

《2020年新疆于田 Ms6.4 地震研究专辑》如期完成

■ 张永仙 周 锐

地震数值预测研究和传统方法评估试点项目

地震监测站网评估试点项目

人工智能地震监测分析系统完善与应用

地震危险区精细调查和地震现场综合科学考察试点项目

预报员访学试点项目

地震信息专题图试点

地震重点监视防御区公共服务试点

地震短临预报专群结合研究

《2020年新疆于田 Ms6.4 地震研究专辑》如期完成^{*}

■ 张永仙^{**} 周 锐

前言

《地震》编辑部将于近期出版《2020年新疆于田 Ms6.4 地震研究专辑》，该专辑主要收集了2020年于田 Ms6.4 地震虚拟科考工作成果，也包含一些后续研究成果。下面介绍一下该专辑诞生的背景。

一、于田 6.4 级地震虚拟科考工作

1. 科考工作启动

2020年6月26日5时5分，新疆维吾尔自治区于田县(北纬35.73度，东经82.33度)发生 Ms6.4 地震。中国地震局迅速组织地震趋势会商会。会商会上提出的一些科学问题需要进一步解答。中国地震局地震预测研究所(下称预测所)于当日上午11点20分召开工作会议，商讨于田地震科考工作。由于2019年新冠疫情的持续影响，地震发生时仍处于旅行限制时期，加之于田地震震中海拔高，人迹罕至，不利于现场科考，因此本次科考采用虚拟科考的方式进行，即最大限度利用已有的研究成果和空间对地观测、地震站网资料等，围绕此次地震的特殊科学问题，开展针对性的研究。

作为“地震预测研究所加强科技创新支撑新时代防震减灾事业现代化建设试点”——“地震危险区精细

调查和地震现场综合科学考察试点”、“地震监测站网评估试点”、“地震数值预测研究和传统方法评估试点”和“地震信息专题图试点”工作的交叉，预测所决定在当日启动于田 Ms6.4 地震的虚拟科学考察，组建科考队，发出《关于开展2020年6月26日新疆于田 Ms6.4 级地震虚拟科学考察试点的通知》(震预发〔2020〕82号)。

本次虚拟科考由预测所任金卫研究员任学术指导委员会主任，预测所地震短临预测研究室张永仙主任和周晓成副主任任科考队正、副队长。科考针对此次地震的特殊科学问题，收集了深部构造、地震地质、地震波形、地震目录、震中附近定点地球物理观测台网资料，流动地磁、重力观测和流体地球化学等资料，以及高空获得的高分遥感、雷达干涉卫星(InSAR)、全球导航卫星系统(GNSS)、红外遥感、电磁卫星、卫星高光谱等资料，以及震前地震预测实践情况，在下述4个方面开展探索性研究：

(1) 针对此次地震的震源机制测定结果的分歧，充分利用2014年于田地震现场科考的资料和2014年于田地震余震精定位的结果，发挥“精准地震学”的优势，考虑遥感信息的应用，对地震的震源机制提供观测约束，用统计地震学工具阐明此次地震与2014年

^{*} 支撑新时代防震减灾事业现代化建设试点任务之一“地震危险区精细调查和地震现场综合科学考察试点项目”成果。

^{**} 中国地震局地震预测研究所，北京，100036，yxzhseis@sina.com。

于田地震序列之间的关系。

(2) 考察此次地震“落在”2020年年度地震危险区的成功预测依据;充分利用地震周围的观测资料,探索年度地震危险性转化为周(月)地震危险性的判据,并利用此次地震,探索开展针对性的地震监测系统的评估。

(3) 用多种手段,研究此次地震对南天山年度地震危险区的影响,对巴颜喀拉地块东边界附近的地震活动的影响和对中国大陆地震大形势的影响。同时尝试震后首次会商、专题会商、地震应急处置和地震科学考察之间的衔接。

(4) 围绕此次地震的科学问题,与中国科学院青藏高原研究所就孕震环境问题,与中国地震台网中心就地震监测问题,与新疆维吾尔自治区地震局就地震现场问题,与中国地震局地球物理研究所就余震精定位问题和震源机制问题,与中国地震局地质研究所就地震构造问题,与北京大学地空学院、中国科学院青藏高原研究所等单位就震源过程问题开展合作,探索地震科考工作开放合作的机制。

2. 科考工作结果

从2020年6月26日启动至7月13日考察报告汇报,历经了18天,经过来自12个单位50余名专家的辛勤工作,完成了于田6.4级地震的虚拟考察工作,形成了由一个总报告和23个分报告组成的于田地震虚拟考察报告,获得了重要的科学认识,提出了相关工作建议。

(1) 2020年6月26日新疆于田6.4级地震是于田地区新的断层活动事件,属于2014年新疆于田7.3级地震余震的可能性很小。但两个地震之前都有前震活动。

(2) 该次地震的震源机制为张性破裂。根据地震精定位、震源机制、InSAR综合分析认为,发震断层为近南北向,走向约为 184° ,倾角为 50° - 60° ,向西倾斜。断层上边界中心坐标约为(82.5°E , 35.6°N),断层长度约为14.5 km,宽度大约为10 km,反演的矩震级为 $M_w6.3$,矩心深度7 km左右。发震断层在地表靠近琼木孜塔格断裂,但倾向与琼木孜塔格断裂不一致。高分卫星资料解译结果显示该次地震未在地表造成破裂。

(3) 该次地震发生在2020年度“新疆和田至西藏日土6级左右地震危险区”内,在6月19日的月会商报告里也把这个地区列为月尺度可能发生6级左右地震的地区,显示在监测能力较低的地区做出了较好的年度、月度预报,值得深入研究和总结。

(4) 根据于田地区6级以上地震序列特征类比分析,于田6.4级地震震区短期内发生更大地震的可能性不大。根据库仑破裂应力计算结果,阿尔金断裂带

西南段、康西瓦断裂带东段、郭扎错和龙木措等断裂带附近的 ΔCFS 增加,这些断裂带的地震危险性进一步增强,特别是阿尔金断裂带的潜在地震危险性值得进一步深入研究。

(5) 根据GPS资料获得的巴颜喀拉块体向东运动特征,结合巴颜喀拉边界强震震源机制,以及于田地区6级以上地震与巴颜喀拉块体东边界7级以上地震的统计相关性,分析认为未来两年内巴颜喀拉块体东边界有发生7级地震的危险。根据统计数据,于田地区6级以上地震与新疆其他地区地震活动相关性不高。

(6) 震区及周围环境自然条件恶劣,观测点稀少,研究基础薄弱,目前发震断层仍不清楚,需利用空间对地观测资料、航测资料并结合地震学开展综合研究。

3. 科考工作建议

(1) 初步研究结果显示于田6.4级地震为张性破裂,破裂面西倾,地震断层走向近南北,但与地表最近的已知断层不一致。由于震区自然条件恶劣,现场考察难度大,建议进一步利用空间对地观测资料(GPS和InSAR等)结合基于地震观测资料的数值模拟,对震区地震构造进行深入研究。

(2) 阿尔金断裂连接塔里木盆地和青藏块体,本次于田地震位于阿尔金断裂西南段,与塔里木盆地活动相关,还是与青藏块体的活动相关?建议综合利用大区域的航磁、重力、遥感资料结合构造和石油剖面勘探结果等综合进行研究。

(3) 此次地震周围温泉发育,1951年曾有火山喷发活动。地球化学测量显示于田火山有部分幔源物质上涌,对区域地震活动性有较大的深部热能供给,这是否是于田地区近十年来强震活跃的原因?建议借助温泉密布的天然条件进行加密地球化学观测,获得进一步认识。

(4) 此次于田6.4级地震前36分钟出现前震活动,2014年于田7.3级地震前也出现前震活动。从本次虚拟科考王伟君等人的模板识别技术研究结果可以看出,前震发生前震区微小地震有短暂平静。此外,以往通过视应力计算可获得震区应力水平的分析结果,但由于于田地区地震台网稀疏,无法进行计算。建议加强该区地震监测能力,并尽快把新的分析技术进行业务化研究和推广应用,提高地震分析预报水平。

(5) 本次虚拟科考仍然显示出资料共享的问题,这是造成分析结果差异性的部分原因。建议相关单位加强协作和合作,推进资料共享机制建设。特别是中国地震台网中心与地震预测研究所目前是“前店后场”关系,需要建立资料共享保障机制。

于田地震科考报告的 23 个分报告题目见附件 1。

这次考察由多家科研机构协同作战，并在很短的时间内形成报告的工作模式，对未来的地震科考有借鉴意义。

二、于田 6.4 级地震研究专辑

为了使这次地震科考的研究成果以及其他与于田地震相关的研究成果形成有价值的科学积累，《地震》编辑部随即征集于田地震的科学研究成果，形成《2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震研究专辑》。

《地震》编辑部按常规审稿程序请专家严格审核所投稿件，最后筛选了 15 篇于田 6.4 级地震的研究论文组成专辑内容（见附件 2）。研究内容涉及地震构造、震源机制、破裂过程、地震变形、地震应力、地球物理观测异常和地震预报方法等，用于研究的观测数据包括地表观测获得的地震波形资料、地震目录、地磁地电和流体地球化学等资料，以及高空获得的高分遥感、雷达干涉卫星（InSAR）、全球导航卫星系统（GNSS）、红外遥感、电磁卫星和卫星高光谱等资料。由于于田地震震中人迹罕至，因此空间观测资料在本次地震的研究中发挥了重要的作用。

从研究结果看，对于同一个问题，不同的研究团队给出的研究结果存在一定差异，例如对于震源断层错动，康帅等利用雷达卫星资料反演的结果与杨彦明等利用新疆、西藏区域数字地震台网资料确定结果有差异，谁的结果更接近客观事实还值得进一步研究。

无论如何，这些研究方法和研究结果体现了现今地震研究的科技水平，是我们探索地震奥秘的一个坚实的脚步。我们相信，随着地震监测技术水平的提高，我们将获得更多、更可靠的数据研究地震，对地震的认识将越来越接近本质，地震科学水平也将不断提高，实现地震预测的梦想终将变成现实。

于田 6.4 级地震虚拟科考队队长张永仙研究员为该专辑撰写了“序言”，该专辑将于近期出版。

附件 1：于田 6.4 级地震科考报告分报告目录

- (1) 于田 6.4 级地震震源机制解
- (2) 于田 6.4 级地震震源参数
- (3) 于田 6.4 级地震震源机制解分析
- (4) 于田 6.4 级地震 INSAR 同震形变分析
- (5) 于田 6.4 级地震 INSAR 形变报告
- (6) 于田 6.4 级地震区域构造、构造地貌及发震构造特征
- (7) 于田 6.4 级地震余震序列重定位
- (8) 于田 6.4 级地震序列重定位
- (9) 于田 6.4 级地震的深部构造背景

(10) 于田 6.4 级地震前中期和短临预测正确的依据与启示

- (11) 新疆于田三个强震前后的地震活动
- (12) 于田 6.4 级地震震源区地震序列统计补全
- (13) 于田 6.4 级地震前温泉流体地球化学数据分析
- (14) 于田 6.4 级地震红外长波辐射时空异常演化分析
- (15) 于田 6.4 级地震相关的 CH_4 异常跟踪
- (16) 于田 6.4 级地震前后 GPS TEC 扰动现象论证分析
- (17) 于田 6.4 级地震全球地磁活动情况分析
- (18) 于田 6.4 级地震时 - 空 ETAS 模型分析结果
- (19) 于田地区三次中强震造成的区域应力扰动
- (20) 于田地震与巴颜喀拉地块现今地壳运动的关系分析
- (21) 于田地震震后趋势分析
- (22) 关于于田地震“虚拟科考”的一些意见
- (23) 新疆于田 6.4 级地震现场调查报告

附件 2：《2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震研究专辑》收录的文章题目

- (1) 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震发震构造研究
- (2) 新疆于田地区地震活动与强震间的应力转移
- (3) 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震断层面快速测定及发震构造研究
- (4) 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震的地震迁移趋势
- (5) 利用 InSAR 获取 2020 年新疆于田 $M_w6.3$ 地震同震形变场与断层滑动分布反演
- (6) 基于升降轨 Sentinel-1 SAR 数据研究 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震震源机制
- (7) 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震发震断层及孕震机制研究
- (8) Morlet 小波变换在 2020 年新疆于田 6.4 级地震预测中的应用研究
- (9) 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震温泉水文地球化学观测异常特征研究

(10) 青藏高原周缘三次强地震伴生的卫星高光谱遥感地球化学异常

(11) 2020 年新疆于田 6.4 级地震前电离层扰动现象分析

(12) 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震前热红外亮温异常研究

(13) 中强地震前地磁极化异常特征及其与后续地震的关系

(14) 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震和田台地电场异常的测道差异性

(15) 2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震前地磁谐波振幅比变化特征分析

加强科技创新支撑新时代防震减灾事业现代化建设
地震危险区精细调查和地震现场综合科学考察

试点 工作通讯

预报员访问学者导师聘任管理办法
“解剖地震”计划“十四五”实施方案

AI 开创的新地震学研究

CSEP 1.0 工作理念及十年工作成就

CSEP 2.0 重点工作导向

云南昭通防震减灾局专群结合工作调研报告

《2020 年新疆于田 $M_s6.4$ 地震研究专辑》如期完成

2021 年第 1 期 (总第 22 期)

2021 年第 2 期 (总第 23 期)

2021 年第 3 期 (总第 24 期)

2021 年第 4 期 (总第 25 期)

2021 年第 5 期 (总第 26 期)

2021 年第 6 期 (总第 27 期)

2021 年第 7 期 (总第 28 期)

编委会

王武星 王琳琳 田勤俭 汤毅 孙汉荣 孙珂 李营 杨林章 吴忠良 张永仙 张晓东
邵志刚 孟国杰 赵翠萍

编辑部:

中国地震局地震预测研究所科研管理部
E-mail:sycglb@ief.ac.cn