

2023 年度中国光学学会科技创新奖简介

项目名称：多类型光纤中的相位和偏振涡旋调控机理及复用通信方法

获奖类别：自然科学奖

获奖等级：一等奖

主要完成单位：华中科技大学

主要完成人：王健，刘俊，李树辉，朱龙，王安冬

学科分类：光纤通信技术

推荐单位：华中科技大学

项目简介：

传统单模光纤容量逼近香农极限，无法满足大数据和 5G 时代指教级增长的容量需求。该项目面向大容量光通信国家重大需求，聚焦光纤涡旋调控复用通信科技前沿，围绕传统光纤相位涡旋调控及复用机制、光纤偏振涡旋调控机理及复用方法、光纤阵列涡旋调控机理及串扰抑制关键科学问题，开展了多类型光纤中的相位和偏振涡旋调控机理及复用通信方法研究，取得重要进展，推动了新一代光纤通信技术发展（图 1）。项目重要科学发现包括：

1) 单模光纤自旋-轨道耦合多维纠缠传输机理

提出了传统单模光纤间接巧妙传输相位涡旋信息的新思路，揭示了自旋-轨道耦合多维混合纠缠传输的新机理，突破了传统单模光纤无法直接传输涡旋光的难题，率先实验报道了单模光纤包含轨道角动量相位涡旋信息的多维纠缠传输。

2) 大芯径光纤偏振涡旋调控及复用通信方法

提出了偏振涡旋调控及光纤矢量本征模直接复用通信新方法, 揭示了径向和角向偏振涡旋等光纤矢量本征模式的基础特性, 解决了光纤偏振涡旋难以激发传输的难题, 实现了集成偏振涡旋发射器辅助的公里级光纤偏振涡旋直接复用通信。

3) 多模光纤相位涡旋精准调控及模群复用方法

提出了传统多模光纤相位涡旋调控及模群复用通信方法, 研发了相位涡旋精准匹配光纤器件, 发现了多模光纤相位涡旋分群机制, 创新了模群间复用结合模群内复用思路并简化了信号处理复杂度, 解决了传统多模光纤模式易串扰难题。

4) 超模强耦合光纤涡旋调控及串扰抑制机理

提出了支持涡旋模式的多芯超模强耦合光纤, 揭示了多芯超模与涡旋模式间的内禀关联性以及调控和串扰抑制机理, 优化了超模强耦合光纤模式耦合和非线性性能, 实现了低模式串扰、低非线性和低模式相关损耗的多涡旋模式超模光纤。

5) 多芯环形光纤相位涡旋调控及串扰抑制机理

提出了沟槽辅助的相位涡旋多芯环形光纤, 发现了相位涡旋特性参数调控方法, 揭示了相位涡旋模式间和环芯间的串扰抑制机理, 分析优化了光纤形变和弯曲情况下的相位涡旋纯度和串扰性能, 解决了光纤相位涡旋通道数受限的难题。

该项目代表性论文被 *Science*、*Science Advances*、*Nature Photonics*、*Nature Physics*、*Nature Nanotechnology*、*Nature Communications* 等权威期刊和 *Optics & Photonics News*、*IEEE Spectrum*、*SciTechDaily*、*Physics World* 等国际知名科技杂志正面引用评价。项目完成人获国家杰出青年科学基金、教育部青年科学奖、王大珩光学中青年科技人员奖, 当选 IEEE/OPT ICA/SPIE Fellow, 入选全球前 2% 顶尖科学家和爱思唯尔中国高被引学者。该

项目相关研究成果有望在数据中心光互连和高性能超算中应用，对于推动大容量光纤通信技术发展具有重要科学价值。

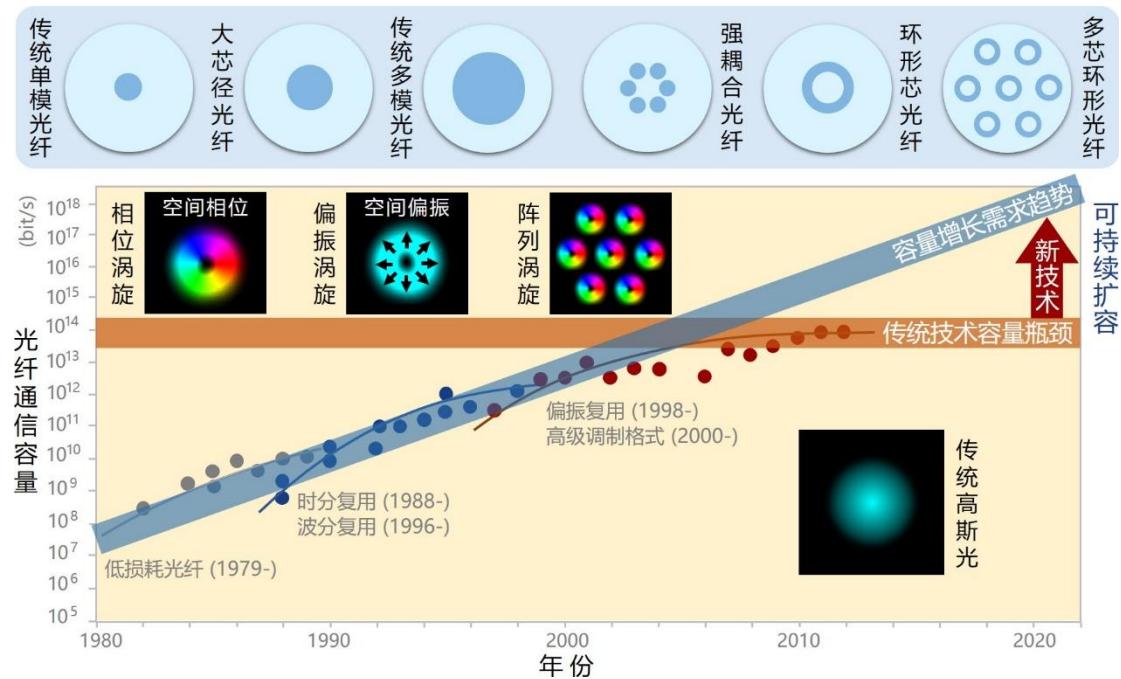


图 1 光纤通信容量发展趋势及多类型光纤可持续扩容思路