

光的本性

阳光直射到地球，白天的世界便明亮起来；月光反射到地球，晚上的世界也不再黑暗。光使我们的世界变得清晰可见，人们对光的本性的探索也从未停止。

3000 多年前，人类便已经开始对光学现象进行了研究；2000 多年前，古希腊便已经诞生了第一本光学的系统性著作；战国时期的中国，《墨子》中也记录和研究了“小孔成像”的现象。近代以来，以伽利略建立“以实验为依据总结、定量描述客观规律”的思想方法为分界点，关于光学的研究的浪潮更是一浪超越一浪，而在对光学的研究中，科学家们始终绕不开也最感兴趣的一个话题就是光的本性。

对光的本性，从牛顿的粒子说与惠更斯的波动说之争以牛顿的权威获胜，到托马斯·杨与麦克斯韦等人分别从实验和理论上证明了波动说，再到普朗克对黑体辐射的研究让粒子说与波动说之争风云再起，最终由爱因斯坦对光子的研究让粒子说“死灰复燃”，光的本性终于被人们所充分的认识。经过几个回合各有胜负的交手，我们终于知道，粒子说和波动说都是正确又不完全正确的，光具有波粒二象性。

惠更斯最先提出了较为完整的关于光的本性的理论体系，成为了光的波动说的开山鼻祖。同一时代的牛顿，基于运动学定律，则提出了光的微粒说。无论是惠更斯的波动说还是牛顿的微粒说都是不完善的，惠更斯的理论无法解释光向前传播与光的衍射现象，牛顿的理论也同样无法适用于折射与衍射的研究。但鉴于牛顿在物理学上的伟大成就，牛顿拥有的惠更斯无法比拟的声誉，牛顿至高无上的权威，微

粒说并没有迎来其他的挑战者，被人们自然而然地接受。

在波动说扳回一程的比赛里，托马斯·杨、赫兹在实验上做出了巨大贡献，菲涅尔、麦克斯韦则在理论上做出了巨大的贡献。托马斯·杨在 1801 年完成的双缝干涉实验说明衍射光波遵守叠加定理，牛顿的微粒说的支持者们无法对这一现象做出合理解释，恰恰相反的是，这是光的一种波动行为，第一次深深地震撼了粒子说的根基。而接下来的近百年时间里，才是波动说大放异彩的时刻。菲涅尔在 1818 年提出的惠更斯——菲涅尔原理，完美地解释了光波向前传播和衍射现象，解决了惠更斯理论中的不足之处，光的波动说逐渐开始占据主动。1873 年麦克斯韦方程组的提出震惊了世界，虽然现在简洁的四个方程是由吉布斯和赫维赛德在 1884 年重新整理，但麦克斯韦的方程组仍然解释了所有关于电和磁的现象。由麦克斯韦方程组导出的电磁波的波速与光速同为 c ，让我们不得不相信光本身就是一种电磁波。而赫兹在实验中实际观测到的麦克斯韦预言的电磁波，则是彻底钉上了微粒说的棺材板。

当光的波动说俨然成形，完整的理论体系大厦已稳稳建起，共振荧光，黑体辐射，光电效应却依次向波动说发难。爱因斯坦最大的成就也许是广义相对论，但让他获得诺贝尔奖殊荣的正是他对光电效应的研究，爱因斯坦通过提出光子的概念解决了光电效应这一无法解释的问题，也帮助微粒说重新回到赛道。人们最终认识到，光既是波，也是场，光具有波粒二象性。不过，按照更精确的说法，光波应该被称为光场。当光表现为波时，光是一种自持波，不需要介质，这是场

的性质，也是区别于机械波之处。而当光表现为粒子时，则是没有静止质量，速度恒为 c 的微粒。

经历了粒子说的胜利，到波动说反超大获全胜，再到粒子说重提。在几百年的历史里，众多牛顿、麦克斯韦、爱因斯坦等赫赫有名、如雷贯耳的科学家在孜孜不倦地探索光的本性，也正是基于光的本性的探究，对于量子力学的建立也奠定了不可忽视的基础。经历了漫长曲折的过程，人们终于认识到光的波粒二象性。微观上的个体光子，主要表现出粒子性，而宏观上的海量光子，则主要体现出波动性。光既是粒子，也是场。