

# 回忆在李老师组里学习的日子

吴晓京<sup>†</sup>

(复旦大学材料科学系 上海 200433)



我于1983年考进中国科学院物理研究所，随后进入李老师的课题组。当年我报考理论物理方向，对于电子显微镜和电子显微学可以说是只知其名，不甚了解。那时电子显微镜是一种极为高端的设备，离我们日常研究工作好像很远，很远。

第一次见李老师时，她向我简单介绍了课题组的研究方向，即高分辨电子显微学，更是让我觉得“高大上”。要知道当时全国总共只有两台高分辨透射电子显微镜，JEM-200CX，一台在沈阳金属所，一台就在物理所李老师课题组。即使在国际上，从实验上真正拍摄“高分辨”TEM照片，也是20世纪70年代的事情。所以这个方向在当时是一个很新的领域。在1983年这台设备也是刚刚引进、安装没有多久。为了安装如此“高精尖”设备，物理所专门为此修建了一座独立的电镜小楼，一个在今天看来颇为简陋的二楼楼，楼下放置200CX和暗室，楼上是制样室和值班室。当时我们组里的几位学生可以说是随着国内高分辨电子显微学的引入和发展而成长起来的第一代学生吧！

1980年代初期国内可供学习高分辨电子显微学的资料极为有限，图书馆的藏书和大学的电子显微学课程内容基本上都是以P. Hirsch等人的《薄晶体电子显微学》一书为基础，很少有系统介绍高分辨电子显微学的专著。要想搞懂高分辨电子显微学的理论基础，就必须自己从头学起。1984年，我完成了在中国科学技术大学研究生院1年的课程学习，回到了物理所。当时李老师已经对弱相位物体近似(WPOA)理论适用范围过窄



2013年春节作者夫妇在李方华老师家中

的问题有所思考，开始指导汤栋从事扩展WPOA理论的研究，其成果就是赝弱相位物体近似理论的建立。同时，李老师也开始组织我们几个学生和组里的其他成员，一起学习高分辨电子显微学，所用教材是Spence所著《实验高分辨电子显微学》。这本书现在有了中译本，但当时我们只有一本英文原著。原著很贵，估计全国也没几本，购买时且需要外汇，不是我们可以买到的。于是学生们都只能用复印本，每个人分读其中一两个章节，然后每周开组会时，按照各自分配的章节，顺序讲解自己“读懂”的那部分。这样，组里的每个人既是“讲师”，又是学生。由于“讲师”们实际上也是第一次从书本上接触这些理论，时间又有限，所以本身就是“二把刀”，经常讲着讲着就把自己给绕进去了。于是，“学生们”就会不断发问，并提出自己的见解，然后大家一起讨论、学习。李老师的作用就是控制讨论过程的节奏、方向，并在需要的时候给予解答。

这当然不是一种很正规的学习方式，也没有学分。如果仅从学习效率来看，显然不是一个高效的方法：每次“上课”前大家都会花费相当多

2020-03-22收到

<sup>†</sup> email: wuxj@fudan.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20200410

的时间预习，而要当“讲师”的人更是要精心准备。但从效果角度讲，这种学习方式充分调动了所有人的积极性，逼迫大家多动脑子想问题。时至今日，我依然记得当年我们从这本书中学到的相位物体、弱相位物体近似、衬度传递函数、点分辨率、相干性等内容。正是这些基础知识和理论为我后来的一些研究工作奠定了基础。

几十年已经过去了，在李老师等老一辈学者

的身体力行和带领下，中国的电子显微学得到了迅速的发展和壮大，成为国际上这一领域中最重要的一支科研力量。国内从事电子显微学研究与应用硬件、软件条件也已得到极大改善，科研实力不断增强。李老师课题组为科学界培养了一批又一批活跃在物理、材料、生物等领域的研究人员，而这一切，都是起步于80年代初那座简陋的电镜小楼和那段难忘的岁月。

## 用透射电镜捕捉锂离子 忆与李方华先生一起工作的日子

汤栋<sup>1,†</sup> 邹进<sup>2,††</sup>

(1 荷兰赛默飞世尔科技公司 埃因霍芬 5651GG)

(2 澳大利亚昆士兰大学 圣卢西亚 QLD 4072)

1982年，中国科学院物理研究所在李方华先生的主导下，引入了一台高分辨型透射电子显微镜。我们有幸在同年加入李方华先生课题组，开始自己的科技生涯。当年的电镜，既不及现代电镜易用，也没有亚埃分辨率，而且场发射枪和扫

描透射技术均尚未成熟。高分辨者，也只是大于2 Å分辨率的透射模式。

相干成像的透射电镜图像包含很多假象，致其可直接解释性低。所以，后期要进行一些必要的处理，最常见的是大量的图像模拟。使用弱相位物体近似，可以达到一定的可直接解释性。其关键就是假设样品无限薄，轻重元素在图像中的差别在于灰度，重元素衬度更强。但为使近似成立，即使只存在中等元素，样品厚度也只能有几个纳米。若包含重元素，近似成立的厚度可以到1 nm以下。

李方华先生敏锐地洞察到高分辨像衬理论中的缺陷，提出了一种改进像衬理论，称为赝弱相位物体近似。这个理论的精髓在于可直接解释具有实用厚度的样品的像衬。不过，像衬也不再是一成不变，而是与样品的厚度关联。除了实用的可直接解释性，另一收获就是它预言了直接观察轻元素的条件。按弱相位物体理论，像锂这样的轻元素因为太轻，像衬不够，在透射电镜像里观察不到。但按赝弱相位物体理论，适当增加样品厚度会提高观察轻元素的可能性。

虽然有了理论预言，还需要实验的成功去证



20世纪80年代李方华先生(后排蓝衣者)与大家合影。作者(前排左2、左3)当时都是硕士研究生

2020-03-22收到

† email: dong.tang@thermofisher.com

†† email: j.zou@uq.edu.au

DOI: 10.7693/wl20200411