

研究簡報

用固體絕緣材料代替高壓氣體來絕緣 靜電發電機的建議*

金 建 中

(中國科學院物理研究所)

A SUGGESTION OF USING SOLID INSULATING MATERIAL
IN ELECTROSTATIC GENERATOR IN PLACE
OF COMPRESSED GASES

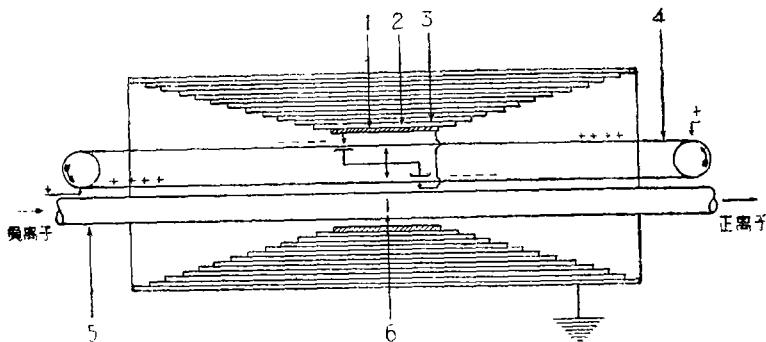
CHIN CHIEN-CHUNG

(Institute of Physics, Academia Sinica)

自從考克勞伏特-瓦爾吞發電機和萬得古拉夫靜電機發明以來，已有許多改良，其中最重要的是用壓縮氣體代替空氣使高壓電極絕緣。但是由於技術的限制，很難使它超過 10 兆伏。因為它要求有大型壓氣罐，經濟上更非一般學校所能普遍採用。我們回憶：為什麼一定要用氣體絕緣呢？恐怕是由於歷史的原因：最初自然是空氣絕緣最為方便。但是隨著電壓升高，空氣絕緣並不經濟，除了用壓氣以外，應該考慮用其他絕緣材料。

用固體絕緣材料來絕緣高壓電極的好處是：(1) 它的耐壓強度遠比氣體為高，每五萬伏祇需 2 毫米左右；(2) 因為它是固體，因而分電壓面不需用厚金屬板，祇需在固體絕緣層上塗以石墨即可。這樣的絕緣如果以適當的電阻分壓，每兆伏祇需 4 厘米左右厚度即可。如圖所示：中間 1，是一圓筒形電極，外面一層一層地包以絕緣物 2，每層外面塗以石墨 3，每層都比前一層長一些，這樣便形成一中空的圓筒，而空洞是兩端大中間稍小。每層石墨都用適當電阻連接起來。如果中間穿過一條帶電的帶子 4，便形成一靜電發電機。這圓筒外面自然是接地，因此它很安全，周圍並不需要更多的空

*1956 年 6 月 27 日收到。



結構示意圖(不按比例)

- | | | |
|---------|---------|--------|
| 1. 高壓電極 | 3. 層 | 5. 加速管 |
| 2. 絶緣物 | 4. 帶電帶子 | 6. 薄膜 |

間，而節省了建築費用。它的長度決定於氣體耐壓強度，如果希望它短一些，自然要放在壓氣筒內，不過這時壓氣筒的直徑比氣體絕緣式的要小得多(1 兆伏時小於 50 厘米)，可以採用薄壁無縫鋼管。為了減小直徑，在製加速器時，離子源宜放在發電機外面，現在阿爾伐列茲的方法^[1] 在外國已經製成功，即用負離子^[2] 在一端射入加速管 5，先加速到正電極後，在正電極內穿過一薄箔 6，後變為正離子再繼續加速而得兩倍的電勢能。這樣如果製成一個 10 兆伏發電機(絕緣物厚度不過 40 厘米左右)即可獲得 20 兆電子伏以下的能連續改變的能量均勻的離子束。這對於低能原子核物理的發展有很大的好處。

由於靜電發電機帶電方法的種種改進，帶電的帶子已經不必很寬，甚至可以用其他方法帶電。由於離子源是在外面，更不需要粗的加速管來獲得足夠的抽氣速度。因此一切都可以作得很細小。

剩下祇有加速管內的電壓限制的問題：即靜電加速器最高電壓約與加速管長度的平方根成比例的問題^[3]。由於製造這樣的靜電加速器的成本低，加速管直徑較小等等與前不同的條件，更有希望對加速管的電壓限制問題作專題研究。即使一時不能解決此問題，製一個 10 兆伏發電機(20 兆電子伏加速器)，它的總長度不過 20 米，直徑不過 1 米多，完全是一般經濟能力和技術條件所能辦到的。在大學裏製造 10 兆電子伏的加速器也將是可能辦到的。

由於這種發電機的結構特點，起初可以先由低電壓做起。可以一層層地接着包絕緣物來進行試驗和研究實際會發生的困難，當然這樣便不能用壓氣罐。但是天氣潮濕時，為了避免表面漏電，把它放在箱內再放入乾燥劑等等是必要的步驟。

可以估計到一個困難，即當固體絕緣物面積比較大而薄時，通過固體有漏電，因此在這種發電機長達 20 米，直徑達 1 米時，需要絕緣物的體積電阻係數大於 10^{16} ，因此只有少數絕緣物能達到要求（例如 Polystyrene 可達 10^{19} ）。同時為了均勻分佈電壓要適當並聯修正電阻，和保護火花隙。

因為絕緣物一次電擊穿便不能恢復，要有適當的安全係數，但是也不能放得太大以免浪費絕緣材料。因此絕緣材料的選擇與試驗成為實際設計中的關鍵問題。

參 考 文 獻

- [1] Alvarez, *Rev. Sci. Instr.* **22** (1951), 705.
- [2] Фогель 等, *ЖЭТФ*, **28** (1955), 711; **29** (1955), 209; **30** (1956), 450.
- [3] Cranberg, *J. Appl. Phys.* **23** (1952), 518.