

数据驱动： 露西·琼斯与中美地震科学合作(1976—1983)

张井飞✉

(北京大学 科学技术与医学史系, 北京 100871; 中国科学院 自然科学史研究所, 北京 100190)

摘要 20世纪六七十年代, 中国强震频发, 积累了丰富的地震数据和预测经验, 与拥有先进地震观测与数据处理技术的美国具有广阔的合作前景。然而, 中美地震科学合作却因外交关系尚未正常化而难以实现。为了利用中国地震数据开展研究, 麻省理工学院的博士生露西·琼斯与其他美国地震学家在不利的中美关系中积极寻求与中国合作的机会, 并最终紧随中美建交而率先实现合作。虽然琼斯与中国的合作最终由于多种因素而终止, 但更多美国地震学家在地震数据的驱动下与中国保持了长期合作。本文指出, 作为一种基础性科研资源, 中国地震数据是美国科学家寻求与中国科学家合作的重要驱动力, 而琼斯的经历彰显出这一动力与外交阻力之间此消彼长的动态博弈。

关键词 地震数据; 科学数据; 数据外交; 科学外交; 中美关系

中图分类号 N92

文献标识码 A

文章编号 1000-0224(2025)02-0216-17

20世纪60年代, 美国地震学在以发展核试验监测技术为目的的“维拉计划”支持下得到迅速发展。1970年前后, “维拉计划”接近尾声, 美国地震学的研究重点转向地震预测。^[1]与此同时, 中国在1966年邢台地震后, 掀起了一场以群测群防为特征的地震预测运动, 积累了丰富的地震数据和预测经验。然而, 处于冷战铁幕两侧的中美地震学界, 直至1971年乒乓外交后才得以重新接触。1974年春, 中国科学院地球物理研究所的地球物理学家顾功叙(1908—1992)率中国地震代表团访问美国。同年秋, 美国麻省理工学院地球与行星科学系的地震学家普雷斯(Frank Press, 1924—2020)率美国地震代表团回访中国。双方均认为美国先进的地震观测和数据处理技术与中国地震频发的地质环境和地震预测经验可以优势互补。虽然中美关系尚未正常化的现实阻碍着双方的合作, 但美国地震学家依然积极寻求合作机会。^[2]随后, 普雷斯在卡特总统时期被任命为总统科学顾问, 得以在推动中美科技交流乃至中美关系正常化进程中发挥积极作用。^[3-4]

通过普雷斯的积极协调, 中美在建交之前就互派留学生和访问学者事宜达成口头谅解。

收稿日期: 2023-09-25; 修回日期: 2024-04-18。

作者简介: 张井飞, 1986年生, 山东莘县人, 助理研究员, 主要研究20世纪科技外交史和地球科学史, Email: zjf. csu@163. com。

解。1979年1月中美建交后,邓小平访问美国并签订《中美科技合作协定》,将口头谅解以书面形式正式确定下来。^[5]1980年1月,首届中美科技合作联委会在北京召开,双方正式签订《中美地震科技合作议定书》。在此之前,美国麻省理工学院的博士研究生露西·琼斯(Lucile M. Jones, 1955—)于1979年春天便已通过中美互派留学生和访问学者协议,实现了与中国同行的合作研究。1979年春天这一时间点十分微妙,它处在中美建交之后、《中美地震科技合作议定书》签订之前,反映出琼斯与中国的合作既受外交关系的制约,即只有在中美建交后才能实现;又能突破官方协议的限制,即可在《中美地震科技合作议定书》签订之前实现。其中蕴含着的科学与外交之间的互动,是近年来兴起的科学外交研究领域的核心议题。

2009年,英国皇家学会和美国科学促进会召开“科学外交新前沿”会议,以科学和外交的关系为关注的主要议题,将科学外交概括为“外交中的科学”、“为了外交的科学”和“为了科学的外交”三种类型。^[6]近年来,“为了外交的科学”,或者说将科学作为外交工具,得到较多研究,有代表性的如高瑞德对冷战初期中国科学外交的研究。^[7]然而,“为了科学的外交”,或者说聚焦科学的内在需求,并剖析这种需求如何与外交互动的案例,尚不多见。自然科学研究离不开记录自然现象的科学数据,而自然现象往往又不以国界为限。因此,科学家常常需要跨越国界收集观测数据。这种对数据的需求,是科学的内在需求,势必在科学外交活动中产生一定影响。地震是一种遍布全球而又具有独特地域特征的自然现象,拥有全球地震记录对地震学研究极为重要。笔者曾在另文中从宏观层面论述20世纪70年代中美关系尚未正常化的现实如何阻碍双方地震学界的合作^[2],而本文则从微观层面,基于琼斯寻求、实施以及终止与中国合作的个人经历,分析地震数据在其中的作用,揭示科学的内在需求与变动的外交关系之间此消彼长的互动。

1 中美建交前的漫长等待与准备

美国先进的地震观测和数据处理技术与中国地震频发的地质环境和地震预测经验存在互补,决定着中美地震学界存在合作需求,且中美关系正常化又为合作扫除了外交障碍。这是琼斯得以与中国学者开展合作的前提。然而,琼斯的个人经历以及麻省理工学院具有前瞻性的准备,却使她成为中美建交后第一位来华开展合作研究的美国人。

1.1 露西·琼斯其人

琼斯出生于美国加利福尼亚州的圣莫妮卡,父亲是一位空间技术工程师,热爱科学和数学,母亲是一位神修导师(spiritual director)^①。在当时并不鼓励女性从事科学和数学工作的环境中,父亲却支持琼斯,使她认识到逻辑推理的价值,而母亲的工作则让她看到人们感性的一面。琼斯父母的工作性质将从理性和感性两个方面对她日后的职业生涯产生重大影响。^[8]

琼斯的家族与中国素有渊源。她的祖辈曾长期在中国传教,两位伯父供职于美国政

① 神修导师是经过专业训练的引导者,帮助人们加深与上帝的关系,或帮助他们走上信仰之旅。他们是陪伴者,为人们提供聆听、辨识和祷告反思的空间。

府机构,均为中国问题专家。^[9]这使琼斯有机会在高中时期随其伯父在中国台湾生活一年,并于1971年从台湾的美国高中毕业,打下汉语基础。1972年,当琼斯被哈佛大学和布朗大学录取时,基于对科学的热爱,她选择了后者。在布朗大学,琼斯一开始主修物理学,在大三时重回台北学习汉语,大四时受几位地球物理学家的影响,选修地质学,并最终确定自己的专业方向为地球物理学。她希望将科学应用于更加重要的事情上,比如预测地震,而不是制造炸弹。加利福尼亚州处于太平洋板块和北美板块的边界带上,地震多发,琼斯选择地球物理学作为研究方向,或许多少受此影响。至少有两次地震让她印象深刻:她最早有记忆的事情是大约两岁时的一次地震,在那次地震中,她的母亲试图用自己的身体保护她;另一次是1971年圣费尔南多地震,当时身在中国台湾的她由于担心家人的安危,试图打电话给父母,却遭遇通讯障碍。^[8]1976年,琼斯获得布朗大学物理学与汉语双学位。

1.2 中国地震数据与前震研究

在琼斯大学毕业之前的1975年2月4日,中国成功预报海城地震,避免了巨大的人员伤亡和财产损失,是人类首次成功预报破坏性地震,引发了国际地震学界对中国地震工作更加密切的关注。曾于1974年秋率团访问中国并一直寻求与中国开展地震合作研究机会的普雷斯,对海城地震十分关注。1975年3月3日,他致信中国国家地震局的地质学家:“如果您能告诉我地震发生之前采用什么方法进行的预报,以及采取了什么预防措施,我将表示感激。警报是在地震前发出的吗?有没有对房屋中的人们进行疏散?”^[10]普雷斯通过日本报纸《朝日新闻》上一则消息的英文译文,了解到中国内部刊物《地震战线》1975年第2期上有关于海城地震的信息,便迫不及待于5月29日致信顾功叙,索要该杂志,称美国地震学界对中国地震学家在海城地震预报中采用的方法抱有极大兴趣。^[11]

普雷斯在麻省理工学院的同事莫尔纳(Peter Molnar, 1943—2022),同样在密切关注中国的地震工作。早在1972年7月,他就曾致信中国科学院院长郭沫若,要求访问中国科学院地球物理研究所,以了解中国的地震预报工作。然而,直到次年3月中国科学院才复信婉拒,因此他未能成行。^[12]莫尔纳的专长是研究亚洲大陆的大地构造,海城地震是研究中国大陆地质构造的重要案例,他显然不会错过任何了解和研究中国海城地震的机会。

当布朗大学会讲流利汉语并且具备地质学、地球物理学基础的琼斯,在申请麻省理工学院地球与行星科学系研究生的时候,双方显然是一拍即合。如果考虑到经过长期隔绝后又重新接触的中美地震学界之间用英文进行学术交流的困难,就会更加清楚一个会讲流利汉语并能阅读中文文献的美国地震学者是多么难能可贵。一件趣事可以反映麻省理工学院想要录取琼斯的强烈愿望:莫尔纳为了劝说琼斯去麻省理工学院读研究生,许诺在开学前带她去阿富汗做野外考察。当1976年8月琼斯和莫尔纳在兴都库什山区用便携式地震仪进行微震观测时,有人想用两匹骆驼从莫尔纳手中买下琼斯做妻子,是市场价的两倍。这成为琼斯后来津津乐道的野外工作经历。^[13-14]

麻省理工学院录取琼斯的一个重要原因,无疑是为未来与中国可能的合作做准备。麻省理工学院的人告诉她:“我们何不让你研究前震呢?如果你研究前震,中国一旦开放,我们就可以把你送到中国,你就可以试着了解那里发生了什么。”^[8]鉴于海城地震的成功预报主要是基于频繁的前震活动,琼斯和莫尔纳立即开始了一项关于前震的研究。

1976年6月14日,他们将合作研究的论文投到《自然》(*Nature*)杂志,6月23日即被录用,8月19日正式刊登。^[15]刚刚大学毕业,尚未正式入读麻省理工学院的琼斯,何以如此快速地在《自然》(*Nature*)杂志发表学术论文?

琼斯和莫尔纳的研究得到了普雷斯的支持。从论文内容和参考文献可以看出,1970年出版的《中国地震目录》是该项研究的重要数据来源,而这份资料正是1974年普雷斯率美国地震代表团访问中国时,中国地震学家经过向上级层层报告后而获准赠予美方的礼物。^[2]时任美国地球物理联合会主席的普雷斯认为,《中国地震目录》中的数据具有极大的科学研究价值,他曾安排美国地球物理联合会执行主任斯彼劳思(A. F. Spilhaus, Jr., 1938—2018)于1976年5月致信中国科学院地球物理研究所,希望将《中国地震目录》翻译为英文。^[16]然而,琼斯可以不经翻译,直接阅读中文。因此,她和莫尔纳占得了利用这份数据的先机。中国的历史地震数据加上美国地震学界均可获取的世界其他地方的地震数据,可以说使琼斯和莫尔纳成为当时最具数据优势的研究团队。另外,该论文还引用了《地震战线》1975年第2期的文章,这正是普雷斯曾致信顾功叙索要的资料。虽然由于《地震战线》限于国内发行,顾功叙当时婉拒了普雷斯的请求,但想必他们通过其他途径得到了这份资料。

数据优势是一方面,同样重要的是他们研究的科学问题。海城地震成功预报的一个关键因素是,在1975年2月4日的大地震之前出现了明显的前震活动。因而,大地震之前是不是都有前震活动?历史上的大地震有多大的概率伴随着前震活动?前震活动是不是大地震来临的可靠前兆?这类问题是当时地震学界关注的焦点。虽然中美地震学界没有建立正式合作关系,琼斯和莫尔纳无法获取中国观测的关于海城地震前震的详细数据,但是他们的研究充分利用中国和世界其他地方的历史地震数据,抓住了当时地震学界关注的关键科学问题。因此,其论文能够快速地被《自然》(*Nature*)录用并发表。

作为美中学术交流委员会主席,普雷斯积极推动将美国海城地震代表团列入了1976年该委员会派遣访华的代表团名单,莫尔纳是成员之一。^[17]莫尔纳随该代表团访华的时间是1976年6月13日至7月2日,恰好是在他与琼斯合作的论文刚刚完成之际。美国海城地震代表团的总结报告指出,海城地震预报的成功,是多方面因素影响的结果,包括技术因素和社会政治因素。尽管中美两国文化和政治存在巨大差异,海城地震的预报经验对美国地震工作仍有借鉴意义。据此,该代表团提出了改进美国地震预测计划的建议:

1. 应该发展前震的判别方法,将前震与群震或其他背景地震活动区分开来。
2. 应该对几个预计很快会发生大地震的地震空区进行研究。我们缺乏大地震前的前兆变化的经验,这是我们地震工作中最严重的缺陷之一。
3. 应该通过现有的机构和组织发起地震志愿者计划。
4. 在某种程度上,应该更加重视对地下水、磁场变化、自然电位变化和动物异常行为的观察。
5. 我们应该加强公众教育,使其了解地震危害和地震预测的意义。^[18]

第1条建议的目的是找出有主震跟随的前震序列与没有主震跟随的震群之间的区别,即发展一种判断小震活动后是否有大地震发生的方法。这一研究离不开前震数据,而中国在海城地震之前记录到的大量前震数据,几乎是开展这一研究的最佳选择。除了前震活

动,可能成为大地震前兆的现象还有磁场变化、电位变化等,以及地下水水位变化、动物异常活动等宏观现象,这便是第4条建议的内容。关于这些现象,尤其是宏观现象,中国在海城地震之前依靠群测群防运动积累了大量观测数据,可以说在世界上是独一无二的。第2条建议的目的,是在美国可能发生地震的区域加强观测,积累可能是大地震前兆的数据。以上三条建议的宗旨在于,发展地震预测技术,需要收集、分析各种可能的前兆数据。琼斯后来与中国地震学家的合作,将是这一建议框架下的一项具体行动。第3条和第5条显然是受中国地震工作群测群防运动的影响,也将成为琼斯职业生涯的重要工作内容。

1976年美国海城地震代表团访华前后,相继发生5月29日云南龙陵地震、7月28日河北唐山地震、8月16日和23日四川松潘—平武两次地震。有的地震被宣布成功预报,有的未能成功预报,国际地震学界对中国地震工作保持着持续关注。9月23日,普雷斯借邀请顾功叙担任《地球与行星内部物理学》(*Physics of the Earth and Planetary Interiors*)顾问编辑之机表示:“美国海城地震代表团6月份的中国之行带回很多信息。我们当然也异常担心几个星期之前发生的唐山地震造成的破坏,希望听到来自中国朋友关于这场地震以及四川等地震的信息。祝贺四川地震的成功预报。”^[19]正如琼斯后来所说,中国地震预报的成功,明显地证明,至少有些地震是可预报的。这刺激了美国地震学界对地震预测的努力,也引起了他们对中国地震预报工作的广泛兴趣。^[20]然而,美国地震学家与中国同行开展实质性合作研究,仍需等待时机,并在时机到来前做好准备。1977年,普雷斯离开麻省理工学院,担任卡特总统的科学顾问和白宫科技政策办公室主任。莫尔纳继续专注亚洲大地构造和地震研究。此时,琼斯已正式入读麻省理工学院,接受地震研究所必需的学术训练。除莫尔纳外,琼斯还有一位地质学导师布雷斯(William F. Brace, 1926—2012)。布雷斯在岩石力学方面的专长可以为她研究断层机制提供指导。

1978年3月,琼斯与莫尔纳再次合作完成一篇关于前震与地震预测、断层滑动前兆的可能关系的论文。1979年2月1日,该文被地球物理学领域权威期刊 *Journal of Geophysical Research* 录用。^[21]至此,可以说琼斯已基本掌握前震研究所需技能。1979年1月底至2月初,正是邓小平对美国进行历史性访问的时刻,而琼斯也即将迎来访问中国的机会。

1.3 申请去中国

由于一直关注中国地震工作,并拥有与升任美国总统科学顾问的前同事普雷斯的关系,莫尔纳对中美关系的动态想必具有更加灵敏的嗅觉和及时可靠的消息来源。当1978年10月中美达成关于互派留学生和访问学者的口头谅解时,莫尔纳显然看到与中国开展实质性合作的机会即将到来。此时琼斯已经进入博士第三年,且海城地震无疑是她博士论文的研究主题即前震研究的最佳案例。他们已等不及1979年1月1日中美正式建交与之后《中美地震科技合作议定书》的签订。1978年11月22日,莫尔纳致信顾功叙、邓起东和马瑾^①,寻求合作机会。

莫尔纳首先介绍自己的研究兴趣是大陆地质构造与地震预测,尤其是亚洲大地构造和前震以及其他短临地震前兆。接下来的话,反映了他急于合作的迫切心情:

^① 邓起东(1938—2018)、马瑾(1934—2018)时为国家地震局地质研究所地震地质学家和构造物理学家。

我给你们写信是因为我认识你们所有人。也许你们可以将我介绍给你们研究所或其他机构中可能也对合作工作感兴趣的其他人。虽然通过更加官方的渠道开展合作可能会更容易,但我决定先独立进行,而不是坐等官方渠道的开放。^[22]

在讨论了各种合作的可能性以后,他再次强调:“我希望我已清楚地表达了我希望同中国同行开展合作研究的迫切愿望。如果你们有其他可能的合作研究思路,请告知我。”^[22]莫尔纳提出的合作建议,第一项便是推荐琼斯赴中国开展地震前兆研究:

关于地震预测,我这里有一名研究生,名为露西·琼斯,一直在从事前震特征的研究。我们对其他地震前兆的研究也非常感兴趣,包括水位变化、动物异常等。她出类拔萃,至今已学了六年汉语。因此,她可以在不需要翻译的情况下和你们一起工作……她正在研究将官方交流作为这样一个项目的可能渠道;但如果通过官方渠道不是必须的,她希望可以避开官僚主义的障碍。^[22]

莫尔纳所说官方渠道,即中美交换留学生和访问学者项目。中美达成互派留学生和访问学者口头谅解后,双方都在抓紧进行选派工作。此时,已通过博士资格考核的琼斯,马上申请了该项目。琼斯汉语流利,她的研究方向——地震预报,为当时的热点领域,并且已取得一些高水平的研究成果。另外,她还得到美国总统科学顾问普雷斯的推荐。这一系列因素促使她成为美国向中国派遣的首批学生之一。1978年12月26日,中方派出的首批52名留美人员启程赴美。^[23]美方派往中国的学者也正在计划启程。

1978年10月中美达成互派留学生和访问学者的口头谅解前,美国国际交流署已指定美中学术交流委员会管理美国留华进修项目。^[24]12月14日,该委员会下属的美国留华进修委员会副主席魏斐德(Frederic Wakeman, Jr., 1937—2006)电告中国教育部副部长李琦(1918—2001),美方的首批学生将于1979年2月23日抵达北京。12月21日,教育部外事局发文给中国科学院,征求中国科学院接待美国学生和访问学者的意见。1979年1月10日,中国科学院回复称,经与中国科学院所属的国家地震局联系,同意安排琼斯来华开展合作研究。^[25]不难想象,莫尔纳1978年11月22日给中国地震学家的信,可能对国家地震局接受与琼斯合作发挥了重要作用。

1979年1月23日,李琦给魏斐德回电称,同意美国首批学生2月23日到中国。2月8日,李琦再次电告魏斐德,提到“琼斯小姐将在中国科学院地球物理研究所和地质研究所进修研究。^①但因三月份天气较冷,不宜野外考察,我们希望她能在四月初来华”^[5]。琼斯显然没有听取“四月初来华”的建议,3月中旬她便已身在国家地震局地球物理研究所。琼斯有中文基础,到达中国后无需安排中文课程,而是直接到合作单位开展研究工作。因此,她是中美建交后第一位在华开展科学研究工作的美国学者。^[26]

虽然琼斯是在中美建交之后才实现与中国地震学家的合作,但是琼斯和莫尔纳在中美建交之前为争取中美合作而进行的努力,以及合作开始于1979年3月,早于1980年1

① 中国科学院地球物理研究所和中国科学院地质研究所于1971年被划归当年成立的国家地震局直接领导,而国家地震局由中国科学院代管。其中,两个研究所中从事地震研究的部分,在1978年分别被重组为国家地震局地球物理研究所和国家地震局地质研究所,其余部分复归中国科学院直接领导,仍称为中国科学院地球物理研究所和中国科学院地质研究所。此处“中国科学院地球物理研究所和地质研究所”应为“国家地震局地球物理研究所和地质研究所”。

月签订的政府间《中美地震科技合作议定书》,展示出跨国科学合作的内在动力在外交关系的制约下,所能发挥的效能边界。

2 中美建交后的首次科学合作

琼斯于 1979 年 3 月 16 日至 5 月 13 日在国家地震局地球物理研究所,5 月 14 日至 7 月 9 日在国家地震局地质研究所进行合作研究。中美建交之前,中国地震资料和数据均须经过严格审批才能提供给美国地震学家,且申请常常无法获得批准。他们赴中国野外进行地质考察的要求也常因地区不对外开放而未能如愿。^[2]不过,与中美建交之前的短期交流不同,琼斯与中国地震学家的合作研究必须利用中国的原始地震资料和数据。因此,中国地震工作者首先要解决资料与地区的开放问题。由于是中美建交后的首次科学合作,中方对此高度重视,提前做了周密安排。

2.1 在资料开放与保密之间寻求平衡

早在 1979 年 1 月 19 日,国家地震局地质研究所便向国家地震局提交了接待琼斯的设想,其中提出要考虑不同研究所的专长。^[27]2 月 28 日,地质研究所制定了以“地震前兆与地质构造的关系”为主题的接待计划,并将计划分为 4 个阶段:第一阶段介绍中国区域地震地质简况;第二阶段研究大地震前兆及其与地质构造的关系;第三阶段考察四川松潘、陕西华县和辽宁海城地震震区;第四阶段总结并完成论文。关于地震资料,除公开刊物外,接待计划提出拟向琼斯提供内部刊物《地震战线》、《中国地震地质概况》一书、即将公开发行的内部挂图《中国活动性构造和强震震中分布图(1:300 万)》及其他必要的地震地质图、用于野外地震地质考察的 1:20 万地质图及构造图。^[28]

与此同时,国家地震局地球物理研究所也制定了以前震特征为主题的接待计划,并也分为 4 个阶段:第一阶段主要介绍概况并确定研究方案;第二阶段主要阅读国内外公开发行的相关文献、《地震战线》中的相关文献以及内部铅印或油印的相关文献;第三阶段主要收集、分析、处理有关资料,主要有地震活动研究可能需要的地震目录,包括《中国地震目录》、中国地震台网观测报告、海城地震的前震目录、华北小震的部分目录,以及量取地震振幅、初动数据可能需要的地震图,包括北京台网相关地震图、白家疃台相关地震图、辽宁有关台站关于海城地震前震的地震图;第四阶段总结并撰写论文。针对地震资料的开放问题,接待计划特别请示道:琼斯 1976 年关于前震频率的论文已引用《地震战线》中的文章,如果《地震战线》不向她开放,若她问及,该如何解释?“有些台站地震图质量欠佳,或钟差,或初动方向,或频率特征存在问题,使用中这些问题将暴露于国外”,应如何处理?接待计划还提到,不准备向琼斯提供北京台网的打印报告,即地球物理研究所值班室的速报目录、北京及邻区地震目录汇编等,不过 1978 年以后的目录曾向外提供,若琼斯需要,可考虑向她提供。关于华北小震目录,只提供需要用到的部分目录的手抄目录。另外,接待计划还提出可能需要辽宁省地震台的地震图,需要辽宁省地震局配合。^[29]

地震资料的开放显然是两个研究所共同关心并亟待解决的核心问题。中美建交前,这一问题曾因外交障碍给双方地震学家造成极大困扰。虽然此时中美已正式建交,改革开放已是大势所趋,但资料的开放并无现成规则可循,需要逐渐调整。中国地震工作者仍

需在开放与保密之间寻求平衡。这在国家地震局地质研究所资料开放问题的解决中有所反映。

1979年4月7日,国家地震局地质研究所向国家地震局申请,将《唐山地震短临前兆资料》、《辽宁海城7.3级地震初步总结》、《松潘、平武地震预测预报总结》以及《中国地震地质概论》作为与琼斯合作研究的参考资料,并称“资料中的部分插图,她可在编写研究报告时采用,其他图件她提出需要时,在我方同意下帮助复制”。国家地震局党组批示,由科研处提出处理意见。4月25日,科研处给出“资料未经核实,暂不对外为好”的处理意见。^[30]国家地震局将参考资料的开放问题交由科研处处理,是从科研角度考量,且科研处的关注点在于资料的准确性,是因资料本身未经核实而建议暂时不对外开放,已不像中美建交前那样主要从外交方面考虑。这便给后面留下了商量的余地。

经国家地震局地质研究所与国家地震局外事处协商,5月8日,距离琼斯赴国家地震局地质研究所的时间已经很近的时候,事情迎来了转机。国家地震局外事处就上述4份资料的开放问题向国家地震局局长请示,称《唐山地震短临前兆资料》为基础资料,以前未曾对外,经与地质研究所商量,拟选出几篇作为工作资料,其他部分不用。“如外宾提出问题,可口头说明由于资料编辑较早,有一些问题,不宜使用”,并且“其他三份资料,均已基本对外介绍过,此次也拟同意对外使用”。5月9日局长批示同意。^[31]地质研究所和国家地震局从资料本身可能存在的问题以及合作研究的实际需要考虑,均做了让步,最终达成一致。

除了资料开放问题,野外考察是合作研究的另一重要内容。1979年3月28日,国家地震局地质研究所向陕西省地震局、四川省地震局和辽宁省地震局发文,告知琼斯拟赴华县震区、松潘震区和海城震区考察的时间以及对各个震区考察的路线要求等。例如,要求松潘震区安排考察路线应考虑“1. 宏观破坏特征;2. 地震地质特征,标志比较清楚的活动断层出露点;3. 有关台站:专业台站和群测点,并介绍松潘地震前兆特征……”。^[32]四川省地震局、陕西省地震局和辽宁省地震局均提前为合作研究的现场调查做了充分准备。

2.2 未被圆满解决的科学问题与未被充分利用的地震数据

琼斯与中国的合作主要有两个目标。第一个目标是海城地震的前震研究,需要通过与国家地震局地球物理研究所合作达成。她说:

我去中国的主要目的是研究海城地震的前震。虽然前震并不罕见,但震区附近有足够多地震仪来准确记录这些小震是很罕见的。海城前震序列包括500多次地震,是附近的6个地震台记录到的,并且是世界上记录到的最大前震序列。由于我在麻省理工学院的研究包括前震特征研究,海城前震序列对我来说是一个非常宝贵的数据来源。^[20]

因此,与地球物理研究所的合作,琼斯获取的最具价值的的数据,是她与合作者一同去辽宁从海城前震的地震图上测得的地震波到时^①与最大振幅等数据。^[9]有了这批数据,琼斯可以利用计算机比中国人更加精准地确定这些前震的空间位置和发震时间,她说:

我在地球物理研究所的主要工作是确定海城前震的位置。当地震发生时,我们

^① 地震波到达观测点的时刻。

不知道它在何时何地……然而,如果知道许多地震台的地震波到时,我们就可以算出地震发生的时间和地点。由于中国人没有计算机,他们使用简单的方法来做这件事,导致他们计算的地震位置有较大不确定性。使用可编程计算器,我能够更准确地定位前震。因此,我的工作重新读取地震图上的前震到时数据,然后进行计算。^[20]

中国人对这批数据的态度是开放的,这样可以利用琼斯的计算器进行中国无法开展的计算工作,达到“外事促内事”的目的。琼斯还被允许将这批数据寄到麻省理工学院,以便在大型计算机上进行更精确的分析。这项研究最终获得了新发现:可能多数前震不发生在主震破裂面上,而是在与主震破裂面近于垂直的另一平面上。^[9]琼斯认为如果这是真的,可能需要重新思考地震是如何开始的,以及前震在这个过程中到底扮演了什么角色。^[20]这些尚待解答的问题为琼斯再次访华埋下了伏笔。

除了前震研究,琼斯的另一个目标是研究海城地震的其他宏观前兆,需要通过与国家地震局地质研究所合作达成。宏观前兆是1976年美国海城地震代表团建议研究的重要方向。这项工作与海城地震的前震研究不同,琼斯并没有清晰的工作计划。相反,她想知道中国人收集了哪些数据,用这些数据做了什么,然后将这些数据与美国的数据进行比较,看看是否可以获得一些见解:

我原希望,当我在中国的时候,可以开始分析地震的其他短临前兆,特别是中国人所说的宏观异常——由当地观测人员而不是仪器记录的异常。这些因素包括地下水、动物行为以及其他异常现象。美国即使有也是在过去的几年才刚有这种记录,所以中国是研究这些现象的唯一数据来源。^[20]

经国家地震局同意,地质研究所向琼斯提供了海城地震、唐山地震的宏观前兆数据。经国家地震局地质研究所领导同意,还提供了最新的地震地质调查报告。双方最终合作完成《地震孕育和发生过程中共轭断层的作用》一文。^[33]对于地质研究所提供的前兆资料,琼斯后来说:“我的中文还不错,但在两周内要读近百份报告,这让我不知所措,我无法充分利用所有信息。”^[20]

琼斯对中国之行的预期本来是,即使不能获得足够数据来支撑两个研究目标,此行也不会毫无收获,至少可以更近距离地研究中国的地震预报。事实上,她在中国丝毫没有感到获取数据方面的限制:“我对被拒绝访问数据的担忧很快被证明是完全没有根据的。我要求查看的所有数据都是毫无疑问地提供给我的。事实上,我发现我最大的问题是,没有足够的时间开始使用我所拥有的所有数据。”这些尚未利用的数据,也成为她再次访华的重要动力。

中国通过群测群防运动,收集了大量地震宏观前兆数据。国家地震局地质研究所向琼斯提供的前兆资料,在很大程度上来源于此。1966年邢台地震以后,中国地震预报的群测群防运动,是在“文革”期间特别重视群众在科研中的作用这一特殊背景下发展起来的。这一运动,依靠经过简单培训的工厂、学校、农村的广大群众,建立业余地震前兆观测点,发现异常,逐级上报,供上级部门作为预报地震的参考。群众观测的前兆数据一般为通过肉眼或简单仪器即可观测的宏观现象,如动物异常活动、地下水水位等。虽然这些宏观异常现象与地震的关系并不清楚,但大规模的群测群防运动积累了丰富的宏观异常数据,并在1975年海城地震的预报中发挥过重要作用。

中国的地震工作自从1971年被介绍到美国,群测群防便一直受到美国地震学界的关注。如前文所述,美国海城地震代表团受中国群测群防运动影响,曾提出美国应开展类似工作的建议。与国家地震局地质研究所合作期间,琼斯有机会赴陕西华县、四川松潘、辽宁海城震区进行现场考察。在考察地质构造的同时,她有机会对中国地震预报工作进行更近距离的观察。在松潘地震和海城地震现场,她采访了那些地震预报的直接参与者。这次考察,尤其是采访,使她对地震前发生的事情和科学家们认为重要的事情有了更好的理解,也对中国地震预测工作的优势和劣势有了更清楚的认识。^[20]

琼斯把中国群众在地震预报中的作用及其对地震知识的了解,与她家乡洛杉矶的居民作比较,认为洛杉矶居民虽然普遍有大学文化水平,但对地震知识的了解远不及中国平武县的普通社员。因此,普及美国市民的地震知识是美国地震工作中迫切需要解决的问题。^[33]她表示,“我回美国去也要宣传你们的做法。当然,目前美国也在搞这方面的工作,可是要达到你们这种程度,是很难的,也可能办不到”,“但我回美国后一定要搞”。^[34]群测群防运动让琼斯看到,面对威胁人们生命财产安全的地震,即使缺乏完美的预测技术,科学也不应无所作为。

2.3 中方积极合作的动力

任何成功的科学合作都不可能仅对一方有利。获取中国的地震数据是琼斯积极寻求合作的动力,而中方不仅提前准备了与琼斯合作的数据,还想方设法确保合作成功。由于合作时间短,为使合作得出结果,国家地震局地球物理研究所做了两手准备:第一,按琼斯计划的题目,与她共同研究,以期做出结果。这是指海城前震的定位研究。第二,让琼斯参与中方已有研究基础并预期可取得结果的工作,即使第一项研究得不出结果,最后也可拿出这一项研究结果。这是指海城前震与震群关系的研究,主要研究如何区分前震和震群。国家地震局地质研究所与琼斯共同完成的《地震孕育和发生过程中共轭断层的作用》,实际上合作之前中方已有较好的基础。琼斯多次表示,名义上是共同研究,实际上是向中方学习。中方之所以如此希望合作成功,琼斯认为:

第一,我的研究项目本身就涉及中国人想要完成的工作。特别是在海城前震的定位方面,我做了他们很久以来就想做,但没有计算设备来完成的工作。在地质研究所,由于中国僵化的学术体制,我是第一个真正研究他们数据的地球物理学者。第二,尽管在很多领域,中国不希望他们的工作受到外面的关注(也许是出于一种常见的想法,即不应让西方看到中国落后的一面——或者是某个领域的水平,或者数据所揭示的真实中国),中国人却希望他们地震预测工作被西方看到。从某种程度来说,他们在地震预测方面领先于我们和(也许更重要的是)苏联,所以让我们看到他们的工作将提高他们的科学声望。很明显,他们希望我们的合作成果能在美国杂志上发表。第三,当然是他们希望从我们这里得到回报。许多中国学者正在通过和美国留华学者的交换项目前往美国,除此以外,如果我带回一份有利的报告,将会增加安排独立的科学交流的可能性。我认为所有这些因素使得中国人不仅允许我工作,而且在各个方面帮助我。^[20]

琼斯的判断不无道理,与中方在合作研究的总结中所说基本一致。^[9,33]

中国之行一结束,琼斯即开始寻求再次访华的机会。1979年9月,莫尔纳随美国板

块构造代表团访问中国,向中方提出琼斯希望再次访问中国的要求。中方提出开展对等互访,莫尔纳当即赞同。1980年4月,国家地震局就琼斯申请访华事项提请国家科学技术委员会审批时写道:“这种合作研究不只是支持了琼斯的研究生学习。对我而言,在学术上是有益的,且琼斯在美的研究生学习,得到了地质学家和地球物理学家的共同指导,对地震研究中,将两个学科结合起来探索地震成因和机制是十分有利的。她的研究方法和思路也值得我们参考……我局虽已与美国签订了政府间的地震科技合作议定书,双方正在积极进行安排和准备条件。由于地震研究涉及学科多,内容广泛,中美政府间的合作安排,不能包罗全部的地震研究项目。故择其所长,有计划地开展中美民间地震科技合作,也是一个必要的途径。”^[35]

3 合作的终止与琼斯职业生涯的中国印记

1980年6—9月,琼斯第二次访华,继续研究海城前震问题以及地震前兆与地质构造的关系问题。第二次访华后,琼斯的博士生涯已进入最后一年,与中国的合作研究成果,将被作为其博士论文的重要内容。^[36]1981年春天时,双方的合作已经更加密切。国家地震局地球物理研究所的王碧泉正在麻省理工学院开展合作研究,国家地震局地质研究所的叶洪也已经到达麻省理工学院,并且邓起东和蒋溥将于四五月份赴美。不过,随着琼斯博士毕业的迫近,也意味着她将要离开麻省理工学院,她的导师莫尔纳面临如何继续与中国合作的问题。1981年3月3日,莫尔纳致信地球物理研究所顾功叙、许绍燮和地质研究所邓起东、蒋溥以及马杏垣,首先协商琼斯的第三次访华问题:

我们希望继续这种交流,并希望将工作扩展到分别在中国和美国进行6个月的工作……露西·琼斯想和另一名美国人一起再次去北京,继续……海城地震方面的工作,并且继续……地震前兆方面的研究。她希望对海城地震的余震进行研究,以确定余震区是像前震数据所揭示的那样呈雁列式排列,还是发生在与大多数前震不同的区域。她想和另一个美国人在北京和辽宁待一个半月……检查地震记录图,确定海城地震余震的位置。另外花半个月……研究唐山地震的水位数据……

……我们热切希望能有另一个美国人加入这项工作,因为今年秋天露西·琼斯离开麻省理工学院之后,我们希望能保持我们和你们之间的合作研究。我们本希望托马斯·费奇(Thomas Fitch)能够加入露西·琼斯的研究,但现在来看今年夏天是不可能的。目前,还不清楚我们的学生中谁最适合和她一起去。很抱歉我们不能给出更加确定的人选,特别是因为露西·琼斯想尽快去中国(春末夏初)。我们会尽快给你们确定的消息。^[37]

可以看出,即将博士毕业的琼斯仍然有详细的研究计划,显然希望继续与中国的合作。如果琼斯离开麻省理工学院,即使继续与中国合作,也是在其他机构,而莫尔纳显然希望麻省理工学院继续参与这项合作,因此需要在麻省理工学院物色一位人选,提前加入琼斯与中国的合作研究工作。除了主要由琼斯参与的前震、余震以及其他前兆研究,莫尔纳还展望了与中国合作开展活动断层的野外地震地质调查研究的前景:

我们对寻求两个主题的研究非常感兴趣。一是由前震、余震定位和断层面解所

揭示的断层带结构。与你们一起对海城地震前震所做的研究表明,我们可以从中学到很多东西。因此,我们对探索其他地震序列也感兴趣,如河北唐山地震、四川炉霍地震、河北邢台地震和其他地震。最近鲜水河断裂带上发生的地震表明,这是一个很好的研究案例。最终,我们希望能够与你们一起研究其他主要的活动断裂,以定量地了解中国在过去的数万年里是如何变形的。现在提出具体的研究问题显然还为时过早,但也许我们可以考虑在1982年研究唐山地震的余震,并且我希望那时我们能够研究鲜水河断裂。^[37]

1981年12月29日至1982年2月5日,琼斯第三次访华,麻省理工学院谢洛克(Kaye Shedlock)与她同行,研究内容为海城余震定位及断层面解,测量和计算了132次余震记录,并采用定位程序在计算机上进行了初步定位。^[38]由于琼斯已经获得博士学位,此次访华实现了麻省理工学院与中国合作的接续。1982年7—9月,谢洛克和刚刚获得麻省理工学院硕士学位的巴拉诺斯基(Jean Baranowski)再次访华^[39],对唐山余震数据进行研究,继续着麻省理工学院与中国的合作。1986年,谢洛克以对华北地质构造的研究获得博士学位。^[40]

琼斯离开麻省理工学院以后,去了哥伦比亚大学拉蒙特-多尔蒂地球观象台从事博士后研究。1983年2—4月,琼斯以博士后身份第四次访问中国,同为该观象台地震学博士后的丈夫豪克斯(Egill Hauksson)与她同行。^[41]琼斯夫妇此行主要是研究四川松潘地震的震源机制以及余震,后有论文发表。^[42]合作并非不成功,然而这却是她最后一次访问中国。在麻省理工学院与中国的合作仍在持续进行,尤其是莫尔纳后来与中国同行保持了毕生的交流与合作,且中国人又是那么欢迎合作的情况下,琼斯为何没有继续合作?

琼斯的首次中国之行无疑是成功的。然而,合作中也暴露了一些问题,有些是中国对外政策与工作作风的问题,有些则是科研环境的问题。由于是改革开放不久,且为中美首次科学合作,接待外国人的方式一时难以摆脱长期以来政治气氛的影响。琼斯对中方的一些安排,尤其是安排她单独就餐意见很大,认为这是对外国人的不尊重,多次表示要向中国外交部写信提出。在野外期间,多次要求和中方人员共同就餐,并曾为此哭过一次。^[33]她还认为中国官僚主义严重,工作缺乏灵活性。她说:“在地球物理研究所的时候,为了去见一个地质学家,哪怕只是半个小时,我需要花上几天的时间”,“有一次,我觉得我必须坚持与实验室负责人一起写的一篇论文的内容必须更改。这个人显然不习惯被反对,尤其是像我这样的孩子,这种情况有好几天都让人很不舒服”,“研究所内的所有工作都受到监视”,“除了我来之前已经商定好的工作之外,我不能做其他任何工作。幸运的是,这项研究正是我想要做的,所产生的问题只是挫折,从未成为我工作的严重障碍。”^[20]困难是存在的,但这不应是影响合作的决定性因素,后来琼斯的连续三次中国之行便是证明。

琼斯在2015年的一次访谈中吐露:“最后一次访问中国时,我们发现了一起学术欺诈事件”。她解释说:“这并不意味着学术欺诈在中国是很普遍的行为,它只是一种个人的行为。但是这起学术欺诈没有被发现,反映当时的体制存在问题。”琼斯还认为,科学家需要具有批判精神,科学家之间就所研究的问题进行互相批判,说服对方,找出问题的真相,本身就是科学研究的核心。然而,中国人在科学研究中太客气,客气、礼貌当然是很好

的传统,但是科学研究不需要客气,它不利于科学进步。^[8]与中国合作期间,如果琼斯对工作上的官僚主义和效率低下,以及对生活安排的不满,还能克服的话,那么学术欺诈事件以及她对中国不利于科学研究的学术环境的担忧更加可能直接导致她与中国合作的中断。

然而,事情可能并非如此简单,我们或许可以从琼斯的研究领域与她自身的情况进一步分析合作终止的可能因素。首先,琼斯寻求与中国合作的主要动力来源——中国的地震数据,属于存量数据,并非双方共同观测所得,从而也不能源源不断地收集新数据,合作终止时中国的这种数据优势已经不再明显。20 世纪 70 年代辽宁海城、河北唐山以及四川松潘等地震后,中国似乎进入地震平静期,且合作终止时前述地震数据已基本被琼斯及麻省理工学院其他同行充分利用,此时中国已无新的地震数据能够像当初海城地震数据那样,让琼斯由于要完成博士论文而产生那样迫切的需求。其次,美国人曾对中国的地震预报寄予厚望,此时琼斯已近距离地了解到中国并未真正攻克地震预报技术。1983 年她回到美国不久,接受《纽约时报》采访时表示:“我们必须承认,中国人并没有解决地震预测问题的办法,而我们曾羡慕地认为他们可能有。”但中国的地震预报实践令她印象深刻。中国暴露于地震风险中的建筑物和人口众多,官方对地震预报非常重视。中国人告诉她,中国地震学家“不知道如何预测地震,但必须预测”。^[43]第三,最后一次访问中国后不久,琼斯回到了她的家乡——加利福尼亚州的美国地质调查局工作。加利福尼亚州地震多发的环境成为她的研究对象,美国先进的地震观测技术为她提供着源源不断的数据。从个人生活方面看,琼斯在加利福尼亚州安顿下来之后的几年之内,生了两个儿子,将很大精力投入家庭,曾经数年时间无法全职工作。^[44]

综合以上因素,琼斯在美国地质调查局工作了 30 余年,直到 2016 年退休。退休之后,她并未就此停止工作,而是创建了以自己名字命名的公益机构“露西·琼斯博士科学与社会中心”。她认为科学不应只是科学,科学成果本身无法改善社会,需要通过制定相关科学政策,让科学成果更多地惠及大众。该中心通过与政府和私人机构合作,使科学知识的实用价值得到发挥,使社区更具韧性。这一创举得益于她在美国地质调查局的工作经验,也与其中国经历渊源颇深。

起初,琼斯在美国地质调查局延续着她关于前震、余震序列的研究,从统计学角度开发了一种计算地震序列中进一步发生破坏性地震的概率的程序。该程序被应用于许多地区,为公共决策者提供地震概率。在南加利福尼亚州每次遇到地震危机时,她就会迅速向州长办公室提出关于短临地震概率的建议。

1992 年加利福尼亚州发生约书亚树地震(Joshua Tree Earthquake)。由于无暇照顾孩子,同是地震学家的丈夫在琼斯接受媒体采访时,将孩子塞到了她的怀里。琼斯怀抱孩子接受采访的画面将母亲、女性、科学家的形象集为一体,吸引了当时美国公众的关注,还进一步引起有关女性如何平衡工作与家庭的热议,使她成为洛杉矶家喻户晓的地震专家,被称为“地震女士(Earthquake Lady)”。每次遇到地震危机,针对公众对是否会再次发生大地震的担忧,她总是会通过媒体告知公众一个具体的发震概率、断层名称,像母亲安慰孩子一样安抚公众的情绪,这使她开始思考科学与公众的关系。她在将科研成果惠及大众方面,进行了长期探索和实践。^[44]

从高深的地震科学研究到面向公众的科学实践,琼斯用科学研究的成果满足公众对科学的期待,实现了从倾听大地之声到倾听公众之声的转变。在2015年的访谈中,当被问到这些转变是如何实现,这些技能是从哪里来的时候,她谈到分别作为工程师与神修导师的父母对她的影响。母亲关心人们的感受,琼斯从小耳濡目染。父亲不仅鼓励和支持她从事科学工作,还以回答人们的科学问题而自豪,这在如何利用科学方面影响了她。紧接着,她谈到中国在尚未解决地震预测技术的情况下对地震预报的实践对她的深刻影响:

在中国的经历是对这种转变产生重要影响的一个部分。在中国,我看到他们利用科学的方式完全不同,这并非因为科学本身的差异,而是因为社会环境不同。地震到来时,他们必须疏散,因为会有成千上万人死在房子里,而我们死在高速公路上的可能比我们成功预测地震能够拯救的人还要多。所以这一经历对我影响很大。^[8]

4 结 语

20世纪七八十年代中美地震科学交流与合作的驱动因素是相互联系的有机整体,包括双方共同关心的科学问题,解决科学问题所需要的科学数据,收集科学数据所需要的观测仪器,处理和分析科学数据所需要的设备与方法等科学的内在因素,以及中美关系的缓和乃至建交等外部因素。地震数据是这一有机整体的一个重要方面。概括起来,其整体图景是,中美双方在共同关心的包括地震预测在内的具有科学和现实意义的问题导向下,美国先进的地震观测仪器、数据处理设备与中国地震多发的地质环境相结合,使双方得以进行持久而成功的交流与合作。利用美国提供的数据采集、处理设备乃至研究方法,以中国数据为基础开展合作研究,是双方合作的主要形式。在这一整体图景之下,具体的合作项目具有不同特征。

琼斯与中国地震学家合作研究的经历,折射出由科学研究对数据的内在需求所产生的对中美科学合作的驱动力与变动的外交关系对中美科学合作的影响力之间的动态博弈。中美建交前,双方地震学界由于外交阻碍而无法开展实质性的合作研究。然而,急于获取中国地震数据并了解中国地震预测技术的美国地震学家,为克服外交阻力做了不懈努力,并为可能到来的合作未雨绸缪,从而在中美建交后,双方地震学界能够迅速开展异常成功的合作。琼斯的经历是这段历史的一个缩影。她部分地凭借基于中国海城地震数据的研究成果,从“琼斯小姐”成为“琼斯博士”。另外,中国在尚未攻克地震预测技术的情况下,面对地震对人民生命财产安全的频繁威胁而开展的以群测群防为特征的地震预测运动,对琼斯产生了深远影响。美国社会与中国完全不同,但琼斯在很大程度上受中国地震预测经验启发,在其职业生涯中乃至退休以后,在科学尤其是地震学面向公众、地震学的应用等方面,做出了极具影响力的工作,被称为“地震女士”。

琼斯的研究利用的是中国的存量地震数据,她并未提供观测仪器、参与数据收集。当中国存量地震数据优势不再,且琼斯因工作、生活变动也不再急需中国地震数据时,中国学术环境欠佳等不利因素的影响开始突显,她与中国的合作未能继续。琼斯与中国合作的终止,只是一个特例,并不意味着数据在驱动中美地震科学合作中的作用有所减弱。事实上,1980年1月《中美地震科技合作议定书》签订后,中美在地震科学领域开展了大规

模的持久合作。虽然琼斯与中国的合作终止,莫尔纳与中国的合作却仍在继续,并持续了他的一生。这与莫尔纳专攻亚洲大地构造,尤其是青藏高原研究不无关系:青藏高原有着无尽的科学问题需要回答,也有着无数的科学数据需要收集,是地球科学的天然实验室。2022年6月24日,莫尔纳逝世。琼斯在回忆她和莫尔纳在中国的时光时所写的一句话,道出了科学数据在他们心目中的位置:“他(莫尔纳)是我需要的导师,让我认识到提出正确问题的价值,数据的至高无上……”正是在数据的驱动下,他们当年为实现中美地震科学合作付出了不懈努力。

致 谢 本文是北京大学科学技术与医学史系所承担欧盟地平线 2020 研究与创新项目 NEWORLD@ A 的成果,该项目由欧洲研究理事会提供资助。

[Acknowledgement] This article is part of a project that has received funding from the European Research Council (ERC) under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme-NEWORLD@ A: Negotiating World Research Data——A science diplomacy study (Grant agreement No. 101021098).]

参 考 文 献

- [1] BARTH K-H. The Politics of Seismology: Nuclear Testing, Arms Control, and the Transformation of a Discipline [J]. *Social Studies of Science*, 2003, 33(5): 743-781.
- [2] 张井飞. “留有余地”与“寻求合作”:中美地震科技交流(1971—1979) [J]. *自然科学史研究*, 2021, 40(1): 77-90.
- [3] JORDAN T H. Frank Press, A Life of Magnitude [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2020, 117(17): 9138-9141.
- [4] 张静. 邓小平与中美科技合作的开展(1977—1979年) [J]. *当代中国史研究*, 2014, 21(3): 14-23+125.
- [5] 李滔. 中华留学教育史录: 1949年以后 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [6] THE ROYAL SOCIETY, AAAS. *New Frontiers in Science Diplomacy: Navigating the Changing Balance of Power* [M]. London: The Royal Society, 2010.
- [7] BARRETT G. *China's Cold War Science Diplomacy* [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2022.
- [8] KREISLER H, JONES L M. Science, Natural Disasters and Public Education: A Conversation With Lucy Jones [DB/OL]. (2015-10-14) [2022-03-24]. <https://www.youtube.com/watch?v=MLDq-AwfG5I>.
- [9] 国家地震局地球物理研究所. 地球物理研究所接待美国麻省理工学院 L·琼斯小结 [A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979. 北京: 中国地震局档案, G66-016-0055-0014.
- [10] 国家地震局. 美国地震代表团普雷斯给丁国瑜的信及复信 [A]//中国科学院、国家地震局关于 1975 年与美国地震学者的来往信件及批复、回函. 1975-04-28. 北京: 中国地震局档案, G66-012-0063-0004.
- [11] 普雷斯. 给顾功叙来信索要地震战线 75 年第二期 [A]//各国科学工作者来函及复信. 1975. 北京: 中国地震局地球物理研究所档案, DQS-11-89-44.
- [12] 地球物理所. 美国莫尔纳来信退外事局一处 [A]//1973 年与国外有关学者来往信件. 1973. 中国地震局地球物理研究所档案, DQS-9-70-9.
- [13] 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*, 1980, 85(B3): 1365-1387.
- [14] NOSERALE D. An Interview with Lucy Jones [J]. *People, Land & Water*, 2006, 12(13): 28.
- [15] JONES L M, MOLNAR P. Frequency of Foreshocks [J]. *Nature*, 1976, 262: 677-679.

- [16] SPILHAUS JR A F. 斯彼劳思致信中国科学院地球物理研究所联系翻译《中国地震目录》[A]//美国准备翻译《中国地震目录》和我索取资料的来往文件. 1976-5-12. 北京:中国地震局地球物理研究所档案, DQS-12-77-4.
- [17] 中国科学院. 函送关于商谈 1976 年中美学术交流项目的情况简报[A]//国家地震局、中国科学院关于中国地震工程考察组赴美国考察地震工程有关事项的函. 1975-11-15. 北京:中国地震局档案, G66-013-0063-0004.
- [18] HAICHENG EARTHQUAKE STUDY DELEGATION. Prediction of the Haicheng Earthquake[J]. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*, 1977, 58(5): 236-272.
- [19] 地球物理所. 上报美国普莱斯给顾功叙来信及顾的复信稿[A]//美国、新西兰、伊朗学者同顾功叙同志来往信件. 1976-10-12. 北京:中国地震局地球物理研究所档案, DQS-12-76-04.
- [20] JONES L M. Earthquake Foreshock Research[J]. *China Exchange News*, 1980, 8(1): 6-9.
- [21] JONES L M, Molnar P. Some Characteristics of Foreshocks and Their Possible Relationship to Earthquake Prediction and Premonitory Slip on Faults[J]. *Journal of Geophysical Research*, 1979, 84(B7), 3596-3608.
- [22] 顾功叙. 关于与郭宗汾教授合作函[A]//国家地震局、中国科学院关于接待美籍地球物理学家郭宗汾教授一家访华及邀请郭宗汾和美国科学基金会汉森博士来华访问的请示、计划、小结、函. 1979-12-13. 北京:中国地震局档案, G66-016-0063-0013.
- [23] 钱江. 1978 留学改变人生:中国改革开放首批赴美留学生纪实[M]. 成都:四川人民出版社, 2017.
- [24] NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *A Relationship Restored: Trends in U. S. -China Educational Exchanges*, 1978-1984[M]. Washington, DC: The National Academies Press, 1986.
- [25] 中国科学院外事局. 关于同意安排美国麻省理工学院研究生琼斯来华合作科研工作的函[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979-01-09. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-0002.
- [26] 李华英, 顾平. 中美地震学领域首次合作取得较好成果:美方研究人员琼斯向美报谈在华观感[J]. 国际地震动态, 1979(11): 2-3.
- [27] 国家地震局地质研究所. 关于接待美国学生 Lucile Jones(琼斯)来华学习考察的设想和意见[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979-01-19. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-0003.
- [28] 地质所. 关于进修琼斯 Jones 接待计划[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979-02-28. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-0004.
- [29] 分析预报中心. 1979. 关于接待 Jones 的计划[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-00011.
- [30] 国家地震局地质研究所. 关于给美国学者琼斯参阅资料的请示报告[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979-04-07. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-0006.
- [31] 邹其嘉. 1979. 关于琼斯研究题目的请示[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979-05-08. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-0005.
- [32] 国家地震局地质研究所. 关于接待美国琼斯小姐野外考察的计划(附件:华县震区考察路线)[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979-03-28. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-0007.
- [33] 国家地震局地质研究所. 地质研究所接待美国麻省理工学院 L·琼斯小结[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979-08-06. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-0015.
- [34] 四川省地震局. 关于接待美国琼斯小姐来我省考察参观的情况汇报[A]//国家地震局及下属单位关于接待美国研究生琼斯的请示、计划、函、工作小结. 1979-06-16. 北京:中国地震局档案, G66-016-0055-0012.
- [35] 国家地震局. 关于邀请美国麻省理工学院研究生琼斯来华合作研究的请示报告[A]//国家地震局关于邀请及接待美国麻省理工学院研究生琼斯来华合作研究的请示、计划、函、小结. 1980-04-22. 北京:中国地震局档案, G66-017-0110-0001.
- [36] JONES L M. *Field and Laboratory Studies of the Mechanics of Faulting* [D]. Cambridge: Massachusetts Institute of

Technology Thesis(Ph. D.), 1981.

- [37] MOLNAR P. 1981 年 3 月 3 日莫尔纳给顾功叙、许绍燮、邓起东、蒋溥和马杏垣的信[A]//接待美国地震专家计划等文件. 1981-3-3. 北京: 中国地震局地球物理研究所档案, DQS-18-16-10.
- [38] 本所. 关于接待琼斯和谢洛克工作小结[A]//接待美国地震专家计划等文件. 1982-3-8. 北京: 中国地震局地球物理研究所档案, DQS-18-16-2.
- [39] 国家地震局. 关于美国 K·谢洛克等二人到河北省地震局工作的安排[A]//接待美国地震专家计划等文件. 1982-6-10. 北京: 中国地震局地球物理研究所档案, DQS-18-16-10.
- [40] SHEDLOCK K M. Structure and Tectonics of North China[D]. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Thesis (Ph. D.), 1986.
- [41] 四川省地震局. 关于美国拉蒙特地球科学研究所豪克斯夫妇来川合作研究松潘、平武地震前兆和序列的接待计划安排[A]//有关接待美国专家来访事. 1983-2-1. 北京: 中国地震局地球物理研究所档案, DQS-19-16-9.
- [42] JONES L M, HAN W, HAUSSON E, *et al.* Focal Mechanisms and Aftershock Locations of the Songpan Earthquakes of August 1976 in Sichuan, China[J]. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 1984, 89(B9): 7697-7707.
- [43] WILFORD J N. China Quake Forecasts Found Based on Guesses[N]. *New York Times*, 1983-6-1: 19.
- [44] LA STORIES WITH GISELLE FERNANDEZ. ‘Earthquake Lady’ Dr. Lucy Jones Reveals What Keeps Her up at Night, and It’s not Earthquakes [DB/OL]. (2019-9-9) [2023-9-23]. <https://spectrumnews1.com/ca/la-west/la-stories/2019/09/09/-earthquake-lady--dr--lucy-jones-on-what-keeps-her-up-at-night>.

Data-Driven: Lucile M. Jones and China-U. S. Cooperation in Earthquake Science, 1976—1983

ZHANG Jingfei

(Department of History of Science, Technology and Medicine, Peking University, Beijing 100871, China;
Institute for the History of Natural Sciences, CAS, Beijing 100190, China)

Abstract During the 1960s and 1970s, China experienced a series of major earthquakes. These events enabled China to accumulate rich earthquake data and valuable experience in earthquake prediction, presenting promising opportunities for scientific cooperation with the U. S., which was equipped with advanced data collection and processing technologies. However, due to the absence of normalized diplomatic relations, it proved challenging for China and the U. S. to establish collaboration in the field of earthquake science. Motivated in large part by the desire to utilize Chinese earthquake data for research, MIT doctoral student Lucile M. Jones and other American seismologists actively sought opportunities to collaborate with China despite the unfavorable diplomatic conditions. Their efforts eventually succeeded following the establishment of formal diplomatic relations between the two countries. Although Jones’s cooperation with China later ended for various reasons, many other U. S. seismologists maintained long-term collaborations with China—driven, at least in part, by the availability of earthquake data. Jones’s experience demonstrates that Chinese scientific data, as a fundamental research resource, served as a key incentive for American scientists to pursue cooperation with China. At the same time, her case reveals a dynamic interplay between this scientific motivation and diplomatic obstacles.

Keywords earthquake data; scientific data; data diplomacy; science diplomacy; China-U. S. relations