

热畸变效应对准直高斯脉冲高功率 10.6 微米激光传输的影响

龚知本 顾慰渝 王定华 许德政

(中国科学院安徽光机所)

Effect of thermal distortion on the propagation of collimated high power Gaussian laser beams at 10.6 μm

Gong Zhiben, Gu Wayu, Wang Dinghua, Xu Dezheng

(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

本文从描述脉冲高功率 10.6 微米激光所诱导的大气热效应的基本方程出发,在考虑了大气动力致冷效应和吸收饱和效应的情况下,给出了脉冲高功率 10.6 微米激光在实际大气中引起的大气密度变化的一般方程式,在此基础上进一步研究包含动力致冷效应和吸收饱和效应在内的脉冲激光在大气中的传输过程中产生的热畸变效应问题。为了比较 10.6 微米激光与 DF 激光的传输性能,我们也讨论了 DF($P_2(8)$)在大气中传输所产生的热畸变效应。我们的理论和讨论结果表明:

(1) 由于热畸变效应的存在,大气 CO_2 吸收有利于准直脉冲高功率 10.6 微米激光在实际大气中的传输,而大气 CO_2 吸收的变透明效应减弱了这种有利因素。

(2) 在实际大气中,除了近地层相对湿度为 100% 的情形,由于大气 CO_2 吸收引起的动力致冷效应的存在,热畸变效应导致准直脉冲高功率 10.6 微米激光光束强烈地自聚焦,从而在靶标处,激光光束中心平均辐照率大大增强。

(3) 就热畸变效应而言,除了近地面层相对湿度 100% 的情形,脉冲 10.6 微米激光在实际大气中传输要比 DF 激光优越得多,即使在相对湿度为 100% 的近地层处,DF 激光的优越性也不很明显。应当指出,由于 CO_2 激光波长要比 DF 激光波长长,因此,由于大气气溶胶散射和大气湍流效应引起的激光辐照率的减小,10.6 微米激光也比 DF 激光要小得多。因此,我们认为对于脉冲激光而言,在一般情况下,10.6 微米激光传输性能优越于 DF 激光。这种情况在高空尤为明显。

(4) 在高空以及相对湿度不甚大的近地面层,由于脉冲 10.6 微米激光在实际大气中传输导致强烈的自聚焦,只要适当地选择脉冲宽度或发射孔径半径,单脉冲体制有可能在靶标处获得最大的平均辐照率。而选择短脉冲的多脉冲体制并不有利于 10.6 微米激光传输,这是因为不仅对于每一个脉冲而言,它减弱了自聚焦效应,而且,前一脉冲或多或少地要导致后一脉冲激光光束的热散焦。