(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203925879 U
(45)授权公告日 2014.11.05

(21)申请号 201420334881.6

(22)申请日 2014.06.20

(73)专利权人 北京普华亿能风电技术有限公司
地址 100081 北京市丰台区角门北路 8 号院 1 号楼正旗大厦 920 室

(72)发明人 刘峰 程学文 苗继春 辛克锋 李清义 袁恩来

(74)专利代理机构 北京元中知识产权代理有限责任公司 11223
代理人 王明霞

(51)Int.Cl.
F03D 7/00(2006.01)
F03D 9/00(2006.01)

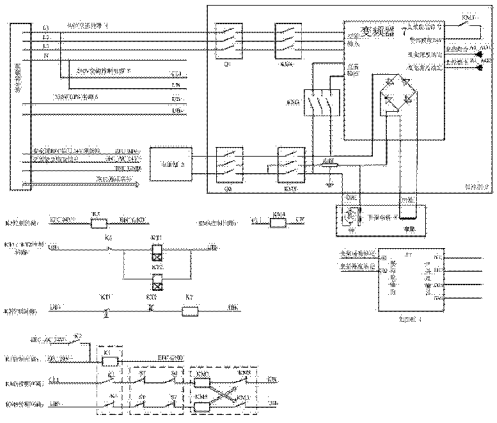
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种电动顺桨控制系统

(57)摘要

本实用新型提供了一种电动顺桨控制系统，包括由直流电源和直流顺桨控制开关 KM5 的串连电路，交流驱动电源和变频器以及交流顺桨控制开关 KM3 的串连电路，共两路电路并连后组成的并连电路，再与直流电机串连，其中，交流顺桨控制开关 KM3 和直流顺桨控制开关 KM5 是互锁设，由所述紧急顺桨控制继电器 K1 分别控制所述交流顺桨控制开关 KM3 和所述直流顺桨控制开关 KM5 的通断。本实用新型是在直流电源驱动顺桨电路中增加了交流电源作为备用电源，当直流电源驱动顺桨失败后，由交流电源继续驱动顺桨的系统，因此本实用新型提供的技术方案中，只要确保直流、交流顺桨电路有一路正常，则能够顺利完成风机紧急顺桨，提高风电机组的安全性，同时减少直流顺桨电路的使用频次，保护电池。



CN 203925879 U

1. 一种电动顺桨控制系统，其特征在于：包括直流电源 (3)、直流顺桨控制开关 KM5、交流驱动电源 (4)、变频器 (7)、交流顺桨控制开关 KM3、直流电机 (8) 和紧急顺桨控制继电器 K1，其中，

所述直流电源 (3) 和所述直流顺桨控制开关 KM5 的串连电路，

所述交流驱动电源 (4) 和所述变频器 (7) 以及所述交流顺桨控制开关 KM3 的串连电路，

共两路电路并连后组成的并连电路，与所述直流电机 (8) 串连，

所述交流顺桨控制开关 KM3 和所述直流顺桨控制开关 KM5 是互锁设计，由所述紧急顺桨控制继电器 K1 分别控制所述交流顺桨控制开关 KM3 和所述直流顺桨控制开关 KM5 的通断。

2. 根据权利要求 1 所述电动顺桨控制系统，其特征在于，还包括交流紧急顺桨控制开关 K2 和安全链 EFC 信号，所述安全链 EFC 信号由机舱通过滑环轮毂提供，所述交流紧急顺桨控制开关 K2 的常开触点，与所述安全链 EFC 信号并连后，再与所述紧急顺桨控制继电器 K1 的线圈串连。

3. 根据权利要求 2 所述电动顺桨控制系统，其特征在于，还包括延时继电器 KT1 和延时继电器 KT2，所述延时继电器 KT1 的常开触点、所述延时继电器 KT2 的常闭触点与所述交流紧急顺桨控制开关 K2 的线圈串连。

4. 根据权利要求 3 所述电动顺桨控制系统，其特征在于，所述延时继电器 KT1 的延时时间为 15 秒，所述延时继电器 KT2 的延时时间为 30 秒。

5. 根据权利要求 1 所述电动顺桨控制系统，其特征在于，还包括 91 度限位开关 S1 和 95 度限位开关 S2，当桨叶桨矩角为 91 度时，触发限位开关 S1，即所述限位开关 S1 闭合；当桨叶桨矩角为 95 度时，触发限位开关 S2，即所述限位开关 S2 闭合。

6. 根据权利要求 5 所述电动顺桨控制系统，其特征在于，所述紧急顺桨控制继电器 K1 的常开触点、所述限位开关 S1、所述限位开关 S2、所述交流顺桨控制开关 KM3 的常闭触点和所述直流顺桨控制开关 KM5 的线圈串连。

7. 根据权利要求 5 所述电动顺桨控制系统，其特征在于，所述紧急顺桨控制继电器 K1 的常闭触点、所述限位开关 S1、所述限位开关 S2、所述直流顺桨控制开关 KM5 的常闭触点和所述交流顺桨控制开关 KM3 的线圈串连。

一种电动顺桨控制系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于风力发电设备技术领域，特别涉及一种电动变桨系统的顺桨控制系统。

背景技术

[0002] 安全链是风机的最后一道保护，由轮毂急停、塔基急停、机舱急停、震动检测、主轴超速、偏航限位开关串连组成，当这些串连在一起的部分有一个出现问题，整个串连回路都会断开。一旦风机安全链断开，风机就会报紧急停机，此时就由电源驱动桨叶实现快速顺桨，利用桨叶的空气动力特性实现气动刹车，使风机叶轮停转，实现安全停机。

[0003] 为了增加对风机的保护，顺桨系统一般都要配备用电池以确保机组发生严重故障或重大事故的情况下可以安全停机。

[0004] 而直流电机以其无级调速，低速性能好，结构简单、控制精度高，响应快，因而被广泛应用于风力发电变桨系统中。尤其是串励直流电机起动力矩大，对于转动重达数吨、直径数十米的叶片非常有好处。

[0005] 但这种方式的缺点是只能依靠电池工作，一旦电池损坏或其它原因导致电池无法放电，风机就无法正常顺桨，增加了风机非在紧急故障情况下无法停机而导致“飞车”的风险。

实用新型内容

[0006] 有鉴于现有技术上的缺陷，本实用新型提供了风机在发生安全链故障后，启动紧急顺桨系统时，即触发安全链 EFC 信号 (Emergency Feathering Control) 时，在顺桨电路中先用直流供电驱动顺桨，再用交流电源作为备用电源驱动顺桨的方式。

[0007] 安全链 EFC 信号为 :安全链故障时触发的紧急顺桨控制信号，由机舱通过滑环轮毂提供，为 24V 电压带电常闭回路设计，未发生安全链故障时，该回路闭合，即安全链 EFC 信号输出 24V 高电平 ;当发生安全链故障时，该回路断开，也即，安全链 EFC 信号输出 0V 低电平，此时执行顺桨动作。

[0008] 本实用新型提供一种电动顺桨控制系统，包括直流电源、直流顺桨控制开关 KM5、交流驱动电源、变频器、交流顺桨控制开关 KM3、直流电机和紧急顺桨控制继电器 K1，其中，直流电源和直流顺桨控制开关 KM5 串连后与由交流驱动电源和变频器以及交流顺桨控制开关 KM3 串连后的电路并连，然后连接到直流电机，交流顺桨控制开关 KM3 和直流顺桨控制开关 KM5 为互锁设计，由紧急顺桨控制继电器 K1 分别控制交流顺桨控制开关 KM3 和直流顺桨控制开关 KM5 的通断。

[0009] 系统还包括主限位开关 S1，为桨叶 91 度限位开关，桨叶位置达到 91 度，被触发，即 S1 断开，此外还需要一个冗余限位开关 S2，当桨叶位置达到 95 度，被触发，即 S2 断开。限位开关 S2 在主限位开关即 91 度限位开关失效时可以确保变桨电机的安全制动。

[0010] 当限位开关 S1、限位开关 S2 闭合时，也即顺桨未成功时，通过不断控制紧急顺桨

控制继电器 K1 的通断，来控制直流电源或者交流驱动电源的接通或断开，达到依照先执行直流电源驱动顺桨，再执行交流电源驱动顺桨的顺序，驱动顺桨，直到顺桨成功。

[0011] 本实用新型与现有技术相比，是在原有直流顺桨电路中增加交流供电以驱动顺桨的交流电路，该交流顺桨电路由机舱通过轮毂滑环向轮毂内提供电源，当检测到安全链故障后，该交流电源进入轴控柜经变频器变频输出直流电源，与原有直流顺桨电路并连到顺桨系统的直流电机，以实现风机的电动顺桨。通过增加交流电源作为备用电源驱动顺桨控制方法，只要确保直流、交流顺桨电路有一路正常，则能够顺利完成风机紧急顺桨，提高风电机组的安全性。

[0012] 紧急顺桨控制继电器 K1 为 24V 控制继电器，由两种方式控制 ：

[0013] (1) 由安全链 EFC 信号控制，未发生安全链故障时，EFC 为高电平，紧急顺桨控制继电器导通 ；当发生安全链故障时，触发 EFC 信号 (0V 低电平)，则紧急顺桨控制继电器断开 ；

[0014] (2) 由交流紧急顺桨控制开关 K2 控制，K2 由延时继电器控制其通断，通过交流紧急顺桨控制开关 K2 给定紧急顺桨控制继电器 K1。当发生安全链故障，并且直流顺桨失败时，延时继电器控制交流紧急顺桨控制开关 K2 导通，然后紧急顺桨控制继电器 K1 导通 (为 24V 高电平)，执行交流紧急顺桨 ；当交流顺桨也失败时，延时继电器继续工作，控制交流紧急顺桨控制开关 K2 断开，然后紧急顺桨控制继电器 K1 断开 (为 0V 低电平)，执行直流紧急顺桨。

[0015] 优选的，可以增加延时继电器，用于控制直流电源驱动顺桨的时间和交流驱动电源驱动顺桨的时间。

[0016] 顺桨是否成功的判断是 ：叶片是否顺桨到 91 度限位位置。此外还需要一个冗余限位开关，用于 95 度限位，在主限位开关即 91 度限位开关失效时可以确保变桨电机的安全制动。

[0017] 优选的，在直流电路中可以提供一个直流断路器，为直流主电源开关，提供过流保护 ；在交流电路中还可以提供一个断路器，为交流主电源开关，提供过流保护。

[0018] 交流驱动电源为 400V(L1-3、N) ；交流控制电源为 230V，由轮毂滑环 400V 电源提供，UPS 电源 (6) 为 230V 交流电，以上电源经过轮毂滑环向轮毂内供电。

[0019] 系统中的直流电源可以由电池组提供，230V 交流控制电源可以为电池充电。

附图说明

[0020] 下面结合附图对本实用新型所述的交直流互为备用控制方法进行具体说明。

[0021] 图 1 是本实用新型的电路图。

具体实施方式

[0022] 本实用新型提供的一种电动顺桨控制方法和系统，只适用于故障类型为安全链故障。

[0023] 安全链 EFC 信号为 ：安全链故障时触发的紧急顺桨控制信号，由机舱通过滑环轮毂提供，为 24V 电压带电常闭回路设计，一旦该回路断开，将触发 EFC 信号，执行顺桨动作。

[0024] 如图 1 所示，本实用新型提供了一种电动顺桨控制系统，包括直流电源 3、直流顺桨控制开关 KM5、交流驱动电源 4、变频器 7、交流顺桨控制开关 KM3、直流电机 8 和紧急顺桨

控制继电器 K1，直流电源 3 和直流顺桨控制开关 KM5 串连后与交流驱动电源 4 和变频器 7 以及交流顺桨控制开关 KM3 串连后的电路并连，然后，连接到直流电机 8，其中，交流顺桨控制开关 KM3 和直流顺桨控制开关 KM5 是互锁设计，由紧急顺桨控制继电器 K1 分别控制。

[0025] 其中，紧急顺桨控制继电器 K1 为 24V 控制继电器，由两路控制信号控制：

[0026] 1) 为安全链 EFC 信号控制，当发生安全链故障时，EFC24V 电源失电，即触发 EFC 信号（低电平），则紧急顺桨控制继电器 K1 断开；

[0027] 2) 由交流紧急顺桨控制开关 K2 控制，当发生安全链故障，并且直流顺桨失败时，交流紧急顺桨控制开关 K2 导通，控制紧急顺桨控制继电器 K1 导通（为 24V 高电平），执行交流紧急顺桨；当交流电源驱动顺桨完成后，交流紧急顺桨控制开关 K2 断开，控制紧急顺桨控制继电器 K1 断开（为 0V 低电平），执行直流紧急顺桨。

[0028] 系统还包括主限位开关 S1，为桨叶 91 度限位开关，桨叶位置达到 91 度，被触发，即 S1 断开，此外还需要一个冗余限位开关 S2，当桨叶位置达到 95 度，被触发，即 S2 断开。限位开关 S2 在主限位开关即 91 度限位开关失效时可以确保变桨电机的安全制动。

[0029] 系统还包括交流顺桨控制开关 KM3 的控制回路和直流顺桨控制开关 KM5 的控制回路。交流顺桨控制开关 KM3 的控制回路采用交流控制电源 5 供电；直流顺桨控制开关 KM5 的控制回路采用 UPS 电源 6 供电。

[0030] 交流顺桨控制开关 KM3 的控制回路：由紧急顺桨控制继电器 K1 常开触点、限位开关 S1、限位开关 S2 和直流顺桨控制开关 KM5 的常闭触点以及交流顺桨控制开关 KM3 的线圈串连；

[0031] 直流顺桨控制开关 KM5 的控制回路：由紧急顺桨控制继电器 K1 常闭触点、限位开关 S1、限位开关 S2 和交流顺桨控制开关 KM3 的常闭触点以及直流顺桨控制开关 KM3 的线圈串连。

[0032] 本实用新型还设置延时继电器 KT1、KT2，其中，交流紧急顺桨控制开关 K2 的导通时间为延时继电器 KT2 的延时时间 - 延时继电器 KT1 的延时时间；交流紧急顺桨控制开关 K2 断开的时间为 KT1 的延时时间，KT2 延时时间大于 KT1 的延时时间。

[0033] 系统还包括控制继电器 K4，由安全链信号控制，当发生安全链故障时，EFC24V 电源失电，继电器 K4 断开。

[0034] KT1/KT2 控制回路：继电器 K4 常闭触点与延时继电器 KT1 和延时继电器 KT2 的并联后电路串连；

[0035] 交流紧急顺桨控制开关 K2 控制回路：延时继电器 KT1 的常开触点、延时继电器 KT2 的常闭触点和交流紧急顺桨控制开关 K2 线圈串连。

[0036] 在未发生安全链故障时，紧急顺桨控制继电器 K1 闭合、继电器 K4 闭合、交流紧急顺桨控制开关 K2 断开，直流顺桨控制开关 KM5 断开、交流顺桨控制开关 KM3 闭合，延时继电器 KT1、延时继电器 KT2 不工作。

[0037] 当发生安全链故障时：继电器 K4 断开，令延时继电器 KT1、KT2 得电。

[0038] (1) 先执行直流电源驱动顺桨动作，紧急顺桨控制继电器 K1 断开。由于延时继电器 KT1 的常开触点断开，所以交流紧急顺桨控制开关 K2 控制回路断开。

[0039] 由于，紧急顺桨控制继电器 K1 断开，紧急顺桨控制继电器 K1 常开触点断开，所以交流顺桨控制开关 KM3 控制回路断开；此时由于紧急顺桨控制继电器 K1 常闭触点闭合、限

位开关未触发（闭合）、交流顺桨控制开关KM3（已断开）的常闭触点闭合，因此直流顺桨控制开关KM5的控制回路导通，此时由直流电源3驱动顺桨。

[0040] 延迟一段时间（即延时KT1的延时时间）后：如果限位开关S1或S2未被触发，则直流顺桨失败，继续执行下一步；如果限位开关S1或S2被触发，则直流顺桨成功，交流顺桨控制开关KM3的控制回路和直流顺桨控制开关KM5的控制回路全部断开，本系统执行结束。

[0041] (2) 如果直流顺桨失败，执行交流电源驱动顺桨动作，当达到延时继电器KT1的延时时间后，延时继电器KT1导通，延时继电器KT2断开，此时，延时继电器KT1的常开触点闭合，延时继电器KT2的常闭触点闭合，交流紧急顺桨控制开关K2接通。

[0042] 由于交流紧急顺桨控制开关K2接通，紧急顺桨控制继电器K1导通，紧急顺桨控制继电器K1的常闭触点断开，所以直流紧急顺桨控制开关KM5控制回路断开；此时由于紧急顺桨控制继电器K1常开触点闭合、限位开关未触发（闭合）、直流顺桨控制开关KM5（已断开）的常闭触点闭合，因此交流顺桨控制开关KM3的控制回路导通，系统切换到由交流驱动电源4驱动的顺桨电路继续执行顺桨。

[0043] 延迟一段时间（即延时继电器KT2的延时时间到，此时距离延时继电器KT1的导通时间为：KT2的延时时间-KT1的延时时间）后：如果限位开关S1或S2未被触发，则交流顺桨失败；如果限位开关S1或S2被触发，则交流顺桨成功，本系统执行结束。

[0044] (3) 交流顺桨执行完毕，当达到延时继电器KT2的延时时间后，延时继电器KT2导通，因此延时继电器KT2的常闭触点断开，导致交流紧急顺桨控制开关K2断开，紧急顺桨控制信号K1断开，本系统执行结束。

[0045] 优选的，还包括交流400V控制开关，轴控柜2得电后，接通电源，为变频器提供交流400V电源。

[0046] 优选的，还包括交流断路器Q1，是400V电源开关，交流驱动电源4、交流电源开关Q1与交流400V控制开关KM4连接。

[0047] 优选的，还包括直流断路器Q2，是直流电源开关，直流电源3、直流主电源开关Q2和直流电源顺桨控制开关KM5串连。

[0048] 其中，400V主电源开关Q1、交流400V控制开关KM4、变频器7、交流顺桨控制开关KM3、直流主电源开关Q2和直流顺桨控制开关KM5位于轴控柜2内。

[0049] 如图1所示，图中所列各器件为：

[0050] Q1：交流断路器，400V交流电源开关，提供过流保护。

[0051] Q2：直流断路器，电池组电源开关，提供过流保护。

[0052] K1：24V控制继电器，紧急顺桨控制继电器，由两路控制信号控制：

[0053] 1) 为安全链EFC信号控制，当发生安全链故障时，EFC24V电源失电，即触发EFC信号（低电平），则紧急顺桨控制继电器K1断开；

[0054] 2) 由交流紧急顺桨控制开关K2控制，K2由延时继电器控制其通断，通过交流紧急顺桨控制开关K2给定紧急顺桨控制继电器K1。当发生安全链故障，并且直流顺桨失败时，延时继电器控制交流紧急顺桨控制开关K2导通，然后紧急顺桨控制继电器K1导通（为24V高电平），执行交流紧急顺桨；当交流顺桨也失败时，延时继电器继续工作，控制交流紧急顺桨控制开关K2断开，然后紧急顺桨控制继电器K1断开（为0V低电平），执行直流紧急顺桨。

[0055] K2 :控制继电器,交流紧急顺桨控制开关。由继电器 K4,及两个延时继电器 KT1、KT2 共同作用,控制 K2 导通和断开,在安全链故障时,其控制紧急顺桨控制继电器 K1。

[0056] K4 :控制继电器,由安全链信号控制,当发生安全链故障时,EFC24V 电源失电,继电器 K4 断开。

[0057] KT1 :得电延时型延时继电器,控制交流紧急顺桨控制开关 K2 断开的时间。延时的时间可以是 12 秒到 20 秒之间的任意时间,优选 15 秒。

[0058] KT2 :得电延时型延时继电器,与 KT1 一块控制交流紧急顺桨控制开关 K2 的导通时间(延时继电器 KT2 的延时时间 - 延时继电器 KT1 的延时时间),KT2 的延时时间大于 KT1 的延时时间,且 KT2 的延时时间是 KT1 的延时时间的两倍。KT2 的延时的时间可以是 24 秒到 40 秒之间的任意时间,优选 30 秒。

[0059] KM3 :接触器,交流顺桨控制开关,为直流电机提供直流电源,得电后,接通变频器直流输出与直流电机,同时使能变频器,输出直流电源,执行交流电源驱动变桨动作。接通条件 :紧急顺桨控制继电器 K1 导通(为高电平),同时,直流顺桨控制开关 KM5 为断开状态,同时,桨叶 91 度、95 度位置限位开关未接通,即桨叶未达到 91 度、95 度位置,S1、S2 为闭合状态。

[0060] KM4 :接触器,400V 交流电源 4 的控制开关,轴控柜 2 得电后,由交流控制电源 5 供电,为变频器提供 400V 交流电源。

[0061] KM5 :接触器,直流顺桨控制开关,为直流电机提供直流电源,得电后,直流电源接通,直流电源驱动顺桨动作。接通条件 :安全链 EFC 信号被触发,即紧急顺桨控制继电器 K1 断开,并且交流顺桨电路开关 KM3 断开,同时,桨叶 91 度、95 度位置限位开关未接通,即桨叶未达到 91 度、95 度位置,S1、S2 为闭合状态。

[0062] S1 :为桨叶 91 度限位开关,桨叶位置达到 91 度,被触发,即 S1 断开。

[0063] S2 :为桨叶 95 度限位开关,桨叶位置达到 95 度,被触发,即 S2 断开。在限位开关 S1 失效时确保变桨电机的安全制动。

[0064] 优选的,交流驱动电源 4,400V,由轮毂滑环供电。

[0065] 交流控制电源 5,230V,由 400V 交流驱动电源提供,为交流顺桨控制开关 KM3 提供控制电源。

[0066] UPS 电源 6,230V 由位于机舱控制柜内的 UPS 装置经过轮毂滑环向轮毂内供电,为直流顺桨控制开关 KM5 提供控制电源。

[0067] 直流电源 3 可以是电池组,由 230V 交流控制电源 5 充电。

[0068] 通过增加交流电源作为备用电源驱动顺桨控制方法,只要确保直流、交流顺桨电路有一路正常,则能够顺利完成风机紧急顺桨,提高风电机组的安全性。

[0069] 以上所述仅是本实用新型的较佳实施例而已,并非对本实用新型作任何形式上的限制,虽然本实用新型已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本实用新型,任何熟悉本专利的技术人员在不脱离本实用新型技术方案范围内,当可利用上述提示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本实用新型技术方案的内容,依据本实用新型的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本实用新型方案的范围内。

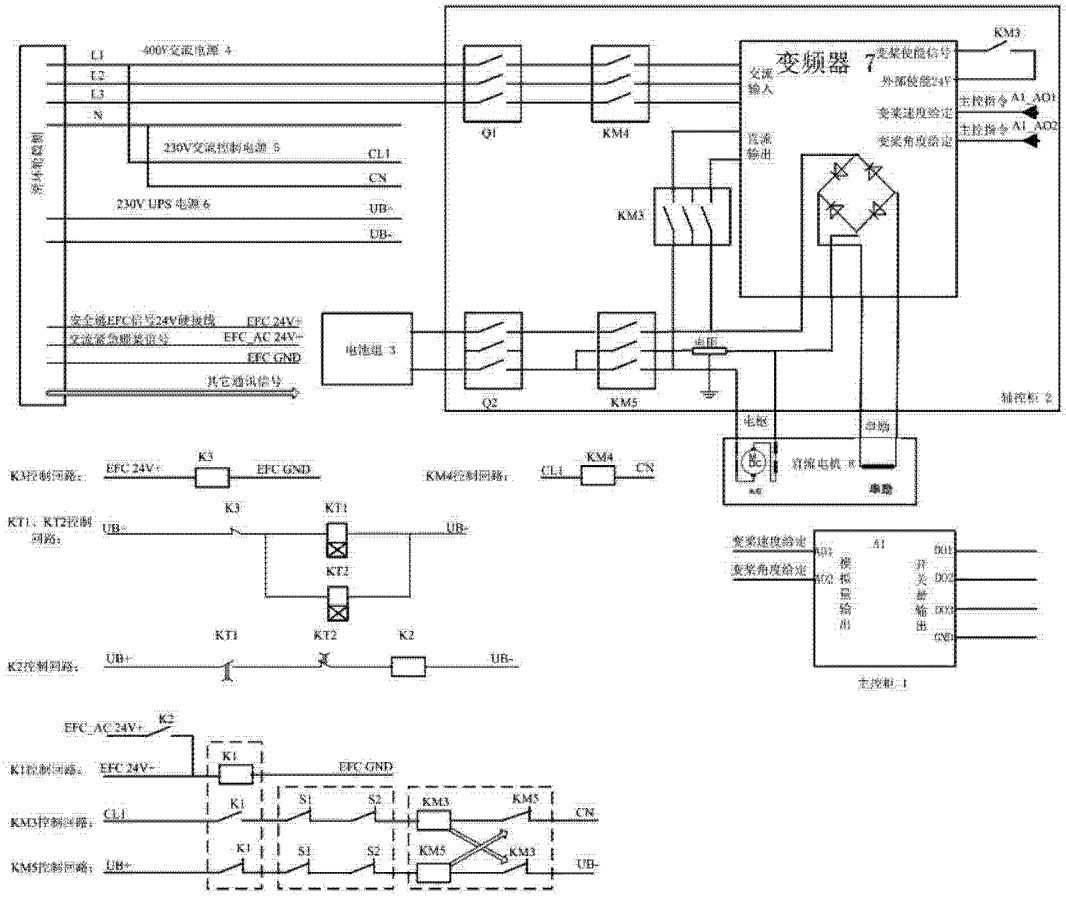

变频器 7
400V交流电源 4
230V交流控制电源 5
230V UPS 电源 6
电池组 3
Q1
Q2
KM3
KM4
KM5
辅控柜 2
主控柜 1
K3控制回路：
KM4控制回路：
KT1、KT2控制回路：
K2控制回路：
K1控制回路：
KM3控制回路：
KM5控制回路：

图 1