

# 提高飞秒超强激光脉冲对比度的新方法\*

王兆华 魏志义<sup>†</sup> 张杰

(中国科学院物理研究所 北京凝聚态物理国家实验室 北京 100080)

**摘要** 文章在简要描述飞秒超强激光脉冲对比度有关概念及其测量方法的基础上,介绍了空间滤波和时间滤波,以及提高注入脉冲种子对比度和强度的技术,环形腔放大技术,光参量啁啾脉冲放大技术(OPCPA),双啁啾脉冲放大技术(DCPA),采用高阶非线性晶体滤波等几种提高对比度的新方法和新技术.采用这些方法和新技术,在最近一两年的时间里,人们成功地多年来徘徊在 $10^6$ 量级的飞秒超强激光脉冲对比度,提高到了 $10^{11}$ 的新水平,从而为强场物理的研究提供了更为理想的光源.

**关键词** 飞秒激光脉冲 超强激光 啁啾脉冲放大(CPA)技术 脉冲对比度

## A new method to improve the contrast ratio of fs ultra-intense laser pulses

WANG Zhao-Hua WEI Zhi-Yi<sup>†</sup> ZHANG Jie

(Beijing National Laboratory for Condensed Matter Physics, Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

**Abstract** Based on recent progress in chirped pulse amplification(CPA) techniques, we describe several new methods to improve the contrast ratio of ultra-intense laser pulses, for example by means of spatial filtering, temporal filtering, improving the contrast ratio of the seed, ring-cavity regenerative amplification, optical parametric CPA, double-CPA, and temporal filtering using nonlinear crystals. Through these new techniques the contrast ratio of ultra-intense laser pulses has been successfully increased to  $10^{11}$ .

**Keywords** fs laser pulses, ultra-intense laser, chirped pulse amplification, contrast ratio

### 1 引言

在强场激光物理研究中,目前广泛使用的激光系统主要是基于啁啾脉冲放大(CPA)技术<sup>[1,2]</sup>的超短脉冲超强激光系统.相对于大型的高能量激光装置而言,这种激光系统具有体积小、成本低、重复频率及峰值功率高的优点,因此一般大学的实验室可以建造起这样的装置,从而极大地促进激光与物质相互作用研究的发展.在CPA产生强激光超短脉冲的放大过程中,激光脉冲的前沿和后沿会留下很强的自发辐射放大(ASE)在选取单脉冲的同时,往往也伴随有小脉冲,它们与主激光脉冲相比,在强度上小几个数量级,而且会持续很长的时间,可以达到ns的量级.在超短超强激光与物质相互作用实验

中,激光聚焦强度都会在 $10^{15}$  W/cm<sup>2</sup>以上<sup>[3,4]</sup>,相应地ASE的聚焦强度也就可以达到 $10^{10}$  W/cm<sup>2</sup>以上,这样的强度足可以产生等离子体,因此在主脉冲与物质相互作用前,就已经存在由ASE与物质作用时产生的等离子体,这些等离子体的存在改变了主脉冲与物质相互作用过程中等离子体的初始状态<sup>[5,6]</sup>,从而对整体研究过程中实验结果的处理和物理现象的分析产生重大影响.因此如何有效地提高超强激光系统的对比度,减小它对强场物理实验的不利影响,是超强激光技术研究中的一个重要内

\* 国家自然科学基金(批准号:60225005)资助项目;国家高技术研究发展计划资助项目;国家重点基础研究发展计划(批准号:G1999075202)资助项目

2007-02-01 收到

<sup>†</sup> 通讯联系人. Email: zywei@aphy.iphy.ac.cn

容,对比度的好坏也成了判断超强激光系统质量的一个重要指标。

在最初采用 CPA 技术的超强激光系统中,输出激光的对比度通常只有  $10^5$ — $10^6$  左右。最近几年来,随着 CPA 技术的不断发展和物理研究工作的要求,人们提出了许多新方案以提高超强激光的对比度,如提高注入种子脉冲激光的对比度和注入强度<sup>[7]</sup>,采用空间滤波、时间滤波、环形腔放大技术<sup>[8]</sup>、光参量啁啾脉冲放大技术(OPCPA)<sup>[9,10]</sup>、双啁啾脉冲放大技术(DCPA)<sup>[11]</sup>、高阶非线性晶体滤波<sup>[12-15]</sup>等等。由于这些技术的采用,超强激光的对比度目前已提高到了  $10^{11}$  量级的水平,成为最近飞秒超强激光研究的重要进展之一。本文结合我们研究组开展的超强激光研究和应用物理实验,综述这些新技术和相关的研究工作。

## 2 超短超强激光对比度的测量方法

准确地判定 ASE 的强度及其存在的时间不仅对提高超强激光的对比度有重要意义,而且也可以为强场物理实验提供重要的实验依据。通常人们利用晶体的非线性效应对激光强度变化非常敏感的特性,采用三阶相关法,对超强激光系统输出激光的对比度特性进行测量和分析,从而给出强度对比度曲线。

三阶相关的测量实际上是一种三次谐波的产生和时间测量过程,是利用其自身的倍频信号作为时间探针对待测脉冲进行扫描的过程,具体的方法通常是,先将待测的入射激光经过一块非线性晶体进行倍频,以产生二次谐波。在频率转换过程中,会有剩余的基频光,使用二向色性元件将二次谐波光与基频光分开,并在两者之间引入一个可控时间延时线后,再聚焦耦合至另一块非线性晶体中进行和频,以产生三次谐波。改变基频光与倍频光之间的相对延时,所产生的三次谐波在强度上就会发生变化。使用光电测量元件记录三次谐波,就可以测量到随时间变化的三阶相关信号,然后对三阶相关信号进行处理,就可以得到待测脉冲的强度对比度信息。与二阶相关不同,由于三阶相关信号是基频光与倍频光两束不同波长的激光共同作用的结果,因此三阶相关测量实际上是一种互相关过程。如果用  $I_1(t)$  表示基频光强度,用  $I_2(t)$  表示倍频光强度,则互相关函数可以表示为<sup>[16,17]</sup>:

$$I_{CC}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} I_1(t - \tau) \times I_2(t) dt.$$

与自相关不同,在这个过程中,进行相关的两个脉冲是不相同的,同时两者之间又有一定的关联。探测脉冲是由被测脉冲中提取出来并被细化的脉冲。在相关过程中,探测脉冲就像探针一样对被测脉冲进行扫描,扫描的结果是将被测脉冲的细节反映出来,同时由于三阶相关信号利用了两次非线性频率转换,因此,它对强度的变化非常敏感。这样经过扫描得到的三阶相关信号曲线就带有很详细的被测脉冲的强度分布信息,即对比度信息。图 1 为一个典型的三阶相关仪实验装置图。

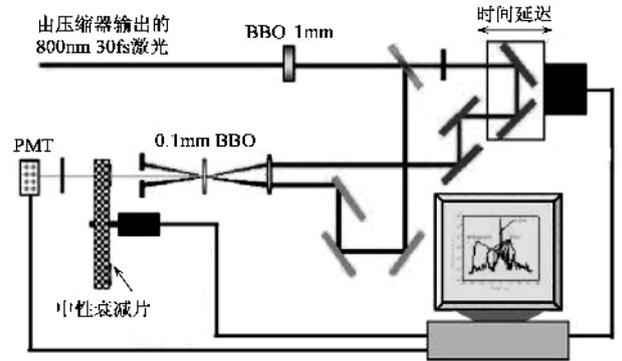


图1 三阶相关仪实验装置原理图

具体的工作过程是:波长为 800 nm 的飞秒激光经倍频晶体倍频后,产生 400 nm 的蓝光,由于是 I 类相位匹配,因此蓝光的偏振方向与 800nm 的激光垂直,然后 800 nm 和 400 nm 激光同时入射到一片二向色性镜片上,该镜片对 800 nm 激光高透射,对 400 nm 激光 45°高反射,它将 800nm 和 400 nm 激光分开,让它们分别经过不同的光路。为了让两束激光的光程相等,在 800 nm 激光光路上加入了一个可变延迟线,调节 800nm 和 400 nm 激光,使它们在空间上完全平行,并用一块聚焦透镜聚焦到和频晶体上。由于和频晶体是 I 类相位匹配,要求 800nm 和 400 nm 的激光偏振方向相同,因此需要在 800 nm 光路上加入一片半波片,转变其偏振方向,这样调节延迟线和晶体匹配角,就可以得到 266 nm 的三次谐波。

在测量过程中改变延时,三次谐波的强度会发生变化,经历着一个由弱到强又由强到弱的过程,用光电倍增管接收信号时,比较强的光会导致其饱和,因此实际中需要用一组不同透过率的衰减片来改变入射到光电倍增管上的三次谐波的强度。当采集过程结束时,用实际测量到的信号强度乘上衰减倍率,就可以得到真实的三阶相关信号。图 2 为我们

以飞秒激光放大器输出的脉冲为对象测得的典型对比度相关信号<sup>[20]</sup>。

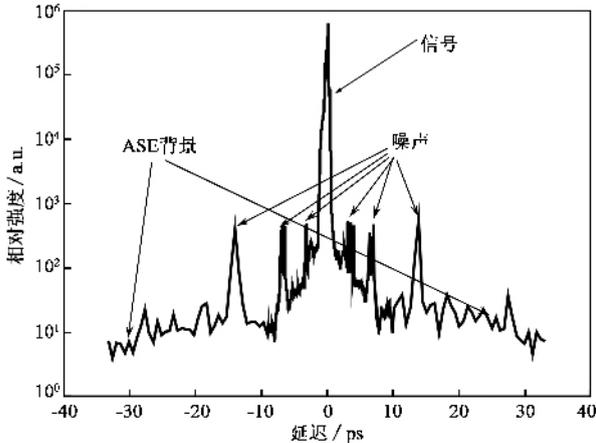


图2 典型的超强激光对比度信号

### 3 提高激光脉冲对比度的方法

三阶相关的测量只能对激光脉冲的对比度作出判断,如何提高对比度,才是人们最感兴趣的内容。在最近两三年的时间里,人们通过对CPA单元技术的深入研究,相继发展了提高注入激光脉冲种子的对比度和注入强度技术,空间滤波、时间滤波、环形腔放大技术,光参量啁啾脉冲放大技术,双啁啾脉冲放大技术,采用高阶非线性晶体滤波等一些方法和技术,下面我们就对这些技术作一下简单介绍。

#### 3.1 空间滤波和时间滤波

人们最早利用空间滤波的原理来减小隐藏在放大激光中的自发辐射激光,其基本原理如图3所示。

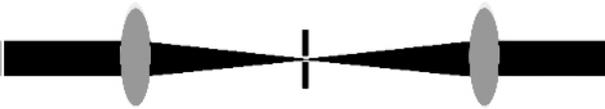


图3 空间滤波原理示意图

由于不同频率的光经过聚焦透镜时会聚集到不同的位置上,这样在透镜的焦点上放置一个微小针孔,用以挡住与主激光频率不同的自发辐射激光,这样经过空间滤波后的主激光中的ASE就大幅度减小,从而可以有效地提高主激光的对比度。

空间滤波虽然可以有效地去除主脉冲两侧的台阶,但对于选取单脉冲后遗留下来的小脉冲却无能为力,因此人们想到了用时间滤波的方法将它们抑制掉。时间滤波的基本原理如图4所示。

时间滤波采用两个普克尔盒电光晶体和两个偏

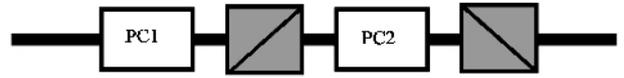


图4 时间滤波原理示意图

振片,在两个普克尔盒上加上4—7ns的瞬时半波电压,主激光脉冲通过时就可以改变偏振方向,通过偏振片,而在主脉冲两侧12ns左右的小脉冲不改变偏振方向,从而被偏振片隔离出去;同时由于施加的半波电压时间很短,隐藏在主脉冲中的ASE也有一部分被隔离出去,这样透过的主脉冲就比较干净,从而达到了时间滤波的目的。

#### 3.2 提高注入激光脉冲种子对比度和强度的技术

这种方法最早由Itatani等人于1998年提出<sup>[7]</sup>,其主要思想是提高注入激光脉冲种子的对比度和强度,用干净的激光脉冲种子进行放大,以获得高对比度的激光输出。在这种方法中,主要包括三个步骤:一是将未经展宽的激光脉冲种子直接进行放大,使种子的单脉冲能量由nJ量级直接放大到μJ量级;二是用一块可饱和吸收体对放大后的激光脉冲种子进行滤波,使其成为干净的种子;三是将干净的大能量的激光脉冲种子注入到传统的CPA放大器中,由于种子的单脉冲能量提高了3个数量级,放大器提供给种子的放大倍率也低了几个数量级,在放大过程中产生的自发辐射也相对小得多,这样就可以有效地抑制ASE,提高放大激光的对比度。他们采用这种方法,使输出激光的对比度由原来的 $10^5$ 提高到了 $10^7$ 。

#### 3.3 环形腔放大技术

放大激光中的自发辐射光主要来自于预放大过程,尤其是采用再生腔放大技术时,因此有效地抑制预放大过程中的自发辐射对提高输出激光的对比度是非常行之有效的措施。2002年,美国密执安大学的Yanovsky等人提出了环形腔放大技术<sup>[8]</sup>,其技术方案如图5所示。

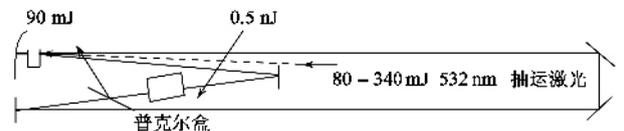


图5 环形腔放大器示意图

在该方案中,总腔长为7.5m,凹面镜的曲率半径为4m,其余均为平面镜,钛宝石晶体放置在靠近

凹面镜的位置上,种子激光和放大激光分别由普克尔盒两侧的偏振片注入和输出,在能量为 340mJ 的 532nm 激光抽运下,得到了 90mJ 的放大激光输出.我们在 1kHz 重复频率激光的抽运下,采用改进的腔设计,也实现了环形腔结构的稳定放大,并得到了放大效率为 40%,输出能量为 2.4mJ 的结果<sup>[19]</sup>.该方案的特点在于环形腔放大器的腔长比传统的直线腔要长得多,由于 ASE 的强度反比于腔长,即:

$$I_{ASE} \approx 1/L,$$

这里 L 为腔长.因此,采用环形腔可以有效地抑制 ASE,根据文献 [8] 报道,使用环形腔得到的放大激光的对比度达到了  $10^8$ .

### 3.4 光参量啁啾脉冲放大技术(OPCPA)

光参量啁啾脉冲放大技术与传统的 CPA 技术不同,它是基于光参量放大(OPA)对信号光进行放大的一种非线性过程,所采用的增益介质为非线性晶体(如 KDP, BBO, KTP 等).由于非线性晶体具有光谱透射范围宽、光谱可调谐范围广、单次增益大、无热沉积等优点,因此,CPA 技术结合 OPA 技术,可广泛地用来产生各种波长可调谐的激光输出.1997 年,英国卢瑟福实验室的 Ross 发展了立陶宛科学家于 1992 年报道的将 OPA 技术与 CPA 技术相结合的飞秒激光放大方案,系统而明确地提出了光参量啁啾脉冲放大(OPCPA)的概念<sup>[9]</sup>.

OPCPA 技术利用非线性晶体(KDP, BBO 等)作为增益介质,替代了钽玻璃、掺钛蓝宝石等传统的增益介质,因此兼具有 CPA 系统的高脉冲能量和 OPA 系统的宽光谱的特点,避免了传统 CPA 放大过程中的增益窄化效应.另外,OPCPA 利用的是非线性晶体内的参量过程,与一般的啁啾脉冲放大过程相比,没有 ASE 效应,输出脉冲的信噪比较高,而且 OPA 过程中没有热沉积过程,采用 OPCPA 得到的激光光束具有较好的光束质量和较小的热畸变.图 6 为 Ross 等人在 2000 年采用的一种 OPCPA 方案<sup>[10]</sup>.

该方案采用 LBO 晶体作为第一级 OPA 的增益介质,用 KDP 晶体作为第二级 OPA 的增益介质,脉冲种子激光是用一台商用的飞秒钛宝石激光振荡器(Tsunami, 美国光谱物理公司)产生的,将其展宽到 300ps 后,用一根单模光纤将其引入到放大器中,抽运激光是从 Vulcan 激光装置中的一束激光中取出中心部分再倍频得到的 527nm 激光,其光束口径为 20mm,单脉冲能量约为 2.5J,脉冲宽度为 600ps.实

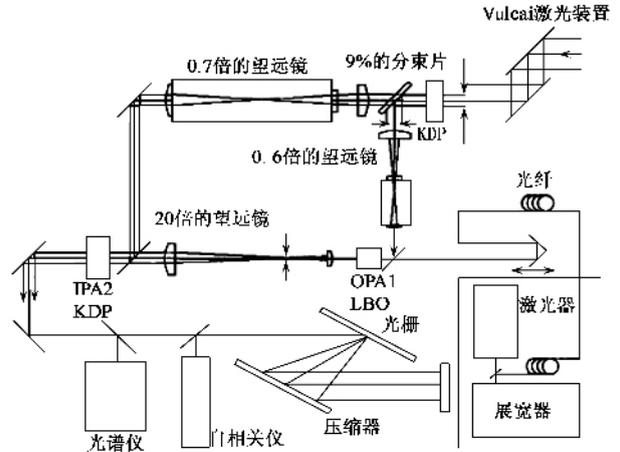


图 6 Ross 等人在 2000 年采用的一种 OPCPA 方案

验中,他们先用一反射率为 9% 的分束片从主抽运光中分出一小部分,并将其缩束到 1mm 的直径,作为第一级的抽运光,脉冲种子激光从光纤中输出时的光束口径为 0.5mm,两束光采用非共线匹配,匹配角约为  $0.5^\circ$ ,脉冲种子激光经过第一级放大后,扩束到 10mm,并进入到第二级放大器中,第二级的抽运光为剩余的 527nm 激光,其光束口径为 14mm.经过两级放大后,脉冲种子激光被放大到 500mJ,整个系统的能量转化效率达到 20%,脉冲种子激光的能量由 0.5nJ 放大到 500mJ,系统的整体增益达到  $10^{10}$ .在随后的研究中,人们采用 OPCPA 技术得到的放大激光的对比度达到了  $1.5 \times 10^8$ ,远好于普通的 CPA 激光放大结果.

### 3.5 双啁啾脉冲放大技术(DCPA)

双啁啾脉冲放大技术是由 Kalashnikov 等人于 2005 年提出的一种有效提高激光对比度的方案<sup>[11,15]</sup>,顾名思义,该技术是由两组 CPA 放大系统组成的方案.图 7 是该方案的光路图.

在该研究中,第一组放大系统采用的是常规的 CPA 方案,其振荡器是脉冲宽度约 20fs 的飞秒掺钛蓝宝石激光器,所输出的种子脉冲激光被展宽到 300ps 后注入到多通放大器中,多通放大器采用 60mJ 的 532nm 的激光抽运,经过 9 次放大后,种子脉冲激光能量达到 2mJ,经过压缩后,种子脉冲激光的脉冲宽度达到 35fs;压缩后的种子脉冲激光进入到一个空间滤波系统进行滤波,去除 ASE,该滤波系统由一对正交的偏振片、两个四分之一波片和一套与多通放大器类似的共焦腔组成,如图中的虚线框所示.第一个四分之一波片将激光旋转成一个带有轻微椭圆偏振的椭圆偏振光,然后注入到共焦腔中

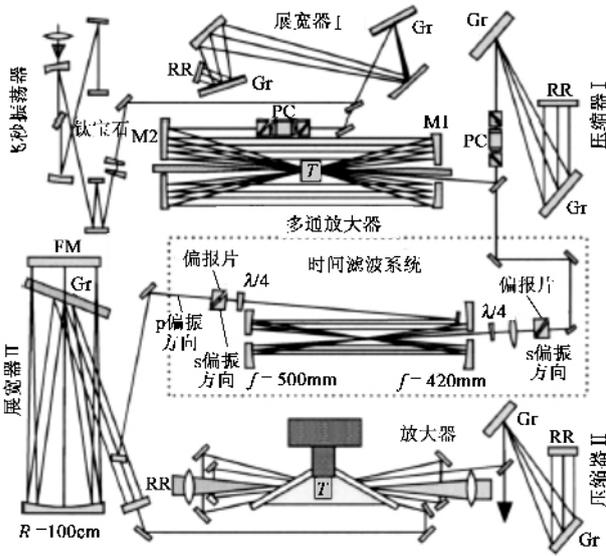


图7 双啁啾脉冲放大技术示意图

利用大气进行空间滤波,滤波发生在激光束的束腰处.根据种子脉冲激光强度的不同,可以适当选择滤波的次数.该方案中进行了4次滤波,束腰总长度大约为12cm.滤波后的种子脉冲激光再进行第二组CPA放大,作为新的种子脉冲激光,同样经过另一个展宽器展宽到200ps,然后注入到一个四程放大器中,由350mJ的532nm激光抽运,最终得到了100mJ的饱和激光输出,压缩后用三阶相关仪测量,得到的结果显示,激光的对比度达到了 $10^{10}$ .图8为测量得到的结果.

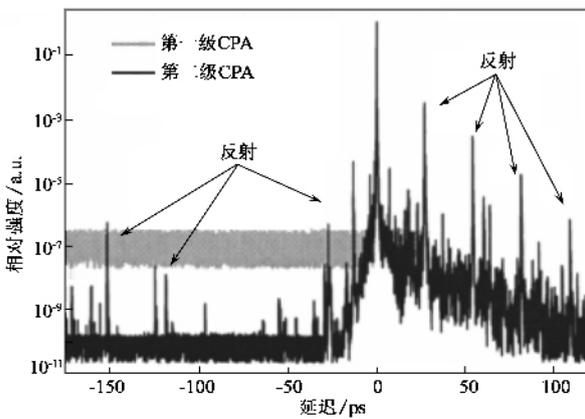


图8 采用双啁啾脉冲放大得到的对比度结果

### 3.6 高阶非线性晶体滤波技术

利用材料的高阶非线性特性进行滤波,以提高激光的对比度,也是人们研究的方向之一,这些材料包括惰性气体<sup>[12]</sup>、大气<sup>[13,14]</sup>、非线性晶体<sup>[15]</sup>等等.

其中最成功的是2005年 Aurélie 等人利用  $BaF_2$  晶体得到的  $10^{10}$  的实验结果<sup>[15]</sup>.

在该实验中,激光系统是1kHz的掺钛蓝宝石CPA激光系统,输出激光的单脉冲能量为2mJ,脉冲宽度为42fs,用3m的聚集透镜将激光聚集到  $BaF_2$  晶体上, $BaF_2$  晶体长约2mm,慢慢旋转晶体角度直到有信号光出现,当使用1.2mJ的激光能量时,可以得到120μJ的信号光输出,转换效率达到10%.用三阶相关仪测量得到的对比度信息如图9所示,图中的暗曲线是没有使用  $BaF_2$  晶体滤波时的激光对比度曲线,明亮的黑色曲线是使用  $BaF_2$  晶体滤波后的对比度曲线,结果显示主激光脉冲与ASE的对比度达到 $10^{10}$ .最近,他们采用两块  $BaF_2$  晶体,不仅提高了转换效率,还成功地将激光的对比度提高到了 $10^{11}$ .

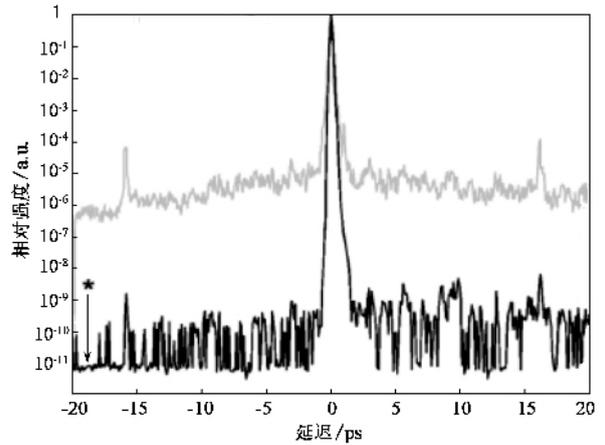


图9 利用  $BaF_2$  晶体滤波得到的激光对比度曲线

## 4 结束语

在采用CPA技术的超强激光系统研究中,输出激光脉冲的对比度是一项十分重要的技术指标,它不仅反映了激光系统的综合性能,而且对强场物理实验有重要的影响,如何有效提高激光系统的对比度状况是人们研究的主要内容之一.针对该问题,本文中我们详细介绍了几种提高激光对比度的有效方法,这些方法虽然不尽相同,但各有不同的特点,如提高种子脉冲激光对比度的方法简单,不影响放大的输出能量,但对最后放大脉冲对比度的提高有限;环形腔作为一种新的再生放大技术,可以在一定程度上改进中间放大过程中的激光脉冲对比度,但也不能保证后级放大中的自发辐射问题;采用OPCPA技术是提高对比度的一种有效手段,但放大效率一

般要低于 CPA 的结果 ;双 CPA 技术对整体放大结果对比度的提高具有直接的作用 ,但成本较高 结构也相对复杂 ;采用高阶非线性晶体滤波技术虽然得到了  $10^{11}$  的对比度结果 ,一个明显的不足是损耗了最后放大的激光能量 ,而且随着峰值功率的提高 ,还会出现一些新的问题.因此具体采用何种方案为好 ,是一个需要综合考虑和研究的问题.无论如何 ,这些提高脉冲对比度的新技术的出现和发展 ,为我们获得更高质量的超短超强激光脉冲提供了新的途径 ,这对于增强物理实验效果 ,观察前所未有的新物理现象 ,具有重要的作用.

### 参考文献

- [ 1 ] Strickland D , Mourou G. *Optics Comm.* ,1985 ,56 :219  
 [ 2 ] Wei Z Y , Zhang J. *Science in China* ,2000 ,43( 10 ) :1083  
 [ 3 ] Li Y T , Zhang J , Sheng Z M *et al.* *Phys. Rev. Lett.* ,2003 ,90 ( 16 ) :165002( 1 )  
 [ 4 ] Malka G R *et al.* *Phys. Rev. E* ,2002 ,66 :066402( 1 )  
 [ 5 ] Zhang P , Zhang J , Chen D B *et al.* *Phys. Rev. E* ,1998 ,57 ( 4 ) :R3746  
 [ 6 ] Hosokai T. *Phys. Rev. E* ,2003 ,67 :036407( 1 )  
 [ 7 ] Itatani J , Faure J , Nantel M. *Opt. Commun.* ,1998 ,148 :70

- [ 8 ] Yanovsky Y , Felix C , Mourou G *et al.* *Appl. Phys. B* ,2002 ,74 :S181  
 [ 9 ] Ross I N , Matousek P , Towrie M *et al.* *Opt. Commun.* ,1997 ,144 :125  
 [ 10 ] Ross I N , Collier J L , Matousek P *et al.* *Appl. Opt.* ,2000 ,39 ( 15 ) :2422  
 [ 11 ] Kalashnikov M P , Risse E , Schönnagel H *et al.* *Opt. Lett.* ,2005 ,30( 8 ) :923  
 [ 12 ] Homoelle D , Alexander L G , Yanovsky V *et al.* *Opt. Lett.* ,2002 ,27( 18 ) :1646  
 [ 13 ] Aurélie J , Frédérique A R , Chériaux G *et al.* *Opt. Lett.* ,2004 ,29( 18 ) :2184  
 [ 14 ] Kalashnikov M P , Risse E , Schönnagel H *et al.* *Opt. Express* ,2004 ,12( 21 ) :5088  
 [ 15 ] Aurélie J , Albert O , Frédéric B *et al.* *Opt. Lett.* ,2005 ,30 ( 8 ) :920  
 [ 16 ] Aoyama M *et al.* *Appl. Phys. B* ,2000 ,70 :S149  
 [ 17 ] Baronavski A P *et al.* *IEEE J. Quantum Electronics* ,1993 ,29 :580  
 [ 18 ] Yoshida H , Ishii E , Kodama R *et al.* *Opt. Lett.* ,2003 ,28 ( 4 ) :257  
 [ 19 ] Zhao H , Wei Z Y , Wang P *et al.* *Chin. Phys. Lett.* ,2007 ,24 ( 1 ) :115  
 [ 20 ] 王兆华 , 王鹏 , 魏志义等. 强激光与粒子束 ,2004 ,16( 4 ) :434 [ Wang Z H , Wang P , Wei Z Y *et al.* *High Power Laser and Particle Beams* ,2004 ,16( 4 ) :434( in Chinese ) ]

## · 中国物理学会通讯 ·

### 中国物理学会代表团访问英国顺利归来

2007 年 4 月 23 日至 5 月 2 日 ,由中国物理学会理事长杨国桢 ,出版工作委员会主任、常务理事聂玉昕 ,女物理工作者委员会主任、常务理事吴令安 ,副秘书长谷冬梅 ,以及《物理》杂志编辑部负责人古丽亚组成的中国物理学会代表团应邀对英国物理学会( IOP )进行了友好访问 ,期间并访问了英国物理学会出版社( IOPP )、牛津高级中学( OHS )以及剑桥大学 Cavendish 实验室等科研院校.

4 月 25 日 ,英国物理学会执行主席 Robert Kirby - Harris、国际部主任 Peter Melville、会员管理部主任 John Brindley 等在位于伦敦的 IOP 总部接待了中国物理学会代表团 ,双方就加强中英物理学会之间的合作 ,以及会员管理、科普宣传等方面的经验进行了交流和探讨 ,并达成共识.

4 月 26 日 ,代表团前往布里斯托尔 ,对英国物理学会出版社进行了专访. IOPP 的财务总监 Michael Bray ,市场销售部主任助理 Tony O'Rourke ,发展部主任 Ian Mellor 以及相关部门负责人出席了座谈 ,并向代表团详细介绍了 IOPP 的期刊和杂志的出版管理情况 ,双方提出了合作意向 ,并将在下一步进行细致讨论.随后 ,代表团参观了 IOPP 各部门的办公现场 ,与工作人员进行了交流. IOPP 各部门紧张有序的运作状况给代表团全体成员留下了深刻的印象.

4 月 30 日 ,代表团访问牛津高级中学.代表团在与 Felicity Lusk 校长、Olwen Curry 副校长等老师的交谈中了解到 ,学校“以人为本” ,注重学生创造力的发挥以及文体等方面兴趣的培养 ,有较完善的校友档案管理制度.代表团还饶有兴致地观摩了物理课、物理实验课的教学 ,并与师生进行了亲切的交谈.

5 月 1 日 ,代表团前往剑桥 ,应邀访问剑桥大学 Cavendish 实验室.该实验室成立于 1871 年 ,有着非常辉煌的历史 ,29 位诺贝尔奖得主曾经在此工作过.实验室主任 P B Littlewood 教授向代表团介绍了实验室的历史、近几年的研究热点以及实验室的未来发展构想.代表团成员随后参观了 Cavendish 博物馆、纳米科学中心等实验室.

中国物理学会代表团的此次出访 ,加深了对英国物理学会以及相关科研、教学机构的了解 ,增进了友谊 ,为中国物理学会今后的发展 ,以及与英国物理学会的进一步合作奠定了基础.

( 古丽亚 谷冬梅 )