

* 科学家论坛 *

对基础性研究的几点看法

褚君浩^{*}

(上海技术物理研究所红外物理国家重点实验室 上海 200083)

关键词 基础性研究

基础性研究怎样搞? 我们的体会是要根据学科自身发展的规律和国家高技术发展的需要来确定研究方向, 安排研究内容。

1 基础性研究的两种研究方式

基础性研究要为国家高技术发展的重大任务服务, 要做国际前沿的创新研究, 促进学科体系的发展, 增进科学知识的积累。基础性研究有两种类型的研究方式, 第一种是根据国家高技术发展的迫切需求, 提出带普遍性的科学问题, 解决这些问题, 从更高的层次上推动高技术的发展; 第二种是根据学科自身发展的需求, 在学术前沿进行创新研究, 推动学科发展, 同时注意可能的应用。这两种研究方式都要以探索、发现和研究新现象、新效应、新规律, 总结科学规律为基础, 都要以潜在的可能应用为背景。同时, 基础性研究要特别重视与创新实验方法、创新实验手段相结合, 基础性研究要为培养人才创造条件, 让人才在攀登科学高峰的过程中成长。

2 基础性研究要为国家重大任务服务

基础性研究要选准对我国经济和社会发展具有战略意义的学术方向, 根据国家高新技术发展的迫切需求来组织项目, 提出具有普遍意义的学术问题, 加以解决, 既促进学术进步, 又为解决国家重大任务服务。

以红外物理国家重点实验室为例, 我们选准对我国经济和社会发展意义重大的红外光电子为学术方向, 努力研究和解决国家重大任务中提出的迫切需要解决的红外光电子基础问题。

航天航空遥感(如风云二号卫星等)及工业在线检测、医疗红外热象技术, 都需要高灵敏度的 HgCdTe 红外探测器。为了在我国发展窄禁带半导体 HgCdTe 红外探测技术, 我们解决了一系列材料器件研制中提出的物理问题。如提出了禁带宽度等能带参数和光学常数的计算公式, 解决了浅杂质和导带电子输运问题, 观察到 P 型掺杂(As, Sb)和有害杂质(Fe)的光电子行为, 提出了 HgCdTe 材料系统的表征方法等。这些结果为我所光导型单元红外探测器、四元以

• 红外物理国家重点实验室主任, 研究员
收稿日期: 1997 年 11 月 19 日

及 180×1 元线列器件的研制提供了科学基础,已分别用于航空遥感、风云二号等,促进了我国航天航空遥感任务的完成;同时可在器件截止波长设计、材料质量性能判别等方面指导国内 HgCdTe 材料器件研究。

为发展新一代焦平面列阵红外探测器,急需 HgCdTe 分子束外延薄膜。我们把材料性质研究中获得的规律用于指导材料生长,突破了生长工艺中的关键技术,生长出直径 2 英寸大面积均匀参数优良的 HgCdTe 薄膜材料,有关参数达到国际先进水平。用这样的材料也在我国研制成 32×32 元长波焦平面列阵红外探测器,实现室温物体的热成像。HgCdTe 分子束外延实验室被国际上列为美国之外世界上 9 个主要 HgCdTe 分子束外延实验室之一。

为进一步探索新型量子阱红外探测器,实验室研究了 GaAs/GaAlAs 多量子阱光电跃迁规律、光电耦合方式、器件设计问题,解决了技术难关,研制成量子阱线列焦平面器件。在短短几年中,从单元器件到研制成 128×1 元线列一维扫描焦平面红外探测器,并实现物体残留热成像。

根据经济发展和社会需求所进行的研究工作,是基础性研究的重要支撑和动力源泉。

3 基础性研究要做国际前沿的创新研究

从社会和经济的长远发展需要出发,根据学科自身发展的需求,在学科前沿进行坚持不懈的创新研究,推动学科发展,增进人类知识的积累,是基础性研究的一个重要方式和特征。研究中的每一个重大突破,都会提高人们认识世界和改造世界的能力,进而促进高新技术和经济的发展,促进社会经济文化的进步。

这方面的研究也要以有潜在应用背景或对整个学科发展有促进作用为依据,在具体研究中以发现新现象、新效应为目标,努力在学科前沿进行创新研究,不注重追求研究结果的直接应用价值,而注重学科知识的积累,同时注意研究结果应用的可能性,或能间接促进高新技术的发展。

红外物理实验室在窄禁带半导体的研究、半导体超晶格量子阱红外光电性质和凝聚态物质低能激发过程研究中,发现了许多新现象、新效应,取得了系统的创新成果,获得重要进展。研究论文发表后在国际上被引用 200 多次,我们提出的禁带度公式被称为 CXT 公式(褚、徐、汤汉语拼音的第一个字母),获得的吸收光谱被美国研究 HgCdTe 材料器件的桑塔巴拉研究中心、英国菲力普实验中心用于分析他们的材料器件,也被美国三个单位联合作为 HgCdTe 理想的吸收曲线,与他们研制新型红外探测器作比较。我们的研究结果还被写进美国《固体光学常数》、英国《窄禁带 Cd-基半导体的性质》、《混晶光学性质》等 6 本专著、手册和教科书。最近,我们还应国际权威的大型《半导体数据集》主编的邀请,负责“窄禁带半导体”部分的修订工作。

1993—1996 年,我们还应邀多次参加国际会议并做报告。这些都推动了我们的研究工作,为红外光电子的长期发展提供了科学基础。

这类研究要注重长期的科学积累,循序渐进,瞄准国际前沿和学科发展的需要。既要关心国际上热门的主题,积极跟踪和创新,也要根据自己的特点,认准方向,坚持不懈,扬长避短,自主创新,努力形成自身的科学技术优势。同时,要注意研究工作阶段成果对本学科相关技术及交叉学科和技术直接与间接应用的可能性。探索未知,揭示自然界奥秘,促进学科发展,是基础

性研究进步的一个持久的驱动力,在这一驱动力下进行的基础性研究工作,其根本目标仍然是促进社会、经济、科学和文化的发展。

4 基础性研究要与新实验方法、新实验手段相结合

在进行创新性科学研究的过程中,新实验方法及系统的建立,为取得创新研究结果起了关键作用。每一种新实验方法或手段的建设,都会有力地推动学科研究的发展,开辟新的领域,促进研究工作上台阶。红外物理实验室近几年来先后建成了几个重大实验系统:红外-远红外磁光光谱综合系统、双调制红外光致发光系统、低温强磁场输运测试系统、分子束外延光电实时监控系统,这些系统的建立对实验室在主要研究方向上取得创新成果起到极大的推动作用。我们除开发大型仪器的功能之外,还根据先进的学术思想研制新系统,建立新的实验方法,如高灵敏度量子电容谱系统、高压入调制光谱、调制反射激发谱、空间微分调制光谱、红外辐射测量仪等。这些新的系统和方法,有的被国际上认为是“注入了新血液”,有的研究结果应邀作为国际会议的论文。

创新实验手段和方法的建立是促进基础性研究走向国际前列的重要基础,既为发现新现象新效应提供可能,又为开拓性研究工作提供武器,在基础性研究工作中必须予以重视。

5 基础性研究要重视人才培养,走开放、流动、联合、竞争的道路

人才是基础性研究的关键因素。当前,培养人才的核心措施是让中青年科技人员在学术前沿拼搏,一方面培养他们热爱祖国科学事业的精神,充分调动他们的积极性和创造性;另一方面,创造良好的工作条件,充分发挥他们的作用,在科学高峰的攀登中培养人才,包括培养研究生,以期在科学研究过程中逐渐形成一个优秀的学术梯队,实现基础性研究中人才-成果-经费相辅相成的良性循环,保证基础性研究的不断发展。例如,在红外物理国家重点实验室中,有研究员9人,其中院士2人,博士生导师5人,形成了以汤定元院士、沈学础院士、诸君浩研究员以及陆卫、何力等青年研究员为主线,及一批优秀中青年研究人员和技术人员组成的学术梯队。这个队伍中有14名中青年博士,7名优秀中青年,4年中培养硕士、博士和博士后42名。在年轻人中有两名列入国家“百千万人才工程”计划,两名获国家杰出青年科学基金,1名获德国科学文化交流协会奖,4名青年被聘为美国《应用物理通讯》和《应用物理杂志》审稿人,以及被评为上海市十大杰出青年、十大优秀科技启明星、上海市优秀回国人员先进个人等。

德国物理学会副主席、雷根斯堡大学教授罗斯勒来实验室访问后,在给马普学会的报告中有一段关于我实验室科学人才的评论,认为实验室高级成员中拥有该领域国际知名的科学家,一些年轻成员在西方的研究所工作,有些还得到博士学位,获得了出色的科学成绩。我们的人才梯队是在攀登中成长起来的,也是保证基础性研究持续发展的重要基础。

为促进基础性研究,开放、流动、联合、竞争至关重要。根据实验室的具体情况,实行有效的开放、流动、联合、竞争,是活跃科学思想,凝聚优秀人才的聪明智慧,加快研究进程,取得高水平成果的重要保证。开放要有面上的开放,要围绕研究工作的主攻方向进行开放,要围绕关键和重点组织国内外实质性和有效的合作研究。真心实意地实行,才会在基础性研究中取得实质性的收益。