

寻找空间粒子加速的推手

■本报记者 张双虎

近日,在多项国家自然科学基金项目及科技部“973”计划资助下,山东大学空间物理课题组与美国阿拉巴马大学空间等离子体研究中心研究人员合作,首次观测到太阳附近磁岛并合的物理过程和有关的高能电子射电信号,为太阳耀斑和日冕物质抛射(CME)中磁岛并合过程可有效加速电子模型提供了观测依据。该研究相关论文已被美国《物理评论 X》(Physical Review X, PRX)接受,将于近期发表。

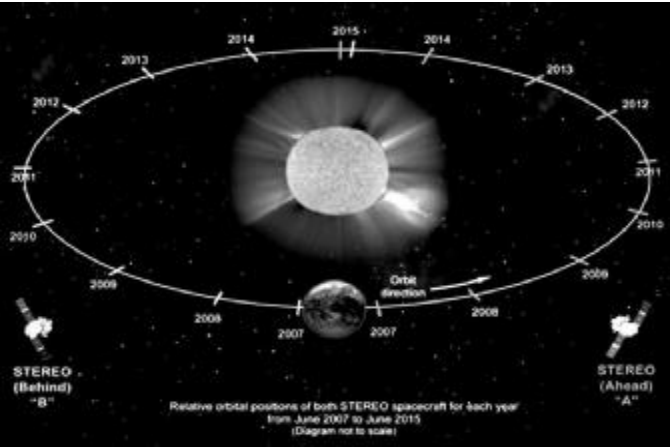
磁场“短路”

日地空间中的高能电子可引起太阳辐射增强,如产生耀斑和射电爆发,进而影响电离层的状态和依赖这些状态的通讯导航业务。高能电子也可以击毁卫星设备或造成各类损伤,甚至可穿透宇航服,威胁宇航员身体健康。

“磁场在太阳大气乃至整个日地空间和太阳系中都扮演着举足轻重的角色。”山东大学(威海)空间科学与物理学院教授陈耀对《中国科学报》说,“对磁场重联中电子加速问题的研究既具有基本的科学意义,又具有现实应用价值。”

足够强的磁场能够控制其中等离子体的行为和分布。在太阳大气中,磁场能量常在各能量形式中占主要份额。不同能量形式之间可以互相转化,如磁能可转化为等离子体的能量。磁场重联(magnetic reconnection)就是一种可以实现这种能量转化的有效方式。它描述的是不同极性的磁力线挤靠在一起所发生的类似于电路短路的磁场“短路”或“湮灭”的现象。“湮灭”过程将快速释放出磁场能量,转为粒子的热能和动能。

这样一个过程引起了几乎所有空间物理学家的关注。大家也急于认识和了解其中细节:如重联是如何触发的,磁能的释放和转化是怎么发生的,



STEREO A-B 双子卫星轨道图

所产生的高能粒子又是如何被加速的等等。

在国家自然科学基金海外及港澳学者合作研究基金项目、国家自然科学基金杰出青年基金项目、国家自然科学基金面上项目等资助下,山东大学空间物理课题组与美国阿拉巴马大学空间等离子体研究中心研究人员对日地空间中的高能粒子如何加速问题进行了深入研究,并在一次日冕物质抛射事件中,发现三处磁场重联,同时观测到重联磁岛的并合现象和有关的高能电子信号,该发现对理解磁场重联过程和高能电子的产生机理具有重要意义。

发现三处磁场重联

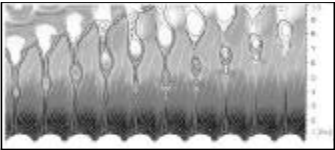
磁场重联中的电子加速机制可以分为两类,一是X型加速,一是O型加速。前者得名于电子主要是在X形重联点附近被感生电场加速的;后者指电子在O形磁岛内部,如拍打乒乓球时球被加速的过程一样,电子在重联磁岛两端被磁岛收缩反弹而加速。

最近的理论研究还发现,邻近磁岛靠拢并融合的并合过程(又称为反重联)可同时具有上述两种加速机制的特点。有科学家认为这很可能是各类重联电子加速机制中最重要和有效的。

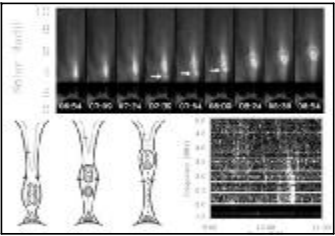
2006年后,研究人员利用NASA和ESA的CLUSTER等空间探测器,在地球磁层中发现了重联磁岛和与之有关的电子加速现象。这些发现受到了国际空间物理学界的重视,然而,在世界上还没有哪个研究组在空间中观测到磁岛并合过程及其关联的高能电子。

2010年5月23日爆发的一次日冕物质抛射事件为空间物理学家们提供了一次罕见的在太阳附近研究磁岛并合与电子加速的机会。

用于观测日冕物质抛射三维形态的STEREO双子卫星拍摄到了整个过程:日冕物质抛射爆发后,在下方拉出一条很长的电流片——射线状结构,并观测到两个非常明显的磁岛,由于二者速度不同,后面的磁岛追上前者,后融为一体向外运动。



使用日冕磁绳数值模型开展的日冕物质抛射数值模拟。



磁岛的分裂和并合过程

这是非常典型的重联磁岛并合过程。那么,这个过程有没有电子加速呢?高能电子本身固然难以被飞船直接探知,但在等离子体中运动的高能电子可以激发射电信号,从而被飞船上搭载的射电频谱仪捕捉到。

“因为这些射电信号的频率可以很好地反映等离子体的密度。”山东大学(威海)空间科学与物理学院博士宋红强对《中国科学报》说,“所以,根据这些信号我们也能对高能电子产生的高度做一些了解。反之,根据磁岛的高度和常用的太阳大气密度模型,也可以推测可能的辐射频率。”

果然,STEREO-A在恰当的时间、合适的频段上观测到了一个快速漂移的射电信号。这种漂移正是由高能电子远离太阳的快速运动引起的。

在射电信号被捕捉到之前,该研究小组观测到磁岛上方出现裂口,从而推测可能由于磁岛并合后运动加快而与上方磁场发生了重联。

“这使得高能电子可以从闭岛之中逃逸进入开放区域。一般认为,在开放

中国农大:基金为创新注入“源头活水”

■本报记者 张双虎

作为一所以农学、生命科学和农业工程为特色和优势的研究型大学,基础研究一直是中国农业大学科研工作重点之一。

“国家自然科学基金为中国农业大学的基础研究提供了强有力的支持,成为农大农业科技创新的‘源头活水’。”中国农业大学科学技术发展研究院科研项目处侯玉峰对《中国科学报》说。

桃李不言下成蹊

近十年来,中国农业大学获得国家自然科学基金青年基金项目221项,面上项目861项。目前每年获批的自然科学基金项目保持在200项左右。

正是多年来国家自然科学基金的稳定支持,使中国农业大学基础研究队伍日趋稳定,良好的科学基金文化氛围逐步形成。

在国家自然科学基金还挂靠中科院时,中国农业大学就获得过科学基金资助。回顾国家自然科学基金近30年来对中国农业大学基础研究的重要作用,中国农业大学科学技术发展研究院一位负责人说:“正是国家自然科学基金长期稳定的支持,农大的科学家们才能够在农业基础研究领域专心学术,不断创新,并将这些成果应用于农业生产实践,为实现国家农业科技进步贡献了力量。”

顶天立地为“三农”

本世纪初,针对提高基础研究水平和加强农业科技服务的需要,农大提出“顶天立地”的科技工作指导方针。所谓“顶天”,就是要站到世界科技发展的前沿,要在重要的基础研究领域取得原创性成果和重大技术突破。“立地”,就是要把论文写在地上,解决社会生产中的实际问题,把科技成果尽快直接应用于国家农业发展和农村社会进步。

国家自然科学基金为中国农业大学实现顶天立地的科研工作目标注入源源不断的活力。中国农大较早一批农业科学家几乎全得到过国家自然科学基金的资助。他们在科学基金的支持下开展了一系列卓有成效的研究。吴常信先生关于动物分子遗传的研究、戴景瑞先生关于玉米分子的研究都受到基金的支持。2001年陈文新先生获得国家自然科学奖二等奖的项

目——“中国豆科植物根瘤菌资源多样性、分类及系统发育研究”就是在连续4个自然科学基金面上项目的基础上完成的。

近十年来,中国农大的科技工作者对于基金项目越来越重视,该校承担自然科学基金项目的数量也稳步增长,这极大推动了该校的基础研究,科学基金也成为该校科技产出的重要支撑力量。

近年来,中国农大SCI论文数量和质量均有较大幅度上升,2011年的SCI论文发表数量更是达到了1056篇。在国家自然科学基金的资助下,中国农大科学家在《自然》、《科学》、《细胞》等发表多篇高水平文章。

2006年,在两个国家自然科学基金面上项目的资助下,该校教授武维华发表于《细胞》上的文章揭示了植物细胞中钾离子通道AKT1的活性受蛋白激酶CIPK23正向调控,而CIPK23的上游又受两种钙信号感受器CBL1和CBL9正向调控的现象,并提出植物响应低钾胁迫的钾吸收分子调控理论模型。该成果被评为当年中国高校十大科技进展之一。

在中国农大,许多科学家从海外回来伊始就获得科学基金项目支持,顺利开始了科研工作。该校教授张福锁是首批国家自然科学基金杰出青年基金项目获得者之一。十余年来,在国家基金的持续支持下,他带领的团队围绕“植物根际生态调控与养分资源综合管理”问题,通过田间试验和室内模拟试验,对间套作种植体系地下部根系相互作用提高养分资源高效利用的机理进行了系统研究,相关成果获得2005年度国家自然科学基金二等奖。

在此基础上,张福锁课题组继续开

展有关作物养分资源综合管理的研究。2010年,他以通讯作者身份在《科学》上发表关于化肥使用过度导致土壤酸化的文章;2011年,该团队在美国《国家科学院院刊》发表文章,阐述作物综合管理体系对于保障中国粮食安全的重要意义。这些文章引起国内外学术界广泛关注。

“可以说,国家自然科学基金为中国农业大学基础科学研究注入了活力,带动了学校科技成果的快速产出。虽然目前科学基金经费占学校总科研经费的10%左右,但在近五年发表的SCI论文中,有31.3%的论文第一标注为国家自然科学基金。”中国农大科学技术发展研究院一位负责人说。

基金成果到田间

科学基金也为基础研究面向农业生产实践提供了良好的积累。

SCI论文,作为基础研究的标志性成果,对于中国农大大学的科学家来说并非最终目标。农业科研的主要目的还是要“将论文写在大地”,也就是应用于农业生产实践。

该校教授李德发两次获得国家科技进步奖二等奖,他本人也是1996年度国家杰出青年基金获得者。他曾获得多个面上项目、两个重点项目、一项联合基金,他带领的团队于2001年和2005年获得国家自然科学基金创新研究群体项目的资助。正是在国家基金的持续支持下,李德发带领的动物营养学

场中运动的高能电子更容易满足射电辐射的激发条件。”美国阿拉巴马大学空间等离子体研究中心教授李刚说,“在并合之前,第一个磁岛看上去发生了分裂,裂成‘花生’状结构。我们认为,这里也发生了一次重联:磁岛的拉长变形使其中部方向相反的磁场靠在一起而发生重联和分裂。这样,整个事件中至少有三处发生了磁场重联,这是非常难得的。”

迟来的惊喜

该小组使用日冕磁绳数值模型所计算出的日冕物质抛射过程和尾随电流片结构上多个磁岛的产生和并合过程,也与观测事件的总体形态和运动参数很好地吻合。而针对加速电子数量的估算表明:产生射电信号的高能电子主要是在磁岛并合过程中得到加速的。

值得一提的是,这些演示的数值模拟工作是在数据分析之前就已经获得的。当时计算程序历时数周才给出爆发过程的完整演化序列,但在得到结果时,该小组正忙于其他事务而未仔细盘点。在发现观测事件之后,该小组决定重新查阅以往的计算结果。2011年8月11日,他们惊讶地察觉,所发现的磁岛并合早已在模型之中计算出来。

“令人难以置信的是,模型计算结果的日期竟然是2008年8月11日,与我们决定重新查阅数值计算的日期恰是同一天,只不过整整迟了3年。”陈耀说。

无独有偶,作为美国物理学会(APS)新发布的学术期刊,《物理评论X》秉承了《物理评论》系列刊物的一贯宗旨,对文章的审稿过程慎之又慎。杂志编辑先后为这篇文章约请了13位审稿人。

“前11位审稿人因为种种原因未能评审,直到第12位和第13位审稿人才开始正式评审。”李刚说,“对编辑的严谨求实,精益求精的态度我们也深有体会。”



研究团队,在猪的营养与饲料加工、健康养殖等领域发表了近200篇SCI论文。他们相继研发健康养殖饲料产品37个,推广应用1655万吨,节约饲料粮120多万吨,为我国饲料行业的进步奠定了基础。

1997年国家杰出青年科学基金获得者康绍忠教授目前已当选中国工程院院士。在国家自然科学基金的资助下,康绍忠课题组在甘肃省河西走廊石羊河流域经过多年的系统研究,在农业与生态节水应用基础研究领域取得了重要进展。他们带头创建了中国农业大学石羊河流域农业与生态节水试验站,该站已成为西北旱区农业节水技术、科学研究、人才培养、国际合作和示范推广的重要基地之一。该团队组织开展农业高效节水技术集成模式示范与推广工作已成为课题组的常规性工作。

“这些成果只有真正应用到农业中,才能让最基层的农民兄弟受惠。”康绍忠说,“科研成果最终能在生产实践中得以应用,是每个科技工作者的最终目的。”

近年发展起来的比较蛋白质组学分析技术能够高通量、高灵敏度检测疾病相关分子和药物作用靶蛋白,提供了从整体上分析各种因素对细胞中所有蛋白质影响的技术平台。应用这一技术,该研究组首次报道了糖尿病相关认知下降大鼠海马的比较蛋白质组学研究结果,发现并鉴定了4个可能与该病发病密切相关的蛋白质及6个作用靶分子。这些结果为进一步研究糖尿病相关认知下降的发病机制及药物作用靶点提供了新的线索和依据。(柯旺)

我说基金

■石小涛

对国家自然科学基金项目申请过程中各类要求和条件的分析和思考,有助于我们提高对基础研究的认识,进一步凝练科学思维。

近年的科学基金申请项目指南更明确了科学基金对基础研究和青年人才的重视和培养。通过对项目指南的认真研读,可以了解该领域有哪些前沿问题,哪些热点、冷门和重点资助方向。

科学基金通过申请这一严密的程序,层层深入地引导申请者对自己的科研实力,自身能力和条件进行理性评估,包括掌握科研思想,所在单位科研平台和研究条件等。

科学基金项目申请书各模块设计着眼于端正申请者的科研态度,仔细学习科学基金申请指南和申请要求,有助于青年学者结合国家需求,把握科学的方向,选准申请课题。

比如,2011年国家自然科学基金项目申报书设计的格式强调:在撰写过程中不得删除系统已生成的撰写提纲。这反映出撰写提纲的重要性,仔细揣摩撰写提纲的过程不难发现,撰写提纲体现了科学研究的严密步骤。

首先,提纲要求撰写立项依据与研究内容、研究目标以及拟解决的关键科学问题。其次,对拟采取的研究方案及可行性分析进行阐述。然后对项目特色与创新之处进行说明,拟定年度研究计划及预期研究结果。最后,是介绍研究基础与工作条件,申请人和承担科研项目情况等。

上述步骤指导申请者思考:为什么要选择这个问题,国内外学者是如何研究这个问题的,你准备怎样研究,研究能解决什么具体的问题,开展该项研究有什么关键环节,此项研究是否已经有了一定的基础,什么时候、完成哪些研究内容,会得到怎样的成果,你的工作单位有没有实力给你提供科研平台等。

对以上问题的反思有助于我们在各个环节充实自己,不断进步。

题目是申请者对申请内容的高度概括,它应是能够让同行切实体会到的科学问题。科学基金项目申请反复强调研究的科学问题要明确,如某水域某污染物超标,不能是发现的具体污染问题,而是污染现象背后的基础理论问题,如某污染物在水域的迁移机理,一个原则是:申请者拟解决的科学问题应该在某科学领域是一个重要原理或规律的关键点,解决了这个问题就使所在领域的理论向前推进一小步。

对科学问题的把握体现申请者的科研敏锐度和洞察力,是科学基金申请的核心,这要求科研人员不断审视自己从事的工作是否具有理论高度。

摘要是否科学的缩影,需要在较短篇幅内对研究内容进行阐述,是申请者概述能力的体现。摘要集中展示申请书的价值,因此需斟字酌句,介绍核心内容和亮点。它可以帮助申请者明确研究思路,提炼关键问题,提升科学高度。

申请书的立项依据描述的是完整的研究思路,首先通过意义分析指出研究某科学问题的必要性,研究该问题对某领域的潜在贡献,然后通过国内外现状分析找出突破口。这也是一个说服和聚焦的过程,最终指向解决科学问题的方法。

对国内外现状及动态分析体现申请者对科学发展方向和领域前沿的思考,直接反映作者的知识背景和科研敏锐程度。申请者写好现状分析的唯一途径是大量阅读文献,长期积累知识,梳理科研思路,完善表达手法。申请书中该项要求促使申请者吸收国内外最新知识,理清研究思路,把握国际最新研究进展。

科学基金申请书撰写要求明确指出,研究内容、研究目标和拟解决的关键科学问题为重点阐述内容。这实质上是拟解决科学问题的分析分解和逐步实现过程,对拟解决科学问题背后的多个环节或多个小科学问题通过系列研究步骤进行解析,对解决问题的思路进行阐述,描述用怎样的试验设计得到怎样的数据,阐述如何在技术上实现研究内容。这进一步要求申请者找准问题,并分阶段克服瓶颈,达到预期目标。

此外,在撰写国家自然科学基金项目申报书过程中,对项目研究方案、可行性分析、研究特色和创新亮点的阐述均有助于申请者通过自我评估,审视自己研究的问题,完善进行科学研究的必要条件。

总之,对申请书各个环节的把握和思考,有助于申请者实现科研思维质的飞跃。

申请是凝练思维的过程

动态

重大工程动力灾变重大研究计划集成项目指南发布

本报讯 近日,国家自然科学基金委员会发布“重大工程动力灾变”重大研究计划2012年度集成项目指南,面向全国邀请有条件的人员参与申请。

申请该重大研究计划集成项目的申请人应当具有承担基础研究课题的经历;具有高级专业技术职务(职称)。正在博士后工作站内从事研究、正在攻读研究生学位以及《国家自然科学基金条例》第十条第二款所列的科学技术人员不得申请。

具有高级专业技术职务(职称)的人员,申请或参与申请本次发布的重大研究计划集成项目不限项。该重大研究计划2012年度只接收集成项目的申请,申请人应认真阅读项目指南和相关通告,不符合项目指南和通告的申请项目不予受理。项目资助期限为3年,申请书中的研究期限应填写“2013年1月-2015年12月”。

每个集成项目的依托单位与合作研究单位数合计一般不超过5个;集成项目的参与者必须是重大研究计划的实际贡献者,主要参与者不超过9人。

开展的研究应针对拟资助的集成项目,体现重大研究计划“创新性、基础性、前瞻性、交叉性”的研究特征,突出有限目标和重点突破,明确对实现研究计划总体目标和解决核心科学问题的贡献。

该重大研究计划申请报送日期为2012年6月11日至15日。由集中接收组负责接收申请书。申请书采用在线撰写方式,申请人向依托单位索取用户名和密码,登录ISIS系统,申请书中的资助类别选择“重大研究计划”,亚类说明选择“集成项目”,附注说明选择“重大工程动力灾变”,根据申请的具体研究内容选择相应的申请代码。以上选择不准确或未选择的项目申请不予受理。

申请书撰写完成后,在线提交电子申请书,下载并打印最终PDF版本申请书,向依托单位提交签字后的纸质申请书原件。申请人应保证纸质申请书与电子版内容一致。依托单位应对本单位申请人所提交申请材料的真实性和完整性进行审核,并在规定时间内报送基金委。(柯伟)