

2020 年第 13 期（总第 14 期） 2020 年 9 月 11 日

亚太经合组织地震科学合作项目 ACES

■ 张永仙 尹祥础 吴忠良 余怀忠 张小涛 于晨

- 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

中国地震局地震预测研究所

亚太经合组织地震科学合作项目 ACES*

■ 张永仙¹ 尹祥础¹ 吴忠良¹ 余怀忠² 张小涛² 于晨²

概述

亚太经合组织地震科学合作 (APEC Cooperation for Earthquake Science, 简称 ACES) 是亚太经合组织科技创新政策伙伴关系机制 (Policy Partnership on Science, Technology and Innovation, 简称 PPSTI) 下设的八个科技合作项目之一, 参与合作的经济体主要有澳大利亚、中国、日本、美国、加拿大、新西兰、中国台湾、韩国等。自 1997 年提出建议获批至今, 项目已经运行了二十余年, 获得了大量科技成果, 本文概述了亚太经合组织地震科学合作项目的起源、运作机制、合作形式、合作方向、主要合作成果和未来展望。

0. 引言

一般的科技合作项目具有时效性, 项目资助周期结束便自行结束。亚太经合组织地震科学合作 (APEC Cooperation for Earthquake Science, 下称 ACES) 作为一个基于亚太经合组织平台的自筹资金地震科技合作项目, 迄今已延续了二十余年, 并取得了十分丰硕的科研成果。但除了 ACES 官网 (旧官网为 <http://www.aces.org.au>, 新官网为 <http://www.aces-apec.org.cn/>) 的一些合作动态信息、发表于各种科技期刊的学术论文、会议论文专辑, 以及国内历次参加 ACES 国际学术会

议的出国人员撰写的出国总结外, 至今还没有一篇介绍 ACES 的综述文章。本文尝试综述 ACES 的起源、运作机制、合作形式、合作方向、主要合作成果和未来展望。

1. ACES 的由来

早在 1993 年, 澳大利亚昆士兰大学 Peter Mora 教授致电我国尹祥础研究员 [原中国地震局分析预报中心研究员; 中科院力学所非线性力学国家重点实验室 (简称 LNM) 特邀客座研究员], 谈及组织国际地震合作研究的设想。此后经过他们的共同努力, 1995 年向国际社会发起在超级计算机上模拟地震物理的倡议, 并于 1996 年在提出该地震模拟项目的提案草案。在此期间, Peter Mora 教授得到澳大利亚政府全力支持, 尹祥础研究员得到中国国家科委的大力支持。尹祥础研究员参加 ACES 活动时主要以国家自然科学基金委的重点项目: “脆性介质损伤累积统计和破坏预测的非线性演化理论” (批准号 19702060) 为依托, 国家自然科学基金委、国家地震局及科技部在各方面也给予了大力的支持。

1997 年 8 月响应此提案的澳大利亚、中国、日本、美国科学家在布里斯班举行了项目规划会议, 讨论制

* 支撑新时代防震减灾事业现代化建设试点任务之一“地震数值预测研究和传统方法评估试点项目”和科技部国家重点研发计划政府间国际科技创新合作重点专项“中国地震科学实验场的地震可预测性国际合作研究”(2018YFE0109700)、国家自然科学基金“灾变破坏的临界幂律前兆及预测处理方法研究”(11672258)、国家自然科学基金科技活动项目“中国地震科学实验场 ACES 学术研讨会——2020”(41942014)项目成果, 本文已刊发在《地震科学进展》, 2020, 50 (8): 1-7。

1 中国地震局地震预测研究所, 北京, 100036, yxzhseis@sina.com。

2 中国地震台网中心, 北京, 100045。

定了向亚太经合组织提出的建立地震模拟国际合作的正式建议。该项目的目标是组织亚洲及太平洋地区的地震学家及相邻领域的科学家，在大量观测、实验数据的基础上，运用高速计算机对地震过程进行模拟研究，以期更深入地了解地震的本质，从而提高地震预报的水平，更有效地达到防震减灾的目的。

在 1997 年 10 月份新加坡召开的 APEC 产业科技工作组（Industrial Science and Technology Working Group, 简称 ISTWG）会议上，澳大利亚、中国、日本、美国的代表向会议提交了题为“亚太经合组织地震模拟合作（APEC Cooperation for Earthquake Simulation, 简称为 ACES）”的合作计划建议（中国代表是原国家科委李小夫处长），得到亚太经合组织的批准。由此形成了由澳大利亚、中国、日本、美国四大经济体为核心成员的地震模拟合作计划。

1997 年 12 月，澳大利亚、中国、日本、美国四个国家向该项目推荐了该项目的国际科学理事会成员代表。我国推荐的代表是原国家地震局分析预报中心的尹祥础教授。

1998 年 5 月，在澳大利亚举行了科学理事会第一次会议，投票选举了科学理事会主席为澳大利亚昆士兰大学 Peter Mora 教授。会议还讨论制定了 ACES 章程（ACES By-Laws）。

1998 年 8 月，科学理事会在澳大利亚昆士兰大学设立了 ACES 秘书处，并按 ACES 章程筹备了 1999 年 1 月在布里斯班召开的第一次 ACES 国际学术研讨会。

为了在地震模拟合作的基础上拓展其他合作范围，2018 年 ACES 科学理事会根据 ACES 章程，投票表决更改合作项目名称中的“地震模拟”为“地震科学”，并提交亚太经合组织科技创新政策伙伴关系机制（PPSTI）的审议，获得批准，之后 ACES 的内涵从“地震模拟合作”更改为“地震科学合作”，ACES 的名称改为“亚太经合组织地震科学合作（APEC Cooperation for Earthquake Science, 简称仍未 ACES）”。

该项目得到全球主要地震研究机构和研究计划的积极响应，几十个科研机构或地球科学计划项目参与了 ACES 合作。参加合作的主要机构或研究计划列于表 1。

表 1 最初参与合作的各经济体研究机构或研究计划

经济体	研究机构或研究计划	备注
澳大利亚	昆士兰大学地震高级研究中心 ¹ Queensland University Advanced Center for Earthquake Studies（QUAKES）	1 后更名为昆士兰大学地震系统科学计算中心 Earth Systems Science Computational Centre (ESSCC), The University of Queensland
	固体力学研究组和工业固体力学中心 Solid Mechanics Group (CSIRO) and Centre for Industrial Solid Mechanics (UWA/CSIRO)	
	澳大利亚地球科学 Geoscience Australia (GA)	
	教育科学培训部 Department of Education, Science and Training (DEST)	
中国	国家地震局分析预报中心 ² Center for Analysis and Prediction（CAP），State Seismological Bureau (SSB)	2 后更名为中国地震局地震预测研究所 Institute of Earthquake Forecasting (IEF), China Earthquake Administration (CEA)
	中国科学院力学研究所非线性力学实验室 Laboratory of Nonlinear Mechanics (LNM), Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences (CAS)	
	中国地震局地球物理研究所 Institute of Geophysics, China Earthquake Administration	
	北京航空航天大学 Beijing University of Aeronautics and Astronautics	
	北京大学 Peking University	
	国家科学技术委员会 State Science and Technology Commission (SSTC)	
日本	东京大学多尺度地球系统演变和变化可预测性优化中心 ³ Centre of Excellence for Predictability of the Evolution and Variation of the Multi-scale Earth System, Tokyo University:	3, 4, 5, 6, 7 均与日本地球模拟器计划 (Earth Simulator Project) 有关
	信息科技研究组织 ⁴ Research Organization for Information Science and Technology (RIST)	
	地壳活动建模项目 ⁵ Crustal Activity Modelling Program (CAMP)	
	强运动建模项目 ⁶ Strong Motion Modelling Program (SMMP)	
	国家地球模拟组 ⁷ National GeoFEM Group	
	科学技术局 Science and Technology Agency (STA)	

美国	美国宇航局喷气实验室 NASA-JPL (iSERVO, QuakeSim, RIVA, ServoGrid)California Institute for Hazards Research	the international Solid Earth Research Virtual Observatory institute (iSERVO)
	印第安纳大学社区网格实验室 Community Grids Lab, Indiana University	
	南加州地震中心 Southern California Earthquake Center (SCEC)	
	通用地震模型组 General Earthquake Models Group (GEM)	
	哈佛大学地震模型组 Harvard U. Earthquake Modeling Group	
	拉蒙多尔蒂地球研究所非线性地球系统中心 Center for Nonlinear Earth Systems, Lamont Doherty Earth Institute	
	内华达大学里诺校区地震实验室 Seismological Laboratory, University of Nevada, Reno	

图 1 为 ACES 的徽标，徽标显示了 ACES 是个开放的合作项目。实际上后期加入合作的还有加拿大、新西兰、韩国和中国台湾 4 个经济体。



图 1 亚太经合组织地震科学合作 ACES 徽标
(图中列出的机构或科学项目的简称见表 1)

2. ACES 的运作机制

由于 ACES 是自筹经费的科学合作项目，因此项目的运作机制就按 ACES 成立之初由澳大利亚、中国、日本和美国科学家代表讨论建立的 ACES 章程 (ACES By-Laws) 进行。

ACES 章程规定，ACES 是由澳大利亚（发起国）、中国、日本和美国建立的亚太经合地震合作项目。APEC 任何一个经济体都可以向 ACES 国际科学理事会 (International Science Board) 提出申请参与 ACES 项目。ACES 国际科学理事会由每个参与合作的经济体选一名代表组成。理事会设主席一名，副主席一名，

由理事会成员投票产生。理事会负责制定 ACES 的科学计划和活动计划，并定期召开工作会议（包括电话网络会议或电子邮件交流）。ACES 理事会聘任 1 名秘书，在下设的执行办公室负责具体协调 ACES 的科技活动。该办公室作为科学交流中心接待交流访问学者。执行办公室还负责筹集并管理 ACES 活动资金。

ACES 的执行办公室设在澳大利亚昆士兰大学。

ACES 已经历三届科学理事会，各届理事会成员名单列于表 2 中。从表中可见，参与 ACES 合作的经济体已经从最初的 4 个增加到 8 个。

3. ACES 的合作形式

ACES 的合作形式主要有交流访问和国际学术研讨会。此外，在一些国际会议上举办 ACES 专题研讨会。

(1) 交流访问

在项目启动初期各国投入了一笔启动经费，访问交流比较频繁。例如 1999 年 9 月，第一届 ACES 主席 Peter Mora 教授访问北京，在中科院力学所非线性力学实验室和原国家地震局分析预报中心做报告。2000 年“ACES 互访计划”启动，在 2001 年 3 月至 2003 年 10 月两年半时间内共 26 人次受资助进行了交流互访，访问学者来自日本、墨西哥、美国、中国、澳大利亚，访问目的地主要有澳大利亚昆士兰大学、日本东京大学、中国地震局和中科院，访问时间 5 天至 1 个月。后期由于经费短缺，没有固定资金，各国只能在自己国家申请专项基金进行交流，交流频次有所降低。例如中国的张永仙研究员 2012 年申请得到中国留学基金委的资助，到美国加州大学戴维斯分校访问第二届 ACES 主席 John Rundle 教授，进行 6 个月的高访，与 ACES 美方合作单位共同研究地震预测方法。2021 年中方将利用国家自然科学基金等中国国际合作项目经费邀请美国、澳大利亚、日本、新西兰的专家到中国授课。

表 2 历届 ACES 国际科学理事会成员表

	执行主席	副主席	秘书	理事
第一届 (1999-2008)	Peter Mora (澳大利亚昆士兰大学)		J. Bernard Minster (美国加州大学斯克里普斯海洋学研究所)	尹祥础 (中国地震局地震预测研究所)
				Mitsuhiro Matsu'ura (日本东京大学)
				Andrea Donnellan (美国宇航局喷气实验室)
第二届 (2009-2016)	John Rundle (美国加州大学戴维斯分校)		John McRaney (美国南加州地震中心)	Huilin Xing (澳大利亚昆士兰大学)
				Kristy Tiampo (加拿大西安大略大学)
				尹祥础 (中国地震局地震预测研究所)
				How-Wei Chen (中国台北台湾中央大学)
				Eiichi Fukuyama (日本防灾所)
				Charles Williams (新西兰地质学与核科学研究所)
				Andrea Donnellan (美国宇航局喷气实验室)
第三届 (2017-	Eiichi Fukuyama (日本防灾所)	张永仙 (中国地震局地震预测研究所)		Huilin Xing (澳大利亚昆士兰大学)
				Tony Song (美国宇航局喷气实验室)
				Kristy Tiampo (加拿大西安大略大学)
				How-Wei Chen (中国台北台湾中央大学)
				Charles Williams (新西兰地质学与核科学研究所)
				Tae-Seob Kang (韩国釜庆国立大学地球与环境科学系)

(2) 国际学术研讨会

ACES 的国际学术研讨会是重要的合作交流形式。按照 ACES 章程, ACES 每两年左右召开一次学术年会, 年会由参与合作的各个经济体轮流举办。每次会议的科学主题和研讨内容由举办会议的东道主提议, 经 ACES 国际经科学理事会批准执行。

自 1997 年 ACES 项目启动以来, ACES 共举办了 10 届国际研讨会 (<http://www.aces-apec.org.cn/>), 分别为 1999 年澳大利亚、2000 年日本、2002 年美国、2004 年中国、2006 年美国、2008 年澳大利亚、2010 年

日本、2012 年美国、2015 年中国、2018 年日本。原定于 2020 年在新西兰举办的第十一届 ACES 国际学术研讨会由于新冠疫情的影响将推迟到 2021 年。

(3) 国际会议中的 ACES 专题

ACES 除了自身的国际学术研讨会外, 还在其他一些大型国际学术会议上举办 ACES 专题研讨会。如 2000 年 1 月, 在日本东京召开的固体地球物理模拟国际研讨会上, ACES 举办了专题研讨会; 2001 年 7 月, ACES 与 GEM (General Earth Model 通用地球模型) 在美国夏威夷联合召开了学术研讨会; 2009 年

8月10-15日在新加坡举办的“亚洲大洋洲地球科学联合会第6届年会 (AOGS 6th ANNUAL GENERAL MEETING)”上, ACES组织了SE53和SE54两个专题。在2017年5月20-24日日本千叶举办的“日本地球与行星联合会-美国地球物理学会2017年联合学术大会 (JpGU-AGU Joint meeting)”上, ACES举办了两个专题。在2018年中国成都举办的“汶川地震十周年纪念科学研讨会暨第四届大陆地震国际会议”上, ACES组织了三个专题 (S2-2-2 地震物理: 模拟与观测; S2-4-2 提高地震和灾害的预测水平; S4-1-4 公开辩论: 减少地震灾害风险的地震预报)。

4. ACES 的合作方向

ACES 有七个固定的合作方向:

WG 1: Microscopic simulation (微观模拟)

WG 2: Scaling physics (标度物理)

WG 3: Macro-scale simulation/Earthquake generation and cycles (宏观尺度模拟 / 地震孕育和轮回)

WG 4: Macro-scale simulation/Dynamic rupture and wave propagation (宏观尺度模拟 / 破裂动力学和地震波传播)

WG 5: Computational Environment and Algorithms (计算环境和算法)

WG 6: Data assimilation and understanding (数据同化和解释)

WG 7: Model applications (模型应用)

除了以上7个方面, 近年在海啸预警、地震预测等方面也开展了合作交流。

总体上, ACES 的合作覆盖了地震孕育发生过程涉及的微观、细观和宏观地球物理问题 (图2)。

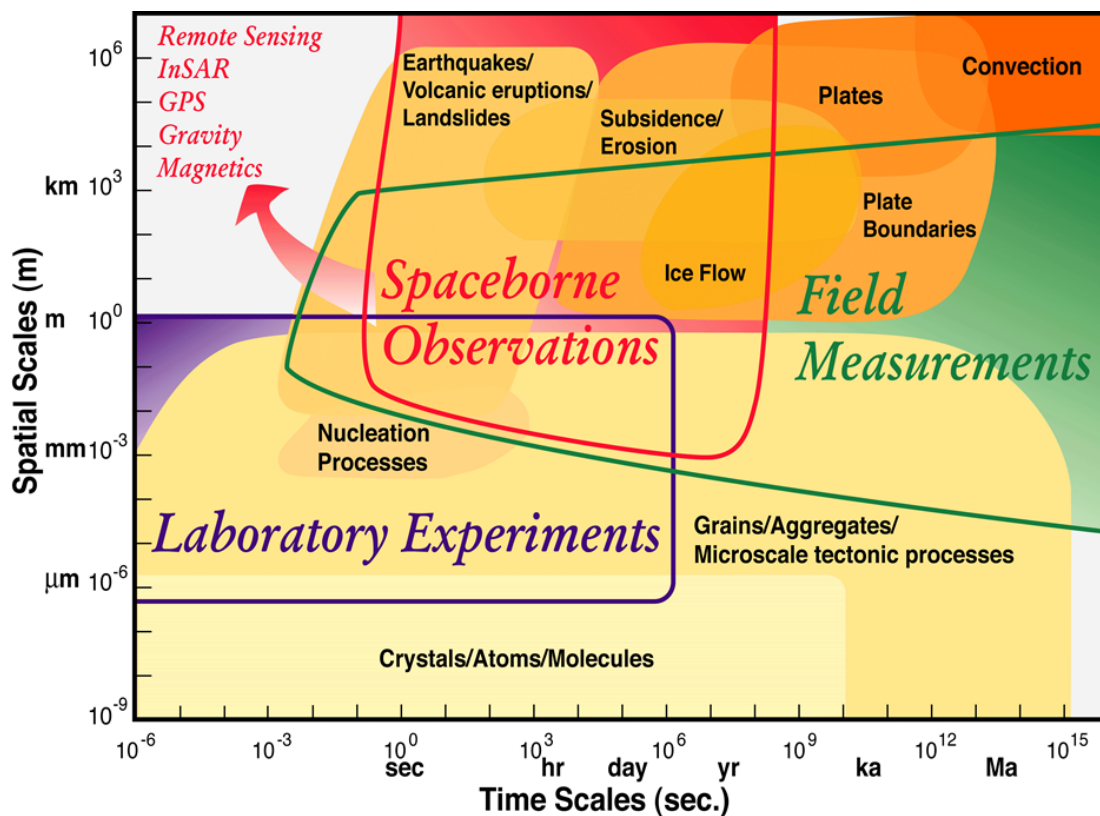


图2 ACES 涉及的不同时空域的地球物理问题图示

(图中横轴是时间/秒, 纵轴是空间尺度/米。英文翻译: Time Scales(sec.) 时间尺度(秒); sec 秒; hr 小时; day 天; yr 年; ka 千年; Ma 万年; Crystals/Atmos/Molecules 晶体/原子/分子; Laboratory Experiments 实验室实验; Grains/Aggregates/Microscale processes 粒子/聚集体/宏观尺度过程; Nucleation Processes 成核过程; Field Measurements 野外测量; Spaceborne Observations 星载观测; Remote Sensing 遥感; InSAR 雷达干涉; GPS 全球导航系统; Gravity 重力; Magnetics 磁学; Earthquakes/Volcano Eruptions/Landslides 地震/火山喷发/滑坡; Substance/Erosion 材料/侵蚀; Ice flow 冰流; Plate 板块; Plate Boundaries 板块边界; Convection 对流)

5. ACES 的合作成果

经过二十多年的合作，ACES 已经成为知名度较高的地震科技合作项目。该合作项目活动频度高、规模大、实效好、水平高。许多世界级的顶尖地震学家参与学术研讨。图 3 是 1999 年在澳大利亚举办的第一届 ACES 国际学术研讨会的代表合影，图中著名科学家有：已故著名地震学家 K. Aki 教授（第 1 排左 1）；著名地球物理学家 D. Turcotte 教授（第 1 排左 4）；ACES 首任主席 Peter Mora 教授（第 1 排左 7）；著名固体力学家尹祥础教授（第 1 排左 8）；著名地球物

理学家 Mitsuhiro Matsu'ura 教授（第 1 排左 10）；著名地震学家 David Jackson（第 2 排左 5）；南加州地震中心副主任 John McRaney（第 2 排左 6）；中国科学院白以龙院士（第 4 排左 2）；已故著名地球物理学家 Leon Knopoff 教授（第 4 排左 7）；ACES 前任主席 John Rundle 教授（第 4 排左 8）；著名地球物理学家 J. Dieterich 教授（第 4 排左 11）；著名地球物理学家 Bernard Minster 教授（第 4 排左 12）；杰出华人地球物理学家王克林（第 5 排右 2）；原中国地震局陈建民局长（第 6 排右 3）。



图 3 1999 年第一届 ACES 国际学术研讨会的部分代表合影（澳大利亚）

值得指出的是，2004 年 7 月 9 日 -14 日，ACES 第四次国际研讨会在中国北京召开。会议由原中国地震局分析预报中心（CAP）和中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室（LNM）联合主办，并得到中国地震局、中国财政部、中国国家自然科学基金委员会、中国科技部、中国科学院的资助。来自澳大利亚、日本、美国、德国、加拿大、法国、爱尔兰、新西兰、瑞士、南非、乌克兰、印度和中国（包括台湾省和香港特别行政区）的 100 多名代表参加该会议。本次会

议共提交论文 129 篇，其中口头报告 88 篇，张贴论文 41 篇。会议参加者中有许多国际地震界的一流学者（图 4），例如美国著名的地震学家 L. Knopoff 教授（美国国家科学院院士），日本的 Mitiyasu Ohnaka、Mitsuhiro Matsuura 教授，美国的 John Rundle 教授、Thomas Hillman Jordan 教授（美国国家科学院院士，南加州地震中心主任）、中国科学院白以龙和石耀霖院士。K.Aki 教授称赞这次研讨会是“历史性的会议”。



图 4 2004 年第四届 ACES 国际学术研讨会的部分代表合影（北京）

ACES 每一次学术研讨会都产出一批科研成果，其中会议论文集被 STPI 收录（与 SCI，EI 并列）。会议也会在 Pure and Applied Geophysics, Tectonophysics 等期刊征集论文形成专辑和图书。截至目前，ACES 已经出版十余册^[1-9]，发表期刊论文 300 余篇。

ACES 推动了地震问题的数值模拟研究。ACES 项目里，各国的国家级地球科学项目都参与到合作交流中。如日本的地球模拟器计划（Earth Simulator），美国的通用地球模型计划（General Earth Model）、地震模拟计划（QuakeSim）、加州地震破裂预测计划（SCEC UCERF），澳大利亚的地震模拟系统 PANDAS，格子固体模型（Lattice Solid Model），中国的地震非线性力学计划（LNM）、加卸载响应比理论（LURR）等。

6. ACES 的未来展望

ACES 是亚太经合组织科技创新政策伙伴关系（PPSTI）建立的长效合作机制项目。而 PPSTI 是 APEC 经济与技术合作高官指导委员会（SCE）下属的工作组之一，于 2012 年 8 月由原产业科技工作组（ISTWG）升级成立。PPSTI 旨在推动 APEC 框架下的科技创新合作交流，促进政产学研机构关于科技创新的政策对话，研提有关政策建议和倡议。PPSTI 每年在一个经济体举行 2 次例会，讨论科技创新议题，审议 APEC 基金项目和相关动议。

目前 PPSTI 共有 8 个亚太地区国际间的科技合作项目。这 8 个项目最早建立的是在韩国的理论物理亚太中心，建于 1996 年（表 3），首任主任就是杨振宁教授。8 个项目中国韩国占了 3 个席位，表明韩国政府非常重视国际科技合作。我国台湾也占了两个席位。我国大陆唯一一个席位是在杭州的亚太经合技术转让中心，也是较早成立的项目。为了加强这 8 个国际合作项目之间的横向科技合作，APEC 于 2016 年 6 月 9-11 日在韩国浦项召开了“第一届 APEC-PPSTI ‘APEC 中心’合作会议”，目的是通过各个项目负责人的会议研讨，提出加强这 8 个科技合作项目之间的横向合作的工作机制，为实现 APEC 提出的总体目标做出更有效的贡献，表明 ACES 的发展前景非常可期。

从表 3 可见，ACES 项目是属于亚太经合组织 PPSTI 较早成立的项目。在 8 个 PPSTI 项目中，ACES 是唯一一个完全靠自筹经费运行的横向科技合作项目，而其他 7 个项目都有各经济体的资助，也是挂牌的实体组织。ACES 在自筹经费的情况下运行了 20 多年，召开 10 次较大的国际学术研讨会并发表了很多高质量的科技论文，形成国际地震科学合作的一个著名品牌，表明地震科学合作具有勃勃生机。

2019 年我国地震科学实验场立项，国家自然科学基金支持 ACES 专家来华交流，将为未来 ACES 与地震科学实验场的实质性合作打开一扇门。

表 3 亚太经合组织 PPSTI 下设的 8 个科技合作项目列表

序号	项目名称	成立时间	资助经济体
1	APEC 理论物理中心 (Asia Pacific Center for Theoretical Physics-APCTP)	1996	韩国
2	APEC 技术展望中心 (APEC Center for Technology Foresight -APEC CTF)	1998	泰国
3	APEC 地震科学合作 (中心) (APEC Cooperation for Earthquake Simulation -ACES)	1999	自筹 (澳大利亚、中国、日本、美国)
4	APEC 技术转移中心 (APEC Center for Technology Transfer -APECTT)	2002	中国
5	APEC 气候中心 (APEC Climate Center -APCC)	2005	韩国
6	APEC 科学人才指导中心 (APEC Mentoring Center for the Gifted in Science -AMGS)	2006	韩国
7	APEC 先进生物氢能技术研究中心 (APEC Research Center for Advanced Biohydrogen Technology -ACABT)	2010	中华台北
8	APEC 台风与社会研究中心 (APEC Research Center for Typhoon and Society -ACTS)	2010	中华台北

参考文献

- [1] Williams C A, Peng Z G, Zhang Y X, et al. Earthquakes and multi-hazards around the Pacific Rim, Vol.II [M]. Basle: Birkhäuser, 2018: 525-729
- [2] Donnellan A, Mora P, Matsu'ura M, et al. Computational earthquake science, part I [M]. Basle: Birkhäuser, 2004: 1823-2258
- [3] Donnellan A, Mora P, Matsu'ura M, et al. Computational earthquake science, partII [M]. Basle: Birkhäuser, 2004: 2259-2593
- [4] Donnellan A, Williams C, Pierce M. Multihazard simulation and cyber infrastructure [M]. Basle: Birkhäuser, 2015: 2083-2085
- [5] Fukuyama E, Rundle J B, Tiampo K F. Earthquake hazard evaluation[M]. Basle: Birkhäuser, 2013: 1-245
- [6] Matsu'ura M, Mora P, Donnellan A, et al. Earthquake processes: Physical modelling, numerical simulation, and data analysis, part I and II [M]. Basle: Birkhäuser, 2002: 2169-2523
- [7] Mora P, Matsu'ura M, Madariaga R, et al. Microscopic and macroscopic simulation: Towards predictive modelling of the earthquake process [M]. Basle: Birkhäuser, 2000: 1821-2383
- [8] Rundle J B, Xing H L, Tiampo K, et al. Proceedings of the 6th ACES Symposium, May 11-16, 2008, Cairns, Australia. Concurrency and Computation[C]. 2010, 22(12): 1517-1847
- [9] Yin X C, Mora P, Donnellan A, et al. Computational earthquake physics: Simulations, analysis and infrastructure, part I [M]. Basle: Birkhäuser, 2006: 1737-2047
- [10] Yin X C, Mora P, Donnellan A, et al. Computational earthquake physics: Simulations, analysis and infrastructure, part II [M]. Basle: Birkhäuser, 2006: 2259-2593
- [11] Zhang Y X, Goebel T, Peng Z G, et al. Earthquakes and Multi-hazards around the Pacific Rim, Vol.I [M]. Basle: Birkhäuser, 2017: 2195-2456

加强科技创新支撑新时代防震减灾事业现代化建设
全国地震重点监视防御区公共服务



工作通讯目录

关于观测仪器中的模拟滤波与数字滤波	2020年第1期(总第1期)
推进新时代地震预测研究现代化框架方案(2020-2035年)	2020年第2期(总第2期)
2020年6月26日新疆于田 $M_s6.4$ 地震虚拟科学考察试点工作报告	2020年第3期(总第3期)
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行动方案(2020~2022年)	特刊第1期(总第4期)
地震预测基础研究成果支撑引领地震预测业务的若干基本问题	2020年第4期(总第5期)
地震监测预报预警科技进展和发展趋势	2020年第5期(总第6期)
地震危险区精细调查与地震现场综合科学考察规划(初稿)	2020年第6期(总第7期)
北京地区活动断裂与地震图	2020年第7期(总第8期)
科学规划地震预测的进步	2020年第8期(总第9期)
中国地震科学实验场地震科学考察工作预案(初稿)	2020年第9期(总第10期)
预测所地震重点监视防御区公共服务试点工作方案	2020年第10期(总第11期)
地震大形势科学问题清单	2020年第11期(总第12期)
人工智能实时地震监测分析系统的应用	2020年第12期(总第13期)
亚太经合组织地震科学合作项目 ACES	2020年第13期(总第14期)

编委会

王武星 王琳琳 田勤俭 汤 毅 孙汉荣 吴忠良 李 营 杨林章 张永仙 张晓东 邵志刚
赵翠萍 黄 伟

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