

激光物理伴随一生

口述/余振新 整理/郭媚媛 林晓慧 孔德淇 程漫漫



1994 年，国防科工委主任朱光亚院士到中大访问时快速激光光谱国家重点实验室。



和高兆兰老师(左二)在一起，左一为老省长卢瑞华，右(二)为余振新教授及其夫人(右一)

最后做到 16 飞秒的激光脉冲以及用皮秒脉冲进行细胞激光外源 DNA 导入……等一批研究成果,达到了国际先进水平。

其实在文革前夕的 1965 年,中大实验室就已选择 DNA 的双螺旋分子结构做研究对象了。

20 世纪 60 年代, 中大在光通信方面就已开展了一些研究……现在回顾起来,中山大学开展光通信研究比国际应用要早很多年。

就这样我制出了一台紫外荧光辨伪验钞机, 这大概是国内最早的一台人民币荧光验钞机吧。

(接 361 期, 经历中大物理学科的发展)

文革结束后, 1979 年全国科学大会召开, 郭沫若在会上宣布科学的春天来啦。对于当年新崛起的高新技术领域来说, 激光正处于初创期。全国科学院系统、高校系统、相关企业的科研院所都争相拿出自己的激光器去参加表演和展览, 结果被选中的八台激光器中, 中山大学占到两台(氮分子激光器及可调谐染料激光器)。在参观过程中, 引起了时任国家领导人王震的注意, 问我们中山大学在南京什么地方啊? 我们说不是在南京, 是在广州啊。

那时国家教委和国家科技委等科技管理部门对中大的激光印象很深, 甚至影响到后来 1983 年国家计委科技司遴选首批国家重点实验室的论证。中大超快速激光光谱学国家重点实验室的研究方向非常鲜明, 其中对激光器的锁模研究发展到皮秒\飞秒量级, 最后做到 16 飞秒的激光脉冲以及用皮秒脉冲进行细胞激光外源 DNA 导入……等一批研究成果, 达到了国际先进水平。我们还在中山大学举办了中国第一届超短脉冲激光与超快光谱学会议, 全国重点高校及科研院所三百位研究人员和一些老的科学家都来了。

4. 用激光进行生命科学探索

中山大学光学学科的辉煌与高兆兰教授的学术眼光有密切关系。现在遗传物质 DNA 已经成为众所周知的了, 其实在文革前夕的 1965 年, 中大实验室就已选择 DNA 的双螺旋分子结构做研究对象了。我们用激光光谱学的办法去探索 DNA 双螺旋结构。

文革的突如其来, 打乱了一切。当时批判“反动学术权威”的大字报铺天盖地, 矛头直指我的导师高先生, 罪名是“科学研究反党反人民”。说我们“在一九六五年就去弄二十一世纪的科学, 浪费人民钱财”。研究被迫停止了。现在看, 我们确是失去了一个非常好的切入科学前沿研究的机遇。

虽然如此, 后来我们在激光与生命科学的交叉研究方面还是做了若干有意义的探索。

二十世纪 60 年代, 科学界对生物遗传机制的分子水平量级上的理解并不清楚。到了 70 年代, 我们与中大生物系合作, 用激光来研究物种的遗传突变。用各种波长的激光辐照水稻的种子、蚕卵、鱼类等动植物, 观测其导致的遗传变异。发现居然有单粒水稻种子长出两个剑叶来了, 也就是说产生了遗传突



1990 年获国家计划委员会、中国科学院、中国教育部联合颁发的金牛奖及先进科技工作者证书, 右四为余振新教授。

变, 这在植物教科书中是找不到的。华南农学院一位老师拿了一批蝴蝶为纯褐色的蚕蛾所产的卵, 经 4358A 激光辐照后, 下一代的蚕蛾翅膀上竟然出现花斑斑的一个个彩色的圈圈, 确实产生了巨大的变异了! 并且其后代的吐丝量也增加了 20%。

中国南海海洋研究所的一位研究生, 拿了一条水泡银鱼来, 用 6328A 波长激光照射它的眼睛, 发现后来金鱼繁殖出的下一代, 水泡眼变成一条肌线连着一个离体的眼球好似要从头部掉下来般, 从未见过这样的鱼类, 太可怕了。这让大家确信激光可以引起种子或生物的遗传突变。当时国家实施“以粮为纲”政策, 中国科学院决定向中山大学订制二十台紫外氮分子激光器, 从黑龙江到海南, 开始搞激光遗传诱变育种, 目的是要使农业增产。正因如此, 中大获赠成立“中华人民共和国激光遗传诱变育种中心”的牌子, 当时的《人民画报》还发了许多中大激光诱变遗传育种的照片, 全国一批又一批人来参观学习。

激光医学领域, 无论从临床应用规模和起步迟早而言, 中国堪称世界第一。而中山大学制作的激光器从 1972 年始, 就已提供给广州及佛山的医院, 用于治疗眼疾、皮肤、肿瘤、外科手术、针灸、美容等医学临床应用方面, 在全国也是最早, 影响较大的。

5. 我的导师高兆兰教授

高兆兰先生一生育人无数, 桃李遍天下, 英华皎皎。她八十周岁诞辰纪念的时候, 到场的学生里有两个省长, 一个是卢瑞华, 另外一个王屏山, 都是高先生一手带出来的。80 年代她的另外一个是美国当数学和理论物理教授的学生, 回国参观我们的实验室, 郑重对校党委副书记说: “回过头来看, 高先生对解放后新中国科学教育的贡献, 比拿个诺贝尔奖还重要。”确实, 受过高先生培养的学生中, 出了好几位中国科学院院士。虽然获得了一大堆荣誉: 全国人大代表、全国政协常委、全国三八红旗手等, 但她从不声张自傲。

在庆祝她从教六十年暨八十年寿诞那天, 真是热闹、隆重得空前绝后(历史系原主任语), 很感人。所有住在中山大学校园走得动的、走不动推着轮椅的系内外老师, 尤其老一辈教师和领导都去永芳堂参加庆祝大会, 能容纳两百人的课堂连窗户上都爬满了人。她的这种影响就真正是人格魅力所至, 不光是学术成就而已。

平常她总是处处为年轻人着想, 甘当人梯, 用她的话讲, 就是想“扶你到她的肩膀上去做工作”, 这种胸怀极其难能可贵, 我们晚辈, 后继者要好好地发扬高先生这种精神。

高先生不单是我的专业学术导师, 也是我的英语老师。

新中国初期, 我读书的中学是属于全省学俄语的重点中学, 我们的俄语水平当时可以经常跟苏联学生通信, 当苏联的福里斯院士(当时全国大学物理教材《普通物理》的作者)访问中大物理楼时, 我能直接与他用俄语对话。但 1960 年后中苏关系已逐渐变得紧张, 文革后中苏关系进一步破裂, 学校紧缩开支, 不订苏联杂志, 图书馆的俄语期刊几乎全部被取消了。怎么办? 只能学别的外语了。

当时中大图书馆馆长是留日回来的, 我们就跟着学日文。但发觉日文是片假名和汉字组成, 而日文科技名词许多都是外来语, 物理、化学等词全是英语发音, 这样一来还不如转头学英文。学英文在那时也有危险, 背地里会被人说有资本主义意识或有逃港倾向。有人好心提醒我, 但当时我什么也不顾了, 心想: 我们学物理也知道中子增殖率大于 1 时的质能关系 $E=MC^2$, 难道我就是想造原子弹杀人?! 无稽之谈随人说罢。要搞科技必须掌握外语。

当时高老师教我的办法也很有特色: 要求我把当日所做的实验用英语向她汇报。每天待中午 12 点大家离开实验室后, 我就留下来向她用英语总结巴地汇报。讲不好, 她就耐心纠正。两年多的时间里, 天天如此。慢慢地, 当外国贵宾来参观, 我就可以直接跟他们沟通了, 因为他们的随身翻译不大懂得像激光那样新颖的科技内容。

高兆兰和她的丈夫冯秉铨教授对国家的贡献都很大, 我和他们的私人感情一直都非常好, 就像一家人; 从工作关系来说, 我又是学校党委当时配置给高先生的学术助手。

第一次认识高先生是在 1956 年, 那时我刚入学不久, 系里请她在十友堂三楼阶梯教室为整个物理系做报告, 讲解有关杨振宁李政道刚获诺贝尔奖的 $\pi-0$ 介子弱宇称不守恒问题。

那天我很早就到了。看见一个穿着破棉袄、上了年纪的妇女, 估计该是服务员吧, 拿着一个暖水瓶放在讲台边, 然后走到教室最后一排坐下。等教室人满, 系主任就宣布请高兆兰教授做报告! 大家热烈鼓掌……噢怎么讲台没见人的? 那时, 才见她从后排站起来上台去了, 啊? 竟然是这个看上去有点年纪的“服务员”! 高先生就是那样艺高谦和、深藏不露。

在纪念高兆兰先生一百周年诞辰大会上, 老省长卢瑞华和我被安排发言, 我们都谈到高先生为人非常谦逊, 学养深邃, 精神遗产丰硕, 后辈一定要传承她的学术作风、人格魅力。

我总觉得自己做得很不够, 终我一生都不可能达到高先生的高度。当年在她的指导和影响下搞激光光谱学研究, 虽因时代及科技的发展, 我们在某些方面超越了她, 但这无疑

都是在她的教育、影响下取得的点滴进步。我们要做的最关键的是, 如何继承高先生的育人不倦、无私奉献的高尚精神, 把她的优良作风传下去。

6. 中大的光通信与激光显示技术

联合国自成立以来, 命名了两个与科技有关的年份, 一个是 2005 年的“世界物理年”, 德国称之为“爱因斯坦年”——纪念爱因斯坦的狭义相对论、质能关系等对人类社会文明进步所作的巨大贡献。这些理论都与光的特性密切相关。另一个是 2015 年, 联合国把它定为“光年”。这说明了光对地球、对生命、对人类认识宇宙的作用难以估量。

没有光, 就没有光合作用以及由此而来的动植物生长; 没有光, 人类不可能享受 DVD、大屏幕彩色电视、更不能享受现代化的通讯; 假如没有激光, 现在的手机就谈不上 3G、4G。过去的手机电路板只是几条简单的线路和一些小零件。现在的呢, 要有十多层薄薄的电路板用激光一层层雕刻出来, 非常复杂精细, 更不用说, 要是没有激光, 怎么可能有全球联通的光纤通信呢? 往更大处说, 将来的宇宙太空联络也要倚仗自由空间激光通信。很多天体运动的细节你没有光学拍照就无法研究, 所以人们常说没有天体光谱学, 天文学研究就相当于是盲了眼睛。

二十世纪 60 年代, 中大在光通信方面就已开展了一些研究。获得诺贝尔奖的高锟于 1965 年撰写论文提出“光通信是可能的”。只要有每公里衰减少于 20db 的光纤, 就可以用光来通信。十年后的 1975 年, 美国研制出第一条达标的纤维, 竟用了八千万美元才做成一公尺, 现在只需要一元人民币了。

其实, 中大 1960 年就已经开展光通信实验了。1960 年两岸关系紧张, 台湾叫嚣“反攻大陆”, 我们大陆于是开展民兵训练。中大物理系在“战地通信”中主要做了两件事: 一是制作了“56 步谈机”, 功能相当于现在的对讲机, 供民兵使用; 另一个是制作了“光通信机”, 我们在西大球场南北球门之间进行语音光通信。

用一个小灯泡作光源, 用红外滤光片挡住可见光, 就看不见光了, 只让红外线透出去, 用语音调制灯泡的电流和光亮度, 尽管调制度很低, 但成功地进行了光束语音通信。另外, 在足球场的四个角, 各竖起 45 度反射镜, 用内外层两束红外光, 将操场围住, 用光电倍增管监测光束是否先后被截断, 从而判断是否

有“敌人”偷袭足球场内的“指挥部”, 通过计数还可监测到有多少敌人进入或逃出警戒区——这就是我们中大最早搞的光通信和光警戒。

后来, 到 1972 年, 我们已研制出自己的气体激光器, 可以在十友堂与物理楼之间用激光来通信了。当时罗马尼亚总统令、瑞典国王来参观, 我们便为他们表演了激光通信。客人都感到非常惊讶。确实, 这在当时是个新鲜事物, 国际上仍未有光通信哩! 1975 年, 我们还缩小体积, 改变了调制方式, 做了一对氦氖激光电话机放到广州交易会演示光通信, 引来国内外大批人围观试用。现在回顾起来, 中山大学开展光通信研究比国际应用要早很多年, 因为我有无线电基础, 又有光学知识, 所以就融合在一块搞了。

那之后, 我又想到能不能用光束代替电子束, 像阴极射线示波器那样, 再用反射镜控制激光束的 X-Y 偏转, 显示出各式各样的图案? 于是就带着工农兵学员进行试验, 果然做出来了。效果很轰动, 激光向天空发射出去, 出现各式各样图案, 仿如满天星斗!

后来, 北京电子所研究人员来我们实验室参观, 把我们这套西搬回去做激光表演装置。国庆 30 周年时, 在天安门进行了激光表演, 光线交织, 天空五颜六色的, 观众十分震撼。电子所推荐的香港媒体《文汇报》、《大公报》等辗转找到我, 让我在实验室再次表演并解释给他们听。随后, 《文汇报》在报导国庆天安门上空艳丽奇观时请我题词, 我用毛主席诗词“红橙黄绿蓝靛紫, 谁持激光当空舞?”作为报纸的通栏标题。该报出版后还专程送了五份到大感谢我们的协助哩。

大概是八十年代中, 有一年校长对我说: “今年国庆与中秋只隔两天, 在校园放激光庆祝一下吧!” 我们就把激光楼所有红橙蓝绿的激光都射出去, 几乎整个广州夜空都能看见。当时校门前的晓港路上, 看热闹的人挤得水泄不通, 连车都开不动了。

后来我的一位同事, 用这套激光舞台背景的技术制成商品装置, 从番禺易发商场推广到全国去了。赚了不少钱, 现在物理楼旁边那个小楼就是他办工厂后赚回来的, 算是为物理系无私奉献了。我们还扶持了两个农民企业家, 一个创建了“珠江灯光”, 另外一个创建了“雅江光电子”, 现在都是广州有声有色的舞台灯光布景大企业了。我的助手们老是埋怨“余老师, 你真能熬得住穷啊! 老伙起别人, 干我们自己不弄啊。”在今天的商品经济社会里, 有时候我真觉得对不起这些老同事。

7. 成为人民币反伪钞先锋

我大概算得上是人民币反伪钞先锋了, 这事儿七年后大家才知道。

记得那是 1983 年夏天, 一次学校党委领导对我说: “人民币出现伪钞了, 人民银行请我们帮助辨伪, 学校想请您研究如何鉴别。这事只能让你一个人先搞, 不能找助手。”当时刚发行面额为 100 元的红色人民币不久, 我还没有见过。我的月工资才 80 来元, 但市面上竟然出现了一百元的纸钞伪币! 给我的样板伪币中还有面额为 50 元、20 元、10 元、5 元的, 令人惊呆了!

当时正值暑假, 我把自己关在十友堂的暗室里, 没有空调, 每天汗流浹背, 赤膊上阵。职业敏感使我首先想到用光学办法识别。在暗房里用紫外光线辐照, 观察到伪钞会发出强烈的蓝色荧光, 而真钞却没有。这符合斯塔克荧光位移定律。因真钞是用长纤维原料制造的纸张, 不准许经过任何漂白、增白等化学处理程序, 所以不会产生荧光。假币则相反。弄清原理就好办了, 就这样我制出了一台紫外荧光辨伪验钞机, 这大概是国内最早的一台人民币荧光验钞机吧。

辨伪成功后, 中国人民银行江门分行来了 4 个文革后第一批毕业的大学生, 找我承接这项成果。于是我把当初分辨假币的荧光仪无偿送给他们学习使用, 并教会他们制造机器。几年后市面才有了成批的紫外验钞机。没想到, 又过了几年, 工商银行金融机具研究所的工作人员来找我, 说: “余老师, 我们找得你好好啊! 几乎问遍了中大的专家及您的同事好友, 他们都不知道是您在搞反伪钞。”被识破了我吃了一惊。他们继续说: “现在人民币是采用磁性油墨印制来加强防伪了, 但道高一尺魔高一丈呀, 请您务必帮忙!” 我表示为难, 因为教学科研紧张, 实在没时间。结果工行来了七位领导劝说: “请您继续为国家出力, 帮我们研究磁性辨伪机!” 情恳意切, 我一咬牙答应下来了。

经过采用集成霍尔组件和微隙磁头的探索, 考虑到性价比和成本等因素, 最终选用了微隙磁头, 很快做出了磁性、荧光双辨伪的验钞机、点钞机和分拣机。工商银行金融机具研究所后来还送了一台点钞机、验钞机样本给我留作纪念。

由于承担了人民币的辨伪研究工作, 后来我查了很多文献, 软通货中常用的(例如美钞)技术途径大概有: 荧光辨伪、磁性辨伪、金属条辨伪、金属粉辨伪、稀土元素辨伪……其实假币自古以来就有, 当时的硬通货无论金、银、铜、铝, 都可以制假, 后来的软通货纸币, 尤其是美钞, 更是出现大量假币。

更想不到的是, 不知什么渠道让中山市科技局及经管局领导知道了, 到中大来反复邀请, 我实在推不掉, 就遵嘱给发展规划庞大的中山古镇金融机具企业开了十多个讲座, 培训那里的工程技术人员。

大量生产紫外验钞机之后, 发现灯管钨丝很容易被烧断, 银行里又来人求救。于是我另外设计了一个高频震荡电源, 使验钞机灯管断丝后仍可工作, 彻底解决了问题, 并教会他们如何修复。我的同事开玩笑说: “余老师啊, 我们才找到一发财的路, 你又给了别人!” 我说“我们在学校工作, 不要老想着发财呀!”

还有市场上热销的“魔球”, 一个大的玻璃球, 一摸就有电放出来。那也是我们实验室很早就弄出来的。但搞出来之后就教一个校外的制玻璃的师傅, 一年多后, 他卖魔球赚到几辆汽车并在深圳开了个分厂。同事知道后更生气了: “余老师, 我真想踢你一脚啊! 连这东西也教了他们!” 其实我们搞科学研

的人, 都没有太多心思去赚钱的。

现在回想起来, 国家培养我们学懂了一些科学技术, 我们用光学、电子技术帮助社会上有需要的企业解决工业生产上的一些问题, 是很有意义的, 也是我们回馈社会、为人民服务的一种方式。

8. 对本科生、研究生的培养

重视教学除充实本门知识、认真备课之外, 还必须关注课堂效果。这是我教学生涯中的深刻体会。

2005 年, 经过再三申请, 学校终于批准我退休了。当时理工学院的负责人笑着对我说: “在退休前, 您一定要用物理观点为研究生开出‘光纤通信’课程, 我才给您退休。”我说: “党委已经批下来啦, 我已经推迟八年退休了!” 当然我还是答应了。花了一个暑假写了一百多页讲义, 并自制了课堂演示装置, 这些装置在市场上是买不到的。有一次刚上完课, 年轻的进修老师悄悄问研究生, “为什么余老师一讲课, 你们就都到场不偷懒了呢?” 学生说: “余老师的讲义写得细致全面, 但他课堂上讲述的内容信息量更大, 既有理论又夹杂着丰富的实践体会。”

为了把光通信演示得形象、生动、易懂, 我在教室的一端射出一束红色激光到另一端, 说现在就把大家手提电脑上写的语句从那头通过激光束传过来, 直观地演示光通信。当学生从那头写“庆祝杨利伟飞天成功”这边的同学即时就念了出来, “啊, 对了!” 大家兴奋地嚷起来, 都很惊讶。跟着, 我在这头架起一个相机, 拍了前排的几个博士生, 他们在那头就立刻看到谁谁谁三人坐在那里听课啊。文字、图像就这样现场进行激光传输, 学生就觉得很生动很奇特, 学习兴趣大增。

课堂上, 不单要求讲述的内容严谨正确, 还应尽量联系实际, 从多方面让学生加深理解, 树立理论紧密联系实际学风, 为未来的研究工作奠定基础。例如, 当我们界定“信息”跟“消息”的差别时问, 什么叫“消息”呢, 比如每天的报纸报纸登载: “今天天气很好, 有太阳, 气温 28 度”这种日常报道; 另外, 一段信息量极少的诗, “啊大海, 你尽是水。啊森林, 你全是木。啊蓝天, 衬托着朵朵白云……”, 这是没有多少信息的一个自然描述; 但是一些出现概率很小的事件就是有价值的消息, 它的“信息量”就大。

我请同学们举例表述自己到刚才推导出的“信息量”的定量公式的理解和活用。一个同学举例说: 我写信告诉老爸今天几点起床、几点跑步、吃完早餐去上课, 身体很好, 不用挂念……虽然信很长但信息量小! 跟着有个女生站起来说: “最近, 82 岁的杨振宁与 28 岁的翁帆结婚, 这个算不算消息虽短但信息量很大?” 全场都笑了。我说对呀! 这就是大概率事件。这样一来, 课堂气氛就活跃起来了。信息论重要概念的理解马上跟现实紧密联系, 教学效果也就很好。

退休后, 学院请我去“逸仙班”讲课, 当时我已经 17 年没给本科生上过课了, 长期习惯于对硕士博士研究生讲的专修课或者做文献综述讲座, 如何转过来适应本科生的基础课呢? 不得不认真思考和准备。要在很短的时间里讲清楚“狭义相对论”、讲明白 $E=MC^2$ 的质能关系, 一定要列举很多既实用又有趣的应用例子。想不到很受欢迎。几乎在讲完每堂课后, 学生们都站起来鼓掌, 说“听您的课, 好像听故事一样, 不知不觉就把公式推完, 还知道这些理论怎么用, 记忆很深”。

作为教师的另外一个责任就是要坚决守住授业底线和过关门槛, 实事求是, 不能放水。

我的十个博士生无一例外都是在境外的国际会议宣读完论文后回来, 才举行答辩拿到博士学位。当时研究生院的一位处长对我说: 这在中大也是很少有的。

但是我也有两个硕士是不允许答辩、毕不了业的。其中一位是因为论文数据不是他自己测量获得的, 提几个问题就可判定, 最后他承认了。我说你不能举行论文答辩, 但我可以介绍你去顺德工作。结果一去工资比我还高。后来他相继去了深圳、新加坡。从新加坡回来后, 他认识错误, 坚持要再读我的硕士生。见我推辞, 他说: “余老师, 我在你的脚下摔倒, 我就要在你的脚下站起来!” 嘿! 我说你很有志气啊。还有一个本来是名校毕业的女学生, 获得好几位老师的推荐来到我这里读硕士, 最后却因为谈恋爱, 一心想跟着男友出国, 不上课去整容, 成绩急剧下降, 严重影响学业被我劝令退学。

当时许多师生的观念是, 觉得研究生毕不了业, 老师要负责任, 面子上也过不去。但我觉得任何学习都得靠学生本人, 导师只是引导、指引方向, 在你困难的时候扶一把, 指出哪里是薄弱环节, 需要努力填补, 而不是一定保证你顺利毕业。你念不好书是自己的事。作为教师的另外一个责任就是要坚决守住底线和门槛, 实事求是, 不能放水。

我的一个博士生留校工作, 后来也成为博导, 他执教很严, 学生“求情”未果, 最后请我出面去疏通。他说: “余老师, 您也被请来‘通融’、‘善待学生’了? 我们当年是怎么读出来的您最清楚了。我们激光楼‘四条汉子’(同期的我的四个博士生), 两个去了美国, 一个去了华师, 还有我, 四人年年发表论文, 研究都有进展, 就是因为当年您对我们要求严格嘛! 所以现在我也绝对不搞放水!” 我觉得, 在学术研究和科学教育面前, 就是要这样执着和“铁面无私”!

我很关注研究生的身体素质, 鼓励他们坚持体育锻炼。每到下午 5 点半, 一定会赶他们离开实验室, 到运动场上去, 并常说: “全身心投入玩体育, 要玩到爸爸的名字都记不起来才行!” 注重锻炼, 提升体质, 你才有过人的精力去完成工作, 才能做到“念书, 做实验, 通宵达旦, 眼睛都不会发红”。

我在中大工作的几十年里, 退休前通常每天睡眠都不超过六小时, 晚上二点左右才睡, 第二天六点钟准时起床, 不是跑步、体操, 就是游泳, 中午一定要睡 45 分钟, 长期如此。退休后还经常打网球。老同事惊奇地说: 几十年了, 你从未生过什么病哎! (编者: 眼前的余教授 77 岁了, 依然神采奕奕, 精力充沛, 思维敏捷清晰, 不亚于青年人)(待续)