https://www.douyin.com/video/7271978556224310563

# 标题:未找到标题  
## 关键字: 未找到关键字  
## 作者: 严伯钧  
## 不得了了啊，后台被艾特爆了啊。“中国环流三号首次实现一百万安培等离子体电流下的高约束模式运行”，整整二十个字，信息量可太大了。一百万安培是啥概念？啥是等离子体电流？啥是高约束模式运行？哎，可是混合区片的磁约束实现方式，我几年前就科普过了。要理解基本原理呢，不难，但是里面的细节知识，那可就太多了。这二十个字，我自己刚看也不是很懂，但是多亏了 t x y c 点 a i 的 g p t 插件，我才搞明白。先来讲讲看这二十个字到底意味着什么，之后再教大家如何用 AI 快速搞懂一个你之前完全不懂的领域。  
  
先说结论啊，这个进步确实不小，但离真正实现可控核聚变还是有距离的。并不是说你一百万安培了，实现高约束了，就能够实现可控核聚变。首先啊，可控核聚变的原理，简单复习一下，那就是让氢的原子，例如氢和氢的同位数，发生核聚变，释放能量。但是呢，核聚变是很难发生的，它需要超高的温度。例如这个氢弹，是里面装了原子弹，利用原子弹爆炸时的这个超高温，差不多一亿度，来引发核聚变。但是你要可控核聚变，那很显然就不可能搞个原子弹对吧？  
  
但是呢，你又要高温，一亿度的高温，没有任何一个什么实体的容器是可以装住的。所以呢，就需要强磁场。因为在高温状态下，这些反应原子都变成了等离子体，都是带电的。所以依靠强磁场的这个洛伦兹力，就可以让他们束缚在一定的范围内。所以托卡马克装置就是标准的操作，一个甜甜圈一样的结构，等离子体在这个甜甜圈的通道里面运动，被强磁场所束缚住。这里就说到了这次中国环流三号实现的这个高约束。什么叫高约束呢？它是相对于低约束来说的。要理解高约束，就要先理解这个可控核聚变的点火是怎么一回事。  
  
所谓点火，跟我们汽油发动机的点火概念其实是类似的，就是点着了，他就自己在那里工作，只要燃料够，他就一直在输出能量。可控核聚变的发生，是需要极高的温度啊，而散热呢，是一直在系统里面发生的。要让这个核聚变发电机工作，就要维持高温的状态，那怎么办呢？没事啊，核聚变的反应，只要发生，它就会输出能量。只要保证能量输出的足够多，用来发电的能量之外，还能够产生热能，维持住自己这个高温状态，那么这个反应就是可持续的，就达成了点火。点燃之后呢，就不用管了。  
  
高约束（High Confinement Mode）啊，就容易达成这种自己维持自己高温的状态。高约束为啥就行呢？他其实是相对于低约束来说的。高约束的概念其实几十年前就已经提出了，就是当高约束发生的时候啊，托卡马克装置里面的这个等离子就进入了一种约束更强的状态。既然是粒子，就会扩散，一扩散就不利于维持点火。而高约束是可以让等离子体的边缘和磁场之间形成一个屏障，使得这个等离子体不容易飘走，以更大的密度被集中在一个区域里面。那么密度越高，能量越集中，温度就越容易维持。温度越容易维持，点火时间就越长。  
  
那一百万安培这个等离子电流又是怎么一回事呢？等离子它带电啊，它还运动啊，所以它会形成电流嘛。这个大电流也会产生磁场，它和外部线圈产生的外磁场啊，相互作用，就可以更好地进入这种高约束的状态。等离子体电流呢，也具有流体的这个性质，其中就有端流。端流容易破坏约束状态，那同样的，就这种大电流啊，就有助于压制端流，让等离子体更好地被限制在特定的范围内。  
  
所以要搞清楚啊，这里的一百万安培指的是等离子体的电流，而不是用来产生磁约束外部这个磁场的电流啊。当然实际做起来比这个难得多，高约束要达成有很多其他的技术点，比方说注入电磁波来提升温度，控制磁场的分布形成各种局部模式等等。  
  
那么这二十个字怎么理解呢？大概就是因为实现了一百万安培的超大等离子电流，越过了这个门槛，高约束就容易达到。高约束达到了，能量密度上去了，点火状态就容易维持。而且功率变大，功率呢，跟电流是平方关系。当功率达到一定的程度，超过输入的电流，Q 值大于一，就可以说呢，可控核聚变达到了基本的可用性。然后呢，再通过高约束，无限去延长点火时间，把这个火永久的点起来，可控核聚变才叫实现了。  
  
当然啊，要商用还有很长一段路要走，但不论如何，是个不小的进步了。能达到高约束，确实就进入了国际领先