

# 一本培养了几代物理学家的经典著作 ——评《晶格动力学理论》

朱邦芬

(清华大学物理系,清华大学高等研究中心,北京 100084)

晶体中原子围绕其平衡位置作微小振动,是晶体原子的一种最基本的运动方式.晶格动力学主要研究晶体结构、晶格原子振动谱以及晶格振动对于固体力学、光学、电学与热学性质的影响.牛津大学出版社 1954 年出版的马克斯·玻恩(M. Born)和黄昆合著的《晶格动力学理论》<sup>[1]</sup>,是一本在量子力学基础上论述晶格动力学的经典著作.

身为量子力学和晶格动力学两个领域开创者的玻恩,早在 20 世纪 20 年代量子力学刚建立后,就计划在量子力学的基础上重新系统阐述晶格动力学理论,撰写一本《晶格动力学理论》.在第二次世界大战前和中间,玻恩断断续续写了若干章节,但是战后因工作繁忙且年事已高,写书被搁置起来.1947 年春,黄昆在布列斯托大学用了一年半时间完成了博士论文,因有三年庚款留英公费资助,夏天他去爱丁堡大学玻恩处访问.经过一段时间接触,玻恩发现黄昆熟悉晶格动力学这门学科,就把自己已撰写部分的晶格动力学手稿给他阅读,并建议合作写书.黄昆在得到国内许可以及利物浦大学 ICI 博士后研究员的资助后,决定接受玻恩的建议合作写书.从 1948 年开始,黄昆一半的工作时间用于撰写《晶格动力学理论》.到 1951 年 10 月他启程回国时,书稿已基本完成.但是,剩下的扫尾工作拖了很长一段时间,直到 1954 年正式出版<sup>[2]</sup>.

这本书问世以来,很快成为所有固体物理学教科书及晶格动力学专著的标准参考文献,重印十余次,并译成俄、中等国文字.几代固体物理学家都通过学习这本专著而了解晶格动力学这个领域.曾任英国爱丁堡大学理学院院长、晶格动力学权威 W. Cochran 在他写的《晶格中的原子动力学》一书(1973 年出版)引言中说:“玻恩和黄昆在 1954 年出版的《晶格动力学理论》,至今仍是这个学科的主要方面的权威著作”<sup>[3]</sup>.1980 年,牛津大学出版社曾决定停止印刷,但是过了三年,美国物理学家 J. L. Birman

等又呼吁再次出版.于是,牛津大学出版社又出了新版,并把它列入“牛津经典物理著作丛书”.出版社编辑评论道:“这本经典著作在它刚出版时,毫无疑问,是该学科的代表作;至今在许多方面,它依然如此.”在半个多世纪后的今天,人们仍在购买,这本书仍在加印,人们仍在引用.据笔者从 Web of Science 上检索,这本书已被 SCI 引用 6750 多次,近年来平均每年约 200 次.其中除了 1 次是黄昆自己引用外,其余引证全部是他引.无论从被他人引证次数,还是从被引证延续时间,《晶格动力学理论》在国际上都是罕见的.

1989 年,时逢黄昆先生 70 寿辰,《晶格动力学理论》中文版(葛惟锬、贾惟义译,江丕桓校)由北京大学出版社出版,所印千册,转瞬一空.2006 年 3 月,为了缅怀去年去世的黄昆先生,也为了便于年轻一代的物理学工作者研究晶格动力学,北京大学出版社决定重印《晶格动力学理论》中文版,并把它选入“北京大学物理学丛书”.原译者之一葛惟锬先生重新校阅了译文,夏建白先生写了重印前言.

我在黄先生身边受教多年,也曾反复读过《晶格动力学理论》,对于这本书,感受最深有以下几个特点:

首先《晶格动力学理论》这本书是玻恩和黄昆两人完全不同风格的互补和绝妙混合.玻恩的研究风格是从一般到特殊.玻恩写《晶格动力学理论》这本书,计划从量子理论的最一般原理出发,以演绎的方式尽可能地推导出晶体的结构和性质.但是,玻恩的抽象、演绎的表达方式却不合黄昆的风格.黄昆受莫特(N. F. Mott)的影响很深,研究不是从哈密尔顿量出发,而是从具体物理问题出发,建立模型,从而得到物理上最有意义的结果.“黄博士坚信科学之主要目的在于社会效益”<sup>[1]</sup>,为此,黄昆提议增写比较容易理解的第一部分——“基础理论”,尔后由“具体”过渡到“抽象”,发展到玻恩主张写的第二部分

——“普遍理论”。黄昆和玻恩曾为要不要在本书的量子力学推导前面增加导论性的三章发生争执,后来玻恩让了步,因为这是黄昆合作写书的先决条件<sup>[2]</sup>。因而,这本书“最终形式和撰写应基本上归功于黄博士”<sup>[1]</sup>。《晶格动力学理论》分为“基础理论”和“普遍理论”两部分。黄昆力主的“基础理论”部分包括“原子结合力”、“晶格振动”、“晶体弹性与稳定性”等三章,包含晶体结构的基础知识与实验应用;“普遍理论”部分由“量子力学基础”、“长波方法”、“自由能”和“光学效应”等四章构成,包含一般理论及由此导致的一些更为复杂的实验事实。事后回顾,这两部分有很好的互补性,分别适合不同读者群的偏好。《晶格动力学理论》这本书之所以有很大的影响,固然与出书后固体物理学的兴起和蓬勃发展有关,但不可否认,这还与本书第一部分“基础理论”分不开,因为许多实验工作者往往对基本的唯象理论更感兴趣,感到更容易掌握一些,特别是第一部分中唯象的“黄方程”、晶格振动与电磁波的耦合模式、均匀形变等。当然,这部分对于理论物理学家也颇为有益。我个人的体会是,学了第一部分后,再读第二部分,物理图像更为清晰,也更容易与具体实验联系起来。

其次,《晶格动力学理论》中的许多内容未在其他文献上发表过,具有它的独一无二性。正如玻恩在序言中所指出,“本书并不完全是已发表结果的汇编”<sup>[1]</sup>,这本专著不仅总结了玻恩学派已发表的研究成果,而且黄昆在写作过程中又作了进一步的系统的创新。例如,对 Born - Oppenheimer 近似(即绝热近似)的阐述,晶格理论的长波方法,有限应变下的晶格弹性的理论,电介质的弹性、热电和压电性质对于温度依赖关系的方程式,色散的唯象处理和微观理论,红外谱线宽度的量子理论,晶格力常数的 10 个不变关系式,等等。其中有的论述,虽然发表过,但在文献中已不易找到,例如,黄方程和声子激化激元有关理论的详细推导,发表在 ERA Report 这样一个内部交流刊物上。这些也许是造成本书“长寿”的另一原因。此外,本书写作时所预言的一系列新的光学现象,如晶体中红外吸收的精细结构(所谓“残余线”),晶体中的拉曼散射,在 20 世纪 60 年代激光出现以后,一一被实验证实。这更说明,本书是学术专著,而非“编辑”而成。我在研究偶极超晶格模型时,特别得益于本书的第 30 节“偶极晶格中的库仑场——埃瓦尔德方法和宏观场的分离”。把场的长程缓变部分与短程快变部分分离,这是凝聚态物理理论

的一种常用方法,也是黄昆的看家本领之一。本书这方面的论述尤为简明易懂。

《晶格动力学理论》的第三个显著特点是它的零差错。这本书里有许多很繁复的理论计算,出版后,几乎没人发现书中含有任何错误。为此玻恩感到很满意。这点似乎应归功于黄昆,有件趣事也许可作为佐证。玻恩的数学非常好,曾为自己的职业选择数学还是物理而犹豫。但他并不擅长复杂的计算,经常犯一些笨拙的初等错误,这为他周围的人所周知。一次他写了一篇论述电子与氢原子碰撞的论文,写完后请奥本海默帮助检验论文中的计算。奥本海默看了以后说:“我一点错都没找到——这真是你单独写的吗?”玻恩并未因此感到受到冒犯,反而很欣赏奥本海默的性格,因为奥本海默是唯一的当面直率和鲁莽地说出这一点的人<sup>[4]</sup>。黄昆不仅擅长科学计算,而且一生严谨,追求完美。对于自己所研究问题的每一环节,黄昆都要反复推敲,有时经过“否定之否定”的  $n$  次方,才得到一个正确的结论。黄昆常说他的十个想法中有九个靠不住,为此他总是仔细推敲。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,反复多遍地来回检验,因此黄昆的研究成果经得起时间的考验。重印译校者葛惟锟中英文俱佳。他最近告诉我,这次重新印刷,他又反复阅读英文原版,没有发现任何错误,反而在中文版的第一次印刷本中发现若干翻译不确切之处和印刷错误,为此甚为感慨。此次中文版重新印刷出版,除了外观和纸张质量改进外,改正了第一次印刷中的一些缺点,更上一层楼。

当然,作为一本 50 多年以前出版的经典著作,它不可能包含学科后续发展的内容。然而,经典著作给人的启示和作用更为长远,不是新近发表的综述文章或新书所能代替的。

## 参 考 文 献

- [1] Born M, Huang K. Dynamical Theory of Crystal Lattices. Oxford University Press, 1954; 玻恩,黄昆著.葛惟锟,贾惟义译.江丕桓校.晶格动力学理论,序言.北京大学出版社出版,2006. v—ix
- [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] Cochran W. The Dynamics of Atomic Crystals; London: Edward Arnold, 1973; 柯克兰著.吕世骥译.陆栋校.晶体原子动力学.北京:高等教育出版社,1983
- [4] 马克斯·玻恩.我的一生——马克斯·玻恩自述.陆浩,蒋效东,杨鸿宾译.上海:东方出版中心,1998