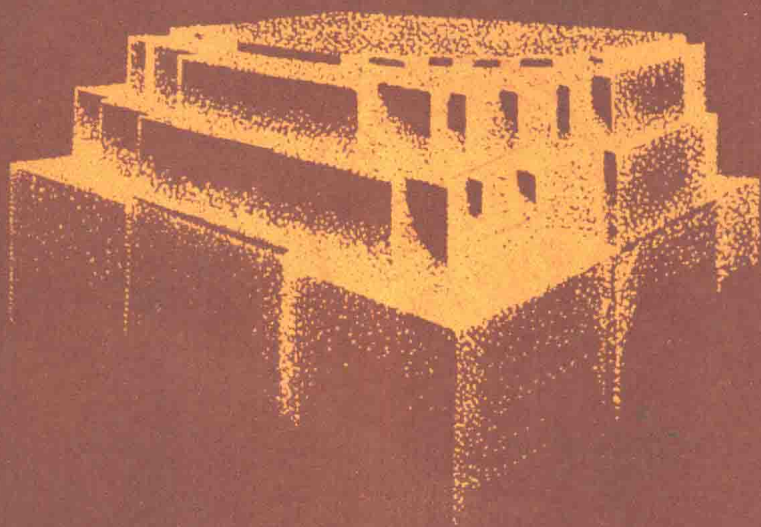


〔美〕 E. 费米 等著

第一座反应堆



科学出版社

第一座反应堆

〔美〕E. 费米等著

何芬奇译

科学出版社

1979

内 容 简 介

本书包括美国已故核物理学家费米和其他人写的三篇短文，文中以叙事的方式简洁地介绍了原子核裂变反应的发现、自持链式反应的原理和美国建造第一座原子核反应堆的经过。

本书可供广大读者阅读。

E. Fermi et al.
THE FIRST REACTOR
ERDA

第一座反应堆

〔美〕E. 费米等著

何芬奇译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979年6月第一版 开本：787×1092 1/32

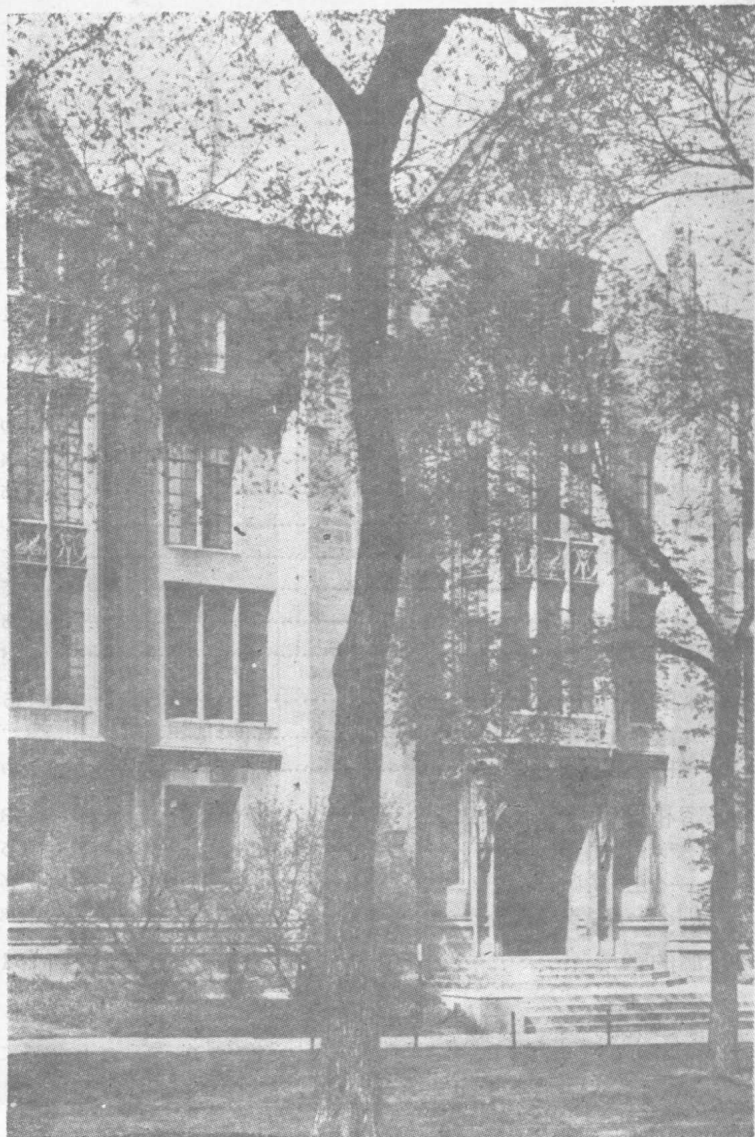
1979年6月第一次印刷 印张：1 3/4

印数：0001—19,240 字数：32,000

统一书号：13031·1020

本社书号：1439·13—3

定价：0.20元



1942年4月，科学家们在这棵“委员会树”下举行了一次高度保密的讨论会，它对于第一座反应堆的成功是极其重要的。这棵树挺立在芝加哥大学校园埃克哈特楼的前面。会议在户外举行使得科学家们能够自由地谈话而不致被别人偷听

目 录

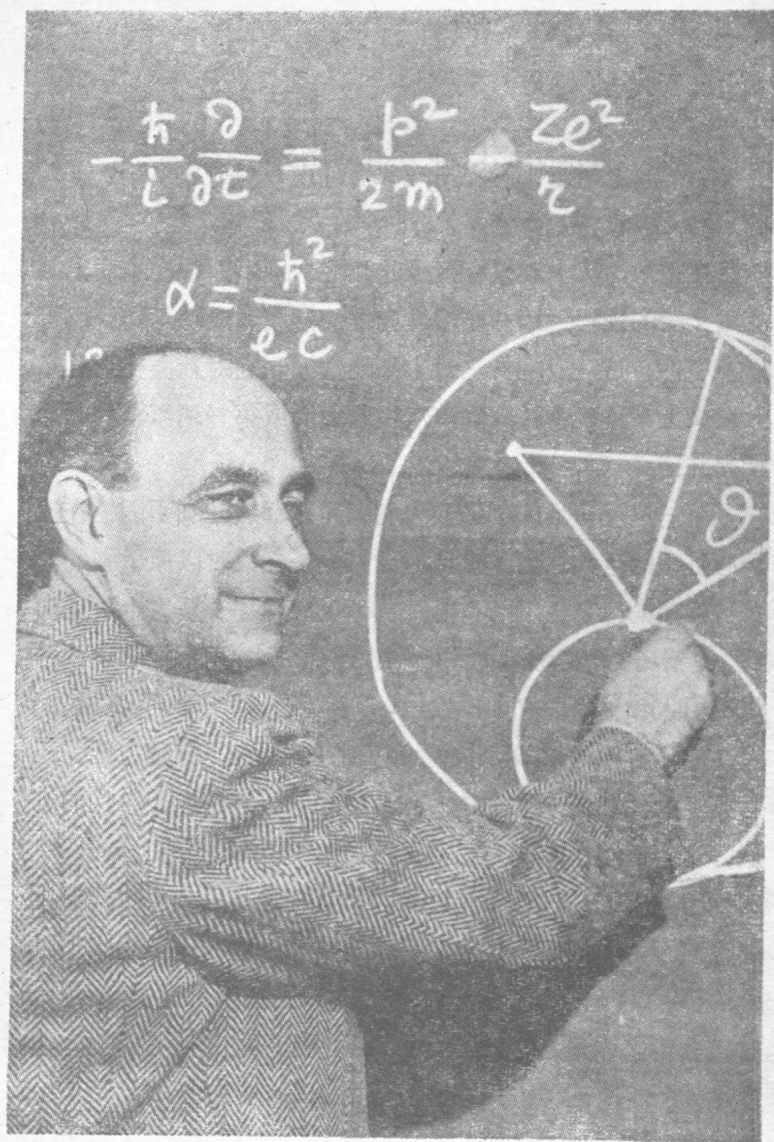
1942 年 12 月 2 日的重大意义.....	1
第一座反应堆..... 科尔宾·阿勒代斯 爱德华 R. 特拉普内尔	4
早期探索的岁月.....	7
玻尔的美国之行.....	9
立方点阵概念.....	14
成立曼哈顿工程区.....	16
计算预示了成功.....	20
为了验证而聚会.....	22
停下来去吃午饭.....	25
曲线是指数上升的.....	28
两位作者的话.....	33
费米的自述..... 恩里科·费米	35
裂变的发现.....	37
阳台上的集合.....	39
保密和反应堆..... 费米夫人	43
费米夫妇的宴会.....	45
一个主妇的时间表.....	46
击沉一艘旗舰.....	48
最后的章节.....	51

1942年12月2日的重大意义

在整个历史上，只有很少的几桩个别事件曾在本质上改变过文明的进程。第一座核反应堆的落成和成功运转就属于这类事件，这一成就从它对未来的推动和它对社会变迁的重大意义上来说，曾被人同蒸汽机的发明或第一辆汽车的制造相提并论。

第一座反应堆的创造使人们有可能释放并利用囚锢在原子心脏里的巨大的力。这种能量最先是在战时以原子弹的形式被运用的。随后许多年中，其他反应堆——技术上更完善的，更精巧的，更强有力的——也已建成，并用于把原子核的能量引入和平事业之中：发电，征服疾病，钻研学问，鉴定、测量并检验各种材料，驱动船舶和火箭，以及许多其他方面。还有更多的奇迹在未来都是大有希望的——随着原子时代的进展，这些奇迹将会成为家常便饭。

因此，第一座原始的反应堆的故事，就是一个新时代诞生的记事。为了把原子能作为塑造出这一时代的一种力来加以理解，为了了解现阶段的意义以及对未来做出展望，知道这个时代究竟怎样开始，将是令人感兴趣的，同时也是有益的。这本小册子将以三种方式来讲述这个故事：第一篇文章是两个为了报道别的更有名望、更直接有关的人所参与的这桩大事



恩里科·费米,意大利物理学家,曾领导建造第一座核反应堆的科学家小组

的人写的；第二篇是最著名的献身于这个事业的人的文章，他曾
用他的智慧、信心和领导作用促成了期待中的结果；第三篇是
那位领导人的夫人写的，她一直到 1942 年 12 月 2 日事件过
后很久才知道它。

第一座反应堆

科尔宾·阿勒代斯 爱德华 R. 特拉普内尔

1942年12月2日那天,人类首次实现了原子核的自持链式反应,并且控制了它。

在芝加哥斯塔格运动场¹⁾西看台的下面,在那天下午较晚的时分,一小群科学家目睹了科学史上一个新纪元的来临。历史在这个曾经是网球场的地方写定了。

正值芝加哥时间下午3时25分²⁾,科学家乔治·韦尔抽掉了那根镀镉的控制棒;由于他这个行动,人类释放并控制了原子能。

当目睹这一实验的人们终于明白发生了什么事的时候,他们的脸上展现出笑容,可以听到一阵轻轻的鼓掌声。这是对诺贝尔奖金获得者恩里科·费米的致敬,比起任何其他人来,实验的成功要更多地归功于他。

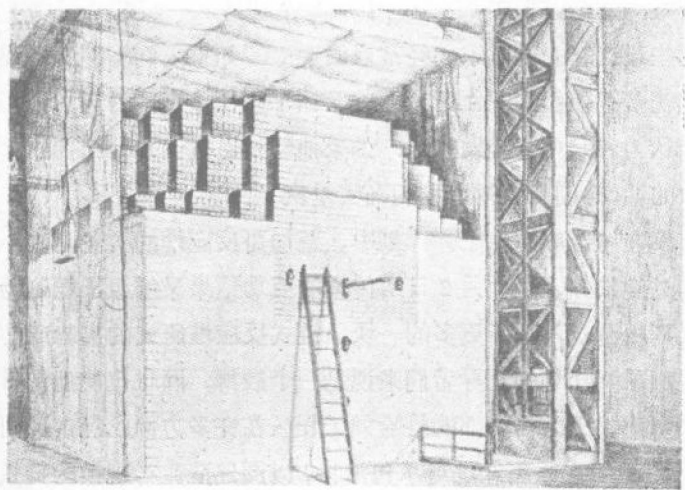
费米于1901年9月29日生于意大利的罗马,他曾对铀进行过多年的研究。1934年,他用中子轰击铀并得到了看来

1) 芝加哥大学的体育场。

2) 赫伯特·安德森博士指出,当时的时间是3时36分,现在这被公认为是正式的时间。

好象是第93号元素(铀是第92号)和第94号元素的物质。然而,在进一步详细检验之后,竟仿佛是大自然变野了;出现了另外几种元素,但没有一种适合于元素周期表中靠近铀的地方——费米知道,如果它们是超铀元素93和94的话,那么,它们就应该在那里。在随后的五年里,任何人(包括费米在内)都没有认识到他实际上已经促成了铀裂变。这些未能解释的元素是属于周期表中部靠后那部分的。

费米在1938年由于他对超铀元素的研究而被授予诺贝尔奖金。他和他的全家到瑞典去领奖。意大利的法西斯报纸严厉地指责他在领奖时没有穿法西斯制服和没有行法西斯



第一座反应堆素描图。它的四周是一个气球织物纤维的帐篷,准备在必要时可以密封起反应堆,使中子的非生产性损失减到最低程度;这个帐篷从未被使用过。本画是在1946年所制作的两幅画之一,根据反应堆的物理尺寸和科学家们的回忆绘成

礼。费米一家就此没有返回意大利。

费米随身带着他大部分个人财物，从瑞典前往伦敦，又从伦敦赴美国，从此他就一直留在那里¹⁾。

这位对未知事物的现代意大利探求者，在 1942 年 12 月的那个寒冷的日子里正在芝加哥。一个外人向费米正在工作的网球场内望去，会看到一种奇特的景象。在这间除了一面外，全都是用灰色气球织物的袋子遮盖着的 30 × 60 英尺的屋子中央，是一堆黑色的砖块和木块，底部呈方形，而顶部是平台。在它高度的一半处，它的四壁是笔直的。顶上的一半则为穹形，好象是一个蜂窝。在这个样子粗糙但却很复杂的堆的建造过程中（这个名字从此便应用于一切这类装置），那些建造它的科学家们经常戏谑说：“如果人们能够看到我们花费了他们的一百五十万美元在干些什么事情的话，他们会认为我们可能是发疯了。如果他们知道我们为什么要这样做的话，他们就会肯定我们确实是疯了。”

在传奇般的原子弹计划中，芝加哥反应堆的实验是其中的关键部分，而 12 月 2 日所传来的成功结果又给原子能这场七巧板游戏增添了更多的一块。链式反应堆研究的实验成功对原子弹计划的领导者们来说是一个鼓舞，同时也使他们感到宽慰，因为陆军部的曼哈顿工程区在许多方面已经走到前面去了。当时正在进行承包洽谈，以图建造生产规模的链式核反应堆，在田纳西州的橡树岭已经划定了土地，需要耗费成

1) 费米博士于 1954 年 11 月 28 日在伊利诺斯州芝加哥逝世。

百万的美元。

在12月2日实验的三年前就已发现,当一个铀原子受到中子的轰击时,这个铀原子有时被分裂,即发生裂变。后来又发现,一个铀原子裂变时,会释放出更多的中子,并可用于与其他铀原子进一步发生反应。这些事实意味着,有可能发生一场在某些方面有似太阳能源的那种反应的链式反应。这些事实进一步指出,如果能够把充分数量的铀置于特定的条件下,就会产生一种自持链式反应。在给定条件下发生这种链式反应所必需的铀数量,就是人们所说的临界量,或者是更常说的,即某个特殊反应堆的“临界大小”。

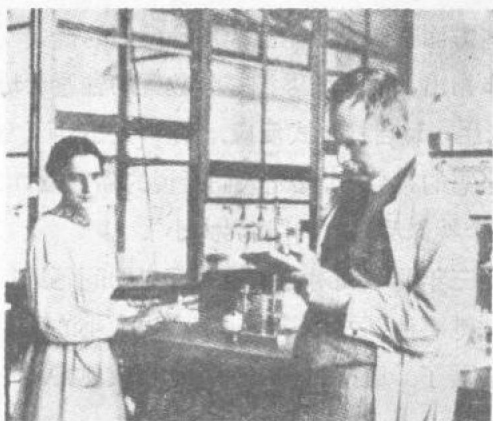
曾经用三年的时间对自持链式反应的问题进行艰苦的研究。在珍珠港事件¹⁾后近一年,一座临界大小的反应堆终于建成了。它运转了。自持的核链式反应已成现实。

早期探索的岁月

在首次证实自持链式反应的背后,有多年的科学上的努力和研究。故事至少要追溯到1938年的秋天,当时有两个在柏林凯撒威廉研究院工作的德国科学家,即奥托·哈恩和弗里施·斯特拉斯曼,从一次用镭-铍中子源轰击铀的实验的残余物质中发现了钡。由于钡和铀在原子量上的不同,这一发现在实验室里引起了极大的轰动。以往,从同样实验的残余物质中也曾发现过铀以外的其他元素,但它们与铀只是相差

1) 1941年12月7日,日本人袭击夏威夷群岛珍珠港的美国海军基地;这次袭击把美国带入第二次世界大战。

一、两个质量单位而已。钡与铀却相差将近 98 个质量单位。问题在于，这种元素是从哪里来的呢？看来似乎是当铀原子受到中子轰击时，它分裂为两种不同的元素，每一种的质量都约为铀质量的一半。



丽丝·梅特涅和奥托·哈恩三十年代在他们的实验室里

哈恩和斯特拉斯曼在把他们的研究工作发表于德国的科学杂志《自然科学》上之前，先通知了已逃离纳粹控制的帝国¹⁾、当时正在丹麦的哥本哈根同尼尔斯玻尔一道工作的丽丝·梅特涅。

梅特涅小姐对这种现象极感兴趣，立即试图从数学上分析实验的结果。她推测，钡和其他残余元素都是铀原子的裂变或破碎的产物。但是当她把这些残余元素的原子量加到一起时，她却发现其总和小于铀的原子量。

1) 阿道夫·希特勒的纳粹党统治之下的德国被称为“第三帝国”。

只有一种解释：铀裂变或破碎而形成两种元素，每种约为（但并非精确为）铀原来质量的一半。铀有一些质量消失了。梅特涅小姐和她的侄子弗里施设想，消失了的质量是转化为能量了。根据阿尔伯特·爱因斯坦1905年提出的理论，质量与能量的关系是以方程 $E = mc^2$ （能量等于质量乘以光速的平方）来表达的；这样，每裂变一个原子，所释放出的能量将为 200,000,000 电子伏的数量级。

玻尔的美国之行

爱因斯坦本人大约在三十五年前就曾说过，这一理论可以通过对放射性元素的进一步研究来证实。玻尔这时正计划去美国同已在普林斯顿高级研究院找到了避难所的爱因斯坦探讨别的问题。玻尔来到美国，但是他同爱因斯坦讨论的中心问题却变成梅特涅和弗里施的报告。玻尔于1939年1月16日到达普林斯顿。他和爱因斯坦以及他过去的学生惠勒交谈。新闻就从口头上由普林斯顿传给了邻近的物理学家们，其中包括哥伦比亚大学的恩里科·费米。费米和他的同事们立即开始工作，寻找可望从裂变得到的巨大的电离脉冲以及随之而来的能量释放。



尼尔斯·玻尔

然而，在实验还没有能完成之前，费米就离开哥伦比亚大



富兰克林 D. 罗斯福

F.D. Roosevelt,
President of the United States,
White House
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E.Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable - through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America - that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium, by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable - though much less certain - that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

在1939年铀的裂变发现后,可以基于这一概念而研制出一种威力强大的武器就成为十分明显的事了。一些科学家们强烈感到政府应当开始进行深入的研究工作,特别是因为纳粹分子有可能正沿着相同的研究路线在走下去;列奥·西拉德就是这些科学家中的一个。他和尤金·威格纳、阿尔伯特·爱因斯坦、以及一位可通达白宫的经济学家亚历山大·萨克斯讨论了这个问题。他们起草了一封信,

Albert Einstein
Old Grove Rd.
Massau Point
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

连同证明这一理论的学术报告一起，由萨克斯递交给富兰克林·罗斯福总统。爱因斯坦应邀签署这封信件，因为他是国内最杰出的科学家之一。读完这封信后，他说道：“这是历史上人类将第一次使用不是来自太阳的能源。”萨克斯递交了信和报告。罗斯福总统随即指定了铀顾问委员会；11月1日委员会报告说，链式反应是可行的，政府应当支持一项全面的研究



阿尔伯特·爱因斯坦

The United States has only very poor ores of uranium in moderate quantities. There is some good ore in Canada and the former Czechoslovakia, while the most important source of uranium is Belgian Congo.

In view of this situation you may think it desirable to have some permanent contact maintained between the Administration and the group of physicists working on chain reactions in America. One possible way of achieving this might be for you to entrust with this task a person who has your confidence and who could perhaps serve in an unofficial capacity. His task might comprise the following:

a) to approach Government Departments, keep them informed of the further development, and put forward recommendations for Government action, giving particular attention to the problem of securing a supply of uranium ore for the United States;

b) to speed up the experimental work, which is at present being carried on within the limits of the budgets of University laboratories, by providing funds, if such funds be required, through his contacts with private persons who are willing to make contributions for this cause, and perhaps also by obtaining the co-operation of industrial laboratories which have the necessary equipment.

I understand that Germany has actually stopped the sale of uranium from the Czechoslovakian mines which she has taken over. That she should have taken such early action might perhaps be understood on the ground that the son of the German Under-Secretary of State, von Weizsäcker, is attached to the Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin where some of the American work on uranium is now being repeated.

Yours very truly,

A. Einstein
(Albert Einstein)

学去参加在华盛顿的乔治·华盛顿大学举行的一次理论物理学会议。在那里，费米和玻尔交换了情报，讨论了裂变问题。费米提到在这一过程中会有中子释放出来的可能性。在这次交谈中，他们有关链式反应的可能性的概念开始成型。

会议还没有结束，美国就有四个实验室(华盛顿的卡内基基金会，哥伦比亚大学，约翰斯·霍普金斯大学和加利福尼亚大学)都得出了关于梅特涅和弗里施的推导的实验证明。随后才获悉，1月15日弗里施和梅特涅也已进行了同样的证实性实验。法国的弗里德里克·约里奥-居里也证实了这些结果，并把它们发表在1月30日出版的法国科学杂志《通报》上。



沃尔特 H. 津恩



列奥·西拉德

1939年2月27日，在哥伦比亚大学工作的加拿大出生的沃尔特 H. 津恩和匈牙利人列奥·西拉德，开始进行旨在发现铀裂变所释放出的中子数目的实验。与此同时，费米和他