

组建擅长产出系统性大成果的“高端教研”+“高端工程”团队。

“创新靠单打独斗是不行的，一个大的工程、研究都需要有一个团队，需要每一个人都有团队精神。”在计算机体系结构发展黄金十年，成立强有力的科研实体，团结一批志同道合的研究人员，联合国内相关领域的龙头企业与研究部门，通过重大应用牵引协同创新，合作构建我国自主可控的计算系统生态环境。我比较有信心，几年以后我们会更好。

为祖国健康工作 50 年

在清华读书时，蒋南翔校长提出的口号“为祖国健康工作五十年”响彻校园的各个角落，至今仍是清华人对国家的承

诺。我始终记得这个承诺，1970年开始工作到现在五十多年了，我很骄傲地说：已经践行了为祖国健康工作50年的目标。2014年我退休了，但是我还是每天来实验室，特别是最近几年，早晨是第一个到实验室的人，很多个周末也在实验室度过，退休后仍然铆足干劲，为祖国的计算机事业奋力工作。年轻教师翟季东看我退休后工作还这么拼，直言道：“老师比我们还拼，做学生的哪敢不努力！”我现在身体还可以，争取再干几年。

我1965年进清华大学读书，1970年毕业留校，2014年退休，身份从学生、“新工人”、教授到院士。感谢清华大学，感谢老师，感谢我的大学同班同学，感谢我的同事和学生。
2021年8月

我走过的精密光学仪器研发之路

○李剑白（1961届机械）

1956年我考入清华机械系金属学及热处理专业，金11班，通常称“金相专业”。1959年大三时，系里新成立精密仪器专业，全系抽调了45名学生到新的专业，称“仪1班”，我名列其中。这样就确定了我一生从事光学精密仪器研究的人生历程。

毕业60周年时的2021年，迎来清华110周年校庆，我们仪1班老同学重回清华园，在精仪系大楼前留下了一张珍贵的合影。

从传统的精密光学仪器起步

清华的精密光学仪器专业是建立在原有的精密计量及仪器教研室和实验室的基础上的。新的精密光学仪器专业教师主要

也是来自精密计量教研室，即机械系开设“公差与计量”课程的老师们。原“公差与计量”教研室梁晋文教授是全国“公差



二二
年校庆返校在同方部留影
李剑白（左）、赵安庆学夫妇二〇

与计量”课程的权威、中国计量学会的副理事长，也是我们“精密光学仪器”专业成立时的领衔专家。我在清华最后一年做的毕业设计“激光干涉光电比长仪”课题指导教师正是梁晋文教授。原“公差与计量”教研室金国藩、李达成、王民强、花国樑老师等后来也都改行成为了“精密光学仪器”专业的骨干教师。

当时“公差与计量”实验室是清华少有的几个高级实验室之一，几乎清一色的德国蔡司进口的高级精密计量仪器，代表了当时传统的精密光学仪器世界一流水平。例如：蔡司万能工具显微镜，测试精度1微米；蔡司的表面光洁度干涉测量仪，都是亚波长级的。这些仪器后来都成为了我们第一届精密光学仪器专业学生实验和实习的工具。由于我们是首届正规的精密光学仪器专业学生，这个实验室就像我们的家一样，可以随意出入，随意研究，为我们的学习和以后工作打下了坚实的专业基础。

精密光学仪器光电化技术研发

在传统精密光学计量仪器的基础上，我们班从大四开始就分别参加了教研室的科研项目。当时教研室的科研秘书是吴震六老师，他是从捷克留学回国的，学习精密钟表制造专业，后来他被调去筹办北京手表厂，任总工程师。

我们参加教研室的精密光学仪器科研项目，很明显已经不是传统的精密光学仪器，而是研发新型的光电精密光学仪器，已经开始光电化了。我参加的第一个项目是“光电显微镜”研发。传统的精密光学仪器，包括蔡司的万能工具显微镜，瞄准读数都是用十字线或双夹

线对准读数，不仅有目视误差、精度差，而且不可能实现自动化，不能自动瞄准。我们研发的光电显微镜是用交流电磁线圈将瞄准光束变成100周波的振动光电信号，通过微分电路求出瞄准点位，提高瞄准精度达一个数量级，而且可实现自动化，在很多高精度精密测量中有广泛应用。

后来由于工作需要，又把我调到“UR-10红外分光光度仪”（简称UR-10）项目研发组，负责光学系统设计及仪器各分部协调抓总。UR-10是一台民主德国进口的现代化红外分光光度仪，红外波长最长达25微米。清华当时没有，北大也只在化学系有一台样机。为此，我们曾去北大化学系参观多次。当时“大跃进”的遗风还很流行，我们大四一个班只有少数几位老师指导，竟然包揽了从红外光源、氯化钠、溴化钾、碘化钾等四个红外分光棱镜单晶研发，光电接收器包括昂贵的铂铱红外热电偶研发等整套技术与仪器。其中我参加的光学系统设计，指导教师是物理教研室青年教师廖延彪。后来我才知道廖老师是江西南昌人，他的亲哥哥廖延雄



1962年五一劳动节，李剑白（左）与同学合影

是留美、留德双博士，是我后来供职的江西省科学院院长。但当时大家胆子也真大，敢想敢干。大四学生正在学习光学仪器专业课，要完成如此高难度的科研项目的确是勉为其难。但贾宝旺负责的单晶攻关组居然还研发出来了拉单晶的区熔炉，还生长出来小小的氯化钠单晶体。随着全国进入三年经济困难调整期，我们这个宏大的UR-10研发攻关组也自动地被调整结束，全班又转入专业课学习和最后紧张的毕业设计当中。这时，科研秘书吴震六老师也调到北京手表厂当总工去了。

梁晋文教授指导我做的毕业设计提出了一个“激光干涉光电比长仪”设计方案，虽然没有做成真正的仪器，但也是当时激光干涉技术、光电化等高科技的真实应用，是当时精密光学仪器光电化迈出的坚实一步。真正研发出新一代国产光电化精密光学仪器还是我分配到中科院长春光学精密机械研究所之后的事。

1962年清华六年学习生活结束，我与同班的赵安庆双双分配到中科院长春光机

所，我从事光学系统成像质量评价与检验研究工作。在光机所，我从事的第一项科研工作是研发国内第一台光学传递函数（OTF）测试仪。光学传递函数（OTF）是把光学系统视为信息通道，通过成像后不同的空间频率信息的变化来评价系统成像质量的好坏。这是一种新型像质评价方法。这种仪器是一种新型精密光学仪器，在当时的国情和条件下，我们研发人员没有一个人出国去学习和观摩过国外同类仪器运行情况，只能利用长春光机所已有的万能光学测试台，按照梁晋文教授再三叮嘱的测量阿贝原理，将三米平行光管布置成符合阿贝原理的测量系统。由张流祥同志手绘一块正弦板，然后照相翻拍成正弦扫描板。测试结果获得极大成功：对无象差小孔经系统测试的光学传递函数完全符合理论计算曲线。当论文准备发表时，时为王大珩先生研究生的蒋筑英将起草的初稿给我征求意见，我便将由我打头的四名研发人员名单顺序颠倒了一下，将蒋筑英的名字排在第一，而把自己调到最后，这

就是我们以后发表论文一直沿用的排名顺序。国内首台OTF测试仪研发成功，引来了南开大学母国光院士、上海光学仪器研究所庄松林院士等纷纷来到长春参观。日本北海道大学春田和美教授参观后，对我们独立地研究成功OTF测试仪表示惊讶与赞许。

除了OTF测试仪外，我们还研发了光学系统杂光透过率测试仪等光电化精密光学仪器，为全国光学测试基地建设增加了许多现代化光学精密测



1962年毕业时全班合影，第三排左3为作者李剑白

试设备。那时，在王大珩、潘君骅两位先生的直接领导下，我担任光机所光学检测组副组长，主持了上述研发项目。

在20世纪70年代后期，“文革”已接近尾声，光机所各项科研项目也相继上马。那时我参加了“六十进制光电园分度检验仪”“齿轮传动链精度光电自动检测仪”两个光电化自动检测仪器的光学系统设计，运用指示光栅摩尔条纹读数及对边成像消除轴系晃动误差等先进技术，获得提高光电读数精度和自动化采样等创新成果，项目分别获得中科院科技成果一等奖，北京市、吉林省科技成果二等奖等多种奖项。

参加“二氧化碳激光手术刀及其临床应用”项目光学系统设计，采用了离轴抛物面反射物镜聚焦大功率激光，解决了吸热过多无法手术的难题，项目获得了吉林省科技成果二等奖等奖项。“文革”后我参加的光电化精密光学仪器研发迎来了一个崭新的收获期。

精密光学仪器进入数字化、信息化

时间进入改革开放的80年代中后期，计算机技术发展推动了各种仪器和机器进入数字化、信息化发展阶段。精密光学仪器光电化得到的是模拟信号，模拟信号经过模数转换变成数字信号，进入计算机才开始精密光学仪器数字化信息化升级。我主持和参加的精密光学仪器研发正是在这时步入计算机控制和数字化信息化处理新阶段。

20世纪80年代，我和妻子赵安庆转入江西省科学院继续从事精密光学仪器研发。这时我们抓住了计算机控制数字化、信息化潮流，随着286、386、486、586一

代一代计算机升级，Basic语言、C语言、C++语言一代一代软件升级，我们研发成功的GK-01、GK-02、GK-03系列电脑测色配色仪，在改革开放的新时代又站上了数字化、信息化精密光学仪器的新高度。这时发生了一件很有意思的事情，真是应了那句老话：“酒香不怕巷子深”。

上海大众毛纺厂是位于上海浦东龙东路上的一家大型企业，该厂厂长根据外商客户要求，要定购一台进口的染色用电脑测色配色仪。那一年是1991年，他已经上了去往深圳的火车，偶然听说江西有国产的电脑测色配色仪，性能很好，价格比进口的仪器便宜许多，他立马从深圳火车站还没出站就折返到南昌，找到我们江西省科学院。参观仪器演示后，一听全套设备只要人民币六万元，与性能一样的进口仪器七万美金一台相比，性价比相差悬殊。厂长当即拍板订购了我们研发的GK-02型电脑测色配色仪。

故事还没有完。我们将仪器送到上海浦东，在一片稻田中找到这个外商云集的上海大众毛纺厂，开始调试仪器、打样、建染料数据库，建色校样数据库，培训操作人员，做投产前的准备工作。到下班时，发现住宿成了大问题。企业周围没有



1993年10月，李剑白（右）与王大珩先生合影

宾馆，我们不得不选择乘公交去宋氏三姐妹的老家——川沙县城住宿。根据我以往出差的经验，县委招待所应该是当地最好的宾馆。我们找到了川沙县委招待所，进去一看，环境不错，众多白玉兰花盛开。但到就寝时，发现床上被子大概有十年没有洗换了，一层黑色油垢令人不适。我们两个人只好不脱外衣，和衣盖被取暖。这样挺了两天，实在受不了，厂长为我们在厂里找了一间房，虽然条件简陋，但被子都是新换的。就这样完成了安装调试、培训和生产前准备工作，成功地使用我们的仪器在生产线上发挥计算机控制、大数据存储、电脑配色优势，推动该企业染色生产线技术上上了一个新台阶。

向网络化智能化远程检测升级

进入21世纪，我和赵安庆两人年纪都大了，在原单位江西省科学院退休了，但我们的研究工作都没有停下来。当时我们返聘到江西清华校友创办的泰豪科技股份有限公司，组建了一个光电研究所，我兼任该所所长。世纪之交，除了研发销售泰豪超高倍光电显微镜之外，我个人主要工作是协助公司总部写材料、搞论证、准备答辩，迎接证监会对上市企业审查和高新技术企业的“三高认证”。泰豪公司在2002年通过上市，进入正常的企业运作。但2003年初全国突发SARS冠状病毒流行，为了解决大量医护人员及高级专家被感染和繁重的隔离困难，我们在原有的电脑控制超高倍光电显微镜的基础上，研制成功智能化多终端光电荧光显微工作站，并在江西省一附院和解放军军事医学科学院病毒所试用成功。除了光电化、数字化、电脑控制外，新研发的仪器突出的特



2003年，李剑白在深圳高交会展台

点是网络化、多终端、远距离医学观察和诊断，解决了医护人员和高级专家不进隔离区、防止医护人员感染的难题。这就将精密光学仪器又提高到了网络化智能化远程检测的新高度。

我们研发的创新仪器得到胡锦涛总书记的视察和高度赞许，他特别对在解放军军事医学科学院病毒所防治SARS冠状病毒方面的多终端、远程观察诊疗特殊功用予以表扬。

2003年10月深圳高交会上，吴仪副总理穿过多个展台直奔江西省展台，参观了我们的创新成果。在拥挤的参展人群中，她详细听取了我的汇报，给予了高度评价，最后还要了一整套研发资料。江西省代表团团长胡振鹏副省长当即指示科技厅领导撰写报道，在次日《江西日报》头版头条予以报道。

60多年来，我们研发的精密光学仪器技术上不断创新，一步一个脚印。当今数字化技术不断发展，5G网络、大数据、物联网、云计算等高新技术不断提升，精密光学仪器研发又将要登上这些新技术的快车，那将是我们这个专业后来人面临的新的努力方向。