

物理学史中的十二月

1951年12月20日 原子动力第一次产生电力
(译自 *APS News* 2014年12月)



萧如珀¹ 杨信男² 译

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

假如你开车经过美国爱达荷州东部的高海拔沙漠,你很可能会撞见现在叫做爱达荷国家实验室,这是一个联邦核研究设施,在核动力发展上扮演着关键的角色。它安置着已退役的实验增殖反应堆1号(EBR-I),是第一个经由核分裂以产生有用电力的核反应堆,而负责此设计与操作的是一位加拿大的物理学家秦恩(W. H. Zinn)。

1906年,秦恩出生在加拿大安大略省柏林市(现改名为Kitchener),父亲是轮胎工厂的工人。秦恩的哥哥追随父亲的脚步,但年轻的秦恩却对数学和科学深感兴趣,并具天赋。在皇后大学取得数学学位后,他进入保险公司服务,之后继续在哥伦比亚大学完成物理博士学位,论文研究晶体中X射线吸收范围的结构和宽度。他在两个学校都担任教学工作以维持学习生活,之后于1932年任教于纽约市立学院。

到1939年时,秦恩在哥伦比亚浦品物理实验室和费米(E. Fermi)一起工作,研究铀同位素的性质,以及它们在当时刚发现的核分裂过程中潜在的用途,尤其是否可能达到持续的连锁反应。随着第二次世界大战的爆发,和发展原子弹的极高机密曼哈顿计划的展开,秦恩跟着费米到芝加哥大学继续他们的研究。

1942年12月2日,在大学废弃的球场顺利达成第一次核连锁反应时,秦恩也在现场。他的任务是要将反应堆的控制杆移开,以启动连锁反应,过28



(图片来源: Argonne National Laboratory)

图1 秦恩最后一次关掉芝加哥3号反应堆

分钟后再将控制杆插回去。他站好位置,拿着备用的紧急安全杆,以防反应堆过“热”,而设计好会自动关闭失控连锁反应的控制杆失灵时可用。芝加哥1号堆只运转了3个月,因为它缺乏辐射防护,被认为离人口密集的城市太靠近,深怕发生核灾。所以,它被拆解再重组——这次加了辐射防护——在附近叫做“A场址”,后来移至5英里外的新“D场址”,成了美国阿贡国家实验室(Argonne National Laboratory)。

秦恩一直留在曼哈顿计划,直到1946年,美国

原子能委员会任命他为阿贡的主任才离开,阿贡的目标主要专注于有关未来反应堆发展的问题。在他的带领下,阿贡持续发展出好几个创新的反应堆设计,从战时一个小的研究团队发展成一个国际闻名的核反应堆研发和相关的科学中心。温伯格(A. Weinberg)是同时期的美国橡岭国家实验室(Oak Ridge National Laboratory)的主任,就曾描述秦恩是“当时新兴的国家实验室主任应有的典范:对于建造人和出资者渴望的目的都能掌控了解,但当必要时却又能有足够的信心超越。”

除了当主任的责任外,秦恩还极想发展一个叫做“关键4号堆”(Critical Pile-4)或叫“ZIP”(Zinn's Infernal Pile)的快速增殖反应堆的设计(增殖反应堆所能产生的核燃料比它们所消耗掉的多)。

当ZIP设计好后,秦恩将它移至当时在爱达荷州的国家反应堆测试站,是阿贡国家实验室的一个新前哨基地,被叫做EBR-I。1951年12月20日,秦恩和他的团队聚集在实验室一排4个200瓦的灯泡旁边,看着电流至灯泡时灯泡亮起来——这是EBR-I反应堆所产生的电。不用几天,这个反应堆就能供应整个实验室建筑物的电力,证明核能可以是一个在经济上可行的能量来源:1吨的天然铀矿可以产生的电和燃烧8万桶的油,或与1万6千吨的煤相同。两年后,实验证明EBR-I的确一直增殖新燃料,附近一个反应堆工厂BORAX-III(根据沸水反应堆设计)后来证明可以供应爱达荷州阿科城市(Arco, Idaho)的电力。

在核能反应堆试验的开始10年间有过严重的核灾,其中一次还出了人命。例如,秦恩于1954年监督BORAX-I沸水反应堆的测试,他把控制杆抽回一部分,刻意要让它产生功率遽增,但结果反应堆爆炸,熔毁了一半以上的核心。1955年,EBR-I在测试反应堆在冷却剂流动的波动中会如何反应时,也出现部分熔毁:元凶结果是燃料杆的热膨胀。

7年后,在测试另一部反应堆时,有一位科学家将控制杆拉出太多,熔毁了一个试验原型的核心。

那次的错误导致强烈的汽爆,反应堆被弹飞到空中9英尺高,震波还让附近3位军事人员丧命。死者埋葬在铅制的棺木中,因为他们生前都暴露在极高剂量的辐射中。

1956年,秦恩离开阿贡国家实验室,在美国佛罗里达州创立一家顾问公司——通用核工程(General Nuclear Engineering),专门设计建造压水反应堆。当他的公司8年后被燃烧工程公司(Combustion Engineering)并购后,他领导核部门直到1970年止,并参与董事会直到1986年退休。他的沸水反应堆的设计是目前美国与日本仍在运转的核电厂之早期原型。这段期间,他还服务于许多政府咨询委员会,并于1955年出任美国核子学会第一任会长。秦恩中风后于2000年2月14日病逝在佛罗里达州清水市,享年93岁。

EBR-I于1964年退役,1966年被界定为历史地标。它在夏天开放给前去拜访爱达荷国家实验室的人参观。

(本文转载自台湾大学科学教育发展中心“CASE报科学”,网址<http://case.ntu.edu.tw/blog/?cat=3145>)

