

激光是当代科学技术最重要的发明之一。1960年5月,美国加利福尼亚州休斯飞机公司年仅33岁的梅曼(T. Maiman)试制成世界上第一台激光器。这以后,各种类型的激光器相继出现,性能逐步完善,它的广泛应用,对科学技术的发展起了极其深刻的影响,梅曼的名字和他的第一台红宝石激光器一起垂青科技史册。梅曼研制第一台激光器走过了颇为曲折的道路,他的这一经历充满了创新精神,在30年后的今天,对人们仍有启示作用。

激烈的竞争

1958年12月,美国哥伦比亚大学的汤斯(T. H. Townes, 1915—)和贝尔实验室的肖洛(A. L. Schawlow)联名在《物理评论》上发表了题为《红外和光激光器》的论文。汤斯和肖洛早在第二次世界大战期间就开始了微波波谱学方面的研究,1954年,汤斯研制成第一台微波激射器,他使二能级的氨分子体系发生粒子数反转(即使高能级的分子数多于低能级的分子数),相应地产生受激辐射,从而实现了电磁波在微波波段的相干放大和振荡。微波激射器因具有一般电子器件不具备的优点(如极高的频率稳定性和极低的噪声)得以广泛应用。在这以后不久,汤斯和肖洛一起试图把微波激射器的原理推广,以产生波长更短的相干电磁波,许多人也在做这方面的努力。汤斯和肖洛在这篇论文里明确指出了,利用分子或原子体系的受激辐射原理的放大器和振荡器,在原理上可以推广到红外、可见光和更短波段,产生很好的相干辐射。他们详细讨论了在红外和光波段工作的这类激射器(即激光器)的理论问题,并提出了具体的设计方案。

汤斯和肖洛的论文使许多人把注意力集中到产生红外和光激射器上来,它给致力于产生更短波长的相干电磁波的人们指明了红外和可见光波段是比较容易突破的。人们竞相提出了关于激光器的设计方案。汤斯和肖洛在他们的文章里提出以钾蒸气作为工作物质,以钾灯作为泵浦源实现粒子数反转,以产生激光,并详细论证了这一设计方案的合理性。事实上,汤斯早就着手试验这一方案了。



肖洛则致力于红宝石晶体的研究,他期待在红宝石中产生激光。红宝石是一种淡红色的掺有杂质铬的氧化铝晶体,人们成功地利用红宝石中铬离子的三能级结构制造连续运行的固体微波激射器。红宝石极易合成,结构简单且易于处理,肖洛因此很自信,认为“在气体中能办到的事情在固体中也照样能做到,并且会做得更好。”

贝尔实验室的贾万(A. Javan, 1926—)认为,除了汤斯提出的用钾灯做泵浦源的光泵法外,其他泵浦方法也可用来产生激光,在1959年6月给《物理评论》的一篇论文里,他提出了可以用放电的方法在气体原子的两个能级间产生反转分布,他预言,如果利用氩氦混合气体,可以获得连续运转的气体激光器。尽管有人对他的设计持怀疑态度,他却一直坚持进行这项实验。

其他国家的研究者也在加紧激光器的研制工作,前苏联列别捷夫物理研究所开始研究以半导体材料作为介质试制激光器,普罗霍洛夫(A. M. Прохоров)和巴索夫(H. Г. Басов,)*提出了半导体激光器的具体设计方案。

还有许多其他的设计方案,在1959年9月在纽约举行的第一届国际量子电子学会议上,提交了十几个

关于红外和光激射器的设计方案。与会者一致认为,在很短的时期内,将在红外和可见光波段建立起相干振荡器和放大器。

每个方案设计者都加快了实施的步伐,人人都想摘取世界上第一台激光器发明者的桂冠,一场激烈的竞争正在展开!

意外的成功

出乎人们意料之外,赢得这场竞争的是当时名不经传的梅曼,他首先在红宝石晶体中得到了激光。1960年7月7日纽约时报以《激光器发生的新的原子辐射光》为题作了简单的报道,当时并没有引起人们的注意。8月6日英国《自然》杂志发表了梅曼的《红宝石的光激射作用》的短文,这才引起同行们的重视。

梅曼最先获得成功的消息传到了意大利北部的瓦伦纳小镇(意大利物理学家,诺贝尔物理学奖获得者费

* 普罗霍洛夫,巴索夫和汤斯由于对发明激光器作出了杰出贡献,分享1964年诺贝尔物理学奖。

艰苦的探索

米的出生地),当时这里正举办暑期微波波谱学讲习班,汤斯,贾万等人也都云集在此,他们都被认为是最强有力的竞争者。对于梅曼是否真正得到了激光,引起了激烈的争论,大多数人都持怀疑态度。人们普遍认为最先可能在气体中获得成功:微波激光器首先是利用氦气试制成功的,而汤斯和肖洛在他们的论文里提出的方案也是针对钾蒸气设计的。贾万在讲习班上曾报告他已经在30厘米长的氦氖混合气体放电管中产生粒子数反转分布,并使红外光得到约2%的增益。这使人感到氦氖激光器可能最早取得成功。对于固体,人们并不乐观。尤其是红宝石,绝大多数人都认为不大可能,对红宝石有着偏爱的肖洛,经过一番研究后,认为红宝石中铬离子的能级结构不适宜产生激光。在第一次国际量子电子学会议上,肖洛报告了他的结论。他指出,要在铬离子的 2E 能级和基态之间形成粒子数反转以产生很强的辐射线(也称R线,包括 R_1 线,波长 6929\AA ,以及 R_2 线,波长 6943\AA ,见图1),必须把基态的离子抽空,这是很难办到的,“R线因此对光激励作用不合适。”然而梅曼正是在红宝石中得到激光,他利用的恰是R线,这不能不引起人们的怀疑。

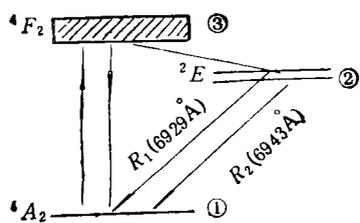


图1 红宝石能级示意图

在得知梅曼的激光实验成功的消息之后,贝尔实验室的肖洛,柯林斯(R. J. Collins)等人立即重复了红宝石激光的实验,证实了梅曼在红宝石中得到的光具有相干性,确认了受激辐射产生的激光作用。到8月下旬,无论是在贝尔实验室,还是在梅曼所在的休斯实验室,都以红宝石作为工作物质得到了方向性很好的红色激光,只要试验一下这种光的干涉性,就可证实这是相干性很好的光,至此,对梅曼得到激光振荡已经没有怀疑的余地了。

在梅曼首次成功以后的短短几个月内,出现了好几种激光器。10月,国际商业机器公司研究所的索洛金(P. P. Sorokin)利用有铀(U)和钐(Sm)掺杂的氟化钙晶体中得到了激光,其原理和构造都类似梅曼的红宝石激光器。受到梅曼获得成功的鼓舞,贾万也加紧了试制的步伐,人们翘首以待的氦氖气体激光器也终于在这一年的12月顺利运转,这是第一台气体激光器,也是第一台连续运转的激光器!

少有名气的梅曼最先获得成功并非偶然。梅曼的父亲是一位搞电气的技术人员,他自己在学生时代曾在无线电行勤工俭学,1949年在科罗拉多大学应用物理系毕业后,到斯坦福大学,在拉姆(W. E. Lamb, 1913—)的指导下从事原子光谱的研究。拉姆因发现著名的氢原子的拉姆位移而荣获1955年诺贝尔物理学奖,他在研究拉姆位移的过程中,提出能利用反转分布在氢原子的不同能态间产生纯受激辐射,这对于微波激光器乃至激光器的研制是有影响的。梅曼的博士学位论文题目是《利用波和光的双共振研究氦原子激发态》,这使他以后从事的激光研究在最合适的课题上受到了熏陶。1956年梅曼来到休斯公司研究所后,致力于红宝石微波放大器的研究,他成功地进行了几项改进,使红宝石微波放大器的体积大为减小,性能大为改善,这使他在红宝石的研究上深有造诣。

梅曼从1959年8月才转到激光的研究上来,那时汤斯已经对钾蒸气体系的方案试验了将近一年,休斯公司实验室对试制激光器不太热情,给梅曼为期9个月的激光计划的资助仅为5万美元,这笔资金被称为“独立研究和发经费”,它是从大项目中提取的极小部分,其他单位给激光计划提供的经费却有50到100万美元。这些都使梅曼在竞争中处于不利地位。

梅曼一开始并没打算用红宝石,他自己搞过红宝石的解析模型。作了详尽的计算后认为利用它很难成功。更为严重的是,有人发表论文,指出红宝石的量子效应(这是激光工作物质的一个重要参数,它是指发光体发射的光子数与激发时吸收的光子数之比)只有1%左右,这样红宝石就根本不能用。梅曼转而考虑其他材料,他用掺钕的若干晶体做过实验,发现也不是理想的材料,所以又重新起用红宝石。他不是想以此获得激光,而是想把它作为样品来寻找其他材料,这种材料应当具有红宝石的优点,如能级结构简单,结实耐用等,还应克服量子效应低的缺点。

梅曼对红宝石样品进行了认真的分析,努力探寻可能产生问题的环节,但并没发现有什么毛病,实验的结果又表明,红宝石的量子效应远远不止1%,这使梅曼重又考虑起红宝石激光器的设计方案来。

对梅曼的方案,休斯实验室的同事们曾提出了质疑,有人以肖洛的结论做根据,认为梅曼的方案是错的,甚至有人认为激光器造不出来,这个人声称要在密执安大学开门课,讲讲为什么激光器造不出的原因。

梅曼对含铬量合适的红宝石是激光合适的材料深信不疑,并坚持进行试验。1960年4月他在《物理评论快报》上报道了他的实验:以绿灯泵浦含铬量0.05%的红宝石,可以发现相当多的铬离子从基态跃迁到激发态,激发原子的荧光量子效应高达70%以上。这

实际上是梅曼成功的先兆。

基于上述实验结果，梅曼对激光振荡的可能性进行了考察，确信若用很强的光来激发有可能得到成功，他马上找到边长1厘米的红宝石立方体，在相对的面上镀上银，以氙闪灯的强光照射，观察到荧光光谱的线宽变窄，这可能是受激辐射在一定程度上影响造成的。梅曼被这个实验结果大大鼓舞，他对红宝石样品和光学谐振腔做了进一步改善：把长约1.9厘米，半径为0.95厘米的红宝石圆柱体两端面磨平镀上银，置于螺旋形氙闪光灯中心(图2)，逐步增强闪光强度，发现荧光增强，谱线宽度变窄，方向性得到改善，梅曼相信他得到了激光振荡，这已经是1960年5月的事情了。

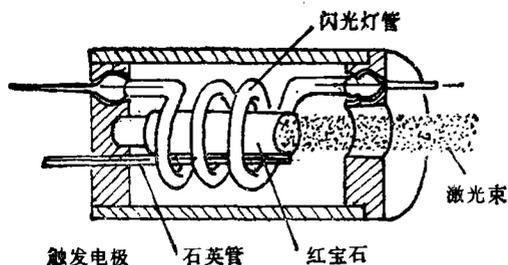


图2 第一台红宝石激光器示意

梅曼把他的这一实验结果写成论文，最初寄给《评论快报》，该杂志拒绝发表，其主编在当时曾收到大量有关微波激射器的文章，他认为微波激射器已经很成熟了，没有必要再发表这一类文章。梅曼的论文被误以为是这类文章被退回。梅曼对此提出抗议，不得已借记者招待会公布他的成果，这就是纽约时报7月7日那篇报道的由来。一位记者把梅曼的论文寄往英国，《自然》杂志没有通知本人就予以发表。9月，《英国通讯与电子学》杂志作了更为详细的报道，梅曼的成就终于得到了认可。

有益的启示

梅曼是幸运的，因为在通向胜利的道路上，前人已经扫清了主要的障碍；然而他又是在艰辛的，他是在人们认为是最没有希望的地方突破的，肖洛等权威人士曾

断言红宝石对产生激光作用不合适，红宝石因而成为禁区使许多人止步退却，但是梅曼却不盲从，他在回顾这一段经历时这样说：“我下决心找到红宝石的毛病，为此进行了详细的测量，试图找出红宝石低量子效应的由来，还设计了一个模型说明其内在效应，当我对模型进行分析后，没找到什么毛病，还发现了红宝石的量子效率相当高，有了这个发现，我就开始认真考虑红宝石。”他深有感触地指出：“我一发现红宝石的量子效应算错了，就对其它所有参数也作一番检查，自这以后，我对什么都不轻信。”正是这种对什么都不轻信的态度，鼓励着梅曼进行开拓和创新。在进行科学探索的道路上，人们的预言和结论有时恰恰会成为最难逾越的障碍，不迷信权威，敢于向禁区突破，勇于扫除障碍，正是梅曼取得成功的关键所在。

在许多人都以为以气体作为工作物质最容易取得成功的时候，梅曼却选择了固体物质作为攻关对象，他认为“对那些简单荧光固体只需分析很少几个能级，就能真正把握住内在过程。”对于气体，梅曼独具慧眼，发现“要考虑的因素太多了，如电子温度，离子数量以及速度分布等等”。他“对气体很快有了成见，起码不想用气体来作第一台激光器，因为涉及的过程太复杂了。”梅曼预言第一台激光器不大可能在气体中取得成功，这一预言果然成为事实。在科学探索的道路上，没有平坦的道路可走，要想在崎岖小道的攀登上捷足先登，就必须正确选择攻关方向，善于找到突破口，这也是梅曼取得成功的又一关键所在。

在科技史上，有许许多多象梅曼这样的第一个发明者。他们能做出杰出的贡献，显然与当时的历史条件分不开，梅曼也不例外，只要想一想，与他同时展开竞争的竟多达几十人就可以知道，激光器发明的条件已经成熟，它的出现是必然的，即使没有梅曼，也一定会有其他人成为激光器的第一个发明者。在一定的历史条件下，科学发明的出现固然是不可避免的，然而具体由哪一个人来完成却是偶然的，带有机遇性，并非人人都能捕捉住机遇，只有为数不多的科学发明家才有可能，他们确实有着比同时代人更高明的地方，才得以出类拔萃。

聘请通讯员启事

为了适应改革开放的新形势，本刊在创刊五周年之际，决定在全国范围内聘请通讯员200名。

一 条件

大学以上文化程度，有讲师以上职称，并有作品在物理类杂志发表；关心本刊发展，能在组稿、提供信息、评刊、扩大发行方面积极工作者；能与本刊联系密切，利用一切条件宣传本刊，自行发行50份以上者；能为

本刊介绍广告客户、为本刊发展提供千元以上赞助者，均可来函索取“通讯员登记表”。经审批合格，将颁发本刊通讯员证书。

二 待遇

- 1 在质量相同条件下，可优先采用来稿；
- 2 赠送《现代物理知识》杂志；
- 3 年终依具体情况评选优秀通讯员，颁发证书。

《现代物理知识》编辑部