

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

学友文库

神光异彩

 **E-BOOK**
网络资源 电子图书

神光异彩

一 激光的世界

相传在非常遥远的时代，人间没有光明、没有温暖，人间所拥有的只是黑暗。奥林匹亚山上正直善良的普罗米修斯神，同情人间悲惨的遭遇，下决心把光明和温暖送给人间。他不惜冒着被严惩的危险，从缪斯那里盗得火种，为人间送来了圣火，照亮了人类的未来。

那盗来的火是不是今天的太阳？

人类最早对光的认识，来自于太阳。光能照明、光能取暖。旭日东升，预示着新的一天的开始；晚霞西尽，标志着一天的结束。世上万物沐浴在阳光之下，植物发芽、开花、结果，生命萌动、成长、壮大。人们遵循着日出而作、日落而息的自然规律，调节着生命的生理节奏。人们在太阳的光辉和温暖下，休养生息，世代繁衍，种植希望，培育文明。太阳的光芒，在人的生活中是那么重要，不可缺少，以致于人们在心理上产生对太阳的崇拜和依赖，让太阳激发自己的勇气，让太阳增强自己的信心。从人类存在的那一天起人类和光就紧紧联系在一起。人类历史的发展，在很大程度上是对光明追求和探索的历程。

我们的祖先也曾不仅仅满足于太阳的光明。他们想了许多的办法以图来发现是否有取代太阳的光源。然而他们没能找到。他们所停留的时代，还只能用燃烧的方法去获取温暖，用收集萤火虫的方法去驱赶没有太阳的黑暗。他们对自然的肤浅认识尚不足以摆脱普罗米修斯送火的影响。他们是否会想到，多少个世纪过后，新的普罗米修斯又“盗”来了足以与太阳相媲美的光芒——激光。

1. 人造的光芒

在认识激光之前，我们必须对光的基本概念和常识有所了解。从科学的意义上讲，光是能使我们视觉感受到的电磁波。任何光都来自于一定的发光体。这个发光体，我们称之为光源。比如说太阳，就是一种光源。电灯把电能转化为光能，灯泡是一种光源。化学元素磷能发光，也是一种光源。自然界中能产生光的现象非常多。光具有能量。太阳、白炽灯所发射出来的光，除了能够帮助我们照明、显示信号，还能获得温度，感受温暖，这些都是光能量转化导致的结果；当我们把太阳光、白炽灯光通过三棱镜折射时，我们可以发现红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等七种不同颜色的光。这七种不同颜色的光叫单色光。而通过三棱镜折射以前的光，是由这七种光复合而成，称为复色光。一种单色光具有相同的频率，不同频率的光在介质中传播的速度不同、折射率不同，因而使我们看到了七种不同颜色的光。它们的波长范围在 $0.77\mu\text{m}$ —— $0.39\mu\text{m}$ 之间。这便是我们通过视觉对光产生的感性认识——可见光。

这七种可见光按照不同的波长、频率可以按一定的顺序在纸屏上形成美丽的光谱，称为可见光区。当我们再通过现代化的科学仪器和手段，对光进行观察的时候，我们会发现还有另外一些频率和波长的光波。这些光波按照频率的高低和波长的大小分别分布在可见光区两端以外的范围里，它是我们肉眼无法感受到的客观存在。因此，在普通光的光谱上，除了我们已经认识了的红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种光以外，还有许多不认识的“新朋友”，我们分别给他们命名为红外线、紫外线、X射线、 γ 射线、微波、超短波、短波、中波、长波等等。这些新朋友，便是我们视觉无法直接感受到的光——“不可见光”，我们生活中所见到的光只是光“家族”中的很小一部分。无论是可见光，还是“不可见光”，它们实质都是电磁波。

从这里，我们可以对光产生基本的认识，这也是我们对光进一步了解的基础。人们较早地对光的各种现象产生了兴趣并进行研究、探索，建立了物理学中光学研究的体系，研究光的现象、光的本性、光的效应、光的发射、传播和接收，从研究光的几何特性一直发展到光的波动学说、光的量子学说。

在自然界里，太阳、化学元素、碱土金属氧化物、硫化物等物质可以发光，都是自然光源。人类在社会物质资料生产过程中对光的利用，也决定了对光源的不同要求。根据不同的活动，需要不同亮度、强度和颜色的光。人类在社会创造中发明了许多新的光源，仅电光源，就从过去单一的白炽灯发展到了日光灯、钠灯、碳弧灯、汞灯、脉冲氙灯等。它们的发光亮度不断提高，有的甚至超过了太阳。当现有的光源仍旧无法满足现实生活中的各种需求时，人们开始寻找一种新的光源。

1960年5月，当人们从一台人工制造的装置中看到一束光色纯、亮度高、传播直、干涉性强的光线时，直觉告诉人们，新的光源发现了。它所发射的光便是我们后来称之为“激光”的人造光。

2. 欲与阳光试比强

激光具有很突出的特点，概括起来有三“高”，即高亮度、高纯度、高方向性。

激光是一种单色光，颜色极纯，单色性极好。光谱知识告诉我们光的波长分布范围越小，在谱线上的宽度越窄，就说明光的单色性越好。He—Ne 激光器所输出的红光，没有丝毫的杂色，没有其相邻谱线中的橙色。在现有的单色光源中，氦 86 灯的红光是单色性最好的，但它的波长分布范围却是 He—Ne 激光器红光的五万倍，而普通光更不能与之相比。单色性光在现实生活中、在工农业生产、特别是化工行业、建筑装饰等方面的应用非常广泛。激光在这些领域将大有可为。同时，激光的单色性，使其比普通光具有更高的光子简并度，能够携带大量的信息，是未来光通讯最理想的载体。从道理上讲，激光可以实现任何波长分布范围的光。但实际上，由于物质材料和技术条件方面的限制，激光目前只能覆盖红外、紫外和可见光区，在 X 射线光区也有突破。

激光的另外一大优点是亮度高。由于激光单色性强，具有很高的光子简并度，因此，它的单色亮度非常强。He—Ne 激光器发射的激光束的亮度是太阳光的千亿倍，而焦点处的辐射亮度更是普通光的 10^8 - 10^{10} 倍，这也意味着激光在每平方单位面积里含有很高的辐射能。我们生活中的绝大多数光源的亮度都不及太阳。因此普通光源在太阳光下就显示不出亮度。激光的亮度高，它可以照射到超远距离的物体上。它甚至可以照亮月球表面，在月球上形成的光斑，肉眼感觉比天上的星星还要明亮。

激光的第三个特点是具有很强的方向性，普通光源的光是向四面八方散射的，要使光聚向某一方向，必须加上辅助装置。激光直线传播，方向性强，发散角度的单位在毫弧度量级，比普通光的发散角度小 2—3 个数量级，因此激光器发出的光是绝对的平行光。我们设想，用探照灯和激光同时向距地球 384 000 公里的月球发射一束光束，探照灯的光斑直径要超过几千公里，而激光的光斑直径可以控制在二千米以内。

此外，激光还具有闪光时间非常短，相干性非常强的特性。激光器可以把光的能量集中到非常短的时间内（一般是几个飞秒，1 飞秒= 10^{-12} 秒）完成，可以产生极高的瞬间峰值功率。从物理学几何光学的角度上，我们可以分析到激光具有较好的相干性，也就是说光量子数高，单色性纯，在较长的时间保持恒定的相位差，干涉效应十分明显。

激光这样一种特殊的光，是如何产生的呢？激光的本质又是什么呢？

3. 泵浦振荡生激光

激光的产生原理是利用了物质原子受激辐射后发生跃迁的特性。

原子中的电子的能量级有四种状态，即 A、B、C、D 态（如图）。A 态称为基态，一般电子都处于 A 态。B、C 属于高能态。一般电子在高能态是属于不稳定状态，要向低能态发生跃迁。D 态属于低能态，电子从 B—C—D 依次跃迁的过程，就是原子发生跃迁的过程。当属于高能态的电子比属于低能态的电子数多时，我们把这种现象称为粒子数反转，只有形成粒子数反转，才可能实现跃迁发光。这是产生激光的基本前提。

有两种原因可以产生这种电子的跃迁而导致原子发光。一种原因是原子内部自身的运动引起电子作自发激射产生跃迁，这种原因产生的高能态电子数较少，形成不了粒子数反转；另一种原因是来自外部或人为的原因。即通过外界的能量把大量的电子激发到高能级状态上去，形成粒子数反转，实现电子从高向低跃迁。要把大量的处于基态能级的电子激发到高能级上去必须加上某种外界的能量，这便是我们所说的泵浦，如同把水抽泵到一定高度一样。泵浦的方法很多，常用的泵浦源有光源电源、化学能源。针对不同的工作物质，采用的泵浦源也有区别。固体工作物质多用光照射法，气体工作物质多用放电法。

当物质受到来自外界能量的激发时，原子核周围的大量电子，会从基态能级 A 跃升到高能级 B，它们在高能级作短暂停留后形成亚稳态 C，再向低能级状况作 C、D 顺次的衰落，在这个从 C 至 D 的衰落过程中，电子释放出能量，致使产生了光子。这些光子便是激光产生的诱发“基因”。

仅仅依靠原子受激辐射，从高能态向低能态跃迁衰落产生的光子，还不能产生激光，因为它还没有形成足够强的光流，还需要不断地放大。如果这些光子在一个由两块反射镜组成的光学谐振腔内被连续地来回反射、振荡的话，便会诱发同样性质的跃迁，产生同频率、同相位的光子，新产生光子再起诱发作用，循环往复地反射振荡，使受激辐射的程度不断被加强，从而便产生了同频率、同相位、足够强的光流。这些受激辐射的光子在振荡腔中不断地进行反馈、振荡、放大时，他们的方向、相位始终保持着一致，形成的光流频率相同，相位一致，方向一致。从那谐振腔中输出的光流，便是激光。从本质意义上讲，激光是一种放大的光，亮度增强，能量增大。激光器的本质，就是实现光的放大。

激光器是由三部分组成的。即工作物质、泵浦源和谐振腔。工作物质是发射激光的材料。一般来说，根据激光器的性能要求而选择不同的工作物质是基本的原则。谐振腔由一块半反半透镜组成，起到反射振荡的作用。激光便是从那块半反半透镜输出出来的。我们可以用一句话来概括激光的产生：泵浦振荡生激光。

4. 外科医生的第三只手

如果说光是客观存在的话，发现激光则是一种必然，人们发现它只是时间的问题。人们惊讶激光产生的同时，更惊讶于激光所到之处的神奇。

无论是否亲眼目睹过外科手术，人们都会高度称赞外科医生那双高明神奇的手：刚劲有力且不乏柔巧轻灵，张弛自如又妙到毫巅，从容而不迟缓，迅捷而不颤抖，挥刃引赘、穿针走线、出神入化。这双手弘扬人道，治病救人，挽人于危亡之际，济人于水火之中。真可谓妙手于枯木逢春，神奇之处令人叹为观止。

曾几何时，科学为医生们又增添了第三只手。1960年世界上第一台激光器产生以后的第二年，人们就探索把激光用于医学研究，提高医疗效果。长期的实践探索成果证明，激光是不可多得的手术刀，是精确非凡的诊断仪，是人类未来攻克癌症等不治之症的光明和希望。目前把低功率的激光器用于各种手术以增强医疗效果或用于各种诊断以提高诊断准确性，已为医学界广泛认可和应用，为广大病患者所接受和欢迎。激光器的研究正瞄准医学未来的高峰，不断得到突破和发展，这将使得医生们的手变得更加神奇和不可思议。

激光器所发出的一定波长的红外激光，易被人体各种组织吸收，在激光聚焦的光斑附近能够产生高达摄氏1500度的高温，引起局部生物细胞损伤，蛋白质分解，而且反应时间极为短暂，故而可以对人体软、硬组织进行切割和有选择的破坏。因此，当激光以一定的速度移动时，能替代手术刀对人的各种软、硬组织和活体组织进行切割。由于激光的发散角小，能聚焦到人眼看不到的微米数量级，因而切割的精度高，伤口细，手术出血少，而且出血随时能够止住，肉眼观察几乎是无血手术。目前，一定波长的二氧化碳红外光激光器在国内外被普遍用于各种人体内脏手术、肿瘤切除和面容修补。据悉，美国康奈尔大学研制出一种可调频激光器，这种激光器的光波长可以在红外线和紫外线之间的距离进行调整，使医生可以用不同频率的激光，来进行切割、烙合等手术。

针灸是我国传统医学宝库的精髓，素有“一根银针治百病”的佳话。现在，激光针灸已经问世。精细的激光束直接射入人的不同穴位，可根据医疗效果的需要，透入肌肤的不同深度。精确度高，力度可调，克服了人工针灸的许多不足。把激光束光斑扩大，覆盖人体一定区域，可用于医疗照射。这种激光照射在内科、外科、皮肤科、妇科等多种疾病的治疗中都有很好的疗效。目前，激光在医学上还被广泛应用于眼科、牙科诊断、治疗癌症及医学基础研究等方面。比如，用激光修补视网膜，用激光对牙钻孔，清理牙洞等等。特别是在治疗癌症方面取得的突破和成功，使人类在未来有望彻底攻克这一医学难关。据报道，国际上现已研制出受激准分子染料激光器、氩染料激光器和新一代的半导体激光器，并在临床使用上获得了较好的效果。

激光可以毫无痛苦地进行去皱纹、伤疤、修补皮肤缺陷等皮肤手术，达到美容的目的。大功率的二氧化碳脉冲激光可以在不损伤皮下脂肪的情况下，烧掉表层多余的皮肤，从而使皮肤收紧。

其实，激光又何止是外科医生的第三只手呢？激光早已为全社会所重视，在各个领域、各行各业中大显神通，成为解放生产力、提高生产质量和劳动效率的重要手段，被誉为“超能的手”。

激光加工是普通的工业应用。激光的光色纯、亮度高、方向性强、发散角小、相干性好的特性在工业上被运用得淋漓尽致。激光加工就是将激光通过透镜，在微米级的焦点上形成极高的能量和温度，迫使被加工的物质材料吸收，从而使被加工表面瞬时熔化，达到加工的目的。正是这种高能高温的特性，使得各种坚硬、高熔点的材料加工成为可能。且由于激光光束极细，加工时间短，被加工物件不会受到外来机械的作用，热变形小，加工精度非常高。常用的激光加工一般包括打孔、切割、焊接、热处理、冲击硬化、抛光。

近年来，日本的 SANKYO 铝业公司采用钢钇石榴石（YAG）激光焊接铝合金薄板，这一技术利用了激光能量大、聚焦小的优势，获得了成功的、没有变形的、光滑漂亮的焊接表面，这是激光技术近年来在大面积铝质表面焊接上应用的成功，克服了传统焊接方法的缺陷。此外，激光在工业中用作准直和导向已是非常普通的手段。

1962 年，美国麻省理工学院与雷瑟恩公司的科学家们用红宝石激光器向月球发射了 13 次激光脉冲，在 2.6 秒钟后收到了四次往返的信号，这一实验从而更加准确地测试出月球与地球的距离，其误差只有 100mm。这一精确的数值，充分反映了激光技术在测量距离方面不可替代的优势，特别是远程的距离或特别重要的目标测距，应用这一高科技手段已成为必然。激光测距是利用了激光方向性强的特性，加之激光脉冲极窄，亮度特高，因而能控制到很远的距离而又保持精度。目前，各种多用途的激光测距仪器广泛地用于了航天、海洋、雷达及军事方面，现代化的坦克、飞机、火炮都装备了激光测距仪。激光雷达扩大了空中测定的距离和扫描的范围，填补了微波雷达的盲区。

裁缝量体裁衣，木匠测物下料。我们都不陌生尺子。生活中，我们也接触了越来越多的、各种质地的尺子：皮尺、木尺、塑料尺、钢尺、游标卡尺、螺旋测微器……。我们以尺子的刻度为依据，去掌握物体的计量单位。当环境的温度发生变化时，我们手中的依据会因热胀冷缩的特性而变得不可靠。因而满足不了高精度计量的需要。而用激光作成的尺子，避免了热胀冷缩的影响，测量一米长的工件，误差仅有 0.02um。用稳定的激光波长作为长度的度量衡基准，其精确之高、误差之小无与伦比。

正是由于激光具有亮度高、方向性强、相干性好的特性，激光在社会中的应用范围越来越大，渗透越来越广，在科学研究中的地位愈来愈重要。面向各行各业、各种用途的激光器的研制开发，以使人类社会生活的内容发生了巨大的变化，人的生活方式受到了极大的冲击。但愿这只超能的手能为人类社会的未来创造更大的幸福。

5. “力拔山兮气盖世”

1945年，第二次世界大战已近尾声。柏林攻陷，德国法西斯投降，加速了日本政府的投降、日本军国主义灵魂的灭亡，争取全世界反法西斯战争的胜利成为盟国的主要目标。为此美国政府作出了超常规的决断，先后向日本的广岛、长崎分别投放了最新研制成功的核武器——原子弹。黑色的蘑菇云向世人揭示了原子核裂变所产生的超强威力。巨大的冲击波横扫了建筑、屋宇和桥梁，强灼的辐射能荡涤了城市的每一寸土地。一瞬间，瓦砾遍地，尸殍遍野，河水腾浊，黑雨淅沥。幸存者衣不遮体、无处栖身。广岛、长崎的百姓，为这场战争付出了半个世纪的代价。半个世纪过去了，当人们在认真反省战争行为、不忍回首人类历史上这撕心裂肺的一幕时，人们不禁自问未来的科学行为如何才能不违背造福人类的宗旨，为人类带来和平和幸福呢？全世界爱好和平的人们都在努力探索，是什么因素可以引发如此强大的核动力呢？

原子能、原子核能和核能是同一个概念。当物质原子核内部发生变化时，它会释放出巨大的能量。如何才能使原子的能量释放出来呢？有两种途径，一是核聚变，即两个或两个以上较轻的原子核在超高温等条件下聚合成一个较重的原子核所发生的反应；二是核裂变，即一个较重的金属元素原子核在一定条件下分裂成两个（或三个）较轻原子核所发生的反应。氢弹的产生是核聚变，原子弹的爆炸是核裂变。现代的核电站也是利用了铀 235 的核裂变原理。激光技术在这两方面都有非常重要的应用。

铀 235 是核裂变的重要原料，核电站中普通轻水反应堆中铀 235 的含量要达到 2—3%，而核武器装料中的铀 235 含量要在 90% 以上。因此，获得铀 235 和从铀 238 中分离铀 235 是发展核工业和核军事的重要环节。

激光技术在这里应用的一大特点就是能进行化学同位素的分离。天然铀矿中铀 235 的含量不到 1%，极其稀少。要获得足够的核反应燃料就必须从含量较高的铀 238 中提取铀 235。这是普通化学分离技术难以达到的。用大功率的脉冲激光进行激发、照射，或利用激光加速某种化学反应，使同位素加以分离，从而获取核裂变所需要的原料，这种方法有较高的分离系数。1973 年，以色列科学家尤里以两台染料激光器和一台二氧化碳激光器在 24 小时内生产了 7 克铀 235 同位素，纯度达到 60%。

当轻的原子核聚变成重核时，可以释放出比裂变大得多的能量。原子核发生聚变，首先要使自身具有相当大的动能，而具有这样的动能，必需首先使参加反应的物质达到几百万度以上的超高温。这是产生核聚变的关键。如何获得这样的超高温呢？激光具有亮度高的特性，能够产生高度集中的能量，导致核聚变所需要的超高温。实验已经初步证明，用高亮度的激光照射氘和氚，在超高温下成为等离子体，并在条件成熟时聚变成氦。这方面的研究正有待于进一步突破。

激光的作用不仅仅是在核能方面，它对其它前沿科学领域都有着广泛的应用。例如，我们知道肉眼可以观察到的物质形态有三种：气态、固态和液态。当我们借助于某种先进设备仪器时，可以观察到物质的第四态“等离子体”。激光技术问世后，它还可以产生物质的第五态“原子簇”。通过对原子簇的研究，我们可以进一步加深对物质微观世界变化和本质发展的认识，从而进一步沟通物质的宏观世界和微观领域。

6. 记忆的海洋

我们漫步街头，可以看到星罗棋布的镭射影厅，那屏幕上正播映的惊险曲折或凄婉哀绝的故事，是被装在一张巴掌大小的激光盘中的；我们打开家庭中性能优良的音响，任凭华美的乐章悠扬在耳畔，已经意识到激光技术悄悄地闯入了我们的生活。然而在享受之余我们会惊诧一张小小的碟，竟会容纳如此浩瀚的内容？

当今社会已经发展到信息时代，人们对信息的需求，对信息的使用，对信息的获取方式将向着更快、更多、更准的方向发展。人们正在从高新科技的研究中寻找答案，在新材料、新技术中追求结果。这种追求正使人类现有的信息储存方式发生重大的改变，信息时代的产物——光盘技术应运而生，信息科技生活发展的潮流已经发出了用光子储存信息、扩大信息容量的呐喊。在对光的研究和认识中，人们已经发现光在信息储存和储存容量上的巨大优越性和挖掘能力。

人们已经开始把大量的信息永久地记录在储存的介质中。从这一天开始，图书馆再不是传统的书籍目录，取而代之的是电脑、计算机和激光盘；档案馆不再有浩繁的卷宗，纸张和油墨不再是记录历史的唯一媒介，时代的印记将永远记录在小小的光盘上。你最爱唱的歌、你珍藏的秘密、你难以忘怀的经历都将永远地保留在这个“记忆”里。

激光在信息储存中的应用，主要是激光储存器，它广泛用于各种计算机、多媒体、传真机等信息终端和家用电器中。激光储存器由感光材料制成各种光盘，以激光光源为读写光源。激光束扫描光盘表面上的一系列坑洞和平面，从而进行信息的读取和储存。储存器是计算机的大脑，衡量这个大脑功能的主要指标，就是其运算的速度和存储容量，好比是人的大脑的反应能力和记忆能力。过去，计算机上的存储器是靠电子信号进行工作的。今天，人们发现，用激光束的光信号取代电子信号来储存信息，不仅可以使计算机的运算速度提高一千倍以上，还可以大大增加储存密度，以致一套大不列颠百科全书可以全部浓缩在一个美国银币大小的空间内，从而确立了激光储存器在计算机中的地位。

正在全球范围内兴起的“信息高速公路”是一件划时代的重大事件。它是当今微电子技术 with 光子技术相结合的产物。光子技术的产生和发展将在现代和未来的信息高速公路的建设中担负起继往开来的重任，发挥举足轻重的作用。而激光，作为一种理想的光源和传播载体，将以其优良的特性，在光通信、光交换、光储存、光传感、光显示、光记录等方面大显身手。信息高速公路中的多媒体、信息数据库服务系统，都要求发展与此相适应的大规模的数据存储装置。在现有的磁带、磁盘、光盘等储存系统中，光盘具有更大的发展优势和潜力。这种发展趋势，为光盘技术的研究，各种光学材料的挖掘提出了更高的要求。目前，科学工作者们通过研究、实验初步发现，利用蓝、绿激光作读写光源，可使光盘的存储密度提高四倍。新近研制成功的多层叠合光盘，可使现有的光盘储存密度提高六倍。而有机聚合物材料，利用了光的折射性能，可以提供高密度数字和数字的即时存取，廉价而性能非凡，成为新型的光盘材料的宠儿，预计在不久的将来，更新更好的光盘问世，将为我们的生活带来极大的方便。

7. 古希腊战士的梦

相传在古希腊时期，古希腊战士为抵御海上来犯之敌，用一千面反射镜把太阳光聚焦，汇集到来犯敌船之上，引起敌船的熊熊大火，一举击溃来犯之敌，用大自然最慷慨的赋予，形成最强大的武器，拒敌于千里之外，葬敌于火海之中。这似乎是古代传说中用自然的光进行战争的第一个例子。它虽说是一个神话，但反映了古希腊时期人们对光的应用所充满的希望和信心，它反映了人们对弓箭一类远距离武器的认识走向了一个新的飞跃，孕育着军事科学思想的萌芽。但在科学技术不发达的时代，在人们对自然认识有限的条件下，这种希望只能是一个梦想。

然而在今天，用光作为杀伤敌人的武器已经成为现实。光学研究的突破和激光技术的产生，使得今天军事科学的发展已到了一个令人不可思议的阶段。光，已经堂堂正正地走入了现代军事的武器库之中，而激光以其特殊的性能在未来的武器变化和发展中将具有不可限量的作用。从第二次世界大战结束后世界上所发生的局部战争和区域冲突来看，高科技已经普遍成为作战的手段，军事科学在走过了电子时代之后，正逐步向光电技术相结合空间、地面、海洋成一体的时代发展。光电技术在战争期间侦察与反侦察、窃密与反窃密、干扰与反干扰、进攻和防御的过程中所发挥的重要作用，已为世界各国军方和科学家所高度重视和肯定。中东战争、马尔维纳斯群岛战役、海湾战争均是当今高科技力量抗衡的经典之作。古希腊战士的梦在今天已经变成现实。激光这一高新技术在当今世界军事抗衡的舞台上放出了奇异的光彩。

1982年6月的中东，战争的烟云始终没有在这块破损的土地上空消散。中东历史上最大规模的一次空战以以色列空军轰炸贝卡谷地而拉开序幕。装备有航空照相机、电视摄像机、激光测距仪、红外线扫描仪、雷达侦察设备的以色列E—2C“鹰眼”预警飞机正在地中海上空游弋。在它的空中指挥下，由90架F—15、F—16战斗机组成编队的以色列空军，形成三个攻击波，气势磅礴地飞临了叙利亚军队遍布萨姆—6地对空导弹的贝卡谷地上空。贝卡谷地有着先进的雷达装置，它是萨姆—6的火眼金睛，它把一切扫描信息转告给萨姆—6，导弹发射系统的激光瞄准器将自动搜寻并锁定敌机，计算机在完成瞬间的复杂运算后，将迅速击落来犯的空中敌人。但当叙利亚的导弹雷达开机后，它的无线电波频率和导弹指令频率却被地中海上的“鹰眼”预警飞机接受，并在瞬间通知了空中的以色列战斗机，从这一时刻起，以色列的飞行员们便已经把这场空战的胜券稳稳地操到了手中。他们在内心里为他们的飞机拥有能沿着萨姆—6导弹的雷达波束准确攻击目标的激光制导装置而骄傲、欢呼。空对地导弹和高能爆炸弹将通过这种装置发出巨大的威力。爆炸声尚未听到，战斗机就已决出了胜负：雷达的波束为以机肆无忌惮地轰炸提供了攻击的信息；激光制导导弹准确地摧毁了萨姆—6导弹的“眼睛”——雷达，随后再把失明的萨姆—6收拾得片甲不留。一时间，贝卡谷地变成血与火的海洋，爆炸声轰鸣，叙利亚尽管派出了米格23、米格25战斗机增援，空战持续了两天，但最终以色列彻底摧毁萨姆—6导弹、击落110架米格飞机，以色列则无一机受伤的局面而告终。

——1991年的中东海湾，多国部队空军对伊拉克首都巴格达进行大规模的、昼夜轮番轰炸。攻击的重点是伊拉克的政治、经济、军事目标，以彻底

摧毁伊拉克赖以支撑的核心。由最先进的激光技术和微电子技术所武装的预警飞机担任指挥，具有雷达探测、敌我识别、数据处理以及显示、导航和反干扰通信系统等多种功能，它是当今世界上最先进的、最复杂的 E—3A 无人驾驶预警飞机。F—117A 战斗轰炸机以精确的激光制导系统瞄准，竟在一夜之间投下二万多磅炸弹，颗颗命中巴格达总统官邸、政府公寓、银行和军事目标，命中率达到了 90%，极少落入居民区，使萨达姆的指挥机关无法滞留在地面而藏匿于地下深处。这种高精度的轰炸技术得益于激光技术的应用，为炸弹装上了眼睛。

——1982 年的南大西洋上，英军的特遣舰队声势浩大地逼近了马尔维纳斯群岛。特遣舰队中，英国皇家海军的骄傲——“谢菲尔德”号导弹驱逐舰格外引人注目。它拥有着一流的火力，装备着先进的电子战系统。它的雷达、指挥系统和舰对空导弹能在最短时间内作出反应。然而一架载着飞鱼导弹的“超级军旗”战斗机正悄悄地接近它，只需要一瞬间“超级军旗”上的脉冲激光器便测出了“谢菲尔德”号的位置和距离，几乎就在同时，一枚飞鱼导弹在激光的导引之下，呼啸而来，准确地钻入了“谢菲尔德”号的“心脏”——指挥控制系统。随着一声巨响，熊熊火光和浓烟为“谢菲尔德”号完成了最后的殡葬。

这艘造价二亿美元的战舰，一弹未发，便葬身于大海。这枚“飞鱼”是从哪里打来的？“我欺骗了他们的雷达。”阿根廷飞行员事后说：“我利用了它无线电雷达的盲区，超低空飞行，紧贴大海在接近它！”无线电雷达的盲区！“谢菲尔德”的悲剧。如果用性能更为先进的激光雷达去填补电子雷达的盲区，“谢菲尔德”号恐怕不会消失在南太平洋上！

“谢菲尔德”号的沉没并未使得英军失去对战争的信心，相反，他们把这种高科技所予以的战争优势发挥得淋漓尽致，特混舰队充分发挥了“舰载激光致眩器”的功能。激光光波扰乱了阿根廷战斗机的信息接受和目标识别系统。一架又一架的阿军战斗机误入英军特混舰队火力网，难逃劫难，或者迷失方向，或者坠入大海。此时，战争的天平已经开始倾斜，“超级军旗”战斗机和“飞鱼”导弹所带来的瞬间辉煌正在消失。

战争是残酷无情的。明天的战争是高科技的战争。谁取得了高科技的手段，谁便拥有了决定胜负的主动权。科学技术是为人类造福的，把科技用于战争，是为了更好地维护和平。这一点是无论如何不能忘掉的。

8. 金风玉露总相逢

绵绵情恨，悠悠愁结，隔岸相看泪眼；
迢迢河界，漫漫路回，一日鹊桥重现；
朝朝云湮，暮暮星满，盼待来年如约；
煦煦金风，滢滢玉露，相连胜却人间。

这是中国民间传说中，关于牛郎与织女的故事。牛郎、织女相亲相爱，却夫妻两地，不能团聚，一道银河将他们残酷地分开。纵有千般情意，万般思念，也只有等待遥遥的佳期来临：每年七月七相会于鹊桥，方能细诉期待之苦，别离之情。然而佳期苦短，七夕过后，依旧是长久的思念、长久的别离。银河无情，岁月无意，只有纤云和飞星理解他们，为他们传递着千般思念，排解着万般愁结，为他们忠贞不渝的等待而动容，为他们短暂的相聚而欣喜。故有“金风玉露一相逢，便胜却人间无数”之佳句。他们昼夜不息地厮望着，企盼着来年相聚的佳期，等待着未来有一天，能感天动地，像人间无数的家庭一样，过上朝朝暮暮、耳鬓厮磨的生活。

然而在今天，科学的发展，正使得空间在缩小，距离在缩短。随着信息时代的到来，现代通信网络已经成为人类社会的神经系统，不断扩大人们的生活范围，加强人们的生活节奏，各种通信手段把远隔千里的人紧紧地联系在一起，再也没有牛郎织女相隔千里无绝期的不幸。现代社会的信息网络，是一个由计算机技术、通信技术和信息储存技术为基础构成的通信体系。在这个体系中，成百上千万的信息通过电子、光子载体流向了网络的四方，各种图文、数据在终端上显示。它的存在缩小了人与人之间距离、扩大了人的活动空间，它和人类的进步休戚相关、唇齿相依。在今天的世界上，人们都会熟悉那个拥有二千万用户的国际计算机互联信息网络——Internet。在这张网上，时刻传播着大量的综合信息。1995年1月日本兵库县的神户发生了里氏7.8级的大地震。全世界的许多用户通过这张信息网亲眼感受到了那建筑损坏、桥梁坍塌、火车出轨、公路断裂、灾民无处栖身的惨景。也是通过这张网，灾区的幸存者以最快的速度向海外的亲人通报了平安的信息。1993年美国政府的一份官方文件对Internet网的作用作出了很高的评价：“Internet网已经能使全美国的科学家和全世界的科学家共同使用数据库，共享文献资料，与同行们交流信息。”从克林顿总统到参众两院的议员们，一直到地方各州的官员，都相继在网中公布了自己的地址。普通民众可以通过Internet网向“总统大人”、“议员老爷”们提出建议，要求答复、批评投诉、反映民意。这就是信息网。

我们的祖先曾经用“光”作为通信的手段，用光来中或明或灭的火光闪烁着互相联络的信号。光波传递着消息，传递着信息，这就是最原始的光通信。

电的发明，为通信方式的改革起到了巨大的作用，通过电把声音和图像以有线和无线的形式直接传递给对方，这就是我们今天的电话和电视、收音机。

激光技术的产生使人们接受了一种比电子更为先进的通信方式，用激光作为传播的载体将使光信号具有传播速度快、容量大、电磁干扰小、传递距离远、保密性能优的特性，比普通光具有更强的信号。激光技术的应用，使

现代化的通信技术又有了一个新的突破，为未来的通信技术的发展开辟了一个新的研究领域。

与电子通信相比，光通信也有“无线”和“有线”的通信方式。利用光子在大气中的直接传播来传递信息，便是“无线”光通信的方式。当 60 年代世界上第一台激光器诞生以后，人们就试图把激光应用到光通信方面。1962 年，美国著名的贝尔实验室首先利用激光在地面大气层中的直线传输进行实验，实现了 2.6 公里光通信。在 60 年代末和 70 年代初，日本、前苏联等国家也都分别进行了大气光通信实验，传播距离大大提高，实现了全天 24 小时开通的广播、电视、电话和传真等通信服务。这种通信方式便是光通信的“无线”通信方式。

由于大气光通信的效果容易受到自然气候的影响，光信号在更长距离的传输中因气候条件变化而变得不稳定，因此研究长距离光通信的课题应运而生。这便是光通信的“有线”传播方式——光导纤维通信。即用石英光导纤维（俗称光纤）作为光传播的导体，实现光通信。光导纤维既轻又刚且软，韧性强，可弯曲，地下铺设、空中敷架都十分便利。激光在光导纤维中传输，不受气候影响，信号损耗低，通信距离远，能满足大容量的通信需要，是光导纤维通信中最理想的信息光源。近几年来，以实用化为目标的光导纤维通信正日益引起人们的重视和极大的兴趣。在未来通信技术的发展中，光导纤维通信和卫星通信一起，被一致认为是最有前途的通信方式，是 21 世纪通信技术中最活跃的领域，而激光技术的应用将是这两个通信领域取得突破性进展的关键因素。预计在不久的将来，激光通信的研究成果将为全世界的通信服务业广泛采用，并形成宏伟的激光通信网，为社会生产、科学研究和公众生活提供最方便有效的服务。

9. 身临其境的感觉

假如你看过电影《魔术师的奇遇》、《枪手哈特》等电影，你会被身临其境的感受所惊叹：子弹向你呼啸而来，骏马从你头顶上越过。这便是三维立体空间的动态效果。当你在室内高尔夫球场挥杆击出 Birdie 时，你犹如置身于广阔的高尔夫球场的绿荫上。这种逼真的效果，凝聚了现代化光电技术的研究成果。全息摄影术便是这种立体动态效果的直接因素。

把激光技术应用于全息摄影术，将使得画面更为清晰，立体空间感更为真实，使你身临其境，产生如痴如醉的艺术享受。全息照片的魅力牵着你走遍了世界，飞入了太空：尼亚加拉瀑布的水雾似乎润湿了你的脸庞；吐鲁番的葡萄似乎摇摇欲坠；星星伸手可及；泉水俯身可饮。

激光全息术在生活中的应用还有很多。它拍摄的照片可以用于广告宣传、医疗诊断、教育教学，能够精确地测量出工业中的加工变形，对传统的艺术珍品进行储存保藏。目前，世界上许多古典的建筑、雕塑艺术品都被摄成全息照片而珍藏起来，从而为文物的保存提供了最新的科学手段。

激光所带给人类的艺术享受还有很多，并不仅仅限于激光全息术。如用激光替代金属唱针所产生的声音和图像，让人产生视觉和听觉的超值享受；用不同颜色的激光束可以组成奇妙无穷、变化无穷的美术图案，令人陶醉之余叹为观止；激光技术和音乐结合起来，可以产生歌景交融的环境，引起人们的幻觉等等。

10. 林林总总激光器

世界上第一台红宝石激光器，其外观并不复杂，但它的制造工艺却是相当复杂的。不过这并不是人们关心的实质。它研制成功的意义在于人类成功地实现了光的放大，获得了激光。而此后的近半个世纪里，研究人员对激光器的工作物质、内部结构，一直到外观、发射性能、功率、波长等方面，都予以了更大的关心和投入，从而使世界上又多了许多种类的激光器。它们的问世，更大地满足了人类科学研究、生产实践应用和日常生活的需求。

那么激光器有哪些种类呢？这些种类是如何划分的呢？

一台激光器是由工作物质、谐振腔和泵浦源三个部分组成起来的。这三个组成部分便是划分激光器种类的基础。

如果按工作物质的不同来划分，就有了固体激光器、气体激光器、液体激光器、半导体激光器等。

如果按谐振腔的构造不同来划分，有不稳定腔激光器、共焦腔激光器、平面腔激光器、具备调谐装置激光器等。

如果按泵浦源不同来划分，就有电泵浦激光器、热泵浦激光器、光泵浦激光器、化学能泵浦激光器和核能泵浦激光器等。

同一台激光器，按照不同的划分办法，可以归为不同类型的激光器。如世界上第一台红宝石激光器，如按工作物质划分，是固体激光器；如按谐振腔划分，是平面腔激光器；如按泵浦源划分，它是光泵浦激光器。

此外还有其它划分种类的办法，如按激光的输出特性、按波长谐调和不可谐调、按连续输出和脉冲输出，都可以划分出不同类型的激光器来。但按工作物质、谐振腔、泵浦源来划分种类是最常见的三种划分方法。而人们通常所指的激光器，一般都是按工作物质的划分界定的。下面介绍的激光器也主要是以工作物质划分的几种激光器：即固体激光器、气体激光器、液体（染料）激光器、半导体激光器。

固体激光器的工作物质一般是在一种基质中掺杂入另一种化学元素而形成的。基质一般来讲，选用的是透明的晶体或者玻璃。如梅曼制造的世界第一台激光器所选用的工作物质红宝石，就是在刚玉晶体中掺入了铬离子。一般来说，选择作基质的晶体和玻璃多为氟化物和盐类，如氧化铝、硅酸盐、硼酸盐、磷酸盐、氟磷酸盐、硼硅酸盐、硼磷酸盐。所使用的掺杂元素多为钕、铬、Tm、Gd等铁系元素、镧系元素、铜系元素。这些化学成分的物质对光的透明度高，热传导性好，能够较好地提供激光产生所需要的能级。固体激光器中，比较成熟的产品是红宝石激光器、钕玻璃激光器、掺钕钇铝石榴石激光器。它们的共同特点是输出功率比较大，对工作时的温度条件要求不高。

固体激光器的工作物质一般做成棒形晶体，配上腔面反射镜，再加上强光源。其工作方式是既可以连续发射，也可以脉冲发射，输出功率比较大。这种激光器体积较小，体构坚固，使用方便，在工农业生产、医疗卫生、科学实验上，尤其是在军事方面得到较为广泛的应用。

气体激光器的种类非常多，应用也非常广泛。用作工作物质的各种气体包括了各种惰性气体、金属蒸气、双原子和多原子气体、气体离子等。氦氖、氩离子、氦离子、一氧化碳、二氧化碳、氧气、氮气等均是气体激光器工作物质的选择对象。

气体激光器是在一个石英和玻璃放电管中注入一定工作物质的气体而形成的。放电管内壁光滑均匀，直度和弧度都很好。放电管两端接有阴、阳两个电极，接上电源，利用气体的放电过程从而对工作物质进行泵浦。在个别情况下也采用光、热、核、化学等泵浦形式。气体物质在一般条件下是绝缘体。当气体两端的电压增加到一定程度时，气体因被电压击穿而导致气体中电流陡然增加，产生粒子数反转，从而产生激光。

气体激光器的长处在于能够产生从紫外到红外很宽范围的各种波长，能够稳定地连续工作、相干性好。目前气体激光器的主要品种有氦氖激光器、氩离子激光器、二氧化碳激光器。这几种激光器研究发展时间较长，市场应用日臻成熟。其它种类的气体激光器则尚处于研究试制阶段，少有产品问世，更稀于实际应用。

氦氖激光器结构简单、小巧轻便、坚实可靠，使用周期长，生产成本低，是目前问世激光器产品中生产数量最多的一种。氦氖激光器一般发射出的激光是可见红光，也可以发出其它红外波长的谱线，其频率稳定性高，相干性好，方向性强。氦氖激光器一般应用在三个方面：一是测准，如建筑行业中的水准控制，机械加工中对加工零件的校准；二是用于测量，把该激光器装配到各类测量仪表中，可以精确地测出被测物体各部分的细微尺寸；三是用在计算机储存系统中，以读出和记录各种信息。在新闻印刷的照排制版方面，激光技术是最先进的制作手段。氦氖激光器能在许多恶劣的环境中工作，可靠性强，因而在军事方面应用极多。在野外、暗沟、战壕中均能不受影响，在空间飞行器中也能承受很高的加速度和振动。

二氧化碳激光器在红外区域能连续发射出高功率激光。它有一个非常突出的性能，就是许多材料对二氧化碳激光能量的吸收性能好。金属氧化物可以很顺利地吸收二氧化碳激光产生的大部分能量，因而在工作应用中，对工件表面金属氧化物的处理，对金属零件的切割、加工、打孔等工序都广泛地使用了二氧化碳激光器。

以氩离子作为工作物质的氩离子激光器能够发射出可见光区的蓝光、绿光。在激光彩色电视、光转换技术、全息照相、水下探测等研究应用中都有着非常广泛的前景。

在气体激光器中，还有金属蒸气激光器、波导激光器。金属蒸气激光器的特点是既能连续、又能脉冲式地工作，发射的激光波长在可见光区至紫外区域。波导激光器的特点是波长调谐范围宽，体积小而功率大，既可以振荡，又可以放大，既能连续工作，又能脉冲工作。

液体激光器是我们通常所认识的染料激光器。因为一般用于工作物质的液体掺含有可以激活介质、产生激光的染料，故称染料激光器。染料中最常用的有荧光素、若丹明、花青类、香豆素等有机染料。这些染料溶于乙醇、苯、丙酮、水等溶剂中，配成一定浓度的溶液盛入某种特定的容器里，采用光泵浦，通过循环或喷流的方式，便可以产生连续或脉冲发射的激光。由于染料分子本身可以吸收所产生的激光，因此，染料激光器发射的激光波长是可以连续改变的。这便于人们有目的地选择各种不同波长的激光进行工作，这也是染料激光器的一个突出性能。染料激光器可分为连续波和脉冲两种。连续波激光器需用离子激光器泵浦；脉冲激光器需用氮分子激光器、石榴石激光器进行泵浦。

半导体激光器是以半导体作为工作物质而制成的激光器。目前最常见的

半导体激光器是以砷化镓作工作物质，用电泵浦，以 P—N 结注入式方法发生激励作用而产生激光的。砷化镓激光器的输出功率较小，发射红外光，相干性不好。就总体而言，半导体激光器转变效率高、体积却很小，结构非常稳定，在军事上，常常把它用来作为信号光源，用于飞机、坦克上的激光测距，配备火炮的自动瞄准系统，还可以进行激光侦察和夜间观察。

此外，新类型的激光器中，还有准分子激光器和化学激光器、自由电子激光器等。准分子是在物质的第四态等离子体下产生的，可以形成受激状态。准分子激光器波长范围很宽，功率很大，因而其发展、应用非常快。

化学激光器是依靠化学反应时产生的跃迁而发出激光，而不需要外来能源泵浦。其转换效率高、辐射波长短、器件不易损坏。

自由电子激光器不需要工作物质，而以高能电子的能量转变为激光能量，因而没有粒子数集聚反转的激光条件。

注：本小节参考资料《激光及其应用》，耿文学，河北科学技术出版社。

二 光明在哪里

人类对事物从无知到有知的认识过程，是一个从愚昧、欺骗、拜物狂热到怀疑、觉醒和奋力抗争的过程。这个过程无疑是人类历史上最大规模的一次战争，漫长而艰难，血腥而残酷。人们曾长久地恐惧于自然不可扼制的威力，而甘愿肉体 and 灵魂禁锢在神的祭坛上。灵魂得不到升华，肉体得不到解放。人类在宗教桎梏中愚昧地度过了漫长的世纪。然而谎言遮掩不了自然的真实，不堪忍受的精神折磨使人类最终走向了神祭的反面，去追求思想解放的光明。尽管哥白尼“日心说”的代价是惨重的，拉普拉斯抛弃“上帝”的声音是微小的，但他们却在人类认识的艰难和曲折中发出了隐藏在内心的呐喊“光明在哪里”？它所反映的过程，又何尝不是人类对光从崇拜到认识和应用过程的写照呢？

1. 哥伦布的谎言

15 世纪末叶，西班牙航海家哥伦布远航至太平洋的一个小岛。漫长的航程使他们急需补充足够的食品、淡水和其它航海物资。岛上的土著居民对突然光临的来客充满敌意和警惕。他们拒绝提供食品、淡水和物资，并催哥伦布一行迅速离开。随着物资日渐告罄，生命面临着死亡的威胁，哥伦布如何改变这种困苦的局面呢？

通晓天文的哥伦布在绝望中突然计算出近日内将发生一次难得的日全蚀。他抓住这个天赐的良机，当即在岛上四处散布：“我是神派来的使者。神让你们向我提供一切。如果你们不给我食品，我将不给你们太阳。”果然，日全蚀发生了，天地一片黑暗。无知、愚昧，对太阳神顶礼膜拜的土著酋长惊慌失措，果真相信了哥伦布是神的化身。他害怕永远失去太阳，失去光明。他在最短的时间内就收集了岛上最好的食品和物资，为哥伦布提供了足够的给养。这一变化使哥伦布的处境得到了根本的改变。在补充足了应备的物资后，哥伦布的航船扬帆续航。这便是“哥伦布的谎言”。

如果说哥伦布利用了土著人的愚昧无知以谎言保全了性命，完成了航海使命。那么土著人对太阳和光芒的崇拜更是从另一个方面反映了光在人类社会生活中所占有的重要地位。哥伦布和土著酋长的相互利用，与其说是利益的交换，更不如说是一种价值观和认识观的交换。其实，人类对光的认识和追求曾经蒙受的欺骗何止如此呢？还有着多少与“哥伦布谎言”一样的结局呢？

20 世纪以前，人们一直都以为光线在任何空间都是直线传播的。1915 年，年仅 36 岁的物理学家爱因斯坦提出了大胆的理论：恒星发出的光线在太阳近旁掠过时会发生弯曲传播，其偏转的弧度是 1.7 秒。这一预言，在全世界引起轰动，1919 年，英国皇家科学院派出的两支天文考察队分别在南美和西班牙两地，对当年发生的日全蚀现象进行观测，测出光线的实际偏转角度为 1.64 秒，这结果与爱因斯坦理论中的预言竟如出一辙，惊人地一致。

牛顿是世界历史上最伟大的科学家，是经典力学的创始人。因此，他非常擅长用力学的观点去解释和分析生活中看到的光。在 17 世纪末，牛顿把这种观点理论化，认为光是由无数微粒状物质组成的，有质量、有能量，提出了光的微粒说。此后，另一位物理学家惠更斯，提出了光的波动学说，认为光是一种波。当时，在这两种学说的交锋中，在科学界享有极高威信和声誉的牛顿占了上风。到 19 世纪初，波动学说卷土重来，以大量的实验现象否定了牛顿的理论。此后，两种学说各执一词，各抒己见。直到 19 世纪末、20 世纪初，普朗克发现了基本作用量子，爱因斯坦把量子的概念引入到光学研究中，从而结束了微粒说与波动说近三个世纪的争论。如果今天我们来认识牛顿和惠更斯的争论，那么他们两人都只说对了一半。他们的理论都是“局部的真理”或者干脆说是“局部的谎言”。就是这些“局部的谎言”把人对光的认识从 17 世纪一直“欺骗”到 20 世纪初。是什么样的认识观能把两个理论融合在一个对立统一体中呢？19 世纪中期一群德国哲学家引起的思想革命，使哲学辩证观深深影响了普朗克、爱因斯坦这样的德国青年，以致于他们后来的自然科学发现又引发了新的哲学思想变革。

我们让一束光分别通过一个小孔或障碍物，或通过两个反射镜反射，或照射方解石晶体时，会产生衍射、干涉、偏振的现象。这是我们用最简易的

手段可以观察到的光现象。这说明了光是一种波。

当光照射到我们身上，我们会感觉到温暖，光辐射能转换成热能，于是我们知道光具有能量，能产生热效应；当某些金属或半导体受到光的照射，会发射电子，我们称之为光电效应，于是就有了今天的光电管、光电倍增管等光电元件；当我们不留神把照相底片曝露在光线之下，底片会失去作用时，我们根据光的这种化学效应发明了照相技术。这些效应又说明了光是一种粒子。

科学家们在长期观察各种光学现象和光学效应的基础上，认清了光的本质：光是波动的粒子（或光子）。光的本质特性就是具有波粒二象性。牛顿和惠更斯的分歧在这里得到调和。

光的波动，使我们看到了光的衍射、干涉和偏振效应；光子，具有质量、能量和动量，在与物质发生作用、碰撞时，会产生光、电、热和化学效应。这是人们在经历了蒙蔽、愚昧之后，对光所具有的新的认识，也是人们更进一步对光研究的起点。人们在探寻光的本质、光的传播、光的现象和效应的同时，希望更加进一步丰富光的理论，加强对光的了解和利用。对光本质的认识，揭开了用量子理论研究光学问题的序幕，也由此奠定了激光产生的基础理论。

这是人们在经历了蒙蔽、愚昧之后，对光所具有的新的认识，也是人们对光的问题的研究进一步深入的起点。人们探寻光的本质、光的传播和现象、光与物质的作用、光的效应……。人们丰富光的基本理论，加深对光的研究和认识，这是发明激光的基础。激光也是一种光，是人从一定的自然物质中激发创造出来的。就仅仅从光这个角度上讲，激光和普通光的本质一样，只是特性不同，因而产生的效应不同。从这个意义上讲，激光的产生是光学研究发展的必然。对激光追求、探索、发明的过程，也就是对光的研究、发展、认识的过程。

2. 科学迷宫的阿里阿德涅线

希腊神话故事中，麦纳托设计了一个迷宫，使希腊雅典王子提修斯被困其中。阿里阿德涅女神送给提修斯一根线，提修斯用这根线走出了麦纳托的迷宫。对光的认识的各种学说和见解，也构成了科学世界的迷宫。普朗克和爱因斯坦共同编织了这根解困迷宫的阿里阿德涅线。

1900年普朗克创造了量子理论。更准确地说，是提出了物质微观世界的量子化概念。量子理论是在他以后的科学家共同努力下逐渐创立和完善的。这个概念的影响之巨大，以致于人们以普朗克为界，把他以前的物理学称之为经典物理学，他以后的物理学称之为近代物理学。他发现了基本作用量子，其对自然科学研究的重要性可与牛顿发现了万有引力相媲美。

科学成果的创造是必然的，但那一瞬间的创造灵感，也许是偶然的。普朗克创造的量子化概念，便是这样一种写照。19世纪末的物理学界，物理学家们正用热力学的定律去围攻一个“黑体”问题。普朗克也是这一群科学家中的一个。普朗克就是在这样一个研究过程中，意外地发现了能量量子。

“黑体”，我们用通俗不太规范的解释是：一个物体能够吸收所有的能量而辐射出的能量为零。当这个物体被加热后，它又可以向外辐射能量。这个物体就是“黑体”。它能够吸收全部的光而反射出的光为零。例如，白天从远处看建筑物的窗口时，窗口显得特别黑暗，看不见窗口里面。这是由于从窗口入射的光，经墙壁多次反射而吸收，很少有可能再从窗口射出的缘故。因此，我们可以近似地把这个建筑看成是黑体。

从1896年开始，普朗克就开始研究这种黑体辐射的正确理论表述。在他以前，玻尔兹曼、维恩等科学家对这个问题就进行了深入的研究并得出了一定的结论。普朗克工作的最初设想是想证明维恩的公式和玻尔兹曼常数。然而他意外地产生了量子概念的灵感。他根据玻尔兹曼方程和维恩定律，推断出 E/ν （即光量子/频率）的函数，并在1900年导出了能量量子与频率之间关系的著名公式 $E=h\nu$ 。其中 h 就是以他名字命名的普朗克常数。这个公式与所有的实验数据都是相符合的。普朗克把这项研究的文章发表在了德国《物理学年鉴》〔4553（1901）〕期上。在这篇文章里，首次出现了普朗克常数 h ，它标志着量子物理学的诞生。量子学说从此开始了他的完善、发展过程。

尽管如此，普朗克的推论仍然遭到了当时的许多非难，普朗克同时代的人对此也多表怀疑和漠不关心，甚至连玻尔兹曼这样有成就的科学家也站出来指责，尽管玻尔兹曼最后改变了观点。但是普朗克还是坚持了他的研究工作，他战胜了挫折，顶住了来自各方面的压力。尽管他成功了，他也仍旧是谦虚的。正如他在1918年获诺贝尔奖金的致词中所说：“即使这个辐射公式被证明是完全正确的，毕竟它只是一个由碰运气猜测而发现的内插公式，因此它使我们相当不满意。因此，我从它被发现的那天起就争取给它一个真正的物理解释，这使我按玻尔兹曼的思想考虑熵和几率间的关系。”

普朗克创造的量子理论，在科学研究中的作用是空前巨大的，贡献卓越。这个理论不仅仅为从量子角度研究光学问题提供了依据，而且为从量子角度研究物质的微观世界，为建立原子核模型等现代物理研究提供了强大的思想武器。而爱因斯坦继承和发展了普朗克的智慧结晶，把量子的概念引入了光学的领域，从量子的角度去研究光的问题，从而取得了重大的成就，并进一步提出了原子受激辐射光量子的理论，从而为激光的研究和产生奠定了坚实

的理论基础。

我们的祖先曾用文学语言表述了这样一个故事。南北朝任昉的《述异说》中讲，晋朝人王质入山伐薪，看到几个孩童弈棋。当棋局结束，砍柴的斧子已经烂掉了；回到村里的时候，所有的人都已变得不认识了。原来他在山里的一天，山下已过百年了。真可谓“天上一日，下界十年”。这个故事可以用科学的语言 $E=mc^2$ 来表述。

我们了解爱因斯坦，正是从这个著名的公式开始的。这个公式就是代表了时空概念革命的宣言——狭义相对论，甚至有人认为这个公式代表了“原子弹爆炸的秘密”。

然而，能代表爱因斯坦的成就原不止此。他充分地利用了普朗克的量子概念，成功地解释了光电效应，从而使光量子这个词在物理学的研究中发挥了巨大作用，揭示了光的本质。他身上所反映出来的那种谦虚坦率的科学品质和立志创新的科学精神，使他在自然科学海洋的遨游中，能够涉猎更宽更广的领域，能够激发更新更多的灵感，从而得到完全出人意料的结果和丰厚的收获。

1917年，爱因斯坦发表了几篇极为重要的著作和论文，阐述了认识原子的光发射问题的新观点、新方法。在当时玻尔的原子理论尚未成熟，原子发光的秘密尚未被人获得的条件下，爱因斯坦以其敏锐的洞察力，去掀开原子内部发光秘密的盖头，为光学理论的发展建立了一个新的里程碑。他抛弃了经典物理学中的一些固有观点，确立了崭新的概念。这些文章对原子能量变化和发光机理的阐述，潜伏着引起深刻变革的因素，也包含着我们今天已经广泛应用的激光工作原理的基本概念——受激辐射理论，也是物理学中所说的“爱因斯坦 A 和 B”。

普朗克创造了量子的概念，爱因斯坦引入了光量子。他们二人作为现代量子理论的创始人，以其博大精深的思想和刻意求新的精神为半个世纪后激光的产生和应用奠定了坚实的基础。

3. 诱人的追求

来自大自然的能源太多了。风、水、雷、电、火，这无一不是自然储藏力量伺机爆发引发地动山摇的象征。然而风会停息、水会泛滥、雷电太可怕、火太危险。唯有光是人类最便于利用的能源。它温和、热烈，却内藏绵绵无穷的力量；它慷慨、无私，洒向人间的每一个地方；光是那么诱人，令人好奇，令人追求。光的存在、光的特性、光的利用，对迫切需要改变物质和精神生活的人类来说，始终是一个迷人的诱惑。人们不满足于只拥有光的明亮和温暖，不愿局限于用肉眼去感受光的存在，甚至不愿意只有一个太阳的光源。人们希望光能得到更多的应用，希望光能带来更多的福音。人们利用许多简陋或复杂的仪器，去研究光、改变光、制造光。从可见光到“不可见光”，从普通光到激光、从 X 射线的医学影响到激光器的普遍应用，正是基于人类对光的充分认识，对光的价值和功效的最大利用。为这个目的，人们几近追求了半个多世纪。

尽管爱因斯坦的光量子理论为光学的研究奠定了基础，但由于光只是电磁波段中很小的一部分，因此，人们研究光还必须从电磁波开始，就像后来激光的产生是从微波的激射中获得启发的。人们在对光的应用之前，更多的是对电磁波中的 X 射线和微波的应用。19 世纪末和 20 世纪初，是经典物理学和现代物理学的分水岭。人类对自然的研究正从宏观世界逐渐向微观领域发展和深入，从 1895 年到 1897 年，先后有四项伟大的发现：X 射线、电子、塞曼效应和放射性。这些发现是让世人能够理解物质世界的微观领域和原子结构的最基础工作，它们的发现加快了微观世界研究的过程。

X 射线是从阴极射线电子中产生的一种短波长的电磁波。由于它的神秘功能，人们至今仍用数学的未知数字来称呼它。当众多的科学家在研究阴极射线时，也许并未意识到这种射线潜藏着对人类产生重大影响的应用。X 射线的产生，其最重大的意义就是对医学研究和临床诊断所提供的帮助。今天，当强光物理学把激光覆盖的波长范围从可见光区延伸到 X 射线光区对，激光 X 射线所提供的高分辨率光谱已和我们科学技术研究的进步密不可分。

X 射线的发现者威尔姆·康拉德·伦琴，德国人。1865 年到瑞士苏黎世合工业学院学习，1869 年获得苏黎世大学博士学位。1870 年他回到德国，辗转于一个又一个大学，开始了他的技师和学术生涯。他先后发表了 48 篇论文。这些论文也许是茫茫学海中的一束，后来的人们和当时的人或许引不起重视，或许把它淡忘了。然而，1895 年 12 月，他向维尔兹堡物理医学学会递交了一份论文，并提供了一张印有人手骨骼的照片，从此使他的名字载入了科学的史册。在这个论文里，叙述了一个伟大的发现——X 射线：在一个完生黑暗蚀的间里，有一个纸屏照亮起来，并发出荧光。这些荧光来自一个放电管。当伦琴把手移到管子前面时，他在纸屏上看到了手的清晰骨骼。这就是放电管中阴极射线所发出的 X 射线。X 射线所发出的荧光，具有很强的穿透力，几乎使任何物体都是透明的，可以清晰地透视出人体的骨骼。因此，许多科学家在重复验证伦琴的这一伟大发现时，也惊喜地意识到未来医学所将要发生的巨大变革。这似乎是近代物理学史上第一次对光的应用。这个发现所产生的医学手段，至今对人类的健康和幸福仍然产生着深刻的影响。今天我们仍在普遍采用的透视和拍片便是应用的这样一个原理。这也使伦琴在 1901 年获得第一届诺贝尔物理学奖。X 射线光和其它的红外光、紫外

光一样，是客观存在的。人们发现它们只是时间的问题，如果伦琴大意一点，他也许会和 X 光射线失之交臂，他也许会和勒纳德一样后悔莫及。

光的速度到底有多快？我们只知道仅凭人的视网膜感觉是无法知道这一数字的，因此又有一位德国血统的、中等身材、体格健壮的美国诺贝尔奖科学家阿尔伯特·阿布拉汉姆·迈克尔逊，创造了许多精密的光学仪器，并用这些仪器去进行精密的度量，研究光谱、测量光速，他往返奔波在芝加哥大学到威尔逊山和圣安东尼奥山峡谷的公路上，他在实验室里为学生演示光速的测量，享受着来自于精美科学实验和获得成功的无穷乐趣。迈克尔逊的实验也许并不足以说明认识光速对今天光的一切应用所具有的意义，但它确实为后人研究光的深层次问题提供了科学的依据。

随之又是一系列与激光产生有关的科学研究和技术发明的产生。普朗克、爱因斯坦等人创造的量子理论、受激辐射理论，已经使人们对光的更大开发充满了信心。因为人们已经清楚地认识到，光能产生热、能产生电、能产生许多微妙的化学反应。

4. 希望和绝望之间

奥地利的音乐神童莫扎特曾有一句著名的哲言：“永远在希望和绝望之间”。从宗教到科学的转变，从现象到本质的飞跃，都经历了这样一个反复的过程。莫扎特从自然乐音的组合和创造中激发出来的灵感，反映了人类客观认识步履的艰难，这也是自然科学发展过程的规律性写照。

从光的认识到激光的发现，以及与激光技术有关的各种科学研究和观点的诞生，也经历了受这种规律支配的过程。许多杰出的科学家为此而付出了高昂的精神代价。许多与光、激光有关的科学研究和创造及应用发明从 20 世纪开始竞相媲美在科学的舞台上。

如果说从本世纪开始，把激光技术及与其有关的科学研究和观点罗列起来，它的历史大约可以划分为三个阶段：第一阶段是人们在理论上寻求突破，在实验室中观察各种现象，突出了对光和光的应用的认识飞跃。第二阶段是人们从实际出发，提出了激光产生的可能性并动手研制各种激光器。第三阶段则是各种激光器的研制和问世，激光技术迅速走向应用并逐渐成熟的阶段。

当伦琴发现阴极射线在光电管中产生 X 射线时，普朗克提出了量子概念并被爱因斯坦引入光学现象中时，有另外一名德国科学家也正在研究阳极射线。这种从阳极射向阳极的离子所产生的光学效应，从实验的角度为爱因斯坦光量子理论的正确性提供了有力的证明。尽管这位叫斯塔克的科学家是一个狭隘的民族主义者，人格并不高尚，科技道德也很低劣，甚至甘愿充当德国纳粹的走卒，并最终沦落到反科学、反进步的极端，但他早年所提出的这个阴极射线的斯塔克效应，仍旧对人类科学认识的进步起到了积极的作用。这使他在 1919 年获得了诺贝尔物理学奖。

激光是传递信息的理想载体，光通信的概念对于大多数现代人来说并不陌生。实际上，人们对光传递的现象在本世纪初以前就有了初步的认识。19 世纪时，在擅长饮酒的西欧，酿酒工人从酒桶中流出来的酒中，观察到了光线在一定的介质中可以弯曲地、全反射地向前传输。但是这种认识是粗浅的，直到 20 世纪初，当苏联人兹渥里金把光电显像管变为现实时，科学家们才刚刚形成了光在介质中传播的观点。荷兰的物理化学家、1936 年的诺贝尔化学奖获得者彼得·J·德拜一生所获得的科学成就实在是太多了，他那无穷尽的追求欲望使他涉猎研究的领域实在是太广了。他一生的主要成就并不在于光学研究，但它实实在在地在 1910 年就开始认真研究光在一定介质中的传播并提出了相应的观点，1927 年，电视机的发明者、英国科学家贝尔德和汉塞尔提出了用导光的纤维传递光的信息，实现光学图像传输的设想。这便是今天光导纤维的雏形。当今天人们把激光用于光纤的通讯时，会发现他们当初的设想对今天开拓激光应用的领域所存在的巨大价值。

印度的物理学家喇曼在 1928 年发现了光在一定介质中的散射现象，提出了喇曼效应，并获得了 1930 年的诺贝尔物理学奖。这种喇曼现象使用最普通的物理实验手段就可以观察到。也许喇曼效应的提出和激光的产生并无直接的联系，但是把激光与喇曼效应有机地结合在一起，却是现代科学研究和技术应用的重要手段和工具。激光喇曼光谱学正成为现代光谱学发展的一个重要方面，在海洋、航天、地矿、生物工程等方面的科学研究中发挥了极其巨大的作用，为研究物质内部微观世界提供了更高分辨率的光谱方法。

出生在匈牙利的英国科学家丹尼斯·盖博一生取得了 100 多项发明的专利。他发明的全息照相术使三维图像的显示成为可能。在 60 年代激光产生以后，美国的科学工作者用激光使这个全息照相术从质量、效果到逼真程度都得到了极大的提高。盖博把光的应用扩展到了三维成像的全息术阶段，而激光对这种应用更是锦上添花。

正如我们前面所讲的，爱因斯坦的光量子概念和受激辐射的理论为激光的产生奠定了理论基础，使人们寻找这种更亮、更强、更集中的光成为可能。然而激光的产生却是从微波的研究中偶尔受到启示的。如果我们的思维更夸张一点的话，把微波看成是比普通光波长稍长、频率稍低的另一种（不可见）光时，那么，产生更强微波的微波激射器和产生更强光的激光激射器在本质上便是一致的了，只不过是产生的光（电磁波）频率、波长不一罢了。激光的研究正是在这种过程中进行的。从另一种意义上讲，激光器是微波激射器的副产品，都是受激辐射理论的产物。

第二次世界大战爆发以后，全世界瞩目的焦点是战争的进展和未来的和平。科学家的研究的注意力正逐渐集中到军事应用上来。当奥本海默、费米等科学家正聚精会神地研制原子弹时，还有一些科学家正在研究军事应用上不可缺少的技术——微波通信技术，并把这种兴趣一直持续到战后。美国的汤斯、肖洛便是这样一些科学家。而参加过苏联卫国战争的科学家巴索夫、普罗霍罗夫也沉浸在这样一个诱人的追求中。从 50 年代初开始，汤斯、肖洛利用受激辐射的原理，获得了一种强度更大的微波束，并从中得到启发，提出了利用相同的原理，可以获得强度更大的光束。这就是激光。

几乎是在同一时期，远在莫斯科的巴索夫和普罗霍罗夫也独立地提出了相同的观点。汤斯、肖洛最初提出的微波激射器是有缺陷的。因为在当时，微波激射器每发射一次微波，必须停歇下来积蓄能量为下一次发射作准备，因此它的微波发射是不连续的。1956 年，美国的瑞典籍科学家布洛姆伯根发展了汤斯、肖洛的微波激射器设想，提出了能连续发射的三重态微波激射原理。至此，激光已经隐隐闪现耀眼的光芒。

一位在美国休斯公司研究所工作的年轻人梅曼，从这些科学家的研究中受到启发。他把汤斯预言的激光原理和布洛姆伯根提出的连续发射的微波激射原理结合起来，去实现产生激光的目标。他用红宝石晶体作为工作物质，用脉冲氙灯作为泵浦源，通过在红宝石两端镀上银膜构成谐振腔，从而做成了世界上第一台红宝石激光器，并让其射出一道红光，这就是世界上第一道激光。他的成果，使爱因斯坦的受激辐射理论再一次得到验证，让汤斯、巴索夫的设想变为现实。

早在 50 年代，科学家们就预言了各种气体、固体、液体、半导体激光器。第一台红宝石激光器的产生，使全世界掀起了激光研究的热潮，美国、日本、原苏联在这个方面都保持了很高的研究水平和领先地位，这也使得类型更多，功能更齐全的各种激光器研究成功。1961 年，美国先后研制出 He—Ne 气体激光器、钕玻璃激光器、氟化钙激光器和砷化钙半导体激光器。随后，铯激光器、氮分子激光器、氙离子激光器、二氧化碳激光器及染料激光器竞相媲美，相继问世。我国在 1961 年也由长春光学精密机械研究所制成了红宝石激光器。70 年代后，各种激光器逐渐走向成熟走向市场，为不同的科学研究和应用提供帮助，各种新一代的激光器也相继研制成功。1976 年，美国斯坦福大学经过四年的研究，创造了世界上第一台自由电子激光器。这种以自

由电子为工作物质的激光器，利用了电子受力产生加速度发射光子和光的康普顿散射效应，排除了粒子数反转的激光产生前提，从而使激光的发展又向前迈进了一步。

激光器研究成功后，它立刻走出了实验室，直接面向了市场应用，成为为科研和生产服务的一种常规工具和仪器。

1960年制成激光器后，翌年就有一名叫扎雷特的医生利用激光进行剥离视网膜手术获得了成功。这个在敏感微妙的神经系统大动干戈的行为极大地鼓舞了医生和科学家的信心。1963年激光技术进入了外科手术领域，70年代后，被广泛用于各种外科内脏手术、耳科、牙科和妇科的诊断和治疗，直至1977年日本用激光进行脑手术和美国用激光移植皮肤手术获得成功。80年代激光手术刀装置在全世界得到普及。这标志着激光在医学上的应用已经走向成熟。

癌症是令人谈及色变的魔鬼。1963年开始，科学家们便对激光治疗癌症产生了兴趣。1965年美国国家癌症研究中心通过对一群带有肝癌细胞的猴子进行试验，使这一研究有了突破。他们用激光照射这些猴子，竟奇迹般的发现猴子的癌细胞遭到激光辐射的破坏，猴子健康地成活下来。这一试验为寻找人类攻克癌症的方法带来了希望的曙光。尽管医学界至今尚未寻找到治疗癌症十分有效的方法，但可以肯定，利用激光去实现这一目标将是现代医学研究最有效途径和手段之一。

1926年，阿尔伯特·迈克耳逊用旋转棱镜测出了光速 299796 公里/秒。激光器诞生后一群美国科学工作者用 He—Ne 激光器测出光速 299792.4562 公里/秒。国际度量衡机构在 1972 年建议了光速的数值要以 He—Ne 激光器测得的结果为标准，并宣布光速得的标准值为 299792.458 公里/秒。而用二氧化碳激光器测得的光速 299792.459 公里/秒更加接近这一数值。这使得激光技术成为标准计量的权威手段。目前国际度量衡机构已把光速测得的长度作为“米”的长度基准。1969年，美国阿波罗 11 号宇宙飞船首次登月成功，在月球上放置了一块反射镜，然后探测由地球上发送的、由月球上反射镜反射回来的激光束，从而使激光测量地球与月球的距离获得成功，同时也可以长期探测月球轨道的变化和地壳的移动，为测量距离找到了一种更为精确的方法。

1940年，美国的科学家在制造原子弹时，面临着两种可供选择方法：分离铀同位素，或者使用足够量的钚组合物。当时分离铀同位素所采用的是用质谱仪分离和气体扩散的方法。这种方法在当时是极为困难、代价昂贵的。激光在化学科学中的应用，使得化学同位素分离手段得到了巨大的变革。从1966年开始，一些科学家进行了激光分离同位素的试验，到1970年，美国人阿索尼用两台染料激光器分离了 Ba^{133} 同位素。1973年以色列人尤里用两台染料激光器和一台二氧化碳激光器分离了 U^{235} 同位素，达到了24小时生产7克，纯度60%的指标，在美国也有人利用激光成功地分离了 U^{235} 同位素。1974年，在美国洛斯·阿拉莫斯国家科学试验基地公布用激光分离化学同位素获得成功。这一分离方法，分离系数高，成本低，为今后利用核能，发展核工业、核军事提供了有效手段。

1962年，著名的贝尔试验室首次进行了大气激光通信的实验，标志着激光技术进入了现代化生活的应用领域。到60年代末和70年代初日本和前苏联都进行了同样的尝试，使激光通过大气层传播声音、图像和文字成为可能。

由于大气光通信存在的致命弱点，科学家们开始寻求一种导光材料，并以其为介质实现光的“有线”方式通讯。这也是1927年贝尔德和汉赛尔曾经提出过的光导纤维设想。

近40年过后，英国、美国都有人开始研究一种新的信息传输介质，其主要对象就是经过提纯后的 SiO_2 拉制而成的低损耗光纤。1970年，美国康林公司研制成功了20dB/公里损耗的 SiO_2 光导纤维；1974年，美国贝尔实验室把光导纤维的损耗降低到4dB/公里；70年代末， SiO_2 光纤的损耗降到了0.5dB/公里以下；传输红外光的演化铈和碘溴化铈光纤损耗达到了0.01dB/公里。这些光导纤维的发现把光导纤维通信引进了我们生活。1976年，贝尔实验室铺设了11公里长的光纤，成功的传输了5万路电话；1978年日本奈良县开播了有线光纤通信网络，为400多用户提供了电视节目、电话、教育、学习、购物和储蓄等业务服务；1984年，美国建成了波士顿—华盛顿900公里长的光纤通信网，标志着光纤通信开始走出试验阶段，正式进入了商业化实用化的发展时期。

1969年，美国IBM公司确定了集成光学的研究课题。1975年美国科学家雷恩哈特领导的研究小组研制成功了集成光路。这一成果尽管离实用化阶段还有一定距离，但它为今后计算机的更新换代，为研制超容量、超速度的光学计算机作出了关键性的突破，为加速光电子技术时代的到来起到了积极的作用。

从70年代起，美国出于军事战略的需要，对空间激光通信予以了特别的重视。他们着手试验二氧化碳激光空间通信和空对空、空对地的激光卫星通信，并发射405B激光通信卫星成功，以期在卫星侦察、导弹发射等方面拥有高科技的优势。在此以前，美国已把激光用于了军事的其他方面。早在60年代，美国就成功地研制了激光制导炸弹并用于了越南战场，极大地提高了轰炸的命中率；随后，又进行了用激光直接攻击目标、拦截导弹的一系列试验。目前，世界各国在改进军事装备方面，普遍引入了激光技术。激光在坦克测距、雷达扫描、潜艇测量海底地形、军事指挥系统等方面得到了广泛应用。从八十年代到今天，世界上所发生的局部战争和冲突都无一例外地使用了最现代的激光技术，为世人上演了一场“明天的战争”。

在激光研究发展史上还有一书的事件，便是激光全息术的产生，英国的科学家盖博提出了全息照相的原理以后，美国学者利斯和乌帕特尼克斯用激光成功地获得了一张三维空间的全息照片，从而确立了激光全息摄影术。从此激光全息摄影的技术广泛地用于医学、工业和科学研究。

纵观激光发展历史，激光技术的产生，并不是偶然的。早在20世纪初，基础理论的发展就已为它的产生埋下了因果的种子。爱因斯坦先生在1917年写出他那著名的受激辐射理论论文时，他也许就已想到他正在为后来人们的发明创造准备了理论工具。还有不止一个国家的科学家、学者对激光器的制造、激光的产生提出了许多预言。尽管激光器从产生开始就进入了实用阶段并受到了社会的欢迎，但它的发展仍旧是很缓慢的。这充分说明了激光技术虽然前景光明，但存在的困难也不少，激光技术还有待于明天更大的提高。

三 引发地震的人

东亚大陆位于西太平洋板块和印度洋板块之间。受这两个板块的挤压和碰撞作用，东亚大陆地壳的移动频繁而剧烈，从而形成了著名的东亚大陆块地震带。自然界的地震是一次能量积蓄的爆发，是地核内心压抑的渲泄，它所引起的效应是山崩地裂的壮烈，它所留下的纪念是发人深省的永恒。

在人类科学技术的发展轨道上，也留下了这样一些永恒。它记录着人类社会大大小小的思想地震，反映着人类对自然跌跌撞撞的认识过程。它所留下的不朽姓名，永远为后人所铭记和敬仰。它是人类不屈不挠精神的集中体现，是人类自我解放的武器。

近代科学史上成百上千的科学家们，为了完成人类这种世纪性的腾飞而付了毕生的精力。他们脚踏着前人思想和物质遗产的奠基石，用智慧开筑了一条通往理想王国的道路。他们为后人展示了客观世界的精美构造，为后人提供了认识自然的科学方法，丰富了人类思想文化的宝库。

激光科学作为 20 世纪四大科学技术的发明之一，无疑是人类科技革命史上的一次地震，是对光的重新认识和探索，是在光学研究基础上的一次认识飞跃。无论激光技术今后在我们的生活中占有多么举足轻重的地位，我们都无法忘却那些引发这些地震的人们。他们在基础理论上的贡献，对光学研究的发展和实际应用的探索，真正聚集成成了科学史上的“激光”。

1. 阿尔伯特·爱因斯坦

人们称誉阿尔伯特·爱因斯坦是科学的巨人。他对科学的贡献，远远不止于对激光产生的影响。他在基础研究上的创建，是后人立足的基石，也是后人创造的源泉。

“阿尔伯特·爱因斯坦是物理学的化身。如果在本世纪内不再有未预见的重大发现，爱因斯坦还将被认为是 20 世纪最伟大的物理学家，有史以来最伟大的人物之一。要是拉斐尔能起死回生，让他来为现代物理学家描绘一幅雅典学派的画，他会这样来布局画面；爱因斯坦和伽利略、牛顿、麦克斯韦一起面向天空，而法拉第、卢瑟福则朝着地面。”这是与爱因斯坦同时代的科学家对他的评价。

评价历史的人常常把他同牛顿相提并论，然而他确实确实是自牛顿时代以来，能和牛顿相比的唯一科学家。

爱因斯坦于 1879 年 3 月 14 日出生在德国乌尔姆的一个犹太人家庭中。他的父亲 H·爱因斯坦是一名工程师，为改善家用曾经经营一个电器与技术设备的小商行，但由于不善理财，生意很不景气。他的母亲 P·爱因斯坦是一位富裕粮商的女儿，能弹得一手漂亮的钢琴，这使爱因斯坦从小就受到了良好的音乐艺术熏陶。他的童年是在慕尼黑度过的。似乎和牛顿一样，爱因斯坦的先天似乎不好，直到 3 岁才开始说话，以致于使人感到他很迟钝。尽管此后他在家庭中常有着聪明过人的种种表现，但在学校的学习成绩却很不出色。这也是聪明男孩的典型特征。上中学时，他厌恶德国的教学方法，单调死板的教育制度不合他的胃口，不仅学习毫无起色，而且常和教师发生冲突，经常受到教师的指责和非难。他的拉丁文和希腊文学得很差，只对数学感兴趣，教师劝他退学，甚至对他说“爱因斯坦，你永远不会有出息”。但爱因斯坦却非常喜欢思考，读自己喜爱的书，解答数学难题是他特别的爱好。这种特殊的爱好，使他能够真正掌握揭示自然界规律的深奥语言。

1894 年，爱因斯坦的全家为生计所迫而移居意大利的米兰；1895 年，爱因斯坦来到瑞士苏黎世求学。尽管他数学、物理成绩非常出色，但由于他没有中学毕业文凭，加之入学考试成绩不好，被瑞士苏黎世工业大学拒之门外。为了能进入这个著名的高等学府，他坚持在阿劳的一所大学预科班学习有关课程，并最终优异的成绩考入苏黎世工业大学物理系学习。在这里，爱因斯坦结识了世界一流的学者和科学家，接触了世界科学技术研究的前沿领域。在这里，他纵览人类社会发展的历史，放眼科学技术革命的未来，独自深思现代物理学中的重大问题，探索自然界内在的哲学辩证关系。他开始积累知识的养分，挖掘创造的源泉。这一段时期，爱因斯坦生活得非常愉快。他深深地爱上了瑞士，爱这里爱好和平的人民，爱这里田园般的风景，爱这里崇尚科学的社会风气，爱这里自由民主的学术环境。他随后加入了瑞士国籍，当他达到一生事业的颠峰时，面对德国政府予以的高位厚薪，他始终没有忘记这个国家，没有放弃这一国籍，直到他逝世。

大学毕业后，爱因斯坦只是一个默默无闻的人，面临着择业的困难和谋生的窘境。由于他一贯不重外表，又是犹太人，很受社会的歧视，他在无奈之时，动过上街拉琴卖艺的念头。

他的第一个职业是代课教师和家庭教师。1902 年，他在大学时期的朋友和同学、数学家马塞尔·格罗斯曼的帮助下，在伯尔尼联邦专利局找到了一

份技术助理的工作。1903年，他同大学同学米列娃·玛丽奇结了婚。婚后有两个儿子，小阿尔伯特和爱德华。

生活的艰难并没有消磨爱因斯坦的信念和意志。也就是在伯尔尼联邦专利局工作期间，他开始了自己的物理学研究生涯。专利局的工作是十分适合爱因斯坦的。他白天工作，晚上便挤出时间潜心研究和思考。专利局的工作虽然很枯燥，但他却能从中发现别人看不到的乐趣，把这种职业为自己的业余研究所利用。他能在审定别人发明创造的专利中受到启发，获得灵感。

他的才华在这段时期得到了高度集中的体现，他记录下星星点点的思维，他着手撰写有关热物理学的文章，向《物理学年鉴》投稿。直到1905年的一个春天，那长期积累在心中的思考像湍流一样奔泻而出，那年3月、5月、6月他连续发表的三篇论文，似平地惊雷，震撼了在困惑中探索的物理学界。

在他的第一篇论文中，他把普朗克的能量量子概念引入到光的现象中，成功解释了光电效应，从而进一步揭示了光的双重性质——波粒二象性，人们评价说：“这一发现和与其对应的物质二重性，成为20世纪最伟大的成就。牛顿和惠更斯（之间的矛盾）被自然哲学领域中出现的一场深刻革命出乎预想地调解了。这场革命表明他们两人都只是部分地正确。”这便是光量子理论作出的巨大贡献，它澄清了人们长达三个世纪的模糊争论，也为受激辐射观点的提出孕育了良好的土壤。

他的第二篇论文内容是关于热分子运动论所要求的静止液体中悬浮粒子的运动，再一次证实了原子真实存在着的布朗运动的理论，为原子学说的最后胜利奠定了基础，并且用一种新的方法确定了玻耳兹曼常数。

爱因斯坦的第三篇论文是论动体的电动力学，阐述的是著名的狭义相对论。他在相对论中提出了两点假设：一是相对性原理，即惯性系统的区分是不可能的；二是光速不变原理，即光速与光源的运动无关。他是这样来解释他的时空观念的：对一名观察者来说，在不同地方同时发生的事件，对于另一名相对于第一个观察者运动的观察者而言，是不同时的。一个双胞胎留在一个参考系里，另一个作匀速运动而去，尔后，沿着原运动路径的相反方向返回。当第二个双胞胎再次见到第一个双胞胎时，他发现第一个双胞胎变得比自己苍老了。在这里，时间、空间不可分割，浑为一体。一切事物发展的时间顺序完全取决于观察者在空间所占的部位和动向。如果宇宙中有太空人存在的话，世界几千年的历史画面会在此时此刻一幕一幕展现在他的眼前。因为发生在地球上几千年前的沧桑之事也许要经过几千光年才能抵达太空人所居住的宇宙空间。爱因斯坦用一种深奥的数学方法和崭新的哲学观念去说明超越时间和空间的观念。在这样的时空体系中，质量守恒已被能量守恒定律所取代，它可以用公式 $E=mc^2$ 。这个理论对以后原子弹制造、粒子加速器的动力学原理都起到了决定性的作用。

随后的几年里，爱因斯坦又投入了对广义相对论的研究，并预言了光线被质量偏转的效应。1917年，爱因斯坦提出了光的自发激射、受激辐射的理论，为现代激光技术奠定了基础。爱因斯坦的晚年，绝大部分精力都用于了对统一场的研究，他想用一个统一理论来解释物理学中出现的各种各样的力，但他并未获得最后成功。他一生发表了理论物理方面的论文250多篇。

爱因斯坦1909年离开了伯尔尼专利局。尽管他1905年的这些论文有着惊人的发现，但他只能到苏黎世大学任教，谋得一个低薪的教授职位。1913

年他返回柏林，已是柏林威廉大帝物理研究所所长的科学家马克斯·普朗克给了爱因斯坦一个从事物理学教学、研究的位置。这是爱因斯坦第一次受到优厚的待遇，足以使他毕生致力于科学事业。

他奔波于世界各地讲学，直到希特勒上台，他还在美国的加利福尼亚州。作为一名犹太人，他已经没有返回德国的可能和必要了。1933年他成为美国普林斯顿研究院的终身研究员，并于1940年加入美国国籍。他一生的最后20余年，就是在普林斯顿度过的。

爱因斯坦是一位伟大的科学家，同时也是一位伟大的哲学家。当1905年他获得苏黎世大学哲学博士学位的时候，他就意识到，哲学和他一生致力的事业已经密不可分。哲学家们花去了几个世纪竭尽全力所建立的时空概念，却未曾像相对论那样导致决定性的结果；牛顿和惠更斯争执到20世纪初的光本质问题，为爱因斯坦的理论一言洞穿。他的朋友曾经这样问他：“阿尔伯特，光是什么？是波还是微粒？两者不可能并存！不是这个就是那个。”爱因斯坦回答说：“不是这个，就是那个？为什么不可能既是这个，又是那个？光既是波，又是微粒，是连续的又是不连续的，自然界本身就是矛盾。”这一对答，堪称辩证唯物主义在实践中运用的经典，闪烁着对立统一的哲学思想光辉。

也许正是这种哲学认识上的巨大差距，许多科学家离相对论只有一步之遥却无法突破，甚至有许多科学家不愿接受这样一种无可辩驳的相对论，不愿接受这些新的概念、新的思想。直到1921年，瑞典科学院以“光电效应定律的贡献”给爱因斯坦颁发了诺贝尔奖，对相对论却未作出任何评价。

爱因斯坦不是政治家，但他不回避政治，他有自己的政治观点。他爱好和平、维护正义，鄙视功名。第一次世界大战时期，一群受人尊敬的德国科学家在一份为德国发动战争歌功颂德的“宣言”上集体联名。尽管他们都是坚定的爱国主义者，但他们的政治思想却是天真而幼稚的，这使得他们后来为自己的行动感到羞耻。爱因斯坦拒绝在这样一份宣言上签名。他甚至组织了一次与此相反的反战宣言，发起成立反战组织。他这种“不爱国”的政治立场，使他树立了许多敌人。狂人、政客、纳粹分子对他进行迫害，甚至一些受人尊敬的科学家也反目相向，国内出现了反爱因斯坦的科学团体，对他进行谩骂和示威。

第二次世界大战期间，他一直为和平事业呼吁奔走，同法西斯主义势力坚决斗争；他希望科学造福人类，反对核战争，促进保卫世界和平运动。战后，为实现结束原子弹的世界性协议，他顽强地战斗到生命的结束。

爱因斯坦是孤独的，这种孤独来自于他那超前的科学认识、深奥的哲学思想和独立的政治人格。爱因斯坦是困惑的，他把毕生献给了物理学的研究，或许一些问题根本就是无法解决的；他爱德国，爱他的祖国，可他却不能归宿到他的故土，强烈的爱国主义责任感和长期的德国大日尔曼种族压迫所遭受的心灵伤害，使他困惑在爱恨交炽的矛盾中；他爱和平，可他不得不加入了敦促美国政府制造原子弹的科学家行列；他为和平事业、世界政府和人道主义而呼吁、奔走和斗争，却害怕担任战后以色列犹太国总统。他孤独而苦闷，他把自己置身于物理学的荒漠上，他从贝多芬、巴赫、莫扎特的作品中寻求慰藉，那把陈旧的小提琴是他须臾不离的伴侣。

他说：“我个人强烈的社会正义感和社会责任感，常常和我个人与其他人和人类团体发生联系的需求上的明显欠缺形成了奇特的对比。事实上，我

只是一个‘孤独的旅者’，我的整个心不属于任何国家，不属于我的故乡，不属于我的朋友，甚至不属于我全心对待的家庭。在所有这些关系面前，我从未摆脱疏远之感，也从未失去寂寞和孤独——随着时光的流逝，这种情感在日益增加着。”

爱因斯坦晚年的研究，逐渐偏离了当时物理学研究的主流，他在寻求一种能同时包罗万有引力与电磁现象的理论（统一场论）的过程中消磨着他一生中最后的时光。这个让他越来越苦恼的“潘多拉之谜”并未获得解决，而且至今也没有人能解决。尽管他在人类智慧的革命中发挥了极为重要的作用，但晚年在接受那些席卷了物理界的变革方面，却是迟缓而固执的。尽管他是量子理论的创始人之一，但他却反对海森堡提出的测不准原理，他不相信宇宙是完全被机遇所支配的。他说：“上帝可能是微妙的，不过上帝不是不怀恶意的。”而测不准原理已普遍为人所接受了。

他正逐渐退出科学的舞台，但人们仍企盼着，那来自瑞士伯尔尼的智慧之灯，不要在普林斯顿熄灭。1955年4月18日，他在普林斯顿安详地离开了人间。他似乎仍在说：“上帝在分送礼物时是吝啬的。他只给了我骡子般的顽强和灵敏的嗅觉。”

在他逝世后不久，人们为了纪念他，把最新发现的原子序数为99的元素，命名为镱。

2. 马克斯·普朗克

普朗克，1858年生于尚未统一的德国普鲁士的基尔。他的父亲是一位优秀的法律教授。他从小受到了良好的教育，爱好音乐和文学，并在一生的道路中选择过音乐和文学，然而他最终选择了物理。1867年他家搬到了巴伐利亚州的慕尼黑。在那里，他到马克西廉大学预科学校学习，并于1874年考入了慕尼黑大学。1875年他因健康原因而一度中断学业，直至1879年，他转入了另一所大学柏林大学学习，并获得了柏林大学的博士学位。在那里，他得到了著名的学者亥姆霍兹和克希霍夫的指导。

毕业后，普朗克先后在他的家乡基尔和慕尼黑的研究会工作。1889年克希霍夫死后，他接替了自己过去的导师，开始到柏林大学工作，直到1926年退休。普朗克一生中两次婚姻，育有两子两女。

从1896年开始，普朗克开始研究“黑体”的问题，他把目标定在寻找黑体辐射的发射率定律上。他排除干扰，坚持研究，他提出假定振子能量永远为辐射频率的整倍数，于1900年推导出能量量子数和频率之间的关系式 $E=h \cdot \nu$ ，指出了新的物理恒量 h 。他从理论上进行反复论证，提出了辐射系统线性振子和辐射场之间能量不连续的量子交换观点，从而确定了基本作用量子的概念。这为后来的爱因斯坦用光量子概念解释光电效应，揭示光的二重性，阐述原子的受激辐射等作出了巨大的贡献，为波尔建立原子模型提供了量子化的新观点。这个量子化概念的诞生，为普朗克一生带来了崇高的荣誉，使其成为现代量子理论的奠基人之一，为科学打开原子内部秘密的大门送来了金钥匙，为未来科学对物质微观世界的探索提供了强大的理论武器。他对近代物理学所作出的贡献，使其荣获了1918年度的诺贝尔物理学奖。

普朗克早期从事的是热力学研究工作，并相继研究了力学、光学和电学方面的问题。对量子理论中热辐射问题的研究，是他一生中最重要的、最杰出的发现。他一生中发表了215篇论文和7部著作。

他和爱因斯坦一样，都有着很高的哲学造诣和音乐修养。他发现的基本作用量子，是对自然哲学进行的一次深刻的革命，他为此写出了《物理学中的哲学》著作。他是一名业余音乐爱好者，却表现了专业的艺术才干。他和爱因斯坦尽管表现出在政治观点上的一些分歧，但并不妨碍他们在事业和生活中成为好友。他们怀着对同行的崇高敬意，一起演奏共同热爱的音乐，不断加深友谊。他诚恳、忠于职守、顽强的个人品格，为他在科学和生活上赢得了显赫的声名，成为最受人尊重的德国物理学家之一和德国科学界最有影响的代表人物之一。

普朗克的一生中除了包含荣誉和地位以外，还充满着惨重的个人不幸。他经历了二次世界大战，野蛮的战争和残酷的现实使他家破人亡。1909年他失去了妻子。他的长子死于第一次世界大战的前线，两个女儿死于难产。次子因为参与密谋推翻希特勒统治而于1944年被纳粹分子处死。不幸的遭遇和沉重的打击，并没有动摇普朗克对科学所持有的信心，他用最大的努力，忘我工作去抚慰受伤的心灵。普朗克是一个忠诚的爱国主义者，但他并未被希特勒独裁的宣传、炫耀所蒙蔽，他曾经公开反对希特勒的政策，试图去影响希特勒以挽救德国。他的住所也毁于战火。战后，普朗克已经十分衰老了，他在哥廷根度过了他一生最后时光，于1947年10月4日离开了人间。

3. 查尔斯·哈德·汤斯

现实的奇迹是理论发展的必然。当我们的科学巨匠们把理论的梯子置于天堂窗口后，他们的继承者便毫不犹豫地走进这个窗口里的世界，等待他们的是大自然对艰辛攀援者最丰厚的回报。

汤斯是美国著名的物理学家，在量子电子学、射电天文学、微波波谱学、原子钟和相对论等方面都有着非常重要的贡献。他对微波激射器的研究，最终确定了激光原理，导致了激光的产生，从而在 1964 年获得了世界自然科学研究的最高奖励——诺贝尔物理学奖。

汤斯于 1915 年 7 月 28 日生于美国南卡罗来纳州的格林维尔，是苏格兰人后裔。他的父亲是一位律师，汤斯有兄弟姐妹 5 人。

汤斯从小就表现出了对自然界的迷恋和兴趣，他的童年在格林维尔的郊区度过。那里有广袤的田野、茂密的树林和葱郁的水草，这使他养成了在自然界观察、思索的习惯，也使他舍不得离开故乡的田园。他在格林维尔的福曼大学专攻现代语言和物理学，出色地掌握了法、德、西班牙、意大利、希腊、俄和拉丁语的阅读和表达能力，并以优异的学业于 1935 年获得了福曼大学的文学学士和物理学学士。在大学期间，他多才多艺，思想活跃，兴趣广泛，并荣获了学校授予的学习最优者奖学金和优秀科学工作奖章。1937 年，他又在杜克大学获得了文学硕士学位。随后，他来到美国西部的加利福尼亚理工大学专攻物理学，并于 1939 年获得了哲学博士学位。

大学毕业后，汤斯应聘来到了美国著名的贝尔电话实验室工作。在第二次世界大战期间以及战后的数年里，他一直在这里为美国空军从事雷达投弹系统和航海装置的设计工作。其间，他始终没有放松对物理理论问题的研究，并在气体微波波谱方面取得了成就，成为独立发现气体微波波谱的三个物理学家之一。

1948 年，汤斯辞去了贝尔实验室的职务，来到了哥伦比亚大学物理系任教，并先后担任了物理系主任和无线电实验室主任。在这里，汤斯确立了他一生致力于并为之孜孜不倦的研究目标——微波。

汤斯渴望着能有一种产生高强度微波的器件。为寻找这样的发明灵感，他沉思于公园的长凳，甚至于早餐的饭桌，终日浸泡在实验工作室中。这种锲而不舍的追求，最终使一个可能实现的假设摆到了他的面前——通过激发氨分子产生微波束，使能量转化成为一种特殊的辐射。他把这个灵感随手记录到了一个使用过的旧信封上。这就是激光原理的原始构想。按照这个原理，他制成了世界上第一个发射微波的激射器。他叫脉泽，是激光的先驱。

脉泽的发明具有非常广泛的用途，它特别适用于射电天文学，也是一种计时非常精确的“原子钟”。利用它，甚至可验证爱因斯坦相对论的正确性。

1957 年，汤斯在微波激射器的基础上，开始思索设计一种能产生高强度红外或可见光的激射器，它产生的光波就是我们今天所说的激光。1958 年，汤斯发表了有关这方面的论文，确立了激光原理。1960 年，有一名年轻人把这篇文章的内容变成了现实。

汤斯热衷于自己的研究，喜欢自己的实验，同样也非常善于管理工作。他是富兰克林研究院、国家科学院、美国科学艺术研究院院士。

汤斯 1941 年结婚，有四个女儿。他喜欢潜水、登山、旅游和滑雪。汤斯是一个政治上独立的人，不愿多受约束。他认为科学是宗教的一部分，因而

加入了长老会，成为一个活跃的新教徒。他说：“在科学发现中有一种巨大的激动人心的灵性的感受，这类似于一些人通常所描述的宗教灵感—启示”。

4. 尼科莱·琴那列维奇·巴索夫

由于在产生激光束的振荡器和放大器方面的成就，1964年秋天，瑞典皇家科学院将该年度的诺贝尔物理学奖授予了当今量子电子学的三位奠基人，其中就有前苏联著名物理学家巴索夫。

巴索夫 1922 年 12 月出生在俄国沃罗涅什的乌斯曼镇。他的父亲是一位大学教授，这使他孩提时代起就受到良好的文化的熏陶，接受了科学的影响，养成了勤奋好学的习惯。他希望成为父亲的接班人，到大学里学习，到科学的海洋里遨游，成为一名科学家。

1941 年，刚刚中学毕业的他，被第二次世界大战的炮火毁灭了美丽的憧憬。在国家民族存亡的关口，他毅然参加了红军。他一别家乡五年，冒着枪林弹雨，转战在保家卫国的战场上，英勇杀敌，直到反法西斯战争取得最后胜利。

1946 年，巴索夫进入莫斯科工程物理学院，在这里，他如饥似渴、争分夺秒地学习，摄取知识的财富，并以优异的成绩毕业。1956 年他获得了莫斯科物理数学博士学位。

1948 年，巴索夫分配到苏联科学院列别捷夫物理研究所，先后担任了实验助理、工程师、研究所副所长、所长。在这里，巴索夫开始了施展才华的学术生涯，巴索夫对量子电子学的理论进行研究探索，对激光、微波产生了浓厚的兴趣和热情；也正是在这里，他结识了另一位诺贝尔物理学奖获得者阿历山大·米哈伊诺维奇·普罗霍罗夫，从此开始了他们交相辉映、珠联璧合的学术研究和实验过程。他们卓有成效的合作，为当今量子电子学的研究奠定了基础。

50 年代初，巴索夫和普罗霍罗夫就开始研制量子放大器和射频波段振荡器。当远在美国哥伦比亚大学的汤斯教授在他的信封上完成构想并着手研制的时候，巴索夫和普罗霍罗夫也在独立的研究制造氨分子的微波激射器并随后获得了成功，并为研制分子振荡器和放大器获得了列宁奖金。

巴索夫是最早在激光器领域从事研究并获得了成功的科学家之一，1958 年，巴索夫提出了利用半导体制造激光器并立刻付诸行动。从 1960 年至 1961 年，他先后研制成功了通过 P—N 结、电子束、光泵激发的各类激光器。在 1964 年的诺贝尔奖颁奖大会上，巴索夫作了《半导体激光器》的报告。

1966 年至 1968 年，巴索夫又提出了用激光解决受控热核聚变的观点，并利用大功率激光实现了热核反应。

70 年代，巴索夫在异质结构里实现了光放大，从而为光纤通信线路找到了理想的辐射源。他在大功率激光器的原理、方法和化学激光器的研究上都有着重要的成就和突破。

巴索夫一生致力于量子电子学和激光器的研究，在国际上享有崇高的威望，取得了巨大成就，成为苏联科学院院士，五次荣获列宁勋章。

5. 阿历山大·米哈伊诺维奇·普罗霍罗夫

普罗霍罗夫是当代著名物理学家，量子电子学的奠基人之一。前苏联人。

1916年7月，普罗霍罗夫诞生在澳大利亚昆士兰州艾瑟顿市。他的家庭是一个俄国革命工人的家庭。其父曾因从事革命活动而被沙皇当局抓进监狱并于1911年被流放到西伯利亚。为了躲避沙皇当局的迫害，他父亲历尽千辛万苦后流亡到澳大利亚，并在那里结婚成家，生育了普罗霍罗夫。1923年“十月革命”胜利后五年，老普罗霍罗夫才带着全家回到了阔别12年的祖国——列宁领导下的社会主义苏联。

普罗霍罗夫从小学到中学，一直热爱学习、刻苦钻研，成绩优秀，也为他成长为一名杰出的科学家创造了良好的条件。他先后考取了列宁格勒大学物理系和苏联科学院列别捷夫物理研究所的研究生。在这里，他结识了许多卓有成效的学者和久负盛名的科学家，并拥有了优越的学习研究条件，他丝毫没有辜负这样的环境，如饥似渴地学习钻研，如鱼得水。在作为学生的这段时间，他以睿智独到的见解和严密细精的实验，提出了用无线电干扰法观察电离层的新方法。

正当普罗霍罗夫信心百倍地向科学技术的高峰攀登时，战争的硝烟和炮火迫使他放下书本和仪器。他再也不能作一个游离于现实之外、埋头于科学的人。一个曾经失去了祖国的人，更拥有着对祖国刻骨铭心的爱。他毅然投笔从戎，奔赴了反法西斯的战场。硝烟和战火的洗礼，使他从一个文弱的青年成长为一名坚强的红军战士，锻炼了他坚韧不拔的性格。他作战英勇，先后两次负伤。他不得不含泪告别了出生入死的战友，离开了转战四方的部队回到了后方。

普罗霍罗夫从前线回到了他原来的单位列别捷夫物理研究所，他又重新拿起了科学的武器，在另一个没有硝烟、却更艰苦的战场上拼搏。他只争朝夕地工作、学习，首先完成了中断了的研究生学历，开始在科学领域寻求更大的成就，创造更大的辉煌。

40年代末，普罗霍罗夫开始向物理学中的一门新兴学科辐射波谱学进军，并在其领域最困难的问题——不对称陀螺分子的研究中取得了进展，推动了辐射波谱学在苏联的发展。

普罗霍罗夫最杰出的成就是在量子电子学上的创建和对激光器的研究发展所作出的贡献。1953年，他和巴索夫教授一道提出了分子振荡器的报告，提出了微波激射的原理，并成功地研制了氦分子微波激射器。几乎是在同一时期，普罗霍罗夫，巴索夫和远在美国的汤斯教授各自独立地在这同一领域研究中得到了同一的科学结论，从而为激光器的诞生建立了理论和实践的基础。

此后的一段时期内，普罗霍罗夫把研究的目标集中到了激光器的研制上。在制造微波激射器的基础上，他探索用新的晶体去取代氦分子，并首先提出把红宝石晶体用于微波激射器上产生激光。这一观点导致了以后多种微波激射器和激光器的应运而生。1963年，他又研制成功双量子跃进激光器，从而将量子电子学的研究又向前推动了一大步。1966年他又研制出了能把热能直接转化为电磁相干辐射能的气动激光器。70年代以后，他继续从事高功率辐射激光器和可见光辐射激光器的研究，并在量子电子学的许多关键问题上取得了重大成就，在国际上保持了领先的研究地位。

由于在量子电子学方面的卓越成就和激光器发展上的突出贡献，普罗霍罗夫、巴索夫和美国物理学家汤斯一起分享了 1964 年度的诺贝尔物理学奖金，这使他一生的研究达到了事业的顶峰，也是他毕生工作的最高荣誉。

普罗霍罗夫博学多才，对物理学领域的各个部门都有广泛的了解和研究，成就卓越。他还组织编纂了《苏联大百科全书》，历时 10 年，付出了艰苦的劳动和巨大的代价，赢得了全苏联人民和广大科学家的高度尊敬。

6. 阿瑟·肖洛

由于在激光及激光光谱学方面的贡献，斯坦福大学物理教授阿瑟·肖洛与美国哈佛大学的尼古拉斯·布洛姆伯根教授、瑞典乌普萨拉大学凯·塞格巴恩教授分享了 1981 年度的诺贝尔物理学奖金。

肖洛于 1921 年 5 月出生于美国纽约州的弗农山。他的父亲是 1911 年由俄国迁来的移民，他的母亲是加拿大人，肖洛的童年是在加拿大的多伦多度过的。在那里，他读完了小学和中学。少年时的肖洛，就对自然科学发生了浓厚的兴趣，喜欢阅读电学、力学、天文学方面的书籍，尤以电气工程学为最。他当时的志向就是能到多伦多大学学习无线电工程专业。他刻苦学习，以优秀的成绩考入了多伦多大学。由于家庭经济条件有限，他改学了物理学并获得了奖学金。

1944 年肖洛毕业，并留在学校当代课教师。随后又到工厂里从事微波天线的研究。1945 年，他回到多伦多大学攻读研究生课程。时值战争刚结束的经济危机和市场萧条时期，科学研究的各方面条件非常困难。肖洛以顽强的毅力完成了研究生学业，并于 1949 年获得了博士学位。肖洛随后来到了美国的哥伦比亚大学，在这里，他遇到了既是他的老师，又是他的朋友和同事，后来又成为他的姻兄、并获得 1964 年诺贝尔物理学奖的查尔斯·汤斯教授。

在哥伦比亚大学，肖洛和汤斯开始了长期的合作共事，共同研究激光问题多年。他们从微波问题入手，合著出版了《微波光谱学》一书。并制成了微波激射器。1958 年，他和汤斯一起把微波激射器的原理拓展到一个新的领域，预言了激光的产生。肖洛设想通过光学谐振腔来获得光的放大。这一想法得到了汤斯的支持，他们合著了一篇关于激光的论文发表在《物理评论》杂志上，描述了激光器，预言激光的特性，确立了激光原理。肖洛的工作和贡献，使他成为激光的发明者之一。

70 年代以后，肖洛致力于激光光谱的研究。他对激光光谱高分辨率的追求，建立了高分辨激光光谱学的新学科。他发明了用偏振光谱法测量氢光谱，并精确地测得物理学中的基本常数——里德堡常数。

肖洛在 50 年代主要从事的超导物理学的研究，激光是他涉猎的一个范围。他有着极为活跃的学术思想，光谱学、微波波谱学、核磁共振、激光、超导等都是他长期探索研究的领域，其中激光和激光光谱学是他最具有代表性的成就。

肖洛在与汤斯的长期合作中，和汤斯结下了深厚的友谊。他们在长期的学术生涯中，互相启发、互相学习，如闪烁的明星相互辉映。1951 年，肖洛离开哥伦比亚大学以后，他们仍然保持着频繁的联系和诚挚的亲情。汤斯还把自己的妹妹介绍给肖洛，促成了他们美满的婚姻。

肖洛对中国非常友好。1979 年他曾经来中国，在华东师范大学介绍了非线性高分辨率激光光谱学这个激光科学的重要前沿，并接受了华东师范大学名誉教授的聘书。

7. 尼古拉斯·布洛姆伯根

布洛姆伯根，荷兰人。1958 年加入美国籍，从 1951 年起一直在美国的哈佛大学任教。

50 年代，布洛姆伯根对汤斯提出的微波激射产生了兴趣。由于当时的微波激射器在发射能量后必须有一个停顿期以便存储新的能量，因此它的发射是间歇的。1956 年，布洛姆伯根设计了一个能连续激发的三能级（或三重态）的微波激射器，使较高的能级在另一个能级发射的同时可以同时进行能量的存储。由此，他制成了第一台连续发射的微波激射器。这是布洛姆伯根最早对有关激光领域进行探索所作出的成绩。

1951 年，布洛姆伯根开始从事核磁共振方面的研究。60 年代激光的出现，使他意识到只有利用激光才能完成他的新研究，他把注意力转向了激光物理。从此开始了他在非线性光学和激光光谱学方面的研究生涯。他利用非线性光学的原理和方法，对原子、分子和固体的光谱进行研究，相继发现和探索了各种极为丰富多彩的非线性光学效应。他的这些工作，极大地扩展了激光波长的范围，使用于光谱学研究的激光波段从紫外区、可见光区一直延伸到远近红外区。

布洛姆伯根从一条独特的道路上发展了激光光谱学，从而成为了非线性光学理论的奠基人。由于他在非线性光学和激光光谱学方面的贡献，瑞典皇家科学院向他颁发了 1981 年度的诺贝尔物理学奖。

布洛姆伯根青年时期的求学、求知道路是非常艰难的。他 1920 年出生在荷兰的多德雷赫特。他的父亲是一名工程师。母亲虽然是一个家庭妇女，但非常精通法语。他的外祖父是数学物理学博士，曾经担任过大学校长。这种良好的家庭教育氛围对小布洛姆伯根产生了非常积极的影响，他 12 岁就进入了乌特勒支的大学预科，并对物理学的深奥开始产生浓厚的兴趣。1938 年，布洛姆伯根进入乌特勒支大学学习，在学习过程中发表了物理学方面的论文，这使他大受鼓舞。然而 1940 年，德国法西斯侵占了荷兰，赶走了教师，关闭了乌特勒支大学，他失去了正常的学习研究环境，但布洛姆伯根并没有放弃自己的目标。在恶劣的条件下，他依然攻读有关理论书籍，自学量子理论。

在战争时期的艰苦环境里，他过着非常清贫的生活，连饮食都无法保证，但他始终没有放弃自己的勇气和信心。1949 年，他经过许多周折，来到了美国哈佛大学研究生院，跟随著名的物理学家伯塞尔教授从事核磁共振的研究。战后，他回到了荷兰学习，并于 1948 年获得了莱顿大学的博士学位。

80 年代初期，布洛姆伯根曾到中国进行了为期一个月的学术访问交流。

8. 西奥多·哈罗德·梅曼

当汤斯、肖洛、巴索夫和普罗霍罗夫通过制造微波激射器而预言激光，确立激光产生原理的时候，有另外一位从事物理学研究、声名不显赫但有一双灵巧双手和活跃大脑的年轻人，开始默默把这些理论大师的神话变为现实，并获得了成功。他就是美国休斯研究实验室的物理学家西奥多·哈罗德·梅曼。当时他只有 33 岁。

梅曼于 1927 年 2 月生于美国加利福尼亚州的洛杉矶。他的父亲是一位电器工程师。这使梅曼从小对电器的各方面知识都有所了解，并培养了较强的观察、实践能力。在战后市场不景气、经济萧条的岁月里，梅曼就是靠帮别人修理电器读完了大学的学业，于 1949 年从科罗拉多大学毕业。此后，他到斯坦福大学攻读研究生，并于 1955 年获得了博士学位。

当梅曼在休斯公司研究实验室工作的时候，他对汤斯的微波激射器产生了浓厚的兴趣。汤斯曾预言，微波激射器的原理，在一定的条件下可以产生激光。1958 年，哈佛大学的布洛姆伯根又提出了三能级（或三重态）的微波激射原理。于是梅曼给自己定下了这样一个课题：利用布洛姆伯根在三能级原理来实现汤斯的激光预言。他动手制作有关的装置，选择各种工作物质。他终于选择了红宝石晶体（在刚玉中掺入铬离子）作为工作物质。当时的理论界对红宝石晶体发光的可能性是持否定态度的。但是梅曼抱着探索尝试、准备失败的决心坚定了自己的选择。他通过实验测量了红宝石晶体的量子效率，分析了红宝石晶体达到能级粒子数反转的条件。他将红宝石晶体材料做成一个直径 1 厘米、高 2 厘米的圆柱体，将两端仔细磨成平行的平面，并镀上了银，构成谐振腔。他把它嵌入一个螺旋型的脉冲闪光灯内，使红宝石晶体接上了泵浦源。这样，他完成了世界上第一台即将产生激光的装置。

1960 年 5 月的某一天。梅曼和往常一样来到实验室。他打开了泵浦源的开关，让脉冲氙灯的电能量入红宝石中，此时，这台装置中发射出了第一束闪光。梅曼平静地写下了实验记录：红色，波长 694.3 纳米。

这束光，色单纯，所有的波都在同一个方向上；发射到几千英里以外也不会因发散而失去作用；聚焦到某一点上可以达到极大的能量，甚至可以超过太阳表面的温度值。

这束光，就是激光；梅曼做成这个“受激辐射光放大器”就是世界上第一台激光器。

9. 彼得·约瑟夫·威尔赫因·德拜

德拜是出生在荷兰马斯特里赫特的美国籍科学家。他那个时期的科学研究，是不能把物理化学绝对分开的。他在物理化学领域的研究成就使他无愧于物理学家和化学家的双重称号，就像许多伟大的科学家都是数学家一样。

1910年，德拜就开始研究光在各种介质中的传播问题，并探讨了各种效应，得出了相应的结论。这一些问题的研究为光学研究的发展，甚至为激光技术开辟新的应用领域打下了基础。甚至为汉塞尔的光导纤维设想开拓了思路。

德拜在德国亚琛大学求学时学习电机工程，后在慕尼黑大学转学物理，并于1908年获得博士学位，他1911年继爱因斯坦之后受聘为苏黎世大学理论物理教授，此后在莱比锡和柏林大学任教。

德拜的第一个重要的研究是对偶极矩的理论处理。人们为了纪念德拜，把偶极矩的单位称为“德拜”。

由于在偶极矩方面的研究成就，瑞典皇家科学院把1936年度的诺贝尔化学奖授给了德拜。

1939年德拜在德国的大学工作期间，纳粹政府曾命令他加入德国籍，遭到了德拜的拒绝。他此后回到了荷兰，并在德国军队入侵荷兰之前来到了美国康奈尔大学，并一直在那里工作到1952年退休。1946年他加入了美国国籍。

10. 丹尼斯·盖博

1971年，瑞典皇家科学院将诺贝尔物理学奖金授予了一个已经获得了100多次发明专利权的科学家——丹尼斯·盖博，特别是他在全息照相术上取得的成就，既可以认为是发现，也可以认为是发明。

1948年，盖博在一项改进电子显微镜的实验中，意外地发现了“波前重现”的现象，由此而萌出了全息摄影的概念。在普通的摄影术中，一束光被物体反射后落到底片上，此光束的一个截面被记录下来，成为该物体的二维平面图像。盖博设想，如果把一束光分成两个部分，一部分射到物体上被反射，物体上的各种不同状况都在反射光中体现出来；另一部分光由一面平面镜反射开。这两部分光在感光底片上相遇，形成的干涉光样被记录下来，最终会导致三维立体图像的产生。盖博的这一观点成为全息摄影术的理论基础。

1962年，盖博的这一设想被美国密执安州立大学雷达实验室的两位科技研究人员利茨和乌帕特尼克斯用激光将其变成了现实。他们用分光器把一束激光劈裂成两束，一束直接照到底片上，一束由被摄物体反射到底片上，两束光在底片上叠合形成全息干涉图形。当这个底片遇到原波长的光时，就显示出被摄物体的立体图像。

盖博是英籍的匈牙利人，出生在布达佩斯。早年在布达佩斯工业大学学习，曾在柏林高等技术学校、柏林夏洛滕堡工艺大学学习，其后在美国伦敦大学、美国康涅狄格斯坦福市的哥伦比亚广播实验室工作。

11. 钱德里卡·文迦达·喇曼

喇曼是第一个获得诺贝尔奖的亚洲人，他是一个把毕生精力和财富都用于国家科学研究，致力于提高殖民地印度公民素质、改变落后状况的科学家。

喇曼 1888 年出生于印度马德拉斯管辖区提鲁契纳帕里的一个世袭地主家庭里，和普通的印度人相比，喇曼有着较好的受教育条件。他的父亲是一所教会学校的数学、物理教师。喇曼就曾经在这所学校里学习，此后，他又进入了马德拉斯管辖区学院学习，开始研究光学和声学，18 岁时就在《哲学杂志》上发表了第一篇文章。

在社会等级森严，科学不受尊重的殖民地国家里，人们是不愿意进入科学界或从事艰苦的研究工作的。这使得喇曼生长在一个科学营养不充分的环境里。大学毕业后，他曾经在印度财政部谋得了一个职位很低的工作，一干就是 10 年，且职位升迁缓慢。但是喇曼并没有放弃自己爱好的科学研究，他利用业余时间撰写了大量的研究论文。此后，他到了加尔格达大学任职。

1928 年，喇曼在“一种新的辐射”论文中，提出：当单色光穿过透明物质（如液体）时，一些光会被散射。这些光有新的不同波长成分。它是由于光和其所穿过的物质中振动分子相互作用致使光子的能量增加或减少而产生的。这种效应后来被称为“喇曼效应”。为此，喇曼在 1930 年获得了诺贝尔物理学奖。喇曼效应对研究分子的能级，物质内部的结构成分具有重要价值。喇曼效应的产生，从客观上为后来的研究者在制造激光器，选择激活物质、激光光谱的研究和应用等方面产生了积极的作用。

1930 年以后，喇曼除致力于晶体的光学研究以外，把大部分精力用于培养科学接班人和推进印度科学进步方面，他在物理学界所作出的成就，使他成为印度的民族英雄，印度科学的象征。

四 不可预言的未来

在世纪交接的关键时刻，历史总是惊人的相似。

大约在一个多世纪以前的今天，科技革命正成为全世界人类生活的中心内容。代表着人类对客观自然认识程度的物理学，在哲学革命的先驱下，正逐渐揭开大自然微观世界的面纱，把人类社会从朦胧认识中领入了 20 世纪的现代文明之中。普朗克、爱因斯坦、卢瑟福等科学家所奏出的时代交响乐，拉开了 20 世纪科学革命的序幕，标志着牛顿思想为主宰的科学时代的结束，人类正向着更高、更微观的世界进军。

20 世纪原子能、激光、计算机、半导体等科技发现，使人类可以在小小的硅片上创造出科学奇迹，可以从看不见的原子核内获取能量，可以产生胜似太阳的激光。这些科学技术的发现，把 20 世纪的科技革命推向了新的发展高潮。从 50 年代开始，一场以高效益、高投入、高智力、高竞争、高风险、高潜能为主要特征，以信息科学，生物工程，航天技术、海洋开发，新材料、新能源为主要内容，以影响政治、经济、文化、军事和社会进步为表现，以相互渗透相互影响为发展趋势的高新技术革命席卷了全球。其内涵之广、速度之快、势头之猛，前所未有，标志着新的科学时代的到来。这场革命将一直延续到 21 世纪。

即将逝去的 20 世纪，记录着一个与中世纪文艺复兴时期同样灿烂辉煌的年代。不断涌现的新认识、新思想、新科学、新技术把人类的物质和精神生活推向一个日臻完善的境界。当 1896 年诺贝尔留下了 900 万美元的遗产去奖励那些为社会进步作出最大贡献的人们的时候，他肯定预卜先知了这个时代的到来。今天世界已经走近了 21 世纪的大门，谁来预言不断变化的今天和变幻莫测的明天呢？

本世纪初量子理论的创立为过去经典物理时代划上了句号，开创了现代物理学研究的新纪元。量子的概念被引入了光学研究并取得了重大的突破。当量子的概念把过去一些无法解释的光的现象、本质、效应揭示得淋漓尽致时，激光的产生就只是时间问题了。激光，与其说是物理学中的一门新兴学科，更不如说是推动现代科技革命的工具和手段。它几乎渗透到高科技研究的各个领域和发展的各个阶段，在人类社会的生活中产生重大的影响。我们在未来社会中对激光的认识，将是它在人类社会生活中的应用和它所带来的变化。

1. 未来不是梦

今天，人类的思想认识和制造工艺已经能够让“亚特兰蒂斯号”航天飞机在太空上以近3万公里的速度飞行并完成与“和平号”为航天站的历史性对接；能够用3秒钟的时间使一辆“法拉利”汽车从静态加速到100公里；能够把电脑从当初占据几个房间的庞然大物缩小到人的书桌上来。科学和技术的结合正日臻完善。激光从60年代被发现到今天广泛应用于科学研究、工农业生产近40年的历史，正是这种结合的集中体现。在未来的世界里，社会的进步，生活水平的提高将完全依赖于科学技术的发展和运用，这将使激光在未来的科学研究和社会发展中前景广阔，大有可为。

信息时代的生命和真正的高速公路

从上个世纪到今天，人类社会的通信手段已经发生了极其重大的变革，从莫尔斯的电报到贝尔的电话，从兹渥里金的光电显像管到贝尔德的电视机，人类已经实现了用无线或有线的电子通信方式来传递各种声音、图像、文字等信息。微电子技术和光子技术的发展、渗透及结合，把人类引入了一个崭新的信息时代。未来的时代，由谁来主宰信息通信的世界？

电子和光子是当今和未来世界的两大微观信息载体。从理论上讲，光子和电子的速度是相同的，但由于电子在传递过程中产生的相互干扰太大，因而使光子比电子具有更大的通信优越性。光子的传播速度快（光速29979.458公里/秒），反应能力强，信息容量大，不受环境条件影响，是未来信息通信的理想载体。围绕光子的通信问题，便产生了以光子为核心的光子技术，它将成为未来信息工程的生命。目前，科学家们正在加紧研究光子技术，并预言在下个世纪，人类将迎来光子时代。光子技术在信息工程中的应用，主要体现在光子通信、光子交换技术、光子储存技术、光子显示技术、光子传感技术和光子记录技术等方面。光子的通信技术主要体现在信息的传递过程中；光子交换技术应用于信息终端的交换；光子储存技术用于发展多媒体、数据信息库和大型计算机；光子通信显示技术用于反映各种图文、声音的信息；光子传感技术用于增强收取信息的灵敏程度；光子记录也是一种重要的贮存手段。光子技术的发展，包括了新材料、新工艺的研究，同样对光源也提出了较高的要求。激光作为一种新型光源，亮度高，传播距离远、方向性强，光子的干涉效应好，比普通光子能够携带更多的信息，是未来光子技术应用的理想光源。在未来的光信息工程中将显示出巨大的作用。各种激光的研制和突破性进展，将进一步增加光通信的信息传递能力，提高光盘存储密度，增强光的显示，传感、交换的性能，在未来的信息工程和通信技术中占有不可替代的地位。

当前，全球范围正在兴起信息高速公路的热潮。各种计算机网络、光纤网络和空间通信卫星，正在把全世界各个国家、地域的人们紧密地联系起来，今天的internet网，已使我们看到了未来高速公路的雏形。信息高速公路正成为一种新的生活概念走入人类的生活。

在未来的高速公路、通信网络中，光纤通信和卫星通信将是最为活跃的领域，并将相互配合，各展所长。激光将在这一最为关键的领域中承担着重要的使命。

激光是进行光通信的理想光源。激光在光导纤维中的传递速度快，传递距离远、信息损耗小、信号强，由激光光缆组成的电视网络，将比计算机网络的通信速度快几千倍，能够传输几千套电视节目供人随意选择，可为人们进行教育、医疗、集会及科学管理提供最有效的服务。

未来的空间，将由激光通信卫星占据着世界通信网络的重要地位，每一个光通信卫星，能够把全球各个角落的信息用最快的速度传递出来，使其最高效地发挥空间通信技术的优势。

未来的高速公路，将意味着真正“高速”意义上的通信，今天光电技术相结合的通信手段将为一种全光通信系统所取代。到那一天，人类之间的联系不再是电子，而是光子。我们传统的电话、电视、电报将改朝换代，成为光话、光视、光报。未来全光通信的生机与活力，将使得非线性光学材料的研究成为未来新材料研究的重点之一。一束红外激光穿越非线性光学材料时，可以得出绿光的输出。光子材料成为一种转换开关，从一个光纤线跳跃到另一个光纤线上。

围绕全光通信的需要，科学家们正把高分子聚合物材料作成各种以激光脉冲束方向对信息进行编码的光学器件，把玻璃光纤、半导体光学材料作成的各种光学转换开关。未来的全光通信，是一条真正反映高速的信息公路，这个由摄像光学系统、光纤系统和接收放大光学系统所组成的高速公路，将能够跨越国界、海洋，数字化的激光脉冲将把各种信息高保真地传送到不同的国家和地区中去。在美国，T&AT公司的工程师们正在努力把这种设想变为现实，他们已尝试着把光缆铺到了墨西哥、意大利、葡萄牙、西班牙和维尔京群岛的用户办公桌上；在欧洲，一个“高科技之路”和“地中海2020”的梦想在未来也将变成现实；一条由每秒10字兆节传播速度和3台超级计算机相连，形成光导纤维信息网的“高科技之路”，沿着法国地中海海岸延伸，连接尼斯、土伦、马赛，向西扩展到西班牙的巴塞罗那，向东到意大利的热那亚；在未来的2020年，地中海周边的广泛区域将为一张光导纤维通信网覆盖、连接；从现在开始，日本正努力建造一个规模庞大的光纤通信网络，用来连接通信卫星、计算机、终端通信站，并为各地提供光纤高压输电网，各种主机、个人电脑、传真机、电话等设备和终端，可以通过图文、语音、声像的信息、数据，在同一网络中互相交换。

我们不难预测，到21世纪中叶，全光高速公路将把全世界不同国家，不同区域紧紧地联络覆盖起来，在全世界不同种族、不同肤色、不同语言和文化的人们之间架起友谊的桥梁。

未来的计算机和电视

40年代问世的第一台计算机，在作为人类大脑思维和劳动产物的同时，又把人类大脑的功能加以延伸。它代替人的大脑进行信息加工，处理各种文字，图像、数据，从事各种复杂的运算、贮存和自动控制。它在运算速度，贮存容量，处理技术的复杂程度，提高工作效率等方面体现出来的卓越功能，使人在繁重的劳动中获得了新生。它已经成为人类社会工作、学习、生活不可缺少的重要工具。经过50多年的发展，计算机技术得到了空前的发展，计算机的更新换代，更是日新月异。在21世纪即将到来的今天，计算机正向光学计算机，超级计算机，人工神经网络计算机和生物计算机的美好目标前进。

其中，光学计算机最有希望尽快获得成功。

未来的光子将取代电子在计算机中的主导地位，光子将作为信息传播载体，光将用来设计计算机的线路，光将用来实现计算机的运算，唯一没有改变，将是信息贮存器的激光读写光源。光子传播超并行，大容量，速度快，信号互不干扰，光子器件的运算，处理速度比半导体器件的速度要快 1000 倍。世界上现已研制出光学计算机的模型，在不久的 21 世纪，一个比现有电子计算机运算速度更快，处理容量更大，信息损耗更低的光学计算机的诞生，标志着人类计算机科学发展的一个新的飞跃。利用激光脉冲的信号将各种图文声像的数据输入计算机并进行处理，将使激光技术发挥更大的作用。一个由激光器、光传感光贮存器所组成的光学计算机世界将带给我们新的生活。光学计算机的研究，关键是以集成光路为主要内容的集成光学理论突破，它类似于集成电路。这个理论的目的就是要把各种功能的光学器件集合到一块或几块材料上，从而形成一个整体的功能。集成光路的研究，在 1968 年就开始了，这个问题在不久的将来会得到根本的突破和飞跃。

在未来，计算机技术和多媒体技术，以及信息高速公路所组成的多功能服务化系统，将使我们家庭的电视功能得到极大的完善。家庭交互系统多媒体电视的诞生，使我们再不必机械地按照电视台的时间，节目安排来收看电视，你可以根据自己的爱好，从大容量的存贮数据库和高速传递信息的网络中，得到你想看到的节目。你再不必到电影院去看电影了，播放电影的载体胶片甚至可以为光盘所取代。

由一个公文包大小体积的多媒体计算机为主体，并使计算机、各种家用电器（电视、摄像机、录像机、音响）和通信设备相联系所构成的装置，便是丰富和充实我们生活内容的多媒体系统。多媒体系统并不神秘，它是在普通的计算机中加入了光学器件，可以处理各种声音、动图和图像的数据，从而使信息的载体（媒体）具有文字、数字、声音、图形、图像等形式，把他们融合在一起，就形成了集电脑、音响、影视、通信于一身的多功能系统。计算机所控制和管理的各个单元，其功能可以相互交融、掺和，形成一个视听效果逼真的三维立体环境。当你操纵光学计算机和远在大洋彼岸的亲朋好友接通电话、互致祝贺时，激光全息电视屏幕将立即显示出亲朋好友与你通话的三维立体图像，使你感到亲朋好友正与你促膝交谈，亲密无间，顿生“天涯若比邻”的感叹。当自然灾害致使交通堵塞无法上学时，你可以通过多媒体犹如置身于课堂里一样。

“容尽天下难容之事”

未来的信息时代，意味着“无纸时代”的到来。无纸时代的显著特征，就是大量信息的记录方式将发生重大改变，各类图文参考资料、书籍、科学研究成果、生产管理数据、历史事件记载将不再存放在图书馆的书架上和档案馆的卷宗内，它们将被浓缩到一个小小的光学芯片中。这一切成果得益于信息时代的产物——光盘技术。未来光盘技术的研究和发展的趋势，将是把信息记录的储存容量提高到一个令人不可思议的境地，它能够储存的内容，将大大超过社会现有的各种信息储存方式，真可谓“小肚能容，容尽天下难容之事”。

未来光盘的发展和更新换代将在很大程度上取决于光子储存技术和光学

材料的研究。目前，科学家们正在加紧对各种光学新材料的研究，尤其是对非线性光学材料的研究。各种高分子聚合物和感光半导体材料，对光有着很好的吸收和折射功能，是未来光盘制作的理想材料，这些材料的研究，是未来高度信息化社会的关键技术。光盘技术应用的另一个特点是用激光作为读写光源，对信息进行读取和记录。激光脉冲扫描光盘表面上的凹坑和平面，脉冲信号在局部范围内因不断改变光盘材料中的电荷分布而被储存下来。激光聚焦在某一点上，去读光盘凹坑的螺旋线轨迹。当激光头移动和光盘匀速旋转时，信息便在这种复合的运动过程中得到了储存或选取。

未来的光盘技术所面临的发展课题，将是采取什么样的制作工艺使光盘上的凹坑压制得更加紧密，从而使光盘的储存密度更大。同时，要制造出聚焦更小的激光器，这样才能使极小的读写光头去读认紧密的坑凹。未来的双光子技术和激光束快速聚焦的研究突破，将使得更大容量，更加精密的光学存储器问世，那时，将真正是“小肚能容，容尽天下难容之事。”

随着光盘技术的提高和集成光路研究的突破，未来社会里，人们的生活方式将发生重大的变化，市场流通和商品交换的支付手段，国际贸易中履行的海关手续都将发生改变。作为普通老百姓，一张小小的集成光卡将走入你的工作、学习和家庭生活，取代人们目前普遍使用的各种磁卡和集成电路 IC 卡。集成光卡是一张灵巧方便、具备智能功能的卡，集储存和人工智能于一身，可以记录信息，也可以处理信息，还可以建立通信联系。它将为你提供各种金融支付手段，为你打电话、电报提供方便，随时帮你查询各种资料信息，如购物指南、医疗信息、商业投资、业务联系等。当你外出旅游时，你不必再准备大量的现金，你不必再为携带书籍、资料太多而烦恼；当你生病时，它将提供你的血型、病历、指纹和一切相关的信息；它为你提供全世界的飞机、火车航班；为你报时，为你比较同一商品的不同牌号、产地、性能及价格。由于集成光卡可以设立相应的密码，逐级查证，因而能够防止各种假冒、盗用，具有可靠的安全性能。它为你解忧，为你分愁，你所需要的各种五花八门的信息资料，都可以分门别类地记录在一张随身携带的小小光卡中。真正是“一卡在手，走遍全球”。

寻找新的能源

能源是人类活动的物质基础。自然界中存在的能源种类是极其繁多的，从石油、煤、天然气、风、水、太阳能、地热、海洋能等，都是人类社会赖以发展的动力。从 20 世纪 40 年代开始，科学技术的发展，使人类从原子核的内部运动中获得了巨大的能量。人类利用原子核裂变的原理建立核电站，使原子能得以为人类社会造福，缓解了人类社会能源不足的矛盾。在未来的社会里，生产力的发展、物质生活水平的提高，使得能源问题仍旧成为人类发展所面临的关键问题。如何在能源需求幅度上升、天然资源有限的条件下寻找开发新的能源，是科学家未来研究的重要课题。

在未来的 21 世纪，人们寄希望于开发海洋能源、利用地热、太阳能的同时，仍旧把利用核能作为开发能源的重要途径，人们正在寻找更加安全、可靠、资源丰富、减少大气污染、保护生态环境的能源开发办法。核聚变是未来能源开发的主要途径之一。未来核聚变的途径主要有三种方法：一是利用氢能的常温核聚变。用光照射或水分解法获得的氢能将是没有一氧化碳和其

它有毒物质产生的干净能源。二是热核聚变。激光在这一领域中将发挥着极为重要的作用。利用激光所产生的强大能量和极高温度（几万度以上的超高温）使氘和氚形成等离子体（物质的第四态），进而聚变成氦，从而获得巨大的能量。1978年，美国著名的洛斯·阿拉莫斯研究所用大功率CO₂激光器进行照射实验，获得了初步的进展，预计在不久的将来，这一技术将是最有可能实现核聚变的途径和方法。届时，人类将获得一个取之不尽、用之不竭的、没有核放射性污染的能源。核聚变所需要的燃料氘，在地球上含量丰富。海洋、江河、湖泊的 1.4×10^{18} 吨水中大约含有20万吨的氘，可谓真正的潜力巨大、前景光明。因此，在未来的发展中，科学家的集中研究待以突破的就是要制造大功率的CO₂激光器。

探测海洋 遨游太空

海洋占去了地球表面积的3/4，地球上已有的50亿人口并呈不断增长的趋势，将使人类把目光转向大陆的另一个环境——海洋。海洋对人类的生存环境有着十分微妙的平衡关系，是人类生存不可缺少的必要条件，地球变暖、气候变化、食物资源和能源的利用都与海洋有密不可分的联系。海洋包含了大气1000倍的热量，可溶入20倍的二氧化碳，含有丰富的矿物资源，埋藏有大量的石油，生存着几百万的生物群种，海洋对人类充满着难以抵御的诱惑，当人们可以征服珠峰，可以登上月球以后，人们开始探索征服这个从未涉足的世界——海洋。

在现在和未来，全世界对海洋的研究正集中在海洋生物资源、海水及海床资源、海上能源、海上空间利用以及海洋环境等范围和领域。现代化的高科技手段，包括激光技术将充分应用于海洋探测的各个方面，据报道，1995年，日本向海底派遣了一名机器人，在海底长达2500公里的海沟内进行探测，并从海底即时送回了海底深态图像。这一尝试，使全世界的科学家和工程师们都在努力地研制最先进的装置，去征服海底的世界。这些研究、制造的工作，都将最大限度地发挥激光所具有的特性和优势。美国一直在研究先进的海底探测机器人和无人驾驶潜艇，配备先进的无人驾驶自动搜索系统和照像装置对海底进行测量，甚至设计可以直达海底最深处的马里亚纳海沟的潜艇。法国也投入了大量的人才、财力开展深海探险工作。

激光技术具有很高的能量和很强的方向性，在未来的海洋研究中将具有十分重要的作用。激光器不仅能够装备在无人驾驶潜艇或海底探测机器人身上，为其海下作业提供服务，同时激光在测量光在海水中的特性、波浪参数，进行水下观察、摄影、测量地形等方面都具有较大作用，由于海水对光的吸收性差，因此，激光以其高能、高亮的特性在海底的搜索、探测上有着其它光所没有的优势，同时可以根据光在海水中的吸收变化，测量海水的纯度、波浪系数。未来的海洋研究将是一个充满了无穷乐趣和变化的领域，同时，也是激光技术大显身手的广阔天地。

地球的面积是有限的，地球能给予人类利用的资源也是有限的，当人们还没有把注意力集中到海洋的探测和开发时，人们就已经想到了开发人类生存的第四环境——空间。1957年人类把第一颗人造卫星升上了天空时，预示着宇宙世界的秘密将被揭示；1961年阿波罗载人飞船成功地登上了月球，预示着人类在太空可以从事各种研究、试验、军事和生产的飞行活动。

而可供多名航天飞行员巡访、长期居住、工作的空间站的建立，更是标志着人类已经进入了开发和利用空间资源的新时代。1995年6月29日美国航天局“亚特兰蒂斯号”航天飞机与俄罗斯“和平号”空间站进行的历史性完美对接，将使世界向建造未来国际空间站的目标迈出了第一步。在未来，世界各国，尤其是美国、俄罗斯、日本、西欧将大力发展载人太空飞行计划，共同实施太空发展计划，建立空间站。

在未来的天空里，将充满了各种种类繁多、用途广泛的卫星。激光通信卫星将使未来的通信提高到一个新的水平。

未来的天空里，各种航天器将被普遍用作军事手段、各种激光、粒子束等高能射束武器、空间站武器系统将开辟未来军事的新战场。

未来的航天技术的发展，不仅融合了而且也大大推动了包括激光技术在内的各种科学技术的研究与发展，从电子、材料、机械、化工、动力、遥感、自动化技术到人工智能、机器人、光学通信和数据处理系统及光学计算机，无一不在未来的航天技术发挥重要的作用。激光技术作为一个重要的技术单元，将推动航天技术走向一个新的发展阶段。

未来的太空，将是一个为高科技手段、高科技产品所充斥的世界，它也将为激光技术在未来空间开发的应用上提供一个尽情发挥的舞台。

激光与未来的产业革命

在未来的世界里，自动化技术将成为未来产业革命的核心和基础。是社会进步的根本标志。融高新科技成果为一体的自动化技术将使未来的产业、行业和企业实现无人操作的生产和管理目标，为人类生活提供形式多样的服务。各种自动控制系统的相互配合将极大地提高全社会的劳动生产率和经济效益。无论是工业自动化、农业自动化、军事自动化，还是办公自动化、家庭生活自动化，都是计算机技术、光电技术、通信技术、制造控制技术等高新技术的综合创造和集中运用。数控技术的产生、机器人的制造、计算机辅助设计和制造CAD/CAM的应用，将使传统的机械制造业向未来的柔性制造系统、计算机集成制造系统发展；未来高度标准化的零配件加工将使机械加工行业向着自动化高精度的要求看齐。激光技术作为当今高科技领域中的重要构成技术之一，将是未来社会进步、产业发展的重要支柱之一，是新科学技术研究和发展的不可缺少的重要工具，广泛地存在于未来新科学技术研究、发展和应用的各个环节之中，具有不可替代的地位。激光加工出来的零件精确美观、效率高，可以满足未来微米（纳米）技术的发展要求；激光处理后的材料表面，其硬度和耐磨性能都可以得到很大的提高，当今世界上的人们仍旧在为前苏联切尔诺贝利核电站的放射性污染而心存余悸时，未来的激光热处理工艺可以从根本上消除核泄漏事故的材料因素。现在已有科学家针对核反应堆外壳金属在辐射作用下变脆变弱的问题，利用激光对核反应堆外壳进行安全可靠的加热回火，待冷却后，可使金属外壳恢复95%的金属性能，并安全可靠地工作相当长一段时间。

未来21世纪的科技学，将是纳米技术和细微、精细加工技术大显神威的时代。在纳米量级的世界里进行各种技术的操作和加工，将使激光技术扮演着一个重要的角色。

今天，激光技术在农业上，已经被普遍用于增产粮食、照射育种、加快

植物的光合作用等方面。利用激光通信的手段，可进一步提高对农作物病灾情况及蔓延趋势的诊断准确性，提高农药喷洒的效率，减轻农药对自然环境的污染。而未来的农业革命，将是用科学技术筑构起来的一条绿色之路。加强生物技术的应用，人工创造高产、优质的动植物新品种，扩展农业发展的领域将是未来农业发展的主要目标。激光在生物体上的独特作用，将是科学家在未来农业应用乃至生命科学研究方面的重要课题，激光对生物体的光、热、压力、电磁场效应，将对未来农业生产产生较大的效果，也将对未来农业科技的手段产生重大的影响。我们不难设想，绿色植物既然能够利用光把二氧化碳和水转化为植物自身成长所需要的养料，那么激光就一定能在未来的绿色革命中，在实现人工光合作用的研究、应用中作出新的贡献。激光还可以观测自然的变化，了解地质结构的运动，预报地震、气象情况，为农业生产和人类的生活带来了福音。

神光入梦来

激光技术即将走入我们未来的家庭。

装有激光测试仪和摄像机、人工智能的机器人，将把我们从繁琐的家庭事务中解脱出来；

各种激光切割仪将使我们免去在厨房中的舞刀弄棍之苦。激光将扫描、识别切割的食品种类，用全息方法投影出切割方式的选择，而后根据需要切割成不同的形状。

智能电脑和激光感应技术武装起来的汽车，将实现无人操纵，它将选择最快、最简捷的路线，安全准确地把你送到目的地。它将自动地避开交通拥挤、堵塞的地段，巧妙地躲开各种路障和前后行驶的汽车。

未来的家庭中，我们可以随时把小型实用方便的激光气象观测仪射向空中某一区域，测得各种云层厚度、大气含水量、温度、气压等一系列数据和资料，从而根据气象情况合理安排我们的工作、生活。

未来社会里，一种通过识别形状、颜色和气味并将其转化为声音的激光器将诞生。它通过将激光束扫描获得的信息进行微机处理，根据不同的信息而发出不同的声音，从而为盲人的世界带来了光明。

未来生活的家庭，将无时无刻不沐浴在激光伴的光芒之下，激光在家庭生活的必须设备中，无论是在小的司部装置上，还是在专门的功能器件中，都将发挥极其巨大的作用。

未来用武在激光

未来的军队，将更多地使用激光类武器。各种激光定向能武器和激光致盲武器将从地面到空间大范围地使用。各种军事装置和设备依靠激光技术提高性能、提高精确度仍将是军事科学发展的重要方面。

当敌军从地面上进攻时，化学激光枪首先使敌电脑、通信设备失效，使目标传感器破坏，导弹失去“眼睛”，闪光致盲炸弹阻止了大批涌来的步兵……

当恐怖分子扣押人质、武力威挟之时，激光枪发射出一定波长、适当功率、适当强度的激光束，使恐怖分子瞬间暂时致盲，战斗将在无伤亡、无流血的过程中顺利结束。

未来的战争，将是数字化通信系统控制的战争，各种指挥命令、战斗计划将在计算机上显示、直接发送到前线所有的部队中，坦克中的炮手和战壕中的步兵将通过护目镜得到信息而准确地、清醒地把握战场的情况。

未来的坦克，通过激光技术的点缀，将更加攻守兼备。激光火力系统和激光报警与对抗装置将使 21 世纪的坦克在提高生存能力、不易被发现或发现不易被击中的基础上，进一步加强进攻的主动性和机动性”。

未来的战争，是掌握空间主动权的战争，甚至是太空优势的战争，激光技术的应用将使未来的太空闪烁着高新武器的点点寒光。激光通信卫星的使用，将发挥着空间进攻和防御的指挥、通信、导航、预警和侦察作用，各种航天飞机、空间站、截击卫星上都部署有先进的激光致能武器、粒子束和微波武器，同时配合地面的各种导弹和激光武器。形成主体交叉的全方位火力系统。激光以其能量高、方向性强的特点，已成为太空武器的重要组成部分。强烈的激光束照射太空中飞行的导弹、航天器，可以瞬间将它们的躯体烧穿。

美国已把未来的赌注下在了星球大战的计划上，他们即将用 9 亿美元的造价来完成一台激光装置的建造，这台激光装置在实验室里能够精确地对核爆炸进行模拟。在当今全世界的反核浪潮中，这台激光装置在不进行实弹核试验的情况下，能够准确地把握未来的核战争情景，这个激光聚变装置的产生，将使美国在未来战争中继续保持主动权。

未来的战争，将是不流血的战争。战争在经历了暴力取胜的血腥时代之后，它的刀光剑影将笼罩在高科技的温情面纱之下。由激光、雷达、声纳、遥感、红外等技术构成的 CI 系统将使信息的获得和处理在未来的战争中居于主导地位。计算机病毒、混乱的程序将通过信息高速公路，扰乱敌人的指挥，瘫痪敌人的通信中枢。一切高科技手段将使敌人胆战心惊，闻风丧胆。“不战而屈人之兵”永远是战争的真谛。

超远程医疗

在明尼苏达州 MAYO 诊所，一位医生正在观察电视屏幕上的清晰图像，并向另一位正在进行精细操作的同事提供指令：“再往前一点，……就在那里注射”。那位操作医生在 2 080 公里以外的地方听到指令后，就小心地将针尖刺入病人的肝脏，并推动了注射器。而这次试验性治疗对于一位 76 岁的肝癌病人来说，已是生存的最后希望了。病人肝脏的图像是通过地面上空 35680 公里处的卫星，即时地从斯各茨旦尔传送到罗彻斯特的。

这便是 Eleaor Mayfield 所描述的“信息高速公路”上的医学。那么，我们不妨设想，在未来：

一名外科医生，手持大功率红外线激光器正为一名远在太平洋一热带孤岛上旅游，突发急性阑尾炎的游客作阑尾切除手术。他先用紫外线对病人进行消毒，然后操纵大功率远程激光手术刀探入病人右腹内。几秒钟后，阑尾被切除，并经过激光处理成细微的粉状物排除体外，病人随即康复，翌日便又精神饱满地去领略南太平洋热带岛屿的美丽风光。

在偏僻闭塞的山区，正流行着严重的致命疾病，恰值山洪暴发，交通中断，医疗人员无法到达患区现场。救护飞机飞临现场上空，几十名智能机器人从天而降。医生在飞机中操纵着激光控制仪，指挥机器人对病人实施紧急抢救。激光通信系统将抢救现场的情景制成激光三维全息图像发送到飞机

上，使人犹如置身于病区现场。

未来军队的野战医院，其工作手段和性质将发生极大的改变。远程医疗，远程手术正成为战地救护的重要方式，抢救着置身炮火之中的前线阵地官兵，缓解战斗减员的压力。

疾病使人类生存遭受到了极大的威胁和挑战。在癌症、艾滋病、爱博拉等顽症肆虐，人们谈及色变的今天，人们无法预料未来还将会面临什么样的威胁和挑战，还会有哪些奇形怪态的不治之症会阻挡着人的健康去路。但人类始终抱有一个信心，在科学技术的未来世界里，特别是激光医学的发展，一定会驱逐疾病带给人类的威胁和恐惧。

未来的教育

在未来的信息时代，多媒体系统的家庭普及化，将使传统的课堂教学方式受到冲击。现代电化教学的手段将得到完善和发展。教育的信息将通过多媒体在任何时间地点，根据各个学生的特殊需要，选择最合适的日程安排传送给学生，使学生完成一次受教育的过程。学生可根据具体情况作出停课、休学和复学的决定，增强了学习的灵活性、趣味性和效果。远距离的多媒体教学将为更多的成人接收职后教育、扩大知识面完成岗位培训提供了便利的条件。一张激光视盘，可以用作多学科的教学工作。

对于低龄的学习对象，多媒体的教学方式可以把各种有趣的游戏，启发性的内容融于教育中，这能使孩子更加沉浸于教学过程的本身，从而对学习产生高度的兴趣和热爱，这种教育方式对满足儿童在学习方面的特殊要求起到了积极的作用。

交互式的多媒体技术和知识系统将为实现远距离教学的目标而提供确实可行的手段。在未来的大学中，社会化的、开放性的办学将是学校教育的主要形式，尽可能地扩大教室的容纳范围，扩大社会受教育面，提高全社会成员素质，也是未来教育所承担的重要义务。多媒体所引发的教育革命将为这一目标担负起光荣的使命。

2. 未来的激光研究和产业

未来社会里，激光将更加广泛地发展到社会各科学研究的前沿领域和社会生产各个领域，形成各种交叉、渗透的研究学科和新兴的激光产业。激光的每项应用，都可以引发一种独立的研究学科，正像我们在前言中所说的，任何一个学科之前都可以冠以激光二字。

用激光去控制化学反应，能够增强化学反应的效果，诱发各种预期的化学反应过程，达到化学研究的预期目的。激光与分子共舞，这是化学家们梦寐以求的目标。

激光的产生，源于物理学的研究和发展，强光物理学所研究的问题就是在高强度的激光磁场内的物质相互作用，这个问题的突破，将可以在高温热核聚变和 X 射线激光应用方面取得较大的成果。X 射线激光在未来的生物工程中，对遗传工程和分子信息中的作用将是非常巨大的。

光谱学是研究测定各种物质的光谱线，从而查明物质的成分、结构，以及原子、分子相互作用的科学。把激光技术引进光谱学的研究，将进一步提高光谱分辨率，克服传统光源强度不够的缺陷，对物质内部微观世界运动规律和转换机制的了解和认识也将提高到一个新的水平，激光光谱学在未来生物工程、遗传工程、医学等生命科学上的作用将尤为显著和重要。

未来的激光器研究，将向着小巧、方便、功率可调，波长频率覆盖面广的方向发展，发展高分辨率的激光器将大大提高未来科学研究的手段，微腔激光器的产生在未来的纳米科学和集成线路上的作用将是不可低估的。

从 80 年代开始，物理学中出现了一门新兴的学科——原子、分子物理学和光学（即 AMO 物理学）。它的诞生和近十多年的发展，不仅为许多相邻的学科如化学、天体物理学、凝聚态物理学、离子体物理学、表面科学、生物学和医学等提供了新的理论方法、实验手段和基本数据，同时也使激光器和激光加工、激光分离同位素等先进技术得以发展，促进了激光光谱学、量子光学、飞秒光谱学的研究。

激光与古老的生命科学相互渗透、交融，将在未来的医学、生物工程中发挥巨大的作用，并作出重要的贡献。它们所形成的激光生物学、激光遗传学等学科，将进一步揭示生物体的分子、细胞及其群体、整体中的现象和规律。生命系统的活动是离不开光的刺激作用的。生物体的局部和整体对光的作用具有强烈的反应能力。植物体存在的基本条件就是依靠光所产生的光合作用。激光以其高单色性的特性和可供选择的波长范围，能够使生物体产生最佳的光效应。这对未来农业生产、植物培育都具有重要的意义。

激光在遗传工程中的应用也有着非常光明、广阔的前景。利用激光技术，激光的照射，能够促使 DNA 遗传、变异的作用。激光所产生的强大“力量”，能够把外来的基因导入植物细胞内，能够把不同的生物细胞稳定地“捏合”在一起，还可以切割染色体。激光遗传学的研究将是未来生物工程中的重要研究领域。

在未来的社会里，激光以其优良的特性和应用的广泛性，将进一步渗透到各个生产领域和生产环节中，形成一个规模巨大、需求广泛的激光技术产业，它所生产的各类产品，能满足从高精尖科研领域到普通基础性加工方面的各种需求层次，具有强大的生命力。激光医学、激光化工、激光军事、激光核工业、激光出版，激光摄影业的产生、发展，将为社会创造出更多的财

富。

在未来以高科技为特征的信息时代里，激光技术产业发展的势头将有增无减。光学计算机、光通信、光学储存的产生和普遍使用，将为激光技术提供最广阔的应用天地，以光学发展、应用需求为导向，形成产业化的光学器件和光学加工领域，将是未来的必然趋势。

在未来的社会里，激光微加工产业的形成，顺应了 21 世纪纳米技术的研究发展需求。标准化、专门化的激光雕蚀、清洗、镀膜技术，将为微加工领域提供理想的生产工具。

在未来的光通信中，光导纤维的通信将是最为活跃的领域和主角。连接国际、洲际的光纤网络，将是人类历史上一项十分宏伟的工程。围绕光纤的需求，一个从生产、销售、使用光导纤维的市场将逐渐形成和扩大。

激光是一种非常神奇的光源，它的特性简单明了却又能产生错综复杂的效果，带来奇异莫测的变化。也许人类对激光的认识已经比较深刻了，但对激光的应用尚只是刚刚开始。既然如此，未来激光的世界，谁又能预言得太多呢？

五 本世纪激光科学及与其有关的科学技术发展概况

1900年 马克斯·普朗克发现了基本作用量子，提出了量子化的新观点，为现代量子理论，量子力学奠定了基础。为此，普朗克获得了1918年度的诺贝尔物理学奖。

1905年 阿尔伯特·爱因斯坦把普朗克的量子概念引入了光学的研究领域，用光量子的概念成功地解释了光电效应，揭示出了光的双重本质特性——波粒二象性，创立了光量子学说。1921年，瑞典科学院以光电效应的贡献授予爱因斯坦当年度诺贝尔物理学奖。爱因斯坦提出了著名的狭义相对论。

1910年 荷兰科学家彼得·约瑟夫·威尔赫因·德拜开始研究光在各种介质中的传播问题，并探讨了各种效应。德拜本人于1935年获诺贝尔化学奖。

1911年 德国科学家斯塔克研究阳极射线，从实验的角度为爱因斯坦光量子理论的正确性提供了有力的依据和证明。斯塔克于1919年获诺贝尔物理学奖。

1916年 阿尔伯特·爱因斯坦用光量子学说提出了原子自发激射和受激辐射的理论，从而为激光科学的研究、发展奠定了理论基础。

1925年 前苏联科学家兹涅里金发明了光电显像管。

1926年 美国科学家阿尔伯特·阿布拉汉姆·麦克尔逊用光学仪器测量出光的速度。麦克尔逊于1907年获得了诺贝尔物理学奖。

1927年 英国科学家、电视机的发明者贝尔德及汉塞尔提出用导玻璃纤维可以传递光的信息，初步形成了光导纤维的研究和光纤通信的思路。

1928年 印度科学家钱德里卡·文迦达·喇曼研究了光在溶液中的散射现象，提出了喇曼效应。喇曼本人于两年后获得了诺贝尔物理学奖。

1947年 英籍匈牙利人丹尼斯·盖博提出了全息摄影原理，发明了全息照像术。盖博于1971年获诺贝尔物理学奖

1954年 美国科学家查尔斯·哈德·汤斯通过激发氨分子获得了能量更为强大的微波束，制成了世界上第一台微波激射器。前苏联科学家尼科莱·琴那列维奇·巴索夫和阿历山大·米哈伊诺维奇·普罗霍罗夫也独立研究制造了氨分子微波激射器。

1956年 美籍荷兰科学家尼古拉斯·布洛姆伯根改进了汤斯的微波激射器，设计出了能连续激发的三能级(三重态)微波激射器。布洛姆伯根于1981年获得了诺贝尔物理学奖。美国发明了固体微波激射器。

1957年 查尔斯·汤斯开始研究能够产生红外或可见光的激射器。日本科学家渡边、西泽、苏联的巴索夫提出了半导体激光器的设想。

1958年 美国科学家查尔斯·汤斯、阿瑟·肖洛和苏联科学家巴索夫、普罗霍罗夫分别提出了激光原理，并预言了气体激光器。汤斯、巴索夫、普罗霍罗夫因此而分享了1964年诺贝尔物理学奖。肖洛于1981年获得了诺贝尔物理学奖。

1960年 美国科学家西奥多·哈罗德·梅曼制造成功了世界上第一台激光器——红宝石激光器。

苏联科学家巴索夫研制成功了通过P—N结激发的半导体激光器。

1961年 巴索夫研制出了通过电子束、光泵激发的半导体激光器，并提出用激光加热等离子体。

美国科学家加万、本内特、赫里奥特制成了氦氛气体激光器。

医生扎雷特成功地用激光对视网膜进行了剥离手术。

钕玻璃激光器在美问世。

中国科学院长春光学精密机械研究所制成了中国第一台红宝石激光器。

1962年 美国 IBM 公司制成砷化镓半导体激光器。

科学家开始研究铯激光器。

美国科学家利斯和乌帕特尼克斯用二光束激光获得了三维空间全息照片，确立了激光全息摄影术。

美国麻省理工学院和雷瑟恩公司用红宝石激光器向月球发射 13 次激光脉冲，在 2.6 秒后收到 14 次返回信号。

美国贝尔实验室进行大气激光通讯试验，取得了初步效果。

1963年 氮分子激光器研制成功。激光器进入外科医疗手术，医学家开始研究激光治疗癌症的办法和途径。

1964年 氙离子激光器研制成功。世界上第一台放电激励二氧化碳激光器问世。

利斯和乌帕特尼克斯在提出激光全息摄影术的基础上，进一步确立和完善了激光漫射照像全息摄影法。

碘原子激光器研制成功。

国际医疗卫生组织统计结果，激光应用于外科手术获得了较为广泛的成功。

美国科学家福勒着手研究激光的相互作用试验。

年代 激光及有关科学技术发展状况

1965年 美国贝尔实验室库珀等研究人员进行氟原子激光跃迁的研究、试验。

激光在建筑领域用以定准直、定水准，其应用面迅速扩大。

美国国立癌症研究所通过在一群猴子身上进行试验，发现激光对破坏癌细胞、治疗癌症具有良好的效果，为人类攻克癌症提供了新的研究成果。

美国科学家福勒研制成功金属蒸气激光器。

激光全息照像在美国应用于物体变形的测定。科学家考虑用激光加速有机化合物聚合的问题。

1966年 美国科学家研制成功世界上第一台花青类染料激光器。

激光全息照像术应用于医疗诊断。

英籍华裔科学家高锟研究低损耗的光导纤维。

科学家尝试用激光分离化学同位素。

1967年 激光进入机械加工领域。美国 IBM 公司研制成功全息储存器。

1968年 苏联科学家巴索夫提出了用激光解决受控热核聚变的观点，并利用大功率激光器实现了热核反应。美国把激光应用于军事作战，制造了激光制导炸弹，并用于了印度支那战场。美国 IBM 公司研究集成光学。

1969年 阿波罗 11 号首次登上月球，在月球上放置了 30 公斤重的角反射器。美国用激光测量地球和月球的距离。日本进行了双向激光大气通信试验，在 14 公里距离开通了质量很高的广播、电视、电话传真。

1970年 苏联科学家巴索夫用高能电子束激励液氙，制成了世界上第一台受激准分子激光器，紫外波长。巴索夫在异质结构里实现了光放大，从而为光纤通信线路找到了理想的辐射源。世界上第一台氟原子激光器在美国制

成。美国科学家阿索尼用染料激光器分离同位素钡 133 成功。激光技术应用于环境保护。美国康林公司制成较低损耗的光导纤维。日本研制出在 1 平方毫米面积内记忆 1 万位的全息照相储存器。

1971 年 美国研制出氦氖波导激光器。日本研制出 1 平方毫米面积内记忆 10 万位的全息照相储存器。

1972 年 美国空军研制出激光武器，在试验中用气动激光器击毁了一架无人驾驶飞机。美国科学家用钕玻璃激光器测量地球和月球的距离。

苏联在立陶宛地区建成了 180 公里长的激光大气通讯。

美国科学家伊文生用氦氖激光器测得光速。

美国、西德用二氧化碳激光器施行人体内脏手术，切除肿瘤，对脏器进行修补，均获得成功。

激光核聚变的理论研究和计算在加紧进行。

1973 年 以色列科学家尤里用染料激光器和二氧化碳激光器分离铀 235 同位素，24 小时产量 7 克，纯度 60%。美国劳伦斯·利夫摩尔实验室用染料激光器和汞弧灯分离铀 235 同位素，达到 60% 的纯度和 10 原子 秒的分离速度。

国际米尺定义咨询委员会推荐用氦氖激光器测光速。

激光技术应用于金属表面热处理。

年代 激光及有关科学技术发展状况

1974 年 美国贝尔实验室制成低于 4dB 公里损耗的光导纤维。

二氧化碳激光器测光速成功。

激光核聚变试验中首次得到了热中子。

1975 年 美国洛斯阿拉莫斯国家科学实验基地宣布：用激光分离化学同位素成功。

美国科学家雷思哈特研究发明了集成光路，为计算机的更新换代作出了关键性的突破。

美国国家宇航局在卫星通信中采用了激光系统。美国发射激光地球动力学卫星。

1976 年 利用激光使氘—氘压缩引起热核聚变的研究得到进展。

美国贝尔实验室铺设了 11 公里长的光纤，成功地传输了 5 万路电话。

美国福特汽车公司制成激光焊接生产线。

美国斯坦福大学研制成功世界上第一台自由电子激光器。

1977 年 低损耗光导纤维的研究取得了较大的实质性突破。

激光应用于海底地形测量。

美国公司制成二氧化碳激光手术器。

日本用激光进行脑外科手术获得成功。

1978 年 日本奈良县试建了有线电视和电话的光纤通信网络，为 400 多用户提供了电视、电话、教育、学习、购物和储蓄等多种服务。

1979 年 激光应用于地震预报。美国公司批量生产激光测距仪，以装备美军 XM—1 型坦克。美国进行空对地、空对空激光通信试验。

1980 年 美国发射 405B 激光通信卫星。

1982 年 苏联“礼炮 7 号”航天站进行全息摄影试验。光纤传感器的研究进入高潮。

1983年 美空军用激光武器击毁响尾蛇导弹5枚。日本制造出三维立体激光加工装置。激光加工在西方国家得到普及使用。

1984年 美国在波士顿——华盛顿之间建立了900公里长的光纤通信网络，标志着光纤通信走出了试验阶段，进入了商业实用化的发展时期。

马尔维纳斯战役中，英、阿双方均广泛使用了激光武器。

1987年 激光手术装置在世界许多国家得到了普及应用。

1990年 海湾战争中，美英等联合部队广泛使用激光制导技术。

1991年 光学计算机取得了突破性进展，美国贝尔实验室公布了数字光学处理机的成果

1992年 美国T&AT公司计划把光纤光缆铺设到墨西哥、意大利、西班牙。

1994年 欧洲实施“高科技之路”和“地中海2020”计划，在地中海沿岸地区建立起光纤通信网络。

1995年 日本计划建造规模庞大的光纤通信网络，用以连接卫星、计算机、终端通信站，为各地提供光纤高压输电、主机、电话、电脑、传真的服务。

预计21世纪初，光学计算机问世。集成光路实用化。激光核聚变获得成功。全光高速公路出现。大量的民用激光器开始上市。激光化学反应的研究有很大的突破，激光治癌获得成功。

