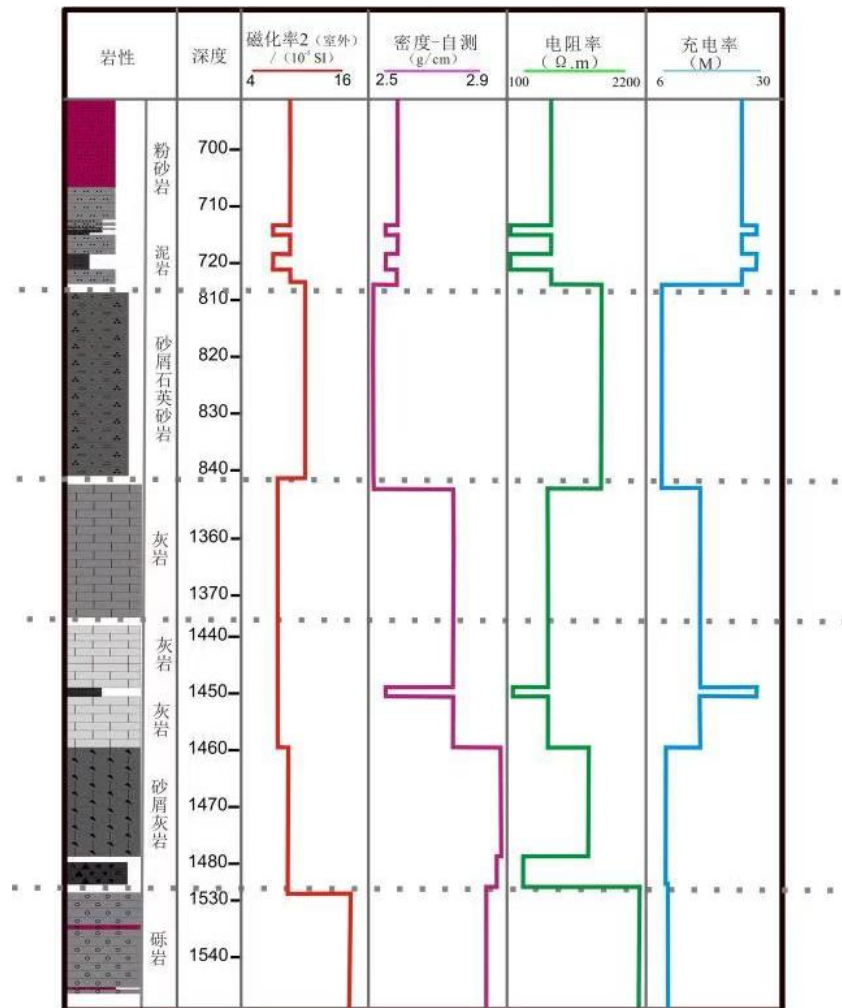


图 31 某盆地砂岩、灰岩、砾岩物性综合柱状图

（三）预期的经济效果

1. 实现海量岩心的数字化保存与利用

岩心是直接取自于地球的第一手资料，也是最重要的基础地质资料，对于岩性确定、地层层序研究、地质结构与构造认识、沉积环境推断、油气发现与评价及生储盖组合和矿产资源勘探等方面的研究具有不可替代的作用。为了探索地球深部的地质与资源能源发育情况，国内外每年都会部署大量钻探工作，产生大量的岩心资料。原国土资源部于 2009 年组织对全国岩心保有情况进行了摸底调查。结果显示，全国 482 个主要保管单位总计保存岩心已达 1006.04 万米。另据中国矿产资源报告（2016），“十二五”期间，仅我国煤炭、金属和非金属矿产勘查领域累计完成钻探工作量 10535 万米，平均每年钻探量达 2000 万米左右。

一般情况下，这些耗费大量人力、财力和物力获得的岩心样本，需要经过人工劈凿、截断和现场采样等整理后放在岩心库内进行保存，以供地质工作人员研判使用。但是，随着保存时间的延长，岩心容易风化、氧化、腐蚀、破碎、自然降解，丢失其物质成分与结构构造信息，科研和工业价值迅速降低。如何快速判读、安全存储、有效管理、充分利用如此大量的岩心样本，实现岩心的有效保存与高效利用，已经成为当前亟待解决的问题。

大数据以容量大、类型多、存取速度快、应用价值高为主要特征。2015 年 10 月，党的十八届五中全会正式提出“实施国家大数据战略，推进数据资源开放共享”。这表明中国已将大数据视作战略资源并上

升为国家战略。2020年初突然爆发的新冠疫情对我国经济产生了巨大的冲击，为了促进新产业、新业态、新模式的加速发展，推动生产方式加快转变，把经济发展的巨大潜力和强大动能充分释放出来，2020年3月，中共中央政治局常务委员会召开会议提出加快新型基础设施建设（即新基建）。新基建指以5G、人工智能、工业互联网、物联网为代表的新型基础设施，本质上是信息数字化的基础设施。

在海量实体岩心资源基础之上，基于数字化、信息化等新技术、新方法，获取岩心的物质成分、岩石物性参数、微观孔隙结构、油藏流动参数等核心数据，基于大数据、云计算等先进的信息技术和新基建提供的条件保障，实现全国多源、多元、异构的岩心数据的有效汇集与高度融合，建设覆盖全国的超大规模岩心数据库，在实现实体岩心数字化保存的同时，夯实“地质云”基础资料，实现网络化、信息化的岩心利用，显然是新时代贯彻新的发展理念和国家大数据战略的重要举措，在地质资料管理与服务领域具有划时代的意义。

2. 加强基础理论、技术的研究与应用，解决复杂地质条件下向地球深部进军的问题

与美国、澳大利亚等国家相比，我国的大地构造背景、沉积格架、成矿地质背景都更为复杂多变，因此各类矿种和成因类型都更为齐全，同时地质找矿勘查的难度更大。在固体矿产资源分布方面，全国范围内包括5个成矿域、16个成矿省、80个成矿区带，每一个成矿域内，均经历多个构造-岩浆旋回作用与演化，出现多期次叠加和改造等复杂的区域成矿作用，形成的矿床类型和矿种比较多，成矿模式多种多

样。在能源矿产方面，中国大地构造背景、沉积格架、储层发育等方面地质条件都更加复杂，尤其是在页岩油、页岩气、天然气水合物、煤层气等非常规能源领域，油气资源的形成机理、保存机理、储层改造、渗流机制等更为复杂，成为制约资源开发利用的主要因素。

在我国整体复杂的地质条件下，向地球深部进军面临着诸多挑战，需要解决复杂地质体系中的系统地质理论与工程的诸多问题。需要围绕海陆重大地质单元和边界和主要盆山系统，开展不同尺度的深部地质调查；需要在国家整装矿产勘查区带、重要含油气盆地和重点矿集区开展 3D 结构精细探测；需要探索深部成矿、成藏控制要素，创新成矿成藏理论，预测深部资源远景。

基于岩心数字化工作，开展基础性的理论、技术研究，突破岩石矿物的智能精准识别、岩心多参数数字化、数据的融合与共享等理论与技术，基于岩心大数据和岩石“基因库”构建区域性的地球深部物质成分与结构构造格架，创新地球深部的成矿成藏理论，对于解决复杂地质背景下的基础地质理论创新、深部资源能源的持续发现；全力支撑能源、矿产、水和其他战略资源安全保障；精心服务生态文明建设和自然资源管理中心工作，具有重大意义。

3. 实现海量岩心的数字化保存与利用，促进地质资料社会化服务产业链的形成

地质资料产业化是自然资源部一直以来力推的一项工作。发达国家基于地质资料的集成、分析与产品开发，形成了完整的产业链，培育了一批专门基于海量地质资料分析对矿产资源勘探开发提供战略

咨询的公司，地质资料的集群化、产业化和共享利用程度很高。在岩心数字化领域，以澳大利亚 CORESCAN（岩心数字化）公司为代表的岩心数字化公司，面向全国矿山提供岩心数字化技术咨询与服务。

为了进一步促进地质资料产业化工作，2018年印发的《自然资源部关于进一步加强地质资料社会化服务的指导意见》（自然资发〔2018〕179号）第（七）条明确提出，积极培育地质资料数据产业创新发展，深化地质资料供给侧结构性改革，积极培育地质资料信息服务新兴产业。充分发挥地质信息资源的潜在价值，鼓励和引导各类市场主体、行业组织、地勘单位等社会力量投身地质大数据开发利用，促进地质工作产学研用结合，加快成果转化，为社会提供多样化的商业性数据服务产品，推动服务产业链形成，实现地质资料公益性和商业性服务共同发展。

岩心数字化具有广泛的市场应用前景，是整个地质资料领域，最有希望建立完整、成熟产业链的领域。基于岩心数字化技术重点实验室，发挥中国地质调查局作为中央地勘队伍的行业引领与示范作用，按照公益先行、企业跟进的模式，率先在公益性岩心馆藏机构中开展岩心数字化工作，部署建设全国数字岩心共享平台，开展基于岩心及数据的基础理论研究，通过应用示范和政策引导，未来将培育一批岩心保管能力强、数字化程度高并具有一定科研能力的地勘单位与工矿企业，通过不断推动，最终实现岩心数字化的集群化和产业化。

4. 贯彻自然资源部政策要求，提升支撑国家重大战略能力

自然资源部办公厅以自然资办函〔2020〕907号印发《关于做好

岩心数字化与信息共享工作的通知》。《通知》就推动岩心数字化资料汇交、加快馆藏岩心数字化工作和加强岩心数字化信息服务等提出了具体的意见要求。明确要求岩心馆藏机构要创新管理与服务机制，推动岩心服务由传统的到馆观察、取样服务向数字化、信息化和网络化转变，逐步形成覆盖全国各级地质构造单元的岩心地质资料及其数字化数据，形成特色鲜明的实体岩心资源网络体系和岩心大数据资源网络体系，建成世界一流的岩心保管服务中心和岩心数据信息中心。

此外，《通知》明确要求各岩心馆藏机构应着重加强支撑服务国家重大战略的能力建设，加大数据资源及服务产品的供给力度。围绕重点地区重要构造单元开发系列数据产品，形成“全国岩心样本数据库”，建立矿物、元素、磁化率、电阻率、密度、岩石力学、孔隙、裂隙等三维模型，为资源能源安全保障、地球科学研究和地质灾害防治等提供及时、权威、高效的数据支撑与服务。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际国外同类标准水平对比（或测试的国外样品、样机的有关数据对比）

目前尚未见与本标准相关的国际标准。

当前与岩心数字化有关的标准有《SY/T 6748 油气井岩心扫描规范》、《Q/SY 01019 数字岩心处理与分析技术规范（中石油）》、《Q/SY 0744 岩心图像采集规范（中石化）》、《Q/SY 01019 数字岩心处理与分析技术规范（中石油）》、《Q/HS 1055 岩心壁心岩屑图像采集技术规范（中海油）》等。但是这些标准大多是针对油气类岩心，并且大

多数是只针对岩心表面图像的数字化标准，标准的应用面较窄。

本标准涉及的岩心类型包含固体矿产类岩心、油气矿产类岩心、海洋地质类岩心、地质科学研究类岩心、水工环地质类（水文地质、工程地质和环境地质）岩心等，涉及的数字化方法包括表面图像、光谱、X 射线荧光元素、多尺度 CT、物性参数数字化等。由于涉及岩心类型和数字化方法较为全面，因此本标准在整个岩心数字化行业中最具优势。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准的制定严格保持与国家法律法规、标准体系的协调一致，保持与现有国家和行业标准的协调一致。

本标准是《自然资源部办公厅关于做好岩心数字化与信息共享工作的通知》（自然资办函〔2020〕907 号）的落实落地和延伸发展。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议作为推荐性标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

本标准发布后建议面向各级各类岩心产生和保管单位，举行标准培训，以达到更好的使用标准和推广标准的目的。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。