DOI：10.12090/jissn.1006-6616.20253102

地应力测量技术与应用

陈群策

地应力是存在于地壳中的天然应力，是受构造演化、地形、重力加载、温压环境与流体作用等诸多因素控制的一个二阶张量，是地壳最重要的物理性质之一。作为引发地壳变形、地震孕育与活动以及岩爆等各类工程地质灾害的直接动力源，原位地应力状态的精准获取不仅是地球深部科学探测与地球动力学基础研究的“听诊器”，也是国家深地资源高效开发、重大地下工程安全建设以及地质灾害预测防控的“压舱石”。在国家全面推进“向地球深部进军”的战略背景下，如何精准获取地应力、如何科学解释地应力、以及如何把地应力有效应用到重大科学问题和工程决策中，已成为地球科学与工程技术领域共同面对的关键命题。

地质力学作为李四光先生创立的交叉学科，其核心要义在于运用力学的观点和方法，研究地质构造运动的发生、发展及其内在联系。地应力研究正是地质力学理论与实践结合最紧密、应用最广泛的领域之一。2025 年，适逢《地质力学学报》创刊 30 周年。卅载栉风沐雨，春华秋实。值此重要时刻，我们精心组织并出版“纪念创刊三十周年之地应力测量技术及应用”专辑，旨在系统梳理近年来我国在地应力领域的新认识、新方法与新实践，聚焦与回应深地科学探测、地震机理研究与重大工程建设中的关键问题挑战，以推动地质力学学科在新的历史时期实现更高质量的发展。

本专辑共收录 16 篇论文，内容涵盖地应力测量与研究的宏观进展与战略展望、基础理论的深化与反思、测量理论与方法创新、仪器装备的自主研发、重大工程建设中的应用示范，以及对我国地应力测量事业重要开拓者的纪念与传承。地应力的发展在于创新，在于实践中解决真问题。本专辑所收录的文章，无论是理论的探究、技术的突破，还是工程的实践，都力求摒弃“正确的废话”，鼓励学术争鸣与学科跨界融合，直面地应力测量及应用中的痛点与难点。各文从不同尺度、不同对象与不同方法路径出发，共同勾勒出地应力研究的前沿图景。

综述与展望：面向深地探测的技术路线与科学问题。孙东生等系统回顾深部应力测量技术国内外发展现状，聚焦深部条件下探测能力不足、结果可靠性偏低等瓶颈，提出以“高、精、尖”装备与多参数协同观测的深井应力探测攻关路线，为深地应力观测体系建设提供了清晰框架。杨树新等从应力信息获取、应力场分析与建模、地震应力过程三个维度梳理地应力与地震研究的演进脉络，凝练关键挑战并展望研究思路，强调以高质量应力数据与可检验模型推进对孕震过程的认识。王成虎等系统总结 2014—2025 年地应力测试与估算方法的重要进展与趋势，既回应了工程需求的快速增长，也提示了未来方法体系在标准化、融合化及智能化方面的努力方向。

综合研究：从观测表征到构造过程的力学约束。在“点”观测如何支撑“场”认识这一核心问题上，马晓冬从“一孔之见”与“一目了然”二者关系的辩证视角，讨论钻孔应力观测对不同尺度地质体应力状态表征的有效性与局限性，提出推动观测手段、基础理论与分析方法协同发展的思考。李振月和万永革通过合

成实验建立震源机制参数与应力信息的统计关联，为基于震源机制反演应力的策略选择与误差认识提供了启示。孟文等以郯庐断裂带中南段钻孔应力观测与震源资料为约束，解析构造应力场并建立地壳强度剖面，揭示“相对较强的中上地壳与极弱的下地壳”的区域特征，为理解断裂带动力学与强度结构提供证据链。面向资源勘探与开发，吕蓓等围绕石炭系火山岩储层的岩石力学特性，提出考虑围压敏感性的动、静态参数修正思路，以提高静态参数预测精度。马佳等针对断层转折褶皱这一典型构造样式，采用弹塑性参数控制的数值模拟开展定量约束研究，为构造解译与成藏背景分析提供了可追溯的力学解释。

技术方法研究与创新。针对水压致裂测试中闭合压力这一基础但长期存在争议的关键参数，杨跃辉等在系统梳理既有方法的基础上，引入 C 函数理论和基于总系统刚度演化特征的闭合压力识别新方法，为提高测试解释的物理一致性与结果稳定性提供了新途径。围绕深部工程灾害监测，李广汉等研发体积式采动应力监测传感器，强调敏感性与长期稳定性的同步提升，为捕捉动力灾害前兆信息提供了新的有效技术手段。面向区域应力场反演与智能计算，周围维等提出基于量子群优化的断层滑动数据反演方法，在计算效率、收敛速度与稳定性方面展现优势，为应力张量反演与震源机制分析提供了新的算法选项。针对水压致裂试验中特征压力参数识别精度不足、判定主观性强等问题，肖海帆等提出了一种基于线性化拟合的参数识别方法，并通过室内实验与现场测量验证了其有效性与实用性。

应用研究：以地应力服务重大工程与油气开发决策。在强构造活动区的工程安全评估中，王斌等在喜马拉雅东构造结北缘水电工程区实施多孔水压致裂实测并结合三维反演，获得关键部位应力场信息，支撑断层稳定性与岩爆风险研判。赵春雷等以三维应力场反演为基础，引入熵权−Topsis 综合比选技术对地下厂房开挖方案进行对比分析，为复杂地质条件下的方案优选提供了可操作的决策框架。面向非常规油气开发，熊晨皓等针对陆相页岩储层强分层非均质性，开展井周精细地质力学建模与应力模拟研究，为水平井方位优选与井壁稳定评价提供了更可靠的地质力学依据。

纪念与传承。专辑最后一篇文章是纪念文章，作者以平实的文字追忆李方全研究员的科研与人生片段，展现了我国水压致裂应力测量技术开拓者的科学品格与精神风貌。李方全先生将毕生精力奉献给了中国的地质力学事业。斯人已逝，风范永存。李方全老师和他那一代知识分子所具有的严谨治学、敢为人先、乐观豁达的科学家精神，将永远激励着我们在地应力研究的道路上薪火相传，砥砺前行。

本专辑较为系统地阐述了我国地应力测量与应用研究的进展与战略展望，但受篇幅所限，上述研究成果未必能全面反映我国地应力的研究进展与应用成效，不足之处，请各位专家学者批评斧正。本专辑的顺利出版，离不开全体作者的精心撰写与反复打磨，离不开审稿专家的严格把关与建设性意见，也离不开《地质力学学报》编辑部同仁在组织、编辑与出版各环节的辛勤付出，在此谨致谢忱。愿本专辑能为广大地质力学同行带来启迪，共同推动我国地应力测量与研究事业迈向新的高度！

特邀主编简介：

陈群策，男，中国地质科学院地质力学研究所二级研究员、博士生导师、国际岩石力学学会地壳应力与地震专业委员会委员，地质力学专业。长期从事地应力测量技术及应用研究。