

11/14 亿电子伏电子直线加速器在建造中

——BEPC 工程进展概况之一

朱 孚 泉

北京正负电子对撞机是目前我国最大的一项科研工程,利用这台对撞机可将电子与正电子同时加速达到能量为 28 亿电子伏时,在对撞区实现对撞,进行高能物理实验.电子与正电子都由同一台电子直线加速器产生,注入储存环时,电子的能量达到 14 亿电子伏,电子束的脉冲宽度 2.5 毫微秒,每秒可注入 50 次,脉冲流强 200 毫安.当用正电子注入时,需将脉冲电子束强度提高至 2 安,加速至 150 兆电子伏时打靶产生正电子,紧接着经过一段强磁场聚焦后继续加速,注入储存环.这台电子直线加速器总长 200 米,用 56 节 3.05 米长的盘荷波导组成加速系统.它的微波功率源分别由 16 个脉冲速调管提供,除了预注入段及正电子产生段的结构有所不同外,其余各段都是用一个速调管向 4 节加速管馈送微波功率,利用行波电磁场将电子加速.

我国于 1956 年开始建造第一台电子直线加速器,能量为 30 兆电子伏,当时国内的工业基础和技术水平与建造加速器的要求之间存在很大差距,一些关键部件;像高功率脉冲速调管、盘荷波导加速管等都要从实验室内从头开始研制.通过加速器的研制,促进了工业技术的发展,锻炼了技术队伍.到了七十年代,电子直线加速器开始在我国放射治疗方面得到广泛应用,北京、上海、南京等地都已建成了医用电子直线加速器;并投入小批量生产,现在在我国建造对撞机的电子直线加速器已具备坚实的基础.

但是对撞机工程要求的电子直线加速器其性能指标比一般电子直线加速器要高得多,集中体现在束流能散度指标.它要求 80% 的束流能量分散在千分之六以内.要实现这指标需采取一系列技术难度较高的措施,首先要做好包括预聚束器、聚束器等部件的一套预注入系统,使加速器起始段的束流具有良好的性能,其它方面如对工作频率、电压、温度、高频相位的稳定等都有严格要求.如对加速管,除了具有精度很高的机械加工要求外,还需经过微波测试,精细调配,将每个腔的相位移,调整在 2.5° 以内.加速器的准直要求也是非常高的,在总长 200 米内,安装后加速管中心线偏离值不能超过 1 毫米等等.因此科学院高能物理所在 1982 年开始进行了两年的预制研究工作,就电子直线加速器部分选了十多项关键课题进行预研,这里

也包括了研制一台 90 兆电子伏的电子直线加速器,它的参数、结构与对撞机的电子直线加速器起始段完全相同,通过这些项目的研制对加速器的物理设计、对各项关键部件以及对整机性能都作了全面的检验.

1985 年 7 月这台 90 兆电子伏电子直线加速器通过了中国科学院的鉴定,整机性能全面达到设计指标,这是目前我国能量最高的一台电子直线加速器,它的主要性能指标均已达到国际同类加速器的水平,它还具有如下一些特色:如首次在国内成功地采用了能量倍增器,利用这种近年在国外发展的新技术使束流能量提高了 1.5 倍.在这以前国内所研制的电子直线加速器都是采用一个微波管作功率源,但是在这台电子直线加速器上采用两个脉冲速调管分别向两个加速段馈送微波功率,成功地检验了高功率微波相控技术,肯定了为对撞机的电子直线加速器用 16 个速调管所确定的相控方案.通过这台加速器的研制,还掌握了毫微秒脉冲电子枪技术,及相应的束流性能诊断技术等.总之,它的建成为对撞机的电子直线加速器建造打下了可靠的基础.到 1985 年末,加速器各部件样机都已通过技术鉴定分别投入生产,其中像 30 兆瓦脉冲速调管、速调管脉冲调制器、3.05 米长的盘荷波导加速管等重点项目的性能都达到或接近国外同类产品的水平.参加研制工作的有电子工业部汉光机器厂、高能所工厂、上海真空泵厂、上海阀门二厂和电子工业部 1412 所等单位.

从 1984 年 10 月工程破土以来,基建工程全面展开,现在 200 米长的电子直线加速器大厅及其地下隧道部分都已竣工,今年元月已有一批设备在厅内安装就位,五月初第一节加速管已在隧道内安装,整个安装工作可望于明年初完成,与此同时,一些关键部件的联合调试工作也正在进行,虽然工程的技术难度很高,任务还很艰巨,但是这项工程定会胜利建成,并将在进入调试阶段后逐步提高束流性能达到设计指标.