

Present Status of the JAERI LINAC

K.Mashiko, Y.Nobusaka, N.Akiyama, T.Shoji, N.Ishizaki and Y.Kawarasaki
 Department of Physics, Japan Atomic Energy Research Institute

ABSTRACT

Description on the operational performance and related improvements in the last fiscal year is given. The integral beam-time was 2,530 hrs, 90% of which was for neutron cross section measurements, with the beam-output specifications; energy 120MeV, peak current 5~6A, pulse width 20~30nS, repetition 300pps and one-week (120hrs) no-pause operation.

Main improvements are as follows; 1) replacement of the fifth accelerating tube(3m), 2) replacement of the cooling system for accelerating tube units, and 3) some trials for replacements of the parts-devices such as a thyratron driver using SCRs, IC-lized trigger pulse generator and delay-distributors and others. Six Pulse-Modulators will be remodeled, with the above SCRs, drivers, charging, and reverse circuits.

S57年度のリニアック運転実績の詳細や装置の試作改良、保守整備などの現状について以下の章で報告する。

1. リニアックの運転状況

S57年度のビーム電流加速時間は、2,530時間であった。この内の92.8%は、TO下法による中性子断面積の測定実験である。この実験ゲループは、電子エネルギー120~130MeV

で300PPSの昼夜連続の週120時間運転を定常化している。夜間は、実験ゲループの1名で運転を行っている。このために、リニアックは、長時間安定に稼働しなければならぬ。S57年度中の9例について、リ

日時	計画運転時間 (hr)	運転時間 (ビーム発生) (hr)	b/a (%)	インターロック停止回数	最長持続時間 (hr)	平均持続時間 (hr)	M.S (%)
S57 6/21 ~ 6/26	120	118.0	98.3	11	28.0	10.7	52.3
7/5 ~ 7/10	120	107.5	89.6	8	29.8	13.4	54.6
8/16 ~ 8/20	106	100.0	94.3	10	20.5	10.0	49.7
9/6 ~ 9/11	120	112.9	94.1	14	32.0	8.1	44.4
10/20 ~ 10/23	75	73.8	98.4	6	50.8	12.3	44.7
10/25 ~ 10/30	120	117.4	97.8	9	39.0	13.0	56.9
11/8 ~ 11/13	120	117.9	98.3	13	38.5	9.1	48.2
11/15 ~ 11/20	120	123.9	103.3	12	25.5	10.3	52.7
12/20 ~ 12/25	120	116.9	97.4	26	24.0	4.5	31.6

a = 計画運転時間 b = 運転時間

運転条件 電子エネルギー=120~130MeV 束流電流~6A パルス幅 20~30nsec パルス繰返し回数 300 PPS

ニアックの運転状態の実績を上表に示す。インターロック停止間の時間間隔は、平均で10.2時間、最長持続時間の平均は32.0時間であった。表中のM.S (Measure of Stability) は、リニアック運転時の安定性を見る目安として、原研の場合、次式により計算して算出したものである。

$$M.S = \frac{\text{運転時間} - \text{故障・修理時間}}{\text{計画運転時間}} \times \frac{1}{1 + n \cdot \alpha} \times 100(\%)$$

但し n: インターロック停止回数
 α : 運転時間に対する係数

αと運転時間の関係

α	運転時間	α	運転時間	α	運転時間
1.0	0~1hrxf	0.5	41~50hr	0.09	91~100hr
0.9	1~10hr	0.4	51~60	0.08	101~150
0.8	11~20	0.3	61~70	0.07	151~300
0.7	21~30	0.2	71~80	0.06	301~600
0.6	31~40	0.1	81~90	0.05	601~900

連続運転のとき適用する

2. リニアックの改良

リニアックの改良に当っては、(1)短いパルス幅(MALC)で、大電流電子ビームを加速できること。(2)高い繰返し周波数にすること。

(3)装置を簡素化してメンテナンスフリーを

目指すこと。(4)自動化すること。などを目指している。(原研リニアック増カ・性能向上計画参照) 実施したいくつかの例について述べる

(1) トリガー同期信号発生器及びデレーユニットの小型化

現在使用されている装置は、真空管回路方式である。この改良のため、昨年始めより製作をすすめ、今年度始めに完成した。本器のマスターオシレーターは、フェズロック発振方式で、発振(100, 600, 900HZ)した周波数をスケールダウン(1/2~1/8)させ、RATE設定値により設定された周期の電源パルスを作り出す。回路は、NIM規格1中のモジュールに収容し小型化した。基準信号は、電源同期で12.5, 25, 50, 100, 150, 300, 600, 900, の9種類とEXT INがある。出力Iは、TTLレベルでデレーユニット10台をドライブできる。出力パルスは、LOCAL/REMOTEの切換えによりRATE SWの設定か、若しくはSET DELTAコネクタより外部信号の設定ができる。

デレーユニットは、1台当り1系統のトリガー同期信号を遅延させることができる。本器は、水晶発振器で発振したクロックを遅延設定値だけ計数し、その計数値に比例した時間だけ遅延させる。この回路は、NIM規格1中のモジュールに納めている。出力Iは、TTLレベルで $T_r \leq 100ns$ 、 $T_w \approx 2\mu s$ で、出力IIは+45V正極性パルスである。デレー時間の設定は、LOCAL/REMOTEの切換えによりDELAY SWの設定か、若しくは外部信号により設定できる。デレー設定値は、0.0~9.9 μs の間を0.1 μs ステップで選択し設定できる。

トリガー同期信号発生器とデレーユニット8台は、6V付ビン電源に収容して使用する。

(2) SCRを用いた大型サイラトロン駆動回路(本研究会ホスターセッション報告)

現用の大型サイラトロン駆動回路は、サイラトロン5C22(2G22P)を用いたパルサーである。このパルサーを固体素子化するために、昨年度に試作を行った。単体テストの後にオノパルス変調器に据付けてテスト運転を行った。その結果、使用に耐えることが確められた。現在は、300PPSの定常運転に使用されている。本年度、パルス変調器の改修のさし6台を製作する。これにより、リニアックの電気回路は、クライストロン、大型サイラトロン、電子銃グリッドパルサー(本年度改造計画)を除き、回路素子の全ては、固体素子化される。

(3) チャージング及びリバース回路の簡素化

現用の主パルス変調器(65MW)チャージング回路は、鉄製筐体(400mm x 900mm x 860mmH)に、整流素子(SR30A-24)90ヶを直列にして収容し、高電圧碍子2ヶを取付けている。筐体には絶縁油を入れている。リバース回路も同じ構造である。この両回路を一体化して簡素化するため、テスト筐体を製作した。この筐体は、薄板Al板(3mmx)で430mm x 700mm x 700mmHの大きさである。高電圧用碍子2ヶと低電圧用碍子1ヶを取付けてある。チャージング回路は、整流素子(25NC

-12) 90ヶを直列にし、リバー回路は、集積整流素子(UGB-10) 10ヶを直列にしている。絶縁油封じとした。昨年末に $\times 1$ パルス変調器に据付けて使用している。本年度の主パルス変調器改修で6台製作する。昨年末には、600PPSのテスト運転を行う予定である。

(4) クライストロンイオンポンプ(IP)電源のモジュール化 (本研究会ポスターセッション報告)

従来より使用してきたIP電源は、自家製作のもので、低真空から超高真空まで排気できる容量をもつ電源であった。クライストロンのIPは、管内の真空度が $< 1 \times 10^{-8}$ Torrの超高真空を維持するために取付けられている。従って $> 10^{-6}$ Torrの低真空を排気できるIP電源は必要ないと判断した。今回製作したIP電源は、NIM規格2中のモジュールに1台分の電源を納めている。この電源を6台製作し、ビン電源1台に収容した。58年3月より使用しているが現在まで故障もなく良い結果を得ている。

(5) 加速管入力側マイクロ波窓(入力RF窓)撤去改造

RF出力20MWのクライストロンを30MWクライストロンに置換える計画がある。本年度は、30MWクライストロン1本を $\times 1$ 加速管系に据付ける予定である。年度末には、600PPS運転も予定している。このような事から、入力RF窓の必要性について再検討した。その結果は、過去の運転整備の経験から、その必要性がないと判断した。昨年末には、 $\times 1, 4, 5$ 加速管系の入力RF窓を取外す改造を行った。(本年度末は、 $\times 2, 3$ 加速管系)この改造後に、 $\times 4$ クライストロンの交換があった。この時のリニアック運転開始に至る経過は以下のとおりであった。

- | | |
|--|---|
| 1. 真空系(ビーム伝送系, $\times 2, 3$ 導波管系除く)全部に N_2 ガスを入れて1気圧にしていた時間 | 7.0 時間 |
| 2. 真空系荒引き時間 (1×10^{-5} Torrまで) | 1.5 時間 |
| 3. 真空系イオンポンプ排気時間 ($3.5 \times 10^{-7} \sim 1.25 \times 10^{-8}$ Torr) | 6.0 時間 |
| 4. リニアックRFエージング時間 | 150PPS運転 (18.5MW) 0.75 時間
300PPS運転 (18.5MW) 1.0 時間 |

以上の時間は、入力RF窓があった場合と比較して2倍の時間が必要であった。この程度では、支障がないと判断している。

加速管出力側RF窓は、水負荷終端器の改良によっては取外すことが可能である。原研リニアックの現状は、水負荷終端器から真空系への水洩れが皆無でない(昨年1件)のために、1度でもその種の故障が発生(東北大核理研リニアック)した時の被害の大きさから当面は改造しない。

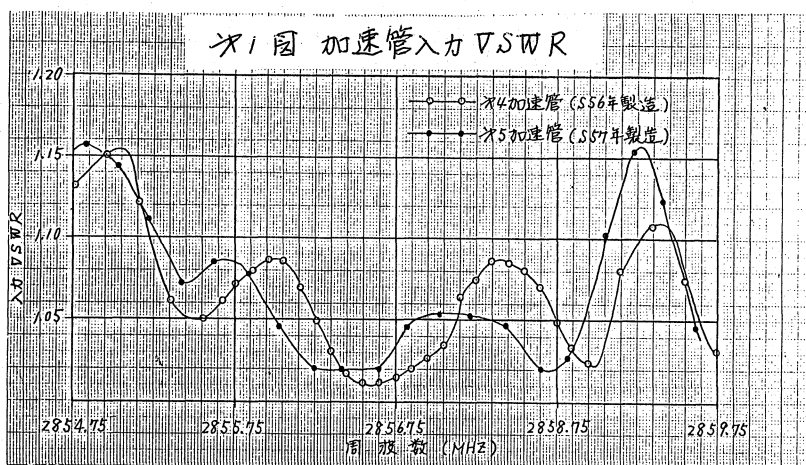
(6) $\times 5$ 加速管の更新

昨年末、 $\times 5$ 加速管(全長3m)の更新を行った。新しい加速管(三菱電機)は、 $\times 4$ 加速管⁽¹⁾の仕様を一部追加して発注した。従来は、入力VSWRの規定が、 f_0 と $f_0 \pm 1$ MHzの帯であった。今回は、 $f_0 \pm 0.5$ MHzにも制限を設け、入力VSWRを $1: 1.06$ 以下とした。RF特性の測定結果は、(1)図のとおりで、前回の $\times 4$ 加速管と比較し入力VSWRが改善された。加速管の位相精度は、冷却水温度コントロールで $\pm 3^\circ$ 以内であった。本年度より使用を開始しているが特に

問題がない。

(7) 加速管冷却塔の更新

冷却水量 500 l/min で冷却水温度 $40^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の加速管冷却装置を更新した。1次冷却系と2次冷却系は、熱交換器で仕切り、両系共、3方弁を温度検出信号によりモーターバルを動



作させて温度コントロールする。この方式で $40^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の温度は達成している。1次系は、純水を使用し、2次系は水道水である。2次系の熱放出は、開放型の冷却塔を用いた。冬期の凍結防止ヒーターが取付けられている。

3. 保守整備の特徴ある問題について

(1) 大型クライストロン

今年度に入り、クライストロンの故障が頻発した。最近1ヶ月間に4本のクライストロンが真空不良と水洩れを起した。使用時間は、1本が20000時間を超えているが、2本が5000時間で1本が2500時間であった。使用時間が短い3本は、1980年度の製造であった。

(2) ビーム取出窓の破壊

室温 25°C で湿度60%を超える条件下でビームエネルギー調整中に、エネルギーモニター用ビーム取出窓の破壊があった。このために、全真空系のイオンポンプと附近の接続部の分解整備を行った。完全に復旧するのに2週間を要した。

(3) 中性子ターゲットの動作機能不良

中性子ターゲットの昇降装置に故障が生じ、遮蔽体内にターゲットを格納できなくなった。ターゲットの残留線量は、冷却期間10日で、ターゲットより10cmの位置で9.5R/Airを示している。解体撤去に困難を生じている。現在、新中性子ターゲットを製作中である。この装置の特徴は、ターゲット遮蔽用カプセルをクレーンで移動してターゲットに被せる方式であり、ターゲット本体は差込み式で脱着が容易である。

参考文献 (1) 河原崎他；X線回直線加速器研究会報文集 P8