

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
塑机行业





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 ▶

❖ 塑机行业概述	-----	01/01
❖ 塑机行业节能潜力分析	-----	02/02
❖ 森兰塑机行业应用典型解决方案	-----	03/12
◆ 森兰变频器在注塑机上的节能改造	-----	06/07
◆ 森兰变频器在塑料吹膜机上的节能改造	-----	08/08
◆ 森兰变频器在塑料制管机上的应用	-----	09/09
◆ 森兰SB70变频器在薄膜卷绕机上的应用	-----	10/12

塑机行业节能潜力分析



行业概述



塑料机械工业是随着高分子化学和塑料加工工艺的发展而发展起来的，并逐步形成一个独立的工业部门。二次世界大战后，许多塑料原料已能大规模生产，塑料制品代替金属、木材、玻璃、纸、纤维等材料制成的产品，在国民经济各部门以及人们生活领域的应用越来越多。今天，塑料与金属、木材、水泥被称为现代工业建设的四大结构材料。

我国塑机产业起始于上世纪五十年代末，经过近五十年的发展，尤其是改革开放以来的快速发展，以及进入新世纪以后的跨越式发展，走过了从无到有、从小到大的历程，取得了辉煌的成果，发生了历史性的巨大变化，生产产量位居世界第一，是名副其实的塑料机械制造大国。目前，我国塑机行业不仅拥有前景广阔、空间巨大的消费市场，并且形成了门类齐全、规模相当、有较先进水平、能基本满足国内需求和具有相当国际竞争能力的产业体系，形成了特点鲜明的若干产业集群和企业遍布全国的工业格局。



按我国塑料制品的年产量为3000万吨、加工每吨塑料制品耗电能300度计算，我国每年仅塑料加工业就需要90亿度电，所消耗的电能极为巨大。总体上，国产设备能耗同国际先进设备比较，上世纪八十年代为3倍左右，九十年代中期为2倍左右，目前为1.5倍左右。因此，塑料机械节能改造大有可为，不仅可以为企业带来巨大的经济效益，还会产生巨大的社会效益。

传统的塑机没有对机器的驱动电机进行调整，即只要机器通电，电机就始终以额定转速运行。由于电机与油泵同轴，油泵将以额定排量将油吸入液压系统中，当系统需要的流量小于油泵所提供的流量时，多余的油将被回流，这势必造成极大的浪费。在塑料机械上引入变频节能技术，节能效果可以达到20~70%。应用变频器对塑料机械液压系统的主电机进行调速控制，既大幅度降低了液压系统的溢流损耗，又具有阀控系统的快速响应性，从而达到高效节能的目的。采用变频器后，当系统需要的流量发生变化时，电机的转速也跟着发生变化，从而使得油泵排出的油的流量发生变化，即真正做到“需要多少给多少”。同时，变频调速后电机的电能转换效率明显高于以往的电磁调速电机、直流电机等。随着变频调速技术的成熟以及变频器成本的降低，变频器在塑料机械中，特别是在挤出装备上得到了广泛采用。

森兰塑机行业应用典型解决方案



塑料注射成形机

塑料注射成形机工作原理

从50年代推出了螺杆式塑料注射成形机，至今已有50多年的历史。目前在工程塑料加工业中，80%采用注射成型。塑料颗粒（ABS、聚乙烯、改性聚苯乙烯、聚碳酸酯等）在注塑机料筒内进行多段加热器加热融化后，经螺杆搅拌增压后注射入模具腔内，保压冷却成形，完成一个工件的加工过程。对于塑料加工，注塑机完整的工艺流程为：合模—锁模—注射—保压—冷却—脱模—开模。其中保压和冷却、脱模和开模是同时进行的，即保压过程中，模具在通水冷却；在开模的过程中，模具内的脱模顶针由隐蔽处逐渐伸出，使附着在模具上的工件脱落，开模到位后一个加工过程结束。不论大、中、小型注塑机，其工艺流程都是相同的。目前绝大多数的注塑机都是液压传动的注塑机，以上的工艺动作过程所需要的动力，均由液压系统中的油泵提供，油泵又有变量泵和定量泵之分。在注塑机工作时，一个工作周期中各个工序的负荷变化很大，液压系统所要求的流量和压力是不同的，生产油泵时已经考虑了这种变化，当液压系统需要的流量和压力变化时，油泵的供油量自动地增大或减小来予以适应，这种油泵就是变量泵，不需要再用变频器进行调速控制。广泛使用的另一种油泵是定量泵，它的供油量是恒定的，注塑机工作过程中流量和压力的变化是靠流量比例阀和压力阀来调节的，多余的油量经溢流阀流回油箱。这样，加剧了阀门和油泵的磨损，造成油温升高，电机噪声过大。另外，从注塑机的设计看，通常在设计时油泵都要留有余量，一般考虑10%~15%，但油泵的系列是有限的，往往选不到合适的油泵型号时就往上靠，存在严重的“大马拉小车”现象，造成电能的大量浪费。因此，对定量泵的注塑机进行变频调速改造，对节约电能、提高经济效率具有重要的意义。

塑料注射成形机变频调速

使用变频器控制油泵电机

变频器控制的油泵电机从根本上克服了传统注塑机能量浪费的弊病，当系统需要的流量发生变化时，电机的转速也跟着发生变化，从而使定量油泵排出的油流量发生变化，即“需要多少供给多少”，从而节约了大量的电能。根据注塑制品的不同，节电率达20%~70%。

变频器控制信号的选取

对所改造的注塑机要充分了解其控制电路、液压电路和工作原理，巧妙取得控制信号，实现现有注塑机和变频器的结合。注塑机液压油需求量的信号是连接压力和流量比例阀的电流信号（0-1A），经处理后转换成4-20mA的标准信号直接连接到变频器的输入端，从而控制变频器改变输出频率，随即改变了油泵电机的转速，达到调压节电的双重作用。针对注塑机液压系统特有的大负荷超载、频响要求高和低速转矩大、电机加减速时间长的特点，在控制过程中应用了PLC控制器，引入各电液换向阀的信号，由PLC根据这些信号鉴别注塑机的工艺流程，提前对变频器给出加速和减速指令。

注塑机变频器的选型

普通的V/F控制变频器，频率与电压的比率保持恒定，由于没有速度反馈，不能准确控制电机的转速（一般误差在5%以上），三相异步电机的转子实际转速同定子旋转磁场间存在转差，当外部负载发生变化时，转差率也随之发生变化，但变频器并不能对此补偿，导致油泵转速发生变化，造成了流量误差，次品率高。

无传感器矢量控制变频器，采用转子磁场方向的控制方式，即对异步电机进行坐标变换等效成直流电机的控制方式，相当于直流电机中同转矩成正比的电枢电流，无论电机的状态如何，都维持其励磁电流的恒定，而转矩的大小只要独立调节电枢电流，故可以使异步电机始终处于高动态的状态，从0rpm加速到1000rpm只需30ms，改善了变频器调速系统的动态性能，对于注塑整个运行循环的跟附性大大提高；转差在2%~3%内，提高了电机面对负载变化的运转稳定性；电机在低速运转时有2倍以上的额定转矩，有较好的加减速性能，转矩变化时响应也快。因此，选择开环V/F控制通用变频器，由于其响应慢，并不适用于注塑机油泵的调速，相比之下无传感器矢量控制的变频器，因其高动态性、稳定性好等特性更适合注塑机的使用。

使用中注意的问题

(a) 采用变频运行后，电机的表面温度有所提高，温升会增加10%，使用中建议保持散热风扇和电机的清洁，加装恒速风机。

(b) 采用变频运行后，变频器的加减速时间尽量短，或由PLC根据各电液换向阀的信号鉴别注塑机的工艺流程，提前对变频器给出加速和减速指令。另外，根据情况修改部分注塑机的参数，就能较好地解决这个问题，以此来保证注塑机动作的快速性。

(c) 对温度控制器的干扰。注塑机加热单元采用热电偶检测温度，热电势最高只有几十毫伏，容易受谐波干扰，造成注塑机温度显示的不准确。对此，尽量缩短变频器与注塑机电机之间的连线；动力线用金属管套装；变频器可靠接地和加装输入电抗器；注塑机温控器的供电加装滤波电路等。

❖ 塑料制管机

塑料制管机生产线主要是塑料挤出机及冷却槽、牵引机三部份组成。在没有改造前，挤出机、牵引机都是交流滑差电动机传动，存在耗电量大、传动效率低、速度精度差、速度不够稳定等情况，因此影响产品的质量，需要进行技术改造。采用变频调速能解决上述的弊病。

塑料制管机经变频改造后，调速范围、起动特性、动态响应、调节精度、输出特性、经济指标和操作监视方便性等各个方面都优于电磁调速。此外，变频调速还具有保护功能完善、通用性强、维护工作量小、运行安全可靠、电耗小、设备寿命长等优点。还可以从零平稳起步升速，并能选择升速和降速曲线，节能显著，深得操作人员和维修人员好评。可以值得在类似塑料加工机上推广，例造粒机、制管机、拌料机等上的应用。

❖ 塑料吹膜机

塑料吹膜机生产线主要是塑料挤出机及空压机、牵引机三部份组成。塑料挤出机和牵引机都是交流电磁调速传动，交流电磁调速简单、经济，但存在耗电量大、传动效率低、速度精度差、稳定性较差等不足之处。现在生产的塑料吹膜机绝大多数都是变频调速的了，变频器可作为塑料吹膜机的配套设备。以前出产的塑料吹膜机还有不少需要改造，其目的是为了节能。



森兰变频器在注塑机上的节能改造

❖ 注塑机节能分析

塑料在注塑机料筒内进行多段加热器加热融蚀后，经螺杆搅拌增压后注入模具腔内，保压冷却成形，完成一个工件的加工过程。对于塑料加工，注塑机完整的工艺流程为，合模—锁模—注射—保压—冷却—脱模—开模，完成一个工艺过程。

根据注塑机的工艺过程，画出系统油压P与时间t的关系图如图1：

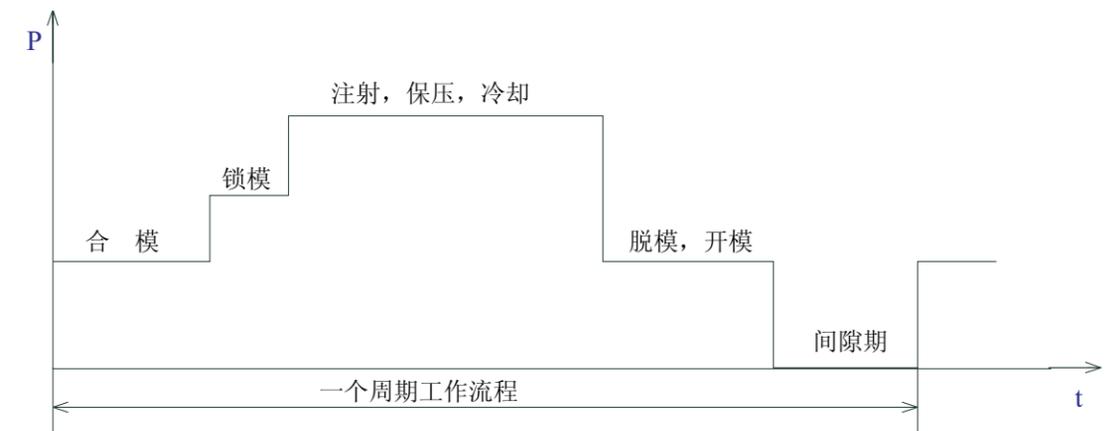


图1 系统油压与时间的关系

由图1可见，合模和脱模、开模系统所需油压较低，且时间较短；而注射、保压、冷却系统所需油压较高，且时间较长，一般为一个工作周期的40%~60%，时间的长短与加工工件有关；间歇期更短，这也与加工工件的情况有关，有时可以不要间歇期。上图只是一种简单的近似表示，实际上，如果注射的螺杆用油马达驱动，注射时的系统油压会高一些。注塑机加工工件的重量，从数十克到数万克不等，因此，注塑机就有中、小型和大型之分。加工数十克的小工件和加工数千克的大工件一个周期的时间也是不相同的；就是对同一台注塑机，加工工件的原料不同，各段工艺流程中所需的压力和时间也是变化的。但油泵仍在50Hz运行，其供油量是恒定不变的，多余的液压油经溢流阀流回油箱，做无用功，白白地浪费了电能。对油泵进行变频调速，将定量泵改变为类似变量泵的特性。系统所需压力较高时，油泵电机50Hz运行，所需压力较小时，变频器降频运行。电机输出的轴功率与油泵的出口压力和流量的乘积成正比，油泵电机转速降低后，输出轴功率降低，就可以达到有效节能，一般节电率在20%~50%。

◆ 注塑机变频节能调速改造方案

注塑机有立式和卧式之分。数十克的立式注塑机，油泵采用一个齿轮泵，电机的容量也较小，电器控制电路也较简单。改造时，将变频器接入电机的供电回路，再将流量比例阀的信号(0~1A)，经转换为4~20mA或0~10V信号送到变频器的相应端口上，这样，随着加工过程的变化，液压油的流量也在变化。

60克以上的都是卧式注塑机，60克~500克的注塑机，有的是一个油泵，也有的是两个油泵。一个油泵注塑机的改造和立式注塑机的改造是相同的，仍然是从流量比例阀取出0~1A的信号作为变频器的速度调节信号，虽然速度调节信号是由液压回路元件反馈到变频器，但调节回路中没有给定信号，因此控制还是属于开环控制方式。

也是因为节能的原因，大中型注塑机的油泵可能不止一个，如三菱850-MM、1300-MM、1800-MM、2000-MM注塑机均有三个油泵。对应注塑工艺流程，在合模阶段，所需的系统压力较低，这时只有1#油泵工作，到锁模阶段所需的系统压力较高时，2#油泵再投入工作，在注射阶段所需的压力最高，三台油泵同时投入工作，脱模开模所需的压力较低，再分别停止3#、2#油泵工作。只要开机，1#油泵就一直运行。用三台小油泵按不同的工艺阶段间断工作，比用一台大泵一直在运行要节能。

具有二个以上油泵的注塑机如何改造？这里以三菱1800-MM注塑机的改造为例加以说明。三菱1800-MM注塑机有三个45kW油泵电机，用一台森兰SB70G45变频器驱动1#油泵电机，变频器的调节信号取自注塑机流量比例阀，这样，此变频器的频率就随注塑机液压油的流量的改变而变化。另外两个油泵电机，可以分别用两台森兰SB70G45变频器驱动，不过这二台变频器对电机不进行调速，只作两位式的控制，即启动和停止。控制变频器的启动和停止信号，取自于原来该油泵电机的启动和停止信号。变频器的上限频率设定在50Hz以下，具体设定值与加工的工件尺寸、材料、料筒的温度等因素有关。如果变频器运行频率低于50Hz，就可以节能。实际上，注塑机设计时都留有余量，加工工件尺寸、材料的变化所需的油压也要随之变化。本例两台变频器的运行频率为37Hz，注塑机的节能率达23%。

森兰变频器在塑料吹膜机上的节能改造

吹膜机是塑料薄膜制造的一种设备。四川绵阳塑料厂有吹膜机九台，这是前几年购进的塑料加工机械，调速采用电磁调速。从电磁调速的原理可知，这是一种耗能的低效的调速方式，最高转速时的效率仅为85%，随着转速的降低，效率也随之下降。而且电磁调速的机械特性较软，低速带载的能力差，不能在较低的转速下运行。为节能考虑对吹膜机进行变频节能改造，其方法如下：

吹膜机的塑料挤出机和卷绕牵引用一台37kW交流异步鼠笼电机传动，挤出和卷绕的机械特性均为恒转矩负载，因此选用具有恒转矩特性的通用变频器，本例选用森兰SB70G37KW变频器。SB70G系列变频器为希望森兰科技股份有限公司自主开发的新一代低噪音、高性能、多功能变频器，采用转子磁场定向的无速度传感器矢量控制方式，1Hz时的转矩可达200%，实现了对电机大转矩启动和高精度的控制。其操作面板具有编程、操作、参数复制、热拔插功能，大大方便了操作人员对参数的修改（仅对一台变频器设置参数，其它均可进行参数复制，减少调试过程中的工作量），速度给定可通过端子切换。吹膜机对变频器的其他要求就是运行稳定，调节方便。

改造实施比较简单，将变频器接到电机回路中。设定变频器为外控端子操作，用电位器调速。为使加减速平稳，加减速时间设为20s。对电机的改造有两种方法，一种是用普通鼠笼电机代换电磁调速电机，另一种是将电磁调速的调速器调到最大，还是用电磁调速电机传动。前一种节能效果显著，后一种节能较前一种少节能15%以上，因此，后一种办法只是权宜之计。

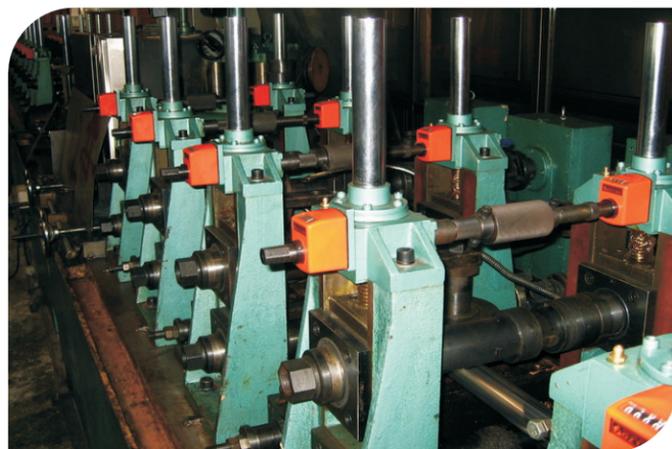


森兰变频器在塑料制管机上的应用

塑料制管机是生产各种软管、硬塑管的设备，生产线主要是塑料挤出机及冷却槽、牵引机三部份组成。塑料挤出机的传动电机一般需要调速，早期常用交流电磁调速器或直流调速器，现在基本上用交流变频器或直流调速器调速。直流调速器和交流变频器比较，价格上有一些优势，但它固有的劣势，用户在选购时还是愿意选择变频调速。

塑料制管机对变频器的要求是低速力矩大，开环运转时转速稳定，这样生产的软管、硬塑管管壁的厚度比较均匀。另外，生产现场环境不是很好，塑料粉尘较多，变频器装在封闭的控制柜内，散热条件较差，因此在选用变频器时，变频器的容量适当增大一些，或者变频器的通风散热做得好些，并且定期除尘检修，使变频器能可靠地运行。

森兰SB70G系列、SB61Z+系列变频器长期与塑料制管机配套，变频器的容量从数kW到最大200kW。每台塑料制管机配套一台变频器，控制方式设为端子控制。塑料制管机使用变频器非常简单，在运转开始时，根据工艺调整好变频器的输出频率，生产过程中一般不调节。特别注意的是：所有的塑料挤出机的进料螺杆不允许反转，加热塑料没有融蚀之前不允许启动电机运转。这时电机处于堵转状态，如果变频器的过流保护功能不灵敏，严重时可能扭断进料螺杆。在对变频器端子控制设置电机转向时，其转向应与键盘控制时的转向相同，且均为正转，避免端子控制和键盘控制方式切换时损坏进料螺杆。



森兰SB70变频器在薄膜卷绕机上的应用

工业上常见的薄膜卷绕主要包括布、纸张、塑料薄膜等，对于张力的精度要求高，而且卷径的变化范围很大，张力要求是随卷径增大而不断变化的，即需要张力锥度控制，防止损伤卷轴或造成内部褶皱。森兰SB70变频器可通过对现有功能进行设置，充分利用算术单元和计数器等功能，实现薄膜卷绕所要求的张力控制。方案如下：

由代表薄膜线速度的主机（加工机）运行频率和卷绕薄膜的实时卷径，计算出相应的从机（收卷机）主给定频率，以此作为前馈；同时用PID调节器控制薄膜的张力PID输出，对给定频率进行不断修正，将修正后的频率作为收卷电机的给定频率。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。

第一部分：收卷机给定频率的计算。

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

假设薄膜的最终卷径为1000mm，初始卷径为100mm，薄膜厚度为0.05mm，则：

初始卷径百分比值 $D0 = 100/1000 = 10\%$ ；

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

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%）。

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：

$F0 \times D0 = F \times D$ ；

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的结果即为收卷机的主给定频率，所以将收卷机的频率给定通道设成算术单元2给定。这样就完成了收卷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。但是，用户需要的张力值并不是一个常数，而是一个随着卷径变化而不断变小的值，即张力有一个锥度。如图2：

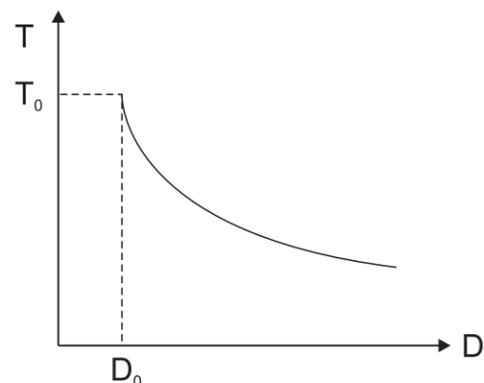


图2 张力锥度示意图

张力的锥度公式为：

$$T = T_0 \times [1 - K \times (1 - D_0/D)]$$

$$= T_0 \times (1 - K) + T_0 \times K \times (D_0/D)$$

其中T为实际的理想张力（以张力传感器最大张力值为100%）；

T₀为初始张力值（以张力传感器最大张力值为100%）；

K为张力锥度系数，范围为0~100%；

D₀为初始卷径（以最终卷径为100%）；

D为实时卷径（以最终卷径为100%）。

其中T₀ × (1-K)和T₀ × K都是常量。

于是由算术单元4算出T₀ × K × (D₀/D)的值，其中D₀/D为算术单元3的结果，T₀ × K为数字设定；再由算术单元1计算出T，即T₀ × (1-K) + T₀ × K × (D₀/D)，其中T₀ × K × (D₀/D)为算术单元4的结果，T₀ × (1-K)为数字设定。

此时，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。

现场运行情况如下：当主机开始启动后，从机接受启动信号开始启动，并根据卷径的变化和张力传感器的反馈不断调整输出频率，使张力传感器以基准位置按张力锥度要求随卷径变化，卷绕电机一直稳定运行。减速过程中张力传感器也没有大的偏移，直至停机。整个过程中没有变形或松弛现象发生。

