钱庚,杨东悦,冯蔚,等.2025年全球地震灾害概要[J].地震工程学报,2026,48(6):1423-1436.DOI:10.20000/j.1000-0844.20260226001

Qian Geng, Yang Dongyue, Feng Wei, et al. Overview of worldwide earthquake disasters in 2025[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2026, 48(6): 1423-1436. DOI: 10.20000/j.1000-0844.20260226001

2025年全球地震灾害概要

钱 庚[1,2], 杨东悦[3], 冯 蔚[4], 臧 楠[3], 王建伟[1,2]

(1. 中国地震局地震研究所(地震大地测量重点实验室),湖北 武汉 430071;
2. 湖北省地震局,湖北 武汉 430071;
3. 成都理工大学,四川 成都 610059;
4. 中国地震局地震预测研究所,北京 100036)

摘要: 为及时掌握全球地震灾害动态、研究典型震例对我国构造活动的影响、积累震害防御经验并谋划防震减灾工作部署,收集整理近50年的地震目录及灾害地震资料,厘清2025年全球地震活动与灾害特征,分析1975—2025年全球灾害地震变化特征及大灾年的震级规律,绘制2025年灾害地震分布图,汇总灾害地震信息及灾情,并对2次重大地震灾害进行历史回溯与致灾分析,提炼出2025年全球地震灾害的核心特征。结果表明:与往年相比,2025年全球地震活动性增强,发生1次8级以上强震;地震伤亡规模较2024年大幅攀升,且灾害地震呈现"频度高、伤亡重、次生灾害频发、重大灾害沿欧亚地震带线性聚集"的鲜明特征。针对地震成灾频度高、分布规律复杂及伤亡原因突出等问题,提出相应的震害防御措施及建议,强调应将欧亚地震带沿线地区作为防御重点,强化地震科技的防震减灾效能,并以国家稳定作为地震救援的坚强保障。

关键词: 2025年;全球地震;灾害情况;防御措施

中图分类号: P315.9 **文献标志码**: A **文章编号**: 1000-0844(2026)06-1423-14

DOI:10.20000/j.1000-0844.20260226001

Overview of worldwide earthquake disasters in 2025

Qian Geng[1,2], Yang Dongyue[3], Feng Wei[4], Zang Nan[3], Wang Jianwei[1,2]

(*1.Key Laboratory of Earthquake Geodesy, Institute of Seismology, CEA, Wuhan 430071, Hubei, China;*
2.Hubei Earthquake Agency, Wuhan 430071, Hubei, China;
3.Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China;
4.Institute of Earthquake Forecasting, CEA, Beijing 100036, China)

Abstract: To support the timely monitoring of global seismic disaster dynamics, investigate the influence of major earthquakes on China's tectonic activity, accumulate experience in earthquake disaster prevention, and inform the planning of earthquake prevention and disaster reduction strategies, this

收稿日期:2026-02-26

基金项目:四川省自然科学基金(2026NSFSC1136);空间环境地基综合监测网(子午工程二期)湖北省地震局恩施台项目建设(5309-1)

第一作者简介:钱 庚(1990-),男,硕士,工程师,主要研究方向:地震监测预报及研究。E-mail:qiangeng121@163.com。

通信作者:冯 蔚(1985-),男,硕士,高级工程师,主要研究方向:地壳形变与地震预测相关研究。E-mail:fengwei@seis.ac.cn。

study compiles global earthquake catalogs and disaster data from the past 50 years. It systematically characterizes global seismic activity and disaster patterns in 2025, analyzes temporal variations in damaging earthquakes from 1975 to 2025 and the magnitude characteristics of high-loss years, maps the spatial distribution of damaging earthquakes in 2025, summarizes damaging earthquake events and associated casualties, conducts historical reviews and causal analyses of two major earthquakes, and identifies the defining characteristics of global seismic disasters in 2025. The results show that global seismic activity increased in 2025 compared with previous years, including the occurrence of one earthquake of magnitude 8 or greater. Earthquake-related casualties also rose sharply relative to 2024, with damaging earthquakes characterized by high frequency, severe casualties, frequent secondary hazards, and a linear concentration of major disasters along the Eurasian seismic belt. In response to the high frequency of disasters, complex spatial distribution, and prominent causes of casualties, this study proposes corresponding recommendations for earthquake disaster prevention and mitigation. These recommendations emphasize prioritizing the Eurasian seismic belt as a key focus for disaster preparedness, enhancing the effectiveness of seismic technologies for disaster risk reduction, and ensuring strong national emergency response capacity to support earthquake rescue operations.

Keywords: 2025; global seismicity; disaster assessment; prevention measures

0 引言

地震是造成人员伤亡最严重的自然灾害之一，21世纪以来地震造成的年均死亡人数超过3万。人类对地震的记录和探索已有数千年历史，对地震灾害的认知和救援能力不断提升，经历了神话传说、哲学理论、政治需求、经验总结、仪器观测和防震减灾六个阶段。随着全球地震科学研究热潮的兴起和观测仪器数据精度的提高，地震学发展已得到质的飞跃。近代社会城市建设进程加快，高层建筑逐渐成为人类生活的场所，人口向城市聚集。地震造成的建筑物倒塌、道路破坏、山体滑坡、海啸、泥石流、砂土液化、火山喷发等危害，是地震伤亡的主要原因。21世纪以来，我国经济持续增长，人口不断增多，地震灾害风险随之加剧。为营造安全稳定发展的环境，及时掌握全球地震灾害动态、积累防御救援经验、研究典型发震构造，对我国防震减灾工作具有重要意义。

除日常的地震监测及震情跟踪外，每年对全球灾害性地震进行系统收集、整理与总结，是不断提升我国地震安全保障能力的基础性工作。结合历年全球地震灾害资料，本文拟对2025年的全球地震灾害进行总结和对比，对造成人员伤亡的地震事件进行描述及特征分析，归纳造成伤亡的主要原因，总结1975—2025年灾害地震的变化规律，绘制2025年全球灾害地震分布图，并根据2025年地震伤亡情况，提出行之有效的防震减灾措施。

1 2025年全球地震活动性

根据中国地震台网中心(China Earthquake Networks Center, CENC)(http://news.ceic.ac.cn/)和美国地质调查局(United States Geological Survey, USGS)(https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/)正式公布的地震目录，2025年全球共发生6.0级以上地震121次。其中，6.0≤M≤6.9地震107次，7.0≤M≤7.9地震13次，M≥8.0地震1次。据统计，20世纪后半叶全球年均地震频次为：6.0≤M≤6.9地震(165±5)次，7.0≤M≤7.9地震(17±2)次，M≥8.0地震0.7～0.9次[1]。与20世纪后半叶相比，2025年6.0～6.9级地震频次较低，7.0级以上地震频次基本持平。近20年全球年均地震频次为：6.0≤M≤6.9地震134.3次，7.0≤M≤7.9地震20.3次，M≥8.0地震1.1次[2-21]。2025年全球地震活动与21世纪的平均水平相比，6.0≤M≤6.9地震频次显著下降，7.0≤M≤7.9地震有所减少，但与2024年相比，全球地震活动性显著增强。

根据古登堡所提出的能量计算公式[1][式(1)]，利用2025年全部M≥6.0地震进行估算，全球释放的地震波总能量约为1.55×10^{18} J，高于20世纪的平均值[$(2.9\sim4.2)\times10^{17}$ J]，与近20年的年平均值(4.86×10^{17} J)相比也大幅增强[2-21]。

$$\lg E=1.5M+11.8 \tag{1}$$

式中：M为地震震级；E为该地震所释放的能量（单位：erg，1 erg=10^{-7} J）。

2　2025年地震灾情概况

2025年全球地震活动性增强，导致灾害地震（即造成人员伤亡的地震事件）数量显著增多。综合多方统计，2025年全球共发生灾害地震99次，其中造成人员死亡的地震31次，频次明显高于近50年的平均值（21.4次）[2-53]，也高于近20年的平均值（26.9次）[2-21]。2025年全球地震灾害共造成7 971人死亡，其中死亡人数少于10人的地震24次，10～100人的地震4次，超过100人的地震3次；单次地震死亡人数最多的是缅甸7.9级地震（5 456人）（http://www.zaihai.cn/archive/6955f89b8f08ef8faaf1d989）。据统计，20世纪地震致死人数年均约1.2万人[1]，近50年年均2.8万人[2-53]，近20年年均约3.0万人[2-21]。与上述历史时期平均水平相比，2025年地震死亡人数相对减少，但较2024年大幅攀升，增幅超过一个数量级。

2025年全球灾害地震共造成21 790余人受伤，较上年大幅增加，但远低于近50年的平均水平（7.4万人）[2-53]。1975—2025年间，全球有人员死亡的灾害地震频次总体呈上升趋势，死亡人数总体呈波动下降趋势。死亡人数低于近50年年均值的时段主要有1977—1989年、1991—2002年及2011—2022年，呈现出阶段性低发的特征。

针对地震伤亡的长趋势特征，进一步选取近25年的地震数据进行分析。以2025年地震死亡人数为基线，将死亡人数低于该值的年份划为小灾年，反之为大灾年。图1展示了2001—2025年地震频次及死亡人数，可见近25年共有大灾年10个、小灾年15个。由于每年7级以上地震频次相对较低，造成人员死亡的多为6级以上地震。据此推断，当年6.2级及以上地震的频次与大灾年、小灾年的划分具有一定关联：当该频次高于近25年的平均值（90次）时，该年为大灾年的概率较高。图1显示，近25年中有80%（20年）符合上述规律。



图1　2001—2025年地震频次及死亡人数统计

Fig. 1　Statistics on earthquake frequency and casualties from 2001 to 2025

近50年来，随着灾害地震频次逐渐增多，全球地震防御更加注重应对巨灾事件，以减少大规模人员伤亡。2025年地震伤亡人数较2024年大幅增加，主要原因包括建筑物抗震能力不足导致房屋倒塌，以及灾区局势动荡、救援受阻等人为因素。2025年全球灾害地震分布情况如图2所示。可见，灾害地震主要发生于欧亚地震带和环太平洋地震带。2025年重大灾害地震空间分布呈现明显的线性特征，集中分布于缅甸至兴都库什山脉的欧亚地震带沿线（北纬30°±10°附近）。该区域地震造成的死亡

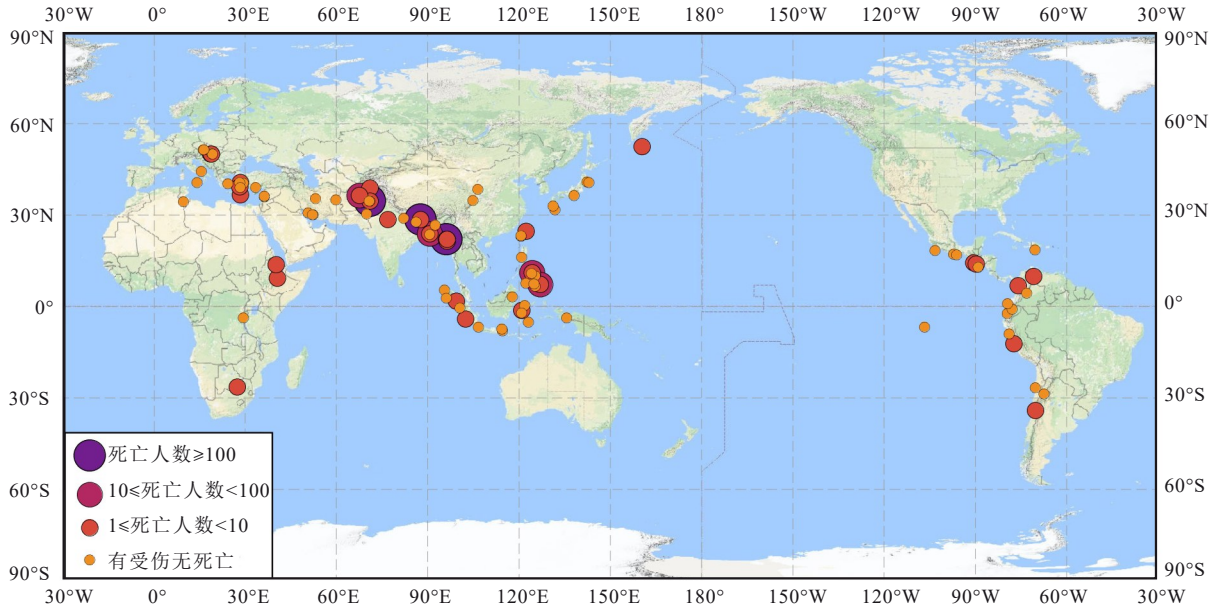


图 2 2025 年全球灾害地震分布图[底图审图号:GS(2016)1665 号,底图无修改]

Fig. 2 Global distribution of destructive earthquakes in 2025 [map approval number: GS(2016)1665, base map without modification]

人数占全球总数的 98% 以上,且 3 次死亡超百人的地震均发生于此;造成重大伤亡的地震主要发生在板块挤压形成的山区。

2025 年,全球死亡人数超百人的重大灾害地震共 3 次:1 月 7 日中国西藏 6.8 级地震,造成 126 人死亡、351 人受伤(https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202601/t20260116_592137.shtml);3 月 28 日缅甸 7.9 级地震,造成 5 456 人死亡、11 400 余人受伤;8 月 31 日阿富汗 6.1 级地震,造成 2 217 人死亡、约 4 000 人受伤(https://vovworld.vn/zh-CN/xinwen/afuhandezhensiwangrenshushangsheng-2246319.vov5)。2025 年重大灾害地震位置发生变化:喜马拉雅山脉—兴都库什山脉一线成为该年度伤亡最集中的区域,累计死亡人数达 7 815 人,占全球地震死亡总人数的 98%(表 1)。特别是缅甸和阿富汗地区,地震引发了大面积山体滑坡,是造成重大伤亡的主要原因。

3 2025 年重大地震灾害概要

2025 年全球 99 次灾害地震中,造成人员死亡的地震共计 31 次。表 1 列出了该年度造成人员死亡的灾害地震基本信息及灾情概况,表中所有地震震中位置的经纬度均保留两位小数。地震基本信息主要来自 CENC 和 USGS 发布的正式定位结果;灾情信息综合多种渠道收集,包括维基百科、美国国家地球物理数据中心、地方政府官网、主流媒体及现场影像资料等。由表 1 可知,3 次死亡人数超百人的重大地震(即中国西藏 6.8 级、缅甸 7.9 级和阿富汗 6.1 级地震)以及菲律宾 6.9 级地震造成了绝大部分人员伤亡和财产损失。下文对上述典型灾害地震的灾情概况、发震特征及致灾构造展开详细分析。

3.1 中国西藏 6.8 级地震

当地时间 2025 年 1 月 7 日 9 时 5 分 16 秒,中国西藏发生 6.8 级地震,震中位于日喀则市定日县,震源深度 10 km。此次地震震感强烈,最大烈度达Ⅸ度,并引发多起雪崩。地震造成定日县 5 座水电站大坝出现裂缝,山体滑坡导致多条道路中断,共造成 3 600 多间房屋被毁、27 200 余栋建筑受损;定日、拉孜、萨迦、萨嘎、定结等 5 个县的 206 个村庄受灾。地震造成定日县 126 人死亡、338 人受伤(伤亡原因主要是建筑结构抗震能力薄弱),尼泊尔 13 人受伤,印度比哈尔邦多间房屋受损。

此次地震发生在青藏高原中南部的近 EW 向延伸变形带,由欧亚板块与印度板块边界以北的正断层活动引发。由于矩震级高、震源浅,地震能量释放集中,破坏力加剧[54]。震源机制解显示,此次地震为沿近 NS 走向断层的正断层活动所致。印度板块与欧亚板块的大陆碰撞导致喜马拉雅山脉隆升。震源机制解进一步表明,此次地震与喜马拉雅山脉

表 1　2025年全球有人员死亡的灾害地震一览

Table 1　List of destructive earthquakes with fatalities worldwide in 2025

发震时刻(UTC)	纬度	经度	震源深度/km	震级 M	参考地点	灾情辑要
2025-01-04T00:52:20	9.50°N	40.05°E	10	5.8	埃塞俄比亚	2人死亡,多人受伤;数千栋房屋受损,地面产生裂缝
2025-01-07T01:05:16	28.50°N	87.45°E	10	6.8	中国西藏日喀则市定日县	126人死亡,351人受伤;3 612栋房屋损毁,27 200栋建筑受损,5座水电站大坝受损;地震引发滑坡、雪崩等次生灾害
2025-01-09T07:38:36	26.44°S	27.26°E	10	3.1	南非	1人死亡,20人受伤;矿震
2025-01-27T02:06:45	50.06°N	18.49°E	5	3.2	波兰	1人死亡,11人受伤;矿震
2025-03-17T22:23:40	1.95°N	99.15°E	50	5.4	印度尼西亚	1人死亡,1人受伤;2栋建筑损毁,18座建筑受损;地震引发山体滑坡
2025-03-28T06:20:56	21.85°N	95.95°E	30	7.9	缅甸	5 456人死亡,11 404人受伤,88人失踪;55 000多间房屋、2 500所学校和640所医院受损或被毁,400条道路和95座桥梁受损;地震在地表造成约500 km的破裂
2025-04-13T04:24:04	39.25°N	70.65°E	10	5.8	塔吉克斯坦	1人死亡,16人受伤;348栋建筑损毁、361栋受损
2025-04-23T09:49:11	40.83°N	28.19°E	13	6.2	土耳其	1人死亡,359人受伤;4 295栋建筑受损;地震引发小型海啸
2025-05-17T15:54:49	21.30°N	96.05°E	10	5.0	缅甸	2人死亡
2025-05-22T19:52:35	4.45°S	102.00°E	40	5.8	印度尼西亚	1人死亡,2人受伤;46间房屋损毁,362座建筑受损
2025-06-02T23:17:28	36.73°N	28.19°E	72	5.8	土耳其	1人死亡,75人受伤;部分建筑及房屋受损
2025-06-15T16:35:27	12.15°S	77.05°W	30	5.5	秘鲁	2人死亡,135人受伤;4间房屋损毁,164间受损,154栋建筑和1条道路受损;地震引发山体滑坡
2025-07-08T21:41:31	14.45°N	90.65°W	10	5.7	危地马拉	7人死亡,300人受伤;2 145间房屋和84栋公共建筑受损或被毁;地震引发多起山体滑坡
2025-07-10T03:34:48	28.67°N	76.69°E	10	4.5	印度	2人死亡,1人受伤;1所学校受损
2025-07-15T20:57:38	22.07°N	96.16°E	10	4.9	缅甸	1人死亡
2025-07-29T21:25:26	14.15°N	89.60°W	10	5.4	萨尔瓦多	2人死亡,27人受伤;1 827间房屋、5座公共建筑、9所学校和3座教堂受损或损毁
2025-07-29T23:24:49	52.40°N	160.20°E	10	8.7	俄罗斯	1人死亡,25人受伤;1 400间房屋、106栋建筑受损;地震引发海啸,造成7座火山喷发
2025-07-31T21:34:30	34.03°S	70.40°W	8	4.2	智利	6人死亡,9人受伤;矿震
2025-08-10T16:53:46	39.20°N	27.95°E	10	6.3	土耳其	1人死亡,52人受伤;6栋建筑损毁,968栋建筑受损
2025-08-11T19:26:35	50.17°N	18.63°E	5	2.1	波兰	1人死亡,8人受伤;矿震
2025-08-16T22:38:53	1.40°S	120.80°E	10	5.8	印度尼西亚	2人死亡,44人受伤;82间房屋损毁,172间房屋受损,1座教堂损毁,26栋建筑受损;地震引发海啸
2025-08-31T19:17:38	34.50°N	70.80°E	20	6.1	阿富汗	2 217人死亡,4 000人受伤;8 471间房屋受损或损毁,306所学校和16个医疗中心受损;地震引发山体滑坡
2025-09-04T16:56:25	34.50°N	70.75°E	10	5.5	阿富汗	2人死亡,51人受伤;地震引发山体滑坡
2025-09-14T07:12:12	6.82°N	76.14°W	10	5.4	哥伦比亚	1人死亡,1人受伤;2间房屋损毁,233栋建筑受损
2025-09-24T22:21:55	9.85°N	70.85°W	10	6.2	委内瑞拉	1人死亡,110人受伤;72间房屋损毁,34间房屋受损;地震形成地裂缝
2025-09-30T13:59:46	11.20°N	124.10°E	10	6.9	菲律宾	79人死亡,1 271人受伤;10 600间房屋被毁,185 900间房屋受损,2 787所学校和959栋建筑受损;地震引发山体滑坡、海岸沉降,形成断层陡崖、多个灰岩坑和约200 m的地表破裂
2025-10-10T01:43:55	7.55°N	127.00°E	50	7.4	菲律宾	10人死亡,1 027人受伤;39 981间房屋和678栋建筑受损或被毁;地震引发山体滑坡和海啸
2025-10-11T16:18:24	13.80°N	40.00°E	10	5.4	埃塞俄比亚	1人死亡,9人受伤;5间房屋损毁,1 452栋建筑和74口水井受损
2025-11-02T20:29:00	36.55°N	67.45°E	20	6.4	阿富汗	31人死亡,1 172人受伤;305间房屋损毁,2 304间房屋和多栋建筑受损;地震引发山体滑坡
2025-11-21T04:38:27	23.75°N	90.65°E	10	5.1	孟加拉国	10人死亡,630人受伤;多栋建筑受损;地震造成地面破裂
2025-12-27T15:05:55	24.67°N	122.06°E	60	6.6	中国台湾地区宜兰县海域	1人死亡;9栋建筑、1座机场和1条道路受损

以北、欧亚板块内部大致垂直于板块边界的正断层活动有关。印度板块与欧亚板块边界附近是地震多发区。在过去100年中，此次地震震中250 km范围内共发生6级以上地震10次。

3.2 缅甸7.9级地震

当地时间2025年3月28日12时20分56秒，缅甸发生7.9级地震，震中位于曼德勒省附近，震源深度30 km。地震最大烈度达Ⅹ度，造成55 000间房屋、2 500所学校、640所医院受损或损毁，400条道路、95座桥梁受损；实皆省约70%建筑受损，并引发大范围停电停水。地震共造成5 456人死亡、11 400多人受伤、88人失踪，死亡原因主要为建筑坍塌。

此次地震发生在实皆断裂之上，是印度板块与欧亚板块之间走滑断层作用的结果。震源机制解表明，滑动发生在北向陡倾的右侧断层或西向陡倾的左侧断层上；有限断层反演结果进一步证实，地震附近存在一条北向右旋断层。震源机制和有限断层解与发生在实皆断裂右侧的地震特征一致。实皆断裂位于印度板块与巽他板块之间的断层带中，板块运动导致印度板块在巽他海沟向东南亚俯冲、印度大陆沿喜马拉雅山脉与欧亚大陆碰撞，同时欧亚大陆在碰撞带东边缘形成走滑断层。缅甸地区的活动断裂主要受上述三种构造运动的共同控制。

3.3 阿富汗6.1级地震

当地时间2025年8月31日23时47分38秒，阿富汗发生6.1级地震，震中位于东部楠格哈尔省首府贾拉拉巴德东北方向27 km处，震源深度20 km。此次地震最大烈度达Ⅸ度，共造成8 470多间房屋受损或损毁，306所学校和16个医疗中心受损，约7 000头牲畜死亡；7个灌溉系统被毁，并引发大范围停水停电。山体滑坡堵塞库纳尔省多处道路，数个村庄被摧毁。地震共造成2 217人死亡、约4 000人受伤。

此次地震是贾拉拉巴德市附近兴都库什山脉逆冲断层作用的结果。地震发生在浅层，是印度板块向北运动，与欧亚板块碰撞并俯冲到其下方的挤压结果。由于两板块的相互作用，阿富汗东部和巴基斯坦西部属于地震多发区。阿富汗东部地区建筑以历史遗迹和抗震能力较差的房屋为主，在地震中大面积损毁。2015年，当地曾发生7.5级地震，造成贾拉拉巴德115人死亡；2013年和2022年又相继发生浅源5.5级、5.1级地震，各造成约20人死亡。

3.4 菲律宾6.9级地震

当地时间2025年9月30日21时59分46秒，菲律宾发生6.9级地震，震中位于中米沙鄢地区宿务省东海岸12 km处，震源深度10 km。地震最大烈度达Ⅸ度，宿务省北部出现海岸沉降、断层陡崖，形成多个灰岩坑及长约200 m的地表破裂带。地震造成10 600间房屋损毁，185 900间房屋、2 787所学校及959栋建筑受损，导致79人死亡、1 271人受伤。余震序列持续密集，累计记录到余震12 700余次。

菲律宾群岛位于欧亚板块与菲律宾海板块汇聚边界之间的高度变形区，即菲律宾活动带。在活动带东部，菲律宾海板块在菲律宾海沟和东吕宋海沟下方俯冲。纵贯活动带的菲律宾断层系统全长约1 200 km，具有显著的走滑性质；其西侧还存在另一套断层系统，自棉兰老岛东南部延伸至吕宋岛西北部。活动带内的走滑变形是菲律宾海板块倾斜俯冲的结果，俯冲带向西或向东倾斜。地表破裂和断层陡崖的研究表明，本次6.9级地震由博戈湾断层触发，该断层可能向下延伸1.5 km，并可能存在35 km的水下破裂段。

4 重大灾害分析

2025年发生的3次重大灾害地震（死亡人数超过100）均位于欧亚地震带。根据历史灾害地震伤亡情况，我国大陆西部是地震伤亡最严重的地区，直接受到欧亚地震带的影响。欧亚地震带是全球第二大地震带，东起澳大利亚以北地区，西至地中海地区，途经印尼苏门答腊、缅甸、中印边界、帕米尔、伊朗、土耳其、意大利[55]，以浅源地震为主，是世界上现今板内构造变形最强烈、强震活动最频繁的地区之一。赵小艳等[56]将其划分为5个地震区（带）：地中海地震区、伊—阿—巴（伊朗—阿富汗—巴基斯坦）地震区、喜马拉雅地震带、川—滇—缅（四川—云南—缅甸弧）地震区和印度尼西亚地震带。

陈学忠等[57]利用1990年以来全球$M_S \geqslant 7.0$地震目录计算了地震释放的能量，得出欧亚地震带的地震活动与我国大陆地区具有良好的一致性。因此，分析欧亚地震带的地震频次和伤亡情况，对我国的地震预报与震害防御工作具有实际意义。2025年，缅甸和阿富汗是地震伤亡最严重的国家。下文重点分析其历史地震的发震构造和伤亡原因。为提升地震信息的可信度，需采用自1894年有地震仪记录以来的定位结果[58]，因此历史地震选取1900

年以来的地震目录。

4.1　缅甸实皆断裂

2025年3月28日缅甸7.9级地震是当年死亡人数最多的地震。震中距曼德勒仅15 km，属“城市直下型地震”，且震源浅，烈度远超同等级地震。缅甸地处中南半岛西部，位于印度板块与欧亚板块的交汇带，其发震构造对认识我国西北地区区域地震构造与破裂过程具有借鉴意义。

本次地震受实皆断裂影响。实皆断裂[59-64]呈近NS走向，具有强烈的右旋走滑运动特征，年滑动量约占印度—巽他板块相对运动量的60%，滑动速率远超青藏高原内部。实皆断裂的演化分为两个阶段：早古新世，大洋板块向缅甸板块西侧俯冲，导致缅甸板块与欧亚板块分离与耦合，促使缅甸板块加速向北漂移，进而形成实皆断裂；始新世以来，俯冲作用使印度板块逆时针旋转，缅甸板块持续向北漂移，导致印度板块与缅甸板块从局部碰撞走向全面耦合。晚新生代以来，沿实皆断裂累计最大右行走滑位移达450 km，且活动持续至今[65]。

实皆断裂北起缅甸葡萄，沿伊洛瓦底江南延至实皆，再沿锡当河至勃固，入海后沿丹老群岛西侧延伸，总长超过3 000 km，分为北段、中段和南段。其中，中段（曼德勒—实皆段）是本次7.9级地震的主要发震区域。该段在缅甸境内长逾1 100 km，滑动速率为23～24 mm/a[66]，晚第四纪以来的累计水平走滑断距可能达310 km[67]，其深部闭锁的应变积累具备孕育7.0级以上强震的构造潜力[68]。断裂西侧为瑞保—仰光弧后盆地，东侧为多个构造单元。实皆断裂北段从曼德勒向北分为三支断裂，历史上多次发生7级强震。1900年以来，实皆断裂附近已发生灾害地震14次，距离断裂最近的5次灾害地震如表2所列。

表2　1900年以来实皆断裂附近有人员死亡的灾害地震一览

Table 2　List of destructive earthquakes with fatalities near the Sagaing fault since 1900

发震时刻（UTC）	纬度	经度	震源深度/km	震级M	参考地点	死亡人数
1930-05-05T13:46:01	17.73°N	96.41°E	35	7.4	缅甸勃固	500
1930-12-03T18:51:47	18.17°N	96.34°E	10	7.5	缅甸骠国古城	36
1956-07-16T15:07:12	22.18°N	95.78°E	34	6.8	缅甸曼德勒	38
2012-11-11T01:12:38	23.00°N	95.88°E	14	6.8	缅甸实皆	38
2025-03-28T06:20:56	21.85°N	95.95°E	30	7.9	缅甸曼德勒	5 456

注：数据来源于美国国家海洋和大气管理局（National Oceanic and Atmospheric Administration，NOAA）下属国家环境信息中心的历史地震灾害数据库

图3直观反映了1900年以来实皆断裂附近14次灾害地震的分布情况。根据中亚第四纪断裂数据库[69]，缅甸断裂地貌明显，线性特征清晰，河流和冲沟位错现象普遍。1900年以来，实皆断裂附近共发生灾害地震5次，其造成的死亡人数占比超96%，表明该区域是缅甸境内地震伤亡最严重的区域，应作为重点防御带。同时，实皆断裂是印度板块与欧亚板块的东部边界，对该区域地震活动的研究有利于进一步了解我国西部地区的构造活动特征。

与以往百余年相比，本次缅甸地震死亡人数大幅增加。其原因一方面是地震烈度大（Ⅹ度）、人口密度大、房屋几乎无抗震能力；另一方面是救灾不力。2021年缅甸发生军事政变，国家应急救灾体系自此全面瘫痪。震中附近房屋结构主要有三类[70]：第一类为3～12层现浇钢筋混凝土框架结构房屋，在曼德勒市区占比达60%，但多数建造年代久远，其在地震中倒塌，是造成地震伤亡的主要原因；第二类为轻质材料屋盖或木构架结构房屋，占比约30%，其在地震中极少倒塌，造成的伤亡相对较少；第三类为砖木混合结构房屋，占比约10%，以寺庙为主，其抗震能力较弱，垮塌严重，造成较大伤亡。

缅甸自2021年进入紧急状态以来，已有超500万人流离失所。长期内战和外国军事介入导致其经济崩溃、基础设施薄弱，严重制约了震后救援效率与灾后恢复能力。缅甸交通网络密度仅为云南的1/4，地震发生后，山区道路塌方，导致救援通道堵塞，被困者因无法及时施救而遇难。缅甸医疗与物资保障严重不足，每千人仅拥有0.7名医生，仅为中国的1/3。大量幸存者露宿街头，缺少及时救治和药品的伤员面临死亡风险。同时，震区正值高温多雨季节，饮水卫生、疾病风险、帐篷短缺等问题进一步加剧了人员的死亡威胁。在地震救援方面，国际救援组织因缅甸动乱难以进入灾区，救援物质无法及时有效分配。加之政府贪腐、粮食和药品被挪用，灾区无法

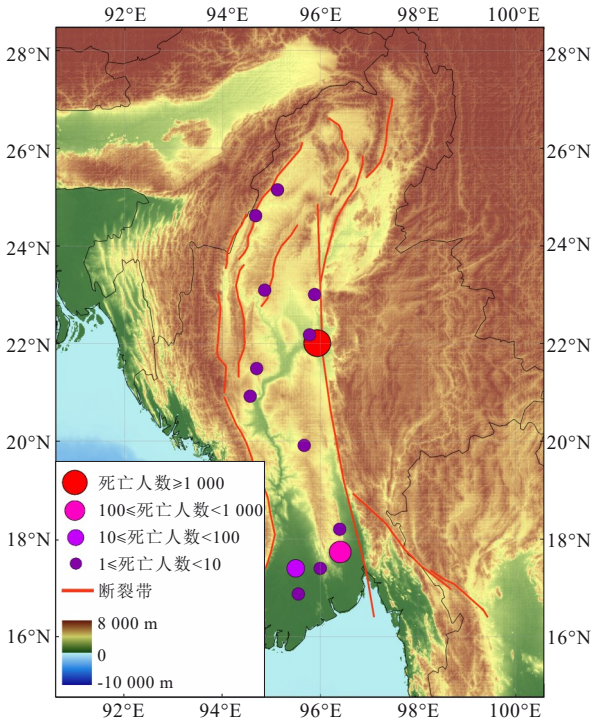


图 3 1900 年以来实皆断裂附近灾害地震分布

Fig. 3 Spatial distribution of destructive earthquakes near the Sagaing fault since 1900

开展重建工作，使得地震死亡人数持续增加。

4.2 阿富汗兴都库什山脉

2025 年 8 月 31 日阿富汗 6.1 级地震造成 2 217 人死亡，是当年仅次于缅甸地震的重大灾害地震。阿富汗位于欧亚板块与印度板块的交界处。按照印度板块与欧亚板块双向俯冲这一主流学说[71-77]，两者的碰撞与汇聚作用导致兴都库什—帕米尔地区地壳强烈变形，形成多个北向凸起的弧形断裂带，成为中国大陆与周边板块动力传递的关键部位。

在兴都库什山脉，印度板块与欧亚板块以 30～40 mm/a 的速率相互挤压，积累了巨大能量，多发生高频次的中源强震。阿富汗东部活动断裂发育，首都喀布尔附近人口密度大。查曼断层和巴达赫尚中央断层是主要的孕震区，使得阿富汗东部地区历史地震伤亡极大。达沃兹—卡拉库尔断裂和喀喇昆仑主逆冲断裂是该区域东部的主要活动断裂[78-80]。1900 年以来，阿富汗东部地区（兴都库什山脉及周边）已发生有人员死亡的灾害地震 37 次，其中死亡人数超 100 人的有 12 次。表 3 为该地区死亡人数超 100 人的灾害地震目录。

表 3 1900 年以来阿富汗东部地区死亡超百人的灾害地震一览

Table 3 List of destructive earthquakes with more than 100 fatalities in eastern Afghanistan since 1900

发震时刻(UTC)	纬度	经度	震源深度/km	震级 M	参考地点	死亡人数
1911-02-18T18:41:09	38.29°N	75.60°E	15	7.2	塔吉克斯坦戈尔诺—巴达赫尚	318
1972-09-03T16:48:29	35.93°N	73.40°E	32	6.2	巴基斯坦吉尔吉特—巴尔蒂斯坦	100
1981-09-12T07:15:54	35.69°N	73.59°E	33	6.2	巴基斯坦吉尔吉特	220
1982-12-16T00:40:48	36.15°N	69.01°E	36	6.6	阿富汗东北部地区	500
1991-01-31T23:03:34	35.99°N	70.42°E	142	6.4	阿富汗巴达赫尚	848
1998-02-04T14:33:21	37.08°N	70.09°E	33	5.9	阿富汗与塔吉克斯坦交界	2 323
1998-05-30T06:22:28	37.11°N	70.11°E	33	6.6	阿富汗巴达赫尚	4 700
2002-03-03T12:08:19	36.50°N	70.48°E	226	7.4	阿富汗兴都库什山脉	166
2002-03-25T14:56:33	36.06°N	69.32°E	8	6.1	阿富汗兴都库什山脉	1 000
2015-10-26T09:09:42	36.52°N	70.37°E	210	7.8	阿富汗兴都库什山脉	399
2022-06-21T20:54:34	32.95°N	69.48°E	30	6.2	阿富汗与巴基斯坦交界	1 039
2025-08-31T19:17:38	34.50°N	70.80°E	20	6.1	阿富汗楠格哈尔	2 217

注：数据来源于 NOAA 下属国家环境信息中心的历史地震灾害数据库

为进一步了解灾害地震特征，图 4 绘制了 1900 年以来阿富汗东部地区灾害地震的分布情况。1900 年以来，兴都库什地区灾害地震频发，表现出频度高、伤亡大、震中分布分散等特征。其中，死亡超百人的灾害地震有 12 次，占比超过 32%，显示出极强的破坏性。

阿富汗地震伤亡惨重的主要原因包括：震源深度浅、房屋达不到当地抗震设防标准、多山地区救援困难，以及国内动乱与经济落后导致缺乏有力的救援措施。地震本身不直接造成人员伤亡，伤亡主要由建筑物破坏所致。阿富汗农村建筑大多缺乏加固构件，约 90% 的民房不具备抗震设防能力。与我国近年部分同级地震（2019 年四川 6.0 级地震死亡 13 人，2020 年新疆 6.0 级地震死亡 1 人，2021 年云南 6.1 级地震死亡 3 人）相比，阿富汗地震死亡人数极多，主要原因是房屋大面积倒塌。此外，阿富汗

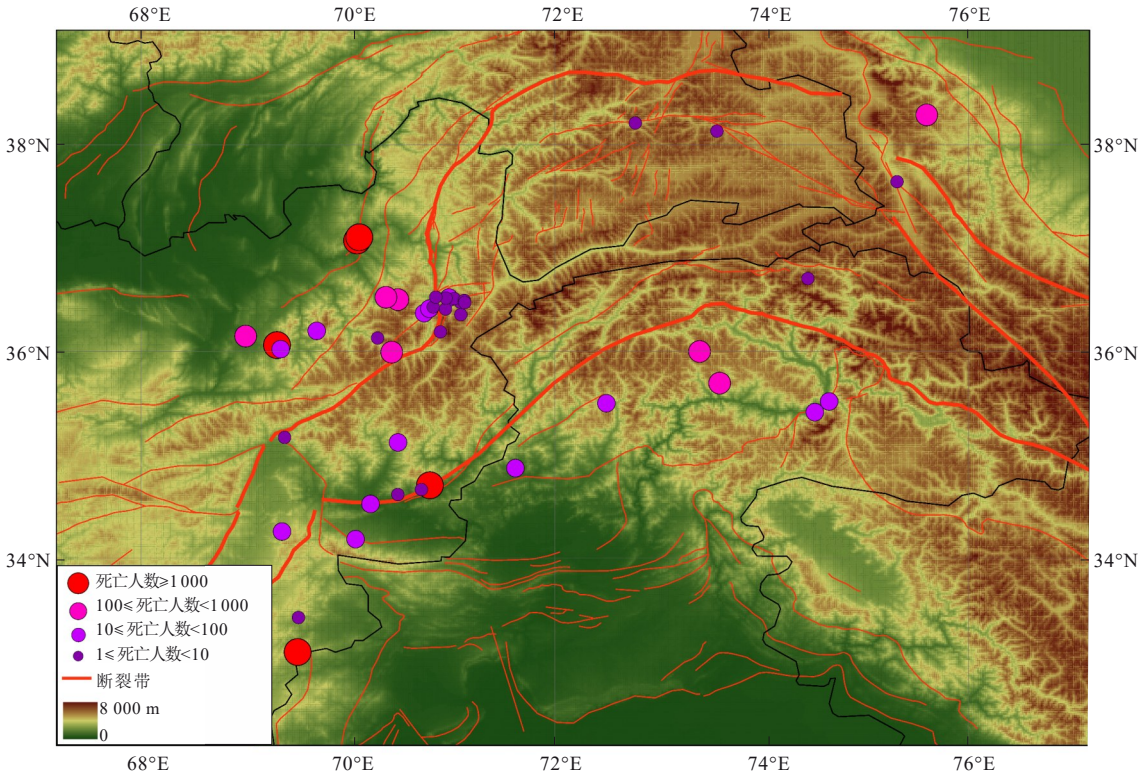


图 4　1900 年以来阿富汗东部地区灾害地震分布图

Fig. 4　Spatial distribution of destructive earthquakes in eastern Afghanistan since 1900

东部地区属高山地貌,地震极易引发山体滑坡、泥石流等次生灾害,进一步阻碍了救援工作。阿富汗长期战乱与经济封锁导致其公共救援体系与医疗卫生基础极为薄弱。自 20 世纪以来,持续的政治动荡、外国军事介入及经济制裁导致国家防灾减灾能力严重缺失。在此次地震中,救援物资匮乏、医疗设施不足、伤员救治不及时、救援人员受限等问题极为突出,进一步加剧了灾害造成的人员伤亡。

5　2025 年全球地震灾害主要特征

(1) 地震活动增强,伤亡程度加重。2025 年全球 6.0~7.9 级地震频次低于 21 世纪以来的平均水平,虽发生 1 次 8.7 级地震,但整体地震活动水平相对较弱。全年共发生灾害地震 99 次,其中 31 次地震造成人员死亡,累计死亡 7 971 人、受伤逾 21 790 人。与 2024 年相比,地震活动性有所增强,且灾害地震的频次和伤亡人数也大幅上升。总体而言,2025 年地震活动性增强,灾害地震表现出频度高、伤亡呈上升趋势的特点。

(2) 灾害地震分布集中,重大灾害位置聚集。2025 年伤亡较大的 3 次灾害地震均发生在欧亚地震带,呈线性和区域聚集特征,该区域集中了超过 98% 的死亡人数。欧亚地震带上发生的灾害地震频次多、伤亡大,占全年灾害地震总数的 50%;环太平洋地震带发生的灾害地震频次明显降低;非洲大陆及高纬度地区发生的灾害地震频度极低。

(3) 重大震害位置转移,山区国家损失巨大。缅甸和阿富汗成为 2025 年地震频次最高、伤亡最严重的地区。全年死亡 10 人及以上的地震共 7 次,其中 5 次位于欧亚地震带沿线,死亡人数占比超过 98.9%。与 2024 年相比,重大地震灾害位置发生转移,缅甸和阿富汗的地震伤亡大幅增加,2025 年共有 7 709 人死亡(占全球死亡总人数的 96.7%),逾 16 600 人受伤,数万栋建筑倒塌。因此,欧亚地震带上的多山国家应作为未来地震防御的重点地区。

(4) 天灾人祸共同作用,导致地震伤亡严重。房屋倒塌和救灾不力是 2025 年地震造成重大伤亡的主要原因,山体滑坡等次生灾害是造成一定规模人员伤亡的次要原因。2025 年两次地震伤亡较大,主要是因为当地建筑抗震设防能力差,地震时房屋倒塌造成大量伤亡,加之地方局势动荡进一步造成非必要伤亡。缅甸 7.9 级地震发生时,国家处于内乱状态,救援力量和物资匮乏,错失黄金救援时段,造成极大伤亡。阿富汗 6.1 级地震因局势不稳和山

体滑坡导致救援无法进入，共造成2 217人死亡，属典型的“小震大灾”。

6 有效应对地震灾害的建议与措施

（1）提高建筑抗震能力，加强巨灾风险防范。2025年缅甸7.9级和阿富汗6.1级地震共造成7 673人死亡、15 000余人受伤，多数遇难者因房屋倒塌而死亡。这两次地震震中区的大部分建筑未达到抗震设防烈度，在强烈震动中直接损毁，导致大量伤亡。因此，提高房屋抗倒塌能力是减少伤亡的必要措施，未达到抗震设防标准的建筑是造成重大伤亡的主要原因。人口向城市聚集加剧了地震伤亡风险，应构建以“国家主导、市场运作、科技支撑、全民参与”为主体的巨灾风险防控机制，实现从被动应对向主动防御的转型。

（2）全面维护国家稳定，筑牢应急救援体系。总结2025年地震灾害的伤亡原因，震后救援不力是重要因素之一。以缅甸和阿富汗地震为例，战乱和救援资源匮乏使救援工作无法开展，救治不及时导致后续死亡人数远超地震本身的破坏力。历年来造成巨大伤亡的地震多由大型海啸、山体滑坡等次生灾害引发，但2025年地缘政治问题凸显，应急救援体系崩溃间接造成了一系列重大伤亡。国家稳定是抵御灾难的坚实屏障，应以坚实的经济基础有力应对地震灾害风险的挑战，将筑牢应急救援体系作为守护生命的重要防线，保障人民群众生命财产安全。

（3）拓展地震科技应用，强化科技产品赋能。在2025年缅甸和阿富汗地震中，我国地震科技在国际救援中起到了明显的减灾作用，人工智能、高分遥感等技术持续提供支撑。应加快推进地震科技产品的赋能增效，以新质生产力扩大地震技术服务。利用人工智能技术深度挖掘物理机制，探索地震预报方法和创新性思路；利用5G通信和遥感技术加强地震监测，优化救援方案，快速评估风险，指导灾后重建；提升高铁、大型水库和矿山等设施的地震预警能力，持续降低地震灾害风险。

（4）科学规划地震风险区域，因地制宜筑牢安全根基。2023年，全球7级以上地震主要集中在欧亚地震带及其延伸区域，土耳其两次7级以上地震造成重创；2024年，环太平洋地震带西缘、东南缘及欧亚板块内部成为地震活跃区；2025年，欧亚地震带再次成为地震灾害的聚集区。缅甸和阿富汗地震的发生，既体现了地质背景与板块构造运动的长期规律和深层逻辑，也反映了地球内部运动的复杂性。各地区应了解本地的地震风险等级，关注全球地震活动的整体趋势，分析地震风险变化情况。高风险区域应将地震预防纳入日常工作，低风险区域需具备基本的防震意识和应对能力。

参考文献（References）

[1] 国家地震局震害防御司. 全球重大灾害性地震目录：2150 B.C.—1991 A.D.[M]. 北京：地震出版社，1996.
Department of Earthquake Disaster Prevention, China Earthquake Administration. Catalogue of major catastrophic earthquakes in the world: 2150 B.C.—1991 A.D.[M]. Beijing: Seismological Press, 1996.

[2] 赵荣国，李卫平，张虹. 2005年地震灾害综述[J]. 国际地震动态，2006，36(1)：20-23.
Zhao Rongguo, Li Weiping, Zhang Hong. Worldwide earthquake disasters in 2005[J]. Recent Developments in World Seismology, 2006, 36(1): 20-23.

[3] 李卫平，赵荣国. 2006年国外灾害地震综述[J]. 国际地震动态，2007，37(2)：11-14.
Li Weiping, Zhao Rongguo. Summary of worldwide earthquake disasters in 2006[J]. Recent Developments in World Seismology, 2007, 37(2): 11-14.

[4] 李卫平，赵荣国. 2007年国外灾害地震综述[J]. 国际地震动态，2008，38(2)：36-40.
Li Weiping, Zhao Rongguo. Overview of worldwide disastrous earthquakes in 2007[J]. Recent Developments in World Seismology, 2008, 38(2): 36-40.

[5] 赵荣国，李卫平，刘一鸣. 2008年世界地震灾害综述[J]. 国际地震动态，2009，39(1)：20-23.
Zhao Rongguo, Li Weiping, Liu Yiming. Overview of worldwide disastrous earthquakes in 2008[J]. Recent Developments in World Seismology, 2009, 39(1): 20-23.

[6] 李卫平，赵荣国. 2009年世界地震活动性和地震灾情概要[J]. 国际地震动态，2010，40(5)：38-42.
Li Weiping, Zhao Rongguo. Global seismic activity and earthquake disasters in the year 2009[J]. Recent Developments in World Seismology, 2010, 40(5): 38-42.

[7] 冯蔚，李卫平，赵荣国. 2010年全球地震活动性和地震灾害概要[J]. 国际地震动态，2011，41(10)：29-33.
Feng Wei, Li Weiping, Zhao Rongguo. An overview of worldwide earthquake disasters in 2010[J]. Recent Developments in World Seismology, 2011, 41(10): 29-33.

[8] 冯蔚，李卫平，赵荣国. 2011年全球地震活动性和地震灾害概要[J]. 国际地震动态，2012，42(8)：9-12.
Feng Wei, Li Weiping, Zhao Rongguo. Overview of worldwide earthquake disasters in 2011[J]. Recent Developments in World Seismology, 2012, 42(8): 9-12.

[9] 冯蔚，李卫平，陈通，等. 2012年全球地震灾害概要[J]. 灾害

学, 2013, 28(3): 133-137.
Feng Wei, Li Weiping, Chen Tong, et al. Overview of worldwide earthquake disasters in 2012[J]. Journal of Catastrophology, 2013, 28(3): 133-137.

[10] 冯蔚, 朱林, 赵荣国. 2013年全球地震灾害概要[J]. 国际地震动态, 2015, 45(11): 37-40.
Feng Wei, Zhu Lin, Zhao Rongguo. Overview of worldwide earthquake disasters in 2013 [J]. Recent Developments in World Seismology, 2015, 45(11): 37-40.

[11] 冯蔚, 朱林, 侯建盛, 等. 2014年全球地震灾害概要[J]. 震灾防御技术, 2016, 11(2): 420-426.
Feng Wei, Zhu Lin, Hou Jiansheng, et al. Overview of worldwide earthquake disasters in 2014[J]. Technology for Earthquake Disaster Prevention, 2016, 11(2): 420-426.

[12] 陈通, 冯蔚, 赵荣国. 2015年全球地震灾害概要[J]. 国际地震动态, 2016, 46(4): 22-27.
Chen Tong, Feng Wei, Zhao Rongguo. The summary of global earthquake disaster in 2015[J]. Recent Developments in World Seismology, 2016, 46(4): 22-27.

[13] 冯蔚, 朱林, 赵美松. 2016年全球地震灾害概要[J]. 国际地震动态, 2017, 47(11): 29-32.
Feng Wei, Zhu Lin, Zhao Meisong. The summary of global earthquake disaster in 2016 [J]. Recent Developments in World Seismology, 2017, 47(11): 29-32.

[14] 甄盟, 冯蔚, 王琳. 2017年全球地震灾害概要[J]. 国际地震动态, 2018, 48(7): 23-28.
Zhen Meng, Feng Wei, Wang Lin. Overview of worldwide earthquake disasters in 2017 [J]. Recent Developments in World Seismology, 2018, 48(7): 23-28.

[15] 朱林, 冯蔚, 钱庚. 2018年全球地震灾害概要[J]. 科学技术创新, 2020(23): 147-150.
Zhu Lin, Feng Wei, Qian Geng. Overview of worldwide earthquake disasters in 2018[J]. Scientific and Technological Innovation, 2020(23): 147-150.

[16] 李华玥, 钱庚, 冯蔚. 2019年全球地震灾害概要[J]. 地震科学进展, 2020, 50(9): 1-7.
Li Huayue, Qian Geng, Feng Wei. Overview of worldwide earthquake disasters in 2019[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2020, 50(9): 1-7.

[17] 钱庚, 冯蔚. 2020年全球地震灾害概要[J]. 地震科学进展, 2021, 51(7): 289-296.
Qian Geng, Feng Wei. Overview of worldwide earthquake disasters in 2020[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2021, 51(7): 289-296.

[18] 冯蔚, 钱庚, 杨牧萍. 2021年全球地震灾害概要[J]. 地震科学进展, 2022, 52(6): 263-270.
Feng Wei, Qian Geng, Yang Muping. Overview of worldwide earthquake disasters in 2021[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2022, 52(6): 263-270.

[19] 朱林, 冯蔚, 钱庚. 2022年全球地震灾害概要[J]. 地震科学进展, 2023, 53(8): 351-359.
Zhu Lin, Feng Wei, Qian Geng. Overview of worldwide earthquake disasters in 2022[J]. Progress in Earthquake Sciences, 2023, 53(8): 351-359.

[20] 冯蔚, 钱庚. 2023年全球地震灾害概要[J]. 中国地震, 2024, 40(4): 916-928.
Feng Wei, Qian Geng. Overview of worldwide earthquake disasters in 2023[J]. Earthquake Research in China, 2024, 40(4): 916-928.

[21] 李美仪, 冯蔚, 王武星, 等. 2024年地震灾害全球概览[J]. 地震工程学报, 2025, 47(5): 1149-1157.
Li Meiyi, Feng Wei, Wang Wuxing, et al. Global overview of earthquake disasters in 2024[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2025, 47(5): 1149-1157.

[22] 李华英. 1977年全世界6级以上地震的统计报道(综合汇编)[J]. 国外地震消息, 1978, 8(增刊1): 24-29.
Li Huaying. Statistical report on the 1977 earthquakes with $M\geqslant6$ in the world (comprehensive compilation)[J]. Recent Developments in World Seismology, 1978, 8(S1): 24-29.

[23] 李怀英. 国外电讯报纸对1978年下半年全世界6级以上及重要地震的报道(综合汇编)[J]. 国际地震动态, 1979, 9(4): 5-16.
Li Huaiying. Reports of foreign telecommunication newspapers on earthquakes of $M\geqslant6$ and important earthquakes in the world in the second half of 1978 (comprehensive compilation)[J]. Recent Developments in World Seismology, 1979, 9(4): 5-16.

[24] 李怀英. 1979年度全世界6级以上及重要地震的综合汇编(上半年部份)[J]. 国际地震动态, 1980, 10(6): 5-15.
Li Huaiying. A comprehensive compilation of the world's earthquakes of magnitude 6 or above in 1979 (the first half of the year)[J]. Recent Developments in World Seismology, 1980, 10(6): 5-15.

[25] 李怀英. 1979年度全世界6级以上及重要地震综合汇编一览表(下半年部分)[J]. 国际地震动态, 1980, 10(12):3-15.
Li Huaiying. Comprehensive compilation list of earthquakes with $M\geqslant6$ and important earthquakes in the world in 1979 (the second half of the year)[J]. Recent Developments in World Seismology, 1980, 10(12):3-15.

[26] 宋守全, 李怀英. 1980年度全世界6级以上及重要地震综合汇编一览表(上半年部份)[J]. 国际地震动态, 1981, 11(4): 5-19.
Song Shouquan, Li Huaiying. Comprehensive compilation list of earthquakes with $M\geqslant6$ and major earthquakes in the world in 1980 (first half of the year)[J]. Recent Developments in World Seismology, 1981, 11(4): 5-19.

[27] 宋守全, 张洪由, 李怀英. 1980年度全世界6级以上及重要地震综合汇编一览表(下半年部份)[J]. 国际地震动态, 1981, 11(11): 5-23.
Song Shouquan, Zhang Hongyou, Li Huaiying. Comprehensive compilation list of earthquakes with $M\geqslant6$ and major earthquakes in the world in 1980 (second half of the year)[J]. Recent Developments in World Seismology, 1981, 11(11): 5-23.

[28] 李怀英，张洪由，宋守全. 1981年度全世界6级以上及重要地震综合汇编一览表(上半年部份)[J]. 国际地震动态，1982，12(4)：5-20.
Li Huaiying，Zhang Hongyou，Song Shouquan. A compilatory comprehensive list of the earthquakes with $M\geqslant6$ and significant smaller ones all over the world of the first half of the year 1981[J]. Recent Developments in World Seismology，1982，12(4)：5-20.

[29] 宋守全，张洪由，李怀英. 1981年度全世界6级以上及其他重要地震综合汇编(下半年部份)[J]. 国际地震动态，1982，12(11)：19-23.
Song Shouquan，Zhang Hongyou，Li Huaiying. A compilatory comprehensive list of the earthquakes with $M\geqslant6$ and significant smaller ones all over the world of the second half of the year 1981[J]. Recent Developments in World Seismology，1982，12(11)：19-23.

[30] 李怀英，宋守全. 1982年度全世界6级以上及其他重要地震综合汇编[J]. 国际地震动态，1983，13(12)：17-21
Li Huaiying，Song Shouquan. A comprehensive compilation of earthquakes with magnitude 6 and other significant ones all over the world during the year 1982[J]. Recent Developments in World Seismology，1983，13(12)：17-21.

[31] 李怀英，宋守全. 1983年度全世界6级以上及其他重要地震综合汇编[J]. 国际地震动态，1984，14(11)：12-26.
Li Huaiying，Song Shouquan. A comprehensive compilation of earthquakes with magnitude 6 and other significant ones all over the world during the year 1983[J].Recent Developments in World Seismology，1984，14(11)：12-26.

[32] 李怀英，宋守全. 1984年度全世界6级以上及其他重要地震综合汇编[J]. 国际地震动态，1985，15(11)：15-28.
Li Huaiying，Song Shouquan. A comprehensive compilation of earthquakes with magnitude 6 and other significant ones all over the world during the year 1984[J]. Recent Developments in World Seismology，1985，15(11)：15-28.

[33] 李怀英，宋守全. 1985年度上半年全世界破坏性地震灾害情况综合汇编[J]. 国际地震动态，1986，16(12)：18-22.
Li Huaiying，Song Shouquan. A comprehensive compillation of destructive earthquake disasters all over the world during the first half of the year 1985[J]. Recent Developments in World Seismology，1986，16(12)：18-22.

[34] 李怀英，宋守全. 1985年度下半年全世界破坏性地震灾害情况[J]. 国际地震动态，1987，17(1)：23-28.
Li Huaiying，Song Shouquan. A comprehensive compillation of destructive earthquake disasters all over the world during the second half of the year 1985[J]. Recent Developments in World Seismology，1987，17(1)：23-28.

[35] 李怀英，张洪由. 1986年度全世界破坏性地震灾害情况综合汇编[J]. 国际地震动态，1988，18(3)：14-22.
Li Huaiying，Zhang Hongyou. A comprehensive compilation of destructive earthquake disasters all over the world of the year 1986[J]. Recent Developments in World Seismology，1988，18(3)：14-22.

[36] 李怀英，张洪由. 1987年度全世界破坏性地震灾害情况综合汇编[J]. 国际地震动态，1988，18(12)：23-29.
Li Huaiying，Zhang Hongyou. A comprehensive compilation of destructive earthquake disasters all over the world of the year 1987[J]. Recent Developments in World Seismology，1988，18(12)：23-29.

[37] 李怀英，张洪由. 1988年度全世界破坏性地震灾害情况综合汇编[J]. 国际地震动态，1989，19(12)：12-16.
Li Huaiying，Zhang Hongyou. A comprehensive compilation of destructive earthquake disasters all over the world for the year 1988[J]. Recent Developments in World Seismology，1989，19(12)：12-16.

[38] 和景昊，张洪由，郭履灿. 1989年世界地震灾情简编及其说明[J]. 灾害学，1990，5(4)：76-83.
He Jinghao，Zhang Hongyou，Guo Lücan. Compendium of world earthquake disaster in 1989 and its explanation[J]. Journal of Catastrophology，1990，5(4)：76-83.

[39] 和景昊，郭履灿，刘有信. 1990年世界地震灾情简编[J]. 灾害学，1991，6(4)：76-84.
He Jinghao，Guo Lücan，Liu Youxin. A short course of world earthquake hazards in 1990[J]. Journal of Catastrophology，1991，6(4)：76-84.

[40] 和景昊，郭履灿. 1991年世界地震灾情及地震活动特征[J]. 灾害学，1992，7(4)：78-86.
He Jinghao，Guo LüCan. Worldwide earthquake disasters and features of the seismic activities in 1991[J]. Journal of Catastrophology，1992，7(4)：78-86.

[41] 赵荣国，陈英方. 1992年世界地震活动性和地震灾害[J]. 国际地震动态，1993，23(4)：1-7.
Zhao Rongguo，Chen Yingfang. The global seismicity and earthquake disasters in 1992[J]. Recent Developments in World Seismology，1993，23(4)：1-7.

[42] 赵荣国，陈英方. 1993年世界地震灾害综述[J]. 国际地震动态，1994，24(8)：12-15.
Zhao Rongguo，Chen Yingfang. Outline of worldwide earthquake disasters in 1993[J]. Recent Developments in World Seismology，1994，24(8)：12-15.

[43] 赵荣国. 1994年世界灾害地震综述[J]. 国际地震动态，1995，25(8)：10-14.
Zhao Rongguo. Overview of worldwide damaging earthquakes in 1994[J]. Recent Developments in World Seismology，1995，25(8)：10-14.

[44] 赵荣国，李卫平. 1995年世界地震灾害[J]. 国际地震动态，1996，26(8)：21-25.
Zhao Rongguo，Li Weiping. Worldwide earthquake disasters in 1995[J]. Recent Developments in World Seismology，1996，26(8)：21-25.

[45] 李卫平. 1996—2003年全世界灾害地震统计分析[J]. 华北地震科学，2005，23(2)：54-64.
Li Weiping. Statistical analysis to the seismic disaster from 1996 to 2003[J]. North China Earthquake Sciences，2005，23(2)：54-64.

[46] 赵荣国,李卫平,陈锦标. 1997年全世界灾害地震综述[J]. 国际地震动态,1998,28(8):19-22.
Zhao Rongguo, Li Weiping, Chen Jinbiao. Overview of worldwide disastrous earthquakes in 1997[J]. Recent Developments in World Seismology,1998,28(8):19-22.

[47] 赵荣国,李卫平,陈锦标. 1998年全世界灾害地震综述[J]. 国际地震动态,1999,29(12):16-21.
Zhao Rongguo, Li Weiping, Chen Jinbiao. Overview of worldwide disaster earthquakes in 1998[J]. Recent Developments in World Seismology, 1999, 29(12): 16-21.

[48] 赵荣国,李卫平. 1999年全世界地震灾害综述[J]. 国际地震动态,2000,30(3):7-13.
Zhao Rongguo, Li Weiping. Overview of worldwide disastrous earthquakes in 1999[J]. Recent Developments in World Seismology, 2000, 30(3): 7-13.

[49] 李卫平,黄瑾. 2000年全世界地震灾害综述[J]. 国际地震动态,2001,31(6):12-15.
Li Weiping, Huang Jin. Overview of worldwide disastrous earthquakes in 2000[J]. Recent Developments in World Seismology, 2001, 31(6): 12-15.

[50] 李卫平,赵荣国. 2001年全世界灾害性地震综述[J]. 国际地震动态,2002,32(3):15-18.
Li Weiping, Zhao Rongguo. Overview of worldwide disastrous earthquakes in 2001[J]. Recent Developments in World Seismology,2002, 32(3): 15-18.

[51] 李卫平,王科英,赵荣国. 2002年全世界灾害性地震综述[J]. 国际地震动态,2003,33(2):10-14.
Li Weiping, Wang Keying, Zhao Rongguo. Overview of worldwide disastrous earthquakes in 2002[J]. Recent Developments in World Seismology, 2003, 33(2): 10-14.

[52] 李卫平,赵荣国. 2003年全球灾害地震活动分析[J]. 中国地震,2004,20(1):108-111.
Li Weiping, Zhao Rongguo. Analysis of global disastrous earthquake activity in 2003 [J]. Earthquake Research in China, 2004, 20(1): 108-111.

[53] 李卫平,赵荣国. 2004年全球灾害地震的灾情综述[J]. 中国地震,2005,21(1):123-129.
Li Weiping, Zhao Rongguo. A summary of global disastrous earthquake damaged condition in 2004 [J]. Earthquake Research in China, 2005, 21(1): 123-129.

[54] 吴佳杰,陈文凯,贾艺娇,等. 基于密集台阵的地震烈度及灾情快速评估:以2025年西藏日喀则M_S6.8地震为例[J]. 地球科学,2025,50(5):1770-1781.
Wu Jiajie, Chen Wenkai, Jia Yijiao, et al. Rapid seismic intensity and disaster assessment based on dense seismic array: a case of the 2025 Rikaze M_S6.8 earthquake in Xizang [J]. Earth Science, 2025, 50(5): 1770-1781.

[55] 茂木清夫. 日本的地震预报[M]. 北京:地震出版社,1986.
Mogi Kiyoo. Earthquake prediction in Japan [M]. Beijing: Seismological Press, 1986.

[56] 赵小艳,苏有锦,付虹,等. 欧亚地震带现代构造应力场及其分区特征[J]. 地震研究,2007,30(2):146-151.
Zhao Xiaoyan, Su Youjin, Fu Hong, et al. Recent tectonic stress field of Eurasian earthquake zone and the characteristics of its subareas[J]. Journal of Seismological Research, 2007, 30(2): 146-151.

[57] 陈学忠,李艳娥,王恒信. 欧亚地震带地震活动增强与中国大陆地区7级以上地震发生的关系分析[J]. 地震,2014,34(1):34-40.
Chen Xuezhong, Li Yan′e, Wang Hengxin. On the relationship between seismic enhancement of the Eurasian seismic belt and the occurrences of $M\geqslant7$ earthquakes in China′s Mainland [J]. Earthquake, 2014, 34(1): 34-40.

[58] Milne J. Seismology[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

[59] Maung H. Transcurrent movements in the Burma—Andaman Sea region[J]. Geology, 1987, 15(10): 911.

[60] Holt W E, Ni J F, Wallace T C, et al. The active tectonics of the eastern Himalayan Syntaxis and surrounding regions[J]. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 1991, 96(B9): 14595-14632.

[61] 李方夏,赵应龙,王卓之,等. 东南亚地质矿产与矿业经济[M]. 昆明:云南省地质矿产局,1995.
Li Fangxia, Zhao Yinglong, Wang Zhuozhi, et al. Geology, mineral resources and mining economy of Southeast Asia[M]. Kunming: Yunnan Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources, 1995.

[62] 任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等. 从全球看中国大地构造(中国及邻区大地构造图简要说明)[M]. 北京:地质出版社,1999.
Ren Jishun, Wang Zuoxun, Chen Bingwei, et al. China′s tectonics from a global perspective (a brief explanation of the tectonic map of China and adjacent areas)[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999.

[63] 李兴振,刘朝基,丁俊. 大湄公河次地区构造单元划分[J]. 沉积与特提斯地质,2004,24(4):13-20.
Li Xingzhen, Liu Chaoji, Ding Jun. Division of the tectonic units in the Greater Mekong subregion[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2004, 24(4): 13-20.

[64] 李新仁,周喜林,严城民,等. 缅甸大地构造单元的划分与特征[J]. 地质与资源,2017,26(1):99-104.
Li Xinren, Zhou Xilin, Yan Chengmin, et al. Division and characteristics of the geotectonic units of Myanmar[J]. Geology and Resources, 2017, 26(1): 99-104.

[65] 谢楠,姜烨,朱光辉,等. 缅甸Sagaing走滑断裂及对睡宝盆地构造演化的控制和影响[J]. 现代地质,2010,24(2):268-272.
Xie Nan, Jiang Ye, Zhu Guanghui, et al. Evolution of the Sagaing strike-slip fault and its control of Shwebo Basin structural evolution, Myanmar[J]. Geoscience, 2010, 24(2): 268-272.

[66] Tin T Z H, Nishimura T, Hashimoto M, et al. Present-day crustal deformation and slip rate along the southern Sagaing fault in Myanmar by GNSS observation[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2022, 228: 105125.

[67] 周喜林，李新仁，严城民，等．缅甸重要断裂的位置与特征[J]．地质与资源，2017，26(2)：217-220，202.
Zhou Xilin，Li Xinren，Yan Chengmin，et al. Position and characteristics of significant faults in Myanmar[J]. Geology and Resources，2017，26(2)：217-220，202.

[68] Vigny C，Socquet A，Rangin C，et al. Present-day crustal deformation around Sagaing fault，Myanmar[J]. Journal of Geophysical Research：Solid Earth，2003，108(B11)：2002JB001999.

[69] Mohadjer S，Ehlers T A，Bendick R，et al. A Quaternary fault database for Central Asia[J]. Natural Hazards and Earth System Sciences，2016，16(2)：529-542.

[70] 戴君武，林旭川．缅甸7.9级地震震害认识与启示[J]．防灾博览，2025(5)：44-55.
Dai Junwu，Lin Xuchuan. Understanding and enlightenment of earthquake damage caused by Myanmar *M*7.9 earthquake[J]. Overview of Disaster Prevention，2025(5)：44-55.

[71] Nowroozi A A. Seismo-tectonics of the Persian plateau，eastern Turkey，Caucasus，and Hindu—Kush regions[J]. Bulletin of the Seismological Society of America，1971，61：317-341.

[72] Billington S，Isacks B L，Barazangi M. Spatial distribution and focal mechanisms of mantle earthquakes in the Hindu Kush—Pamir region：a contorted Benioff zone[J]. Geology，1977，5(11)：699.

[73] Chatelain J L，Roecker S W，Hatzfeld D，et al. Microearthquake seismicity and fault plane solutions in the Hindu Kush region and their tectonic implications[J]. Journal of Geophysical Research：Solid Earth，1980，85(B3)：1365-1387.

[74] Hamburger M W，Sarewitz D R，Pavlis T L，et al. Structural and seismic evidence for intracontinental subduction in the Peter the First Range，Central Asia[J]. Geological Society of America Bulletin，1992，104(4)：397-408.

[75] Burtman V S，Molnar P. Geological and geophysical evidence for deep subduction of continental crust beneath the Pamir[J]. Special Paper of the Geological Society of America，1993，281：1-76.

[76] Lou X T，Cai C，Yu C Q，et al. Intermediate-depth earthquakes beneath the Pamir—Hindu Kush region：evidence for collision between two opposite subduction zones[J]. Earthquake Science，2009，22(6)：659-665.

[77] 张浪平，邵志刚，李志海．印度板块与欧亚板块在兴都库什—帕米尔地区相互俯冲的动力作用分析[J]．地球物理学报，2014，57(2)：459-471.
Zhang Langping，Shao Zhigang，Li Zhihai. Dynamic action of mutual subduction between the Indian and the Eurasia plates in Hindu Kush—Pamir region[J]. Chinese Journal of Geophysics，2014，57(2)：459-471.

[78] Fan G W，Ni J F，Wallace T C. Active tectonics of the Pamirs and Karakorum[J]. Journal of Geophysical Research：Solid Earth，1994，99(B4)：7131-7160.

[79] Pegler G，Das S. An enhanced image of the Pamir—Hindu Kush seismic zone from relocated earthquake hypocentres[J]. Geophysical Journal International，1998，134(2)：573-595.

[80] Koulakov I，Sobolev S V. A tomographic image of Indian lithosphere break-off beneath the Pamir—Hindukush region[J]. Geophysical Journal International，2006，164(2)：425-440.

（本文编辑：赵乘程）