

·基金纵横·

## 从事基础研究的三点感想

李世春

(中国石油大学机电工程学院材料科学与工程系, 东营 257061)

13年前,国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)材料科学一处给了我一粒种子,现在种子已经萌芽成长为一棵禾苗。什么时候开花,我不知道;什么时候能结果实,我也不知道。下面讲述的是从种子到禾苗的过程。

1988年我从吉林大学硕士研究生毕业回到中国石油大学(华东),就开始申请国家自然科学基金,我知道当时被批准的概率只有约15%,而且是全国范围的竞争。但是,如果不申请,得到基金的概率恒等于零。申请了,则获得基金的概率大于或者等于零。需要强调的是,概率等于1才意味着成功。申请项目是这样,实现最后的研究目标也是这样。

在近20多年的摸索中,我学到了从事基础研究所必需的三样东西,即科学思想、科学精神和科学方法。下面结合自己的经历,仿王国维的“读书三境界”,谈三点感想,请大家批评指正。

### 1 选择研究方向

“昨夜西风凋碧树,独上高楼,望尽天涯路”。

1988年硕士研究生毕业后(硕士学位论文题目为《稀土对铝锌镁合金超塑性的影响》),我朦胧地感觉到,“超塑性”、“国家自然科学基金”和“清华大学”这些关键词可以联系在一起。第一步,我要用“超塑性”申请一个自然科学基金项目;第二步,我要用“超塑性”在清华大学申请一个博士学位。

我获得第一个基金项目用了5年的时间,直到1993年第五次申请才被批准;获得清华大学的博士学位用了12年的时间,直到2000年才完成答辩。

1991年12月,我在清华大学结识了一位教授,叫陈南平,希望他能帮助我的超塑性研究。第一次见面,就请他为我撰写一封申请基金项目的专家推荐信。陈南平教授给我写了推荐信,但是项目仍然未获批准。在此之前,我已经三次申请科学基金都

未被批准,四次申请成功的概率都等于零。

1992年,我在中国广播电视出版社出版了《魔方及其应用》一书。因为这次的写作经历,我在基金项目的申请书中也写了一些“异想天开”的内容,并且提到了魔方的问题。

1993年7月,在自然科学基金委各科学部召开项目评审会之前,我把准备好的3本《魔方及其应用》寄到工程与材料科学部科学一处(金属材料学科),据说当时的学科主任还把我的书带到了评审会上。

1993年10月,我终于以中国石油大学硕士讲师的身份,用“魔方”和多次修改的申请书敲开了自然科学基金委的大门,得到了第一个国家自然科学基金项目,名称为“超塑性的耗散结构模型和金属物理研究”。

与此同时,我被材料科学一处推荐到我国“两弹一星”功勋科学家程开甲院士门下,学习TFDC模型(我重点把握了TFDC电子密度)。

我研究了12年超塑性,两次获得了自然科学基金资助,主要结果是得到了一个“相界扩散溶解层”的模型,同时实现了从“超塑性”到“TFDC模型”的过渡。此后,我产生了“TFDC相图”的思想,它是未来原子组装技术的一种理论模式,可称为TFDC原子组装理论,初步结果发表在2003年《自然科学进展》。我的最终研究目标就是建立TFDC原子组装理论,其核心内容是TFDC电子密度概念及其应用。

### 2 坚持选定的研究方向

“衣带渐宽终不悔,为伊消得人憔悴”。

硕士研究生毕业后,我以石油大学讲师的身份在位于黄河尾部的东营市工作。从起步时我就知道,设备和经费的匮乏会使我遭受一些皮肉之苦,其副产品是能给我带来一些智慧,这是自然界的互补

本文于2007年1月10日收到。

原理。

攻读硕士研究生期间,我摸索和练就了一套手艺——使用手锯、锉刀和小台钳制备拉伸试样。1988年毕业回到石油大学后,我经常去光顾学校的一个废旧设备库房,偶尔能够拣到一些仍然可以使用的废旧设备。4年后,我用自行车的变速系统和4个箱式炉,制造了一台超塑性拉伸机。第一次拉伸Zn-5Al合金试样,就得到了5000%的延伸率。

从1993年到2000年,我用了8年的时间来解释5000%的实验结果,最后得到了一个“相界扩散溶解层”的模型。

在学习程开甲先生的TFDC模型时,我并没有放弃已经选择的超塑性,因为我的第二步还没有实现,即我还没有得到清华大学的博士学位。此外,我也不想直接去程先生的课题组凑热闹,我只想以自己的方式从“超塑性”过渡到“TFDC模型”。10多年过去了,我实现了我的想法,也实现了我的过渡目标。

10多年来,围绕TFDC电子密度,我查阅了3000多篇文章,涉及多种刊物,都追溯到创刊之初。例如,*Physical Review Series* (1893年至今),*Journal of Physical Chemistry* (1896年至今),*Journal of Applied Physics* (1931年至今),*Journal of Chemical Physics* (1933年至今),*Advances in Physics* (1952年至今),*Journal of Physics* (1968年至今)。现在我已真正掌握了电子密度概念的发展历史轨迹,同时也认识到了程开甲院士TFDC模型原创性的核心内容在于TFDC电子密度。

总的体会是:科学思想是灵魂,设备和经费充其量只能算是皮肉,而科学精神却是骨头。

### 3 升华选定的研究方向

“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在灯火阑珊处”。

从1988年硕士研究生毕业开始,我独立从事科学研究就像是在黑暗中摸着石头过河,没有灯塔,没有向导,也听不到彼岸的声音。就在这时候,我也幻想着能够结识几个真正的学术大师,既和他们交流思想,又能够得到某种帮助。

1993年,当我见到我国“两弹一星”功勋科学家程开甲院士时,我只知道程先生写过一本《固体物理学》教科书。当我了解到程先生自己每天亲自从事的研究领域是TFDC模型,而且坚持了50多年时,直觉告诉我,这是一次机遇,因为材料学科一处将要

组织我们6个面上项目的人员开展为期3年的学术活动。

1998年科学基金《项目申请指南》里明确为“程氏理论”设立了一个重点项目,题目叫“多层材料界面电子分布对材料性能的影响”。我写了一篇30多页的《TFDC模型导论》,作为申请书的附件,主要内容是关于铺垫和发展TFDC模型的。由此,我得到了第三个科学基金项目,题目也是“多层材料界面电子分布对材料性能的影响”。

我一边修改我的关于超塑性研究的博士论文,一边破解“多层材料界面电子分布对材料性能的影响”的主题思想。TFDC电子密度最重要的用途是描述异类原子的接触界面,而多层材料一般都是一层一层的,不同的层有着不同的原子。

另外,我研究超塑性用的是Zn-Al共晶合金,微观组织结构呈层片状。Al相和Zn相的接触区域是界面层,这种界面层在扩散溶解的作用下,厚度可以变化。

真是多年寻思它千百度,蓦然回首,“层”字就在题目处。我思考了多年,想要找的答案原来就是一个“层”字。1993年就开始思考的问题,即如何从“超塑性”过渡到“TFDC模型”,过渡的关键是需要一个桥梁,此时我豁然开朗,建立桥梁需要在这个“层”字上做文章。

2000年,我把多年的实验数据和“层”字结合起来思考,将得到的结果写入我的博士论文,最终形成了“相界扩散溶解层”的主题思想,贯穿整篇论文。论文经清华大学陈南平教授修改后,成为最后的定稿论文。我又用了4年的时间来拓展“相界扩散溶解层”的内涵和外延,将博士论文扩充为一本学术著作,2004年得到自然科学基金委专著出版基金的资助,书名为《相界扩散溶解层》。

自从认识程开甲院士之后,我就钟情于程先生的TFDC电子密度。用TFDC电子密度能够解释一些实验现象之后,我开始专心考察TFDC电子密度的内涵和外延及其原创性意义,想方设法检索原始文献,反复思考着TFDC电子密度究竟意味着什么?

我领悟到,用TFDC电子密度可以建立一种原子组装理论。人们先把沙土制成秦砖汉瓦,然后用砖瓦来盖房子。同样的道理,先把原子组装成原子砖,根据TFDC电子密度定义原子砖的参数;然后用原子砖来“组装”材料或者器件,再使用一定的模型计算出材料或者器件的某些技术参数。

当年材料科学一处通过“面上项目集团管理”的

模式,把我介绍给程开甲院士,使我有机会和他讨论 TFDC 模型。如果说这种机遇相当于一粒种子,那么我现在研究的 TFDC 原子组装理论就是一棵幼嫩

的禾苗。禾苗什么时候能长大开花并结出果实?这可能是很多年以后的事啦。

### THREE REFLECTIONS ON DOING BASIC RESEARCH

Li Shichun

(Department of Materials Science and Engineering College of Machinery and Electronic Engineering,  
China University of Petroleum, Dongying 257061)

·资料·信息·

## 数理科学部“十一五”学科发展调研工作取得重要进展

数理科学部在 2005 年度组织的学科发展战略研究的基础上,结合数理科学发展面临的新的形势和任务,以推动学科均衡、协调和可持续发展,增强自主创新能力为总目标,组织了数理科学学科发展与资助模式的调研工作。调研工作按数学、力学、天文、物理 I 和物理 II 5 大领域全面开展,重点围绕 4 个方面的内容展开调研,即:(1) 参鉴国际上科学基金组织等机构推动学科发展的经验与做法,分析和研究科学基金在国家多元化支持格局中促进基础学科领域发展的地位和作用;(2) 总结科学基金支持学科发展的经验,研究“十一五”推动学科均衡、协调和可持续发展的具体内涵和需要采取的重点措施;(3) 从基础研究“双轮驱动”的时代特征出发,深入分析数理科学各学科的发展特点,研究提出针对本学科实行宏观管理、分类指导的政策需求;(4) 结合科学基金资助工作实际,研究提出“十一五”期间针对本学科统筹项目、人才、科研环境建设,尊重科学规律、适应学科领域多样性特点的经费配置模式与弹性管理思路。

主要进展体现在 5 个方面:

(1) 准确把握数理科学在基础学科体系中的战略定位和国家中长期科技发展中的基础、先导作用,进一步明确数理科学各学科的发展特点和趋势。

(2) 分析和总结了国外有关科学基金组织支持数理科学学科发展的资助模式和管理经验,为数理科学部改进学科资助模式、完善资助政策提供了重要的参考。

(3) 研究提出了促进数理科学各学科之间以及与其他基础学科之间的交叉、融合的可行的资助政策和措施。

(4) 分析了数理科学部现行的资助现状,针对

不同学科的发展特点,研究提出了各学科资助重点和资助方式的改进建议。如,数学要结合数学的特色,着重研究适合数学研究的资助方式或模式,譬如数学研究的工作方式、主要手段等;力学着重结合国家战略需求,处理好基础、国防、高技术、国民经济发展等方面产生的科学问题研究的关系;天文应经过一定时段的积累,较全面地提升我国的研究水平和能力;物理 I 着重研究发挥科学基金坚持自由探索的效能、促进实验技术方法和学科交叉;物理 II 重点研究围绕国内重大装置开展研究、利用国外重大实验装置和参与国际重大合作计划以及促进理论物理的发展。

(5) 总结提出了数理科学部资助学科发展的经验与不足,研究提出了数学天元基金、理论物理专款的资助重点以及学部重点扶持的资助领域(如,辐射物理、原子分子物理、数学在其他学科中的应用、实验技术方法等),对发挥数理科学基础研究的“双轮驱动”作用以及推动数理科学学科均衡与协调发展提出了具体意见和建议。

总之,通过学科发展调研,各科学处对学科的发展特征、动态、研究队伍及研究状况有了更加清楚的认识,对学科发展的规律和特点有了更深入的理解。通过对数理科学部现行资助格局与管理模式的分析和总结,参考国际上科学基金组织等机构推动学科发展的经验与做法,研究提出了“十一五”期间数理科学部推动学科均衡、协调和可持续发展,改进学科资助模式的对策与建议,使得今后工作思路更加清晰,为“十一五”期间数理科学部更有效地开展资助和管理打下了坚实的基础。

(数理科学部 刘喜珍 供稿)