



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105417014 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201510873887. X

(22) 申请日 2015. 12. 02

(71) 申请人 中国神华能源股份有限公司

地址 100011 北京市东城区安外西滨河路
22 号神华大厦

申请人 神华神东煤炭集团有限责任公司

(72) 发明人 王海军 王建军 邬建雄 闫旭
李伟钢 刘智平

(74) 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有
限公司 11012

代理人 金玺

(51) Int. Cl.

B65G 23/44(2006. 01)

B65G 43/02(2006. 01)

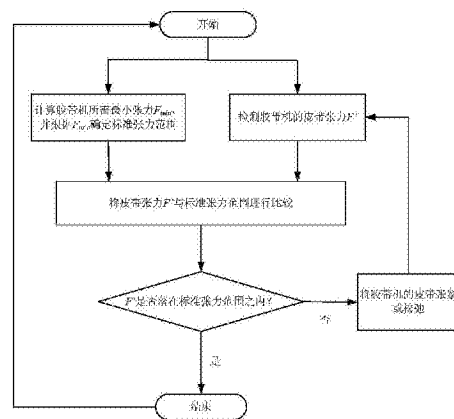
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于胶带机的完全自动张紧控制系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于胶带机的完全自动张紧控制方法,包括:在胶带机启动、停机或运行过程中,计算胶带机所需的最小张力 F_{min} ,并根据 F_{min} 确定标准张力范围;检测胶带机的皮带张力 F' ;将检测到的皮带张力 F' 与标准张力范围进行比较,如果 F' 落在标准张力范围之外,将胶带机的皮带张紧或松弛,直至检测到的皮带张力 F' 落入标准张力范围之内。利用本发明可实现在胶带机启停和运行过程中实时调节皮带张力。



1. 一种用于胶带机的完全自动张紧控制方法,其特征在于,包括:

在胶带机启动、停机或运行过程中,基于下式计算胶带机所需的最小张力 F_{\min} ,并根据 F_{\min} 确定标准张力范围;

$$F_{\min} = \frac{F_U}{e^{\mu(\varphi_1 + \varphi_2)} - 1}$$

其中, $F_U = \frac{M \cdot I}{R}$, F_U 为主机驱动力, M 为主驱变频器的转矩, I 为减速器的减速比, R 为滚筒半径, μ 为带面与滚筒之间的摩擦系数, φ_i 为第 i 个滚筒的围包角;

检测胶带机的皮带张力 F' ;

将检测到的皮带张力 F' 与标准张力范围进行比较,如果 F' 落在标准张力范围之外,将胶带机的皮带张紧或松弛,直至检测到的皮带张力 F' 落入标准张力范围之内。

2. 如权利要求 1 所述的用于胶带机的完全自动张紧控制方法,其特征在于,其中,在胶带机启动和运行过程中,所述标准张力范围为 $[0.95A \cdot F_{\min}, 1.05A \cdot F_{\min}]$, A 为启动系数, $1.2 \leq A \leq 1.5$;在胶带机停机过程中,所述标准张力范围为 $[0.95F_{\min}, 1.05F_{\min}]$ 。

3. 如权利要求 2 所述的用于胶带机的完全自动张紧控制方法,其特征在于,其中,在胶带机启动过程中, $A = 1.25$;在胶带机运行过程中, $A = 1.2$ 。

4. 一种用于胶带机的完全自动张紧控制系统,其特征在于,包括:

计算模块,用于基于下式计算胶带机所需的最小张力 F_{\min} ,并根据 F_{\min} 确定标准张力范围;

$$F_{\min} = \frac{F_U}{e^{\mu(\varphi_1 + \varphi_2)} - 1}$$

其中, $F_U = \frac{M \cdot I}{R}$, F_U 为主机驱动力, M 为主驱变频器的转矩, I 为减速器的减速比, R 为滚筒半径, μ 为带面与滚筒之间的摩擦系数, φ_i 为第 i 个滚筒的围包角;

拉力传感器,用于检测胶带机的皮带张力 F' ;

比较模块,用于将拉力传感器检测到的皮带张力 F' 与计算模块确定的标准张力范围进行比较,当 F' 落在标准张力范围之外时,通知皮带调节模块;

皮带调节模块,用于将胶带机的皮带张紧或松弛,直至拉力传感器检测到的皮带张力 F' 落入计算模块确定的标准张力范围之内。

5. 如权利要求 4 所述的用于胶带机的完全自动张紧控制方法,其特征在于,其中,在胶带机启动和运行过程中,所述计算模块确定的标准张力范围为 $[0.95A \cdot F_{\min}, 1.05A \cdot F_{\min}]$, A 为启动系数, $1.2 \leq A \leq 1.5$;在胶带机停机过程中,所述计算模块确定的标准张力范围为 $[0.95F_{\min}, 1.05F_{\min}]$ 。

6. 如权利要求 5 所述的用于胶带机的完全自动张紧控制方法,其特征在于,其中,在胶带机启动过程中, $A = 1.25$;在胶带机运行过程中, $A = 1.2$ 。

用于胶带机的全自动张紧控制系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及胶带机技术领域,具体涉及一种用于胶带机的全自动张紧控制系统和方法。

背景技术

[0002] 胶带机是矿井作业的主要运输设备,对胶带机进行张紧控制可防止胶带机皮带在驱动滚筒上打滑,可减小皮带在托辊间的运行阻力。已有的张紧控制系统使用张力传感器检测皮带张力,检测信号反馈给 PLC(Programmable Logic Controller,可编程逻辑控制器),当皮带张力大于(或小于)系统中预先设定的标准张力值时,调节皮带张紧程度,使皮带张力能够维持在预设的张力区间内。这种自动张紧装置能够实现皮带张力的自动调节,但是,由于该系统中的标准张力值是预先设定、预先存储的,当需要改变系统的设定张力值时(例如,可伸缩带式输送机的皮带长度随作业条件而变化,所需皮带张力值也随之变化),需要操作人员人为进行修正,以适应胶带机长度或负载的变化。目前的自动张紧系统大多依靠操作人员的经验,人为地修改系统张力值,没有经过理论验证,准确性难以保证,并且实际中人们大多只在不得不修改时才会对系统张力值进行调整,因此经常发生胶带机过张力或是打滑现象,对于自动化程度日益提高的现代矿井作业环境已不再适用。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提出一种用于胶带机的全自动张紧控制系统和方法,建立了张紧控制系统张力值计算模型,可在胶带机启停和运行过程中实时调节皮带张力。

[0004] 本发明提供一种用于胶带机的全自动张紧控制方法,包括:在胶带机启动、停机或运行过程中,基于下式计算胶带机所需的最小张力 F_{\min} ,并根据 F_{\min} 确定标准张力范围;

$$F_{\min} = \frac{F_U}{e^{\mu(\varphi_1 + \varphi_2)} - 1} \text{ 其中, } F_U = \frac{M \cdot I}{R}, F_U \text{ 为主机驱动力, } M \text{ 为主驱变频器的转矩, } I \text{ 为减速器}$$

的减速比, R 为滚筒半径, μ 为带面与滚筒之间的摩擦系数, φ_i 为第 i 个滚筒的围包角;检测胶带机的皮带张力 F' ;将检测到的皮带张力 F' 与标准张力范围进行比较,如果 F' 落在标准张力范围之外,将胶带机的皮带张紧或松弛,直至检测到的皮带张力 F' 落入标准张力范围之内。

[0005] 优选地,在胶带机启动和运行过程中,所述标准张力范围为 $[0.95A \cdot F_{\min}, 1.05A \cdot F_{\min}]$, A 为启动系数, $1.2 \leq A \leq 1.5$;在胶带机停机过程中,所述标准张力范围为 $[0.95F_{\min}, 1.05F_{\min}]$ 。

[0006] 优选地,在胶带机启动过程中, $A = 1.25$;在胶带机运行过程中, $A = 1.2$ 。

[0007] 本发明还提供一种用于胶带机的全自动张紧控制系统,包括:计算模块,用于基于下式计算胶带机所需的最小张力 F_{\min} ,并根据 F_{\min} 确定标准张力范围;

$$F_{\min} = \frac{F_U}{e^{\mu(\varphi_1 + \varphi_2)} - 1} \text{ 其中, } F_U = \frac{M \cdot I}{R}, F_U \text{ 为主机驱动力, } M \text{ 为主驱变频器的转矩, } I \text{ 为减速}$$

器的减速比, R 为滚筒半径, μ 为带面与滚筒之间的摩擦系数, φ_i 为第 i 个滚筒的围包角; 拉力传感器, 用于检测胶带机的皮带张力 F' ; 比较模块, 用于将拉力传感器检测到的皮带张力 F' 与计算模块确定的标准张力范围进行比较, 当 F' 落在标准张力范围之外时, 通知皮带调节模块; 皮带调节模块, 用于将胶带机的皮带张紧或松弛, 直至拉力传感器检测到的皮带张力 F' 落入计算模块确定的标准张力范围之内。

[0008] 本发明设计了一种全新的胶带机张紧控制系统, 能够实时检测带面负载, 建立了张紧控制系统张力值计算模型, 实时确定系统所需要的张力值, 形成一种完全自动张紧控制系统, 该系统自动化程度提高, 通过带传动理论计算的张力值更加准确, 合理的张力控制可避免打滑、过张力等故障。利用该系统可以随皮带长度变化自动调整张紧力, 避免工人手动调节张力值带来的较大误差, 解决可伸缩带式输送机的张紧系统不能适应胶带机的长度变化的问题, 保证整机在各个阶段运行过程中张紧力严格控制在理论控制范围, 不出现过张紧力及打滑现象。

附图说明

[0009] 图 1 是本发明实施例的完全自动张紧控制方法的流程图。

[0010] 图 2 是本发明实施例的完全自动张紧控制装置的结构框图。

[0011] 图 3 是本发明实施例的示例性的应用状态图。

[0012] 图 4 是利用本发明实施例对胶带机进行张紧控制的过程图。

具体实施方式

[0013] 以下结合附图以及具体实施例, 对本发明的技术方案进行详细描述。

[0014] 图 1 示出了本发明实施例的完全自动张紧控制方法的流程图, 图 2 为对应的完全自动张紧控制装置的结构框图, 工作时:

[0015] 在胶带机启动、停机或运行过程中, 计算模块 101 基于下式计算胶带机所需的最小张力 F_{\min} , 并根据 F_{\min} 确定标准张力范围;

[0016]

$$F_{\min} = \frac{F_0}{e^{\mu(\varphi_1 + \varphi_2)} - 1}$$

[0017] 其中, $F_0 = \frac{M \cdot I}{R}$, F_0 为主机驱动力, M 为主驱变频器的转矩, I 为减速器的减速比,

R 为滚筒半径, μ 为带面与滚筒之间的摩擦系数, φ_i 为第 i 个滚筒的围包角;

[0018] 拉力传感器 102 检测胶带机的皮带张力 F' ;

[0019] 比较模块 103 将检测到的皮带张力 F' 与标准张力范围进行比较, 如果 F' 落在标准张力范围之外, 皮带调节模块 104 将胶带机的皮带张紧或松弛, 直到拉力传感器 102 检测的皮带张力 F' 落入标准张力范围之内。

[0020] 图 3 示例性地示出了一种胶带机应用场景, 在机头部由电磁制动电机 (未示出) 驱动胶带沿箭头方向运行, 驱动力为 F_0 ; 胶带下游设置有两个驱动滚筒, 控制驱动滚筒的旋转可使连接的钢丝绳拉紧或放松胶带, 改变胶带的张紧力。

[0021] 其中,为胶带机装配拉力传感器 102 可以实时检测胶带上的张紧力,即皮带张力 F' 。为驱动滚筒装配皮带调节模块 104,控制驱动滚筒的旋转方向,可以实现对皮带张力 F' 的松紧调节。

[0022] 除此之外,计算模块 101 和比较模块 103 采用 PLC 实现,通过内部程序编辑执行相关计算和逻辑,计算模块 101 接收主机驱动力 F_U 参数,比较模块 103 接收计算模块 101 的标准张力范围参数以及拉力传感器 102 的皮带张力 F' 的,皮带调节模块 104 接收比较模块 103 的比较结果,对皮带进行松紧调节。

[0023] 利用上述实施例对胶带机进行张紧控制,张紧力可以随皮带的运行情况自动调整,通过带传动理论计算的张力值更加准确,可避免工人手动调节张力值存在的较大误差。

[0024] 图 3 示出了利用本发明实施例对胶带机进行张紧控制的过程流程图,其中根据胶带机运行工况,标准张力范围可以有以下几种选择:

[0025] ①在胶带机启动和运行过程中,标准张力范围选取 $[0.95A \cdot F_{\min}, 1.05A \cdot F_{\min}]$, A 为启动系数, $1.2 \leq A \leq 1.5$;

[0026] ②在胶带机停机过程中,标准张力范围选取 $[0.95F_{\min}, 1.05F_{\min}]$;

[0027] ③在胶带机启动过程中, $A = 1.25$;

[0028] ④在胶带机运行过程中, $A = 1.2$ 。

[0029] 其中,张紧力 F 需要进行数值规整,胶带机在启动、运行、停止三个状态下,系统所需最小张力 F_{\min} 不同,不同的张力控制更符合工况需求。并且,驱动转矩和 F_U 需要进行数值规整,当转矩和在一定范围波动时可以取一个固定值,防止数值变化造成张紧系统频繁调整。

[0030] 关于最小张力 F_{\min} 的计算过程,以下示例性地描述本发明某个实施例中最小张力的计算过程:

[0031] 在本发明的某实施例中,电磁制动电机将主驱变频器的转矩信号 F_U 、驱动滚筒数目等信号发送给张紧系统 PLC,主驱动的减速比 I 、滚筒半径 R 、滚筒与带面之间的摩擦系数 μ 、围包角 φ 等参数为已知,张紧系统 PLC 利用这些数据,通过带传动理论计算公式计算皮带机当前运行状态下所需要的最小不打滑张紧力 F_{\min} ,具体地:

[0032]

$$F_{\min} = \frac{F_U}{e^{\mu(\varphi_1 + \varphi_2)} - 1} \quad (1)$$

[0033] 其中,通常矿井环境下的摩擦系数 $\mu = 3.17$,驱动滚筒围包角 $\varphi_1 = \varphi_2 = 220^\circ = 3.84 \text{ rad}$ (如果只有一个驱动滚筒,令 $\varphi_2 = 0$)。

[0034] 将各参数代入公式 (1),得到:

$$F_{\min} = \frac{F_U}{e^{0.3 \cdot (3.84 + 3.84)} - 1} \approx \frac{F_U}{9} \quad (2)$$

[0036] 另一方面,关于圆周驱动力,由驱动变频器可知电机的输出转矩 M ,而减速器减速比 I ,滚筒半径 R 已知,可求出整机驱动力 F_U 的取值,可得:

$$[0037] \quad F_U = \frac{M * I}{R} \quad (3)$$

[0038] 举例来说,某型矿用胶带机的皮带长度 3000m,带宽 1.4m,驱动电机数目为 3*500KW,减速比 $I = 20$,驱动滚筒半径 $R = 0.5\text{m}$,满负荷状态下电机单台电机输出转矩 T 为: $T = 9550P/n = 9550*500/1480 = 3226\text{NM}$,将各参数代入公式 (3) 可得:

$$[0039] \quad F_U = \frac{M * I}{R} = \frac{3226 * 3 * 20}{0.5} = 387.1\text{KN}$$

[0040] 将 F_U 代入公式 (2) 得到:

$$[0041] \quad F_{\min} = \frac{F_U}{9} = \frac{387.1}{9} = 43\text{KN}$$

[0042] 由此,本实施例通过主驱动系统传递电机转矩信号计算出最小张紧力 $F_{\min} = 43\text{KN}$ 。

[0043] 还需要说明,最小张紧力的判断条件还需要另外一个条件,输送带下垂度校核,当张紧力可以保证两组托辊之间的带面下垂度达到一定值时,才能满足张力需求,对此本系统不进行计算。如果本系统自动计算的最小张紧力 F_{\min} 不满足该下垂条件,则以满足下垂条件的张紧力进行输出,这样系统运行中可以同时满足最小张紧力及下垂度两个条件。

[0044] 本发明的实施例针对胶带机的启动-运行-停止状态,规定了不同的标准张力范围,如前文所述的,①在胶带机启动和运行过程中,标准张力范围选取 $[0.95A \cdot F_{\min}, 1.05A \cdot F_{\min}]$, $1.2 \leq A \leq 1.5$;②在胶带机停机过程中,标准张力范围选取 $[0.95F_{\min}, 1.05F_{\min}]$ 。

[0045] 这样处理的原因是,胶带机在启动-运行-停止三种状态下皮带的动态特性具有明显不同,动态分析如下:

[0046] 启动时,张紧装置先进行预张紧,使胶带机最小张力点张力达到额定值后启动胶带机,当胶带机启动时,在驱动力 F_U 的作用下胶带上带面向下带面传输,此时输送带将发生弹性形变,带面处于拉伸状态,在启动的前一段时间内,机头带面向储带仓传输,而机尾带面此时并没有发生位移,因此输送带拉长的部分都传向储带仓,直到机尾带面的速度与机头同步时整个带面趋于稳定,不再继续伸长。在这一阶段,由于储带仓积蓄带面,所以张紧力 F 此时会有较大幅度的下降,需要张紧装置在此时提供持续的张紧力,才能保证皮带在启动阶段不出现打滑,为避免张力下降过快及减少张紧电机启动次数,通常胶带机启动时最小张紧力要乘以启动系数 A ,取值在 1.2-1.5 之间。

[0047] 运行时,输送带的动态特性已经趋于稳定,通过张紧装置为胶带机提供额定张紧力即可满足不打滑条件。

[0048] 停机时,胶带机运行状态由运行到停止,驱动滚筒施加在带面上的圆周驱动力 F_U 突然降至 0,并处于自由状态,因此带面由紧绷到松弛,驱动滚筒驱入点和奔离点张力平衡,由此可知 S6 点张力为:

$$[0049] \quad F_{S6} = \frac{F_U + F_{\min}}{2}$$

[0050] 以 3000m 顺槽胶带机为例,有: $F_{s6} = \frac{387+43}{2} = 215KN$ 。

[0051] 因此,停机时胶带机张紧装置应该及时释放张力,以降低停机时对低张力区的冲击,使用单位在选择张紧控制系统时应该注意减速器、制动器等设备的选型,张紧力的释放方式,以及系统突然断电后是否可以持续释放停机张力,若不能释放停机张力很容易造成钢丝绳拉断、制动器磨损、减速器损坏、游动小车飞车、卷筒短轴等现象。

[0052] 以上,结合具体实施例对本发明的技术方案进行了详细介绍,所描述的具体实施例用于帮助理解本发明的思想。本领域技术人员在本发明具体实施例的基础上做出的推导和变型也属于本发明保护范围之内。

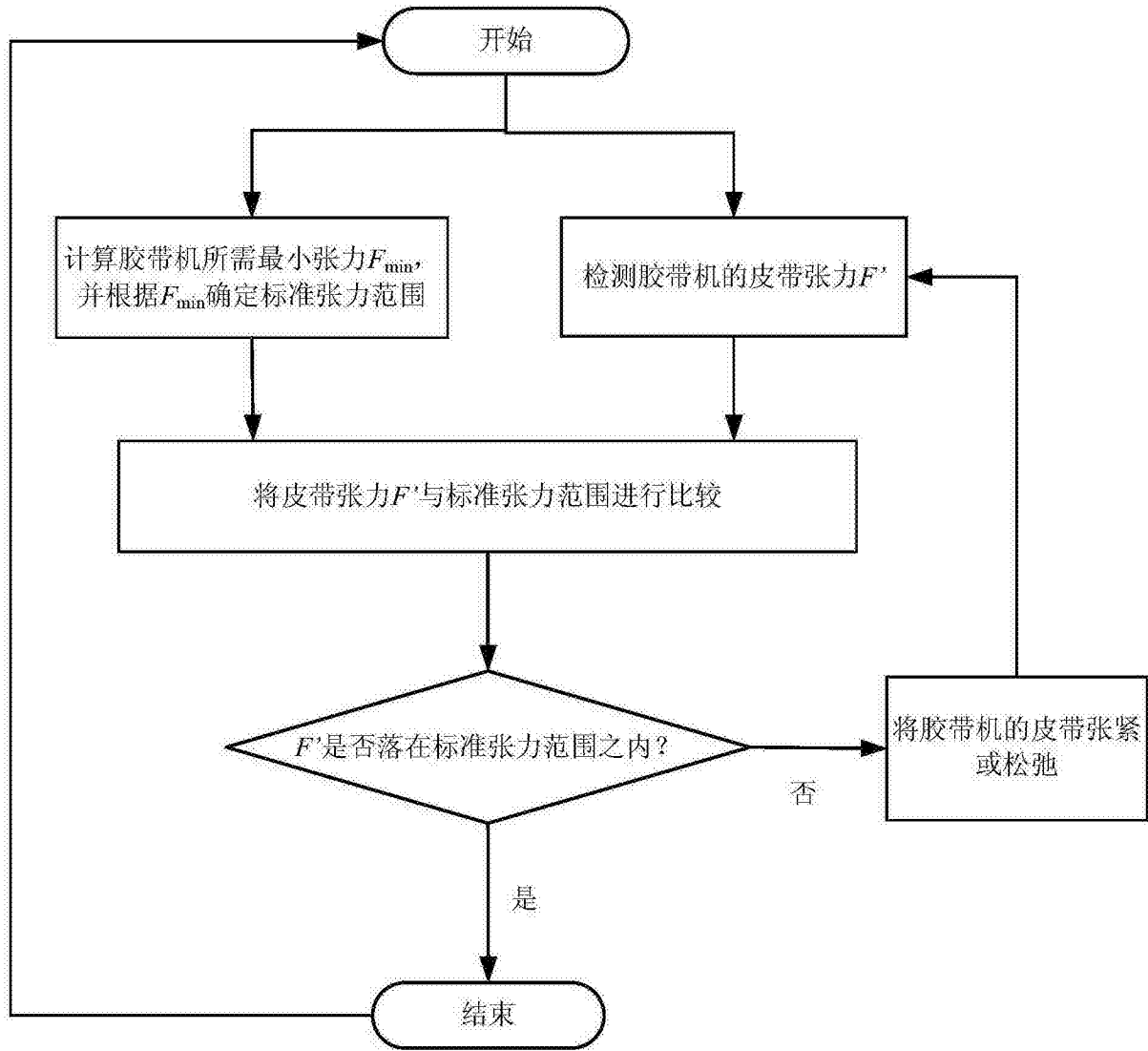


图 1

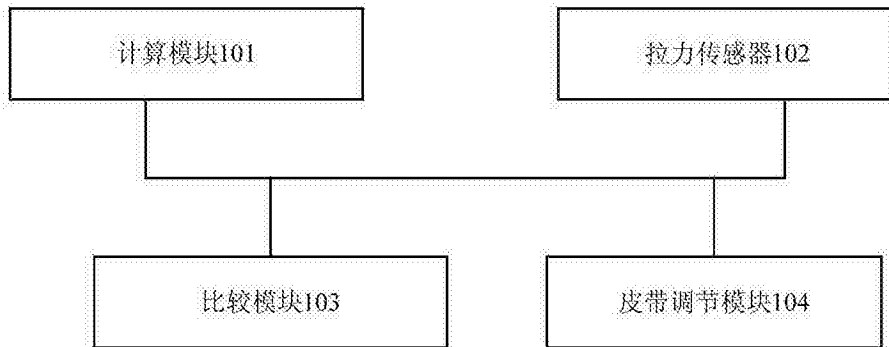


图 2

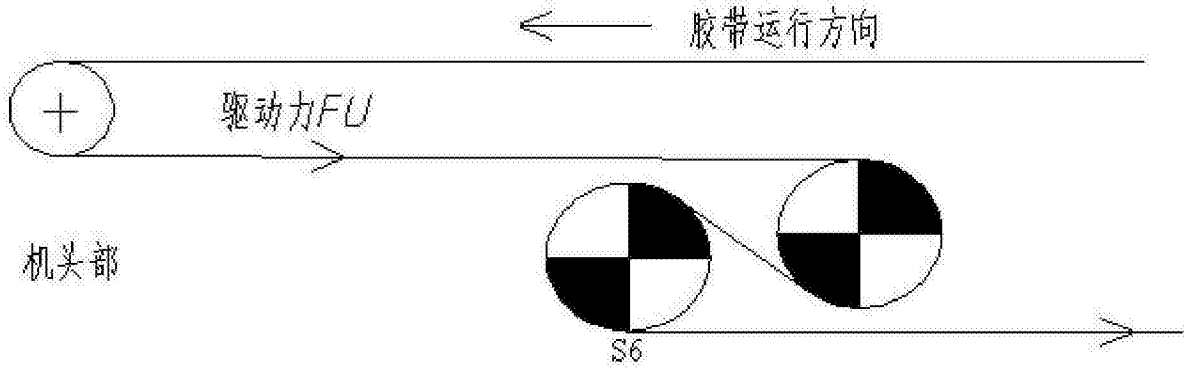


图 3

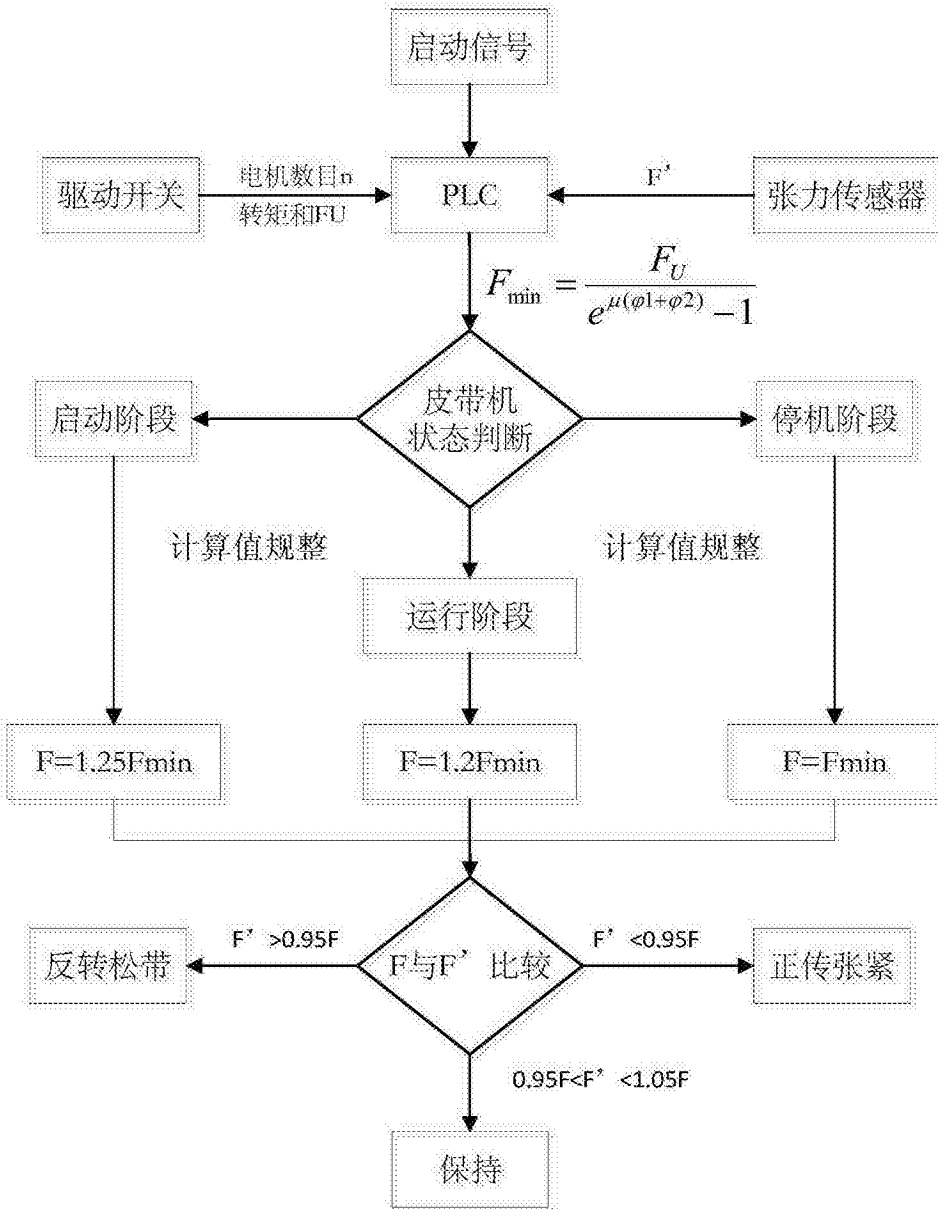


图 4