**2.“引力波相关物理问题研究”重大项目指南**

美国国家自然科学基金委员会和LIGO科学团队于2016年2月11日联合宣布人类第一次直接观测到了引力波，这具有两大科学意义：一是人类首次直接探测到了引力波，证实了爱因斯坦100年前的预言；二是首次观测到了双黑洞系统。这次引力波探测具有里程碑式的意义，一方面人类对引力本质的认识前进了一大步；另一方面为人类探索宇宙的奥秘提供了一种全新的方法和手段，为天文观测打开了一扇全新的窗口。

　　引力波物理与引力的基本性质、宇宙的起源和演化、粒子物理和相对论天体物理紧密相关，开展引力波的探测和理论研究，孕育着许多基础科学和技术的重大突破。随着国家经济建设的腾飞和科学技术的发展，我国引力物理的研究队伍在数量上和质量上都得到了极大的提升，在引力波探测关键技术上取得了许多突破，目前已经具备了开展引力波探测的能力。

　　我国科学家提出了探测引力波的太极计划、天琴计划和阿里计划，为了在这些项目上取得基础科学和技术的突破，非常有必要开展引力波相关物理问题的研究。通过开展引力波相关物理问题的研究，一方面为我国的引力波探测项目提供理论支持，取得相关基础科学的突破；另一方面，培养一支引力波研究的骨干队伍，为我国开展引力波探测和研究储备力量，提高我国在引力波相关领域的国际地位和影响，有望取得重大科学的突破。

　　一、科学目标

　　基于引力波物理和观测研究可以回答许多基础物理的重大问题：如爱因斯坦的广义相对论是否是唯一正确描述引力的基本理论，引力子是否有质量，宇宙早期是否发生过暴涨，粒子物理标准模型是否完备，物质和反物质的不对称性如何产生，暗能量是否随时间演化，大质量恒星和致密双星系统是如何形成和演化的等。通过开展引力波和宇宙演化，引力波和基础物理，数值相对论和引力波建模以及引力波和相对论天体物理四个方面的研究，有望在探索宇宙的奥秘和基础物理学规律等方面取得突破性成果，为人类理解自然做出重要贡献。

　　二、研究内容

　　（一）引力波和宇宙演化。

　　引力波携带着整个宇宙演化的信息，原初引力波是宇宙极早期物理的重要探针。通过引力波研究宇宙演化，需要开展宇宙暴涨时期产生的原初引力波和暴涨模型的研究，并利用最新观测数据予以检验；发展利用引力波确定宇宙学参数的模型；建立统计分析CMB中的B模式的模型，并对原初引力波的探测进行设计。

　　（二）引力波和基础物理。

　　引力波是在强引力场中检验引力理论及其量子引力效应的的重要探针。通过引力波研究上述基础物理问题，需要开展修改引力理论中的引力波性质、引力波的量子性质及引力波相关的黑洞物理研究；探究宇宙相变产生的引力波的性质和粒子物理标准模型中对称性自发破缺的联系。

　　（三）数值相对论和引力波建模。

　　数值相对论和引力波建模是引力波探测中不可或缺的重要组成部分，需要开展有限元数值相对论方法研究；完成黑洞自旋不与轨道角动量平行/反平行以及椭圆轨道双黑洞系统的引力波建模；开展致密双星系统引力波建模；提出引力波-电磁波成协观测理论模型。

　　（四）引力波和相对论天体物理。

　　致密双星系统和超大质量双黑洞是地面和空间引力波探测的重要波源，它们携带着宇宙大尺度结构形成和演化的丰富信息，为了研究上述引力波源的天体物理起源，需要研究恒星级双黑洞类GW150914引力波源的天体物理起源；研究大质量恒星的演化和大质量双星的演化；构建超大质量双黑洞的宇宙学演化模型。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“引力波相关物理问题研究”（以上选择不准确或未选择的项目申请不予受理）。

　　（二）申请人申请的直接费用预算不得超过1500万元/项（含1500万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。