



沈天孙

1935年汤川秀澍预言有一种质量介于电子和质子之间的“基本”粒子，它们的行为可以用来说明强相互作用。后来在实验中果真找到了一批这种粒子，被称为介子。最初在宇宙线中找到的介子质量虽与预言中的差不多，是电子质量的207倍，但它并不表现出参与强相互作用。到1947年才在实验上弄清了理论上预言的传递强相互作用的介子质量要重一些，为电子质量的273倍，人们把它叫作 $\pi$ 介子，而先前找到的被称为 $\mu$ 介子。还有一种电中性的 $\pi$ 介子，质量为电子的264倍。

当加速器的能量发展到几百兆电子伏以后，人们用加速器人工产生了较强的 $\pi$ 介子束，精确地测定了介子的质量、寿命，以及同各种不同物质的相互作用，从而又发现 $\pi$ 介子可以有各种用途。于是，世界上几个实验室就竞相建造能产生 $\pi$ 介子的加速器，并且把这些加速器及有关的应用和实验设备称为介子工厂。其中美国新墨西哥州洛斯阿拉莫斯实验室的800 MeV质子直线加速器（简称LAMPF）是工作做得比较出色的一个。它的束流在正常运转情况下可达到360微安，预期在1980年可达到设计流强——1毫安。下面介绍一下这台加速器的情况，可以看到所谓介子工厂做些什么工作。

去年一年内，这台加速器全功率运行了4000小时，利用率达到83%，在同一个时间内可以做十个实验。为了研究核子——核子和 $\pi$ 介子——核子的相互作用，他们做了不少细致的工作。正在进行的一个实验是研究违背宇称守恒的质子——质子散射中的不对称现象。选择质子的能量为256及800 MeV。

与高能物理不同，提高能量并不一定是打开核物理大门的钥匙。他们认为800 MeV是进行核物理研究的理想能量，问题还在于怎样用好加速器和提高探测器的灵敏度，另外还要求加速器有较高的负载因素，能量可变。

在实际应用方面，用得最多的是 $\pi$ 介子治癌。已经用它治疗了六十名病人的一百种肿瘤（有头部的，颈部的，肺部的，以及膀胱、胰腺等等），得到了相当令人

鼓舞的效果。在很短时间的随诊观察中，据说有百分之五十的肿瘤得到消退。

另外一种用途是生产专用于医学的同位素，如示踪雌素酮的溴77，脑瘤定位用的硒72，示踪胶质毒素的铜77，用于肺部研究的氩127等等。

中子武器的研究，也是这台加速器的主要任务之一。此外，这台加速器还用于固体物理的研究。为了进行这些研究，拟在几年内再加上一个贮存环。

这台加速器在医学方面的应用还有质子计数层照相术， $\mu$ 子X线分析，以及控制肿瘤的高频加热等。

LAMPF所用的边耦合加速器结构已普遍用于医院里的加速器上。最近还在设计一种治疗用的 $\pi$ 介子发生器，想做得更加便宜，使用更加方便些。这个设计计划叫做PIGMI，是医学辐照用 $\pi$ 介子发生器的缩写，由该实验室的加速器技术研究室承担。他们拟采用非常低的注入能量——250 KeV，可以减小高压部分的尺寸。但是低能的聚焦比较困难，当束流加速到750 KeV时就要用交变相位聚焦的办法，它的四级透镜采用了永久磁铁。另外，它的高频频率比一般的200兆赫要高，为450兆赫，加速梯度也由一般的2.5兆伏/米提高到6兆伏/米。他们采用漂移管光亮镀铜及漂移管表面做成凸弧形的办法提高梯度。在一个具有六个单元的试验腔中，梯度已达到8兆伏/米，因为受到功率的限制没有再增加上去。

当直线加速器的能量超过大约150 MeV时，如仍用阿尔伐莱兹结构形式，由于加速效率下降就不合算。因此LAMPF就采用边耦合的结构。然而边耦合结构与它的高频功率原不能有效地耦合，所以PIGMI又采用了盘垫结构。准备在1979年造出一台650 MeV的样机。这个能量适合于产生 $\pi$ 介子。低一档的能量40 MeV适宜于产生中子，用于中子治疗。这种设计的加速器只有7米长，造价可能不到二百万美元，而一般的 $\pi$ 介子发生器的造价约为一千二百万美元。这种设计如由工厂接过去，以后可以大批生产，在医院里推广使用。

这个加速器的技术研究室还在设计用于研究中子武器的质子贮存环，它在获得LAMPF束流10%的情况下可达到100微安甚至十分之一安。用负氢离子注入可以得到较强的中子束。全部在四年内建成的费用约为一千六百万美元，计划在1978年开始。

还有一个设计计划是在汉福建立一台聚变物质辐照试验装置，叫做FMIT。它将100毫安的氘流加速到35 MeV，剥离后产生一束高通量的14 MeV中子，用于聚变反应堆中的研究。加速器技术研究室还准备化一年时间探索用加速器增殖核反应堆裂变物质的可能性。