

“六十载激光与生物医学的融合发展”专题

前 言

早在 1916 年,爱因斯坦提出了受激辐射理论。而在 1960 年,西奥多·梅曼研制出世界上第一台激光器,真正实现了“受激辐射光放大”(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, LASER)(激光)。1961 年激光就用于视网膜脱落的治疗,开启了激光在医学领域的应用。60 年来,激光已经融入现代科学技术和社会经济的各个领域,全息照相技术、激光冷却俘获原子、超短激光闪光成像技术、高强度和超短激光脉冲等多项与激光密切相关的研究成果获得诺贝尔奖。进入 21 世纪,激光在生物医学和医疗健康领域的研究方兴未艾,基础研究和临床转化应用如火如荼,日新月异,绿色荧光蛋白、超分辨光学成像、光镊技术等也先后获得诺贝尔奖。这些重大突破进一步揭示了激光与生物组织相互作用的光物理与光化学机制,推动并促进了光学成像、光学诊断、光遗传,以及激光治疗与监测等方向的发展与临床应用。为了集中展示生物医学光子学领域的研究成果及进展,《中国激光》在 2018 年推出了“生物医学光子学专题”。该专题收到稿件 95 篇,录用 54 篇,收录 48 篇在专题中刊出。为纪念第一台激光器发明 60 周年,特别是充分展示中国在生物医学光子学领域的最新成果及研究进展,《中国激光》在 2020 年第 2 期推出“六十载激光与生物医学融合发展”专题,得到了本领域专家学者的积极支持。本专题共刊发 20 篇综述论文和 22 篇研究论文,涵盖了激光在生物医学中应用的多个领域,包括超分辨光学成像、二次谐波成像、多模态光学成像、医学光子治疗、纳米生物光子学、生物医学传感器、光声成像、光学相干断层成像和时间分辨多光子显微技术等。“六十载激光与生物医学融合发展”专题的论文由国内有影响力的一些团队撰写,有利于读者全面、深入了解我国在相关领域的最新研究进展和后续发展趋势。根据论文的研究和应用领域,我们将激光与生物医学融合发展的机遇与挑战归纳为三个方面。

一、激光与生物医学融合发展之光学成像方法

显微成像技术主要包括激光共聚焦显微成像、超分辨显微成像、光学相干层析显微成像、二次谐波显微成像、相干拉曼散射显微成像技术和光声显微成像等。以上成像技术中,超分辨成像技术使用不同方法突破了光学衍射极限($\sim 200\text{ nm}$),使成像空间分辨率可以提高到 20 nm ,为研究亚细胞结构提供了崭新的技术手段。但是,超分辨成像也面临着许多亟待解决的难题,例如当研究对象是具有一定厚度的、成分和结构复杂的活细胞或在体组织等生物样品

时,超分辨光学成像仍受到极大制约。除了进一步提高分辨率,如何实现超分辨的多色成像、三维成像、活细胞快速成像等是当前超分辨光学成像的研究重点。

二、激光与生物医学融合发展之生物信息获取和光学生物传感

生物传感器可以将蛋白质、葡萄糖、肿瘤标志物等生物分子信息有效地转变为光和电等监测信号,可为疾病的早期诊断和病情进展预警等提供重要方法。生物传感器可以分为热敏生物传感器、场效应管生物传感器、压电生物传感器、光学生物传感器、声波生物传感器与酶生物传感器等。与其他生物传感器相比,光学生物传感器具有无损伤探测、抗电磁干扰能力强、灵敏度高、读取速度快等优点,在生物制药、医学诊断、环境监测、食品安全等领域有着广泛的应用。传感系统中的关键模块是将生物探针的光学信号转换为电学信号,从而得到各类生物分子的浓度和功能信息。如何降低检测误差,并提高光学生物传感器的灵敏度、特异性、在体稳定性,以及高通量光学信号的采集与处理速度,是拟解决的关键科学问题。

三、激光与生物医学融合发展之医学激光治疗

激光不仅具有热效应,还具有机械效应、光敏效应和其他生物学效应,作为能量源可广泛应用于微创手术、无创治疗以及药物靶向治疗等。激光技术已经渗透到基础研究和临床应用的众多学科和专业,成为治疗某些疾病不可代替的手段。在医学领域,激光外科学、激光理疗学、激光眼科学、激光肿瘤治疗学等学科进展显著。激光医学的发展趋势包括:更多学科交叉与大数据的融合;开发家用小型激光理疗设备;探索新的药物用于光控药物缓释、光激发和诱导的光动力效应和光化学反应;医疗激光成像设备的微型化和智能化,为开展体内微创手术和精准手术提供技术支撑。

激光技术的发展以及各种新型激光器的出现为生物医学研究注入了新的机遇和活力,激光与生物医学已进入了多学科交叉融合的发展时期,但也面临如何实现激光技术的临床转化应用等挑战。通过《中国激光》“六十载激光与生物医学的融合发展”专题的论文征集,我们看到国内涌现出了一批致力于激光与生物医学交叉融合研究的机构、专家和青年学者。感谢为中国生物医学光子学的发展而努力工作的同仁,特别是为专题贡献论文及综述的学者及研究生们。

未来十年,我们期待这个领域将取得更大的发展和突破。

张镇西 李步洪 吴长锋

2020年1月12日