

隔离开关的电机控制装置及其控制方法

技术领域

5 本公开涉及电力控制及监测技术领域，尤其涉及一种隔离开关的电机控制装置及其控制方法。

背景技术

10 在电力系统中，隔离开关是隔离电源、倒闸操作、用以连通和切断小电流回路，保证检修人员安全的重要设备。隔离开关使用量大、应用广、工作可靠性要求高，其安全可靠操控对电网、人身、设备安全至关重要。

15 目前，隔离开关的分/合闸操作，是通过控制操作机构中的电动机的正/反转来实现的。其操作控制回路是由各种继电器、辅助触点等器件组成，元件多、机械触点多、回路复杂，运行中受沙尘、震动、机械卡涩、接触不良等影响、经常发生隔离开关误动、拒动的问题。

20 敞开式布置的隔离开关在操作过程中拒动现象比较普遍，故障短时间内难以排除，不仅影响运行人员按时停送电，且在故障处理过程中存在较大风险。而运行中隔离开关误分闸和检修过程中隔离开关的误合闸，虽然发生概率较低，一旦发生会引起严重电网、设备及人身事故。

发明内容

 本公开实施例提供一种隔离开关的电机控制装置及其控制方法，以精确控制电机起停、转动方向和转动速度，精确判断刀闸分/合闸到位，提升控制的可靠性和设备的安全性。

25 根据本公开实施例的第一方面，提供一种隔离开关的电机控制装置，所述装置包括：

 依次电连接的旋转编码器、信号调理电路、模数转换单元以及中央处理器；

其中，所述旋转编码器用于产生模拟光栅电压数据信号；

所述信号调理电路用于采集所述旋转编码器产生的所述模拟光栅电压数据信号，并输入至所述模数转换单元；

5 所述模数转换单元用于将所述模拟光栅电压数据信号转换为数字光栅电压数据信号，并输入至所述中央处理器；

所述中央处理器用于根据预设算法对所述数据光栅电压数据信号进行计算，得到电机控制信号，并根据所述电机控制信号控制电机。

可选地，其中，所述中央处理器包括编码器信号处理模块和变频器输出控制模块；

10 其中，所述编码器信号处理模块用于根据预设算法对所述数据光栅电压数据信号进行计算，得到电机控制信号并输入至所述变频器输出控制模块；所述电机控制信号包括三相异步电机的转动方向控制信号、转动速度控制信号以及行程距离控制信号；

15 所述变频器输出控制模块用于根据电机控制信号，对电机的转动方向、转动速度和行程距离进行控制。

可选地，其中，所述信号调理电路还用于对所述模拟光栅电压数据信号进行消抖处理、滤波处理、保护处理和放大处理。

根据本公开实施例的第二方面，提供一种电机控制方法，应用于如本公开第一方面中任一项所述的隔离开关的电机控制装置，所述方法包括：

20 记录旋转编码器的当前状态，并获取所述旋转编码器的下一状态；

根据所述旋转编码器的所述当前状态和所述下一状态，确定所述旋转编码器的转动方向；

根据所确定的所述转动方向和预设周期，计算得到所述旋转编码器的转动速度；

25 根据所述转动速度和所述转动方向，计算得到所述旋转编码器的行程距离；

根据所述转动方向、所述转动速度和所述行程距离生成电机控制信号。

可选地，其中，所述电机控制信号包括转动方向控制信号，转动速度控制信号，以及，行程距离控制信号。

30 可选地，其中，所述根据所确定的所述转动方向和预设周期，计算得到所述旋转编码器的转动速度，包括：

根据公式 $v_{\theta} = \left(\left| N_{CW_{scale}} - N_{CCW_{scale}} \right| \div N_{RotaryResbution} \times 360^{\circ} \right) \div t_{\Delta}$ 计算得到所述旋转编码器的转动速度 v_{θ} ;

其中, $N_{CW_{scale}}$ 表示顺时针状态计数器值, $N_{CCW_{scale}}$ 表示逆时针状态计数器值, $N_{RotaryResbution}$ 表示所述旋转编码器的分辨率, t_{Δ} 表示所述预设周期。

5 可选地, 其中, 所述根据所述转动速度和所述转动方向, 计算得到所述旋转编码器的行程距离, 包括:

当所述 $N_{CW_{scale}} > N_{CCW_{scale}}$ 时, 所述电机的行进方向为顺时针, 根据公式

$(N_{CW_{scale}} - N_{CCW_{scale}}) \div N_{RotaryResbution} \times \text{周长步进}$ 计算得到所述旋转编码器的行程距离。

10 可选地, 其中, 所述根据所述转动速度和所述转动方向, 计算得到所述旋转编码器的行程距离, 包括:

当所述 $N_{CW_{scale}} < N_{CCW_{scale}}$ 时, 所述电机的行进方向为逆时针, 根据公式

$(N_{CCW_{scale}} - N_{CW_{scale}}) \div N_{RotaryResbution} \times \text{周长步进}$ 计算得到所述旋转编码器的行程距离。

15 根据本公开实施例的隔离开关的电机控制装置及其控制方法。该装置包括: 依次电连接的旋转编码器、信号调理电路、模数转换单元以及中央处理器; 其中, 所述旋转编码器用于产生模拟光栅电压数据信号; 所述信号调理电路用于采集所述旋转编码器产生的所述模拟光栅电压数据信号, 并输入至所述模数转换单元; 所述模数转换单元用于将所述模拟光栅电压数据信号转

20 换为数字光栅电压数据信号, 并输入至所述中央处理器; 所述中央处理器用于根据预设算法对所述数据光栅电压数据信号进行计算, 得到电机控制信号, 并根据所述电机控制信号控制电机。根据本公开, 可以精确控制电机起停、转动方向和转动速度, 精确判断刀闸分/合闸到位。提升了隔离开关控制的可靠性和设备的安全性。

25 应当理解的是, 以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的, 并不能限制本公开。

附图说明

此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。

图 1 为本公开实施例的隔离开关的电机控制装置的原理框图；

图 2 为本公开实施例的隔离开关的电机控制装置实例的结构框图；

5 图 3 为本公开实施例的隔离开关的电机控制方法的流程示意图；

图 4a 和图 4b 为旋转编码器工作原理的示意图；

图 5a 和图 5b 为旋转编码器光栅输出电压信号组成的状态跃迁示意图；

图 6 为隔离开关刀闸速度和行程计算流程图。

10 具体实施方式

这里将详细地对示例性实施例进行说明，其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时，除非另有表示，不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反，它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

图 1 为本公开实施例的隔离开关的电机控制装置的原理框图；图 2 为本公开实施例的隔离开关的电机控制装置实例的结构框图。

如图 1 及图 2 所示，本实施例提供的隔离开关的电机控制装置可以包括：依次电连接的旋转编码器、信号调理电路、模数转换单元以及中央处理器。

20 其中，所述旋转编码器用于产生模拟光栅电压数据信号。

所述信号调理电路用于采集所述旋转编码器产生的所述模拟光栅电压数据信号，并输入至所述模数转换单元。具体的，该信号调理电路例如可以包括三路信号调理单元，分别用于采集旋转编码器产生的 A 组、B 组、Z 组模拟光栅电压数据信号。

25 实际应用中，信号调理电路还会对采集到的模拟光栅电压数据信号进行消抖处理、滤波处理、保护处理和放大处理。在依次经过上述处理后，再将处理后的模拟光栅电压数据信号输入至模数转换单元中。

所述模数转换单元用于将所述模拟光栅电压数据信号转换为数字光栅电压数据信号，并输入至所述中央处理器。具体的，该模数转换单元例如可以
30 并行进行模数转换，以提升模数转换效率。

所述中央处理器用于根据预设算法对所述数据光栅电压数据信号进行计算，得到电机控制信号，并根据所述电机控制信号控制电机。

具体的，所述中央处理器包括编码器信号处理模块和变频器输出控制模块；其中，所述编码器信号处理模块用于根据预设算法对所述数据光栅电压数据信号进行计算，得到电机控制信号并输入至所述变频器输出控制模块；所述电机控制信号包括三相异步电机的转动方向控制信号、转动速度控制信号以及行程距离控制信号；所述变频器输出控制模块用于根据电机控制信号，对电机的转动方向、转动速度和行程距离进行控制。

在本实施例中，如图 3 所示，应用于该隔离开关的电机控制装置的电机控制方法可以包括：

步骤 1100，记录旋转编码器的当前状态，并获取所述旋转编码器的下一状态。

首先需要说明的是，在选择合适的旋转编码器时，应满足旋转编码器的分辨率大于三相异步电动机的最高转速，根据香农采样定理，该旋转编码器的分辨率的选择应满足公式：

$$N_{RotaryResolution} < (F_{SampleRate} \div N_{Shannon} \div N_{state} \div N_{MotorMax})$$

其中， $N_{RotaryResolution}$ 表示旋转编码器的分辨率， $F_{SampleRate}$ 表示模数转换单元采样频率， $N_{Shannon}$ 表示常数 2， N_{State} 表示常数 4， $N_{MotorMax}$ 表示三相异步电动机的最高转速。

参照图 4a，该旋转编码器顺时针方向转动时，A 相比 B 相超前 $1/4 \pm 1/8T$ ；参照图 4b，逆时针方向转动时，A 相比 B 相延迟 $1/4 \pm 1/8T$ 。其中，T 为旋转分辨率刻度，1T 为 360° 。

如图 5a 所示，旋转编码器顺时针方向转动时，分为状态 A、状态 B、状态 C 和状态 D，其中，状态 A 时，A 相输出电压为 High，B 相输出电压为 Low；状态 B 时，A 相输出电压为 High，B 相输出电压为 High；状态 C 时，A 相输出电压为 Low，B 相输出电压为 High；状态 D 时，A 相输出电压为 Low，B 相输出电压为 Low。

如图 5b 所示，旋转编码器逆时针方向转动时，分为状态 A、状态 B、状

态 C 和状态 D，其中，状态 A 时，A 相输出电压为 High，B 相输出电压为 Low；状态 B 时，A 相输出电压为 High，B 相输出电压为 High；状态 C 时，A 相输出电压为 Low，B 相输出电压为 High；状态 D 时，A 相输出电压为 Low，B 相输出电压为 Low。

- 5 步骤 1200，根据所述旋转编码器的所述当前状态和所述下一状态，确定所述旋转编码器的转动方向。

在计算转动方向时，首先记录当前状态，得到下一状态后即可判断方向。具体的判断方法如下：

- 10 如果当前状态为 A 状态，下一状态如果为 A 则表示旋转编码器未旋转超过一个 1/4 分辨率刻度，则保持未 A 状态；下一状态如果为 B 则表示旋转编码器顺时针转动；下一状态如果为 C 则表示错误，可能原因是编码器损坏或者并行模数转换单元采样频率无法满足需求需要重新选择合适分辨率的旋转编码器；下一状态如果为 D 则表示旋转编码器逆时针转动。

- 15 如果当前状态为 B 状态，下一状态如果为 B 则表示旋转编码器未旋转超过一个 1/4 分辨率刻度，则保持未 B 状态；下一状态如果为 C 则表示旋转编码器顺时针转动；下一状态如果为 D 则表示错误，可能原因是编码器损坏或者并行模数转换单元采样频率无法满足需求需要重新选择合适分辨率的旋转编码器；下一状态如果为 A 则表示旋转编码器逆时针转动。

- 20 如果当前状态为 C 状态，下一状态如果为 C 则表示旋转编码器未旋转超过一个 1/4 分辨率刻度，则保持未 C 状态；下一状态如果为 D 则表示旋转编码器顺时针转动；下一状态如果为 A 则表示错误，可能原因是编码器损坏或者并行模数转换单元采样频率无法满足需求需要重新选择合适分辨率的旋转编码器；下一状态如果为 B 则表示旋转编码器逆时针转动。

- 25 如果当前状态为 D 状态，下一状态如果为 D 则表示旋转编码器未旋转超过一个 1/4 分辨率刻度，则保持未 D 状态；下一状态如果为 A 则表示旋转编码器顺时针转动；下一状态如果为 B 则表示错误，可能原因是编码器损坏或者并行模数转换单元采样频率无法满足需求需要重新选择合适分辨率的旋转编码器；下一状态如果为 C 则表示旋转编码器逆时针转动。

- 30 步骤 1300，根据所确定的所述转动方向和预设周期，计算得到所述旋转编码器的转动速度。

步骤 1400，根据所述转动速度和所述转动方向，计算得到所述旋转编码

器的行程距离。

参照图 6 所示，在一个具体的例子中，在每个采样点旋转编码器旋转方向判定结束后，对状态计数器进行加一操作。如果是 CW(顺时针)方向，则 $N_{CW_{scale}}$ 顺时针状态计数器加 1；如果是 CCW(逆时针)方向，则 $N_{CCW_{scale}}$ 逆时针状态计数器加 1；当 $N_{CW_{scale}}$ 等于 N_{State} 时， $N_{CW_{scale}}$ 顺时针方向刻度计数器加一；当 $N_{CCW_{scale}}$ 等于 N_{State} 时， $N_{CCW_{scale}}$ 逆时针方向刻度计数器加一。

按照周期 t_{Δ} 进行旋转速度计算，具体可以根据公式：

$$v_{\theta} = \left(N_{CW_{scale}} - N_{CCW_{scale}} \right) \div N_{RotaryResdution} \times 360^{\circ}C \div t_{\Delta}$$
 计算得到所述旋转编码器的转动速度 v_{θ} 。其中， $N_{CW_{scale}}$ 表示顺时针状态计数器值， $N_{CCW_{scale}}$ 表示逆时针状态计数器值， $N_{RotaryResdution}$ 表示所述旋转编码器的分辨率， t_{Δ} 表示所述预设周期。

行程距离的计算实时累计进行。具体的，当所述 $N_{CW_{scale}} > N_{CCW_{scale}}$ 时，所述电机的行进方向为顺时针，根据公式 $(N_{CW_{scale}} - N_{CCW_{scale}}) \div N_{RotaryResdution} \times \text{周长步进}$ 计算得到所述旋转编码器的行程距离。

当所述 $N_{CW_{scale}} < N_{CCW_{scale}}$ 时，所述电机的行进方向为逆时针，根据公式 $(N_{CCW_{scale}} - N_{CW_{scale}}) \div N_{RotaryResdution} \times \text{周长步进}$ 计算得到所述旋转编码器的行程距离。

步骤 1500，根据所述转动方向、所述转动速度和所述行程距离生成电机控制信号。

其中，所述电机控制信号包括转动方向控制信号，转动速度控制信号，以及，行程距离控制信号。从而使得中央处理器可以根据预设值的三相异步电动机转动方向参数设定，转速速率参数设定，行程距离参数设定，中央处理器按照前面的计算结果对变频控制电路进行控制，以使三相异步电动机转动方向，转速速率，行程距离符合预设的参数。精确的控制隔离开关刀闸分合。

本实施例的技术方案，通过设置依次电连接的旋转编码器、信号调理电路、模数转换单元以及中央处理器；其中，所述旋转编码器用于产生模拟光栅电压数据信号；所述信号调理电路用于采集所述旋转编码器产生的所述模

拟光栅电压数据信号，并输入至所述模数转换单元；所述模数转换单元用于将所述模拟光栅电压数据信号转换为数字光栅电压数据信号，并输入至所述中央处理器；所述中央处理器用于根据预设算法对所述数据光栅电压数据信号进行计算，得到电机控制信号，并根据所述电机控制信号控制电机。根据本公开，可以精确控制电机起停、转动方向和转动速度，精确判断刀闸分/合闸到位。提升了隔离开关控制的可靠性和设备的安全性。

本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的公开后，将容易想到本公开的其它实施方案。本申请旨在涵盖本公开的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本公开的一般性原理并包括本公开未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本公开的真正范围和精神由下面的权利要求指出。

应当理解的是，本公开并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构，并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本公开的范围仅由所附的权利要求来限制。