基于大气科学学科发展特点, 解读项目分类评审改革新举措

刘哲*, 何建军, 郭郁葱

国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100085

* 联系人, E-mail: liuzhe@nsfc.gov.cn

当前新一轮科技革命蓬勃兴起, 科学研究范式正在发生深刻变革, 促进了各学科之间的交叉、融合。与此同时, 国际形势的新变化, 加剧了国家间日趋激烈的科技竞争。在这一背景下, 国家自然科学基金委员会(下文简称“基金委”)认真贯彻党中央关于科技创新和基础研究的重大决策, 系统部署了“明确资助导向、完善评审机制、优化学科布局”三大任务, 旨在深化新时代科学基金改革, 构建理念先进、制度规范、公正高效的科学基金治理体系^[1]。2019年, 大气科学学科(以下简称“大气学科”)被基金委列为改革试点学科, 通过项目分类评审改革探索基于科学问题属性的评审新机制, 助力优化学科资助布局^[2]。

本文在项目分类评审改革试点工作的基础上, 基于学科发展的内在需求对分类评审政策进行解读, 旨在服务于项目申请人准确选填适合的科学问题属性, 帮助项目评议人精准把握评审要点, 进而推动大气科学界深入领会基金委改革举措的内涵, 有效落实新时代科学基金资助导向。

1 分类评审改革的时代背景

1.1 新时代科学基金资助导向

“科学技术是第一生产力”(http://www.xinhuanet.com/politics/kxjssdyscl/)已被越来越多的国家深刻理解。为使生产关系不断适应生产力发展的需求, 党中央明确指出, “科技领域是最应该不断改革的领域”(http://www.xinhuanet.com/politics/2018-05/28/c_1122901308.htm), 而“基础研究是整个科学体系的源头, 是所有技术问题的总机关”(http://www.nsfc.gov.cn/publish/portal0/tab434/info77851.htm)。因此, 通过改革, 持之以恒加强基础研究, 强基固本, 才能为科技创新提供源源不竭的动力^[3]。

在审视基础研究发展路径和时代特征的基础上, 基金委适时提出了基于“鼓励探索、突出原创; 聚焦前沿、独辟蹊径; 需求牵引、突破瓶颈; 共性导向、交叉融通”四类科学问题属性分类的资助导向^[4,5](图1), 以及时支持新科学思想和新概念为目的、以真正解决科学问题为准则、以区分和突出科学属性为依据, 统筹推进各类科学属性的基础研

刘哲 国家自然科学基金委员会研究员, 从事大气学科项目管理和资助战略研究等工作。

究^[6,7], 为夯实世界科技强国建设的根基作出根本性贡献。

新时代科学基金资助导向所依据的四类科学问题属性可以依次用4种“器”来解释其对基础研究的引领作用^[1]: (1) 新思想的孵化器——“鼓励探索, 突出原创”属性旨在让新思想及时得到支持, 鼓励源于科学家灵感的自由探索, 强调首创性; (2) 科学前沿的牵引器——“聚焦前沿, 独辟蹊径”属性旨在扩展新的科学前沿, 强调开创性和引领性; (3) 经济社会发展和国家安全的驱动器——“需求牵引, 突破瓶颈”属性旨在服务国家重大战略需求和解决经济社会发展中的核心科学问题; (4) 人类知识的倍增器——“共性导向, 交叉融通”属性旨在以共性科学问题为导向, 促进不同学科的交叉融合(图1)。

新时代科学基金资助导向明确了科学问题属性, 是基金委对基础研究核心功能和历史使命的梳理与再思考的重要成果, 凝聚了中国科学界广大学者的智慧和共识, 同时也获得了国际上多个主要科学资助机构的普遍认同^[8]。

1.2 中国大气科学发展面临的挑战

2019年, 大气学科被基金委列为基于四类科学问题属性分类评审工作的改革试点学科之一。作为主管部门, 地球科学部要求大气学科认真领会资助导向内涵, 并鼓励大气学科探索出与学科特点相适应的具体方案。由此, 通过分类评审助力优化学科资助布局之路开启。

大气科学是研究地球和行星大气中发生的各种现象及其变化规律, 进而利用这些规律服务社会经济发

科^[5]. 改革开放以来,中国大气科学基础研究经历了两次发展机遇:一是全球变暖引发了气候变化研究的热潮,使得气候和气候变化成为学科的优势方向;二是我国重污染天气事件引起了国家和社会各界广泛关注,推动了大气化学、大气物理与环境学科的发展.与之呼应,大气科学论文产出也相应高速增长. Web of Science 数据库的检索结果显示,2018年中国大气科学发表论文总量已居世界第二,超过英国、法国、德国的总和^[1].

深入认识大气圈受到的人类活动和其他圈层的影响,是突破天气、气候和气候变化机制认识的瓶颈,是更好服务经济社会发展的方向,并将助推大气科学步入地球系统科学的新时代.在传统大气科学向地球系统科学迈进的进程中,中国大气科学基础研究在迎来历史新机遇的同时也面临着若干严峻挑战.首先,大气科学的传统布局在地球系统研究方向力量不足,引领国际前沿科学研究的能力不强,原创成果偏少.例如,亚洲季风区影响了全球一半以上人口,这一区域应对气候变化的综合策略是否与西方国家倡导的温升对策相一致?中国作为地处该区域负责任和有影响力的大国,气候变化研究需要瞄准自身和亚洲季风区的最优发展策略,产出具有引领性的科学判断,并支撑系统性应对措施制定.其次,大气科学关键核心技术受制于人,“卡脖子”问题较为突出.目前我国大气科学开展科研工作所需的关键仪器设备及零部件多依赖进口,同时,卫星反演算法、数值预报模式、先进的数据同化和再分析等技术均受国外限制,极其不利于学科长远、稳定发展.此外,大气科学各个分支学科之间发展不平衡,学科交叉仍显不足.例如,与社会发展密切相关的天气学方向日趋薄弱,导致不少学者甚至呼吁给予专项经费支持^[9].这一现象固然与过去的“唯论文”评价体系有关,但学科交叉不足、未能充分分享其他相关学科发展机遇和“红利”也是天气学学科发展缓慢的根本原因之一.

大气科学基础研究面临的这些严峻挑战,同时也是地球科学和其他相关领域所共同面临的、刻不容缓的挑战.贯彻落实新时代科学基金资助导向,进而推动解决学科发展中存在的问题,是基金委实施分类评审改革的主要目的.

2 对资助导向的解读

包括分类评审在内的科学基金改革举措的根本目的是通过政策的改变激发和释放基础研究蕴藏的巨大潜能,从而顺应科学自身发展的规律和需求.因此,做好分类评审工作的前提是从顶层设计上基于大气学科特点对接资助导向.

2.1 “鼓励探索、突出原创”

“鼓励探索、突出原创”类项目(简称原创类项目)所要

解决的科学问题,大多源于科研人员的灵感和新思想,具有鲜明的首创性特征,旨在通过自由探索产出从无到有的原创性成果^[4].因此,评审工作着重评议研究工作是否具有原始创新性,以及所提出的科学问题的重要性.评议的核心任务是对“原创性”的甄别,原创性有别于创新性.原创性是在创新性的基础上,强调了“人无我有”,原创研究的目标就是“从零到一”,其前提是准确找到“零”.严格地讲,每个受资助的项目都应该是“新”的,否则就是重复资助.原创性研究具有很强的不确定性,大气科学发展需要更多学者敢于挑战风险性较高、原创性较强的研究.

评价原创性必须要依托一个合理的参考系.大气科学的知识体系起始于气象学,早期以大气现象描述为主,伴随着数学、物理学、化学等基础学科(又称“母学科”)在气象研究中的广泛应用,逐步形成了大气动力学、大气物理学和大气化学等分支学科;进而随着分支学科间以及与其他学科的进一步融合,最终形成了相对独立和完整的大气科学知识体系.在这一背景下,大气科学研究的原创性是分层级的.最高层面上的原创性研究甚至能够影响数理化学等母学科的变革性发展.例如,20世纪60年代,气象学家洛伦兹发现混沌吸引子,提出“蝴蝶效应”,对非线性数学领域作出颠覆式贡献并进一步由自然科学领域延伸至社会科学领域.第二层面为地球科学层面,例如,20世纪50年代古气候学家基林在夏威夷观测大气中CO₂浓度变化,开创地球科学领域关注人类活动影响的全球气候变化研究,带动了大气科学、海洋科学、地球化学、地质学等学科的发展.第三层面为大气科学一级学科层面,例如,20世纪初皮叶克尼斯提出大气运动的原始动力方程组并开创挪威学派,标志着大气科学从数据描述走进科学时代.同理,原创性可继续细化至二级学科甚至三级学科层面(图1).

如果把整个科学体系比作森林,那么数理化学等母学科可以看成是所有学科门类的土壤;地球科学是扎根于母学科土壤中的一个生态群落,以地球系统各圈层联系为纽带和桥梁,有机衔接了大气科学、海洋科学、固体地球科学、地理科学等地球科学的诸多学科方向;大气学科的一至三级学科则构成了大气科学的基础框架,其中一级学科为“树干”,而二、三级学科为“分枝”.这个参考系的确立,明确了原创评价标准具有相对性.以“原始动力学方程组”的提出为例,其在大气学科一级学科层面上是原创的,但如果将其置于物理学层面,则是流体力学理论在大气科学中的应用与发展.在评价项目的原创性时将其放置在这一参考系中进行分析,即可根据原创性所依托的学科层面开展针对性的评议,从而大幅提升评审过程的可操作性.

1) 丁爱军. 大气科学近五年学科发展态势及基金资助情况调研与战略分析研讨报告, 2019

图1 基于大气学科特点的国家自然科学基金项目分类评审改革举措解读

Figure 1 Interpretation of the reform measures of the category-specific review of National Natural Science Foundation of China on the basis of atmospheric discipline characteristics

2.2 “聚焦前沿，独辟蹊径”

“聚焦前沿，独辟蹊径”类项目(简称前沿类项目)所要解决的科学问题源于世界科技前沿的热点、难点和新兴领域，且具有鲜明的引领性或开创性特征，旨在通过独辟蹊径取得开拓性成果，引领或拓展科学前沿^[4]。因此，评审关注的重点在于拟研究科学问题的重要性和前沿性，着重评议研究思想的独特性与拟取得研究成果的潜在引领性。不同于原创类项目的“人无我有”，前沿类项目关注的是“人有我优”和“人有我特”，即围绕已经存在的前沿，开展新颖性和独特性研究(图1)。

前沿类项目的评审过程中应当着重把握申请书的新颖性和挑战性，要特别警惕“蹭热点”的低水平项目。部分申请书同质化问题严重，选题未触及前沿方向的“硬骨头”，不具有挑战性，研究内容存在相对固定的模式，例如，采用已有的理论方法和他人的模型，研究类似的对象得出“不痛不痒”的结论。这样的项目可行性很高，申请人往往也具有“较好”的研究基础，但近年来的评审实践结果表明，不敢去挑战真正的学科前沿，而是靠走“捷径”来提高“产量”，已经越来越难以获得同行的认可。

2.3 “需求牵引，突破瓶颈”

“需求牵引，突破瓶颈”类项目(简称需求类项目)，所要解决的科学问题多源于经济主战场和国家重大需求，且具有鲜明的需求导向、问题导向和目标导向特征，旨在通过解决发展瓶颈背后的核心科学问题，促使基础研究成果走向应用^[4]。因此，评审工作重点关注研究工作的应用性特征，着重评议是否提出了技术瓶颈背后的基础科学问题，

以及所提研究方案的创新性和可行性。

传统观点将科研活动划分为基础研究、应用研究和试验发展三类，认为知识流往往从基础研究向应用研究和试验发展传递。从发展历史来看，大气科学与生俱来具有服务社会的基因，在基础研究-应用研究-试验发展的整个知识链上体现出科学服务社会的特点。例如，应用气象学最早始于农业气象学，随着经济和社会的发展，应用气象学的内涵不断丰富，相继出现海洋气象学、航空气象学、环境气象学、森林气象学、商业气象学等诸多新分支。因此，从开展气象研究到提供气象服务，提出基础研究的科学问题，进而将解决问题的方案传递至相关行业或企业并形成更新更好的产品，已成为气象事业发展的成熟模式(图1)。

随着科研范式的不断创新，基础研究、应用研究和试验发展三类活动之间的互动和非线性反馈显著增强，使得三者之间的融合越来越密切^[4]。大气科学研究的问题有时兼具三者的属性，如雷达气象学、卫星气象学等领域的项目申请，很难将其研究内容归结为三类中的某一类。此外，气象事业发展的国家重大需求已不再只是行业内部所关心的问题，以2020年大气学科面上项目申请为例，来自高等院校和中国科学院等研究机构的需求类项目申请数量已经超过了来自国家和地方气象部门的申请。针对需求类项目申请的新态势，在评审过程中需要特别注意甄别出真正的国家重大需求，并重点关注申请书是否准确凝练出需求背后的核心科学问题。

2.4 “共性导向，交叉融通”

“共性导向，交叉融通”类项目(简称交叉类项目)，所要解决的科学问题源于多学科领域交叉的共性难题，具有

鲜明的学科交叉特征,旨在通过交叉研究产出重大科学突破,促进学科知识融通发展为完整的知识体系^[4]。因此,交叉类项目的评审工作应着重评议研究工作的多学科交叉特征,以及跨学科研究对推动研究范式和学科方向发展的影响(图1)。

科学本身是个有机体系,本应是一个连续体。但人们为了研究方便,人为地将科学体系划分成若干相互联系的分支学科。作为一种理想模型,可以将这些分支学科视作知识体系的基底。不同基底之间存在正交或非正交的关系。科学问题的内涵往往跨越单一学科的知识范畴,解决这些问题显然需要基底间的耦合,这就是学科交叉必然存在的内在需求,该需求为学科间融合不断提供驱动力。有些传统学科在交叉融合过程中会被新兴学科所取代,甚至原本正交性很强的两个学科之间的界线也会变得模糊。

基于科学体系的“生态位”来看,大气科学对学科交叉有着强烈的内在需求。首先,大气科学渴望与数学、物理学、化学、生物学/生态学等母学科和信息、材料、航天等高技术深度交叉,从而不断获取源头创新动力。其次,由于大气圈层是地球系统最为活跃的圈层,与其他圈层存在强烈的物质、动量和能量的交换。现今大气科学的发展要求大气科学不仅要研究大气圈层内部研究大气现象的变化,若想提高天气预报和气候预测的准确率,实现从时间、空间和预报对象的无缝隙预报,还要从水圈(含冰冻圈)、岩石圈和生物圈(含智慧圈),甚至整个日地系统的角度探究大气变化的原因。因此,大气科学走向地球系统科学是学科交叉的必然结果。再以气候变化研究为例,气候变化问题已成为全球变化与可持续发展的约束性和核心问题,并由此衍生出和生命科学与医学、经济学与管理学等多个学科交叉的新兴领域(如健康气象、气候变化经济学等)。可以预期的是,学科交叉将使得大气科学在“生态文明”建设和构造“人类命运共同体”等事业中大有可为。

3 助推改革理念深入人心

任何改革从出台具体措施到发挥导向作用,必然有一定的滞后效应。为更好地使大气科学界深入理解分类评审的政策内涵,需要做好宣传工作。宣传的目的是尽快消除信息不对称,使科学界对新政策从好奇、犹豫、甚至质疑尽快转变为理解、接受直至积极参与,这关系到整个改革的成败。因此,宣传工作要注意以下三方面。

首先,应当积极发挥科学共同体(包括基金委工作人员、评审专家、依托单位科管人员、学术带头人和典型资助案例负责人等)的作用。基金委工作人员的优势重在改革政策的把握;项目评审专家则有专业上的指导优势,善于将评审政策与学科特点相结合;依托单位的科管人员

和学术带头人长于了解单位的实际情况和学术特色,可以将政策导向与本单位实际相结合;而典型案例的负责人往往能为科学界带来最具体、最鲜活的例子。

其次,宣传工作的受众不应局限于申请人,还要面向广大的评审专家队伍。其中,函评专家人数多,单位分布广,政策理解程度和学术水平差异也较大,而相对于申请人而言这部分群体的主动参与性又较低。对此,比较可行的办法是与基金委目前推行的“负责任、讲信誉、计贡献”的评审机制联系起来,以“责任感”调动同行评议专家的积极性,通过信誉和贡献档案,促使其公正履职,将分类评审的精神落到实处。

最后,既要发挥宣传的几何倍增效应,也要提供扁平化宣传平台。宣传的形式应当兼顾点面结合。对于以调研宣讲为代表的“点”,要注意参会人选的广泛代表性和传播性,理想的效果是参会人员不仅自身能够深入理解分类评审的改革精神,还能够积极将其传导或传播开来,达到“星星之火可以燎原”的效果。然而信息在传播的过程中往往会衰减和失真,因此,以扁平化的宣讲平台为代表的“面”也非常重要。在依托单位和广大学者的支持下,大气学科于2020年4月初尝试推出了“大气学科国家自然科学基金改革政策”宣讲网站,对于帮助申请人更好理解分类评审工作起到了积极的效果^[10]。

4 结语

科学基金改革是个有破有立的过程。“破”需要打破思维惯性的果断和勇气,若墨守于传统而不应势思变,短期内虽安逸,但长期必然陷于忧患。“立”则重在使新政策深入人心,前提是问题导向,提出针对性举措,使基础研究顺应科学发展的规律、满足服务时代发展的需求。

基金委将“鼓励探索,突出原创;聚焦前沿,独辟蹊径;需求牵引,突破瓶颈;共性导向,交叉融通”明确为新时代资助导向,既回应了国家和社会经济发展对基础研究所提出的新要求,也为应对科研范式变革及其引发的新一轮科技革命指明了未来的方向。结合大气学科特点,深入理解分类评审的政策内涵,是有效落实新时代科学基金资助导向的前提。大气科学界广大科研工作者已经强烈感受到了基金委改革的决心和信心。随着改革的持续推进,有充分理由相信,分类评审改革必将在大气科学界赢得更多理解和支持,大气科学基础研究的道路一定会越走越宽。尽管前路艰辛,但前途注定光明。

本文结合大气学科特点和发展需求,解读了分类评审的内涵;限于篇幅,具体的函评和会评过程及资助数据的分析,将另文发表。

致谢 感谢相关研讨会的咨询专家和大气学科评审组的专家们为分类评审改革献计献策;感谢国家自然科学基金委员会和地球科学部各级领导对大气学科分类评审工作的关心、指导和支持;感谢曾在大气学科工作的流动项目主任和兼聘老师为分类评审改革作出的贡献。

推荐阅读文献

- 1 Li J H. Building a science funding system for a new paradigm shift in science (in Chinese). *Bull Natl Nat Sci Found Chin*, 2018, 32: 345–350 [李静海. 构建新时代科学基金体系夯实世界科技强国根基. *中国科学基金*, 2018, 32: 345–350]
- 2 Liu Z, Ding A J, Zhang R H. Adjusting application codes and optimizing funding layout for the discipline of atmospheric sciences in the National Natural Science Foundation of China (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2020, 65: 1068–1075 [刘哲, 丁爱军, 张人禾. 调整国家自然科学基金申请代码, 优化大气学科资助布局. *科学通报*, 2020, 65: 1068–1075]
- 3 Bai C L. Make new contributions to thriving basic research (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2020, 65: 2931–2932 [白春礼. 为基础研究的繁荣发展作出新贡献. *科学通报*, 2020, 65: 2931–2932]
- 4 Li J H. Seizing the opportunity to promote the high quality development of basic research (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2019, 5: 586–596 [李静海. 抓住机遇推进基础研究高质量发展. *中国科学院院刊*, 2019, 5: 586–596]
- 5 National Natural Science Foundation of China. National Natural Science Fund Guide to Programs 2019 (in Chinese). Beijing: Science Press, 2019. 316 [国家自然科学基金委员会. 2019 年度自然科学基金项目指南. 北京: 科学出版社, 2019. 316]
- 6 Ke J P. Keeping reform as the internal nature of science fund (in Chinese). *China Sci Daily*, 2019, 2: 14 [柯金平. 永葆科学基金改革本色. *中国科学报*, 2019, 2: 14]
- 7 Liu Y H, Gao Z Y, Hao Y N, et al. Analysis of scientific issues attributes distribution and suggestions under the funding categories of NSFC in the new era (in Chinese). *Bull Natl Nat Sci Found Chin*, 2019, 5: 508–514 [刘益宏, 高阵雨, 郝艳妮, 等. 新时代国家自然科学基金资助导向下项目科学问题属性分布现状梳理及有关思考. *中国科学基金*, 2019, 5: 508–514]
- 8 Li J H. Deepen the reform of the National Natural Science Fund to play the fundamental and leading role in the national innovation system (in Chinese). *Bull Natl Nat Sci Found Chin*, 2019, 3: 209–214 [李静海. 全面深化科学基金改革更好发挥在国家创新体系中的基础引领作用. *中国科学基金*, 2019, 3: 209–214]
- 9 Mu M, Fu C B, Chen D K, et al. Suggestions of academicians of Chinese Academy of Sciences—Suggestions on deepening the reform of science and technology system, and vigorously supporting the weak disciplines of earth science which are indispensable to the national strategic needs (in Chinese). Working Bureau of Academic Department of Chinese Academy of Sciences, 2019 [穆穆, 符淙斌, 陈大可, 等. 中国科学院院士建议——关于深化科技体制改革, 大力扶持国家战略需求不可或缺的地球科学薄弱学科的建议. 中国科学院学部工作局, 2019]
- 10 He J J, Guo Y C, Liu Z, et al. A brief analysis of project evaluation and funding achievements in the field of atmospheric science in 2020 (in Chinese). *Adv Earth Sci*, 2020, doi: 10.11867/j.issn.1001-8166.2020.093 [何建军, 郭郁葱, 刘哲, 等. 2020 年度大气科学领域项目评审与资助成果简析. *地球科学进展*, 2020, doi: 10.11867/j.issn.1001-8166.2020.093]

Summary for “基于大气科学学科发展特点, 解读项目分类评审改革新举措”

Category-specific evaluation reform by the National Natural Science Foundation of China benefits the basic research of atmospheric sciences: A policy interpretation

Zhe Liu^{*}, Jianjun He & Yucong Guo

Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China

^{*} Corresponding author, E-mail: liuzhe@nsfc.gov.cn

With the boom of a new round of scientific and technological revolution, the National Natural Science Foundation of China (NSFC) has launched the Reform Initiatives in a bid to establish a leading science funding system that is guided by advanced concepts, equipped by a well-established mechanism and operated in a fair and efficient manner. To achieve these goals, the NSFC has identified the funding guidance for the new era, which can be summarized in the following four categories: Funding creative and timely ideas to achieve excellence in science, focusing on the frontiers of science in unique ways to lead the cutting edges, supporting application-driven basic research to enable breakthroughs, and encouraging transdisciplinary leading-edge research to promote convergence. In short, these four categories can be abbreviated as C1, C2, C3 and C4, respectively.

The four categories correspond to the NSFC's four functions. C1 stresses on the “incubator” function. It is researchers' inspirations and creativities that “incubate” scientific hypotheses. The NSFC highlights their free and initiative exploration that is likely to produce original results from scratch. C2 focuses on the “tractor” function. Based on the existing unsolved problems, new science questions are presented, and the answers to these questions are proposed by overcoming obstacles with unique means, including improved methodologies, technologies and theories. The NSFC aims to support the proposals with pioneering endeavours so as to facilitate cutting-edge development. C3 emphasizes the “driver” function. Science questions tend to be application-driven, problem-driven and goal-driven. Therefore, the NSFC encourages applicants to not only tackle the basic scientific issues behind the technical bottlenecks, but also to convert the research results into applicable practices. C4 underlines the “multiplier” function. Since the nature of science questions is cross-disciplinary, the NSFC is committed to promoting the synergy and convergence of knowledge systems through multi-discipline research.

In 2019, the discipline of atmospheric sciences (DAS) was selected as a reform pilot by the NSFC. Facing atmospheric sciences transforming from “traditional meteorology” into “Earth system science”, the DAS has provided interpretations of the above four categories of funding guidance. Regarding C1, levels of originality are regarded as the criterion for the measurement of creativity to open up new frontiers. A reference system was established by the DAS to evaluate originality on five levels, i.e., “motherdisciplines” (the basis of science, e.g., mathematics, physics and chemistry), geosciences, and the first level, the second level and the third level of atmospheric sciences. Regarding C2, the DAS encourages applicants to provide answers to challenging questions targeting the global science frontiers of atmospheric sciences and related areas with novel data/methods/technologies/theories. Regarding C3, the DAS is committed to solving the basic scientific problems deeply rooted in the development of the meteorological industry so as to serve the main economic battlefield, strive to fulfill the significant needs of the country and benefit people's lives and health. Regarding C4, the DAS promotes trans-, cross-, inter-, and multi-disciplinary studies, not only to extend the knowledge chain of traditional meteorology, but also to generate new research paradigms for common fields.

The above interpretation lays a solid foundation for the implementation of the category-specific review. It can be expected that such reform measures will be adopted for the funding process covering a wider scope of proposals in the recent future.

National Natural Science Foundation of China, funding guidance in the new era, category-specific evaluation, atmospheric sciences, Earth system sciences

doi: 10.1360/TB-2020-1444