

·“我与科学基金”征文选登·

科学基金伴我探索二十年

钱逸泰*

(中国科学技术大学化学与材料学院,合肥 230026)

1985年4月我回到了离别两年八个月的祖国,开始了独立从事科研的准备工作。我在美国主要从事催化剂的固体化学反应过程方面的研究。回国时,我拥有的资源只有中国科技大学科研处给我的7000元科研启动费,加上原有的一间20平方米的实验室。在这样困难的条件下如何进行催化研究?我想必须找到强有力的合作教授并联合申请国家自然科学基金。

经过文献调研和对校内科研方向的了解,我认为研究工作应从学科交叉开始,比如与物理学科中专业力量强、但材料制备力量弱的实验室合作。于是,我找到低温物理实验室。该实验室张其瑞教授和我相识多年,他认为那时超导体临界温度最高在23K,寻找新的超导体是一个重要的研究方向,值得探索。张教授告诉我新超导体的合成研究主要有两个方向:一是长链的高分子材料,二是氧化物超导体。我告诉他我在美国从事氧化物的制备研究已有两年多,对新型氧化物超导体的探索比较感兴趣。这样,我们一起申请了一项由他主持、我们参加的新型氧化物超导体的科学基金项目,并获得批准。我们辛辛苦苦做了半年实验,进展并不明显,因为所选的Li-Ti-O体系太难制备,而我们所制备的Ba-Pb-Bi-O体系超导温度提高不大。这时在澳大利亚访问的上海交通大学蔡建华教授来信告诉张其瑞教授,彼得诺兹·繆勒教授已制备出Ba-La-Cu-O超导体的消息,使我们很快投入超导研究的热潮。此时,自然科学基金委数理科学部的同志认为我们在国际上兴起超导研究热潮之前就申请了新型氧化物超导材料的研制,有创意,就增拨了5万元经费,这对我们鼓励很大。在超导新材料探索中我们进行了7年研究,获得了3项省部级奖励,发表论文70余篇,他引达400多次;联合培养的博士生中,有两名获得了

“国家杰出青年科学基金”。1994年我被评为凝聚态物理的博士生导师。

在超导体体系的科研中,由于新型超导材料的制备研究较为困难,整个科研越来越侧重于理论,因此有必要寻找新的科研方向。这时中国科学院固体物理研究所的葛庭燧院士告诉我,德国的格瑞特教授在纳米材料研究中取得进展,鼓励我也从事这方面的研究。由于中国科技大学化学系的钴源可以免费使用,我们将“用伽玛射线辐照法制备纳米材料”作为研究方向之一。经过一年多的研究并在《金属学报》等期刊发表文章后,决定以“伽玛射线制备金属和合金纳米材料”为主要研究内容申请科学基金项目。这是我首次独立申请,不太会写申请书,就去请教自然科学基金委工程与材料科学部的靳达申教授。他看后,指出我们申请的经费预算项中,设备费用所占比例太大。在他的建议下,我做了修改。但是对此项申请,同行评议有争议,自然科学基金委的同志在指出我们缺点的同时,肯定了我们在制备材料方面的新意,并给予了资助。这无疑为我们增添了开辟新的研究方向的动力。几年后,课题组的朱英杰博士又申请到两个基金项目,在德国《先进材料》和英国《化学通讯》上发表了一批文章。培养的博士生中,两人入选“中科院百人计划”。

由于我的实验室在化学楼,大部分博士生的专业背景是化学,他们都希望做一些无机材料化学合成工作。我们用水热合成制备纳米材料和纳米薄膜已经多年,在美国《应用物理通讯》和英国《材料化学》等杂志上发表了一批文章。我也一直酝酿在这个方向申请基金项目,这样的项目无疑应在自然科学基金委无机化学学科申请。1994年10月,自然科学基金委无机化学学科主任韩万书教授访问中国科技大学,参观了我的实验室,十分鼓励我申请。我

* 中国科学院院士。

本文于2006年1月5日收到。

们查阅文献后,认为做氧化物、硫化物的科学家人数多,水平高,我们一时很难赶上,最好从新的方向——有机溶剂热反应制备非氧化物入手。首先申请“Ⅲ-V族化合物的非水体系热合成”,这项申请的矛盾之处在于项目虽有新意,但工作基础太弱。尽管谢毅和王文中两位同学经过努力,做成了纳米磷化铟并测出了量子尺寸效应,但投到国际性杂志的文章未能及时发表,审稿人认为化学反应和美国威尔士教授已发表的文章是接近的。因此,我们设想在合成Ⅲ-V族化合物中加上氮化镓,以形成研究工作的特色。如此,虽提高了创新性也增加了风险性。经过一周的思想斗争,还是鼓足勇气在申请书中把“争取制成氮化镓纳米材料”写上了。结果,这份申请书在评议过程中争议很大,未获通过。然而,自然科学基金委同志考虑到此项申请的创新性,以“风险基金”方式资助了两万元经费,这对于我们是很大的鼓励。谢毅、王文中两位同学克服了重重困难,在1995年11月初成功地制成了纳米结晶氮化镓。我们兴奋地电话通知了韩万书教授,他高兴地鼓励我们说:“这样优秀的工作应当试投美国《科学周刊》杂志”。可是当时X光图上显示除了六方氮化镓相外还有两个杂质峰,需进一步研究。在合成方面几经努力,始终无法去除杂质峰。直到1996年元月份,在电镜专家张庶元教授帮助下,鉴定并证实了两个杂质峰是属于岩盐型结构氮化镓的。这样,苯热合成纳米氮化镓的文章在1996年2月投美国《科学周刊》杂志,审稿人给予了高度评价:此文章有两个激动人心的成果,一是在非常低的温度下苯热合成了结晶氮化镓;二是观察到以前只在超高压下才出现的亚稳的立方岩盐型相。文章发表后已被他人引用130次以上。我本人由于在新铜氧化物超导材料的探索及在非氧化物纳米材料制备方面的工作,于1997年当选为中国科学院院士。参加工作后的谢毅博士1998年获国家杰出青年科学基金资助,后又被评为教育部长江特聘教授,王文中博士现入选中科院百人计划。不久,自然科学基金委把此项目入选为正式项目继续予以资助。此后,我实验室在砷

化铟和磷化镓纳米材料的溶剂热合成方面的文章在美国化学会和美国材料化学等杂志上相继发表;我实验室以碘为溶剂,合成了纯的六方相氮化镓后,谢毅实验室首次完成了纯的氮化镓岩盐型立方相的合成,这样就形成了一个较为完整的基础研究成果。

在有机溶剂热合成过程中,特别是用平面结构的苯作溶剂时,如果实验温度较高,经常会产生石墨。这样人们自然会想到如果立体结构的有机化合物被还原,是否会产生金刚石?由此,李亚栋博士开始了探索金刚石之路。经过艰苦的努力,最终用金属钠还原四氯化碳,700℃下在高压釜中合成了金刚石。文章在1998年美国《科学周刊》杂志上发表,被美国化学与工程新闻评价为“稻草变黄金”。普林斯顿大学地球科学方面的教授在引文中认为“由于(宾州大学)赵的水热合成生长金刚石和李亚栋的溶剂热合成的金刚石工作,使人联想到在黑金刚石的形成过程中,可能还有其他因素涉及其形成过程”。以后,李亚栋博士获得了2000年国家杰出青年科学基金,也被评为长江特聘教授。由于在金刚石合成方面发表的高水平论文,使我们获得了自然科学基金委给予的20万元奖励。至今我们仍在还原法合成金刚石的道路上继续探索。

非氧化物纳米材料溶剂热合成在自然科学基金委和科技部“973”项目中取得显著的进展,在美国《科学周刊》、美国《化学会志》、德国《先进材料》等国际杂志上发表论文250篇以上,他引2600余次,获得2001年国家自然科学二等奖,我本人获得安徽省个人成就奖。但是,自然科学基金委无机化学处陈荣教授一再希望我们继续提高项目的创新性。于是,我们将溶剂热无机反应机理研究的方向调整到“有机相的无机化学反应”,开始了一个新的重点基金项目的研究。不久,在使用有机和无机混合溶剂以后又获得了一些显著进展。有机相的无机反应机理的本质如何?纳米材料形成的热力学和宏观材料形成的热力学有何异同?我们正在这些新的研究方向上,在自然科学基金委和科技部“973”项目的大力支持下,继续前进。