

2023 年度气象联合基金项目评审简析

何建军¹, 杨亚力¹, 刘哲¹, 杨蕾², 薛海乐¹, 赵卫雄¹, 旷焯¹

(1. 国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100085; 2. 中国气象局科技与气候变化司, 北京 100081)

摘要: 2023 年气象联合基金共接收申请 114 项, 经过通讯评审 48 项进入重点审议环节, 经会评专家投票资助 28 项, 资助率为 24.8%。从项目申请来看, 不同单位属性的合作申请占 86%; 气象联合基金与地球科学部“天气及气候系统与可持续发展”领域重点项目有明显的区别, 前者技术类研究占比超 50%, 后者低于 30%; 申请人 50% 曾入选国家高端人才计划, 气象联合基金竞争激烈。从评审和资助情况来看, 通讯评审资助意见好于往年, 重点审议项目平均综合评分达 3.7 分, 与常规重点项目相当; 中国气象局系统外科研单位获资助项目多于中国气象局系统内部单位, 资助 16 项, 占总资助项目的 57%; 平均资助强度 262.7 万元/项, 超过了地球科学部常规重点项目的资助强度 (230 万元/项)。

关键词: 多元投入; 气象联合基金; 大气科学; 国家需求; 成果转化

文章编号 中图分类号 P40 文献标识码

General Analysis of Project Review in Meteorological Joint Fund in 2023

Abstract: In 2023, National Natural Science Foundation of China (NSFC) received 114 applications for the Meteorological Joint Fund (MJF). After peering review, 48 applications were selected and entered the final competition where 28 applications were downselected and funded. The average funding rate is 24.8%. From the perspective of project applications, cooperation applications from different unit attributes account for 86%. There is a clear difference between MJF and the key programs in the field of “weather, climate, and associated sustainable development” of the Department of Earth Sciences (DES). The former has a technical research proportion of over 50%, while the latter has a proportion of less than 30%. 50% of the applicants are the scientists in the National High end Talent Program, indicating strong competition in applying for MJF. From the perspective of review and funding, the rating is better than previous years, with an average comprehensive score of 3.7 points from specific review projects, which is comparable to conventional key programs. Universities and the Chinese Academy of Sciences have been funded more than the organization within China Meteorological Administration, with 16 projects, accounting for 57% of the total funded projects. The average funding intensity of MJF is 2.627 million yuan per project, exceeding the funding intensity of 2.3 million yuan per project from the conventional key programs of DES, NSFC.

收稿日期 2024-01-24; 网络预出版日期:

作者简介 何建军, 主要从事自然科学基金项目管理工作. **E-mail:** hejj@nsfc.gov.cn

通讯作者 刘哲, 主要从事自然科学基金项目管理工作与资助战略研究. **E-mail:** liuzhe@nsfc.gov.cn

Key words: Multiple inputs; Meteorological Joint fund; Atmospheric science; National demand; Achievement transformation

1 引言

国家自然科学基金委员会（以下简称“自然科学基金委”）与中国气象局（以下简称“气象局”）于 2020 年签署协议共同设立气象联合基金，气象局出资 3000 万元/年，自然科学基金委匹配 1500 万元/年，旨在深入落实习近平总书记关于气象工作的重要指示精神，加快气象科技创新，强化基础研究，着力解决和突破与气象行业核心技术密切相关的重要科学问题，培养优秀人才，提升自主创新能力，推动中国气象事业高质量发展（国家自然科学基金委员会，2021）。

根据《国家自然科学基金联合基金项目管理办法》，联合资助双方成立气象联合基金管理委员会（以下简称“管委会”）。在管委会的领导下，气象联合基金管理办公室（以下简称“管理办公室”）推动成立学术指导专家组，学术指导专家组来自高校、中国科学院、行业等科研院所。通过学术指导专家组加强学术顶层设计，将行业需求凝练成科学问题，编制高水平指南，发挥指南导向作用，避免重复和低水平资助，取得一定成效。2022 年，自然科学基金委和气象局签署续签协议，经费投入翻倍。未来，气象联合基金将持续探索多元投入的机制和项目管理模式，打通基础研究服务国家需求的通道，有效发挥多元投入资金的杠杆效应，激活各层次创新主体，建设高水平气象人才队伍，从而全面助力国家气象事业的高质量发展（刘哲等，2022）。

2023 年气象联合基金评审工作已顺利结束。本文系统介绍了 2023 年度气象联合基金受理和评审情况，供申请人、评审专家和依托单位基金科研管理人员参考。

2 项目受理概况

2023 年度气象联合基金指南包括“地球系统数值预报”“灾害天气监测预报理论与方法”“人工智能气象应用技术”“大气探测技术与应用”以及“短期气候预测和气候变化理论与方法”五个领域，发布主要研究方向 40 个（表 1），以重点支持项目的形式予以资助，平均资助强度为直接经费 260 万元/项，资助期限 4 年。2023 年度气象联合基金接收 114 项申请，1 项申请因研究期限不符合申请要求而不予受理。从不同领域申请量来看，“地球系统数值预报”领域 25 项，占申请项目总数的 22%；“灾害天气监测预报理论与方法”领域 30 项，占申请项目总数的 26%；“人工智能气象应用技术”领域 24 项，占申请项目总数的 21%；“大

气探测技术与应用”领域 8 项，占申请项目总数的 7%；“短期气候预测和气候变化理论与方法”领域 27 项，占申请项目总数的 24%。与 2022 年三个相同/相近领域相比，申请量均有增加（何建军等，2022）。从研究方向来看，申请项目数最多的是方向 36（7 项），方向 8、10、11、20、28、29、31 和 32 申请量较少（1 项）。

表 1 2023 年度气象联合基金指南的研究领域、研究方向及其申请、重点审议和资助数量
Table 1 Research fields and research directions of meteorological joint fund guide to program, and the number of applications, review and funding for each research direction in 2023

领域	研究方向	申请	重点 审议	资助
地球系统 数值预报	方向 1 天气气候一体化模式关键物理过程研究	4	2	2
	方向 2 超级城市及城市群天气模式关键物理过程研究	2	2	2
	方向 3 复杂地形下次公里分辨率模式高精度数值算法研究	2	1	0
	方向 4 次公里分辨率同化资料方法研究	2	2	1
	方向 5 风云卫星超高频次观测数据同化及对台风数值预报改进研究	4	0	0
	方向 6 云和降水资料同化关键技术研究	4	1	1
	方向 7 基于水凝物电磁特性计算技术的主动遥感观测算子研究	2	1	1
	方向 8 静止轨道高光谱探测资料再处理及数值模式应用研究	1	1	1
	方向 9 气候系统多圈层耦合数据同化方法研究	2	0	0
	方向 10 全球可变分辨率模式关键技术研究	1	1	0
	方向 11 面向全球大气模式的四维变分同化关键技术研究	1	1	1
灾害天气 监测预报 理论与方法	方向 12 登陆台风精细结构特征及强度变化机制	3	2	2
	方向 13 强对流系统中云、降水和风场演变特征及机制研究	5	3	1
	方向 14 降水日变化特征、形成机制及数值模拟	5	2	2
	方向 15 城市效应对降水过程的影响	2	2	0
	方向 16 海雾生消机制、监测与预报方法研究	5	2	1
	方向 17 我国北方极端强降水发生机理和预报方法	3	1	0

	方向 18	闪电多维度特征及其与雷暴结构时空配置关系研究	2	1	1
	方向 19	流域旱涝灾害特征及风险评估研究	4	1	0
	方向 20	持续性低温雨雪冰冻天气致灾机理及预报方法	1	0	0
人工智能 气象应用 技术	方向 21	数值模式同化及关键物理过程人工智能算法研究	4	1	0
	方向 22	基于人工智能的流域水文气象预报预测技术研究	6	1	1
	方向 23	面向关键区域精细化保障服务的机器学习算法研究	2	2	2
	方向 24	强降水短临-短期无缝隙高时空分辨率人工智能预报方法和模型	3	1	1
	方向 25	人工智能技术在多源融合实况分析中应用关键技术研究	4	2	0
	方向 26	基于人工智能的交通气象预警预报技术研究	3	0	0
	方向 27	面向深度学习多源异构数据融合的云状分类关键技术研究	2	1	0
大气探测 技术与应用	方向 28	基于风云卫星观测的低层与中高层大气耦合过程研究	1	0	0
	方向 29	风云卫星重大旱涝过程水汽路径诊断与成因分析	1	0	0
	方向 30	杂地形下多波段双线偏振雷达探测和预警局地强降水方法研究	2	0	0
	方向 31	相控阵天气雷达观测技术和强天气参数提取方法研究	1	1	0
	方向 32	基于多波段双偏振雷达致灾风暴精细化识别关键技术研究	1	1	1
	方向 33	地基遥感大气垂直运动和云降水物理参数精细观测技术与方法研究	2	1	0
短期气候 预测和气候 变化理论与方法	方向 34	区域持续性高温热浪事件的形成机制和预测研究	4	2	2
	方向 35	我国流域性旱涝次季节预测方法研究	5	2	0
	方向 36	我国主要流域水循环异常及影响研究	7	3	2
	方向 37	中高纬度大气环流次季节变化机理和预测研究	5	1	1
	方向 38	多年-年代际尺度气候预测系统研发和可预报性理论研究	2	1	0
	方向 39	青藏高原热力状况异常的机制和预测研究	2	1	1
	方向 40	重大极端事件的快速检测归因及其未来风险预估	2	1	1

管理办公室进一步加强气象联合基金相关政策的宣传。从受理项目申请人所在依托单位

的分布来看（表 2），中国科学院和高校等（以下简称“局外科研单位”）为依托单位的申请最多（64 项），占申请项目总数的 57%，中国气象局所属科研单位（以下简称“局属科研单位”）申请 25 项，占申请项目总数的 22%，中国气象局所属业务单位（以下简称“局属业务单位”）申请 24 项，占申请项目总数的 21%。局外科研单位中申请量最大的是中国科学院大气物理研究所（17 项），局属科研单位中申请量最大的是中国气象科学研究院（9 项），局属业务单位中申请量最大的是中国气象局地球系统数值预报中心（7 项）。与 2022 年相比，局外科研单位、局属科研单位和局属业务单位申请量分别增加了 137%、19%和 50%（何建军等，2022），说明气象联合基金引起学界的广泛关注。2023 年超过 50%的申请人曾入选国家高端人才计划，说明气象联合基金竞争日趋激烈。

表 2 申请项目、重点审议项目和资助项目依托单位属性统计

Table 2 Attribute of host institutions of applied, reviewed and funded programs

	局外科研单位	局属科研单位	局属业务单位
申请项目数（占比）	64 项（57%）	25 项（22%）	24 项（21%）
重点审议项目数（占比）	29 项（60%）	8 项（17%）	11 项（23%）
资助项目数（占比）	16 项（57%）	5 项（18%）	7 项（25%）

自气象联合基金设立以来，合作申请一直是项目的主要申请形式。2023 年度共有 97 项申请为合作研究，占总量的 86%。唯一单位申请 16 项，其中局外科研单位申请 8 项，局属科研院所申请 2 项，局属业务单位申请 6 项。合作申请的项目中，局属科研单位、局属业务单位和局外科研单位三种类型单位合作申请 21 项，占申请项目总数的 19%；局属科研单位和局外科研单位合作申请 20 项，占申请项目总数的 18%；局属科研单位和局属业务单位合作申请 16 项，占申请项目总数的 14%；局属业务部门和局外科研单位合作申请 40 项，占申请项目总数的 35%。合作申请项目占比维持在较高水平，与 2022 年相当（何建军等，2022）。特别需要指出，局属业务部门和局外科研单位合作申请占比增幅较大（何建军等，2022），说明局外科研单位更加注重科研成果转化，局属业务部门也更加重视基础研究/应用基础研究对业务发展的推动作用。

管委会要求气象联合基金要加强与常规重点项目的统筹，管理办公室积极落实管委会要求，发挥学术指导专家组的作用，避免重复资助；利用实施方案咨询会等交流平台邀请常规重点项目负责人参会交流。图 1 列出了 2023 年度气象联合基金和“天气及气候系统与可持

续发展”领域重点项目申请书中关键词。发现常规重点项目申请人关注陆面和边界层过程、气候变化、大气环境、碳中和等领域，侧重基础研究；气象联合基金申请人聚焦模式发展和人工智能应用，侧重国家需求导向的应用基础研究。另外，从近3年申请书从事技术研制的情况来看，气象联合基金侧重技术研发（图2）。



图 1 2023 年度气象联合基金（左）和“天气及气候系统与可持续发展”领域重点项目（右）申请书中关键词的比较词云。

Fig. 1 Comparison of key words in the application for the joint meteorological fund and key projects in the field of "weather and climate system and sustainable development" in 2023.

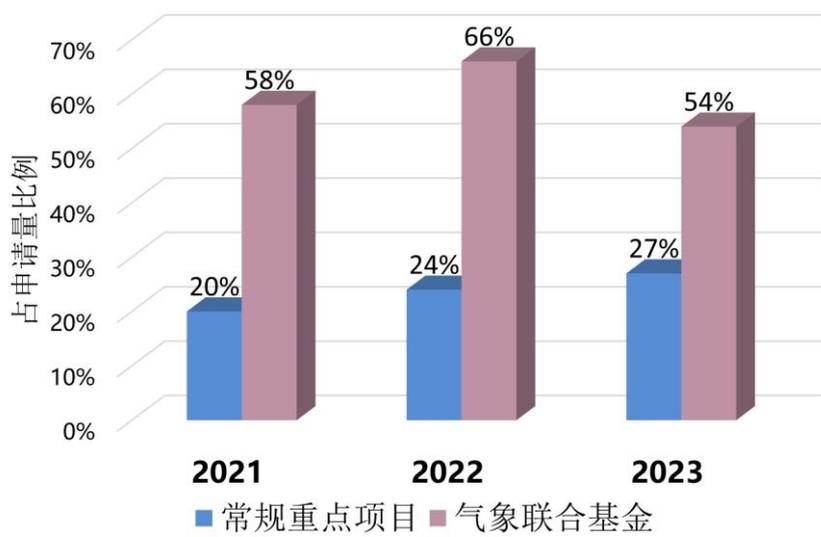


图 2 技术研制类项目占申请量的比率

Fig. 2 The ratio of technical projects to the applications

3 评审与资助概况

3.1 通讯评议

气象联合基金项目申请、评审和管理按照《国家自然科学基金条例》《国家自然科学基金

金联合基金项目管理办法》等相关管理办法执行，基金委工作人员、评审专家按照《国家自然科学基金项目评审回避与保密管理办法》严格执行回避与保密要求，确保评审的公正性。每份申请书指派 5 位通讯评议专家，共发出评议邀请 565 份，评议意见回收率达 100%。返回评议意见中，综合评分“优”“良”“中”和“差”的比率分别为 48.5%、34.2%、15.7%和 1.6%；资助意见为“优先资助”“可资助”和“不予资助”的比率分别为 45.5%、37.3%和 17.2%，其中，“优先资助”和“可资助”比率较 2022 年提升 5.5%和 4.2%，“不予资助”则明显降低，通讯评审资助意见好于 2022 年，一定程度上也反映出申请竞争强度的提升。另外，领域“短期气候预测和气候变化理论与方法”综合评分较高，其余 4 个领域评分接近。不同属性依托单位总体评分与 2022 年相仿，局属业务单位和局外科研单位评分接近且略高于局属科研单位。

3.2 重点审议

根据气象联合基金年资助总经费和单项资助强度，确定拟资助项目 28 项。重点审议项目遴选考虑不同研究方向的平衡，同一研究方向内按通讯评议的综合评分和资助意见排序，此外，重点审议项目申请书无“代表作不实”等科研诚信问题、同一研究方向无逆序上会、无多数“不予资助”意见。

经气象联合基金联席会审定，48 项申请被列为重点审议项目（表 1），重点审议率（重点审议项目数与拟资助项目数的比率）为 171%。重点审议项目的通讯评议综合评分为 3.7 分，与常规重点项目重点审议项目综合评分相当。从不同领域来看，“地球系统数值预报”领域（方向 1-11）重点审议项目 12 项，占总量的 25%，“灾害天气监测预报理论与方法”领域（方向 12-20）重点审议项目 14 项，占总量的 29%，“人工智能气象应用技术”领域（方向 21-27）重点审议项目 8 项，占总量的 17%，“大气探测技术与应用”领域（方向 28-33）重点审议项目 3 项，占总量的 6%，“短期气候预测和气候变化理论与方法”领域（方向 34-40）重点审议项目 11 项，占总量的 23%；从不同研究方向来看：方向 13 和 36 有 3 项列入重点审议；从依托单位属性来看，局外科研单位重点审议项目 29 项，占总量的 60%，局属科研单位重点审议项目 8 项，占总量的 17%，局属业务单位重点审议项目 11 项，占总量的 23%（表 2）。

根据《2023 年度评审工作意见》要求，评审会需在一天内完成，为保证评审质量，气象联合基金联席会决定 2023 年度气象联合基金分四组线下答辩。答辩分组方案主要按照研究方向顺序依次分组，尽可能使每个评审组涵盖五个研究领域。答辩专家组组长整理专家问

题并提问。答辩环节结束后，会评专家以差额投票方式按得票数高低遴选拟资助项目，并对拟资助项目进行直接经费投票，资助项目直接经费介于 260-270 万之间。最终投票结果由专家组组长签字后报送管委会审定。

3.3 资助情况

按照《国家自然科学基金联合基金项目管理办法》，气象联合基金管理委员会审定拟资助项目。2023 年度气象联合基金平均资助率（资助项数与申请项数比值）为 24.8%，略高于地球科学部常规重点项目“天气及气候系统与可持续发展”领域的资助率（22.4%）。其中，“地球系统数值预报”领域资助 9 项，资助率为 36%，占总资助项目数的 32%；“灾害天气监测预报理论与方法”领域资助 7 项，资助率为 23%，占总资助项目数的 25%；“人工智能气象应用技术”领域资助 4 项，资助率 17%，占总资助项目数的为 14%；“大气探测技术与应用”领域资助 1 项，资助率 13%，占总资助项目数的为 4%；“短期气候预测和气候变化理论与方”领域资助 7 项，资助率 26%，占总资助项目数的为 25%。从依托单位属性来看，局外科研单位获资助 16 项，占总资助项目的 57%，局属业务单位和局属科研单位分别获资助 7 项和 5 项，分别占总资助项目的 25%和 18%（表 2）。从资助项目负责人年龄段来看，20 世纪 70 年代出生的科研人员获得资助较多。

2023 年气象联合基金资助项目类型为重点支持类项目，项目执行期 4 年，批准直接经费合计 7356 万元，平均资助强度 262.7 万元/项，资助强度超过了地球科学部“天气及气候系统与可持续发展”领域常规重点项目的资助强度（230 万元/项）。

4 代表性成果

气象联合基金管理办公室进一步加强气象联合基金的中后期管理。为推动各项目组间的合作与交流，于 2023 年 12 月下旬召开“2023 年度项目进展暨中期交流会”，组织项目负责人整理阶段成果并上线（<https://kjc.nuist.edu.cn/xjh/>），部分成果选介如下：

成果 1：基于卫星遥感反演三维风场技术（批准号：U2142201）

大气三维风场探测是未来对地观测系统中天气观测的重点，项目团队提出物理和人工智能相结合的三维风场反演方法，在国际上首次将地球同步轨道气象卫星大气风场探测从传统二维拓展至三维，得到大气风廓线垂直分布信息，精度优于 3 米/秒。认证了同平台成像仪和大气垂直探测仪联合观测三维风场的独特优势，指出我国新一代地球同步轨道气象卫星应保持同时搭载成像仪和大气探测仪的载荷配置，联合使用成像和探测数据提升有云覆盖区定

量产品特别是三维风场的反演精度和应用效果，而不必采用欧、美将成像和探测分置两个不同卫星平台的做法。初步试验显示，同化卫星遥感得到的大气三维风场对台风数值预报有明显的增益价值。以上成果发表在 *Geophysical Research Letters* 和 *Bulletin of American Meteorological Society* (BAMS) 期刊上，并作为亮点成果被 BAMS 专栏介绍。

成果 2: 雷暴大风发生的干、湿环境下关键因子及客观预报方法 (批准号: U2142202)

雷暴大风业务预报准确率较低的原因是对其发生条件不清楚。本项目的研究结果揭示了我国中东部地区雷暴大风发生的环境特征以及有利于雷暴大风的干、湿环境两种模态，且得到了干、湿环境产生雷暴大风的对流系统发生前的环境特征和差异。利用该成果发展了融合物理认识与模糊逻辑的雷暴大风客观预报方法，在国家气象中心已经通过了测试，实现了雷暴大风智能网格短期预报的升级，预报产品在 96 小时内的 TS 评分在原有方法的基础上提高了 10% 以上。

成果 3: 面向对流触发的边界层关键动力参数高精度算法及应用 (批准号: U2142209)

大气边界层热动力参数廓线观测缺失是导致对流触发预警难的原因之一。本项目发展了基于风廓线雷达三角形组网的水平散度、涡度和垂直速度等动力参数高精度反演算法，并得到了动力参数网格化数据产品。利用该数据产品揭示了对流触发和飑线降水发生前对流层低层的大气动力结构，发现约 40% 的强降雨过程发生前 40 分钟内边界层顶存在较强的辐合；结合该数据产品的短临对流预警 AI 模型可提前 40 分钟预报对流触发。相关成果填补了对流监测与预警中网格化大气动力廓线产品的空白，已在中国气象局“天衡天衍”业务平台开展了为期一年的业务中试，并应用于第 19 届杭州亚运会和第 31 届成都大运会气象服务保障。

成果 4: 新一代矢量离散纵坐标辐射传输求解模型及业务化应用 (批准号: U2142212)

复杂大气及地表散射条件下的全偏振辐射传输是限制卫星资料同化能力的关键原因之一。本项目改进了全偏振离散纵坐标辐射传输理论，建立了新的离散纵坐标辐射传输模型 (VDISORT)，实现辐射传输模型对复杂大气及地表条件下大气散射和地表反射的完整耦合。基于双尺度粗糙度理论发展了洋面全极化双向反射率分布函数矩阵 (pBRDF) 模型，完善了复杂洋面海表散射和发射的理论过程。实现了国产快速辐射传输模式 (ARMS) 的业务化应用，攻克了我国卫星资料同化和遥感应用的“卡脖子”关键技术，扭转了我国风云卫星资料应用长久依赖欧美观测算子的现状，显著提升了全球中期天气预报水平，为风云卫星资料的应用提供了关键技术保障，同化卫星资料占比达到 80%，对云雨区的辐射模拟效率提高了 30%，模式预报变量精度提高 3-5%。

5 小结与展望

2023年度气象联合基金项目的申请、受理、评审等工作顺利完成，共接收114项申请，资助28项重点支持项目，资助率为24.8%，平均直接经费资助强度262.7万元/项，资助强度超过了地球科学部常规重点项目的资助强度。“大气探测技术与应用”是新增研究领域，申请量和资助项目偏少，需要进一步加强宣传，吸引该领域优秀科学家及团队申报气象联合基金。“人工智能气象应用技术”领域偏应用研究，该领域科学家要进一步凝练技术瓶颈背后的科技问题，发展可解释性人工智能气象应用技术，提高申请书质量。

2024年度气象联合基金继续布局“地球系统数值预报”“灾害天气监测预报理论与方法”“人工智能气象应用技术”“大气探测技术与应用”和“短期气候预测和气候变化理论与方法”5个研究领域（国家自然科学基金委员会，2024）。针对数值预报与人工智能大模型两项气象科技核心需求，特别设立了“公里尺度高分辨率数值预报关键技术及应用”与“人工智能气象预报大模型关键技术研究”集成项目，直接经费资助强度约1000万元/项，面向气象行业的重大需求中的重大科学问题和关键技术问题，凝练、集成前期研究成果，开展多学科交叉研究和综合性研究，充分发挥支撑与引领作用，提升自主创新能力，推动中国气象事业高质量发展。

致谢：衷心感谢气象联合基金管理委员会各位领导对本文的指导，感谢审稿专家提出的宝贵建议。

参考文献 (References):

国家自然科学基金委员会. 2021. 2021年度国家自然科学基金项目指南[M]. 北京: 科学出版社. National Natural Science Foundation of China. 2021. National Natural Science Fund Guide to Programs 2021 [M]. Beijing: Science Press.

国家自然科学基金委员会. 2024. 2024年度国家自然科学基金项目指南[M]. 北京: 科学出版社. National Natural Science Foundation of China. 2024. National Natural Science Fund Guide to Programs 2024 [M]. Beijing: Science Press.

何建军, 张宇, 刘哲, 等. 2023. 2022年度气象联合基金项目评审简析[J]. 大气科学, 47(3): 920-924. He Jianjun, Li Xiangyu, Liu Zhe, et al. 2023. General Analysis of Project Review in Meteorological Joint Fund in 2022 [J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences (in Chinese), 47(3): 920-924.

刘哲, 杨蕾, 端义宏. 2022. 多元投入助力气象强国建设—气象联合基金的解读与思考[J]. 科学通报, 67(25): 2985-2992. Liu Zhe, Yang Lei, Duan Yihong, 2022. “Diversified investment”

enhances China' s strength in the basic research field of meteorological science and technology: A policy interpretation to the Meteorological Joint Fund [J]. Chinese Science Bulletin, 67(8): 2985-2992.