

# 黄昆先生的科学贡献及其开创的学术传统

汪志荣<sup>1</sup>, 丁兆君<sup>2\*</sup>

1. 安徽师范大学物理系, 芜湖 241002

2. 中国科学技术大学科技史与科技考古系, 合肥 230026

**摘要** 通过对历史文献的耙梳, 介绍了黄昆学术成长的历程, 回顾了黄昆在固体物理方面的杰出成就, 探讨了其创办第一个半导体专业化、建立半导体物理研究基地、形成独特的学术传统等, 为发展新中国半导体事业作出的贡献。

**关键词** 黄昆; 固体物理; 半导体物理; 学术传统

黄昆(1919—2005, 浙江嘉兴人)是世界著名的物理学家, 在固体物理研究领域取得了举世瞩目的成就。作为中国固体物理学及半导体物理学的奠基人, 他参加制定了新中国第一个科学技术发展远景规划, 为重点发展中国半导体物理提出了具体规划及措施建议。此后, 他为推动建设中国固体物理和半导体物理学学科作了大量的工作, 对于专业人才培养、研究机构建设、学术传统形成, 乃至该学科的整体发展等都产生了广泛而深远的影响。

## 1 学术成长之路

黄昆的学术成长可分为两个阶段: 在国内完成大学和研究生阶段学习, 接受了良好的理论物理教

育和科研活动训练, 奠定了将来从事固体物理研究的坚实基础; 在英国留学期间, 得到了两位物理学大师的指导, 开阔了学术视野, 领会了专注求真的治学之道, 并且在固体物理研究领域取得了杰出的成就。

### 1.1 国内求学奠定研究基础

1937年, 黄昆进入燕京大学物理系学习, 时任系主任为英国人班威廉(William Band), 师资力量雄厚。当时, 现代物理学的两大支柱理论——相对论和量子力学方兴未艾, 黄昆便在英籍教师赖普鲁组织课外研究活动的引导下, 对这些前沿理论产生了浓厚的兴趣, 并通过自学掌握了一些量子力学知识, 为后来进入科学研究领域创造了条件。据此, 他撰写了题为《海森伯和薛定谔量子力学理论的等

收稿日期: 2019-08-01; 修回日期: 2019-08-21

基金项目: 国家自然科学基金项目(11775207); 中国科学院自然科学史研究所“十三五”重大突破项目(Y62102)

作者简介: 汪志荣, 副教授, 研究方向为物理学史和物理教育, 电子信箱: zhrwang@ahnu.edu.cn; 丁兆君(通信作者), 副研究员, 研究方向为物理学史, 电子信箱: dzj@ustc.edu.cn

引用格式: 汪志荣, 丁兆君. 黄昆先生的科学贡献及其开创的学术传统[J]. 科技导报, 2019, 37(17): 43-49; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.17.010

价性》的毕业论文。“虽然这一工作本身,并没有自己的创见,不过,通过这一事件,增强了对这一理论发展过程的参与感,觉得自己也进入了这一科学新领域<sup>[1]</sup>。”另外,就读期间,黄昆通过阅读一些介绍著名科学家生平事迹的经典科普著作,尤其是科学家们对科学事业的追求和献身精神,增强了他对科学的兴趣。

1941年黄昆从燕京大学毕业后,被推荐到西南联合大学担任助教;次年又考取该校理论物理研究生,师从吴大猷先生从事光谱研究。其间,黄昆受到了良师益友的帮助,加上自身忘我的学术追求,在固体物理方面打下了扎实的研究基础。这一时期,杨振宁和张守廉也都是西南联合大学在读研究生。对于黄昆形成追求科学事业的思想认识而言,两位优秀同伴的影响发挥了重要作用。黄昆认为,“他们两位都是天赋极高、聪明过人,课堂上一些我认为非常艰深的理论,很快就能轻松地掌握。所以在日常交谈中,这些知识成了我们随时讨论的课题。对科学的追求,在他俩身上随时随地都有体现。因而与他俩的交往甚密,我也受到了感染。”攻读研究生期间,黄昆共完成了3篇论文,于1944年完成了题为《日冕光谱线的激起》的学位论文,获得硕士学位。其中有关锂原子能态的研究成果,后来成为他发表在国际著名物理期刊的第一篇研究论文<sup>[2]</sup>。

正是因为燕京大学通过阅读杰出科学家的治学经历,参加课外研究小组探讨科学的最新发展,自学新兴量子力学理论;在西南联大受到良师指导,开展研究活动,以及与天赋极高的同学杨振宁、张守廉关于艰深理论的讨论和日常交往,黄昆不仅逐步培养了自己对科学事业的向往和追求,同时在学习量子力学等现代物理理论方面,已经达到能够独立开展研究工作的水平。

## 1.2 英国留学展现研究实力

1944年8月,黄昆考取了“庚子赔款”留英公费生资格。当时庚款留英公费生章程规定,对于就读学校和导师,学生可以自主填报志愿。翌年10月,黄昆根据自身条件和兴趣,决定赴英国布里斯托尔大学留学,由此成为莫特(N.F.Mott)在二战后招收

的第一名博士生。黄昆出国留学是有目的、有方向性的,因而在良师的指点和影响下,后来取得了突出的成就<sup>[3]</sup>。当时,固体物理学是刚刚兴起的物理学分支学科,这一学科后来奠定了以半导体技术、微波技术、激光技术等为代表的现代技术的理论基础。黄昆师从国际著名的固体物理学家莫特学习,得以在学科发展初期即进入了前沿领域;加之自身具备良好的理论功底,且善于钻研,他很快在固体物理研究领域崭露头角,并取得了一系列重要的研究成果,因此提前完成了博士论文工作。

博士毕业后,为进一步学习深造,黄昆选择留在英国进行访学和博士后研究。1947—1951年间,他在爱丁堡大学跟随著名物理学大师玻恩(M. Born)进行了为期半年的访问研究,其后又在利物浦大学理论物理系任博士后研究员。玻恩是量子力学的创建者之一,也是固体物理领域晶格动力学的开创者,后来因为在量子力学方面的研究工作,尤其是对波函数的统计解释,获得1954年度诺贝尔物理学奖。在黄昆访学期间,玻恩邀请他合作将其晶格动力学讲稿整理出版,具体由黄昆执笔写作。在利物浦大学,他度过了紧张、忙碌而充实的3年研究时间。除了继续与玻恩合作撰写《晶格动力学理论》著作之外,他还发表了其一生中最有影响力的3篇论文。这些成果对于促进晶格动力学的发展具有重要意义。

## 2 固体物理研究

黄昆在固体物理研究方面取得了几项具有开创性意义的研究成果,具体包括以其名字命名的4项研究成果:“黄漫散射”“黄方程”“黄-里斯理论”“黄-朱方程”,以及和玻恩合作撰写的《晶格动力学理论》经典著作。其中除“黄-朱方程”外,其余几项研究成果均源自于英国留学期间的研究工作。

### 2.1 “黄漫散射”

理论研究表明,X射线入射到固体材料当中,由于受到呈周期排列的原子周围电子的作用会引起X射线散射现象,在一定的反射角位置出现尖锐的衍射峰,但实际材料往往会偏离严格的周期排

列。在布里斯托尔大学留学期间,针对稀固溶体的X光漫散射现象,黄昆于1946年提出了固溶原子引起的长程弹性畸变(晶体缺陷)会导致X射线发生漫散射。通过对其物理本质的分析,并且采用一种简化模型,黄昆估算了溶质原子在稀固溶体中引起的长程晶格畸变对X射线衍射的影响,并给出了这种点缺陷长程弹性位移场在衍射峰附近产生的漫散射强度公式。由此得知,X射线射入材料后产生漫散射的光学机理,除了晶格振动之外,也可能是材料中外来杂质与缺陷引起的晶格畸变导致。黄昆关于稀固溶体的X光漫散射的预言,后来由德国科学家派斯尔(H. Peisl)等人在实验中证实,被物理学界称作“黄漫散射”,现已成为研究晶体微缺陷的有效手段<sup>[4]</sup>。

## 2.2 《晶格动力学理论》著作

受玻恩邀请,黄昆具体负责执笔撰写的以量子理论为基础的《晶格动力学理论》专著,于1954年正式出版。该书通过清晰的物理图像和严谨的理论论述,系统总结了玻恩学派晶格动力学的基本理论,并对玻恩讲稿加以完善和发展,后来成为固体物理学领域的经典著作,在国际物理学界长期享有盛誉。玻恩也对黄昆所做的工作给予了高度评价,不仅在《晶格动力学理论》的序言中指出,这部著作对自己原来的讲稿“在很多方面使之更普遍化,并增加了新的章节,”甚至在与好友爱因斯坦的通信中表示,部分内容超出了自己所理解的范围<sup>[5]</sup>。直至1973年,国际晶格动力学大师柯克兰(W. Cochran)仍然认为该书“是关于这个学科许多方面的权威著作”<sup>[6]</sup>。

## 2.3 “黄方程”、“声子极化激元”与“黄-里斯理论”

黄昆在利物浦大学任博士后研究员期间,除了执笔撰写了一部经典著作之外,还作出了科研生涯最具影响力的几项研究成果。其中包括对于离子晶体(又称极性晶体)的光学振动问题的研究。由于正负离子在光学振动时产生极化电场,会导致宏观电场使纵光学振动频率高于横光学振动频率,极化过程的微观机制非常复杂。为描述极性晶体中光学位移、宏观电场和电极化三者之间的关系,黄昆在一份研究报告中,引入了后来被命名为“黄方

程”的一组唯象方程<sup>[7]</sup>。该方程确立了约化光学位移(正比于正负离子位移之差)、宏观电场与电极化三者之间的关系,从而简洁有效地解决了极性晶体光学振动的问题。

黄昆还进一步将黄方程与麦克斯韦方程相结合,用于分析双原子极性晶体,从而发现电磁模(光子)与横光学声子模互相耦合而形成新的“耦合振荡模”——声子极化激元,这在物理学上是一个非常重要的新观念。黄昆于1951年发表的题为《关于辐射场和离子晶体的相互作用》的论文,被誉为该领域的一个里程碑。他所发现的这种耦合模式现已成为理解电磁波与固体、等离子体等相互作用的基本范式。

另外,黄昆与艾扶·里斯(Avril Rhys)合作完成“黄-里斯理论”,从而奠定了固体中束缚在杂质和缺陷上局域电子态跃迁理论的基础。由于束缚电子从不同激发态跃迁到另一量子态时,具有各自确定的跃迁能量,所看到的辐射光谱应当是线状光谱。然而当时人们熟知,F中心(一种晶体缺陷)的实验光谱是一个非常宽的光谱带,相当于几十个声子的能量。如果按照电子与声子的相互作用,运用微扰方法处理,几十个声子宽度的光谱,意味着要把微扰进行到几十阶,这在理论上也是一个难题,因而引起了他的思考。几年以后,黄昆解决了这一难题。他认识到电子跃迁前后,晶格声子振动模的原点有所变化,从而破坏了声子数的振动函数正交性。基于这种认识,他系统推导出了包含多个光学声子吸收和发射的F中心光跃迁理论,其中用以表征多声子跃迁强度的基本参数被广泛称作 Huang-Rhys factor<sup>[2]</sup>。黄昆和后来成为他妻子的里斯合著的《F中心的光吸收与无辐射跃迁理论》一文,是该领域的经典文献,迄今已被SCI收录的学术刊物论文引用1309次,其中近20年平均每年引用34次。

## 2.4 “黄-朱模型”

发展半导体技术需要物理研究基础为支撑。出任中国科学院半导体研究所所长后,黄昆开始推动半导体物理研究。尽管当时已经年过花甲,黄昆仍深入一线开展基础研究,并取得了重要进展,其中最主要的成果就是“黄-朱模型”的建立。

1970年,随着半导体低维结构研究的兴起,晶体内部准二维量子结构中的声子模式及其影响受到了研究者的关注。其中光学振动模式以连续介电模型理论作为分类基础,通常包括类体模和界面模。对于光学声子LO类体模,学界一直采用由宏观介电模型导出的片层模型予以解释。然而在短周期超晶格拉曼散射实验中,德国卡多纳(M. Cardona)研究组发现,实际类体模的对称性与理论预言结果相反。针对这一现象,黄昆和朱邦芬通过对超晶格中光学声子模的研究,提出了一种与连续介电模型完全相容的“偶极子超晶格”模型。这项研究既解决了原有模型理论与超晶格拉曼散射实验结果之间的矛盾,也澄清了传统理论与实验结果出现矛盾的原因。这一微观模型现已作为该研究领域必读文献列入国内外许多学术专著、教材中,被学界称作“黄-朱模型”<sup>[7]</sup>。

近年来,“黄-朱模型”被广泛用于低维半导体材料与声子有关的各种物理问题与器件研究。黄昆、朱邦芬等人以此为基础,又建立了超晶格光学声子喇曼散射的微观理论。另外,黄昆研究组在超晶格电子态结构领域也进行了富有成效的研究工作,创造了一种用有限几个平面波展开计算超晶格空穴子带结构的方法,并将其用于量子阱中激子态、外电磁场下超晶格能带、一维及零维量子结构的研究,使中国在这个领域的研究大体上与国外平行,并独具特色<sup>[7]</sup>。

### 3 发展中国半导体事业

黄昆的科学贡献不仅仅体现在他的科研成果方面,他为发展新中国半导体事业,在培养专门人才、建设研究机构和构建学术传统等方面,更是居功至伟。

#### 3.1 创办新中国第一个半导体专门化

在北京大学期间,基于新中国建设对高技术专门人才的迫切需要和“以任务带学科”的国家科技政策,黄昆在30余年内主要致力于培养固体物理和半导体物理专门人才,创办了新中国第一个半导体专门化培训班。回国之初,为培养固体物理人

才,黄昆就为北京大学物理系首次开设固体物理课程,创办固体物理专门化(专业),2年后又率先设立了半导体物理方向,并选拔了10名四年级学生学习半导体方面的课程,从而使北京大学成为中国最早培养半导体专门人才的单位。其间,他与中国科学院物理所半导体方面的专家就如何发展我国半导体研究工作进行了多次研讨,在明确了半导体放大器(晶体管)对于国家的国防及经济建设具有重大意义之后,双方一致认为要以此作为主要研究方向,并在人才培养工作方面加强合作<sup>[8]</sup>。1955年,北京大学物理系固体物理专门化正式分设半导体专门化组,黄昆与物理所洪朝生、王守武、汤定元合作承担了北京大学半导体专门化组《半导体物理》课程的教学任务<sup>[1]</sup>。

根据1956—1967年科学技术发展远景规划纲要,高等教育部于1956年采取了一项紧急措施:由北京大学、复旦大学、南京大学、厦门大学与东北人民大学五所高校联合,在原北大固体物理专门化半导体专门组的基础上,开办全国第一个“半导体专门化”,选派一批物理系高年级学生集中接受半导体专业教育,同时组织选调出相关教师赴北京大学联合成立半导体教研室,由黄昆担任教研室主任,复旦大学谢希德任副主任。1956—1958年,黄昆和谢希德带领这批年轻教师,自行开设了固体物理、半导体物理、晶体管原理、半导体器件、半导体物理实验等系列专业课程,黄昆亲自主讲固体物理,并与谢希德合作讲授半导体物理课程。另外,他还邀请了苏联专家A.B.桑杜洛娃指导半导体实验室建设,并为教师开设了半导体工艺课程。五校联合开办的两届“半导体专门化”培训班,先后培养了241名毕业生,另有20名来自清华大学和南开大学的旁听生。这是中国半导体物理学发展史上的一件大事。他们为发展中国半导体事业迅速培养的一大批专门人才,后来成为中国半导体专业教学与科研工作的骨干力量。同时,五校联合“半导体专门化”也为国内高校开设半导体物理专门化积累了重要的经验。

#### 3.2 推动半导体物理研究基地建设

黄昆在北京大学工作时,极力为推动北大固体

物理及半导体物理研究工作建立基础。但由于国家采取以任务带学科的科技方针,以及各种政治运动的干扰,有关基础理论方面的研究工作受到了严重冲击<sup>[9]</sup>。直至1977年,因时任中共中央副主席、国务院副总理邓小平的两次亲自点将,黄昆调任中国科学院半导体研究所所长,后来又长期担任研究所名誉所长。这一时期,黄昆的研究工作迎来了第二个高峰期,同时他为推动半导体物理研究基地建设做出了重要贡献。

担任半导体所所长之后,黄昆立即组建了物理研究室,并推动了研究所开展半导体超晶格和微结构物理研究。他首先将研究所有关人员进行了整合,调来了自己的研究生夏建白、顾宗权,并吸收了一批1976年之后毕业的研究生,组成了半导体理论组和实验组。他还将分子束外延设备研制组也合并到物理室。黄昆后来强调:“在我到所后,全国对基础研究有了统一认识,着力把半导体物理研究开展起来,就成了我所责无旁贷的任务。”为提高研究人员的理论水平,黄昆亲自开办培训班,系统讲授现代半导体物理知识,并且积极安排与来访的国外学者进行学术交流,选送和推荐科研人员到国外研究机构学习。1979年,半导体所有15名研究人员被派往美、英、法、德、日等发达国家学习、进修,大多数从事半导体基础研究。通过加强学术交流,一批年轻的科技人员既了解到国外半导体物理研究的最新进展,也建立起广泛的国际合作关系。

20世纪80年代末,基于在半导体超晶格和微结构研究领域建立的研究基础,以及该研究领域工作的重要意义,黄昆向国家计划经济委员会提出了筹建半导体超晶格国家重点实验室的建议。同时,他让正在美国开展合作研究的郑厚植回国负责具体筹备工作。1988年,这项工作得到了国家有关部门的正式批准。随后,经过为期3年的筹建之后,半导体超晶格国家重点实验室顺利通过了专家组的评定和验收。该实验室主要以低维半导体结构的物理研究为基础,以低维量子体系中的新现象、新效应为主要研究内容,探索它在新一代固态电子、光电子器件和量子信息器件中潜在的应用前景。

## 4 形成独特的学术传统

在长期的教学和科研工作中,黄昆带出了一支优秀的半导体物理专业队伍。他在科研方向、研究方法以及治学精神等方面对后辈也产生了深远影响,形成了一定意义上的学术传统,这种传统主要体现在以下4个方面<sup>[10]</sup>。

### 4.1 以半导体超晶格研究为主要方向

20世纪80年代,黄昆认为,虽然中国建立了发展半导体技术的工作基础,但因基础研究长期得不到重视,缺乏自主创新能力,与国际先进水平存在很大差距。担任半导体所所长后,黄昆开始推动将半导体超晶格物理确定为半导体所开展基础研究的重点研究方向,并很快取得了研究进展。20世纪80年代末,就有国际专家指出,“量子阱物理研究领域,国内有非常显著的成就,尤其是半导体所,在这方面的物理班子又颇具规模,不亚于任何其它一处”<sup>[11]</sup>。

此外,黄昆还推动建设了半导体超晶格国家重点实验室,他的两代弟子相继成为研究骨干,实验室引进了一批国内外杰出人才,先后完成了一批高质量的研究成果,在国际学术界享有一定的声誉。其中,郑厚植和朱邦芬被授予“国家有突出贡献的中青年专家”称号,夏建白被评为中科院有突出贡献的中青年专家,有10余名研究人员获得政府特殊津贴,郑厚植、夏建白、朱邦芬、李树深、常凯先后当选为中国科学院院士。半导体超晶格研究与国家重点实验室建设的推进,为中国半导体物理乃至凝聚态物理研究,开创了一条具有特色的发展道路。

### 4.2 善于运用简化模型方法解决问题

善于提出简化模型来解决复杂的物理问题,是黄昆科研活动最为鲜明的特色。他深受导师莫特影响,十分重视培养自己建立和运用物理模型解决物理问题的能力。在黄昆的印象中,尽管莫特“有深厚的数学理论修养,但最善于抓住问题的物理实质提出形象的模型,以最简单的数学获得结果。”黄昆的几项重要研究,也都是能够抓住问题的本质,提出正确的物理模型,从而取得成功的。另外,黄昆回国后在教学和指导学生科研活动中,也特别强

调用简化模型方法解决问题的重要性。这种解决问题的方法对其学生及合作者产生深刻影响。

恰当运用简化模型方法,朱邦芬、夏建白、常凯三位院士做出了出色的成绩。朱邦芬和黄昆合作提出的“黄-朱模型”即是这方面典型实例。夏建白采用量子球空穴态的张量模型,获得了重轻空穴混合的本征态,总结了光跃迁选择定则。尽管半导体所的基础研究起步于跟踪国际前沿研究,但很快即取得了一系列重要的研究成果。这些成绩的取得,在黄昆看来,很多是基于理论研究中采用了关键的简化模型。

#### 4.3 重视基础理论研究

黄昆认为,基础理论是技术应用的基础。“半导体之所以能够成为当代如此重要的技术,是一些远见卓识的科学家和企业家重视深入开展物理研究的直接结果,并且随着半导体技术的发展,半导体物理研究在精确和深入程度上也登上了一个新的高度。”1960年,中国科研工作强调密切联系实际,当时黄昆与谢希德则联合向国家有关部门积极倡议和推动固体能谱研究。黄昆调任中国科学院半导体研究所所长期间,竭力推动半导体物理方面的基础研究;亲自组建半导体理论组和实验组,举办培训班,讲授现代半导体物理知识。改革开放以后,他所组建的物理研究室确立了以半导体超晶格作为主要研究方向,并逐步深入发展到量子阱、量子线、量子点等低维半导体物理研究领域,取得了多项具有国际影响的科研成果。

在黄昆的影响下,他的学生和合作者已逐步成长为中国从事固体物理和半导体物理基础研究的主要力量。秦国刚、甘子钊、夏建白、朱邦芬、郑厚植、李树深、常凯等几位院士带领他们的研究团队一直重视固体物理、半导体物理研究,相继取得了一系列重要成果。可以说,正是在黄昆的影响下,重视开展技术学科的基础理论研究已经成为其学术后辈的基本共识。

#### 4.4 严谨务实的科研作风

黄昆指出,科研活动的目的就是要解决科学问题,无论理论研究还是实验研究,都要把大量时间用在解决细节问题上,许多思想是靠解决细节问题

而慢慢成熟起来的<sup>[12]</sup>。他一生发表文章数量并不多,但对固体物理学的发展却产生了重要影响。黄昆要求自己的学生不要在乎发表论文的数量,“可发可不发的文章不要发”,更不能通过拼凑文章来增加数量,要注重真正解决物理问题<sup>[13]</sup>。在他看来,“一个科学工作者一定要做科学问题,不能只是领导了什么,推动了什么,组织了什么<sup>[14]</sup>。”黄昆担任中国科学院半导体研究所所长期间,尽管其科研工作过去曾被迫中断了数十年,且已年近花甲,却仍然坚持在科研第一线开展研究工作,与学生或助手合作研究,如果涉及理论计算,一定要“自己算过才踏实”,这样既有利于深入思考问题,也可以确保计算结果的可靠性。

黄昆还强调,科研人员要充分尊重他人的研究成果,严格遵守学术规范。在他看来,科学研究往往受益于学术交流和前人的工作基础,只有严格遵守学术规范,才会使研究人员之间敞开交流,否则必然会阻碍正常的学术合作与交流。黄昆很少接受媒体的采访,对于单位介绍自己优秀事迹的文章,要求“报刊文章也应该向学术刊物一样严肃,甚至应该更严肃一些。”他主张“在对成果的评价问题上,首先是要由他人来做,由历史去做,不需要自己去大吹大擂。”

“在黄昆的影响下,黄昆的弟子们大都学风严谨,很少有人为了追求发表论文的数目而把学术论文‘注水’的。”通过言传身教,黄昆的研究生和助手们大多继承了其“勤奋、严谨、唯实、唯真”的治学风格,已经成长为我国许多单位教学和科研工作的骨干,成为固体物理、半导体物理方面的领军人物<sup>[4]</sup>。

## 5 结论

黄昆留学英国期间,已经成为一名年轻的固体物理学家。为了发展新中国的科学事业,他毅然选择回国工作。受国内科研环境的影响,他在其后30余年几乎中断了自己已经取得重要成就的固体物理研究工作,将全部精力用于培养中国的固体物理、半导体科学与技术专门人才。他后来指出:“我1951年回国,立即赴北京大学任教。这时,新中国

刚刚成立,国家把培养人才的工作放在了极为重要的地位,学校对教学工作提得很重,我全身心地投入到了教学工作。从33岁到59岁,都是致力于教学工作。近些年来,新闻媒体的人士多次问我‘你没把研究工作长期搞下来,是不是一个很大的损失?’我是一直没有同意这一看法的。因为回国后全力以赴搞教学工作,是客观形势发展的需要,是个服从国家大局的问题。这也并非我事业上的牺牲,因为搞教学工作并没有影响我聪明才智,而是从另一方面增长了才干,实现自身价值。”<sup>[1]</sup>

高山仰止,景行行止。虽不能至,心向往之。黄昆先生是新中国发展科技事业的开拓者和奠基人之一。他对科学事业追求的忘我精神,为国效力的家国情怀及其高瞻远瞩、严谨治学、惟实求真、不务虚华的学术风范,永远值得我们学习和继承。

#### 参考文献(References)

- [1] 黄昆. 我的治学之路[A]//黄昆文集[C]. 北京: 北京大学出版社, 2004: 587-588, 588, 592, 591.
- [2] Huang K. Wave Function for the Ground State of Lithium. *Physics Review*, 1946, 70: 197-202.
- [3] 黄昆. 生平自述[A]//黄昆文集[C]. 北京: 北京大学出版社, 2004: 589-590, 579-580.
- [4] 朱邦芬. 黄昆[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 2004: 40-41, 132, 139.
- [5] M·玻恩, 爱因斯坦. 玻恩—爱因斯坦书信集(1916—1955)[M]. 范代年, 译. 上海: 上海世纪出版社, 2010: 214-215.
- [6] Cochran W. 晶体原子动力学[M]. 吕世骥, 译. 北京: 高等教育出版社, 1983: 4.
- [7] 朱邦芬. 黄昆对物理学的贡献[J]. *发光学报*, 2003, 24(1): 2, 4-5, 5.
- [8] 中国科学院编译出版委员会. 十年来的中国科学 物理学(1949—1959)[M]. 北京: 科学出版社, 1966: 10.
- [9] 黄昆. 在所长的岗位上[A]//黄昆文集[C]. 北京: 北京大学出版社, 2004: 622.
- [10] 汪志荣. 黄昆半导体物理学术谱系初探[J]. *自然辩证法通讯*, 2015, 37(1): 80-83.
- [11] 朱邦芬. 黄昆——声子物理第一人[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002: 110.
- [12] 黄昆. 1947年给杨振宁的信[A]//黄昆文集[C]. 北京: 北京大学出版社, 2004: 6-7.
- [13] 葛惟昆. 严师黄昆[J]. *物理*, 2009, 38(8): 594.
- [14] 甘子钊. 探索真理和造福人民——悼念黄昆先生逝世两周年[C]//陈辰嘉, 等编著. 名师风范——忆黄昆. 北京: 北京大学出版社, 2008: 111.

## Huang Kun's scientific contribution and academic tradition

WANG Zhirong<sup>1</sup>, DING Zhaojun<sup>2\*</sup>

1. Department of Physics, Anhui Normal University, Wuhu 24002, China

2. Department for the History of Science and Scientific Archaeology, University of Science and Technology, Hefei 230026, China

**Abstract** On the basis of studying historical documents, this paper introduces Huang Kun's academic growth process, systematically analyses his outstanding achievements in solid state physics, and discusses his contribution to develop semiconductor industry for his motherland. In China, Huang Kun's contribution includes establishing the first base for training professional personnel, founding a important base for research semiconductor physics, and training academic tradition.

**Keywords** Huang Kun; solid state physics; semiconductor physics; academic tradition ●



(责任编辑 卫夏雯)