



朱邦芬,凝聚态物理学家,中国科学院院士,清华大学教授。与黄昆先生一起确立了半导体超晶格光学声子模式理论,被国际学术界称作“黄-朱模型”;关于半导体量子阱中激子旋量态理论和半导体超晶格拉曼散射的微观理论,在国际上有较大影响。现从事凝聚态物理理论研究,主要研究方向是受限小量子系统物理和半导体光物理。

追忆伟大的物理学家黄昆先生 ——访中国科学院院士朱邦芬

卫夏雯

《科技导报》编辑部,北京 100081

黄昆先生是一位具有卓越才能的世界级物理学家,是中国固体物理和半导体物理的一代宗师。

1942—1944年,黄昆在西南联合大学攻读硕士研究生,师从吴大猷先生,与杨振宁、张守廉结成半个多世纪的友谊。1945—1948年,黄昆在英国布列斯托大学师从诺贝尔物理学奖获得者莫特,并获得博士学位,这对于黄昆研究领域的确定和学术风格的形成起了决定性的作用。攻读博士期间,他完成了3篇学术论文,论文《稀固溶体的X射线漫散射》在理论上预言了“黄漫散射”,另一篇论文为固体物理中著名的金属电子介电屏蔽的“Friedel振荡”奠定了基础。1948—1951年,黄昆在英国利物

浦大学理论物理系担任博士后研究员,并访问英国爱丁堡大学玻恩教授(图1)。期间,他建立了离子晶体长波长光学振动的唯象方程“黄方程”;提出了“声子极化激元”的概念;提出的“黄-里斯理论”是固体中杂质缺陷上的束缚电子态之间的多声子光跃迁和多声子无辐射跃迁理论的奠基石。

黄昆与量子力学奠基人之一、诺贝尔物理学奖获得者马克斯·玻恩教授合著《晶格动力学理论》。这部专著问世后,60多年来多次出版并一再重印,被译成多国文字,是关于晶格振动及其相关效应,如拉曼散射、瑞利散射、红外光谱、比热和弹性等理论的经典著作,成为该领域几代科学家的入门指导



图1 20世纪40年代黄昆在英国

书和必备参考书。至今为止,该著作依然是国际晶格动力学领域的权威著作。

此时,年仅32岁的黄昆的学术研究,已经在国际上处于领先地位。

1 处于研究巅峰状态的黄昆回国前后

“中国有我们和没有我们——makes a difference”
——黄昆

新中国建设,需要大批现代科学技术专家,更迫切需要培养一批有现代科学技术知识的人才。1951年底,黄昆怀着振兴中华、报效祖国的殷切之情,踏上了回国的路程。作为一名已享誉世界的青年科学家,他毅然中断自己已经从事多年且卓有成效的研究工作,放弃个人科学生涯进一步获取重大成就的机遇,应邀到北京大学任物理系教授。

考虑到当时国家建设急需大批理工科人才,因

此,他在北京大学完善和加强了普通物理教学体系,创建了中国固体物理和半导体物理两门课程的教学体系。大批向科学进军和建设祖国的栋梁之才、大批从事“两弹一星”研制及国防建设的科技人员都曾经聆听过他的授课。黄昆在多年授课讲义基础上编写的《固体物理学》、与谢希德教授合著的《半导体物理学》,在很长时间内成为中国理工专业学生和科研人员的教材和参考书(图2)。黄昆在人生科学研究的黄金时期全力以赴从事教学工作,把最好的时光奉献给了祖国,为中国培养几代半导体科学技术专门人才做出了杰出的贡献。

图2 中国半导体物理两位先驱:
黄昆先生(左)与谢希德先生

黄昆与杨振宁是西南联合大学研究院的同班同学(图3),1944年同时获得物理学硕士学位,1945年同月出国攻读博士学位,杨振宁去了美国,黄昆去了英国。出国后,他们虽不常通信,但是每次提笔写信都很长,敞开心扉交流与讨论问题。1947年4月,黄昆在给杨振宁的一封信中写道:“当我有时告诉别人,我一两年后回中国,他们常有疑



图3 黄昆和杨振宁在北京

讶的表现,虽然我难以想象我们怎样或能影响多少国运,但我们衷心地觉得,中国有我们和没有我们——makes a difference。”其实,早在黄昆与杨振宁在西南联合大学读书时就约定,毕业后准备出国,回国之后要在中国建立一个独立的科学研究中心。

“黄先生对杨先生说,成功地在中国建立这样的—一个科学研究中心,其重要性要比获得诺贝尔奖的价值还要高。由此也可以看出老一辈科学家当年科学救国、教育救国的信念是根植于心、十分坚定和纯洁的。”朱邦芬院士说。

“在英国的6年是黄昆先生做研究最有创造力的时期,他在固体物理学的一些新研究领域有好几项工作引领世界。如果黄昆先生继续留在国外,他个人在学术上的成就将不可估量。但是,他回国以后培养了一大批中国的顶尖科学技术专家,对中国固体物理、半导体物理发展奠定了基础,也激励了新一代的教育工作者为发展中国教育事业做出新的贡献。对于国家和民族来说,其重要性和价值远远超过了个人在研究上的成就,黄昆先生自己就是这样认为的。”朱邦芬院士在谈到黄昆先生回国后对中国高等教育所做出贡献时这样说。

2 “剥笋式”的发问——第一次与黄昆先生见面

“进半导体研究所之前,我早就听说过黄先生的成就,很早就久仰黄先生大名。”朱邦芬院士说。

1981年,朱邦芬从清华大学固体物理专业研究生毕业,到中国科学院半导体研究所物理研究室理论组工作。1981年3月的一天,朱邦芬第一次到中国科学院半导体研究所与黄昆先生面对面交谈(图4)。

“其实那是一个非正式面试,就我和黄先生两个人,地点在黄先生的办公室。黄先生问我最近在关心什么物理问题,我提到无序系统的电子态和晶格振动,当谈到晶格弛豫时黄先生非常感兴趣,因为当时黄昆先生正在统一无辐射多声子跃迁的3种理论,而晶格弛豫正是其理论基础。”朱邦芬院士回忆到。



图4 黄昆先生(右)与朱邦芬先生交谈

“黄先生的面试很有意思,像剥笋一样。他先问一个比较简单的问题,接着根据面试者的回答,一层一层地深入,一直追问下去,直到答不出来为止,再换一个问题。这样黄先生基本了解了面试者对—一个问题的认识、理解深度、思路以及思考能力。这样的面试通常是没有办法准备的,问题是即兴式的,完全可以测试出面试者学术研究的真正水准和能力。”朱邦芬对此深有体会。就这样,朱邦芬正式进入黄昆先生所在的物理研究室理论组研究和学习。

黄昆先生认为,研究生已经不再单纯是学生,不应被动地接受书本上的知识,而是研究者,应在掌握比较扎实的理论知识基础上,有自己的想法并可以独立开展科研工作。因此,黄先生对学生提问题和考试也是灵活多变、不拘一格的。这样能筛选出优秀的具有独立思考和研究能力的研究工作者,而不是应试教育培养的高分生。

3 “三驾马车”改变科研工作面貌

中国科学院半导体研究所是由中国科学院物理所半导体研究室发展而来的,当时国家非常重视半导体科学技术的研究和应用。1977年,邓小平同志直接点名黄昆任中国科学院半导体研究所所长。为了让黄昆先生专心领导科学研究,还专门配备了一位党委书记和一位副所长分管政治思想和行政管理事务,构成了小平同志“三驾马车”办研究所的试点。在国际物理界沉寂了近30年以

后,黄昆先生又重新在科学界活跃起来。

黄昆 1977 年被调到中国科学院半导体研究所工作,直到 2005 年去世,在他的领导下,全所科研水平、学风建设、人才培养等方面发生了十分显著的变化。

在黄昆到半导体所以前,半导体所研究人员常用“炒菜式”科研来形容当时的研究方式。朱邦芬说:“当时半导体研究所科研人员研制新型半导体材料和集成电路,基本上是跟踪国外的研究。科研工作通常是凭经验改变原料配比和工艺条件,有点像中国式‘炒菜’,通过大量试验,运气好的时候,烧出一炉质量特别好的样品,做出一批性能特别高的管子或片子;大部分时间却达不到较高的水准。然而长期这样做的结果是不仅技术水平、工艺水平得不到提高,谈不上产业化,而且几乎没有原创性的研究成果,基本没有摆脱跟在别人后面亦步亦趋的被动局面。”

“黄昆先生到半导体研究所后,彻底改变了‘炒菜式’研究方式。黄先生强调,做研究不仅要知其然,更要知其所以然,才能较好地开展研究,才有可能超过国外。鉴于大多数研究人员在大学本科阶段所学的半导体物理与研究所需要的半导体物理存在较大的差距,他亲自为全所研究人员授课,每周半天,坚持了 10 个月。通过黄先生的授课,全所科研人员钻研问题、特别钻研物理问题的风气大大变浓了。”

朱邦芬总结了黄先生在中国科学院半导体研究所时,学术研究和学术风气的变化:“在黄昆先生的主持下,半导体所建立了包括半导体物理理论研究和实验研究的物理研究室,促进半导体物理、器件和材料研究三者更好的结合,而这往往是半导体科学技术进一步发展的突破口。黄昆鼓励科研中扎实、有新意的想法和做法,在全所提倡创新的理念,并加强国际合作和交流,采取一系列有效措施培养了一批优秀的中青年研究人员。黄昆在离开所长岗位、重返科研第一线以后,又提出半导体超晶格微结构是半导体科技未来发展的突破口,是半导体物理、材料和新器件三者的结合,为此他团结全国相关领域的研究人员,建立了半导体超晶格微

结构国家重点实验室,设立了国家攀登项目,并且亲自坚持在科研第一线工作,取得了国际领先的研究成果,‘黄-朱模型’就是那个时期的代表性工作。黄昆作为学术带头人,开创并发展了中国在这一新兴领域的科学研究,使得中国在这个新兴领域在世界上占据一席之地。”

4 “黄昆先生对我一生具有决定性影响”

1981 年,朱邦芬从清华大学固体物理专业研究生毕业,到中国科学院半导体研究所物理研究室理论组工作,成为黄昆先生的学生和助手。从 1985 年到 2000 年,他和黄昆先生一直在同一个办公室工作。朱邦芬对黄先生有着深厚的感情,他多次表示:黄先生对他的一生有决定性的影响。

首先,在做学问上,朱邦芬与黄昆先生一起工作 10 多年,长期受到黄昆先生的教育和指导,合作发表了 10 余篇论文。朱邦芬院士常说,自己有幸成为世界上受黄先生教育最多的一个科研工作者。黄昆先生的治学之道,强调学习知识和创造知识的自主性,喜欢从第一原理开始研究问题,提出科学研究“要做到三个‘善于’,即要善于发现和提出问题,尤其是要提出在科学上有意义的问题;要善于提出模型或方法去解决问题,因为只提出问题而不去解决问题,所提问题就失去实际意义;还要善于作出最重要、最有意义的结论”,这些对朱邦芬帮助和影响很大。

其次,黄先生思想活跃,特别喜欢讨论和辩论。他待人平等,使得年青人与他讨论学术问题和交流无拘无束。朱邦芬与黄昆在同一个办公室工作时,他们几乎每天上班都要先讨论各种问题,特别是讨论物理问题,也经常会辩论,有时甚至很激烈。黄昆先生对科学真理的追求,从头开始、追究到底的研究风格,一直持续到晚年。这既是一种工作状态,更是一种研究方法,也迫使朱邦芬思考更多的问题,学到更多的东西,也使得研究问题更加深入,无形中得到了更好的成长和教育(图 5)。

再次,在道德品质上,朱邦芬总结道,“黄昆先



图5 黄昆与朱邦芬讨论学术问题

生意志纯洁、律己极严、极端谦虚、公正不阿,在任何时候具有公仆意识、珍惜国家经费、学风纯正,所有这些崇高品质难得地集中在他一个人身上,而这些都反映在他平时工作和生活中的一点点上,无形之中对我的影响和教育非常大。这大概也是黄先生为我们留下最宝贵的财富(图6)。”

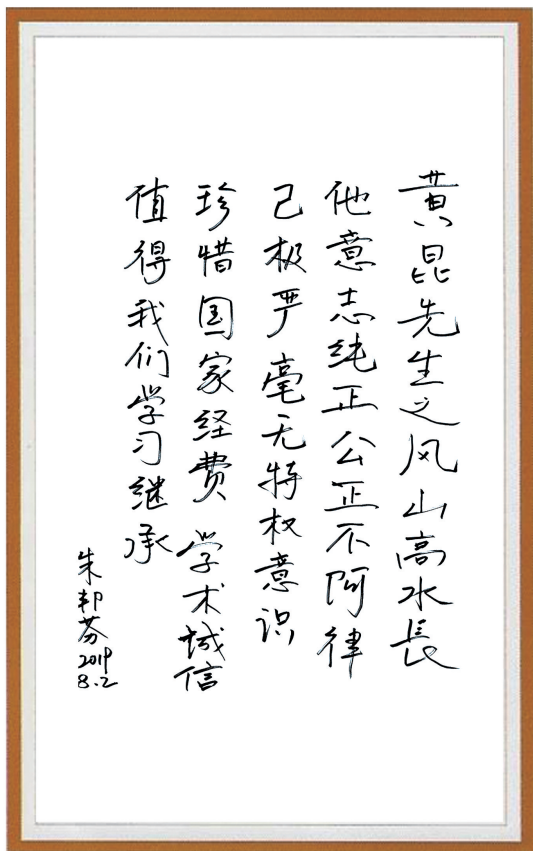


图6 朱邦芬院士为《科技导报》“纪念黄昆先生诞辰100周年”专刊题词

5 黄昆先生平淡、朴素的生活方式

一身洗得退色的蓝色卡其布中山装,一顶黑色绒线帽,一双阅尽沧桑又充满慈祥的眼睛。黄昆先生在中国半导体和固体物理研究领域做出了杰出贡献,可称得上中国科学领域一位泰山北斗式的人物,但他一生低调,不为世事名利所动,远离喧嚣过着平淡生活。

“黄昆先生在国际上的声誉和学术地位是非常高的,但他非常谦虚谨慎、非常低调,平时生活也非常简朴,他与夫人李爱扶先生都很享受平淡、简单的生活,不喜欢铺张和折腾。”朱邦芬院士说。

不以物喜,不以己悲,面对各种荣誉和奖励,这对相濡以沫半个世纪的老夫妇捍卫了自己宁静的生活(图7)。



图7 黄昆和妻子李爱扶

6 夯实集成电路高质量发展的基础,注重基础理论与突破

半导体芯片是信息社会的基石和核心。集成电路的诞生和发展,奠定了现代信息技术的核心硬件基础,推动了以计算机技术、移动通信技术、互联网技术、物联网技术、人工智能技术为代表的先进信息技术的发展,使人类社会步入了信息化时代,使世界各国人民享受到了信息化社会的便捷,也促进了经济、社会等各个方面的发展。

朱邦芬回忆:“黄先生曾经和我在办公室多次讨论,中国半导体技术和晶体管在20世纪50年代起步时与日本差不多甚至略有领先,为什么后来两国大

规模集成电路和芯片的差距会越来越大?”

朱邦芬说:“半导体集成电路虽然很小,但却是一个综合性非常高、复杂度非常大、投入极大、市场竞争极端激烈、高度垄断的系统。中国半导体芯片落后的原因不是简单的由某个原因造成的。除了当时政治运动干扰、西方国家技术封锁等因素外,还存在国内多部门低水平的重复建设、投资分散且强度低、科研与生产脱节、基础材料和工艺水平不过关、不重视产品的成品率和开拓市场、不重视基础研究和创新等各种原因。”

对这个问题,黄昆先生也有自己的独特看法。他曾归纳总结出—条规律:越是国家重视的学科,该学科的基础科学研究反而越容易受到冲击。

20世纪50年代的金属和60年代的半导体,都是国家十分重视的学科,中国科学院集中全国精兵强将,分别成立了金属研究所与半导体研究所,为国家的“以钢为纲”和“电子技术革命”战略打基础。但是回过头来看,作为学科基础的金属物理与半导体物理,相对而言却是受冲击最大的学科。这是因为,为完成国家指令性任务,大家聚焦在尽快做出与国外有同样性能的产品。在完成任务的时间限制下,研究人员与技术人员会忽略成本与成品率,拼命地做各种试验,而物理研究则被看作“远水解不了近渴”,且在政治运动中容易被戴上一顶“理论脱离实际”的帽子。正是这种急功近利,造成了中国集成电路长期不能翻身。黄昆先生这番总结,对于我们今天的科技攻关,仍然具有现实意义。

7 青年科研人要顶住压力,在新时代绽放自己色彩

一个时代有一个时代的主题,一代人有一代人的使命。朱邦芬院士说,当前这个时代对青年研究人员来说,既是一个最好的时代,也是一个最坏的时代。

一方面,国家需要一大批高水平科研人员,投入了大量资源,期待科技创新引领国家经济转型,为青年人成才提供了很多机会和发展的条件;另一

方面,也应该看到年轻科研人员压力“山大”。既有生活的压力(住房、小孩上学),也有研究的压力。目前,许多单位对科研人员研究工作的考核过于频繁和繁琐、年年考核。有的是每半年、甚至每季度考核,实行数字化管理。如果研究人员一年没有发文章、出成果,他们的“生存”就可能会有问题。这样迫使青年人去做一些容易出成果、“短平快”的项目,而难啃的硬骨头,不容易短期出成果的重要领域没有人去做。

因此,建议研究单位和高校要为青年研究人员创造一个充分信任和宽松的环境,特别是对基础研究领域的研究人员。如果刚聘任时就认定他们的潜力,就应该给予他们充分的条件,给予足够的研究时间,比如考评期限可以延长到3~5年。对青年科学家自身来说,尽管压力很大,也要有自己的底线,一定要守住底线,比如学术诚信问题。青年科学家需要耐得住寂寞,对自己发展制定一个比较长远的计划,遇到困难,不要轻易放弃,只要方向正确,坚持下去定会有收获。读书这么多年,我们总是要对国家、人民有所回报(图8)。



图8 朱邦芬接受采访

朱邦芬院士举了一个他自己的例子。他笑着说：“1981年我去半导体研究所时，已经成家，但没有地方住。我们研究室党支部书记人很好，让我晚上在他的办公桌上架一块木铺板，第二天早上收掉，睡了半年。我爱人挤在半导体研究所女生宿舍里，林兰英先生把她在女生宿舍午休的床让给我的孩子晚上睡觉。就这样我们一家三口在半导体所‘分居’了半年。现在住房再困难，比那时总要强多了！”朱邦芬院士虽然很轻松地讲，但对我的震撼很

大，这样一位有突出成就的物理学家，对生活的坦然和热爱、对学术研究的真诚和执着追求，让我想到朱院士形容黄先生那句“越伟大，越纯洁”，这样的形容放到他自己身上也再合适不过了。

朱邦芬院士用爱因斯坦在居里夫人纪念仪式上的一段话来评价黄昆先生：“第一流科学家对于时代和历史的意义，在其道德品质方面也许比单纯的才智成就还要大。”这就是伟大的科学家，这就是中国科学精神！