

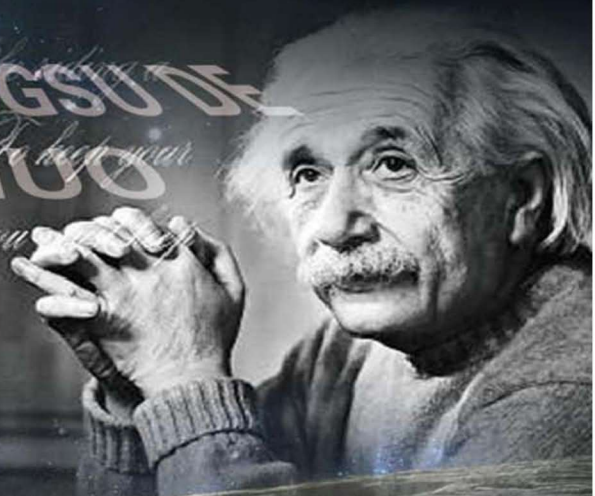


青少年前沿科学探索

超光速的 诱惑

◎ 曹盛林 著

CHAO GUANGSU DE
YOU HUO
*Don't keep your
balance you*



河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

著名科学家霍金在其科普著作《时间简史续编》一书的前言中写道：“每一道方程式都会使书的销售数目减半。但是这没有关系。如果你要做统计就必须用到方程式，不过这是数学枯燥的部分。大多数有趣的观点用文字或图画就能表达了。”

其实，物理学之所以能从哲学中分离出来，成为一个颇具生命力的独立学科，其重要的原因正在于它采用了定量分析，从量的变化规律去推测事物运动和演化的内在特征，并以此作为与观测或实验对照的依据，从而对物理理论做出证伪的判断，而其正确部分一旦得到实际应用，往往将奇迹般地改变人类的生活及命运，比如“日心说”“电与磁”“量子理论”等无不影响着人类发展的进程。

通常一些物理学家认为：“以否定的形式表述的物理定律是‘最可信’的。”例如热力学第二定律可表述为：“第二类永动机是不可能造成的。”而相对论所描述的：“超光速运动不可能存在”的戒律也恰恰符合这一“最可信”的特征，因此，“主流”物理学家并不认可超光速运动的存在。各种永动机不可能实现，是人们在大量追求永动机制造的努力遭到否定的基础上才总结出来的。这一结果虽然也可通过能量守恒的数学公式加以表述，但并没有一个数学公式能直接证明永动机的不可实现。然而，超光速运动却与此有些不同，超

光速运动的不可能存在，仅仅是爱因斯坦通过一个数学公式的局部特征从理论上“预言”的，并转演为：如果存在超光速运动就会出现时间倒流而破坏因果关系。而大量的其他物理理论和物理实验却不断地预言并实现了物质的超光速运动状态。但由于爱因斯坦所具有的物理学中上帝般的地位，使人们人为地否定了这些有关超光速运动的理论分析和实验结果，并形成一个物理学中的怪圈：每当一种可能的理论模式出现时，相对论的坚信者就说：可惜没有实验验证！而当一个新的超光速现象在实验中展现时，他们又说实验结果不应该违背因果关系，或宣称这类超光速现象不能传递能量或信息，而信息和能量的传递是不能超光速的！并千方百计地寻找实验中的“漏洞”直到“否定”实验结果为止。

科学仅仅是人们的思维对客观事物的近似表述，它是在人类一定实践基础上对客观事物建立的近似模型，因此，它必然是随着人类对客观世界观测和理解的深化而不断修正和改进的。科学发展史表明：没有一种理论是永远真实的。这是因为任何一种理论，都是基于人类的局部实践的结果而创立的。因此，随着人类实践的深入发展，没有一种理论可以不需要人们的进一步验证。特别是超光速运动问题，爱因斯坦的关于光速不能被超越是从一种局部理论假设的公式引出的，但大量的其他理论却可直接推出超光速运动的存在，并预言出它的特征最后得到了实验的直接证实。

曹盛林

2014年8月

一 人类早期对光速和超光速的认识

- 比太阳光还要快十倍的丘比特之箭 001
- 为什么齐天大圣跳不出如来佛的掌心 002
- 伽利略的设想 004
- 罗默第一次成功地测出了光速 005
- 人类的思维从宗教到哲学和科学的发展 010
- 德国科学家发现的反常色散 011

二 爱因斯坦的圣经

- 爱因斯坦所做的正确的分析和错误的结论 015
- 狭义相对论对超光速的否定 018
- 水星近日点的进动 022
- 上帝使爱因斯坦一夜间成为名人 026
- 世纪伟人爱因斯坦 034
- 从 $E=mc^2$ 到原子弹的爆炸 040
- 爱因斯坦的圣经 045

三 历来禁果的偷食者

- 快子——偷尝爱因斯坦伊甸园的禁果 050
- 光和无线电波的超光速传递 053
- 反常色散的超光速 055
- 天体的超光速膨胀 056
- EPR 佯谬与非定域量子纠缠态 064
- 喀什米尔效应中的超光速现象 067
- 中微子的超光速运动 067
- 虫洞和时空穿越 070

四 关于时间和空间的本质

- 时间和空间的度量 072
- 长度、距离和高度的测量——三角视差法 075
- 地球直径是怎么测出来的 076
- 秒差距和光年 077
- 光度距离和哈勃距离 078
- 日晷——时间的基本度量仪器 083
- 时钟的发明和发展 086
- 时间和空间的独立性与相关性 087

五 相对论也可以被发展

- 局部分分析与整体分析 090

● 孤立系统与相互作用体系	092
● 线性与非线性	095
● 物体运动和演化中的连续过程与突变过程	097
● 类时与类空间的对称性时序的相对性	103

六 芬斯勒时空中的相对论

● 芬斯勒几何	106
● 速度、密度和温度的四次形式	108
● 物理学不是魔术	109
● 芬斯勒几何与黎曼几何的关系	111
● 芬斯勒几何的非线性特征	113
● 几何学中的哥白尼	117
● 黎曼几何解释了时空的弯曲	118
● 黑洞仅仅是一个突变面	121
● 关于统一场论	126

七 真有外星人来访地球吗

● 星际旅行可能实现吗	129
● 目前人类的航行能到达多远	131
● 超光速的速度和回观人类踪迹	133
● 天文学家对类地行星的观测	134
● 从最近类地行星来到地球的基本条件	139

八 中国的超光速迷

● 爱因斯坦和中国	141
-----------------	-----

● 关于对相对论的批判	156
● 类星体超光速膨胀的研究	164
● 究竟是反粒子还是超光速粒子呢	168
● 波导截止现象和无线电波的超光速运动	173
● 超光速与超声速的类比	175
● 太赫兹波的超光速传递	175
● 超光速和宇宙航行	176
● 北京相对论研究联谊会	179

一、人类早期对光速和超光速的认识

● 比太阳光还要快十倍的丘比特之箭

1597 年英国著名文豪、诗人和戏剧作家莎士比亚，在其著名悲剧《罗密欧与朱丽叶》中，借女主角朱丽叶之口说道：“恋爱的使者应当是思想，因为它比驱散山坡上的阴影的太阳光还要快十倍。” 从这里可看出莎翁早在 400 多年



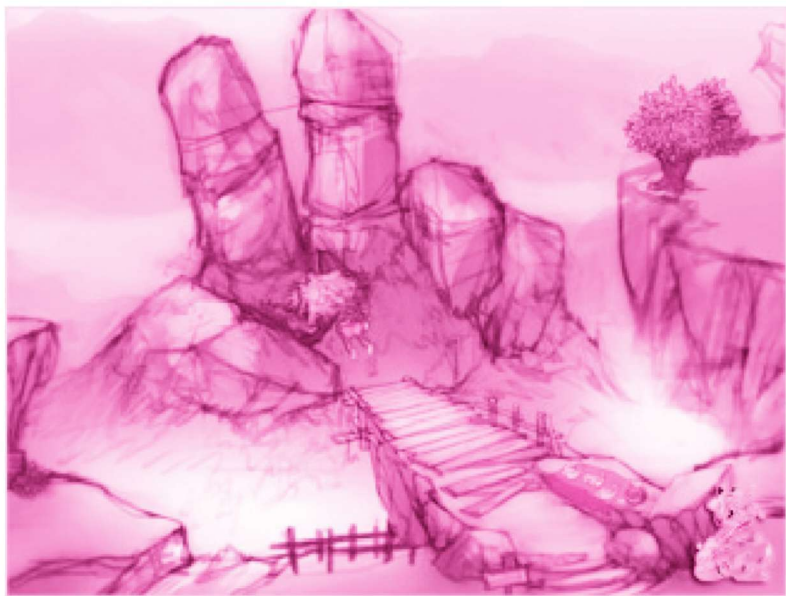
爱神丘比特的金箭真比光还快吗

前，就认识到了光速的有限性，并从哲学思辨的观点推断，既然光速是有限的，那么就可能存在比它更快的速度。莎翁认为比光速更快的运动，可能的候选者之一是“思想”！

●为什么齐天大圣跳不出如来佛的掌心

这一点我国古典小说家吴承恩或许也是认识到了的？在他的古典名著《西游记》第七回中描写齐天大圣孙悟空与如来斗法时写道：“我老孙一筋斗去十万八千里。他那手掌，方圆不满一尺，如何跳不出去？”看来如来早就有现代的超级魔术技巧，会用光线来给人们制造假象，因此他那方圆不满一尺的法手，让功力如此高强的孙悟空竟误为是“五根肉红柱子，撑着一股青气。他道此间乃尽头路了……”其实如来仅仅是用了光的障眼法，不知孙大圣是否知道光速是每秒 30 万千米？也不知大圣的十万八千里是千米还是华里？如果是千米，那么大圣在一秒钟内，至少得完成三个筋斗云才可能躲过如来的光障；如果是华里，那么大圣就需要在一秒钟内完成六个筋斗云才有可能逃过如来的障眼法！好在大圣的思想并没有受到如来光障的欺骗，他放荡不羁的思想早以超光速的速度逃到了九霄云外，因此，被压在如来法手化作的五指山下。五百年后，他仍是一个出色的斩妖除魔的杰出斗士。

吴承恩出生于 1500 年，自幼时就勤奋好学，一目十行，过目成诵。他精于绘画，擅长书法，爱好填词度曲，对围棋



孙大圣心想：看来这就是天的尽头了

也很精通，还喜欢收藏名人的书画法帖。少年时代他就因为文才出众而在故乡出了名，受到人们的赏识，认为他科举及第，“如拾一芥”。《淮安府志》载，他“性敏而多慧，博极群书，为诗文下笔立成。”他除好学外，特别喜欢搜奇猎怪，爱看神仙鬼怪，狐妖猴精之类的书籍。如《百怪录》《酉阳杂俎》之类的小说野史，这类五光十色的神话世界，潜移默化中养成了搜奇猎怪的嗜好，随着年龄的增大，这种爱好有增无减。这对他创作《西游记》有着重大的影响。50岁左右，也就是于1550年他完成了《西游记》的前十几回。

上面的叙述似乎表明超光速的鼻祖应该是中国的吴承恩了！但这里我们仅是作的“事后分析”，而莎翁是在当时就

作了明确的界说。人们的思维是一个有趣而奇怪的东西，也是历来哲学家们关心和研究的重要课题。哲学家认为，表象难以把握的东西，思维却能把握。比如表象一般难以把握每秒 30 万千米的光速，但思维不但能够把握它甚至还能把握超光速。

从人类科学发展的观点来看，光速的测定在光学乃至现代科学的发展史上具有非常特殊而重要的意义。它不仅推动了光学实验的开展，也打破了古代人对光速是无限的直觉观念；在物理学理论研究的发展历程中，它不仅为粒子说和波动说的争论提供了判定的依据，而且最终推动了爱因斯坦相对论理论的发展。以致今天还会出现本书来专门探索宇宙中是否可能存在超光速的问题，及其超光速如果存在将对人类科学发展可能带来的影响。

● 伽利略的设想

在物理学发展的历史中，即便是在光速的问题上物理学界也曾经产生过不少争论，开普勒和笛卡尔都认为光的传播不需要时间，而是在瞬时进行的。但伽利略认为光速虽然很快，却仍然是有限的，因而也是可以测定的。1607 年，伽利略就已进行了人类最早的测量光速的实验。

伽利略最初设想：如果让两个人分别站在相距足够远（例如，他选择了 1 英里）的两座山上，每个人各取一盏灯，由第一个人先举起灯，当第二个人看到他的灯光的瞬

间，立即举起自己的灯，从第一个人举起灯到他看到第二个人的灯的时间间隔就是光传播两英里的时间。但由于光速传播的速度实在是太快了，在当时的技术条件下，这种方法当然会遭到失败。但伽利略的实验不仅揭开了人类历史上对光速进行实验测量的序幕，而且给出了原则上正确的测定光速的方法。

我国古代，虽然没有记载什么人去直接进行光速测定的实验，但利用光速来传递信息却是开展得很早的，万里长城上的“烽火台”就是人们利用光来传递信息的历史遗迹。



长城烽火台间的光信号传递

● 罗默第一次成功地测出了光速

1676 年，丹麦天文学家罗默第一次提出了成功的光速

测量方法。他在观测木星的一号卫星的隐食周期时发现：在一年的不同时期，它们的周期有所不同；在地球处于太阳和木星之间时的周期与太阳处于地球和木星之间时的周期相差14~15天。他认为这种现象是由于光具有有限速度造成的，而且他还推断出光跨越地球轨道所需要的时间是22分钟。1676年9月，罗默预言11月9日上午5点25分45秒发生的木星的卫星食将推迟10分钟。巴黎天文台的科学家们怀着将信将疑的态度，观测最终证实了罗默的预言。

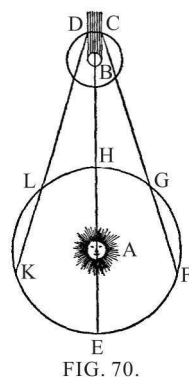
罗默的理论没有马上被法国科学院接受，但得到了著名科学家惠更斯的赞同。惠更斯根据他提出的数据和地球的半径第一次计算出了光的传播速度：214 000千米/秒。虽然这个数值与目前测得的最精确的数据相差甚远，但他启发了惠更斯对波动说的研究；更重要的是这个结果的缺陷不在于方法的错误，只是源于罗默对光跨越地球的时间的推测误差，现代用罗默的方法经过各种校正后得出的结果是298 000千米/秒，很接近于实验室用其他方法所测定的精确数值。

1725年，英国天文学家布莱德雷发现了恒星的“光行差”现象，以意外的方式证实了罗默的理论。刚开始时，他无法解释这一现象，直到1728年，当他坐船时受到风向与船航向间相对关系的启发，认识到光的传播速度与地球公转间也会引起类似的“光行差”现象。于是，他用地球公转的速度与光速的比例估算出了太阳光到达地球需要8分13秒。这个数值较罗默法测定的要精确一些。布莱德雷测定值证明了罗默有关光速有限性的说法。

有趣的是，在莎士比亚发表《罗密欧与朱丽叶》79年

后，也就是于1676年，罗默才利用木星的卫星食的天文观测现象，第一次确定了光速的有限性，并定出 $c=225\,000$ 千米/秒。这里不妨把罗默的方法，从科学思辨的观点较详细地介绍一下。

自古以来，人们就渴望以某种实验来直接确定光的传播是否需要时间？罗默通过对木卫一的观测比较发现了一种巧妙的方法：他认为光线跑过地球直径的长度（约12 000千米）不需要1秒钟。如图所示，其中A为太阳，B为木星，C为进入木星阴影的木卫一，而在经过一段时间后，木卫一又从D处跑出木星的阴影，E，



罗默利用木星卫星食测量光速

F, G, H, L, K 为在地球绕日运行的公转轨道上，木星与地球间的几个典型距离。当地球位于 L 附近时，刚好看见木卫一在 D 点复现，即从木影中跑出。假定经过约 42.5 小时，即木卫一运转一圈后，地球到达 K 点，木卫一又回到轨道上的 D 点。显然，如果光线传递速度不是无穷大，那么它穿过 LK 这段空间距离，是需要一定时间的；因此，在 K 点看见木卫一在 D 点将晚于地球如果仍停留在 L 点处看到的时刻。因此，由观测它的复现而求得的该卫星的周期会延长一段时间，这段时间等于光线通过 LK 所需的时间。另一方面，在 FG 侧，逐渐接近木星的地球迎着光线而来，木卫一接连食始的时刻会出现提前，其时间间隔的数量跟 L 侧木卫一复现时刻所推迟时间间隔的数量相同。

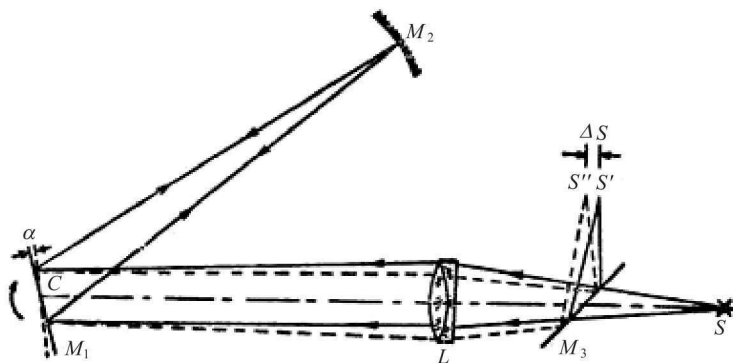
木卫一绕木星的公转周期约为 42.5 小时，在 L 侧与 FG 侧间木星和地球的距离至少变化 210 个地球直径，因此，罗默认为，如果光线穿过一个地球直径需 1 秒钟的话，则通过 FG 或 LK 都需要 3 分半钟，这将造成在 FG 处观测和在 LK 处观测木卫一两次运转周期之间有约 $1/8$ 小时之差，然而罗默最初并没有观测到明显的差别。

不过罗默相信，绝不可由此认为光线传播完全不需要时间，在经过更严密的考察以后，发现在木卫一运转一圈中无明显的差别，在取若干圈的总和来考虑就变得很显著了。如在 F 那边观测 40 圈就很明显地感到短于在另一边观测 40 圈。对于整个距离 HE 为日地距离的两倍，当时认为光线传递这段距离约需 22 分钟。现在更精确的观测值为 16 分 38 秒。

大约又过了 173 年，也就是在 1849 年菲索才首次用物理学的方法测得有限的光速，并得出 $c=315\,300$ 千米/秒。

后来，法国科学家傅科又设计了旋转镜法。

此法由英国科学家惠斯通于 1834 年首先提出，而 1860 年傅科第一次用它，装置如后图所示。从缝状光源 S 发出的光，经过半透明的平板 M_3 后被透镜 L 成像于凹面反射镜 M_2 的表面上，光在其间受到轴线通过 C 点的转镜 M_1 的反射。此 M_1 的 C 点处于凹球面镜 M_2 的中心，这为的是使从 M_1 反射到 M_2 上的光容易反射回到 M_1 上来，如果 M_2 采用平面镜，则只有当 M_1 与 M_2 相互作一定的取向时，即当反射光束的轴垂直于 M_2 时，才能发生上一情况。由 M_2 和 M_1 反射回的光，经过透镜 L 和半透明板 M_3 而会聚于 S' 点。当平面



傅科测量光速的装置原理图

镜 M_1 绕 C 轴而高速旋转时，在光从 M_1 到 M_2 再从 M_2 到 M_1 的时间内， M_1 将转过一个小角 α ，而由 M_1 反射回到 L 的光线与原光线的方向间将构成 2α 角。于是透镜 L 使光束会聚于 S'' 点。此 S' 点与 S'' 点的间隔为 Δs 它可通过 α 和 l 计算出。这里的 l 为透镜 L 到像面 $S'S''$ 的距离。

若 ω 为 M_1 的角速度，则转过的小角可以通过时差 Δt 算出。其中 Δt 是光在 $M_1 M_2$ 间往返一次所需的时间，以 L 表示 M_1 到 M_2 的距离，直接测量 ω ， L ， l ，和 Δs 即可求得光速 c 。

傅科用 $M_1 M_2$ 等于 20 米的装置，以能准确到 0.005 毫米的测微目镜，测得位移 Δs 为 0.7 毫米，结果 $c = 2.98 \times 10^8$ 米/秒。

这些方法本质上仍是伽利略方法的改进，只不过是用反射镜来取代人工的“举灯”，而用均匀的高齿数齿轮的旋转来准确地分割更小的时间间隔，实现了对光速的高精度测量。

● 人类的思维从宗教到哲学和科学的发展

从上面的叙述或许我们可看出，一种思想的出现，对科学发展的巨大影响。这里，不妨让我们来比较一下人类思维所创造的宗教（或神话）、哲学和科学间的异同：人们通过自己的眼、耳、鼻、舌、身、思，感受到宇宙万物的和谐与美，而试图用自己的感受结果来描述并复现大自然的美。当然由于各自的生活环境和经历的差异，而使人们培养出了各自的特长，于是出现了不同的行当和专业。而不同专业的人们，都力图按自己所习惯的方式，通过自己的感受，为自然描写出一幅简单和谐的图画，并试图以此去代替客观世界，在一定的可能条件下利用所了解到的自然特征为人类生活的安全和舒适创造出新的成果。大概人类最初了解的自然客体还是人类自己，因此当其对自然现象感到新奇和恐怖时，往往自然地利用了人类自身的特征来解释和理解这些现象，以后人们称这种认识和理解自然的方法为“拟人化”的模式。

变幻莫测的天空和气象，刚才还万里晴空，转眼间变得乌云密布、狂风骤起、雷雨交织，瞬时又带来倾盆大雨，冲毁周围的一切，并夺去大量人的生命。这对于原始人类来说是多不可思议啊！他们要对付这些变化，特别是对付那些灾害性的变化，需要付出多大的努力甚至牺牲啊！正是在这种同类遭到牺牲的恐惧感中，人们产生了对自然的人格化，对它虔诚地加以崇拜并按照人的模式创造了神。费尔巴哈说