



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104868812 B

(45)授权公告日 2018.01.16

(21)申请号 201510208539.0

H02K 11/20(2016.01)

(22)申请日 2015.04.28

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104868812 A

JP 特开平7-177690 A,1995.07.14,
CN 102385154 A,2012.03.21,
CN 101174783 A,2008.05.07,
陈迷.高精度海德汉编码器的处理及应用.
《中国优秀硕士论文电子期刊网》.2015,

(43)申请公布日 2015.08.26

(73)专利权人 中国科学院国家天文台南京天文
光学技术研究所
地址 210042 江苏省南京市板仓街188号

审查员 白超

(72)发明人 宋晓莉 汪达兴 张超

(74)专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 栗仲平

(51)Int.Cl.

H02P 21/04(2006.01)

H02P 21/14(2016.01)

H02P 25/02(2016.01)

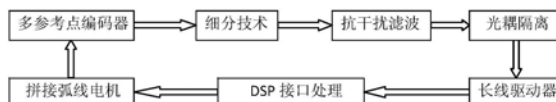
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

大型拼接式弧线电机转子精确位置检测系统及其检测方法

(57)摘要

大型拼接式弧线电机转子精确位置检测系统及其检测方法,大型天文望远镜的驱动电机采用拼接式弧线电机,在该拼接式弧线电机转子上设有光电编码器,其特征在于,所述的光电编码器是采用设有多个参考点的增量式光电编码器;该设有多个参考点的增量式光电编码器的输出,经光电耦合隔离后,用长线驱动器对信号功率缓冲,经变换后把转子位置信号送往DSP相关接口。本发明的有益效果是:多个参考点的光电编码器可以应用到任意尺寸的拼接式弧线电机进行电机转子磁极位置检测,并根据转子的磁极对数选择相应的参考点数,以简化转子位置计算,节约控制的计算速度,达到快速、准确、简单检测转子磁极位置的目的。



1. 一种用于大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动的转子位置检测系统,大型天文望远镜的驱动电机采用拼接式弧线电机,在该拼接式弧线电机转子上设有光电编码器,其特征在于,所述的光电编码器是采用设有多个参考点的增量式光电编码器;该设有多个参考点的增量式光电编码器的输出,经光电耦合隔离后,用长线驱动器对信号功率缓冲,经变换后把转子位置信号送往DSP相关接口;

所述的应用在拼接式弧线电机上的编码器,兼有绝对位置和相对位置的“混合式”的专用编码器,是一种设有多个参考点的高分辨率编码器,根据编码器的刻线数不同具有不同个数的“参考点”;

所述的设有多个参考点的增量式光电编码器是采用与转轴同轴安装的、整圆的、带多个参考点的光电编码器。

2. 根据权利要求1所述的用于大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动的转子位置检测系统,其特征在于,所述的编码器信号处理是采用硬件抗干扰和数字滤波后的编码器信号通过长线驱动器功率缓冲处理信号。

3. 根据权利要求1所述的用于大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动的转子位置检测系统,其特征在于,所述的拼接式弧线电机的转子磁极位置是由DSP器件中的“计数器单元”来完成计算的;根据光电编码器的参考点中相邻两个点的脉冲个数计算当前参考点,根据当前参考点的位置值及DSP器件中的“计数器单元”的计数值的值计算出弧线电机当前转子磁极的精确位置。

4. 根据权利要求1所述的用于大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动的转子位置检测系统,其特征在于,光电编码器输出正弦信号,由商用光电编码器专用细分器处理成A、B、R三路脉冲信号,其中A、B信号相差 90° ,R就是所选光电编码器的参考点信号。

5. 根据权利要求1-4之一所述的用于大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动的转子位置检测系统,其特征在于,所述的拼接式弧线电机是大直径、多极的拼接式弧线永磁同步电机。

6. 权利要求1所述的用于大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动的转子位置检测系统的检测方法,其特征在于,步骤如下:

(1). 大型天文望远镜拼接式弧线驱动电机的转子上设有多个参考点的光电编码器,光电编码器经细分后输出A、B、R三组信号,并进行滤波处理;

(2). 滤波处理后的信号经光电耦合隔离后,用长线驱动器对信号功率缓冲;应对编码器信号和DSP器件的电压不同需要进行信号的电平转换;

(3). 变换后的转子位置信号送往DSP信号处理接口;

(4). DSP的“计数器单元”把从编码器中读出的参考点相邻两个点的脉冲个数,计算出弧线电机当前转子的绝对位置信息;

(5). DSP处理器根据当前弧线电机当前转子的绝对位置信息经信号处理和计算,应用矢量控制方法,给电机定子施以与转子磁极位置相适应的三相电流,使大型天文望远镜拼接式弧线驱动电机可以正常工作和运行。

7. 根据权利要求6所述的用于大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动的转子位置检测系统的检测方法,其特征在于,DSP的“计数器单元”,步骤(4)的DSP计数单元是根据多参考点相邻两个点的脉冲个数及DSP计数器的值,计算出当前弧线电机当前转子的绝对位置信息。

大型拼接式弧线电机转子精确位置检测系统及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种拼接式弧线电机转子磁极精确位置检测,具体涉及一种用于大型天文望远镜机架驱动所用的拼接式弧线永磁同步电机转子磁极位置检测系统;本发明还涉及这种转子磁极位置检测系统的检测方法。本发明为国家自然科学基金项目11303065资助。

背景技术

[0002] 随着望远镜口径的增加,望远镜本体的体积、自重也持续增加,望远镜的静阻力矩、动态惯性矩随着望远镜的口径增大呈四次方关系增加、非线性的风阻力矩也成为不能忽略突加负载,与一般电机负载特点不同,大型天文望远镜的直接驱动负载具有静态负载力矩大、有规律变化的动态力矩和无规律的负载变化力矩大等特点,给实时控制大型天文望远镜并具有良好的动态性能的超低速高精度运行带来很大的困难。世界上越来越多的大型天文望远镜都开始采用拼接式电机直接驱动技术驱动机架,以增加电机驱动电磁力矩、增强控制系统带宽、简化结构,从而提高望远镜的跟踪精度。目前国际上大型望远镜成功采用拼接式电机进行直接驱动的大型光学望远镜主要有欧南台的甚大望远镜(Very Large Telescope,缩写为VLT),日本的昴星团Subaru望远镜和西班牙等国的加那利大型望远镜(Gran Telescopio Canarias,缩写为GTC)。国际上在研的大型光学望远镜TMT也都计划采用该技术,世界上迄今为止规模最大的阿塔卡玛大型毫米波天线阵(Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array,缩写为ALMA)也采用的是拼接式电机直接驱动技术。这些大口径望远镜的驱动电机都采用圆盘型拼接直线电机完成直接驱动,VLT是最先使用拼接式直线电机进行直接驱动的望远镜,很多拼接式直接驱动的望远镜都借鉴它的技术,ALMA是借鉴该技术的射电干涉阵望远镜,而GTC也是采用正弦波的线性永磁同步电机。从同步电机的运行原理可以看出,普通高速旋转的同步电机的磁极较少,通常采用混合式光电编码器,编码器具有A、B、Z信号和与转子磁极相对应的“绝对编码器”的码道,获得了确切的转子(磁极)的位置,运行矢量控制,在相应位置时,给定子施加幅值、相位合适的三相电流,使电机能够像直流电机一样进行调速、完成电机的精确位置跟踪和控制。但直接驱动大型天文望远镜时,需要采用拼接式直接驱动电机,以增大力矩输出,减少装配工作量,同时需要满足望远镜转速低、力矩波动小的要求,需要采用几百、几千对磁极的转子设计来完成。拼接式直接驱动电机的直径达到10~30米之多,没有相适应的混合式编码器可以选用,由于工艺和材料的制约,光电编码器公司也无法按常规的方法制作成拼接式弧线驱动电机专用的混合式光电编码器。

发明内容

[0003] 本发明将提供一种用于大型天文望远镜拼接式弧线电机转子位置检测系统。为满足大型天文望远镜精密跟踪运行时拼接式弧线电机的正常工作,实时检测弧线电机转子精确磁极位置是实现拼接式弧线永磁同步电机的矢量控制技术的关键。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的方案是：一种用于大型天文望远镜拼接式弧线电机转子位置检测系统(也可称为：用于大型天文望远镜机架驱动所用的拼接式弧线永磁同步电机驱动的转子磁极位置检测系统)，大型天文望远镜的驱动电机采用拼接式弧线电机，在该拼接式弧线电机转子上设有光电编码器，其特征在于，所述的光电编码器是采用有多个参考点的增量式光电编码器；多个参考点的增量式光电编码器的输出，经光电耦合隔离后，用长线驱动器对信号功率缓冲，经变换后把转子位置信号送往DSP相关接口。

[0005] 所述的有多个参考点的增量式光电编码器是商用的高分辨率编码器，是增量式编码器的高等级产品；

[0006] 增量式编码器是一种光电位置(速度)检测传感器，通常增量式光电编码器有A、B、R三个增量信号，A、B信号主要用于测量全圆周范围内的增量位置，它通过“计数器”电子测量电路来实现位置计数的(现在也常采用单片机、DSP器件和工业计算机来完成这一工作)。通过位置计数可以实现所测量对象的圆周位置的具体位置，但不能测量的对象一共旋转了多少圈，这个功能是由编码器的R“零线”码辅以计数器来完成整周数的计数。高分辨率编码器为了提高位置分辨率，除了采用精细的光学刻度外，还普遍采用电子细分技术来提高测量的分辨能力，这种细分技术的分辨率虽然较高但不能如光学细分那样具有较好的位置同一性，在瞬时位置变化时，有时会产生位置的误差，小型光电编码器因为安装在小型设备中，可以比较快的采用R线了进行修正。高分辨率编码器经常使用在转速相对较慢的大型仪器设备上，采用1/R的形式可能在相当多的位置区域都会产生位置累计误差。因此近年来一些编码器公司推出了具有多个“零”线(参考点)的商用编码器，它可以在比较小的位置范围上使这种位置计数的累计误差获得精确的修正。

[0007] 所述的应用在拼接式弧线电机上的编码器，兼有“绝对位置”和相对位置的“混合式”的专用编码器，目前编码器公司能够提供的是一种设有多个参考点的高分辨率编码器，根据编码器的刻线数不同具有不同个数的“参考点”。由于电机设计的转子磁极配置、定子绕组的连接方式、矢量控制要多个单元电机的拼接位置等原因，所述的设有多个参考点的编码器的参考点位置数与并不一定就是与矢量计算的位置数，参考点的位置也不是转子磁极位置值。因此，必须解决大型拼接式弧线电机转子精确位置检测系统及其检测方法，它是大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动控制必须解决的关键技术之一。

[0008] 本发明的进一步改进，有以下优化方案：

[0009] 1、所述的有多个参考点的增量式光电编码器是采用与转轴同轴系安装的、整圆的、带多个参考点的光电编码器；

[0010] 2、所述的编码器信号处理是采用硬件抗干扰和数字滤波后的编码器信号通过长线驱动器功率缓冲处理信号；

[0011] 3、在所述的拼接式弧线电机的转子磁极位置是由DSP器件中的“计数器单元”来完成计算的。根据光电编码器的参考点中相邻两个点的脉冲个数计算当前参考点，根据当前参考点的位置值及dsp中的“计数器单元”的计数值的值计算出弧线电机当前转子磁极的精确位置。

[0012] 4、在所述光电编码器与DSP相关接口之间，还设有正弦信号细分，光电编码器输出正弦信号，由商用光电编码器提供的专用细分器处理成A、B、R三路脉冲信号，其中A、B信号相差90°，R就是所选光电编码器的参考点信号。

[0013] 5、所述的拼接式弧线电机是大直径、多极的拼接式弧线永磁同步电机。

[0014] 换言之,本发明电机转子磁极位置检测的系统是利用DSP位置计算接口,选用有多个参考点的增量式光电编码器,经信号处理和计算,应用矢量控制方法,给电机定子施以与转子磁极位置相适应的三相电流,使大型天文望远镜拼接式弧线驱动电机可以正常工作和运行。

[0015] 完成本申请第2个发明任务的技术方案是,上述用于大型天文望远镜拼接式弧线电机驱动的转子位置检测系统的检测方法,其特征在于,步骤如下:

[0016] (1).大型天文望远镜拼接式弧线驱动电机的转子上设有多个参考点的光电编码器,光电编码器经细分后输出A、B、R三组信号,并进行滤波处理;

[0017] (2).滤波处理后的信号经光电耦合隔离后,用长线驱动器对信号功率缓冲;应对编码器输出信号电平和DSP器件的外加电压不同需要进行信号的电平转换;

[0018] (3).转子位置经光电编码器并进行变换后的信号送往DSP信号处理接口;

[0019] (4).DSP的“计数器单元”把从编码器中读出的参考点相邻两个点的脉冲个数,计算出弧线电机当前转子的绝对位置信息;

[0020] (5). DSP处理器根据当前弧线电机当前转子的绝对位置信息经信号处理和计算,应用矢量控制方法,给电机定子施以与转子磁极位置相适应的三相电流,使大型天文望远镜拼接式弧线驱动电机可以正常工作和运行。

[0021] 换言之,本发明电机转子磁极位置检测的系统是利用DSP位置计算接口,选用有多个参考点的增量式光电编码器,经信号处理和计算,应用矢量控制方法,给电机定子施以与转子磁极位置相适应的三相电流,使大型天文望远镜拼接式弧线驱动电机可以正常工作和运行。

[0022] 大型天文望远镜的驱动采用的多极拼接式弧线电机是永磁同步电机,根据望远镜驱动的负载性质、力矩和波动大小、速度跟踪范围、跟踪精度要求,选择拼接式弧线电机的转子磁极对数。选择合适的光电编码器的分辨率和参考点数,与永磁同步电机的极对数相匹配,快速检测出拼接式弧线电机转子磁极位置。图1是本发明的转子磁极位置检测方法硬件实现框图。

[0023] 本发明的有益效果是:多个参考点的光电编码器可以应用到任意尺寸的拼接式弧线电机进行电机转子磁极位置检测,并根据转子的磁极对数选择相应的参考点数,以简化转子位置计算,节约控制的计算速度,达到快速、准确、简单检测转子磁极位置的目的。

附图说明

[0024] 图1转子磁极位置检测硬件处理框图;

[0025] 图2 多参考点的编码器示意图;

[0026] 图3大型天文望远镜转子位置检测流程图;

[0027] 图4为细分AB数字正弦信号曲线图。

具体实施方式

[0028] 实施例1,大型天文望远镜拼接式弧线电机转子磁极位置的检测系统,拼接式弧线电机是自主研发的多极永磁同步电机,本发明是设计该拼接式弧线电机的转子磁极位置检

测系统,要求能快速、简单、实时检测出永磁同步电机转子磁极位置,应用矢量控制方法,按照实时测试到的转子磁极的精确位置,控制定子绕组的三相电流幅值和相位,保证大型天文望远镜驱动系统平稳运行。

[0029] 该系统首先对有多个参考点的增量式编码器信号细分、抗干扰处理,送给DSP的编码器信号处理接口,由DSP换算成拼接式弧线电机转子磁极的电角度精确位置,从而实现拼接式弧线电机转子磁极位置检测,根据同步电动机矢量控制方法和转子磁极的实际位置,实时控制定子绕组的电流幅值和相位,保证拼接式弧线电机输出足够大的电磁力矩,驱动大型天文望远镜。根据图2示情况可以利用DSP的脉冲计数功能将相邻两个参考点的总脉冲数计出,利用公式(1)算出当前参考点在光栅尺上的绝对位置,并配合dsp计数器的值,根据所用电机计算出电机转子磁极的实际位置。由于所用的拼接式弧线电机直径大,本系统采用霍尔传感器初步测出转子磁极的位置,电机转动编码器移过两个参考点后,利用当前参考点的绝对位置叠加转子初始位置和当前参考点后走过的脉冲计算出编码器实际位置(公式2,每次移过相邻两参考点时相对零点的脉冲数为:

$$[0030] \quad N_{\text{ref}} = (\text{abs}A - \text{sgn} A - 1) \frac{I}{2} + (\text{sgn} A - \text{sgn} D) \frac{\text{abs}M_{\text{ref}}}{2} \quad (1)$$

$$[0031] \quad \text{Count} = N_{\text{ref}} \times \text{Subdivide} \pm T2CNT + \text{theta}0 \quad (2)$$

[0032] 其中的 $A = 2\text{abs}M_{\text{ref}} - I$, M_{ref} 是移过的参考点间的被测脉冲数, I 是编码器固定增量脉冲数(如图2中所示取1000), D 是运行方向。根据以上公式可计算出当前转子位置的脉冲个数,由拼接式弧线电机的磁极数换算成电机转子的电角度,实现拼接式弧线电机的矢量控制。大型天文望远镜拼接式弧线电机转子磁极位置检测系统运行流程如图3所示。

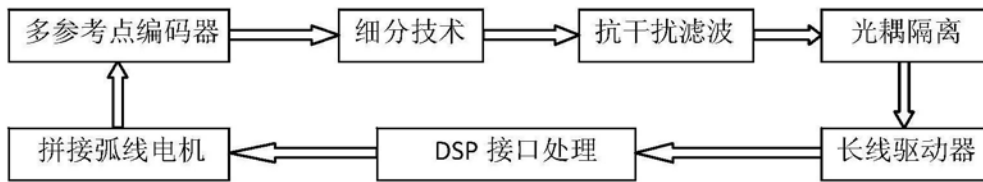


图1

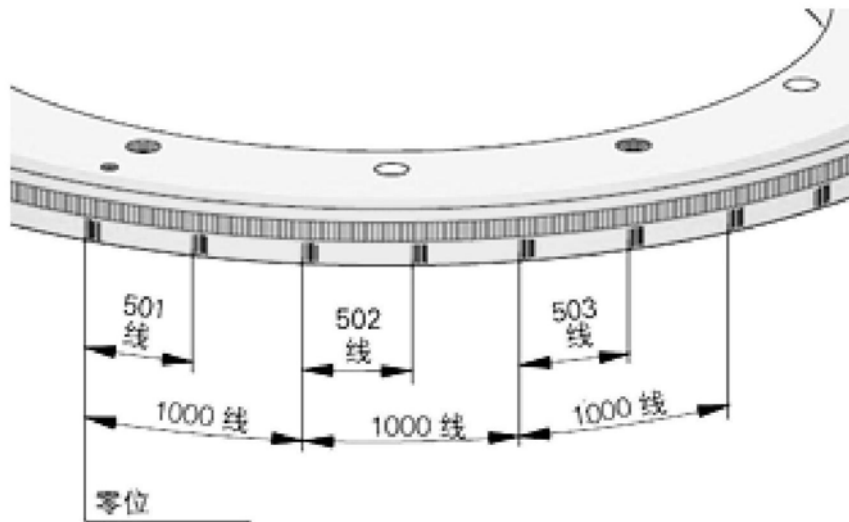


图2

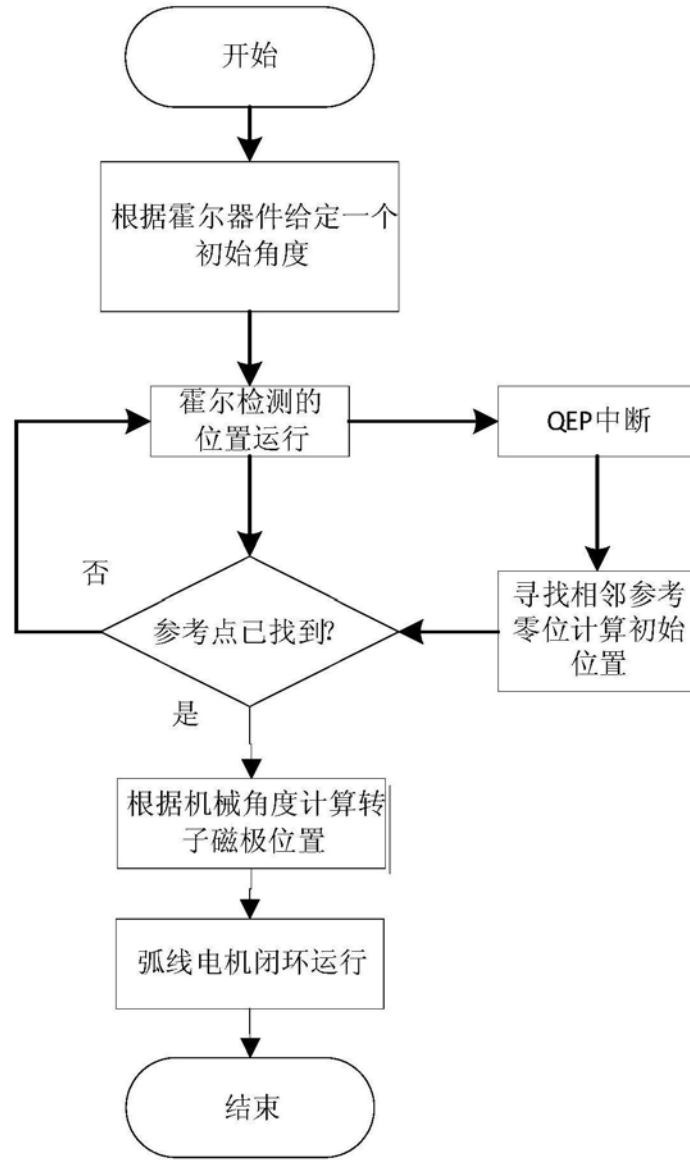


图3

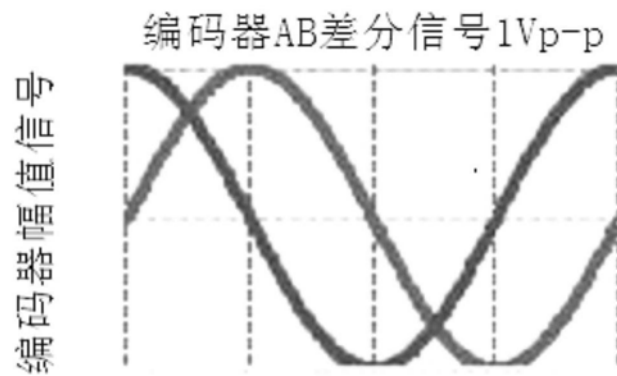


图4