

物理也要从娃娃抓起

吴令安

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

人人都有梦想。小孩、大人都有，只不过是长大后梦想是会变的，会变得现实一点。和大多数孩子一样，当我小时候望着夜里的天空，望着遥远闪烁的星星总会想，那上面也有和我们一样的世界吗？于是我决定，长大后要学天文。一直到回国上大学时我还抱着这个梦想，但时代的变迁让我修改了这个梦想。

其实，在英国的小学里，女孩子的首选一般是想成为芭蕾舞演员或护士，而我没有受到伙伴们的影响要归功于我母亲。她上北京师范大学时，因历史的误会，选修了英语而非数学专业，这成为她终生的遗憾，所以在我还是孩童时她就给我讲居里夫人的故事，认定我将来学自然科学是理所当然的事。母亲对女儿的教育是极为重要的，影响一辈子。我父亲吴世昌也不是学理科的；他在燕京大学英文系毕业后感到中国文学远比英文丰富多了，就转到国文系读究，不久因训诂学的成就还颇受胡适的赞许。父亲从不管我的学习，但对我最重要的教育，也是影响我一辈子的，是爱国主义；在幼小的脑海中我就知道，我们早晚要回国。父亲强烈的民族情感可说是他那一代知识分子的特点。他年幼失双亲，被迫辍学，后靠个人奋斗才上了中

学、大学。在燕京大学的洋学堂里，他以“燕京一布衣”自嘲，纨绔子弟们的嘲笑只是加强了他的坚韧不拔、他的正义感。在“九·一八”事变后他贴出第一张号召抗日的大字报，也因此被选为燕京大学抗日学生会第一任主席。当然也因此上了日本的黑名单，随后就是几年的逃难与颠簸，父母受尽了苦头，我就是在逃难的路上出生的，所以取名“安”。抗战胜利前后，父亲在中央大学任教授，但因其思想左倾，对于战后中国的前途失望，在牛津大学邀请他去任教时他欣然答应，我们全家又远离家乡侨居英国。

应该说，我在英国上中小学，收获非浅。中国人传统是最重视儿女的教育，在海外也不惜重金将孩子送到最好的学校。而不少牛津大学的教授们都舍不得花这笔钱。我上的私立小学的教育方式的确较特殊；语文、算术不在课堂上授课，不要求学生有统一的水平，也不考试，学生按自己的进度自学，老师在教室中转悠，谁有问题举手她就过去解答。也从来不用布置家庭作业，但回到家我仍有功课，因为母亲不放心我的数学，就专门给我辅导，她在这方面可谓“虎妈”。每天回到家要做题，致使我的数学比同学超前两个年级。但可能正因为是强



图1 1951年夏，英国牛津全家照(从左至右：姐姐吴令徽，父亲吴世昌，母亲严伯昇和我)

迫“被学”的，数学就不是我的最爱。我酷爱看故事，八岁就把学校图书馆的故事书看完，开始看狄更斯的小说，还爱写诗。学校好玩的课有的是：音乐、舞蹈、体育，我都喜欢，还有每周一次的自然课，天气好时到附近公园郊野，学会各树木、野草的名称，回来写观察日志，可写生或贴标本。而我最喜欢的是一周两次的手工课；不只是学画画、打毛衣、绣花，还学了泥塑、织布、编筐、刻印、装订书籍、种花，等等。记得给家里带回我编的藤废纸篓、小台布、棕榈叶杯垫，都很实用，还带回自己种的一颗小白菜，父母又高兴又惊讶，而且材料的费用都包含在学费里。

就是这种轻松愉快的环境给我奠定了热爱创作、动手做实验的基础，而其他课似乎也没有耽误(法文和拉丁文是必修课)。十一岁考入牛津女子中学，它是牛津最好的中学，这时才开始有作业，我第一次背上书包，是姐姐淘汰的牛皮书包，至今还保留着(原想当传家宝让儿子上小学背着，但在中国它不够大!)。中学开始上正规的科学课了。记得第一堂课是物理，做阿基米德的Eureka(“我找到了”)实验，测量比重。这节课给我影响太深了，竟然用所学的最简单的数学就能计算任何形状的物体的比重，这太妙了!(当时如果知道曹冲称象的故事可能不会那么稀奇，但在国外不知道这个故事。)母亲从来不给我零花钱，更没有过年的红包，但我特别想要什么东西时经批准会给我买的，所以有一年圣诞节时我得了一套化学实验试剂。用它只能做一些最简单的液体变色、冒气泡之类的实验，但之后我就自己买了一本儿童家庭化学实验书，学会做更有趣的实验，如从红色卷心菜熬出酸碱试剂，用过饱和溶液生长大块的硫酸铜、硫酸铬钾外长硫酸铝钾等单晶，还用尿素、甲醛自制了一个脲醛塑料碟子，开始起化学反应时虽然拿到室外但屋里仍充满刺鼻的气味。这我妈倒没有埋怨，但令我失望的是她不肯用，只好给猫用，但猫咪也不喜欢，因为太轻了，吃着吃着碟子就跑了。后来，在高一时按学校的传统要为孤儿院举办一个圣诞活动，我就根据那本书中介绍的实验编导了一个小

话剧，其中三个女妖婆表演化学魔术。小学时我还特别羡慕男生玩的钢构件拼装玩具，可组装汽车、吊车、船只等模型(比现在的乐高积木复杂有趣多了，要自己拧螺丝和螺母)，可是母亲就不给我买，可能认为那只是很贵的玩具。考上中学时倒奖励我一个最简单的盒式相机，但冲印照片费用不低，我就自己学会冲洗胶卷、印照片，节省不少钱，后来还会冲洗彩色正片。玩相机是我第一次接触光学技术，这些技术在我后来的科研当中帮了不少忙。

中学时我仍计划学天文。1957年苏联发射第一颗人造地球卫星更让我执迷于太空幻想。苏联拍了月球另一面的照片之后，我用纸浆做了个月球模型，把北面的陨石坑等都标出。此时我梦想成为宇航员，但也估计这只能是梦想，我曾提出想学开飞机，被父母断然否决。可是自制望远镜他们很支持。作为业余天文爱好者，我的书籍中有关于如何磨镜片的介绍，但我知道这太难，就计划买旧镜片。牛津没有相关商店，所以有一次有机会到伦敦，父亲亲自陪我去一个专卖旧透镜的商店，买了物镜。但目镜仍没有，母亲就陪我去牛津大学天文系一位女教授的办公室，我不好意思开口，母亲就帮我说明情况，那位教授非常热情，打开一个抽屉，全是各种各样的废透镜!她挑了一个送给我，我满载而归。剩下就是望远镜筒。没有金工条件，不可能用金属的，就只能用捡到的硬纸筒，直径不合适就找厚纸，卷起来糊成合式的套筒，透镜的固定圈也是纸制的。望远镜终于做好了；对准窗外，还真能把远处物体放大!当然，没有方向调节装置，这个最简陋的伽利略式望远镜不可能用于观察天体，但与我制作的月球模型，为我赢得了学校的一个科学奖杯。

在英国，高中(即中学的最后两年)相当于大学预科，就分专业了，一般选二到三门主课。学天文要在大学先选修物理或数学。依我对实验的兴趣，我选择了物理为主，配上纯数学、应用数学和化学。开始学校不同意，认为四门主课负担太重，但在我的坚持下最后同意了，此外还新选了俄语；这些辅课在后来的工作中都用上了。高

中毕业就面临人生最大的选择。父亲想叶落归根，应郭沫若的邀请到中国科学院文学研究所，问我是跟着回国，还是留在英国上大学。虽然我已考上全英大学奖学金，但仍毫不犹豫地选择回国。当时因为小时候不爱读中文，父母也不强迫，我只会听、说最简单的话语。我意识到，再不回国我将永远是个中文文盲。同时年纪轻，不愿离开父母，还充满自信，根本没有考虑回国会遇到的各种不适应。

1962年北京金秋，经过七天七夜横跨西伯利亚、蒙古，列车在清晨准时驶入车站。本来父亲担心那么早找不到出租车，还希望火车能晚点。没想到，有关官员、亲戚、朋友，一堆人聚集在月台上，给予我们盛大的欢迎。不用说，交通、住宿、生活，一切都安排好了。不久，我开始在华侨补习学校补习中文，准备次年参加高考。这时，朋友提出，就凭我的语文水平，肯定考不上大学，于是建议办转学。凭借我在英国的成绩，便转入北京大学物理系。第一次走进住满8个人的宿舍，与国外大学带沙发椅的单人间相比，的确尝到了“文化冲击”。但同学们非常热情，处处想办法帮助我，从生活小事到补抄笔记，她们无微不至的照顾深深感动了我。当时学校管理很正规，系里找人把高考物理卷翻译成英文，让我用英文补考。第一学年虽然听课、记笔记不行，但因为微积分、普通物理大部分内容已学过，情况还好。第二年就艰难了，加上我被拉进校击剑队，每周锻炼两次。第三年开始好转，我还为北京大学赢得了北京市高校女子击剑冠军，最辉煌的一刻是最后关键一局我打败了清华大学！暑假还参加了颐和园水上运动会的武装泅渡。第四年刚上了几周课，通知全年级师生去四川参加“四清”工作队。这一去直至毕业离校就再也没有上过课。记得无线电实验课焊双T桥电路分两堂课，我只焊了一半，始终未完成。本以为半年后就能复课，反正当时物理系是六年制，有时间补课，不料文化大革命开始了。从此就不敢看专业书，只能上阶级斗争路线课。时间长了，为了打发时间而又不被列为“逍遥派”，开始出现另类

“路线斗争”：女同学打毛线，男同学焊收音机线路(听革命广播)，而我做了个放大机，和几位女友一起翻拍毛主席的革命老照片(光线斗争)。“大串连”高峰之后，各单位分成两派，出现全国武斗的局势，眼看要漫延到北京大学，我们十几位同学加老师以复课闹革命、与工人阶级相结合进行教改为由，联系到常州半导体试验厂去实习。我选择到光刻车间，那里还真用上了我洗相片的经验。白天下车间，晚上听老师讲课、自习。每天与厂职工相互交流，了解了工业生产，那几个月躲过了武斗，收获不小。

1968年7月，军、工宣队进校，学生都被召回校。本应8月毕业，拖到年底。分配方案四个面向，即面向农村、工厂、基层、边疆，并动员大家“越是困难的地方，越是要去，才是好同志”。上午公布方案，下午自报公议，一天搞定；当然最后由领导拍板定案。当时很多人都主动报名去四个面向，但最后是出身好的去部属单位、保密单位。我是被“照顾”去河北冀衡农场。寒冷的12月，在没有暖气的火车上我却是热血沸腾，心想要为祖国干一番事业，但什么事业却一点谱都没有，未来是未知的。农场派车接人，是个两轮马车。第一次见到这种交通工具，还不知道怎么坐上。

在冀衡农场呆了三年。条件比插队的好多了，因为是国营的，有集体宿舍、食堂，每周可吃上两次肉。每天8小时劳动，晚上政治学习，即组长念一段报纸，说一些生产上的事，大家讨论，妇女在下面纳鞋底，孩子围着转，倒也是一种社交活动。一年365天如此，没有周末休息，连国庆、元旦等国家法定节假日都不休息，顶多上午开大会，下午照常下地干活。有些老农真是365天全勤。我的出勤率是(365-12)天，12天为探亲假。因为农工是记工分的，而我们大学生算国家干部，拿着固定工资，就不好意思多请假。农活有轻有重，即使重活，对身体健壮的我来说也不成问题。我与农工们关系融洽，还经常被表扬，只是偶尔想到，我学物理的梦想可能彻底破灭了，有点抑制不住的心酸。有一天一位同事得



图2 1979年10月3日，担任邓小平会见英国皇家学会会长A. R. Todd勋爵时的口译

知我是物理系毕业的，便拿来一台收音机请我修理。我不好意思说我不会修，只好硬着头皮接下来，借了一本《少年无线电》小册子，居然把它修好了。此后，凡是队里收音机有坏的都抱来让我修。

三年后，因中美接触后外事活动的需要，我被调回北京。到中国科学院人事局报到，问我是愿意去外事局还是物理所，我毫不犹豫地回答：物理所。听说是到物理所图书资料情报室工作，就有点失望，但当然服从分配了。当年科研人员外文水平有限，我的任务是翻译资料，主要是英文、法文，后来我还自学了德文。通过编写资料，我的中文水平也提高不少。

1976年，物理所承担了机密的“1号任务”，即毛主席遗体保护及水晶棺研制。遗容，不允许用化妆品，只能采取光化妆。我被光学室指派调查光辐射对皮肤的损伤，后来参与了光整容的项目。无现成方案，如何解决光的发散性是个难题。受到以前玩彩色幻灯片的启发，我想，若拍摄一个立体物体，再将其正片投影到同形状的物体，根据光的可逆性，映像应能完全相合。我就提出，制作头部模型，在模型上敷彩，拍摄正胶片后投影到遗容上。我先做实验，拿了一个有凹陷的乒乓球，拍了黑白底片，做了正片，用投影仪投影到一个完好的乒乓球上。效果不错，那个

球果然看起来也有个凹陷。后来，在多个单位的配合下，物理所完成了基于此原理的外投射光整容系统。因为我没有参与后期工程，至于纪念堂是否用了该系统，就不清楚了。

随着我国对外封闭的打开，我也常有口译差事，包括担任国家领导人接见时的口译，陪同外国科学家并承担了几百场报告的口译。方毅副总理任中国科学院院长时，常有外事活动。他的英文阅读能力很强，但希望提高口语听力，于是我被委派为他和其他几位领导讲授英

英语口语，每周一小时。1979年邓小平和方毅副总理访问美国，我担任了方毅的专职翻译。院长办公室的主任曾暗示，方毅院长考虑需要一位外事秘书，我回答：不需要，你的外语就足够好了。虽说当口译满足了国家的需要，还有令人羡慕的出国机会，我仍向往着做真正的科研，有机会就溜到实验室“蹲点”。

改革开放之后，我丈夫郑伟谋去美国当访问学者，我有机会陪伴他进修，我却胆怯了。作为两个孩子的母亲，怎能抛下孩子不管？再说，我在英国中学的知己，班上在我之后的第二名，已是美国大学教授，我才去读研究生，若学不成，太丢脸了。是我父母有远见，他们鼓励我走，叫我勇于攀登，孩子他们全包了。于是，已满37岁的我到美国德州大学奥斯汀分校，离别物理课堂15年之后，重新回到学习的殿堂。

没有学完本科课程就上研究生的课，当然有困难，总算通过了，但对于做什么研究没有什么概念。在物理所时，天文的梦就已放弃了。物理所有光学室，我从小又喜欢光学，就在第一年实验课选了一个非线性光学课题。接着，就师从H. Jeff Kimble教授。当年非线性动力学很热，就准备做腔内非线性晶体中的动力学问题。一切从零开始，从方案设计、研制激光器、购买所有光学元件包括晶体，到光路的搭建和调试。但因为泵

浦光不够强而腔内损耗太大，没能达到阈值，没有见到预期现象。这时Kimble开始为我着急，还曾考虑让我转做其他同学的原子双稳课题，但他从半年的学术休假回来后，毅然决定用原来的装置改做量子挤压态(即压缩态, squeezed state)的实验。实验配置的改动不大，将谐振腔的两个镜子对调，激光器中加倍频晶体出绿光，光路当然也得重调。探测需要用平衡零拍探测器，这是John Hall教授的设计杰作。记得他应邀来帮忙的两周，虽然还没有拿诺贝尔奖但已是名人，可毫无架子，五十多岁的人爬上爬下，还钻到平台下接线。从开始搭光参量振荡器起，日夜奋斗了三个月。1986年6月9日星期一Kimble要参加国际量子电子学会议(IQEC)，我们决定星期六做最后一次尝试，寻找挤压真空态。周末干扰少，一切较稳定。星期天凌晨3点，突然间频谱仪上缓慢出现了一条看似正弦波的曲线，幅度变得越来越大，然后慢慢地消失。我们的心跳似乎也跟着那条曲线的涨落而起伏。那就是挤压态的信号！赶快重复，记录数据。到5点大家回去睡觉。午后又来补充数据，打印透明片，给Kimble带上飞机赴会。我们首次实现了以光参量振荡器产生挤压态，压缩率高达4.3 dB，创下当时的世界记录，开辟了以非线性晶体研究量子光学的新途径。

回到物理所后搞科研可不像当研究生时那么单纯。生活、事业都较艰难，孩子住城里姥姥家，我每天路上奔波3小时。在物理所做量子光学我是单枪匹马，在当时的环境条件下要重复挤压态的实验太困难了，没有超净室，当年副研限两年招一名硕士生，于是我决定换课题。经调研，我感觉单光子的实验相对好做一些，就瞄准了基于单光子的量子保密通信。课题交给清华大学做本科毕业论文的学生邵进。没有基金资助，就把家里儿子淘汰的老苹果计算机搬到实验室，邵进一看很是失望，当时清华大学已用上个人电脑。但我们实现了国内第一个自由空间量子密钥分发演示实验，1995年发表在《量子光学》的创刊号。我曾跑了某些相关部门希望引起他们对量子保密通信的兴趣，但石落大海。终于在中国科

学院研究生院介绍量子密钥分发的原理时，他们一听就明白其前景，于是两家合作，实现了国内第一个全光纤的量子密钥分发实验。

2000年我准备去美国马里兰大学访问，时任中国物理学会副理事长的杨国桢找我，说国际纯粹与应用物理联合会(IUPAP)决定成立女物理工作者委员会(Working Group on Women in Physics)，问我能否代表中国参加成立会议。因为会议就在华盛顿美国物理学会总部，离马里兰大学很近，我答应了。不料，一脚就“上了贼船”。会前通知要收集有关中国女物理工作者的统计数据，这把我难住了。我国公开的统计数据本来就有限，更没有关于某专业的男女统计分析，只好求助于熟人。首先在本所找，职工、学生各种名单都有，只需做男女分解。北京大学物理系系主任甘子钊很热情，提供了从国立西南联合大学以来物理系招生的数据。从上海交通大学、南京大学、北京师范大学等高校也收集了不少数据。国家自然科学基金委员会的数据很全。经过统计整理，我吓了一跳。数据普遍反映同一个问题，即



图3 郑伟谋和我(2013年10月26日摄于北京昌平区蟒山)

中国高级职称的女物理学家以及物理系女生的比例在下降。这是为什么？我刚回国时，给我感受最深的是，男女的平等比英国好多了，这是社会主义的优越性。上世纪60年代，北京大学物理系女生占20%，文革后工农兵学员有近40%的女性，而90年代不到5%！物理所女研究员的比例也逐年下降。我在1981年去美国时，光学室有4位女组长，现在就剩1位。因为发现选修物理学的女生人数在下降，IUPAP成立女物理工作者委员会的宗旨就是帮助各国女性更多地参与物理学事业，在公平的环境中充分发挥才智，以弥补物理人才的不足。原先不以为然，看了我国的数据之后，我认识到问题严重，虽然总数不少，但别国女性比例在增加而我们的在减少。

奇怪的是，90年代中期，女研究生的比例开始上升，本世纪初达到30%的高峰。需要了解造成这种反关联的原因。经分析，我在2002年就提出其首要原因是女大学生毕业后面临严重的就业歧视。此外，国家对幼儿园等福利的支持力度大幅减少，造成女性生养孩子、照顾家庭的负担加大，社会舆论大谈所谓“男主外女主内”，非体力劳动者的年龄歧视，各种因素阻碍了女性选择物理作为事业。为了鼓励女性学物理并坚持下去，中国物理学会成立的女物理工作者委员会做了不少工作，取得了一些进展。特别是，我们提出的延长女性申请青年科学基金年龄限制的提议，得到国家自然科学基金委员会的大力支持，年龄从35周岁提高到40周岁。然而，即使拿到基金支持，许多单位规定，在同样的条件下女性必须55岁退休，而男性可到60岁。这在其他国家是罕见的，不仅是不公平的年龄歧视，也是人力资源的严重浪费。且不说女性平均寿命比男性长，55岁也正是她们从繁重的家务负担中解放出来并可为社会多做贡献的年龄。因此，应尽早执行更灵活的退休制度，让男女在公平的标准下选择何时退休。

有史以来就存在对女性的歧视，但到底是否存在男女智力的差异，是一个敏感的问题。记得几十年前，认为上小学时男孩因调皮捣蛋，学习

不如女孩，而到了高中，他们就超过女生了。但是现在发现，高中女生成绩仍超过男生，这在世界范围内似乎是一个普遍的现象。对于哺乳动物而言，雌雄间可存在情感上的差异，但很难说有智力上的差异，若有，那也是雌性更能干。人类基因、大脑不可能在那么短的时间内发生变化，只能是社会环境变了。电脑的出现带来了教育的大革命，同时带来了人际交流与人际关系的变化。有人说，女孩学语言的能力优于男孩，那她们学计算机语言是否也更强？

不管怎么说，学习一定要从小抓，现在的父母都想方设法不让孩子输在起跑线上。无论艺术、外语、科学，都一样，要从小抓。过去，自然科学在初中才开始学，认为需要抽象的思维所以难度大。其实完全可以更早。数学也需要抽象的思维，而小学，甚至幼儿园就开始教。历史多次证明，成功的科学家不都是学习成绩好的乖学生，更重要的是他/她们能执着地去追求其兴趣。很多人(包括家长和老师)认为物理难，所以给学生一个固有的印象，物理难，不能学。其实，只要有兴趣，任何困难都能克服，老师差也没有关系(我的中学老师曾兼教圣经；一次上电学实验课我们浪费了一个小时测不出信号，她突然想起保险丝被她拆除了)。怎样培养兴趣？要从小让他/她们接触物理现象，即使其中的原理不懂，有了兴趣，就会去追究其所以然。其实，孩子们天生就对一切事物很好奇，关键是不能以应试教育法抹杀这种好奇心。我们中科院物理所—美国光学学会学生分会近两年去北京郊区民工子弟学校和为流浪儿童办的北京光爱学校讲光学实验，再让所有孩子自己动手做实验，发现无论男女生，都特别感兴趣，课堂热闹极了。甚至，在光爱学校讲光折射时，问在哪里能观察到这种现象，一个小男孩居然立马举手回答“黑洞”！后来我们了解到，学校有捐赠者给的各种书籍，说明这些贫穷儿童只要有条件就能吸收知识。从我个人的体会，也从这些事实说明，只要从小有一种兴趣，这种兴趣就能陪伴着一生。学物理要从娃娃抓起，注意“娃娃”有个“女”字旁！