

· 基金纵横 ·

“十一五”期间物理 II 学科国家自然科学基金项目 申请与资助情况分析

李会红 蒲 钊

(国家自然科学基金委员会数学物理科学部, 北京 100085)

在国家自然科学基金项目(以下简称科学基金项目)申请中,物理 II 学科主要以亚原子物质,即基本粒子、原子核和等离子体为研究对象,探索深层次的物质结构、基本相互作用和运动规律。本文以 2006—2010 年度物理 II 学科申请和资助的面上、青年科学基金和地区科学基金项目(统称自由申请项目)为研究对象,分析 5 年来的基本申请与资助情况、各分支学科的特色、科研队伍状况和资助项目结题情

况,通过对“十一五”期间科学基金资助工作的全面总结,希望对“十二五”的资助工作有所启示和借鉴。

1 申请和资助的总体情况

“十一五”期间物理 II 学科自由申请项目共接收申请 4617 项,资助 1436 项,资助总经费 4.5 亿元。表 1 是各年度的项目申请和资助情况,这些数据反映出如下的几个特点。

表 1 2006—2010 年度面上、青年、地区基金申请和资助情况

年份	面上					青年					地区					合计		
	申请 项数	资助 项数	资助 经费	资助 率	资助 强度	申请 项数	资助 项数	资助 经费	资助 率	资助 强度	申请 项数	资助 项数	资助 经费	资助 率	资助 强度	申请 项数	资助 项数	资助 经费
2006	560	175	5 502	31.3	31.4	127	42	991	33.1	23.6	12	3	80	25.0	26.7	699	220	6 573
2007	563	187	6 124	33.2	32.7	169	56	1 115	33.1	19.9	16	4	80	25.0	20.0	748	247	7 319
2008	574	178	6 468	31.0	36.3	255	82	1 722	32.2	21.0	21	6	164	28.6	27.3	850	266	8 354
2009	668	198	7 638	29.6	38.6	337	95	2 000	28.2	21.1	28	8	176	28.6	22.0	1 033	301	9 814
2010	741	227	9 371	30.6	41.3	516	165	3 473	32.0	21.0	30	10	274	33.3	27.4	1 287	402	13 118
总计	3 106	965	35 103	31.1	36.4	1 404	440	9 301	31.3	21.1	107	31	774	29.0	25.0	4 617	1 436	45 178

注:单位:资助经费(万元)、资助率(%),资助强度(万元/项)。

(1) 申请量和资助规模持续增长。申请量每年都呈加速增长的态势,“十一五”期间增量达到 84%;由于资助率相对保持平稳,资助规模也基本呈加速增长的态势,5 年期间资助项目数增量达到 83%,资助经费增长 1 倍。

(2) 青年基金的资助规模占自由申请项目的份额逐年增大,地区基金所占份额基本不变,面上项目所占份额逐年下降。5 年期间青年基金的资助项目数占整个自由申请项目的比例由 19% 提高到 41%,地区基金基本稳定在 1%—3%,面上项目的比例由 80% 下降到 56%。科学基金对青年科技人才的培养起着越来越重要的作用,为从事基础研究青年人的职业发展提供了有力支撑,为中国科研队伍的长远可持续发展提供了保障。

(3) 面上项目的资助强度逐年提升,青年基金和地区基金的资助强度比较平稳。5 年期间面上项目的资助强度由 31.4 万元/项提升到 41.3 万元/项,增幅为 31%。青年基金和地区基金的平均资助强度分别为 21.1 和 25.0 万元/项。

2 各分支学科的特点

物理 II 学科共设 7 个二级申请代码,根据学科特点及申请量的情况,将物理 II 学科领域分为 5 部分,“A0501:基础物理学”、“A0502 和 A0503:粒子物理和核物理”、“A0504:核技术及其应用”、“A0505 和 A0507:粒子物理和核物理实验方法与技术”、“A0506:等离子体物理”,其中前 2 个领域基本是理论研究,后 3 个领域基本是实验研究,实验类获

本文于 2012 年 8 月 21 日收到。

资助的项目数所占比例为 55%。获资助的项目中“基础研究”和“应用基础研究”所占的比率分别为 65% 和 35%。

(1) 基础物理学。基础物理学主要涉及的是理论物理研究领域,主要研究方向包括数学物理方法、量子物理与信息、统计物理与复杂系统、宇宙学。基础物理学的申请和资助情况有如下几个特点:经典物理的研究申请资助率非常低,主要原因是该类方向不是研究前沿,选题比较传统;相对论、引力与宇宙学一直是研究领域活跃的优势前沿方向,资助率较高;统计物理与复杂系统方向,随着生命、网络、金融等领域方向的快速发展,用统计物理方法研究这类问题的研究队伍在不断壮大,所以申请量也相对较多;量子物理与信息也是近 10 年竞争较激烈的研究方向。基础物理学的项目申请主要集中在高校,特别是非教育部和非院所所属依托单位的申请占一半多,相对其他领域而言,该领域的研究实力稍弱,资助率低一些。

(2) 粒子物理和核物理。粒子物理是研究物质的最小单元及其相互作用规律的基础学科^[1],主要研究方向包括场论、标准模型和非标准模型、宇宙线。从申请和资助情况看,粒子物理研究领域有如下几个特点:主要集中在标准模型的理论研究上,包括强相互作用和电弱相互作用的研究,是前沿热点问题的研究,资助率较高;粒子天体物理和宇宙学的资助率稍低,该方向主要涉及宇宙线和宇宙学的研究;关于宇宙线或暗物质实验研究的申请占一半,项目申请依托单位比较集中。

核物理是研究原子核结构和变化规律的基础学科^[2],主要研究方向包括核结构、放射性核束、中高能核物理、核天体物理。从申请和资助情况看,核物理研究领域有如下几个特点:中高能核物理在国内已经形成了一支很强的研究队伍,资助率较高;核天体物理的研究队伍较小,资助率稍低;申请代码为 A050303 “核裂变、核聚变、核衰变”的资助率最低,该三级申请代码所涉及的研究面较宽,申请项目中有许多是关于“反应堆物理与技术”和“等离子体物理”的。

(3) 核技术。核技术是基于核物理、辐射物理、放射化学、辐射防护等知识,依托大型核装置如加速器、反应堆、辐射探测装置等发展起来的综合性现代技术学科。主要研究方向包括离子束辐照损伤、核分析技术、离子束注入及材料改性、核技术在其他领域的应用。从核技术的申请和资助情况来看,有如

下几个特点:核技术本身的研究,包括核分析技术、核效应分析技术、中子技术和加速器质谱技术,是资助的重点和优先方向;离子注入及离子束材料改性方向形成了一支较强的研究队伍;核技术在其他领域的应用获资助较低,资助率约 20%。

核技术在环境科学、地学、考古、工业、农业、生命科学和医学中应用的项目申请约占整个二级申请代码 A0504 的 30%。在各领域的应用中,生命科学和医学领域的申请和资助项目最多,约占应用项目的一半;地学和考古领域的项目获资助率较高。通过核技术的应用,使核科学与其他学科建立了广泛的联系和交叉融合。

(4) 粒子物理和核物理实验方法与技术。粒子物理和核物理实验方法与技术主要研究方向包括加速器、反应堆、探测器、辐射防护与辐射物理、同步辐射研究。该领域申请和资助情况有如下几个特点:加速器方向的研究具有优势,资助率较高;辐射防护与辐射物理方向,从 2006 年起数理科学部每年在申请指南中明确给予弱势学科方向倾斜性资助,对维持和稳定一支队伍起到一定的作用;反应堆方向获资助较低,这与近 10 多年来国家对反应堆研究有大的投入(如高温气冷堆、快堆等),申请中学科界线以及物理问题与工程问题不甚明晰,学科领域专家观点有差异相关,但对反应堆物理基本问题的深入研究仍是基金资助的瓶颈,为此从 2009 年起数理科学部每年在申请指南中明确给予特殊的倾斜资助,希望通过几年的扶持,对该方向的基本物理问题研究和人才稳定起到一定的促进作用。

(5) 等离子体物理。等离子体是和固体、液体、气体同一层次物质存在形式,它是由大量处在非束缚态的带电粒子组成的有宏观空间尺度和时间尺度的体系^[3]。等离子体物理是研究等离子体的基本运动规律的基础学科^[4]。主要研究方向包括等离子体的基本物理性质、等离子体与物质的相互作用、等离子诊断、聚变等离子体、低温等离子体。该领域申请和资助情况有如下几个特点:和其他领域相比,等离子体物理领域在各方向的资助率较平衡;在聚变等离子体方向,磁约束等离子体的队伍要比惯性约束等离子体大,获资助率也高一些;低温等离子体及其应用方向获资助较低。

3 学科队伍状况

下面以 5 年内申请和资助项目的数据为分析对象,研究本学科队伍的整体情况。

3.1 面上项目申请人和负责人的分布情况

面上项目申请人和负责人的年龄分布有如下几个特点(图1):申请和资助数量最高的是在年龄段41—45岁,约占总数的1/3,其次是在年龄段36—40岁;所占申请量约5%的60岁以上的申请人获资助率比较高,并且随着年龄的增长,资助率也越来越高,说明在本学科领域还有一定数量的老科学家扎根在一线从事科学研究,并且得到同行专家们的认可。面上项目女性申请和资助项目数分别占总数的13.5%和12.3%,获资助率是28.4%,男性获资助率是31.5%。总体而言,女性研究人员申请项目的比例较低,这可能与学科特点有关。在过去从事物理研究或攻读物理博士学位的女性比例比起其他学科明显偏少,但其获得资助的比率还是可以的。

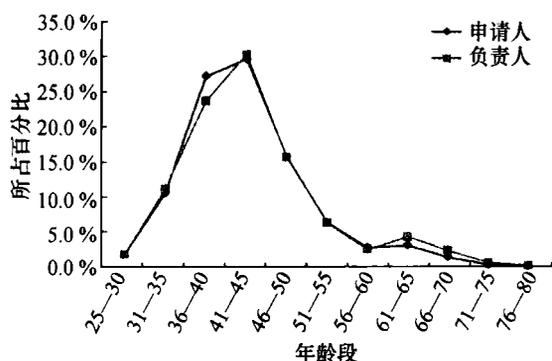


图1 面上项目申请人和负责人按年龄段分布图

在3106份面上申请项目中,涉及的申请人是1880人,平均每人申请1.7次。申请1次的比例最高是57.3%,申请2—5次的比例依次减少,分别是25.7%、12.2%、4.0%、0.8%。

共资助965个项目,涉及的负责人是826人,平均每人获1.2个项目的资助,申请人获资助的比例是43.9%(获资助负责人的人数/申请人的人数)。在这5年内,负责人获资助的次数为1—3次,因为受限项和资助期为3年的限制,所以1个负责人最多也就获得3次的面上项目资助。获得1—3次资助负责人所占的比率分别为83.6%、15.9%和0.5%,即绝大部分的负责人获得1次面上项目的资助。仔细分析负责人资助次数和申请次数的情况,有如下几个特点:有48.8%的负责人是1次申请就获得资助,就没有再申请项目了,这种类型在总数所占百分比最高;在获得1—2次资助的负责人中,随着申请次数的增多,其所占百分比是也越来越少的,尤其是申请5次只获得1次资助的类型非常低,只有0.6%;获得3次资助的负责人有4人,他们是申请3次每次都获得资助,这些负责人应该是各自领域的

优秀研究人员,能够连续获得同行专家的认可和支持;每次申请都获得资助的负责人(包括申请1次获1次资助、申请2次获2次资助、申请3次获3次资助)所占比例合计为58.6%,说明在这些负责人中大部分负责人都是每次申请都获得资助。每个申请人的申请和资助次数分布情况见图2。

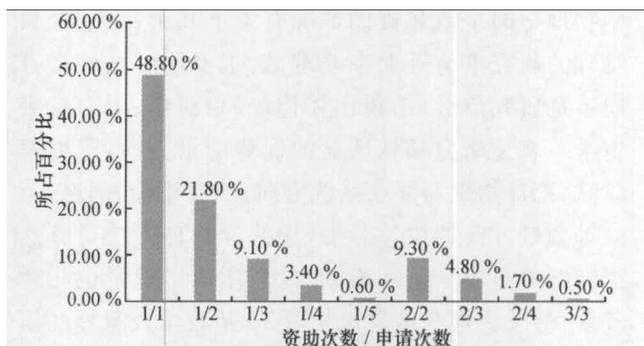


图2 面上项目负责人获资助次数和申请次数的分布图

3.2 青年基金申请人和负责人的分布情况

青年基金申请人和负责人的年龄分布有如下几个特点(图3):申请人年龄分布在23—37岁之间,因大于35岁的申请人是不符合青年基金申请要求的,在受理期即被初筛掉;申请人和负责人主要集中在29—32年龄段,分别占总数的58.8%和60.7%;负责人在29岁获得资助率最高。

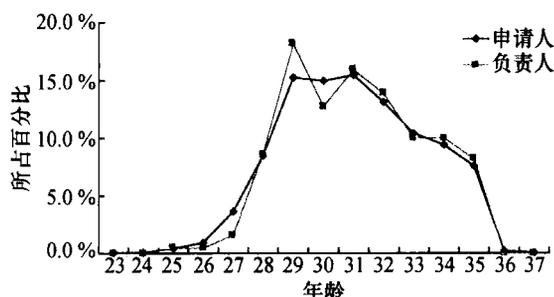


图3 青年基金申请人和负责人按年龄分布图

青年基金女性申请和资助项目数分别占总数的23.4%和17.7%,获资助率是23.7%,男性获资助率是33.7%。和面上项目相比,女性研究人员申请和资助项目的比例在增大,但其获资助的比率却降低了,比男性资助率低10个百分点。因此在青年基金项目的资助中,需要给女性研究人员一定的关注和扶持。

在1404份青年基金申请项目,涉及的申请人是1053人,平均每人申请1.3次。共资助440个项目,由于青年基金只有1次获资助的机会,所以涉及的负责人也是440人。按照1053个申请人来算,申请人获资助的比例是41.8%。申请人和负责人中,申请1次的所占百分比最高,分别为74.0%和

73.2%，并且随着申请次数的增多，其所占百分比是越来越少，说明青年基金大部分获得者都是首次申请就获得资助。

3.3 依托单位的分布情况

5年内自由申请项目共涉及依托单位是419个，有194个获得资助，即46%的依托单位申请获得资助。依托单位的申请和资助有如下几个特点：有10个依托单位（6个研究院所和4个高校，占资助依托单位的5%）获得了占总资助项目数45%的资助（申请数占总申请数的37.6%），获资助最多的是中国科学技术大学，资助率最高的是北京大学，见表2；有65%的申请项目依托单位每年仅有1—5项申请；获得1—5项资助的单位在资助依托单位中占73%，说明每年有大部分的依托单位只获得了几项资助；上述表明依托单位呈现出申请多样性和资助集中性的特点。

表2 主要获资助单位的资助和申请项目数情况

序号	单位	资助项目数	申请项目数	资助率(%)
1	中国科学技术大学	119	258	46
2	中国科学院高能物理研究所	104	261	40
3	清华大学	70	189	37
4	北京大学	64	108	59
5	中国科学院近代物理研究所	63	191	33
6	中国原子能科学研究院	58	205	28
7	中国科学院上海应用物理研究所	57	184	31
8	中国科学院合肥物质科学研究院	54	214	25
9	北京师范大学	29	70	41
10	复旦大学	29	58	50
合计		647	1738	—

根据学科特点，将依托单位按隶属关系归属划分如下3类部门：教育部、研究院所（包括中国科学院和6个核科学研究所）、其他（包括工交农医国防及地方省市）。从表3可以看出，3部门的申请量基本呈三足鼎立的局面；在资助方面，教育部和研究院所占据优势，研究院所资助项目数最多，占百分比为42%，而教育部资助率最高，为37%。

表3 3类隶属部门的申请和资助项目情况

隶属部门	申请		资助		资助率(%)
	项目数	百分比(%)	项目数	百分比(%)	
教育部	1449	31	539	38	37
研究院所	1757	38	608	42	35
其他	1411	31	289	20	20

4 资助项目结题情况

2011年底共有728个项目结题，总经费是2.2

亿元。通过结题报告可以全面了解每个项目在基金资助下取得的阶段性成果以及经费的使用情况。

(1) 项目资助成果。通过科学基金的支持，科研人员开展基础科学研究，其产出的主要形式是发表学术论文^[5]和培养学生。结题项目共发表SCI论文6370篇，培养学生4623人，平均每个项目发表SCI论文9篇，培养学生6人。理论项目在发表论文方面尤为突出，平均发表SCI论文13篇/项目，实验项目平均发表SCI论文5篇/项目。不同领域发表论文的量差别也较大，最多的是基础物理学，平均发表SCI论文近15篇/项目，最少的是粒子物理和核物理实验方法与技术，平均发表SCI论文3篇/项目。有62个项目，占总数的约9%的项目没有SCI论文发表。有38个项目，占总数的约5%的项目既无SCI也没EI论文的发表。

(2) 经费使用情况。根据《国家自然科学基金项目资助经费管理办法》规定项目资助经费中有部分经费可用于国际合作与交流，该经费是指用于与资助项目研究工作有直接关系的国际合作与交流费用，包括项目组人员出访及外国专家来访的部分费用，额度不得超过科学基金资助经费的15%^[6]。该项经费的使用能够从侧面体现通过项目的资助，项目组参与国际合作和交流的情况，有如下几个特点：平均每个项目使用国际合作和交流费是2.1万元，占资助经费的7%，只用到规定额度的一半；各领域参与国际合作与交流的活跃度有差别，粒子物理和核物理领域活跃度最高，基础物理学领域活跃度最低；项目组一般是将该项经费用于参加国际会议和接待境外专家来华合作交流；年纪大些的负责人出国少，主要用于接待境外专家来华合作交流；有26%的项目该项经费没有支出。

统计项目经费结余情况，有如下几个特点：共有10%的经费额度结余；对每个项目而言，若以少于0.5万元划分认为是经费基本用完，则有38%的项目经费基本用完，即大部分的项目经费有结余，该情况也属正常，因为许多项目在结题后还有一些后续的研究成果有待发表或完善，自然科学基金的经费管理给予项目一定的自由度；各领域经费结余情况有些差别，等离子体物理领域结余最少。

5 总结与思考

“十一”期间物理II学科各领域在如下的几个研究方向具有优势，形成了一支较强的研究队伍：

(1) 相对论、引力与宇宙学；(2) 粒子物理标准模型

及新物理的研究;(3)中高能核物理;(4)离子注入及离子束材料改性;(5)加速器研究;(6)等离子体的物理特性研究。

面上项目的负责人主要集中在36—45岁年龄段,约占总数的一大半,可以说处于该年龄段的研究群体是我国亚原子物理科学研究的主力军。青年基金的负责人主要集中在29—32岁年龄段,在29岁获得资助率最高,主要原因可能是大部分年轻研究人员在28岁获得博士学位,而从师基础研究导师的年轻人在读博士期间就有一定的科研成绩积累和科研能力的体现,青年基金的定位就是及时给予这些处于科学生涯初期的年轻科研人员以资助,目的是培养青年科学技术人员独立主持科研项目和进行创新研究的能力^[7]。

青年基金女性申请所占的百分比要比面上项目的高近10个百分点,这也许是近期女性获物理学博士的人数增多的体现,但是其获资助率却比男性低10个百分点。所以建议在青年基金项目的评审工作中,需要给女性研究人员一定的倾斜考虑。

获青年基金的资助要比获面上项目容易一些,体现在如下几方面:(1)青年基金的资助率高一点;(2)青年基金申请1次就获得资助项目所占的百分比为73.2%,而面上项目每次申请都获得资助的项目所占百分比为58.6%。

物理II学科资助项目在发表SCI论文方面整体情况较好,平均每个项目发表SCI论文9篇,理论和实验项目呈现出不同的产出,平均每个理论项目比实验项目多发表SCI论文8篇。但也有约5%的项目在结题时SCI和EI均无论文的产出。作为科学基金项目的管理者,我们该如何看待项目的SCI论文产出问题呢?(1)基础科学研究产出的主要形式是发表学术研究论文,还是应该鼓励项目负责人发表高质量和高水平的论文;(2)理性对待发表SCI论文的数量,引导项目负责人不要盲目追求SCI论文数,在有一定数量的基础上更应重视质量的提高,

向更高影响因子的期刊发表成果;(3)不同领域的项目发表SCI论文的情况是不同的,实验类的项目特别是技术方法方面的项目发表SCI文章数会少一些,例如加速器领域;(4)鉴于科学基金项目严进宽出的特点,应该相信能够经过各个评审环节获得资助的项目在各自领域是具有竞争力的,对于结题时无SCI和EI论文的项目给予关注和追踪。

通过对结题报告中国际合作经费使用情况的统计,发现国际合作经费支出约占总经费的7%,而该经费支出规定的上限是15%,所以项目实施过程中对国际合作交流经费的使用不足。建议依托单位的基金管理者鼓励项目组成员参加一些国际学术会议或短期的国际合作交流,开拓视野,促进项目的更好完成。随着基金项目资助强度的增长,15%的国际合作经费额度应该可以满足短期的国际合作交流,为项目组成员开拓国际学术视野提供了一定的经费保障。通过统计经费使用情况,发现有10%的经费额度结余,如何看待该数据呢?(1)目前自然科学基金经费没有采取结余收回的管理模式,因此给予项目一定的自由度;(2)建议科学基金管理相关部门对经费的申请、资助、使用等方面做全面的调研,参考各国际资助机构的经费管理模式,合理引导和规划经费额度。

参 考 文 献

- [1] 郑志鹏,朱永生. 北京谱仪正负电子物理. 南宁:广西科学技术出版社,1998.
- [2] <http://baike.baidu.com/view/53152.htm>.
- [3] 马腾才,胡希伟,陈银华. 等离子体物理原理. 合肥:中国科学技术大学出版社,2012.
- [4] 国家自然科学基金委员会. 等离子体物理学. 北京:科学出版社,1994.
- [5] 张春霆. 学术评价的评价. 中国科学基金,2010,24(6): 328—332.
- [6] 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金项目资助经费管理办法. 财教[2002]65号.
- [7] 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金青年科学基金项目管理办法. 2011.

APPLICATION AND FUNDING OF PHYSICS II IN NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA DURING THE 11TH FIVE-YEAR PLAN

Li Huihong Pu Men

(Department of Mathematical and Physical Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)