

中国气象服务百年内涵演变

■ 孙楠 王卓妮 刘怀玉

最初现代气象科学作为“舶来品”，气象服务主要由西方主导，被动地服务于殖民活动。经过科学探索和发展，人民气象事业逐渐萌芽发展，逐步建立了中国特色气象服务体系，其中也经历了以军事服务为主、兼顾经济发展，到以农业服务为主、兼顾国防建设和经济需求，再到全面服务社会主义现代化的过程。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2021.03.026

气象服务是基于人类社会进步和发展的需要，在社会、经济、军事需求的拉动下，依靠科学技术，特别是现代气象科学进步，通过逐渐量化天气信息并且越来越精准的推动下，萌芽和发展的。中国共产党领导的人民气象事业发源于延安，但气象科技的发展不是割裂断层的。从近现代气象服务的发展脉络能够看出，气象服务贯穿气象科学发展始终，伴随着国家需要，服务于国家安全以及经济社会发展，尤其是经济命脉。

1 西学东渐，气象服务于殖民活动

清顺治十七年（公元 1660 年），比利时籍传教士南怀仁最早将西方气象仪器温度计和湿度计作为呈献给顺治皇帝的贡品传入中国（图1）。除了传教士，西方外交使节也将气象观测仪器作为礼物呈献给清政府，如1793年，英国第一位出使中国的外交官马嘎尔尼带来了一大批进贡礼品，包括“十一盒杂样器具，为测定时候及指引月色之变，可先知将来天气如何，系精通匠人用心做成”以及“试探气候架一座，

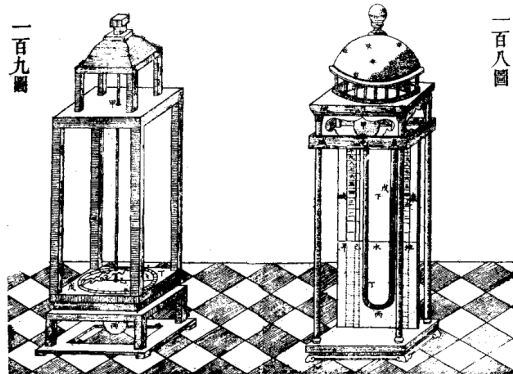


图1 南怀仁在呈给顺治皇帝的贡品中就有西方早期的温度计（右）和湿度计（左）

（源自：清《图书集成》历法典第95卷“仪象部”）

测看气候最为灵验”。现存气象观测记录表明，最早在中国进行气象观测的是法国的传教士哥比神父。布鲁塞尔皇家图书馆馆藏了哥比1743年7月—1746年3月的逐日温度记录和1757—1762年的逐日观测资料，包括北京极端日最高气温44.4℃的记录。反观同一时期，清政府《晴雨录》记载北京地区降水情况和天气现象，尚无量化的气象要素数据。在西学东渐的过程中，传教士们或亲自制造气象观测仪器，著书立说，积极推行西方观象技术，成为近代气象科学在中国的传播者。

鸦片战争后，在殖民者大炮军舰之威下，气象活动不仅是科学探索，也为殖民提供服务保障。为获得完整的气象情报，外国传教士开始在中国建立气象台站。

外国教会组织在中国创建的第一个气象台是俄国东正教于1849年在北京建立的“地磁气象台”，其仅在1853年一年之内，就向俄国天文台提供了长达231页的中国气象情报。1872年法国天主教在上海建立徐家汇观象台，第一任台长能恩斯神父建立并完善了观测和预报体系，准确预报台风，使徐家汇观象台一举成名，并由此揭开上海天气预报和气象服务的序幕。1884年9月，上海外滩信号台正式成立，开始每天定时悬挂报时和气象信号，为停泊在黄浦江和进出上海港的舰船服务。徐家汇观象台向法国等西欧国家定期发回有关中国的气象情报，除对来华各国商船及时提供气象情报资料外，对入侵中国的西方军舰也曾作过极为有效的服务，例如1916年1月22日，法国海军水道测量处在收到徐家汇观象台资料后来信说，这对于在远东航行的海军是非常宝贵的资料；1920年8月2日，法国驻华公使馆航空副武官罗凯为研究在中国飞行之所需，要求徐家汇观象台提供中国沿海所有的气

收稿日期：2021年2月7日；修回日期：2021年5月3日

第一作者：孙楠（1988—），Email: 382427219@qq.com

资助信息：中国气象局气象干部培训学院科研项目（内2020-009）

象资料和天气报告；印度支那总督府为在安南（今越南）建立几条新的铁路线，1922年11月24日，印度支那南部铁路考察团团长致函徐家汇观象台，要求提供中国海上台风在此沿岸登陆的资料。当时，清朝海关被列强垄断，海关总税务司赫德想自办气象台，也因为徐家汇观象台扬名海外而作罢，但他将70多处海关观测站的数据都向徐家汇观象台进行了共享和汇总，更好地保障了航船安全。

2 兴农兴邦，开启国人气象服务探索

船坚炮利敲开中国大门，也惊醒了东方沉睡的雄狮。“欧美异邦对我国气候尚不惜巨资以求之，则国人安能长此袖手，任人越俎哉？”在这样的爱国情怀下，国人开始谋自己的气象事业发展，中国近代气象由此崭露第一缕曙光。

1912年1月，时任南京临时政府教育总长蔡元培先生提议，南京临时政府参议院决议设立“中央观象台”。11月，“中央观象台”在北京建国门古观象台遗址建立，观测业务化后，每日对气象要素观测4次，到1916年，以天气图方法每日2次对外公布天气预报。

1913年12月，北洋政府成立农商部，状元张謇出任农商部第一任总长。张謇意识到要发展新农业，就必须重视气象。他提出推广种植应以是否有适宜自然环境为依据，例如每省以若干县为适宜植棉植蔗之地。他通令全国各地农林试验场和农林学校，设立气象观测所，并委派专家到全国各地指导建所工作。这些测候所就是近代中国人创办最早的、直接服务于农业的气象台站（图2）。

中央農事試驗場園藝科各種果木生長時期平均溫度表 115

名 稱	發 芽 期	發 芽 期 平均溫度	開 花 期	開 花 期 平均溫度
石 榴	四月三十日	16.23	六月十五日	21.97
山 榴	大四月二十日	7.85	五月二十日	18.6
	小四月十六日	13.64	五月十四日	14.79
柚	五月二日	20.20	六月一日	18.73
碧 蓮 子	四月十五日	16.08		
菜	五月五日	19.13	六月十五日	21.07
桃	四月十三日 至四月十五日	14.76	四月八日 至四月二十八日	11.92
葡 萄	四月二十九日 至五月二日	16.92	六月一日至 六月四日	19.82
梨	四月十五日	15.08	四月二十七日 至五月二日	16.97
李 桃	四月十三日 至四月二十二日	10.89	四月二十九日	16.89
李	四月十三日 至四月十八日	12.41	四月二十日 至五月一日	12.03
櫻 桃	四月十五日	16.08	五月一日	16.41
杏	四月十九日 至四月二十二日	8.59	四月十八日 至四月二十二日	8.43
沙 果	四月十一日	11.29	四月二十八日	14.49
海 棠	四月十二日	12.38	四月二十八日 至五月一日	15.50
櫻 子	四月十二日	12.38	四月二十八日	14.49

图2 1914年观测总所汇编出版《农商部观测所年报》，记录了各种果木生长时期的平均温度

除此之外，水文气象、航空气象都得到了发展。1918年3月，北洋政府成立直隶水利委员会，随后在海河流域重点河道设水文站测候所，很快开始建立全国范围的水文气象观测站；1921年时，在航空救国的思潮下，北洋政府设航空署，下设气象科，负责统筹航空测候，直到航空署被奉系军阀张作霖撤销；为做好航空气象服务，香港天文台开始施放气球进行高空风观测。

1928年，北洋政府垮台，所有气象机构被南京国民政府接收。竺可桢在南京北极阁建立“国立中央研究院”气象研究所，北极阁一度成为中国近代气象科技的摇篮。建所时，竺可桢便向国民政府提交了一个宏伟规划，认为气象直接关系到农、林、交通等行业，同时关系到与人民生活相关的水旱风灾，并且间接显示国力强弱、民族兴衰。他把建立我国自己的气象台站网作为首要工作来抓。经过努力，到抗战前夕，全国测候所、雨量站已达300余处。1931年7月，全国长时间连绵降雨造成30年未有的水灾，尤以长江中下游为最甚，气象研究所终于画出我国第一张雨量分布图及距平图。彼时，包括《新民报》在内的八家报纸争相刊登气象研究所提供的天气预报，其影响力足以取代当时由外国人主持的徐家汇观象台。

气象界迫切需要事业的大发展，从1937年起，就提出需要统一管理，但直到1941年战局有所稳定，“中央气象局”方才成立，承接了气象研究所管理台站和天气预报的业务。在解放战争时期，“中央气象局”虽然制定《五年建设计划》（1946年），提出《民用航空气象业务建议》（1947年），但由于战事和频繁迁址，并未真正建立气象事业。

总体来说，中国近现代气象服务取得很多成就，但因列强环伺、军阀混战，尤其是抗日战争严重干扰，最终昙花一现。值得注意的是，这一时间段，中国共产党的气象事业还未萌芽发展，但不可否认近现代气象科学、业务和服务的艰难探索，为人民气象事业发展奠定了基础。

3 战火纷飞，共产党开创人民气象事业

中国共产党领导的人民气象事业发源于延安。1944年7月22日，美军军事观察组（代号“迪克西使团”）从重庆抵达延安。当时，美军在成都、昆明、衡阳都有空军基地，轰炸日本控制的战略地区华北、东北，甚至日本本土，往往因油料不足在华北地区迫降，需要解放区的气象情报。因此“气象情报”作为美军观察组来到延安的突破口之一。实际上，早在他们来之前，中共就已经研讨过中美双方合作要点。

1944年1月，中共六届七中全会主席团会议议题是关于美军观察组来延安后，要求中共方面协助盟军的工作事项，提出“空军，四种工作：作战、目标、气象、救护，原为四系统，现结合起来”。周恩来也在可以先有效着手的事中明确了“空军、目标、气象、救护”。

当年9月，美国军事观察组在延安凤凰山建立气象台，中美双方气象人员承担抗日战争气象保障。为适应我军与同盟国家联合对日作战的需要，叶剑英要求敌后各战略基地司令部，增设战略情报机关，开展气象观测联络、气象情报业务。一份《叶剑英转发美军观察组提出的情报纲要 致各兵团参谋长的电报》中写道，要求指定专人，负责搜集研究，用以提供美军观察组，其中在空军情报中就包含“气象报告”，具体包括：

“一、气象报告之地区：A山东半岛，越向东越好，如有可能最好能接近海面。B北岳区。C苏中区。D晋南区。E鲁西南区。

二、气象报告要点：A气象所代号。B报告日期。C报告钟点。D所见之气象，以观察时为准，例如雾、微雨、小雨、大雨、狂风暴雨、小雪、大雪、晴朗、云。E云彩须以天空几成或百分之几被遮盖来计算。F云之种类。G云高离地多少米达。H云彩移动

方向。I视线以千米达计算。J风向风力，例如平静、微细、和缓、强烈。K气压表之气压。L温度。气象报告以每日上午七时、下午五时的气象为标准，报告两次。”

美军当时还需要去延安周边地区建站收集气象情报，承诺以轻型无线电通信器材及零部件作为交换，但为了维护主权与民族尊严，我方提出自主建站，由美方协助训练气象测报人员。因此1945年3月，一支21人组成的气象训练队成为我国气象事业之源。3个月月后，部分训练队成员被分配到陕甘宁边区、晋冀鲁豫等各解放区建立气象观测站。

抗日战争胜利后，中共中央军委接收了美军观察组气象台，成立我党我军历史上第一个气象台——八路军总部延安气象台，开始地面和高空气象观测，并在周边设立6个气象站，组成气象情报传递网。

延安气象台很重要的任务就是飞行气象保障，当时保障服务过的重要专机飞行有：1945年12月16日，中共政协代表团从延安乘专机去重庆，出席政治协商会议；1946年1月29日，周恩来赴重庆参加31日闭幕的政治协商会（图3）；1946年11月19日，国民党政府违反政协会议规定，国共和谈无法继续，周恩来率中共代表团愤然离开南京，飞回延安；1947年2月21日，军事调处执行部叶剑英等人乘飞机从北平回延

SUMMARY OF WEATHER CONDITIONS at 延安 for the Month of 一月 1946
Station Operated From 延安 L. S. T. to 延安 L. S. T.

TEMPERATURE			WIND			CLOUDS			PRECIPITATION			VISIBILITY			MOON			AUXILIARY			DATE
0300	0900	1500	0300	0900	1500	0300	0900	1500	0300	0900	1500	0300	0900	1500	0300	0900	1500	0300	0900	1500	
华氏	华氏	华氏	方向	速度	速度	云量	云高	云高	云高	云高	云高	云高	云高	云高	云高	云高	云高	云高	云高	云高	
C	S	S	C	S	2	60	60	65	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	1
NW	S	C	NW	NW	F	30	60	65	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	2
C	C	C	C	C	C	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
C	SW	1	C	C	C	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
C	NW	4	N	2	NW	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
SW	1	SE	3	C	C	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
NW	4	NW	2	C	C	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
C	C	C	C	C	C	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
C	C	C	C	C	C	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
SE	3	SW	1	C	C	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
C	NE	3	C	C	C	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
NW	5	S	2	C	C	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
C	NW	1	N	1	NW	1	1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
NW	3	C	C	SE	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
C	C	C	C	C	C	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
C	C	C	C	C	C	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
C	NW	2	C	C	NW	1	1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
C	S	5	C	C	S	2	2	2	0	1	3	1.3	3	3	7	7	5	0	0	0	18
C	NW	2	NW	2	C	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
C	C	NW	10	C	C	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
C	C	C	C	C	C	1	1	1	0	10	0	3.3	7	7	0	7	0	0	0	0	21
C	C	C	C	C	C	3	3	3	0	7	0	2.3	7	7	0	7	0	0	0	0	22
E	1	S	5	C	C	2	2	2	0	8	2	3.3	4	4	7	7	5	0	0	0	23
C	NNW	1	C	C	C	1	1	1	0	6	9	8.0	4	4	6	6	5	0	0	0	24
C	C	C	C	C	C	2	2	2	10	7	10	4.0	4	4	7	7	5	0	0	0	25
C	C	C	C	C	C	4	4	4	10	10	2	7.3	7	7	7	7	6	0	0	0	26
C	NW	4	SW	2	NW	2	2	2	10	10	10	10.0	4	4	6	6	5	0	0	0	27
C	NW	5	SSW	1	NW	3	3	3	10	10	10	10.0	4	4	7	7	7	0	0	0	28
C	C	C	C	C	C	1	1	1	10	9	10	9.7	6	6	7	7	6	0	0	0	29
C	C	C	C	C	C	2	2	2	10	10	0	6.7	7	7	7	7	6	0	0	0	30
C	C	C	C	C	C	6	6	6	10	8	0	6.0	7	7	7	7	6	0	0	0	31
27	89	33	33	33	48	(4)	(4)	(4)	12.1	12.1	77	114.5	7	7	7	7	7	0.02	0.02	0.02	
14.0	9.9	12.9	14.0	14.0	14.0	(4)	(4)	(4)	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	0.5	0.5	0.5	

Prepared by: 抄录 张鹏 校对 张鹏 曾志 初步 张鹏 总编 曾志

图3 延安时期的气象记录，记录了周恩来赴重庆参加政协闭幕会议时的天气

安；1947年3月7日，中国留京沪工作的董必武等飞回延安；1947年3月8—9日，被迫撤回的中共留渝工作人员飞回延安；1946年4月8日，四八烈士惨案，当时气象台加密观测，每小时4次。

在特殊的历史时期，气象事业发展有着其独特性，气象情报与我党我军的安全密切相关，飞行保障甚至成为气象服务唯一的任务和目标。当然，在人民气象事业发展初期，我党影响了一批民国时期的气象科学家，保留了科学力量。比如当时在重庆沙坪坝的涂长望，不顾经常有特务盯梢、监视，机智勇敢地是一大包书籍、资料送到了共产党在重庆的办事处；顾震潮因国民党腐败无能，对政治团体一概不关心，但后来思想转变，认为“无为而治”不对，身处国外求学的他在知道新中国成立后，筹办庆祝会，并且毅然放弃博士学位，回国成立“联合天气分析预报中心”；卢鋈婉拒美国同行邀请，赵九章、竺可桢等也拒绝蒋经国，没有跟随国民党撤退台湾，在他们的影响下，一大批技术人员留下来，一起坚守岗位，迎接解放，为新中国气象事业保留了人才。

4 新中国成立后，气象服务由军转民

新中国成立后，气象事业面临的首要任务就是迅速进行恢复和建设。这一时期气象服务的任务有所侧重，1949年底，气象工作主要服务人民解放战争，1950年6月朝鲜战争爆发后，主要为抗美援朝服务，一面大力建设气象台站网、为空军提供气象保障，一面加强天气预报警报和气象资料服务。可以说，服务军事需求和国家安全，自始至终是气象服务的核心内涵之一，从服务抗日战争、解放战争、抗美援朝等到如今的安全气象，一以贯之。

在抗美援朝战场上，测报员经常要在掩体里作填图分析，当前线攻势猛烈时，每天06、18时要提供2次天气预报，并用电话传给前线指挥部，除此，每天还要绘制3次天气图，02、08和14时各一次，以备咨询。这些测报信息对作战指挥至关重要。黑龙江哈尔滨南岗气象台的冷玉奇1950年被编入抗美援朝空三师第九团气象台，他与战斗英雄王海、赵宝桐属同一部队，部队的主要任务是保护清川江以北区域安全。当时，经常有美国飞机在丹东上空轰炸，地面部队随时都要起飞拦截。当年11月，美国飞机深夜入侵丹东上空。警报拉响后，所有人员都须按要求进入防空洞躲避，听到警报的冷玉奇也想撤入防空洞，但身为当班观测员，考虑到指挥部随时可能来电话询问天气情况，他毅然选择坚守。指挥部问：“两小时内天气情况如何？”

他回答：“两小时内，50公里没有云，静风，风速不超过两米。”“你确定吗？”“我确定。”随后，指挥部派飞机起飞拦截，我部飞机安全返航。

战场上瞬息万变的天气突显出气象服务的重要。1955年初的一江山岛渡海登陆作战是我军首次陆、海、空三军联合作战，航空兵起落和轰炸扫射、登陆兵航渡、军舰和火力船队射击、三军互相识别和联络，都需要云量少、风浪小、能见度好的晴朗天气。此前，空军气象科长徐杰反复研究历年资料，专访当地渔民、老农，邀请各方专家会商，预测1月适合三军作战的好天气为17—19日。张爱萍将军向中央立了军令状——18日登岛。17日晚，窗外的风吹出了哨声，风力突然大增，很快达到7级。徐杰带领气象科紧急分析周边陆上天气实况，并和上海气象台联系，判断海上大风属小股冷空气从海上扩散南下所致，整体的天气形势仍未改变。重重压力下，徐杰把“18日战区天气条件符合登陆要求”的结论报告给前线首长（图4）。18日，天气晴朗，云量0~3成，云高3500 m，水平能见度超10000 m，风力逐渐减弱。

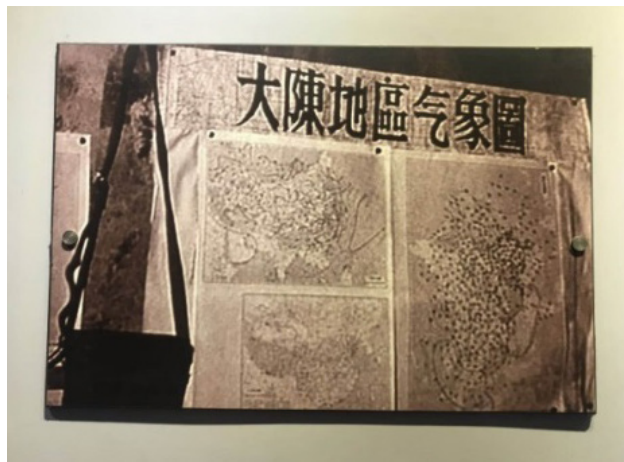


图4 一江山岛登陆战天气图

在新中国成立初期，气象部门为军事服务的同时，尽可能为交通、渔业、农业、林业和水利建设服务。1953年4月，毛泽东主席指示：气象部门要把天气常常告诉老百姓。同年，气象部门由军转民，改称“中央气象局”。1954年3月，政务院发布了《关于加强灾害性天气预报、警报和预防工作的指示》，促进了气象服务，特别是灾害性天气预报服务范围的扩大。到1954年6月，全国气象工作会更加明确了要为国防现代化、国家工业化、交通运输业及农业产业、渔业产业服务，气象部门与交通、农业、渔业等部门分别签订了气象服务合同，各地气象站开展了霜冻预报，天气预报下乡，服务当地农业。1956年6月1日

起, 决定在报纸、电台上公开向人民群众发布天气预报, 首开公众气象服务先河。

1954年夏季, 长江中下游连日暴雨, 关键时刻, “联合天气分析预报中心”的预报员夜以继日地应用刚建立起来的预报方法反复分析研究, 最后判断, 暴雨不会再下, 江水不会再涨。大堤保住了, 长江防汛气象服务成绩显著, 上海、武汉气象台受到通报表扬。

5 以生产服务为纲, 以农业服务为重

1957年起, 气象部门进入大力建设和调整巩固时期。国务院批准中央气象局《1958年全国气象工作提要》, 指出今后气象工作的建设重点应放在农业气象方面。全国气象工作会议进一步细化, 提出依靠全党全民办气象, 提高服务质量, 以农业服务为重点, 组成全国气象服务网的方针。“专专有台、县县有站、社社有哨、队队有组”的服务网建设原则在这时确立了。

围绕农业, 气象科技力量不断增强, 服务广度不断深入。为了支援农业抗旱, 1958年8月, 在吉林首次进行飞机人工降雨抗旱作业, 甘肃、北京、安徽、湖北、江苏、南京、湖南、河北等地相继开展人工增雨、消云、消雾试验。1964年4月, 全国农业气候区划工作会议在苏州召开, 开始全国第一次农业气候区划工作。以至于1964年毛泽东主席在中南海邀请竺可桢等三位科学家谈话时说: “看到你的《关于我国气候若干特点与粮食作物产量的关系》的文章……农业八字宪法除水、土、肥、密、种、保、工、管外, 应加光和气。”

6 改革开放后, 预报服务成立业之本

党的十一届三中全会以后气象进入快速发展阶段。1982年, 经国务院批准, 气象部门试行新时期的工作方针, 积极推进气象现代化, 提高灾害性天气监测预报能力, 准确及时地为经济建设和国防建设服务, 不断提高服务的经济效益。1985年, 国务院发布《国家气象局关于气象开展有偿服务和综合经营的报告》, 对公益服务和有偿服务进行界定, 由此, 服务体制改革开启了大胆探索。1999年《气象法》对气象服务经济建设、国防建设、社会发展和人民生活进行

了规范, 把公益性气象服务放在工作首位。2006年初《国务院关于加强气象事业发展的若干意见》提出要将气象服务系统纳入政府公共服务体系建设范畴。

“十八大”以来, 气象防灾减灾体系不断完善, 气象部门还围绕生态文明建设、气候变化、交通安全、环境健康等领域, 进行气象服务技术攻关, 气象预报服务从粗狂单一到精细多元, 深入各个领域。

7 结语

气象服务走过了一个世纪的不寻常的发展之路。最初现代气象科学作为“舶来品”, 气象服务主要由西方主导, 被动地服务于殖民活动。经过科学探索和发展, 人民气象事业逐渐萌芽发展, 逐步建立了中国特色气象服务体系, 其中也经历了以军事服务为主、兼顾经济发展, 到以农业服务为主、兼顾国防建设和经济需求, 再到全面服务社会主义现代化的过程。服务业务现代化、服务主体多元化、服务管理法治化, 气象服务效益也越来越显著, 气象趋利避害作用越来越明显。

深入阅读

- 陈少峰, 林完红, 1998. 概论周恩来关于气象工作是保护人民的思想——纪念周恩来同志诞辰100周年. 当代中国史研究, (2): 68-72.
- 韩琦, 2005. 礼物、仪器与皇帝马夏尔尼使团来华的科学使命及其失败. 科学文化评论, 2(5): 11-18.
- 蒋娇娇, 王鹏, 钟灵, 等, 2020. 亲历壮阔的历史, 致敬最可爱的人. 中国气象报社, 2020-10-27(4). http://www.zgqxb.com.cn/wh/yh/202010/t20201027_565454.html.
- 蒋瑞生, 1998. 朝鲜战场气象服务琐记. 中国气象报社, 1998-06-22(3).
- 任丽新, 田生春, 2006. 高风亮节 光辉人生 开拓奉献 科技开模——纪念著名大气科学家顾震潮. 北京: 气象出版社.
- 沈思睿, 2016. 徐家汇观象台的法兰西渊源. 都会追踪, (2): 93-108.
- 孙楠, 2019. 史海钩沉: 解放大陈岛的关键一役. 中国气象报社, 2019-05-14(3).
- 孙楠, 2019. “联心”, 气象预报业务的开端. 中国气象报社, 2019-04-29(4).
- 温克刚, 2004. 中国气象史. 北京: 气象出版社.
- 吴增祥, 2007. 中国近代气象台站. 北京: 气象出版社.
- 杨冬权, 2018. 中央档案馆藏美军观察组档案汇编. 上海: 上海远东出版社.
- 虞和平, 2003. 张謇与民国初年的农业现代化. 扬州大学学报(人文社会科学版), (6): 3-8.
- 郑国光, 2016. 中国气象百科全书: 综合卷. 北京: 气象出版社.

(作者单位: 孙楠, 中国气象报社; 王卓妮、刘怀玉, 中国气象局气象干部培训学院)