

广义相对论的新验证

苏中启

爱因斯坦于 80 余年前创立了广义相对论, 它将引力、空间与时间三者联系起来, 是人类认识自然界历史上的一次大飞跃. 在建立广义相对论时, 爱因斯坦曾提出三种检验: 光谱线的引力红移, 水星轨道近日点的进动, 以及太阳引起的光线偏折. 众所周知, 80 余年来, 这三大检验均取得了令人满意的结果. 特别是 1919 年日全食时, 英国天文学家爱丁顿率领的观测队证实了星光在经过太阳边缘时确实出现了偏转, 而且观测值与理论预言值也相符, 这在当时曾引起轰动. 1968 年沙皮罗设计的广义相对论的第四个验证“雷达波传播中的时间延迟”取得成功. 它证实广义相对论的预言是正确的. 这个预言是说, 由于光线在引力场中一般沿曲线传播, 与无引力场时相比, 其传播时间要变慢. 除了以上四大验证外, 1978 年泰勒等人通过对一颗射电脉冲双星 (PSR1913 + 6) 轨道周期所作的多年观测, 间接证实了引力波的存在. 这也是对广义相对论的重要验证. 近几年来, 由于空间探测技术的发展, 使人们对广义相对论的验证又取得了新的进展. 1997 年 11 月初, 在美国天文学会于科罗拉多洲埃斯特帕克举行的会议上, 科学家们宣布, 他们所发现的证据证实了爱因斯坦广义相对论作出的一个奇妙的预言. 两个天文学家小组观测到这样的显示信号, 即致密天体, 例如黑洞与中子星, 由于它们的自转能吸引附近的空间与时间围绕它们一同转动. 这种现象被称作“框架拖曳”. 加州理工学院天体物理学家基普·索恩说, 这是对爱因斯坦思想的一个极其重要的检验. 除了对引力波的直接探测外, 框架拖曳也许是最重要的一种效应了. 爱因斯坦曾表明, 任何一个自转着的天体, 由于它的转动, 都会拖曳空间与时间. 不过, 效应是如此微弱, 以致仅当空间与时间能靠近一个具有强大引力场的天体, 例

如中子星或黑洞时, 它才能被观测到. 当有一颗恒星围绕这样的致密天体运行时, 天体的强大引力可以将物质从恒星上吸引出来, 并使物质形成一个以天体为中心的不断扩展着的圆盘. 当圆盘上的物质不断地向着天体增加时, 物质会变热并辐射出 X 射线. 如果撇开广义相对论, 你可以预言, 以致密天体为中心向外看, 则圆盘在所有方向均会保持相同的形状, 但是框架拖曳改变了这一情景, 它导致圆盘上物质运行的轨道围绕着天体的自转轴并以轴为中心发生脉动. 由马萨诸塞理工学院崔伟领导的小组通过观测若干围绕某些可能的黑洞旋转着的圆盘的运动情况而寻找到这一效应. 由意大利罗马天文台路易吉·斯特拉领导的另一小组通过对 15 颗中子星的观测, 也取得了相同的结果. 两个小组均利用美国航空与航天局发射的罗西 X 射线同步辐射卫星对圆盘辐射出的 X 射线强度作了测量. 两个小组的观测表明, 圆盘辐射出的 X 射线亮度的变化以某种方式暗示, 每个圆盘确实在脉动着. “你可以看到 X 射线辐射区域面积的变化”, 崔说“脉动程度与预言相一致. 这里有着某种效应, 它对我们产生了极大的刺激”, 斯坦福大学物理学家引力探测 B 计划——通过放置在轨道上的陀螺仪, 卫星将能探测到拖曳效应——实施者弗朗西斯·埃弗特说. “不过, 上述两个小组的观测, 还没有得到定量的结果”, 他说, 埃弗特希望引力探测 B 计划能够揭示效应的强度. 科罗拉多大学米奇·别格斯利曼认为, 进一步的观测是必要的. “要使明智的学者们毫不怀疑地相信它是困难的, 这里要求对准圆盘或它转动时发出的闪光”, 他说, “不过, 如果效应得到确认, 那么, 它将是一个极其重要的发现.”

(编译自英《新科学家》97.11.8)