

# 黄昆的五个“一”和他的治学之道

杨发文

钱呈祥

(扬州教育学院高邮校区 江苏 225600) (永嘉县上塘中学 浙江 325100)

2002年2月1日,黄昆从江泽民主席手中接过国家最高科技奖证书,荣膺国家最高科学技术奖。黄昆是国际上著名的固体理论物理学家和声子物理的奠基人。他的研究工作主要集中在两段时间里,一段是在美国工作的6年(1945~1951),另一段是在中国科学院半导体研究所工作的10年(1979~1989)。对黄昆来说,全力进行研究工作的时间只有16年,可在这么短的时间里却产生了以他姓氏命名的一类散射、一组方程、一种理论和一个模型,以及与玻恩合作完成了一部著作,在中国科学家中实属凤毛麟角。

对固体物理学研究的贡献 五个“一”

一类散射:黄散射

X射线是研究晶体结构的重要手段。晶体普遍存在着缺陷,它们对X射线散射会产生什么影响呢?这是20世纪40年代人们既关心但又没弄明白的重要课题。那时,黄昆在英国布里斯托尔大学做研究生,他发表的第一篇论文“稀固溶体的X光漫散射”就对这个课题作也了解答。这篇于1947年发表的论文从理论上指出,缺陷将使进入物体的X射线产生漫反射。这种散射后来被称为黄散射。他的导师莫特(N. F. Mott)对这篇论文非常满意。

这篇论文发表30年后,黄散射现象首先在实验上得到证实,之后又在中子散射实验中观察到。现在,黄散射已成为一种专门的X射线技术。

一组方程:黄方程

1948年,黄昆在英国利物浦大学工作时,介电极化基础的微观细节是一个热门话题。其中,对光学振动的微观模拟引起了黄昆的兴趣。他独辟蹊径,摒弃了当时人们所用的复杂的微观处理方法,引入了一组简单的唯象方程对问题进行处理。这一组方程后来被称为黄方程。

在随后的应用中,黄方程获得了巨大的成功。由黄昆方程很快就能导出在长波极限条件下的横光波与纵光波的频率比。当用这组方程求解离子晶体的振动模时,不仅不会出现早先人们处理这个问题时出现的发散现象,而且很容易就能以简洁的解析形式表示出结果来。更有意义的是,该结果揭示了在固体中还存

在一种新的物质和运动形式——极化激元,即极性晶体中声子与电磁波的耦合模。

1965年,在磷化镓拉曼散射中首次从实验上观察到极化激元。仿照黄昆提出的极化激元,人们又提出了激子、磁子等与电磁波耦合而形成的极化激元。

一种理论:黄-里斯理论

1950年,在留英的最后阶段,黄昆发现,人们提出的必须用高阶微扰论才能解决的光发射中F中心作用的观点是不正确的。实际上,高阶微扰论在计算上也难以实施。黄昆和里斯(A. Rhys)合作,从晶格弛豫机制出发,在文章“F中心光跃迁与无辐射跃迁理论”中提出了光跃迁和无辐射跃迁多声子理论。

论文一经发表就引起了强烈的反响,人们称这个理论为黄-里斯理论。该论文被认为是黄昆在国际固体物理界的成名之作。

在黄-里斯理论发表30年后,黄昆发现,理论在后来的发展中存在着许多混淆不清和有争议的地方。于是,已是60高龄的黄昆又发表了一系列论文,澄清了在无辐射跃迁问题上存在了30年的问题,并用一个物理上很容易理解的简单模型解决了人们原先要用复杂理论描述的一般多声子问题。

一部著作:《晶格动力学》

玻恩是量子力学的创始人之一,他一生期盼写一本书,能“从量子力学最基本的原理出发,运用演绎的方法,获得晶体的结构和性质”。

1947年,玻恩遇到刚获得博士学位的黄昆,他把已断断续续写了14年但并不完善的手稿拿给黄昆看,并建议黄昆与他合作写书。黄昆接受了这个建议。

写书期间,玻恩在看了黄昆写的部分手稿后,写信给爱因斯坦说“书稿内容现在已经完全超越了我的理论,我能够懂得年轻的黄昆以我们两个人的名义所写的东西就很高兴了。”玻恩之所以这样说,是因为黄昆不断把自己新的研究成果写进了书里,其中书的最后一章——光学效应,还是黄昆1951年回国后任北京大学教授期间完成的。

书完稿后,玻恩在序言中明确指出,这本书“已变得与我原来的计划大不一样”,也“不是已有出版物的

现代物理知识

汇编”，“书的最后形式和文字基本上是黄昆的工作”。

1954年，这本名为《晶格动力学》的书由英国牛津大学出版社出版，1969年和1985年，出版社分别出了第二版和第三版。著名光散射专家伯曼(S. L. Birman)特地在第三版书的封底写了一段对该书的评价：“玻恩和黄昆关于晶格动力学的主要著作已出版30年了。当年，本书代表了该主题的最终总结；现在，在许多方面，该书仍是该主题的最终总结。”

事实确实如此。几十年来，这本书一直作为晶格振动及其相关效应，如拉曼散射、红外光谱、比热和弹性等理论的经典著作，成为几代科学家的入门指导书和必备参考书。

### 一个模型：黄-朱模型

1980年代中期，黄昆开始关注当时的前沿研究领域——量子阱、超晶格。凭借物理上的敏感和深厚的功底，黄昆简化了当时人们极为关注的量子阱空穴能带计算问题，成功地导出了量子阱中激子旋量态。

1985年，人们发现，流行了10多年的超晶格拉曼散射理论并不能解释光学振动模的拉曼光谱选择定则。黄老与他的年轻同事朱邦芬合作，在“老的”黄方程和上述“新的”超晶格电子态理论基础上，于1988年发表了超晶格拉曼散射的微观模型理论，该理论不仅正确地解释了选择定则问题，还揭示了界面模的物理本质，被誉为黄-朱模型。

目前，该模型已被人们广泛认为是超晶格拉曼散射最正确的理论，它也为更低维（一维和零维）体系的拉曼散射理论打下了基础。

治学之道：“从第一原理出发”“三个善于”

### 独特的科研风格

黄昆先后师从吴大猷、莫特、玻恩3位大师，其中莫特的“善于捉住问题实质，采用简单中肯的物理模型”的解决问题风格对他的影响最大。他有选择地吸取了3位大师的治学之道，在50余载的研究教学生涯中，形成了自己独特而鲜明的治学风格。

黄昆主张，“学习知识不是越多越好、越深越好。学习知识多少要与驾驭知识的能力相匹配。”他特别强调学习和研究的主动性，主张“少而精”。每研究一个问题，每评阅一篇论文，他喜欢“从第一原理出发”，即先不看已有的文献，独立地从最基本的概念开始。这样，黄昆觉得自己的思路不受他人束缚，有主动性。正是这种从第一原理出发的治学风格，使黄昆的研究工作往往具有学术上的开创性与重要性，凡以他姓氏命名的理论皆是例证。

黄昆告诫物理学子，“要把实实在在解决点科学问题当作工作目标，而不是仅写出文章。要有点独立精神，不要陷进‘仿制’‘复制’、琐碎的添枝加叶的工作模式”。他在1992年在接受《现代物理知识》杂志记者书面采访时，曾对未来物理学家提出如下忠告：“不是目标越高越好，更不是论文越多越好，要实实在在真正解决点物理问题，不是那种可有可无的‘成果’，而是实实在在的实质性问题”。

黄昆提出，科学研究要做到“三个善于”，即“要善于发现和提出问题，要善于提出模型方法去解决问题，作出最重要、最有意义的结论”。他本人恰恰是善于最简明模型解决复杂问题的典范。例如，极化激元的提出源于黄方程，而准二维系统光学声子模型的定则是建立在“黄昆偶极子点阵”模型基础上的。他认为，“简化的原则就是针对分析问题的目的，尽可能地消除次要因素，同时不影响问题的主要因素”。

严谨是黄昆治学上又一特征。对于自己所研究问题的每个环节，黄昆都要反复推敲，有时经过“否定之否定”才能得到一个正确的结论。黄昆不赞成用过于烦琐的数学方法来研究物理问题，然而在需要数学推导及计算时，他又十分仔细，反复多遍。即使在论文文字表达上，黄昆也字斟句酌，经常数易其稿，以求完美。正是这种严谨的精神，使黄昆的研究经得起时间的考验。

### 鲜明的教学风格

1951年到1977年，黄昆在北京大学教学20余年，满腔热忱地为祖国建设事业培养急需的科技人才。他认为，在中国培养一支科技队伍的重要性远远超过个人在学术上的成就。因此，尽管普通物理是大学物理系学生的入门基础课，每周6学时，但黄昆花在备课上的时间差不多近60小时。他和虞福春、褚圣麟等一起，精选授课内容，讲究教学方法，革新了普通物理的教学。他还开创了我国高等学校的固体物理专业教育。1958年出版的《半导体物理》(黄昆和谢希德合著)是我国半导体领域最早和最主要的著作，培养了我国半导体事业的骨干力量。

黄昆认为，不能把授课仅限于一些定义的说明和公式的逐步推演，而应当引导学生对物理有深入的理解。黄昆不管讲课还是做报告，一是“假定听讲人对所听问题一无所知且又反应较慢”，二是尽管讲过多次，每次都须重新备课。这种认真精神加上很深的理论造诣使黄昆的讲课甚至在全国物理学界都有口皆碑。