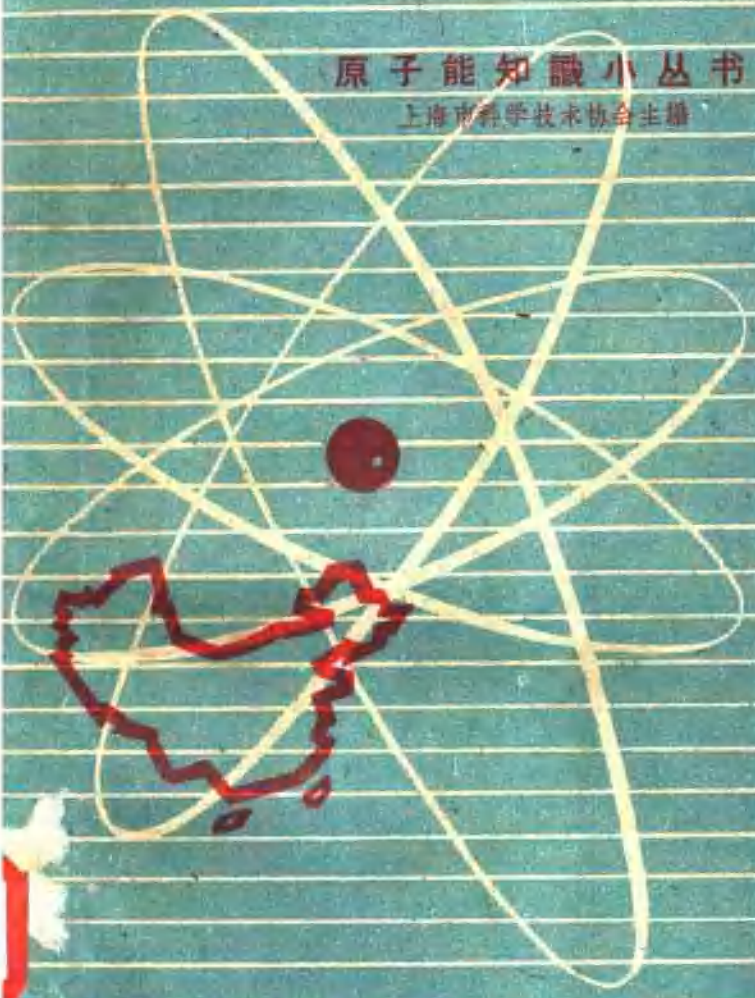


原子能知識小丛书

上海市科学技术协会主编



我国跨入原子能时代

科技卫生出版社

我國跨入原子能時代

蔣錫等編寫

*

科技衛生出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出093號

上海市印刷五廠印刷 新华書店上海發行所經售

*

開本787×1092 1/42 印張20/21 字數20,000

1958年12月第1版 1959年1月第2次印刷

印數2,001—12,000

統一書號：T. 13119·227

定價：(七)0.08元

目 录

一、我国第一座原子反应堆·····	1
二、我国第一座迴旋加速器·····	12
三、高气压静电加速器·····	16
四、我国几年来应用放射性同位素的成就·····	25



我国第一座

原子反应堆

1958年6月，在苏联的无私援助下，我国第一座原子反应堆已经开始运转，第一架回旋加速器和自制的高气压静电加速器也都已经造成。这些伟大的成就标志着我国已经跨进了一个崭新的历史时代——原子能时代。

这是使全国人民十分兴奋的一件大事情。什么叫原子能时代，为什么我们跨进了原子能时代是一件意义重大的事件呢？大家都知道，生产力的发展是推动社会前进的重要因素，而在生产力中间代替人类体力劳动的原动力又佔主要的地位。由历史上看，在工业迅速发展的近几百年内，首先经过的是蒸气机时代，由19世纪中叶到现在可以说是电力时代。在这些年代中，~~动力主要来源是~~天然的机械能，如水力、风力等等，~~和化学能——煤、石油等燃料~~在化学反应中产生的能量。近五十年来，科学的发展异常迅速，而物理学中的原子核物理又是站在最前

鋒的科学部門之一。很久以前物理学家就发现了在原子核中蘊藏着巨大的能量。如果有方法使重原子核（象鈾原子核）分裂，或者使輕原子核（象氫）聚合，蘊藏在核內能量就会釋放出来。这种能量叫原子核能（平常簡称原子能），它和化学能、生物能一样，都是自然界中重要的能源。原子能主要特点是它的蘊藏量非常巨大。例如全分裂的一公斤鈾釋放的原子能就和250万公斤优質煤的化学能相等。只要使原子能大量釋放出来，人类就可以得到更多的动力，就可以大大提高生产力和生活水平，这种变化是革命性的。第一种大量釋放原子能的設備在几年前首次被制造出来，这就是原子反应堆。从此人类就进入了一个新的时代——原子能时代。

原子能事业的发展在全世界都非常迅速，它很快地由科学研究工作轉变成一个龐大的工业部門，而在这个領域內，苏联由于社会主义制度的优越性又是走在世界各国的最前面。在我国解放以前原子核物理是一个空白部門，沒有任何研究設備，更不要談原子反应堆了。然而革命胜利以后，在党的正确领导下，有优越的社会主义制度作保證，有苏联无私的援助，短短數年內，我們就拥有了原子能事业所需要的一切重要的裝备，我們將利用它們建立起我国自己的原子能工业来。这怎能不使人欢欣鼓舞、兴奋万分呢！

原子反应堆的构造

要大規模地产生原子能供給工业上的应用，必須利用特殊的、能在短時間內大量集中进行的核反应。鈾核在中子的轟击下分裂就是这类可利用核反应之一。中子轟击鈾原子核以后，它可能分裂成两个中等大小的原子核，将核能釋放出來（1公斤全部分裂的鈾可以放出約兩千万瓩小时的能量），同时还可以放出2个到3个中子。这些中子又可以在邻近的鈾核中引起新的分裂，如此繼續增殖下去，在极短時間內可以产生大量的核反应。象这样自发的可以連續进行的反应，我們称它为鏈式反应。由它釋放出來的能量非常巨大，所以可以应用到工业上去。原子堆就是根据这个原理制造出來的。

原子反应堆所用的燃料是鈾。天然鈾中含有鈾的两种穩定同位素：鈾238（99.3%）和鈾235（0.7%）。其中真正能产生鏈式分裂反应的是只占0.7%的鈾235，而占絕對多數的鈾238不但不能被慢中子引起分裂，反而能和中子产生别的反应，使中子的數目減少。因此将鈾238和235分离來，

增加其中鈾 235 的成分，就会得到更好的核燃料，它被称为濃縮鈾。核燃料除了鈾外还有鈾 239（鈾 238 吸收中子变成的）和鈾 233（釷 232 吸收中子后变成）两种。

在用天然鈾作燃料的鈾堆中，必須应用中子減速劑。中子減速劑的作用是使分裂中产生的快中子的速度減慢，这样做可以得到两种效果：首先，避免鈾 238 将中等速度的中子吸收（它对中等速度的中子吸收的可能性最大），否則它既不分裂，反而減少了中子的數目，妨碍鏈式反应的进行。其次，中子速度愈慢，引起分裂的可能性愈大。用作中子減速劑的是輕元素构成的物質如重水、鈹、石墨（碳）等。这些物質的原子核質量比中子大得有限，快中子和它們碰撞若干次后，就会很快地降低速度。中子減速劑應該很不容易吸收中子，这方面重水比石墨好。普通水的氫与中子作用比較強烈，因此只在用濃縮鈾作燃料时才可用它作減速劑。

根据适当的設計，将鈾棒組成的柵格和中子減速劑“堆积”在一起，就造成活性反应区。鏈式分裂反应就在这里面进行。这是反应堆的心脏。“堆”这个名称也就是由此产生的。活性区内，鈾核分裂的能量变成粒子杂乱运动的动能——也就是热能，因此活性区内的溫度很高。用载热流体流过活性区，使活性区保持在不致发生破坏的溫度内，同时

也将大量的热能携带出来。利用这些热能就可以产生蒸汽，推动涡轮机发电，或者作别的动力。

反应堆的运行是 如何控制的呢？

原來鈾核分裂產生的次級中子中，約有 0.7% 是緩發中子，它們是鈾核分裂若干秒甚至於幾分鐘以後才放出來的。這個現象是人們控制反應堆運行的關鍵。設想如果所有的中子都是在鈾核分裂的當時立即放出，那麼不產生鏈式分裂反應則已，只要鏈式分裂反應一開始，它就會在極短時間內加速進行，使人來不及控制，就會發生爆炸。正因為有緩發中子的存在，鏈式反應的速度才能受人的控制。由於反應堆中熱中子的強度是決定反應速度的關鍵，人們就利用能強烈吸收熱中子的鎢棒來控制鏈式反應。鎢棒愈深入活性區，吸收中子愈多，反應的進行就愈慢，甚至於停止。同樣，反應堆的功率也可以由中子的強度決定。中子強度由安置在活性區附近含硼（它和中子的作用很強烈）的探測器記錄。探測器將中子的強度變成電訊號，加以放大，再用以控制鎢棒的機械運動，就可以自動調節反應堆的運行狀況。

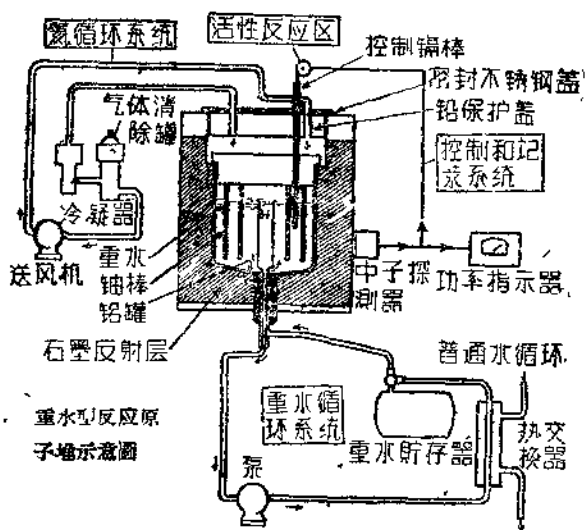
总的来看，原子反应堆是由活性反应区载热循环系统和控制系统组成的。新近开始运转的我国第一座原子堆，叫实验性重水型反应堆。它所用的燃料天然铀，减速剂是重水，热功率（单位时间内的发热量）是7,000瓩；必要时可提高到10,000瓩。在反应堆中有重水和氮气两种主要的循环。重水用作中子减速剂，同时也是载热剂，它在经过热交换器时，将热量交给另一个普通水的冷却循环。在活性反应区的上方，有重水蒸气和活性区中分离出来的爆炸性气体，所以要靠流动的氮气将它们带到堆外，合成重水，把重水送回到反应堆中。纯净的氮气又可回去引出新产生的爆炸性气体。

原子反应堆的重大用途

原子反应堆的用途很大，我們可分下面几方面来看：

一、动力 上面已經談过，原子堆可以产生巨大的能量，表现为大量的热能。大的原子堆功率可以大到几十万千瓦。这样大量的热能，可以按通常的方式去利用，象发电，推动輪船、火車和飞机。苏联就是世界上首先造成原子能发电站和原子能破冰船的国家。由于少量物质中就蕴藏着大量的原子能，所以用它作为动力的主要优点是节省核燃料，它特别适用于破冰船、潛艇和星际火箭等等。在缺乏水力和煤的偏僻地区建立原子能发电站，可以避免大量燃料的运输。广泛使用原子能还可以节省重要的化工原料——煤和石油。

二、生产核燃料和放射性同位素 前面說过鈾233和鈾239也是优良的核燃料，但是它們不是天然存在的。用鈾232或鈾238放在反应堆里被中子照射，就可以大量生产这两种核燃料。



重水型反应原子堆示意图

原子堆中产生大量的中子，而中子是最容易引起核反应的粒子，所有的各种原子核在中子照射下都会发生变化，因此在原子堆中可以生产各种放射性同位素。放射性同位素是目前原子能工业中除了动力以外最有用的东西。利用它的射线可以在工业上探伤，装置自动控制仪器；在农业方面增长农作物贮存的时间，帮助选种、杀虫；在药理学方面可以治疗癌症。放射性同位素，除了带有放射性以外，一切化学性质都和平常的化学元素一样，因此它可

以参与各种化学变化和机械运动，而靠放射性显示出这种元素的运动规律。利用这种示踪的性质，可以研究以前很难研究的工业上的各种过程，例如钢的冶炼，机器的磨损；农业上可以研究作物合理施肥的途径；医学上可以研究人的各种生理病理过程等等。此外，原子堆的核燃料铀本身，在分裂后产生的很多放射性同位素（叫裂变产物），也同样可以应用。

三、进行科学研究 原子堆产生的强大中子流和 γ -射线，可以用来研究中子本身的性质、中子引起的核反应等物理问题；也可以研究射线如何改变金属的结构和强度，从而寻求原子能工业中需要的各种材料。射线对生物的生理和遗传性能有相当的影响，也是需要大力研究的课题。化学上的各种化合物，尤其是高分子聚合物，在射线的照射下，会改变自己的性质。例如石墨在照射后强度提高一倍半。射线还可帮助化学反应的进行，如石油的加工、高分子聚合物的合成等。这门新兴的学问叫辐射化学。这些问题；都需要在原子堆上进行，因此原子堆又是一件重要的科学工具。

我国第一座原子堆是实验性的，除了利用它生产放射性同位素供应全国各部门和科学研究机关的需要外，主要将依靠它来研究原子核物理、辐射化学、辐射生物学、金属材料性能等各种科学问题。

依靠它的帮助，我們将要建立起中国自己的原子能工业来，全国各省市都将拥有原子堆和加速器，和平利用原子能事业将变成成为我国国民經济建設中最有力的支柱之一。

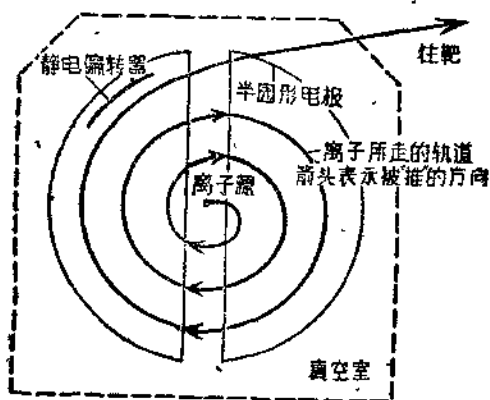
原子能是今后最重要、最巨大的动力来源。我們不但要大量制造各种应用重元素作燃料的分裂型原子反应堆，还要研究如何使輕原子核能够大量聚合，制造聚合型的反应堆。这种研究成功，将来就可以应用海水作燃料，那就是千年万代永远不会竭尽的动力，人类社会的面貌也将发生根本的改变，共产主义社会就一定会在极高的生产力的情况下实现。这是一个美好的、不久一定能实现的前景。

（ 蔣 鐸 ）

我国第一座迴旋加速器

迴旋加速器是近代原子核物理研究中的重型儀器。我們知道，原子能的被發現和被應用還是近十年來的事。為什麼人們沒有在更早一些時候發現和利用呢？有一個重要的原因就是原子核是非常堅硬而又難於接近的東西，因而要研究改變它就很不困難。它的堅硬和難於接近的程度可以用以下的例子來說明：假若我們能把原子放大，一直放到有一個足球場那麼大，那么在“足球場”中間的原子核還只有一顆豌豆那樣大。可是，原子（也就是物質）的重量卻幾乎全集中在原子上。如果我們真能把這些“豌豆”堆在一起，而不讓他們疏散在廣大的空間里，那麼一立方厘米的“原子核”就會有幾千噸重，從這裡我們可以想像它的“硬”。除了“硬”以外，它們還非常難接近。這是因為原子核與核之間都帶有電，而這些電之間的排斥力又是非常大的。假如我們把兩個氫原子核都放大到直徑是一厘米的圓球（和桂圓核那樣大），而且又把它們擺在相距一厘米的地方，那麼它們之間的排斥力量就足以把整個地

球托住。不过，尽管他們这样硬而且难于接近，我們还是把它征服了。我們加速器所“射出来”的“炮弹”，——很小的，带电的氦原子核——能达到大約每秒钟五万公里的速度。只有在这样巨大的速度下，“炮弹”才能够直捣原子核，把它打碎，引起一系列的原子核反应，使我們能揭破原子内部的謎，找出它的构造和規律，让它为我們服务。也因此，加速器的制造和制成，标志着一个国家在掌握研究和利用原子能的能力和尺度。



迴旋加速器示意图

設想有一个大的足球場。在足球場正中間有一个人在騎自行車。他不断地繞着圈子使勁蹬車子，起初繞小圈子，后来速度越来越快，圈子愈繞愈大，

最后一直轉到球场的最外圈，这时它的速度很大了，就沿着一条直綫一直向前冲去。迴旋加速器的加速也相似于这样一个过程。它有一个真空室，在真空室的正中間有一个离子源，从离子源里源源不断地冒出帶电的微粒子。在真空室的上下有兩個强大的磁极；在磁场的影嚮下，帶电粒子就会开始轉彎。另外在真空室內还有兩個半圓形的电极。在它們上面通有很高的电压。因为电是同性相斥、异性相吸的，所以当帶电的粒子經過兩個电极之間的縫隙时，电极造成的电场就“推它一把”，使它比以前更快一些。半圓电极接在高频发射机上，它們能随时跟着粒子的行动改变自己的正負，使得粒子在經過縫隙时都恰好被“推一把”。这样愈推愈快，繞的圈子就愈大。最后到达半圓形电极的最外边，就可以用电的偏轉器把它引出真空室，轟击我們所需要研究的物質了。

虽然原理很簡單，但是具体的設備是很龐大复杂的，它集中了近代工业中的一切技术。当上百噸的电磁鉄开始工作时，你如果站在旁边，就会发现手表停走，身上所有一点点含鉄的东西都感到强大的吸力，如果它的强力高频发射机对准天空的話。它发出的訊号全世界都能收听到。它有全副的供电系統、高频系統、真空系統、水冷系統、离子源、靶室等系統。并且有着对这一切系統的遙控指示設