**3. “光子态的时空演化与应用”重大项目指南**

量子光学的快速发展推动了光子在信息技术中的应用。随着远距离量子通讯技术的发展，特别是未来高精度的全球定位系统和星地量子通信和测量的技术需求，引力场对光子态的影响变得不可忽略。目前绝大多数量子光学和量子通信研究基本忽略引力场和参照系运动状态的影响，也缺少相关的理论和实验支撑。引力场中微观粒子量子态的行为和演化规律的研究主要还是依赖天文观察，量子引力理论的建立还处于探索阶段。近期变换光学的研究从理论和实验上证明了爱因斯坦方程中的时空度规与麦克斯韦方程中的电磁参数之间的等效关系，揭示了用变换光学手法构建使光弯曲的几何空间并研究光在其中演化的研究方向。这类光学系统的研究原则上可以从经典光学拓展到量子光学, 用于研究光的量子态在弯曲时空中的演化，这为研究光子态的时空特性提供一个有效的研究平台。

　　一、科学目标

　　现阶段考察光子态在引力场和弯曲时空中的行为和演化仍需借助量子力学和广义相对论。项目将借鉴爱因斯坦方程、量子场论、变换光学和量子信息领域的研究结果，构建量子变换光学研究体系，发展相关理论和实验方法；通过变换光学研究引力场对光子态的影响，分析光子态在弯曲时空中的行为与演化规律，发现新物理和新效应；探索基于光子体系的相对论量子信息技术和应用，发展光子态制备、调控、检测和应用的新方法、新技术。项目也将尝试理论创新，建立基于光子体系的反德西特空间—共形场（AdS/CFT）对偶原理，并开展实验研究。希望通过该项目的实施,在光子态的时空演化和相对论量子信息领域，产生一批有国际影响力的学术成果，打造一支高水平的研究队伍。

　　二、研究内容

　　（一）光子态的制备及其时空特性的调控。

　　研究具有不同时空特性光子态的产生与制备，掌握光场涨落、量子态的相干和关联特性随时空演化的规律，利用变换光学和光子芯片，研究光子态的时空自由度的演化与调控。

　　（二）弯曲时空中光子态的演化、调控及量子变换光学。

　　根据爱因斯坦方程的时空度规与麦克斯韦方程的电磁参数的对应关系，利用变换光学原理，在光学介质中构建特定的弯曲时空，研究其中的线性和非线性光学效应, 并拓展至量子光场和光子态，发展量子变换光学理论，探索新物理。

　　（三）弯曲时空对光子信息的影响与应用技术。

　　探索弯曲时空对于量子通信安全性/误码率、量子成像分辨率/信噪比、量子精密测量精度, 量子时钟同步等性能的影响，发展相对论条件下的光量子信息技术，建立基于弯曲时空的量子信道模型。

　　（四）AdS/CFT对偶原理在光子体系的建模与实验研究。

　　发展基于光子体系的AdS/CFT对偶原理，利用变换光学开展相关理论建模与实验测量, 探索时空几何及拓扑性质与光子纠缠之间的联系。

　　三、申请注意事项

　　（一）申请书的附注说明选择“光子态的时空演化与应用”（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1700万元/项（含1700万元/项）。

　　（三）本项目由数理科学部负责受理。