繊維工業における自動制御の二、三の実例*

会 員 日 置 高 志**

1. ま え が き

戦後諸外国におけるオートメーション化の傾向に刺激されて、わが国においても一貫作業を主体とする各種産業分野で作業の自動化が進められ、手動操作ではとうてい期待できないほど品質は均一化し、同時に生産速度は急速に増加されつつある。

繊維工業においては機械装置そのものの自動化は早くから行われ、優秀なものが開発されているが、系統全体としての自動化、換言すれば電氣的に行う自動化は割合最近のことと思われるので、この分野における二、三の実例について述べることにする。

もっとも他の一般産業、特に製紙工業、製鉄工業、ビール工業などですでに採用されている自動制御装置で、繊維工業方面でもその要求があればそのままか、あるいはわずかの改造で、直ちに採用できるものも数多くあるが、ここでは繊維工業独特のもの、あるいは繊維工業ですでに実際に使用されているものを主として述べることにする。

2. 緯糸斜交状態自動矯正装置

布の経糸と緯糸とは最初織る時には直角になっているが、漂白、洗滌などの種々の工程を経ている間にくずれて直角でなくなることが多く、特に薄物の場合これが著しい。それをそのまま乾燥し、捺染すると、あとで模様にくずれるので、それ以前に斜交状態を矯正するのが一般である。この斜交状態の矯正は巾出乾燥機のところで行うのが普通で、従来も数種の機械的方法が採用されているが、これらはほとんど手動で、かなり熟練を要する。しかし何等かの方法で斜交状態を自動的に検出することができれば、その信号により、従来使用されている適当な矯正装置を制御することができ、全自動化が可能となる。

ここに述べる自動矯正装置は特別な光学系と光電管を使用して緯糸の斜交状態を自動的に検出し、その信号に

より差動歯車を介して巾出機を制御し、斜交状態を全自動的に矯正しようとするもので、その原理は2組の透過光線を利用し、これら2組の光点A、Bを第1図(a)に示すように同期的に中心に向かって移動させ、しかもそ

(a) 光点の移動状態

(b) 直交時の走査状態

(c) 斜交時の走査状態

(d) (c)の場合と反対の斜交時の走査状態

(第1図) 緯糸斜交状態自動矯正装置の動作原理

の走査は布の両端近くで繰返し行わせるようにする。光点の大きさは処理する布の種類によっても異なるが、大

* Some Examples of Automatic Control Devices in Textile Industry.

** T. Hioki, 東京芝浦電気株式会社

体 $1\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ 位で、その走査は巾出機の送り用電動機に関連して駆動される円板に放射状についているスリットを利用して行っている。したがって第1図(b)は緯糸が直交状態にある場合であるが、布が下方に移動するものとすれば布面での光点の移動は図に示すようになり、布の速度と光点の移動の速度との間には常に一定の関係があるので、布の速度の如何に拘わらず、光点の移動する方向すなわち走査角度は一定となる。したがって(b)のように直交状態にあれば、 A, B 両光点の緯糸を切る数は両者同じになる。しかし第1図(c), (d)のように斜交状態にある場合には A, B 両光点の緯糸を切る数が異なってくる。したがってこの透過光線を光電管にうけてこれを取り出し、両者を比較すれば斜交状態は周波数の差としてあらわれ、かつどの方向に斜交しているかはそれらの周波数のいずれが高いかによって知ることができる。

いま 1in 当り 80 本織りの布を例にとりて、得られる衝撃周波数の一例を示せば

布の速度 (yd/min)	衝 撃 周 波 数 (～)		
	斜交角 $+10^\circ$	斜交なし	斜交角 -10°
60	3 255	2 880	2 420
40	2 305	1 925	1 480

光電管の出力は第2図のようにそれぞれ適当に増幅した後、真空管型周波数計に導き、その両出力を一緒にして取り出せば、斜交状態に応じその大きさおよび極性を変化する電圧が得られる。更にこの電圧を適当なサーボ増幅器に導いて、その大きさおよび極性に応じて振幅および位相の逆転する交流電圧に変換し、それで2相電動機を励磁しているので、斜交状態に応じて2相電動機が正回転または逆回転し、それで差動歯車を動かして巾出

(第2図) 緯糸斜交状態自動矯正装置の制御回路系統図

V_1, V_2 回路, V_3, V_4 回路は共に真空管型周波数計

機のいずれか一方を前後させて斜交状態を自動的に矯正するものである。

この方式は透過光線を利用しているので、厚手の布には使用できないが、一般に斜交状態になり易いのは薄手のものが多いので利用価値も多いと思われる。

3. 側面レジスタ制御装置

この装置は織布などを巻きとる時その縁を自動的にそろえたり、あるいはビン型巾出機に利用して、織布の縁に対して巾出機のビンの位置が常に一定になるように制御したりするためのもので、この場合にも所定の位置からのずれを検知するために光電管を利用している。すなわち光のビームで織布の端を照し、織布が所定の位置にある場合にはその光点の約半分がこの縁で遮断される位の位置に設置し、その直射光又は反射光を光電管に受けて、縁の位置が所定の位置からずれると受ける光の量が変化するようにし、その変化を利用して所要の制御を行うもので、その結線の一例を示せば第3図のごとくである。同図において V_1 は光電管で、その出力をまず真

(第3図) 側面レジスタ制御装置の結線

V_1 : 光電管, $V_2 \sim V_6$ 増幅用真空管

V_7 : 定電圧放電管

AD : アンプリダイン式増幅発電機

M : 修正用電動機

空管 V_2 で増幅し、更に V_3, V_4 により増幅して V_6 , V_6 に導く。 V_3, V_4 の対をなしている増幅器はいわゆる対称差動増幅器で、カソード抵抗が共通になっているため V_3 のグリッド電圧は一定で (V_7 は定電圧放電管), V_4 のグリッドにのみ信号を加えても両プレートには大きさが等しく方向反対の出力変化が得られ、しかも真空管増幅回路で最も問題となるドリフト、すなわち接触電位差などに起因する真空管の特性の変化や外部条件の変動に起因する変化は相当部分打消し合うので、安定な精度の高い増幅を必要とする自動制御装置の増幅器としては最も適した回路である。 V_6, V_6 も同様対称差動増幅

回路で、そのプレート回路に入っている F_L , F_R はアンブリダイン式増幅発電機 AD の制御巻線で、互に差動的に作用するようになっている。

ここにアンブリダイン式増幅発電機とは、普通の直流発電機の構造の外に更に1組の刷子を備え、それを短絡して、それに流れる短絡電流によって更に主回路に大きな起電力を生ぜしめるようにした二段励磁の直流発電機で、その特長は増幅率が一般直流発電機に比べて非常に大きいことと、応動速度が速いことである。

したがって縁の所定位置からのずれにより光電管 V_i の受ける光の量が変わると F_L , F_R のいずれか一方の電流は増加し、他方は減少して、アンブリダイン式増幅発電機はそれに応じた電圧を発生し、したがって修正用電動機 M は所要方向に回転し、それにより例えばロール全体を横に動かして布の縁を正しい位置に戻す。なお R_1 , C_1 , C_2 の回路はいわゆる乱調防止用である。

この方法は電子管、アンブリダイン式増幅発電機を使用しているので、応動速度が速いのが特徴である。

4. 分割駆動方式における自動速度ならびに張力制御装置

最近の各機器に対する駆動方式はほとんど分割駆動方式になっているが、この分割駆動方式にも、それらの電源を供給する発電機が1台で全部に共通している共通発電機方式と、1台の電動機に対し別個に1台ずつ発電機をもつ各個発電機方式とがあり、後者の方が応動速度が速く、より高度の制御が可能である。

(第4図) 分割駆動方式における自動速度ならびに張力制御装置の系統図

M : 駆動電動機 G : 発電機
 TG : 回転計発電機 AD : アンブリダイン式増幅発電機
 MA : 磁気増幅器

第4図は各個発電機方式の分割駆動において、巻取ロールは張力制御を行い、第1ロール、第2ロール、第3ロールは巻取ロールに対して速度制御を行った場合の系統図で、速度制御はそれぞれの駆動用電動機 M_1 , M_2 , M_3 に直結されている回転計発電機 TG_1 , TG_2 , TG_3 の電圧と巻取ロールに直結されている回転計発電機 TG_0 の電圧とを比較して、その差電圧をそれぞれ磁気増幅器 MA_1 , MA_2 , MA_3 の制御巻線 FC_1 , FC_2 , FC_3 に加えてそれを増幅し、その出力で更にアンブリダイン式増幅発電機 AD_1 , AD_2 , AD_3 を励磁して発電機 G_1 , G_2 , G_3 の界磁 F_{G1} , F_{G2} , F_{G3} を流れる電流を制御し、第1, 第2, 第3ロールの速度が巻取ロールの速度に合致するように発電機電圧を加減するものである。

また磁気増幅器 MA_1 , MA_2 , MA_3 の他の制御巻線 F'_{C1} , F'_{C2} , F'_{C3} には基準電圧を適当に分圧した信号を加えているので、分圧器 DR_1 , DR_2 , DR_3 のノッチ位置を適当に調整すればそれぞれ別個に、各個の駆動用電動機 M_1 , M_2 , M_3 の速度を任意に制定することができる。

巻取ロールでは単にロールの回転速度を一定しただけでは巻取りが進むにつれて経が増し、したがって巻取速度が速くなって自然と強く引張られることになり、均一な巻取りができなくなるので、常にその張力が一定になるように駆動用電動機 M の速度を制御する必要がある。

張力は駆動電動機の出力に比例し、したがって電動機の電機子電流に比例するので、張力制御には電動機電機子電流を利用するのが最も普通で、張力を一定にするためにはその電動機電機子電流を一定に保てばよいので、電機子電流に比例した信号を基準値に比較してその差信号を磁気増幅器 MA 、アンブリダイン式増幅発電機 AD により増幅して、駆動電動機の電機子電流が一定になるように発電機 G の電圧を制御して張力が常に一定になるようにしている。したがって分圧器 TR のノッチ位置を変化すれば基準値が変化するので張力を任意に調整することができる。

この方式では最大速度 1000~2000 ft/min で 0.2 %位の精度は容易に得られる。

5. ループ制御装置

この装置は前節で述べた方法とは別の手段で、分割駆動方式における自動速度又は張力制御を行うためのもので、繊維方面では特に布になってか

ら以後の連続作業で、ある工程の駆動速度を別の工程の駆動速度に合せ、その工程の入口における張力を一定にしたいような場合に実際によく用いられる方法である。すなわちある工程から次の工程に移る時に布を若干たるませていわゆるループをつくり、そのループの長さを自動的に一定になるように制御するために、巻組の光源と光電管系を使用し、そのループで光電管への光を一部遮断し、その量の大小によって前段送りロールの駆動電動機 M の速度を制御するものである。その制御回路にも種々の方式があり、例えば第3図の側面レジスタ制御装置も一部改造すればそのまま使用することもできるが、別の一例を示せば第5図のごとくである。

(第5図) ループ制御装置の結線

M : 駆動用電動機 V_{1A}, V_{1B} : 光電管
 $V_2 \sim V_6$: 増巾用真空管
 V_6, V_7 : 格子制御放電管 V_8 : 定電圧放電管

第5図で M は前段送りロールの駆動用電動機で、その電機子電流は一定直流電源から供給され、界磁 (F_M) 電流は一定直流電源と格子制御放電管 V_6, V_7 との両方から供給され、その最低値は一定直流電源で保証されている。すなわち R により電動機 M の最高速度が定まり、 V_6, V_7 により供給される電流が増加するにつれて

速度は減少する。光電管系は普通2～3組使用されているが、正規状態ではループの下端は大体その半分を遮断する位の位置になるように調整されており、もし引張速度が減少したり、あるいは電動機 M による送り速度が増加したりすればループの長さは長くなり、光電管系への光の量は減少する。したがって“Cathode follower” V_2 のグリッド電圧は低下し、 V_3 のグリッド電圧も低下して、そのプレート電流が減少するので、 V_4 のグリッド電圧が上昇して、格子制御放電管 V_6, V_7 のグリッド制御回路に入っている位相変化回路用の可飽和リアクトルを制御すべき直流制御巻線 L_M の電流が増加する。 L_M の電流が増加すれば、 V_6, V_7 の点弧位相が進み、それにより供給される界磁 (F_M) 電流が増加して駆動用電動機 M の速度を下げ、ループを持ち上げて正規状態にもどす。 V_4, V_5 は対称差動増幅器で、 V_3 と V_4 との間に入っている回路は乱調防止用のものである。

この方式は全電子管式なので、応動速度が極めて速いのが特徴である。

6. む す び

以上繊維工業に関連のある自動制御装置の二、三の実例について述べたが、この外にも他産業で実際に採用されているもので、繊維なるがための若干の修正を行うのみで、そのまま採用できるものも数多くあり、例えば多色印刷で各色のずれを自動的に修正するレジスタ装置がすでに多色グラビヤ高速回転機に実用されて好成績を得ているが、これに緯糸斜交矯正装置などを組合せると現在高度の熟練を必要とする多色捺染装置の自動化が可能となり、また織布に対する湿度計と関連させて乾燥装置を自動制御することも容易に考えられる。

したがって自動機械の発達している繊維工業に更に電氣的総合自動制御をとり入れる予地は十分あり、両者相まって自動化は急速に高度化され得るものと思われるがこの報告がこの意味で何等かの参考になれば幸である。