

六色轮转式印刷机印刷单元控制方案

六色轮转式印刷机印刷单元由一个大转轮和六个小转轮组成。目前的控制系统中，六个小转轮和大转轮的同步运转是靠机械齿轮传动保证，长期使用后，由于齿轮磨损产生间隙使大小转轮之间跟踪精度降低，从而影响印刷品质量。另外全部采用机械传动，控制系统最大车速难以提高，系统在开车前的对色过程比较复杂，必须由熟练操作工操作，经常会浪费大量纸张，开车过程中当某种颜色套印不准时，也只能通过机械方式调整。

针对目前印刷单元存在的问题，黄石市科威自控有限公司结合了多年从事圆网印花机独立电机传动系统控制的经验，对系统进行优化设计，使其满足以下性能指标：

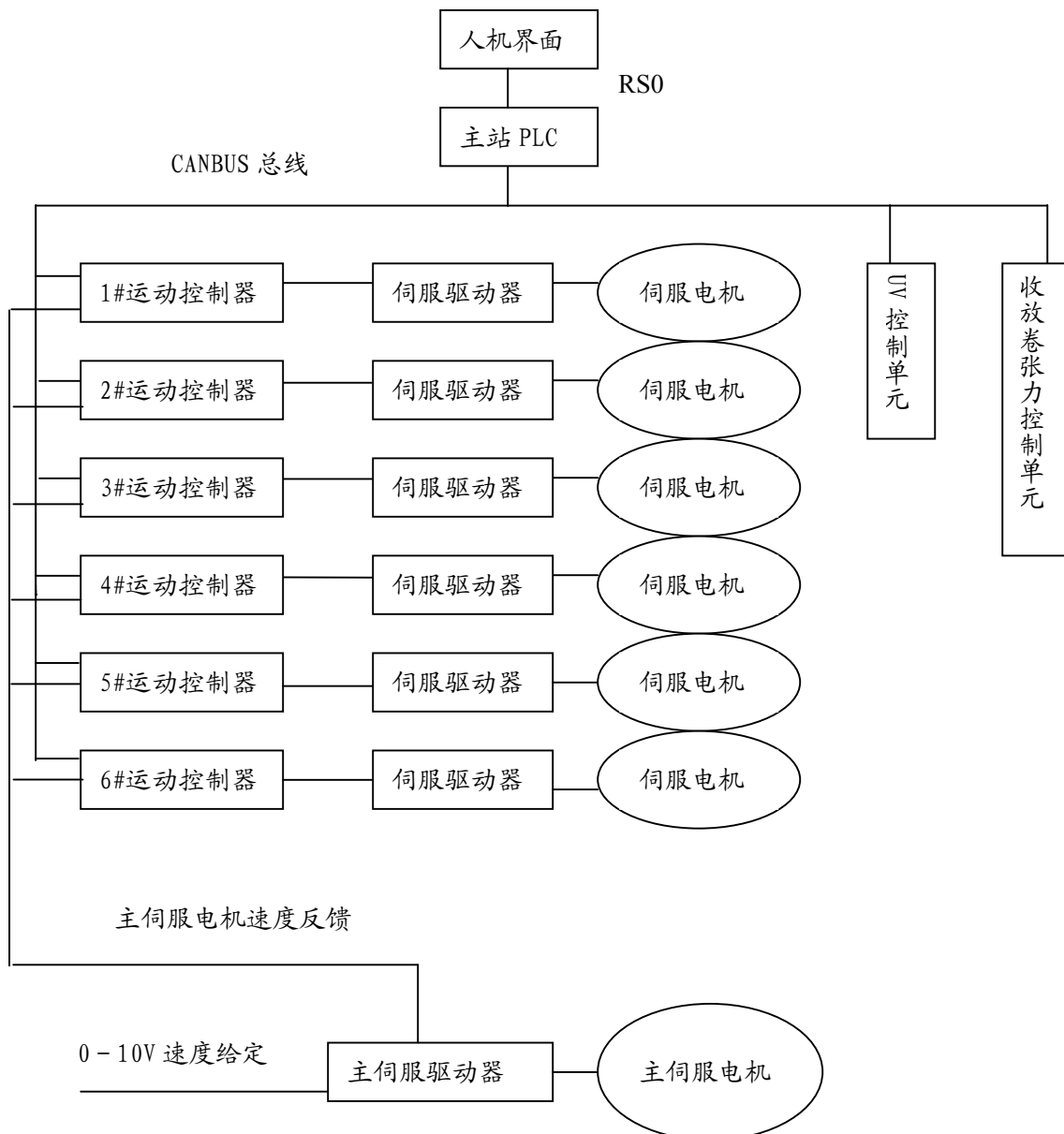
- 1、系统最大车速达 120 米/分，升降速不拖色；
- 2、开车前自动对色，大量减少对色时间和降低对色难度；
- 3、对色精度小于 0.05mm；
- 4、减少机械传动环节，系统运行更加可靠，系统维护更加便捷。

一、控制系统优化设计方案

大转轮采用一台 5.5KW，1500 转/分的伺服电机控制，六个小转轮分别采用一台 1.5KW，3000 转/分的小伺服电机单独控制，六台小伺服电机和主伺服电机的同步采用六台科威公司生产的具备单轴运动控制功能的 PLC 进行控制，六台 PLC 之间通过高速 CANBUS 现

场总线互连，印刷单元与收放卷、张力控制之间的协调由一台主站 PLC 集中管理，主从站 PLC 也采用高速 CANBUS 现场总线互连，同时系统还可以接入标准工业级人机界面进行集中显示和操作。

二、系统控制框图



三、控制系统工作原理

主轴伺服接受 0—10V 的速度给定信号，控制伺服电机按对应的速度运转，同时主轴伺服驱动器输出相对应的频率信号给六台单轴运动控制器，运动控制器接受脉冲输入，经过内部电子齿轮分频后，输出脉冲信号给从轴伺服驱动器，最终控制六台伺服电机进行同步跟踪。

系统运行过程中，每台运动控制器可单独进行直线插补，电子分频，当某种颜色套印不准时，可直接对该台伺服电机进行脉冲正反插补，从而实现套印精度。

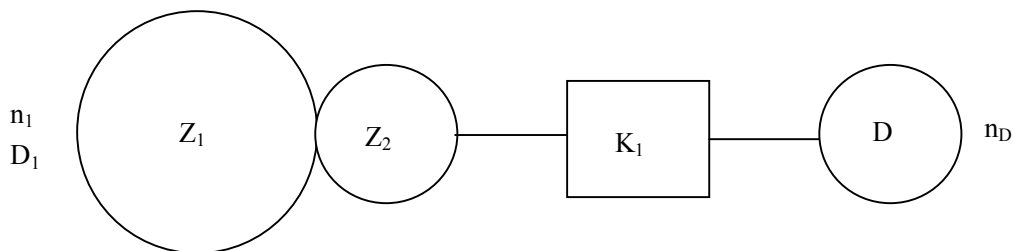
系统开车前，每台伺服电机能够正反点动，具备自动找零位功能，使得套色调整简便，并实现自动套色功能。

运动控制器采用梯形图编程语言，兼容三菱 FX_{2N} 指令，方便工厂技术人员编程，实现各种工艺要求，而且程序能够永久加密，有效保护厂商的工艺流程和知识产权。

运动控制器详细功能说明请参考说明书。

四、机械传动参数计算

1、主轴伺服电机



其中： Z_1 :大转轮齿数 Z_2 :靠背轮齿数 K_1 :主减速电机减速比

n_D :主轴电机额定转速 D_1 :大转轮直径

$$\text{计算大转轮线速度 } v_1 = \frac{n_D}{K_1} \times \frac{Z_2}{Z_1} \times \pi D_1$$

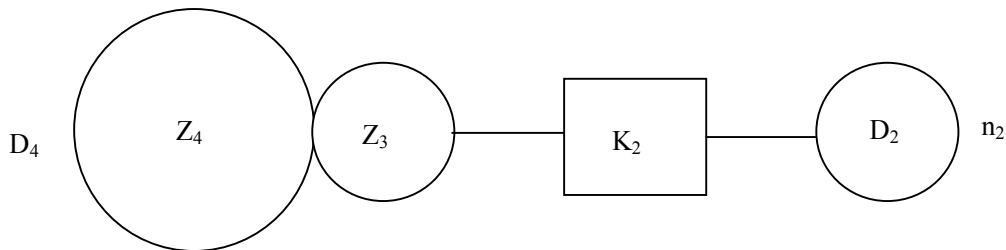
在先前的系统中， $K_1=4$ $Z_1=990$ $Z_2=68$

$$D_1=1000\text{mm} \quad n_D=1500 \text{ 转/分}$$

代入上式可得先前系统的额定车速 $v_1=81$ 米/分

由此可见，要想额定车速提高到 120 米/分，可通过提高 n_D ，减小 K_1 ，或者增大 Z_2 来实现。

2、从轴伺服电机



其中： Z_4 :小转轮齿数 Z_3 :传动轮齿数 K_1 :从轴减速电机减速比

n_2 :从轴电机额定转速 D_4 :小转轮直径

$$\text{则小转轮线速度 } v_2 = \frac{n_2}{K_2} \times \frac{Z_3}{Z_4} \times \pi D_4$$

假设 $n_2=3000$ 转/分 $Z_3=58$ $Z_4=60$ $D_4=60\text{mm}$ ，当小转轮与大转轮同步时， $v_2=v_1=120$ 米/分，

代入上式可得， $K_2=4.47$ ，由上述可知，若取 $K_2=5$ ，必须提高传动轮齿数 Z_3 才能达到 120 米/分的车速。

五、电气技术指标的实现

1、对色精度

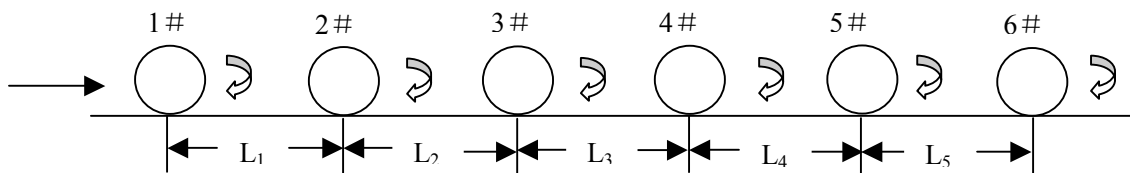
系统要求在 120 米/分的速度下达到 0.05mm 的对色精度，必然要求驱动每个小转轮的伺服电机达到同样的精度，而伺服电机是以脉冲作为速度给定的，每一个脉冲对应一个调节当量，则最大脉冲输入频率

$f = \frac{v_1}{\lambda}$ ，将 $v_1 = 120$ 米/分 $\lambda = 0.05\text{mm}$ 代入可得 $f = 40\text{KHz}$ 。

假设每台单轴运动控制器内部的电子齿轮比为 K ，则主伺服电机速度反馈 $f_0 = Kf$ 。

2、自动对色功能

将六只辊筒沿圆周方向的分布按直线展开如下图所示



假设每只辊筒周长为 L_0 ，顺时针旋转，印刷品在大转轮上的行进方向按直线展开后为从左到右。

①自动对色原理：可以采用两种方式

方式一：安装辊筒时，将花纹起始标记置于同一参考位置，启动自动对色功能后，每只辊筒旋转不同的角度后停止；

方式二：如果条件允许，在辊筒上装一检测块，此检测块相对于花纹起始标记的距离应固定，在机架上同一参考位置安装接近开关，启动自动对色功能后，辊筒开始旋转，当接近开关发出信号后，每只辊筒旋转不同的角度后停止。

②旋转角度的计算方法

1#辊筒可按一个固定的 θ_1 角旋转后停止

$$2\# \text{辊筒旋转角度 } \theta_2 = \frac{L_1 - mL_0}{L_0} \times 2\pi$$

上式中 m 为整数，在保证 $L_1 - mL_0 \geq 0$ 的情况下， m 取最大值。

其余 3#—6# 辊筒 的偏转角度可同理计算，只不过上式 L_1 应用每只辊筒与 1# 辊筒的中心距离替代。

③升降速不拖色

采用动态跟踪性能较高的伺服驱动，可保证每一个输入脉冲当量都能得到快速的响应。单轴运动控制器内置的实时电子分频算法可保证脉冲输入到输出之间的快速响应，相当于不同齿数的齿轮咬合实现直接的传动变比。实时电子分频算法可保证任意两个运动控制器输出脉冲误差在 ± 1 个脉冲以内。六台运动控制器接受主轴伺服的脉冲反馈信号作为给定，所以无论系统车速如何变化，从轴伺服电机总能很好的跟踪主轴伺服电机运转。