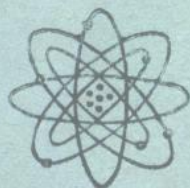


原子能利用問題



國防工業出版社

原子能利用問題

論文集(修訂版)

莫斯科夫斯基 少將 合編
阿斯塔申科夫 少校
劉 銘 字 等譯



國防工業出版社

苏联 В.П.Московский и П.Т.Астапенков编: 'Проблемы
использования атомной энергии' (Военгиздат 1956年第二版)

国防工业出版社

*

北京市書刊出版业营业許可証出字第074号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 $1/32$ ·11 $9/16$ 印張·242千字

一九五九年三月第一版

一九五九年三月第一次印刷

印数: 0,001—8,800 册 定价 (11)1.80元

№ 2239

目 录

I. 原子能的利用問題

在可控制的核反应的道路上前进.....	5
用气体放电法产生可控制的热核反应的可能性.....	20
现代物理学的重要問題.....	24
核反应堆的工作原理和构造.....	30
苏联的核反应堆.....	42
在苏联發展原子能动力事业的几个問題.....	59
原子能發电站.....	65
原子能动力事业的發展远景.....	76
核子燃料發动机.....	81
原子船.....	93
原子飞机.....	98
星际航行火箭.....	104
原子工业.....	114
放射性物質在工业上的应用.....	142
核射綫和医学.....	153

II. 原子武器和原子防护

对原子爆炸伤害作用的防护器材和防护方法.....	164
居民区内原子爆炸作用的特点.....	190
地形防护性能的利用.....	200
地形的工程设备.....	207
后方軍事目标掩体的构筑.....	220
在放射性沾染条件下的行动.....	224
武器和軍事技术装备的消除放射性沾染.....	245
消除地面的放射性沾染.....	254

衛生处理和消除服装的放射性沾染	260
装甲坦克兵在使用原子武器条件下的行动特点	267
炮兵的对原子防护	276
航空兵的对原子防护	282
舰艇对原子防护的一些問題	293

III. 携带原子武器的工具

携带原子武器的飞机	307
野战炮兵	321
远程火箭	327
飞航式导弹	333
高射导弹	339
航空导弹	345
非导火箭弹	350
现代潜水艇	355

原子能利用問題

論文集(修訂版)

莫斯科夫斯基 少將 合編
阿斯塔申科夫 少校
劉 銘 字 等譯



國防工業出版社

苏联 В.П.Московский и П.Т.Астапенков编: 'Проблемы
использования атомной энергии' (Военгиздат 1956年第二版)

国防工业出版社

*

北京市書刊出版业营业許可証出字第074号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

787×1092 $1/32$ ·11 $9/16$ 印張·242千字

一九五九年三月第一版

一九五九年三月第一次印刷

印数: 0,001—8,800 册 定价 (11)1.80元

№ 2239

目 录

I. 原子能的利用問題

在可控制的核反应的道路上前进.....	5
用气体放电法产生可控制的热核反应的可能性.....	20
现代物理学的重要問題.....	24
核反应堆的工作原理和构造.....	30
苏联的核反应堆.....	42
在苏联發展原子能动力事业的几个問題.....	59
原子能發电站.....	65
原子能动力事业的發展远景.....	76
核子燃料發动机.....	81
原子船.....	93
原子飞机.....	98
星际航行火箭.....	104
原子工业.....	114
放射性物質在工业上的应用.....	142
核射綫和医学.....	153

II. 原子武器和原子防护

对原子爆炸伤害作用的防护器材和防护方法.....	164
居民区内原子爆炸作用的特点.....	190
地形防护性能的利用.....	200
地形的工程设备.....	207
后方軍事目标掩体的构筑.....	220
在放射性沾染条件下的行动.....	224
武器和軍事技术装备的消除放射性沾染.....	245
消除地面的放射性沾染.....	254

衛生处理和消除服装的放射性沾染	260
装甲坦克兵在使用原子武器条件下的行动特点	267
炮兵的对原子防护	276
航空兵的对原子防护	282
舰艇对原子防护的一些問題	293

III. 携带原子武器的工具

携带原子武器的飞机	307
野战炮兵	321
远程火箭	327
飞航式导弹	333
高射导弹	339
航空导弹	345
非导火箭弹	350
现代潜水艇	355

I 原子能的利用問題

在可控制的核反应的道路上前进

中校工程师、講師及物理数学碩士 B. 米哈依洛夫

原子能是一种由于原子核發生变化而釋放出来的能，因此叫它做核子能要更正确些。

为了开发原子能并学会利用它，就必须研究物質的结构，深入原子内部去了解組成原子的各粒子的性能和相互作用的規律，并学会掌握原子核的变化——控制变化的速度，必要时停止核变化，預見最后的结果等。

研究原子核变化过程完全是按照辯証的方法来了解事物的真象和客观的现实——从生活的直观到抽象的思維，再从抽象的思維到实际。开始是通过观察和实验确定了一些新的科学事实——发现了放射性、原子核、基本粒子——电子、質子、中子等。然后这些事实获得了理論根据。理論又在实践中得到了証实，它照亮了有利于人类的利用原子核变化过程的道路。

在研究和掌握核变化过程中，一些自然法则，如化学元素周期律、能量轉变和守恒定律、質量与能量相互联系定律以及其他許多定律都起了很大的作用，并且現在仍然起着这样的作用。在研究核变化和掌握其变化規律中，偉大的俄国科学家Д. И. 門捷列夫在 1869 年发现的化学元素周期律具有最重要的意义。由于門捷列夫——堅定的辯証唯物主义者——

对自然法则的客观性有着深刻的信念，所以他能够在基本的自然法则上有了伟大的发现，这一发现曾被恩格斯誉为科学上的丰功伟绩。门捷列夫的周期律肯定了原子之间有规律的内部联系的存在，同时包括了整个无机物质界的物质及其变化的发展，无论是物质的微粒——从原子核到最复杂的分子，或者是巨大的宇宙天体——从我们的地球到最庞大的星球——都是如此。十九世纪的科学家籍助于周期律而学会了控制复杂物质的化学变化。但还在周期律发现的初期，门捷列夫在谈及化学变化的问题时就曾说过，掌握化学元素的变化过程是将来的研究工作者的一个任务。他指出：“一切化学的学说在于论述元素的性能。至于把一种元素变成另一种元素的目的和任务，这将是以后的事”。

二十世纪的科学界确定，原子是由较重而带正电荷的原子核和围绕原子核运动较轻的电子组成的（图2），并学会了控制原子核变化或核反应，也就是元素变化的方法。

朝这个方向走的第一步约于半世纪前在探索放射性——某些元素（例如镭）能放射出肉眼看不见的有穿透能力的射线——的秘密的时候就已完成。科学家们确定，放射性是核蜕变的过程，放射性物质的原子核自行分裂，蜕变成较简单而稳定的原子核。

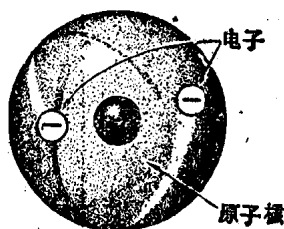


图2 原子的结构。

放射性元素原子核的分裂是一种自然进行的（自发的）核反应的范例。在核反应过程中，随着原子核的变化，化学元素也有改变。这时候就会有能量放出来。在整个原子核分

裂期中，即使只是几克物質，但所釋放出来的总能量也是極其巨大的。因此，放射性的研究結果首先肯定了自然界中存在着核反应，同时原子核内部蘊藏着巨大的能量，这种能量会在原子核蜕变的过程中逐渐釋放出来。

唯心論者抓住了核子物理学方面的初步成就企圖作出結論，認為放射性可以推翻能量守恒定律，物質似乎可以轉變成能量。现实的生活駁倒了唯心論者的謬論。物理学的發展不但証實了能量轉变和守恒定律的正确性，而且这一定律对核蜕变过程也是完全适用的，同时还充实了这一定律的内容——發現能量和質量有着密切的关系。从而証实并發展了具有普遍性的“罗蒙諾索夫定律”，早在 1748 年，偉大的科学家罗蒙諾索夫就在这个定律中把物質和运动的統一及連續性这一唯物主义的观念下了一个深刻的定义。

質量与能量相互联系定律是杰出的德国物理学家 A. 爱因斯坦在 1905 年創立的。我們从門捷列夫的主張中預見到了質量与能量的相互关系。很明显，由于优秀的俄国物理学家 П. Н. 列別捷夫在 1899 年發現了光压并进行了測量，这样才导致了这个定律的創立。

根据質量与能量相互联系定律来看，由于原子核的質量平均要占整个原子質量的 99.95% 以上，所以原子内部蘊藏的能量主要是集中在原子核内。这个結論在現代的原子能学說的實踐中完全得到了証实。

掌握原子核变化过程的第二个重要的步驟是与 1919 年进行的第一次人工核反应有关的。当时偉大的英国物理学家 Э. 盧瑟福用从放射性物質放射出来的甲种粒子去轟击氮的原子核而得到了氧和氦。盧瑟福的研究提供了实现人工核反

应的可能性。近年来，由于应用了这种“原子炮兵”而得以在实验室的条件下实现了数百种不同的核反应。

用甲种粒子轰击轻金属铍时所发生的核反应具有非常大的意义。在研究这种反应时，英国的物理学家H.K. 捷特维克发现了中子。中子的发现在核子物理学上是一个巨大的变革，这种变革对于实现可控的核反应起了重

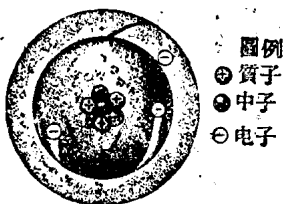


圖3 鋰原子及其原子核的結構。

大的作用。苏联科学家Д. Д. 伊凡宁柯根据这一发现提出了“一切原子的原子核都是由质子和中子组成”的观念。现举锂原子的结构图(圖3)为例来说明，锂原子的原子核中有三个质子和三个中子。原子核结构的质-中子学说在苏联和外国的物理学家的研究工作中得到发展，并成为现代核子物理学的基础。

当用人工加速的质子去轰击锂的原子核时，原子核就会分裂成两个甲种粒子这种反应起着极其重要的作用，英国科学家科克洛夫特和华尔登在1932年最先做了这种反应，后来苏联的西涅尔尼科夫和伏尔捷尔也进行了同样的实验。这是第一次人工核反应，在核反应过程中释放了大量的核子能，这就说明，用人工激发核变化的方法来获得核子能在原理上是可能的。

法国物理学家弗雷德里克·约里奥-居里和伊莲·约里奥-居里夫妇研究了用甲种粒子轰击轻金属元素时所发生的核反应，从而在1934年发现了这样的事实，就是这些元素的原子由于被轰击而变成放射性元素。这样就肯定了用人工方

法获得放射性元素的可能性。人工放射性的發現在控制核反应的問題上物理学方面的可能性是更为扩大了。

应用中子来轟击各种物質对于今后核子物理学的发展具有特別重要的意义。中子是不带电的，由于中子具有这样的特点，所以它可以成为轟击原子核并使之分裂的最理想的“炮弹”，原因是中子不会受到带正电的原子核的电排斥力作用。1939年，在研究用中子轟击重元素所發生的过程时发现了原子核的鏈式反应，这就为現代获得原子能的方法奠定了基础。燃料燃燒的化学反应就是鏈式反应的一种，这种反应开始以后就会自然而然地繼續下去。苏联科学家 H. H. 謝苗諾夫早在 1928 年就已創立了化学鏈式反应的理論。

但原子核鏈式反应在 1939 年以前还没有发现，这在当时就成为利用原子能的主要障碍。要知道，用簡單的核反应的方法絕不会得到原子能。要得到原子能，必須用粒子来直接地分別轟击每一原子核。这样一来，所耗費的能量可能会超过所释放出来的原子能几万以至几十万倍。

自从 1939 年发现了新式的核反应以后，情况就根本改变了。这种反应（我們把它叫做重原子核的分裂反应）是德国科学家 O. 甘和 Ф. 施拉斯曼发现的。这种反应是用中子轟击重元素鈾 235 的原子核时，該原子核即分裂为两个中等重量的原子核而变为其他的元素，該元素位于門捷列夫元素周期表的中間。以后，当用中子来轟击釷和其他某些重元素的原子核时，发现它們也可以分裂。重元素原子核分裂的理論是苏联科学家 Я. И. 佛連盖尔根据原子核的液滴模型首先創立的。

約里奧-居里也在 1939 年发现了这种反应的最重要的一

个特点，就是当重原子核分裂时可以获得一些新的中子（次生中子），这样即可在一定的条件下实现鏈式反应。开始發生鏈式反应所需的中子經常存在于鈾中及其周圍。苏联物理学家弗列洛夫和別特雅克在1940年指出，有少数鈾原子核不受外力作用也能自行（自發地）放出中子。自然分裂的現象是很少的——1克鈾中每小时总共只有几十次自行分裂。但这时所得到的中子（称为自由中子或激發中子）足可發生鏈式反应，只要鈾的質量达到一定程度，大于或至少达到临界質量即可。开始是一个激發中子發生作用，从第一个發生分裂的鈾原子核中飞出的中子引起了新的分裂，結果就会出现数量逐渐增多的次生中子。重原子核分裂的鏈式反应示意图如图4所示。

这种反应的第二个重要的特点，就是在原子核分裂时有很大的能量释放出来。1公斤鈾235的全部原子核

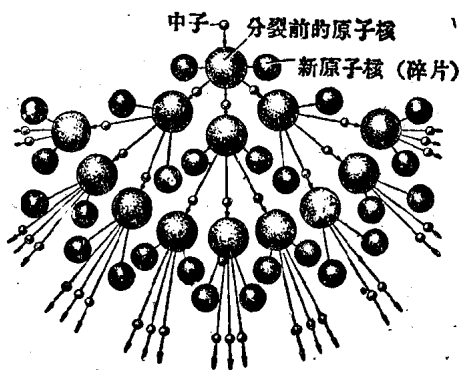


圖4 原子核分裂的鏈式反应示意图。

在鏈式分裂反应中所放出的总能量等于2万吨三硝基甲苯（梯恩梯）爆炸或2千吨优質煤燃燒时所获得的能量。这些能量足可使火車在莫斯科与海參崴之間往返一次。

重原子核分裂反应的發現和研究为实际解决原子能的利用問題奠定了基础。由于在克服科学和技术上的許多困难方面进行了大量的工作，因此得到了通过可控制的重原子核鏈

式反应来产生原子能的实用的方法。

原子彈中鏈式反应是以爆炸的方式在几百万分之一秒的时间內完成的。而在原子反应堆（原子鍋爐）中鏈式反应則是在受控制的状态下逐漸放出原子能。原子反应堆中鏈式反应的快慢是用控制棒来控制的，控制棒由易于吸收中子的鎳或硼制成。

鏈式分裂反应的速度由分裂时得到的次生中子的数量决定。产生新分裂的次生中子数与原来的激發中子数之比的平均值称为中子繁殖系数或鏈式核反应的發展系数。如果这个系数大于 1，則分裂过程中的中子数将是急驟地增長的，而此时的鏈式反应在每一單位时间中的分裂次数是增長的。假如在反应堆中插入大量吸收中子的鎳控制棒，則产生新分裂的次生中子数就会减少，而鏈式反应将进行得慢些。当插入反应堆中的控制棒达到一定深度，鏈式反应發展系数将小于 1，而核反应即行停止。

由于鈾 235 的原子核分裂而在反应堆中获得的热能用来产生高压蒸汽或气体，然后由这种蒸汽或气体来推动汽輪机或燃气輪机。汽輪机轉动后即可像苏联建成的世界上第一座原子能發电站一样带动發电机来發電，或者像苏联共产党第二十次代表大会的指令中規定要建造的世界第一艘原子破冰船一样，用来带动螺旋桨軸。一个每晝夜大約分裂 400 克鈾 235 的原子反应堆，可發出 40 万瓩左右的容量。

鈾是现代原子反应堆的天然核“燃料”。天然鈾中含有两种同位素，其中 99.3% 是鈾 238，0.7% 是有重大价值的鈾 235。除鈾 238 和鈾 235 外，釷 232 以及在反应堆中用人工方法取得的釷 239，釷 241 和鈾 233 都可用作核“燃料”。

由于利用了重原子核的鏈式分裂反应，所以近年来科学已深入到与原子核裂变过程绝对相反的部門——热核反应，并已掌握了它。所謂热核反应，就是在高达数百万度的高温作用下發生的核反应。在这种反应中，非常輕的原子核結合成較重的原子核。

根据現代物理学研究所得的材料，在温度高达2000万度的太阳內部就不斷进行着由氫合成（形成）氦的热核反应。由此可見，人类实际上早已和太阳上發生的热核反应所放出的能量有了关系。

近年来在地球上进行了氫原子的热核反应，从而發現了更有發展前途的新的生产原子能的方法。由鈾或钚制成的原子彈的爆炸即可得到开始热核反应所必需的超高温。通常氫的重同位素和超重同位素（氘和氚）就用作結合成氦的原始物質。氫的同位素的原子結構如圖5所示。



圖5 氫的同位素的原子結構。

为了解决和平利用热核反应的問題，必須先創立一种控制热核反应速度以免發生爆炸的方法。現代核子物理学最重要的总任务就在于此。

苏联科学家在原子和核子物理学方面的理論研究工作，为近年来在控制热核反应方面所进行的实验研究創造了成功