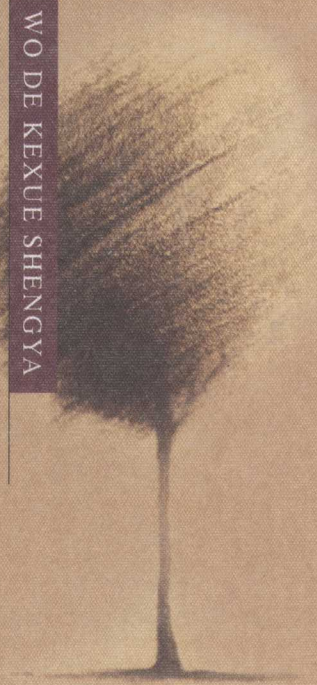


WO DE KEXUE SHENGYA

# 我的科学生涯

叶大年 著

安徽教育出版社



叶大年 著

WO DE KEXUE SHENGYI

# 我的科学生涯



安徽教育出版社

K826.14276  
Y1

图书在版编目(CIP)数据

我的科学生涯 / 叶大年著. —合肥: 安徽教育出版社,  
2003

ISBN 7-5336-3242-7

I. 我... II. 叶... III. 叶大年 - 回忆录  
IV. K826.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 110965 号

---

责任编辑:王宏金 装帧设计:黄彦 版式设计:陈强

出版发行:安徽教育出版社(合肥市跃进路1号)

网 址:<http://www.ahep.com.cn>

经 销:新华书店

排 版:安徽飞腾彩色制版有限责任公司

印 刷:合肥远东印刷厂

开 本:880×1230 1/32 插页:1

印 张:7.625

字 数:165 000

版 次:2002 年 12 月第 1 版      2002 年 12 月第 1 次印刷

印 数:2 000

定 价:18.00 元

---

发现印装质量问题,影响阅读,请与我社发行部联系调换

电 话:(0551)2651321

邮 编:230061

1939年7月生于香港,原籍广东省鹤山市。1962年毕业于北京地质学院。1966年中国科学院地质研究所研究生毕业。1991年当选为中国科学院院士。现任中国科学院地质与地球物理研究所研究员,中国地球化学学会副理事长,全国政协常委。

研究的领域广泛,开拓了新领域——结构光性矿物学,著有《结构光性矿物学》一书,提出了几十条定性和定量的规律;研究矿物材料科学,在中国首先创新研究玄武岩岩浆在不平衡条件下的结晶作用,发现假高压效应;解决了长石、辉石、石榴石等主要造岩矿物的X射线鉴定难题,撰写专著,推动了岩石学研究;开展统计晶体化学研究,发现分子体积的可加性和地球圈层氧平均体积守恒律;研究颗粒随机堆积的体积效应,发现一系列新规律。近十多年来潜心研究经济地理学,发现中国城市的对称分布并由此预测了城市化发展趋势。



作者 叶大年

# 序

四十多年前的一个青年人到清华大学照澜院16号访问了我和老伴孔祥瑛，那时我已习惯了冷清，很少有人来我家，所以留下一些印象。这个年轻人就是叶大年。他的老师池际尚在“院系调整”以前是清华的教授，我和她很熟。记得此后，每逢春节他都来照澜院16号拜年。1962年，他大学毕业后考取中国科学院地质研究所的研究生。他对我说：“先生培养了胡海昌和叶开源，你给我指点一下研究生学习的方法和选题的原则吧。”根据自己的经验，我告诉他，当研究生和当大学生有什么不同。我有一个研究生是上级分配给我带的，我推一推，他动一动，甚至要我布置习题作业，我看这就不是当研究生的材料。“研究生期间可以写一些毕业论文以外的论文吗？”叶大年问我。我支持他在学习期间可以发表一些别的论文，但要选好题目，不能误了正事。他在学习期间，果然发表了一些文章。每有收获，他都来我处，我也为他高兴。

1965年以后，我就没有他的消息了。1974年的一天，他悄悄来到照澜院看望我，他们研究所组织人到清华看“大字报”，他乘机溜来的，我知道了他的父母和妻子总算“相安无事”，感到庆幸。大约是1978年，《北京科技日报》的一位记者拿着叶大年写的稿子《钱伟长教授教我如何选题》来找我，记者的意思是改成记者采访我的形式来发表，我不同意，坚持要按叶大年的原稿发表。后



来的二十多年里,他总在给学生们讲述我教他如何学习和选题的故事。我当了一辈子教师,对学生最重要的是“授之以渔”而不是“授之以鱼”,渔是打鱼的方法。

中国科学院地质研究所原所长张文佑先生是我的老朋友。1983年,我和他介绍叶大年参加民盟,以后,我们在民盟和全国政协的会上常常见面。1991年叶大年当选中国科学院院士,我真为他高兴。

安徽教育出版社出版的他的这本书多处谈到我对他的指导,我想主要还是他自己的努力。思维方法对科学研究尤为重要,他把自己四十多年来科研实践中的思维方法加以归纳,对于读者会大有帮助。

1988年,人民大会堂的春节团拜会上,他把自己的专著《结构光性矿物学》送给我。我和他谈起科学家参加社会活动的问题,我建议他除了干自己的专业之外,应该抽一些时间关注国家大事。他真是按我的建议办了,我没有想到的是他在关心国家大事的同时,竟然在研究城市分布规律的问题上提出“对称说”的新观点,为城市化出谋划策。读者可从本书的第三篇中读到这方面的内容,而对这方面感兴趣的读者就更为广泛了。

他请我为本书作序,我欣然同意了,拟就此文,以为序。

钱伟长

2002年11月17日

## 我的科学思维观

本书出版之际，出版社的编辑建议我写一个导言，说是最好能跳出书稿谈书稿，提纲挈领地谈谈科研工作中最实在的心得体会。我思之再三，觉得影响科研工作者做出成绩的主客观因素很多，但最重要的因素还是思考问题的方式，处理问题的方法。换句话说，正确的科学思维方式方法是科研工作者的灵魂。

一个人的思维方式的形成，家庭和老师的影 响是最深刻的。小时候父亲教育我：“一个好的土木工程师必须从拿标杆和写仿宋体字做起。”当时我并不明白作为工程师的父亲说这话的意思，后来从事科研工作以后，才领会到父亲的意思是做研究工作必须亲自从基本的实验和观察做起。北京地质学院的彭志忠教授和池际尚教授、中国科学院地质研究所的何作霖教授都是我的恩师，在他们的身边学习和工作，使我学到了许多课本上学不到的知识和本领。事实上，我的体会是每一位成就突出的科学家都有一套独特的科研工作方法，并对周围的学生产生潜移默化的影响。我年轻时选定的科研方向——结构光性矿物学，就是处于三位恩师各自研究的



专业领域的边缘地带。现在回想起来,他们的思想观点和思维方式对我的影响是存在的。在我的科学思维观的形成过程中,起了重要作用的另一位科学大师是钱伟长先生,我曾亲聆钱先生教诲,学习如何读书,如何从自己和他人的实验中发现问题,并从中清理出适合自己研究的课题。

我有一个酷爱,就是阅读名人传记,特别是科学家、军事家和政治家的传记。我看传记的目的不是猎奇看故事,而是从中学习思维方法。我常常以“二战”中英军的敦刻尔克大撤退和盟军诺曼底登陆,以及中国工农红军四渡赤水河的战例为借鉴,研究一个研究室、一个研究组或一个人研究方向转移的必要性。徐寅生关于打乒乓球的那篇文章,我熟读了多遍,深知要知己知彼,充分发挥自己的优势,才能在竞争中获胜。我的另一嗜好是聊天。我很推崇董申保院士所言“聊天可以获得知识”;我赞赏魏纳尔的“科学沙龙”,它为开阔思路、产生新学术思想提供了途径。劳厄发现晶体对X射线的衍射现象就是最好的实例之一。

显然,兴趣和爱好也是一个人求知成才和形成思维特色的重要因素。

我在科学研究中不能说取得了突出的成绩,但思考和处理问题的方法真有点心得值得总结,以飨后学。





## 一、千字当头，“先投入战斗，而后见分晓”

科学研究，尤其是基础研究，常常是遵循这样一条研究程序，即选题——查阅文献——确定研究方案——观察和实验——分析、归纳与论证——写论文的六阶段程序。而我的科研程序不是这样，我所遵循的是选题——确定研究方案——观察和实验——查阅文献——修改研究方案，改进实验和观察——分析、归纳和论证——写论文的七阶段程序。我把第一种程序称之为“读字当头”，把第二种程序称之为“千字当头”。我认为“读字当头”是有弊端的，尤其对年轻人而言，在浩如烟海的文献堆里打转转，初生牛犊不怕虎的锐气就会丧失，这个不能干，那个别人干过了，很快就会怀疑自己的选题不对，或者怀疑自己没有解决问题的能力。“千字当头”，边干边学，一般来说总会发现自己的工作有可取之处，常常是越干越有劲。诚如毛主席所说的，许多事情“常常不是学好了再干，而是干起来再学”。

颗粒的随机堆积是材料科学、沉积学和水文工程建设中的一个基本问题，人们研究这个问题已有一百多年的历史，如果是“读字当头”，恐怕读上一年半载也找不到科研切入点。我不是这样，而是首先亲自动手做实验，边实验边看书，肯定了自己有新发现，从而一追到底，终于在这个经典问题的研究上有所作为，连续发表了十几

篇论文。在此基础上向纵深发展,扩大战果,最终发现地球各圈层氧离子平均体积守恒定律。我从直觉出发,认为在常温常压下分子体积应该有可加和性,于是收集大量的数据来论证这个命题。与此同时看文献,知道几十年前就有人提出过猜想,但缺乏论证,从而肯定了自己的成果。倘若“读字当头”,定会感叹“既生瑜,何生亮”,便会就此罢手,一无所获。为此,我常常开导学生们,要记住拿破仑的名言:“先投入战斗,而后见分晓。”

## 二、注重理论思维,构筑严密的理论基础

作为一名岩矿工作者,必须学习一门功课——光性矿物学。所谓光性矿物学,就是描述矿物的光学性质的科学;其内容是阐述偏光显微镜鉴定矿物的技术。原先《光性矿物学》只是一本描述矿物光学性质的手册而已,其中几乎没有理论。我早年在大学里听老师讲这门课时就十分困惑,心想:“20世纪60年代了,竟然还有无理论的科学存在。”于是,我就立志要建立光性矿物学的理论体系——结构光性矿物学。为此,我报考了中国科学院地质研究所的研究生。

氧离子最紧密堆积是矿物中一种重要的结构类型,具有此结构类型的矿物有较高折射率,常常是1.7左右。这是晶体物理学经典著作中都提到的事实,谁也没有论证过。我由这个问题联想到钱伟长教授的教导:“从具

体的、细小而有深刻意义的问题开始。”于是，我紧紧抓住这个问题不放，深入研究。氧离子最紧密堆积结构的要素是氧离子平均占有体积、八面体孔隙与四面体孔隙的占有率以及元素的种类等，问题的实质就是找出这些要素与折射率之间的定量关系。我想了两天两夜，用待定系数法列出方程组，再解方程组，于是，结构光性矿物的第一条定量化的定律，即“氧离子最紧密堆积矿物的折射率是氧离子平均占有体积、八面体孔隙与四面体孔隙占有率、重氧离子增量与络阴离子减量的线性函数”，终于被发现了。用这个定律预测锂铍石中锂的配位数是4，而不是6。计算所用时间不足一分钟，后来又被X射线结构分析证明了。我的论文在《中国科学》上发表后，得到了矿物学界同行的高度评价。在两次国际性会议上，我公布了从理论上计算碳铯钠石三个方向上的主折射率和光轴角与实验值完全一致，引起同行的惊讶。经过25年不懈的努力，世界上第一部《结构光性矿物学》专著终于在我的手上完成并出版，实现了我的宿愿。

### 三、博采众长，重视西方科学，关注前苏联成果

前苏联在科学上取得过突出成就，当然也包括地质学、矿物学和结晶学。我在学生时代就熟读过许多俄文大部头专业名著和杂志，而熟悉俄文文献是我获得成功的一个有利条件。

。张明新先生文集

西方国家的矿物学家在仪器方面占优势,数据的精度高,但常常是“只见树木,不见森林”,“研究就是一切,目的是没有的”。前苏联学者虽然在实验仪器方面不如西方国家学者,但在学术思想上却略胜一筹。我把前苏联学者的长处和西方国家学者的长处结合起来,迅速取得了成果。例如,我和苏树春从前苏联学者的研究中获得选题的启发,利用西方学者的高精度实验数据,仅仅用了半个月的时间,就解决了“用X射线粉末法同时测定斜长石结构状态和成分”这一矿物学长期没有解决的难题。单斜辉石是一种主要的造岩矿物。早在1925年,著名的结晶学家威可夫就指出过,所有单斜辉石的衍射图都是相似的,但几十年来一直没有解决单斜辉石的X射线粉末法鉴定问题。我从前苏联科学院矿物博物馆文集里一篇不起眼的论文中得到启发,利用美国和日本科学家的数据,加上自己的实验数据和化学分析资料,解决了这个问题。1971年在研究铸石学时,前苏联格鲁吉亚地区某学者1959年发表的一篇论文中的一句话引起我高度重视,导致我利用X射线衍射技术发现“假高压效应”,其结论10年后被英国学者麦肯奇和我国学者曾荣树的实验所证实。世界著名结晶学家、前苏联科学院院士别洛夫一生写过近千篇论文,而且还发表了几百段结构矿物学的随想,他的著作是我最心爱的读物,我从中受益匪浅。

#### 四、培养明察秋毫的观察能力是地质学家的基本功

观察能力对于科学家是非常重要的,对物理学家和化学家是这样,对地质学家更是如此。钱三强、何泽慧夫妇从威尔逊云雾室的几千张照片中发现核裂变的三分现象;著名地质学家谢家荣在石灰岩里发现纺锤虫化石进而发现了淮南煤矿;著名矿物学家何作霖在白云鄂博铁矿石薄片中看到紫色萤石被一些细小矿物褪色,从而发现了世界上最大的稀土矿床。我也非常注意提高自己的观察能力,X射线衍射图中多一条线或少一条线都不放过,野外的每个奇特现象和薄片上的每个罕见结构,都会引起我强烈的兴趣。我在解决单斜辉石的X射线鉴定问题,以及在大别山发现3T型多硅白云母和C类榴辉岩,正是得益于这种基本功。

#### 五、查明失败原因、坚持反复实践才是成功之母

俗话说:“失败是成功之母。”其实,失败并不一定都是成功之母,只有查明失败的原因,才有可能转失败为成功。实验科学,特别是应用研究,失败是常事,而成功只是少数,我在这方面有深刻的体会。1972年,我在一个大工厂里做实验。有一天工厂发生了工伤事故,一个工人手指被截断,厂医把指头接活了。工人师傅盛赞其医术高明,并说,大夫常常悄悄解剖死人,所以技术才会精益求精。我从此事顿悟出一个道理:材料科学家必

须从废品的研究中提高自己的才干,而主要不是靠研究成品。失败了就垂头丧气,对试验条件不作认真记录并研究,对废品不系统采样,犹如打败仗丢盔弃甲,这不是材料科学家应有的态度。我常常告诫自己和同事们,试验失败了并不可怕,相反那是天赐良机,让我们长见识和增才干,我们宁可要查明了原因的废品,而不要糊里糊涂的成品。我的许多论文就是在研究废品的基础上写成的,例如《铸石的余硅指数配料法》、《硅酸盐熔体中橄榄石晶体的发育过程》、《铸石中的球体特征》、《玄武岩岩浆过冷却结晶过程中的假高压效应》、《一个关于铬铁矿富集原因的巨型实验》等等。

## 六、坚持系统思维,联想猜测,既见树木又见森林

地质学的研究对象最大的是地球,最小的是原子。地质学的分支学科中有的是研究宏观现象的,如大地构造学;有的是研究微观现象的,如矿物学、地球化学。作为矿物学家,我的兴趣并不局限于矿物学,对于岩石学、大地构造学甚至经济地理学问题也常常予以关注。但是,我的兴趣万变不离其宗,总是从矿物学和结晶学的基础出发。例如,我到中国科学院地质研究所当研究生后不久,就开始研究 3T 型白云母。事隔十几年,我被派到河南去找富铁矿,有人提起白云母,我便迅速联想到 3T 型白云母,于是追踪研究,把自己的视野拓宽到大地



构造领域,终于写出了颇有影响的论文《信阳变质带的3T型多硅白云母和C类榴辉岩及其大地构造意义》。又如,我在研究矿物的晶体结构时,注意到矿物中每个氧离子的平均占有体积,从这个概念出发,大胆提出猜测:由长石、辉石、云母、石英、角闪石和橄榄石组成的火成岩及变质岩中的氧离子平均占有体积应该是守恒的,从而进一步猜测地球的各个圈层中氧离子平均占有体积是守恒的。我通过对几千个数据进行计算,终于证实了这个猜测。近年来我又从结晶学的对称、反对称、色对称以及均变对称的概念入手,研究城市的分布规律,发现了许多有趣的对称现象。我常常说,对研究微观现象的科学家而言,要防止“只见树木,不见森林”的倾向。

## 七、熟读经典著作,举一反三,“半部论语治天下”

宋朝初年,宰相赵普对宋太宗赵匡胤说,以前他用半部论语辅助宋太祖治天下,现在他仍用半部论语辅助陛下治天下。从此,“半部论语治天下”就成为一句著名的成语,泛指掌握理论宜少而精。我以为,作为科学家,对自己专业有关的经典著作必须熟读,倒背如流不可能,但是滚瓜烂熟、如数家珍完全做得到,而且必须做到。丹纳的《系统矿物学》、迪尔等的《造岩矿物》(五卷本)、文契尔的《光性矿物学》、王璞等的《系统矿物学》(三卷本)等经典著作,我爱不释手,对这些著作的内容

了如指掌。因此,我在研究矿物学问题时就能举一反三,由此及彼,往往是事半功倍。同事们风趣地说,我的矿物学知识好像“联想式汉卡”。例如,我在研究铸石时,由透辉石和普通辉石的区别,生发出诸多联想,一则引导我研究了辉石的X射线鉴定问题,二则促使我研究钙契尔马克分子在辉石中的溶解度,进而注意到“假高压效应”。就拿开拓结构光性矿物学的新领域来说,如果不是熟读了一些经典著作,是不可能取得这一成果的。我曾写过《汤姆逊定律在硅酸盐工学和地质学中的重大意义》一文,汤姆逊定律揭示了硅酸盐晶体中6次配位铝、4次配位铝与晶体形成的温度和压力的关系,而我则力图把汤姆逊定律提高到硅酸盐工学和板块矿物学的基本定律的高度,提高到“论语”的高度。我反复强调硅酸盐工学、矿物学、岩石学和大地构造学的研究人员必须牢记这一定律,并风趣地说,此乃“半部论语治天下”也。

我记得20世纪50年代,清华大学有位前苏联的教育学顾问说过:“我们需要的是一个会思索的头脑,而不需要一个垃圾堆式的脑袋。”他的这句话影响了我50年的学习和工作,我深深地感到思维方式的重要,50年来的实践体会,归纳起来大概就是我在本书中想告诉读者的东西。

# 目录

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 序 .....            | 1   |
| 导 言 .....          | 1   |
| 篇1 求学 .....        | 1   |
| 我的小学 .....         | 2   |
| 自立自强 .....         | 6   |
| 大学琐忆 .....         | 12  |
| 走向科研 .....         | 16  |
| 钱老教我做课题 .....      | 23  |
| 篇2 创新 .....        | 27  |
| 屡战屡败 屡败屡战 .....    | 28  |
| 第一篇科研论文 .....      | 35  |
| 二十五年磨一剑 .....      | 38  |
| 实践出真知 .....        | 45  |
| 颗粒随机堆积 .....       | 60  |
| 研究晶体化学 .....       | 72  |
| 中国大陆在这里拼合 .....    | 85  |
| 成果普及与理论提高 .....    | 89  |
| 微型晶体结构模型 .....     | 114 |
| 篇3 发现 .....        | 121 |
| 入门经济地理 .....       | 122 |
| 发现城市的对称分布 .....    | 125 |
| 惊人的对称——湖南与江西 ..... | 139 |