

光学学报

潘君骅:现代光学测试仪器与光学制造技术的奠基人

张新蕾

《中国激光》杂志社有限公司

编者按:

20 世纪 50 年代,新中国拉开了第一次留学高潮的大幕,十几年间的万余名公派留学生成为了新中国科技和经济快速发展的中坚力量。这批留学生——后来的“海归”中,许多科学家因其工作的专业、神秘而鲜为人知,他们潜心研究、矢志报国,苏州大学光电科学与工程学院的潘君骅院士就是其中之一。



图 1 潘君骅院士

潘君骅院士是我国应用光学专家,1952 年于清华大学机械工程系毕业,1960 年于苏联科学院列宁格勒普尔科沃天文台毕业,1980—2000 年在中科院南京天文仪器研制中心工作,2000 年被返聘到苏州大学现代光学研究所工作。曾任中国光学学会理事、中国天文学会常务理事、中国光学测试专业委员会主任,以及南京天文仪器厂副厂长等职务。“两弹一星功勋奖章”获得者王大珩院士评价他为“最具有工程概念的光学专家”。

现年 91 岁的潘君骅院士精神矍铄,当我们抵达约定的采访地点时,只见潘院士健步迎上前来,一眼就认出了陪同采访的朱健强研究员,并热情地和我们一一握手问好。

潘君骅院士虽然早过了退休年龄,但他前两年

才真正离开一线工作。这次采访中,他和我们谈了在清华大学和苏联的学习、研究经历和回国后的工作经历,谈到为中科院长春光机所建立了大口径光学仪器制造的技术基础、研制出激光球面干涉仪、完成 2.16 m 天文望远镜工程和集中科院全院力量合作完成的“541 任务”,也回忆了帮助王乃弘研究员发明砷化镓激光器和首次激光测距试验的过程。有些内容是在其他的采访里提到过但没有详述的。

Q1. 您在清华大学读书时为什么选择了机械系? 转专业对您后来在原苏联科学院列宁格勒普尔科沃天文台学习天文光学是否有影响?

我考大学的时候选择机械系是受我二哥的影响,他是交大(现上海交通大学)机械系毕业的,功课也很好,平时我二哥就是我的偶像,所以我的目标也是机械系。这个不是我有兴趣的系,到了清华大学碰到了物理系学生组织的“天文学习会”,我很感兴趣,马上就参加了。学生们会请知名的天文学家来讲课,我清清楚楚记得第一课邀请的是燕京大学的戴文赛^[1]先生。

我学天文学甚至比学机械本系的课还要认真,做了很多笔记,课余时间图书馆里看了很多天文方面的书,有的还认真翻译出来。清华大学有一架 120 mm 口径的蔡司望远镜,我通过“天文学习会”把它借来,晚上观测,当时根本买不到国产的这种镜头,国内光学工业基本是零。所以,实际上我是到了清华大学发现自己的兴趣在天文方面,我想过要转系,不过那时候已经不太可能转了。我做了一个决定,就是:我将来要搞天文仪器,既不离开我喜欢的天文专业,又不离开机械专业。

后来我搞光学仪器,机械系的东西对我来讲非常有用! 因为我有机械制图这些能力,我想做一个

装置或是其他东西,我可以根据详细图纸直接下车间研制。



图 2 1952 年潘君骅清华大学成绩单
(图片来源:中国科学家博物馆网站)

Q2. 1956 年单位派您到苏联学习天文光学,您是碰巧被分配到了这个感兴趣的专业吗?

不是,我后来知道这是龚祖同^[2]先生的建议。

从清华大学毕业后,我被分配到长春的中科院仪器馆(现中科院长春光机所)机械室,制作各种光学仪器和非光学仪器。1952—1956 年的工作中,我没有放弃天文爱好,晚上看看星星,磨一磨玻璃。我估计领导也知道这个情况,所以,1956 年单位派大量留学生到苏联去学习时,就把我派去了。

到了原苏联科学院列宁格勒普尔科沃天文台以后,我才知道单位安排我去学天文光学,这时候我才从一个业余天文爱好者转成一个天文光学专业的研究生。从业余状态变成专业学习,当时知道这一点以后,我压力是很大的,因此是比较努力的。

Q3. 您在苏联学习期间,就另辟蹊径,找到了大望远镜二次凸面副镜新的检验方法,被苏联专家称为“潘氏法”。是怎样的灵感、情形激发您提出了“潘氏法”?

当时老师给我的研究题目是望远镜非球面凸面镜的检验,任务是对已经有的 Hindle 方法进行详细研究,写一个报告就行。我在研究的过程中就想,这个方法是不是最好的? 它的缺点在哪里? 能不能克服? 这要稍微讲专业一些了, Hindle 方法主要的问题是它需要一块口径比较大的凹面镜来产生会聚光束,不过,这种方法对凹面镜的尺寸要求太大。

我就想为什么会有这个缺点? 有没有办法克服它? 我想到 Hindle 方法产生的会聚光束不是沿着被检面的法线走,所以需要口径比较大的凹面镜,如果产生的光束沿着被检面法线走,光束的口径就是最小的了。有想法以后,需要推导相关的公式,看理

论上能不能实现,后来发现这是有可能实现的。

苏联的研究生制度要求,在研究生中期,每一个学生都要作阶段性报告,要讲一讲你已经做的工作和下一步的工作打算。我把前面老师布置的工作报告了一下,然后把新的想法也报告了一下,结果我这个报告被评上了优秀报告,还收到了一个月的助学金奖励。



图 3 潘君骅(右)留学苏联时在光学工厂实习磨镜片
(图片来源:清华大学校史馆)

Q4. 您回国后,先后研制了国内第一台激光球面干涉仪、当时远东地区口径最大的 2.16 m 天文望远镜等重要仪器。您承担这些项目时面对的是怎样的心理挑战? 这些重大项目为我国的光学事业奠定了怎样的基础?

我先说说回到长春光机所以后的主要情况。

当时中苏关系已经破裂了,苏联专家撤走,中国自己要搞远程导弹,在做“150-1 任务”^[3],就是研制大口径的经纬仪。长春光机所当时的技术水平只会做小口径的球面系统,设备和方法都是和这个相关的,要想把应用于最大到 200 mm 的小口径系统的方法用到大口径系统上,无论机器设备、加工方法还是检验方法都是不行的。当时要磨的镜片口径其实不大,只有 600 mm 多一点,但是用磨 200 mm 多口径的设备再放大,肯定是不行的。还有检验方法也是这样,想要达到光学精度,采用机械检验的方法也是办不到的。

而我在苏联学习的那套东西,从技术本质来讲,就是解决大口径光学镜面的设计及检验问题。我发现我学的东西正是长春光机所最缺的东西,所以我选择做这个方向,我不想和别人在业务上有重复的地方。我的工作直接从设计磨镜片的机器开始,还有当时最主要的刀口检验方法,那时候没有干涉仪,操作刀口仪需要学习,需要有经验。大概到 1963 年,基本上把做大口径电影经纬仪的技术基础在长

春光机所建立起来了。

这一阶段的工作为长春光机所后面的项目越做越强奠定了基础。

做“150-1 任务”的时候,我根本没有精力去搞天文望远镜。“2.16 任务”中间停过,是于 1975 年左右重新启动的,根据王大珩先生意见,我的编制在长春,按照出差的方式到南京天文仪器厂参加工作,我是 1980 年正式被调过去的。

事情是这样的,有一天,邓锡铭^[4]写一封信给我,说他碰到了李庆逵^[5]先生,李庆逵先生说 2.16 m 红外望远镜项目状态很糟糕,担心这个项目做不下去,邓锡铭建议我参加。他跟我说:“可能过几天有人来找你”,让我有个准备。在这个背景下,我正式参与“2.16 工程”。但是参与这个项目我是有点担心的,毕竟我做过的仪器是小的经纬仪,可以拿在手里的大小,“2.16”望远镜那么大的东西,并且项目已经在进行了,我有点担心。

主观方面我很想回到南方,客观方面工作也有这个需要,最后我下决心还是去。对于我担心的问题,当时我想只有一个办法能解决,就是我在技术上一定要能站住脚,我做的技术一定要能够经得起考验。有了这一点,我想其他的问题都好办。我抱着这个心态到了南京,开始一两个月感觉进入不了角色,所谓进入角色,就是我能主动考虑一些问题,后来才慢慢进入角色。我听说“2.16 任务”是科学院当年在“大跃进”时期提出的大胆项目里,唯一一个最后做成的。



图 4 1989 年 2.16 m 望远镜运送到北京天文台兴隆站后潘君骅(中排右一)与研究人员在圆顶室内合影
(图片来源:清华大学校史馆)

Q5. 能和我们多分享一点项目开发过程中其他让您印象深刻的故事吗?

这种事情很多,我讲两件吧,是我确切做过的事情。

一件是半导体激光器研究。到 1963 年,为“150-1 任务”做的技术基础工作基本上可以了,各部门装校调整,光学车间进行常规运行,剩下的事情我临时处理一下就行了。长春光机所从事物理研究的王乃弘^[6]当时在做半导体(砷化镓)激光器,他碰到一个困难来找我,就是光学谐振腔怎么做,我正好有时间,很积极地配合他做了一些研究,如谐振腔的磨制、检验、焊电极,帮他想了很多办法。

开始时半导体激光器一直不出激光,王乃弘很着急,就想了一个点子:用非受激发光元件做光电话的通话试验,主要的硬件工作都由我来做。最后我们用 120 mm 口径的系统完成了 50 km 距离的通话,从十几千米、二十几千米再到 50 km 通话,50 km 这个距离差不多是极限了。1964 年 4 月左右,我们早于北京半导体所完成了半导体激光器的出光。7 月份《科学通报》就把我起草的一篇稿子发表了。北京半导体所说他们的激光出来得早,这点我不能完全否定,可是确实没有文章能作为依据。



图 5 《科学通报》官网论文信息截图

半导体激光器刚出光不久,我就想它有什么用处。1964—1965 年,我用激光器去测 800 m 以外一个大楼的距离,用光学测距仪测量的结果是 837 m。用半导体激光器连续打目标大楼的墙,示波器上有两个信号:一个是发出的强脉冲信号,另一个是比较弱的回波信号。两个信号之间有距离,也有时间差,用光速乘以时间差就是距离。当时粗略地计算一下,我测的数据是 830 m。我可能是国内最早做激光测距试验的,当时拍的示波器屏幕的照片我还保存着。

还有一件是上面交下来的“541 任务”——做肩扛的打低空目标的导弹。“541 任务”是科学院组织

全院的力量合作研究的,长春光机所负责导引头,上海技物所做硫化铅红外接收器,北京自动化所做控制系统,大连化物所搞炸药和推进剂,还有其他几个研究所。相关人员集中到北京听了张劲夫副院长讲话,我只记得他说:“你们要‘老汤下面’”,意思就是不要提太多要求,要省一点经费。

参加任务的单位代表到洛阳一个研究所参观,他们有美国“响尾蛇”导弹的资料,因为有一颗导弹掉在地下没有爆炸,我们把它完全“解剖”了,所以有整套图纸。回去以后,我负责导引头位标器的总体设计,实际上就是把“响尾蛇”导弹按比例缩小,王乃弘负责瞄准镜中分划板的旋转和调制。这时候机械知识又有用了,我自己可以直接把导引头的总图、测试用转台和台上的光学系统画出来,这段时间的任务很紧张,可是我们的工作非常快,效率很高,不到半年,导引头就研制出来了,可以在 10 m 的距离跟踪一个香头,香头只有一点点,香头移动,导引头就跟着转方向了。

后来他们搞总体设计的研究人员嫌导弹打出去后半球形的整流罩导致风的阻力太大,要求改成八角锥形,这一改又是我的事情。这个锥体要用 8 块玻璃拼起来,每块玻璃间都有空间的角度关系,我为了解决这个问题伤脑筋伤透了。我得把每块玻璃的角度及其与其他玻璃之间的立体关系都搞清楚,画出图纸,下车间和加工的师傅一起研制。当时工作效率真的高,当然那时候晚上经常加班,经常通宵,很快也做出了尖尖的整流罩。

我们到科学院在怀柔的靶场试打,那时候是特殊时期,上层已经乱得很厉害了,我们还不知道,试打后结果怎么样也不知道,过了不久科学院正式发文通知停止“541 任务”。科学院里虽然停了,国家实际上没有停,到了 1976 年 1 月 9 日,所里通知我和王乃弘到沈阳松林机械厂(做导弹的)。为什么去呢?原来我们的图纸已经在这里,图纸上有些他们不明白的地方,要我和王乃弘去解答这些问题。后来有一次我到上海 803 所(也是做红外器件的),发现这个东西已经变成产品并往其他国家输出了。

Q6. 您曾荣获“1978 年全国科学大会奖”和“1998 年国家科技进步一等奖”等奖项。2019 年 4 月 6 日,为感谢您对近地天体望远镜给予的技术支持,国际小行星中心和国际小行星命名委员会发布国际命名公报,确定国际编号为 216331 号小行星被命名为“潘君骅星”。您怎样看待这些重要的学术荣誉?

“2.16 任务”包含了好几代人的心血,包括科学院天文口的研究人员,新技术局的好多领导,如龚祖同先生、王大珩先生、机械方面的专家雷天觉先生,还有北京天文台的程茂兰先生等。我觉得我能够参加这个项目,并且把负主要责任的东西顺利完成,我对得起这些老科学家,也对得起科学院里全心全意支持项目的领导就好了。科学院有一个叫戴中溶^[7]的,好像还有一个姓张的,都是很认真地参加讨论。“2.16 任务”有各种技术方面的争论,全靠科学院的领导参与讨论以后,得到妥善处理。所以,只有从技术上能站得住脚,才能过得了这些关。

至于小行星命名的事,我是十分意外的,说好听些,这是我性格中“助人为乐”的无意间的巨大回报。其实,我在近地天体望远镜中的付出远不及有些项目中辛苦。

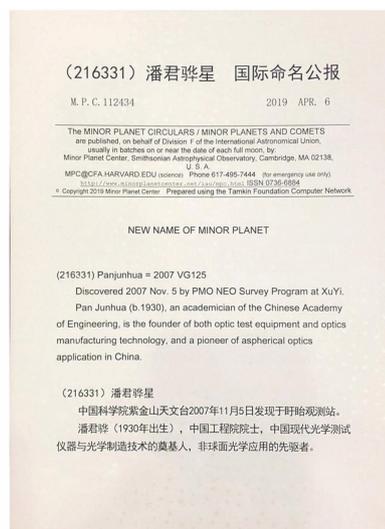


图 6 “潘君骅星”国际命名公报(图片来源于网络)

Q7. 您认为在光学设备、硬件研究,以及高端装备(如光刻机)的设计、制造方面,需要培养什么样的人才队伍?结合您的工作、教学经验,您认为国内现在的科研模式是否满足培养这类人才的需要?

这种问题我没有办法回答你,我只能讲一些粗浅的看法。我觉得要做好高端的仪器,知识面一定要广,我目前也没有深入到里面研究了,我只知道光刻镜头是非常难的,设计加工要求高到 1%波长的精度,这个难度是很大的,所以参加这类项目的人知识面一定要很广,并且要有丰富的实践经验。这不光需要光学的知识,机械方面的背景也要有。

我们那时候国家的需求多得不得了,课题有的是,就怕你不去做。不像现在要去争取一个课题很不容易,时代背景不一样了。

Q8. 多年来,您一直积极倡导我国光学系统采用非球面技术,具体有哪些原因?

我在苏联学习的时候就意识到了非球面的重要性,不过在此之前,我一直记得王乃弘跟我说过的一句话:“光学设计的出路在于使用非球面”。到了后来,不管红外也好,上天也好,用透射的玻璃元件已经不行了,红外波长透过率受限制,材料受限制,上天的话重量受限制,这就显示出非球面这条道路非走不可。

我记得做“150-1 任务”的时候,唐九华^[8]同时在负责“红外分光光度计”项目,这上面有两个元件:一个是离轴抛物面,用于产生准直光;另一个是椭球面,用于在短焦点上安装接收器。离轴抛物面有个几何原理:后面有一条子午线,它平行于子午面任何一个切面,切出来的这条曲线也是一个抛物面,它的方程参数一样。他们根据这个原理做一个机器,平行地挂块板,下面的玻璃旋转,这块板在上面平行移动。但他们没想到挂板总归要有厚度,这个厚度就产生问题了。检查也是用精密机械的方式解决光学精度的要求,这显然是达不到的。

所以我就顺手帮他们搞了一个仪器,同时把刀口检验的办法教给他们,很快就把红外光谱仪的光学问题解决了。后来唐九华给我写过评语^[9],比我自己对自己的评价还要高,他的手稿可能还在我这里,我很珍视他写的东西。

Q9. 您曾在“第十六届全国光学测试学术交流会”中提到,因为诸多因素,在激光球面干涉仪研发后,没能尽早使它得到最大化推广,而最终让 Zygo 干涉仪占据了大部分市场。结合您的经历,您认为国外的科技成果比国内更容易形成产业化是什么原因?

我是于 1974 年做了激光球面干涉仪的模型,先简单地搭了一个光路,然后请激光干涉方面的顾去吾^[10]先生过来,和他讨论我的方案行不行,他说可以。随后我搭了完整的光路,试验发现能看到条纹,当时用的是氦氖激光器。

这步结束以后,我就找了个废弃的小车床,放了标尺,可以测量半径,等于做了一个模型试验。再下面一步就设计正式的激光球面干涉仪了,产品出来得很快,那时候做事情真的是很快。后来长春光机学院(现长春理工大学)把图纸都要去了,变成他们的校产品。

到这个程度,我思想上认为,利用激光器做了一个经典的光学仪器,有新的用处,图纸、详细的说明

都有,我的事情就完了。客观来讲,那时还没有美国人的 Zygo 干涉仪,Zygo 大概在 1980 年前不久才有点眉目,而且我们有些条件还不成熟,主要是干涉条纹的自动判读还没有一套理论,还至少需要有台 PC 机,球面干涉仪上需要的精密刻尺,在国外可以直接买到,而我是先打听到北京 303 所在提供尺坯情况下能刻,于是画了图,找光学车间再来磨。再加上,当时国内也根本没有市场意识,造成了主观上没认识到下一步应该怎么做,光机学院要去做校产品我就很高兴了。

现在我们有市场意识了,但是科研成果想要转化成产品,首先要看这个产品是不是真正有市场价值。有时候自己简简单单地认为有价值,做出来却没销路,那也不行。我想创新性的东西在实践中才能真正产生价值,能有一两件已经很好了,不会每一件都是成功的,肯定有失败的,所以要允许失败。

Q10. 《光学学报》是王老亲手创办的中文刊,许多老院士和专家都对有着不同寻常的感情,您也给我们学报投过多篇优秀稿件,还在学报创刊 40 周年时,给学报题词,您认为以《光学学报》为代表的中国光学期刊应该怎样发展,怎样做到为光学学科服务?

这个问题我根本没有资格回答。现在技术发展得太快,知识更新太快,我跟不上了。期刊做专题应该找热点问题相关的全国的专家去搞,我们各个大学都是有这些领域的专家的,因为学校和科研院所几个学科存在,有专题项目存在,一定是有专家的。

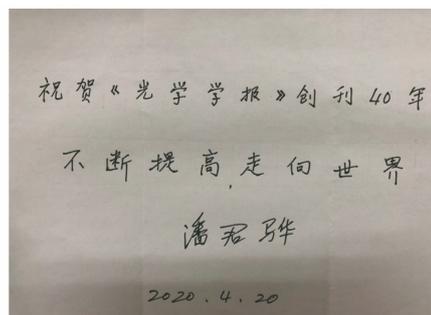


图 7 潘君骅院士为《光学学报》创刊 40 周年题词

Q11. 您对从事光学研究的年轻后辈有什么寄语给他们?

《荀子·劝学篇》里的“锲而舍之,朽木不折;锲而不舍,金石可镂”。我想这几句话蛮有用,是说你去做研究了一下,马上就扔掉不搞了,那连一个空木头你也弯不断,什么都做不成。每个做工作的人都应

该具备锲而不舍的精神。

Q12. 可以和我们分享一下您保持健康长寿的秘诀吗?

第一,我觉得可能是基因遗传。第二,千万要注意自己身体正常的维护。我父亲 94 岁去世,他年纪大了不小得了肺炎,肺炎对于年轻人无所谓,对年纪大的人就不好了;我二哥是 98 岁,他没得病,只是到后来吃不下东西。我三哥是 93 岁,现在在北京。还有一点,不抽烟不喝酒,这也是相当重要的,有个别抽烟的还寿命很长的,但那是个别的。

特别感谢中科院上海光机所朱健强研究员对拟定本次采访提纲给予的指导!

特别感谢苏州大学光电科学与工程学院曲宏副院长对本次采访的大力支持!

注释:

- [1] 戴文赛:我国著名天文学家,也是我国天体物理学、天文哲学和现代天文教育的开创者与奠基人之一,天文事业的泰斗级人物。
- [2] 龚祖同:光学专家,我国应用光学的开拓者、光学事业的创始人与奠基人之一。在高速摄影、光学玻璃以及大型天文望远镜工程研究方面作出了突出贡献。1952—1962 年,任中科院长春仪器馆研究室主任。
- [3] “150-1 任务”指的是大型光学跟踪电影经纬仪和与之

配套的时间统一勤务设备、引导雷达、程序引导仪、判读仪,以及数据处理设备的研制。20 世纪 60 年代初,我国发展中、远程火箭,并在这个基础上发展洲际导弹和人造卫星。这需要在靶场上建立大型光学观测系统,对弹道进行跟踪及精密测量。“150-1 任务”是国家为满足这个需要而进行的部署。

- [4] 邓锡铭:我国激光科学技术的奠基人之一。1952—1964 年,任中科院长春光机所研究部副主任。1964 年 5 月,作为主要负责人,筹建中科院上海光机所。
- [5] 李庆逵:我国著名的土壤学家、土壤学和农业化学的奠基人之一。
- [6] 王乃弘:1985 年 6 月—1986 年 7 月任长春光机所代理所长。曾研制成功我国第一台红外夜视仪、第一台微光夜视仪和我国最早的砷化镓半导体激光器,并首先实现激光通话试验。
- [7] 戴中溶:1934 年上海交通大学电机工程系毕业,1972 年任中国科学院二局副局长,新中国天安门旗杆电动按钮的设计者。他的事迹目前还处于保密阶段。
- [8] 唐九华:我国光学工程总体设计专家,历任中科院长春光机所研究员、所长,兼任中科院长春分院院长。
- [9] 光学工程专家、中国科学院院士唐九华评:“潘君骅为中国大型光学跟踪测量设备的光学技术基础所做的工作,在中国国内是开创性的,水平是一流的,是无法从其他国家引进的”。
- [10] 顾去吾:中国著名光学家、高级工程师,从 1952 年开始一直在中科院长春光机所工作 36 年,曾任信息处理室主任。后于 1986 年调入上海机械学院(现上海理工大学)。