

一种全新的受控核聚变方法

高石润

(陕西诚信建设监理有限责任公司, 陕西 西安 710076)

摘要:掌握受控核聚变技术是全球物理技术的一个巅峰,对人类的推动有极其重大的意义,目前国际上受控核聚变技术主要有超声波核聚变、激光约束核聚变、磁约束核聚变,超声波核聚变未得到证实,其他两种技术路线都遇到了发展瓶颈,及难以攻克的技术难题;乐观估计至少要50年可能实现商用受控核聚变。本文主要介绍不同于上述两种的受控核聚变的技术路线,这个技术路线是在现有的理论基础及工程技术上充分创新而创造的全新的受控核聚变系统,该系统提供一个独特视角,可极大的加速目前受控核聚变的研究,可以尽快地实现受控核聚变商用,为人类提供强大的能源,从而为人类的发展作出贡献。

关键词:受控核聚变;对撞压力;粒子加速器

中图分类号:TL62

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)03-0163-03

0 引言

核聚变主要是强核力起主导作用时,融合较轻的原子核变为较重原子核时放出能量的过程。宇宙中恒星发光主要就是这个原理,宇宙中恒星核聚变虽然不可控,但是为人类设计出受控核聚变提供了思路^[1]。当恒星内核压力达到热核聚变的压力值时核聚变就会启动,表面是压力起作用,但其本质是原子核之间距离被压到了强核力的作用范围从而发生了核聚变,因此控制这个压力就是受控核聚变的重点。在现实中要想控制这种压力,需要精细设计,目前激光惯性受控核聚变装置就是利用的这个原理,但是这个装置很难控制这个压力。碰撞物理学可以给人们提供思路,假设加速两束原子核粒子流进行对撞,速度可以突破库仑力的阻隔而发生聚变。这个思路就是这种受控核聚变的中心思想,这种全新的受控核聚变装置主要由粒子发生装置、速度选择器、超级粒子加速器、对撞室、冷却系统、废料处理系统、发电系统这些主要系统组成。其中的超级粒子加速器是本系统的核心,是主要的技术精髓所在。本文将用氘氚原子核为原料来说明原理及相关条件。

不同于磁场约束聚变需要约束上亿摄氏度的高温等离子体,本方案只需要低温等离子体;且在聚变前要求去除阻碍聚变的自由电子,因此可以从根本上解决磁场约束核聚变电子对聚变的影响,磁场约束核聚变

装置中自由电子是杂质,总会刻意吸收诱发聚变的能量,使得诱发核聚变的能量增加,从而降低了此装置输出能量与输入能量的比值,本装置在源头控制,直接不允许电子参与核反应,从而克服磁场约束核聚变的这个系统弊病;且通过计算以氘氚原子核为载体,磁场约束聚变的产物是氦核,这个氦核也是主要杂质,随着时间的推移,磁场约束聚变点火门槛会大幅提高,因此磁场约束聚变装置无法将氦核排出会自动熄灭;出现熄灭现象主要是聚变产物是氦核,且氦核的电荷量是氘氚核电荷量的两倍,因此氦核会参与核聚变材料中阻止其他燃料聚变,随着氦核的增加这种现象是越来越严重,因此及时排出聚变杂质非常重要,最好的方法是设计一种机制,让系统自己能排出杂质,且只需要在必须用的时候能通过辅助装置加强系统杂质排出能力,可惜磁场约束聚变装置未考虑这个机制,且上亿摄氏度的高温已堵死了设计此机制的可能。本文将一一说明各个系统的作用原理及构成思路。

1 粒子发生装置

粒子发生装置就是把气体状态的核燃料氘或者氚变成等离子状态,本装置不需要温度极高的等离子体,因此对装置要求不高,方法有两种:①加热直到把氘和氚变成等离子体状态。②用高压电直接电离从而分离出原子核,只需电子和原子核分开能在加速器中加速就可以,因此不用采取特殊方法稳定等离子体,但是粒

子发生装置内部需要建立一个导向电场，主要用于当燃料被电离时能及时把原子核和核外电子分开，且要引导核燃料原子核向速度选择器移动，引导电子不向速度选择器移动。这个导向电场需要合适的直流电源，且要稳定，导向电场电压是下一级装置速度选择器电压的重要参考数据；粒子发生装置应该要设置精密阀门，控制投入的核燃料的量，控制核聚变功率主要手段就是单位时间内投入核燃料的多少。

2 速度选择器

粒子发生装置的粒子是要送入速度选择器中进行筛选，速度选择器原理跟质谱仪中速度选择器原理一样，利用电场和磁场组成的复合场保持将要进入加速器的粒子流走初速度一定且方向一定的直线运动，过滤掉速度及方向不符合速度选择器的粒子，同时起到了约束粒子流的作用^[2-3]，只有这样粒子流的速度和方向才有可控的基础。是以氘氚原子核作为载体说明原理，若有新的核燃料，只需要适当调整速度选择器的参数就可以诱发新的核燃料聚变，因此整个系统建成将会有很大的适用性。本装置正是速度选择器的应用使那些点火门槛高的核燃料也可以在本系统中聚变，主要是因为核燃料的带电量越高，核燃料之间的库仑力越大，从而更难聚变，若使用磁约束聚变装置则要不断地升高温度，这样系统危险程度越高。但是本系统加速粒子的是加速器因此不需要高温且更容易实现。

3 超级粒子加速器

超级粒子加速器是本装置的核心，也是核聚变点火的主要装置，其结构不同于现有加速器的任何装置。这里提出超级加速器的核心思路就是让粒子在加速器中走一条直线和可精确计算的半圆所组成，粒子所走的直线主要用加速管内的加速电场实现，走的半圆主要由偏转磁场实现，这样就可以将原先需要好几公里长的加速管道像磊积木一样在有限的空间内排布下，粒子从前一级加速管道射出时用一个适合的磁场把它偏转一个半圆刚好打入下个加速管道中继续加速，这种方法就可以在较小的空间内把粒子加速到想要的速度，这个思路同时也解决了重离子加速器非常庞大的问题，为以后建造更好的加速器提供可能。这个超级加速器核心是加速管和偏转磁场的设计，加速管最好都是一样长度和半径，加速管的直径要稍微大一些，这可以抵消一部分管道之间的安装误差，也利于工程安装，加速管管道直径与长度定好以后，最好不要修改，形成

标准可以实现出现故障的较好维修。为了好计算就暂定为 10m 长，半径 3cm，要有很强的机械强度和绝缘性能，还要有不导磁性能，10m 长度管道里要放入 100 对加速板，每对加速板的电压 1000V，当然要想减少加速管道建设，可以提高加速板之间的电压，但是在加速板电压升高时，加速管材料的耐压等级也要提高，加长管道即增加管道内的加速板，增加加速板上的电压双向提升可以有效地减少系统的复杂程度，因此可以提高系统的可靠性。若加速板上的电压提升到 10kV，且一条加速管上可以容纳 200 对此类加速板，那么要想达到核聚变点火条件只需很少的加速管，这样可以极大地减少偏转磁场设计的难度，且可以有效地避免加速管之间安装的积累误差，同时这些数据也是目前工程可实现的，根据现实情况加速管要根据需要设计。

加速管要放在真空环境中，加速管内放入的加速板越多加速效果越好，但是要能够用现有工程技术实现，加速管与加速管之间的距离要根据上级粒子在磁场中偏转的半径精确安装，安装精度以管中的轴线为基准，精度要达到微米级别。偏转磁场就要参照质谱仪的原理的，带电粒子在磁场中运动会受到洛伦兹力的影响，会让带电粒子偏转，偏转的轨迹刚好是一个半径可以计算的圆，当这个粒子在偏转磁场中走完一个半圆的时候带电粒子的线速度与原速度大小相等但方向相反，在这个时候刚好射入下一级加速管道再次加速，这个就是加速管可以按照一定规律上下左右进行排列的原理，这样就可以在较小的空间内建造一个强大的加速器，目前的工程技术足以建造这样的加速器。加速管道端头的偏转磁场的产生要用高性能的磁铁，而且磁场方向能根据建造的实际要求改变方向还要稳定。使用电磁铁最好，这样可以通过电流精确控制电磁铁的磁场强度，也可以比较容易控制电磁铁的磁场方向。这样粒子流在加速器中可以加速到光速的 10%，这速度足以点火引发核聚变。

本装置最后一级加速管要连通对撞室，但是工程安装不可能没有误差，因此最后一级加速管应该要有角度安装，而且要加长，安装倾斜角在 90°~135°最为合适，角度安装要根据上级加速管射出的粒子流在偏转磁场中偏转角度作为依据安装，加速管加长主要是为了弥补粒子流成角度碰撞时弥补水平方向上速度的减少，这样有角度的碰撞虽然增加了粒子流的速度，

但是系统性地避免了粒子流在同一水平线上撞击因安装误差而打入对方的加速管中,从而破坏系统,同时也可以促使核反应的废料向一个方向排出。核聚变一旦发生,会放出巨大能量,一部分已光的形式释放,另一部分随着反应产物的排出而输出,设置这样的机制不但排出了杂质,而且回收了部分能量,要在聚变产物排出的方向上装冷却系统,将能量转移到发电设施中发电。

要想保持中心能持续核反应,就要考虑发生核聚变时产生的膨胀压力,因此这两束粒子喷流的速度要能抵消膨胀压力,同时也将废料从其他方向排出;接下来需要参照这些数据,根据公开资料显示当等离子体加热到1亿℃时,其粒子平均速度为光速的3/1000,现代磁场约束装置的小目标就是1亿℃的等离子体稳定运行,氢弹爆炸其中心温度为3.5亿℃,当等离子体温度达到3.5亿℃时,粒子平均速度将为光速的1.5%,因此通过加速器把核燃料原子核加速到光速的10%时完全可以诱发核聚变,且也可以以此速度聚变更加难聚变的核燃料,中心反应的物质越多放出的能量也越大,当然膨胀压力也越大,因此使用光速10%的粒子速度进行对撞聚变是为了保证核聚变可持续下去。另外,到对撞室是对撞的粒子流有角度的对撞,这个角度有一定的范围,当粒子流成角度对撞时,水平方向上的速度是诱发核聚变的关键因素,本系统中将聚变产物排出机制主要是靠粒子流垂直方向上的分速度,因此从加速器出来到对撞室粒子流速度要比点火所需的最小速度高^[4-5]。

4 对撞室

对撞室就是热核反应的区域,这个装置要及时收集热核聚变的能量转化为电能,还要有对中子流的防御,氘氚热核反应会发出大量中子,目前主要办法是用液体金属吸收并转化为热能,这个是国际常用反应堆冷区系统,这里只需要拿来用就行。若采用其他核燃料不产生中子流,当然也不用对中子的防御系统,这样可以减少系统的复杂性,从而减少故障率。对撞室的壁要有很强对光辐射能量吸收的能力,核燃料一旦聚变后大部分能量会以光辐射的形式释放。对撞室外要设置高效换热器,及时转移辐射能量这是对撞室外设置高效换热器的原因。

5 冷却系统

冷却系统就是把对撞时所产生的热能给转移走,

防止温度过高引发危险,同时把产生的热能转化成电能,但是本系统有废料排出机制,冷却系统要考虑废料的处理。冷却系统不仅包括对撞室外壁的冷却系统,还要有对聚变产物废料的冷却系统;两个冷却系统都可以使用液态金属吸收的冷却系统,但是液态金属选择要选取与核反应产物碰撞不会产生新的放射性物质的液态金属。

6 结语

超级粒子加速器控制核聚变是目前最新的思路,它可以把如何控制核聚变最终转化成控制投入原料的多少,投入原料多单位时间内产出的能量多,反之当然少,如何停止就非常简单,就是停止投入原料,当停止投入原料核反应自然熄灭。

这种受控核聚变的主要思路,就是利用碰撞原理产生核聚变所需的条件而诱发核聚变,一旦核聚变被诱发是不能自发聚变,要源源不断地输入核聚变的材料。这样也为控制输出的功率大小提供了较简单的控制办法,只需在原料投入口设置一个精密阀门就能实现可控。本装置核心就是超级加速器的设计,这个加速器的结构与世界所有粒子加速器的结构都不相同,顺势也提出来加速器小型化、标准化的设计思路。这个系统也解决了磁约束受控核聚变废料的去除及如何填入新的原料让核聚变能继续下去的方法,已经有明显的进步。磁场约束核聚变装置和激光约束核聚变都有明显缺陷,难有进一步的成就,因此,接受最新思路是解决问题的最好做法。本系统的用处有很多,可以改进做成现代航天器的发动机,这个发动机将远远超越现有的航空发动机。

参考文献

- [1] 石里云.一瓣太阳:可控核聚变的寻梦之旅[M].上海:上海教育出版社,2018.
- [2] 段旭如.未来能源:可控核聚变[J].中国核电,2020,13(6):735.
- [3] 李志帅.可控核聚变:再造一个“太阳”[J].广州化工,2020,48(10):7-8.
- [4] 龙琛茵.探秘受控核聚变[J].科学24小时,2020(增刊1):12-17.
- [5] 李博西.受控核聚变的挑战机遇与现状[J].科技创新导报,2019,16(3):128-129.

作者简介:高石润(1994—),男,汉族,甘肃华亭人,大专,主要从事电气工程监理工作。