

## 金国藩院士

### 访谈录

#### 人物小传



金国藩，男，1929年生于沈阳。光学仪器与光学信息处理专家，中国工程院院士，清华大学精密仪器系教授。1950年毕业于北京大学机械系，后留校任教，1952年院系调整后到清华大学工作至今，1994年当选中国工程院首届院士。曾任国家教育部科技委常务副主任，国家自然科学基金委员会副主任、国际光学委员会(ICO)副主席、中国仪器仪表学会副理事长、亚太地区仪器与控制学会主席、中国工程院电子仪器学部副主任、清华大学机械工程学院院长等。

我国光学信息处理的奠基人之一，长期从事光学信息处理及应用光学技术研究，在国内较早地开展了计算全息、光计算、二元光学(衍射光学)及体全息存储等课题研究，著有《二元光学》、《计算机制全息图》等专著。主持研制了我国第一台三坐标光栅测量机。获全国科技大会奖、国家科技进步奖、光华工程科技奖、国家教委科技进步奖、教育部技术发明奖、北京市科技进步奖、清华大学突出贡献奖等系列奖项。

## 一 动荡年代的成长、求学记忆

### 1 殖民统治下的成长经历

我祖籍浙江绍兴,1929年出生于沈阳。1931年九一八事变后,我随父亲来到北京,从此就一直生活在这里。1937年日本发动全面侵华战争后,我的家庭就开始过着被殖民统治下的艰难生活。

我的小学和初中是在北京一所教会学校——育英中小学念的,后因家境关系及日本发动太平洋战争,我就转入离家很近的河北省立北京高中就读。这所学校是市属学校,强迫学生学习日语。我因在教会学校没学过日语,几乎次次受到日本教官的鞭打,生活在日本铁蹄统治下,少年的我已经深深尝到了亡国奴的辛苦。

### 2 最好的教育——父亲的言传身教

我的父亲金涛先生是庚子赔款第一期赴美的留学生,就读于美国康奈尔大学,学习土木工程。1913年回国,曾在北京大学、北宁铁路、平绥铁路工作,1929年他正在北宁铁路沈阳工务段工作。九一八事变后,父亲被调回北京,我也就被带到北京。后来父亲转至平绥铁路任工务处处长,一直工作在平绥铁路。1946年,正值日本侵华战争以失败告终,国民党接收大员盛气凌人,父亲不愿寄人篱下,气愤之下便离开了他曾效力三十余年的铁路事业,转入北京大学工学院任教。一个从事工程建设几十年的人,转而从事教学科研,其难度可想而知,但他对钢结构解法的科研情有独钟,先后著有《钢构解法》及《超定钢构解法》两本专著。1954年院系调整后,父亲调入清华大学土木系任教授,后又特聘为清华大学图书馆馆长。

我的父亲是一位学识渊博,为人正直,严于律己,乐于助人的学者,我受他的影响很深,他深谙孔孟之道又兼容西方文明。父亲常教导我们“己所不欲,勿施于人”,“宁人负我,我勿负人”。对于我们的学习,父亲的要求也非常严格,父亲会亲自教习我们英语,并请家教教习古文,成绩不好的我有时难免要受些皮肉之苦,但受益也是一生无穷的。

### 3 聪敏但无心向学的少年

我自幼就对机械、电器非常喜好,经常将家里的自行车拆了又装,装了又拆,又自行装制矿石收音机、收发报系统、是个爱动手的孩子。但在高中二年级以前我学习并不刻苦,更喜欢打打垒球,玩玩小机械、小电气……日复一日,年复一年就这样马马虎虎地到了高中。高中二年级时,哥哥考大学受到点挫折,这对我似乎也是一记警钟,我开始意识到我应该努力学习了。

基于父亲为我们打下的坚实基础,高中毕业后,我顺利考入了北洋大学机械系。

### 4 名师荟萃的大学课堂

1947年北洋大学北平部被北京大学工学院兼并,我志愿转入北京大学工学院学习。当时北大工学院的院长是马大猷教授,著名的声学专家。他原是西南联大的教授,后在清华大学任教。当时教授们的生活都很清苦,所以愿到其他院校兼课,而马大猷先生又与清华教授们都很熟,因此为我们邀请了一些名教授,如屠守鄂、王遵明、董树平、夏震寰、唐统一、李丕济、宁幌等教授授课,再加上我系又聘请了德国威廉(William)教授讲授机器零件,德国贝斯特(Beister)教授讲授机车设计,我系系主任李西山教授讲授机械设计,因此我们的教授都是一流的。所谓“名师出高徒”,我想我是幸运的。

## 5 波澜动荡中完成大学学业

我读大学的这几年是处于动荡的年代。我进入北洋大学正赶上国民党CC派与胡适为争得端王府校园而斗争,为此曾停课一个多月;二年级以后正是解放前夕,国共内战风起云涌,大学里也是不平静的,亲共与反共学生也是斗争激烈,沈崇事件大游行、反饥饿反内战大游行,一些同学因上了黑名单而走出解放区。国民党政府贪污腐化,通货膨胀,年轻人感到毫无前途,加之一些进步同学对我们的影响使我们思想发生了变化,我个人就受到我班的地下党员李佐庭的影响参加了一些进步学生活动,如为“六·二图书室”服务,参加北京迎接解放军活动。解放军进城后我积极要求进步,在党团的教育下,我于1949年就参加了新民主主义青年团。

我在大学学习期间,一方面对专业很有兴趣,一方面勤奋刻苦,后成为班上最好的学生之一。1950年毕业就被系里留下任助教,先后辅导过“汽车学”、“工程制图”。

## 二 科研与教学生涯

### 1 任教清华——传道授业解惑

1952年全国院系调整,北京大学工学院和燕京大学工学院全部被调整至清华大学,我们就转至清华大学机械系工作。而随着教育全面学习苏联的浪潮,全体教师学习速成俄语,大量采用苏联教材。国家开始大规模建设,急需工程建设人才,不少三年级的学生提前毕业投身到建设事业中。学校开始大量招收学生,对基础课老师的需求也大大增加,我作为年轻教师就被分配去教画法几何与工程制图。工程制图是全校的基础课,课程讲授为大班,每班180人,因此现在的一些著名学者如张孝文、王大中、周炳琨等都曾是我的学生。

我到清华后教了两年工程制图,这时入学两年的学生需要学习技术基础课了,因此技术基础课的教师又紧缺,我就被调到机械制造教研组。一门“金属切削原理”没有人教,领导将我送到哈尔滨工业大学去进修,我只在哈工大待了半年就回来开设了这门课。那时我国的教育已进入全面学苏阶段,学校也引进了不少苏联专家,我系也引进讲授“机械制造工艺学”的苏联专家节门杰夫教授和讲授“机床设计”的彼得鲁哈教授。我在这段时间被任命为金属切削实验室副主任,我尽全力开设金属切削原理的实验,开设切削力、切削热、刀具磨损等实验,还做出我国第一台三向切削力测试仪。

1956年正是向科学进军的时代,我在党的教育下志愿投身到党的事业中,于1956年12月加入了中国共产党。随后我国先后经过“大跃进”“文化大革命”,我也多次受到批判,也接受过劳动改造、工人阶级再教育。四人帮倒台后,学校恢复了教研组,我担任教研组长。我和其他教师们都希望把丢失的岁月补回来,因此除努力做好“三坐标光栅测量机”的科研工作,同时也如饥似渴地学习一些新的知识,如请物理系夏学江教授讲授“傅立叶光学”。

后来我又调至陀螺与导航教研组,主讲“航空仪表与传感器”;到了光学仪器教研组,曾主讲过“物理光学”,为研究生开设过“光学信息处理”“傅立叶光学”及“科技英语”等课程。

### 2 访学德国——探究“计算全息”领域

1978年我国第一次与德国科学交换中心进行高访和交换学者,首批机会给了清华大学,学校批准汪家鼎、杨津基、冯俊凯、潘际桢、史斌星和我作为我国第一批交换学者赴德国。这也是我人生第一次到外国,看到每家都有电灯、电话、小洋房、绿草地,真是豁然开朗,也看到我国和发达国家的差距。

在德国我选择去了爱尔兰根-纽伦堡大学。此前我已开始做计算全息工作,而爱尔兰根大学阿道夫·罗曼教授是计算全息的发明人。我在德国期间开始学习“光学信息处理”与“计算全息”,掌握了计算全息的基本原理和编制程序,在爱尔兰根大学工作了近半年,收获很大。最后我被介绍到德国蔡司光学仪器厂参观计算全息检测 2 米的非球面镜。加工设备有四层楼高,看完加工与检测,我想要看他们的计算全息图时却被拒绝,这使我认识到国外的关键技术是学不到的,因此暗下决心回国后一定要自己做。

弱国的公民常常受到歧视,不被尊重。记得有一次我们全所在罗曼教授的带领下参观慕尼黑西门子光学研究所。到了地方,该所称不欢迎中国人和日本人参观而将我拒之门外,罗曼教授说“他是我的朋友”,但仍不允许我进入。说来也很巧,没过多少日子,正值爱尔兰根大学 300 周年纪念,我正好遇到西门子的董事会成员卡迪阁博士。他一见有来自中国大陆的客人,主动套近乎和我说“我们西门子公司自清朝就和你们有商业来往,现在我们也正为你们武钢提供成套的轧钢机,我们与中国有良好的关系”。我则对他说“前些日子我们全所参观你们在慕尼黑的研究所,非常遗憾由于我是中国人,就被拒之门外”。这使他非常尴尬,对他夫人说“怎么会有这种事”。后他打电话给我所罗曼所长,并邀请我们到慕尼黑西门子总部,又表示要邀请我去参观他们的光学所。不久他派一辆高级奔驰车及一位工程师送我到慕尼黑光学所参观,有意思的是门口还写了横幅“热烈欢迎金教授来参观”,而且让那位原来拒绝我的副所长接待。

我是大陆第一位去爱尔兰根市的学者,因此市长还特意接待了我。在爱尔兰根期间也发生了一些不愉快的事。一次,爱尔兰根市日报的记者要来访,我对记者访问有些畏惧,但罗曼教授说报社对中国态度是好的,我才同意,但请他们先给我一个访问提纲。记者来了后,因他不会英语,而我德语也不行,于是请了我的朋友作为翻译。一上来他就问我“你为什么选择德国爱尔兰根来访问?”我说“因为爱尔兰根有罗曼教授,他是计算全息的发明人”。接着又问“你是否认为西方要比你们的国家更好?”我说“西方的科学技术的确比我们先进,但就社会而言很难说。譬如前几天我就和这位朋友到市里逛逛,在街上就看到了乞丐,而在我们国家没有(当时真没有)”。接着问我在德国待多久,我说“三个月”。访问后我要求他写好登报前一定要先把稿件给我看一看,他答应了。但这个访问一直未见报,直到三个月后按原定计划我应该已经离开德国的时候,报纸上突然登出“中国大陆清华大学教授说西方比中国好”,而且写了我的名字,我看了极为惊讶。他以为我已经回国了才刊出,其实我又延期了。为此我给报社写了一封信,要求他纠正错误。我说我的朋友在场翻译,可以作证。报社先送我一本画册,但我说不行,为了政治需要编造新闻,一定要道歉,来回折腾一阵,最后他才同意将我的信全文刊登。

### 3 开辟国内“光学信息处理”学科

回国后,我校邀请了罗曼教授和维格特博士来华讲学。这是我国第一次讲授“光学信息处理”一课,全国三百多位教授与科技工作者参加。当时大家的英语都不太好,因此由我和戚康男两人做翻译,从此我国“光学信息处理”的教学和相关研究工作开始起步。

此时我仍继续做“计算全息”研究,并指导一名硕士研究生的论文工作。他为 218 厂做了一台利用计算全息检测光学透镜的仪器,并与上海光学仪器厂一起研制了“利用计算全息制作凹面光栅的方法”,该项目获得“国家科技进步三等奖”。他和我一起写的《计算机制全息图》是国内第一本此类专业书籍。

国家 863 计划启动后,在信息领域设置了“光计算”项目。由于我是第一个到国外学习过此内容的,因此率先获得了此项目。对“光计算”,我认为光的特点是并行性高、速度快、不受外界电磁场影响。但目前空间光调制器转换速度还不够快,再加之计算后的精度不够高,因此在灵活性、精度上仍不能和数

字计算机比拟。但是我总感到,将光学处理与数字计算相结合是一个很有前景的方法。为此我们做了景像匹配器,就是先由光学相关做粗匹配,后用计算机去做精匹配,得到很好的结果。

#### 4 进入“二元光学”新领域

在做光计算项目中,需要发挥光的并行性。这时我发现一种叫“二元光学”的达曼光栅很有用,深入学习后感到“二元光学”完全建立在衍射光学的基础上,并可用微电子加工工艺来制作微光学元件,的确是一门新的领域。因此就领导我们的科研小组对二元光学进行研究。我们也邀请率先提出“二元光学”的麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology)教授威尔德坎普(Veldkamp)教授来华讲学。我们研制出光束分束器——达曼光栅,做出 $5\times 5$ 、 $25\times 25$ 寸分束器、微光学透镜阵列、光束整形器、滤波器元件,获得国家科技进步三等奖,并写出全国第一本《二元光学》专著。

### 三 社会兼职

#### 1 国家自然科学基金委员会——开创与国外大企业合作先河

1993年至1995年,我被任命为国家自然科学基金委员会副主任,分管材料与工程科学部、财务、重点实验室和成果转化等工作。在组织国家重点实验室评估检测时,遇到美国著名的三大汽车公司之一福特公司的Danis Schutzle博士。我和他谈起我们基金委员会也支持技术基础研究。而福特一直想调动中国科研人员为公司的研究作出贡献,特别是具有应用前景的研究。经Schutzle博士联系,福特研究院非常支持,于是在1993年10月28日基金委与福特汽车公司签订了“福特——中国研究发展基金”协议,从而开创了我国国家自然科学基金与国外大企业合作的先河。我主持了这个项目并担任管委会主任,规划了实施管理和制度。此基金从模式上与自然科学基金截然不同,重点是支持技术基础和应用研究。在合作方式上发挥双方各自的优势,福特投入现金,中方则投入人力资源和相关支撑条件。在管理模式上考虑中国的实际情况,调动各方面的积极性,吸收了科技部、中国科学院和机械联合会等有关部门参加管理委员会。在项目组织实施上,按照双方确定的资助领域和项目指南,由中方受理中国科技人员申请,按基金委程序进行初评,遴选的项目再由中美专家进行复评。该基金的宗旨是支持中国的大学和科研机构从事与汽车工业有关并且双方共同感兴趣的研究项目。福特公司先后投入170万美元,在代用燃料与混合动力系统、计算机辅助设计、汽车制造与新材料、汽车排放系统控制与环境保护、车辆动力学的测量与模拟、汽车电子系统等方面,先后资助了40个项目,资助强度高于当时的面上项目。基金项目由中美双方专家进行评审,从而提高了学术质量。受资助项目每年要进行进展情况交流,促进不同领域研究人员创新思想的交互碰撞。此项基金的实施,取得令人瞩目的成绩,为我国汽车工业的发展与人才培养发挥了显著作用。如中国科学院物理所陈立泉的“电动汽车用锂离子电池研究”不仅在我国汽车电池工业中起到带头作用,而且其本人后来也当选为中国工程院院士。清华大学郝吉明教授承担的“典型城市消灭汽车污染物排放量的对策研究”为北京市环境治理提出了宝贵的建议,他本人后来也当选为中国工程院院士。

#### 2 中国工程院——推进科学普及与学术交流

1994年中国工程院成立,我被选为工程院首届院士。朱光亚被选为工程院院长,师昌绪作为副院长之一,主管出版工作。由于我们曾在国家自然科学基金会一起工作过,他要我做工程院出版委员会副主任,负责编辑出版《中国科技前沿》系列丛书。该书每年出版一册,主要反映我国在科技方面的新成就,

并以高级科普形式向国内外介绍。在我的领导下,共出了十三本“前沿”丛书。在这里特别要感谢刘静同志,她认真负责,为“前沿”的出版发行呕心沥血,功不可没。

我是信息电子学部的院士,曾一度做过学部副主任工作,负责学术交流工作。曾组织学部内部学术交流和两院学术交流的部分报告。我由学部推荐至工程院主席团,连任两届主席团成员,参加工程院的领导工作。2000年经学部推荐获得“中国工程科技奖”(后称光华工程科技奖)。

2010年我成为资深院士后经工程院推荐任“两院资深院士联谊会”副主任。两院资深院士联谊会是根据中国科学院、中国工程院资深院士特点,为我国经济社会发展和科技进步建言献策的咨询机构,本着“老有所为、老有所学、老有所教、老有所乐”的精神,充实、丰富、跟踪资深院士的生活,构建资深院士活动的平台,了解资深院士的需求,做好资深院士的服务工作。围绕科技、经济和社会热点问题,开展了多种形式的咨询调研工作,如我们曾开展过“三农问题”“教育改革”“微电子产业”的调研和咨询,对科技热点问题进行过研讨,如“科学诚信”“能源问题”“长江资源研究”“稀土资源的开发与利用”“核能的应用新时期科技体制改革”“转基因作物”等。组织与中学生面对面交流,言传身教,讲述科学家的人生经历,追求真理的执着精神,科学道德修养……这对年轻一代树立正确的人生观、价值观具有重要的现实意义。此外也组织了资深院士对农场、工厂进行了考查,如华威电子、成都飞机厂、西安飞机厂、中芯国际、华虹电子等。

### 3 中国计量科学院——推进我国计量研究领域发展

计量作为当代经济发展的必要支撑条件,在社会经济发展中至关重要,可以说没有计量就无法进行现代化工业生产。王大珩先生一直非常重视计量工作,曾代表我国参加“国际计量委员会”,王老也常常带我参加计量院的多项活动。

为了能使科技界对计量院有所了解,我们于2001年曾组织了28位院士考察了中国计量院,了解计量工作的现状。院士们深有感触,就联名向国务院呈送了《面向21世纪社会和经济可持续发展的需求,加快建设我国现代化计量体系的建议》的报告,并建议由科技部牵头会同财政部、教育部、国家自然科学基金委和国家质量技术监督局提出加快建设我国现代化体系的具体措施。

此后我多次主持计量院科技项目评审与验收工作。2008年为贯彻落实科学发展观、提高自主创新能力,计量院设立了中国计量科学研究院计量科学咨询委员会,并聘请我作咨询委员会主任。

经与计量院领导商量,双方本着优势互补、共同发展的原则,充分利用计量院计量研究综合优势与研究条件,和清华大学的智力、人才和信息优势,培养一流科研人才,创造一流科研成果,由计量院和清华大学精仪系、物理系共同建立了“精密测量联合实验室”。现该联合实验室在频率标准、原子钟和绝对重力仪研究等方面已取得许多重要成果。

### 4 国际光学委员会——提升国际知名度与影响力

国际光学委员会(International Commission for Optics, ICO)附设在联合国国际纯粹与应用物理学联合会(International Union for Pure and Applied Physics, IUPAP),是联络各国光学学会的一个组织。现在有50个国家的光学学会和5个国际学会参加。

我是我国第一个接触ICO的人。我在德国爱尔兰根大学访问时,有一天,时任ICO主席罗曼(A.Lohmann)教授将ICO秘书长弗兰克纳(Frankena)也请来和我说“中国是一个大国,从事光学科学与工程的人很多,中国光学学会应该参加ICO”。翌年我回国就向中国光学学会理事长王大珩先生汇报了此事。王先生组织常务理事会开会,一致同意要参加ICO。可哪知经了解台湾光学工程学会已经参加

了 ICO, 并是会员国之一。根据我国科协的政策, 在国际组织中不能出现两个中国, 因此给了 ICO 一个难题。此后我作为中国光学学会的外事负责人, 不知给下一届 ICO 主席石内顺平 (Tsujuchi) 写了多少封信, 石内顺平也不知做了多少工作, 最后台湾方面同意台湾光学工程学会以地区性学会参加, 这一问题才得以解决。1987 年 ICO 在加拿大 ICO-14 大会上通过中国光学学会为其会员, 其后 1993-1999 年母国光院院士被选为 ICO 副主席, 2002-2008 年我被选为 ICO 副主席。

我任职 ICO 副主席时, 向王大珩院士建议争取 ICO 的大会在我国召开一次。王先生非常同意并让长春光机所申请。2004 年时任光机所所长的曹健林率领有关人员前往委内瑞拉, 向 ICO 理事会陈述条件与准备情况, 会议同意 2005 年在中国长春召开 ICO-20 大会。为了办好会议, 为祖国光学事业增光, 我曾四次去往长春。在 ICO-20 会上, 我任程序委员会主席, 从主要外宾的邀请与接待到大会报告人的确定, 从会场选址、来宾住宿条件到会后会后考查路线的勘查等工作, 都亲自主持与组织。

这次大会开得很好, 参会人员一千多人, 外宾 150 余人。更为引人注目的是美国加州大学教授、诺贝尔物理学奖获得者查尔斯·汤斯 (Charles H. Townes) 也来参加指导。王大珩先生不顾身体衰弱多病也为大会作了主旨发言。ICO 主席团曾写信来说“这是 ICO 历史上最大与最成功的一次大会”。

## 四 对若干问题的个人看法

### 1 关于教学制度

我从 1950 年毕业后就在学校工作, 至今已经 70 余年了, 经历了不同的历史阶段。我在大学学习时, 学校的教学制度基本上是学习美国的。在校学习完全是学分制, 学生每个学期要选 15~16 学分。低年级必修课较多, 高级的备选课往往设有先修课程, 不修先修课程, 不得选学此课。自选课程由学生自由选取。为了将来的工作有更多的机会, 像我当时就选了内燃机、机车设计、热工学、机械设计、机械制造和化工原理简介。

1952 年院系调整后, 全面学习苏联。学生按专业学习课程。但苏联的教育体系是严格的, 教学管理是严密的, 专业订有教学计划, 规定应学全部专业课程。讲课需由教学小组通过教学的学时与教学大纲。老师讲课必须严格地完成计划的日程。而考试是采用口试制, 学生考试时, 先抽签, 抽完自行准备半小时。口试时两个以上的教师听其答辩, 老师不时再提问, 最后给出成绩。当时的学制较长, 是五年制。但我感到苏联的体系更重视实践环节, 教学计划中就有“认识实习”一个月, “生产实习”一个半月, “毕业实习”一个月。每种实习的要求也是不一样的。认识实习是为了让学生认识专业, 培养学生对专业的了解与热爱。生产实习要求学生以工长的身份处理生产中的问题, 解决一些力所能及的技术问题。而毕业实习要根据毕业设计题目的需求去工厂进行调研和搜集资料。实践环节的另一方面是重视设计。像我们光学仪器专业的就要做光学设计、机械设计和仪器设计。

后来我又到英国做高访, 了解到英国大学的教学体系。英国大学规定的是三年, 加上在高中有一个 A-level 一年, 实际也是四年。但在英国大学的课程主要是基础课和技术基础课, 只有念硕士才学到专业课。他们的专业课学时都不多, 主要讲授基本原理及专业内容介绍, 告诉你何处可查到何资料, 最后可取得 MSc. Degree。我也在德国考察过他们的教育制度, 他们理工科学制为五年, 有一年在工厂实习, 也很重视实践, 最后拿到“文凭工程师学位”。

我曾于 1991 年在美国波特兰州立大学讲授一门暑期专题课。了解到美国的教学体系和我在大学

学习时基本相同,全部采用学分制。我讲的这门课,本科生和研究生都可选,但要付学费,因此学生对做作业和考试都很重视。学生都认真做题交作业,很怕课程不及格,拿不到学分。其次是提的问题较多,比较活跃。我想学生思想活跃,启发创新是培养学生的基本要求。学生的诚信态度也比较好,做习题很少发现有抄袭的。更令我感动的是有一次我们期中考试,突然拉起火灾警报。我让大家不要慌,待我去探听是否真是失火了。我虽离开现场,学生仍若无其事地答卷,也并未出现抄袭或讨论。待我探明是一场虚报后,他们都按时交卷,这种诚信精神和不愿失去所应得的学分的态度更使我感到我们的教育如何育人、如何培养诚信精神、如何提高人的素质要比我们教的业务内容更为重要。

总的感觉,苏联与德国的工科重视实践环节,学制长,基础打得好。比较一下我们文革前的学生,我感到学生的外语水平差,虽学了不少俄语,但无锻炼机会。几年后没有用大多都忘记了。但实践知识学得更多,不像现在的学生外语水平要比过去要好,阅读不成问题,经短期训练就可在技术上与外宾交流。另一点是计算机运用较为熟练,愿做数字模拟。这是他们的优点,但实践环节过少,学了光学设计,你问他“这透镜是怎么做出来的?”他哑口无言。

我感到我们的教育制度仍受前苏联的影响较大,前苏联当时完全是计划经济,大学内专业分得很细,像现在的精密仪器、光学仪器专业在欧美的大学中都是没有的,只有研究生才会选此类有关专业,他们的研究生大多来自物理系或电机系,基础较好。

## 2 关于研究生能力培养

我一直认为培养研究生最重要的是培养他们的能力,包括创新能力、阅读能力、写作能力和表达能力。学生做什么题目并不重要,不可能课题做了几年就成为此领域的专家,也不可能将来就一定继续做这方面的工作。但学生发表论文从培养能力的角度是必要的,同时让学生在国际著名杂志上发表论文也能表明他的工作具有创新性。著名杂志登载文章一定要看你的文章是否在原理、方法或技术上有所创新。只是描述了你做了什么工作,或者照葫芦画瓢有点改进,一般是不会刊登的。只有数字模拟而无实验结果的文章也是不会登的,对于工科的学生,一定要做出实际的成果。数字模拟是一种重要的工具,它可预知可能的结果。但你的模型或假设的边界条件如不符合实际,将导致你的结论错误。因此要有实验数据加以证实。学生做工程性课题,所做的设计一定要有理论根据。

研究生的阅读能力通过几年锻炼肯定是提高一大截。因为研究生一定要大量阅读前人所做的工作并加以分析提炼,找出自己的工作方向。研究生被要求写一些文章,他的写作、逻辑思维、表述方法、文字简洁性均会有所提高。至于表达能力,我们要求学生经常汇报他的工作,就需要做PPT,要求在短时间内将自己的工作讲得让听众了解,这点我感到很重要。我经常参加一些国际学术会议,看到一些外国学生和学者讲述的真是引人入胜,而我国学生以前甚至将文章全部投影在屏幕上,照本宣科从头到尾念一遍,效果极差。有人说外国学生知道七、八分,能讲出九、十分,我想这是与他们的培养有关的。美国一些大学在研究生阶段有一门课叫Speech(演讲、演说)可以选。我以前觉得又不是学法律、政治,这是为什么?后来了解,课程内容包括如何做PPT,讲述时如何起、承、转、合等一些技巧。我感到这种训练很重要,学生毕业后总要对别人讲述你的工作,不能葫芦中有货,像个茶壶似的倒不出来。

## 3 关于学术创新氛围

1989年,我得到英国皇家学会的资助去爱丁堡赫瑞瓦特大学(Heriot Watt University)进行高访。当时正是美国提出“星球大战”,其中有个项目就是“光计算”。我打听了一下,德国爱尔兰根罗曼教授就想做“光计算”,而被学生及外界以要参加“星球大战”项目威胁而出走美国。但Heriot Watt大学却愿做

些“光计算”项目,他们正需要一个人做计算全息图,我因此获得资助去该校工作。我的目的是学习一下光计算,到了那里他们希望我给他们做计算全息图,并教他们如何做计算全息图,因此我给研究生和教师开设了专题课“计算全息”。

在英国 Heriot Watt 我工作了半年,感到英国人与德国人很不同。德国人勤奋、按部就班,每天上班后并无茶歇时间。而英国人上午 10:00 茶歇,下午 3:30 又有茶歇。系里有关人员凑在一起,聊天并进行学术交流,学术氛围浓厚。就是在这些漫谈迸发出许多新思考、新观念。我想这也是为何英国学术创新和诺贝尔奖获得者比较多的原因。

我在英国去过剑桥大学 (University of Cambridge)、牛津大学 (University of Oxford)、伦敦国王学院 (King's College London)、伦敦玛丽女王大学 (Queen Mary University of London)、克兰菲尔德大学 (Cranfield University)、帝国理工学院 (Imperial College London) 和国家物理实验室等处,收获良多。特别是参观剑桥大学卡文迪许实验室给我留下了深刻的印象。该实验室 100 多年却向世界贡献了 25 位诺贝尔科学奖的获得者,有人说他们是“诺贝尔科学奖的孵化器”。由于参观时正有我的一个学生在那里工作,实验室主任还专宴招待了我。为何卡文迪许能成为世界物理学家的圣地?我觉得一是他们不断找准研究方向,一旦选定在一定时间内相对稳定,如从固体物理转至凝聚态物理花了半个世纪。二是有一个很好的科学环境,争取足够的科研经费,建立了一个教学与科研相结合的体制。第一任主任麦克斯韦就鼓励学生自制仪器设备。牛顿的三棱镜、汤姆逊发现电子用的仪器至今留存在实验室中。三是善于把握机遇和创新,科学思考和成果的积累才可能出现创新。麦克斯韦培养学生的原则就是“最好让学生用他自己的力量去努力克服各种困难,老师与其把这些困难移开,不如鼓励和它们奋斗。”这种指导思想一直主导我对研究生的培养与教育。

#### 4 关于“敢为人先”

1985 年至 1990 年,我担任清华大学精密仪器与机械学的系主任,原副校长张维院士曾对我说:“清华所处的地位,要不怕为人先”。这对我一生做事都有很大影响。

由于环境和条件所限,我们不能以体量大与别人相比。但我一直本着“有所为,有所不为”的原则,凡是要为的,一定要“为人先”。对待我们的教研组也是如此,因我们不能和浙江大学、北京理工大学的光学系相比,但我们所为的如计算全息、体全息光存储、二元光学都在全国居领先地位。

1995 年至 1998 年学校拟将机械类型的学科整合,发挥交叉学科的优势,在清华大学第一次成立机械工程学院并任命我为首任机械学院院长。当时正值学校组织和启动“211”建设项目,我积极听取各系意见,提出在我校 CIMS 工程中心的基础上,利用网络与信息技术将设计、制造与管理加以集成,以提高质量与快捷生产为目的,抓住分析、测试与控制环节,将相关系组成先进制造技术学科群进行建设。这一建议得到校长的赞同和支持。

#### 5 关于团队

现代科学技术的高度进步,相关技术交错复杂,仅靠个人的聪明才智或个人奋斗很难取得像样的成果。

我刚到光学仪器教研组,就开展“三坐标光栅测量机”研制工作。我是由精密仪器教研组转过来的,对光学一窍不通。特别是我们做光栅测量头部分,什么是光栅我都不知道。我组有邬敏贤教授和严瑛白教授,我们在一起学习、并到上海光学仪器厂制作光栅,搭成测量系统。她们俩是我最初的助手和老师。后来我们三人成为这个团队的核心骨干,在学术上相互切磋,在方向上认真讨论,互相学习,取长补短

短,一起工作逾30年。随着年长一辈的战友相继退休或离去,现在一支生气勃勃、年轻有为的新的团队又拿起她们的接力棒,奋勇前进。

我能有点成绩和我有一支富有创新精神却又脚踏实地地去干的团队是分不开的。

## 6 关于家庭

我有一个温馨的家庭,我的爱人段淑贞是北京科技大学教授、博士生导师,也是一位女强人。她毕业于清华大学化工系,是清华大学支援北京钢铁学院建校的教师。最初教授物理化学,后在冶金系下创建稀有金属冶金教研组,是北科大一级教授。在家庭中她是我的精神支柱,也是我的贤内助。总是鼓励我奋勇拼搏,包括申请院士,一次不成,我曾想放弃,在她的鼓励下我才继续努力,直至成功。在家里她为我做了一切,衣食起居处处为我创造了最优越的条件,几十年来可以说我们同甘苦、共患难。她为这个家庭付出了一切,受到业务、家庭双重压力,其艰苦可想而知。我取得的任何一点成绩和她是分不开的。老伴、老伴,一生之伴,现在我们老了,更能感受到她的纯洁善良,细心体贴。