電磁的投杼装置の試作*

(昭和30年9月19日受理)

岡 田 幸 雄**

会 員 保 科 正 吉

—→ 摘 要 ←—

研究目的

力織機のシャトルの駆動並びに制動に電磁誘導力を応用して行う方法を考案し、これを実用に供し得るように原理的機構的に研究改良する。

研究結果

- (1) 所期の通り十分強力且つ高速度の投杼機構を作り得た。
- (2) 投杼機構をそのままシャトルの制止機構として役立たせることができる。そのため一つの機構でシャトルの駆動並びに制動を行い得る一元的機構とすることができた。
- (3) 従来のような衝撃的方法を用いないから織機の騒音が著しく減減し騒音の大きさが従来のもの 105 フォンという値に対して同じ関係位置において75フォンという大幅の減少を見た。

1. 緒 言

力織機のピッキングによる投杼機構の欠点をなくすため種々の方法が考案されているが、その主な方法は圧搾空気によるものと、電磁気的方法によるものとに分けることができる。この中電磁気的方法によるものはいろいろあるが、いずれも実用化されていないようである。その原因を考えて見るに特許にあらわれている方法のいずれもが電磁石による鉄片の吸引力^{1,2,3)}または電磁石と永久磁石の吸引力を応用したものであるため、最も重要な横方向の駆動力が弱かったり、或は又構造が複雑であったり、しかも又シャトルに鉄片を取付けるためシャトルの重量が大となって高速度でシャトルを駆動、制止せしめるに適しなかったり等の欠点がある。或は又磁気回路における空隙が大であるため力率が悪く、励磁電流が大きく従って銅損が多く、能率が悪い等の欠点が多く、従来の方法をしのぐ優れた特性のものが得られないことが明らかであるからである。筆者等はこれに対し同じく電磁力の応用ではあるが、前記方法とは異なり誘導電磁力を応用した方法を試み、上記欠点を殆んど一掃し強力にしてしかも高速駆動に適する装置を作り得た。この装置はそのまま制動作用も行わせ得るからシャトルの駆動も制止も一つの装置で行わせしめることができる。従って従来の力織機の一大欠点であった甚大なる騒音を殆んど

解消して、騒音の極めて少い力織機を作ることができ、その装置も割合簡単で従来の力織機の一部を改造すれば足りるという特長をもっている。

2. 原 理

誘導電動機の固定子を半分に割ってこれを直線状にしたと考え、この直線状鉄心に3相交流を通ずれば直線移動磁界を生ずる。この移動磁界の移動速度は3相巻線の極間隔を d 、電源周波数を f とすれば $v_s = 2fd$ である。このような移動磁界中に導体を置けば、その中に2次誘起電圧を生じ2次電流が流れ、この電流と礎束との相互作用力によって磁界の移動方向に導体が運動することは、誘導電動機の原理と同じである。この際導体の速度は上記磁界の速度即ち同期速度 v_s からの滑りを s とすれば $v = 2fd(1-s)$ であらわされる。例えば $f = 50$ (c/s)、 $d = 30$ (cm)、 $s = 40$ (%) とすれば、 $v = 18$ (m/s) となって普通力織機のシャトルの速度のほぼ2倍位の大きさである。従ってシャトルに軽金属の板をとりつけこのような移動磁界の中に置けば、従来の力織機におけるシャトルと同程度或はそれ以上の速度でこれを加速せしめることができる。

この際シャトルは他の電磁的方法のように鉄片或は永久磁石等の重量の大なる物を取付けることが不要で、又シャトルに通電する必要もないからシャトルの重

* A New Electromagnetic Picking Mechanism for Power Loom.

** Y. Ohada, 山形大学工学部, M. Hoshina, Member. 山形大学工学部

(第1図) 電磁投杼機構を取付けた織機の全体図

Ⓐ：電磁投杼機構 Ⓑ：ロータリスイッチ

量は余り大きくならず且つその構造も複雑とはならない。しかも又発進作用力は誘導電動機の場合と同じく強大である。

この誘導加速装置を第1図のように織機の左右杼箱の部分に取付け電源切換えのロータリ スイッチを同じくボトム シャフトに取付ける。ボトム シャフトの回転によりこのロータリ スイッチが回転し1回転で左右交互にスイッチが入るようにすれば織機の回転と同期してシャトルの発進が行われる。第1図における主要部を抄出して見ると第2図の如くなる。A, Bは誘導加速装置でCは杼摺, Dは杼, Eは箆である。Aにスイッチが

(第2図) 電磁投杼機構説明のため第1図より
主要部のみを抄出した図

入り電流が流れると杆 D は B の方向に向って発進し C

を通って B に入る。 B に入る丁度その時、 B にスイッチが入るようにロータリ スイッチの構造を定めて置くとそのため B に電流が流れ、これは常に A の方向に移動磁界が生ずるように作ってあるため、 D の運動はこの反対方向の移動磁界により減速制止される。ただこの際制止作用が強過ぎると一旦停止された後今度は逆に加速して A の方向

にシャトルが飛出すことになるから、制止作用は若干弱くしなければならない。殊にシャトルの運動方向と移動磁界の方向が逆で相対速度が大である時は後で述べるように作用力が強いから磁界の強さはずっと小さくてよい。このため3相巻線の接続を発進の時は△接続に、制止の時はY接続になるように切換スイッチの接続をする。なお電磁的のみ完全に制動するようにすると、不安定になることがあるからY接続に更に直列に抵抗を入れ多少余勢があるようにし、残りを機械的に制止するようにした。かくして制止されたシャトル D は次の箆打ちの一時期に再びスイッチが B に入れられることにより B 中より A に向って発進す。前述同様の動作が行われ、これが繰返されて縦機が遂行される。

3. 誘導加速裝置

構造は短冊型硅素鋼板を積重ねた直線状鉄心を上下に配置し、下部鉄心に溝を設けて3相巻線を施し（第3図及び写真2）上下鉄心間の空隙に矽の翼板を入れるようにしてある。このように両鉄心間の空隙に金属翼板が入れられ、自由に出入りできるようにするため、普通の誘導電動機等の回転機の場合と異なり空隙が若干大となる憾があるが、これはできるだけ小になるようにすることが必要である。このためシャットルには厚さ1mmのアルミ板を翼のように取付け（写真3）翼板がこの空隙間を自由に通過できるようにし、シャットルは鉄心間に設けられた中央部の別の大きな空隙部を通過するようにした。このようにすると上下鉄心間隙を3mm程度にすることができ、工作精度を上げると、もう少しこの値を小さくすることができよう。シャットルの構造は前述のようにアルミ翼を附加したものになるが、更にこの翼端を鉄

(第3図) 鉄心組立図

外部に出るようにしてそこで折り曲げてある。このように鉄心外部に導体板が出るようにすることは実効抵抗を減少して、2次電流を増加して作用力を強大にするのに極めて効果的であることは、このような加速装置についての理論的考察の結果明らかになった。なおこのことについては実験的にも証明され、鉄心外部にアルミ翼を出さない場合に比して50%以上の速度増加が見られた。又金属翼はたて糸を損傷しないためと、安定度をよくするためシャトルの下面より5mm上部に取付けた。このような邪魔物があることは多少危懼の念も持たれるが、実施した結果は何等差支えないことがわかった。翼板の材料は理論的考察の結果によると比抵抗と密度の積の最小なるものが最も適する。それ故その値の最も小さいアルミニウムが最適でこれも実験結果と完全に一致した。

このような加速装置によりシャトルを加速する場合衝撃的でないため、構造強度があまり大でなくともよくむしろできるだけ軽く作ることの方が肝要である。

このような形の直線状誘導加速装置はその例がなく新しい試みであり、これについての理論的考察を行えばその特性が明らかになった。しかしこれは電気工学の分野に属すると思われるから、ここには省略し試作の結果の一つについて記すに止める。

極 数	2極	全 長	41.5cm	巻 数	240回毎相
溝 数	16	溝の幅	1.2cm	歯の幅	1.2cm
鉄心積厚	5 cm	上部鉄心の高さ	5 cm	下部鉄心の高さ	8 cm

給与電圧 200V で線電流 10.6A, 相電流 6.1A, シャトルの速度は 9~10m/s である。この速度は現行普通力織機の場合とほぼ同程度ということができよう。なお速度を増加せしめるには加速装置を変えればよいので以上の結果が最高というのではない。シャトルの速度の測定は小さい圧粉鉄心に線輪を巻き、4cm 間隔に電磁加速装置内に設置し、又シャトルに圧粉鉄心の小片を装着して籽がこの上を飛走する時線輪に近すぎインダクタンスを変化せしめ、その変化をブリッジ回路により検出してこれを電礎オシログラフで観測した。

次に誘導電動機における最大回転力の条件は2次回路のリアクタンスを x_2 、同じく抵抗を r_2 とすると $s x_2 = r_2$ であることは衆知の通りである。即ち起動の際に最大回転力が得られるようにするには $s=1$ と置いて $x_2=r_2$ なる条件を満足すればよい。誘導電動機は一般に $x_2>r_2$ なるため起動回転力を大にするためには起動抵抗を2次回

路に挿入するようにする訳である。

しかるに上に述べたこの誘導加速装置は原理としては誘導電動機と同じであるが、構造上空隙が相当大（同一定格の電動機の場合の約10倍）であり又2次回路に当るシャトルの翼板は無鉄心であるから当然この2次回路のインダクタンスが小で抵抗が大、即ち $x_2<r_2$ である。従って駆動力を大にするには翼板の抵抗が小でなければならず更に又翼端を磁路外に出して折り曲げることが必要になることは前述の通りである。このようにしてもなお且つ $x_2<r_2$ であるから最大駆動力の点は $s>1$ 即ちシャトルの運動方向が移動磁界の方向と反対になる点である。シャトルが対向籽箱に入って来て制動される場合がそれでこの場合は $s>1$ であり制動力は駆動力より大となる。それ故駆動の場合と同じ接続に置いて制動すれば、制動過大となって対向籽箱の中間においてシャトルは停止し更に逆方向に進退することになる。実験結果によると駆動の際3相接続を△接続にし制動の際はY接続にする。即ち電流が $1/\sqrt{3}$ であれば制動が適度であることがわかった。しかし電磁制動のみで完全に制動するよりも多少シャトルの勢力を余して残りを機械的に制動するため、電流は更に少い方がよくそのためY接続に直列に数Ωの抵抗を入れた。

試作した一つの例を写真 1, 2, 3 に示す。

(写真1) 電磁駆動装置を取付けた織機を右側後方より見る

(写真2) 試作電磁駆動装置の一例

(写真3) 試作シャトルの一例

4. 制御装置

織機の回転と同期して杼の発進停止を行うため回路の開閉並びに接続変更を行わねばならない。このため下軸の端にロータリスイッチを装着し、下軸の回転によりその動作を行わしめる。杼の速度は端子電圧並びに電源周波数が一定である限り一定であるから、織機の回転速度が定まれば通電時間が定まる。従って回転子の接触刷子の幅が決定される。もちろんこの幅は厳密な寸法が要求される程のことはなく、織機の回転数の変化によっても影響されないよう、余裕をとって決定してよい。又回転子自身に饋電する構造にするとその機構が複雑となるから、そのような構造は排し回転子は単なる短絡刷子の働きをするようにした。

回転子の構造は第4図に示す通りで3相3線の開閉を行うように3枚の接触刷子の組を取付け、更に又対向駆

(第4図) 回転スイッチの回転子

動装置に対する刷子を前者より 180° 距った角度に取付けである。このような回転子の刷子により駆動装置の開閉の順序がA 駆動→B 制動→B 駆動→A 制動→……の順になるようにならなければならない。第5図はこのような動作を行わしめるための接続である。図中ロータリスイッチ部分は直線的に展開して示してある。A, Bは加速装置, C, C'は駆動回路接点, D, D'は制動回路接点, E, E'はおのおの 180° 距った3枚1組の回転刷子である。最初EがCの接点を短絡閉成し次にE'がD'を

(第5図) 接続図

短絡閉成し、次に更に回転角度が進めばE'がC'を短絡閉成し、次にEがDを……と回転子の回転と共に順次接続が変化して行く。

又織機の起動並びに停止に伴いそれと同時に駆動装置の電源の投入、遮断を自動的に行う必要がある。そのため起動停止用ハンドルと連動するスイッチを設けた。第6図はその機構を示す。

(第6図) 起動停止用連動スイッチ

5. 所要電力、騒音その他

試作した一例についてその消費電力を電流並びに巻線抵抗の値から計算で求めて見ると、平均電力130Wとなった。この値は普通綿織機に比べて見て大体同じ程度と見てよい。しかし試作は薄鉄板を打抜きすることができず、積重ねて置いてシェーパ切削を行ったため、鉄損が大きくなったこと、更に又手作りのため工作精度上空隙が比較的大になったこと、等のため損失が大きく、これが最高効率ということとはできない。今後工場製作を本格的に行うことができれば、更にずっと消費電力の低下を期待することができる。又力率は空心コイルを用いる他

の方法に比べれば遙かに良好ではあるが、それにしても誘導機であり空隙も今のところ若干大であるため比較的低い、従って進相用蓄電器を用いれば一層よくこのようにすれば力率の改善も大幅に行うことのできることはもちろんである。

この装置は殆んど鉄と銅とから成立つため重量が大で左右両方で約 30 kg もあり、これを箆框上に装着すれば箆框の慣性能率が非常に大になって、これを揺動するためには動力が大幅に変動し、又コネクティングロッド並びに軸受の機械的強度が問題になる。これを救済するためには筆者の前報告に述べたように箆框脚にバネを附することにより慣性能率の作用を打消し軽快な運動を行うことができた。

次にこの装置を用いた織機は衝撃音が殆んどないから織機の発する騒音の大部分が無くなりずっと静かな運動を行うことができる。騒音の測定結果を述べれば次表の通りである。

綿織機（豊 田 式）	85～105 フォン
杼箱前面胸木線上における騒音	
綿織機（電磁駆動式）	60～ 75 フォン
同上位置における騒音	

以上のように約25～30フォンの騒音軽減でこれは音圧

にして約 1/12～1/14 程度であり、耳に与える感じの差は相当のもので格段の差があるといつてよい。

6. 結 言

シャトルの電磁駆動ということを手作り試作の段階であるが行い大體良好な結果を得た。特に騒音の軽減が著しく又電力消費の点においてシャトル速度の点において大いに改善の余地があるから今後有望であろう。

終りにこの研究に多大の御指導、御援助を賜った本学前学長森博士、繊維工学科田中博士、電気工学科大高博士外諸教官、実験に試作に勞を惜しまれなかつた遠藤、松田、安部の諸氏並びに繊維工学科工場各位、機械工学科工場各位に深甚の謝意を表し更に研究費の御援助を賜った山形県当局に心から感謝を捧げる次第である。

文 献

- 1) 電流による積極的緯入装置、特許 91292.
- 2) 力織機における積極的緯入装置、特許 172655.
- 3) 電磁式投杼による織成装置、特許出願公告 昭26—1382.
- 4) 保科、遠藤：共振型揺動箆框とその起動特性について、繊維誌（昭30-11）

経 糸 糊 付 東 洋 紡 績 深 田 要 著

A 5 版 140 頁 特上製クロス装幀 定価 300 円 書留送料 70 円

— 内 容 目 次 —

1. ま え が き	8. 増 量 剤	15. 糊 調 合 設 備
2. 経糸糊付の目的	9. 防 黴 剤	16. 糊 付 機 械
3. 糊付糸として具備すべき条件	10. 糊 の 調 合	17. 新しい設備及び機械
4. 経糸糊として必要な諸性質	11. 澱 粉 の 膨 潤	18. 糊付機の自動制御
5. 糊 の 試 験 方 法	12. 糊液の濃度と粘度	19. アメリカにおける糊付技術
6. 澱 粉	13. 総 糊	20. あ と が き
7. 油 剤	14. 新しい糊材料	

梳 綿 機 取 扱 法 東邦レーヨン 水 利 清 著

A 5 版 350 頁 特上製クロス装幀 定価 750 円 送料 60 円

1. 梳綿機の概要（附 フレーミング）	4. ドップファエンド（附 各部品改造について）
2. 梳綿機のシリンダとシリンダバンド回り
（附 各部品の改造について）	5. トップ張付作業（附 針角度組合せ公式）
3. テーカイン及びフィーダエンド
（附 テーカイン下落綿調節法）	6. 針 布（附 側角組合せ方式）
	7. 梳綿機針布捲付作業
	附録 梳綿機部品カタログ