

# 与光共舞——我的科教人生

○左铁钊（1964届机械）



左铁钊  
学  
长

日子过得真快，从1964年清华大学毕业分配到北京工业大学工作，至今已整整六十年了。蒋南翔校长当年提出的“为祖国健康工作五十年”的号召我算是超额完成了。回首自己走过的六十年坎坷而奋进的一生，真是百感交集！

1941年2月5日，我出生在长江岸边恩施大山里的一个农户家里。当时我父亲左吉身为南京国民政府后方重伤医院院长，正带领着重伤员从南京向重庆撤离。怀孕六个月的母亲领着四岁的哥哥，从南京乘小木船去往重庆，船到中途，因身体实在受不了路途颠簸，靠岸恩施，生下不足七个月的我。我能活下来实属奇迹。

父亲毕业于南满医科大学，后留学日本，回国后到北京协和医院担任医生和教授，母亲为护士。父亲是张学良的好友，“西安事变”时为蒋介石看过病。为消灭当时我国东南爆发的霍乱、鼠疫等流行病，父亲曾在福州建立了东南鼠疫防治所，后去美国侯普研究所工作。新中国成立前夕，他被任命为台湾卫生部部长，但因对国民党的失望未去台上任，几经周

折我们全家1951年从香港回到大陆，父亲任湖北省卫生厅厅长。

我的学习生活随着父亲的调动而不断变更，先后在福州、香港、武汉完成基础教育，1958年考取清华大学机械系。

## 北工大任教

1964年清华毕业后，我被分配到北京工业大学焊接教研室工作，教授“焊接原理”课程，并带1960级和1961级学生毕业设计。

不久“文革”开始，大学成了重点革命对象，科研教学活动全部停止，工宣队军宣队陆续驻校“上管改”。在“清理阶级队伍”运动中，我被人举报打成“反革命”被关押，虽有三个月身孕，仍未逃脱批斗，每天挺着大肚子去“劳动改造”，直到产前几天，才把我从劳改队放出来。

“文革”让我经受了一次“再教育”，让我认识到：“作为一名知识分子，应该去努力探索未知，追求真谛，为人类社会与环境进步做出贡献。”这也成为我日后人生的座右铭。

十年动乱总算结束，逐渐回归正常的科教工作，为写教材我经常伏案工作到半夜两三点。在编写焊接原理时，发现在“焊缝金属中气体元素”一章中，对于焊缝中的氧氢氮等气体元素的含量和形态等都不可测，后走访北京和上海等地的气体分析仪器厂，也均未解决此难题。从1975年开始，我带领原理组团队进入这一物化领域，开展“焊缝金属中微量元素分析”

## □ 回忆录

的研究，在工大建成了我国首个“焊缝金属中微量气体元素检测实验室”。1984年国际焊接协会主席、日本名古屋大学益本功教授来校参观，在我们实验室里久久不愿离去，他没想到在中国这么一所不出名的大学里，会看到如此高水平的实验室。后来我在德国参观亚琛和布论瑞科焊接所时，才得知焊缝金属中微量气体元素的分析是其最高级别的研究项目，而其分析测定的水平远低于我们。采用氧氢氮分析仪，我们研制焊条药皮成分配方，控制熔池熔渣气氛的物化反应，制成了新型打底焊条，由南京焊条厂生产，为宝钢等冶金公司采用，取代了进口焊条。

### 德国七年

我爱人肖运鸿是清华大学电机系研究生，十年寒窗，毕业时遭遇“文革”，八年里没有让他干一天专业技术工作，不是在车间当毫无技术性的线圈敲槌工，三班倒劳动，就是在冰天雪地里挖防空洞。经我到处求助，1976年他调回北京，结束了八年两地生活。为求更大发展，1983年他通过外语和专业的国家统考，获得国家教委出国进修资格，1985年被派往原西德不来梅大学。此后经他联系，我获得不来梅工学院客座教授的邀请函，以国内讲师身份“自费公派”出国深造。

1986年5月2日刚下飞机，4日工学院副院长和Puenitz教授就约我面谈，Puenitz教授一个月后将退休，我的任务就是接替他的教学工作，用德语给大三学生讲授金属工艺学，可我仅出国前在北京语言学院进修了三个月德语，口语能力非常有限。

在接下来的一个月时间里，我每天泡在学院图书馆补习德语，认真听教授们的

授课。当我第一次站在讲台上给六十多名德国大学生用德语授课时，还是非常紧张的。而在我用最简单的德语慢慢讲完90分钟的课时，学生们使劲鼓掌，敲着课桌给我称赞和鼓励。我的第一节课就能得到学生们的认可，我想主要是我参照国内的教案，加入了深入浅出的专业知识，使原讲义的内容得到了极大的丰富。

上完几次课后，我逐渐适应了在德国课堂上讲课的模式和节奏。然而我不甘心只做个金属工艺学的“教书匠”，希望在科研领域里能有更大的发展。在德国焊接协会主席Dr. Sosenheime帮助下，我参观了德国一些知名的焊接研究所，后决定到不来梅射线应用技术研究所（BIAS）工作，开始在激光制造领域进行科研工作，直到1992年初回国。

在德国工作期间，我完成了多个科研项目。其中最值得骄傲的是从1986年底起我开始的铝合金激光焊接研究工作。德国教研部（BMBF）一直有一项长期的科研计划，就是“运输装备的轻量化”，包括汽车、火车、船舶、飞机等常见的运输装备，这涉及到新材料、新型制造方法等诸多方面的研究。运输装备的轻量化可以极大地减少化石能源的消耗，提高这些装备的装载能力或运输速度。飞机的机身大量使用高强铝合金，但长期以来一直使用传统的铆接工艺实现飞机蒙皮与机身骨架的固定连接，一架大型飞机通常需要使用上万个铆钉。我儿时在武汉长江边长大，亲眼目睹过工人们如何用通红炽热的大铆钉将桥体钢梁一根一根地固定连接起来，对铆接工艺的耗时低效印象深刻。飞机蒙皮只有2mm厚，使用传统的焊接方式会产生热变形，另外飞机上的高强铝合金在焊接

过程中会产生晶间热裂纹，这些对于安全性要求极高的飞机都是绝对不允许的。通过前期的课题研究，我对激光在制造领域的特点和优势有了深入的认识，我希望使用激光焊接技术实现飞机轻量化的目标。后来我参加了欧共体研究项目——运输装备轻金属的激光可加工性研究，经过大量的实验与探索，最终完成了金属材料铝合金从全反射材料成为吸收率高达95%的可加工材料，创新了材料吸收率的基础理论。

当我的研究成果——铝合金激光可焊性的阈值曲线首次在巴登巴登的欧洲学术会议上公开发表时，引起了学界的轰动，西方同行们都对一位来自亚洲的女性科学家能够颠覆铝合金的激光可焊性而赞叹不已，这对物理学也是一个极大的突破。

这个成果公开发表后，奔驰总部（位于不来梅）的负责人就来BIAS邀请我去作报告。总部对这次学术报告非常重视，其欧洲各大分厂的技术主管全体出席。在三个小时报告结束后，他们深受鼓舞。随即奔驰的技术主管来到BIAS参观我们的实验装备，观看铝合金激光焊接的演示实验。当天下午奔驰就和BIAS签订了合作协议，共同制定全铝结构轿车的研发方案。奔驰的竞争对手，奥迪发展部主管从此也开始长期蹲守在我的实验室了。奥迪A8的全铝骨架式焊接结构就出自我的实验室，这与传统的覆盖件车身结构有着天壤之别。

激光焊接的全铝结构汽车骨架成了我前期研究成果

的副产品，主产品还是激光焊接取代铆接在机身轻量化上的应用。在我的研究成果基础上，德国空客前后用了近二十年时间终于在世界上最大的客机A380上全面实现了激光焊接的商业应用，实现了A380飞机蒙皮与筋板结构采用激光焊接取代传统铆接的新工艺，改变了飞机制造的工艺流程，并减轻了自重。为此德国政府对我表示尊敬和感谢，德国宇航院发展部负责人Dr. Laran曾半开玩笑地说：“中国搞了‘文化大革命’，你在德国实现了飞机制造的技术大革命。”

在德期间我还被邀在宇航院、金属学会、欧洲激光材料加工会议等做学术报告。当我回国后重访德国时，德国教研部光学部门负责人Dr. Ruerich，对中方访问团团团长、国家科技部冯司长说：“感谢左教授为德国所做出的贡献！”作为一位来自中国的女性科学家，在高手如林、技术领先的西方能完成多项开创性的科研工作，能为祖国争光，感到无比自豪。

在国外时间久了，我和爱人都很思念



德国政府代表团访问中德激光技术中心，前排左2为左铁钊

## □ 回忆录

祖国和亲人，决定回国。我向所里提交了辞职信，来自各个领域、不同层面的挽留、劝说和阻拦纷至沓来，可以说是“软硬兼施”。尤其是航空航天领域的合作者，大家长期在一起共事，他们很认可我在德国期间所做的重要贡献，认为我是个难得的人才，为我的决定感到非常惋惜。前前后后我参与了很多航空航天领域的技术改造，掌握了太多企业发展的技术机密，临走前签了数不清的保密协议，各种限制，事无巨细。所里面我带的这一批实验员和技术员对我的离开也是依依不舍，临别的聚会上有的人还掉了眼泪。经过这么多年的磨砺，在我的带领下这些人的业务水平在兄弟单位中早已首屈一指。想想真是令人感怀，刚开始在BIAS做实验时，没有谁愿意帮我搭把手，焊接用的保护气瓶都要我自己搬运。后来大家彼此认识了，他们对我的工作都是倾力相助，所里的其他小组碰到了实验难题，他们的第一个建议就是“去问左女士”。

在众多挽留劝说下，我依然满怀在中国发展现代激光事业的信念，告别了工作七年的德国。

### 回国创业

1992年初我回到了阔别多年的祖国，迎接我的既没有鲜花，也没有掌声，摆在我面前的创业之路的确异常艰难。我原工作单位北工大，甚至以我延迟归国为由不予复职。在一年多时间里，没有工资，没有任何办公场所和设备，连计算机及软件等都是从德国带回国的。当时的工大领导对开展激光学科没有任何兴趣，而彼时德方力劝我返回，BIAS更是许诺以更高的薪酬。

老实说我下决心回国的目的就是想带着一批人，让中国的激光制造技术走出一穷二白的境地，个人的待遇根本不是我优先考虑的事项。最开始，我一门心思想的都是如何在最短的时间内建立起自己的激光制造实验平台，因为如果没有先进的加工手段，改造企业落后的技术就无从谈起，更别说激光制造技术的应用推广了。当时我估算了一下，最基础的科研实验平台大概需要2100万。激光制造技术的前期投入都是很大的，最先进的加工设备只能从德国进口，由基础的科研到最终企业应用的成果转化也不是个短期行为。一直到现在我还清楚地记得Sepord所长在我回国前夕坦诚地告诫我：你回去只有具备了三个条件才能白手起家，闯出一片天地——第一是要有资金和投入，否则实验平台和研究团队都无从谈起；第二是要有权力，要有话语权，要能主导自己的研究方向和研究计划；第三是要有成果，这是能可持续发展的必要条件之一。我很赞同他的说法。

正在我犹豫是否要“打道回府”之时，转机出现了，清华大学从事激光技术研究的周炳琨院士约我到清华一叙。周院士早年在美国斯坦福大学做过访问学者，他非常理解出国人员回国后所面临的各种困惑。他认为我是焊接专业出身的，国内焊接技术领域的同僚对我都很了解。但在激光制造领域，我与国内光学界几乎没什么交往，这可能就是问题的症结。应该让国内光学领域的同行了解我在德国的科研成果，我也应该了解国内光学界的发展现状。一周后，周炳琨院士在中国电子11所为我组织了一场专场学术报告会，他把我引荐给国内的光学界，为我打开了一扇门。



报告一结束，11所的所长就单独找我，表达了想让我来11所工作的意向。11所是搞红外的，与我研究的激光制造密切相关，他们的总工和所长为了把我从北工大调到11所来，真是不遗余力。随后，作为当今中国光谷发源地的华中理工大学，前前后后7次请我去武汉作报告，他们的目的不言自明。不久，清华大学第二次请我去作报告，这次是在清华刚落成的新图书馆报告厅，正副校长全部出席。清华是我的母校，清华机械系为了能把留住，连住房和职称都给我准备好了！我的知名度在国内慢慢打开了，我梦想的科研实验平台也渐渐有了眉目。

那时国务院下设有一个产学研办公室，负责组织和协调国家经贸委、国家教委和中科院三家单位在合适的领域开展产学研相结合的技术合作。其中国家经贸委是投资方，代表的是企业方面。印象深刻的是，国家经贸委技术进步与装备司江旅安司长对建立激光制造的产学研中心很感兴趣，最初他想把这样一个中心建在首钢。当时我对他讲，这个中心不能建在首钢。因为如果建在一个大企业里，无论什么样高水平的科研实验平台最终都会变成一部加工装备，就没有任何科研的价值了，更别提在其它领域的技术应用与推广了。后来他就决定在机电部里选落脚点，北京机床所、11所，北京机电研究院等都是参选对象。由研究所投入实验室场地建设，国家经贸委则负责出资，完成实验平台的引进。这么大一笔资金的投入引来了各方博弈，筹建过程也是一波三折，把我整得团团转。最终国家经贸委出资140万美元平价外汇，地点选在了北京市机电研究院，因为相对而言它与各方的利益纠葛

最少，这也是各方平衡的结果。机电院将一座原来装满机床的车间腾退出来，上下两层，一共800平米。我全部按照德国标准进行了水电气改造。

1995年在北京市机电院正式建成“国家产学研激光技术中心”（NCLT），150名专家学者和官员参加中心成立大会。这是国务院产学研办公室组织筹建的第七个产学研中心，我是中心的主任。彼时德方对我在华的科研工作给予了极大支持，1998年德国宇航院激光所赠送我们两套激光设备，并派技术人员帮助设备拆装工作。我们在北工大“知新园”建成了“国家产学研激光技术中心研发部”。

1996年在北工大物理系支持下，建立了中国第一个“激光微技术（即激光光刻）实验室”，我们用三年积攒的60万科研经费，购置了德国准分子激光器，实现了最早的微米级齿轮的微光刻。同时我支持研究生陈涛开展生物芯片和微流控生物芯片的研发项目，在非典期间被封闭在校园里时，迎来芯片键合成功的巨大喜悦，给我留下深刻的印象。

1997年我提出由中德双方在北工大共同组建“中德激光技术中心”的建议，得到双方政府赞同，并签署了合作备忘录。据此，中方在北工大主楼后面新建了激光技术中心大楼，期间德方派出工程师进行指导。此外每年接待中方激光代表团访德，其在德期间全部费用由德方承担。此后我中心每年挑选国内有关科研院所及企业15人，访问德国激光研究和制造单位。

为培养我国激光科技人才，2000年北工大正式成立“激光工程研究院”。中国大学里都没有设立激光科学专业，这是我国第一个以培养研究生为目的的激光

## □ 回忆录

工程研究院。至此，通过我和同事们的努力，在中德双方政府的共同支持下，在北京工业大学从无到有，先后建立了“中德激光技术中心”“国家产学研激光技术中心”“激光工程研究院”等科研教学平台，以及现代激光制造、激光微技术和能量光电子三个方向的十二个实验室。

除此之外，回国后我和同事、研究生们还完成了多个科研项目。值得提及的如：带领团队解决了某国防重大装置封装泄露与污染难题，用激光焊接取代了电子束焊接，该项目的设计方案和装备质量的水平堪称世界一流；在60周年国庆检阅的全新大红旗轿车的生产过程中，带领研究生在一年内研发成功使用激光制造技术的相应软件，这是世界上第一套激光制造的专用CAD/CAM系统软件，它为轿车制造节省了几十上百套的模具；指导研究生研发完成大功率CO<sub>2</sub>激光传输系统过程光流密度的变化机理，该研究成果指导了德国通块公司开发飞行光束跟踪望远镜光学系统，以及德国米巴哈公司在宝钢采用激光焊接取代传统电弧焊接，并提高了对激光武器的认知水平。

2003年我提出建立中国的激光辐射安全标准，以便与国际标准接轨的建议，得到国家质检总局领导、政协委员王风青的大力支持，后在11所组建了“全国光辐射安全和激光设备标准化技术委员会”。

### 教书育人

2023年我即将83岁了，每年还都站上讲台，为从各个专业招进的一百多名研究生，讲授“激光科学与工程导论”，为培养他们严格的科研能力而贡献我的一份力



左铁钊为2023年入学的研究生上课

量。我真心希望通过我的讲座，能启发研究生们正确地进入我国激光制造的大舞台，让他们都能在这个舞台上发光发热。近年来我心脏不好，曾留住ICU病房两个多月，今年我仍然站在讲台上，坚持站好最后一班岗！

在研究生教学工作中，我始终把培养他们的科学研究能力放在第一位，这些能力包括探索未知的能力，追求真谛的能力，以及实现改善人类社会环境的能力等，为此，我竭力把研究生放在科研项目第一线进行指导。当初我们自己的实验室尚未建成时，我也尽力为他们创造优越的科研条件，通过与德国教研部（BMBF）协商，我一个个地把研究生陆续送往德国最好的研究所，参加一流的课题研究，并由德方负责他们的生活费用。我从不把研究生当打工仔对待，也绝不赞成现在有的人把对研究生的培养变成成为导师服务的打工仔的做法。

很高兴在我从事教学与科研60年的前夕，《与光共舞——左铁钊从教六十年文集》出版了，它真实记录了我的人生经历、遭遇和感悟，算是为我这一辈子留下的一个宝贵纪念吧！