



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103112702 A

(43) 申请公布日 2013.05.22

(21) 申请号 201310077773.5

(22) 申请日 2013.03.12

(71) 申请人 山东新风光电子科技发展有限公司  
地址 272500 山东省济宁市汶上县经济开发区

(72) 发明人 魏学森 刘明光 郭少明

(74) 专利代理机构 济南泉城专利商标事务所  
37218

代理人 李桂存

(51) Int. Cl.

B65G 43/00(2006.01)

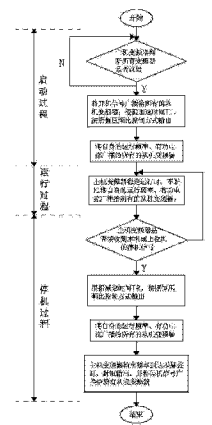
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统及方法

(57) 摘要

本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统,每个电动机均有单独的变频器控制,主、从机变频器之间经通信线相连接,变频器均可检测有功电流。本发明的控制方法,启动过程:a).接收开机信号并广播;b).恒压频比启动;c).从机变频器运行;d).有功电流是否在允许范围内;e).从机调整频率;运行过程:g).广播运行频率、有功电流;h).判断有功电流;i).调整频率;停机过程包:j).接收停机信号并广播;k).恒压频比停机。本发明的系统和方法,保证了各个电机输出扭矩基本一致,克服了由于滚筒尺寸、皮带包角大小不一致导致电机同转速但输出扭矩不一致问题。能够使输送机平稳地启动、停机、并以较高的效率运行。



1. 一种多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统, 皮带输送机由多个规格相同的交流异步电动机驱动, 其特征在于: 所述恒压频比控制系统包括数目与交流异步电动机数目相等的变频器, 其中一台变频器为主机变频器, 其余为从机变频器, 主机变频器实现与上位机的通讯; 每个变频器的电源输入端与电网相连接, 电源输出端与相应交流异步电动机的定子输入端相连接; 主机变频器与从机变频器之间经通信线相连接, 每台变频器均可检测相应交流异步电动机的有功电流。

2. 根据权利要求 1 所述的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统, 其特征在于: 主机变频器与从机变频器之间的通信线为光纤通信线。

3. 一种基于权利要求 1 所述的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的控制方法, 其特征在于: 包括启动过程、运行过程和停机过程,

所述启动过程包括以下步骤:

a). 接收开机信号并广播, 主机变频器接收本机或上位机的开机信号, 并经通信线将开机信号广播给所有的从机变频器, 以便从机变频器开机;

b). 恒压频比启动, 主机变频器从 0Hz 开始, 根据设定的加速时间 T1, 逐渐加速至设定的频率 f, 按照恒压频比控制方式输出电压, 以控制相应的电动机启动; 主机变频器在启动的过程中, 不断地将自身的运行频率和有功电流通过通信线广播给所有的从机变频器;

c). 从机变频器的运行, 从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率, 按照恒压频比的控制方式输出电压至相应的电动机, 以使所有的交流异步电动机按照基本一致的频率运行, 执行步骤 d);

d). 有功电流检测, 从机变频器判断自身输出的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流, 是否在允许范围内; 如果两有功电流在允许范围内, 则从机变频器保持当前的频率运行; 如果两有功电流的差值超出了允许范围, 则执行步骤 e);

e). 从机变频器的频率调整, 从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率, 来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内;

f). 主机变频器达到设定频率 f, 从机变频器跟随主机变频器的运行频率、有功电流运行, 多电机拖动皮带输送机的启动过程完成;

所述运行过程包括以下步骤:

g). 主机变频器稳定运行时, 不断地将自身的运行频率、有功电流通过通信线广播至所有的从机变频器;

h). 从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率, 按照恒压频比的控制方式运行; 并判断自身的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流是否在允许范围内; 如果两有功电流在允许范围内, 则从机变频器保持当前的频率运行; 如果两有功电流的差值超出了允许范围, 则执行步骤 i);

i). 从机变频器的频率调整, 从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率, 来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内;

所述停机过程包括以下步骤:

j). 接收停机信号并广播, 主机变频器接收本机或上位机的停机信号, 根据设定的减速时间 T2, 按照恒压频比控制方式, 逐渐减速至 0Hz; 主机变频器在减速的过程中, 不断地将自身的运行频率和有功电流经通信线广播给所有的从机变频器;

k). 从机变频器的运行,从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率,按照恒压频比的控制方式输出电压至相应的电动机,以使所有的交流异步电动机按照基本一致的频率运行,执行步骤 m) ;

m). 有功电流检测,从机变频器判断自身输出的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流,是否在允许范围内 ;如果两有功电流在允许范围内,则从机变频器保持当前的频率运行 ;如果两有功电流的差值超出了允许范围,则执行步骤 n) ;

n). 从机变频器的频率调整,从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率,来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内 ;

o). 主机变频器输出频率到达 0Hz 时,封锁输出,并将停机信号通过通信线广播发给所有的从机变频器,从机变频器封锁输出 ;多电机拖动皮带输送机停机过程完成。

4. 根据权利要求 3 所述的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的控制方法,其特征在于 :还包括故障保护过程,其包括以下步骤 :

1). 当遇到系统故障或者主机变频器检测到有通信故障、主机变频器故障、从机变频器故障、电网故障或电机故障时,主机变频器立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,同时通知各个从机变频器急停 ;从机变频器接收到急停命令后,立即停止向对应电动机的电枢绕组供电 ;

2). 当从机变频器检测到有通信故障或自身故障时,会立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,并告知主机变频器 ;主机变频器接收到告知后,立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,同时通知其余各个从机变频器急停 ;其余的从机变频器接收到急停命令后,立即停止向对应电机的电枢绕组输出电压。

5. 根据权利要求 3 所述的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的控制方法,其特征在于 :设变频器的额定电流为 M 安培,步骤 d)、h) 和 o) 中所述的允许范围是指 0 ~ 0.1M 安培。

## 多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统及方法,更具体的说,尤其涉及一种可有效保证各电动机输出的功率基本一致的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统及方法。

### 背景技术

[0002] 国内现有大多数皮带输送机都采用工频拖动,较少使用变频器驱动。由于电机长期工频运行加之液力耦合器效率等问题,造成皮带运输机运行起来耗能较高,非常不经济;同时由于电机无法采用软起软停,在机械上产生剧烈冲击,加速机械的磨损;还有皮带、液力耦合器的磨损和维护等问题都会给企业带来很大数额的费用问题。这与现在创建环境型、节能型、友好型社会是不相符合的。因此,皮带输送机进行变频改造对节约社会能源、增加企业的经济效益都具有非常现实的经济意义和社会意义。

[0003] 现阶段,在采用变频器驱动多电机拖动的皮带输送机系统中,多用一台功率较大的变频器来同时驱动多台电机。虽然变频器输出的频率对于每台电机是相同的,由于滚筒尺寸、皮带包角等因数的影响,导致各台电机的实际输出扭矩不尽相同,输出功率亦不尽相同。降低了电机、皮带的使用寿命,这也是变频器在多机拖动皮带输送机系统中应用较少的原因所在。

[0004] 在多电机拖动皮带输送机启动过程中,若控制不当,会导致电机输出扭矩不一样,甚至导致有的电机处在电动状态,而有的电机处在发电状态。对于变频器来说,这种情况是致命的,当电机为发电状态时,会通过 IGBT 的续流二极管向电容充电,由于电容前端为二极管整流,能量流动不可逆,电容的电压会越来越高,直至单元过压保护。因此,选择适当的控制方式,使多机拖动皮带输送机启动、运行和停机过程中各个电机输出扭矩一致是恒压频比控制型变频器驱动多机拖动皮带输送机的关键所在。

### 发明内容

[0005] 本发明为了克服上述技术问题的缺点,提供了一种可有效保证各电动机输出的功率基本一致的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统及方法。

[0006] 本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统,皮带输送机由多个规格相同的交流异步电动机驱动,其特别之处在于:所述恒压频比控制系统包括数目与交流异步电动机数目相等的变频器,其中一台变频器为主机变频器,其余为从机变频器,主机变频器实现与上位机的通讯;每个变频器的电源输入端与电网相连接,电源输出端与相应交流异步电动机的定子输入端相连接;主机变频器与从机变频器之间经通信线相连接,每台变频器均可检测相应交流异步电动机的有功电流。

[0007] 本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统,主机变频器与从机变频器之间的通信线为光纤通信线。采用光纤通信,提高了各变频器之间的通信效率和可靠性。

[0008] 本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的控制方法,其特征在于:

包括启动过程、运行过程和停机过程，

所述启动过程包括以下步骤：

a). 接收开机信号并广播，主机变频器接收本机或上位机的开机信号，并经通信线将开机信号广播给所有的从机变频器，以便从机变频器开机；b). 恒压频比启动，主机变频器从 0Hz 开始，根据设定的加速时间 T1，逐渐加速至设定的频率 f，按照恒压频比控制方式输出电压，以控制相应的电动机启动；主机变频器在启动的过程中，不断地将自身的运行频率和有功电流通过通信线广播给所有的从机变频器；c). 从机变频器的运行，从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率，按照恒压频比的控制方式输出电压至相应的电动机，以使所有的交流异步电动机按照基本一致的频率运行，执行步骤 d)；d). 有功电流检测，从机变频器判断自身输出的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流，是否在允许范围内；如果两有功电流在允许范围内，则从机变频器保持当前的频率运行；如果两有功电流的差值超出了允许范围，则执行步骤 e)；e). 从机变频器的频率调整，从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率，来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内；f). 主机变频器达到设定频率 f，从机变频器跟随主机变频器的运行频率、有功电流运行，多电机拖动皮带输送机的启动过程完成；

所述运行过程包括以下步骤：

g). 主机变频器稳定运行时，不断地将自身的运行频率、有功电流通过通信线广播至所有的从机变频器；h). 从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率，按照恒压频比的控制方式运行；并判断自身的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流是否在允许范围内；如果两有功电流在允许范围内，则从机变频器保持当前的频率运行；如果两有功电流的差值超出了允许范围，则执行步骤 i)；i). 从机变频器的频率调整，从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率，来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内；

所述停机过程包括以下步骤：

j). 接收停机信号并广播，主机变频器接收本机或上位机的停机信号，根据设定的减速时间 T2，按照恒压频比控制方式，逐渐减速至 0Hz；主机变频器在减速的过程中，不断地将自身的运行频率和有功电流经通信线广播给所有的从机变频器；k). 从机变频器的运行，从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率，按照恒压频比的控制方式输出电压至相应的电动机，以使所有的交流异步电动机按照基本一致的频率运行，执行步骤 m)；m). 有功电流检测，从机变频器判断自身输出的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流，是否在允许范围内；如果两有功电流在允许范围内，则从机变频器保持当前的频率运行；如果两有功电流的差值超出了允许范围，则执行步骤 n)；n). 从机变频器的频率调整，从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率，来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内；o). 主机变频器输出频率到达 0Hz 时，封锁输出，并将停机信号通过通信线广播发给所有的从机变频器，从机变频器封锁输出；多电机拖动皮带输送机停机过程完成。

[0009] 本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的控制方法，还包括故障保护过程，其包括以下步骤：

1). 当遇到系统故障或者主机变频器检测到有通信故障、主机变频器故障、从机变频器

故障、电网故障或电机故障时,主机变频器立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,同时通知各个从机变频器急停;从机变频器接收到急停命令后,立即停止向对应电动机的电枢绕组供电;2).当从机变频器检测到有通信故障或自身故障时,会立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,并告知主机变频器;主机变频器接收到告知后,立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,同时通知其余各个从机变频器急停;其余的从机变频器接收到急停命令后,立即停止向对应电机的电枢绕组输出电压。

[0010] 本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的控制方法,设变频器的额定电流为M安培,步骤d)、h)和o)中所述的允许范围是指 $0 \sim 0.1M$ 安培。

[0011] 本发明的有益效果是:本发明的恒压频比控制系统的控制方法,在皮带输送机启动、运行和停止的过程中,主机变频器以恒压频比的方式控制频率和电压的输出,并将自身的运行频率、有功电流广播给所有的从机变频器;从机变频器首先以接收的频率按照恒压频比的方式运行,然后再通过调节自身的运行频率,将自身的有功功率与主机变频器发送的有功功率之差调节至允许范围内;这样,使得各个变频器输出频率基本一致、各个电动机的运行频率基本一致;也使得各个变频器输出有功电流基本一致、各个电动机输出功率基本一致,从而保证了各个电机输出扭矩基本一致,克服了由于滚筒尺寸、皮带包角大小不一致导致电机同转速但输出扭矩不一致问题。

[0012] 本发明的恒压频比控制系统的控制方法,能够使用恒压频比控制型变频器驱动多电机拖动皮带输送机,平稳地启动、停机、以较高的效率变频运行;在出现紧急情况时,可靠地保护电机、变频器。

## 附图说明

- [0013] 图1为本发明的带转矩提升的恒压频比控制VF曲线示意图;  
图2为本发明的恒压频比控制的交流异步电动机的机械特性示意图;  
图3为本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的原理图;  
图4为恒压频比变频调速系统原理图;  
图5为本发明的控制方法中主机变频器的程序流程图;  
图6为本发明的控制方法中从机变频器的程序流程图。

## 具体实施方式

[0014] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0015] 如图3所示,给出了本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的原理图,所示的交流异步电动机用于驱使皮带输送机的运行,所有电动机的规格相同;每个交流异步电动机均由一台变频器对其进行控制。所有变频器中一台为主机变频器,其余的为从机变频器,主机变频器用于实现与上位机的通信。变频器的电源输入端与电网相连接,电源输出端与相应电动机的定子输入端相连接;主机变频器与所有从机变频器之间通过光纤相通信,同时变频器还可检测相应电动机运行的有功电流大小。

[0016] 本发明使用的变频器为电压源型变频器,它由变压器、交直交变频控制器、控制系统和旁路柜组成。被控制的多电机拖动皮带输送机为交流异步电动机。各个变频器之间采用光纤通信,提高了通信效率和可靠性。

[0017] 原理说明：在异步电动机调速时，总希望保持主磁通  $\Phi_m$  为额定值。由异步电机定子每相电动势有效值

$$E_s = 4.44 f_1 M_1 K_{w1} \Phi_m \quad (1)$$

可知，如果略去定子阻抗  $R_s$  压降，有

$$U_s \approx E_s = 4.44 f_1 M_1 K_{w1} \Phi_m \quad (2)$$

由 (2) 式知，若定子端电压不变，随着  $f_1$  升高， $\Phi_m$  将减小。又由转矩公式

$$T_e = C_T \Phi_m I_r' \cos \varphi_2 \quad (3)$$

可知，在  $I_r'$  相同的情况下， $\Phi_m$  减小会导致电动机输出转矩下降，严重时会使电动机堵转。因此，在变频调速过程中应该同时改变定子电压和频率，以保持主磁通不变。这是恒压频比控制方式的理论依据所在。

[0018] 本发明的多电机拖动皮带输送机的恒压频比控制系统的控制方法，包括启动过程、运行过程和停机过程，如图 5 和图 6 所示，分别给出了本发明的控制方法中主机变频器和从机变频器的程序流程图；

所述启动过程包括以下步骤：

a). 接收开机信号并广播，主机变频器接收本机或上位机的开机信号，并经通信线将开机信号广播给所有的从机变频器，以便从机变频器开机；

在启动前，主机变频器判断系统中所有变频器是否就绪，若所有变频器就绪，则主机变频器接收开机信号，并告知系统中所有变频器系统启动；若有系统故障或变频器故障，主机变频器不响应开机信号，系统不允许启动。

[0019] b). 恒压频比启动，主机变频器从 0Hz 开始，根据设定的加速时间 T1，逐渐加速至设定的频率  $f$ ，按照恒压频比控制方式输出电压，以控制相应的电动机启动；主机变频器在启动的过程中，不断地将自身的运行频率和有功电流通过通信线广播给所有的从机变频器；

此步骤中，若皮带输送机上有负载，主机变频器和从机变频器都应增加一定的转矩提升，如图 1 所示，给出了带转矩提升的恒压频比控制 VF 曲线示意图，且转矩提升的设定值要一致。

[0020] 如图 4 所示，给出了恒压频比变频调速系统原理图。

[0021] c). 从机变频器的运行，从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率，按照恒压频比的控制方式输出电压至相应的电动机，以使所有的交流异步电动机按照基本一致的频率运行，执行步骤 d)；

d). 有功电流检测，从机变频器判断自身输出的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流，是否在允许范围内；如果两有功电流在允许范围内，则从机变频器保持当前的频率运行；如果两有功电流的差值超出了允许范围，则执行步骤 e)；

此步骤中，若变频器的额定电流为 M 安培，则所述的允许范围是指 0 ~ 0.1M 安培，以保证各个电动机输出的功率一致或基本一致。在此过程中，从机变频器响应主机变频器发来的有功电流设定的速度快慢，需根据现场情况来确定；从机变频器响应过快或过慢都将导

致整个多机拖动皮带输送机系统不稳定,导致变频器保护。

[0022] e). 从机变频器的频率调整,从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率,来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内;

从机变频器调节的过程中,如果自身的有功电流小于主机变频器发送的有功电流,则通过增加自身的频率输出来增大有功电流的输出;如果自身的有功电流大于主机变频器发送的有功电流,则通过减小自身的频率输出来减小有功电流的输出。

[0023] f). 主机变频器达到设定频率  $f$ ,从机变频器跟随主机变频器的运行频率、有功电流运行,多电机拖动皮带输送机的启动过程完成;

所述运行过程包括以下步骤:

g). 主机变频器稳定运行时,不断地将自身的运行频率、有功电流通过通信线广播至所有的从机变频器;

h). 从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率,按照恒压频比的控制方式运行;并判断自身的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流是否在允许范围内;如果两有功电流在允许范围内,则从机变频器保持当前的频率运行;如果两有功电流的差值超出了允许范围,则执行步骤 i);

i). 从机变频器的频率调整,从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率,来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内;

所述停机过程包括以下步骤:

j). 接收停机信号并广播,主机变频器接收本机或上位机的停机信号,根据设定的减速时间  $T_2$ ,按照恒压频比控制方式,逐渐减速至  $0\text{Hz}$ ;主机变频器在减速的过程中,不断地将自身的运行频率和有功电流经通信线广播给所有的从机变频器;

在停机过程中,降频时间不宜设置过短,若降频时间设置过短,将导致电机处在发电状态,能量通过续流二极管向电容充电,容易导致变频器单元过压保护。

[0024] k). 从机变频器的运行,从机变频器将主机变频器发送而来的频率作为自身的运行频率,按照恒压频比的控制方式输出电压至相应的电动机,以使所有的交流异步电动机按照基本一致的频率运行,执行步骤 m);

m). 有功电流检测,从机变频器判断自身输出的有功电流与主机变频器发送而来的有功电流,是否在允许范围内;如果两有功电流在允许范围内,则从机变频器保持当前的频率运行;如果两有功电流的差值超出了允许范围,则执行步骤 n);

n). 从机变频器的频率调整,从机变频器按照恒压频比的控制方式通过调整自身的频率,来达到自身输出的有功电流与主机发过来的有功电流之差在允许范围内;

o). 主机变频器输出频率到达  $0\text{Hz}$  时,封锁输出,并将停机信号通过通信线广播发给所有的从机变频器,从机变频器封锁输出;多电机拖动皮带输送机停机过程完成。

[0025] 本发明采用恒压频比控制方式,根据预先设定的 VF 曲线向多机拖动皮带输送机系统中的电机的电枢绕组施加电压,其特性可以等效于稳定的交流电压源,其稳定性最接近于工频电网,因而与其它控制方式和其它类型的变频器相比,具有更高的工作稳定性和可靠性。同时,由于多机拖动皮带机系统中的各个电机的无功电流仅在电机的电枢绕组和变频器之间流动,不进入工频电网,因此减小了对电网容量的要求,提高了系统的输入功率因数。



[0026] 还包括故障保护过程,其包括以下步骤:

1). 当遇到系统故障或者主机变频器检测到有通信故障、主机变频器故障、从机变频器故障、电网故障或电机故障时,主机变频器立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,同时通知各个从机变频器急停;从机变频器接收到急停命令后,立即停止向对应电动机的电枢绕组供电;

2). 当从机变频器检测到有通信故障或自身故障时,会立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,并告知主机变频器;主机变频器接收到告知后,立即停止向对应电动机的电枢绕组供电,同时通知其余各个从机变频器急停;其余的从机变频器接收到急停命令后,立即停止向对应电机的电枢绕组输出电压。

[0027] 这就使得多机拖动皮带输送机系统中的各个变频器之间是互锁的,只要有一台变频器出现重故障,则整个系统将实施急停,以避免进一步故障的发生。

[0028] 本发明的特点是:能够使用恒压频比控制型变频器驱动多机拖动皮带输送机,平稳地启动、停机、以较高的效率变频运行;在出现紧急情况时,可靠地保护电机、变频器。

[0029] 以上所述是本发明的具体实施例及所运用的技术原理,任何基于本发明技术方案基础上的等效变换,均属于本发明保护范围之内。

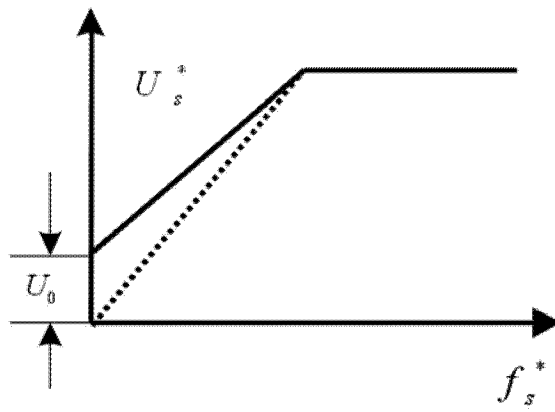


图 1

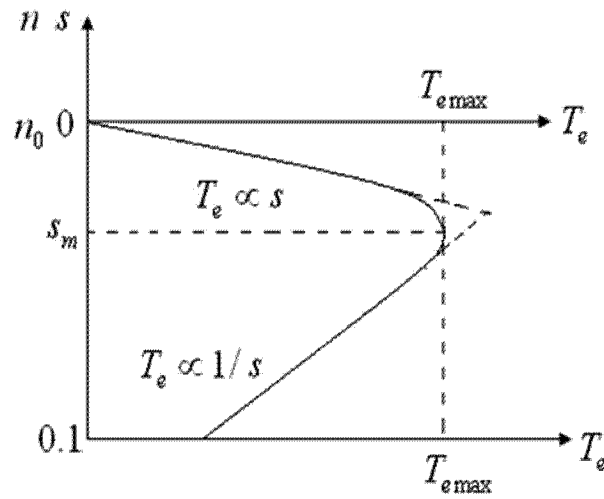


图 2

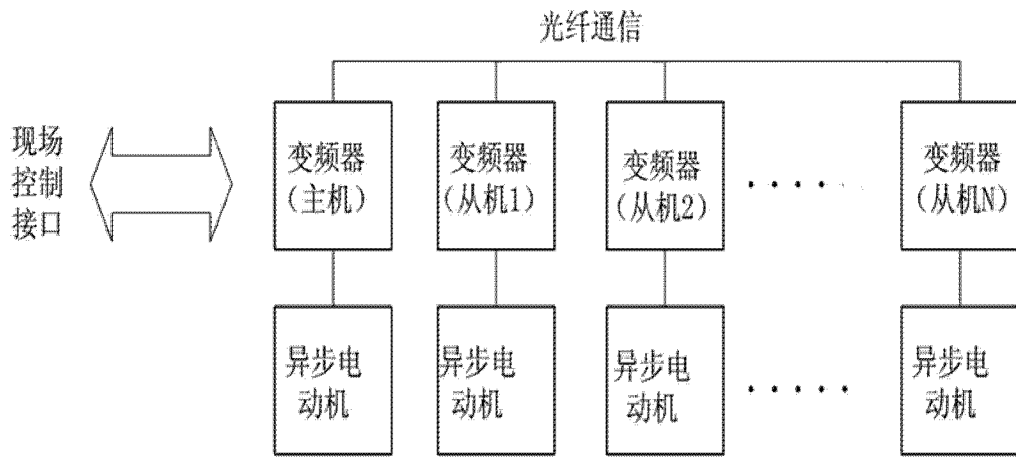


图 3

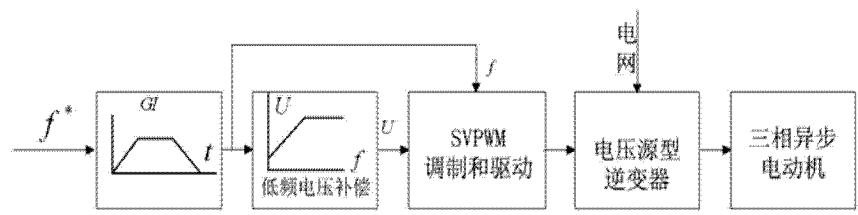


图 4

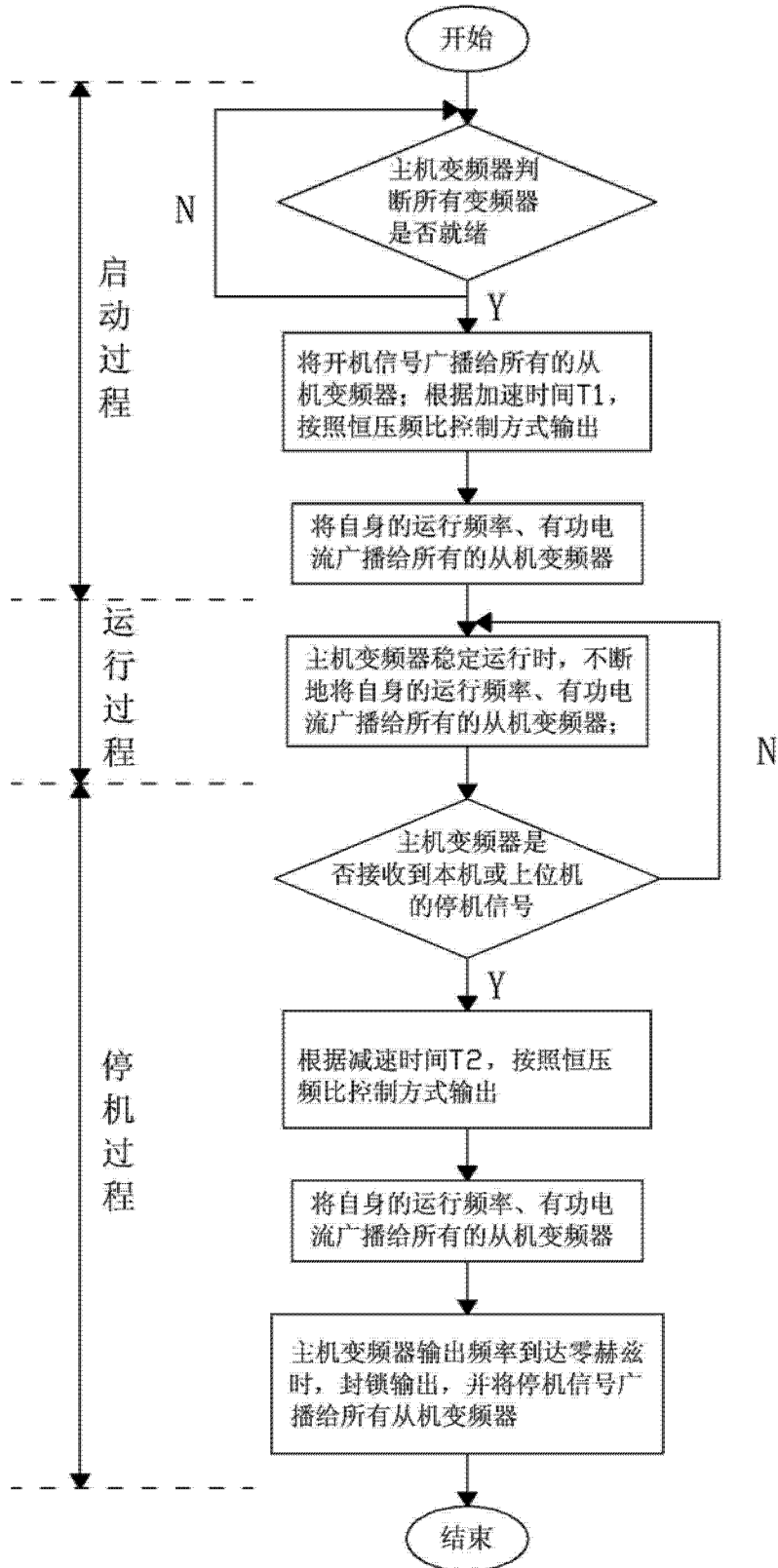


图 5

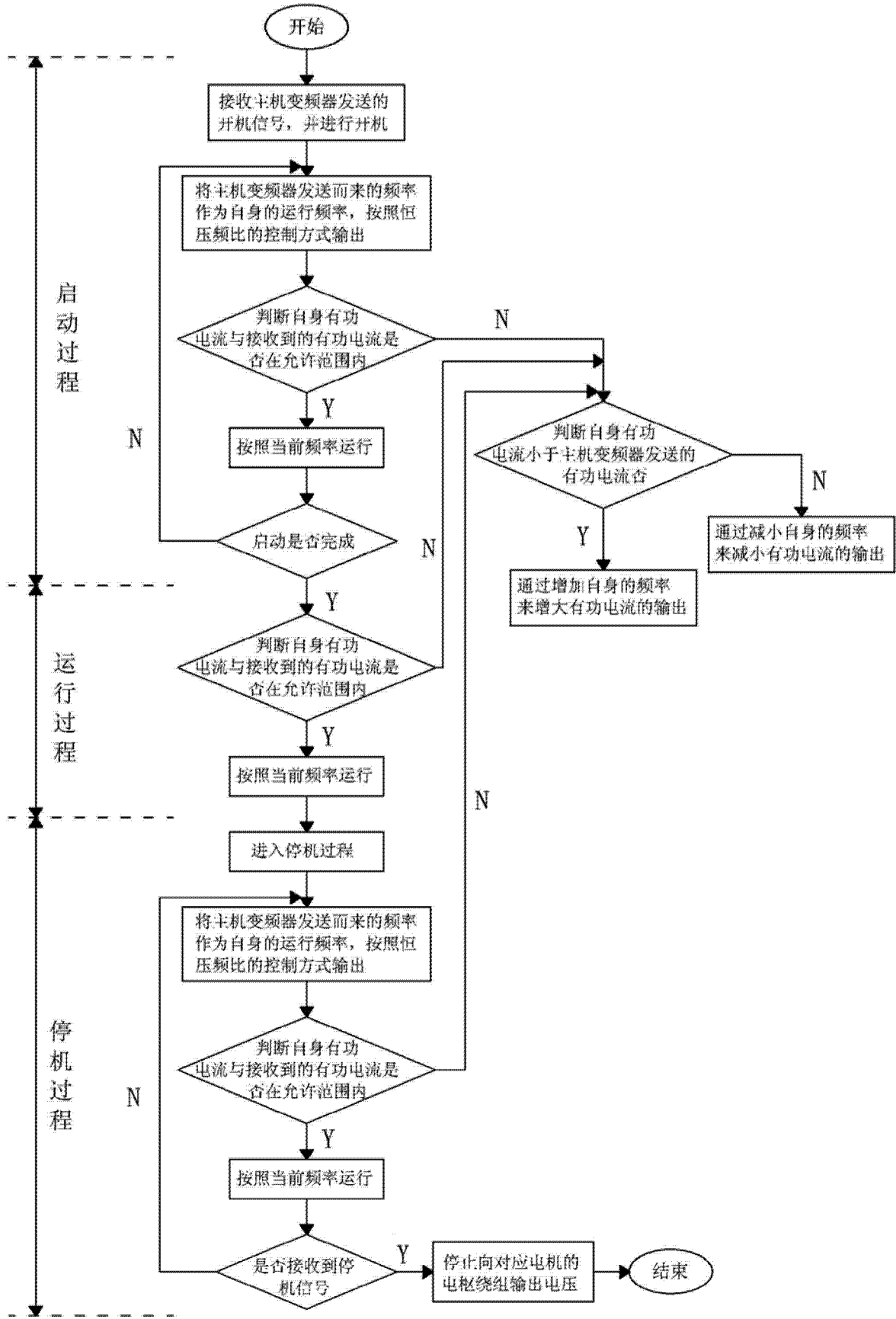


图 6