

科技自立自强之路

1961 年 9 月，一束橘红色的亮光从吉林长春发出，照亮了中国的激光史。这束光发射自中国首台红宝石激光器，由光学科学家、中国科学院院士王之江、邓锡铭等研制而成。

这台红宝石激光器可不简单。它诞生于中国科学院光学精密机械研究所（中国科学院长春光学精密机械与物理研究所（以下简称长春光机所）前身之一），仅仅比美国物理学家西奥多·梅曼研制出世界首台激光器的时间晚了一年，使用了前所未有的创新设计，拥有更

优良的性能和更高的效率。

这是属于中国的“光”，凝聚了科研人员的全部心血。在当时经济困难、工业基础薄弱的条件下，长春光机所能在较短时间内成功研制出红宝石激光器，创造“中国第一”“世界第二”的奇迹，实属不易。

红宝石“激发”中国之光

■本报记者 王兆昱

1 “划时代”的发明

激光，是 20 世纪以来继原子能、计算机和半导体之后的又一重大发明，因其独特属性被广泛应用于诸多领域，如医学中激光近视手术等高精度、微创治疗方法，制造业中激光打标、切割与焊接三大技术，通信领域的激光光纤通信技术，以及国防中的激光制导武器、激光雷达与激光防御系统等，被称为“最亮的光”“最准的尺”和“最快的刀”。

对于激光在人类科技发展史上的意义，王之江曾评价说：“在 20 世纪的 100 年里，光学的发展经历了名副其实的飞跃，其中激光的发明起了划时代的作用。”

获得如此重要的激光，实属不易，因为它并不是自然界发出的光，而是通过“受激辐射”放大的光。激光的理论基础是爱因斯坦在 1917 年提出的“受激辐射”理论，即原子在受到外部能量激发时可以发出光，并且这种光是相干的。

1958 年，美国物理学家查尔斯·汤斯和阿瑟·肖洛在《物理评论》上共同发表论文《红外和光量子放大器》，提出第一个实际激光器的概念，预言了激光的可行性。

论文发表后，全球竞争分外激烈，许多国家的研究组都试图第一个做出激光器。

群雄逐鹿之下，中国科学家也不甘人后。当时，长春光机所的王之江、王乃弘、顾去吾等一批年轻科研人员已经察觉到经典光学的若干定律严重限制光学技术的应用，产生了打破经典光学定律、改革光源的创新物理思想。这些思想与《红外和光量子放大器》中的研究结论不谋而合。

在读到汤斯和肖洛的论文后，王之江等人马上领悟到其精华。他们意识到，激光器（后称激光器）的诞生具有划时代的革命意义——经典光学若干定律的限制被突破，相干性光波的产生和应用也有着广阔的前景。他们当即决定，探索激光这个重要的新研究领域。

然而，当时的中国与英美等发达国家几乎没有交流，只能通过一些国外学术刊物了解世界科技前沿。中国科学院电子学研究所的黄武汉了解到国外微波量子放大器的研究信息，率先在国内开始了红宝石微波量子放大器的研制工作，并在 1959 年底做出液氮温度下的 10 厘米波段和 3 厘米波段的量子放大器。

在黄武汉成果的启发之下，王之江、邓锡铭等人开始研发光量子放大器，但当时这并不是他们的主要工作。于是，风华正茂的他们利用业余时间，在没有经费支持的情况下进行自发研究。

1960 年 5 月，梅曼在美国贝尔实验室制造出世界上第一台激光器。该成果一经发布，令世界瞩目，也给了长春光机所的研究人员巨大鼓舞。因为当时世界上许多科学家都觉得，应该使用气体物质作为激发介质，而梅曼制造出的红宝石激光器让大家看到了红宝石作为激发介质的可行性。

中国科学院长春分院党组书记、院长金宏说：“首台激光器出现之后，王之江等人给所领导写了一封信，他们的工作得到时任所长王大珩的高度重视与大力支持。1960 年底，王之江等人很快制定了产生红外激光的实验方案，可见他们的科学功底以及对这个问题把握之深。这份手写的方案现在还保留在长春光机所的图书馆中。”

要尽快做出红宝石激光器，对于当时长春光机所的研究人员来说，既是难得的机会，又是艰难的挑战。

由于新中国工业基础薄弱，国内能够提供的现成材料很少。例如，当时国外市场上很容易买到的脉冲氙灯，在国内却没有能够生产的厂家，所以王之江等人只能从头开始设计制作红宝石激光器所需的脉冲氙灯。又如，当时国产红宝石在均匀性、透射率、散射颗粒等方面与国外红宝石的质量差距较大，不能满足光学要求，需要研究人员进一步改进技术。

此外，长春光机所的研究人员没有无线电学科背景，并不熟悉谐振腔理论，在设计谐振腔时需要从头学起。

时任长春光机所研究部副主任的邓锡铭这样描述研制激光器时的条件：“尽管我们不是世界上第一次尝试，但除了原理性的一两篇文章之外，当时只看到过一两篇新闻报道。要在我们自己的实验技术基础上把一种全新的设想变为现实，确实是不容易的。”

当时 30 岁的邓锡铭已来长春光机所工作 8

年，他下定决心要做出中国自己的激光器。于是，他利用业余时间学习大量与激光相关的知识，不分寒暑，废寝忘食，和王之江一起组织和参与中国第一台激光器研究。邓锡铭从小善于思考，动手能力极强，对物理学有着浓厚的兴趣与极强的直觉。1952 年大学毕业后就立志终生从事光学研究。

与邓锡铭同年出生的王之江也是在 1952 年来长春光机所工作的，并参与了中国科学院仪器馆（长春光机所前身之一）的创办。他们见证了老一辈科学家艰苦创业的精神，也把这种精神切实带到了工作中。

王之江在领导研制红宝石激光器之前，已经完成大量国家急需光学仪器的设计，并在 1958 年至 1959 年开设了两期光学设计培训班，为中国培养了大批光学人才。而他本人也积累了丰富的领导和实践经验。

王之江和邓锡铭带领团队，在红宝石激光器的研制工作中进行了 3 处结构上的技术创新，分别是直管状脉冲氙灯、球形成像照明器以及内有聚焦装置的谐振腔。这些创新使我国研

发的红宝石激光器比美国那台效率更高，相关工艺在此后的激光领域沿用了几十年。

首先是直管状脉冲氙灯设计。梅曼制造的红宝石激光器使用的是螺旋状氙灯，而王之江等人在重新设计时根据所掌握的光学规律对氙灯进行了改进。“国外使用的螺旋状氙灯实际并不科学，我们研究发现，灯的有用尺寸不能超过宝石棒，因此我们制作了直管状的脉冲氙灯。”王之江说。

在氙灯的制作过程中，科研人员还遇到了氙灯钨极与石英间的封接难题以及氙气的供应难题。长春光机所技术人员杜继禄凭借高超的技巧吹制了 20 多种过渡玻璃，完成对高功率石英管壁钨电极脉冲氙灯的封接，其创立的工艺被国内激光领域沿用几十年。而氙灯所用的几瓶氙气，则是由一位采购员走遍半个中国，在一家不知名灯泡厂的库房中找到的解放前的库存。

其次是设计出球形成像照明器。当时，梅曼的椭圆漫射照明器在国外一度很流行，王之江却根据光学的基本原理分析得知，球形照明系统比椭圆照明系统更有效率，成像照明也比漫

射照明更有效率。中国是世界上首次采用球形成像照明器的国家，这种设计的激发效率比梅曼的高。

最后是内有聚焦装置的谐振腔，这是针对国产红宝石晶体的缺陷进行的创新。长春光机所的研究人员一开始学习了汤斯和肖洛的平行平板反射谐振腔理论，但在后续试验中发现，国产红宝石缺陷导致谐振腔中的波形数估计值误差很大，因而将宝石加工成两面不平行的不规则形状，并用冷阴极溅射法使宝石棒一端全镀银，另一端镀银面透射率在 2% 至 15% 之间。

1961 年 9 月，中国第一台红宝石激光器诞生并成功实现激光输出。这是实至名归的“中国第一”“世界第二”——比美国仅晚了一年多，比苏联造出的第一台早两个月。

王之江在谈及这台红宝石激光器的研制时，将成功的原因归结为三点——长春光机所的早期发展奠定了所需的技术基础；年轻科技人才学术水平的迅速提高奠定了所需的人才基础；国外研究的启发和中国学者创新精神的融合加快了研究进程。

红宝石激光器的诞生对我国科技领域具有重大意义。《中国科学院编年史》评价称：“它的研制成功，在中国开辟了一个全新的研究领域。”

红宝石激光器对经济发展的意义也不可小觑。金宏指出：“作为重要的支撑技术，自红宝石激光器研制成功后，各类激光器如气体激光器、半导体激光器、化学激光器、固体激光器等及其相关技术有如雨后春笋般竞相涌现。经过多年发展，激光产业已成为国民经济中一个极为重要的组成部分。”

随着国际和国内激光技术的应用与快速发展，1964 年 5 月，中国科学院光学精密机械研究所上海分所（中国科学院上海光学精密机械研究所（以下简称上海光机所）前身）成立。上海光机所是世界上第一个专门从事激光研究的研究所，自此，中国的激光事业“开枝散叶”。

而王之江也以其敏锐的科学嗅觉继续为激光事业作出贡献。他始终站在激光科学技术的最前沿，密切注视世界激光科技发展的最新动态，及时组织力量进行跟踪和追赶，努力使我国在激光科技上的研究水平跟上国际发展的潮流。

在上海光机所成立后，王之江担任该所固体激光器研究室主任，开展激光物理、激光单元技术和总体装置的研究。他和同事选定铍玻璃作为重要工作物质，通过提高效率 and 扩大规模提高其输出功率；通过多种措施改善方向性，使其成为高亮度器件。他们试制成的铍玻璃激光器达到国际先进水平。

邓锡铭则牵头激光核聚变研究，开拓、发展高功率激光驱动器，建成我国最大的“神光”激光装置，并利用神光装置在惯性约束聚变、X 光激光等高科技前沿领域取得了一系列重大研究成果。

时光飞逝，悄然间，中国之“光”蒸蒸日上。2005 年，国际光学委员会（ICO）学术大会首次在中国举办。彼时，长春光机所所长王大珩已是 92 岁高龄，受邀来长春参会的汤斯也已 92 岁。两位跨越世纪的老科学家，见证了由激光开启的人类新时代。

金宏回忆：“在那次 ICO 大会上，两位老人都作了近两个小时的学术报告。汤斯专门看了我们中国的第一台激光器，对此十分赞赏，他说‘你们这个比梅曼那台效率要高得多’。”

正是多年前诞生在中国科学院的那台红宝石激光器发出的明亮光束，照亮了中国激光事业发展与研究人员的前行之路。金宏评价：“在起步阶段，我国的激光技术发展迅速，无论数量还是质量，都与当时的国际水平接近。一项创新性技术能够如此迅速进入世界先进行列，在我国近代科技发展史上并不多见。”

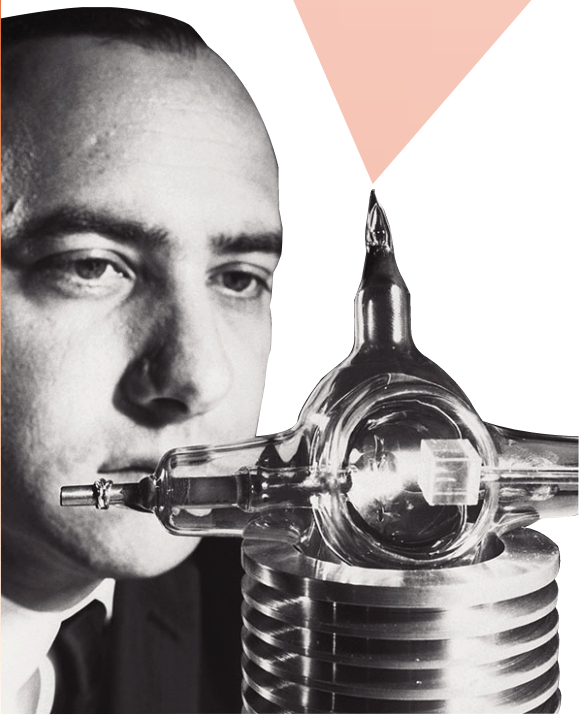
中国激光事业的蓬勃发展，是一代又一代科学家和工程师默默耕耘的结晶。他们肩负起时代使命，敢于创新、勇于探索，将激光技术的辉煌成就化为国家实力的象征。

今日的中国，正站在科技创新的前沿。红宝石激光器“激发”中国之光，照亮“中国梦”的辉煌征程。

3 中国之「光」蒸蒸日上



▲ 汤斯夫妇（左一和左二）参观长春光机所。



梅曼发明世界上第一台红宝石激光器。



▲ 中国第一台红宝石激光器。



▲ 中国科学院仪器馆（长春光机所旧址）。



► 20 世纪 60 年代的上海光机所。上海光机所供图



长春光机所上世纪旧照。

2 刻苦攻坚，砥砺前行



2005 年国际光学委员会大会开幕式现场。
图片除署名外，由长春光机所提供
郭刚制版