



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113607072 B

(45) 授权公告日 2024.03.15

(21) 申请号 202110932786.0

H01Q 1/12 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.13

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113607072 A

CN 105486276 A, 2016.04.13

JP 2011256904 A, 2011.12.22

CN 105406193 A, 2016.03.16

(43) 申请公布日 2021.11.05

CN 111102347 A, 2020.05.05

CN 106289087 A, 2017.01.04

(73) 专利权人 中国科学院新疆天文台  
地址 830011 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市  
市新市区科学一街150号

WO 2014134688 A1, 2014.09.12

US 5979259 A, 1999.11.09

(72) 发明人 许谦 许多祥 王娜

JP 2006292498 A, 2006.10.26

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

李宁等. 基于DUEA的天线伺服控制系统  
仿真.《航空学报》.2021, 第235-242页.

专利代理师 姚咏华

付丽;张一凡;耿旭光;张亚林;虞林峰;赵均  
红;孙庆余;蒋甬斌;孙云霞;凌权宝;范庆元;刘  
庆会. TM65m天线悬挂式俯仰驱动结构健康  
监测. 天文学进展. 2016, (03), 本文全文.

(51) Int. Cl.

G01B 11/14 (2006.01)

G01B 5/16 (2006.01)

H01Q 3/04 (2006.01)

审查员 龚玉蓉

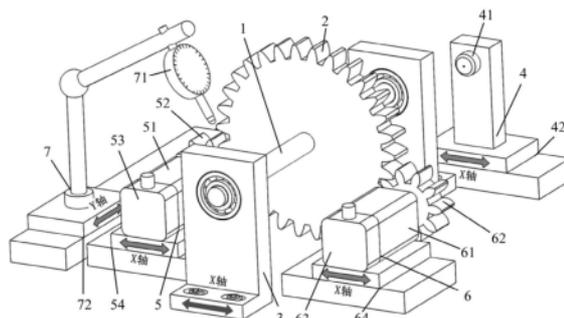
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

## (54) 发明名称

大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构及校准方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构及校准方法,包括俯仰轴、俯仰齿轮、单目摄影系统、左、右侧驱动系统、接触测量系统和控制器;俯仰轴穿过俯仰齿轮同轴固定;单目摄影系统与俯仰齿轮非接触测量,接触测量系统与俯仰齿轮接触测量,调节俯仰齿轮与俯仰轴的同轴度;左、右侧驱动系统的驱动齿轮分别与俯仰齿轮两侧啮合,通过对比驱动齿轮单齿轮正反转和双齿轮配合交替正反转,获得对俯仰齿轮转动误差,分别将误差值作为补偿值反馈至左和/或右驱动系统,校准左和/或右驱动系统中由于齿隙造成的误差。本发明结构简单,通过向驱动系统反馈单目摄影系统和驱动系统之间的差值,可分别校准两种工况下传动系统中齿隙造成的误差。



CN 113607072 B

1. 一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,其特征在于,包括俯仰轴、俯仰齿轮、单目摄影系统、左侧驱动系统、右侧驱动系统、接触测量系统和控制器;其中:

俯仰轴穿过俯仰齿轮,且与所述俯仰齿轮同轴固定连接;

单目摄影系统与俯仰齿轮非接触测量,接触测量系统与俯仰齿轮接触测量,调节俯仰齿轮与俯仰轴的同轴度;

左侧驱动系统和右侧驱动系统分别位于俯仰齿轮两侧并与其对称,左侧驱动系统和右侧驱动系统驱动齿轮分别与俯仰齿轮两侧啮合;

通过控制器对比驱动齿轮单齿轮正反转和双齿轮配合交替正反转,获得对俯仰齿轮转动误差,分别将误差值作为补偿值反馈至左和/或右驱动系统,校准左和/或右驱动系统中由于齿隙造成的误差;

当左、右侧驱动系统单侧电机正反转,左、右侧驱动系统获取编码器输出的信号与单目摄影系统输出的信号之间的差值,作为补偿值校准分别左右侧驱动系统;

当双侧电机配合交替正反转时,左、右侧驱动系统分别获取编码器输出的信号与单目摄影系统输出的信号,得到信号差值,控制器分别对该驱动系统中由于齿隙造成的误差进行校准。

2. 根据权利要求1所述的一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,其特征在于,俯仰轴通过支撑架支撑穿过俯仰齿轮,支撑架能够沿X轴方向移动。

3. 根据权利要求1所述的一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,其特征在于,单目摄影系统位于俯仰齿轮Y轴方向,单目摄影系统包括CCD相机和X轴移动台,CCD相机固定于X轴移动台上沿俯仰齿轮X轴方向移动。

4. 根据权利要求3所述的一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,其特征在于,俯仰齿轮朝向单目摄影系统的一侧贴有靶标。

5. 根据权利要求1所述的一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,其特征在于,左、右侧驱动系统分别包括驱动电机、驱动齿轮、编码器和X轴移动台,驱动电机固定于X轴移动台上方,驱动电机输出轴连接驱动齿轮,驱动齿轮啮合驱动俯仰齿轮;通过X轴移动台调节啮合齿隙。

6. 根据权利要求1所述的一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,其特征在于,接触测量系统包括千分尺和Y轴移动台,千分尺位于Y轴移动台顶部,Y轴移动台能够沿Y轴方向移动,千分尺与俯仰轴在测量状态下轻微接触。

7. 根据权利要求6所述的一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,其特征在于,千分尺通过延伸臂固定于Y轴移动台顶部,延伸臂为弯折臂。

8. 一种权利要求1-7任一项所述机构的大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准方法,其特征在于,包括:

接触测量系统与俯仰齿轮接触测量,通过支撑架移动调节俯仰齿轮与俯仰轴两端轴承同轴;

单目摄影系统与俯仰齿轮非接触测量,通过CCD相机获取俯仰齿轮靶标位置,得到俯仰齿轮的偏差值;

当左右侧驱动系统单侧电机正反转,左右侧驱动系统获取编码器输出的信号与单目摄影系统输出的信号之间的差值,作为补偿值校准分别左右侧驱动系统;

当双侧电机配合交替正反转时,左、右侧驱动系统分别获取编码器输出的信号与单目摄影系统输出的信号,得到信号差值,控制器分别对该驱动系统中由于齿隙造成的误差进行校准。

9. 根据权利要求8所述的一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准方法,其特征在于,左侧驱动系统的第一驱动齿轮、俯仰齿轮与右侧驱动系统的第二驱动齿轮始终啮合;

左侧驱动系统的第一驱动电机正转,第一编码器输出的脉冲信号X;右侧驱动系统的第二驱动电机反转,第二编码器输出信号脉冲Y;

单目摄影系统输出俯仰轴的旋转脉冲信号Z;

脉冲信号X与脉冲信号Z之间的差值 $\alpha$ 反馈至左侧驱动系统,左侧驱动系统校准由该系统齿隙造成的误差;

脉冲信号Y与脉冲信号Z之间的差值 $\beta$ 反馈至右侧驱动系统,右侧驱动系统校准由该驱动系统齿隙造成的误差。

10. 根据权利要求9所述的一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准方法,其特征在于,脉冲信号X与脉冲信号Z之间的差值 $\alpha$ 满足: $\alpha=Z-X$ ;

脉冲信号Y与脉冲信号Z之间的差值 $\beta$ 满足: $\beta=Z-Y$ 。

## 大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构及校准方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于天文装备误差校准机构,具体涉及大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构及校准方法。

### 背景技术

[0002] 指向误差的测量与校准技术作为改进大天线定位精度的重要手段,是当前研究的一项重要课题。在天线执行观测任务时,根据观测要求,需实时进行俯仰动作,俯仰动作反映到俯仰齿轮上是其实现正反转功能。

[0003] 目前,在大天线俯仰齿轮的传动系统中,通常采用常见的齿轮传动。即电机扭矩通过小齿轮传至俯仰齿轮,带动天线执行俯仰动作。实现俯仰齿轮的正反转,可以是单电机正反转或双电机配合交替正反转。然而,这种传动方式存在以下问题:

[0004] 1) 传动齿轮啮合时会有齿隙存在,不同大小的齿隙将会造成不同程度的误差,在实际工况下,齿隙往往不可控制,缺乏相应的补偿机制和校准方法;

[0005] 2) 双电机配合交替正反转相较于单电机正反转,可有效消除齿隙误差,但两种工况下的齿隙误差形成机理相对复杂,因而无法对其进行准确的校准。

### 发明内容

[0006] 为了测量并校准大口径天线传动系统在单电机正反转和双电机配合交替正反转两种情况下,传动齿轮齿隙对天线指向误差的影响,本发明设计了一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,并提供了一种对应该系统的误差校准方法,本发明通过向驱动系统反馈单目摄影系统和驱动系统之间的差值,可分别校准两种工况下传动系统中齿隙造成的误差,校准准确率高。

[0007] 本发明是通过下述技术方案来实现的。

[0008] 本发明一方面,提供了一种大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准机构,包括俯仰轴、俯仰齿轮、单目摄影系统、左侧驱动系统、右侧驱动系统、接触测量系统和控制器;其中:

[0009] 俯仰轴穿过俯仰齿轮,且与所述俯仰齿轮同轴固定连接;

[0010] 单目摄影系统与俯仰齿轮非接触测量,接触测量系统与俯仰齿轮接触测量,调节俯仰齿轮与俯仰轴的同轴度;

[0011] 左侧驱动系统和右侧驱动系统分别位于俯仰齿轮两侧并与其对称,左侧驱动系统和右侧驱动系统的驱动齿轮分别与俯仰齿轮两侧啮合;

[0012] 通过控制器对比驱动齿轮单齿轮正反转和双齿轮配合交替正反转,获得对俯仰齿轮转动误差,分别将误差值作为补偿值反馈至左和/或右驱动系统,校准左和/或右驱动系统中由于齿隙造成的误差。

[0013] 对于上述技术方案,本发明还有进一步优选的方案:

[0014] 优选的,俯仰轴通过支撑架支撑穿过俯仰齿轮,支撑架能够沿X轴方向移动。

[0015] 优选的,单目摄影系统位于俯仰齿轮Y轴方向,单目摄影系统包括CCD相机和X轴移动台,CCD相机固定于X轴移动台上沿俯仰齿轮X轴方向移动。

[0016] 优选的,俯仰齿轮朝向单目摄影系统的一侧贴有靶标。

[0017] 优选的,左、右侧驱动系统分别包括驱动电机、驱动齿轮、编码器和X轴移动台,驱动电机固定于X轴移动台上方,驱动电机输出轴连接驱动齿轮,驱动齿轮啮合驱动俯仰齿轮;通过X轴移动台调节啮合齿隙。

[0018] 优选的,接触测量系统包括千分尺和Y轴移动台,千分尺位于Y轴移动台顶部,Y轴移动台能够沿Y轴方向移动,千分尺与俯仰轴在测量状态下轻微接触。

[0019] 优选的,千分尺通过延伸臂固定于Y轴移动台顶部,延伸臂为弯折臂。

[0020] 本发明另一方面,提供了一种所述机构的大天线缩比平台传动系统齿隙误差校准方法,包括:

[0021] 接触测量系统与俯仰齿轮接触测量,通过支撑架移动调节俯仰齿轮与俯仰轴两端轴承同轴;

[0022] 单目摄影系统与俯仰齿轮非接触测量,通过CCD相机获取俯仰齿轮靶标位置,得到俯仰齿轮的偏差值;

[0023] 当左右侧驱动系统单侧电机正反转,左右侧驱动系统获取编码器输出的信号与单目摄影系统输出的信号之间的差值,作为补偿值校准分别左右侧驱动系统;

[0024] 当双侧电机配合交替正反转时,左、右侧驱动系统分别获取编码器输出的信号与单目摄影系统输出的信号,得到信号差值,控制器分别对该驱动系统中由于齿隙造成的误差进行校准。

[0025] 优选的,左侧驱动系统的第一驱动齿轮、俯仰齿轮与右侧驱动系统的第二驱动齿轮始终啮合;

[0026] 左侧驱动系统的第一驱动电机正转,第一编码器输出的脉冲信号X;右侧驱动系统的第二驱动电机反转,第二编码器输出脉冲信号Y;

[0027] 单目摄影系统输出俯仰轴的旋转脉冲信号Z;

[0028] 脉冲信号X与脉冲信号Z之间的差值 $\alpha$ 反馈至左侧驱动系统,左侧驱动系统校准由该系统齿隙造成的误差;

[0029] 脉冲信号Y与脉冲信号Z之间的差值 $\beta$ 反馈至右侧驱动系统,右侧驱动系统校准由该驱动系统齿隙造成的误差。

[0030] 脉冲信号X与脉冲信号Z之间的差值 $\alpha$ 满足: $\alpha=Z-X$ ;

[0031] 脉冲信号Y与脉冲信号Z之间的差值 $\beta$ 满足: $\beta=Z-Y$ 。

[0032] 本发明的齿隙误差校准机构在研究大天线传动机构齿隙误差影响机理,校准和改善大天线指向精度方面有如下优点:

[0033] 在本发明中,通过引入摄影测量这一非接触测量系统,可以减少安装传感器带来的额外误差因素。同时非接触系统可通过平移台进行单自由度移动,可以更准确的在俯仰齿轮侧面找到靶标。

[0034] 在本发明中,俯仰轴两端支撑架的同轴度通过接触测量系统中的千分尺进行测量和调节,减少了实验前期俯仰轴两端支架不同轴带来的误差。

[0035] 在本发明中,俯仰齿轮左右两侧分别有驱动系统,用来更方便快速的对比单齿轮

正反转和双齿轮配合交替正反转的工况下,造成俯仰齿轮转动误差的因素。

[0036] 在本发明中,俯仰齿轮与其左右两侧驱动齿轮间的齿隙,可以分别通过X轴移动台进行调节控制。方便分析在不同齿隙下,单齿轮正反转对俯仰齿轮转动造成的影响。

### 附图说明

[0037] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的不当限定,在附图中:

[0038] 图1为本实施例中校准机构的三维示意图;

[0039] 图2为本发明中齿隙误差校准原理图;

[0040] 图3为本发明脉冲信号X与脉冲信号Z之间的差值 $\alpha$ 逻辑关系图;

[0041] 图4为本发明脉冲信号Y与脉冲信号Z之间的差值 $\beta$ 逻辑关系图。

[0042] 图中:1、俯仰轴;2、俯仰齿轮;3、支撑架;4、单目摄影系统;41、CCD相机;42、X轴移动台;5、左侧驱动系统;51、第一驱动电机;52、第一驱动齿轮;53、第一编码器;54、第一X轴移动台;6、右侧驱动系统;61、第二驱动电机;62、第二驱动齿轮;63、第二编码器;63、第二X轴移动台;7、接触测量系统;71、千分尺;72、Y轴移动台。

### 具体实施方式

[0043] 下面将结合附图以及具体实施例来详细说明本发明,在此本发明的示意性实施例以及说明用来解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0044] 结合图1所示,本实施例提供的校准机构,包括俯仰轴1、俯仰齿轮2、支撑架3、单目摄影系统4、左侧驱动系统5、右侧驱动系统6、接触测量系统7和控制器。其中,俯仰轴1通过支撑架3支撑穿过俯仰齿轮2,且与俯仰齿轮2同轴固定连接。支撑架3可以沿X轴方向移动,且通过两螺栓进行固定。单目摄影系统4位于俯仰齿轮2后方(Y轴方向),左侧驱动系统5和右侧驱动系统6分别位于俯仰齿轮2左右两侧(X轴方向),且关于俯仰轴1呈对称分布,接触测量系统7位于俯仰齿轮2左侧。

[0045] 结合图1和图2所示,单目摄影系统4包括CCD相机41和X轴移动台42和底板。其中,CCD相机41固定于X轴移动台42上方,单目摄影系统4中的X轴移动台41可将固定于其上方的CCD相机41沿X轴方向移动,使得CCD相机41在俯仰齿轮2上找到所需的靶标。在定位并测量俯仰齿轮2的转角前,X轴移动台42可沿X轴方向进行位置调节。俯仰齿轮2朝向单目摄影系统4的一侧贴有靶标,单目摄影系统4中的CCD相机41记录并处理俯仰齿轮2的位置信息,反馈脉冲信号Z。当俯仰齿轮2转动时,CCD相机41记录并处理其运动信息,输出脉冲信号Z。

[0046] 结合图1和图2所示,左侧驱动系统5包括第一驱动电机51、第一驱动齿轮52、第一编码器53和第一X轴移动台54。其中,第一驱动电机51固定于第一X轴移动台54上方,第一驱动电机51输出轴连接第一驱动齿轮52。第一驱动齿轮52为主动齿轮,俯仰齿轮2为从动齿轮,两者呈啮合状态,且可通过第一X轴移动台54调节啮合齿隙。左侧驱动系统5中的第一X轴移动台54可将固定于其上方的第一驱动电机51沿X轴方向移动,进而调节该系统中第一驱动齿轮52与俯仰齿轮2之间的齿隙。左侧驱动系统5的第一编码器51记录该系统中第一驱动电机51的转动角度并反馈脉冲信号X;当第一驱动电机51接收到脉冲指令旋转时,安装于其后方的第一编码器53输出相应的脉冲信号X。

[0047] 右侧驱动系统6包括第二驱动电机61、第二驱动齿轮62、第二编码器63和第二X轴移动台64,在结构上与左侧驱动系统5类似。右侧驱动系统6中的第二X轴移动台64可将固定于其上方的第二驱动电机61沿X轴方向移动,进而调节该系统中第二驱动齿轮62与俯仰齿轮2之间的齿隙。右侧驱动系统6的第二编码器63记录该系统中第二驱动电机61的转动角度并反馈脉冲信号Y;当第二驱动电机61接收到脉冲指令旋转时,安装于其后方的第二编码器63输出相应的脉冲信号Y。

[0048] 结合图1所示,接触测量系统7包括千分尺71和Y轴移动台72。其中,千分尺71通过支架固定于Y轴移动台72上方。触测量系统7中的Y轴移动台72可将固定于其上方的千分尺71沿Y轴方向移动,千分尺71与俯仰轴1在测量状态下轻微接触。在校准结构工作前,需要对俯仰轴1进行接触测量,此时,接触测量系统7中的千分尺71随Y轴移动台72对俯仰轴1进行移动测量,千分尺71测量俯仰轴1两端沿X轴方向的相对位置,通过支撑架3调节俯仰轴1一端位置,以保证俯仰轴1两端的轴承同轴。

[0049] 在本实施例中,当单侧电机执行正反转动作,例如第一驱动电机51正反转时,第一编码器53输出的脉冲信号X与单目摄影系统4输出的脉冲信号Z之间存在差值 $\alpha$ ,该差值反映了单侧电机正反转时齿隙造成的误差,将差值 $\alpha$ 作为补偿值反馈至驱动系统,可通过控制器校准该驱动系统中由于齿隙造成的误差。当双侧电机配合交替正反转时,例如第一驱动电机51正转,第一编码器53输出的脉冲信号X,反转动作由右侧第二驱动电机61执行,第二编码器63输出脉冲信号Y。此过程中,第一驱动齿轮52、俯仰齿轮2和第二驱动齿轮62始终啮合。脉冲信号X与脉冲信号Z之间的差值 $\alpha$ 反馈至左侧驱动系统,可通过控制器校准该驱动系统中由于齿隙造成的误差,脉冲信号Y与脉冲信号Z之间的差值 $\beta$ 反馈至右侧驱动系统,可通过控制器校准该驱动系统中由于齿隙造成的误差。

[0050] 如图3、图4所示,上述齿隙之间的误差可以通过如逻辑关系表示:

[0051] 脉冲信号X与脉冲信号Z之间的差值 $\alpha$ 在系统中的逻辑关系满足: $\alpha = Z - X$ ;

[0052] 脉冲信号Y与脉冲信号Z之间的差值 $\beta$ 在系统中的逻辑关系满足: $\beta = Z - Y$ 。

[0053] 由以上实施例可以看出,本发明结构能够准确的校准齿轮啮合时产生齿隙造成不同程度的误差,从而为大天线定位精度、指向误差的测量与校准提供一种可靠的校准装置。

[0054] 本发明并不局限于上述实施例,在本发明公开的技术方案的基础上,本领域的技术人员根据所公开的技术内容,不需要创造性的劳动就可以对其中的一些技术特征作出一些替换和变形,这些替换和变形均在本发明的保护范围内。

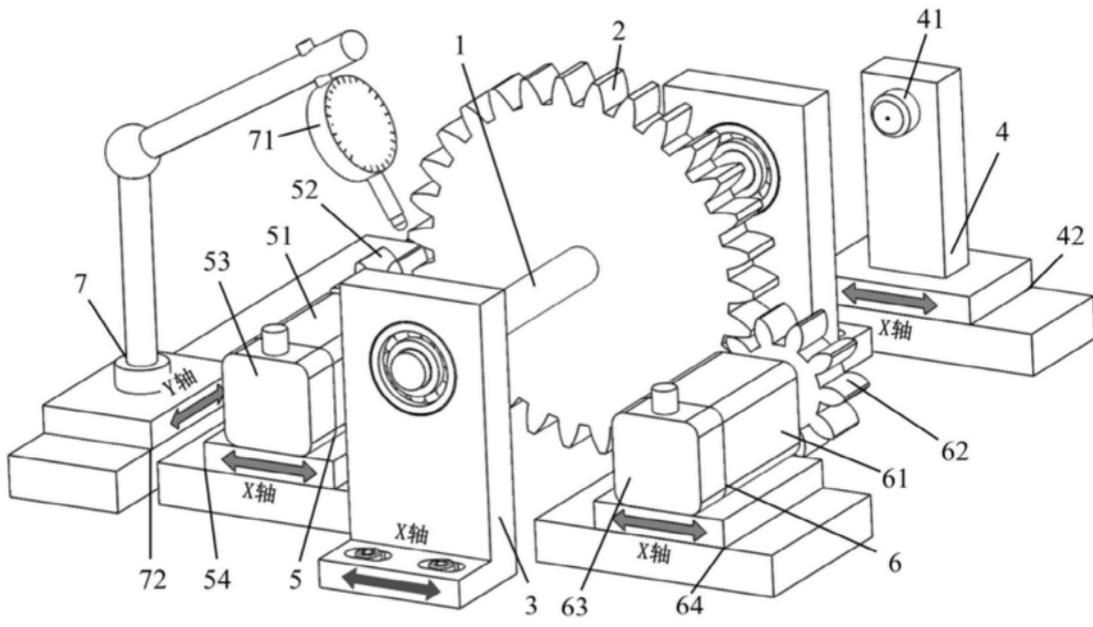


图1

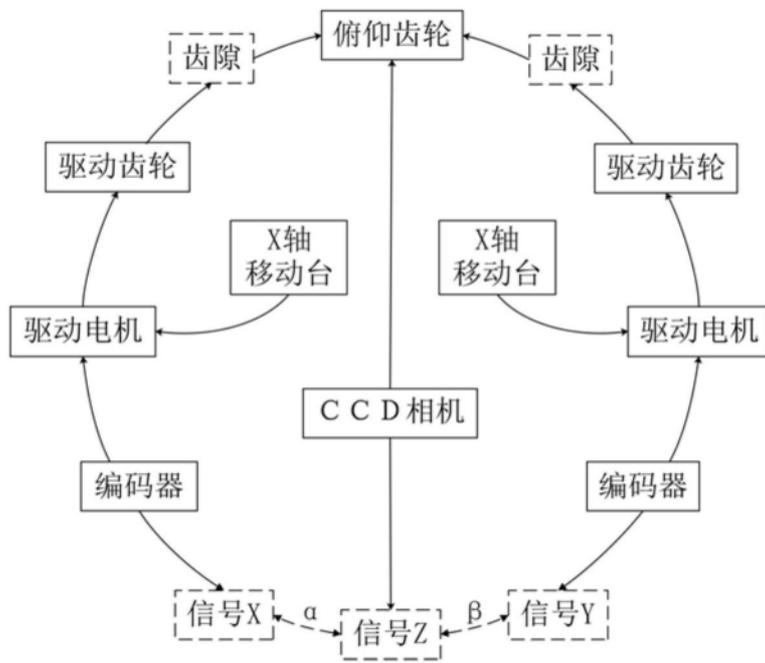


图2

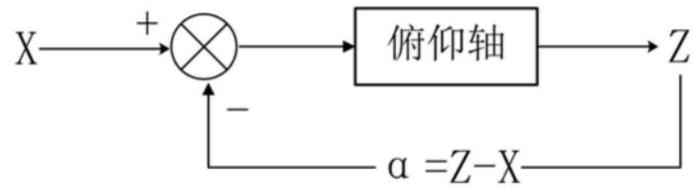


图3

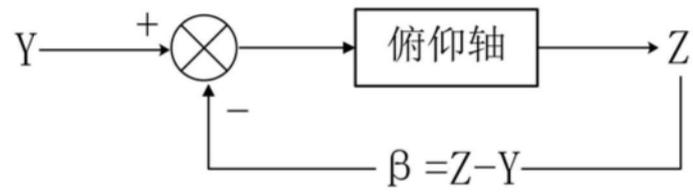


图4