

专题论述

卷筒包装材料的供送与定位切断

赵治华 马希明

(机械系)

现代裹包机、制袋—充填—封口机、泡罩包装机及收缩标签机等,广泛采用卷筒包装材料,因其有利于实现连续、高速和自动化。

供送卷筒包装材料(以下简称为材料)的运动方式有间歇和连续两种,而对切断位置的要求则有定长切断和定位切断的区别。定长切断,只要切断的材料长度误差不超过允许值即可,它适用于玻璃纸、铝箔等没有印刷图案的材料。随着装潢水平的提高,绝大多数的印有精美图案的卷筒材料要求在指定的位置切断,以保持图案完整和准确的布置,这要求定位切断。显然,定位切断的要求比定长切断高,凡能定位切断的供送装置都能完成定长切断。本文结合典型实例,综合介绍现代包装机的卷筒材料供送与定位切断的工作原理、参数选择、控制电路和适用场合。

1 间歇供送、定位切断

有如下三种。

1.1 后退或前进补偿式

其定位切断的原理是:有意使牵引长度 l (每次牵引材料前移的距离)大于或小于色标间距 l_0 ,它们的差值为 $\Delta l = |l - l_0|$ 。这样,色标的停留位置逐次变动,牵引长度偏大时色标停留位置逐次前移 Δl ,而偏小时逐次滞后 Δl ,供送 n 次后的积累偏移量 $n \cdot \Delta l$ 达到一定值,就一次性后退或前进补偿(即消除)积累误差,如此反复循环。

1.1.1 后退补偿式 图1为后退补偿式典型实例。

开机前将扇形牵引辊转至脱开位置,再将材料按图中路线引至切断刀处,使正确的切断位置对准切断刀。调整光电传感器10的位置,使照射在材料上的光圈在色标左边缘的外面,(参见图2)即光圈中心至切断刀的距离 S 符合下式

$$S = C + (m - 1)l_0 - d/2 \quad (1)$$

式中

c ——正确切断位置至第一个色标左边缘的距离, $c \leq l_0$

m —— S 距离内的色标数目(含光电管下色标)

d ——光圈直径, $d = 3 \sim 4$ 毫米。

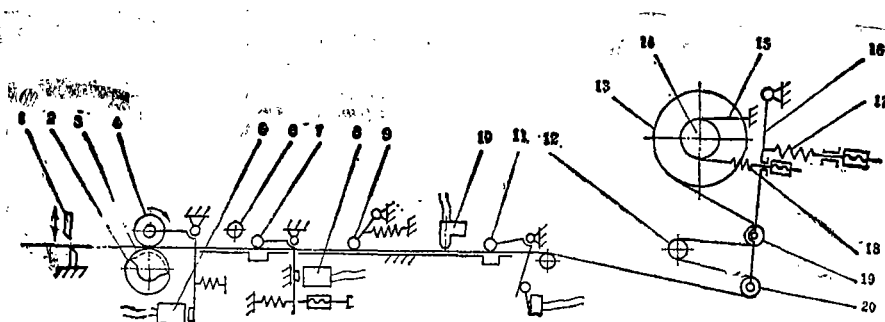


图1 间歇供应、后退补偿式

1—切断刀；2—凸轮；3—扇形金属牵引辊；4—橡胶牵引辊；5—电磁铁；6—静电消除器；7—拉纸辊；8—电磁铁；9—止回辊；10—光电传感器；11—断纸传感器；12—导轨；13—卷筒材料；14—阻尼盘；15—阻尼橡胶带；16—摆杆；17、18—拉伸弹簧；19、20—导轨

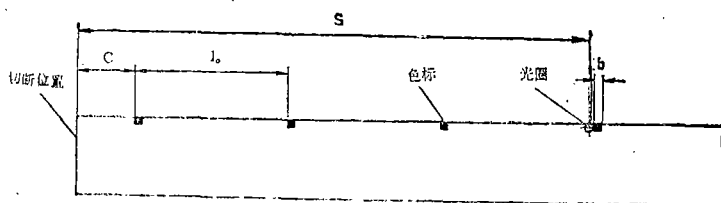
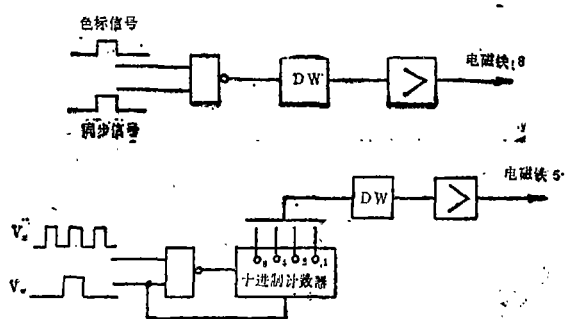


图2 光电传感器位置图

开机运转。如前所述，牵引长度 $l = l_0 + \Delta l$ 。每供应一次，光电传感器下的色标便移进光圈内 Δl ，而正确切断位置也超出断切刀 Δl 。当色标进入光圈的累计量(即积累切断误差)接近光圈直径(约3毫米左右)时，光电传感器便发出色标信号给控制电路，电磁铁8得电使拉纸辊下压，将送出的材料拉回一段距离(约3毫米左右)，这样便补偿了积累误差。切断刀在拉纸辊下压结束至下次牵引开始期间完成切纸动作，拉纸辊在下次牵引开始后抬起复位。可见，补偿后切断的那张材料比未补偿的切断长度短了3毫米，这是一次性补偿积累误差的不足之处。

图3为该供应装置的控制电路的原理图。包括：积累误差补偿控制电路，无物品不供应材料控制电路，适用于块状物品裹包，无纸或断纸时停机控制电路。

1.1.2 前进补偿式 如图4



(2) 无物品不供应材料控制电路

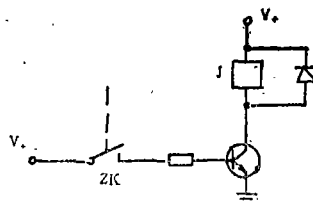


图3 后退补偿式控制电路原理图

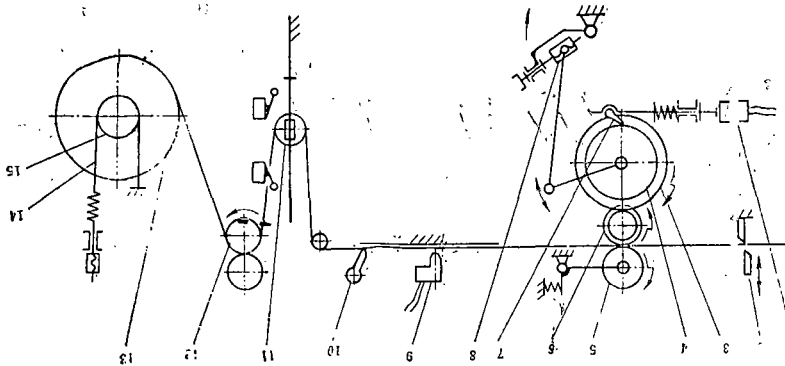


图4 间歇供送、前进补偿式

1—电磁铁；2—切断刀；3—齿轮；4—棘轮；5—上牵引辊；6—下牵引辊；7—棘爪；
8—曲柄；9—光电传感器；10—止回板；11—导辊；12—预送辊；13—卷筒材料；
14—阻尼橡胶带；15—阻尼盘

齿轮3与棘轮4固连，与摇杆同轴用单向超越离合器连接。这样，曲柄8驱动摇杆作往复摆动，而齿轮和棘轮作单向间歇转动，通过齿轮传动而使上下牵引辊也作单向间歇转动，完成间歇牵引材料。改变曲柄长度，便可改变牵引长度。

开机前，使光圈中心与切断刀之间的距离符合下式

$$S = C + (m-1)l_0 + b + d/2 \quad (2)$$

式中， b 为色标宽度，其余符号同式(1)。放下牵引辊，调整曲柄长，使牵引长度 l 比色标间距 l_0 小 $\Delta l = l_0 - l$ ，便可开机运转。

每供送一次，色标右边缘滞后 Δl 进入光圈。 n 次后的积累进入量(积累误差) $n\Delta l$ 接近光圈直径时，光电传感器发出信号，通过与后退补偿式同样的电路而使电磁铁1得电，棘爪向左移而棘轮逆时针转动，牵引辊便牵引材料前进 Δl 距离，从而消除积累误差。

1.1.3 须注意的几个问题 止回装置 所有定位切断的供送系统都需配备止回装置。其功能是不能自转的金属圆柱体，为增大摩擦系数，可在其外表加橡胶外套。设止回件与包装材料的摩擦系数为 f ，那么止回杆件(止回件与纸接触的点 and 止回件摆动支点的连线)与材料平面的夹角 φ 通常取得过小，不能起止回作用，过大又会使牵引阻力明显增大。可将 φ 角设计

$$\varphi \approx \text{ctg}^{-1}f \quad (3)$$

成可调的，即杆长或支点位置可调，以适应不同材料。

牵引装置 图1中牵引装置的特点是构造简单紧凑，牵引时间，即扇形牵引辊的圆弧角可根据工艺需要在很大范围内灵活确定，实现无物品不供送材料也比较容易。缺点是当牵引长度变化时须更换扇形牵引辊，在牵引起始和终了时刻有刚性冲击，因而只适用于抗拉强度大且延伸率小的材料，供送速率也较低。

扇形牵引辊圆弧角 θ 在总体方案设计时给定，半径 R 则依据牵引长度而定，即

$$R = l/\theta(1-\epsilon) = (l_0 + \Delta l)/\theta(1-\epsilon) \quad (4)$$

式中

l_0 ——色标间距

Δl ——牵引长度与色标间距差, 取 $\Delta l = (0.005 \sim 0.01)l_0$

θ ——给定的扇形圆弧角(弧度)

ε ——牵引的弹性变形, 延伸变形及打滑等的总损失系数, 主要取决于材料性质与牵引力大小, $\varepsilon = 0.03 \sim 0.05$ 。

R 值应修正到等于齿轮节圆半径, 然后再由式(4)修改 θ 值。

正常牵引时是不允许出现打滑的, 两牵引辊间的正压力 Q 用下式确定

$$Q = kp(1/f_1 + 1/f_2) \quad (5)$$

式中

p ——所需最大牵引力, 即最大牵引阻力

f_1 、 f_2 ——两牵引辊与材料的摩擦系数

k ——安全系数, $k = 1.2 \sim 1.3$ 。

图4中的牵引装置特点与前者相反。它按最大牵引长度确定有关参数。可取下牵引辊的直径 $D = l_{max}/\pi$, 而摇杆的最大摆角不超过 70° 。此外, 若要实现无物品不供送材料, 可参见图6。

切断刀 包装材料宽度较小 (< 100 毫米) 时, 常设计成上、下切断刀都作摆动, 像剪刀一样; 材料较宽时, 下切断刀固定, 上切断刀作往复移动, 刃口斜度 $1:50$ 。刀刃角取 $55^\circ \sim 60^\circ$ 。切断动作应在补偿结束至下次牵引开始期间完成。

后退或前进补偿式只能单方向补偿, 当材料延伸和色标间距误差较大时就不太适用。实用中, 一般采用后退补偿式, 因为它较容易实现。

1.2 随机补偿式

根据色标停留位置的超前或落后, 随机地做后退或前进补偿(参见图5)。

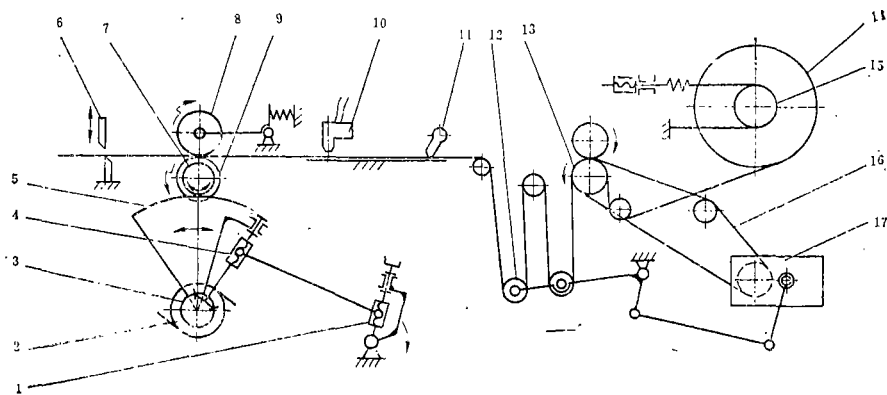


图5 间歇供送、随机补偿式

1—曲柄; 2—伺服电机; 3—圆锥齿轮; 4—丝杆螺母; 5—扇形齿轮; 6—切断刀; 7—齿轮; 8—上牵引辊; 9—下牵引辊; 10—光电传感器; 11—止回板; 12—导辊; 13—送料辊; 14—卷筒材料; 15—阻尼盘; 16—套筒滚子链; 17—脉动无级变速器

齿轮7与下牵引辊9之间用单向超越离合器连接,曲柄1驱动齿轮5摆动,而牵引辊作单向间歇转动。圆锥齿轮3安装在伺服电机2的轴上。

开机前,调节曲柄长度,使牵引长度与色标间距相适应。将牵引辊调至停转位置,引出卷筒材料,使预定切断位置对准切断刀。移动光电传感器,使光圈处在色标内并与色标的左边缘相切,即光圈中心至切断刀间距符合下式

$$S = C + (m - 1)l_0 + d/2 \quad (6)$$

然后开机运转。

图6为该供送装置的自控电路简图。

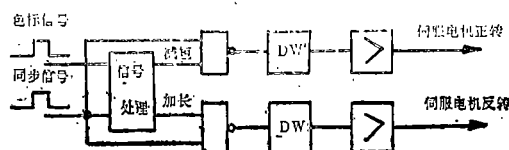


图6 随机补偿控制电路简图

若牵引长度偏大,色标的停留位置超过光电管,则色标信号先于同步信号发出;牵引长度等于色标间距,两个信号同步发出;牵引长度偏小时色标停留位置不进入光圈,停留期间无色标信号发出。据此可通过伺服电机自动调整牵引长度,实现定位切断。

1.3 捕捉色标直接定位式

见图7。

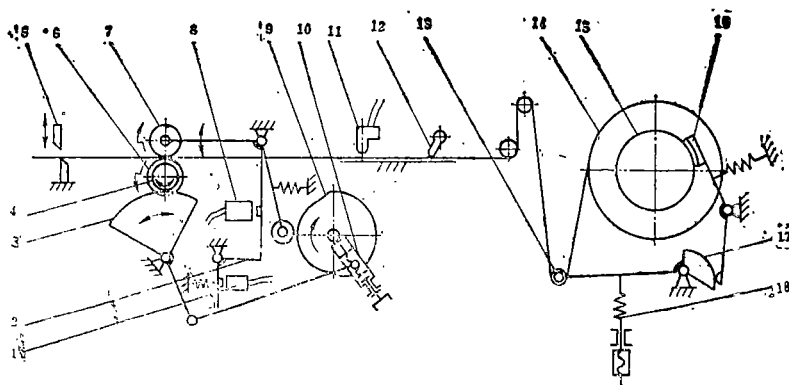


图7 捕捉色标直接定位式

1—电磁铁; 2—控制杆; 3—扇形齿轮; 4—齿轮; 5—切断刀; 6—下牵引辊; 7—上牵引辊; 8—电磁铁; 9—凸轮; 10—曲柄; 11—光电传感器; 12—止回板; 13—导轨; 14—卷筒材料; 15—阻尼盘; 16—阻尼块; 17—扇形凸轮; 18—拉伸弹簧

开机前,先调整曲柄长度,使牵引长度 $l = (1.02 \sim 1.05)l_0$ 。引出卷筒材料,使预定切断位置对准切断刀(注意,应在牵引辊停转时进行)。移动光电传感器,使光圈位置符合式(6)要求,便可开机操作。

在牵引过程中,因 $l > l_0$,牵引辊尚未停转色标便进入光圈,光电传感器捕捉到色标后即发出色标信号,经控制电路使电磁铁8得电,立即提起上牵引辊7,材料便停止前进。这种定位切断的好处是,理论上每次牵引长度都与色标间距相同,没有积累误差,在色标间距有较大误差情况下仍能在预定位置切断。

该装置的控制电路见图8。色标信号使R—S触发器置“1”，通过放大电路使电磁铁8得电。同步信号在牵引辊转动后(曲柄摇杆机构的外极限位置后)发出，将R—S触发器置“0”，使电磁铁8失电，为下一次牵引和控制作好准备。

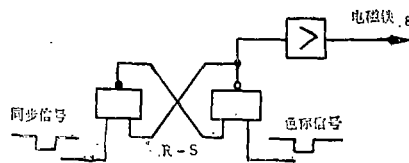


图8 捕捉色标直接定位控制
电路原理图

为实现无物品不供送材料，配备凸轮9、控制杆2、电磁铁1和有关的探测器等，控制电路

同图2。无物品时，电磁铁1得电，控制杆2向上摆动，此动作在上牵引辊下降前完成。这样，控制杆上摆后就阻止了上牵引辊下降，停止供送一次。

每供送一张材料、电磁铁8都要得、失电一次，且需要较大的电磁吸力，限制了供送速率的提高。

这种定位切断方式的特点是适应各种材料，特别是不需要补偿，结构简单。在间歇运动的气动制袋——充填——封口机和泡罩包装机中也常采用这种方式，所不同的是在这些包装机中，牵引包装材料由主传送装置兼任。

图9所示的牵引装置也是捕捉色标直接定位，凸轮2驱动小牵引辊摆动，两个牵引辊接触时牵引包装材料(牵引起始时有刚性冲击)。取牵引长度 $l = (1.02 \sim 1.03)l_0$ ，光圈与切断刀间的材料长 S 为

$$S = C + (m - 1)l_0 + b - d/2 \quad (7)$$

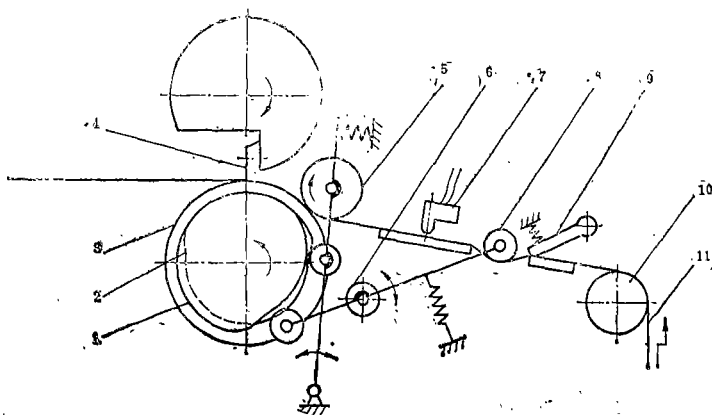


图9 (后退)捕捉色标直接定位式

1—拉纸辊凸轮；2—牵引辊凸轮；3—大牵引辊；4—切断刀；5—小牵引辊；6—制动电磁离合器；7—光电传感器；8—拉纸辊；9—压纸板；10—导辊；11—包装材料

开机前，使两牵引辊处于脱开位置，将材料引至超出切断刀，并使正确切断位置对准切断刀。移动光电传感器使光圈位置符合式(7)要求。开机运转，因 $l = l_0 + \Delta l$ ，牵引结束时色标超过光圈。然后拉纸辊向下运动，将已送出的材料拉回，若拉纸辊运动到最低位置，可将纸拉回 Δl_1 。应使 $\Delta l_1 > \Delta l$ ，通常取 $\Delta l_1 = 2\Delta l$ 。这样，拉纸辊将材料拉回 Δl 距离后，色标便进入光圈而发出色标信号，使制动电磁离合器得电，立即制住拉纸辊，保证色标对准光圈。然后进

行切断,开始下一次牵引,而制动电磁离合器也失电,由凸轮1使拉纸辊复位。实用中,该装置用于供送袋泡茶小包装的商标纸,纸长169毫米,牵引长度 $l=172\sim 173$ 毫米,供送速率150张/分。

图10为该装置的控制电路图。在牵引过程中,同步信号I为“0”,故色标通过光圈时所发出的色标信号不能进入R-S触发器。而在拉纸后退过程中同步信号I为“1”,色标信号发出后便使R-S触发器置“1”,制动电磁离合器得电。在下次牵引开始后,同步信号II输出负脉冲,使R-S触发器置“0”,为下次控制作好准备。

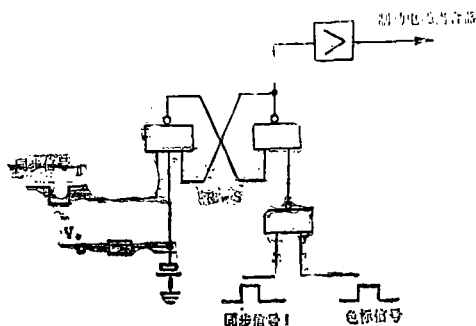


图10 (后退)捕捉色标直接定位控制电路原理图

这种定位方式的特点是,只在拉回 Δl 距离的小范围内捕捉色标,定位精度高,并可减少印刷污点所引起的误动作,工作可靠。拉纸辊运动速度和转动惯量都小,有利于提高供送速率。它的供送材料时间应按牵引时间加上拉回时间计算,所需时间较长。

2 连续供送、定位切断

因材料是作连续运动的,牵引阻力比较均匀,故有利于保持牵引长度稳定和提高供送速率。连续供送系统常采用图1和图7中的纸架装置。这里只介绍牵引装置。

2.1 后退或前进补偿式

如图11。

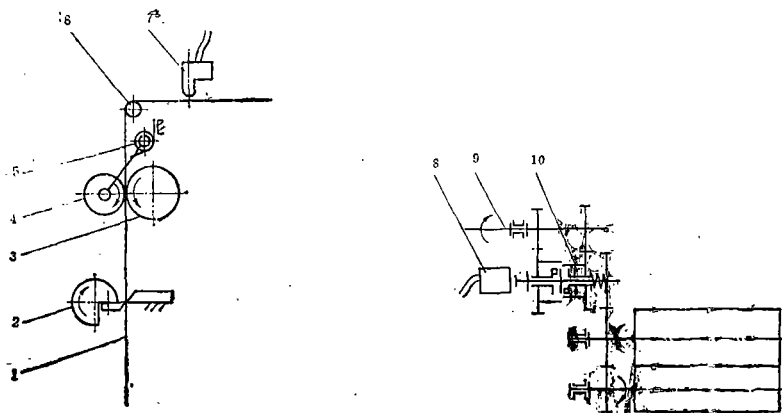


图11 连续供送后退补偿式牵引装置简图

1—包装材料; 2—切断刀; 3—金属牵引辊; 4—橡胶牵引辊; 5—扭转弹簧; 6—导轨;
7—光电传感器; 8—电磁铁; 9—输入轴; 10—双向端面细齿离合器

引出包装材料并将正确切断位置对准切断刀,移动光电传感器使光圈位置符合式(1)要求。开机运转,正常牵引时电磁铁8失电,双向离合器10的右边合,牵引长度 $l=l_0+\Delta l$,取 $\Delta l=(0.005\sim 0.01)l_0$ 。当积累误差达到3毫米左右时,光电传感器捕获色标,电磁铁便得电而

使离合器的左边合。这样, 牵引辊转速减慢, 牵引长度 $l_1 = l_0 - \Delta l_1$ 。为减少电磁铁的得电时间(减少发热), 通常取 $\Delta l_1 = (2 \sim 3) \Delta l$ 。当积累误差被补偿后电磁铁失电, 牵引辊又恢复原来的牵引速度。

前进补偿式则相反, 正常供送时牵引长度 $l = l_0 - \Delta l$, 前进补偿时的牵引长度为 $l_1 = l_0 + \Delta l_1$, Δl 、 Δl_1 值同上。

当色标间距变化时, 一般是改变牵引辊的转速, 即改变牵引辊与切断刀之间的速比。这样无须更换牵引辊。补偿控制电路同图3。

2.2 随机补偿式

连续运动的制袋——充填——封口机广泛采用这种补偿方式, 牵引辊常兼有纵缝热封的功能, 图12所示牵引装置便是实例。

图中件号1~8组成行星差动轮系, 有两个自由度。主动件为输入轴1和伺服电机3, 输出为齿轮2。正常牵引时伺服电机不转动。若牵引长度偏大 ($l = l_0 + \Delta l$), 则色标逐渐前移, 色标信号逐渐提前发出。前移积累量达到一定值(3毫米左右)时伺服电机便正转若干圈数, 使牵引辊少转一定角度, 后退补偿积累误差。反之, 若牵引长度偏小且积累误差达到一定值时, 伺服电机反转若干圈完成前进补偿。其控制电路原理见图13。

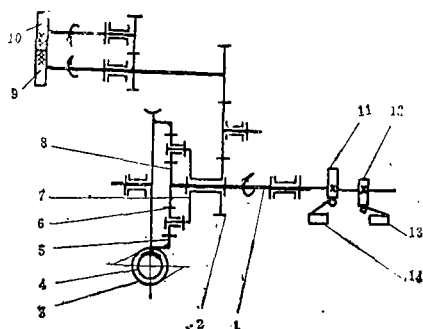


图12 连续供送、随机补偿式

1—输入轴; 2—输出齿轮; 3—伺服电机; 4—蜗杆;
5—内齿轮; 6—行星齿轮; 7—系杆; 8—中心轮;
9、10—牵引兼热封辊; 11、12—同步凸轮; 13、14—行程开关

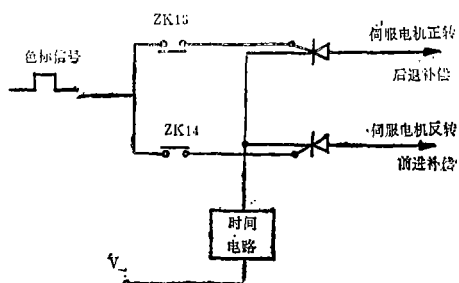


图13 连续供送随机补偿控制
电路原理图

常闭行程开关 ZK_{13} 和常开行程开关 ZK_{14} 受输入轴上的凸轮(参见图12)控制, 凸轮转一圈, 供送一张材料。调整两个凸轮的位置, 使 ZK_{13} 和 ZK_{14} 有一段时间同时处于开路状态, 时间长短相当于牵引材料前进6毫米, 并且与切断时间同步。光电传感器(图中未示)按照式(6)确定。

若色标位置误差在允许范围内, 则色标信号在 ZK_{13} 、 ZK_{14} 都开路时发出, 它不能进入控制电路, 伺服电机不转动。当色标超前积累误差达一定值时, 色标信号通过 ZK_{13} 进入控制电路, 伺服电机正转作后退补偿。反之则色标滞后, 达到一定值时色标信号通过 ZK_{14} 进入控制电路, 伺服电机反转作前进补偿。补偿值可通过时间电路调整伺服电机每次所转圈数来改变。

注意,这种随机补偿与图5随机补偿有区别。这里是一次性消除积累误差,即补偿一次供送材料长度的变化值等于积累误差。而前述的间歇供送随机补偿,则是改变牵引长度逐渐补偿积累误差,切断长度变化较小。

连续供送定位切断的原理虽然只有以上介绍的两种,但具体实施方法和补偿机构的形式却是多种多样的。例如,有一种称为“阻尼式”的后退补偿方法,是在牵引装置前增设一个压纸板(类似止回板),需要补偿时压纸板将材料紧压在底板上(靠电磁铁吸力),因补偿量难以控制且材料易被拉断而极少采用。