

国产与进口钢丝绳输送带生产线分析比较

孟祥武

(辽宁阜新橡胶总厂 123000)

摘要 对国产和加拿大进口两条钢丝绳输送带生产线的技术特征、各部分功能、生产效率和产品质量进行了分析比较,指出了改进完善设备功能的方法。两条生产线生产的输送带外观质量相差无几,而进口生产线生产输送带的内在质量要高于国产生产线。

关键词 钢丝绳输送带

最近几年,辽宁阜新橡胶总厂相继有两条钢丝绳输送带生产线投入生产,其中一条生产线是益阳橡胶机械厂产品,代表了 80 年代末我国的先进水平。另一条生产线是由加拿大 PATHEX(帕特斯)公司生产,在某些方面达到 90 年代世界先进水平。在输送带生产线的安装、调试和实际生产中,对两条生产线的性能有了一定的认识,现对其进行初步总结和分析。

1 主要技术特征对比

在国产和进口两条生产线的各装置中,上下往复和前后往复运动均为液压动力传递,而旋转运动,国产生产线为电机、减速机系统驱动,进口生产线为液压动力驱动。液压传动装置工作比较平稳,反应快且冲击小;能高速启动、制动和换向;控制及调节比较简单;操作方便且省力,易于实现自动化;与电气控制配合使用时,能实现复杂的顺序动作和远程控制。两条生产线其它主要特征见表 1。

2 两条生产线各装置名称及功能

国产和进口两条生产线各装置名称及功能见表 2。

2.1 生产线第 1 部分

生产线第 1 部分是钢丝绳导开张力系统。

表 1 生产线主要特征

项 目	国产生产线	进口生产线
硫化机	油压单层框式 平板硫化机	油压单层框式 平板硫化机
总压力, MN	63	100
热板规格, mm	2400×8000×100	2350×10300 2250
输送带		
最大宽度, mm	2200	2200
最大厚度, mm	40	40
钢丝绳		
最多根数, 根	192	196
最大直径, mm	9.1	12.7
最小直径, mm	3.0	3.1
初始张力, N·根 ⁻¹	392	110—220
恒张力, N·根 ⁻¹	2552	3090
最大间距, mm	17	17
最小间距, mm	10	10
成型速度, m·s ⁻¹	0.165	0.05—0.3
拉带速度, m·s ⁻¹	0.175	0.1—0.3
生产线		
总重量, t	560	880
总长度, m	100	129
电动机装机总容量, kW	242	550

国产生产线的这一部分有 7 套装置, 锭子导开架仅起悬挂及导开钢丝绳的作用。钢丝绳的分层分梳、牵引钢丝绳均由单独装置来完成。钢丝绳初张力装置由 200 个重量为 80kg 的重锤、型钢框架、5 个槽片轴、托放重锤的托盘等组成。工作时, 每根钢丝绳由一个重锤提供张力, 理论值为 392N, 但由于重锤滑道刚度小易变形, 槽片轴因抗弯刚度小而引起弯曲, 造成旋转受阻, 使提供的初张力很

表 2 生产线各装置名称及功能

装 置	功能	国产	进口
第 1 部分			
锭子导开架	导开钢丝绳	✓	
锭子导开装置	钢丝绳导开、卷取和提 供初张力		✓
钢丝绳接线台	钢丝绳接头		✓
分层分梳装置	钢丝绳分层、等距排列 均匀	✓	
前牵引装置	牵引钢丝绳向前运动	✓	
轻夹持装置	配合初张力装置把钢丝 绳夹持固定	✓	
初张力装置	为钢丝绳提供初张力	✓	
重夹持装置	控制恒张力装置的张力 及行程	✓	
夹持装置	把钢丝绳夹持固定, 配 合恒张力装置工作		✓
恒张力装置	为钢丝绳提供恒张力	✓	✓
第 2 部分			
分梳器	使钢丝绳按规定间距准 确定位	✓	✓
托带车	托起下垂的钢丝绳		✓
成型车	为输送带成型冷压	✓	✓
托带垫布卷取车	托带坯、割边胶操作台	✓	✓
第 3 部分			
导开装置	织物带导开卷取	✓	✓
接头硫化机	粘接两卷织物带坯	✓	✓
中牵引装置	向前拉织物带坯、向后 拉钢丝绳带坯	✓	
喷硅油装置	为各种带坯喷硅油		✓
第 4 部分			
前夹持伸张装置	对织物带坯夹持和拉伸	✓	✓
硫化机	对带坯进行硫化	✓	✓
中夹持装置	配合前、后夹持伸张装 置完成硫化和冷定型	✓	✓
后夹持伸张装置	为尼龙带冷却定型	✓	✓
第 5 部分			
拉带机	将硫化输送带从硫化机 中拉出	✓	✓
检查站	储存和检查输送带		✓
修带硫化机	对成品带上的缺陷进行 修补硫化	✓	✓
裁断装置	按工艺要求长度裁断输 送带	✓	✓
胶带卷取装置	卷取成品输送带	✓	✓

不稳定。恒张力装置具有结构简单等优点,但其仅靠两个固定辊与一个上下移动辊间相对运动来为一条带的多根钢丝绳提供恒张力,若每根绳间的初张力有较大的误差,就造成

所成型的钢丝绳恒张力不均,即较紧的钢丝绳受力大,较松的钢丝绳受力小或不受恒张力。

进口生产线的钢丝绳导开张力系统由 4 部分组成。锭子导开装置除具有悬挂钢丝绳和导开钢丝绳功能外,能同时借助于液压马达提供初张力,并借助于塔轮系统为钢丝绳分层分梳,初张力值为 103—226N,稳定准确。钢丝绳接头机可为钢丝绳接头提供方便。恒张力装置有 196 个液压缸,可使每根钢丝绳有一个液压装置提供准确的恒张力。钢丝绳从恒张力装置出来后,分布的最大宽度约 4m,这些钢丝绳在通过分梳器后,分布宽度即缩小至 2m 以下。由于在原设计中,恒张力装置出绳端没有分梳辊,造成两侧面钢丝绳极易跳出恒张力装置上的定位槽,这种现象在生产宽度大、钢丝绳排列间距小的输送带时更明显。这是该装置的缺陷,我们在调试设备时,通过在适当位置设计配置了分梳辊,解决了这个问题。

2.2 生产线的第 2 部分

生产线的第 2 部分是钢丝绳输送带坯冷压成型系统。

国产生产线的成型车具有上、下两套胶片导开垫布卷取装置,可同时导开两卷胶片,中间夹钢丝绳冷压成型,结构简单、实用。缺点是成型车导轨没有定心控制装置,致使带坯冷压成型时每次走车出现随机跑偏现象,最大误差为±10mm,造成胶片与钢丝绳中心线不吻合,影响质量。导胶方钢截面尺寸为 50mm×50mm,满负荷运转时,由于胶片卷较重,方钢轴刚度不够,最大挠度达 50mm 以上,导开胶片旋转时有较大振动,对设备非常不利。

进口生产线成型车具有 4 套胶片导开垫布卷取装置,二层平台的前端上、下各为导开上、下芯胶装置,后端上、下各为导开两片盖胶装置。工作程序为:同时导开两片芯胶,中间夹钢丝绳,经前压合装置预压后,在上芯胶

上铺设横向钢丝绳,然后与同时导开的两片上、下盖胶组成带坯,再经后压合装置预压进入冷压平板冷压成型。此装置无需合胶工序,提高了生产效率。胶片压合装置原设计为手动丝杠调辊距,不适应工艺操作,后改为气动调辊距,效果满意。成型车上的横向钢丝绳铺设装置是这条生产线的核心部分,由钢丝绳导开及张力装置、输胶皮带机、纵向运送车、横向运送车、导向及定位装置、夹持器、牵引机、割绳器、导向板、压合辊等组成,安装在成型车中部。这部分已分别在加拿大和中国申请了专利,这必将促使钢丝绳输送带品种增多,档次提高。

成型车运行的动力由液压马达通过齿轮齿条系统提供,用凸轮导向轨道调节装置防止成型车跑偏,效果良好。边胶切割的效果虽然较国产设备有改进,但仍不理想,需由人工最后完成切边胶工序。

2.3 生产线第3部分

生产线第3部分有尼龙带坯和普通带坯导开、接头、喷硅油等工序。

国产生产线这部分装置仅具有导开织物带、垫布卷取、接带等功能,可满足生产需要。

进口生产线这部分除具有国产装置的功能外,还具有自动喷硅油、向后倒带坯等功能。接带机由于设计宽度过大,热板有效宽度达990mm,而实际仅需250mm即可,不仅设备制造成本增加,而且在使用时由于接带宽度过大,造成不必要的浪费。

2.4 生产线第4部分

生产线第4部分是主机硫化系统,功能是把带坯硫化为成品输送带,夹持拉伸带坯或成品输送带。

(1) 国产生产线主机硫化系统

国产前夹持装置和中夹持装置的一端分别通过两根工字钢连接在硫化机的上横梁上,后夹持伸张装置与中夹持装置相连接,以平衡伸张时产生的反向力及弯曲力矩,减少相关设备基础的土建费用。值得说明的是,以

前使用的硫化机在生产尼龙带冷定型时,由于后夹持伸张装置的夹持力不够,制品最大窜量达300mm,影响尼龙带的产量和生产的经济效益。益阳产的这套后夹持伸张装置采用较大的夹持力(1.2MN)和带横向沟槽的夹持板结构,彻底解决了上述问题,制品最大窜量仅为20mm。

国产硫化机框板由5组框架组成,上横梁与下活动平台部分均由5块组成,块与块之间用螺栓连接,并用一对斜键楔紧,两侧加有联板。上横梁与上热板之间,下活动平台与下热板之间用螺栓连接。热板上有若干个测温孔,用于安装传感器,与微机相连控制温度。为减轻工作强度,在下热板的两边设有凸轮机械自动垫铁装置,利用下热板的上升运动,自动使模条移到工作位置。下活动平台与下热板的上升由低压泵(最大工作压力为3MPa)通过液压装置驱动,上、下热板合模后,高压泵(最大工作压力为20MPa)启动,取代低压泵工作。为上、下热板加热的蒸汽经电动调节阀分别进入上、下热板的加热回形通道,加热过程中产生的乏汽与冷凝水则通过一个总疏水器和蒸汽电动阀门排出。两热板前、后端各有300mm长的冷水槽。经用冷压铅方法检测,板面最大平面宽度误差0.28mm,在技术要求范围之内。

(2) 进口生产线主机硫化系统

进口生产线中,前夹持伸张装置和中夹持装置分别固定在主机下活动平台两端,并随之上、下运动。后夹持伸张装置与硫化机分开,由于其在负载工作时所受弯矩较大,因此设备地基要严格计算。这3套装置的夹持板均设计成凸凹圆弧过渡结构形式,以使在夹持拉伸带坯或成品输送带时不致产生明显窜动。

进口生产线硫化机共有7组双层框板,上横梁采用整体式结构,为便于装卸和安装,下活动平台采用两段结构,在安装完毕后按有关制造工艺要求把两段平台焊接在一起,

成为实际上的整体下活动平台。由于上横梁和下平台厚度较大,而且一面与热板接触,另一面与空气接触,上、下两面温差较大,会产生明显的热变形。根据经验,温差为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右时,计算出的变形量为 6.5 mm ,为中间凸出形式。在硫化胶带时,此变形量在高压下无法完全消除,因而造成橡胶输送带硫化时两端局部欠压。同时在每合拢分开一次热板时,在静态下有较大弯曲变形的上横梁和下活动平台就要弯曲一次,这样对设备很不利,大大缩短了设备的使用寿命。为解决热变形弯曲问题,在整体式上横梁和下活动平台中,进口生产线中采用了较先进的循环冷却水降温的方法,可使上横梁和下平台的整体温差控制在 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。这时的弯曲变形量经计算仅为 1.3 mm ,在热板合拢、高压硫化输送带时,变形基本可以消除,对硫化制品质量无很大影响。通过冷却水的流量可根据整体温差大小由温度传感器反馈给微机进行控制。

硫化机上、下热板前端有 300 mm 长的冷水槽,并在此处各有幅度为 3 mm 的弧度,旨在符合硫化工艺要求,避免输送带火接头出现重皮,从而提高产品质量。用冷压铅方法检测的热板面最大平面度误差为 0.14 mm ,远远小于要求的误差值范围。上、下热板蒸汽加热及控制方法与国产设备基本相同。上、下热板各加热回路均有单独的疏水阀,蒸汽调节装置的开启由压缩空气开关控制,其开启程度由微机屏幕显示,并随热板温度变化而自动由微机在 $0\text{—}100\%$ 范围内调节。

硫化机顶垫铁装置采用液压传动形式。主要部件是上运动板和下运动板,组合在一起后安装在下热板两侧。两块上运动板各固定有两个液压缸,方向与热板平行,分别对称安装在两侧。液压缸的柱塞末端固定在下运动板上,下运动板具有斜度的凹槽与下热板支耳上的凸台相匹配,在液压装置驱动下运动板运动时,借助于凹槽的斜度,下运动板作纵向及横向的合成运动。这时下运动板也带

动上运动板一起作横向运动,这里的横向运动即为顶边铁的有效动作,其行程可根据输送带的硫化工艺在有刻度的丝杠上无级调整,范围为 $0\text{—}40\text{ mm}$,由光电传感器反馈给微机,控制顶边铁运动幅度。边铁的顶入及拉回速度均为 $12\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

由于硫化机下活动平台面积较大,驱动其运动的液压缸较多,而液压柱塞上升幅度在轻载时不可能完全同步,造成下活动平台上升失稳,发生随机跑偏现象。为解决这一问题,采用了机械式平衡装置,它由一根纵贯所有框板的长轴和两套齿轮齿条装置组成,长轴从液压缸底部穿过,齿条与下活动平台端部连接,齿轮在框板外侧连接在长轴上与齿条啮合。当下活动平台升降时,齿条随之上、下运动,齿轮旋转运动。由于长轴的转速是相等的,迫使在其两端的两组齿轮转速也必须相等,使与齿轮啮合的齿条带动下活动平台的上、下运动能够同步,保持平衡。

由于前夹持伸张装置和中夹持装置在硫化机下活动平台上随之上、下运动,且下活动平台、下热板等装置较重,使硫化机下平台上升时空载负荷较大,计算的压力达 0.3 MPa ,造成液压动力功能损失。液压系统中没有硫化机在紧急状态下手动开模功能,若生产线上意外停电或其它原因不能自动开模时,无法把需卸下的输送带松开。为解决这一问题,我们重新安装了手动液压卸模装置,并试验成功。

在硫化机的两端各有一套提带辊,辊可绕轴旋转,轴可由液压力驱动往复上、下运动。当需要提升胶带时,辊子上升,否则降到底部。硫化机的主要技术参数见表3。

2.5 生产线的第5部分

这一部分是修带卷取系统。

国产生产线的裁断装置由液压夹紧装置、无齿锯片、驱动电机、锯片移动系统等组成。试车时使用效果不好,经设计安装锯片冷却系统,情况明显改善,可顺利割下生产线上

表 3 硫化机的主要技术参数

项 目	国产生产线 硫化机	进口生产线 硫化机
最大带坯宽度,mm	2250	2250
总液压压力,MN	63	100
最大单位压力,MPa	3.3	4.5
最大单位工作压力,MPa	20	30
热板数量	2	2
开口数量	1	1
热板间距及行程,mm	360	350
液压缸数量	10	14
液压缸直径,mm	630	559
顶边铁结构及行程,mm	机械凸轮 25	液压控制 0~40
硫化机总重,t	260	570
热板平面度误差,mm	0.28	0.14

的各种输送带。卷取装置为单辊卷取,具有实用、简单和操作方便等特点,但由于其摩擦挡铁面积太小,在生产时可卷取输送带的长度仅为 100m。通过改进摩擦挡铁结构,可顺利卷取 200mm 长的钢丝绳输送带,满足了用户的各种不同要求。

进口生产线的这部分系统还包括一个检查站,它既可起到储存成品带的作用,也可检查成品带上、下表面的质量提供方便。但与其昂贵的造价相比,显得得不偿失。裁断装置

的结构为剪刀形式,下部刀片固定,上部刀片由液压动力驱动。割带时由液压动力夹紧输送带,可一次性裁断任何种类和规格的输送带,效果非常好。卷取装置采用安全夹、方钢轴的形式,由于安装高度较高,卷带时由液压动力驱动旋转,在引带头和卸带时操作不便。

3 生产效率和产品质量比较

国产和进口生产线的使用效果均是令人满意的。国产生产线的特点是简单实用、价格便宜(376 万元),而进口生产线自动化程度高、技术先进,但价格昂贵(485 万美元)。国产生产线主机硫化板长度为 8m,年生产 100 万 m² 输送带,进口生产线主机硫化板长度为 10.3m,年生产 150 万 m² 输送带。

两条生产线的输送带外观质量相差无几,而进口生产线生产的输送带的内在质量明显高于国产生产线,主要表现在钢丝绳芯的张力控制准确,硫化时温度和压力误差很小,带的厚度和宽度误差也小。

收稿日期 1996-01-25

Analytical Comparison between Local and Imported Production Lines of Steel-cord Conveyor Belt

Meng Xiangwu

(Liaoning Fuxin General Rubber Factory 123000)

Abstract An analytical comparison of the technical specifications, operational performances, productivities and product qualities between the local and Canada-made production lines of steel-cord conveyor belt was made. The method was proposed to improve the operational performances of the production lines. The appearances of the conveyor belts made on two lines were quite similar, but the inherent quality of the conveyor belt made on the imported line was better than that on the local line.

Keyword steel-cord conveyor belt