



吴乾章先生

编者按 吴乾章先生(1910—1998)是直接参加了我国现代物理学研究从初创到蓬勃发展整个历程的为数不多的老物理学家之一,他为我国物理学在地磁、晶体分析和晶体生长领域的发展做出了重要贡献。吴先生 1910 年 10 月 17 日出生于海南岛澄迈县,1933 年毕业于南京中央大学物理系,1934 年考取中央研究院物理研究所的第一批研究生。1936 年研究生毕业后,留中央研究院物理研究所从事地磁研究。1937 年抗日战争爆发,地磁台西迁,吴乾章与同事一起辗转于苏、皖、赣、湘、桂、黔、川、闽八省,在极其艰苦的条件下,保护仪器,坚持地磁测量。1941 年,他赴福建崇安参加日全食观测,获得日全食对地磁影响的完整资料。1949 年 3 月吴乾章赴英国曼彻斯特大学理工学院物理系做研究生,转攻 X 射线晶体学。1951 年,吴先生放弃了正在攻读的博士学位,回到解放后的祖国,进入中国科学院物理研究所,历任助理研究员、副研究员、研究员,并长期任晶体学研究室副主任、主任等职。1958—1967 年期间,在原子能研究所兼任六室室主任,负责和指导中子衍射研究。他还倡导成立了中国硅酸盐学会人工晶体及材料专业委员会,积极推动我国人工晶体材料的发展。1998 年 10 月 10 日,吴乾章先生病逝于北京,享年 88 岁。

吴乾章先生是我国第一代“地磁人”。其后长期组织领导并参与晶体生长研究工作,是公认的我国晶体生长的主要奠基人。今年 10 月是吴先生诞辰 100 周年,本刊特约请吴先生的同事和家属撰写若干纪念文章,刊出此专辑,深切缅怀这位爱国敬业、谦虚和蔼、淡泊名利、无私奉献的先辈物理学家,并期望吴先生艰苦创业、无私奉献的精神在我国物理学界永久传承。

从“地磁人”到“晶体人”

——纪念吴乾章先生百年诞辰

陈立泉

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

1 物理所首批研究生,中国第一代“地磁人”

今年是吴乾章先生 100 年诞辰。在写这篇纪念文章时,我在中国科学院物理研究所网页上意外地看到一条史实:“1934 年,中研院物理研究所今年开始招收研究生,录取了吴乾章、柴祖彦、梁为先共 3 名”。据有关史料,1950 年 8 月 15 日,中研院物理研究所和国立北平研究院物理研究所正式合并为中国科学院应用物理研究所,1958 年 10 月 8 日正式更名为中国科学院物理研究所。因此,吴先生也是中国科学院物理研究所(以下简称物理所)的第一批研究生。他当时的研究方向应是地磁场,因为当年还有一条消息:“3 月,应海道测量局要求,派地磁台管理员陈宗器到长江口以南港口进行地磁测量,除恢复旧的观察站外,还建立了多处新站”。吴先生应在陈宗器手下工作。互联网上有一篇吴先生等人在抗战初

期保护地磁仪器辗转万里,从南京到重庆的生动报道:“可恨日本帝国主义燃起战火摧毁了中国第一个科学摇篮,把中研院同仁投进了逃难人生!代理紫金山地磁台的陈志强临危受命,与周寿铭、吴乾章一起保护着地磁台的仪器、资料在“南京大屠杀”前一周逃出了危城,穿越苏、皖、赣、湘、桂、黔、川、闽八省,辗转芜湖、南昌、长沙、桂林、柳州、丹洲、桂林、贵阳,历尽艰辛、历时几年、行程万里,终到重庆;在极端艰难的岁月中,保存了科学的种子,冒着血泪的牺牲,还坚持着科学工作”。对于吴先生,的确是经受了血与火、生与死的考验与磨练。

吴先生一行在 1940 年前后驻扎在广西丹州。1941 年 8 月,吴乾章先生等三人赶赴福建崇安(今武夷山),开展日全食和地磁观测。物理所大事纪中“1941 年:9 月 21 日中研院物理研究所地磁台派陈宗器、陈志强、吴乾章等去福建崇安观察日全食。观

察结果写了《一九四一年日食观察报告》. 1942 年发表于《日食观测委员会专刊》.《武夷山市志》记载:“民国 30 年(1941 年)9 月 21 日(农历八月初一),日全食. 崇安可见全食景象”. 而民国三十一年版的《崇安县新志》则完整记录了当年的观测地点、时刻、项目等数据. 这是武夷山历史上第一次有文字记载的日全食的史料. 1941 年 9 月 21 日的全食带从新疆入境, 横跨中国腹地, 武夷山是最佳观测点. 正值抗战时期, 山河破碎, 仪器缺乏, 交通不便. 我国组成了两个观测队, 西北队观测地点在甘肃临洮, 侧重天文观测; 东南队前往崇安, 进行天文和地磁观测. 十分可惜的是, 因日食时正逢崇安阴天而导致天文观测失败, 但地磁观察未受影响. “吴乾章还拖着肺病的身子, 借住在福建示范茶场的畜牧场里, 脚踏发电机‘熬电’, 雇用农民连续踏上 1 小时, 几个书生每人也要坚持踩上半小时. 大家拍照后, 吴乾章写下了‘临时地磁台址与住宿处, 崇安, 宾主合影于畜牧场大门, 1941 年 11 月’, 以及‘来闽观测日全食对地磁影响’等照片文字”. 这一段文字生动描述了吴先生在身患肺病、条件十分艰苦的情况下, 用脚踏发电机发电以保证实验观察顺利进行的艰苦情况.

到了 1944 年, 已经陷入败战的日军又发动了“豫湘桂战役”, 地磁研究室同仁被迫“第二次逃难”, 走黔桂线、柳州、金城江、六寨、独山、都匀、贵阳, 胜利到达重庆.”几乎病故的吴乾章曾用“饥饿疗法”战胜了痼疾, 长期的肺结核病竟然不治自愈, 最后自豪地说出了“治好病, 等于战胜了日本人!”这一段文字记述了吴乾章先生面对的环境是多么的艰苦, 也忠实地再现了他始终乐观、开朗的性格.

2 晶体学的先驱, 晶体生长的奠基人

吴乾章先生于 1949 年至 1950 年留学英国曼彻斯特大学理工学院物理系, 攻读 X 射线晶体学, 回国后成为新中国第一代“晶体人”. “中华人民共和国成立初期, 中国的 X 射线衍射研究, 只有中国科学院应用物理研究所陆学善先生等在合金的粉末衍射分析方面有过一些工作. 不久, 刘益焕先生开展了合金加工和热处理后结构、结构变化以及休姆—罗塞莱(Hume-Rothery)电子化合物中的有序无序相变及超结构的研究. 吴乾章先生则利用 X 射线多晶衍射物相分析方法, 对耐火材料的耐用性进行研究. 他们这些工作, 对中国的 X 射线衍射分析研究起到了奠基作用”. 吴先生还“提出了单晶体 X 射线劳厄背散

射归咎总图的绘制和定向方法”. “1955 年, 唐有祺在应用物理研究所组建了中国第一个单晶体结构分析的研究组. 同年, 在中国首次用 X 射线方法测定出一个单晶体结构. 次年, 吴乾章在应用物理研究所指导单晶体结构分析方法的研究, 稍后, 又倡导和组织了对结构分析‘直接法’的研究, 并最先组织了单晶体结构分析电子计算机程序的编写工作”. “1958 年, 应用物理研究所吴乾章与中国科学院原子能研究所(当时属中国科学院和二机部共管, 1985 年正式更名为中国原子能科学研究院)共同开展了用中子衍射方法研究晶体结构的工作, 并组织了把 X 射线、电子和中子三大衍射技术结合起来互相补充的研究工作”. “1956 年, 范海福从北京大学化学系毕业. 在中国科学院应用物理研究所吴乾章先生的指导下, 对晶体结构分析方法产生了浓厚的兴趣”(以上引自《当代物理学进展》一书, 见魏凤文, 王士平, 申先甲.《当代物理学进展》, 南昌: 江西教育出版社, 1997).

《当代物理学进展》一书不仅对吴先生在发展我国 X 射线晶体学的贡献作了客观、准确的评价, 而且还肯定了他在把 X 射线、电子和中子三大衍射技术结合方面所进行的探索. 据我所知, 他在“文化大革命”前兼任原子能研究所结构分析室主任, 这也是为把三大衍射技术结合起来的一种努力和实践.

“1958 年, 中国科学院物理研究所吴乾章、张乐溥、贾寿泉等和中国科学院地质研究所章元龙等, 选用不同的单晶生长方法(水溶液法、熔盐法、提拉法、温梯法、水热法和助熔剂法)进行晶体生长的研究”, “找出了克服人工水晶生长中‘后期裂隙’的规律, 在国内首次成功地长成高质量的水晶晶体”, “研究了相图和晶体生长的关系等”. 在互联网上还看到了吴先生写的“一天等于二十年”的短文: “各种单晶体在科学技术上起着很大的作用, 但是在我国, 晶体生长这门学科, 过去一直是个空白. 在制订 12 年科学技术规划时, 大家都认为只有等待派遣留学生去外国学习回来, 或聘请外国专家来指导才能够建立起来. 然而在 1958 年一年的大跃进中, 我们做了过去数十年所未做到的事情: 把晶体生长这门学科在我国建立起来了. 有的单位生长红宝石和电子计算机用的铁氧体; 有的单位生长了半导体用的锗和硅单晶体; 有的单位生长原子能测试器件用的碘化钠单晶; 有的单位生长光学仪器需用的单晶体……. 这都是大跃进给我们带来的成果”.

从这些资料可以看出, 我国的晶体生长研究工作是 1958 年开始的. 我听老同志讲过, 当时中国科

学院大跃进成果展览曾展出过物理所的人工晶体样品。吴先生组织领导和参与了晶体生长研究工作,是大家公认的我国晶体生长的奠基人。

人材是第一要素。在制订 12 年科学技术规划时,我国科技界高层就在考虑如何培养从事科研工作的人材。其后,在 1958 年,决定创办中国科学技术大学,实行所系结合,物理所就对口物理系。晶体学也同样需人材,在物理系中就设了晶体学专业,由物理所的晶体学研究室对口支持。这就是为什么别的大学都把晶体学专业设在化学系,唯独中国科学技术大学把晶体专业放在物理系。当时吴乾章先生是晶体学室副主任,很自然他就参与了晶体专业的筹建。“随着 58 级即将进入专业课教学,技术物理系的教学设施和专业教师队伍急待形成,然而北京玉泉路校区的基础建设远没有达到基本教学需要的程度,中国科学院物理研究所和半导体研究所就及时承担起了在中关村帮助建设技术物理系专业实验室和专业课教学的责任”。“任命一批包括吴乾章先生在内的研究室主任兼任各专业教研室主任”。“在物理所内腾出一座小楼供技术物理系建专业实验室”。中国科学技术大学的晶体学专业是 1959 年才开始招生,为了满足国内各单位对晶体学人材的需求,物理所还在自己于 1958 年办的物理大队中开设了晶体学专业(后来也发中国科学技术大学文凭)。吴乾章先生为培养我国晶体学急需的人材作了很大贡献。

3 深情的怀念

前面提到吴先生的一大功绩是与水晶研究组的科研人员一起“找出了克服人工水晶生长中‘后期裂隙’的规律,在国内首次成功地长成出优质、大块人工水晶”。我是 1964 年从中国科学技术大学毕业后分配到物理所晶体学室从事人工水晶生长的研究工作。实际上 1963 年秋我就在这儿作了一年毕业论文。论文的题目就是“杂质 Mg 对水晶裂隙的影响”。吴先生是晶体学室副主任,分管晶体生长。当时主要的晶体是红宝石和水晶。吴先生的爱人张乐惠先生负责红宝石的生长工作,不用他多操心。所以白天吴先生经常到水晶实验室,参加水晶后期裂隙的研究和讨论。也是这段时间,我和吴先生接触较多,有几件事难以忘怀,现摘录出来,以兹纪念:

爱作记录。这是吴先生的特点,看书记,听报告记,开组会记,谈话记,凡事必记。他不用笔记本,而用

活页纸。经常整理,分类存放,就像计算机磁盘储存一样。要查什么内容,他很容易找出来。当时我很羡慕,也想模仿,但很难坚持。正是因为爱作记录,他积累了很多有关水晶后期裂隙的资料。所谓水晶后期裂隙,是一种大致平行于生长方向宏观缺陷,开始生长阶段没有,是透明的;到生长后期才出现条状开裂,变得不透明,晶体越大越明显。要生长出大块优质光学水晶,必须克服后期裂隙。吴先生把大家平时提供的数据汇总起来,找出裂隙与生长条件(温度、压力、溶液浓度…)的关系,绘在一张纸上,在开裂和不开裂之间存在一条临界线。究竟是谁首先提出这个想法,我不得而知。但是,我是首先从吴先生画在活页纸上的草图看到这条临界线的,当时他称为人工水晶的生死线。后来贾寿泉和姜彦岛等先生绘出了更完整、更科学的人工水晶生长条件图,为成功生长出可用于压电和光学的大块优质水晶作出了重要贡献。

无私情怀。解决了水晶后期开裂问题以后,很多单位前来参观、学习,吴先生都热情接待。当时的建材部人工晶体研究所先后派两批人来学习水晶生长技术,回去后分别在陕西铜川建厂生产和在北京用更大的高压釜生长出尺寸超大的人工水晶。大连、上海、襄樊等地的工厂也先后派人来学习水晶生长技术,这为后来国内人工水晶产业化奠定了基础。所有这些学习都是免费的、无私的。来学习的人有技术人员,也有工人,有大城市来的,也有从山沟沟来的,知识水平不齐,生活习惯各异,吴先生都是热忱相待,亲自为他们讲课,回答他们的问题。在我们这些年轻人眼里,吴先生是大科学家,一点架子都没有,真是我们的榜样。

正是由于吴先生的无私情怀,赢得了大家的尊重,他在国内晶体生长学界是一面旗帜。文化大革命后,有一段时间出现了两个人工晶体杂志。在吴先生协调下,有一个刊物停办了,另一个刊物“人工晶体学报”一直办到现在。

任务带学科。从我到物理所那天开始,就听到“是学科带任务,还是任务带学科”的争论,一直到现在也没有结论。一会强调基础,一会强调应用,真可谓“三十年河东,三十年河西”。吴先生是用自己的行动诠释他的答案。解放初期,我国钢铁工业落后,急需耐火材料,X 射线晶体学为钢铁工业服务是大有用武之地,也是顺理成章的。我参加人工水晶生长研究时,听吴先生讲过,第二次世界大战时期,为了要几百公斤水晶,美国总统罗斯福亲自写信给苏联领袖斯大林,因为水晶的一大用途是作谐振片,是无线

电通讯的关键材料。他讲这个故事是让我们这些年轻人知道自己从事的工作对国家的重要性。任务带学科并不是不要基础研究,吴先生后期主要工作是晶体生长,他经常说,“相图是晶体生长的作战地图”。他的一个研究方向是“难长晶体的生长”,实际是复杂相关体系体系的晶体生长,就必须从相关体系入手,从基础研究入手。

在物理所这样十分看重论文的环境中,要坚持以任务带学科是十分困难的。首先要面对的是评价

体系,是论文。当时晶体生长这个学科领域的杂志很少,国内几乎没有。从事晶体生长的人员,如何写论文,到哪儿去发表论文?在评职称时,要学报上的论文才算论文。吴先生曾当面问一位“权威”,“请你告诉我‘学报’的英文怎么说”?由于评价体系不合理,参加“任务”的人员很难升迁,吴先生本人就是一例,他是很晚才被评为研究员的。尽管如此,国内晶体生长学术界对吴先生是很尊重的,当时戏称:“在物理所叫老吴,在外面叫吴老”。

怀念尊敬的吴乾章先生

陈天鹏

(人工晶体研究院 北京 100018)

杰出的科学家吴乾章先生是我国人工晶体生长和材料研究的开创者和奠基者,是中国硅酸盐学会晶体生长与材料专业委员会的创始人之一。他不仅是一位有成就的物理学家,而且是一位杰出的科学研究的组织者。几十年来,他为从事科学研究,创建和发展人工晶体学科,培养人才作出了突出贡献。吴乾章先生虽然离开我们 10 多年了,但是他的音容笑貌,对科学的执着精神还时时浮现在我们眼前,他的亲切教诲仍然常常回绕在耳边,他的科学奉献精神一直激励着我们。今天我们追忆他对科学作出的重要贡献,以寄托我们对他的崇高敬意和深切的怀念。

吴乾章先生从事科研工作 60 余年,涉及的科学领域十分广泛,并都取得了丰硕的成果。吴乾章先生既是我国人工晶体学科的开创者,又是人工晶体材料研究的组织者。首先提出在我国开展晶体生长研究,1958 年带头开展人工晶体生长研究,采用水溶液、水热法、熔盐法、提拉法生长出卤化物光学晶体和红宝石、水晶等多种人工晶体,填补了我国人工晶体学的空白。与此同时,又号召和组织国内有关单位开展人工晶体的生长和研究工作。为推动晶体材料研究的发展,他倡导和组织培养青年科研人员的工作,提高他们的专业素质和理论水平。

在他倡导、支持和组织下,我国的人工晶体如雨后春笋般地发展起来。到上世纪 80 年代,我国研制生长了诸多的激光晶体、非线性光学晶体、闪烁晶体、热释电晶体、光折变晶体、光学晶体、宝石、超硬晶体、半导体等多种晶体材料,为我国经济建设和科

学研究提供了众多的功能晶体材料。与此同时,一大批晶体进入国际市场,我国人工晶体材料生长在国际晶体生长界占有重要的一席之地。

吴先生不但对人工晶体生长和研究倾注了全力,还为《人工晶体学报》的发展倾注了心血。在此文里,我主要缅怀他对《人工晶体学报》发展的贡献。早在 1978 年以前,他就多次在“晶体生长与材料学术会议”和不同场合提出:我国晶体材料的研究论文分散发表在国内的不同刊物上,不便于科技人员查找和交流,影响晶体学科的学术交流,应该创办晶体材料学科的刊物,为我国从事晶体材料研究人员和本专业高等院校师生提供一个学术交流平台;这既能促进人工晶体研究成果的国内学术交流和培养青年科技人员,又能扩大与国外交流,推动我国晶体生长和晶体材料的发展。他的呼吁反映了广大科技人员的心声,得到了广大科技人员的称赞和拥护。为此,他多方奔走、呼吁,多次与学会和有关单位领导协商,最终于 1979 年在苏州召开的第 5 届全国晶体生长学术会议上,正式决定原国家建材部人工晶体研究所(现为中材人工晶体研究院)与中国硅酸盐学会晶体生长与材料专业委员会联合主办的《人工晶体学报》为中国硅酸盐学会晶体生长与材料专业委员会的代表刊物,并委托人工晶体研究所承办。

《人工晶体学报》是人工晶体研究院早在 1972 年创办的院内科技交流的刊物。确定为“晶体生长与材料专业委员会”的代表刊物以后,逐步开始刊登国内各有关单位和高等院校科技人员的稿件。但是,要把刊物办成国内知名度较高、影响较大的一流学术

性期刊,尚有许多困难和问题需要克服和解决,诸如期刊的公开发刊,组织学术水平较高的稿源,以及办刊中的一些具体问题等。

1982年初,我调到《人工晶体学报》杂志编辑部工作时,《人工晶体学报》尚未公开发刊。当时,编辑部制订了一个学报发展方案,准备报请主管单位审批。为了得到吴先生的帮助,我去拜访吴先生,向他汇报了编辑部关于期刊的发展的设想和办刊中的困难。他听后非常高兴,赞赏期刊的发展的设想,他指出,首先争取使学报国内外公开发刊,这是办好刊物的必由之路,同时,他就办好刊物对人工晶体学科发展和培养人才的重要性侃侃而谈。谈到高质量的稿源不多时,他答应出面呼吁和推荐稿件。他的亲切教诲鼓舞使编辑部工作人员增强克服困难、办好学报的信心。此后不久,吴先生首先将自己研究组已经取得的有关“难生长晶体的晶体生长”方面的研究成果(如:有关包晶体生长、熔体的最佳成分、相变和组分过冷现象等)写成5篇研究论文,交给《人工晶体学报》发表^[1-5]。此后,他的大部分研究论文几乎都在《人工晶体学报》发表。1985年,吴先生又将与美国休斯敦大学合作开展研究的有关“氧化物超导体 $\text{Ba}(\text{Pb}_{1-x}\text{Bi}_x)\text{O}_3$ 单晶生长和超导电机制”方面的研究成果交《人工晶体学报》发表^[6]。

吴先生长期担任中国硅酸盐学会晶体生长与材料专业委员会的主任,在我国晶体界有很高的威望。他除将自己撰写文章交给学报发表外,还经常为学报推荐优秀论文,帮助编辑部组织一些带有指导性的高水平综述性文章。同时,又动员中国科学院物理研究所和有关单位从事人工晶体研究人员向学报投稿,还要求晶体生长与材料专业委员会的委员们带头为学报组稿、撰写和推荐稿件。在各种的学术会议上他都要宣传办好学报对促进我国人工晶体发展的重要性,呼吁研究人员积极向学报投稿,支持学报编辑部工作,要求大家共同努力办好我们自己的刊物。在他的全力帮助下,学报的稿源丰富,学术水平大大提高。

《人工晶体学报》公开发刊后不久,立即被国内外知名检索期刊和数据库检索,首批进入“中国自然科学核心期刊”。吴先生得知这一消息后非常高兴,表扬编辑部工作人员在期刊发展过程中所作出的努力和辛勤劳动,同时,建议逐步扩大国外发行,与有关国家的晶体生长学会和相关期刊进行交换,建立广泛的学术交流,提高学报的知名度,扩大我国晶体生长和晶体材料研究在国际上的影响。为此,吴先生

亲自向国外有关学会和知名学者推荐《人工晶体学报》,动员我国在国际上有名望的晶体材料方面的专家,以及在国外进行工作访问的学者向国外推荐《学报》。在吴先生的关怀下,在较短的时间内,《学报》与美、日、德等国的晶体生长学会出版的会刊和国外有关期刊建立了刊物交换。开始在美、日、英、俄、德等国家和地区发行。被EI、CA、俄国的《文摘杂志》、日本的《科技文献速报》、英国的《Physics Abstracts》等国际权威检索刊物和数据库收录。《学报》刊登的文章也常被国外有关期刊转载和介绍,成为国内外有一定影响的刊物。

吴先生从1979—1994年任《人工晶体学报》第1和第2届编委会主任,以后又担任编委会顾问。编辑部在编委会的学术指导下负责日常编辑工作。吴先生在任编委会主任期间,正是学报由不知名向国内外知名期刊发展的时期,年事已高的他,亲自帮助编辑部制定每年的报道重点和选题,为学报审稿,一些重要稿件他都要亲自审定、把关,决定稿件取舍。遇到一些前沿性的研究成果的论文或编辑部难以确定审稿人的稿件,都送交吴先生亲自审定或由他推荐审稿人进行审稿。在他的帮助下,学报建立起了一支高水平的审稿队伍,从而使所发表稿件的学术质量不断提高。

以上这些工作他都是利用业余时间完成的,占去了许多休息时间,而这样工作又是无任何报酬的义务劳动。对于一位高龄老人能够这样长期关心和全力支持学报的发展,为学报辛勤工作,令人非常感动。他所作的一切,都是期望我国的晶体生长和晶体材料尽快发展,在国际上占有一席之地。

学报工作每取得一点成绩,吴先生都非常高兴,都会在各种会议上表扬编辑部的工作和编辑人员,号召大家继续支持编辑部的工作,进一步办好学报。有一次吴先生给编辑部打电话,告诉他从国外工作人员那里得知,美国和日本的一些研究机构非常关注《人工晶体学报》发表的文章,为便于阅读,他们甚至让我国留学人员将每期发表的文章译成英文。他又高兴地说,这说明我们的学报已得到国外同行的认可,表明我国晶体的研究成果已与国际研究水平同步,而且在某些方面有一定的创新和独到之处。令人感动的是他随后说:“我向编辑部的人员表示感谢,希望你们继续努力。”

1990年,国外的一家期刊一年内连续转载了《人工晶体学报》历年发表的12篇文章,我将这一消息告诉了吴先生,他异常高兴,连声说:好!好!我

们的期刊终于走向世界,你们的工作很有成绩,这与编辑部工作人员的辛勤劳动分不开的,同时又勉励我们继续努力.实际上学报取得的每一项成绩都是在吴先生的指导、帮助和支持下取得的,为学报的发展,他花费了不少心血,至今,每看到学报,都会想起吴先生对学报的关心和支持,让人难以忘怀.

在 1992 年《人工晶体学报》创刊 20 年之时,吴先生为祝贺学报创刊 20 周年,为学报题词:“促进团结交流,发展晶体生长”.并与张乐惠先生一起,以亲身经历和深挚的感情为学报撰写了“我国晶体生长回顾片段”的纪念文章^[7].文章回顾了从上世纪 50 年代至 80 年代末期我国晶体材料的发展历程,内容涉及激光晶体、水晶、光学晶体、闪烁晶体、金刚石、非线性光学晶体、人工装饰宝石、半导体和电介质等单晶的生长,以及晶体生长机理的基础理论研究;文章还介绍了我国晶体生长期刊、专著和历届全国晶体生长学术会议的召开情况.这篇文章对于研究我国晶体材料学科的发展历史具有重要的参考价值.

回顾历史意在开拓未来,他们在文章的结束语中意味深长地写到:“我国的晶体生长在近 35 年蓬勃的发展中,由一个空白的领域提高到了国际先进水平,在晶体事业中虽然取得了前人所没有的成绩,但在所撰写的论文中还没有多少惊人的理论突破或数学概括.所以我们希望青年一代的同行认清材料科学的重要性,发扬我们的优良传统,取得更加辉煌的成绩.”吴乾章先生和张乐惠先生是我国晶体生长学术界德高望重的前辈科学家,多年来长期在科研一线从事晶体生长研究工作,取得了一系列奠基性的成果,指导和培养了一大批中青年专家.吴先生在长期担任学会领导期间,积极倡导、组织各项学术交流活动,对推动本学科的发展起了重要作用.今天,我们重温这篇文章,深刻地感受到作者借《人工晶体学报》创刊 20 年之际,热切寄希望于青年科技工作者,期望他们把晶体生长事业推向一个新水平.

吴乾章先生从 1978 年至 1991 年担任中国硅酸盐学会的常务理事和晶体生长与材料专业委员会主任,非常重视学会工作,积极组织和开展学术交流.在他的努力下,首届全国晶体生长学术会议于 1960 年在北京召开,开创了“晶体生长与材料学科”的学术交流.接着从 1962 年至 1998 年,组织并主持召开了第 2 届至第 8 届“全国晶体生长与材料学术会议”.为了推动晶体材料学科的发展,提高科技人员的专业素质和理论水平,在他的倡导下,1978 年召开了来自全国各研究院所和高等院校的 110 多名科

学家、教授和中青年科技人员参加的“我国首届晶体生长理论讨论会”.会后,专题报告由《人工晶体学报》于 1981 年以“晶体生长理论特集”出版,吴先生为该专辑撰写了序言.此后,晶体生长与材料专业委员会又组织了数届“晶体生长学习班和理论讲座”,为培养青年科研人员,提高科技人员的专业素质起到积极作用.

吴先生从 1978 年至 1991 年间,还担任了《硅酸盐学报》晶体专业的责任编委,为《硅酸盐学报》发展作出了贡献.他非常重视晶体学科的书籍的出版,为了反映国内外晶体生长技术与理论成果和进展,1977 年组织和主持编写《人工晶体》一书,并于 1978 年由科学出版社出版.该书出版以后,受到国内外有关读者的好评,对培养人才与推动我国晶体生长学科发展起到积极作用.1995 年,我国晶体生长科学与技术又取得了长足的进展,在国际上有了相当大的影响,为了反映这一时期国内外晶体生长学科的发展,便于国际同行间的学术交流,他又参与组织编写了《晶体生长科学与技术》上、下册,并于 1997 年由科学出版社出版.

吴先生在主持学会工作期间,倡导晶体同行之间的亲密合作,组织科研工作的协作与联合,加强同行之间广泛的学术和技术交流.他经常强调要与国际进行广泛学术交流,要加入国际晶体生长学会,希望国际晶体生长学术会议能在中国召开.吴先生生前的这一愿望已经实现,我国“晶体生长与材料专业委员会”已于 1998 年加入“国际晶体生长组织(COCCG)”,由我国举办的“第 16 届国际晶体生长会议(ICCG-16)”已于 2010 年 8 月在北京召开.

我因学报和学会的工作多次拜访过吴先生,欣慰的是能经常聆听他的教诲,受益匪浅,每次都见到他在孜孜不倦地伏案工作,勤奋不已.他无私奉献,将一生献给祖国科学事业,充分反映了他的崇高的精神境界.他对《人工晶体学报》发展所作出的贡献永远值得我们崇敬和怀念.

参考文献

- [1] 陈庆汉,黄学琮,殷绍唐,吴乾章.人工晶体,1981,10(4): 1
- [2] 吴乾章,陈庆汉,殷绍唐等.人工晶体,1982,11(1): 1
- [3] 付正民,田万春,殷绍唐,吴乾章等.人工晶体,1983, 12(1): 1
- [4] 吴星,唐棣生,付正民等.人工晶体,1984, 13(2): 95—99, 106
- [5] 殷绍唐,黄学琮,吴乾章.人工晶体,1982,11(4): 6—10
- [6] 方跃,刘一苇,吴星等.人工晶体,1985,14(2): 775
- [7] 张乐惠,吴乾章.人工晶体学报,1992,21(3): 210

我的导师吴乾章先生

范海福

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

吴乾章先生是我从事科学研究的启蒙导师。他对我的科研和人生历程具有深刻的影响。

1 “发明一个新方法可能胜过解出 10 个新结构”

这是 1956 年我第一次和导师吴乾章先生见面时,他对我说的一句话。吴先生随后向我介绍了当时正在英国开展的一项晶体学方法研究——X 射线衍射的光学模拟,问我是否有兴趣做这方面的工作?在得到肯定的回答后,吴先生兴致勃勃地拿出从旧货摊上买来的一对光学透镜(据说原本是安装在一个小型天文望远镜上的)让我搭建一个光学衍射仪。他还把自己的一本藏书 C. W. Bunn 的《Chemical Crystallography》借给我,让我系统地学习晶体学方面的知识。X 射线衍射的光学模拟研究,是我从事的第一项晶体学方法研究。它使我对衍射分析中的“倒易空间”以及它和“正空间”之间的关系有了比较深入的认识。半年后我们已经用“自制”的衍射仪重复了国外报道的多数实验,并开始进行一些国外未见报道的实验。1957 年春天,吴先生让我在全所的学术会议上报告有关的研究结果。这是我在中国科学院物理研究所(以下简称物理所)的第一次学术报告。会上,吴先生对我的工作给了很好的评价,但是对他自己所起的作用只字未提。这项研究工作后来因“反右运动”而中断。我特别心爱的那对光学透镜,也在随后的“大跃进”浪潮里不知所终。

2 “单晶体结构分析的工作能联系实际的,要做;不能联系实际的,也要做”

这是 1959 年吴乾章先生向中国科学院杜润生秘书长反映情况时得到的指示。杜润生秘书长为基础研究说出了当时许多人很想说又不敢说的话。吴先生据此在物理所重新组建了一个从事单晶体结构

分析的研究组。吴先生是分管该组工作的副室主任。他经常参加该组的活动,把握该组的队伍建设和研究方向。吴先生经常用杜润生的指示来鼓励大家放开手脚搞基础研究。这个研究组的固定人员大约有 10 个。他们的学科背景包括数学、物理、化学和医学;有研究人员和技术人员,还有外单位的合作人员。这个组具有当时比较好的学术氛围。组内有几个相对独立的课题,有互相学习,有讨论甚至争吵,但是没有学术压制。吴先生对组里的工作并不下达指令性的“任务”。他从大处着眼,在当时并不宽松的环境下极力促进单晶体衍射分析在中国的发展。他呼吁要为固体材料研究迅速发展 X 射线衍射、电子衍射和中子衍射(他亲自在原子能研究所组建了我国第一个中子衍射研究组)。吴先生为年轻人的成长尽力创造条件。他鼓励和支持搞方法研究;请苏联专家 И. В. Яворский(约·维·亚沃尔斯基)来指导工作;请中国科学院数学研究所王寿仁先生给我们讲授概率论基础。由于吴先生的缘故,这个组还得到中国科学院副院长吴有训老先生的直接关心和支持。在这一切所形成的“小气候”下,这个组和中国科学院计算技术研究所董蕴美(现为中国科学院院士)等人合作,编写了我国第一个通用的单晶体结构分析电子计算机程序库;和中国科学院上海药物研究所有关人员合作,在国内首先开展了中药有效成分中的天然有机物的晶体结构测定;和中国科学院生物物理研究所林政炯等人合作,经过长期针对蛋白质晶体学的准备,在 1966 年秋天启动了胰岛素晶体结构分析的实验工作。这个组还在国内首先建立了单晶体的电子衍射技术;开展了 X 射线晶体学和电子晶体学中的方法研究。这个小组有三位成员后来当选为中国科学院院士。

3 两代人之间的和谐

吴乾章先生是物理所晶体学研究室中,除陆学善

先生之外最年长的科学家。他工作上接触的是背景不同、性格各异的一群年轻人。吴先生很少对人下命令。他习惯于和年轻人平等地讨论,听取不同的意见;善于发现每个人的长处,尽量给每一个人安排他喜欢的、合适的工作。他还关心年轻人的婚姻大事,多次热心地当起媒人。为此,吴先生还有非常精辟的论述:“找对象不要总想着找最好的,最好的她(他)不要你!因为你不是最好的。你还是应该找最合适的”。

我是吴乾章先生正式的学生当中,和他相处时间最长的一个。吴先生有敏锐的洞察力。他没花多少时间就对我的优、缺点了如指掌。但是,我起初只看到吴先生的弱点,加之我不是一个“乖巧”的学生,于是我们之间不时会出现一些“戏剧性”的场面。经过多年的交往,我逐渐发现吴先生有着非常可贵的优点。在我和吴先生出现分歧的所有场合,无论我态度如何不好,无论吴先生多么生气,他从来没有采用过

压制的办法,更没有进行过打击报复。相反,吴先生一直善意地把我视为一个需要扶持的晚辈。他在力所能及的范围内不断为我创造良好的环境。吴先生会毫不犹豫地支持年轻人涉足他并不熟悉的领域。他会对年轻人取得的成绩由衷地高兴。吴先生对工作是认真的,但对个人得失则并不计较。自 1959 年起吴乾章先生长期作为物理所晶体学室的领导,发挥了重要的作用。所取得的成绩,并不亚于物理所其他兄弟研究室。但是,他本人的职称提升却落在物理所大多数室领导人之后。一些了解情况的人为此深感不平。吴先生却对此毫不介意,依旧精神饱满地耕耘不息。

在吴乾章先生的晚年,我们之间有比较和谐的关系。这种“和谐”基于吴先生对我的了解和信任;也基于我对吴先生的为人和对他为科学事业辛勤奉献的敬佩。这一段和谐相处是我珍贵而愉快的回忆。

纪念老科学家吴乾章先生

李方华

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

1 带领我们学习一本书

经历“反右”、“双反”等一连串运动之后,在上世纪 60 年代前期,科学界迎来了相对稳定的工作环境。吴乾章先生时任中国科学院物理研究所四室(晶体学室)副主任,我在吴先生分管的 401 研究组工作,组长是梁栋材。这个组的主体是 X 射线单晶体结构分析研究,也包括电子衍射研究。吴先生常对我们说起“三大衍射”,指 X 射线、电子和中子与晶体的相互作用,强调三者之间的共性和各自的特殊性。吴先生的这个学术观点反映在他组织的一个讨论班上,这个班集体学习一本书:《晶体结构分析理论》。这是一本俄文书,前苏联晶体学大师 A. И. Китайгородский(季达依哥罗茨基)所著,书中叙述了单晶体结构分析各种方法的基本理论。该书从数学概论开始,接着是 X 射线与晶体的相互作用,简单比较三种衍射结构分析之异同。随后以全书一半以上的篇幅着重介绍了结构振幅之间的符号关系

法,即现今称之为直接法的理论。最后是广泛运用的帕特逊(Patterson)法和结构精修法。

讨论班每周一次,每次两小时。书中的数学公式很多,而学员们全是实验工作者,在吴先生的主持下,并不感觉枯燥。吴先生请来中国科学院数学研究所王寿仁教授按章节讲解全书的数学,暂不涉及物理内容,每次王先生讲后,吴先生主持大家提问讨论,这是讨论班的第一阶段。第二个阶段安排 401 组的三位助理研究员再从头主讲,每人讲两章,不重复王先生的数学讲解,而是结合数学公式讲解物理意义,然后讨论。在后一阶段中,先生们对年轻的主讲人要求严格,如果主讲人对自己所讲内容理解不透彻,或者讲解不清楚,就等着挨批评吧。我很佩服吴先生能想出这样一种特殊的学习方式,让一批实验科学工作者啃一本理论书。吴先生站得高,看得远,总是兴致勃勃地主持讨论班,从不缺席。遗憾第二阶段尚未结束,因新运动来了而中断。后来,在吴先生的组织下,这本书被译成中文出版。四十多年过去了,回顾当时的情景,无论从讨论班学到的科学知识上,抑或在讨论班所感受到的

认真态度上,都深受其益,对个人学术上的成长有重要作用.在政治运动频繁的年代里,吴先生积极组织我们在运动的夹缝中开展科学研究工作和专业理论学习的精神,尤为令人钦佩.

2 子弹头的物相鉴定

一天,吴先生拿来一些用过的手枪子弹头,安排我用电子衍射做弹头表面的物相鉴定,说这是一件涉外的保密任务,要快、要尽量准确、要分析规律.我得到的结果大都是较简单的氧化物,没找到样品编号与物相之间有什么规律.验收时,吴先生很仔细,除了仔细看实验得到的电子衍射花样,还对照测得的晶面间距与 ASTM 卡片的数据,一一核对.然后把全部样品的编号和数据写在自己的小本子上,按他的习惯,列成一个大表,一边和我讨论着,一边耐心地分析着“规律”,直到他和我意见完全一致,都认为分析透彻为止.吴先生以如此认真的态度对待这件在学术上相当简单的工作,令我很感动,他的行为

给我们年轻人做出了表率.

3 谦和的老科学家

上世纪五、六十年代时,我们把高级研究人员统一尊称为老科学家,尽管他们当中许多人只有三十多岁,因为那时有一大批二十多岁到三十岁左右的研究实习员和助理研究员们.在我接触的老科学家中,吴先生是比较谦和的一位,工作之余常和大家说说闲话、笑话.“双反”运动中有一个内容是“交心”,每人都需要用大字报的方式写出自己的心里话,向党交心.记得吴先生大字报开头的一句话是:“老汉今年四十八”,不少人看了不禁失笑.那一年是 1958 年,是“反右”运动的第二年,所以清楚地记得,今年是吴先生的百年诞辰.

吴乾章先生离开我们已经十几年了,但他对我们的教导和他在工作中表现出来的感人精神,一直令人难忘,谨以这篇回忆短文作为我对吴先生百年诞辰的纪念.

空气清新心思静,拟就新图拉晶晶

——纪念我们的父亲吴乾章先生

吴光恒 吴建永 吴进远

父亲离开我们已经十多年了,在此纪念他百年诞辰之际,谨从我们的记忆中讲述他的一些小故事.

1 青年时代

父亲原名“吴宗朱”,出生在海南岛一个乡村教师家庭.我们的祖父曾就读于当时的两广高等学校,在乡就塾,兼做一些乡间的文字营生,家境相当清苦.父亲在家乡读书时常要靠开一间小生药铺的外祖父接济.海南乡下虽然贫困,但民风却十分重视读书.父亲读初中是在离家 50 华里的海口市,回家后返校,要与一群贩鱼的挑夫黎明离村疾走,方能赶上第一节早课.父亲在海南读到初中毕业,而全海南竟然没有一所高中.1929 年,父亲 19 岁,与一群同乡学子结伴“进京”(南京)寻学.那时到大城市读书是很贵的,祖父担负不起,但为了儿子前程,也硬撑着跟到南京.由于“长安米贵”,父亲就想跳过高中,直

接考进大学,以便早日毕业找个工作糊口.但因考大学要求高中毕业学历,而他只有初中的文凭,他只好借用一位不再参加高考,名叫“吴乾章”的族人的高中文凭报考了中央大学(那时文凭上没有照片).同时为了保险,也报考了当时南京最有名的高中——安徽中学.没想到两个学校同时考取,而同来的那么多乡亲,那年无人考上高中.中央大学放榜时,祖父看后竟然高兴得足软,走不动路,狠心掏钱叫了辆黄包车才回到家.父亲大学录取后到安徽中学要回自己的初中文凭,人家非常奇怪,当时很少有人考取如此名校而不上.从此父亲改名吴乾章,而宗朱的本名却只有家乡人知道了.

这次高考成功,改变了他的一生.从此当研究生,助研,留洋,离开了贫穷的家乡.他的亲身经历把祖上留下的读书风气弘扬于乡里.如今村里吴氏祠堂的石碑上,还篆刻着他“英国曼彻斯特大学博士后”和“中国科学院物理研究所研究员”的两个头衔,村里九十

岁以上的老人还记得他当年跨海求学的故事. 他又把这一观念从小灌输给我们兄弟三人. 我们听他讲“初中考大学”的故事时正值那个“知识越多越反动”的时代. 他指着我们自学用的课本说,“我考上大学的关键一题就是你们现在看的二项式公式分解”. 他的观念深深地印在我们心里. 由于十年动乱, 我们兄弟都没有上过高中, 却都通过自学上了大学, 并在后来的几十年里坚持做学问, 如今都在科研行当里谋生, 从来没有想过去做其他职业. 父亲在提起我们三兄弟职业的时候常常会得意地说“老鼠儿子会打洞啊”! 1980年, 三弟考取了 CUSPEA 赴美留学, 父亲说自己也像祖父当年一样, 高兴得脚都软了.

2 抗战期间

1933年, 父亲大学毕业后考取了中央研究院物理研究所的第一批研究生. 师承潘承皓先生, 课题是参与建立全国的标准时间系统. 当时的野外测绘定经纬度需要标准时间来观测太阳、月亮或北极星的位置. 在没有全国标准时间的时代, 出野外要带四五个精密机械钟, 出发前用存在于地下室中的精密摆钟校准, 到了野外再取几个钟的平均值定时. 潘承皓先生从国外引进了石英钟, 比机械钟精确了好几个数量级. 父亲在他的带领下把石英钟装起来, 并用无线电播出标准时间信号, 大大提高了当时勘探、找矿和地图绘制的精确度. 父亲和他的导师都是喜欢动手的人, 他们装一个部件, 就绘图仿造一个部件, 以期仿造出国产的石英钟. 父亲因此练就了很强的动手能力. 在后来的抗战迁徙途中, 除了进行地磁测量的本专业的工作外, 他还把这特长用到了地电找水以及帮助通讯部门修理发报机等方面.

1936年, 父亲在中央研究院物理所研究生毕业, 留下任助理研究员, 研究地磁学. 1937年, 抗日战争爆发, 研究所从南京西迁至广西、贵州和重庆等地. 西迁路上, 父亲跟随陈宗器、陈志强、周寿铭等先生一起, 冒着天上日军飞机的狂轰滥炸, 躲避着地面日寇的追兵和地方土匪的追袭, 忍受着饥寒病痛的折磨, 保护和运送科研仪器和图书资料. 在这样艰难条件下, 仍然坚持一路进行地磁测量和普查. 1941年, 父亲参加了陈宗器先生率领的赴福建崇安研究日蚀与地磁场关系的观测工作. 父亲时常给我们讲述抗日战争时期躲避日寇侵略, 转移科研仪器的那些往事.

1937年沪淞抗战前后, 父亲因肺结核在地磁台



1937年在南京紫金山地磁台工作期间

驻地养病. 国家蒙难, 身患重病, 心情十分压抑. 唯一令人振作的就是紫金山附近中国军队的高炮射击来侵日机的声音. 不久, 接到通知, 地磁台转移, 他跟随所里的同事, 拖着沉重的病体, 冒着各种危险上路. 路上九死一生, 因此迁徙也被称作“逃难”. 他们全力保护着地磁台站的仪器和资料, 从南京出发, 经芜湖、南昌、长沙、桂林、柳州至丹洲, 后又从桂林经贵阳到重庆北碚. 前后历时几年, 换乘火车、河船、汽车等各种交通工具, 有时还要艰苦地步行, 行程上万里, 历尽了各种艰难险阻, 最后终于完成了转移和保护国家财产的任务.

父亲说, 逃难中的艰险是我们现在无法想象的. 乘坐的火车时开时停, 车厢自然是挤得水泄不通, 常常连车厢顶上都坐满了人. 有时通过的山洞洞顶太矮, 很多车顶上的人就被洞顶撞死挫伤, 惨不忍睹. 相比之下, 没有饭吃、睡不好觉已经不是什么了不起的困难了. 铁路两边是拖儿带女, 携老扶幼的难民队伍, 常常几天望不见行列的尽头. 遇到敌机轰炸, 常常是硝烟过后死伤无数, 一片狼籍. 父亲和同事们天天眼里看着路旁凄惨的难民, 横七竖八的尸体和血泊中的伤员, 神经已经近于麻木. 但是, 每个人心里都牢记下了侵略者罪行的一笔笔血债.

逃难中每一个人都是时刻命悬一线! 由于交通工具奇缺, 卡车内要装载仪器和资料, 并把有限的地方让给年老体弱的同事乘坐, 因此年轻的父亲就常常坐在车顶上. 听父亲说, 一天行进在险要的山路上, 看到途中一辆客车翻覆在山沟里, 旁边躺着几具死尸. 当地人讲, 由于没有任何保护, 死的都是坐在车顶上的人. 父亲说那段期间每天坐在车顶上, 前面的崎岖山路好像永远也走不到头. 我问父亲: 你不害怕吗? 父亲说, 国家危亡在即, 大家心情无比沉重,

每天想的就是尽自己绵薄的能力,多少为国家做些事,反倒把个人安危放到一边了。

逃难的后期,父亲的肺结核病也许是由于那种生死置之度外的悲壮心理作用,反而在营养不良,缺医少药的恶劣环境下不治自愈了。但是,身体的抵抗力十分衰弱。在四川境内,一次饮食疏忽,父亲得了痢疾,泻肚泻到便血。这个在现在算不上什么的疾病,当时几乎夺去父亲的生命。可是,逃难途径的穷乡僻壤,哪里有医生和药品呢?父亲只好硬挺着,坚持不掉队。后来采用“饥饿疗法”,几天不吃饭,只吃炒成碳样的米,终于止住了腹泻,又过了很长时间才恢复了体力。父亲说:治不好是死,而掉队让日寇追上也是死,不如坚持跟上大家,治好病就等于战胜了日寇。父亲说,虽然日寇占领我大面积国土,但大家一直心存一个坚定的信念:抗战一定会胜利!因此,在逃难一路上始终坚持地磁测量和普查。大家说,胜利后国家还要建设,现在就开始做准备!父亲和同事一起,克服了许许多多令人难以想象的困难,在广西和四川多地地进行地磁测量工作,并撰写了详细的研究报告。在重庆北碚的测量工作中,得识李四光先生并参加了他的工作,此为建国后父亲兼任地质部地质力学研究所研究员的渊源。



1941年在福建崇安测量日全食对地磁俯角的影响

1940年以后,抗日战争进入相持期,长期的战争使国家接近了崩溃的边缘。但是,父亲和同事们作为中国科学家仍然没有忘记自己的职责。当他们得知1941年12月发生的日全食的全食阴影将覆盖我国东南地区时,积极筹划了在日全食时观测地磁变化的研究课题。可是,1941年太平洋战争爆发后,我国东南沿海局势变得更为险恶。父亲和陈志强、陈宗器等人仍冒着生命危险,穿越日军占领区从广西跋涉到福建崇安,不失时机地进行了日全食观测和地

磁测量,并认真分析和总结了观测结果,发表了我国当时唯一的观测和测量记录。父亲和其他老一辈的科学家,在如此劣势的环境下仍然能够努力完成研究工作,完成了科研战线上不用枪炮的抗战,不愧为典型的中国的知识分子,爱国精神值得我们永远学习。

3 留学时代

1945年抗战胜利后,父亲跟随物理所从重庆返回南京。1949年至1951年,留学英国,在曼彻斯特大学理工学院物理系攻读X射线晶体学。据父亲说,刚开始想去美国,那正是原子能、高能物理领导潮流的时代。可是美国的接收函却迟迟不到。父亲怀疑是在使馆面试时言论比较激进,“亲共”的缘故,于是就去了英国。没想到办好去英国手续后美国的接收函也来了。原来加州大学与国家实验室的加速器承担国防有关的项目,对访问学者要做背景调查,耽误了几个月的时间。

留学生活是很清苦的,正在土崩瓦解的国民党政府已经顾不上他们这些“公费”留学生了。父亲的生活费经常捉襟见肘,甚至要靠我母亲(那时父母还没有结婚)从国内接济。父亲说,母亲那时常常在来往的信件中夹带几张一美元的钞票给他。他给我们讲的留学的故事不很多,有两个关于不同文化习惯的故事流传至今。一个是坐公共汽车,总听售票员对他讲“Outside!”以为不让他上车。等了许多辆车后才知道,原来在英国两层公车上管顶层叫outside,售票员一般多让年轻人上顶层。还有一个故事是坐火车去伦敦,返回买票时想说明自己要返回曼彻斯特,说了一句“return to Manchester”,结果花了双倍的钱。原来“return”是来回票的意思。

祖国大陆解放后,渴望投身于祖国建设的父亲,义无反顾地放弃了正在攻读的博士学位,1951年动身回国。那时从英国回来要坐几个月的海船,父亲买了船的底舱,条件很差。每日里与中国水手聊天,写毛笔字,排遣寂寞,但想到就要回到解放了的祖国,精神上很乐观。可能是过于兴奋,聊天中一个不三不四的人听了父亲的言论突然说,“我看你是共产党”,并威胁说“船停泊任何一个英联邦港口,我都可以让警察逮捕你”。父亲当时确实有些紧张,直到那人在新加坡下了船,才放下心来。也许父亲和那人没有想到,1958年父亲真的就成为了一名共产党员。

4 回国以后

1951 年,父亲回国后回到物理研究所.次年随所迁到北京,历任中国科学院物理研究所的助理研究员、副研究员、研究员,晶体学研究室副主任、所学术委员会委员等职,并在原子能研究院和李四光先生兼任所长的地质部地质力学研究所兼职.



1960 年接待保加利亚外宾(左一为父亲吴乾章)

父亲从事科学研究有两个特点,一个是随身带个小本子,无论是在家还是在单位,或者是在颐和园的湖边休憩,对科研问题忽然来了灵感,就掏出本子记下来.另一个是家里墙上到处都是写满实验结果的“大字报”.父亲平时不断修改和增添大字报的内容,并经常对着大字报揣摩.我们曾经亲眼看到这些大字报给父亲科研工作带来的成果.

上世纪 60 年代,水晶在我国成为军用物资,战斗机、坦克和步兵电台中都需要用水晶制成的谐振器.天然水晶资源有限,质量也不够好,产生了人工水晶的需求.国内军工单位生长水晶单晶时遇到一大问题叫做“后期裂隙”.即在水晶生长到一定尺寸时就会裂开.当时父亲的工作之一就是研究高质量大块水晶的生长方法.当时采用的是水热法,即在像大炮炮管的钢管(高压釜)中把石英溶解在溶液中,在近千个大气压下加热到摄氏二百度左右.在温度和压力缓慢下降的过程中慢慢地在籽晶上生长单晶,一个周期长达几个星期到几个月.这段时间高压釜内的生长情况是看不见的,水晶开裂与否不得而知.晶体若不破裂,每一炉就能得到很多高质量的大块水晶,但一旦断裂,许多晶体就报废了,只能当作原料重新再长.军工厂有几十台、上百台高压釜,一

个周期下来如果许多晶体破裂报废,很是恼人.那时常有军工单位的同志到家里来与父亲谈这事.

生长水晶有很多参数,如温度、压力、每天降温的速度、釜顶釜底的温度梯度和碱水的浓度等等.在此之前,也有人把某个参数改变一下,但结果时好时坏,理不出个头绪.在这一筹莫展的情况下,父亲把实验资料都收集起来,写成大字报贴在墙上.他常说“大字报”能提醒人经常看看想想,不一定什么时候好点子就冒出来.他说数字是一维的,可图是两维的.把数字画图上,规律更直观,便于思考.一天他把温度和温度梯度这两个参数作为纵轴和横轴画了一个图,其中样品开裂的条件用叉叉代表,不裂的用圈圈,标在图上.画着画着赫然发现叉叉都集中在一堆,圈圈则散在一旁,中间有明显的分界.接着父亲又联系了军工厂的同志,把实际生产中大批的数据也填在图中.这时圈和叉的分界更加明显了,明显地表示出,好条件并非人们根据日常生活经验想象的那样“恰到好处”地集中在一起,而是分散的.他把这一结果告诉军工厂的同志,一试果然成功.水晶生长后期裂隙的问题就这样得到彻底解决.

父亲还给我们讲过一个超声波的故事.20 世纪 60 年代初,正是超声波运动热火朝天的时候.据说它能缩短炼钢的时间,又能提高煤的产热量,提高发电效率等等.在一次讨论会上,父亲指出超声震动是在化学反应中使燃料颗粒和分子一张一弛地接触反应位点,提高了结合的机率.由于父亲平日注意分析周围的生活现象,因此将上公交车作为例子,说大家挤住车门谁也上不去,有秩序反而上车速度快.又举例说橡皮揣子一推一拉就能把阻塞的下水道疏通.由于讲得深入浅出,连在场的工人师傅也听明白了,从此父亲获得了一个“超声理论家”的虚名,为此又引出了一段“超声放射性”的故事.

原来当时某单位几位敢想敢干的年青人,把铀矿石拿来“超一超”,想借此提高铀 235 的分离效率.结果发现“超”过的铀矿石的放射性竟提高了很多.再用本无放射性的水晶来试验,结果“超”过之后都变成了有放射性!于是他们提出了“超声能够打破原子核”的说法.这一“成果”当然受到了国家领导层的高度重视,而且竟被朝鲜民主主义共和国的同志探听到了风声,派来一个副首相领队的科学代表团前来中国“取经”.

后来某位国家领导人亲自点名,由一位权威的大科学家领头,带上父亲这个物理所的“超声专家”到现场去确认这个“成果”.他们来到这个科研单位,让几位实验员表演给他们看.年轻人拿出一块铀矿

石,在盖革计数器(一种测量放射性强度的仪器)下先测出放射性强度(“噼噼啪啪”的声音),然后打开超声波发生器,把铀矿石“超”了一遍。之后再测量,果然听见噼啪声增强不少,表明“超”后放射性增强了许多。几位年轻人又拿来一片水晶照样“超”了几分钟,再拿去测,噼啪声(放射性)也同样明显增强。从表面看,实验现象是真实的。

父亲回到家里,百思不得其解:从物理基本知识来说,超声波的能量和打破原子核所需的能量差好多个数量级,可现场的实验结果又是亲眼所见。父亲并没有因为一次实验而轻下结论,也没有急急忙忙地去给上级写报告,而是再次前去该单位重复实验。父亲和那些年轻人“超”遍了手头能找到的所有东西,包括纸张、布匹、玻璃和金属,结果还是依旧。但细心的父亲发现,凡是表面粗糙的,效果就好,表面光滑的(比如玻璃)效果就差。父亲突然像明白了什么,马上叫他们在水晶片上涂了一层凡士林油膏,再拿去“超”。结果计数器的声音,用父亲的话说,“好似青菜下进滚油锅”,计数器的指针打到标度之外,放射性强之又强。父亲再用汽油洗掉凡士林,结果“放射性”就回到了“超”之前的水平。这时父亲胸有成竹地道出了“超声放射性”的秘密。原来当时的超声波发生器是土制的“簧片哨”,也就是用压缩空气强力吹过一个哨子样的装置,发出人耳听不见的超声震动。当矿石放在哨子下“超”时,不仅受到了超声震动,同时也被强烈的气流吹着。该单位成天和放射性矿石打交道,地面上的灰尘中有许多放射性微粒,往矿石上一吹,就在其表面沾上许多放射性微粒,当然表现出放射性的增强,也能让原来没有放射性的物质染上放射性。之后我们问他为什么可以看破如此不容质疑的实验结果?他说如果当时急着为这个“成果”去向上级写报告,就不会得到反复实验发现气流秘密的机会了。

5 晚年时光

自 1980 年开始,父亲以七十高龄提出难长晶体的单晶生长研究方向,并亲自参加实验室研究工作。所谓“难长晶体”是指那些不具有同成分融化性质的物相,凝固行为多为包晶反应类型。采用熔融法生长这些单晶要求原料成分相当远地偏离单晶实际成分,以避开包晶反应。这就带来了另外一个问题,就是“组分过冷”。组分过冷引起熔体的过冷度大大超过单晶生长需要的过冷度,而使物相的凝固失控,生



1980 年与陆学善和其他同事在一起(左三为父亲吴乾章)



1990 年与同事接待吴健雄袁家骝夫妇来访(左三为父亲吴乾章)

长出来的是多晶。克服包晶反应和克服组分过冷对生长条件的要求是完全相反的。正是这一矛盾,使单晶生长变得十分困难。父亲在大量收集前人研究结果的基础上,进一步提出,组分过冷是一个普遍存在的现象,即使同成分融化的物相,由于杂质的存在,生长界面的组分过冷现象也难以避免,造成各种缺陷的形成。因此,他借用一个国外同行的话强调组分过冷的重要性:要把组分过冷这几个字(constitutional supercooling)刻在单晶生长实验室的门上。

于是,父亲这段期间的大字报都是一些包晶反应的相图。他用“头上打伞”形象地比喻这类相关关系。相图旁还写着他在一次学术报告上请大家重视相图的呼吁:“相图,相图,晶体生长的作战图”和另一位同行的感慨:“图到用时方恨少,晶非自拉不知难”。父亲在家时经常面对着这些相图沉思,有时有了心得,也会给我们兄弟讲几句。1994 年,吴光恒从美国回国,到物理所磁学室研究磁性材料。第二年,他解决了一个本领域的难题,把稀土磁致伸缩材料 Tb-DyFe 的[111]取向单晶生长成功了。完成这项工作的一些关键方法,如克服包晶反应和组分过冷的方法,就是得益于父亲的真传。父亲退休后仍然关注着单晶生长和相图,经常接待着到家来咨询的同行们。如他诗中所写的那样:“纤躯陋室正相宜,不谋私利



1990 年父亲与母亲张乐惠在单晶生长实验室

心自怡,悠然修修墙上画,顺手理理床下书……”,享受着淡泊而充实的晚年生活.

父亲一辈子生长了不少晶体,他提出了“难长”晶体这一概念,希望生长单晶的人要融会贯通地理解相图并巧妙熟练地利用相图,像艺术家一样在琢磨中创造.他喜欢在周末到颐和园去,一边用昆明湖水洗洗头,一边把好想法记在厚厚的笔记本上.在一首诗中他记下了这时的心情:

秋晨沽舟下昆明,
东风直送上西亭,
空气清新心思静,
拟就新图拉晶晶.

现在他已长眠在俯瞰颐和园的西山上,我们把这首诗的后两句刻在他的墓碑上,纪念他从事科研的喜悦.