

美国空军预言21世纪初将使用反物质推进剂

与当代的液体或固体助推系统相比,用含有新型高能化合物或反物质的推进剂来推动的火箭发动机会使载荷入轨能力提高3~9倍。

最近两年的研究工作表明,在标准的火箭推进剂中加入高能-密度物质(HEDM)化合物,其比冲将比当代火箭发动机的比冲增大1~3倍。新一级的高能化合物推进剂将使发动机比冲增大到9800~19600 N·s/kg,并且可以实现单级飞行器水平起飞,将11350 kg的载荷送入轨道,返回时在跑道上着陆。

反物质推进剂为21世纪的火箭系统提供了更大的希望。当正常物质同它的“镜像”反物质相互接触发生反物质的淹没时释放出巨大的能量而加热推进剂,可以提供出高于980000 N·s/kg的比冲。这样所释放的能量比聚变能量高100倍,而比如我们所熟知的化学推进反应能量高上亿倍。

美国空军官员认为,只需几毫克反物质,即可加热几吨推进剂或工作流体,并以很高的比冲产生很高的火箭推力。目前航天飞机及固体助推器推进剂中所含的总能量,用反物质所取代时,其当量质量只有方糖块那样大。

1932年首次证实了反物质的存在。在欧洲、苏联和美国已经把反物质和可能用于火箭推进方面问题,列入严肃的研究范畴。

空军委托Rand公司进行的一项为期6个月的研究工作,以每毫克大约化费一千万美元,来生产和储存反物质。美国政府正计划通过用类似“超波级对撞机”那样的设备,以每毫克一百万美元的成本生产反质子。

根据麦道航天公司为空军航天试验室所完成的研究工作表明,在这样的成本下,航天飞机空间飞行器每次飞行约需35毫克反物质,其大小和重量将近似于英国的Hotol,但将具有3~4倍的载荷能力。

与反物质系统的极端高温有关的是重大的材料工程问题。

有关高能密度物质(HEDM)研究工作的主要目标是要创造新的化合物组分。

希腊教授Nicolaides, C. A. 于1984年提出的一个新的化合物结合及分子形成理论。预言,由于静电吸引和轨道搭接,电激励分子可以结合入最佳核几何构形中。在材料的“簇束”中像在一个分子中一样可以发生电荷的转移。例如,一个受激励的氢(H_2)分子可以基态或未受激励态与另一个 H_2 分子结合在一起,但是为了产生 H_4 ,该结合必须发生于某最佳几何构形下,所产生的 H_4 也将在激励态。

可以用激光或者其它方法使这些分子受激,将一个或更多个电子从低能的基态提高到激励态或更高能量的电子状态。在通常的温度下,这些受激的电子通常将回到基态,在过程中给出能量。

研究工作分成理论和试验两个课题。空军航天试验室的Corley, R. C. 说:使用高容量非常快速的计算机看看是否有可能创造一种化合物,然后再借助于它们确定在试验阶段最可能采

用的途径。当研究人员确实企图制造激励态化合物时。实际上, 在高能密度物质化合物领域今天全部研究工作, 只有依靠先进的超级计算机和激光才有可能。

备选的材料或者具有高能量密度积聚的可能性, 或者作为研究高能密度物质化合物的样品化合物, 包括四氢(H_4)(tetrahydrogen), 叠氮化氟、不对称的 N_2O_2 和氙的卤化物。由联合技术公司研究中心所作的分析表明, 由受激的氧分子与基态氮分子结合而成的 N_2O_2 型单元推进剂, 比冲约为 $3675\text{N}\cdot\text{s}/\text{kg}$, 这比今天最好的单元推进剂肼的比冲约高出50%。

由于这些化合物中的多数在室温下是不稳定的, 它们要作为低温物质来制造和贮存。在某些情况下, 通过将高能材料束击中固态氢、氙和氮。该射束的粒子定形固着于“冰”中, 并固着于基体材料的间隙空间中, 保持着受激状态。当释放能量的条件成熟时, 材料能被加热, 直到受激化合物分解或者发射光子。

高能密度物质研究的一个副产物是发现了氟的叠氮化物, 它是氮-氟化合物受激分子的一个好的来源, 但作为火箭推进剂配料它的分子量太重了。在某些衰变状态下, 化合物将发射波长为528或者450毫微米的光。这给出了高能短波长化学激光器的可能, 适用于脉冲操作。作为与正常物质相等但相反的反物质存在于自然中, 当把它隔离开时, 像它的配对物一样的稳定。一个例子是正电子, 它具有与电子同样的质量, 但带正电荷。当正常物质与反物质相对撞时, 二者都要淹没, 所有的质量都转换成能量, 这是人类所知道的能量最高的反应。

为了将该能量用于火箭推进, 技术上较易实现的一个近期方法是将淹没中的能量用蜂窝状的钨块所吸收。所产生的热将传给被加热的钨心推进剂工质。该流体在尾喷管中膨胀, 并可能产生 $222400\sim 444800\text{N}$ 的推力, 比冲达 $11760\text{N}\cdot\text{s}/\text{kg}$ 。该比冲值是当代最好的液氧/液氢反应比冲的2.5倍, 是固体推进剂比冲的4倍, 并可将地球到轨道的载荷分数从今天的2%提高到20%(与起飞总重量相比), 并且可以“像战斗机那样的人轨工作”。

更复杂的发动机设计可以使用先进的超导磁铁来装载反粒子, 它把工作流体加热成等离子体, 通过磁性喷管排出, 该等离子体将可产生推力。通过对所形成的 γ -射线的收集, 将它们的能量再注入反应室中, 几毫克的反物质就可以产生几十万磅级的推力, 比冲可能达 $196000\text{N}\cdot\text{s}/\text{kg}$ 。

欧洲人在高能粒子加速器上制造反质子, 在反物质研究方面引导着世界科技界。在日内瓦的欧洲核研究中心(CERN)已经从事有关反质子贮存的重要研究工作。苏联正在建造一个设备, 可以比现在CERN加速器快得多的速度生产反质子。

空军反物质研究人员认为最急迫的需要是发展美国的反质子源以推进该项技术, 还要研究反粒子生产、贮存和处理的方法。

李存杰 摘译自A.W.&S.T.1988.3.21.