

薄片鉴定在岩石特征分析中的应用

程志伟

河南油田研究院实验中心 河南 南阳 473000

摘要：薄片鉴定技术在油气勘探、开发、生产的各个阶段都发挥了关键性的作用，通过对岩石特征进行分析，能够获得岩层内的结构状况及可能含有的矿藏，这使得当下的岩石特征分析逐渐开始将薄片鉴定技术作为主要鉴定技术之一。故此次研究首先剖析薄片鉴定在岩石特征分析中的应用价值，后给出薄片鉴定这一鉴定方式在岩石特征分析中的具体应用策略最后结合具体案例肯定薄片鉴定的现实意义，以期能为相关行业及领域发展提供有效参考支持。

关键词：薄片鉴定；岩石特征分析；岩层结构；鉴定技术

引言

岩石薄片鉴定主要被用于对矿物组分进行定量统计、区分岩石类别、观察岩层微观结构、对岩层成岩作用及阶段进行划分等等。但事实上岩石薄片鉴定还能够提供更为丰富且更细致的检测信息，这使得这种技术在材料学、地质学、矿藏能源开采等众多领域中都有不容忽视的应用价值。

1 薄片鉴定在岩石特征分析中的应用价值

薄片鉴定是一种鉴定岩石薄片的方式，可被用于分析岩石表演出的特征，从而推断岩石形成、演化的过程，因此在材料学、地质学等众多领域中较为常用。目前薄片鉴定在岩石特征分析中的应用价值主要体现在以下几方面。

提供矿物成分及结构分析结果——薄片鉴定的结果中通常包含了岩石内部的矿物成分、结构构造等详细信息，而鉴定过程需要用显微镜观察岩石薄片，因此可以有效识别岩石中不同矿物的种类、含量、形态及相互关系^[1]。这些信息有助于研究人员进一步理解岩石的形成过程、成因及物化性质。

为岩石成因及演化研究提供依据——薄片鉴定结果可以解释岩石的演化历史，也就能用于分析岩石的形成原因。这主要是通过观察岩石中不同矿物的排列方式、次生变化及结构特征实现的，对这些内容的观察可用于推断岩石在形成过程中的具体环境、后期改造作用的影响等等，而这些内容又可用于分析地球历史、地壳运动历程及岩石圈的动力学演化^[2]。

用于勘查并评价矿产资源——部分情况下薄片鉴定也会被运用到矿产资源勘查及评价中，将岩石切出薄片并进行观察分析，能够推断岩石中不同矿物的分布规律，并判断各类矿物在岩石中的富集程度，从而确定具体矿物是否具有开采价值。从这一点上来看，岩石薄片

鉴定结果还可用于预测矿床类型、矿体规模以及矿石质量，从而为开采方式的选用提供依据^[3]。此外，岩石薄片还可用于研究矿床成因及成矿规律，也就为矿产资源的开发提供了关键参考。

作为工程地质评价依据——某些时候也会通过获得薄片鉴定结果，来评价工程项目面临的地质状况。在对岩石薄片进行观察分析的过程中，同样可获得岩石的物理、力学性质及稳定性等信息，而这些信息又会被用于评价工程场地的稳定性，进而为工程方案设计及工程安全规划提供参考支持，因此岩石薄片鉴定在桥梁、隧道、边坡等工程设计中也具有一定的常见性。

具有科研及教学价值——薄片鉴定结果同样可应用在地质学、材料科学等领域，对其结构及性质的观察能够用于了解岩石的成因、演化及物化性质，从而被作为材料应用在地质学、材料科学的教学中，为具体教学活动提供生动且直观的素材^[4]。

2 薄片鉴定在油气勘探中的实际作用

2.1 为页岩油勘探提供基础性指导

用于分析岩石特征的薄片鉴定技术，首先能够为油气勘探提供基础性的地质信息，并以这些信息提供基础性指导服务。以页岩油勘探为例，在勘探过程中通过应用薄片鉴定技术，能够精确确定页岩中的石英、黏土矿物等成分，并进一步分析其结构及构造，进而帮助作业人员精准理解页岩储层的物化性质和含油气性，从而为开采作业提供指导。另外根据观察到的岩石薄片特征，研究人员还能够明确页岩储层的储集性能，通过分析岩石薄片孔隙分布的密度、类型、连通性及形成原因（一般包括原生孔隙与次生孔隙两种），来判断页岩岩层是否有利于油气储集和运输，而对于页岩岩层中裂缝发育状况的分析，则更能为油气的运输及转移提供依据。在从薄片分析结果中获得这些数据之后，研究人员

就能够确定区块页岩储层中的不同勘探区域,通过预估各区域内可能的油气储量、富集程度及开采难度,合理评估页岩层的油气开发潜力,为后续开发方式、开放强度、资金投入、设备应用乃至人员配置提供参考支持^[5]。而如果在开采过程中持续获得新的薄片鉴定结果,则能够根据这些内容进一步优化开发方案,譬如选择合适的压裂技术、持续优化井网密度等等,来使油气开发的效率和效益获得进一步提升。

2.2 解决油气勘探行业痛点

某油气勘探区块地质条件异常复杂,致使传统人工岩相分析方式在成效、工作量及效率上均不甚理想,获得的分析结果也存在可靠性不足的问题。针对这种情况,先期勘探人员计划采用薄片鉴定技术为勘探作业提供数据及策略支持。此次应用过程中对薄片鉴定技术与数字信息技术进行了整合,通过采用岩石薄片的自动分析技术,对采集到的大量岩石薄片进行了批量分析,单张薄片分析耗时仅为0.03s,实现了分析效率的显著提升。对于分析之后获得的海量岩石薄片数据,人工处理会面临效率不理想、精度不足及资源耗费较高的问题,因此又加入了大规模数据处理技术,通过制定《岩石薄片智能鉴定方法》等工作标准,对岩石薄片鉴定流程进行了规范化处理。在此基础上则应用了深度学习模型,来进一步为岩石薄片的结果分析处理工作提供可靠技术支持。如此一来就通过整合数字化技术与岩石薄片鉴定技术,解决了油气勘探行业原本面临的分析效率不足、成果准确性不高等痛点,为油气勘探分析工作提供了更完备可靠的技术体系支持。

2.3 实现跨源识别与高精度检测

油气勘探中进行采集和分析的可能不是同一批研究人员,因此在分析样本时可能面临来源不明确的情况,也可能出现不同区域、不同层位样品被放在一起分析的情况,这种情况被称为样品的跨源分布。在分析该类型样品时,就可通过建立大规模训练模型,通过投入不同区域、不同层位岩石薄片样品作为训练数据,来使算法能够训练出识别不同岩相类型的模型。在该模型形成以后,就可实现不同来源样品的准确识别,从而有效处理勘探位置不同样品跨源分布的问题。而在接受过这样的训练之后,模型同样支持对不同岩相类型样本的分类,并通过追溯实现样本的跨源识别。高精度检测则需要基于跨源识别的结果进行,结合识别结果对预测模型进行深度优化,通过不断调整模型参数提升识别预测的精度,之后获得的模型能够有效预测样本的岩相类型、矿物种类、矿物含量、孔隙结构等关键信息,并借助预测

结果为油气勘探提供准确的地质信息依据,为勘探方案的制定及完善提供数据支持。譬如用于训练模型的样本来自10个不同区域、50个不同层位,共提取了10000个样本,这样一来训练后的模型在进行岩石薄片鉴定时,其检出有效性就能够覆盖90%以上的常见岩相类型,乃至95%以上油气勘探需要掌握的范围,预测准确率也可达到98%甚至更高,并以其高精度预测能力为薄片鉴定在油气勘探中的应用提供可靠技术支持。

3 薄片鉴定在岩石特征分析中的具体应用

3.1 快速确定特殊地质事件

针对岩石进行的沉积相分析会应用薄片鉴定这一鉴定方式,其分析内容通常包括岩石组成、结构、构造及岩石中的生物化石组合等。随着相关领域开发深度的逐渐深入,某些针对碎屑岩储层沉积相及成岩沉积相的分析中,地质情况解析难度偏大的问题开始逐渐增多,由于某些微相中表现出相似的矿物组成及结构构造情况,因此为了保证分析的有效性,会通过应用薄片鉴定方式检测其中的特殊矿物,来为地质体的形成环境、时代及可能经历过的特殊地质事件提供可靠参考依据。以海绿石为例,海绿石作为海相环境下的特殊产物,意味着所在区域存在过盐度正常的浅海环境。在早期针对某油田的岩石特征分析中,由于当时的技术体系相对落后,且国内业界对构造区内沉积体的认识缺乏全面性,导致当时的矿物储量及资源质量评价缺乏可靠支持。之后是通过采用薄片鉴定方式确定了海绿石的存在,才实现了碳酸盐岩湖及海相沉积储层的精准识别,并在精准识别结果的基础上精准判别沉积相的基础,对储层的发育规模及分布特征进行了科学分析,进而完成了当时对油气潜力的有效评估以及后续开采方案的制定、完善及优化^[6]。

3.2 确定特殊储层成因

油气勘探中时常会遭遇实验分析结果与勘测结果不符的情况,有时也会出现各类参数存在明显差异的状况,这类状况在勘探过程中尤其高发。由于勘探前作业人员对储层的认识相对有限,因此需要通过岩石薄片鉴定获得珍贵的岩层结构信息,并通过合理应用这类信息降低勘探评价失准的发生概率,从而有效提升储层评价的准确性。本世纪初国内某油田在探井钻井过程中发现了非常高的油气显示度,相关参数测量结果高达数十ppm,然而这一结果却与测井电阻率的结果产生明显冲突,彼时试油测试因为成本极高,且因为无法明确开采价值而难以决策是否有进行试油测试的必要,因此转为采用岩层薄片鉴定方式进行分析。在应用这一分析方式分析过所在地岩石特征之后,在岩层构架颗粒周边发现

了大量存在的绿泥石薄膜。这种薄膜是在碎屑岩早期成岩阶段,岩石处于弱固结状态下周遭地层水中析出结晶凝聚形成的黏土类矿物,一旦岩层中存在这类矿物,意味着岩层形成过程中会产生大量的晶间、晶内吸附水,并由此导致岩层内因含有水体,表现出电阻率大幅下降的情况。那次对薄片鉴定技术的应用,确定了所勘探岩层为特殊的低阻油层,后续则通过测试明确了该油层的开发价值,进一步提升了探井评价的可靠性。

3.3 在油气勘探中确定井眼堵塞物

油气田开采过程中会不时发生井眼堵塞或生产管柱堵塞的情况,一旦这种情况出现,就很容易导致油气井被迫停产,严重情况下还会造成油气井报废。早在本世纪初,某油田个别生产井就出现过产量急速下降、最终不得不停产的恶性事件,彼时作业人员针对该生产井进行调查,调查结果发现生产管柱遭到不明物质的堵塞,且堵塞程度非常严重,生产管柱完全无法进行正常生产。当时的工作人员为了尽快恢复生产井的正常生产,整个井场在发现问题后的极短时间内一致通过切割管柱的决策,通过定位并取出堵塞物恢复了管柱的通畅。之后在场技术人员对堵塞物进行切片处理,并以岩石薄片鉴定技术现场鉴定了堵塞物的磨片。鉴定后确认一处生产管柱内的结垢堵塞物为文石,另一处井口的堵塞物为重晶石。随后技术人员针对这两种矿物的形成条件进行了详细研究,并与生产管理人员深入探讨实际开采过程,发现早期钻井过程中就发生过堵漏^[7],为解决堵漏问题,当时的钻井工作在后续作业时添加了含有两种矿物主要组分的堵漏剂,而在后续开采过程中则因为形成了对应的温度条件,致使两种矿物质在井筒中重新结晶并造成堵塞。在借助岩石薄片鉴定技术完全分析过堵塞形

成的原因之后,技术人员就堵塞问题给出乐相应的对策及建议,并有效避免了类似情况在后续开采作业中的出现,为油气田高效生产提供了可靠保障。

结束语

矿业历来被作为我国的社会支柱型产业,在推动我国社会经济发展的过程中发挥了关键作用。因此在针对矿产资源进行开发利用时,更需要借助岩石薄片鉴定这类技术,明确岩层中矿产资源的特性、含量及组分,来为矿物勘探作业提供更可靠的支持,进一步方便找矿工作的开展与进行。

参考文献

- [1]苏程,朱孔阳.岩石薄片图像智能分析研究进展[J].矿物岩石地球化学通报,2023,42(1):13-25.
- [2]张东峰,闫琢玉,罗程飞,等.陵水26-X构造古潜山储层岩石学特征[J].石化技术,2023,30(7):156-157.
- [3]雷明锋,张运波,王卫东,等.岩石岩性MaskR-CNN智能识别方法与应用研究[J].铁道科学与工程学报,2022,19(11):3372-3382
- [4]付文俊,张昌民,冀东升,等.准噶尔盆地南安集海河剖面中侏罗统头屯河组浅水三角洲沉积特征[J].岩性油气藏,2023,35(4):145-160.
- [5]程青松,章超,周博宇,等.滇黔北麟凤地区Y井五峰组-龙马溪组页岩矿物、地球化学特征及意义[J].长江大学学报(自然科学版),2022,19(1):9-21.
- [6]汤睿,覃军,黄山,等.东海丽西洼陷缓坡带中-下古新统成岩演化[J].海洋地质前沿,2023,39(9):46-54.
- [7]郑洋洋,张冲,伍薇,等.基于多聚类中心的加权聚类铸体薄片图像分割方法[J].矿物岩石地球化学通报,2023,42(4):882-889.