加速器の真空系についての紹介

原子核研究所 佐 治 淑 夫

Introduction on the Vacuum System of an Accelerator

Yoshio SAJI

Institute of Nuclear Study,
Univ. of Tokyo, Tokyo.

原子核実験のための加速装置に於ては一般にビームの強度を増すためと、放電を避けるために高度の直空を必要とする。一方イオンソースから水素や重水素を流すのと、真空の容積が大きく従つて器壁からの脱ガス量も相当になるので、到達真空度高く且つ排気速度の大きい真空系が要求される。

こゝに、原子核研究所の真空系設計に当つて参考にした外国の加速器の真空系について若干紹介する。吾が国にも科研、阪大、京大等のサイクロトンその他の加速器もあるがそれらについては夫々の担当者の方から立派な報告がなされているので、こゝでは省く。

1. ワシントン大学のサイクロトン

これは普通のサイクロトンで磁極の直径60インチで大体核研のものと全じである。真空容積は4800 lである。真空系の図式はオー図にかく。

記号を説明すると

VP1 — D.P.I. MC-7000

20" 油拡散ポンプ

VP2 — D.P.I. MB-200

6" ブースターポンプ

MP 1 — Kinney DVD—8810

110 Cubic ft/min $\approx$ 3000 l/min

MP 2 — CenCo Hyper vac 23 回転ポンプ

VT — 液体窒素トラップ

TC — 熱電対真空計

IG — アイオニゼーション真空計

BG — ブルドン真空計

V₁ — 20" 真空弁(空気操作)

V₂ — 真空弁(空気操作)

V₃ — 真空弁(手 動)

V₄ — 真空弁(手 動)

AI — 空気吸入口

RB — 冷凍バツフル(フロン—80°)

この真空系で粗引は45~60分, $1 \sim 2 \times 10^{-5}$ mm Hg になるには更に一時間要する。
脱ガスを十分したときの到達真空度は $2 \sim 4 \times 10^{-6}$ mm Hg 脱ガス量は約 10^{-7} mm Hg/sec。
作動中の真空度は $5 \sim 9 \times 10^{-6}$ mm Hg である。

加速函は61S-T4アルミニウム合金で作つてあり, Heliaic 溶接してある。ゴムパツキングは二重パツキングを用い金属面同士が接触するようになつている。

2. シカゴ大学のシンクロサイクロトン

これは周波数変調サイクロトンで磁極の直径は170"インチである。この真空系には立教大学の田島英三教授が親しく建設に当られた。

真空系の図式は才二図に示す。シンクロサイクロトンでは周波数変調のためによく回転コンデンサーを用いられる。この部分は加速函との間のコンダクタンスが相当小さく、且つ絶縁材

料として有機物などあるので、加速函とは別にポンプを取付けてある。

シカゴの加速函の真空容積は15000 lである。この図には書いてないが、液体空気のトラップが弁なしで2個ついている。又フロンガスの一80°Cの冷凍バツフルがついている。(冷凍機 $\frac{1}{2}$ トン)拡散ポンプの弁は空気操作で背圧や加速函の真空度によつて自動的に開閉するようになっている。

回転ポンプはサイクロトロンから隔つた処にあり、8"のパイプで連結している。

作動中の真空度は 5×10^{-6} mm Hgで到達真空度は 1.2×10^{-6} mm Hgである。

300 CFMの回転ポンプ一基で粗引すると1気圧から30 μ Hgになる迄に40分である。一晚、加速函を引かずに放置したときのガス放出量は0.007 cc/secであつた。これから計算すると真空ポンプの排気速度は少なくとも 1.6×10^{-6} mm Hgで3300 l/secとなる。

32"の拡散ポンプも8"のブースタポンプも共に油はMyvane-20を用いた。

なお次のデータが報告されてゐる。

拡 散 ポ ン プ

	ヒーター	冷却水量	水 温	
			入 口	出 口
D P 1	2 4 A	$\frac{1}{2}$ Gal/min	8° C	42° C
D P 2	2 4 A	$\frac{1}{2}$	8° C	42° C
D P 4	1 3.5 A	$\frac{3}{4}$	8° C	28° C

3. コ ス モ ト ロ ン

コスモトロンでは才三図に示すようにドーナツ型の加速函をもっている。これは約300 Cubic ft.の容積即ち約8400 lであるが、容器の内面に100平方ftものゴムが用いられ、放出ガスを多量に出す。一方 5×10^{-6} mm Hgで加速されたプロトンの10%が分子との衝突のため減少することが計算される。そこで大排気速度の真空系が必要とされる。

ドーナツの断面は約6"×31"で円周半径は約350"である。これを効率よく真空にするには平行に沢山のポンプで引くことが必要となる。図式は才三図に示す。

合計12個の20"3段の分留式拡散ポンプ(7000 l/sec)を用い、それらには8"の一段のブースターポンプがついている。バツフルは1HPの冷凍機で一80°Cにしてある。

油ポンプは夫々6個づゝ組になつてキニーの300 C f mの回転ポンプで引いている。回転ポンプの油は蒸溜装置で純化するようになつてゐる。

拡散ポンプの油は到達真空度から云うと Octoil S. (5×10^{-8} mm Hg) がよい訳であるが、これは熱や酸で分解する欠陥が見出された。そこで、炭化水素の系統の Litton C を用いることにした。テストでは同系統の Myvane - 20 でもよかつた。

バツフルは始めAのようなのをを用いたが油が back するのでBのように改めた。Bの形に

なるとコンダクタンスが小さくなるが、テストした結果、 10^{-5} mm Hg より真空のわるいときはAの方がBより25%位速度が大であるが、 10^{-5} mm Hg より低くなると却つてBの方がよくなる。油の逆流のためと考えられる。

以上の真空系で作動中の真空は 5×10^{-6} mm Hg である。数時間一気圧にしてから、引くと粗引で 50μ Hg 迄が30分で 10^{-5} mm Hg になるには更に一時間要する。

なお真空系の動作、即ち回転ポンプの起動、拡散ポンプのヒーター入れ、冷凍機の運転等すべてインターロック回路により自動的に行われる。

4. む す び

最後に核研のサイクロトロンは真空容積約9000 l, 脱ガス面積約 $1.4 \times 10^6 \text{ cm}^2$, 水素流量200 cc/hr である。

これについて32"の主拡散ポンプを一基用いた真空系を設計中である。

大体の概略は原子核研究第4号(原子核談話会事務局発行)に報告してある。これに関して

Fig 1 Schematic Vacuum System
Cyclotron of Washington Univ.

Fig 3
Schematic Vacuum System
of Cosmotron

大方の御指導，御助言を頂ければ幸である。

参 考 論 文

ワシントンサイクロトロン

R. S. I. 25, 499 (1954)

シカゴのシンクロサイクロトロン

The University of Chicago 170-Inch Synchro Cyclotron
Progress Report (田島教授所蔵)

コスモトロン

R. S. I. 24, 723 (1953)