



第二屆和平利用原子能國際會議文獻

原子核物理學及 儀器設備

9

中國科學院原子核科學委員會編輯委員會編

科學出版社出版

量子物理學及 儀器設備

9

中國科學院
北京

后 記

1958年第二屆和平利用原子能国际會議文献,由中国科学院原子核科学委员会編輯委员会組織力量选譯了一部分参考价值較大的文章,交由我社陸續出版。

这一册是“原子核物理学及仪器設備”方面的最后一集。本册的校訂和編輯工作完全由中国科学院原子核科学委员会編輯委员会負責,限于時間,我社未再进行加工。譯文如有欠妥之处,希讀者指正。

科学出版社

1962年12月31日

原子核物理学及仪器設備 (9)

中国科学院原子核科学委员会編輯委员会編

*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街117号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1963年4月第一版

1963年4月第一次印刷

(京) 0001—2,000

书号: 2705 字数: 261,000

开本: 737×1092 1/16

印张: 11

定价: 1.50元

目 录

P/1202	一种用于 EL_3 反应堆的中能中子的快速机械谱仪	(1)
P/59	使用中子倍增器靶的强流脉冲中子源的设计	(8)
P/2041	中子能谱仪上脉冲中子源的述评	(35)
P/683	气体闪烁探测器	(46)
P/1514	用有机闪烁探测器甄别各种粒子	(49)
P/1685	慢中子闪烁体方面的新动态	(55)
P/1465	光电倍加管和闪烁计数器	(58)
P/2334	杜蒙特(Dumont) 6292 光电倍加管的特性	(76)
P/105	利用核乳胶分析中子能谱(250 千电子伏至 5 兆电子伏)	(82)
P/478	探测热中子用的填充铀光核乳胶	(86)
P/700	钷-铍中子源,它们的制造和中子产额	(90)
P/62	强流电子脉冲加速器的技术概况	(97)
P/566	由 (n, α) , (n, p) 和 (n, n') 反应产物的 γ 计数来绝对测量快中子通量	(107)
P/655	U^{235} 的低能中子截面及其解释	(112)
P/6	质子轰击 Th^{232} 、 U^{238} 和 Pu^{239} 所引起的裂变过程	(125)
P/1188	各种材料受快中子和慢中子辐照时发射长射程粒子的裂变的相对几率	(135)
P/1189	裂变碎片在铀、金、铅及砷中射程的实验测量	(140)
P/2040	用质谱法研究铀 233、铀 235 和钷 239 的裂变产物	(144)
P/677	比钷轻的一些元素的裂变研究	(148)
P/7	经强烈照射后的钷 239 所得的稀土元素裂变产物的产额	(156)
P/2459	弱相互作用	(162)
第二屆和平利用原子能国际会议文献“原子核物理学及仪器设备”专题		
1—9	集总目录	(174)
后记		(封3)

一种用于 EL₃ 反应堆的中能中子的快速机械谱仪*

朱廉 訥太 馬坦 魯格 阿尔迪提 夏菲奥特**

一 般 特 点

薩克萊 (Saclay) 高中子通量反应堆的建造使我們打算在反应堆的水平排洩道口安装一个快速机械谱仪,用以測量中能中子区的飞行時間。

我們准备装置一套具有高鉴别率的仪器以便尽可能利用中子通量的強度。同时,我們切望制成一套牢固的仪器,用最少的人力,它便能可靠地自动操作。

在关于仪器的初步意見中,我們弃掉了结构不均匀的,或高价而又难加工的材料所作的轉盘。我們选择了鋼作为轉盘的材料,大家知道,这种材料在 20—50 千伏的范围内吸收有困难。最終这套仪器将被一种更精致的轉盘所替代。这里备有設備以操作稀有材料的样品和放射性材料的样品(必要时)。用一个遙控装置把样品放入射綫束內,然后送入鉛室內貯藏。

薩克萊谱仪的设计受到布魯克海文(Brookhaven)实验室模型的启发。然而,它在很多根本性質方面与使用油渦輪的轉盘驱动机构有所不同。

电机部分的描述

1. 問題的敘述

問題根本上可总结如下:

(a) 在一个可移动和吸收中子的材料中制成一組高 20 毫米的八对楔形沟道(图 1), 沟道的入口处有一个 $\frac{1}{10}$ 毫米寬的窗子,其公差为 0.01 毫米,出口处有一个寬 7 毫米的窗,其公差为 0.05 毫米。

(b) 轉动可动部分使其周围的速率至少达到每秒 300 米(最終达到的速率为 375 米/秒)。

(c) 保持周围的速率在每秒 150 米和至少 300 米之間某处的 5% 范围以内。

(d) 提供控制仪器和自动安全装置以能在无人管理的情况下工作三星期的時間。

(e) 保証充分长的寿命(将近 10,000 小时)

* A Fast Mechanical Spectrometer for Intermediate Neutrons Associated with the Pile EL₃ (A/CONF. 15/P/1202, 法国, 載于 Proceedings of the Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, vol. 14).

** J. Julien, F. Netter, R. Martin, P. Rouge (法国薩克萊原子能研究中心); R. Arditti, P. Chaffiotte (巴黎, 伊斯帕諾-西扎, S.E.M.).

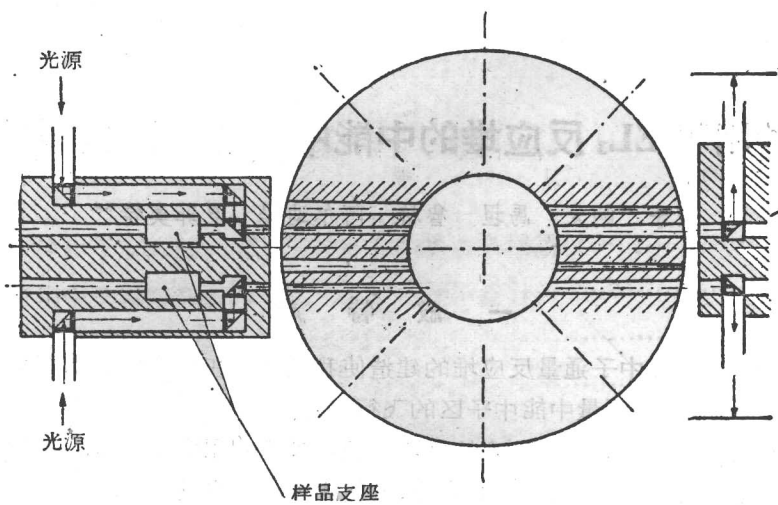


图1 沟道和准直仪的总视图

2. 主要轉盤

吸收和周围速率两者所造成的条件都引起我們来考虑价廉和容易加工的材料；一种明显的选择是低碳鋼。很快就会表明，采用鋼甚至能提高速率极限，获得优越的工作性能。最終选定了相当于法国标准牌号 30 NCD 16 的鋼，其成分为 (%)：C = 0.3, Mn = 0.45, Si = 0.20, Ni = 3, Cr = 1.25, Mo = 0.5。处在 105—120 千克/毫米² 时，它表现出弹性极限为 90 千克/毫米² 和大于 10% 的延伸率。

为了获得沟道尺寸所要求的精密度，采用了一对輔助盘，如图 2 和图 3 所示。图 3 并表示出对准沟壁的最后操作；正象用来得到精密分度的设备一样，若沒有沟壁的话，沟道宽度的公差便不能达到。

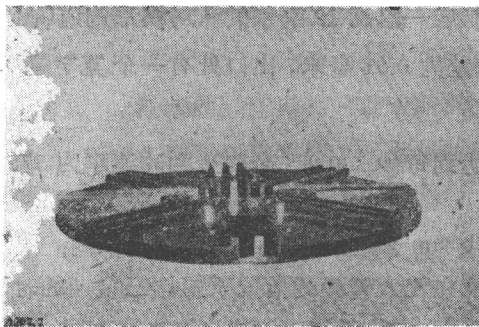


图2 通道进口盘

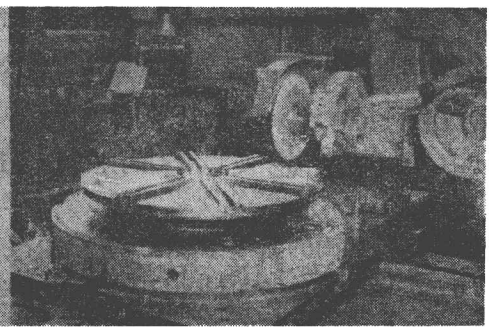


图3 正在矫正中的輔助盘

沟道是两部分之間仅有的允許空間，因此两个接触面必須仔細地接合。这个条件要求在沟道之間有重結構，这就造成对轉动速率的实际限制。

用螺釘把两个盘連接起来，保証紧貼和严密的接合。这个装置形成重 95 千克和外径等于 480 毫米的轉盘。在最大安全速率 16,500 周次/分钟(周围速率为 412 米/秒)时，盘心的最大力比 40 千克/毫米² 略小一些。在最大的可用操作速率 15,000 周次/分钟(周围

速率为 375 米/秒) 时, 两个盘的弹性引伸为 0.26 毫米直径; 为了保証严格的各向同性的形变, 盘的鑄造操作过程是十分小心的。

3. 轉盤的懸掛

当要使自由物体以每分鐘 15,000 周次轉动时, 一般把轉軸置于垂直位置, 并采用超临界的操作方法, 这样就只能达到近似的平衡。靠近入口固定片处需要复杂的用以变化至每一临界速率的牵引系統。倾向于选择足够大的轉軸以保証操作总是亚临界的。結果約在 1 克/厘米达到动力平衡。滾輪为高速类型的, 具有深窝, 从外面在較低的滾輪的中心安装一个青銅套, 用作支肩。

滾輪的长寿命一方面由它們的尺寸来保証, 另一方面由一有效的冷却系統来保証, 这个冷却系統是用循环潤滑油来工作的。

4. 驅 动

为了節約驅动功率习惯上是在稀薄空气中开动机械轉盘的, 首先用佛丁格尔 (Fottinger) 的經驗公式确定轉动盘的摩擦力:

$$W = k\rho n^3 D^5 (1 + 10b/D) \text{ M. K. S. 单位.}$$

其中 ρ = 空气的比重, 千克/米³;

n = 角速率, 周次/分鐘;

D = 盘的直径, 米;

b = 盘边缘的寬度, 米;

k = 形式为 $k_0[1 + 1.4S/D - 0.01]$ 的系数。

其中 $k_0 = 3 \times 10^{-7}/(\text{Re})^{1/2}$; S = 盘和套之間的空間間隔; $\text{Re} = nD^2/\nu$, 雷諾尔数。

这个公式給出轉盘的功率为:

20 千瓦, 在大气压的空气中; 4.5 千瓦, 在 0.1 大气压的空气中; 0.8 千瓦, 在 0.01 大气压的空气中。

滾輪所需功率已求得为 0.40 千瓦。在低压下實驗中所观察到的两者之和略高, 其誤差乃由于軸承漏油的損耗, 这些損耗是难以計算的。

把馬达放在空腔中, 这样便使轉动接头的問題得到解决。馬达在真空中操作得特別好; 这也因为有一个直接联接在主軸上部的高压油渦輪机 (图 4)。

馬达油和潤滑油之不同仅在于压力方面, 功率綫路和潤滑綫路有許多普通的元件如图 5 所示。这些元件用的油跟水力自动传输所用的油相同, 其粘滯系数在 50°C 时为 3.5 恩格列尔度 (Engler),

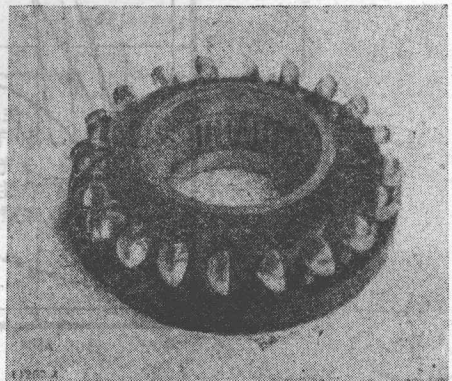


图 4 水力高压渦輪机

用渦輪机可节省一些功率 (图 6)。因为不要高于数毫米 (汞柱) 的真空, 可以使用一个坚固的普通工业用类型的輔助真空抽泵。蒸

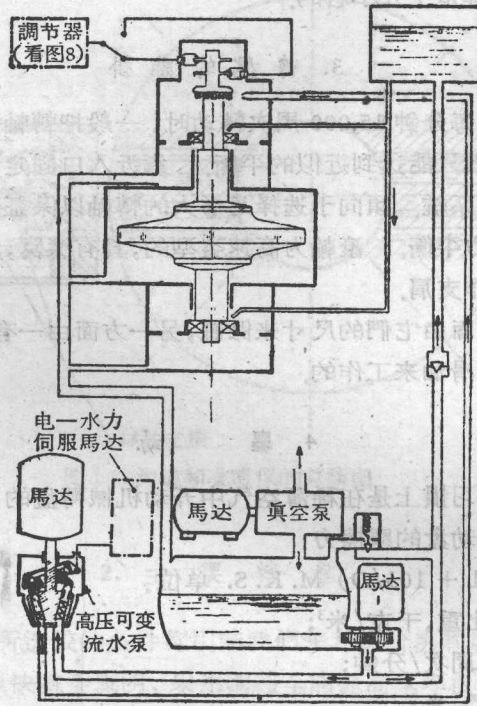


图 5 流体綫路

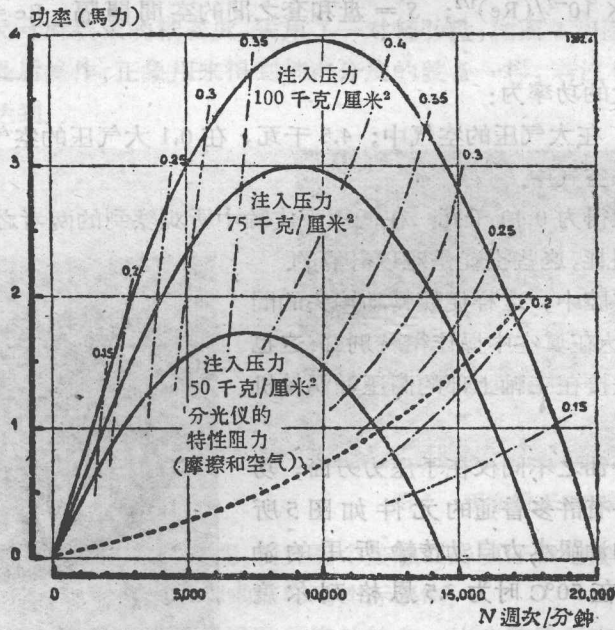


图 6 水力渦輪机的特性

鎊所損耗的油量可以忽略不計。

5. 速率控制

轉動軸除了帶有盤、渦輪機和滾輪之外還帶有两个隔板(圖7),这两个隔板在电磁拾波器中感应出两个比例于角速度的頻率量程。用同极交流发电机代替旧式的旋速計直流发电机,后者的性質在真空中是有問題的。用一种特殊的滤波系統把由发电机放出的交流电整流为直流誤差电压,它呈现在电阻 R_c 的两端(圖8)。它是頻率和輸入电位計标度的单值函数,并由它确定所需速度的数值。

圖8也表示出終止于一个电力水压伺服机的調节系統的略图。这个伺服机控制着高压泵的活塞运动。这样后者只需供給恰好足够的动力来推动轉盘(把压强估計在內);很明显,这种情况有利于机器的寿命。“动力/慣性”比的很小数值要求一个頗为复杂的矫正系統,这种系統是以一种类似于伺服馬达及其調节器的电机設備为基础的。

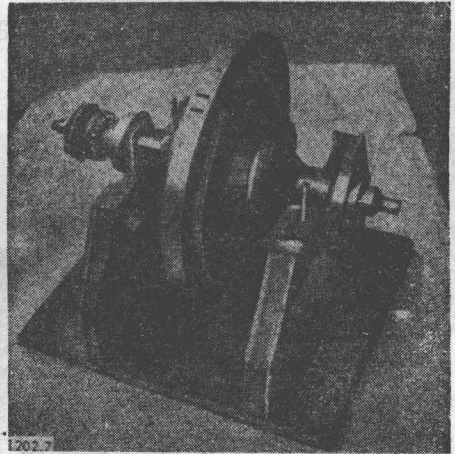


圖7 完全装配起来的轉盘和它的两个半軸;渦輪機和有磁拾波器的两个隔板

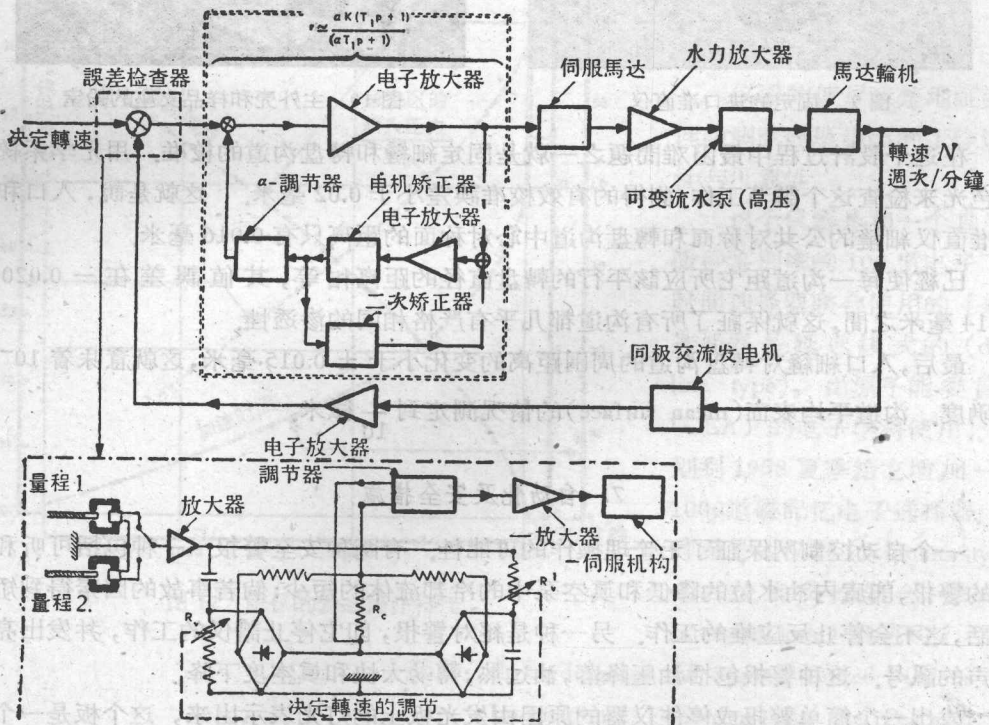


圖8 調节器的簡略的方框图

6. 安装样品的设备

对于准直仪和样品支座的固定片(图9)可以用两个位置,它们是用远距离机械方法控制的。其中有一个位置与移动放射性样品的铅块相联,它是作装卸用的;另一位置,靠近转动盘,从这里进行透射测量(Transmission measurement)。当然,从样品支座过渡到铅块是用机械方法远距离操纵的(图10表出转动盘的外形、铅块和前面的机械控制)。

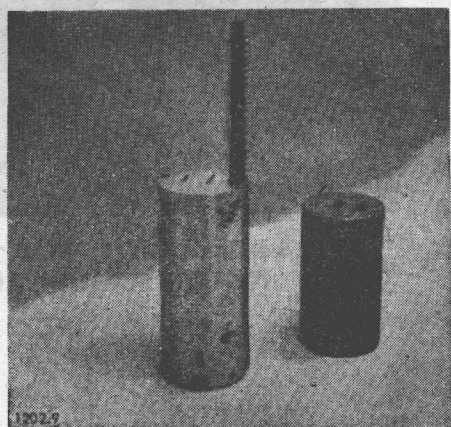


图9 固定的进口准直仪

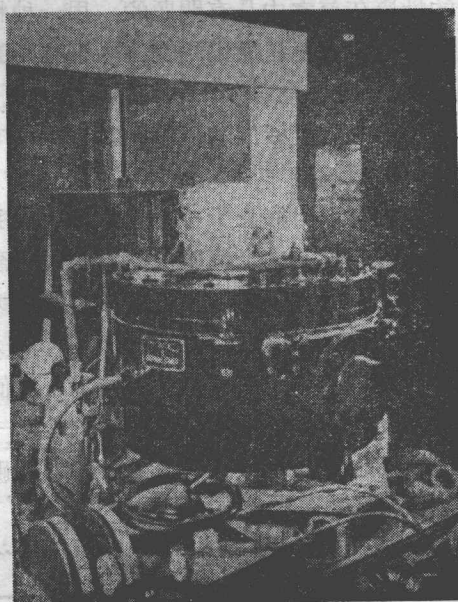


图10 主外壳和样品支座的铅室

在这个设计过程中最困难问题之一就是固定细缝和转动盘沟道的校准。用光学系统和单色光来检查这个调节工作;测得的有效校准误差小于0.02毫米。这就是说,入口和出口准直仪细缝的公共对称面和转动盘沟道中心对称面的距离只有0.016毫米。

已经使每一沟道距它所应该平行的转动盘直径的距离相等,其值误差在-0.020和0.014毫米之间,这就保证了所有沟道都几乎有严格相同的渗透性。

最后,入口细缝对转动盘沟道的周围距离的变化小于 ± 0.015 毫米,这就意味着 10^{-5} 的精确度。沟道平均表面(mean surface)的情况测定到 $\frac{1}{10}$ 微米。

7. 自动化及安全措施

一个自动控制网保证了无管理操作的可能性。有两种安全警报。一种包括可听和可见的警报,即库内油水位的降低和真空泵中的冷却流体的短少;倘若事故的因素得到矫正的话,这不会停止反应堆的工作。另一种是绝对警报,即它停止谱仪的工作,并发出亮而有声的信号。这种警报包括油压降落,油过热,转动太快和真空度下降。

发出一个简单警报或停住仪器的原因由发光板上的灯光表示出来,这个板是一个大大加速修理谱仪的系统。

最后,在普通电流不足的情形下,油库保证在一小时减速的时间内滑润轴承。

8. 仪器的装置

图 11 表出这个仪器和附件如何安装在两个可动的台架上，其中一个台架支承真空泵，而另一个支承谱仪、其负荷仪器和用以滑润和开动马达与安全设备的附件。机械控制集中在一个塔上；电动控制、速率调节器和控制中心则集中在一个远距离的控制室中(约在 25 米以外)。

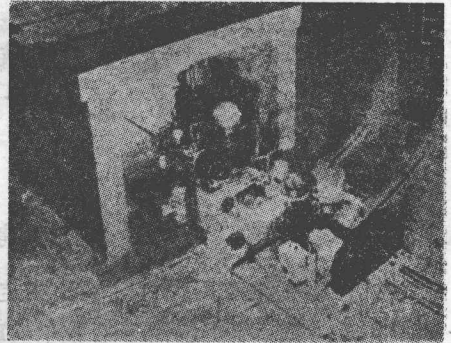


图 11 谱仪及附件的总装配

9. 使用的准备

仪器曾受过一般的性能测试以检查自动控制的作用如何。还经受了为期 24 小时转速 15,000 周次/分钟的仿真使用的试验。

在试验的当晚，当地方供电线路使用很少时，速度变化不超过平均值 ± 10 周次/分钟 (0.06% 的精确度)。最大的变化是由于线路电压的变动，和中心放射性的恢复一致。这个变化到

达 ± 30 周次/分钟，仍小于 0.2%。

图 12 总结了试验所揭示的仪器的动态工作性能。

10. 性能

仪器的使用清楚地证实了性能测试时所指出的工作适应性与可靠性。

这个仪器是和具有 \pm 微秒鉴别率的 100 道电子飞行时间选择器联合使用的 [这个选择器是延迟线式的 (delay line type)，由原子能委员会 (CEA) 的电子学科使用]。计划到 1958 夏季给它增加一个 1000 道磁记忆电子选择器。这种希曼式仪器 (Schmann type) 是由技术交流学会 (Société Intertechnique) 制造的。

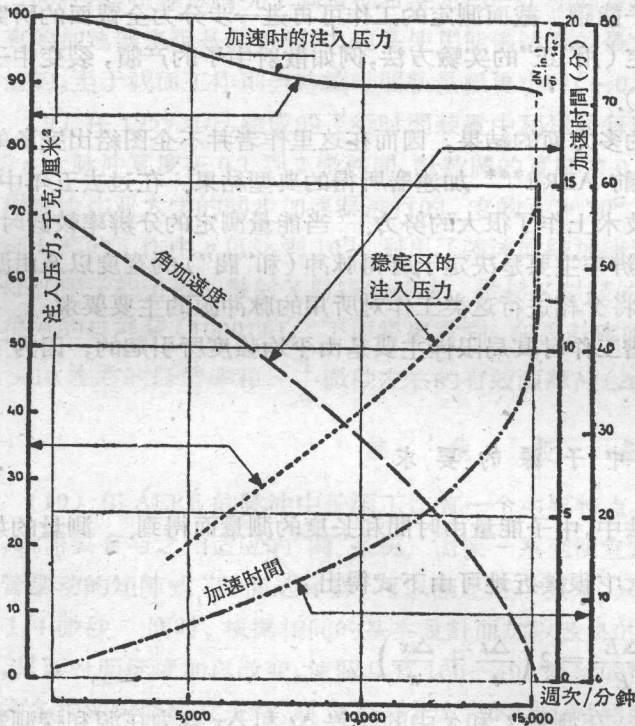


图 12 谱仪的动态操作特性

(译自: Proceedings of the Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy. vol. 14)

使用中子倍增器靶的强流脉冲中子源的设计*

波利 韋布林**

引 言

所考慮的實驗类型

(1) 本文述及用飞行時間法測定中子能量的中子物理實驗中所用脉冲中子源的結構。在这方面,本文包括了哈威尔(Harwell)1955年后的工作。在以前的“和平利用”會議上敘述了1955年和1955年前不久期間內的情况^[1]。

(2) 所涉及的實驗可分为两个主要方面:确定反应截面随入射中子能量的变化;研究在次临界状态的裂变装置中的中子能譜。截面測定的工作可再进一步分为全截面的研究(常用衰減法測定)和分截面的測定(用“正”的實驗方法,例如散射中子的产額,裂变中子的产額,或俘获时的 γ 射綫的产額)。

很多作者都已經闡述了以前的多方面的結果,因而在这里作者并不企图給出完备的书目。在文献[2]中介绍了利用以前 AERE*** 加速器所得的典型結果。在过去五年中,曾在“共振区”^[3]的實驗結果分析技术上作了很大的努力。当能量測定的分辨率較低时,这方面的努力是完全必需的,而分辨率主要是决定于所得脉冲(和“閥”)的宽度以及由源所得的瞬时中子产額。下一节中,将介绍进行这类工作对所用的脉冲源的主要要求。

(3) 用此种技术进行中子能譜工作时其局限性主要是由平均强度所引起的,因为它对脉冲宽度的要求不是很严格的^[4]。

中子源的要求

(4) 在所有类型的飞行時間法中,中子能量由時間和长度的測量而得到。測量的好坏可以由能量分辨率 $\frac{\Delta E}{E}$ 来表示,它很接近地可由下式得出

$$\frac{\Delta E}{E} = 2 \left(\frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta x}{x} \right)$$

此处 t 是經過距离 x 所需的时间。在測量 t 和 x 中的誤差 Δt 和 Δx 各为在源和探测器处的誤差之和(例如 $\Delta t = \Delta t_g + \Delta t_D$)。

* The Design of a High-Intensity Pulsed Source Using a Neutron Booster Target (A/CONF. 15/P/59, 英国, 載于 Proceedings of the Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, vol. 14).

** M. J. Poole, E. R. Wiblin (英国原子能管理局, 哈威尔原子能研究中心)。

*** AERE——原子能研究中心, 下同——編者注。

(5) 同时,設源的瞬时强度为 n 中子/秒,重复率为 f , 脉冲持续时间为 Δt_s , 则在一定的時間道(道寬 Δt_D)內,离源 x 处的計数率 C 由下式給出

$$C \propto \frac{f \cdot n \cdot \Delta t_s \cdot \Delta t_D}{x^3}$$

(此处假定探测器对源所张的 4π 立体角很小).

(6) 由于 f 实际上是有限制的,很明显的,就希望有大的 n 和 x , 同时希望 Δt_s 和 Δt_D 較小. 然而如果必須在一个有限時間內得到統計上可靠的知識时,与探测器的自然本底相比較, C 必須保持足够地大. 所以,为改进分辨率我們宁愿用小的 Δt_s 和 Δt_D , 而不用大的 x 值. 不管怎样,如果 n 的值愈高,則 x 值将可用得愈大,特别是因为 Δt_s 和 Δt_D 通常由于加速器和电子技术而有所限制.

(7) 自 1949 年^[2] 以来所介紹的 AERE 工作中,中子是用 (γ, n) 反应产生的. 由于大多数中子探测器对 γ 射綫也是灵敏的,所以在脉冲期間內, γ 射綫与中子的相对强度是一个重要的参数. 任何中子源的设计只要能增加探测器处中子对 γ 射綫的比例,都是有益的(参閱(34)至(38)).

(8) 为了观察热栅格系統內的平衡能譜,数量級为几百微秒^[5] 的時間道 Δt_D 是必要的. 同样地,在理想情况下测量也希望使用一个相同数量級脉冲寬度的中子源. 这对于现有的加速器来说是做不到的,但是使用能够达到的最大脉冲(几微秒数量級),也还是有价值的,至于截面工作則当持續時間数量級更小时(~ 0.2 微秒)則更为有利.

(9) 在 1955 年已建成的飞行時間裝置中利用了每秒 10^{13} — 10^{15} 范围的瞬时中子輸出(即 n), 脉冲寬度在 0.1 到 2 微秒間,計数閥的寬度为 0.1 到 2 微秒. 有些早期的工作是利用哥伦比亚大学的同步加速器进行的,它的 $n > 10^{17}$, 脉冲寬度(Δt_s)是 ~ 0.05 微秒. 本文介紹的工作中 n 可达到 10^{18} , 利用了強流直綫加速器和倍增裂变靶. 后者具有两个好处: 中子的倍增和散射 X 射綫的減少. 散射 X 射綫的減少是因为倍增器本身对 X 射綫有很好的自屏蔽(1000:1). 下面将要看到,在设计实际使用的倍增器时,使它的特性滿足 ~ 10 左右的倍增率和 $\sim \frac{1}{4}$ 微秒左右的有效源脉冲(Δt_s).

其 他 設 备

(10) 在 AERE 的脉冲中子源工作有一个主要特点,即可允許同时进行很多实验. 于是,就需要有与之相适应的“閥”系統. 需要一系列便宜且性能可靠的相似单元,而摆动真空管驅動的矩陣式“時間选择器”可以滿足这个要求,只要标准的最小閥寬度(Δt_D)选择为 $1/4$ 微秒. 同时,根据相同的基本設計而加以改良的閥单元也可以滿足中子能譜的需要,只要時間标度加以改变,使閥具有 100—400 微秒的持續時間即可. 为了允許两种类型的各种实验能独立进行,建立了一个庞大的中心時間系統.

其他的脈冲中子源

(11) 利用电子感应加速器、迴旋加速器和同步迴旋加速器已获得很成功的脉冲中子源,于是就会問:为什么 AERE 的中子源都是利用直綫加速器呢? 答案是很明显的,如果装置整个時間都用来进行脉冲飞行時間法工作的話,則选择的余地就很少了. 对于同步迴旋加速器來說如果这样安排工作,将是非常浪費和不經濟的(例如在哥伦比亚,只有很

少一部分时间是进行这方面工作的)。一般情况下,这类加速器的脉冲重复率与目前电子直线加速器技术所达到的每秒 500—750 次的重复率相比要低一些。而且,当要安排多路系统时,直线型也是有利的。

与轉叶选速器的比較

(12) 与强流反应堆联合运用的新式轉叶选速器,其脉冲宽度、闊宽度和强度(控制路程长度的)等的基本特性与现在的脉冲中子源都是很相似的。然而,每个轉叶选速器只有一条飞行路程,所以不能同时进行几个实验,同时还会有反应堆所产生的 γ 射线連續本底通过轉叶选速器。这样就使得中子俘获 γ 辐射工作(包括一些探测器在内)很难进行。而且,大多数轉叶选速器还需要有寬广的发散中子束,除全截面工作外,这对所有工作都是不利的。

(13) 一般地对于小样品来说,到 1955 年为止的脉冲中子源的效率是不如最好的轉叶选速器的。然而这种情况正在改变。甚至即使在这一方面, n 能达 10^{17} — 10^{18} 的脉冲中子源也可与现有的反应堆和轉叶选速器的设计相比拟。

加速器的选择与设计

加速器的参数——能量、流强和脉冲重复频率

(14) 每一电子在錳和鈾等重金属中产生的中子数在理論上或实验上^[6,7]已进行了研究。

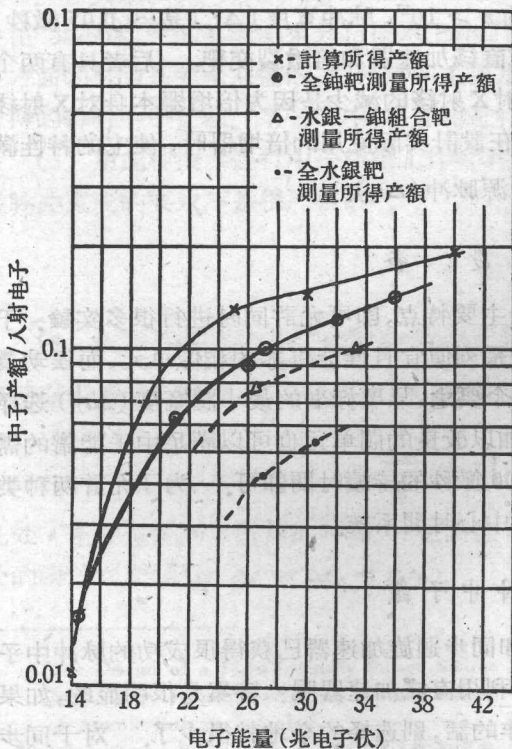


图 1 电子轰击铀和水銀时所得的中子产额

如图 1 所示产额在 14—22 兆电子伏范围内几乎是按指数曲线上升,但在这以后上升就慢多了。因此,很明显需要利用能量至少为 22 兆电子伏的电子,但是当超过这一极小值后,就需要考虑到所采用技术的费用和困难。当然,在流强方面应该采用可能得到的最强的束流峰值。脉冲重复频率就不那么简单,在两个脉冲间高能和低能的中子飞行时间上的重迭限制了重复频率的增加。这个限制取决于中子所包含的能量范围和飞行的路程。然而,我们应尽可能地利用加速器的射频功率放大器调速管所能允许的最高脉冲重复频率。

设计考虑

(15) 过去在一些文献上^[8,9,10,11]已介绍过行波直线加速器的基本原理,在这个简短的报告中我们仅介绍一下为中子方案使用的直线加速器的某些知识。

(16) 在这种意义上加速器的指标主

要是确定最小脉冲束流和提出能譜的某些限制。根据以往經驗,看来下述指标似乎是滿足的,即加速器应給出 750 毫安的脉冲束流,其平均能量稍高于 25 兆电子伏。理論指出^[12],由射頻功率轉变为电子束功率的效率为 80%,在低效率时的实际結果与此論点是一致的,所以为达到所需要的輸出,射頻功率的峯值設計为 24 兆瓦就可以了。如果,射頻功率是由額定功率峯值为 6 兆瓦的調速管放大器所供給,則至少需要 4 个。750 毫安的束流是当时任何加速器所能达到的束流的两倍。同时考虑到在理論处理时可能沒有被考虑到的因素,因而考虑某些安全系数是必需的。所以,就决定了要設計一个束流为 1 安培的加速器,它所需要的輸入射頻功率峯值至少为 31 兆瓦。这就需要 6 个調速管,但如果設計束流減少到 900 毫安,則 5 个調速管就够了。在皺紋波导的总长度保持一定的条件下,对此两种情况进行了設計考虑。为了輸出平均能量为 27 兆电子伏 1 安培的束流,6 个調速管的設計需要轉換效率为 75%。与 5 个調速管的設計相比較,使用 6 个管子时加速器具有一个比較平滑的校正曲綫和比較小的頻率灵敏度。根据这些以及其他的原因,决定首先考虑 6 个調速管的設計。在这个設計中,除第一个調速管外,每个調速管的功率将各供給一个 1 米长的皺紋波导,在設計頻率下此皺紋波导的相速度等于光速 c 。在波导端点所剩余的全部功率被水冷的电阻負載吸收。波导的第一节是 1.2 米长,同时插入一些聚束节,为了与注入电子的速度相配合,在聚束节內的相速最初是 $0.4c$,随着被加速电子的速度的增加,相速沿截面作相应的增加。沿聚束节的相速度和电場强度将决定入射电子中被俘获和形成为以下的其它装置所加速的电子束的数目,为了确定此相速度和电場沿聚束节的改变,利用模拟计算机^[13]进行了大量的工作。

結 構

(17) 每一节皺紋波导是由一些杯状銅块組成,这些銅块的插口是一个接一个的,用长的連接棒把它們夹在一起。由銅管繞成的聚焦綫圈套在安装好的波导周围,依靠波导轉換节固定在一块鋼板上。此波导轉換节是用来把功率輸入和輸出皺紋波导。这块鋼板和一个鋼罩一起形成了每一节的真空室,在每个鋼板中心处下面連着具有挡板和活門的大扩散泵。图 2 所示是正在向支架上安装的一个单元。6 个架子彼此再用螺絲栓在一起,而真空室則用金属軟管联接起来,以允許电子束在中間自由通过。电子枪是直接装在第一节真空室中。这电子枪是三极管型的,有一个固定的大約 45 千伏的电位差加在阴极与阳极之間。栅极上加上适当的負栅偏压,因此只有当栅极上加上 3 千伏的正脉冲电压时,才会形成电流。可利用 0.2, 0.5, 1 和 2 微秒寬度的脉冲。射頻的脉冲寬度要比电子枪的脉冲寬度大,以使在皺紋波导中形成电磁場,并保証电子束脉冲的时间 and 形状完全决定于电子枪的脉冲。一般情况下采用 2.5 微秒,但当电子枪脉冲較短时可減少到 1.25 微秒,这样可減少功率消耗。电子枪由 4 个装置在一个可旋轉的头上的阴极元件組成,这样可以在不破坏真空的条件下調換阴极。在加速器的另一端装有可快速操作的真空活門,这样可減少由于靶子系統的任何故障而引起的有害后果。

(18) 調速管放大器是三腔型的,在 10 厘米波长时,額定地輸出峯值功率 6 兆瓦和平均功率 9 千瓦。調速管放大器被安装在复合脉冲变压器和真空抽气系統上,而这些都安装在与加速器室并排的房间內,这样可以減少把射頻功率送到加速器去的波导长度。当設計加速器时,只試驗了連續抽气的調速管,虽然当时封閉的調速管也正在发展,但还是

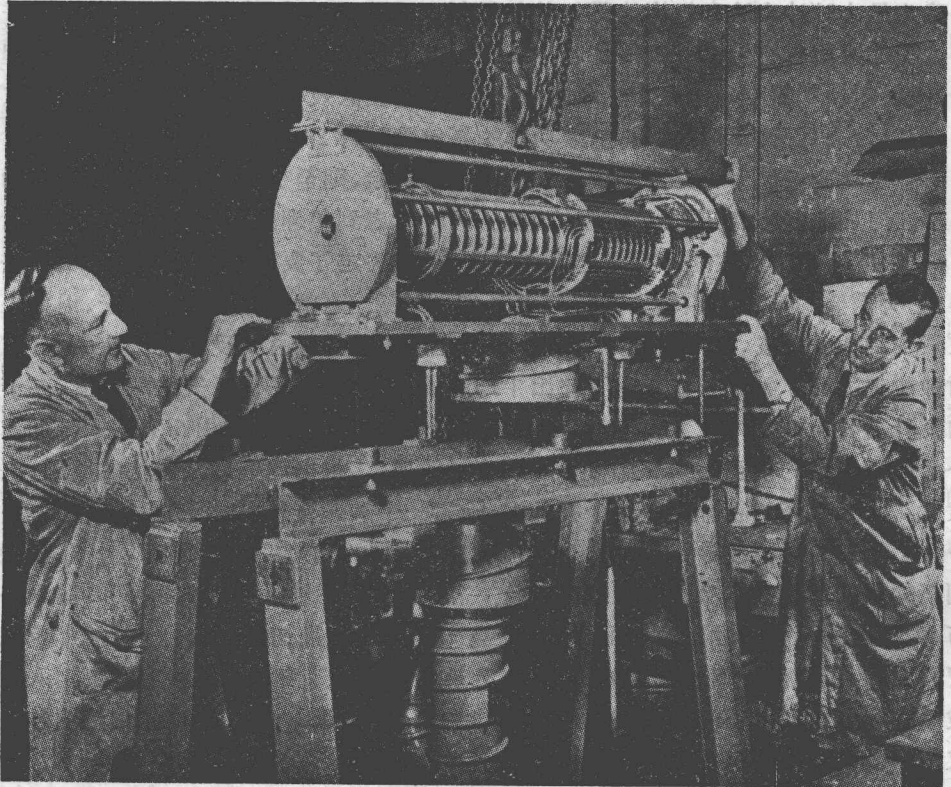


图2 加速器的第一级的照片

决定采用抽气的调速管,同时亦准备当封闭的调速管证明能使用时,就进行替换。在调速管室中有7套真空系统,这样,有一个备用管也可以进行抽气,其阴极被更换同时被调整到可使用的状态。当加速器上使用的调速管中的一个损坏时,就把整个单元通过滚轮推走,而把备用的换上。在替换期间仍保持真空系统继续工作。调速管在工作时是由磁控管通过一公共传输线直接供电来起动的。在每一支中装有衰减器和变相器,以建立正确的起动条件。当加速器的设计频率为2998兆赫时,磁控管在3微秒内可给出峰值为1兆瓦的脉冲。调速管在试验时是用较小的磁控管来起动的,这样可进行单独运行。

(19) 每一调速管需要一个200千伏90安培的高压脉冲,这对调制器的设计来说是一个难以解决的问题,因为需要一个能控制18兆瓦的电子管来用作控制开关,但这样的电子管是没有的。在调速管的发展初期,火花隙调制器曾被采用过,但是,并不很令人满意,且需要经常调节和清洁。这一问题通过设计使用4个最大的充氩闸流管的调制器而被解决。每一充氩闸流管用来通过复合变压器的4个初级线圈之一向各个脉冲形成线路放电,这样复合变压器所得的输出足够供给一个调速管。每一调制器具有一个9千伏5安培的辅助电源,对脉冲形成线路充电,这样,就可使调速管在额定平均功率下工作。为了对高压进行平稳的控制,以及采用快速保护线路,使用了栅控整流管。

(20) 除真空系统的控制外,所有的控制都装在设计室内,真空系统的控制就在原来位置进行。仅作起动的控制装在架子上,而所有为机器的实际运转所需要的控制都装一个控制台上,控制台上也包含了一些对倍增器靶的控制。

(21) 在写本文时,加速器的试验还未完成,不过,在较短脉冲宽度下已得到能量至少

为 25 兆电子伏, 流强约 0.5 安培的电子流。

方案的設計

多条飞行路径——双靶室

(22) 为了适应各方面的要求扩充了新源的基建, 在两个靶室的周围有总计约 15 个中子“窗”。重点在于使用为进行各种截面工作所需要的倍增靶, 为此安排了一个具有 9 个“窗”的特殊靶室。第二个靶室安排着两个靶子: 一个靶子是用来测量格子能谱的, 它具有三个可利用的“窗”(在某一时间只能用一個); 另一个靶子是不倍增的靶, 也具有三个“窗”。图 3 中表示了这些设计安排, 这是底层平面图, 图 4 则为从一个飞行路径末端处观得的图景。

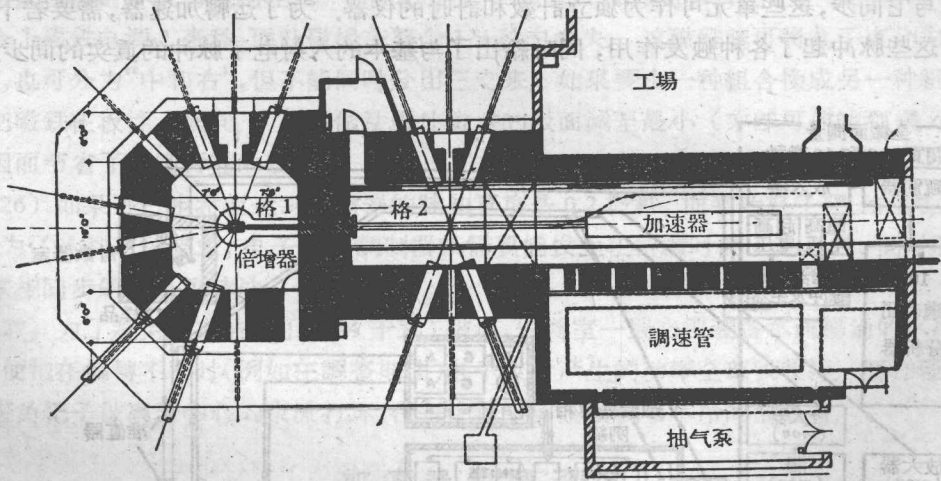


图 3 基建的设计

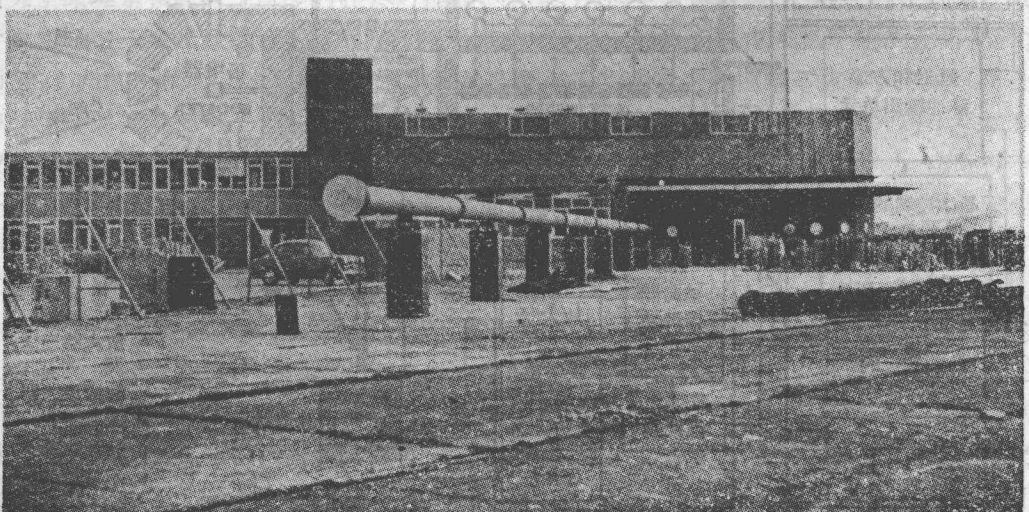


图 4 60 米飞行路径的照片