



青少年前沿科学探索

可控核聚变

人造小太阳的梦想

◎ 钟云霄 著

HEKONG HEJUBIAN
RENZAO XIAOTAIYANG DE MENGXIANG

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

可控核聚变：人造小太阳的梦想

地球上有各种各样的能源，但很多能源却是有限的，总有用完的一天。到了那时，人类该怎么办呢？现在，科学家们正在研究的最新能源是“人造小太阳”，也就是在实验室中实现“受控热核反应”。把研制“人造小太阳”提上科学日程，并不是科学家们的异想天开，而是科学发展到现阶段的必然结果。

图书在版编目(CIP)数据

可控核聚变:人造小太阳的梦想/钟云霄著. —石家庄:河北科学技术出版社, 2015. 7

(青少年前沿科学探索)

ISBN 978-7-5375-7828-8

I. ①可… II. ①钟… III. ①热核聚变-青少年读物
IV. ①TL64-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 151706 号

可控核聚变:人造小太阳的梦想

钟云霄 著

出版 河北科学技术出版社

地址 石家庄市友谊北大街 330 号(邮编:050061)

经销 新华书店

印刷 河北新华第二印刷有限责任公司

开本 700 毫米×1000 毫米 1/16

印张 14

字数 100 000

版次 2015 年 7 月第 1 版

印次 2015 年 7 月第 1 次印刷

定价 25.00 元

人类进入到了 21 世纪，电灯、电话、手机、电脑，各式各样的电器，层出不穷；汽车、小轿车在马路上飞跑；燃气为我们烹饪美味佳肴提供便利。21 世纪的年轻人，感到一切是那么自然，那么唾手可得。电灯开了常常忘了关，水龙头整天在滴水而无所谓，反正这不是什么大事，多付一点钱，一切都 OK 了。

人类能过上舒适的生活，一切都离不开能源。没有能源，不可能有电器，不可能有自来水，汽车不可能在路上跑，生米不可能变成熟饭。孩子们必须懂得能源来之不易，要从小知道珍惜能源。

为了获取能源，多少科学家花费了毕生的精力！为了争夺现有能源，人类相互之间不惜钩心斗角，甚至发动战争。

地球上有各种各样的能源，但很多能源是有限的，总有用完的一天。现在，科学家们追求的最新能源是“人造小太阳”，也就是在实验室中实现“受控热核反应”。

把制造“人造小太阳”提上科学日程，并不是科学家的异想天开，而是科学发展到现阶段的必然结果。

“人造小太阳”有一个很大的优点，它要是被做成了，人类就再也不用愁能源的枯竭了。

“人造小太阳”还有一个更大的优点，它是一种最干净的能源，没有任何污染。如果有一天这种能源用来发电，我

们的汽车都改成电动的，那将是一个多么美妙的景象，大气将不再有雾霾污染，我们将永远生活在清新的环境中。

这本书将从人们意识到能源问题开始，给青少年朋友们介绍人类发展史上，人们如何为能源而奋斗，又如何将追求目标最后指向了“人造小太阳”；人类要达到这个目标，又还面临着多少困难！

青少年朋友们！从事科学工作是很艰苦的，但也是趣味无穷的。将“小太阳”控制在实验室里已经曙光在望，但还存在许许多多很难克服的困难。我很希望读了这本书的青少年朋友，有人会毅然加入到这科学行列来，为人类实现“人造小太阳”而贡献自己的力量。

钟云霄

2014 年 8 月

一 永动机的幻想

- 要省力必须用机器 001
- 早期的永动机 004
- 电磁永动机与天外来客 008
- 不可违背的自然规律 010

二 终将枯竭的化石能源

- 烟雾缭绕的柴火 015
- 埋藏在地下的宝藏 018
- 新中国石油工业的崛起 021
- 能源诱发的世界热点 028
- 化石资源的枯竭 035

三 发现巨大能源的前奏

- 点石成金的幻想 039
- 一个伟大的母亲 042

- 难道世上真的有“秦皇照胆镜” 043
- “这个镭，我爱它，也怨它。” 047
- 放射性元素放出的射线到底是什么 049

四 原子核的发现

- 科学工作中的“鳄鱼” 052
- 在一天之中由物理学家变成了化学家 055
- 推翻老师的原子模型 057
- 魔瓶中的魔鬼被渔夫放出来了 061
- 人工放射性的发现 065

五 伟大的时刻

- 能给老师开课的学生 067
- 中国科学家的骄傲 070
- 两个穿着肮脏工作服的“运动员” 072
- 获得超铀元素的愿望 076
- 欧洲三个著名实验室的对垒 080
- 不能轻视小人物的建议 083
- 划时代的发现 085
- 顶级科学家自称是白痴 090

六 科学被卷入第二次世界大战

- 巨大的能源与巨大的威胁 096

- 第二次世界大战迫在眉睫 097
- 为什么德国没有造出原子弹来 098
- 德国科学家的良苦用心 100
- 英、美、法科学家在努力与法西斯赛跑 103

七 千方百计让裂变炉燃烧起来

- 火种与燃烧 107
- 理论的威力 111
- 分离铀 235 的麻烦 113
- 必须要有使裂变中子减速的装置 115
- 指数堆的巧妙设计 117
- 如何控制“裂变炉” 121

八 蘑菇云冲上了天空

- 原子弹是如何做成的呢 124
- 为控制原子弹而献身的年轻科学家 125
- 科学家们反对使用原子弹 126
- 蘑菇云震撼了制造它的科学家 129
- 终于用原子弹结束了战争 131
- 科学家们的内疚 135

九 用巨大的能源为人类服务

- 在艰苦条件下成长的我国科学家 137

- 为制备物资、培养人才作不懈努力 141
- 我国的蘑菇云终于升上了天空 145
- 和平利用核能的曙光——核电站 147
- 核电站的安全问题 149
- 能源！能源！人类还需要寻找新的能源 151

⊕ 太阳的光辉与氢弹的威力

- 远古祖先与太阳的斗争 154
- 太阳的温度与化学成分是如何知道的 157
- 太阳的能量从哪里来的呢 160
- 太阳的年龄有多大了 162
- 点燃氢弹的“火柴”是什么 163
- 从保密到公开再到国际合作 167

⊕ 一 把小太阳用磁场笼子关起来

- 如何做磁场笼子 170
- 让磁力线成直线怎么样——角向收缩装置 174
- 让电流成直线怎么样——Z 向收缩装置 175
- 让磁力线两端收缩怎么样——磁镜装置 177
- 将放电管做成环状闭合装置 178
- 最成功的磁场笼子——托卡马克 183

⊕ 二 把小太阳做成小丸子

- 神奇的炮弹——激光 189

● 首先提出激光打靶的科学家	194
● 巨大的“神光”装置	195
● 激光轰击靶丸后发生了什么	199
● 必须考虑的两个问题	200
● 黑洞靶或炮球靶	206
● “快点火”方案	209
● 小靶丸聚变热机	211
● 磁压缩与磁化靶	213

一、永动机的幻想

我们生活在地球上，无处不需要能量。工厂里机器转动，马路上汽车飞跑，晚上电灯亮起来，都需要能量。城市里的能量是靠电供应的，一旦断了电，工厂就会停工，自来水也会停了。没有了工厂加工的米、面，没有了水，城市居民无法生活，城市就要瘫痪。

有意思的是，断了电，对偏僻的落后的山村影响就要小得多，因为那儿的很多工作都还是用人力或牛马完成的。只要用人力摇动轱辘，水就能从深井中提取上来，用人力或牛马拉起磨，就能把麦子磨成白白的面粉……

● 要省力必须用机器

人类在劳动中，会想各种各样办法来使自己省力。譬如说，人们会利用一块小石头来垫起自己的木棒，用比较小的力气把很重的石头撬起。要将水从深井中提上来，摇动一个轱辘要比直接提桶省力得多。这与孩子们都喜欢玩的跷跷板类似，一个比较重的成年人，只要他坐在离支点比较近的地

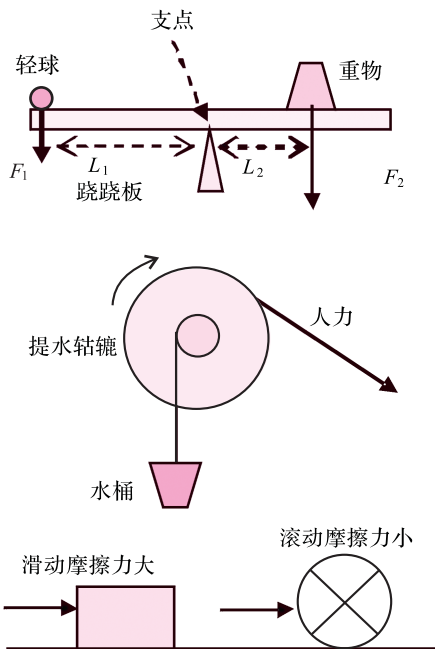
杠杆原理



省力的杠杆

方，一个小孩就能把他抬起来。这些其实都是杠杆原理。图中小石头作为木棒的支点，大石头距支点近，人手距支点远，因而用很小的力就能把大石头撬起。提水的轱辘省力的道理也相同，人力离轴心的距离比水桶重力离轴心的距离大，

因而可以用比较小的力提上一桶水。在平地上要移动一重物，只靠推，非常费劲，因为物体与地面的摩擦力很大，但一个圆筒推着滚就很省力，因为滚动摩擦力很小，聪明的搬运工人会在重物下面垫上一些滚木，能工巧匠做起各种车



各种省力机械

子，都是利用滚动摩擦力小的原理。

人们想了很多省力的办法，但没有人力还是不行，车还要人拉，水还要人提，磨还要人推，当然有些可以让牛、马去做。慢慢人们也了解到有些大自然的力量是可以代替人力做工的，从高山上下泄的溪水，可以让它冲到机叶上，推动机器转动；空旷地区的风，可以吹动风车转动，代替人力来做工。

科学家们总结了劳动人民与自然斗争的成果，用“功”字代替“工”字，而且总结出做功需要能量。能量这个概念，人们并不是很早就清楚的。能量需要一个来源，这就是能源。高山上的水，地球上刮的风，会劳动的人，都是能源。

虽然在现实中，做功都需要有能量的来源，但是人们不甘心，机器转动非要从高山上流下的水吗？非要自然吹动的风吗？一旦没有水怎么办？没有风怎么办？难道没有能源就不能使机器转动起来？的确，机器的设计有好坏之分，好的机器所耗费的能源要少得多，那是不是能设计出一种不需要能源的机器？或只要原始一点推动力，就让机器能转个不停，那该有多好。从机器开始为人类服务的那天起，就有人竭尽全力想发明永远转动的机器——永动机。

在我国著名的小说《三国演义》中，有聪明的政治头脑，又懂气候变化规律，预测东风将至而假装“借东风”的诸葛亮，曾经为了运输粮草，制作了自己会行走的“木牛流马”。这可能是我国历史上唯一有记载的一种“永动机”，当然这是小说家之言，不是史学家的记载；何况在小

说中也语焉不详，很难知道诸葛先生的设计到底是怎么回事！好像现代有好事者曾经想按照诸葛亮的思路试作“木牛流马”，结论是：不过是一种独轮车，只是在轮子的四周装上四条腿，防止车的倾倒，另有一个小小的机关，可以停止车的行动，目的只是为了欺骗他的政敌司马懿而已。“木牛流马”并不会自己行走，还是需要士兵这个能源去推动。

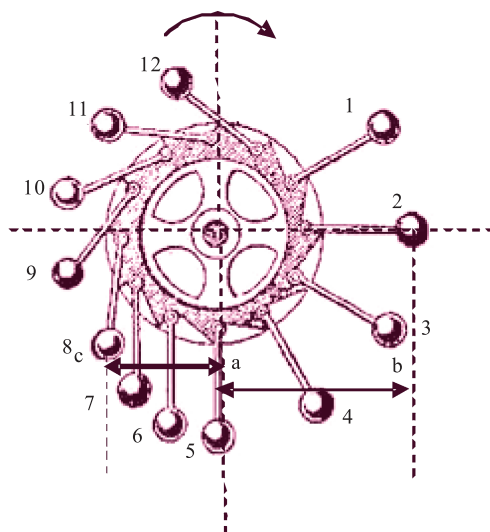
全世界的人都一样，都有制作永动机的想法。在科学发展史上有记载的永动机就有以下这些。

● 早期的永动机

13 世纪时一个叫亨内考的法国人设计出了一幅永动机的示意图。他的想法很有趣，12 个相同的重球装在杆子上，用铰链铰在一个特殊的轮盘上，当轮子作顺时针转动时，由于齿轮边缘的不同斜度设计，使右边给轮子加速的重球的力矩比左面的给轮子减速的力矩要大。别忘了力矩等于力乘力臂，力臂就是力与轴心的垂直距离。我们不妨比较一下铰链点在同一水平线上的 2 球与 8 球，2 球的力臂为 ab ，8 球的力臂为 ca ，显然， $ab > ca$ ，设重球的质量为 m ，则必然有：

$$mg \cdot ab \text{ (加速力矩)} > mg \cdot ca \text{ (减速力矩)}$$

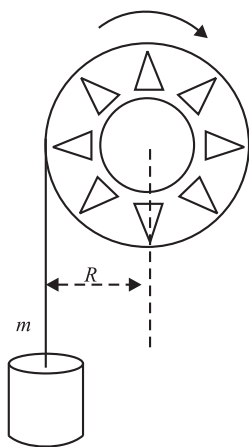
其中 g 为重力加速度， mg 即球受到的重力。那这样是不是达到永动机的设计了呢？用不着去详细计算这个力学



亨内考的永远机

问题的每时每刻的总力矩，只要在图中数一数加速力矩与减速力矩的数目就行了。虽然对一个球来说，加速轮子的力矩比较大，但是，在转动过程中，加速力矩总是比减速力矩要少。就以上图所画的情况看，第1、2、3、4等四个球是加速轮子的，第5球力矩为零不算，但有第6、7、8、9、10、11、12等七个球是减速轮子的，数目大大超过前者，实际上就不可能达到总加速力矩永远大于总减速力矩的目的。何况还没有考虑轮轴上的摩擦力矩，而摩擦力矩是永远阻止轮子转动的。更不用说还要这轮子工作了。让它工作，简单说让它从井底吊上一桶水，设该桶水的质量为 m ，受到的重力为 mg ，重力离轮心的距离为 R ，则该桶水阻止轮子转动的力矩为 mgR 。

16世纪70年代，意大利的一位机械师斯特尔又提出了一个永动机的设计方案。他的设计方案实际上是利用高处



永动机吊水

的水向下冲的办法来使机器转动，现代的水电站就是这样做成的。可是，真正的水电站有取之不尽用之不完的水源，这水源是汇集了上游河道的流水，上游的流水又从各处集结而来，总之，这些流水是从下雨积聚来的。现在要人造一个水电站，在高处放一个水槽，从水槽中流出水来冲击水轮转动，不管是让水轮转动后用来发电或直接用来带

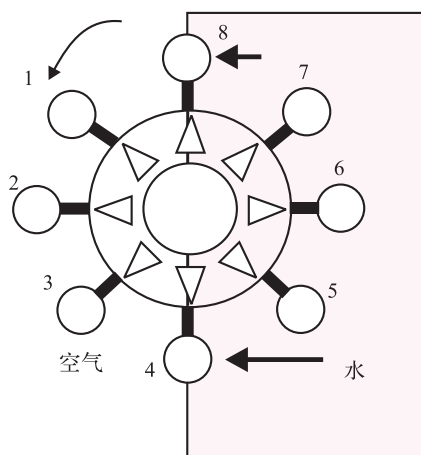
动水磨，有一个必须解决的问题，就是如何将流下的水再回到高处的水槽中去？设计者想尽办法如何收集起流下的水再回到高处的水槽中去，甚至想利用毛细管原理，一块挂着的毛巾，下端放在水盆里，由于毛巾纤维的毛细管作用，使整个毛巾都潮湿了，这就是毛细管原理。但那是靠毛细管壁的附着力才有的现象，没法让大量的水通过附着力升高，结果还是失败的。

人们发现的各种物理现象都会被永动机的痴迷者用来设计永动机，物体在水中的浮力也被永动机设计者利用。设计者将机器的一半放在水中，一半在空气中。在水中的球因受到水的浮力作用，等于球的重量减轻了，因而对机器的转动力矩就小了，机器就向逆时针永远转动。

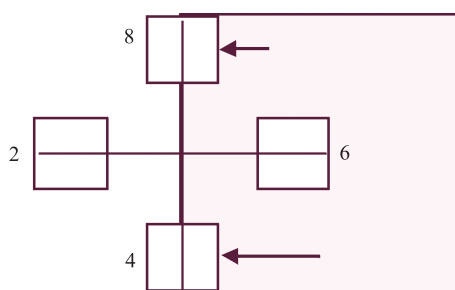
固然，下面图中的 5、6、7 重球因受到浮力要比相应的 1、2、3 重球的力矩小，可是，当 4 球从空气中进入水中所受到的水的阻力要比 8 球出水时所受的水的推力大得

多。为了看得更清楚，我们把图简化一下，只剩2、4、6、8四个球，并且用立方体来代替球形，得到下图。

从图来看，在水中的第6方块受到浮力，而在空气中的第2方块没有浮力，似乎可以使机器向逆时针方向转；但是，大家



浮力永动机



简化的浮力永动机

知道，浮力等于方块排开的水重，而水越到深处，密度越大，密度大，排开的水的重量就大，也就是浮力大。因而第4方块所受的浮力就比第8方块所受的浮力大；推第4方块出水的力就比推第8方块的力大，这个差别就要使机器向顺时针方向转动。因而即使你开始推它一下，让它动起来，它也只能一会儿顺时针、一会儿逆时针地摆动，到最后因摩擦而停止在平衡点，根本不可能做成向一个方向转动的永动机。