

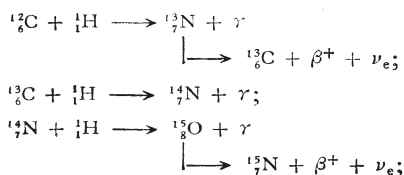
王 连 璧

太阳是距离地球最近的一颗恒星，它给地球以光明和温暖，为地球提供了人类和其他生物产生和存在的条件。太阳也是地球上核能以外的几乎所有能源的根本提供者：一切生物能源都是太阳提供的，因为如果没有太阳，地球上就不会有任何生物；目前世界上最重要的燃料煤和石油，其根本来源也是太阳，因为煤和石油是由古代植物和动物的残骸形成的；水力和风力的根本来源也是太阳，因为如果没有太阳地球上也不会有风云变换和雨注雪飘，当然也不会有风力和水力；……。

据测算，地球每年从太阳接收到的能量达五亿亿亿焦耳（ $5 \times 10^{24} \text{J}$ ）之多，大约是目下全世界生产的总能量的一万八千多倍，相当于燃烧一百亿吨标准燃料所获得的能量。考虑到地球平均距离太阳约一亿五千万公里，而地球的平均半径又不到六千四百公里，可以算出，地球接收到的太阳能量仅约占太阳向太空辐射的总能量的一百亿分之五，就是说，太阳每年向太空辐射的总能量约达一百亿亿亿焦耳（ $10^{34} \text{J}$ ）。如果燃烧优质煤来获取这么多的能量，所需煤的质量要多达三千万亿亿吨，是地球质量的五十多倍！

这么巨额的太阳能量是怎样来的呢？天体物理学家们认为来自太阳内部氢原子核的聚变反应。在目前阶段，太阳内部的温度高达亿度，在这样高的温度下，氢原子核能进行一系列的聚变反应。

按照目前流行的说法，太阳内部氢原子核的聚变反应有两种机制。一种机制是所谓碳-氮循环，核反应式如下：

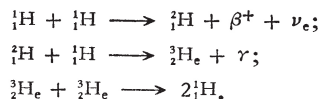


这些反应式表示：

一个氢原子核和一个碳-12原子核反应，生成一个氮-13原子核并放出 $\gamma$ -射线，氮-13原子核又放出一个正电子和一个电子中微子而变成一个碳-13原子核；另一个氢原子核又和碳-13原子核反应，生成一个氮-14原子核并放出 $\gamma$ -射线；第三个氢原子核再和氮-14原子核反应，生成一个氧-15原子核并放出 $\gamma$ -射线，氧-15原子核又放出一个正电子和一个电子中微子而变成一个氮-15原子核；第四个氢原子核和氮-15原子核反应，生成一个碳-12原子核和一个氦-4原子核。

在这一种机制中，四个氢原子核以碳、氮等原子核作为暂时“落脚点”，聚合成一个氦-4原子核。

另一种机制是所谓氢-氦链反应，核反应式是：



它们表示：两个氢原子核聚合成一个氘原子核并放出一个正电子和一个电子中微子；氘原子核又和一个氢原子核反应，生成一个氦-3原子核并放出 $\gamma$ -射线；通过以上途径生成的两个氦-3原子核再发生反应，生成一个氦-4原子核和两个氢原子核。

在这种反应机制中，四个氢原子核通过氘、氦-3原子核过渡，也聚合成一个氦-4原子核。

两种反应机制的反应结果，都是四个氢原子核合成一个氦-4原子核。我们知道：氢原子核的质量是1.0078252原子质量单位（1原子质量单位 $=1.661 \times 10^{-27}$ 千克）；氦原子核的质量是4.002603原子质量单位，比四个氢原子核的总质量少约0.0287原子质量单位。可见，反应结果物质的质量减少了。这些质量哪里去了呢？根据爱因斯坦的相对论理论，物质的质量

和能量是可以相互转化的,减少的质量转化成了能量,这正是氢原子核聚变反应产生能量的原因。据计算,1 原子质量单位的质量可以转化为  $1.492 \times 10^{-10}$  焦耳能量,0.0287 原子质量单位的质量大约转化为  $4.3 \times 10^{-12}$  焦耳能量。1 克氢(约  $6 \times 10^{23}$  个氢原子核)聚变能产生约  $6.5 \times 10^{11}$  焦耳的能量。估计,太阳中心大概有太阳总质量(约  $2 \times 10^{33}$  克)十分之一、即约  $2 \times 10^{32}$  克的氢,这些氢原子核全部聚变成氦-4 原子核将产生一万亿亿亿焦耳( $10^{14}$ J)以上的能量。按照目前太阳的能量辐射率计算,可以辐射约一百亿年以上!一百亿年的时间约为人类在地球上出现至现在的时间的一万倍,比地球形成至现在的时间也长久得多。

太阳能量的来源——太阳中氢原子核的聚变反应可以维持很长的时间,但是总有不能维持的时候。以后又怎样呢?据说那时太阳内部将会形成新的条件,开始进行氦原子核的聚变反应。不过那已经属于恒星演化的另一个阶段,感兴趣的读者可以参看有关的文章和书籍。