

DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2024081401

王维懿, 庄乾坤. 近十年环境化学学科国家自然科学基金资助与趋势分析[J]. 环境化学, 2024, 43(9): 2873-2880.

WANG Weiyi, ZHUANG Qiankun. Funding and trends analysis of National Natural Science Foundation of China in the field of environmental chemistry over the past decade[J]. Environmental Chemistry, 2024, 43 (9): 2873-2880.

近十年环境化学学科国家自然科学基金资助与趋势分析*

王维懿¹ 庄乾坤²**

(1. 江南大学研究生院, 无锡, 214122; 2. 国家自然科学基金委员会化学科学部, 北京, 100085)

摘要 本文基于国家自然科学基金环境化学学科的项目申请与资助数据, 系统分析了该学科 2014—2023 年在资助总量、经费流向、研究热点等方面的趋势与变化, 主要研究发现: ①申请数增速超过资助数增速, 导致资助率从 2014 年的 27.9% 降至 2023 年的 18.6%, 反映科研竞争日益激烈. ②自由探索类项目资助经费在学科资助总经费中的占比从 80.0% 降至 55.2%, 重点类和人才类项目资助经费占比则显著增加, 显示出环境化学学科越发重视具有战略性和高创新潜力的研究. ③环境分析化学和水污染控制化学等领域的资助经费呈增长趋势, 资助数也较高, 反映其与当前社会需求的密切关联. ④污染物处理和环境监测是环境化学领域中的核心问题, 科研人员正通过应用纳米技术研发新材料, 来提高污染控制的效率并促进环境污染修复. 本研究不仅为环境化学学科的未来发展提供了数据支持, 也为相关科研人员选择研究方向、制定项目申请策略提供了有益的参考.

关键词 国家自然科学基金, 环境化学, 研究热点, 资助分析, 资助管理与政策.

中图分类号 X-1; O6 文献标识码 A

Funding and trends analysis of National Natural Science Foundation of China in the field of environmental chemistry over the past decade

WANG Weiyi¹ ZHUANG Qiankun²**

(1. Graduate School, Jiangnan University, Wuxi, 214122, China; 2. Department of Chemical Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing, 100085, China)

Abstract Based on the project application and funding data from 2014 to 2023 in the environmental chemistry discipline of the National Natural Science Foundation, this paper systematically analyzes the trends and changes in aspects such as total funding, funding distribution, and research hotspots. The main findings are as follows: ① The funding rate is decreased from 27.9% in 2014 to 18.6% in 2023, due to the growth rate of applications has exceeded that of funded projects, reflecting the increasingly fierce competition in the scientific research. ② The funding proportion of the free exploring projects in the total funding of the discipline is decreased from 80.0% to 55.2%, while the funding proportion of the key and talent projects is significantly increased, indicating the growing emphasis on the strategically significant and highly innovative research. ③ For the environmental analytical chemistry and water pollution control chemistry, not only the funding support is increased, but also the number of funded projects is high. It is indicated these field are closely related with the current demand of the society. ④ The pollutant treatment and the

2024 年 8 月 14 日收稿(Received: August 14, 2024).

* 江苏高校哲学社会科学研究重大项目 (2019SJZDA073) 资助.

Supported by the Major Project of Philosophy and Social Science Research of Jiangsu (2019SJZDA073).

** 通信联系人 Corresponding author, E-mail: zhuangqk@nsfc.gov.cn

environmental quality monitoring are the core issues for the environmental chemistry. Researchers are developing new materials through the nanotechnology to enhance the efficiency of pollution control, and then to promote the environmental remediation. In general, this study not only provides reasonable support for the future development of environmental chemistry discipline, but also offers useful references for researchers to choose the research direction and optimize the strategies of project application.

Keywords National Natural Science Foundation of China, environmental chemistry, research hotspots, funding analysis, funding management and policy.

国家自然科学基金是我国支持基础研究的主渠道,对科学研究的支持起着至关重要的作用. 随着全球环境问题变得日益严峻,环境化学学科的研究不仅关系到环境保护,更直接影响到社会可持续发展的战略需求. 因此,深入分析国家自然科学基金在环境化学领域的资助趋势,对理解资助政策的实际影响与科研导向具有重要意义.

环境化学是环境科学的核心领域,其核心研究内容包括污染物的检测、化学与物理性质分析,以及这些污染物在空气、水体、土壤、固废和生物体等环境介质中的迁移与转化过程,涉及到污染物的源头分析、迁移转化机制、环境行为及其生态和人体健康效应等多方面的研究. 随着工业化和城市化进程的加快,环境化学问题的复杂性日益增加,解决这些问题的迫切性也在不断提高. 因此,掌握环境化学学科的发展趋势,特别是通过资助数据反映的研究热点和方向,对科研人员和政策制定者均有重要意义.

本研究旨在通过分析 2014 年至 2023 年间国家自然科学基金在环境化学领域的资助总量、经费流向、研究热点等方面的趋势与变化,探索不同项目类型和资助领域的现状,以及通过主题热词分析了解当前的研究焦点和趋势. 这不仅能提供对环境化学学科发展动态的深入理解,而且能为未来的资助政策提供数据支持,并为环境化学领域的科研人员提供有益的参考,推动环境化学学科的健康发展和科技创新.

1 资助总量分析(Analysis of total funding)

环境化学学科在 2014 至 2023 年间的申请与资助总体情况,包括项目申请数、资助数以及资助经费等,如图 1 所示. 这些数据揭示了环境化学学科的科研活动趋势以及资助思路的调整.

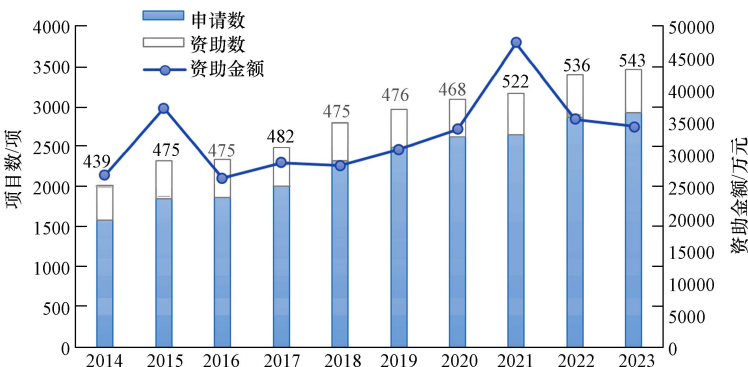


图 1 2014—2023 年环境化学学科的申请与资助规模分析
Fig.1 Analysis of application and funding size in environmental chemistry from 2014 to 2023

项目申请总数从 2014 年的 1573 项增加至 2023 年的 2923 项,年均增长率为 7.1%,这反映了环境化学领域研究队伍快速稳定增长的趋势.

资助总数从 2014 年的 439 项逐步增至 2023 年的 543 项,年均增长率为 2.4%. 资助数增幅在 2021 年最大,达到 11.5%,主要得益于重点类项目的数量显著增加,使得资助经费也显著提高. 从 2021 年起,资助总数稳定在 500 项以上,显示出环境化学领域的持续发展.

资助率从 2014 年的 27.9% 逐年下降至 2023 年的 18.6%。资助率下降趋势表明, 虽然资助数有所增加, 但申请数的增加速度更快, 导致获得资助的竞争更为激烈。资助率的下降反映了科研人员面临的资金获取难度正在增加。

资助经费从 2014 年的 2.67 亿元增加至 2023 年的 3.44 亿元, 年均增长率为 2.9%。资助经费整体呈上升趋势, 在 2021 年达到 4.75 亿元的峰值。资助经费的波动性较大, 其中, 2021 年的增长率高达 39.9%, 而 2016 年则经历了-29.5% 的急剧下降。这种波动主要源于环境化学学科在基金委重大类别项目中的竞争力。比如, 2015 年资助经费的显著增加是因为新启动的一项国家重大科研仪器研制项目和另一项重大项目, 资助经费分别为 7530 万元和 1698 万元, 合计 9228 万元。2021 年的资助经费也因新立项的一项基础科学中心项目和两项重大项目而达到 9000 万元, 引起了当年及随后年份经费增幅的大幅波动。这些变化反映了环境化学学科竞争力的不断增强以及对国家重大需求的快速响应。

2 项目类型分析(Analysis of project type)

本节将深入分析 2014 至 2023 年间不同类型项目的资助经费及其在总经费中的占比。为了叙述的简洁, 本文将国家自然科学基金的项目类型进行归类与简化, 分为以下三类: 1) 自由探索类项目, 包括面上项目、青年基金和地区基金, 这些项目允许申请者自由申请、自拟题目、自主研究, 是国家自然科学基金的核心部分。2) 重点类项目, 涵盖重点项目、重大项目、重大研究计划、国际合作研究、联合基金、创新研究群体、专项、仪器项目以及基础科学中心项目, 这些项目聚焦国家的重大需求和关键科研领域, 通常具有较高的资助强度。3) 人才类项目, 包括国家杰出青年科学基金和国家优秀青年科学基金(以下简称为杰青和优青)项目和外国学者研究基金等, 专门支持具有显著贡献或潜力的研究者和研究团队, 旨在推动科研创新和高层次人才的培养。

在过去十年中, 自由探索类项目的资助数增加了 19.5%, 在 2023 年达到 479 项, 但其资助总经费金额下降了 11.1%。其中, 青年科学基金的资助强度从每项 20—25 万元增至 30 万元, 而面上和地区基金的资助强度不断下降, 这使得自由探索类项目资助经费在学科资助总经费中的比例显著下降, 从 80.0% 显著降至 55%, 如图 2 所示。

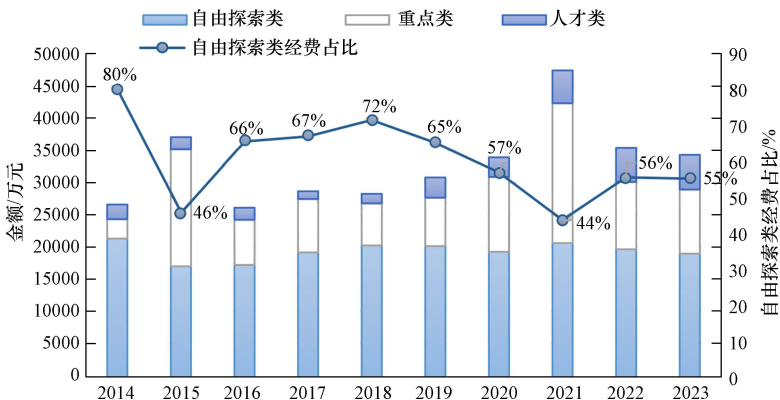


图 2 环境化学学科不同类型项目的经费与占比分析

Fig.2 Analysis of funding and proportion by project type in environmental chemistry

与此同时, 重点类项目的资助数增长了 138.9%, 在 2023 年达到 43 项, 其资助经费更是增加了 230.8%。人才类项目的资助数也增长了 75.0%, 在 2023 年达到 21 项, 其资助经费增幅为 141.0%。这使得重点类和人才类项目资助经费占学科总经费的比例分别从 11.3% 和 8.4% 上升到 29.1% 和 15.7%。

重点类和人才类项目资助经费的显著增加, 表明学科在积极支持并争取具有重大战略意义和高创新潜力项目方面取得成功。这种策略转变旨在通过集中资源支持有望产生突破性成果的研究, 从而更有效地推动科技进步并应对国家面临的重大环境挑战。

2.1 自由探索类项目

自由探索类项目, 包括青年基金、面上项目和地区基金, 在 2014 至 2023 年间, 这三类项目的申请数持续增长, 年均增长率分别为 6.1%、6.9% 和 5.6%。与此同时, 这些项目的资助数增长较为缓慢, 年均

增长率分别为 1.0%、3.0% 和 1.9%. 这导致资助率的普遍下降, 如图 3 所示, 到 2023 年这三类项目的资助率分别从 29.3%、28.9% 和 22.4% 降至 18.8%、20.8% 和 16.3%. 这一趋势反映出研究队伍不断扩大、资助竞争日益激烈, 同时也提示申请人在准备项目申请时需要高度关注研究内容与研究目标, 以适应日益增长的竞争压力和资助环境的变动.

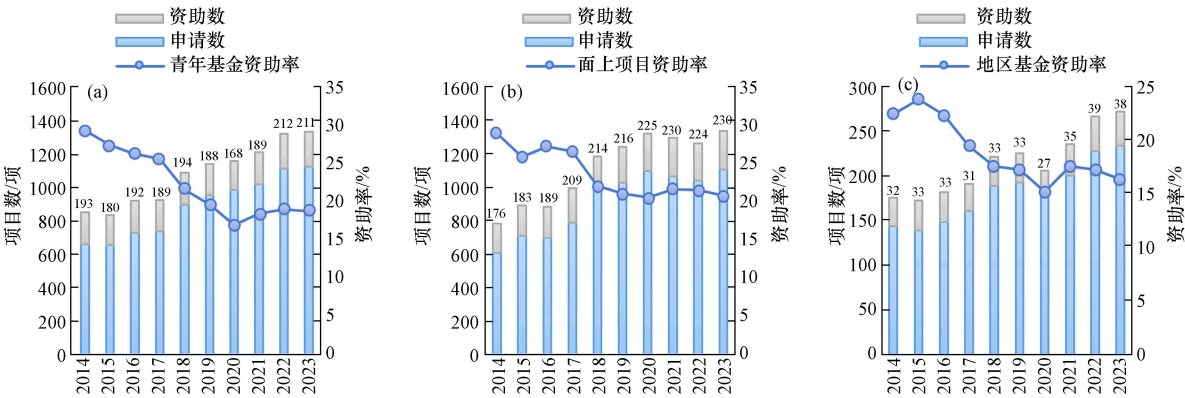


图 3 青年基金(a)、面上项目(b)和地区基金(c)资助概况

Fig.3 Overview of the funded youth projects (a), general projects (b) and regional projects (c)

在资助强度方面, 青年科学基金项目当前采用经费包干制, 单项资助经费从 2014 年的 25 万元增加到 30 万元. 这一增长不仅体现了基金委对青年科研人才的重视, 也是对早期职业科研人员研究潜力的积极投资. 与此同时, 面上项目和地区基金的单项资助金额有所下降, 从 2014 年的 85 万元和 50 万元分别降至 2023 年的 50 万元和 32 万元. 当然, 资助经费降低的一个重要原因是间接经费不再包含在资助金额中.

2.2 重点类项目

重点类项目中具有一定申请和资助规模的项目类型包括重点项目、联合基金和专项项目. 这三类项目在 2014 至 2023 年间呈现出不同的增长态势, 如图 4 所示. 重点项目的申请数和资助数相对稳定, 资助率自 2019 年以来逐步提高, 在 2023 年达到相对最高 25.0%. 联合基金项目在 2018 年实施新时期联合基金资助体系, 包括区域创新发展联合基金和企业创新发展联合基金等, 这一举措显著促进了申请数和资助数的快速增加. 2018 年至今, 平均资助率为 23.8%. 专项项目自 2020 年推出以来, 申请数和资助数迅速增长, 显示出对研究者的较大吸引力. 资助率从最初的 50.0% 下降到 13.1%, 表明越来越多科研人员对专项项目的重视.

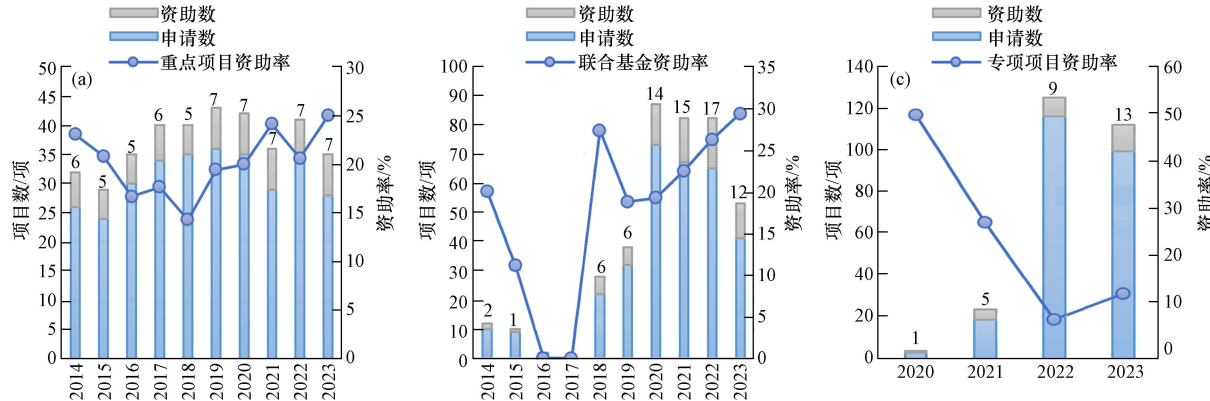


图 4 重点项目(a)、联合基金项目(b)和专项项目(c)资助概况

Fig.4 Overview of the funded key projects (a), joint projects (b) and special projects (c)

在资助强度方面, 重点项目的单项资助经费从 2014 年的 350 万元降至 2023 年的 230 万元(部分原因是 2015 年起公布的项目资助经费仅包含直接经费, 未包含间接经费, 资助期限通常为 5 年. 相比之下, 联合基金重点支持项目的单项资助经费稳定在 260 万, 资助期限通常是 4 年. 此外, 专项项目的单项资助经费 80—260 万元不等, 资助期限为 2 年至 4 年.

近年来,基金委积极推动联合基金的发展,引导科研人员围绕产业发展中的紧迫需求和核心科学问题进行研究. 鉴于联合基金项目的资助强度较高、资助数较多,研究人员应考虑积极申请,开展跨部门、跨区域的合作,响应国家战略需求. 这不仅有助于国家和区域的科技进步与社会发展,也将提高研究的影响力和科研成果的实际应用性.

2.3 人才类项目

人才类项目中以杰青和优青项目最具规模. 这两类项目的申请数均呈明显增长态势,杰青项目的申请数从 2014 年的 29 项增至 2023 年的 67 项,资助数增至 7 项,而优青项目的申请数从 52 项增至 103 项,资助数增至 12 项. 尽管申请数不断增加,但资助数的增长相对缓慢,使得这两类项目的资助率维持在较低水平. 杰青项目的资助率在 7%—10% 之间,优青项目则在 8%—12% 之间波动,如图 5 所示,反映出激烈的竞争和较高的申请难度.

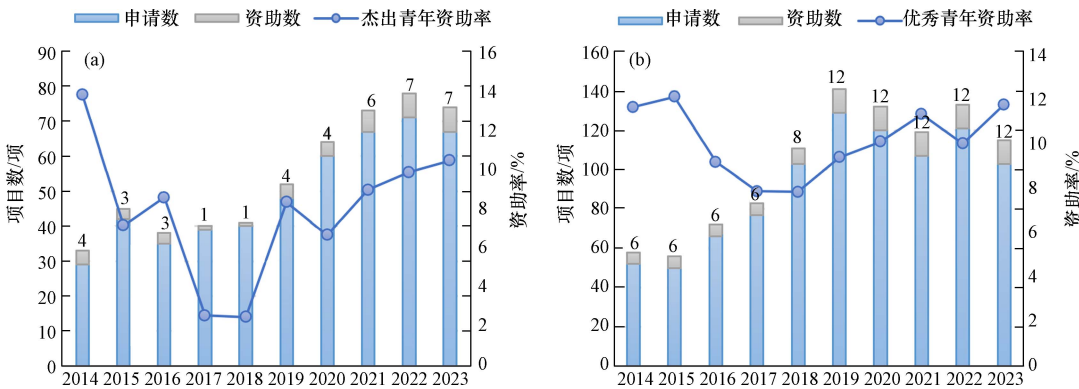


图 5 杰青项目(a)和优青项目(b)资助概况

Fig.5 Overview of the funded distinguished young scholar projects(a) and excellent young scholar projects(b)

在资助强度方面,自 2019 年起,杰青项目开始实行经费包干制,优青项目则从 2021 年起采用同样的制度. 具体而言,杰青项目的资助经费为 400 万元,而优青项目则为 200 万元. 经费包干制的引入简化了资金管理流程,并赋予了科研人员更大的自主权,使他们可以根据项目实际需求灵活调配资金,有效应对科研过程中不可预见的变化.

2019 年开始,杰青项目的资助数量从 200 项增至 300 项,优青项目则从 400 项增至 600 项. 此外,2024 年杰青项目进行了重大改革,包括对资助期满的项目进行分级评价,并从中择优选出不超过 20% 的优秀项目给予第二个五年的滚动支持,资助额提高至 800 万元. 在第二个资助期满后,再择优选出不超过 50% 的项目给予第三个五年 1600 万元的资助. 通过十五年累计资助近 3000 万元,集中资源以培养和造就高水平的领军人才.

这些改革举措体现了基金委对优秀科研人才的长期支持与承诺,目的在于推动科学研究的深入发展并响应国家战略科技需求. 这些政策变化为相关申请人提供了明确的资助路径,鼓励他们投身于长期且具有战略意义的研究项目. 因此,在准备申请材料时,申请人应仔细评估其研究方向和项目规划,并展示其独立研究能力以及在学术领域的深厚积累与显著贡献. 这样不仅能够增强申请项目的竞争性,还能确保申请与基金委的资助理念和国家科技战略相符合,共同推动科学前沿的进步.

3 资助领域分析(Analysis of funding areas)

本节分析了 2014 至 2023 年间环境化学学科在各申请代码下的资助经费及变化趋势,并统计了最近三年面上项目和青年基金在各申请代码下的资助情况. 通过对长期资助经费趋势的分析与近期资助数据的详细考察,旨在揭示科学前沿的动态调整与趋势. 这些数据对科研人员在选择研究方向和准备申请时具有较高的参考价值,有助于他们更精准地把握资助趋势,优化申请策略.

2014 至 2023 年间环境化学学科在各申请代码下的资助经费及变化趋势,如图 6 所示,结果显示有 5 个申请代码的资助经费呈增长趋势,另有 3 个申请代码的资助经费有所下降,反映出环境化学学科研究重点的演变及科学前沿的动态调整.

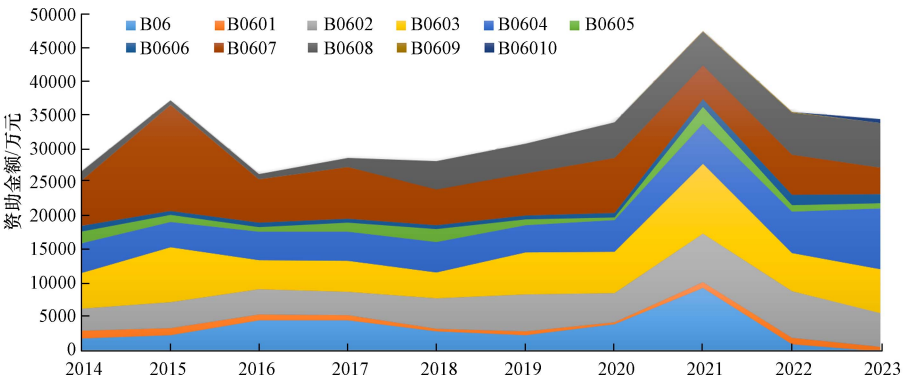


图 6 环境化学学科资助总经费在不同申请代码上的分布分析

Fig.6 Analysis of total funding distribution across different application codes in environmental chemistry

资助经费呈增长趋势的 5 个申请代码包括：环境分析化学(B0602)、大气污染与控制化学(B0603)、水污染与控制化学(B0604)、固废污染与处置化学(B0606)和放射化学与辐射化学(B0608). 环境分析化学(B0602)的资助经费年均增长率为 4.8%, 凸显了其在解决环境问题和提升环境质量方面的关键作用. 大气污染与控制化学(B0603)、水污染与控制化学(B0604)以及固废污染与处置化学(B0606)的资助经费年均增长率分别为 2.4%、8.2% 和 5.3%, 显示随着城市化加速和工业活动增加, 对这些领域的研究关注持续上升. 放射化学与辐射化学(B0608)的资助经费显著增长, 年均增长率达到 19.4%. 这反映了国家对核安全和辐射防护的加强与重视, 还体现了放射化学技术在精确医疗、环境监测及放射性物质处理等领域的广阔应用前景.

资助经费有所下降的 3 个申请代码包括：理论环境化学(B0601)、土壤污染与控制化学(B0605)和环境毒理与健康(B0607), 其资助经费的年均增长率分别为 -5.3%、-8.9% 和 -5.8%, 反映了这些领域的研究队伍已相对成熟. B06 是环境化学学科的一级代码, 涵盖广泛的学科领域, 其资助经费通常关联重点类项目. 近年来, 资助经费的减少主要是由于项目申请需准确选择研究领域. 代码的细分不仅有助于提高项目与研究领域对应性, 还便于指派评审专家.

新设的申请代码, 如生物安全与防护化学(B0609)和污染物界面化学行为(B0610), 虽然资助数较少, 但显示出基金委对这些新领域的关注和支持, 预示着未来的研究潜力.

为了进一步理解资助经费变化背后的当前研究动态, 本文统计了 2021 年至 2023 年近三年内环境化学学科面上项目和青年基金在各申请代码下的平均资助数和资助率, 如图 7 所示, 这些数据揭示了近期资助项目的分布情况.

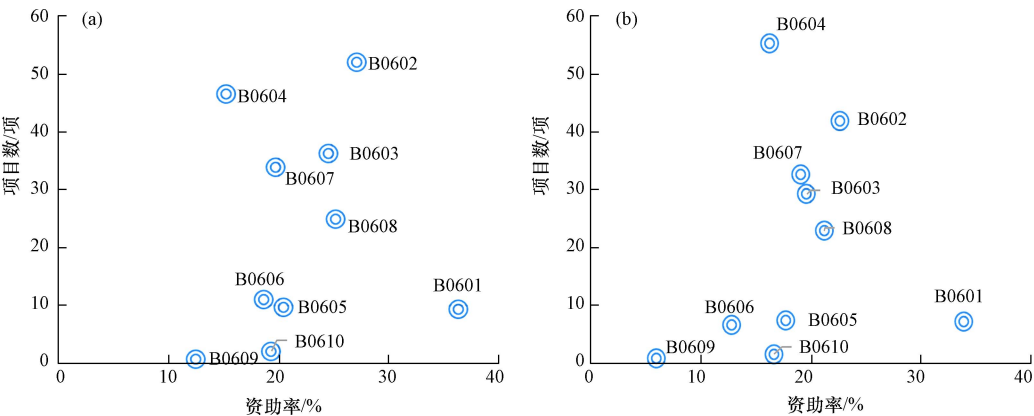


图 7 面上项目(a)和青年基金(b)在各申请代码下的资助数与资助率

Fig.7 Funding number and rate for general projects(a) and youth projects(b) by application code

结果显示, 在环境分析化学(B0602)、水污染控制化学(B0604)领域的平均资助数最高, 均在 40 项以上, 凸显了环境分析化学在环境化学学科中具有较高的研究活跃度, 同时反映了当前水污染问题的严重性和对解决方案的迫切需求.

此外, 在环境毒理与健康(B0607)、大气污染与控制化学(B0603)和放射化学与辐射化学(B0608)领域的资助项目也均超过 20 项, 反映出社会对健康相关环境问题、大气质量改善及核安全和辐射防护技术的需求及对公共健康影响的重视。

综上, 上述资助趋势揭示了环境化学学科内各研究领域的发展态势, 并为申请人选择研究方向、制定项目申报策略提供了重要的视角. 科研人员在选择研究主题时可以优先考虑资助经费增长且资助机会更多的领域. 因为这些领域不仅满足当前社会的迫切需求, 从事这些研究也将显著提升工作的社会影响力. 同时, 新兴领域如生物安全与防护化学虽资助较少, 但未来有良好的研究潜力, 值得关注. 对于资助经费有所减少的领域, 研究人员可能需要探索新的研究范式的变革.

4 主题热词分析(Analysis of hot topic keywords)

为了深入了解环境化学学科的研究热点, 本节对 2021—2023 年获资助的 1600 项项目的名称进行了热词分析. 剔除非实词以及“研究”、“机制”、“机理”等不直接反映研究主题的语词后, 挖掘出的热词如图 8 所示, 这些热词不仅反映了环境化学学科的研究焦点, 也揭示了当前科研的主要研究方向和进展.

分析结果显示, “污染物”(85 次)和“有机”(82 次)的高词频率显著地标示了学术界对有机污染物的极大关注, 涵盖了工业化学品、农药、药物残留以及其它来源的化学物质, 这些都是当前环境管理中的主要挑战. 此外, “调控”(81 次)的频繁提及强调了环境调控手段在环境保护和污染处理中的核心作用. 同时, “环境”(62 次)和“催化”(56 次)的高频出现进一步强调了对环境整体状况的关注以及催化技术在污染处理中的应用. 此外, “降解”(55 次)和“氧化”(51 次)的较高词频指向了污染物的化学处理方法, 特别是在有效降解和转化环境中有害物质方面的研究.



图 8 2021—2023 年环境化学学科资助项目主要研究热点关键词分析

Fig.8 Analysis of main research hot keywords in the funded projects of environmental chemistry from 2021 to 2023

从研究热点来看, 主要集中在两个方面: 首先是污染控制与管理, 关键词如“污染物”、“有机”、“催化”、“降解”和“氧化”等凸显了通过化学方法有效处理和控制在环境污染的研究重点; 其次是材料开发, 诸如“纳米”、“材料”和“催化剂”等词频的高出现率表明了在新材料方面的创新, 这些材料主要用于提升污染物处理效率和促进环境修复.

在方法和技术层面, 分析与检测技术(诸如“检测”、“分离”、“识别”和“监测”等关键词的频繁使用)在环境化学研究中占有重要地位, 对于精确识别和量化环境污染至关重要. 同时, 先进材料和技术(尤其是纳米技术)的应用不仅提升了环境处理效率, 也推动了新材料的开发, 这表明科研人员在追求高端环境科学技术的同时, 也致力于实际应用创新.

总体而言, 这些热词不仅揭示了环境化学研究的重点领域, 如污染物的处理和环境质量的监测, 还反映了研究方法和技术的进步. 此外, 研究的多样性和复杂性表明科研人员正致力于从分子到系统层面理解和解决环境问题. 这些趋势和发展对科学进步至关重要, 同时也对制定有效的环境政策和实现可持续发展目标提供了支持. 对于本领域的学者把握学科研究热点和趋势具有重要参考.

5 总结与展望(Summary and outlook)

本研究全面回顾了 2014 至 2023 年间环境化学学科国家自然科学基金的资助总量、项目类型、资助领域以及主题热词等, 揭示了该学科在资助策略和研究热点方面的主要趋势与变化.

资助总量分析显示项目申请数和资助数均呈增长态势, 但申请数的增幅超过资助数的增幅, 这使

得资助率从 2014 年的 27.9% 降至 2023 年的 18.6%, 表明科研人员获得资助的难度增加. 资助总经费受重点类项目启动周期影响, 具有一定的波动性, 在 2021 年达到 4.75 亿元的峰值.

项目类型分析发现自由探索类项目的资助数量增加, 但资助经费却有所下降. 其中, 青年科学基金的资助强度增加, 而面上和地区基金的资助强度降低, 这导致自由探索类项目资助经费在学科资助总经费中的占比从 80.0% 下降至 55.2%. 与此同时, 重点类和人才类项目的资助数和资助经费均有增加, 显示出环境化学更倾向于支持具有战略意义和高创新潜力的研究. 在 2018 年实施新时期联合基金资助体系后, 联合基金项目的申请数和资助数均快速增加, 鉴于该类项目的资助强度较高、资助数较多, 研究人员应考虑积极申请. 杰青和优青项目从实行经费包干制、提升资助强度、增加资助数到后期滚动支持均体现了基金委对优秀科研人才的长期支持与承诺, 鼓励申请人投身于长期且具有战略意义的研究项目中.

资助领域分析显示如环境分析化学、水污染控制化学等领域的资助经费呈增长趋势, 表明这些领域与当前社会需求紧密相关. 最近三年面上项目和青年基金在各申请代码的资助数据进一步呈现了在环境分析化学、水污染控制化学等领域的资助数相对较高, 具有较高的研究活跃度. 上述资助趋势揭示了环境化学学科内各研究领域的发展态势, 并为申请人制定未来的项目申请策略和选择研究方向提供了重要的视角.

主题热词分析揭示了污染物处理和环境监测是环境化学领域中的核心问题, 涉及工业化学品、农药、药物残留等关键环境挑战. 环境化学研究者正在积极探索新的化学方法来有效处理和控制环境污染. 新型材料的开发和技术创新, 尤其是纳米技术的应用, 正在推动环境化学领域的进步, 提高污染物处理效率并促进环境修复.

未来环境化学的研究应更加关注与全球环境挑战相关的战略性项目, 并鼓励采用创新技术和跨学科方法来解决这些问题, 如大数据和人工智能, 将是未来研究的重要方向. 同时, 为了应对研究的日益复杂性, 强化国际合作和多学科交叉将成为科研人员获得资助和扩大研究影响的重要策略.