

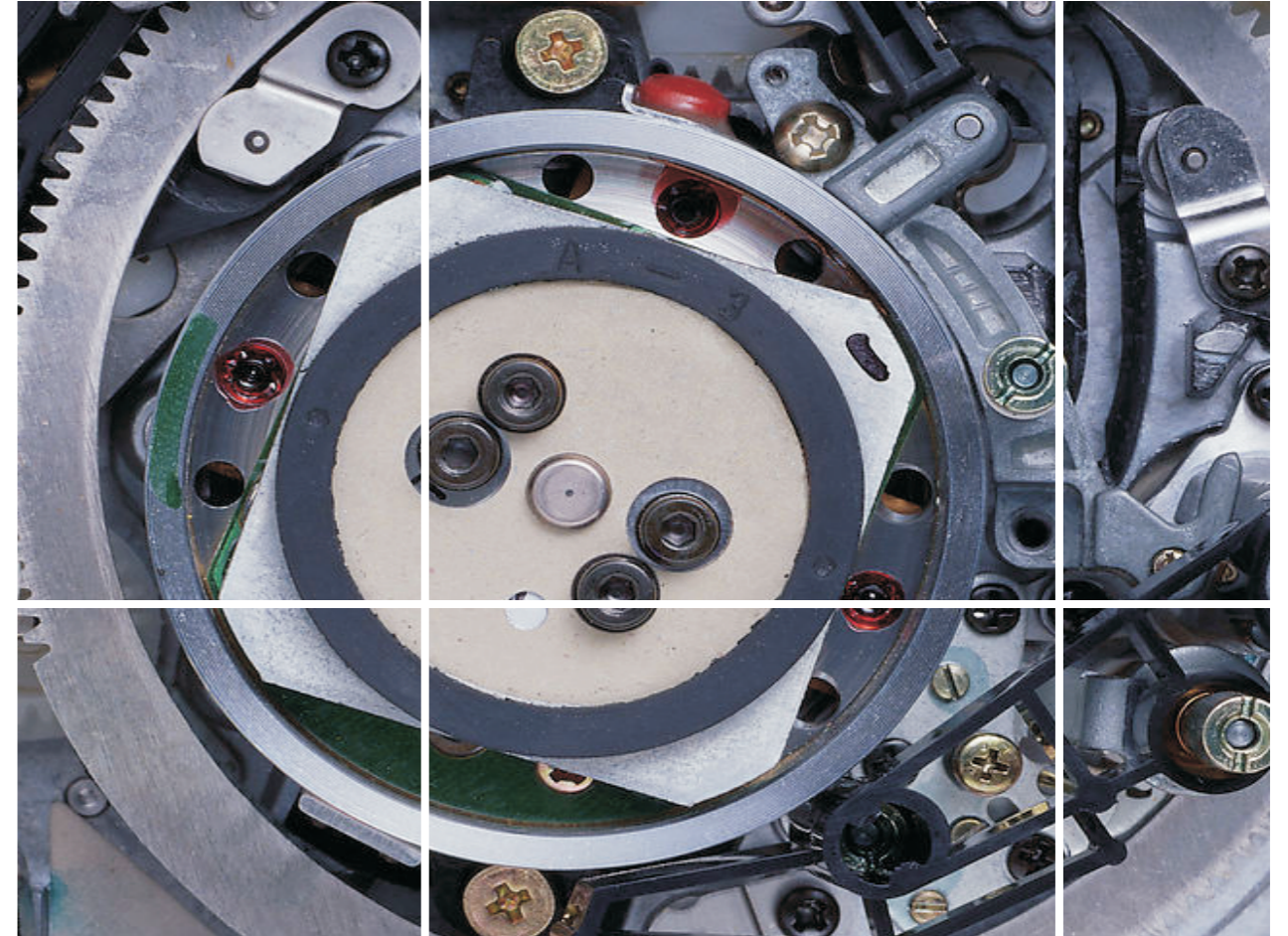
SLANVERT



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
机械工业行业





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。

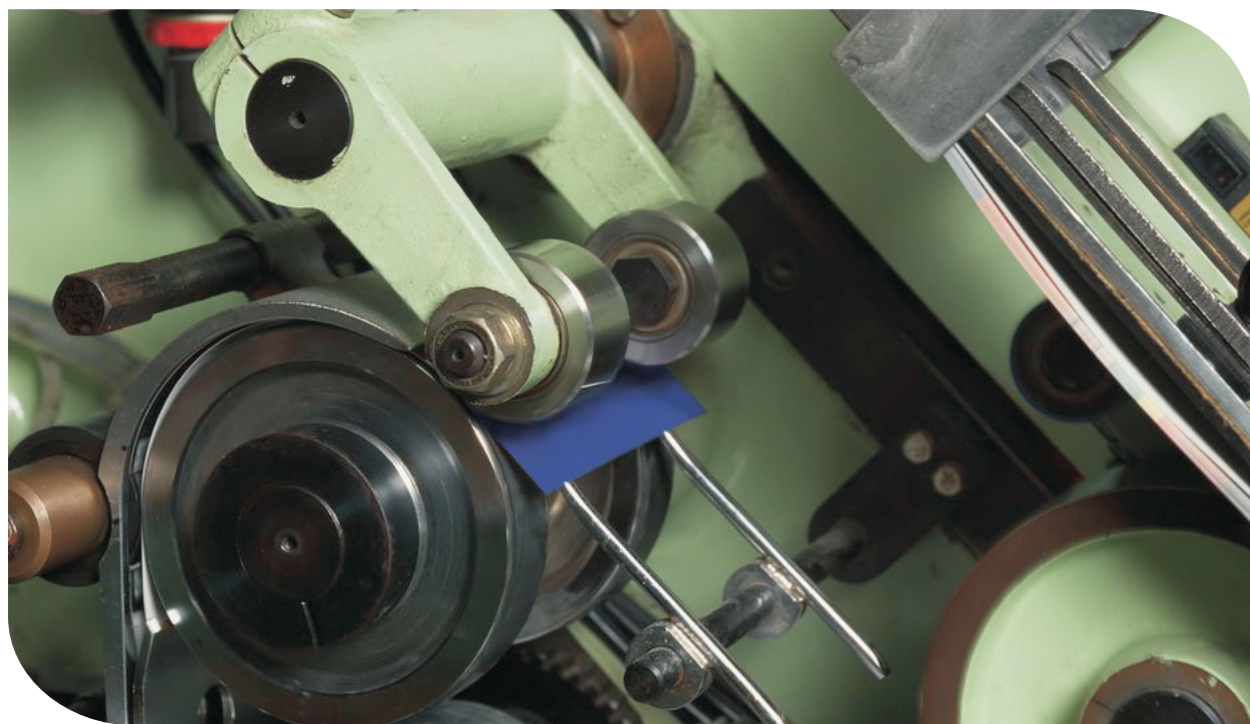
经过十余年的高速发展，公司现已拥有遍布全国和亚洲、欧洲及美洲的强力营销、服务网络，为客户提供优质的产品和服务。公司的销售额、市场占有率、技术水平在国产变频器行业名列前茅，被机械工业信息研究院评为“2006中国用户最满意国产低压变频器十大品牌”（含港澳台地区）第一名，2007年荣获国家质量监督检验检疫总局授予的“中国名牌”产品称号，2008、2009年荣获中国电器工业协会颁发的“中国电器工业最具影响力品牌”，2005~2012年被中国自动化学会连续七次评为年度“中国国产变频器第一品牌”。

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 ▶

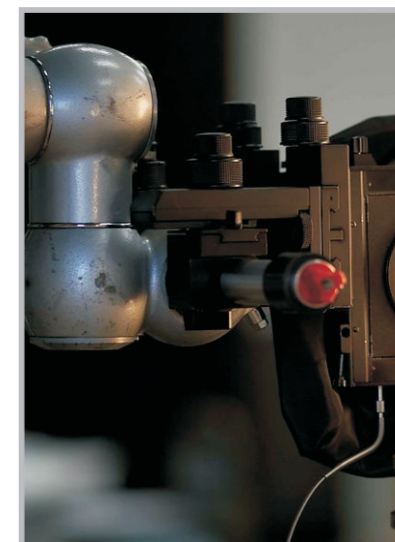
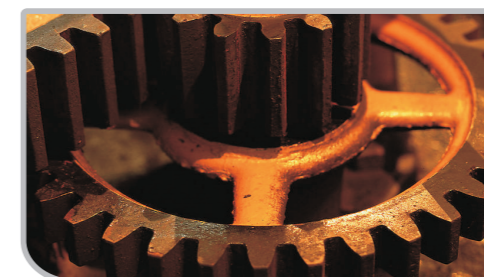
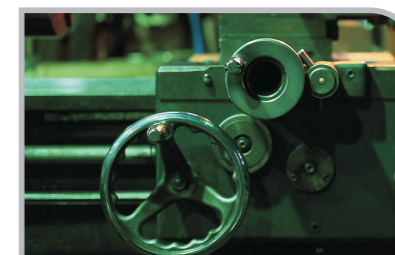
◆ 机械工业的现状	-----	01/02
◆ 森兰机械行业应用典型解决方案	-----	03/20
◆ 森兰变频器在龙门铣床上的应用	-----	03/04
◆ 森兰变频器在立式车床上的应用	-----	04/06
◆ 森兰变频器在B2151龙门刨上的改造方案	-----	06/09
◆ 森兰SB70变频器在货架冷弯生产线上的应用	-----	10/15
◆ 森兰变频在离心铸管机上的应用	-----	15/16
◆ 森兰SBH高压变频器在万吨级水压机的应用	-----	17/20



机械工业的现状



机械工业是国民经济发展的基础性产业，国民经济中各行业的发展，都有赖于机械工业为其提供装备。“十一五”期间，机械工业的产业规模持续快速增长。工业总产值从2005年的4万亿元增长到2010年的14万亿元，年均增速超过25%。2009年，我国机械工业销售额达到1.5万亿美元，超过日本的1.2万亿美元和美国的1万亿美元，跃居世界第一，成为全球机械制造第一大国。

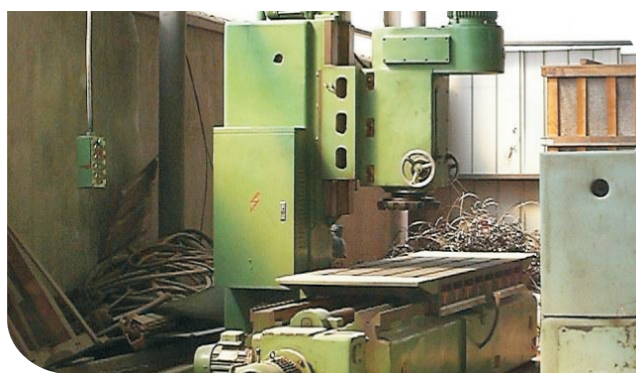


21世纪，机械制造业的重要特征表现在它的全球化、网络化、虚拟化以及环保协调的绿色制造等，机械制造与现代设计技术的结合日益密切。信息产业和智力产业将成为社会的主导产业。机械制造业也将是由信息主导的，并采用先进生产模式、先进制造系统、先进制造技术和先进组织管理方式的全新机械制造业。

森兰机械行业应用典型解决方案



森兰变频器在龙门铣床上的应用



概述

龙门铣床是加工较大型工件的机加工设备，其电气控制系统包括工作台的主传动和进给机构的逻辑控制两大部分。河南焦作迈科公司有一台龙门铣床，从70年代至今使用了多年。龙门铣床的工作台主传动采用直流可逆调速拖动方式。早期的直流调速控制系统由分立元件构成，使用了若干年以后，故障率明显上升，维修工作量不断增大，故障停工工时急剧上升，已经严重影响生产的正常进行。原来的直流调速系统已经淘汰了，没有可能再对直流调速系统换新处理，进行技术改造是必然的选择。

改造方案

对直流调速系统改造，如果保留直流电机，调速系统可用数字式可控硅直流调速系统。这种方案的优点就是利用原有的直流电机，经济上比较省，但缺点也是明显的，其缺点是直流电机相比交流异步鼠笼电机的维护工作量大，特别是使用了多年的直流电机，整流子磨损严重，维修花费更多。另一种方案就采用交流调速系统，将主传动直流电机换为交流异步鼠笼电机，调速控制系统使用变频器。这种方案的缺点是除需要变频器外，还需要将直流电机换为交流电机，改造的费用相对高一些。但是，交流电机结构简单，维护量小，变频器性能优良，便于实现最优控制。比较两种方案的优劣后，选择用交流调速的改造方案。

❖ 龙门铣床的变频改造

◆ 变频器的选型和容量的计算

变频器的选型要根据交流电机的容量，交流电机的容量的选择又要以直流电机为参考依据。原工作台直流电机参数为： $P_N=18.5kW$ ， $n_N=1000r/min$ ，与此相对应的交流电机 $P_N=18.5kW$ ， $n_N=970r/min$ 。龙门铣床经常工作在低速加工状态，为保证加工质量，要求电机低速时转矩大。考虑到交流电机的机械特性，在选择交流电机时适当增大容量。本例交流电机选为22kW 6极鼠笼电机。

选用希望森兰科技股份有限公司生产的SB61G+变频器。考虑到铣床工作台返回行程时间比较短，惯性较大，需要配用制动单元和制动电阻，制动电阻按100%制动转矩时的标准配置30Ω，5kW，考虑到制动比较频繁，适当加大电阻的容量到10kW。

◆ 变频器功能的设定

从龙门铣床工作台工作流程可知，工作台的运行速度有4段，即 n_1 、 n_2 、 n_3 和返回运行速度。设SB61G+22KW变频器为多段速度控制方式，变频器的多段频率控制输入端子为X1、X2、X3、X4；多段速度的频率值由所加工的工件决定，加、减速的时间，由功能代码F009、F010、F631-F636决定，其控制信号取自铣床无触点开关，只要铣床工作台运动到相应的位置，无触点开关输出信号送到变频器相应的输入端口上，变频器就加速、减速、反向或恒速运行。

◆ PLC的应用

由于控制线路和低压元器件老化，在对龙门铣床工作台主传动变频调速改造的同时，对铣床的控制线路进行改造。用PLC可大大地减少控制电路的复杂性，并可降低成本。PLC选用HOLLIAS-LEC G3 40点PLC，编程方式为梯形图，不很复杂，不再赘述。

森兰变频器在立式车床上的应用

❖ 概述

某单位有台型号为C516A单柱式立床，经现场实际考察，原机床的拖动系统是采用一台功率为30kW的电动机作为主传动，电机以恒定转速运行，通过减速箱，液压系统实现速度调节。由于系统不能实现无级调速，液压系统维护工作量大。



机床液压系统变频改造方案

考虑到原有液压系统维护非常难，我们可以去掉原来的液压传动系统，直接用变频器拖动主轴电机，通过调节电机频率，来实现连续可调的转速。但是原来的横梁的升降、刀具的移动是靠原来的液压传动来完成的，所以不能完全去掉。如果要完全撤离液压传动，必须配备横梁、刀具的传动异步电动机。为了满足改造，必须满足以下要求才能保证机床可靠运行：

◆ 电机要求

通常要求用变频电机，或者普通电机加风扇以满足电机在低频的散热要求，并且要求电机调速范围广。

◆ 变频器的技术要求

● 要求低频力矩大

机床低速时需要具有强大的过载能力，变频器可以提供150%过载保护，能够满足设备要求。选用矢量变频器，低频时（1~10Hz）能达到150%额定转矩。

● 转矩动态响应速度快，稳速精度高

选用矢量变频器，能实现很好的动态响应效果，依据负载的变化，通过输出转矩的变化很快做出响应，从而实现转轴速度的稳定。

● 减速停车速度快

通常机床的加减速时间都是比较短的，加速时间靠变频器的性能保证，减速时间则依靠外加制动电阻或制动单元。

● 进行电机参数自学习

选用矢量变频器后，要达到很好的控制性能，通常都需要对电机进行参数自学习，其目的是获取准确的电机内部参数，以用于矢量控制计算。参数自学习所需要的电机铭牌参数有：电机额定功率、电机额定频率、电机额定转速、电机额定电压、电机额定电流。有的变频电机的铭牌上可能没标额定转速值，可以根据经验值估计一下额定转速。在进行参数自学习时，务必要在空载（电机轴上不接负载）的时候进行。只有在空载的时候才能保证自学习出来的电机参数的准确性。

如果现场条件没办法进行空载运行，可以考虑用变频器出厂的电机参数试运行。

● 频率指令和运行指令

机床上使用的变频器的频率指令和运行指令都来源于控制器，一般给定的通道有两种，一种是模拟量给定，另一种是多段速给定，或者两者同时给定，以多段速优先。模拟量给定以电压型模拟量为主，也有电流型的。变频器对这两种类型的模拟量都可以采集。

◆ 抗干扰问题

变频器在出厂的时候作了很好的抗干扰试验，具有很强的抗干扰能力，但变频器同时也是一个干扰源，在使用中很难避免不对其它设备进行干扰，特别是变频器的频率指令和运行指令也可能受到干扰，干扰严重的会造成频率指令不稳定，变频器误动作等。解决此类问题的办法是在变频器的输出线上加磁环以减少高频辐射。

森兰SB70G系列矢量控制变频器完全满足以上条件。森兰SB70G系列矢量控制变频器是希望森兰科技股份有限公司自主研发的新一代高性能变频器，可靠性高，功能强大，可广泛应用于冶金、石油、化工、建材、煤炭、食品、造纸、印染、供水等行业。

我们选择森兰SB70G37变频器拖动主轴30kW电机，由于电机要求快速制动刹车，必须配备制动单元和制动电阻。制动单元型号为森兰SZ20G30/45，按制动力矩为100%来算，制动电阻选择6kW/15Ω。

机床液压系统变频改造后的节能分析

由于变频器对电机的保护功能齐全，所以大大减少电机的保养，同时减少原来的液压系统中的电磁阀和油泵等主要器件。液压系统出现故障时，检修复杂，而变频器调速操作简单方便，可靠性高。原来主轴电机恒速运转，存在电能的白白浪费，加装变频器后预计可以节能15%左右。

森兰变频器在B2151龙门刨上的改造方案

◆ 电气改造方案

◆ 拆除两套机组、直流主传动电机、电控柜。

◆ 新做一台电控柜（2200×1000×650），内外喷塑，柜内顶部安装两盏日光灯，方便修理人员工作，柜内温度由两台控制箱温度调节机控制，以保证变频调速系统、可编程控制器的可靠工作。

◆ 变频调速系统的选择方案：方案采用国产第一品牌的森兰SB70G55变频器，它是采用目前世界上领先技术的“高性能变频器”，解决了机械冲击振动的问题，真正的电流矢量控制，可以使机床在高效率、高精度状态下运行。外接制动单元和制动电阻，能使电机在1.5s内停止；满足频繁快速启、停及正、反转；能够在工作行程中根据加工的要求，自动而平稳地变换速度；在正、反转换向时，有加减速过程，防止对机械部分的冲击和系统的电流冲击；可在零到额定转速范围内无级调速，而且运转平稳；系统有包括电机过热保护在内的许多保护功能。为保证调速精度和低速力矩，在变频电机的尾部加装高精度编码器，构成闭环矢量控制。

◆ 拆除主传动直流电机，安装一台新的55kW变频电机。经过计算，55kW的变频电机完全可以代替60kW的直流电机，满足龙门刨床的工作要求。重做电机与减速箱的联轴结及电机底座。

◆ 电气部分采用西门子公司生产的S7-226可编程控制器，扩充输入输出模块，使输入输出各为58，备用输入输出接口至少各5个。同时，增加二路D/A数模转换模块，以便操作者能在人机界面触摸屏上根据显示的转速数值设置正、反向工作时的转速。

- ◆ 控制工作台往复运动的原机械限位开关，全部改用进口名牌施耐德电气公司生产的接近开关控制。
- ◆ 拆除旧的悬挂按钮站，重制一个新的按钮站，按钮站上包括人机界面、急停按钮及信号灯。按钮站内外喷塑。
- ◆ 工作台正、反转换向时，各增加一级减速功能，这样即可防止刀具对工件的损坏，也可大大减少换向噪声，减轻机械冲击，延长机械部分的使用寿命。
- ◆ 在保证生产要求的情况下，其他功能符合原机床的要求。
- ◆ 电气线路全部更换，限位开关更换新的。未更换的交流电机重新做试验、检修。
- ◆ 配合机械部分改造液压润滑系统。
- ◆ 机床与控制柜的连接线采用PVC管按规范要求安放。

◆ B2151龙门刨改造优势对比

原系统的能量利用率较低，直流机组整流子易磨损，难维护。此次大修将原电控系统及交磁机组和直流电动机拆除，改用变频器拖动交流变频电机，驱动主工作台的运行。下面将从系统节能、系统可维护性、系统的运行性能三个方面来讨论改造后的系统比原系统存在的优势。

◆ 节能方面

- 原系统采用的是交流电动机带动同轴直流发电机，由直流发电机发出的电能再带动直流电动机的拖动结构。通过改变直流发电机磁场电压，调节其直流输出进而调节直流电动机运行速度。系统能量转换过程包括由交流电能转化为机械能（交流电动机）再转化为直流电能（直流发电机），最后转化为机械能（直流电动机），能量转换过程有三次，而每次能量转化必然存在能量的损失，并且能量的转换次数越多损失的能量也就越多。

改造后的系统采用交流变频器拖动电机工作，其工作直接由电能转化为机械能，光其在能量转换过程中损耗的能量就比原系统节省了三分之二。

- 原系统开机启动后交流电动机以及直流发电机就一直处在启动运转位置，空载损耗较大。同时，交磁机组调速模式在直流电动机制动运行时，大部分的能量转化为热能消耗在机组各个电机中，直接导致能量利用率较低。使用变频调速系统后，工作台不运行电机就不消耗任何能量，系统待机损耗大大减少。

◆ 维护方面

- 原系统机组存在直流电动机和直流发电机，二者的整流子和炭刷经常需要维护，同时直流电机损坏率高，维修周期长，费用也较高。

改造后系统选用鼠笼式异步电动机，该电动机使用周期长，维修费用较低。

- 原电气控制柜采用分立继电器控制，控制电路节点多，线路复杂，发生故障后定位难，排查难。

改造后系统采用PLC可编程控制器控制，外围电路简单，使系统故障率大大降低，减少维护工作量。

控制系统配置工业触摸屏作为人机对话接口，提供全中文图形化操作界面，在触摸屏上有完整的故障显示、诊断和记录，并且整个系统的各个节点状况可记录，随时可以察看。

- 原系统采用的行程开关，可靠性不高，节点接触面很容易由于老化、机械磨损而导致节点动作反应不够准确，使系统发生故障，所以必须经常检查各个行程开关的节点状况。

改造后的系统采用的是高性能无触点电感式接近开关，不会存在节点的老化和磨损，使系统的可靠性大大提高，且无需更换。

◆ 性能方面

- 改造后系统采用专用的交流变频调速电机，使用高性能的矢量控制变频器调速，实现了数字化调速，比较原系统的模拟直流调速系统，调速精度大大提高，同功率下输出力矩更大，使工作台运行更加平稳，输出的切削力度更大。

- 系统控制采用PLC（可编程控制器），配合数字变频器，通过精心编制的软件，实现对加减速的智能控制，根据不同的速度设定最佳加减速时间，使换向更加平稳，无冲击，延长机械传动系统寿命，满足工件的各种工艺要求。

◆ B2151龙门刨床变频改造说明

某厂B2151龙门刨床是二零五厂于70年代初生产的6米刨床。

◆ 电机

龙门刨共有7台电机。MG为主工作台拖动变频电动机（55kW/6P）；FL为主工作台变频电机风机电动机（550W）；MC为垂直刀架电动机（2.2kW）；MY为侧刀架电动机（2.2kW）；MH为横梁升降电动机（5.5kW）；MR为润滑泵电动机（250W）；MJ为横梁夹紧放松电动机（750W）。

◆ 主工作台控制

主工作台由变频器带动变频电机进行拖动运行。工作台的运动动作有步进、步退、前进、后退等，由安装在床身侧的8个限位（前进及后退各4个）接近开关来控制。步进、步退操作为按下运行，松开即停止运行，且步进、步退不受油压及各限位接近开关的限制（可自由设置），此种工况是针对用户检修油路及工作台下其它设备而设置。

按下前进、后退操作按钮时，工作台按已设定的速度进行自动运行。当工作台限位杆接触到第一个限位接近开关时，工作台按已设定的预减速速度进行减速。接触到第二个限位接近开关时，工作台减速。接触到第三个限位接近开关时，PLC给出停止指令，同时换向进行逆向运行。工作台运行时，如果越位接触到第四个极限安全限位接近开关，PLC程序将让工作台强制性停止或换向（按触摸屏设置），以防止工作台冲出去。

如果要求工作台停止运行，可按停止按钮即可断开工作台控制电路，工作台便制动停车。此时变频器直流母线上电压通过制动单元将能量回馈给电网。

工作台在运行过程中，若润滑油泵电机回路或工作台电机回路故障，工作台会在切削过程走完此一行程，在前进未了或后退时才能停止。设置这个保护环节的目的在于切削过程中发生故障突然停机，会造成刀具损坏，或影响加工工件的表面质量。因此发生故障后，让它在后退未了时停机。

◆ 润滑油泵控制

工作台运行时需加以润滑，所以工作台在开动时必须开动润滑油泵，在电控柜上，润滑油控制开关共有三个工作位置，向左位置为<自动运行>，中间位置为<零位>，向右位置为<连续运行>。工作台不工作而需要润滑油泵运行时，将此开关置于<连续>位置，工作台自动工作时，此开关置于<自动>位置。

油泵电机工作后，润滑油上油，至一定压力时，压力开关接点接通，为工作台自动工作准备条件。

◆ 横梁控制回路

横梁运动有上升、下降移动，横梁放松、夹紧动作。

横梁动作在PLC程序中与工作台运动有联锁，只有在工作台停止工作时，才能操作横梁运动。反之，只有当横梁运动已停止且已夹紧时，工作台才能操作运行。

需要横梁作上下移动动作时，按下相应操作按钮，此时横梁夹紧放松电机运行，横梁逐渐放松，当碰到放松行程开关后，横梁放松电机停止，然后横梁作上下移动。当上下移动到位或碰到横梁上升限位行程开关或下降限位行程开关后，横梁停止运行。横梁夹紧电机动作，将横梁逐渐夹紧。横梁放松电机采用变频器传动，当夹紧力矩达到设定力矩时，横梁放松电机自动停止运行。此时，工作台才能操作运行。

横梁下降时，当下降按钮松开后，横梁电机尚有回升动作以消除丝杆与螺母间隙。此时将逆向上升运行一段时间，然后停止夹紧。此时间由用户在触摸屏上可自由设置。

◆ 抬刀控制电路

电控柜上有3个刀架抬刀开关，在工作台运行中需要哪个刀架抬刀，可将相应抬刀转换开关置于<开>位置。刨床采用直流电磁铁抬刀，工作台后退时，PLC程序将让抬刀接触器接通，然后经过全桥整流模块，给抬刀线圈加上直流电压，抬刀动作。当工作台前进时，抬刀线圈断电。

◆ 刀架控制电路

刀架的控制有快速移动和自动进给两种工作状态。当装在进给箱上的快速移动与自动进给转换手柄放在<快速移动>位置时，在悬挂按钮站上操纵相应操作按钮，刀架按所需要的方向作快速移动。刀架电动机只有一个运动方向，刀架运动方向的改变是靠机械来实现的。

当自动工作时，手柄应放在<自动进给>位置，保证工作台自动工作时不能进行快速移动。工作台后退了，刀架电动机得电使刀架进刀。前进换后退时，电动机短时反向运动，使进刀机构复位，准备下一次进刀。悬挂按钮站上，刀架及横梁的按钮边为按下工作，松开停止状态。

◆ 触摸屏的操作及显示

触摸屏操作时只需用手指轻触屏的表面即可。触摸屏可显示及设置各种工艺参数、运行状态等，用户可根据显示进行操作设置、查询。

B2151 龙门刨

进给速度设定

<p>工况信息</p> <p>正以-3.7米/分速度运行</p> <p>横梁电气故障,请检修</p> <p>主机风机电气无故障</p> <p>进刀电机电气无故障</p> <p>设备无故障可正常使用</p>	<p>变频器数据</p> <p>输出频率</p> <p>输出电流</p> <p>反馈状态</p>
--	--

工艺设置
输入查询
故障记录
技术支持

2页设置,第1页

进刀速度 00.0 米	退刀速度 00.0 米	1 2 3 - 退刀速度 00.0 米
进刀慢速 0.0 米	退刀慢速 0.0 米	4 5 6 CR 退刀慢速 0.0 米
进刀预减 0.0 米	退刀预减 0.0 米	7 8 9 ES 退刀预减 0.0 米
步进速度 00.0 米	下一页 返回主画面	0 ENT 下一页 返回主画面

2页设置,第2页

横梁降后补偿回升 2.0 秒 开机

慢速切入时间 1.0 秒 慢速切入速度 10.0 米

风机随动运行	禁止无油工作
工作中限位不停	禁止无油步进
步进限位无效	上一页 返回主画面

2页设置,第2页

横梁降后补偿回升 2.0 秒 风/油禁动

慢速切入时间 1.0 秒 慢速切入速度 10.0 米

风机连续运行	允许无油工作
工作中限位停车	允许无油步进
步进限位有效	上一页 返回主画面

故障列表

2004-11-23 15:53:26 返回主画面

森兰SB70变频器在货架冷弯生产线上的应用

◆ 系统结构

◆ 货架冷弯成型工艺流程：开卷——校平——切头焊接——在线伺服送料冲孔——成型冷弯轧制——矫直——定尺切断（或伺服跟踪切断）——打包——后期喷涂处理等。森兰SB80B工程型矢量控制变频器主要应用于成型冷弯轧制过程，也可应用于开卷和校平机组的速度匹配系统。

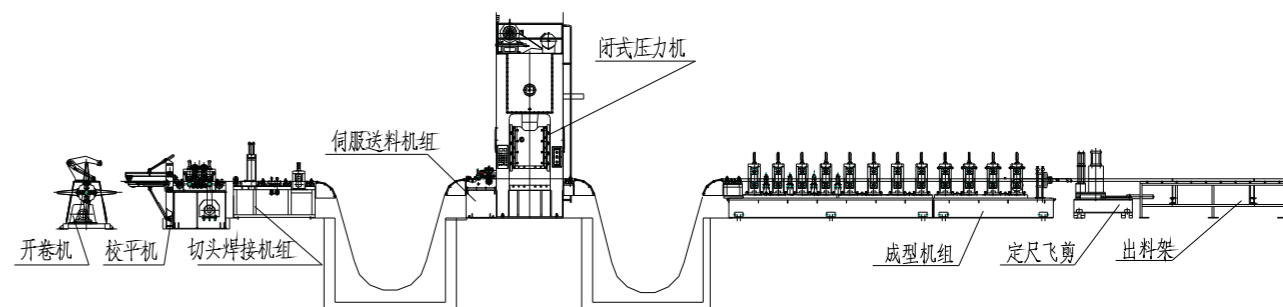


图1 货架冷弯成型生产线简图

◆ 根据货架组件（横梁）的冷弯成型孔型设计及冷弯成型工艺要求，货架组件（横梁）冷弯机组共有12站牌楼构成，货架组件（立柱）冷弯机组一般有17站以上牌楼构成，其基本工作原理相同，只是工作负荷和选用的变频器功率大小有差异，下面主要以横梁冷弯机组的应用为例进行讨论。钢卷料由第一站牌楼前的带料导引装置将钢带穿入冷弯机组进行冷弯成型加工，该冷弯机组主动力由30kW的森兰SB70矢量控制变频器和异步变频电机驱动系统构成，各牌楼间的动力传递可采用链传动或齿轮组来实现；主控系统选用MELSEC FX2N-32MR可编程控制器，闭环控制反馈信号由2000脉冲/转的旋转编码器被动测量提供信号开关量并测长，根据所选的编码器的线数以及你要走的位置量，确定好对应的计测脉冲数，然后设置PLC，使其在计测到相应的脉冲数时产生相应的动作以实现产品定长切断的精确控制，其基本长度控制精度可达±0.5mm以上，可重复长度控制误差分布范围最大不超过1mm。

◆ 系统硬件结构的主要配置：

- 选用是FX2N-32MR，外加FX2N-232-BD通讯模块。各1只
- 触摸屏选用型号为：GP37W2-BG41-24V，或采用微机控制上位机系统。
- KOYO旋转编码器TRD-NH1200-RZ及测量辊、24V开关电源，各1台
- 30kW的森兰SB80B工程型矢量控制变频器，1台
- 三相笼型交流异步电动机：Y系列，4极，22kW，1台。
- 其它电气选配件，如：配置PG速度控制卡获得编码器的速度反馈信号，内置直流电抗器。通常变频器在实际应用中还需要制动单元与制动电阻在再生状态时获得足够的制动力矩。

机床液压系统变频改造方案

◆ 要实现货架组件（横梁）的冷弯成型机组的闭环无级控制，必须根据变频器和变频电机的特性，即高性能闭环速度矢量和转矩矢量控制性能；采用精确磁通观测器的转子磁场定向的真正闭环（采用有速度和无速度传感器）速度和转矩矢量控制算法来完成；即在一定载荷下变频器所存在的理想加速和减速特性曲线，或根据不同的品牌和规格的变频器的特性参考资料、冷弯机组加工件的负荷特性、电机的负荷特性等进行适时调整。本系统采用带PG v/f控制模式，基本控制原理如图2：

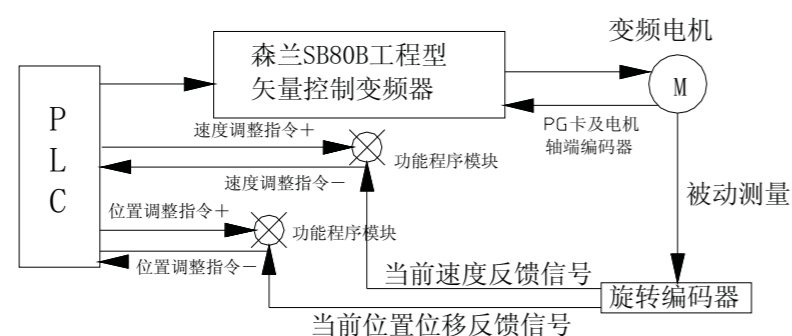


图2 系统闭环无级控制原理图

◆ 基本控制思想为：森兰SB70矢量控制变频器和变频电机构成内闭环控制系统，旋转编码器与PLC构成系统外部闭环控制系统；即

● 根据旋转编码器测量反馈的当前速度信号适时调整变频器的输出驱动频率值，从而保证变频电机能以要求的速度平稳运行；其还表现在必须根据具体冷弯产品的成型工艺要求、负荷波动规律等选择相应的速度控制模式，即初时运动加速度与加速控制时间、平稳运行速度与距离、减速运动加速度与控制时间等进行变频器的适时调整，确保主机运行及控制反馈运行过程的平稳，消除不稳定形成的系统超差故障；

● 根据旋转编码器的脉冲测量数反馈当前冷弯机组主电机的位移信号及预先设定的控制方案，适时调整变频器的输出驱动频率值，使变频电机先以较高的速度运行到接近冷弯产品控制切断长度的位置后，将速度平稳降到较低的速度下工作，并在切断控制处准确制动停准，必要时可采取机械抱闸系统来辅助快速定位，再通过输出控制点发出切断控制信号实现液压停剪；PLC控制系统在工作过程中实时采集运行数据，并不断地与存放在软件控制数据块里的标准位置参数进行比较和控制决策，从而达到快速准确定位、提高作业效率的目的，并与监控系统交换工作信息以实现生产管理系统的全面动态管理。

◆ 在我公司进口的货架组件（立柱）冷弯生产线控制系统中，可编程控制器主要用作下位机，检测各状态点的状态，直接控制系统的启、停和其他控制单元的投切，并将各点的I/O状态通过控制板卡送给上位机——计算机，计算机综合可编程控制器和其他设备的数据，做出相应的处理和显示。

变频器的选型依据及容量的确定

◆ 货架冷弯成型设备的电气拖动主要是驱动冷弯辊运动，其阻力矩 T_L 取决于冷弯辊与钢卷料之间的摩擦力 F_L 与冷弯辊半径 r 的乘积，即 $T_L = F_L \times r$ 。在这里，冷弯辊的半径 r 是恒定不变的，摩擦力 F_L 的大小与相应的冷弯产品的孔型设计工艺水平、机组的传动效率和相关材料与轧辊间的摩擦系数等有关，与转速高低关系不大。这是典型的恒转矩负载机械特性。这类负载转矩和转速的快慢无关，所以在调节转速过程中，负载的阻转矩保持不变。在选择变频调速系统时，除了按常规要求外，还根据机组运行的调速范围、阻力矩 T_L 的特点、对机械特性的要求等进行选择：

● 选择较为简易的V/F控制方式的变频器应用于：开卷机、校平机、压力机等单机运行的变频调速控制与整线速度上的匹配。

● 选择有反馈的矢量变换控制方式应用于冷弯成型机组和在线液压停剪设备系统中，主要是为了实现精确的速度控制和反复运行于接近零速区的位置定位和液压停剪功能，目前可实现的位置控制精度可达到 $\pm 0.1\text{mm}$ 以上，精度越高其生产效率会明显下降，甚至产生位置定位震荡，根据货架产品的工艺特点，位置精度控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 左右较合适，货架冷弯机组主动力系统主要采用有反馈的矢量变换控制方式，如图2控制原理。矢量控制通过电动机统一理论和坐标变换理论，把交流电动机的定子电流分解成磁场定向坐标的磁场电流分量与与之垂直的转矩电流分量，把固定坐标系变换为旋转坐标系解耦后，交流量的控制就变为直流量的控制，这样交流电动机便能等同于直流电动机，从而获得直流电动机一样的控制性能。目前，交流电力拖动已完全可以与直流电力拖动相媲美。

◆ 其次对冷弯机组成型功率的计算和确定。机组驱动动力常由实际经验推定，可参考部分机组的标准规范和经验设计参数，也常用旋转承受成形反力（荷重）的辊所需要的成形扭矩来求，如：成形扭矩 $T = P$ （成形荷重） $\times L$ （辊间接触长度），且实测值常高于计算值；其中也给出了电缝管的计算经验公式等。实际上不同的厂家对机组功率设计的标准也不同，机组传动效率上也存在一定的差异（如：链传动与齿轮传动），如某公司的进口生产线，其成型宽度为：226mm，成型角为360度，卷料厚度达到3.0mm，选用卷料设计材质为SS490，机组主功率为37kW，而国产设备冷弯产品成型宽度为：336mm，最大成型角为1080度，常规产品成型角为720度，卷料厚度达到4.0mm，选用卷料设计材质为SS490，机组主功率为132kW，类比可发现其差异较大。特别是当卷料厚度误差出现超差的情况下，机组负载情况就会发生突变，冷弯成型力就会附加板料厚度上的轧制力，系统将会出现停顿过载现象，为此也必须加以考虑。由于工作在矢量控制方式下，因此它能提供足够大的启动转矩。

◆ 最后为选用变频器的容量，其有很多因数决定，例如电动机容量、电动机额定电流、电动机加减速时间等，其中，最主要的是电动机额定电流。为了获得变频器理想的控制性能，一般变频器功率应当满足：变频器功率 $\geq K \times 1.732 \times V_m \times I_m$

K 为电流波形校正系数， V_m 为电机额定电压， I_m 为电机额定电流。

◆ 交流变频调速是通过变频器来实现的，对于变频器的容量确定至关重要。合理的容量选择本身就是一种节能降耗措施。根据现有资料和经验，比较简便的方法有三种：

- 电机实际功率确定法：首先测定电机的实际功率，以此来选用变频器的容量。
- 公式法：设安全系数取1.05，则变频器的容量 $P_b = 1.05P_m/h_m \times \cos\phi$ (kW)

式中， P_m 为电机负载； h_m 为电机功率。计算出 P_b 后，按变频器产品目录可选出具体规格。

- 电机额定电流法：变频器容量选定过程，实际上是一个变频器与电机的最佳匹配过程，最常见、也较安全的是使变频器的容量大于或等于电机的额定功率，但实际匹配中要考虑电机的实际功率与额定功率相差多少，通常都是设备所选能力偏大，而实际需要的能力小，因此按电机的实际功率选择变频器是合理的，或根据具体选用的变频器品牌和性能进行选用。货架组件（横梁）冷弯机组的主要功耗包括：用于货架组件（横梁）弯曲变形功率、克服辊子与工件之间的摩擦阻力及辊子轴承摩擦阻力、克服机组传动阻力及功率损耗，一般采用经验测算方法与简单公式计算后放大倍数的方法共同核算，通常还根据冷弯成型的成功案例进行类比测算，并依此确定具体型号变频器的实际功率；本方案中选择的变频器的实际功率约为22kW。

◆ 由于森兰SB70矢量控制变频器具有多段速度选择功能：它有正转运行/停止、反转运行/停止、外部故障、故障复位、多段速指令1、多段速指令2、点动频率选择、外部基极封锁指令、多段速指令3、多段速指令4、加减速时间选择、非常停止、多功能模拟量输入等端子，可以通过PLC的输出点直接控制输入端子的ON/OFF状态来实现变频器速度的上升、下降和精确停车。每档速度的大小可由变频器功能预置来设定。

◆ 制动电阻的选择：内置直流电抗器，功率因数 ≥ 0.94 ，电源输入谐波小，并能有效防护浪涌、电压和毛刺，延长内部电路元件的寿命；一般在其推荐的电阻功率和阻值内选择，对于电机转速较高的机组情况可以适当减小电阻得到较高的制动力矩，如果最小值不能满足制动力矩的话，需要更换大一功率的变频器。

◆ 综合多种因素，我们选定了森兰SB70矢量控制变频器，特别是该系列产品的零伺服功能（对电机在停止状态被保持性能）对实现货架组件（横梁）的冷弯成型的定位控制及满足液压停剪的生产控制要求很有效，能进一步提高了货架组件的成型质量和生产效率。

外部接口设计

◆ 三菱FX2N型PLC内置多个高速计数器。经过测量测试，选择采用两相两计数输入、应答频率为30kHz的C251计数器，将旋转编码器的A、B输出端与PLC的X0、X1输入点相连，可以稳定地捕捉货架组件（横梁）冷弯机组上加工产品所需要的闭环控制反馈信号，实现冷弯产品的加工长度、位置定位后的程序比较及控制信号的输出，实现冷弯产品的定长液压停剪动作。机组最大运行速度限制计算为：测量辊周长与应答频率为30kHz的乘积再除旋转编码器的每转脉冲数，如我司选用的测量辊直径为 $\Phi 60\text{mm}$ ，周长为188.5mm，则每秒最大运动位移为： $188.5\text{mm} \times 30000 \div 2000 = 2.827\text{m}$ ，货架组件（横梁）冷弯机组的最大理论运行速度在169米/分以内的要求，一般运行速度设计在20米/分左右。PG输出脉冲检出的最高值为300kHz，主要通过以下公式来算PG的输出频率（ f_{PG} ）：

$$f_{PG} = \frac{\text{最高频率输出时的电机转速}(\text{min}^{-1})}{60} \times \text{PG参数}(p/\text{rev})$$

◆ 上位机对森兰SB70矢量控制变频器的多段速输出控制，可以通过控制输出端的通断信号对多段速指令进行选择或通过相关控制板卡输出模拟信号 $0 \sim \pm 10\text{V}$ 到多功能模拟量输入端进行在线自适应正反转、高低速、运动定位停止控制等。具体见图3：

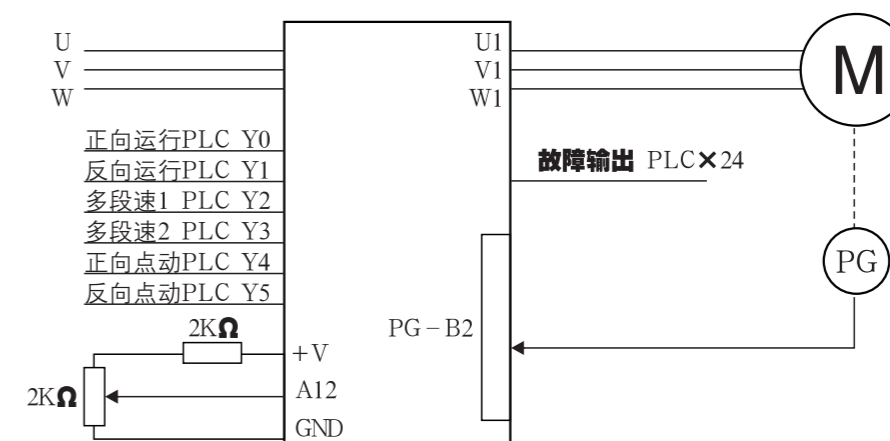


图3 森兰SB80B工程型矢量控制变频器的PLC控制简图

◆ 由于森兰SB70矢量控制变频器具有转矩响应 $\leq 10\text{ms}$ ；转矩控制功能，零伺服及位置控制功能；对于冷弯机组遵循“加速—运行—减速—低速运行正反转调整—停止”为一个运行周期的控制模式，每一周期中的间隔是冷弯产品的切断过程及系统动作复位。特别是针对上述运行周期中的“停止”概念，要理解为零伺服功能状态，加上外部PLC或PC等信号或模拟量指令下实现电机的停止状态并被保持。合理设置这些参数，可以调整定位运行的切断控制精度及机组的生产效率，使它适合负荷的要求。

◆ 在试运行中如果发生乱调和振动等起因在控制性能的故障时，请对照带PG矢量控制的模式调整参数，即速度控制的比例增益和积分时间参数、对应频率切换速度控制增益、速度控制的一次延长时间、选择载波频率等。在具体运行过程中可以通过PID控制模块实现运行速度的控制与定位调整，以实现同步控制，即实现把速度指令与速度检出值的偏差接近零。

◆ 主要控制误差来源于机械制造误差、测量辊反馈测量精度及选用的冷弯轧制材料的表面质量和成型工艺，这也是本次应用成功的关键。系统的机械控制精度对电气系统的控制精度存在一定的影响，可通过电气上的通电保持和实际的转矩平衡、适当的机械定位抱闸及加工原料的平整度等方面进行综合控制以缩短系统的在线调试时间和周期。为保证冷弯组件的质量和生产成本，还必须定期对旋转编码器测量辊的磨损进行校准修正、相关外围机组参数变化或调试过程中的机组再调整、机组的维护保养等，从而尽量在很多场合达到较高精度位置控制的要求。并根据具体产品进行参数优化和性能分析，以提高系统的广泛适应性。



应用效果

森兰SB70矢量控制变频器控制实现的多段速系统控制确保了货架冷弯机组的自动化控制要求，具有运行稳定可靠，定位精度高特点。实践也证明森兰SB70矢量控制变频器完全能满足货架冷弯机组的调速和基本定位控制要求，提高了生产效率。此种变频器控制方式也可用于其他需要速度配合及定位控制的电机变频调速系统。

根据今后货架冷弯机组的自动化发展方向，将成型速度的设定与控制理论的发展与应用、成型辊型设定与实时调节、具体机械设备的故障诊断的处理与显示等与具体的电流矢量控制通用变频器、PLC控制功能和发展相结合，特别是无速度传感器矢量控制变频器技术的发展与成熟，必然能促进货架冷弯机组的整体自动化发展水平。

森兰变频在离心铸管机上的应用

铸铁管的生产过程

四川崇州铸管厂生产城市自来水供水管的大口径的铸铁管，为减少管壁的厚度，又要保证铸铁管的质量，生产大口径的供水管方法采用离心浇注，即将高温融化了的铁水倒入模具中，再将模具高速旋转。由于离心力的作用，铁水很快在模具中成型，维持数分钟后，铁管温度下降到大约700℃~800℃时逐渐降速到零，开模取管。铸管机模具放在前后四个传动轮上，原来的传动方式是两台37kW的电磁调速电机经皮带轮传动。如图4所示。

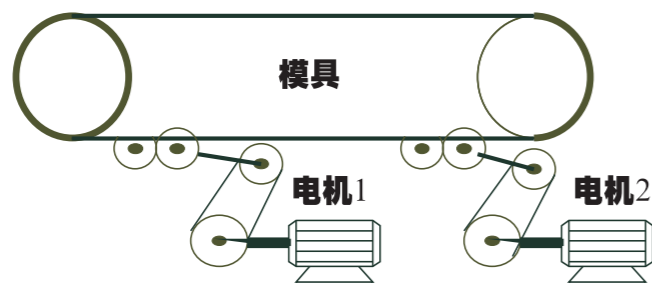


图4 铸管机传动示意图

铸管机的负载机械特性

铸管机负载特性为大惯性负载，而且，起动前需加一定量的铁水，又是重载起动。电磁调速器低速转矩较差，要保证生产的正常进行，电动机的容量选得较大。如图4所示，铸管机传动由两台37kW的电机共同承担，因此两台电机之间存在同步问题。电磁调速器调同步比较困难，原来用人工调节同步往往难以保证。不同步时，只有一台电动机出力，这台电机处于超载运行，另一台电动机处于发电状态，这样对电机运行是不利的，有时可能损坏电动机。

铸管机的变频调速

根据以上的情况，选用森兰SB61G+系列变频器。如果用两台37kW变频器，就需要考虑同步控制，这样做同步效果好，但需外接同步器比较麻烦。用一台75kW变频器控制两台电动机，由于两台电动机的特性有一定的差异，其速度也会有速度差，如果速差不大还是可以满足使用要求。铸管机对两台电机的同步要求不高，为简单采用电机并联，选用一台SB61G+75KW变频器拖动两台37kW电机运行，为保护电机，每台电机需装热继电器，如图8-2中的RJ1、RJ2。设定F01=3，调速用X4、X5端子按钮控制，按X4升速，按X5降速。停车时间设为120s，降速到变频器的输出频率5Hz时，启用直流制动。现场测试，有一台电机的线电流为57A，另一台电机的线电流为38A，调整变频器的特性曲线，使两台电机的线电流之差尽量缩小。变频调速控制原理如图5所示。

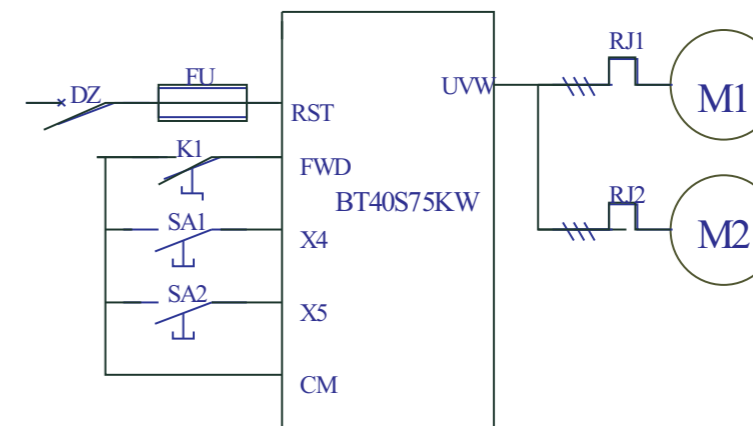


图5 铸管机变频控制原理图

应用效果

铸管机经变频改造后，调速方便，不需要在运行中调同步就可做到两台电机负荷分配基本均匀。转速可调到1200r/min以上，运行平稳。变频器取代了电磁调速器后，有较好的节能效果，据铸管厂用电表测试，节能在22%上下，经济效益明显。

森兰SBH高压变频器在万吨级水压机上的应用

引言

烟台台海玛努尔核电设备有限公司（THM）是烟台市台海集团有限公司于2006年12月15日创建的专业致力于“百万千瓦级压水堆核电站”回路主管道生产的企业。同时也是全国唯一一家同时具备二代和三代核电主管道生产能力的制造企业。该公司在原有的6000吨水压机的基础之上于2012年8月再次购进万吨级水压机，如图2所示。

为了响应国家节能降耗的号召，提高生产效率和系统的稳定性，该万吨水压机水泵的高压拖动电机采用全数字交流变频调速系统来控制。高压变频器直接串联于高压电源与电机之间，对高压拖动电机速度进行调节，进而调节水压机所需压力的大小。整个万吨级水压机系统采用集散控制系统（DCS）。通过计算机和本地控制，既大大的提高了系统的自动化程度，满足了生产要求，节约了能源，同时提高了万吨级水压机系统的可靠性和运行的灵活性，降低了运行维护成本，为企业带来更大的经济效益。



图1 台海玛努尔核电设备有限公司厂区



图2 万吨水压机

万吨水压机的运行工况

水压机水泵的运行工况

烟台台海玛努尔核电设备有限公司（THM）三期锻造分厂新购进的万吨级水压机水罐分有12级水位自动检测系统，由八台710KW/10KV的高压电机分别拖动1#~8#三级柱塞式往复泵往水压机高压水罐供水，任意一台往复泵分别有“打压”和“打循环”两种状态（“打压”是通过阀门使水泵往高压水罐增压过程（电机运行在50HZ），“打循环”是通过阀门调节水在主管道中循环的过程（电机运行在30HZ））。

当高压水罐水位低于9级水位时，按水泵号序将水泵由“打循环”状态提升为“打压”；当高压水罐水位高于9级水位时，按水泵号序将水泵由“打压”状态降为“打循环”状态。整个运行过程由DCS控制，实现完全自动化的过程。

高压电机参数

交流变频调速系统方案

为了提高整个水压机系统的安全可靠运行性，保证系统的不间断运行。1#~8#三级柱塞往复泵既互为备用，同时也要有独立性（方便分别检修）。交流变频器调速系统采用一拖一（不带工频旁路）方案图3，通过高压水罐内的压力变送器反馈，由后台DCS系统实现闭环控制。

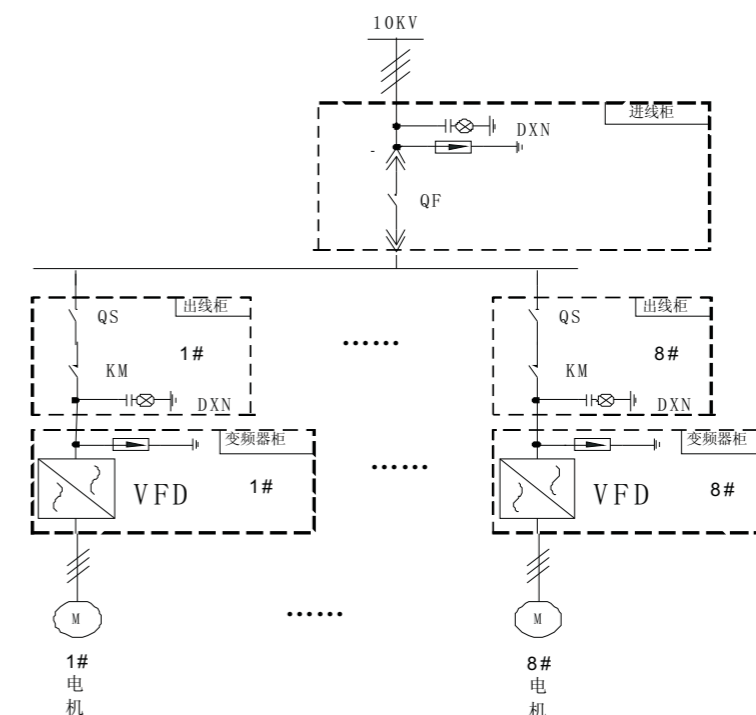


图3 变频调速系统（一拖一不带工频旁路）方案

经过市场比对和产品稳定性观察，采用森兰SBH系列高压变频调速系统作为该万吨级水压机水泵的调速装置。

◆ 森兰SBH系列变频器特性

● 高一高变频调速系统

森兰SBH系列高压变频器产用“单元串联多电平”结构，直接10KV输入，输出侧0~10KV可调节，无需加装升压、降压变压器可直接拖动电机运行。变频器内部每相单元串联级数8级，其配置考虑有12.5%的冗余度。

● 单元旁路功能

森兰SBH系列高压变频器提供单元旁路功能。在任意单元出现故障后，变频器自动将该单元及同层单元旁路（切除），实现不间断工作，提高变频器的可靠运行性。

● 转速跟踪功能（带速重启功能）

森兰SBH系列高压变频器从用户本身出发，对负载的拖动电机配备有电机转速跟踪起动功能。在电机未停止转动的状态下，自我的检测电机的转速，同时输出与之相应的频率与电压，加快电机起动过程，减轻电机与负载的机械冲击，并且可完全避免带速起动过程中的冲击电流。

● 自适应性和完善的保护功能

森兰SBH系列高压变频器对我国的电网适应性强，电网电压波动在-35%~+10%范围内不会停机，掉电30S内上电自动重启。

同时该高压变频器为电动机和设备本身提供了完善的保护功能，包括过流、过压、过载、过热、缺相、欠压、负荷过重等。

● 无功损耗低，输入、输出功率因素高，谐波含量低

森兰SBH系列高压变频器为电压源型高一高变频器，其内部大量的滤波电容为电机提供无功功率，其接入网侧功率因素大于0.96（>20%负载）。该高压变频器的工作效率高达97.0%。

由于森兰SBH系列高压变频器输入侧采用的是移相整理技术，输入谐波小于3%，远超国家标准要求。而在变频器输出侧采用的是多重PWM波形叠加方式，输出电流谐波同样小于3%，运行过程中不会对电机绝缘性产生任何影响。

● I/O扩展功能，控制系统自动化程度高

森兰SBH系列高压变频器I/O板接口已经实现全参数化，方便外部的扩展，易于改变控制逻辑关系，适应多变的现场需要。该变频器内置PID调节器，可开环运行，也可实现闭环控制。同时可接受和输出包括0~24mA、0~10V等多种信号。

● 模块化设置，方便安装与维护

森兰SBH系列高压变频器实现单元的模块化，方便更换与维修。全中文的人机界面，更人性化的设计适应于不同层次水平的人员操作。

◆ 变频器设备节能预算

◆ 直接效益

烟台台海玛努尔核电设备有限公司的万吨级水压机于2012年10月14日投产。正常工作状态下有4台往复泵会处于“打压”状态，而剩下的4台往复泵处于“打循环状态。”

根据与以往未使用变频调速系统的水压机比较表格如下：

参数	未使用变频调速系统	使用	效果
功率因数	0.8	0.95	提高15%
“打压”电流	35A~40A（50HZ）	36A（50HZ）	略微降低
“打循环”电流	20A~25A（50HZ）	14A（30HZ）	降低37%

表1 未使用变频调速系统与使用变频调速系统参数比较表

根据上述表格可以看出水压机安装变频器节能效益主要来自于“打循环”状态。可以看出万吨级水压机变频调速系统节电率在18.5%左右，节电效果明显。

◆ 间接效益

● 监控方便

使用变频调速系统后，由于森兰SBH系列变频器自带电动机保护功能和运行状态监视，不需要再增加额外的电动机保护设备，减少设备投入。同时森兰SBH系列变频器产用全中文人机界面，显示参数可选择性，能同时显示输入电压、输出电压、输入电流、输出电流、运行频率及电机转速（理论值）。

● 电机软启动

使用变频调速系统后，所有八台往复泵机组都能实现软启动方式，电机启动电流远小于额定电流，启动时间相应的延长，对电网无较大冲击，从而有效的减轻启动时的机械转矩对电机的机械损伤，更好的保护电机与水泵，延长这些设备的使用寿命。

● 机组运行噪音和震动减小

使用变频调速系统后，当往复泵处于“打循环”状态时，由于运行频率的降低，震动及噪音同时减小，延长了设备的使用寿命。

◆ 结束语

烟台台海玛努尔核电设备有限公司万吨级水压机项目采用高压变频调速系统，电机实现了软启动，整个过程实现自动化控制。同时由变频器监视整个拖动电机的工作状态，适时的对拖动电机提供保护，大大的增加了系统的安全运行系数，也方便了人为的对整个系统的观察与控制。