

· 管理纵横 ·

基于专家智慧的国家自然科学基金 学科申请代码体系调整研究

刘 扬¹ 郑知敏² 杨晓光³ 赵晓丽^{1*}

1. 中国石油大学(北京)经济管理学院,北京 102249

2. 国家自然科学基金委员会 计划局,北京 100085

3. 中国科学院 数学与系统科学研究院,北京 100190

[摘要] 随着科学的发展,特别是新兴学科和交叉学科的不断涌现,科研工作者对基金申请代码管理体系提出了更高的要求。本文通过双清论坛和国家自然科学基金委员会后评估会议向国家自然科学基金领域的资深专家发放问卷,并进行统计分析,集结专家关于申请代码调整的智慧,对代码本身的设置、代码使用的优化以及代码调整的流程进行了分析。研究发现:(1)专家普遍期望代码有更高的包容度,这体现在内涵更宽泛、调整周期更短以及为新学科发展预留更多空间的代码设置原则等方面;(2)在代码使用问题最突出的交叉学科领域,专家希望国家自然科学基金委员会对交叉学科代码的设置能适应并引领学科部深度融合的发展趋势,并希望代码设置能够体现交叉学科理论创新与应用创新发展需求;(3)由于代码调整流程影响着代码调整的科学合理性,本文在最后总结归纳了专家给出的三种流程设计方案。

[关键词] 申请代码;国家自然科学基金;专家智慧

国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)是国家支持基础科学研究的重要政府资助机构,申请代码体系是其资助工作中的重要内容。恰当的申请代码,有助于把申请书报送到合适的科学部,由合适的项目主任,分配至合适的专家,有助于精确判断申请书的科学价值,发现和甄别优秀的项目,推动我国自然科学的发展。此外还可以通过申请代码的调整推动学科均衡可持续发展^[1]。

自然科学基金委目前共设数理、化学、生命、地球、工程与材料、信息、管理、医学等8个科学部,科学部下共设92个一级学科代码和1086个二级学科代码(如图1所示)。最近一次较大规模的代码调整与修订是在2006年,修订后的申请代码体系运行了10余年,有效地提高了基金管理效率。近几年,随着学科研究的不断深入,科学发展日新月异,新兴学科不断涌现,学科不断交叉融合。部分科学部进行



赵晓丽 中国石油大学(北京)经济管理学院教授,博导,低碳经济与政策研究中心主任;研究领域:能源经济及管理,节能减排政策,环境管制与可持续发展。主持国家自然科学基金重点项目1项、面上项目4项,国家社会科学基金1项。发表学术论文100余篇;SSCI/SCI检索30余篇, JCR一区26篇,ESI高被引2篇, CSSCI检索16篇。获5项省部级奖,3项排名第一;兼任“双法”学会统筹分会副理事长,中国系统工程学会能源资源系统工程分会秘书长等职。



刘扬 中国石油大学(北京)经济管理学院,管理科学与工程专业,博士研究生。

收稿日期:2019-07-06;修回日期:2020-02-25

* 通信作者,Email:email99zxl@vip.sina.com

本文受到国家自然科学基金项目(J1824004)资助。

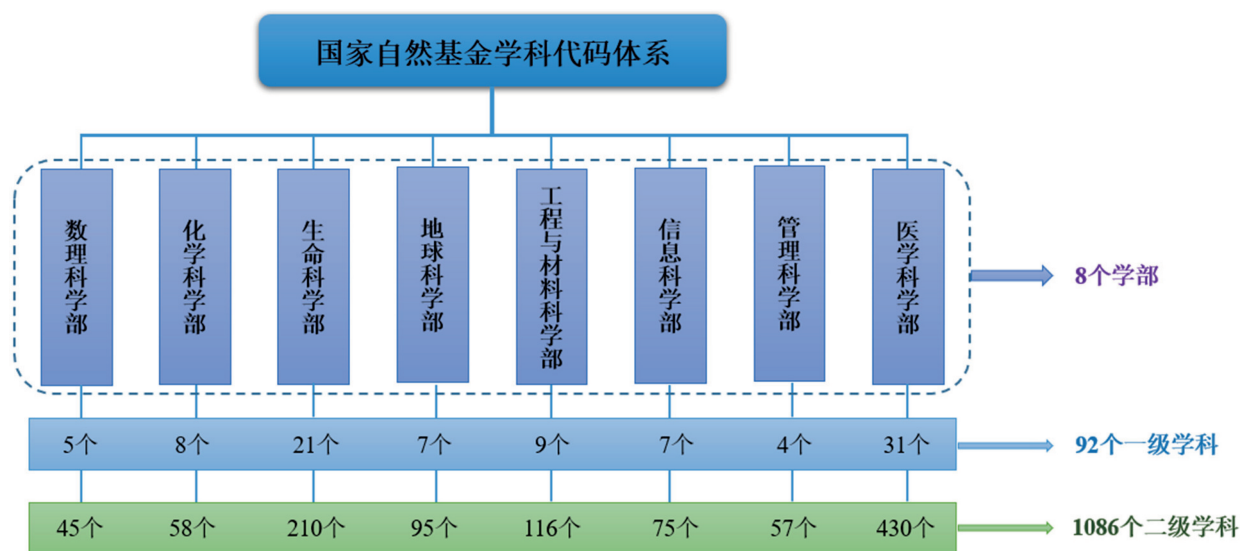


图1 国家自然科学基金学科代码体系

了申请代码的修订或补充,如2016年管理科学部修订了申请代码体系,2017年化学科学部、信息科学部和地球科学部也进行了较大幅度的代码修订。这些新修订的代码体系较好地反映了学科发展的新特征,但是总体来看现有的代码体系一定程度上已经不能完全涵盖新的学科体系,需要随之进行动态调整。

社会学中有“群体智慧(wisdom of the crowd)”这一概念,即通过公众的意见对事物做出更为准确的判断。基金申请代码直接与基金申请人相关,他们的意见是基金申请代码调整的重要依据。自然科学基金委长期依靠的一批资深专家,更是有丰富的经验,考虑问题更加全面均衡,因此很有必要对这部分专家征集意见,形成“专家智慧(wisdom of experts)”。本文的工作就是通过调查问卷的方式收集资深科研工作者的代码使用满意度情况及其对代码调整的意见与建议,研究完善代码体系,营造有利于科技人才潜心研究的良好环境^[2]。

调查问卷均通过双清论坛和自然科学基金委后评估会议等渠道发放收集,涉及化学、地球、工程与材料、信息、管理、医学等6个科学部,共回收234份有效问卷,各科学部有效问卷量如表1所示,受调查专家对代码的熟悉情况如表2所示。

本文主要分两个层次对学科申请代码体系调整展开研究:(1)代码设置的改进建议,包括代码内涵宽窄、调整周期、设置原则等三个方面;(2)交叉学科代码的改进建议,包括代码填写个数和代码属性设置两个方面。这是因为申请代码体系不仅包括代码本身的设置,还包括代码的使用规则。前者是代码体系的基础,后者能让相对固定的代码体系变得

表1 各学部有效问卷量

编号	学部名称	有效问卷量(份)
1	化学科学部	36
2	地球科学部	52
3	工程与材料科学部	13
4	信息科学部	43
5	管理科学部	46
6	医学科学部	44
合计		234

更加灵活。特别是交叉学科项目成为近年来代码使用过程中问题最突出的领域,这十分不利于学科之间的交叉融合,亟需自然科学基金委做出相适应的代码调整方案。因此,如何形成科学合理的代码调整方案也需进行流程方面的设计,本文在最后归纳总结了专家们给出的调整流程建议供自然科学基金委参考。对于上述问题的分析,本文一方面通过简单统计呈现专家们的总体看法,另一方面运用Logistic回归进行实证分析,深入分析专家们的个人特征——年龄、职称、自然科学基金项目主持经验、交叉学科项目申请次数和单个项目跨学部数量等因素如何影响其给出调整建议(见表3),由此更好地了解科研人员对基金代码调整需求,更好地服务于他们的科研基金申请。

1 专家对学科申请代码设置的改进建议

近年来,自然科学基金委学科发展速度日益加快,各学科不断涌现新的增长点,但对代码的调整却比较缓慢,不利于引领申请人开展前沿研究,因此对代码内涵宽窄、调整周期和设置原则的改进就显得十分必要。

表 2 专家对代码熟悉情况统计表

编号	类别	A 选项	比例 (%)	B 选项	比例 (%)	C 选项	比例 (%)	D 选项	比例 (%)
1	年龄	50 岁及以上	28	40~49 岁	35	30~39 岁	36	29 岁及以下	1
2	职称	教授或 同等职称	74	副教授或 同等职称	19	讲师或 同等职称	7	其他	0
3	申请次数	9 次及以上	16	6~8 次	29	3~5 次	39	2 次及以下	16
4	主持次数	6 项及以下	20	4~5 项	24	2~3 项	31	1 项或无	25
5	项目类别	面上项目、重大项目、青年科学基金项目、重点项目、重点国际(地区)合作研究项目等							

表 3 变量定义

变量组别	变量名称	变量说明			
1. 专家对代码熟悉程度	年龄	1=29 岁及以下	2=30~39 岁	3=40~49 岁	4=50 岁及以上
	职称	1=讲师或同等职称	2=副教授或同等职称	3=教授或同等职称	
	自然科学基金项目主持次数	1=无 2=1 项 3=2~3 项 4=4~5 项 5=6 项及以上			
2. 专家交叉学科项目申请情况	交叉学科项目申请次数	0=无	2=1 次	3=2 次及以上	
	单次项目申请跨学部数	1=涉及 1 个学部	2=涉及 2 个学部	3=涉及 3 个学部	4=涉及 4 个学部
3. 专家对代码满意度	代码使用方便满意度	1~5 分, 1=不方便, 5=很方便			
	符合学科发展趋势满意度	1~5 分, 1=不符合, 5=很符合			
	易找到合适代码程度	1~5 分, 1=不容易, 5=很容易			
	涵盖范围合理满意度	1~5 分, 1=不合理, 5=很合理			
	代码调整必要程度	1~5 分, 1=没有必要, 5=很有必要			
4. 专家对整体代码调整建议	涵盖范围	0=窄一些	1=宽窄适中	2=宽一些	
	代码期望调整周期	1=动态调整	2=2~4 年	3=5~7 年	4=8~10 年
5. 专家对交叉学科代码调整建议	交叉学科定义	1=跨学部	2=学部内跨一级学科	3=一级学科内跨二级学科	4=二级学科内跨研究问题
	交叉学科代码填写顺序	0=无	1=研究方法优先	2=应用领域优先	
	交叉学科项目申请书归类管理建议	1=合理	2=不合理, 应同时参考第二代代码	3=应成立独立的交叉学部	
6. 开放性问题	学科代码定义	0=无	1=代表研究领域		2=数据管理系统
	调整流程	0=无	1=方案一: 学者提出申请→基金委组织评议→专家听证、咨询后决定	2=方案二: 基金委根据国内外领域前沿进展提出修改方案→专家听证、咨询后决定	3=方案三: 申请代码设置其他选项可人工填写→填写较多的代码可调整到正式代码

1.1 代码内涵范围的改进建议

自然科学基金委代码体系是单一代码体系、四级代码体系, 包含 8 个科学部、92 个研究方向, 学科划分较细致。如图 2 所示, 目前 66% 的专家认为当前代码总体上内涵较窄, 建议扩大代码的内涵范围, 特别是信息科学部、化学科学部和管理科学部对拓宽代码内涵的呼声最高。这很可能是因为代码内涵的拓宽符合这些学科不断交叉融合的趋势, 扩大代码内涵能够提高申请人填写代码的便利度。从国际经验来看, 申请代码的涵盖范围也不应过细^[3]。

1.2 代码调整周期的改进建议

一直以来, 自然科学基金委的代码体系会由各科学部进行不定期的自主调整, 以适应前沿学术发展情况。2006 年, 自然科学基金委对当时的 7 个科学部的申请代码进行了全方位的修订, 该体系运行了 10 余年。2016 至 2017 年, 自然科学基金委才对部分科学部(管理科学部、化学科学部、信息科学部和地球科学部)进行了再次代码修订。如图 3 所示, 目前只有 20% 的专家对当前代码调整频率持满意态度, 建议维持 8~10 年调整一次; 80% 的专家认为

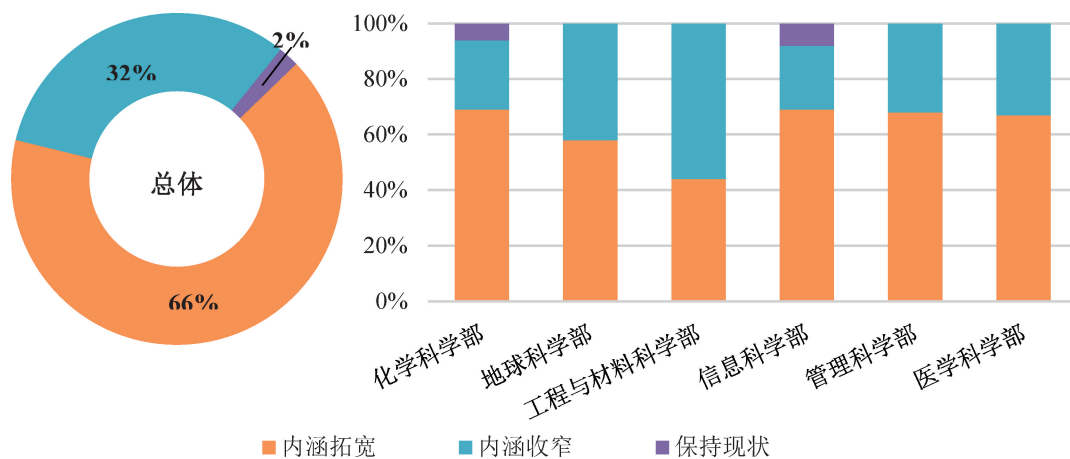


图2 专家对代码内涵宽窄的建议

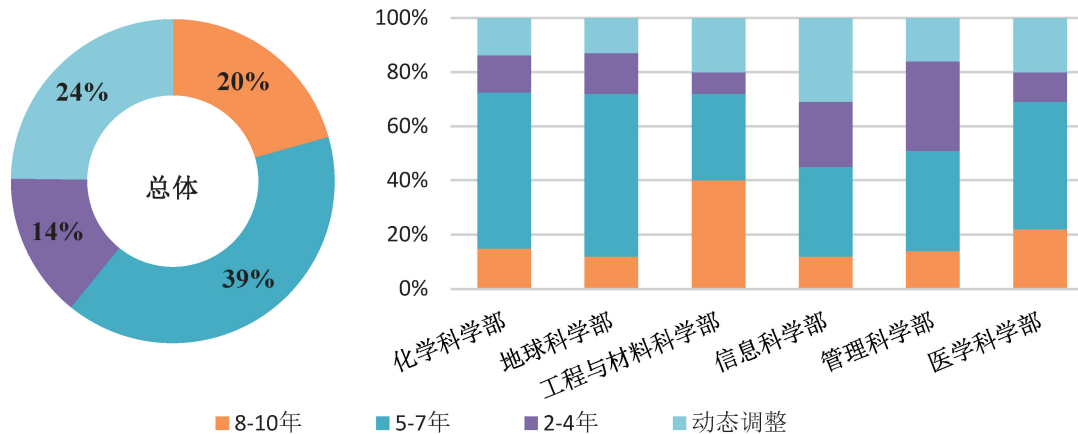


图3 总体与各学部期望代码调整周期

调整频率应小于8年,其中较大比例支持5~7年调整一次,还有部分专家建议对代码进行动态调整。由于不同学科发展速度不同,学科代码更新换代频率也不尽相同。信息科学部、化学科学部与管理科学部的专家呈现出对缩短代码调整周期的强烈愿望。本文建议各科学部可以根据自身情况,向代码申请工作委员会提交代码调整必要性报告,报告中需要说明代码调整的意义和必要性。特别地,针对不同学科发展的属性,不一定要全委各科学部统一时点进行代码调整,而是在大的原则之下(不同科学部调整频率的原则),各科学部根据自身学科发展特点,提出代码调整的申请。

1.3 代码调整原则的改进建议

调整学科代码应在保证有序的学科分类体系,即科学性原则基础上,方便各科学部的各学科处对科学基金的管理和基金申请人聚焦研究内容。简单明了的学科层次划分和组合(简明性原则)、考虑国内传统分类体系的继承性和国际可比性(兼容性原则)以及为新兴学科留有余地(扩延性原则)均有利于构建更加清晰灵活的代码管理体系。如表4所

示,专家普遍认为代码设置原则应在科学性的基础上,优先考虑扩延性。特别是信息科学部、医学科学部和化学科学部的专家建议优先提高代码的扩延性。管理科学部与地球科学部建议提高代码的简明性,这很可能与这两个科学部呈现的学科特征有关。

表4 代码设置原则按重要性排序

编号	学部名称	科学性	简明性	兼容性	扩延性
1	信息科学部	1	3	4	2
2	医学科学部	1	4	3	2
3	化学科学部	2	3	4	1
4	管理科学部	1	2	4	3
5	地球科学部	1	2	4	3
6	工程与材料科学部	2	3	4	1

注:1~4代表重要性依次降低,1代表最重要,4代表最不重要。

2 专家对交叉学科代码使用规则的改进建议

学科代码体系调整不仅要从代码本身入手,代码使用规则也是代码体系设置中的重要一环,特别

是交叉学科领域的代码使用规则一直是申请者与自然科学基金委关注的重点。基于此,本文对交叉学科项目代码问题进行了专门分析,并给出了改进建议。

2.1 学科深度融合的发展趋势与代码改进建议

随着时代的发展,很多科学问题是源于多学科领域交叉的共性难题,亟需通过鼓励学科交叉催生开创性成果。目前自然科学基金委各科学部已设置交叉学科代码,且允许申请人在找不到唯一合适的交叉学科代码时,填写两个代码供交叉学科评审参考,以明确推动交叉学科发展的资助导向。然而,无论是设置交叉学科代码还是让申请人多填写一个代码,都仅能满足个别科学部之间或科学部内个别学科之间的交叉,对于跨多个科学部这类更大范围学科交叉问题,则难以完全覆盖。未来随着学科融合不断加深,现有代码设置对交叉学科研究的引导将更显乏力,这势必增加了申请人选择代码的难度,还会影响到后续交叉学科项目的送审及其价值评定,不利于鼓励申请人开展交叉学科研究。对此,我们运用有序 Logistic 回归对学科交叉范围(同一项目跨学部数量)如何影响专家对交叉学科代码设置满意度进行了验证,其中专家对代码设置满意度分为 5 个方面,分别是代码使用方便满意度、符合学科发展趋势满意度、代码调整必要程度、易找到合适代码程度以及涵盖范围合理满意度(变量定义见表 3)。

回归结果(表 5)显示,专家单次项目申请跨科学部的数量每增加一个,其代码使用方便满意度下降 30.1%,代码符合学科发展趋势满意度下降

40.8%,代码调整必要程度提高 41.8%。由此可见,现有交叉学科代码设置将难以满足交叉学科发展需要。因此,本文提出两点交叉学科代码优化设置原则:(1) 代码设置应紧跟交叉学科最新发展趋势。比如,近年来信息科学领域的蓬勃发展催生了高性能计算应用领域的不断扩张,计算金融、计算神经科学、计算材料学、统计生物学等新兴研究领域不断涌现;免疫学与化学、力学、光学、信息学、材料科学等学科共同作用使免疫学基础科学问题研究横向拓展至多种新型免疫组织器官(肝脏、肠道),纵向深入至单细胞、亚细胞层面的免疫功能和调节机制研究。对此,自然科学基金委应及时增设多学科交叉代码,促进更大范围的学科交叉融合。(2) 交叉学科代码使用应具有更强的灵活性,比如,可考虑参考澳大利亚研究理事会的方法^[4],允许申请者根据实际需要填写多于两个代码,并按照项目研究内容或创新比例分配每个代码的比重。

2.2 专家在交叉学科领域的创新偏好与代码改进建议

交叉学科项目不仅应填写多个代码来反映多学科间的交叉融通,还应设置代码的科学问题属性(以下简称“代码属性”)来呈现交叉学科项目的创新类型。目前调查结果(图 4)显示,在交叉学科研究领域,96%的专家具有创新类型偏好,其中地球科学部的专家偏好理论创新,信息科学部、管理科学部和医学科学部的专家偏好应用创新,理论创新和应用创新并重的专家比例较低。总体来看,应用创新的偏好比例(68%)远高于理论创新的比例(28%),如

表 5 专家熟悉代码程度对代码满意度的影响(优势比)

有序 Logistics 回归	代码使用方便 满意度	符合学科发展 趋势满意度	易找到合适 代码程度	涵盖范围合理 满意度	调整必要程度
单次项目申请跨学部数量	0.6988** (0.1044)	0.5925*** (0.1113)	0.8597 (0.1422)	0.7569 (0.1549)	1.4178** (0.2301)
交叉学科项目申请次数	1.1815 (0.2119)	1.1719 (0.1999)	0.8705 (0.1544)	0.8628 (0.1480)	0.7957 (0.1306)
年龄	0.8598 (0.1828)	0.9958 (0.1954)	1.1852 (0.2483)	1.1853 (0.2333)	0.8387 (0.1618)
职称	1.7228* (0.5281)	2.0503** (0.6671)	1.5937 (0.4894)	1.5814* (0.4330)	0.8246 (0.2176)
专家第一申请学部	控制	控制	控制	控制	控制

注:优势比是指解释变量每增加一个单位,被解释变量的发生比的变化率,例如,单次项目申请跨学部数量每增加一个,“专家对代码使用方便程度持满意态度”这一事件发生的概率变化为之前的 69.9%,即该事件发生的概率下降了 30.1%,说明跨学部数量的增加会导致专家对代码使用满意度下降。此外,表中括号内的数字表示估计结果的标准误,而***、**、* 分别代表估计结果在 1%、5%和 10%的水平上显著。

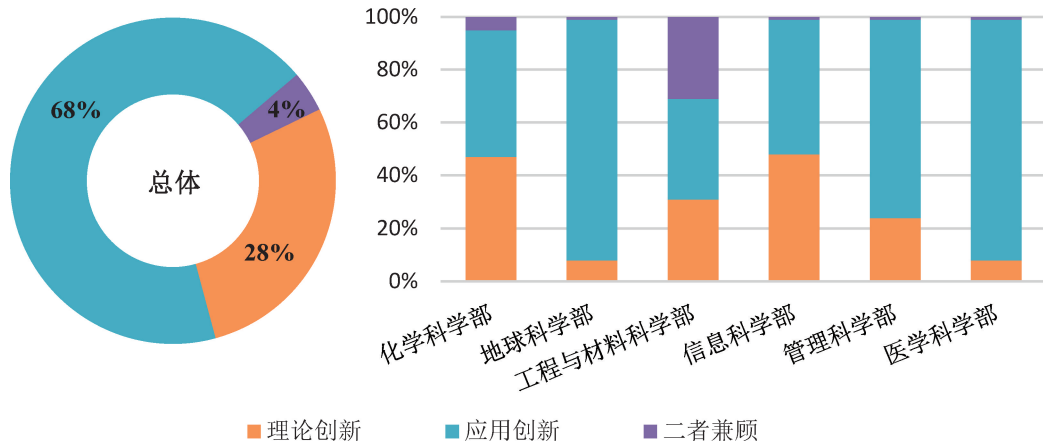


图4 各学部专家对交叉学科代码属性分类的意见

何通过交叉学科代码属性设置,引导理论创新与应用创新研究共同发展,是交叉学科代码设置等相关改革中需要考虑的一个重要问题。2019年自然科学基金委在管理科学部应用经济学科等试点学科已增设了“科学问题属性”的选项,包括四类属性:“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”。这些属性的增设有利于对申请者的研究导向起到较好的引领作用。但目前来看,在各种属性的选择中,大部分申请者依然偏重于“需求牵引,突破瓶颈”的属性选择,而在“鼓励探索,突出原创”和“聚焦前沿,独辟蹊径”的属性选择比较少。为了鼓励申请者多开展原创性和前沿性问题的研究,应重视交叉学科的发展和交叉学科代码的更合理设置。需要考虑的问题包括但不限于:如何引导申请者通过融合不同层次的知识、将知识体系的结构与国家各领域重大需求相融通,解决学科相互隔离等阻碍创新的问题?如何在凸显跨学科研究重要性的基础上,进一步引导申请者将理论研究与应用研究紧密结合,促进交叉学科研究获得更高质量的发展?在此,本文建议自然科学基金委通过完善交叉学科代码设置——为学科代码增加理论属性或应用属性选项,引导申请者在交叉学科研究中兼顾理论创新与应用创新,达到理论研究与应用研究相互促进共同发展的目标。

3 申请代码调整流程建议

日益加快的学科发展速度要求自然科学基金委更加高效地开展代码体系和使用方法的调整工作,因此优化代码调整流程就显得十分重要。本文归纳总结了专家给出的三种代码调整流程方案供参考:(1)学者提出申请→自然科学基金委组织评议→专家听证、咨询后决定;(2)自然科学基金委根据国内外领域前沿进展提出修改方案→专家听证、咨询后

决定;(3)申请代码设置其他选项可人工填写→填写较多的代码可调整到正式代码中。进一步,我们以专家对申请代码调整流程建议为被解释变量,以专家个人特征——年龄、职称、主持自然科学基金项目经验、交叉学科项目申请次数和单个项目跨学部数量等因素为解释变量,采用有序 Logistic 进行回归分析,并未发现因果关系(变量定义见表3,回归结果见表6),这说明专家对代码调整流程没有特殊偏好,自然科学基金委可建立统一的代码调整流程应用于各科学部的代码调整工作中。

4 结语

本文通过问卷调查的形式,收集、分析并总结了资深专家对国家自然科学基金学科代码体系的调整建议。专家们重点关注的代码体系调整问题主要涉及两方面:一是代码本身的调整问题,二是代码使用规则的调整问题,特别是交叉学科代码中存在的问题。对于代码本身而言,专家普遍期望代码有更高的包容度,这体现在内涵更宽泛、调整周期更短以及为新学科发展预留更多空间。具体到不同科学部,特别是信息科学部、化学科学部与管理科学部的专家对代码包容度的需求最强烈。在代码使用问题最突出的交叉学科领域,一方面,统计结果显示专家希望自然科学基金委对交叉学科代码的设置能适应并引领学科部深度融合的发展趋势,另一方面专家对交叉学科项目创新类型有理论偏好或应用偏好,设置代码属性选项有助于基金委掌握交叉学科领域的研究现状,敦促交叉学科创新全面发展。此外,代码调整流程影响着最终调整结果的科学合理性,本文梳理了三种专家给出的流程设计方案供参考。总体来说,专家建议对代码体系进行调整时,要充分考虑代码体系整体的统一性,同时兼顾各科学部之间的差异性,科学合理地解决学科代码调整问题。

表 6 专家对代码调整流程建议的差异性原因分析

有序 Logistics 回归		优势比	稳健标准误	z 统计量	P 值
无建议					
方案一： 学者提出申请→基金委组织评议 →专家听证、咨询后决定	年龄	1.21	0.42	0.55	0.585
	职称	0.87	0.60	-0.2	0.842
	单次项目申请跨学部数	0.67	0.27	-0.99	0.32
	交叉学科项目申请次数	1.39	0.41	1.13	0.258
	专家第一申请学部	控制	控制	控制	控制
方案二： 基金委根据国内外领域前沿进展 提出修改方案→专家听证、咨询 后决定	年龄	1.32	0.57	0.65	0.52
	职称	1.86	1.96	0.01	0.99
	单次项目申请跨学部数	0.64	0.31	-0.93	0.35
	交叉学科项目申请次数	1.49	0.52	1.16	0.25
	专家第一申请学部	控制	控制	控制	控制
方案三： 申请代码设置其他选项可人工填 写→填写较多的代码可调整到正 式代码中	年龄	0.83	0.55	-0.28	0.78
	职称	1.08	1.20	0.07	0.95
	单次项目申请跨学部数	0.66	0.42	-0.66	0.51
	交叉学科项目申请次数	0.19	0.19	-1.64	0.10
	专家第一申请学部	控制	控制	控制	控制

参 考 文 献

- [1] 陈晓田. 国家自然科学基金与我国管理科学：1986~2008. 科学出版社, 2009.
- [2] 高文. 关于开展自然科学基金“十三五”规划战略研究工作的报告. 中国科学基金, 2014, 28(3): 171—174.
- [3] 周忠和, 赵维杰. 以基金改革追求卓越科学: 专访国家自然科学基金委员会主任李静海院士. 中国科学基金, 2019, 33(1): 1—4.
- [4] 澳大利亚和新西兰基金申请代码. <https://www.abs.gov.au/Ausstats/abs@.nsf/Latestproducts/4AE1B46AE2048A28CA25741800044242?opendocument>, 2008.

Research on the Adjustment of NSFC Subject Application Code Based on Expert Wisdom

Liu Yang¹ Zheng Zhimin² Yang Xiaoguang³ Zhao Xiaoli^{1*}

1. School of Economics and Management, China University of Petroleum, Beijing 102249

2. Bureau of Planning, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085

3. Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190

Abstract With science development and the emergence of new and interdisciplinary disciplines, researchers have put forward higher requirements for the management system of science foundation application code. In this paper, questionnaires are performed on senior experts in the National Natural Science Foundation of China through the Shuangqing Forum and the post-assessment meeting of the National Natural Science Foundation of China. A statistical analysis is performed to gather the questionnaires about applying for the codes adjustments, and to optimize the settings of the codes themselves and the use of the codes. Meanwhile, the process of code adjustment is analyzed. The main conclusions are as follows: (1) Experts generally expect a higher degree of inclusiveness of codes, which is reflected in the broader connotation, shorter adjustment cycle, and code setting principles that reserve more space for the development of new disciplines. (2) In the field of interdisciplinary areas with the most prominent problems in code use, experts hope that the setting of interdisciplinary codes of NFSC can adapt to and lead the trend of the deep integration across different departments, and that code setting can reflect the needs of theoretical innovation and application innovation. (3) As the process of code adjustment affects the rationality of code adjustment, this article summarizes three process design schemes based on experts suggestions.

Keywords application code; NSFC; expert wisdom

(责任编辑 齐昆鹏)

* Corresponding Author, Email: email99zxl@vip.sina.com