

SLANVERT



希望森兰科技股份有限公司
Hope Senlan Science and Technology Holding Corp., Ltd.
www.chinavvf.com www.slanvert.com

总部地址：成都市西航港经济开发区空港二路二段1599号
服务热线：400-619-6968 公司传真：028-85962488
销售热线：028-85964751 市场热线：028-85960127
E-mail: markd@chinavvf.com
策划设计：希望森兰科技股份有限公司市场部 版本号：13.04

森兰变频器行业专刊 制浆造纸行业





C 公司简介

COMPANY INFO



希望森兰科技股份有限公司是一家致力于高中低压变频技术的研发及相关产品的设计、开发、生产、销售和服务的国家重点高新技术企业，是国内最早从事变频技术研发和应用的企业之一，是中国最大的变频器研发制造基地之一，也是变频器行业首批获得“中国名牌”产品称号的企业。

公司从成立伊始就坚持“科技立业”的理念，实施品牌战略，走出了一条“科技创品牌、质量铸品牌、服务扬品牌”的品牌之路。公司通过了ISO9001:2008国际质量体系认证和ISO14001环境管理体系认证，全面实行ERP信息化管理，拥有数十项专利、专有技术构成的自主知识产权体系，并在此基础上开发了SBH系列高压变频器，SB70、SB60/61、SB60+/61+、SB50、SB40、SB12、SB61Z、SB61Z+、SB100、SB150、SB200、SE62等系列低压变频器，推出了国内首台专业级工程型变频器SB80。森兰变频器先后获得了第四届中国科技博览会金奖、中国专利技术博览会金奖；被列入国家火炬计划项目、

国家创新基金项目、国家重点新产品项目；通过了欧盟CE认证，被广泛应用到冶金、机械、建材、化工、石油、生化、制药等领域，取得了显著的经济效益和社会效益。

经过十余年的高速发展，公司现已拥有遍布全国和亚洲、欧洲及美洲的强力营销、服务网络，为客户提供优质的产品和服务。公司的销售额、市场占有率、技术水准在国产变频器行业名列前茅，被机械工业信息研究院评为“2006中国用户最满意国产低压变频器十大品牌”（含港澳台地区）第一名，2007年荣获国家质量监督检验检疫总局授予的“中国名牌”产品称号，2008、2009年荣获中国电器工业协会颁发的“中国电器工业最具影响力品牌”，2005~2012年被中国自动化学会连续七次评为年度“中国国产变频器第一品牌”。

面对未来，公司秉承“实业报国，永创第一”的经营理念，为把公司建设成世界最前沿的变频器研发和制造基地，为把森兰发展成国际知名品牌而努力。

欢迎访问我们的网址：<http://www.chinavvfv.com> (中文)
<http://www.slanvert.com> (英文)

◀ 目录 Contents ▶

◆ 制浆造纸行业概述	-----	01/01
◆ 制浆造纸行业的变频应用	-----	02/02
◆ 森兰制浆造纸行业典型应用解决方案	-----	03/24
◆ 森兰变频器在造纸辅机上的应用	-----	05/08
◆ 总轴传动纸机变频调速改造	-----	09/09
◆ 交流分部传动纸机的改造	-----	10/10
◆ 1092纸机变频调速改造	-----	11/11
◆ 森兰变频器在板纸机直流传动换代改造中的应用	-----	12/13
◆ 基于RS-485网络实现PLC对SB70变频器的多机控制	-----	14/15
◆ SB70森兰变频器在造纸机传动系统中的应用	-----	15/17
◆ 东方纸业包装纸变频系统	-----	18/24

制浆造纸行业的变频应用

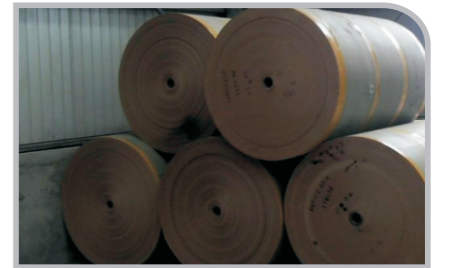


行业概述



造纸工业是我国国民经济中具有循环经济特征的重要基础原材料产业，与国民经济发展和社会文明息息相关，国内纸浆造纸企业数量大、分布广，在整个国民经济中占有重要的地位。目前，我国纸及纸板的生产量和消费量均居世界第一位。

我国造纸行业正处于一个高速成长期。在加工制造业生产能力普遍过剩的现阶段，造纸业是为数不多的需求量不断增长且供不应求的行业之一，属典型的需求拉动型行业。2010年，全国纸及纸板产量9270万吨，消费量9173万吨，预计2015年，全国纸及纸板消费量11470万吨，比2010年年均增长4.6%；纸及纸板总产能为13000万吨左右，总产量达到11600万吨，年均增长4.6%。



变频器在造纸业最主要的应用是多电机分部传动。由于老式纸机多采用单直流电机传动，且通过机械分配转速的方式进行调速，在生产过程中经常由于机械磨损、皮带的打滑等因素造成速度匹配失调，容易形成断纸、厚薄不均等现象，同时由于现场高温潮湿而使电机维护量增加。为了优化产品质量，提高劳动生产率，很多现场已将其改为多电机分部传动，即取消直流电机及其动力的机械传动部分，在每一个传动分部安装交流电机并配置相应的变频器，同时采用交流多点传动方式，结合速度控制、张力控制、负荷控制等不同的方式进行传动配置。为了生产过程中纸页特性变化的需要，造纸机的分部传动除了保证高精度的同步控制外，还必须能够在一定范围内调节车速，各个分部的速度能单独调节。

纸机是个耗水大户，包括白水系统、污水系统、密封水系统、喷淋系统、清水系统等，通常情况下都需要用到管网恒定压力供水，但传统的控压都是通过旁路和调节阀来进行，很少用到变频器。但是由于中国国内水资源的普遍缺乏，而变频器的应用将可以节水10%和节能30%，这就使变频器在造纸行业的应用而为企业带来极大的经济效益。

森兰制浆造纸行业应用典型解决方案

◆ 纸浆制浆工艺

纸和纸板的生产过程可以分为两部分：制浆过程和造纸过程。制浆过程就是把植物纤维原料离解变成单根纤维的过程，在离解过程中对纤维产生机械和化学损伤越小越好。由于原料的不同，制浆有废纸制浆和木材（竹、草）制浆。

◆ 废纸的制浆技术

和造纸工业一样，纸浆生产厂家所使用的废纸根据来源可以分为三类：纸厂损纸；用户使用前的废纸，如印刷废料和裁切废料；用户使用后的废纸，主要包括从家庭和商店回收的废纸。

◆ 木材（竹、草）制浆

90%以上的纸和纸板是由木浆制造的，而且木浆生产的工艺过程比废纸制浆工艺复杂，污水的处理要进行碱回收，工艺上也多一些环节。木材制浆包括下列基本过程：备料—制浆—洗涤—筛选—漂白。为简单起见，本文纸浆设备变频调速节能的案例以废纸制浆工艺为例。

◆ 造纸辅机

如上所述的制浆的碎浆、磨机、分散机、推进器、浆泵、风机、真空泵等各种机械称为造纸辅机。以上的机械中，浆泵和风机为平方转矩机械特性，用变频调速节能显著；碎浆、磨机、分散机和真空泵等为恒转矩机械特性，节能率与浆泵和风机比较小一些。经验证明，将二者加在一起平均计算，节能率大约在10%~15%。

◆ 造纸工艺

造纸的过程是一个连续生产过程，浆料通过上浆流送系统，传送到纸机生产流水线的前端流浆箱，然后将纸浆均匀地施在行走并摇晃的网布上，经过真空吸水、压榨、若干级烘缸烘干、压光（压纹）、卷纸成为原纸；原纸又可以另外进行机外涂布（或机内涂布）、超级压光、复卷产出成品纸。

纸机的规格是按纸幅的宽度和线速度（m/min）来定型，如1760/250/min、1880/110/min、2400/120/min、2460/450/min、4200/550/min等型号的纸机，其数字表示纸机生产纸的幅宽及车速。

造纸车速与造纸原料的种类、非木质纤维、脱水性能、湿纸强度等有关。对于文化用纸，450m/min以上为高速，150m/min~450m/min中速，150m/min以下为低速。不过车速也是相对的，对不同的纸种，最高车速有不同的限制。

◆ 造纸机的电气传动

◆ 造纸对电气传动的要求：

- 工作车速的调节：1:2~1:5，有时可达1:8~1:10。
- 保持车速稳定：纸幅不发生断头和许可上浆浓度波动范围内保持定量偏差符合标准，精度±1%~10%。
- 各分部速比调整：网部和压榨时，纵向伸张，横向收缩；烘干时，纵向和横向均收缩。

如生产书写纸文化纸时，各分部的速比如下：

伏辊	94~95.5
压1	96~97
压2	97.5~98
烘干	100
压光	100.05~100.15
卷纸	100.1~100.5

各分部相对该分部有±6%调节范围。

- 保持分部间既定速比的稳定：载荷的变化，电压的变化，速比保持稳定，及时地使前后各部分的车速自动跟随变化，及时纠正偏差，使速比变化范围不超过±3%。
- 爬行速度：适当爬行速度在15~50m/min。

◆ 总轴传动

为使纸机各分部按规定的速比运行，传统的办法用一根轴传动。各分部的速度由皮带塔轮来调节。这种调节法是完全机械式的，运行时噪声特别大，精度不是很高，因此，一般车速为400~700r/min，最高不超过800r/min。

优点：调速性能好，操纵方便，广泛应用于中低速纸机。

缺点：各分部调速不方便，维护工作量大，占地面积大。

◆ 分部传动

保持各分部速比精度高，无传动轴功率减少10%~15%，操作安全、方便，占地面积小，各分部可单独启动。

交流分部传动：简单的开环调速，对低速纸机1092、1760等速度链采用电位器并联模拟量给定方式或变频器由频率加减端口控制。

PLC或计算机控制：由PLC给出各段速度（数字式速度键），或用工控机加板卡组成；工控机上位机、下位机PLC组成。

◆ 造纸机电气传动特殊问题

◆ 直流母线式

在类似于纸机生产线这种传动系统中，会出现一个或几个传动分部的速度比规定的速度低，由于传动分部之间有柔性的连接，低速传动分部被速度高的传动分部拖着走而处于发电状态。如果再生能量得不到处理，变频器就要产生“过压”跳闸，使生产停顿。如果每个传动分部都配一套能耗制动单元或能量回馈系统，那就太浪费了，只需将变频器采用直流母线式。在设计传动系统时，如果传动分部不是很多，比如10个以下，应考虑这种方案。具有10个左右传动点的纸机大概就是1770纸机，这种纸机前级伏辊、压榨1、压榨2变频器不会出现再生状态，而在烘1至烘6的变频器容易出现再生发电状态，就把这几级的变频器的直流母线互联，组成简单的直流母线式。

◆ 同步

纸机的各分部按一定的速比传动，或者称为比例联动。运行过程中，各分部均可微调速度。从纸机对传动的要求看，关键是保持车速稳定。一般V/F变频器开环控制方式可用于低速纸机的总轴或分部传动；V/F变频器闭环控制方式或无速度传感器矢量变频器开环控制方式可用于中速纸机的分部传动；无速度传感器矢量变频器闭环控制方式用于高速纸机的分部传动。实际上，除了考虑纸机的车速外，还要考虑纸幅的宽度，如2400/120/min纸机，车速虽然较低，但纸幅较宽，在选用变频器时按中速纸机处理。

◆ 张力控制

多电机分部传动时，各分部需用的功率变化会导致电动机的转速改变，并引起各分部的速比发生变化。传动中配有减速器，不可避免地会有惯性力，所以不是总能立即恢复规定的各分部速比而造成断纸。此外，供电电压及频率的波动也会导致各分部速比的变化。因此，现今比较完善的调节系统，是保持各分部间规定的纸幅张力。在抄纸过程中，通过烘缸进入压光以前，基本上已经达到成纸的干度要求，即纸页的伸缩率已经很小，对于有机内涂布的造纸机，它有前烘缸后烘缸的配置，又要经历“加水”—“脱水”的过程，这就必须引入张力控制。张力控制一般有两种方式，一种为直接张力检测控制，即在出缸后的导纸辊上安装张力传感器，幅宽4m以内的造纸机一旁单侧安装；幅宽4m以上的造纸机则两侧安装。另一种为间接张力控制方式，人为地将压光部的变频器的机械特性变软，自动适应张力的变化。

◆ 负荷分配（平衡）

现代长网造纸机在网部和压榨部都会出现2~3台电动机同时驱动同一个负载的情况，各传动点之间不是刚性连接，而是通过网、毛毡之间一种柔性连接，速度跟踪出现问题，就必然会出现几台电机之间的负荷分配。负荷分配的原则是要求各个传动点的表面滚筒的线速度一致，但各传动点的电机的功率、所驱动的辊筒的直径不同、包角不同，同样也产生负荷分配问题。解决负荷分配的方法是主传动环节设为速度控制，从传动设置为转矩控制。

森兰变频器在造纸辅机上的应用

在制浆、造纸生产中，最大生产能力是根据造纸机的产能来决定的，辅机（碎浆、磨机、浆泵、风机等各种机械及其驱动电机）是根据主机的情况配置的，在设计过程中均考虑一定的裕量，因此造成在实际运行中，很多浆泵均需要调节。传统的流量调节方式是节流，但是存在反应慢、调节精度低、能耗大等问题，而变频器因其调节性能优良、节能效果好等因素，已经应用到制浆、造纸厂中浆泵的流量调节和转速调节。

◆ 废纸制浆的工艺流程

◆ 废纸的碎解

和造纸工业一样，纸浆生产厂家所使用的废纸根据来源可以分为三类：纸厂损纸；用户使用前的废纸，如印刷废料和裁切废料；用户使用后的废纸，主要包括从家庭和商店回收的废纸。前两类废纸清洁优质，但数量少，价格高。第三类废纸是大量且稳定的废纸来源，但其中含有大量的杂质，在使用时必须将杂质除去才不至于影响产品质量。在第三类废纸中常见的杂质有：油墨，它影响制品的色泽，使产品发暗，白度低；粘胶质，它能堵塞滤水网孔，引起不良的成型；杂物，包括湿强纸、塑料、织物、打包带、书钉等，若在制浆过程中没有除去，会影响产品的外观和使用。

碎解一般分为低浓和高浓两种，低浓水力碎浆机碎浆之后由疏解机完成进一步的碎解任务。疏解机由高速转动的动盘和定盘组成，依靠齿盘间产生的高频水力涡紊流来疏解纸浆。高浓水力碎浆机碎浆具有麻花钻头型的转子，在高浓碎解时，浆料间的相互摩擦加剧，缩短了碎浆时间，降低了能耗；塑料片、湿强纸等杂质不易被打碎，可在后面的筛选工序除去；它还有利于油墨的脱除，降低化学药品的消耗。

◆ 净化和筛选

净化和筛选是两种除去废纸中杂质的手段，它们的除杂原理不同。净化的目的是除去疏解后废纸浆中的轻重杂质，是借浆料和杂质的密度不同而分离的，浆料在一定的压力下，沿切线方向进入锥形圆筒内，在圆筒内作旋转运动而产生离心力，密度大的物质被甩至筒壁，在重力作用下沿筒壁下滑至底部排出。在锥筒的轴心处，由于离心力的作用形成低压区，低压区为负压带，密度小的物质便沿中心向上，从顶部排出。常用的设备有高浓除渣器、低浓除渣器、逆向除渣器等。高浓除渣器主要用于净化废纸浆中的密度较大，粒度较粗的杂质，如金属杂物、小石块、书钉等，浆浓可达5%左右。低浓除渣器用于除去纸浆中密度较大，粒度较小的杂质，如泥砂、煤灰等，使用时浆浓为0.5%左右。逆向除渣器用于除去密度较纤维小的杂质，如塑料片、石蜡、油脂、沥青等轻杂质，其结构原理和一般除渣器相同，使用上却相反，纸浆由底部排出，杂质由顶部排出。对于废纸浆中密度和纤维相近的杂质可以采用筛选的方法除去，常用的设备是压力筛。

现在，造纸设备厂家开发了一些集筛选、净化、疏解等多种功能为一体的设备，这些设备结构紧凑，效率高，降低了投资。如复式纤维分离机，它能同时分离废纸浆中的轻重杂质，还能疏解小纸片，对废纸浆进行筛选。又如解解降低砂机，它不但能除去石子、金属丝等杂质，还能疏解碎纸片，对纤维进行分丝帚化，提高磨浆效果，利于油墨自纤维上分离。

◆ 脱墨

脱墨是为了除去废纸中的印刷油墨，前面所述的筛选净化过程是不能完成脱墨任务的，它需要专门的技术。脱墨过程就是除去废纸中的油墨以提高纸浆的白度，现代废纸脱墨方法可分为洗涤法和浮选法两种。废纸的脱墨是机械与化学作用相结合的过程，它主要包括两个关键环节：

● 油墨自纤维上分离

废纸在机械和化学药品的共同作用下，分散成浆，同时使油墨自纤维上分离下来。通常，脱墨在碱性条件下进行，所加的化学药品包括NaOH、Na₂SiO₃、H₂O₂和表面活性剂等。常用的碎浆设备是高浓水力碎浆机，和低浓浆比较，它使油墨与纤维易分离，油墨粒子易分散变小，碎浆时间缩短，能耗降低，碎浆条件是：温度55~90℃，pH9~11，浆浓度8%~16%，时间小于1h。

● 油墨从浆中去除

该过程是脱墨技术的核心，洗涤法和浮选法是两种基本的方法。洗涤法是最早使用的脱墨方法，主要是利用大量的水反复洗涤浆料，将废纸浆中的油墨洗去，滤出的废水经澄清处理后可循环使用。洗涤法适于去除10um以下的油墨颗粒，为此，在碎浆过程中需加入分散作用的表面活性剂，以保持油墨颗粒足够小并具有亲水性，经过反复稀释和浓缩使分散的油墨除去。浮选法是近几十年发展起来的脱墨方法，它是向浆料中加入浮选剂，生成的泡沫吸附油墨粒子，并浮出液面，除去泡沫。浮选法适于除去10~100um的油墨，为使油墨粒子达到这个尺寸范围，使用收集剂使油墨粒子变成疏水性较大的油墨颗粒，然后随泡沫从浮选槽中除去。这两种方法脱墨的原理不同，各有优点。现在，为适应各种不同类型的废纸，常将这两种方法结合使用，即先浮选后洗涤工艺。

◆ 纸浆业现有的制浆方法

目前，使用的最简单的制浆方法是利用水力碎浆机，先加入废纸和水，碎解一定时间后，在水力碎浆机中直接添加松香胶和硫酸铝等化学药品完成施胶，然后进行成型干燥。该方法优点是设备投资少，存在的缺点是：原料适应性差，只能利用比较干净单一的废纸，如生产瓦楞纸箱的边角余料、印刷行业的废纸边等；能耗较高；由于常用的施胶工艺是在酸性条件下进行，对设备腐蚀较大。

制浆在管道中运行需要浆泵驱动，冲浆泵广泛用于高速纸机封闭式供浆系统。根据造纸工艺的速度控制原理，可通过增设压力变送器来实现PID控制的冲浆泵变频改造方法。实践证明，安装变频控制系统能适应不同车速、不同品种的用量变化，使冲浆泵的运行始终处于高效状态，大大稳定了工艺条件。使用变频器调速替代阀门调节浆流量，使冲浆泵的能耗降低，节能率在30%以上。

◆ 森兰变频器在造纸辅机上的应用

纸浆经网部、压榨、烘干、卷绕生产出纸张的生产机械称为造纸机，满足造纸机生产条件的辅助设备，如真空泵、碎浆机、磨浆机、浆池搅拌器、输送浆泵等称为造纸辅机。由于设计上存在一定的余量，辅机在运行时，真空泵、碎浆机、磨浆机、浆池搅拌器等设备基本上无调节手段，任何情况下电机都在频率为50Hz下运行。实际上，生产条件有时会有变化，如果采用变频器适当地调节真空泵、碎浆机、磨浆机、浆池搅拌器等设备电机的运行频率，可有一定的节能效果。输送浆泵虽有调节手段，但均为阀门之类的节流调节，使输出管网的阻尼增大，浪费电能。若用变频器根据实际需要的浆量来调节输送浆泵的转速，由于离心泵输出的功率与转速的三次方成正比，可节省大量的电能。

造纸生产线上的辅机很多，为节能基本都需要变频调速。实践已经证明，造纸辅机实施变频调速后，平均节能在12%，经济效益明显。浙江富阳某造纸厂生产线上的部分辅机设备如下表：

设备名称	数量(台)	功率(kW)	变频器型号	备注
1#水力粉碎机	1	220	SB70G220	
1#一段精筛	1	160	SB70G160	
2#水力粉碎机	1	160	SB70G160	
2#杂质分离机	1	45	SB70G45	
1#卸料泵	1	30	SB70G30	
1段粗筛进浆泵	1	55	SB70G55	
1段粗筛进浆泵	1	30	SB70G30	
2段粗筛进浆泵	1	55	SB70G55	
2段粗筛进浆泵	1	30	SB70G30	
除沙器进浆泵	1	90	SB70G90	
搅拌器	11	18.5	SB70G18.5	
1#浆池搅拌器	1	18.5	SB70G18.5	
粗筛良浆搅拌器	1	18.5	SB70G18.5	
降砂良浆泵	1	18.5	SB70G18.5	
3段精筛进浆泵	1	18.5	SB70G18.5	
除砂器进浆泵	1	45	SB70G45	
1段精筛	1	30	SB70G30	
分级机	1	75	SB70G75	
分级进浆机	1	18.5	SB70G18.5	
双盘磨	1	132	SB70G132	

选用对应功率的森兰变频器进行节能改造，经测量节能量平均在12.4%，投资回收率在1.8年，取得了较好的经济效益。

总轴传动纸机变频调速改造



四川仁寿东方红纸厂，生产文化用纸，纸机为1760/110/min，采用总轴传动，直流电机为Z2系列，功率75kW，n=750r/min。由于可控硅调速板经常故障，影响生产的正常进行，准备改直流调速为交流调速，减少停机工时。同时为提高工作效率要求提速到150m/min。

首先计算车速150m/min时所需电机的功率，考虑到纸机为恒转矩负载，车速增高时电机功率按比例增加，于是：

$$\frac{75}{110} = \frac{P}{150}$$

即是

$$P = \frac{150 \times 75}{110} = 102(kW)$$

取110kW交流电动机。

再计算车速150m/min时电机的转速，即

$$\frac{750}{110} = \frac{r}{150}$$

$$r = \frac{750 \times 150}{110} = 1023r / \text{min}$$

由此选用6极交流异步鼠笼电机，额定转速960r/min。变频器工作在55Hz，电机的转速1050r/min，车速150m/min时电机的转速1023r/min，满足要求。但是，变频器在50Hz以上运行已是恒功率运行，转矩有所下降。考虑到纸机设计时已有一定的余量，转矩的下降，不会影响到纸机的运行。也可以将变频器的弱磁点调到60Hz，这样变频器在0~60Hz范围内都是恒转矩特性，但是，低速转矩略降低。

变频器用森兰SB70G132变频器，连同空气开关、快速熔断器、其他低压器件一并装在尺寸2200×800×600的控制柜中。在纸机旁有远方控制箱，控制箱上有起/停按钮、频率调节电位器、数字速度显示、变频器故障显示等。

本例中1760/110/min纸机经过变频改造，车速由原来的110m/min提高到150m/min，纸的产量由10t/d增加到13.5t/d，取得了明显的经济效益。这是一个典型的使用变频器提高工作效率的范例，但是，机械对车速的提高有一定的限制，在车速150m/min以上时，感觉到造纸机有明显的震动，为保证设备的安全，将变频器的上限频率设为55Hz，限制工人把车速调到150m/min以上。

交流分部传动纸机的改造

浙江嵊州市白云涂布厂瓦楞纸板机，交流分部传动有7个传动点，交流电机的功率分别为三台18.5kW、二台22kW、一台30kW、一台37kW。纸板机原传动为电磁调速电机，电磁调速控制简单，价钱便宜，但低速转矩特性差，稳定性不高，效率低。

为提高纸板机的性能，并考虑节能，对其进行变频调速改造。由于纸板机车速不高，用SB70G系列变频器开环控制可满足生产工艺要求。速度链采用主从控制方式，即网部作为主给定，后面的压榨跟踪主控制器速度，烘干跟踪压榨速度，卷纸跟踪烘干速度，纸机变频控制系统如图1所示。

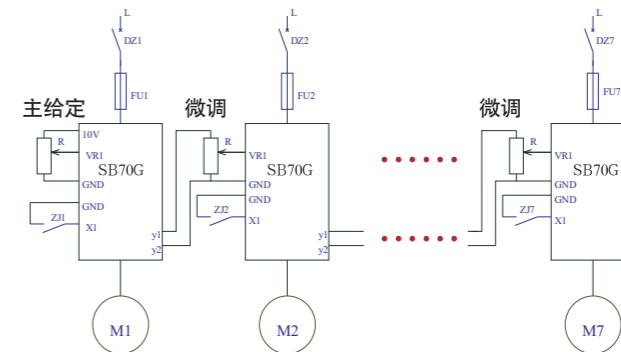


图1 纸机变频控制系统图

本例中，变频器的输出端子y1、y2输出4~20mA信号，该信号作为下级速度信号，电位器可作微调。调整某一级，这级之后的速度也跟着改变，这样，不会因为调整而使后面的速比发生变化引起新的不同步。

变频器在纸机生产上外围无需加任何同步控制器，很容易实现同步调速，且故障少，使用方便。经过变频改造，去掉了效率较低的电磁调速，节能效益十分显著，得到了用户的高度评价。



1092纸机变频调速改造

四川眉山仲辉集团造纸厂，生产多种文化用纸，有多条造纸生产线，主要是1092小纸机，也有1770纸机。这些纸机是早年的产品，传动部分有总轴传动和分部传动，分部传动又有电磁调速传动和直流调速传动。由于使用年代较久，故障率较高，迫切需要改造。从2003年起，先后对这些纸机实施了变频改造，全部改造都使用了希望森兰的变频器，主要使用SB70G系列变频器。实践证明，SB70G系列通用变频器，开环控制的精度可以适应类似1092、1770这类低速纸机的要求，并且变频器的稳定性和可靠性较高，减少了因电磁调速和直流调速故障而产生的停机损失。

本例以分部传动点为6个点的1092为例加以说明。图2中，各传动点的电机功率分别为：网部11kW，压榨7.5kW，烘1~烘2均为5.5kW，压光3.7kW，卷纸3.7kW。纸机的负载为恒转矩负载和大惯性负载，选用希望森兰SB70G系列变频器，速度的调节用变频器的端子X4、X5用以设定频率。在X4、X5端口上，接有按钮和中间继电器常开节点，按钮SA1~SA5本级速度上升微调；SB1~SB5本级速度的下降微调；ZJ1总速度上升；ZJ2总速度下降；ZJ3总起/总停，这又是一种速度链的分配方式。

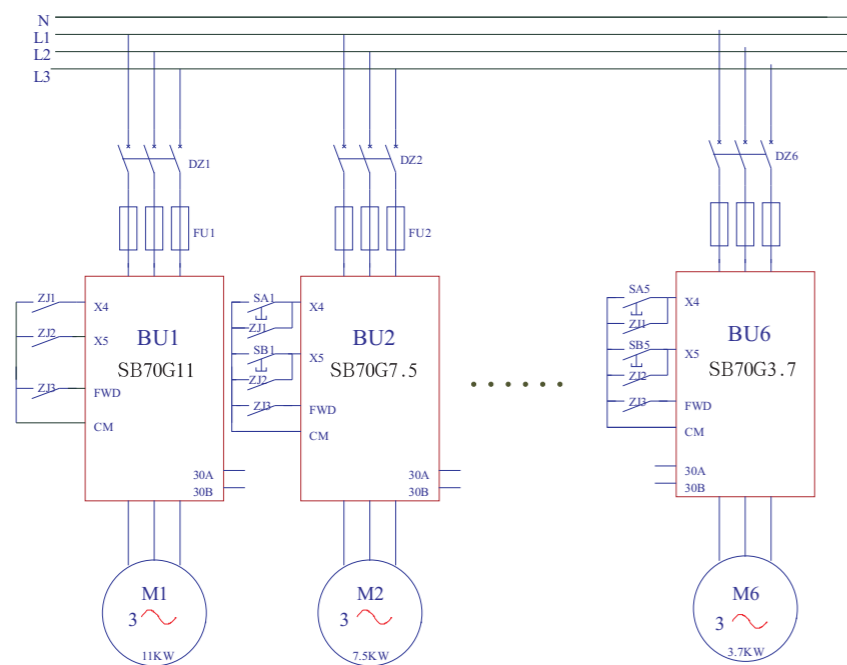


图2 1092纸机变频调速原理图

纸机传动经过变频改造，较之于电磁调速，低速（爬行）力矩满足工艺要求，运行更稳定，调速更方便，而且具有25%的节能，经济效益十分显著。

森兰变频器在板纸机直流传动换代改造中的应用

❖ 引言

早期制造的造纸机，传动系统都采用直流调节控制装置。直流调节装置大都为模拟器件，调试难度大、稳定性差、故障率高。直流电动机电刷容易磨损，稳定周期差，故障率高，维修成本高，设备效率低。近10年来，交流变频调速技术发展成熟，交流变频调速取代直流调速成为发展趋势。本方案以一条1995年制造，分部加总轴直流传动板纸机为例，简要介绍了森兰SB70G系列矢量控制变频器在旧设备换代改造中的应用。

❖ 面临的问题

我司一条1880mm幅宽板纸机生产线系1995年制造的三圆网、二级压榨、三烘缸造纸机。原传动模式为三网、两压共用一台100kW直流电动机传动；三缸及压光、卷纸机三个分部总轴由一台100kW直流电动机传动；以两套SIED900直流传动装置、模拟速度链构成分部加总轴速度调节控制系统。由于使用年限已久，系统老化，机械吻合退化造成工艺控制难度加大，经常出现负载不稳定引起速差，成纸纸页频繁断裂，成纸质量下降，设备效率低，且直流控制装置及直流电动机均已接近使用寿命极限。

❖ 改造思路

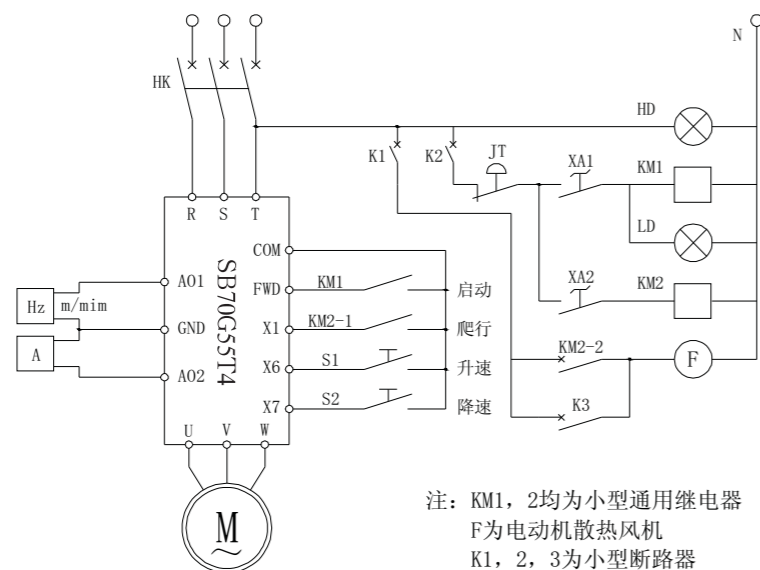
将其中的一台直流电机改为二台交流电机传动，对普通鼠笼式电动机进行速度调节控制，根据变频器输出端口重新配置现场操作台速度及电流显示，利用原有控缆进行分离连接控制。根据实际负载情况的测算，拟配置一台SB70G55T4变频器，一台Y-280M6/55kW电动机。

❖ 控制要求

工艺控制要求需包括爬行/运行两种运行状态。爬行状态用于工艺输出准备及调整阶段；运行状态即为生产状态。速度给定选用多段速加MOP模式按钮升、降速微调控制加MOP减量保存，使爬行/运行状态切换及记忆能满足工艺操作习惯，增设急停按钮满足安全需求。

系统构成:

◆ 硬件构成:



◆ 运行调试

核对确认接线无误后, 断开负载, 根据参数设置表设置电动机参数后, 进行电动机参数旋转自整定, 然后根据控制要求进行相应参数设置, 并开机试运行, 检验各功能, 按钮符合设计控制要求后, 使用E3-30, 31; E3-32, 33对A01, A02口进行显示电流, 速度参数修正, 即可投入正式运行。控制精度要求较高时, 可根据用户手册对速度调节器参数进行相应调节设定, 以达到满意的控制效果。

◆ 使用效果

现有系统虽变为交流变频调速加直流调速混合系统, 断开了速度链耦合, 但消除了原速度链引发的前后调节扰动, 变为准分部调节方式。速度调控平稳, 灵活自如, 运行稳定; 同时消除了直流控制装置爬行/运行切换调控不当造成的过载冲击跳闸和零启动状态; 断纸率下降65%~80%, 设备效率明显提升, 能耗下降8%; 性价比: 完成了包括电动机、工程变频器的系统置换改造。

◆ 展望

本方案选用的SB70G系列矢量控制变频器, 系国产主要品牌, 高、中、低应用档次系列齐全, 对主要国际著名品牌机的兼容性较为全面。用该品牌SB70G系列对西门子MM440系列变频器进行直接代换及通讯兼容, 以期进一步降低企业应用成本。

基于RS-485网络实现PLC对SB70变频器的多机控制

◆ 概述

造纸机的多电机多分部传动中, 要求车速稳定, 纸幅不发生断头和许可的上浆浓度波动范围内保持定量偏差符合标准, 一般容许在 $\pm 1\% - \pm 10\%$ 范围内变动。造纸生产过程中, 在网部和压榨时, 纸幅纵向伸长, 横向收缩; 烘干时, 纵向和横向均收缩。各分部之间的速比, 则根据纸幅在生产过程中按上述的变化规律进行调节。但是在生产过程中, 要求速比保持稳定, 并及时地使前后各分部的车速自动地跟踪变化, 及时纠正偏差, 速比的变化范围不超过 $\pm 3\%$ 。对于传动点较多的造纸生产线, 一方面需要控制的电机数量较多, 另一方面电机的分布距离较远, 速度链在长距离的传输过程中的衰减和传输过程中容易受到干扰, 使系统的可靠性和稳定性降低, 甚至严重时系统不能工作。采用PLC与变频器构成RS485通信控制网络, 具有信号传输距离远、抗干扰能力强、成本低等优点, 特别适合造纸生产线的多电机控制系统。

◆ 电气传动系统的构成

森兰SB70G系列变频器采用无速度传感器矢量控制算法, 具有较高的调速精度。变频器的设定选择有速度传感器矢量控制方式, 电机的稳速精度 $\leq \pm 0.25\%$, 对于车速在200m/min以下的低速纸机完全可以满足要求。并且SB70G系列变频器具有RS485串行通讯口, 便于与PLC组网。PLC选用OMRON用于分散控制的紧凑型CQM1H。利用SB70G变频器的RS485接口, 与CQM1-SCB41串行通信模块连接, 通过与PLC之间的通讯来控制变频器。为便于操作和监控, 通过CQM1H-SB41另一个RS232C接口与计算机(或HMI)相连, 并在MCGS平台下制作工艺流程图, 建立实时数据库、历史数据库、实时曲线、历史曲线等。这样, 可在计算机上直观显示纸机工艺流程图、历史数据、报警数据和各分部变频器的运行参数, 便于现场人员对生产过程的监控。还可以根据现场情况对一些工艺参数进行修改, 如纸机各分部速度的微调等。

系统的结构如图3所示:

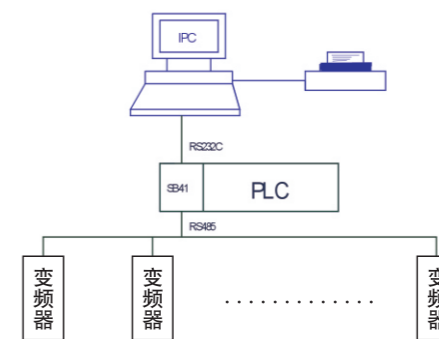


图3 系统结构图

考虑到纸机的车速已达180m/min，现场运行时一般车速在200m/min左右，且纸幅的宽度较宽，对电气传动稳速的精度要求也相应增高，因此，用E6B2-CWZ3E 600p/r脉冲编码器构成测速反馈。SB70G系列变频器已有三相脉冲编码器的接口，不需要再加PG卡，就可方便地构成有脉冲编码器的闭环反馈，稳定各分部传动点的车速，保证纸机运行的精度。

❖ 整机速度链、微调、爬行等

总车速用工控机设置，各分部传动点的速度按一定的比例关系存入PLC中的程序控制；每分部均有速度微调，微调范围为最高车速的±10%；在任意状态下，各分部可进行单机/联动操作，实现单独的运行/爬行、启动/停止。

❖ 结束语

由于纸机的车速较低，各分部都未采用闭环速度控制，变频器选用无速度传感器矢量开环控制方式，实践证明变频器开环控制方式完全可以满足生产工艺要求。另外，用RS-485串行通信后，速度链的控制信号为数字信号，较之于模拟信号有较强的抗干扰能力，转速的控制精度已有明显的提高，产品纸的质量有了保证。

SB70森兰变频器在造纸机传动系统中的应用

❖ 引言

随着我国经济的发展，制浆造纸业已经成为我国工业经济增长的重要支柱，早期的造纸机生产产量较低，对电控没有太高要求，随着造纸规模的扩大，对造纸机的产量及速度要求越来越高，从而对纸机配套电控系统的要求也越来越高。

本方案采用森兰SB70G系列变频器和西门子S7-200 PLC组成一套文化纸机传动控制系统。通过可编程逻辑控制器（PLC）和变频器之间的通信，控制传动点的启动、停止、增速、减速、紧纸等操作，由软件自动实现负荷分配、速度链等功能，充分满足造纸工艺及电控的需要。

❖ 纸机对电气传动控制系统的要求

◆ 该机结构简图如图4所示。纸机为1760/250m/min长网多缸文化纸机，生产40~65g/m²高级文化用纸，稳态精度≤0.01%。

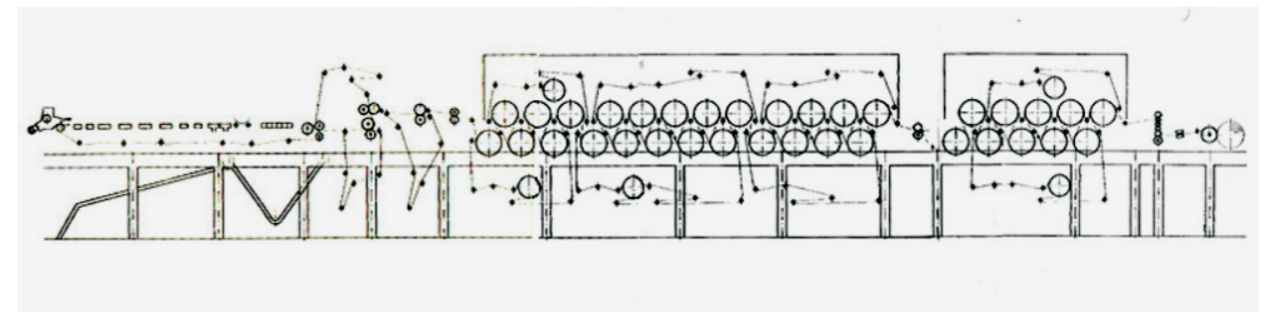


图4 结构简图

- ◆ 为了能生产出质量标准较高的产品，纸机对电气传动系统提出如下的要求：
 - 纸机工作速度要有较大的调节范围，调节范围为1:8；
 - 车速要有较高的稳定裕度，总车速提升、下降要平稳。要求纸机稳速精度为±0.05~0.01%；
 - 速差控制，速比可调、稳定。速差在一定范围内变化不引起纸页质量的突变，误差应控制在0.1%以内。纸机各分部的速度必须是可以调节的，为±10~15%。
 - 各分部传动点具有速度微升、微降功能，同时在这些分部中，应具有单动、联动功能，并可以同时启动、停止。
 - 纸机为恒转矩负载性质，要选择具有恒转矩控制性能的变频器，并具有较高的分辨率，良好的通讯能力。

❖ 控制系统组成

系统原理图如图5所示。该纸机传动系统采用由S7-226小型PLC作为系统的控制中心；由森兰SB70G系列变频器为驱动单元，频率分辨率为0.01Hz以上；变频专用电机作为执行单元；欧姆龙PLC提供速度反馈信号，使纸机传动在速度闭环运行，稳速精度达可达0.01%。由PLC通过西门子MODBUS协议、RS485网络与变频器实现速度链功能、速差控制、负荷分配功能、总车速升、降、各分部点的速度升、降及紧纸、松纸等功能，较理想地满足纸机正常工作的需求。

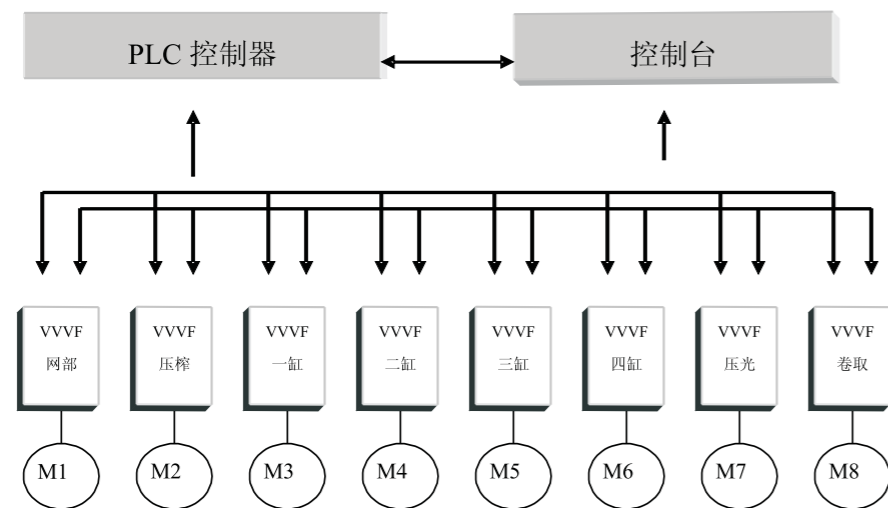


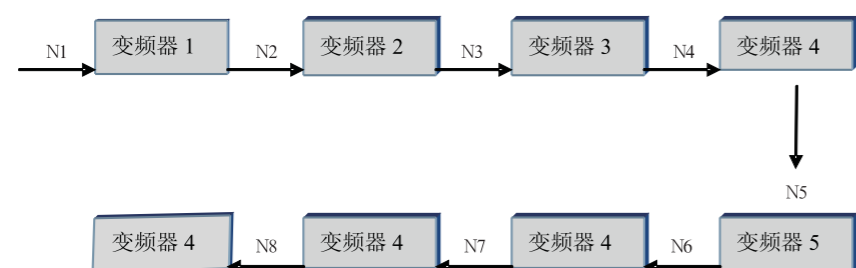
图6 系统框图

◆ 速度链控制

根据造纸机和生产工艺流程，纸机上的纸受到牵引力的作用，在湿部产生纵向伸长，在干部开始时纸张的纵向继续伸长，当纸张的含水量降低后，纸张减少纵向伸长变形，在纸张进入压光机和卷纸机时，纸张再度牵引而伸长，因此在整个纸机生产线中，各个分部的速度是不同的，这样可以保持纸幅张力。同时，纸机各分部的速度必须是可以调节的，这样可以避免纸幅松弛或绷紧而断头，各分部的速度微调范围为（10-15%）。

在控制系统中各分部的速度同步由PLC和变频器共同完成，PLC负责各分部和速度链计算，由变频器执行PLC所发出的速度指令，变频器自己完成速度微调（速度微调分为级联速度微调和整机速度微调）。

变频器速度链结构采用二叉树数据结构算法，用于完成传递功能。首先对各传动点进行数字抽象，确定速度链中各传动点编号，此编号应与变频器的编号相一致。然后根据二叉数据结构，确定各结点的上下、左或右编号，即任一传动点由3个数据组成，确定其在数据链中的位置，填位置寄存器数值。如图7所示：



$$N1=b1(N0+\Delta N0) \quad N2=b2(N1+\Delta N1) \quad N3=b3(N2+\Delta N2) \quad N4=b4(N3+\Delta N3)$$

$$N5=b5(N4+\Delta N4) \quad N6=b6(N5+\Delta N5) \quad N7=b7(N6+\Delta N6) \quad N8=b8(N7+\Delta N7)$$

图7 速度链计算及控制图

该传动点速度指令发给变频器后，访问位置寄存器，确定子寄存器结点号，若不为0，则对该点进行相应处理，直到该链完全处理完，再查同级寄存器结点号，处理另一支链。故只须对位置寄存器初始化，即可构成任意分支速度链。例如，如图6所示，把纸机的第一分部点作为速度链中的主节点，即它的速度就决定整个纸机的工作速度，调节其给定速度就调节了整个纸机的车速。在PLC内，检测到车速调节信号则改变车速单元值，1点处的速度就是第一台变频器的运行速度设定值，将其送第一台变频器执行，并送给第二台计算。第一分部的速度值乘以第二分部的变比 $b1 \times a$ 则为第二台变频器的给定值。若第二分部速度不满足运行要求，说明第二分部变比不合适，可通过调节第二分部的变比 $b1$ 来达到所需的运行要求，调节过程相当于在PLC内部有一个高精度的齿轮变速箱，可以任意无级调速。若正常生产中变比合适，因某种原因需要用紧纸、松纸时，按下该分部紧纸、松纸按钮，PLC将在对应的速度链上附加一正值或负值的偏移量来实现紧纸和松纸功能。图中2点就包含了调速和紧纸、松纸等指令的速度值，将它送给第二台变频器执行，同时送下一级计算。依次类推，构成速度链控制系统。

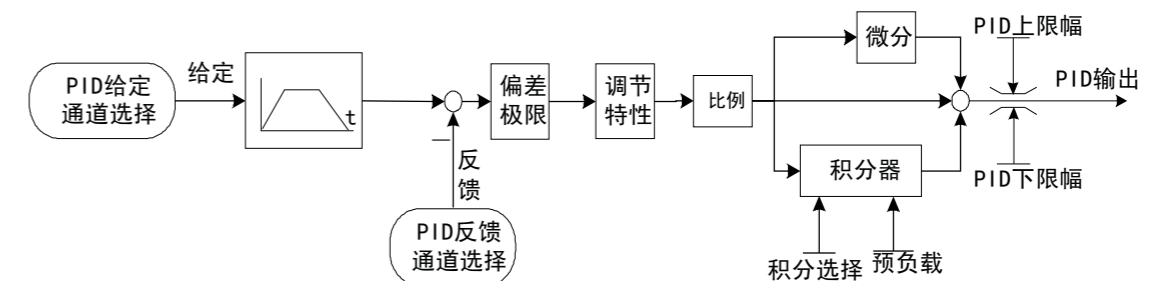
◆ 卷取张力控制

在造纸机的纸张卷取部分用张力控制，如果纸机对纸张的生产要求比较高，则可以在压光部分也加入张力闭环控制，对张力控制可以提供两种方案以供选择：1)张力直接检测闭环方式；2)张力间接计算检测闭环控制方式。张力控制变频器采用SB70G系列。

● 张力直接检测闭环方式

SB70G的模块有两个层次：通用功能模块，如PID控制、多段频率、自动节能运行等；行业专用功能模块，如位置控制，纺织应用、恒压供水应用等。SB70G还具有丰富的可编程模块，功能非常完整，编程灵活方便，包括：1.两个多功能比较器，可自定义故障；2.两个可以实现与、或、异或等运算的逻辑单元；3.两个定时器，可实现多种延时功能；4.一个可预置值、可掉电存储的计数器；5.四个可以实现加、减、乘、除和绝对值等运算的算术单元。

此外SB70G还内置功能完备的过程PID，在闭环张力控制中应用必不可少。具体可见下图：

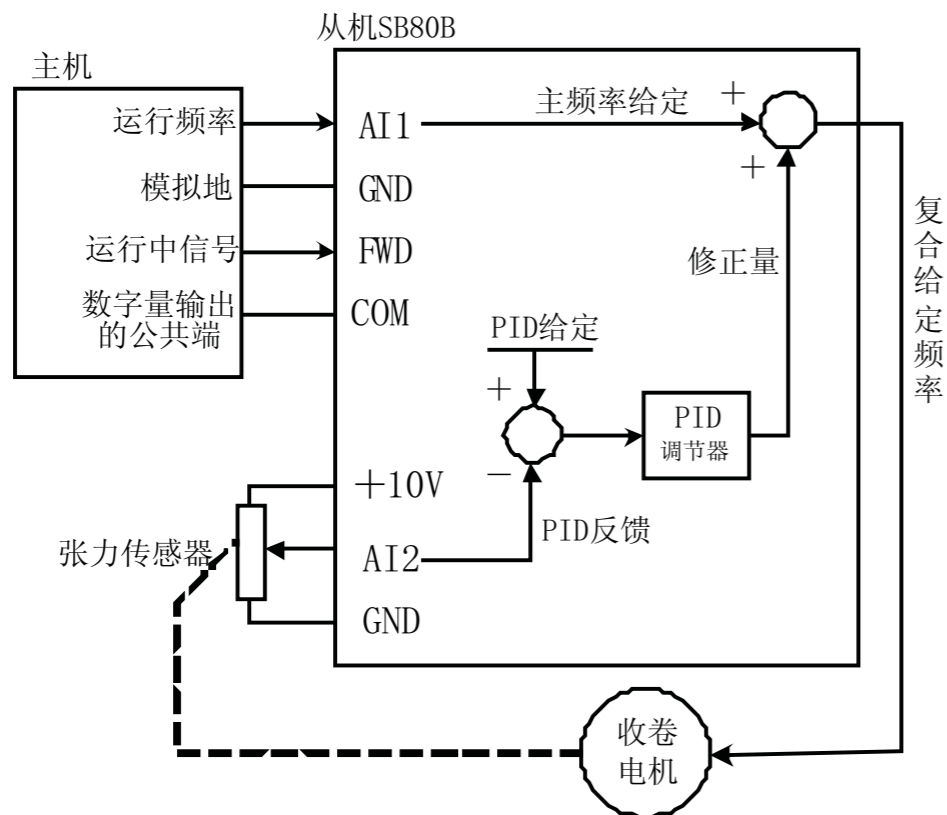


PID的输入和反馈通道有很多种选择，反馈信号还可以设置为模拟量的多种运算结果。PID可以预置，并且有两套可以运行中切换的参数。

用户可以随心所欲地对SB70G的资源进行编程，既可以利用它的可编程功能模块来配合专用功能模块的使用，更可以使用通用功能模块和可编程模块来实现各种行业的专用功能。SB70G的可编程功能模块就像一组七巧板，可以在用户的手中组合成无数种理想的图案。这使它能给各种行业需求提供解决平台和一体化解决方案，对降低系统成本，提高系统可靠性具有极大价值。

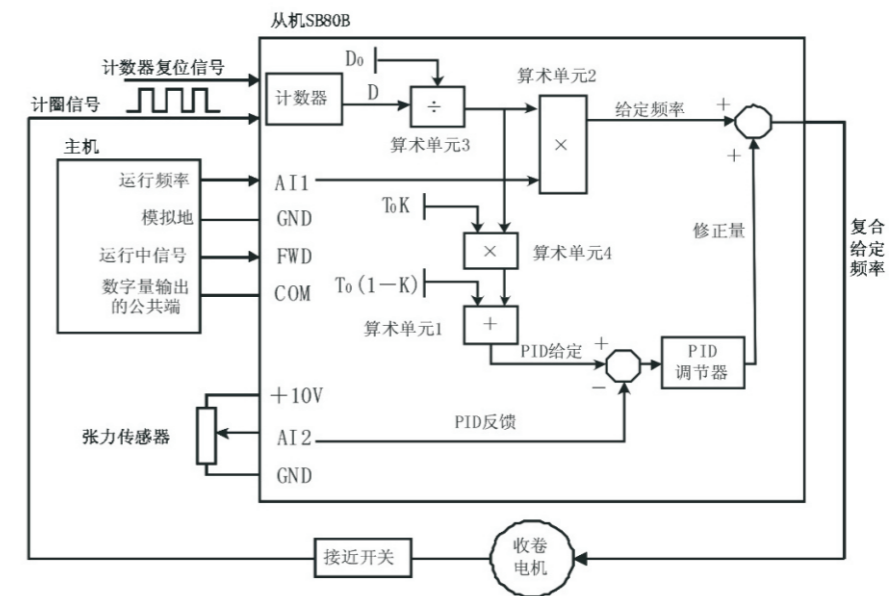
系统控制结构如下图所示：将主机（四缸或压光变频器）的运行频率作为从机（压光机或卷取变频器）的主给定频率，张力控制PID调节器的输出对主给定频率进行修正，使反馈张力与给定张力无偏差。将张力传感器的输出信号作为PID反馈，PID给定通过数字设定成理想的张力值。主机的运行中信号作为从机的起停命令。

系统图如下：



● 张力间接计算检测闭环方式

由代表生产纸线速度的主机（四缸或压光机变频器）运行频率和卷绕纸张的实时卷径计算出相应的从机（卷取机）主给定频率，以此作为前馈；同时用PID调节器控制纸张的张力PID输出，对给定频率进行不断修正，将修正后的频率作为卷取电机的给定频率。这种前馈和反馈共用的复合控制方法控制精度很高，很多张力控制专用的变频器都使用了这种方法。而SB70G可以通过可编程模块来编程实现这种控制，使用方便，方法灵活。系统控制框图如下：



SB70G纸张卷绕机张力控制系统图

注：图中D0为初始卷径百分比值，以最终卷径为100%；
 To为初始张力值，以张力传感器最大张力为100%；
 K为张力锥度系数，由用户设定，范围为0~100%；
 主机的模拟运行频率（代表线速度）由AI1输入。
 计圈信号使用光电开关由“计数器增”输入。
 PID反馈值由张力传感器向AI2输入；
 外加卷径复位信号对计数值进行预置初值。
 下面分两部分来说明这种组合方法。

第一部分：卷取机给定频率的计算。

用户需要知道三个值，分别是初始卷径、最终卷径和纸张厚度。根据这三个值，计算出参数设置所需要的几个数值，具体包括：

1. 初始卷径百分比值 $D0 = \text{初始卷径} / \text{最终卷径}$ 。
2. 计数器设定值 = 最终卷径 / (纸张厚度 × 2)。
3. 计数器预置值 = 初始卷径 / (纸张厚度 × 2)。

以下面的例子说明：

假设纸张的最终卷径为1000mm，初始卷径为100mm，薄膜厚度为0.05mm，则：

$$D0 = 100 / 1000 = 10\% ;$$

$$\text{计数器设定值} = 1000 / (0.05 \times 2) = 20000 ;$$

$$\text{计数器预置值} = 100 / (0.05 \times 2) = 2000 .$$

此时计数器计数值（以设定计数值为100%）就相当于一个卷径传感器的输出信号，即为实时的卷径值D（以最终卷径为100%）。计数器的掉电记忆实现了卷径掉电记忆功能，计数器复位实现了卷径复位到初始卷径的功能。

主机频率为 $F0$ ，从机频率为 F ，当前卷径值为 D （以最终卷径为100%），则可以知道：

$$F0 \times D0 = F \times D ;$$

$$\text{即可以算出 } F = F0 \times (D0 / D) ;$$

先通过算术单元3算出 $D0 / D$ 的值；再通过算术单元2计算 $F0$ （即AI1）乘以算术单元3的输出，即为 F 的值。此时算术单元2的结果即为卷取机的主给定频率，所以将卷取机的频率给定通道设成算术单元2给定。这样就完成了卷取机主给定频率的设定。



第二部分：PID的给定计算。

采用闭环张力控制的方法，PID的给定值应该设定为用户需要的张力值。算术单元1的结果即为用户需要的实时张力值，将PID的给定通道选择为算术单元1给定。这就完成了PID给定通道的设定。

至此，就完成了张力控制方案设计。此外，还要把控制需要的一些外部接线和参数设置做好，包括将主机的运行中信号作为从机的起动信号，使从机跟随主机运行；根据实际情况调节PID的相关参数，达到最好的控制效果。

造纸机各分部传动自动控制采用PLC和变频器共同控制的方法，是目前造纸传动设计和改造的发展方向，它的实用性、可靠性、经济性以及智能性为用户提供了很高的性能价格比。改造后的设备自动化程度比以前大幅提高，产品生产过程更加稳定可靠，变频器的低速运行省电特点将给用户带来可观的经济效益。

