

中国台风联防与科研协作及其对中国台风学科发展的作用综述*

雷小途

LEI Xiaotu

1. 上海市气象局, 上海, 200030

2. 中国气象局上海台风研究所, 上海, 200030

1. *Shanghai Meteorological Service, Shanghai, 200030, China*2. *Shanghai Typhoon Institute of China Meteorological Administration, Shanghai, 200030, China*

2020-11-08 收稿, 2021-03-29 改回.

雷小途. 2021. 中国台风联防与科研协作及其对中国台风学科发展的作用综述. 气象学报, 79(3): 531-540

Lei Xiaotu. 2021. Overview of typhoon prevention and cooperative research and their contribution to typhoon study in China. *Acta Meteorologica Sinica*, 79(3):531-540

Abstract China is one of the countries that experience the most severe typhoon disasters in the world. It is also the country that has the earliest record of typhoon disasters. To develop typhoon monitoring and forecasting technology on the basis of better understanding of typhoon activities is the only way to improve the mitigation of typhoon-induced disasters. The nationwide organized typhoon joint prevention and cooperative research began in China in the 1950s and 1970s, respectively. A relatively complete national cooperation mechanism such as the national typhoon conference and scientific seminar has been established successively and has been functioning until present. It has achieved fruitful results. Particularly, it promotes the development of typhoon study in China, and lays the foundation for the national typhoon disaster joint prevention system. This article provides a brief review and overview of typhoon prevention and cooperative research in China, aiming to promote the inheritance and development of typhoon joint prevention and cooperative research mechanisms with Chinese characteristics.

Key words Typhoon, Cooperative research, Joint prevention, Scientific seminar

摘 要 中国是全球台风灾害最严重的国家之一,也是最早记录台风灾害的国家。加强对台风活动规律的研究,进而研发台风监测预报技术,是提高防台减灾能力的必由之路。中国有组织的台风联防和科研大协作分别始于20世纪50年代及70年代,先后建立了台风会商和科学讨论会等较完备的台风联防及科研协作机制,并沿用至今,取得了丰硕的成果,促进了中国的台风学科发展,奠定了全国台风灾害联防体系。该文对此进行了简要的回顾和概述,旨在促进中国特色台风联防及科研协作机制的继承和发展。

关键词 台风, 科研协作, 联防, 科学讨论会

中图法分类号 P457.8

1 引 言

以史为鉴,可以总结经验教训,成功之处可资继承与发扬,并增强对事业发展的自信心。中国近

代的台风科学研究和台风灾害防御始于1872年建立的徐家汇观象台,该台保存着中国最长的连续器测气象记录,并在重力加速度和经纬线标定等方面做出了历史性贡献,在台风学科发展及预报、预警

* 资助课题:国家重点研发计划项目(2018YFC1506400)。

作者简介:雷小途,主要从事台风观测及预报关键技术研究。Email: leixt@typhoon.org.cn

领域也取得极具影响的成就,主要包括:首绘台风结构图、整编出版台风资料集、创立台风预警风球旗语体系等(雷小途, 2020)。19世纪80年代以来,特别是二战期间,中国社会动荡,战事不断,气象事业的发展也大受影响。直至新中国建立前夕,全国只有72个发报的地面气象观测站,没有高空气象观测,未建立台风等灾害性天气的发布途径和预警机制。以致1949年4906号台风袭击上海时,虽然气象部门提前做出了较为准确的预报,但因没有便捷的预警信息发布渠道最终酿成重灾的尴尬局面。事后,时任上海市市长的陈毅签发要求报馆和电台刊登气象报告的军管会通令,随后由上海气象台起草的中国第一个“台风警报发布办法”于1951年制定并由华东军政委员会颁发华东各有关部门执行,1952年建立了由上海人民广播电台每天定时对上海及华东全区发布台风等气象报告的机制(束家鑫, 1964)。

随着20世纪50年代起中国气象测站的快速建设,台风及其风雨影响等基本气象资料不断积累,为台风活动规律和预报方法的研究提供了基础,相关资料的收集和整编也因此受到高度关注,上海、广东等沿海各地在这一时期纷纷发布“台风年鉴”及“台风图集”。但由于标准和技术手段不一,同一台风在不同版本的“台风资料集”中存在较显著差异,造成实际使用时无所适从的混乱局面。为规范和获取统一权威的台风基本资料,中央气象局(中国气象局)于1970年设立“台风年鉴整编组”,至1973年完成了1949—1971年逐年的《台风年鉴》和《1949—1969年西北太平洋台风路径图》的整编和出版工作,并自1972年的《台风年鉴》开始,均在次年完成整编和出版(雷小途, 2020)。

随着气象观测资料(特别是台风年鉴)的不断积累,各地(特别是东南沿海)关于台风活动特征及客观预报方法的研究不断涌现,其中不少客观预报方法在实际业务中得到应用,但呈现“零散”且有明显“重复”的景象。此外,由于缺少实时沟通,中央气象局与沿海各地气象部门对同一台风的预报结论往往也不很一致,对全国性的防台减灾工作造成一定混乱。为加强全国台风研究及技术开发的联合,规范台风预报技术的业务准入和全国台风预报信息共享,促进全国台风预报技术及业务经验的交流和推广应用,提高台风预报能力和防台减灾效

益,中央气象局分别于20世纪50—60年代逐步建立了全国台风联防机制,70年代初步构建了全国台风科研大协作机制,为推动中国台风学科发展和防台减灾体系建设等做出了重要的历史性贡献,其主要做法和机制运行至今仍在发挥重要作用。文中简要概述了20世纪50年代以来建立的全国台风联防及科研大协作机制及其主要贡献,旨在为继承和发扬并为新时代中国台风事业更好更快发展提供些许历史借鉴。

2 全国台风联防机制

台风是夏半年对中国有重要影响的灾害性天气系统,沿海的各地都在台风直接袭击的风险范围内。台风对中国的影响有不利的一面,也有有利的一面。准确及时的台风预报可以起到趋利避害的作用,使台风登陆或受影响的地区提早采取预防措施,最大限度地减少灾害损失,而其他地区则可以及时调整抗旱防汛等安排,从而保证工农业生产的正常进行。为加强信息互通和提高预报准确率,全国性的台风联防机制自20世纪50年代逐步建立并不断完善。

2.1 台风业务和服务规定

4906号台风袭击上海并致灾及随后建立的台风警报发布办法的实际效果,充分展现出台风及相关灾害性天气监测预警的重要作用。为此,早在气象情报尚未公开的1951年6月,为保障海上航运和渔业生产安全以及沿海人民提前做好防台准备等的需要,即开始用明码公开广播台风警报。1952年5月,军委办公厅就军委气象局(中国气象局)请示在沿海主要港埠发布大风警报问题做出“如遇有6级以上大风,在沿海主要港埠可以发布大风警报”的批示。同年底,军委气象局建立了上海、广州、汕头和温州4个沿海港口气象台(1955年又先后建立了烟台、厦门、舟山和北海等沿海港口气象台),并制定了发布台风警报和在沿海港埠悬挂台风信号等暂行办法。1953年4月,一场几十年未遇的寒潮毁掉大片农田和庄稼,毛泽东主席做出“气象部门要把天气常常告诉老百姓”的指示,经军委批准,同年7月军委气象局正式颁布《危险天气警报发布办法》。1954年年初,气象部门与交通、农业、渔业等部门联合下发《加强预防台风工作的通知》,同年3月,政务院(国务院)周恩来总理签发了“关于加强

灾害性天气预报、警报和预防工作的指示”,要求各地气象台站力求迅速、准确地发布台风等灾害性天气预报、警报,要求各级政府有关部门在统一领导下,进行各种有效的预防和抢救工作,防止或减轻人民生命财产和国家资财的损失。1955年1月,中央气象局颁发《灾害性天气警报发布暂行办法》,1956年6月1日起,在报纸和广播电台公开向人民群众发布天气预报、台风等灾害性天气的预报和警报。1956年8月初,一次强台风在中国浙江象山附近登陆,有关气象台比较准确、及时地发出警报,当地政府组织群众提前采取预防措施,从而减轻了人民生命财产的损失,国务院曾为此发出了“关于对八月初台风预报有功人员授奖的指示”,极大地鼓舞了全体气象工作人员。

为提高台风预报警报的准确、及时性,在发展技术装备和改进预报技术的同时,中央气象局采取了组织起来实行全国联防协作的方法。20世纪50年代初,从中央气象台到沿海地区各有关气象台,在遇有台风袭击可能时,相互均自觉地交换气象资料和预报意见。1961年,中央气象局组织沿海各省(市)气象部门在上海研讨开展全国台风预报联防协作事宜,在总结以往防台减灾经验的基础上,制定了《台风预报服务联防协作暂行办法》,并于1962年起执行。开始时,参加全国台风联防协作的只有中央气象台和广东、福建、浙江、上海、江苏和山东等省(市)气象台,1966年增加了广西壮族自治区气象台,1969年又增加了天津、河北、辽宁等省(市)气象台,1975年内陆的湖南、江西、湖北、安徽等4省气象台也正式参加。到2000年,已发展到包括国家气象中心、国家卫星气象中心、中国气象科学研究院、国家气候中心、沿海11个省(市、自治区)和湖南、江西、湖北、安徽、河南、云南等省的近千个气象台站参加的全国性联防,并沿续至今。

台风联防协作在实践中不断修改完善,1964年4月,中央气象局委托上海市气象局组织召开“台风、夏季降水预报经验交流会”,华东六省一市气象局局长及有关技术人员、广东省气象局、解放军系统、民航系统气象台的技术人员赴上海参会,会议就深化台风联防协作、气象情报资料交换及进行全国(华东、华南)台风预报业务会商等机制达成广泛共识。其中,全国台风预报会商,初时主要通过电话连线的方式,后依托中国气象局“9210通信工

程”的建设实现了视频和PPT图文并茂的方式,并形成了早08时00—30分固定时间进行全国性的会商机制(国家气象中心首席预报员主持,各相关事业单位及省市气象台首席发言讨论),遇台风可能登陆或影响中国时,结合全国防汛防台工作需要,由国家气象中心或相关省(市)气象台发起,在下午及(或)晚上召开台风专题会商,该机制沿用至今并扩展至与中国香港和澳门以及越南等气象部门的视频及连线(含电话、网络及智能手机应用等)会商。

1964年预报经验交流会达成的台风相关气象情报资料交换机制,奠定了中国及时整编《台风年鉴》的基础,而台风联防协作机制的优化则直接促成了1965年对《台风预报服务联防协作暂行办法》的修订。此后,先后于1969、1971、1974和1981年又对《台风预报服务联防协作暂行办法》作了4次补充修订,台风联防协作的内容逐步充实,组织渐趋完善。其中,1969年的修订版中吸纳了同年6月台风联防会议(中央气象局在福州组织召开,沿海各省(市、区)气象部门和军队代表参加)关于“台风联防办法”“测台风雷达观测办法”和整编“台风年鉴”等问题的讨论结果。1974年的修订版中则增加了1972年8月14日以来周恩来总理指示“为了祖国统一和表示对台湾同胞的关心,自当日起向台湾同胞发布台风、大风警报和预报”的成果。1974年6月20日,新华社报道:中国气象部门在台风的探测、预报、科研、联防服务等方面都取得了新成绩。在南起西沙群岛、北到山东半岛,初步建成了一条探测台风动向的雷达警戒线(刘英金等,2007)。

1971年联合国恢复中国的合法席位后,亚太经社会(ESCAP)/世界气象组织(WMO)台风委员会(以下简称“亚太台风委员会”)便中止了台湾在该组织的活动。1972年和1974年WMO秘书长两次访华均向中国介绍了亚太台风委员会的情况,并希望中国尽早参加其活动。随后中央气象局对亚太台风委员会进行了调研,认为该委员会专业性较强,在组织协调该地区各成员减轻台风、洪水造成损失方面做了不少工作。经与外交部研究,亚太台风委员会可作为中国第1个参加亚太经社会的下属机构活动。1978年初,中央气象局派员参加了由外交部组织的中国代表团出席的亚太经社会的年会,对亚太台风委员会工作做进一步了解,并与有关人士接触协调中国参加亚太台风委员会活动事宜。

随后, 1978年6月亚太台风委员会派代表团来华商谈中国参加亚太台风委员会活动的具体问题, 商谈中, 中国首次提出亚太台风委员会在西太平洋进行台风试验的设想, 引起代表团的极大兴趣, 并在随后征求委员会成员意见时得到日本等的热烈响应, 最终在1978年11月在曼谷召开的亚太台风委员会第11次届会(中央气象局戈锐副局长带团首次出席)上获得通过, 并命名为“台风业务试验(TOPEX)”, 1981年为预备试验阶段, 1982—1983年进行正式试验, 1984年为评定阶段。通过试验, 取得5方面的主要收获: (1) 考验了中国气象业务系统, 提高了业务质量和效率; (2) 为进一步充实和完善中国台风预报服务组织办法和规定创造了条件; (3) 积累了宝贵的气象资料、有利于促进台风科研的开展; (4) 举办了4次台风试验国际学术交流会(其中2次分别在中国广州、上海召开), 出版了4本台风试验论文集; (5) 学到了国外经验, 增进了国际友谊(温克刚等, 2004)。

1985年, 对20多年来中国台风联防协作和国际台风业务试验(1981—1984年)的经验进行了系统总结, 并在1981年第5次修订的《台风预报服务联防协作暂行办法》的基础上, 经全面补充, 重编为《台风业务和服务规定》。该规定既有国内经验, 又吸取了国际台风业务试验中可用的经验和做法, 并增加了国际合作的内容。整个规定涵盖: 总则、编号与定位、加密观测、指令发布、通信传输、分析和预报、预报警报服务、资料收集和整编、国际合作、组织领导共十章及附录, 成为中国气象工作的一项业务规章制度, 也是中国气象业务联防工作中最为完善的业务化规定, 有效地推动了台风预报业务和服务质量的提高。

随着中国气象现代化建设的发展和台风业务、服务工作的变化, 特别是1990年中国又参加了亚太台风委员会和美、苏等联合组织的国际台风特别试验, 主要对台风的异常路径进行观测与试验研究。为配合台风暴雨攻关课题的研究, 1993年又进行了异常台风试验。通过试验, 增强了台风及海洋气象的监测能力, 积累了大量的资料, 其研究成果在业务中得到应用。为及时吸纳这些成果及国际上制定的《台风委员会业务手册》经验, 此后又分别于1991、1997、2001、2009和2012年对《台风业务和服务规定》进行了5次修订。自2001年第3次修

订起, 增加了台风命名和各客观预报方法的规格书(说明方法的技术原理、预报范围、起报条件、发报时次和试报误差情况等)(中国气象局, 2001), 促进了决策及公众对各客观预报方法结果的正确使用。

2.2 全国台风及海洋气象专家工作组

20世纪50年代起建立和不断完善的全国台风联防机制, 极大地促进了中国台风监测、预报技术的快速进步, 逐渐形成了全国台风预报会商、观测资料及预报信息全国互通和共享、台风预报关键技术研究全国大联合的良好局面。

1987年, 王志烈等(1987)在总结全国台风联防30余年来研制的各类台风预报方法及应用经验的基础上, 吸取国际经验完成了专著《台风预报手册》的编写, 系统介绍了各类台风预报方法, 并阐明了各种方法的物理意义、使用条件及其性能, 对实际台风业务预报具有很强的指导作用。《台风业务和服务规定》和《台风预报手册》的出版, 反映出新中国成立35年来中国在台风的业务预报和研究方面已取得的可喜成果, 并涌现出不少台风的客观预报方法及其实时业务预报结果, 在全国范围内广为使用。如: 1975年, 全国已有9种台风客观预报方法投入业务应用, 其实时预报结果(每日05时30分和17时(北京时)发布2次预报)供沿海各级气象台站制作其属地化的台风预报时参考。到1981年, 全国共有11种台风客观预报方法在业务中应用, 制作和发布预报的时间更规范并与国际接轨(一般每日00、12时(世界时)发布2次预报)。此外, 自1981年起, 中央气象台和山东以南的省级气象台制作的综合(官方, 主观)预报结果均参加全国广播, 供沿海各级台站制作预报参考。

随着全国性台风客观预报方法的丰富, 各预报方法的性能良莠不齐且因台风个例而异, 给(官方)业务预报和服务使用带来不便。此外, 实际业务中, 还存在台风定位和定强的困难等问题。为加强管理和规范业务, 提高台风业务流程设计的科学性和效率, 国家气象局业务发展与天气司(预报与网络司)于1987年组建“全国台风及海洋气象专家工作组”, 由国家气象局业务发展与天气司、气象服务与气候司(应急减灾与公共服务司)、国家气象中心、国家气候中心、国家卫星气象中心、中央气象局气象科学研究院(中国气象科学研究院)和沈阳、上海、广州中心气象台、沿海各省(自治区、直辖市)

气象台以及上海台风研究所推荐的专家组成,并由业务发展与天气司聘任,实行任期制,每届任期四年(可以连任),至今已至第九届(表 1)。专家工作组是业务发展与天气司的关于热带气旋及海洋气象业务和技术方面的咨询组织,每年召开一次工作例会,回顾总结上年台风汛期防台减灾的经验得失、讨论当前台风监测预报及服务中的技术问题并向国家气象局业务发展与天气司提出解决方案的建议。

为科学客观地评定参加全国广播(发报)的各种客观预报方法的性能,1988 年起国家气象局业务发展与天气司委托上海台风研究所对全国的台风业务定位、定强及路径的预报精度进行客观评定,并计算相对于气候持续性(CLIPER)预报方法的预报技巧。同年,专家工作组的年度例会增加了审议参加全国台风定位定强及预报精度、审查全国发报的台风客观预报方法等两项议题。在此基础上,自 1991 年起,在修订的《台风业务和服务规定》中明确规定连续 2 a 具有一定的技术水平(相对于 CLIPER)或特殊性能的方可安排参加全国气象广播,即连续 2 a 均为负技巧的客观预报方法将自下年起停止参加全国发报。这就是国家气象局业务发展与天气司批准台风客观预报方法业务准入的依据,该业务准入机制和流程沿用至今。有鉴于此,每年一度的专家工作组例会,重点讨论的议题则逐渐演变为:审定每年热带气旋的标准路径;评价每年热带气旋的特点、预报业务和服务的质量;研究业务技术中的疑难问题,审定拟投入业务使用的科研成果;对热带气旋预报联防工作提出协调意见;落实与热带气旋业务有关的研究工作;对热带气旋、海洋气象业务发展和研究提出建议。

自 2011 年起,随着亚太台风委员会届会召开时间的相对固定(一般在元宵节前后的 2 月下旬),全国台风及海洋气象专家工作组的年度例会也相对固定在元宵节后的半个月左右的时间(通常在 3 月中旬)召开,并在例会上安排亚太台风委员会届会情况的介绍,以便与国际台风事务的接轨,实际上促进了国内、国际台风事务的互动、增强了中国深度参与国际台风事务的能力和影响力。2012 年,为加强专家工作组的海洋气象及防灾、减灾等工作,参照亚太台风委员会的组织结构,在“全国台风及海洋气象专家工作组”框架内设置台风、海洋、防灾减灾等 3 个小组,小组组长分别由中国 3 大区域海洋气象中心所在地的上海市气象局的雷小途、山东省气象局的阎丽凤(2015 年后改为天津市气象局的高润祥)和广东省气象局的庄旭东(后分别改为梁建茵、曾琮)担任,并同时出任大组(全国台风及海洋气象专家工作组)的副组长,组长则由国家气象中心主任担任,该架构沿用至今。为加强中国南海台风的监测、预报及与香港、澳门地区气象部门的联动,2014 年,首次邀请了香港天文台及澳门地球物理暨气象局的业务一线专家参加在厦门召开的第七届全国台风及海洋气象专家工作组第 4 次会议,取得良好效果。这一做法沿用至今。为更好分析讨论上年度的疑难台风及重灾台风的致灾机理,自 2015 年起专家工作组的年度例会原则上安排在上年度受重灾台风袭击之地召开,并设置围绕该台风致灾机理及预报问题的专题讨论会,效果良好并沿用至今。2016 年,为加强与民政部门在防台减灾、救灾方面的联合,特别是在台风灾情识别和风险预判等方面的深度合作,邀请国家民政局相关

表 1 全国台风及海洋气象专家工作组基本信息
Table 1 Basic information of national working group of typhoon and marine meteorological experts

届次	起止时间(年)	组长	备注(大事记)
1	1987—1990	陈联寿	1988年起委托上海台风研究所评估台风预报性能
2	1991—1994	陈联寿	1991年修订《台风业务和服务规定》
3	1995—1998	裘国庆	1997年再修订《台风业务和服务规定》
4	1999—2002	裘国庆	2001年第3次修订《台风业务和服务规定》
5	2003—2006	章国材	
6	2007—2010	章国材(2007—2009)、端义宏(2010)	2009年第4次修订《台风业务和服务规定》
7	2011—2014	端义宏(2011—2012)、毕宝贵(2013—2014)	2012年第5次修订《台风业务和服务规定》, 2012年起设立台风、海洋、防灾减灾专家小组
8	2015—2018	毕宝贵	2015年起中国香港、澳门气象部门派专家参加年度例会
9	2019—	王建捷	2020年受新冠疫情影响年度例会改为视频会议

专家正式参加了在广州召开的第八届全国台风及海洋气象专家工作组的第2次年度例会,收到良好效果。2020年受新冠疫情影响,原定在浙江温州召开的第九届专家工作组第2次年度例会改为通过中国气象局的天气会商视频系统召开(会前3个专家小组分别通过视频召开了小组会),考虑到技术进步的日新月异和社会发展对防台减灾需求的不断变化,会议同意台风小组建议的每年对《台风业务和服务规定》进行修订。

3 全国台风科研大协作

国家气象局(中国气象局)于1972年组织召开了一次全国性的台风学术交流会,由此开启了全国台风科研大协作的序幕。为加强领导和推动全国台风学术活动,同年成立了由上海市气象局等单位组成的“全国台风科研协作领导小组”,并组建了由10名台风专家组成的“全国台风科研协作技术组”具体负责全国台风科研协作的组织协调工作和学术交流活动。组建之初,领导小组和技术组均由上海市气象局负责(担任组长、承担办事机构),后调整为中央气象科学研究所(中国气象科学研究院)。随后沿海各地纷纷成立地方性的台风科研协作组,如:上海台风研究协作组、浙江台风研究协作组、广东台风协作研究组、华南台风研究协作组等。陈联寿等(1979)对这一时期全国台风科研大协作取得的成果作了全面概括,完成专著《西太平洋台风概论》的编撰,并成为中国台风学科的经典著作,其中的许多结论和观点至今都不过时且不断被现代气象科学研究证实。

1978年11月上海台风研究所(同年9月成立)承接了全国台风科研协作技术组的办事机构职责,包括协调全国台风科研、组织学术交流、出版全国台风会议文集和培训科研人才等。1986年,国务院成立“国家自然科学基金”,受此启发,国家气象局于同年成立“气象科学基金”并设“台风专项”,由此将全国台风科研协作推进至台风专项科研课题合作研究阶段(束家鑫,2002)。1991年起随着“台风专项”的终止,组织全国台风学术交流成为领导小组和技术小组的主要职责,且随着中国学会体系的发展,这一职责也先后转移至中国气象学会“天气与极地气象委员会(挂靠中国气象科学研究院)”和“台风专业委员会(挂靠中国气象局上海台风研究

所)”,领导小组和技术小组也因此取消(与中国气象学会的相关专业委员会合并)。

3.1 台风专项

20世纪80年代初,中国科学院89位院士(学部委员)致函党中央、国务院,建议借鉴国际成功经验设立面向全国的自然科学基金,得到首肯,国务院于1986年2月14日正式批准成立“国家自然科学基金”,从此开启了中国依靠专家自由探索的科学研究体系。受此启发,国家气象局于同年成立“气象科学基金”,并设立“台风专项”,专项的组织 and 实施均参照“国家自然科学基金”的运作机制实行依靠专家的招标制,组建了由5位台风专家组成的专项评审组(挂靠在上海市气象局)。专项评审组主要承担专项指南的制定和发布、专项课题的申请审批、经费分配、检查及验收管理等工作。

台风专项自1986年设立至1990年结束,5年间共进行了3次全国范围的招标及2次补充性的小型招标,共收到课题申请188项,最终资助了99项,取得了丰硕研究成果,其中一部分在1990年召开的为期4d的第八届全国热带气旋科学讨论会上进行了交流,并收录在《热带气旋科学讨论会文集(1990)》。

台风专项主要针对防台减灾业务实际中面临的技术难点,与侧重机理研究的国家自然科学基金中涉及台风及相关学科的项目(每年均有)形成较完整的台风科研体系。然而,台风专项和国家自然科学基金均依赖科学家的自由申请,虽然充分发挥了科学家在科技创新方面的自由探索作用,但是针对台风等严重灾害天气生消致灾过程关键机理及预报技术研究的系统性和持续性稍显不足。为此,中国气象局联合中国科学院和国家教委(国家教育部),向国家科技委(科技部)建议设立台风等灾害天气监测、预报的重点攻关项目,获国家科技委批复并于1991年设立国家“八五”科技攻关项目“台风、暴雨灾害性天气监测、预报技术研究(85-906)”,组织开展了为期5a的全国协作攻关,在台风监测、数值模式和台风风雨及灾害机理认识等方面均取得了显著进展。

随后,科技部在1996年设立的国家“九五”重中之攻关项目“中国短期气候预测系统的研究”中,将台风气候预报作为专题由中国气象局牵头组织进行攻关研究,并据此建立了中国第一代台风短

期气候预测业务系统,使用至今。依托国家“十五”攻关项目“新一代数值天气预报模式研发”建立的全球区域一体化天气预报模式系统(GRAPES),上海台风研究所、广州热带海洋气象研究所和国家气象中心自2003年先后建立了东海、南海和西北太平洋的区域台风模式(GRAPES-TCM、TRAMS、GRAPES-TYM)。

2006年4月,中国气象学会台风专业委员会与上海台风研究所联合组织召开了以“登陆台风科学问题及防灾减灾对策”为主题的香山科学讨论会,促成了科技部于2009、2015和2013年设立国家重点基础研究发展计划(973)项目“台风登陆前后异常变化及机理研究”“登陆台风精细结构的观测、预报与影响评估”和“上层海洋对台风的响应及调制机理研究”,后者重在加强气象与海洋部门在台风条件下的海-气相互作用及其对台风影响的研究。同年,科技部发布《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》,并设立公益性行业(气象)科研专项,至2015年共资助了“卫星遥感数据在台风数值预报中的同化应用研究”等15项涉及台风的项目。2017年起,科技部实施国家重点研发专项机制,并于2017和2018年先后资助2项涉及台风

的重点研发专项“台风强度、结构变化的关键动力-热力过程及预报理论研究”和“近海台风立体协同观测科学试验”。

此外,2001年上海台风研究所在国家级公益性科研院所改革试点中,重组为中国气象局8个专业研究所之一的“中国气象局上海台风研究所”,并重新设立面向全国“上海台风研究基金”,资助了大量一线的科研业务人员致力于解决防台减灾实际业务技术问题的研究,其中不少成果支撑了其国家自然科学基金及公益性行业(气象)专项等的申请和开展,起到了国家级项目预研究及人才培养等的积极作用。

3.2 全国台风学术交流

1972年,国家气象局在广西壮族自治区南宁市组织召开了第一次全国性的台风(学术交流)会议,沿海省(市)气象局、有关气象科研单位和大专院校共39个单位的专家就中国在台风理论研究和台风路径预报方法等方面的研究进展进行了总结和交流。此后,每2—3 a(最长间隔5 a)召开一次,从未中断,至今已召开了18次(各次会议时间和地点等详见表2),成为中国台风领域最重要的系列性学术活动之一。

表2 各次全国台风科学讨论会议基本信息
Table 2 Basic information of the national typhoon scientific workshops

届次	时间	地点	会议名称	主办	会议主席
1	1972	广西·南宁	全国台风会议	国家气象局	/
2	1974	福建·厦门	全国台风联防和科研协作会议	全国台风联防及科研协作技术组	/
3	1976	浙江·杭州	全国台风科研协作会议	全国台风科研协作技术组	/
4	1978	上海·闵行	全国台风科研协作经验交流会议	全国台风科研协作技术组	/
5	1981	江苏·南京	全国台风科研协作经验交流会议	全国台风科研协作技术组	/
6	1983	安徽·黄山	全国台风学术交流会	全国台风科研协作技术组	/
7	1985	山东·泰山	第七届全国台风学术交流会	全国台风科研协作技术组、上海台风研究所	/
8	1990	上海	第八届全国热带气旋科学讨论会	上海台风研究所(台风专项评审专家组)	束家鑫
9	1994	江苏·南京	第九届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会天气与极地气象委员会	陈联寿
10	1996	浙江·杭州	第十届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会天气与极地气象委员会	陈联寿
11	1999	江苏·苏州	第十一届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会天气与极地气象委员会	陈联寿
12	2002	浙江·宁波	第十二届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会台风专业委员会	端义宏
13	2004	浙江·岱山	第十三届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会台风专业委员会	端义宏
14	2007	上海	第十四届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会台风专业委员会	端义宏
15	2009	浙江·杭州	第十五届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会台风专业委员会	雷小途
16	2012	浙江·舟山	第十六届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会台风专业委员会	雷小途
17	2015	福建·厦门	第十七届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会台风专业委员会	雷小途
18	2017	浙江·温州	第十八届全国热带气旋科学讨论会	中国气象学会台风专业委员会	雷小途

每次会议的重点大致包括:上次会议以来取得的科研进展回顾与交流、当前防台减灾实际业务中存在主要科学技术问题的讨论及下一阶段全国协同研究的重点领域等。每次届会又都结合当时的具体情况,各有特点,并对推动全国台风学科发展各具独特贡献。如:1978年召开的(第4次)全国台风科研协作经验交流会议期间,拟定了《1979—1985年台风科研规划》。1981年召开的(第5次)全国台风科研协作经验交流会议期间,对1972年以来近10 a全国台风科研协作的进展情况进行了一次回顾和总结,并结合1980年亚太台风委员会(由亚太经社会联合世界气象组织于1968年成立,中国是发起国)在上海召开的国际台风学术会议,研讨了当前国际台风研究的进展和动态趋势。1985年首次将会议命名为“届会”,并继承和沿续该系列会议历史定为第七届。1990年进一步规范会议名称为“全国热带气旋科学讨论会”并沿用至今,此外,1990年召开的第八届全国热带气旋科学讨论会,重点交流了自1986年实行基金制以来“台风专项”资助的台风科研成果,并首次设立综合报告、研究报告和专题讨论穿插进行,全体会议和分会讨论相结合的新形式,气氛活跃、讨论热烈,并采用大会集体进行学术总结的闭幕形式,效果甚佳,被后续的届会沿用至今。1994和1996年的会议,主要交流了“八五”攻关和中国参与国际台风科学试验项目(SPECTRUM-90)的丰硕研究成果,1994年的会议,还首次增加墙报(张贴报告)交流的形式,并评选优秀报告(及墙报),均被后续的届会沿用至今。2004年的会议尝试开设了青年科学家论坛(夜场)。2007年的会议尝试设立了英文分会场。2009年则尝试了与中国气象学会年会联合召开(作为学会年会的分会场)。2012年召开的第十六届会议,首次邀请了中国台湾大学、中国香港天文台和澳门地球物理暨气象局的专家与会,使会议成为名符其实的全国会议,这一作法也沿续至今。

为充分反映会议交流成果,促进台风预报和科研工作的发展,首次全国台风(学术交流)会后,全国台风联防及科研协作技术组遴选了其中的16篇交流论文,汇编出版了中国第一部《台风会议文集》(全国台风联防和科研协作技术组,1973)。自1983年起,会前技术组审稿并印发交流论文预印本、会后选编出版会议文集的做法被后续的一系列

议继承并逐渐形成惯例,至2001年共出版了9册系列性的“会议文集”(全国台风联防和科研协作技术组,1975;全国台风科研协作技术组,1978, 1981, 1983, 1986;全国台风科研协作技术组等,1987;束家鑫,1992;陈联寿等,2001)。此后,随着论文数量的激增,同时为了更完整的收录会议交流成果,自2002年第十二届全国热带气旋科学讨论会起,所有会议交流论文均整编成电子版的会议文集(未再由出版社出版,但详细摘要以预印本的形式在会前印发)。

为及时了解国际台风及相关学科的研究进展,促进中国台风科研水平提高,中央气象台(1975)把1972年以前国际上(主要是美国和日本)有关台风研究的文章选译汇编成《台风及其预报》一书。此后,全国台风科研协作领导小组于1977年决定,在全国台风(科学讨论)会议之后,全国台风科研协作技术组(1988)编译一本相应时期的《台风译文集》。选译的1972—1977年国际上有代表性的台风研究论文(共23篇)的第一集《台风译文集》(上、下册)于1978年完成编印(未正式出版),《台风译文集(二)》和《台风译文集(三)》分别于1981和1983年完成编印,其中第三集于1988年由海洋出版社出版,第四集结合第2次国际热带气旋科学研讨会(IWTC-II)与会各国代表提供的论文遴选编译而成,并于1994年由气象出版社以《热带气旋全球观》为书名出版(Elsberry, et al, 1994)。

上述系列性的会议论文集及译文集,反映了中国台风科研在不同时期(全国台风联防及科研大协作、台风专项、国家“八五”科技攻关重点项目等)的主要特色,也成为年轻一代台风科研业务人员很有价值的参考书。这套文集及全国台风科研大协作机制在近50年中能延续出版至今实非易事,这与束家鑫、祝启桓、陈联寿、王志烈等专家的远见和奠基性的贡献密不可分(陈联寿等,2001)。值得注意的是,直到《1978年台风会议文集》出版时,入选论文才署上了作者的名,此前均署的是单位或协作组的名称,因此可能有大量专家为中国的台风科研事业做出了重要贡献,但仅从文集的署名上则无法体现,这也是当时强调集体的时代背景的真实写照。

此外,为加强中国主要台风研究团队及其机构(上海台风研究所、中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室、南京大学教育部中尺度气象重点

实验室、南京信息工程大学太平洋台风研究中心等)的紧密合作与交流,吸纳更多境外专家参与国内台风学术交流会议,及培养国内青年科学家参与国际会议交流的能力,2005年中国气象局上海台风研究所与南京大学和南京信息工程大学联合发起并轮流承办(后解放军理工大学加入)热带气旋国际学术研讨会。第一届会议于2006年在上海召开,由上海台风研究所主办,至2012年召开第七届后终止。

4 结 语

中国是最早记录台风及其影响的国家之一,历来十分重视防台减灾、保障人民生命和财产安全。新中国成立后,广布气象测站、整编台风资料、建立并不断优化全国台风联防和科研协作机制,特别是20世纪60年代制定《台风预报服务联防协作暂行办法》及后续多次修订《台风业务和服务规定》、70年代成立全国台风科研协作领导小组及技术组并召开全国台风科学讨论会、80年代设立气象科学基金台风专项和组建全国台风与海洋专家工作组等,奠定了中国台风学科发展和防台减灾业务体系建设的坚实基础。而且,全国一盘棋的台风业务联防和台风科研协作相互促进、相互融合形成闭环的有机整体,例如:经“全国台风与海洋专家工作组”审议的《台风年鉴》,为中国台风活动规律的科学研究及全国台风监测预报方法的研制提供了科学权威的台风定位定强等基本资料,“全国台风科学讨论会”关于“防台减灾实际业务中存在主要科学技术问题的讨论及下一阶段全国协同研究的重点领域等”的意见建议,则为包括台风结构分析(如风压关系等)在内研究领域指明了阶段性的研究重点,而关于台风结构分析等的科研成果又为《台风年鉴》的整编提供了科学认知及技术方法的依据;再如:“全国台风与海洋专家工作组”对台风客观预报方法的性能进行评估,并据此建立的业务准入机制,一方面促进了中国台风业务预报能力的提高,另一方面也为相应预报方法的改进研究指明了方向,而“全国台风科学讨论会”的学术交流则为改进研究提供技术实现方案。中国的防台减灾成果和经验,还通过参与国际合作惠及亚太地区及全球,为亚太及全球防台减灾事业做出了重要贡献(雷小途,2020;矫梅燕等,2020)。

在与台风灾害抗争的不同历史时期,形成了中国独具特色的防台减灾理念。如:20世纪50年代,重点解决“要把预报预警常常告诉老百姓”的问题;60—70年代,秉持“人在堤在、人定胜天”的信念,并沿续至80—90年代的“严防死守”。进入21世纪最初10年,强调“测、报、防、抗、救、援”各环节的部门联动。21世纪第2个10年,秉持“生命至上”的理念,提出“不怕十防九空”“不怕劳民伤财”和“不怕听老百姓的骂声,只为不听老百姓的哭声”。从科学上,以深入认识台风的致灾条件和重大影响为基础,建立更为精准化的防御台风灾害体系。这独具时代特征的理念,指引和激励着一代又一代的中国气象(台风)人前赴后继,也正是自20世纪50年代起逐渐建立并不断完善的独具中国特色的全国台风联防和科研大协作机制,为中国台风学科发展和防台减灾事业快速发展奠定了坚实基础和提供了制度保障。

展望未来,随着中国参与国际台风事务的不断深入,以及筹建中的亚太台风委员会框架下的台风联合研究中心在中国(上海)落户,中国的台风联防及科研大协作将呈现出国内、国际互动的新局面,并惠及海上丝路沿线各国各地,为构筑和保障“人类命运共同体”做出应有贡献。

致谢:感谢上海气象博物馆、档案馆和科技图书馆在查找相关素材上提供的帮助,特别感谢中国气象科学研究院陈联寿院士对文中相关历史事件细节的核对。

参考文献

- 陈联寿,丁一汇.1979.西太平洋台风概论.北京:科学出版社. Chen L S, Ding Y H. 1979. Introduction to the Western Pacific Typhoon. Beijing: Science Press (in Chinese)
- 陈联寿,徐祥德,朱永昶等.2001.全国热带气旋科学讨论会论文集.北京:气象出版社. Chen L S, Xu X D, Zhu Y T, et al. 2001. National Typhoon Conference Proceedings. Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- Elsberry R L, Frank W M, Holland G J, et al. 1994. 热带气旋全球观. 陈联寿,董克勤,金汉良等,译.北京:气象出版社. Elsberry R L, Frank W M, Holland G J, et al. 1994. A Global View of Tropical Cyclones. Chen L S, Dong K Q, Jin H L, et al, trans. Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- 矫梅燕,雷小途,虞俊等.2020.亚太防台减灾中国主要贡献概述. 科学通报, 65(9): 780-789. Jiao M Y, Lei X T, Yu J, et al. 2020. Overview of the Chinese contributions on typhoon-related disaster reduction for Asia-

- Pacific region. *Chinese Sci Bull*, 65(9): 780-789 (in Chinese)
- 雷小途. 2020. 中国台风科研业务百年发展历程概述. *中国科学: 地球科学*, 50(3): 321-338. Lei X T, 2020. Overview of the development history of China's typhoon research and operational work in the past century. *Sci China Earth Sci*, 63(3): 362-383
- 刘英金, 孙健, 刘燕辉. 2007. 风雨征程: 新中国气象事业回忆录 第二集 (1978—2000). 北京: 气象出版社. Liu Y J, Sun J, Liu Y H. 2007. The Journey of Wind and Rain: Memoirs of Meteorological Work in New China (1978-2000). Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- 全国台风科研协作技术组. 1978. 台风会议文集 1976. 上海: 上海科学技术出版社. National Typhoon Joint Prevention and Scientific Research Cooperation Technical Team. 1978. Typhoon Conference Proceedings in 1976. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press (in Chinese)
- 全国台风科研协作技术组. 1981. 台风会议文集 1978. 上海: 上海科学技术出版社. National Typhoon Joint Prevention and Scientific Research Cooperation Technical Team. 1981. Typhoon Conference Proceedings in 1978. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press (in Chinese)
- 全国台风科研协作技术组. 1983. 台风会议文集 1981. 上海: 上海科学技术出版社. National Typhoon Joint Prevention and Scientific Research Cooperation Technical Team. 1983. Typhoon Conference Proceedings in 1981. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press (in Chinese)
- 全国台风科研协作技术组. 1986. 台风会议文集 1983. 上海: 上海科学技术出版社. National Typhoon Joint Prevention and Scientific Research Cooperation Technical Team. 1986. Typhoon Conference Proceedings in 1983. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press (in Chinese)
- 全国台风科研协作技术组, 上海台风研究所. 1987. 台风会议文集 1985. 北京: 气象出版社. National Typhoon Joint Prevention and Scientific Research Cooperation Technical Team, Shanghai Typhoon Institute. 1987. Typhoon Conference Proceedings in 1985. Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- 全国台风科研协作技术组. 1988. 台风译文集(三). 北京: 海洋出版社. National Typhoon Joint Prevention and Scientific Research Cooperation Technical Team. 1988. Typhoon Translation Collection (3). Beijing: Ocean Press (in Chinese)
- 全国台风联防和科研协作技术组. 1973. 台风会议文集 1972. 上海: 上海人民出版社. National Typhoon Joint Prevention and Scientific Research Cooperation Technical Team. 1973. Typhoon Conference Proceedings in 1972. Shanghai: Shanghai People's Publishing House (in Chinese)
- 全国台风联防和科研协作技术组. 1975. 台风会议文集 1974. 上海: 上海人民出版社. National Typhoon Joint Prevention and Scientific Research Cooperation Technical Team. 1975. Typhoon Conference Proceedings in 1974. Shanghai: Shanghai People's Publishing House (in Chinese)
- 束家鑫. 1964. 蓬勃发展的气象事业. *气象通讯*, 5: 23-25. Shu J X. 1964. The booming meteorological career. *Weather Newsl*, 5: 23-25 (in Chinese)
- 束家鑫. 1992. 1990 年热带气旋科学讨论会文集. 北京: 气象出版社. Shu J X. 1992. Typhoon Conference Proceedings in 1990. Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- 束家鑫. 2002. 我与新中国气象事业. 北京: 气象出版社. Shu J X. 2002. I and the New Chinese Meteorological Service. Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- 王志烈, 费亮. 1987. 台风预报手册. 北京: 气象出版社. Wang Z L, Fei L. 1987. Typhoon Forecast Manual. Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- 温克刚, 刘英金, 毛耀顺等. 2004. 中国气象史. 北京: 气象出版社. Wen K G, Liu Y J, Mao Y S, et al. 2004. Chinese Meteorological History. Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- 中国气象局. 2001. 台风业务和服务规定, 第三次修订版. 北京: 气象出版社. China Meteorological Administration. 2001. Typhoon Operational and Service Regulations (Third Revised Edition). Beijing: China Meteorological Press (in Chinese)
- 中央气象台. 1975. 台风及其预报. 北京: 科学出版社. Central Meteorological Observatory. 1975. Typhoon and Its Forecast. Beijing: Science Press (in Chinese)