

中国激光

“先进激光技术与应用”专题

前 言

自 1960 年梅曼发明第一台激光器以来,激光技术就表现出极强的活力,以前所未有的速度不断完善和发展,催生了一系列新型交叉学科和技术应用,包括激光光谱学、量子光学、超快光子学、非线性光学、激光医学、生物光子学、信息光电子技术、激光先进制造技术等。激光的产生及激光技术的发展,也促使人类在众多基础科学研究中取得了重大突破,诸如获得诺贝尔奖表彰的激光冷却技术、激光二极管技术、光学频率梳技术、激光干涉引力波探测技术、啁啾脉冲放大技术、光镊技术等。激光技术可以说是继蒸汽机和电的发明之后最伟大的发明之一,作为一种基础源泉技术,将突破电子技术的限制和禁锢,开拓新的重要应用领域。

目前,激光技术仍然是 21 世纪最具发展前途的前沿技术之一,在工业制造、科学研究、精密测量、军事国防等领域有着广泛的应用,受到各发达国家的高度重视。在国家“创新驱动”强国战略大背景下,科技创新和需求牵引是推动激光技术不断向前发展的主要动因。其中,基于新型激光材料与器件的各种新型激光光源的前沿性突破将为下一代激光技术的飞速发展和广泛应用奠定基础。从世界范围看,新型激光光源总体向着更高功率、更高亮度、更大脉冲能量、更短脉宽、更窄线宽以及更宽波长范围(极紫外、中红外波长)等方向发展。高功率超短脉冲激光具有持续时间短、峰值功率高等特点,能够实现跨尺度的高端精密制造,成为现代清洁无污染工业加工的先进制造核心技术。阿秒是目前人类掌握的最短时间尺度,利用阿秒激光脉冲可以研究电子极端超快运动过程,实现对原子内部电子运动和关联行为的探测,甚至控制内壳层束缚电子运动等过程,将人们对物质结构的研究视野从分子拓展到原子内部。鉴于其巨大的研究及应用前景,阿秒激光成为目前国际上激光技术领域最炙手可热的前沿研究方向之一。

单频激光在精密测量、遥感探测、航空航天等领域有着广泛应用,低噪声、高光束质量、高功率、高稳定性单频激光能够实现迄今为止人类历史上最精密的激光干涉引力波探测器,可精密测量引力波引起的微弱时空变化,也是超声速风洞试验速度及速度脉动测量、高温高压环境下发动燃烧场诊断用激光测风雷达、差分吸收激光雷达的必要和理想光源。中红外激光,尤其在 $3\sim 5\ \mu\text{m}$ 波长范围内,对应着许多重要分子的振转能级,能够监测大气环境中有毒气体分子并作为新一代激光手术刀应用于激光医疗。此外,高功率中红外激光在激光干扰、新一代红外光电对抗系统等军事国防领域发挥着重要作用。

紧随激光技术发展趋势,顺应新形势下的应用需求,在国家科技部的支持下,我们联合北京工业大学、中科院物理研究所、北京理工大学、山东大学等十三家高校和研究所,于 2017 年开展了“超短脉冲、单频及中红外激光材料与器件关键技术”国家重点研发计划项目(项目编号:2017YFB0405200)。本项目面向高端精密制造、成像探测、科学前沿等应用对先进激光的迫切需求,选择高功率超短脉冲激光、高通量阿秒激光、窄线宽单频激光、宽调谐中红外激光等激光科学技术的几个前沿方向开展研究,通过解决这类激光发展中的关键科学与技术问题,以获得更短脉宽、更高功率、更大能量、更窄线宽、更长波长的激光输出。

《中国激光》面向国家重点研发计划,积极策划、适时开展了本期“先进激光技术与应用”专题的组织工作,向科技部国家重点研发计划支持的“超短脉冲、单频及中红外激光材料与器件关键技术”项目的专家们约稿。本专题共收录 20 篇论文,其中包含综述论文 8 篇,研究论文 12 篇。涵盖了锁模光纤激光技术、高功率超快激光放大器、阿秒激光技术、高性能单频激光器、中红外激光产生等方面的内容。这些论文集中报道了项目团队在相关技术领域的最新高水平研究成果。愿本期专题的出版为国内同行带来新的学术参考,对我国激光技术的发展进步起到积极的作用。

王璞,张宽收,魏志义,林学春

2021-03-08