

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101141112 B

(45) 授权公告日 2010. 10. 06

(21) 申请号 200710157506. 3

(22) 申请日 2007. 10. 16

(73) 专利权人 中国北车股份有限公司大连电力牵引研发中心

地址 116022 辽宁省大连市沙河口区中长街51号

(72) 发明人 车向中 谢步明 郭建斌 姜悦礼 蔡景荣 马晨普

(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任公司 21212

代理人 安宝贵

(51) Int. Cl.

H02P 27/06 (2006. 01)

H02J 3/00 (2006. 01)

G05B 19/418 (2006. 01)

G05B 15/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 昭 59-2114 A, 全文.

WO 2006/028422 A1, 2006. 03. 16, 全文.

CN 2726213 Y, 2005. 09. 14, 全文.

CN 201113911 Y, 2008. 09. 10, 权利要求 1.

审查员 黄勇

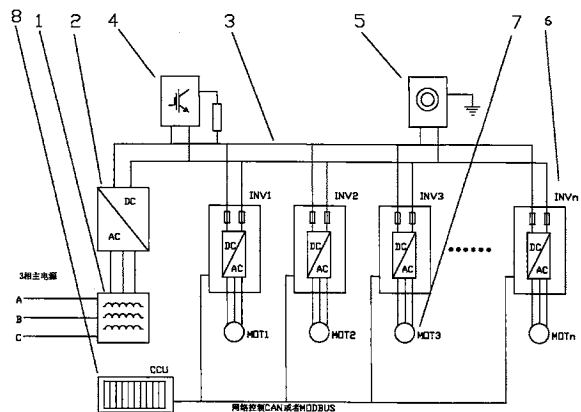
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

基于公共直流母线的船用多变频器系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于公共直流母线技术的船用多变频器系统,其特征于多个变频器各自连接在公共的直流母线上,通过公共的整流装置接入船舶内主三相电源。公共整流装置完成从主三相电源到公共直流电源的转换,通过公共直流母线向各个变频器提供直流电源,各个变频器驱动各自对应的异步电动机。所述的船用多变频器系统只需一组公共的输入滤波装置、一组公共的三相整流装置、一组公共的过压斩波单元和一组公共的绝缘检测装置,就可以为多变频器组成的后级系统提供可靠的工作保障。极大地提高了整个系统的工作可靠性。本发明主要应用在船舶交流驱动变频系统,用于船舶的绞车负载、风机负载、泵类负载等的多变频器交流驱动。



1. 一种基于公共直流母线的船用多变频器系统,包括多组变频器和多组异步电动机,其特征在于还包括一个公共直流母线系统(3)和总控单元CCU(8),所述的公共直流母线系统的输入端通过公共整流器(2)和输入滤波器(1)接入船用三相主电源,公共直流母线上则并联接入公共过压斩波器(4)和系统绝缘检测装置(5);所述的变频器(6)的一端并联接入公共直流母线(3),另一端则与所述的异步电动机(7)相连接;所述的总控单元CCU通过其CPU控制系统和CAN网络或MODBUS网络对所述多变频器系统进行控制。

2. 一种对权利要求1所述的基于公共直流母线的船用多变频器系统进行控制的方法,包括在所述CPU控制系统上运行系统管理软件、故障监视与处理软件和远程网络通讯软件的步骤,其特征在于还包括下述步骤:

- (1) 总控单元CCU上电,所述多变频器系统自动复位,CPU控制系统开始运行;
- (2) CPU控制系统进行初始化配置;
- (3) 程序基本控制参数初始化设置;
- (4) 系统控制端口的初始化配置;
- (5) 网络通讯的初始化配置;
- (6) 多变频器系统控制参数的初始化设置;
- (7) CPU中断进行初始化配置;
- (8) 进入主循环程序,开始运行指示计数;
- (9) 判断主控定时计数标志置位否?
- (10) 选择进入主控工作程序和/或判断指示灯计数置位否?
- (11) 选择指示灯工作、计数清零和/或选择CAN通讯主帧发送程序,完成一个主循环。

3. 根据权利要求2所述的基于公共直流母线的船用多变频器系统进行控制的方法,其特征在于所述的主控工作程序,包括下述步骤:

- (1) 系统输入输出量采集处理,包括三相输入电压、公共直流母线电压、公共斩波电流;
- (2) 判断系统是否处于网控状况?
- (3) 选择读取触摸屏数据及网控命令处理和/或判断多变频器系统是否未初始化?
- (4) 选择初始化多变频器系统和/或判断多变频器系统是否处于变频参数状态?
- (5) 选择读取多变频器系统参数和/或进行电机风机故障检测及处理;
- (6) 执行电液刹车故障检测及处理;
- (7) 执行电加热器故障及处理;
- (8) 执行电磁刹车故障检测及处理;
- (9) 对所有主电路快速熔断器的故障状态进行检测及处理;
- (10) 进入系统程序控制,执行电液刹车逻辑控制;
- (11) 执行系统的基本功能控制,如紧急停车控制逻辑、系统复位逻辑、应急控制逻辑和各控制柜体门开关连锁控制逻辑;
- (12) 执行公共直流母线系统的充电控制;
- (13) 向外部控制系统发出备妥信息,允许变频器正式开始工作;
- (14) 执行负载电机的外部风机控制程序;
- (15) 执行转向和缆绳收放状态的逻辑处理,使收放缆绳的命令转化为相应电机的转向

命令；

(16) 执行信息处理程序,搜集各个变频器的工作信息参数和公共直流母线系统的工作信息参数,通过系统内部的网络分类向本地柜体上的触摸显示屏发送相关的运行数据信息,以及向远程的船机控制室发送系统的运行数据信息；

(17) 主控工作程序执行完毕,返回权利要求2的步骤(8)的前述主程序,以便在下轮主循环中重复执行该程序。

## 基于公共直流母线的船用多变频器系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及应用于船舶交流驱动变频系统,为多个变频器组成的系统提供公共直流电源。其可以广泛应用于船舶领域,尤其适用于具有多驱动单元的工程船舶领域。

### 背景技术

[0002] 目前,船舶的驱动领域广泛使用液压传动系统或者是变极电动机传动,存在系统复杂、效率低、维修任务量大等诸多的缺点,正在逐渐被先进的使用变频器的交流传动系统所替代。变频器交流传动系统可以克服前述传统驱动系统的种种不足,更具有高启动扭矩、宽广的无级调速范围和可充分发挥电制动的特点,代表着本领域的技术发展方向。

[0003] 目前我国船舶技术领域已在工程船舶制造业中尝试使用变频器加异步电动机构成的交流传动系统,并在初步运用中认识了交流传动的优越性。

[0004] 由于受一般变频器使用方法的影响,目前变频器在船舶上的运用方式普遍是一对一的方式,即一个变频器对应驱动一个负载异步电动机,每个变频器都是独立接入三相主电源系统。也就是说即使一条船上同时使用了数个变频器,但是每个变频器和电动机组成的系统都是各自独立的。这种构成方式虽然技术简单,但是没有充分发挥变频器在成组运用时的技术潜力,其经济性和性能的优越性尚有很大的提高空间。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为多变频器驱动系统提供一种公共直流母线技术,主要用于船舶领域的绞车负载、风机负载、泵类负载等的多变频器交流驱动,也可以延伸到其他领域的同类运用场合。

[0006] 本发明的技术解决方案是这样实现的:

[0007] 一种基于公共直流母线的船用多变频器系统,包括多组变频器和多组异步电动机,其特征在于还包括一个公共直流母线系统和总控单元 CCU,所述的公共直流母线系统的输入端通过公共整流器和输入滤波器接入船用三相主电源,公共直流母线上则并联接入公共过压斩波器和系统绝缘检测装置;所述的变频器的一端并联接入公共直流母线,另一端则与所述的异步电动机相连接;所述的总控单元 CCU 通过其 CPU 控制系统和 CAN 网络或 MODBUS 网络对所述多变频器系统进行控制。

[0008] 一种对权利要求 1 所述的基于公共直流母线的船用多变频器系统进行控制的方法,包括在所述 CPU 控制系统上运行系统管理软件、故障监视与处理软件和远程网络通讯软件的步骤,其特征在于还包括下述步骤:

[0009] (1) 总控单元 CCU 上电,所述多变频器系统自动复位,主控 CPU 控制系统运行;

[0010] (2) CPU 控制系统进行初始化配置;

[0011] (3) 程序基本控制参数初始化设置;

[0012] (4) 系统控制端口的初始化配置;

[0013] (5) 网络通讯的初始化配置;

- [0014] (6) 多变频器系统控制参数初始化设置；
- [0015] (7) CPU 中断进行初始化配置；
- [0016] (8) 进入主循环程序, 开始运行指示计数；
- [0017] (9) 判断主控定时计数标志置位否？
- [0018] (10) 选择进入主控工作程序和 / 或判断指示灯计数置位否？
- [0019] (11) 选择指示灯工作、计数清零和 / 或选择 CAN 通讯主帧发送程序, 完成一个主循环。

[0020] 所述的基于公共直流母线的船用多变频器系统进行控制的方法, 其特征在于所述的主控工作程序, 包括下述步骤：

- [0021] (1) 系统输入输出量采集处理, 包括三相输入电压、公共直流母线电压、公共斩波电流；
- [0022] (2) 判断系统是否处于网控状况？
- [0023] (3) 选择读取触摸屏数据及网控命令处理和 / 或判断多变频器系统是否未初始化？
- [0024] (4) 选择初始化多变频器系统和 / 或判断多变频器系统是否处于变频参数状态？
- [0025] (5) 选择读取多变频器系统参数和 / 或进行电机风机故障检测及处理；
- [0026] (6) 执行电液刹车故障检测及处理；
- [0027] (7) 执行电加热器故障及处理；
- [0028] (8) 执行电磁刹车故障检测及处理；
- [0029] (9) 对所有主电路快速熔断器的故障状态进行检测及处理；
- [0030] (10) 进入系统程序控制, 执行电液刹车逻辑控制；
- [0031] (11) 执行系统的基本功能控制, 如紧急停车控制逻辑、系统复位逻辑、应急控制逻辑和各控制柜体门开关连锁控制逻辑；
- [0032] (12) 执行公共直流母线系统的充电控制；
- [0033] (13) 向外部控制系统发出备妥信息, 允许变频器正式开始工作；
- [0034] (14) 执行负载电机的外部风机控制程序；
- [0035] (15) 执行转向和缆绳收放状态的逻辑处理, 使收放缆绳的命令转化为相应电机的转向命令；
- [0036] (16) 执行信息处理程序, 搜集各个变频器的工作信息参数和公共直流母线系统的工作信息参数, 通过系统内部的网络分类向本地柜体上的触摸显示屏发送相关的运行数据信息, 以及向远程的船机控制室发送系统的运行数据信息；
- [0037] (17) 主控工作程序执行完毕, 返回权利要求 2 的步骤 (8) 的前述主程序, 以便在下轮主循环中重复执行该程序。

[0038] 与现有技术相比较, 本发明的优点在于：

[0039] (1) 对船舶内主三相电源的容量要求较小。由于共用公共直流母线, 当多个变频器成组协同工作时, 有的变频器处于牵引消耗电能状态, 有的变频器处于电制动发出电能的状态, 电制动变频器发出的电能能够被牵引变频器所使用。也就是说, 多变频器共用公共直流母线, 系统内部可以自然进行能量的循环再利用, 可以极大地减小系统从船舶电网消耗的电能。

[0040] (2) 具有能量存储再利用的优势。由于共用公共直流母线,多个变频器的中间支撑电容全部并联起来,组成了一个巨大的能量存储设备。由于过压斩波单元设定的启动工作电压通常比三相整流后的直流母线电压高出很多,即使多变频器系统电制动再生的电能大于牵引消耗的电能,多出的电能完全能够被这个巨大的能量存储设备所储备,在牵引消耗的电能大于电制动再生的电能时再消耗掉。说明多变频器共用公共直流母线,具有能量存储再利用的优势。

[0041] (3) 具有系统发热量最小的优势。由于船舶机械工作的特殊性,在实际的多变频器协同工作中,处于牵引工作的变频器从公共直流母线上所吸收的电能,一定要比处于制动工作的变频器回馈到公共直流母线上的再生电能大,所以再生回馈到公共直流母线上的能量一般情况下都可以被牵引变频器完全利用,不会造成再生能量的累积而过压,过压斩波单元自然也就不会工作。这是公共直流母线方案的最大优点。相对而言,一对一的单个变频器方式则无法实现这样的再生电能的重新利用,必须通过制动电阻器将这部分电能白白的消耗掉,即不经济,又要造成巨大的发热量,给相对狭小船舱里的变频器设备造成致命的危害。

[0042] (4) 具有系统低成本的优势。由于共用公共直流母线,每个变频器都不需要单独配套三相整流器和制动斩波器以及制动电阻,而只是共用一个公共整流器和一个公共过压斩波单元,其容量都比每个变频器的总和要小得多,而且系统结构更加简单,直接导致系统的成本较大幅度的降低。

[0043] (5) 具有系统可靠性高的优势。相对一对一的单个变频器方式,由于共用公共直流母线,每个变频器都不需要单独配套三相整流器和制动斩波器以及制动电阻,而只是共用一个公共整流器和公共过压斩波器,系统结构更加简单。简单的系统结构,较少的整流器和制动斩波器,使主电路系统的功率线路更加简洁,故障点较大程度地减少,相应提高了系统的工作可靠性。

#### 附图说明

[0044] 本发明有附图 5 幅,其中:

[0045] 图 1 是本发明的电气结构框图;

[0046] 图 2 是本发明中公共输入滤波装置的内部电路示意图。

[0047] 图 3 是本发明中公共整流装置的内部电路示意图。

[0048] 图 4 是本发明中公共过压斩波单元的内部电路示意图。

[0049] 图 5 是本发明的控制软件流程图。

[0050] 在图中:1、公共输入滤波装置,2、公共整流装置,3、公共直流母线,4、公共过压斩波器,5、系统绝缘检测装置,6、变频器,7、负载电动机,8、总控单元。

#### 具体实施方式

[0051] 如图 1-图 5 所示的一种基于公共直流母线的多变频器系统,其特征在于多个变频器各自连接在公共的直流母线上,通过公共的整流装置接入船舶内主三相电源。公共整流装置 2 完成从主三相电源到公共直流电源的转换;公共直流母线 3 向各个变频器 6 提供直流电源;各个变频器驱动各自对应的异步电动机 7。系统还包括输入滤波装置 1、公共过压

斩波单元 4、系统绝缘检测装置 5 和总控单元 8。

[0052] 本发明所含的输入滤波装置 1 的内部电路如图 2 所示。主要是以一组三相滤波电抗器和匹配的三组电容器、三相电磁兼容滤波器组成。根据系统的额定输入电流,针对电网谐波含量的要求和同一电网上其他设备的电磁兼容性要求,计算相应的滤波参数,设计并制造系统专门的输入滤波装置。

[0053] 本发明所含的公共整流装置 2 的内部电路如图 3 所示。主要采用普通的二极管整流装置,两组并联的冗余方案。由于二极管整流装置的成本比较低廉,系统可以设置两组完全一样的整流装置,每组整流装置的容量都可以满足系统额定容量的要求。即使运行中一组整流装置发生故障报警,另一组整流装置仍然能够满足后级变频器系统的正常运行,提高了系统的工作可靠性。

[0054] 本发明所含的公共直流母线 3 主要是由铜排和大电缆组成,把公共整流装置的直流输出接入每个变频器的直流输入端子,公共过压斩波单元 4 和系统绝缘检测装置 5 也挂在公共直流母线上。

[0055] 本发明所含的公共过压斩波单元 4 的内部电路如图 4 所示。主要采用 IGBT 元件即绝缘栅极大功率晶体管和大功率电阻组成,两组并联的冗余方案。由于现场工作中过压情况的多样性,系统设置两组完全一样的过压斩波单元,每组的容量是系统要求的额定容量的一半。在系统过压情况不严重时,可以只投入一组工作;如果仍然不能够有效抑制过压,才把另一组投入工作;而且在运行中如果一组发生故障报警,另一组仍然能够满足系统一般情况下的正常运行。这样做并不增加成本,但是可以极大提高系统的工作可靠性。

[0056] 本发明所含的系统绝缘检测装置 5 主要是由电流互感器和电子执行电路组成,电流互感器实时在线检测整个公共直流母线系统的泄漏电流,电子执行电路根据设定的泄漏电流警戒值进行故障报警。

[0057] 本发明所含的各个变频器 6 可以根据现场负载的需要选用各种各样的工业变频器。目前主流品牌的变频器都可以用来实现本发明。在使用中需要将母线直流电源直接接入各个变频器的直流输入端子,并对变频器控制界面进行相应的设置即可。

[0058] 本发明所含的总控单元 8 主要是一个以网关板、数字量采集板、模拟量采集板、开关量输出板等控制线路板组成的电子控制机箱,机箱内部背板总线为 RS485 或者 CAN,总控单元自身外挂一个液晶显示屏。总控单元内部线路板上运行有系统管理软件、故障监视和处理软件以及远程网络通讯软件。

[0059] 在总控单元 CCU 得电以后,系统自动复位,主控 CPU 开始运行,主程序开始被执行。首先进行 CPU 控制系统的初始化配置,使各个功能外设按照在本系统中的设定功能进行配置,确保 CPU 控制系统能够长期的稳定可靠运行。然后进行程序基本控制参数和变量的初始化设置,使得系统在得电后正式开始运行之前各个参数和变量已经处于设定状态,避免处于随机状态导致控制系统的状态不确定,从而产生无法预知的严重后果。接着进行系统控制端口的初始化配置,目的也是使得系统在正式开始运行之前各个端口已经处于设定状态,避免处于随机状态导致无法预知的严重后果。然后进行网络通讯相关外设的初始化配置,按照约定的通讯协议的要求,对通讯的波特率、帧头、帧尾进行设定,确保和系统外部相关设备的通讯数据传输畅通无误。随后就是对本多变频器系统特定的一些控制参数如充电时间、各种保护动作的执行时间等进行初始化设置。最后是对本系统控制使用到的 CPU 中

断进行初始化配置,在定义了各个中断向量、设定了各个中断的优先级后,依次开放各个使用到的中断。在进行完上述所有的初始化配置以后,主程序开始进入设定的主循环程序往复执行,等待中断的发生;如果没有中断发生,就在主循环程序往复执行,等待中断的发生;一旦有设定的中断发生,则转入执行相应的中断程序;如果在执行一个中断的过程中,有更高优先级的另一个中断发生,则转入执行优先级更高的中断程序;在优先级较高的中断程序执行完以后,继续执行被中断了的较低优先级的中断程序。

[0060] (1) 主循环程序流程说明:

[0061] 在主循环程序中,首先进行主控程序的定时变量的累加计数,用于程序的运行时序控制和运行指示灯控制。当计数值达到主控定时设定值时,程序将主控定时计数标志设定为有效,转而执行主控工作程序。如果计数值没有达到主控定时设定值,则转而判断计数值是否达到各指示灯的计时设定值;如果达到各指示灯的计时设定值,程序将把相应的指示灯的端口设定为有效,相应的指示灯被点亮,同时把计数值清除,回归零值重新开始累加计数;如果没有达到各指示灯的计时设定值,程序将继续向下执行。接着程序将执行控制系统的内网 CAN 通讯的主帧发送程序,在 CAN 通讯的主帧发送完成以后,程序将返回开始的主控程序的定时变量的累加计数,开始新一轮的循环。

[0062] (2) 主控工作程序流程说明:

[0063] 在主控工作程序中,首先进行整个控制系统的所有输入输出量的采集和处理,主要的采集量包括整个系统的三相输入主工作电源电压、公共直流母线上的直流电压、公共过压斩波单元的工作电流、各个变频器的基本状态等。采集量中还包括整个船用变频系统的工作状态:是处于网络控制状态还是处于端子控制状态,网络控制状态主要用于系统的调试和测试,端子控制状态则用于系统的正常工作。如果是处于网络控制状态,则程序转向读取来自触摸操作屏的输入控制数据,然后根据触摸操作屏的控制数据执行系统的调试和测试程序,操作人员可以按照使用维护手册中的说明逐步进行调试和测试。如果是处于端子控制状态,则程序转向判断本变频系统是否已经初始化,如果已经进行过初始化,则继续向下执行,否则必须先初始化变频系统,以提高系统的可靠性和稳定性。在确认本系统初始化全部完成以后,程序转向判断系统是否处于读取各个变频器的参数状态,如果不处于该状态,直接转入负载附属控制设备的故障检测及处理程序;否则通过系统内部的 CAN 通讯或者 MODBUS 网络通讯依次读取各个变频器的工作参数,完成后转入负载附属控制设备的故障检测及处理程序。在故障检测及处理程序中,主要对各个变频器对应的负载附属控制设备的故障状态进行检测,如各个负载电机的外部通风机、电液刹车装置、电磁刹车装置、电机的电加热装置等的状态,如果出现异常,则对应调动执行相应的故障保护和报警程序,确保船用变频系统和其相应的负载系统的可靠工作。故障检测及处理程序还要对整个变频系统的所有主电路快速熔断器的故障状态进行检测,如各个变频器的电源输入熔断器、公共整流装置的熔断器、公共过压斩波单元的熔断器等的状态,如果出现异常,则对应调用相应的故障保护和报警程序,确保整个船用变频系统的可靠工作。随后程序进入系统控制程序,首先执行具有较高安全保护等级的电液刹车逻辑控制程序:根据有效工作状态进行相应的电液刹车的抱闸、释放等控制;然后执行系统的基本功能控制:如紧急停车控制逻辑、系统复位逻辑、应急运行控制逻辑、各控制柜体门开关连锁控制逻辑等。执行完这些功能逻辑控制以后,开始执行公共直流母线系统的充电控制。由于多变频器的直流输入端互相并



联,系统的电容量很大,如果直接闭合主接触器上电,瞬时会产生巨大的输入电流,不仅对输入电源系统造成很大的冲击,而且也有损电容器的寿命,所以必须控制充电电流,通过控制充电接触器接入充电限流电阻,使得输入电源可以给公共直流母线系统进行平滑充电,充电电流限制在系统的额定工作电流以内,避免对输入电源系统造成冲击。在公共直流母线上的电压建立起来以后,再闭合主接触器,此时系统才算备妥,向外部控制系统发出备妥信息,系统才可以响应运行控制命令,各个变频器才可以正式开始工作。在各个变频器允许正式工作以后,执行负载电机的外部风机控制程序:由于变频器驱动的负载电机允许长时间工作在极低转速工况,此时电机的发热很严重,必须有单独的外部风机进行强迫风冷,才能够保证电机的长期可靠运行。在各个变频器允许正式工作以后,同时执行负载电机的转向和缆绳收放状态的逻辑处理,使系统接收的对收放缆绳的控制命令转化为相应的电机转向命令,供相应的变频器运行。在执行完上述基本控制程序以后,程序转向执行信息处理:通过系统内部的通讯网络,搜集各个变频器的工作信息参数和公共直流母线系统的工作信息参数,然后分类向本地柜体上的触摸显示屏发送相关的运行数据信息,以及向远程的船机控制室发送系统的运行数据信息。至此主控工作程序的功能全部执行完毕,程序跳出主控工作程序,继续执行前诉的主循环程序,在下一轮的循环中重复执行主控工作程序。

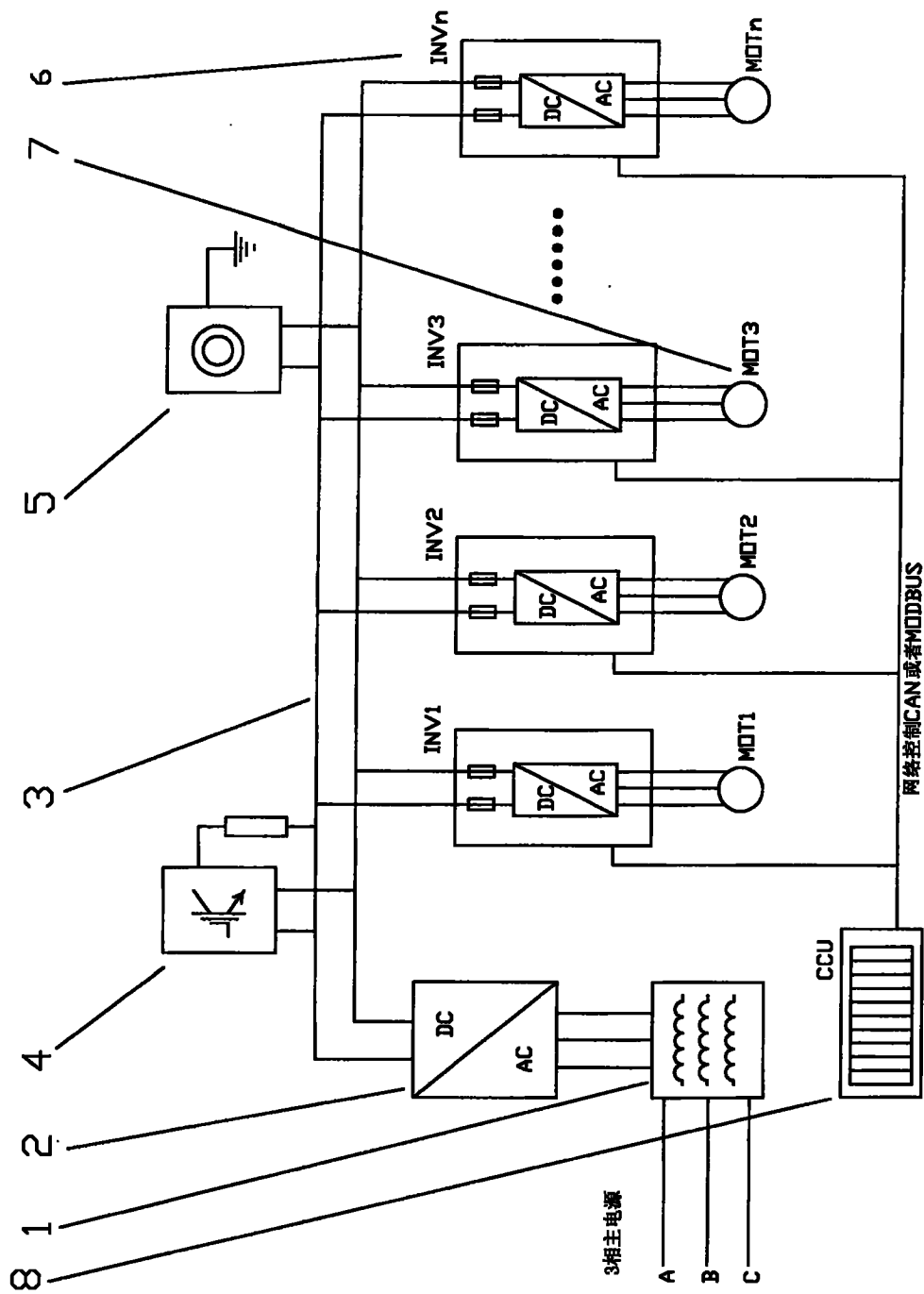


图 1

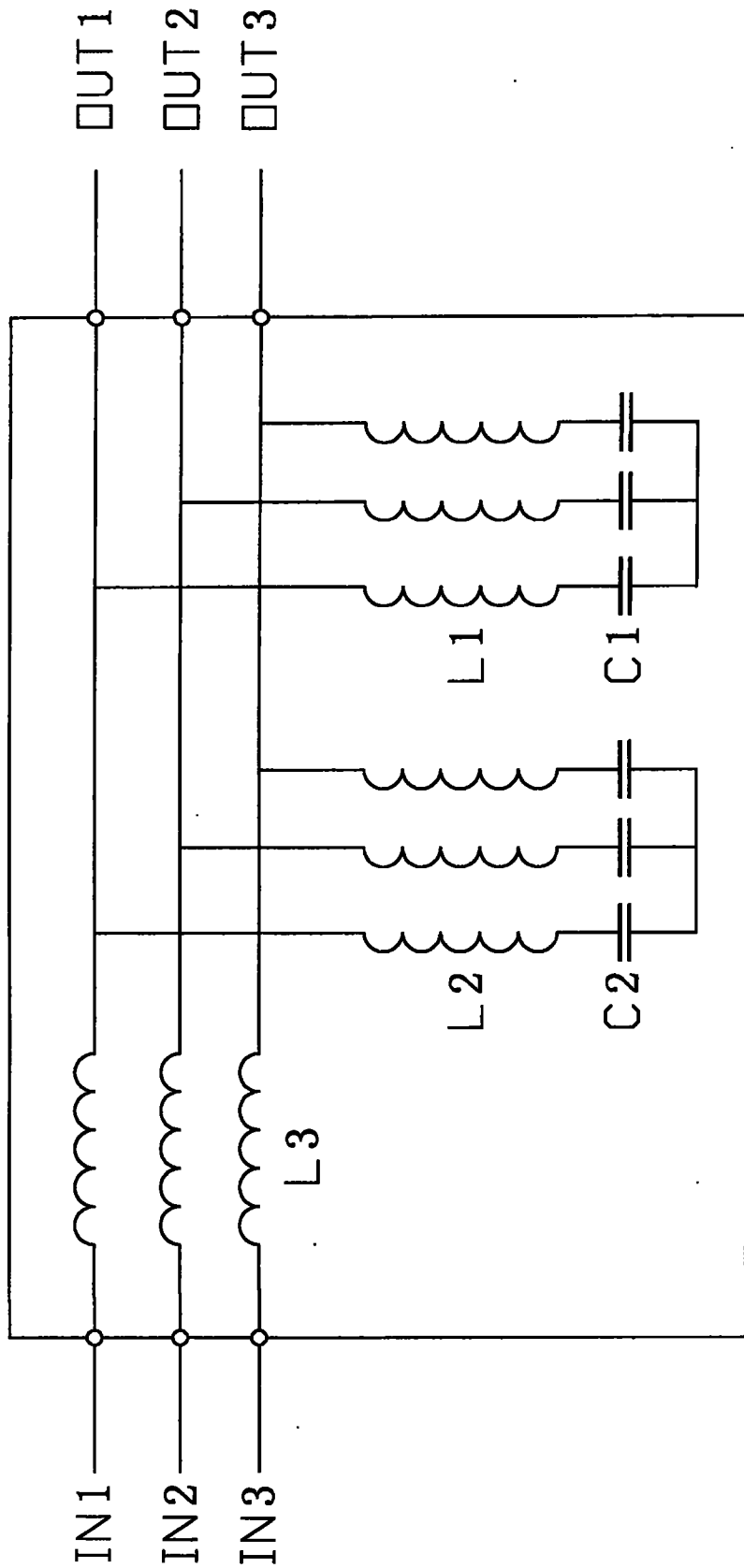


图 2

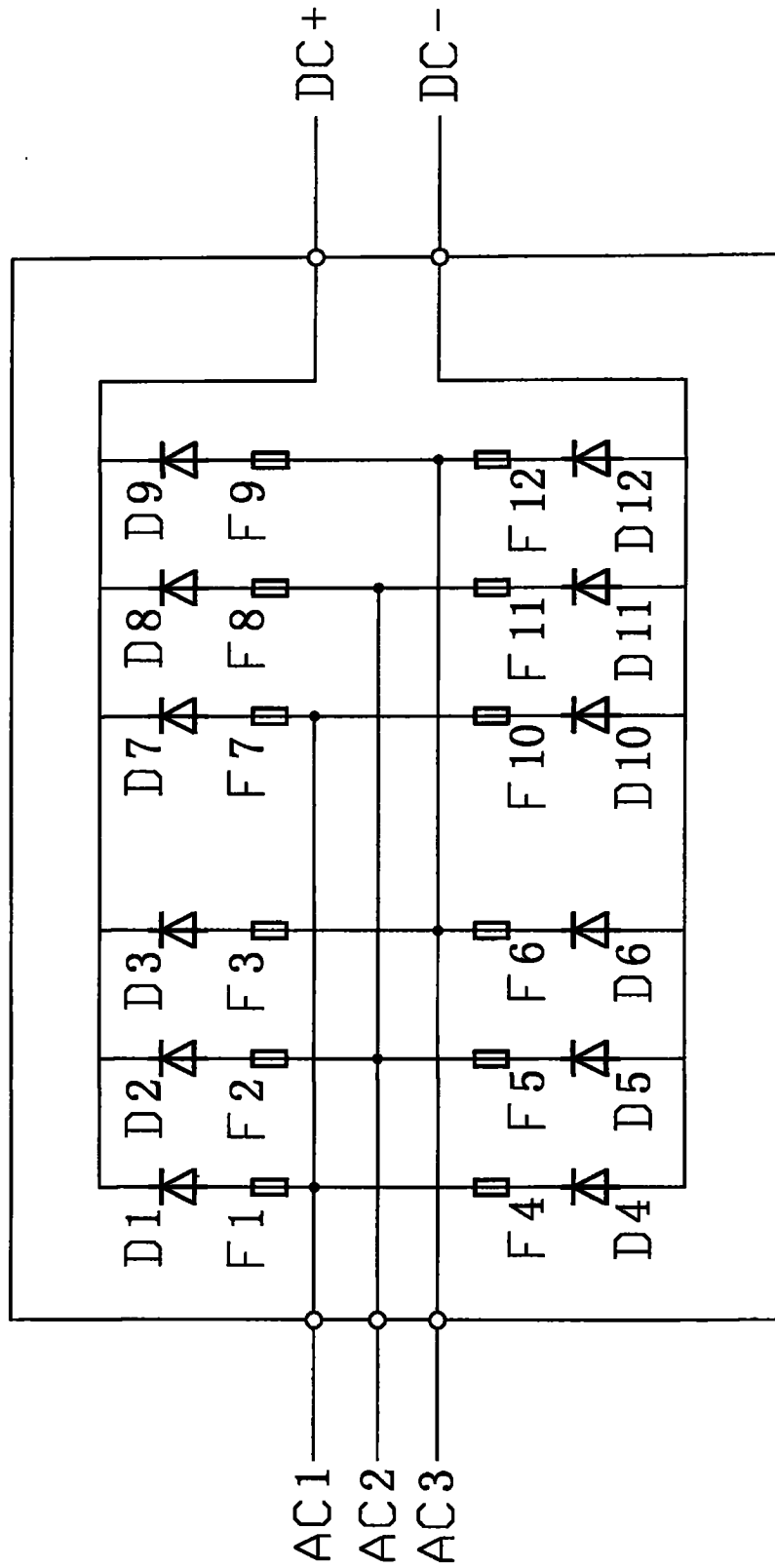


图 3

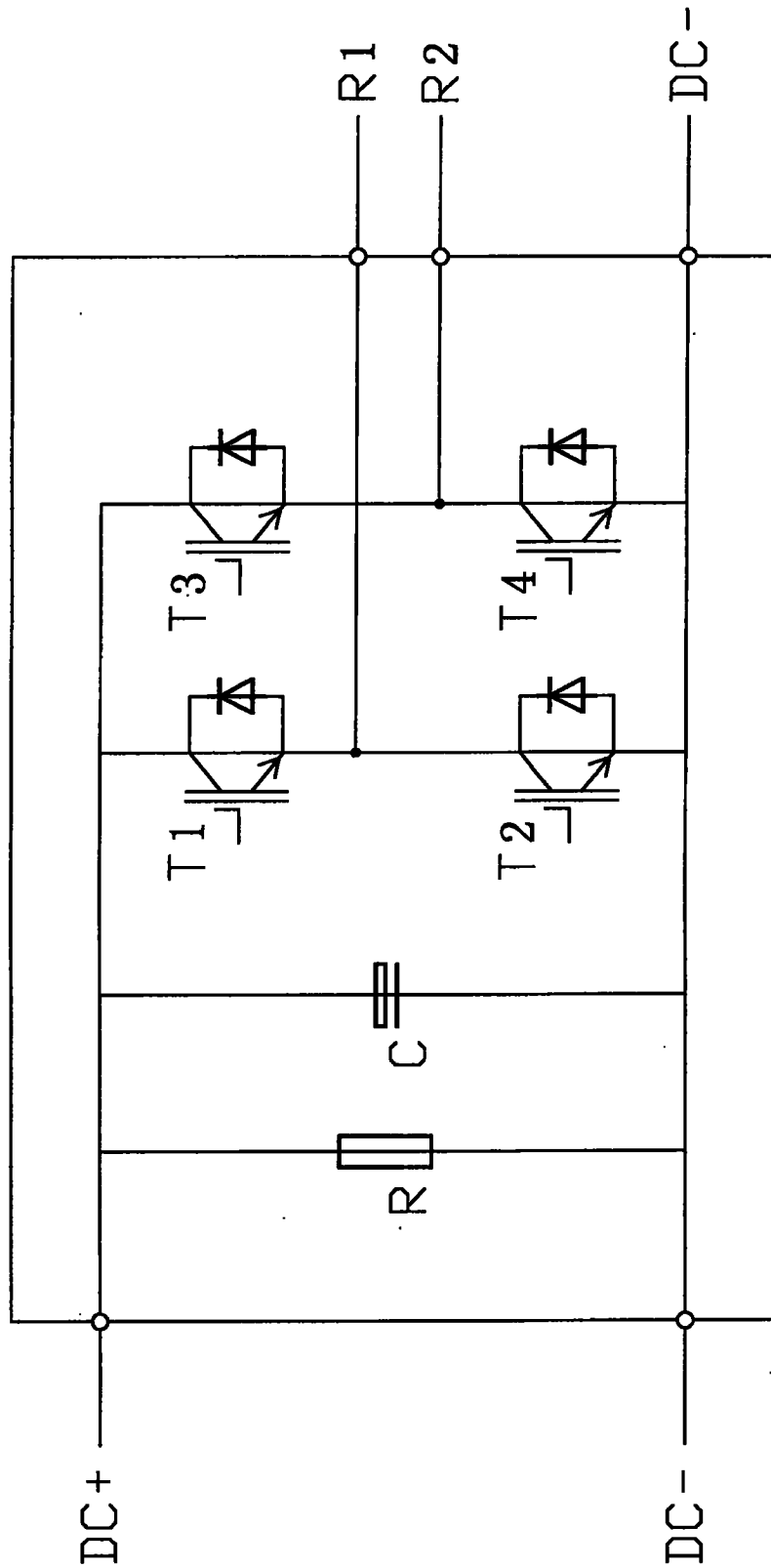


图 4

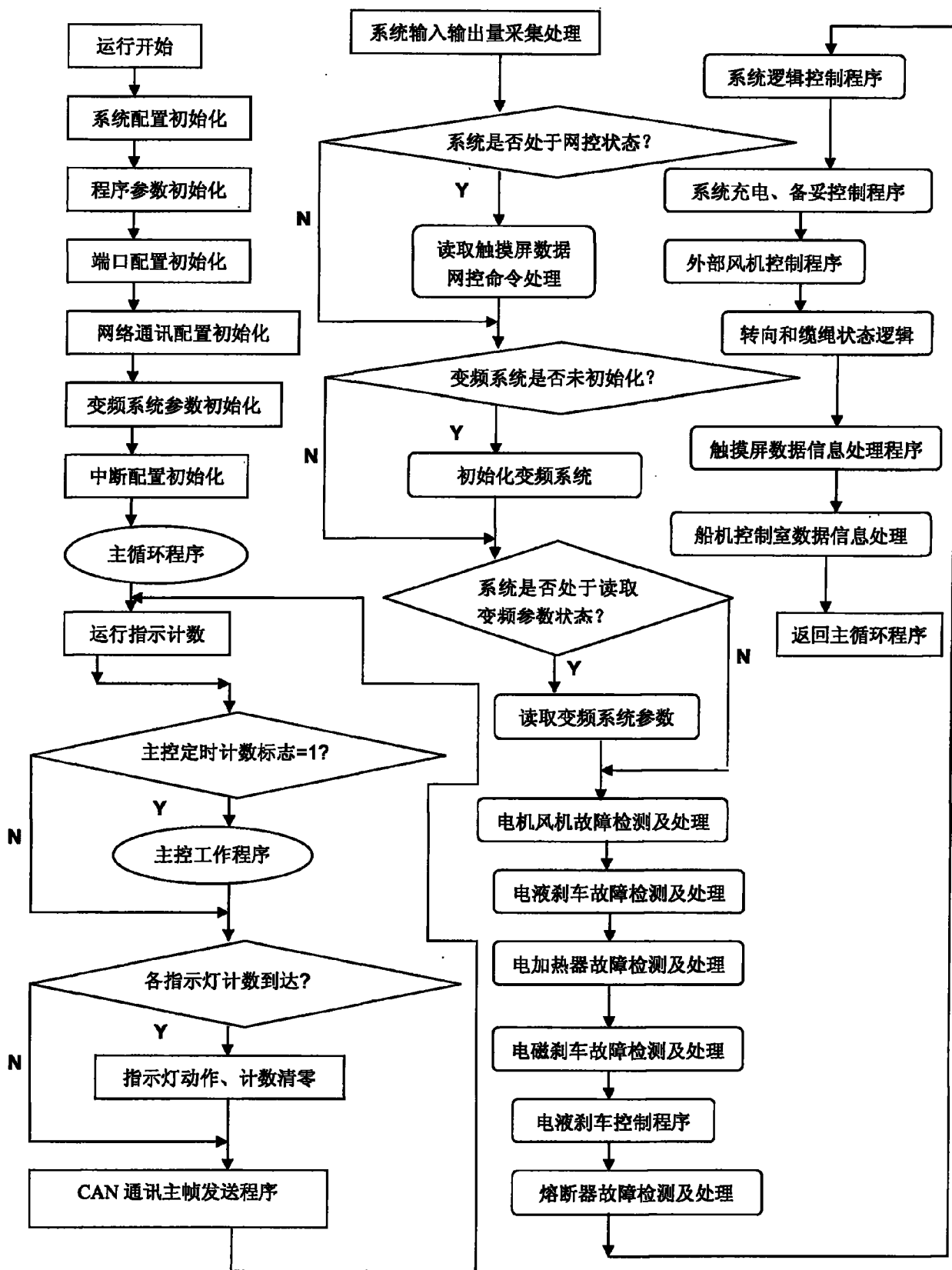


图 5