

用靜电充电获得高压强流的一个方案*

余 覺 先

随着原子能科学事业在我国的遍地开花,作为中子物理重要工具的高压倍加器日益受到重視。本文中我們提出一个新的方案。在經過初步分析比較之后,我們觉得这一方案是能够滿足一般对于高压倍加器的要求的,而且它在提高电压和供給特別強大的脉冲电流方面有着很大的潛力。它的器材方面比較容易解决,使它具有普遍推广的条件,因而觉得值得提出来供大家参考。

考虑到中子物理的需要,一般采用电压为400KV、电流以用高频离子源出束1.5mA为标准,加上其他損耗共計2mA,这样的要求利用靜电发生器是容易做到的。可能的問題是在于靜电发生器本身的电容量 C 很小,当电流大时,因充电电流与負荷电流的变动所引起的輸出电压的波动也大而影响工作。这方面靜电加速器有着各种成熟的稳压方法^[1]可資利用。但在电流很大时,为了从根本上减小电压波动,設法加大靜电发生器的 C ——并联一串輸出电容器觉得是有意义的,这可以使它具有甚为稳定的电压輸出。

根据以上的要求与考虑,这里提出的方案就是利用一个靜电发生器向一串輸出电容器充电,在达到工作电压后,負荷部分开始工作,以后由靜电发生器維持負荷电流与电压,輸出电容器稳定輸出电压,电压偏移时由輔助装置作用控制,电压太高时由球隙保护等保証安全。

用靜电发生器产生400KV电压是远沒有充分發揮它的潛力,它的結構可以用四条絕緣管支住高压电极,用几条寬幅皮带足以滿足一般的电流要求(早在1937年 Trump 等^[2]就做到了3mA以上)。这里用的輸出电容器,由于是直流充电,沒有結構上杂散电容等影响的問題,所以可以采用低电压大容量的电容器(如用普通的电力电容器,因用于直流,工作电压可以提高很多)。控制方面用“零式感应电压計”产生訊号也容易做到。总的說起来,这样一个能够滿足一般要求的高压装置,它的器材方面相对于高压倍加器來說是比較容易解决的。而且如果能有效地控制,也許不用輸出电容器也可以。

由于是用靜电发生器产生高压,只要适当加大結構尺寸就可以获得特別高的电压(如到1—2MV)。在加了輸出电容器以后,靜电发生器連續地向电容器充电,即使充电电流不大,也可以使电容器能够輸出极为強大的脉冲电流。例如設要求脉冲电流为2A,脉冲寬度为500 μ S,脉冲頻率每秒1次,則它的平均充电电流为

$$i = 2 \times 500 \cdot 10^{-6} \times 1 = 1 \text{ mA.}$$

这样的一个靜电发生器是容易做到的。和高压倍加器比起来,特别是在要求电压特別高时,前者的优点是显著的。

以目前一般的需要和用目前可能得到的元件(如电容器为110KV, 0.022 μ f, 高压变

* 1960年1月17日收到。

压器频率为 50 周), 用相似的条件对高压倍加器和静电充电法的工作性能进行粗略的比较¹⁾, 其结果如下表:

名称 \ 工作特性	级 数	电 容 器	电 流	输 出 电 压	稳 定 度
高压倍加器	4	9 个	2mA	355KV	± 2.5%
静电充电法	—	4 个	2mA	439.6KV	± 0.14%

高压倍加器随着级数的增加, 特性更差, 同时却更显示出静电充电法的优点。对于脉冲负荷, 电压稳定情况就决定于输出电容器的电容量。由于可以采用大容量的低压电容器, 稳定度也容易满足要求。

这一方法具有一般静电发生器的缺点: 如机械要求较高, 湿度影响等等, 这方面要在设计、选料等方面加以注意。基于这一方法的基本原理和技术都已有着相当丰富而成熟的基础, 因而认为这一想法是能够实现的。

参 考 文 献

- [1] Millar, B., *J. Scient. Instrum.* **34**, (1957), 383—389.
 [2] Trump, *J. Applied Physics* **8** (1937), 602.

1) 高压倍加器的计算见“超高电压”(苏联 A. A. 伏罗比耶夫著, 水利电力出版社出版, 1959)。

静电充电法计算中主要考虑皮带带电不均, 夸张一些假设皮带上有一段长达 5 cm 不带电, 引起输出电容器的电荷量变化而产生电压波动。