

非常尊敬黄先生,视黄先生为亦师亦友. 在与他交往中,从不感到他有名人的架子. 他对物理学上的问题总是有一说一,有二说二,不喜欢引伸和夸张. 他对物理学工作和物理学者的评价,惯于作具体分析,而不讲关系的亲疏,充分体现了严谨求实的科学精神. 而他严于律己的事例,更是不胜枚举. 记得在 20 世纪 80 年代中期与他一起参加中科院某一研究所的评议,评议组的专家每人都收到一精装记事本. 在评议结束后,黄先生特别示意将他未使用的记事本璧还该所. 另有一次,我请黄先生来南京大学讲学,学校宴请他和夫人,他坚持不愿夫人参加,要夫人另外自己就餐,称夫人与此无关不该享用. 尴尬之下,我只得另设家宴招待黄先生夫妇,对此我记忆犹新. 黄

先生公私分明,从不占公家的便宜,吾辈深感钦佩. 黄昆先生治学严谨,生活上也严于律己,堪为科学界的楷模.

黄昆先生将由于对固体物理学的贡献和对中国物理事业的贡献而永垂不朽!

参 考 文 献

- [1] 黄昆. 黄昆文集. 北京: 北京大学出版社, 2004
- [2] 朱邦芬. 黄昆——声子物理第一人. 上海: 上海科学技术出版社, 2002
- [3] Powels J G. Some Reminiscences of Research in Liverpool in 1950. Eds. Haken H, Wagner M. Cooperative Phenomena. Berlin: Springer, 1973. 436—444

深切悼念黄昆老师

夏 建 白

(中国科学院半导体研究所 北京 100083)

黄昆先生从 1951 年回国以后,主要从事教育工作,把大部分精力放在教“普通物理”、“固体物理”和“半导体物理”等几门课上. 1956 年 3 月我国制定了 12 年科学技术发展规划,当时任北京大学物理系教授的黄昆先生参与了制定这个规划,他和其他专家一起建议:为了适应迅速发展的半导体科学技术事业的需要,要尽快培养半导体专门人才. 不久当时的高等教育部就决定,将北京大学、复旦大学、南京大学、厦门大学和东北人民大学(后改为吉林大学)物理系部分教师和四年级本科生以及研究生从 1956 年暑假起集中到北京大学物理系,创办中国第一个五校联合半导体专门化. 由北京大学黄昆教授担任半导体教研室主任,复旦大学谢希德任教研室副主任. 他们两位先生对于半导体专门化的建设作出了重要贡献. 除了对专门化的整体规划和具体领导外,他们还亲自为大学生编写和讲授《半导体物理》课程,为研究生和青年教师开设科学专题和组织毕业论文. 《半导体物理学》这本书,系统地阐述了正在迅速发展的半导体物理学的基本物理现象和理论,是中国半导体领域最早的一本专门著作,这本著作成为中国半导体科学技术各个专业的研究人员基本参考书,也是培养半导体学科专门人才的广为使用的一本标准教材. 1956—1958 年五校联合半

导体专门化系统地培养了中国第一批半导体专业的毕业生共 240 多名,成为我国新兴半导体事业的第一批骨干力量,对我国从无到有地建立和发展半导体科学技术和工业体系,起了不可磨灭的作用.

上世纪 50 年代末和 60 年代初,国际上半导体的实验和理论有一个飞跃的发展. 实验上,回旋共振、磁光光谱、红外吸收等实验技术的发展,使得人们能够精确地测定各种半导体的磁能级、杂质束缚能级等. 同时在理论上, Kittel, Kohn 等人发展了一套严密的描述半导体能带顶附近电子态性质的有效质量理论,它与实验相结合,第一次精确地定出了各种半导体材料的电子有效质量和空穴带的有效质量参数. 用这些有效质量参数又可以精确计算出半导体中施主,受主态的结合能、回旋共振谱和磁光吸收谱等,理论结果与实验结果定量地符合得很好. 这是半导体物理的一次飞跃.

当时根据国家计委发展基础研究的指示,北京大学物理系在原来半导体教研室的基础上成立了能谱教研室,主要从事研究工作. 黄昆先生任主任,成员有甘子钊、陈辰嘉等人. 我在 1962 年北京大学物理系理论物理专业毕业以后,考上了黄昆先生的研究生. 我在大学里听了黄昆先生和物理系其他教授的课. 当时北大物理系的教授是全国第一流的,有王

竹溪、胡宁、杨立铭、诸圣麟、吴杭生以及实验方面的,如饶毓泰、叶企孙、赵广增等,我听了不少他们讲的课,都很有水平,并且每人有每人的特点。在这些课里,我最喜欢的是黄昆先生讲的“固体物理”。一方面是因为“固体物理”课本身是比较切合实际的,不太抽象,另一方面更主要的是黄昆先生的个人魅力。记得上这课的时候是1959年,正是全国大跃进的时候。当时主要任务是大跃进,大炼钢铁,科研大会战,放卫星等,上课是次要的。在一个夏天的下午有黄昆先生的固体物理课。吃完午饭走进教室,大家都昏昏欲睡。上课时黄昆先生戴了一顶帽子进来了。大家正在惊讶之际,黄昆先生把帽子一脱,说:“我先给大家亮亮相。”本来黄昆先生是一头浓密的黑发,这时全掉光了,留下一小块、一小块疤痕,就是俗话说“鬼剃头”,全教室都哄然了。大概黄昆先生在大跃进中也是太紧张,又要认真备课,落下了这病。后来他的头发一直没长好过。即使在当时那种头脑发昏的情况下,黄先生的课还是深深地吸引了我。我变得特别有精神了,专心听课,认真作笔记,黄先生的课给我留下了深刻的、也是一辈子的印象。

1962年我大学毕业时,北大正在招考研究生,我就想考黄昆先生的研究生。事先黄昆先生大概根本不知道有我这个学生,因为我在理论班。我记得就考一门固体物理。固体物理是在1959年学的,已经过了3年。我赶紧把以前的讲义和笔记找出来,复习了一星期,结果考得还挺好,据说得了100分。黄昆先生到最近还记得这件事。

我考上研究生以后就进入了北大物理系的能谱研究室。开始一段时间念固体物理,还考试了。后来进入研究工作,黄昆先生就让甘子钊开了一张文献单子让我读,并且指定了一个研究题目。文献单子上一共列了有约40—50篇文章,都是有效质量理论和实验方面的经典文章,论文题目是:“III—V族化合物价带能量的线性项对回旋共振的效应。”两年多时间我天天在物理系图书馆中一篇一篇地啃这些文章,作了5大本笔记。同时用电动的计算机做我的论文。到3年结束毕业时,我完成了这篇论文,同时又写了2篇类似读书心得的论文:“InSb的价带结构”和“用有效质量理论计算半导体中的电偶极跃迁矩阵元”。这3年时间,1962—1965年,学校里没搞什么运动,所以我能够静心地学习了这些理论,为我以后的工作打下了基础。

1965年研究生毕业以后,先到四季青公社搞了一年四清运动。一年以后,1966年6月1日北京大

学贴出了第一张“马列主义大字报”。我们结束了四清,回到了学校,参加文化大革命。11月底,接到工作分配通知,留在北大物理系能谱研究室工作。其实已经没有意义了,除了领工资以外,不用上班,不用上课,黄昆先生也已经靠边站了。1970年我申请离开北大支援三线,调往核工业部西南物理研究所(585所)。从研究生毕业到585所工作,这中间13年我没再做半导体方面的任何研究工作。

1978年黄昆先生费了不少力气把我们一家三口从乐山调回了中国科学院半导体研究所。黄昆先生在1977年由邓小平同志直接提名,已由北京大学调任半导体所所长。他上任以后,为了加强半导体物理的基础研究,首先成立了物理室。原来半导体所的研究人员物理基础较弱,黄昆先生为了尽快给他们补充半导体物理方面的基础,自己动手准备,给全所同志上课。他的讲课题目是“半导体能带计算”,一共分10章,包括周期场中的电子运动,自由电子和能带,半导体的带间跃迁和光学常数,表面能带计算,有效质量分析等。全面系统而又深入浅出,非常适合当时大家的水平,深受所有听课者的欢迎。当时有人记录整理,印成了讲义,广为流传。由于半导体所几次搬家,现在这全套讲义已经不好找,但是其中的主要章节已经印在去年出版的《黄昆文集》中,总算得以保存。

黄先生自从担任半导体所所长以后,重新焕发了青春,又开始做研究工作了。正如他自己所说^[1]:“这时身在研究所不作研究工作道理难容,但是,研究中断了几十年,自己年龄已近60岁,研究怎样才能作得出来呢?我当时想,科学家老了会掉队大概有两个原因,一是知识老化,特别是基础理论和方法跟不上发展,二是由于地位容易脱离第一线的具体工作,以至自己原来的老本也会逐步忘记。我要把几十年基础理论的发展认真地补上恐怕是作不到的。所以我拿定主意,承认这个局限性,只去作自己能作的问题。但是要坚持自己动手作第一线的具体工作。”黄先生这么说的,也是这么做的。他当时和顾宗权、王永良做了几篇关于多声子跃迁的工作,都是由他自己提出问题和思想,推导公式,由别人帮他完成具体计算。

1979年6月14日至8月6日黄昆先生率中国物理学家代表团第一次访问意大利国际理论物理中心。代表团成员有:中国科学院沈阳金属研究所的龙期威、北京大学的甘子钊、中国科学院物理研究所的杨国桢、复旦大学的叶令。我当时刚到半导体所,就

很荣幸地被选上参加这一代表团。这是中国物理学界经过文化大革命以后第一次派团出访,所以引起了国际学术界的关注。黄先生经过充分准备,在中心作了“晶格弛豫和多声子跃迁”的邀请报告,引起了很大的轰动。大家都称赞这是一个水平很高的报告,特别是在文化大革命以后是很不容易的。在的里雅斯特期间,我们和黄昆先生同住、同吃在一起,黄昆先生幽默、开朗的性格,深深感染了我们这个集体,我们在一起共渡了一段永远难忘的美好的时光。

1979—1985年期间,当时半导体物理的主要研究方向不是很明确,有表面和深能级等。70年代末80年代初由于分子束外延技术的发展,国际上半导体超晶格研究的发展十分迅速。黄昆先生预见到^[2]：“它在半导体物理研究中,占有越来越重要的地位。可以预见其影响将不亚于40—50年代PN结物理的发展所带来的重大进展。”黄昆先生及时地调整了半导体所的研究方向,转移到超晶格、量子阱的研究上来。在黄昆所长的领导和推动下,在1982—1983年研制成功国产的MBE设备,并生长出了质量良好的异质结、量子阱和超晶格材料,1984年开展了超晶格的实验研究,1985年开始进行了一些较系统的理论工作。1987年又研制成功我国第一支量子阱激光器。孔梅影教授回忆说：“当时以黄昆同志为首的所领导对MBE工作十分关心和支持。黄昆所长积极鼓励我们自力更生研制MBE设备,同时又大力支持我们在有条件、有机会时,多吸取国外的先进经验。”1984年我们第一次参加了在美国召开的第三届国际MBE会议,当我们在会上报告了MBE GaAs/AlGaAs调制掺杂异质结的研究结果时,博得了大会非常热烈的掌声。特别是不少美籍华人学者会上会下向我们表示祝贺,并表示:真没想到,中国自己也作出了MBE设备并长出了高水平的材料。我们非常高兴。”

对于初期的超晶格理论研究,黄先生有一段很好的概括^[2]：“多年来,在超晶格的研究中,把量子阱中的空穴视为与电子相似的简单的有效质量粒子,分别考虑重、轻空穴的量子化,它们各自形成子带,由此产生的一些结论,如空穴和电子带之间本征光跃迁的 $\Delta n = 0$ 选择定则,早已发现和实验观察有

明显的偏离。对空穴在量子阱中的子带的这种不确切的认识和粗糙的处理已与超晶格研究的深入发展十分不适应。两年来,我们对空穴的子带理论进行了比较系统的研究。国际上近年来也发表了不少深入的工作。我们具体进行这项研究的有夏建白、汤蕙、朱邦芬几位同志。在我们的工作中,分别用赝势理论和近似的有效质量理论计算了典型的量子阱和超晶格中的空穴带,以及到电子子带的光跃迁。两者的比较表明,有效质量理论是可用的。对于在有效质量理论基础上计算超晶格和量子阱中空穴子带,发展了一套简单有效的方法。用这种方法还计算了在轴向电场作用下的空穴子带,以及一维量子阱中的空穴子带。另外,还着重深入研究了空穴子带的复杂性质对激子态的影响。”黄昆先生自己对于超晶格理论也有两大贡献:一是价带杂化对GaAs-GaAlAs量子阱中激子谱的效应,他和朱邦芬提出了激子旋量波函数理论,考虑了重、轻空穴的耦合效应,得到了正确的激子结合能和跃迁选择定则。第二项就是大家熟知的量子阱中晶格振动的黄-朱模型。正因为在这方面获得的成果,我们获得了1993年国家自然科学二等奖和1989年中国科学院自然科学一等奖。我们的成果也总结在我和朱邦芬写的专著《半导体超晶格物理》中。

黄昆先生是我国的半导体事业的开创者之一。在黄昆先生领导下,创办了中国第一个五校联合半导体专门化,创办了超晶格国家重点实验室,在国内率先开展了超晶格物理的研究。在黄昆先生的教授和指导下,培养出了一大批我国半导体事业的骨干和下辈的骨干,桃李满天下。他对固体物理学作出了不可磨灭的贡献,他的治学精神和学术著作是我们宝贵的精神财富。我本人的成长则是和黄昆先生从大学、研究生、一直到现在的教导分不开的,我将终生铭记。

参 考 文 献

- [1] 夏建白、何春藩编. 黄昆集——祝贺黄昆先生八十华诞. 1999年内部出版,第20页
- [2] 黄昆、谢希德等著. 半导体物理进展与教学. 北京:高等教育出版社,1989