

Using laser to achieve faster-than-light communication

Using laser to realize quantum communication

Cui Hailong

No. 131, building 1, jiashu building, Hasanduan hardware company, hongshan district, chifeng city, Inner Mongolia, China
cuihailong999999@163.com,

Abstract: using the coherence of laser, superluminal quantum communication is realized at long distance, which opens up a new era of communication.

Key words: laser, coherence, quantum communication

利用激光实现量子通信

崔海龙

中国内蒙古赤峰市红山区哈三段五金公司家属楼 1 号楼 131 号, cuihailong999999@163.com

摘要: 利用激光的相干性, 在远距离实现超光速量子通信, 开辟了通信的新时代。

关键词: 激光, 相干, 量子通信

激光是 20 世纪以来, 在科技领域中继原子能、计算机、半导体之后, 人类的又一重大发明。

激光顾名思义, 表示原子受激辐射产生新的光子, 然后放大得到新的发射光。

其过程大致是这样的: 假设某一原子一开始处于高能级 E_2 , 当能量为 $h\nu$ 的外来光子正好等于某一对能级之差 E_2-E_1 , 那么该原子就可以在此外来光子的诱发下从高能级 E_2 向低能级 E_1 跃迁, 然后发出与诱发光子全同的光子, 不仅能量相同, 而且发射方向、偏振方向以及光波的相位都完全一样。这意味着, 入射一个光子就会出射两个完全相同的光子, 这就是光信号被放大的原理。

显然, 如果要产生激光, 前提条件是受激辐射效应要大于受激吸收效应。但是, 在正常情况 (热平衡状态) 下, 原子几乎都处于最低能级 (基态) 上,

所以, 产生激光一个最大的前提: 必须要形成粒子数反转, 让更多的原子处于高能级上。

某些特定的工作物质, 在特定的条件下 (原子的两个能级处于非热平衡状态), 可以形成粒子数反转。

激光器的基本组成部分包括这三个方面: 工作物质、激励源、谐振腔。工作物质, 就是我们寻找的材料, 用来在此物质中形成粒子数反转; 激励源, 就是用来激发工作物质的原子

体系，实现这个特定条件（上能级的粒子数增加，粒子数反转）；谐振腔，激光形成的腔体，一般由两面反射镜（在激光器两端）组成，让光在谐振腔中来回振荡，造成连锁反应，雪崩放大，从而在输出反射镜处出射激光。

激光产生的原理，决定了激光区别于其他普通光源的四种特性：单色性、相干性、方向性和高亮度。

激光的相干性可以分为空间相干性和时间相干性二种，本文只讨论时间相干性。时间相干性与光源的单色性直接相关。

通常人们把相干时间内的波列长度叫做相干长度。相干长度 L 越长，干涉条纹越清晰，表示相干性越好。假设某一激光器发出 $\lambda_1 \sim \lambda_2$ 之间的光波频率的波（理想的单色光是不存在的），那么可以证明相干长度 $L = \lambda^2 / \Delta\lambda$ ， $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ 。当 $\Delta\lambda$ 越小，也就是 λ_2 和 λ_1 越接近，单色性越好，相干长度 L 越大，相干性就越好。按照公式 $\Delta\lambda = 0$ ，相干长度等于无穷大，也就是同质量光子相互作用的距离无穷远，而且作用的强弱和距离无关，这肯定是错误的知识，但是我在这里不作深入讨论，一些观念的错误也不在这里纠正，如波列和相位，这是为了避免不必要的争论。长度 $L = \lambda^2 / \Delta\lambda$ 可以当作一个近似公式使用。

如图 1 所示，光源 1 放在 A 地，光源 2 放到 C 地，利用设备将光源 2 的光引到 A 和 C 之间的 b 点，光源 1 发出的光与光源 2 发出的光相干产生干涉条纹，关闭光源 1 就没有干涉条纹，我们令有干涉条纹代表 0，没有代表 1。在光源 1 处将信息“你好”用开和关编码表示，也就是用 0 和 1 编码表示。

改进光源，加长相干长度，在始终保持两光源的光相干的情况下，就可移动 b 点直到 b 与 C 重合，只要在 C 地观察光源 2 的图象，就能收到光源 1 的信息。

当下激光的相干长度已达到几公里甚至几百公里，也就是说光束 1 和光束 2 相距几公里可以相干，只要把光束 1 当作发射源，光束 2 当作吸收源，对光束 1 进行调控，光束 2 就会有变化，这就在几公里实现了信息从光束 1 传递给光束 2。例如把要发送的信息“你好”编码，调控光束 1。由于干涉，光束 2 就相应的发生了变化，光束 1 和光束 2 传递了信息“你好”。这个信息不是光束 1，也不是光束 2，不是光束本身，而是由光束 1 到达了光束 2，所以不是激光通信而是量子通信。

多模（multimode）氩氦激光的相干长度一般为 20 厘米，而单模（singlemode）的相干长度可超过 100 米。一些半导体激光的相干长度可达几百米，但小型的简易半导体激光的相干长度较短（某二极管激光器的相干长度为 20 厘米）。谱线宽度为几千赫兹的单模纤维激光器的相干长度能大于 100 公里。光学频率梳由于梳齿之间狭窄的谱线宽，也可以达到相似的相干长度。

从目前看单模纤维激光器最合作超光速通信的源。

光纤激光器（Fiber Laser）是指用掺稀土元素玻璃光纤作为增益介质的激光器，光纤激光器可在光纤放大器的基础上开发出来：在泵浦光的作用下光纤内极易形成高功率密度，造成激光工作物质的激光能级“粒子数反转”，当适当加入正反馈回路（构成谐振腔）便可形成激光振荡输出。

如果相干长度 $L = \lambda^2 / \Delta\lambda$ 可以当作一个近似公式使用。则光纤激光器 1 和光纤激光器 2 放到相距上百公里的 A 和 C 两地仍会相干，也就是说光纤激光器 1 的光束不需到达 C 地，只在 A 原地就能与光纤激光器 2 在 C 地的光束 2 相干。

当然光纤激光器 1 和光纤激光器 2 之间相距百公里，中间有大量障碍物这会对两束光的相干产生影响。

障碍物对激光器激光相干的影响是超光速通信的关键因素之一，还需要进一步测试。