

大功率高重复频率准分子激光器 单元技术及元器件

由中国科学院力学研究所承担的“大功率高重复频率准分子激光器单元技术及元器件”系国家重点科技攻关项目,已通过中科院和国家教委联合组织的鉴定会。该项目包括三项具体研究成果,即磁脉冲压缩器、高重复频率大电流开关、数字式高电压表。

磁脉冲压缩器是国际上 80 年代发展起来的一项专利技术,它在脉冲放电电路中实质上是一个饱和电抗器或无触点开关,其作用是压缩脉冲宽度,降低高压开关元件上承受的电流幅值、前沿陡度和反向电流,大大延长高压开关和激光器整机使用寿命。磁脉冲压缩器还可应用到铜蒸汽、金蒸汽、TEA CO₂ 高气压可调谐 CO₂ 激光器以及其他以脉冲方式运转的激光器中。

高重复频率大电流开关是准分子激光器的关键元件,是提高激光器输出功率和延长使用寿命的主要限制因素。在高重复频率运转时,高压开关承受的负荷很重。由于损耗发热和等离子体不能迅速消电离,开关可能不熄弧,从而失去对放电的控制作用。反向脉冲电流加剧了电极的烧蚀和破坏,这就限制了激光器功率水平的提高和寿命的延长。目前,国际上普遍使用的开关是闸流管,价格昂贵,国内难以普遍使用。力学所研制的环状阳极开关,使放电通道不固定或产生旋转,以减少发热和斑点烧蚀作用,因而可提高重复频率和使用寿命。环状阳极开关还可推广应用用于气体放电、脉冲等离子体、高电压技术、脉冲功率技术以及某些医疗和科研部门。

数字式高电压表是一项用途广泛的具有创造性的实用高电压测试仪表。该仪表采用强电技术和数字技术相结合的原理,使危险的高电压测量变得十分简单、安全和精确。仪表体积小、重量轻、使用方便、测量和显示一体化,其应用范围已远远超出了激光领域。在电力、铁道、石油化工、煤炭、冶金、军工等工业,供电部门以及大专院校、科研单位相关实验室都有着广阔的应用前景。该项成果已先后获得三项国家专利,列为国家级新产品,重点推广新技术项目。

(中国科学院力学研究所 胡昌信)

萃余水相中去除 TBP 的研究

在核燃料后处理的溶剂萃取工艺流程中,萃余水相中夹带及溶解有机萃取剂磷酸三丁酯(TBP)是不可

避免的。如不除去大部分 TBP,就会给下段工艺过程带来危害,如在蒸发浓缩时出现大量泡沫、发生暴沸,甚至引起爆炸;会引起净化系数降低、界面污物增多、仪器仪表失灵,甚至威胁核临界安全。为保证生产安全和正常运行,去除萃余水相中的 TBP 是十分必要的。清华大学核能技术设计研究院,研究了用脉冲萃取柱进行煤油洗涤去除萃余水相中的 TBP,取得了满意的效果。

工艺研究表明,用煤油洗涤时,平衡水相中 TBP 的浓度主要取决于平衡有机相中 TBP 的含量。为了使萃余水相中 TBP 的浓度降到 20 毫克/升以下,与之平衡的有机相中 TBP 的含量必须小于 0.5%。为了尽量减少煤油用量而选用大流比(A/O=70~100)逆流萃取时,选用脉冲筛板柱可以在不用回流的工况下稳定运行。

根据流程要求,进行了下列三种有代表性的萃余水相中 TBP 去除的实验研究:体系 I :0.16M HNO₃;体系 II :2.36M HNO₃;体系 III :0.82M HNO₃、47.9g/l U⁶⁺。萃余水相中含 TBP 约 200~300 毫克/升。煤油洗涤去除 TBP 在空气脉冲筛板柱内进行。柱内径为 49mm,板段高 2.5~4.5m,不锈钢喷嘴板,自由截面 23%,孔径 3mm,喷嘴高 1mm,板间距 50mm,空气脉冲,近似正弦波。操作参数:脉冲频率为 60、80、100 npm,脉冲振幅为 15、27、37.5mm。

为了找出理想的操作条件,实验研究了脉冲频率、振幅、流比、通量、水相酸度、柱高度及连续相等因素对去除 TBP 的影响。研究表明:由于通量大小影响柱内运行状况,因而影响传质效率,因此,通量适中(约为液泛通量的 3/4),TBP 去除效果最好;脉冲频率和振幅直接影响柱内运行状态,过大和过小都不利于 TBP 的去除,脉冲强度与通量适当配合可获 TBP 去除最佳效果;水相酸度高,提高了 TBP 在水中的溶解度,不利于 TBP 的去除;有机相连续 TBP 去除效果比水相连续时好;柱的有效板段增高时,TBP 去除效率大为增加。

实验研究表明,在大流比(A/O=70~100)时,以有机相为连续相,在合适的脉冲强度和通量下,脉冲筛板柱可长期稳定运行。对于含有 0.02~0.05% TBP 的萃余水相,可推荐如下操作条件:喷嘴板脉冲筛板柱,脉冲频率:60~80npm,脉冲振幅 20~50mm,煤油为连续相,流比范围 A/O=70~100,通量约 300l/hr. dm²,柱高 4.5m,其出口水相中 TBP 的浓度可降至 20 毫克/升。

(清华大学核能技术设计研究院 吴秋林)