



中国科学院半导体研究所

Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences

半导体之声

BAN DAO TI ZHI SHENG

2019年8月 总第122期

中国固体物理和半导体物理奠基人：黄昆



黄昆生于1919年9月2日，卒于2005年7月6日。世界著名物理学家、教育家、中国固体物理学先驱、中国半导体科学技术奠基人。1919年9月2日生于北京。1941年6月在燕京大学物理学系获学士学位，1944年8月在吴大猷教授指导下获北京大学硕士学位，1944年8月被录取为庚款公费物理学留英学生。1945年8月，来到英国布里斯托尔大学成为N. F. 莫特(Mott)的研究生。1947年3月获布里斯托尔大学博士学位。此后在英国爱丁堡大学物理系、利物浦大学理论物理系任研究员。1951年底回国任北京大学物理学系教授，曾担任过物理学系副主任。1977年10月任中国科学院半导体研究所所长，为中国半导体科学技术的复苏发挥重要作用。1955年当选为中科院院士（学部委员）、1980年当选为瑞典皇家科学院外籍院士、1985年当选为第三世界科学院院士。2001年获国家最高科学技术奖。



2002年2月1日，在国家科学技术奖励大会上，国家主席江泽民与2001年度国家最高科学技术奖获得者黄昆和王选合影

他对祖国无限忠诚，为新中国的科技发展奉献了毕生的精力；对真理执着追求，为半导体事业的腾飞做出了卓越的贡献；对学生呕心沥血，为祖国半导体事业培养了大批栋梁之才。

求学——为了追求科学的真谛，他辗转了二十个春秋

从北京到上海，从蒙养园到潞河中学，从燕京大学到英国布里斯托尔大学，黄昆在他二十多年的求学生涯中虽然辗转多处，但是他不断汲取科学知识，锻炼人格意志，为他后来的科研教育生涯，奠定了坚实的基础。

1919年9月2日，黄昆诞生在北京，祖籍为浙江嘉兴。父亲当时是中国银行高级职员。母亲贺延祉，籍贯湖南，毕业于北京女子师范大学，也在银行工作。黄昆是家中最小的孩子，他的大姐名黄宣，大哥黄燕，二哥黄宛（我国著名心脏内科专家），姐弟四人年龄依次相差一岁，手足情深而又互相影响。他们的名字都取自于北京的地名，黄昆的“昆”来自于“昆明湖”，黄宛的“宛”来自于“宛平城”，黄燕的“燕”来自于“燕山”，黄宣的“宣”来自于“宣武”。家庭较高的文化素养和毫无拘束的气氛，特别母亲为人严肃认真，对黄昆少年时期成长影响很大。



黄昆特别喜欢颐和园，这不仅是因为他的名字“昆”来自颐和园中的昆明湖。这是1989年秋天，黄昆泛舟在昆明湖上。

黄昆的小学生涯很是曲折，先后在北京蒙养园、北京师大附小、上海光华小学上学。他回忆自己小学阶段，很早就识字，在小学时期常读小说和学会加减乘除之外，似乎没有学更多的知识。他还记得，他小学期间最出色的一次表现，是在三年级北京史地课考试得第5名。他带回给母亲的奖品，是一份北京城的油印讲义。为此，他始终为能熟练说出北京城所有内外城门名而感到自豪。

黄昆在上海光华小学五年级没读完，随家搬迁回到了北京。黄昆的伯父黄子通当时在燕京大学哲学系任教授，黄昆暂住在伯父家中，并插班就读于燕京大学附中初中。他在这里只学习了半年，就转学到通县潞河中学。但是，这短短的半年，对黄昆以后的发展却有长远的影响。黄昆的伯父偶然看见黄昆课后很空闲，就询问他原因。黄昆回答说，老师交待的数学作业都已完成。他伯父说，那怎么行，数学课本上的题全都要作。自此，黄昆就这样做了。从此他的数学课一直学得很好，并发生了浓厚兴趣。转入到潞河中学后，这习惯不仅仍延续下来，并带动了其它学科的学习。黄昆后来回顾，这一偶然情况有深远影响。由于他下课就忙于自己作题，很少去看书上的例题，反而使他没有训练出“照猫画虎”的习惯。黄昆在中学是学习上的优等生，除语文课外，他的高中三年学习总成绩始终保持在全年级之首。

1937年，黄昆通过潞河中学向燕京大学的保送考试，进入燕京大学，并根据自己的优势和兴趣，选定物理为学习专业。

抗日战争爆发后，中国的三所著名大学：清华、北大、南开迁至云南昆明，1938年春组成国立西南联合大学。在中国人民抗战最艰难困苦的年代，培养出杨振宁、李政道、黄昆、张守廉、李荫远、黄授书、邓稼先、朱光亚等一大批杰出人材，开出中国教育史上最绚丽的一朵奇葩。

西南联大物理系规模虽然不算大，但是人材济济，中国物理学界许多学术造诣很深的知名教授都在这里执教。当时“清华有叶企孙、吴有训、周培源、赵忠尧、王竹溪、霍秉权；北大有饶毓泰、朱物华、吴大猷、郑华炽、马仕俊；南开有张文裕，还有许贞阳。西南联大的数学师资也为当时国内一时之选。



黄昆在潞河中学



黄昆在燕京大学物理实验室里

1941年秋，黄昆在获得燕京大学学士学位后，经葛庭燧先生介绍，来到西南联大任助教。系主任饶毓泰先生在第一次接见黄昆时对他讲，这里人很多，根本不需要助教，你在这儿就是钻研学问作研究。事实也确是如此。黄昆的教学任务只是每周带一次普通物理实验。他的导师吴大猷让他半做研究生，半做助教。在此期间，他完成了《锂原子能态的Hylleraas函数变分计算》、《纳之负离子吸收光谱》《日冕光谱线的激起》三篇论文，获理学硕士学位。

在此期间，黄昆与杨振宁、张守廉结成半个多世纪的友谊，被称为西南联大“三剑客”。



1991年，吴大猷（右），黄昆（中），杨振宁（左）在美国密歇根大学授予吴大猷先生荣誉科学博士学位的研讨会上。



黄昆与杨振宁



黄昆1941年北京燕京大学毕业时留影



1992年6月1日，在周培源先生九十大寿庆祝晚宴上，当年西南联大时期的三剑客：杨振宁（右），张守廉（中）和黄昆（左）三位老友重逢一起，留下了一张珍贵的合影。

1944年黄昆西南联大研究生毕业，并被“庚子赔款”留英公费生录取。按庚款留英公费生规定，去英国什么学校，选哪位科学家做导师，都可以先由本人提出志愿，再取得接收方的同意。当时，有一位英国教授给联大捐赠了一大批在英国出版的科学书籍。黄昆对这批书很感兴趣，大多翻阅了一下。引起他特别注意的是一位名叫莫特的英国科学家。莫特写了三本书：《原子的碰撞理论》、《金属与合金的电子理论》、《离子晶体中的电子过程》。这三本专著覆盖了三个很不相同的领域，每一本专著的出版，都标志着一个学科方向的诞生。这使黄昆感到这位科学家的学识非常渊博，决定到布里斯托大学做莫特教授的博士生。

1945年8月，黄昆终于在布里斯托大学做了莫特的研究生，他也是第二次世界大战结束后莫特招收的第一个博士生。因无序系统的电子结构而荣获1977年诺贝尔物理奖的莫特，当时还是一位很年轻的教授，但已是国际上著名的固体物理学家。1947年3月获布里斯托大学博士学位。此后在英国爱丁堡大学物理系、利物浦大学理论物理系任研究员。



20世纪40年代，黄昆（前排左二）在英国利物浦大学做博士后时与同事们合影（前排右一为李爱扶）

科研——为了构筑科学的天堂，他奔波了整整一生

黄昆在科学上的成就受到了国际学术界的高度评价，也得到祖国和人民的承认。1951年，黄昆怀着振兴中华、报效祖国的殷切心情，回到自己深爱的祖国，任教于北京大学物理系，后任中国科学院半导体研究所所长、名誉所长。1955年，年仅36岁的黄昆就当选为中国科学院学部委员，是当时所有委员中最年轻的一名。改革开放以来，黄昆当选为瑞典皇家科学院外籍院士（1980年）、第三世界科学院院士（1985年）、国际纯粹物理和应用物理协会（IUPAP）半导体委员会委员（1985—1988年）。为表彰其在固体物理学领域的杰出成就和贡献，黄昆荣获2001年度国家最高科技奖。

1. 在世界理论物理领域多次写上中国人的名字

黄昆是著名的物理学家，是晶格动力学的奠基人和权威，声子物理学学科的开拓者。他的名字与多声子跃迁理论、X光漫散射理论、晶格振动长波唯像方程联系在一起。他对固体物理学做出了许多开拓性的贡献，在世界理论物理领域多次写上中国人的名字。

“黄-漫散射”。20世纪40年代，黄昆提出的固体中杂质缺陷导致X光散射的理论，自20世纪60年代起为外国学者证实并得到应用，这种散射被国际上命名为**“黄-漫散射”**。利用黄昆的漫散射理论，可以从X射线的漫散射推出晶体中点缺陷的结构，如位移场分布、对称性、大小等。这种方法已成为研究晶体中微观缺陷的一种特殊的X射线技术。



黄昆与“黄——漫散射”实验的发现人德国H.Peisl博士在讨论

“黄-里斯理论”。1950年，他同夫人艾夫·里斯(李爱扶)合作，首次提出多声子的辐射和无辐射跃迁的量子理论，对于认识晶体的光学性质、电学性质以及杂质、缺陷对光电性质的影响等方面都具有重要的指导意义。该理论在六十年代被实验证实，被国际上成为Huang-Rhys理论（“黄-里斯理论”），理论中的S因子被称为Huang-Rhys因子。他和夫人合作的“F中心光吸收和无辐射跃迁理论”这篇著名论文自1965年至今已被引用超过1300次，成为该领域的经典文献之一。



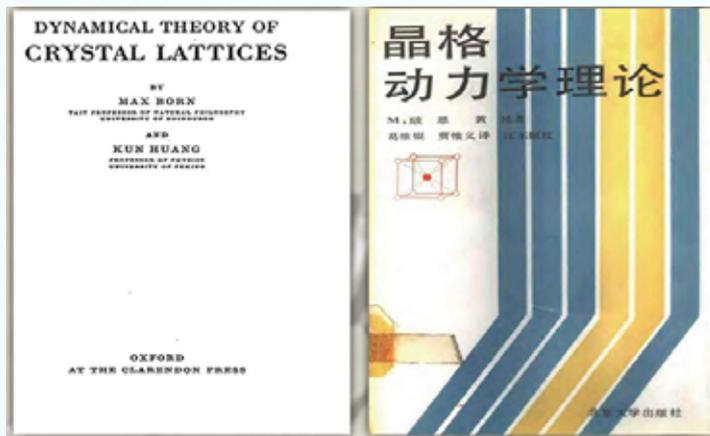
1952年，黄昆与刚到中国的李爱扶合影（这也是他们的结婚照）

“黄方程”。1951年，黄昆首次提出晶体中声子和电磁波的耦合振荡模式，所提出的运动方程，被国际上称为“黄方程”。利用这组方程黄昆首先引入了电磁波和横光学振动耦合模的这一新概念，后来被称为极化激元。这一预言在1963年国际上拉曼散射实验所证实。他的题为“关于辐射场和离子晶体的相互作用”的论文被第一届国际极化激元会议评价为该领域的一个里程碑。以后极化激元的概念被广泛推广到其它各种特殊的元激发和电磁波的耦合模。

《晶体动力学理论》。1954年，年仅35岁的黄昆与世界著名科学家诺贝尔奖获得者玻恩教授合著的《晶体动力学理论》，由牛津大学出版社出版，成为该分支学科的基本理论著作，是世界上第一部晶格动力学的系统专著，也是该领域科学工作者的必读之书，甚至在将近半个世纪以后的今天，牛津大学出版社还把它列入了“牛津经典物理著作丛书”。



1951年在利物浦大学作博士后的黄昆



1954年牛津出版社出版的《晶格动力学理论》及北京大学出版社出版的中译本

黄昆还著有《固体物理学》，与谢希德合著《半导体物理学》，对高等学校中普通物理、固体物理和半导体的教学做出了十分重要的贡献。

2. 为我国半导体物理科学和技术发展呕心沥血

1975年9月，邓小平主持国务院工作期间，在听取中国科学院工作汇报时指出：“有位老科学家（指黄昆）是搞半导体的，北京大学叫他改行教别的，他不会。科学院半导体所请他作学术报告，反映很好，他说这是业余研究的。”“北大不用他，可以调到半导体所当所长，给他配党委书记，再配个后勤副所长，这叫三驾马车。”邓小平同志的这个指示，于1977年得以落实。

1977年，黄昆被调到中国科学院半导体研究所任所长，在国际物理界沉寂近20多年后，已年届60的他又重新活跃起来，开始了研究生涯中第二个活跃期。

十多年中，他与年轻的同事合作，先后在多声子跃迁理论和量子阱超晶格理论方面取得新的成就。以他为学术带头人，半导体研究所成立了我国半导体超晶格国家重点实验室，开创并发展了我国在这一材料学和固体物理学中的崭新领域的研究工作。正如国际著名固体物理学家、德国马克斯普朗克协会固体物理研究所前所长卡多纳(M. Cardona)描述的：“他好比现代的凤凰涅槃，从灰烬中飞起，又成为世界领头的固体物理学家。”

黄昆在繁忙的所长岗位上，抓紧点滴时间投入科研。1983年，他针对国际上在多声子无辐射跃迁理论中出现的疑难问题，重新开展了研究。黄昆证明了在消除康登近似带来的不自洽性后，绝热近似与静态耦合是等价的。他提出的无辐射跃迁理论的多声子模型，更进一步发展了无辐射跃迁理论。



1977年10月国务院关于黄昆等同志任职的批复



1978年4月黄昆所长参加全国科学大会后与王守武、林兰英副所长讨论

1987年，他与朱邦芬开始研究量子阱中晶格振动的问题，他们澄清了原来理论和实验出现矛盾的原因，提出和发展了关于半导体超晶格光学振动的系统理论。这一理论发现被国际学术界称作“黄-朱模型”。“黄-朱模型”引起国际上的普遍重视，由此引发了一系列的理论和实验研究工作，有力推动了这一研究领域的深入发展。“黄-朱模型”已作为该领域必读文献列入许多国外专著和研究生教材。黄、朱十多次被邀请到国际、全国学术大会作特邀报告。朱邦芬在第二十届国际半导体物理会议和第五届国际超晶格微结构和微器件会议作的邀请报告，是中国学者第一次在该领域最高学术水准的国际系列学术会议上作特邀报告。

1980年以来，黄昆与他人合作发表了《无辐射跃迁的绝热近似和静态耦合理论》等论文，解决了二十多年来国际上在此理论发展中存在的疑难问题。

20世纪80年代以后，黄昆大力推动我国的超晶格研究，他早在1985年就提出了指导性的意见：半导体超晶格的意义，将与半导体晶体管的发明相比拟。在他的倡导下，设立了国家和科学院相应的重大项目，并成立了半导体超晶格国家重点实验室。他为打破西方国家对我国分子束外延技术的封锁禁运，促进我国超晶格材料生长和研究、器件研制以及光电器件产业化的工作作出了重要贡献，使得我国在很短的时间内赶上了国际先进水平。2001年3月他和其他5名院士在“科学时报”上联名呼吁：紧急部署纳米量子结构、量子器件及其集成技术的基础研究，奋起迎接纳米科技争夺战。

老骥伏枥，志在千里。烈士暮年，壮心未已。黄昆，青年时代做出了卓越的科学贡献，早在50年代他就成为享誉世界的大科学家。中年时期献身于祖国教育事业，60岁后又重攀上世界科学高峰。年逾八旬，身患帕金森病，仍每天上午去中国科学院半导体研究所上班。直到生命的最后一刻，他仍然奋战在科研第一线，为祖国的科学技术发展而呕心沥血。他的一生是拼搏的一生，是探索的一生，是奋斗的一生，是为国家无私奉献的一生。在80多年的人生岁月里，黄昆以他的严谨与创新，以他的勤奋与率真，在固体物理学领域竖起了一座座丰碑，赢得了全世界的尊敬。



“黄-朱模型”的两位作者在讨论问题



1986年黄昆、林兰英和视察半导体所的两位中国科学院院长方毅和卢嘉锡交谈

育人——为了浇铸明天的栋梁，他战斗到生命的最后

黄昆还是位杰出的教育家。他致力于凝聚态物理科学研究和教育，以勤奋、严谨、严于律己和诲人不倦而著称。黄昆长期从事物理教学工作，是我国固体物理和半导体物理学科的一位开创者，培养了一大批中国物理学家和半导体技术专家。受到黄昆的言传身教，黄昆的研究生和助手们，已经成长为我国许多教育、科研单位的骨干，在固体物理学的科研与教学上，挑起了大梁。从开创“固体物理”，“半导体物理”课程的教学到五校联合半导体专门化，他为中国的固体物理学和半导体事业培养了几代人才，并参与制定我国十二年科学技术发展远景规划。正如杨振宁先生的一句话所说的：“中国搞半导体的，都是黄昆的徒子徒孙！”其中甘子钊、秦国刚、夏建白、李树深等当选为中国科学院院士。

1951年底，黄昆抱着投身于新中国建设事业的满腔热忱回到中国。他回国后，立即赴北京大学物理系任教授，开始了26年的北京大学教学生涯。

50年代，他作为北京大学物理系教授，为新中国的固体物理和半导体物理的教学打下了基础。他所讲授的“大学物理”，“固体物理”和“半导体物理”三门课程，吸引了大批青年学生，引导他们进入了固体物理和半导体领域。当时，无论国内国外，“固体物理”都仅有专著，而无现成的教科书可供借鉴。

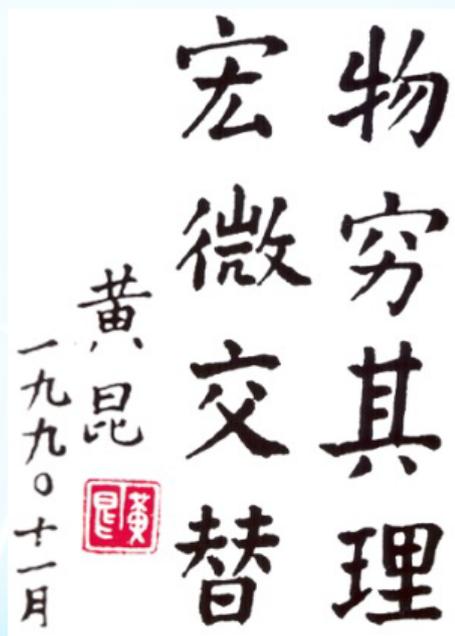
1953年，黄昆首先为研究生开设固体理论课，内容主要是晶格动力学和固体电子论。同年秋季，北京大学物理系设立了固体物理、光



2002年黄昆与郑厚植院士（左一）和夏建白院士（右一）在讨论工作



1989年，在祝贺黄昆70寿辰的晚宴上。
左起，朱邦芬，秦国刚，郑厚植，甘子钊，李爱扶，黄昆，韩汝琦，钟战天



黄昆字迹

学、无线电电子学、理论物理等专门化教研室。黄昆被任命担任固体物理专门化教研室主任。他还建议把固体物理列为中一门基础课，作为物理专业课程设置上最显著的一项改革，以赶上当代科学技术发展的步伐。

1960年秋，固体物理正式成为物理专业的基础课，在北大本科生中普遍开设了这门课程。这一切凝聚了黄昆大量的心血和辛勤劳动，成为我国高等学校固体物理专业教育的开创者。

黄昆在北京大学多年亲自讲授固体物理和半导体物理课程，对教材质量十分重视。他一向认为讲课讲义对科学问题的讲解必须明确具体，基本概念和理论阐述必须确切。他在多年改进讲义的基础上所著《固体物理学》以及与谢希德合著的《半导体物理学》都是在前无蓝本的情况下自己编著的教科书。这两本著作都以讲解透彻精辟著称，在很长一段时期内成为中国固体物理和半导体物理专业学生和科研人员的必读著作。



《固体物理学》



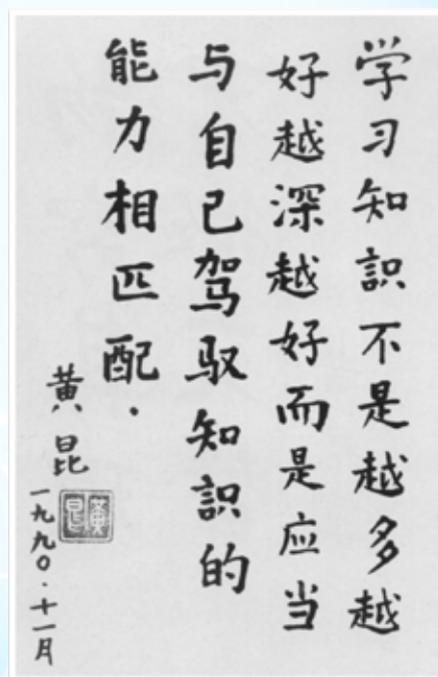
《半导体物理学》



中国半导体物理的两位先驱者——黄昆与谢希德

黄昆领导建设了北京大学固体物理教研室和半导体物理教研室，为中国的半导体科学和技术骨干力量的培养做出了卓越贡献。

黄昆研究教学60载，形成了自己独特而鲜明的治学风格。黄昆把自己的一生科学研究经历归结为：一是要学习知识，二是要创造知识。对做科学研究工作的人来讲，归根结底在于创造知识。而学习知识与创造知识，黄昆从自己的切身经历和观察别人的经验教训，归纳出两句名言：“学习知识不是越多越好，越深越好，而是要服从于应用，要与自己驾驭知识的能力相匹配。”



1990年黄昆书写他的名言

“对于创造知识，就是要在科研工作中有所作为，真正做出点有价值的研究成果。为此，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。”

这两句名言确实是黄昆的经验之谈，我们应当作座右铭而牢记。

在黄昆的一次寿辰盛会上，北京大学物理系师生送给他一副对联：

“渡重洋迎朝晖心系祖国傲视功名富贵如草芥，
攀高峰历磨难志兴华夏欣闻徒子徒孙尽栋梁。”

这正是黄昆始终矢志不渝，为中国教育事业做出无私奉献的写照。

为弘扬黄昆的科学精神和他在开创我国固体物理学及半导体物理学事业所做出的杰出贡献，鼓励在科学上做出突出贡献的我国固体物理学和半导体物理学工作者，在生命的尽头，他倾尽自己的所有积蓄，创立了“黄昆固体物理和半导体物理科学研究奖”。



“黄昆固体物理和半导体物理科学研究奖”
第一届获得者姜开利

伟人已逝，但他的生命将为此绵延，他的风范将因此长存，他的精神将不断秉承……



矗立在半导体所园区的黄昆先生雕像

(撰稿人：高艳)

代表性著述:

- [1] 黄昆.《原子基态的波函数》.《美国物理评论》.1946年第7卷
- [2] 黄昆.《稀固溶体的x光漫散射》.载《英国皇家学会学报》.1947年第190卷
- [3] 黄昆.《金银稀固溶体的溶解热和电阻率》.《英国物理学会学报》.1948年第60卷
- [4] 黄昆.《晶格光学的量子理论》,《英国剑桥哲学学会志》.1950年第45卷
- [5] 黄昆,艾夫·里斯.《F中心的光吸收和无辐射跃迁理论》.《英国皇家学会学报》.1950年第204卷。
- [6] 黄昆,M. 波恩.《品格动力学》.英国牛津大学出版社.1954年
- [7] 黄昆,谢希德.《半导体物理》.科学出版社.1958年
- [8] 黄昆.《固体物理学》.人民教育出版社.1966年
- [9] 黄昆.《无辐射跃迁理论中绝热近似是否失效的问题》.载《中国半导体学报》1980年第1卷第1期
- [10] 黄昆.《晶格弛豫和多声子跃迁》.《物理学进展》.1981年创刊号第1期

参考文献:

- [1] 陈辰嘉、虞丽声.《名师风范——忆黄昆》.北京大学出版社. 2008年
- [2] 黄昆.《黄昆文集》.北京大学出版社. 2004年
- [3] 朱邦芬.《黄昆——声子物理第一人》.上海科学技术出版社. 2002年