



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119439433 B

(45) 授权公告日 2025.09.12

(21) 申请号 202411691621.9

(22) 申请日 2024.11.25

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119439433 A

(43) 申请公布日 2025.02.14

(73) 专利权人 中国科学院南京天文光学技术研究  
所

地址 210042 江苏省南京市玄武区板仓街  
188号

(72) 发明人 乐中宇 贺长志 黄小林 张凯

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

专利代理师 陈卓

(51) Int. Cl.

G02B 7/18 (2021.01)

(56) 对比文件

CN 107290839 A, 2017.10.24

CN 107861233 A, 2018.03.30

审查员 解倩倩

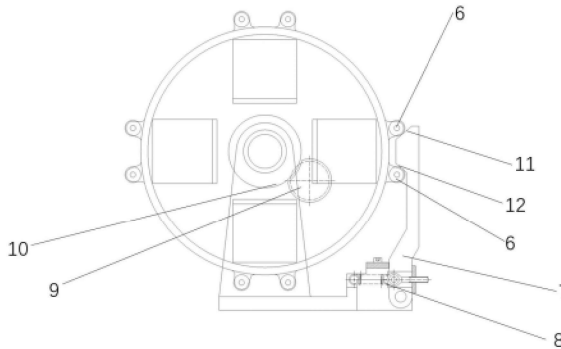
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种棱镜切换装置

(57) 摘要

本发明涉及一种棱镜切换装置,包括棱镜轮、中心轴、传动系统、机械定位与锁定装置;棱镜轮呈圆盘状,棱镜轮围绕中心轴旋转,在棱镜轮的圆盘部分均匀分布多个供安装棱镜的孔洞;中心轴的顶端和机械定位与锁定装置相连;传动系统包括电机、小齿轮和大齿轮,电机的电机轴与小齿轮连接,小齿轮的外侧设有缺口,小齿轮与大齿轮啮合,大齿轮安装在棱镜轮的底部,直接与棱镜轮相连;机械定位与锁定装置包括摆臂、弹簧以及卡位边缘,摆臂设置在棱镜轮的外部,顶部设有卡位边缘,弹簧与摆臂的另一端相连。通过该装置,棱镜切换过程更加平稳,棱镜重复定位准确,提高了系统的可靠性。



1. 一种棱镜切换装置,其特征在于:包括棱镜轮、中心轴、传动系统、机械定位与锁定装置;所述棱镜轮呈圆盘状,可安装多个棱镜,棱镜轮围绕中心轴旋转,在棱镜轮的圆盘部分均匀分布多个供安装棱镜的孔洞;中心轴的顶端和机械定位与锁定装置相连;传动系统包括电机、小齿轮和大齿轮,电机的电机轴与小齿轮连接,小齿轮的外侧设有缺口,小齿轮与大齿轮啮合,大齿轮安装在棱镜轮的底部,直接与棱镜轮相连;机械定位与锁定装置包括摆臂、弹簧以及卡位边缘,摆臂设置在棱镜轮的外部,顶部设有卡位边缘,弹簧与摆臂的另一端相连,在棱镜轮旋转时,卡位边缘在摆臂的移动下脱离棱镜轮,在棱镜轮旋转到下一个棱镜位置时,摆臂在弹簧的作用下移动,卡位边缘锁定棱镜轮。

2. 根据权利要求1所述的棱镜切换装置,其特征在于:小齿轮在旋转一周时切换到缺口处,缺口呈现月牙状,为对称的弧形设计,缺口处的曲面曲率半径大于大齿轮齿顶圆的曲率半径;当小齿轮的缺口对齐大齿轮时,小齿轮在缺口处脱离与大齿轮的啮合,大齿轮进入自由状态,即:大齿轮可以依靠惯性和弹簧、摆臂的作用进行轻微的自由转动。

3. 根据权利要求2所述的棱镜切换装置,其特征在于:传动系统的传动比满足小齿轮每旋转一圈,大齿轮带动棱镜轮完成一个棱镜的切换。

4. 根据权利要求1所述的棱镜切换装置,其特征在于:在棱镜轮的边缘设有若干组位于棱镜外的小轴承,每组包括两个小轴承,两个小轴承以及棱镜轮的边缘形成的空间可使卡位边缘定位并锁定,并且在棱镜轮旋转时卡位边缘可以脱离该空间。

5. 根据权利要求4所述的棱镜切换装置,其特征在于:卡位边缘与小轴承接触处延伸出摆臂的边缘,卡位边缘的表面为平面或曲面。

6. 根据权利要求5所述的棱镜切换装置,其特征在于:卡位边缘包括两个表面,两个表面之间的夹角为40至50度之间,当需要棱镜轮进行双向旋转时,将卡位边缘两个表面设计为对称的斜面结构;当仅需单向旋转时,采用一面为平面、另一面为斜面的非对称结构。

## 一种棱镜切换装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机械工程技术领域,尤其涉及一种棱镜切换装置。

### 背景技术

[0002] 在天文光学仪器、成像设备和天文观测等领域中,棱镜切换装置发挥着重要作用。为了在不同的光谱范围内进行精确的光谱分离和分析,棱镜的准确切换和定位至关重要。然而,现有的棱镜切换装置在高精度应用场景下常常面临诸多挑战。

[0003] 传统的棱镜切换方式通常采用同轴驱动,即电机直接安装在棱镜轮上,通过驱动电机实现棱镜的切换,码盘(编码器)安装在电机的旋转轴上,用于检测旋转角度,从而提供定位反馈。这种方式通过闭环控制能够实现角度和位置控制,在需要高精度运动控制的系统中非常常见。然而,尽管这种设计在某些应用中能够提供高精度的控制效果,但也存在明显的局限性。首先,反馈码盘的尺寸较大,尤其是在小型化设计中,码盘的体积和重量可能会占用系统内部的宝贵空间,限制了系统的紧凑性。此外,高精度码盘的成本较高,使得整个系统的制造费用增加。其次,在传统同轴驱动方式中可能会出现性能过剩的问题。对于大多数应用场合,只需要十几个到三十几个角秒的定位精度即可满足要求,而高精度码盘的设计往往超出了这一需求,导致系统复杂度增加,且不必要地提高了成本和维护难度。除了同轴驱动方式,另一种常见的棱镜切换方式是仅通过大齿轮和小齿轮直接啮合来实现。电机安装在偏轴一侧,通过驱动小齿轮旋转来带动大齿轮,从而实现棱镜轮的切换。然而,这种设计存在一个显著的问题,即齿侧间隙。这种间隙导致传动系统中存在误差,使得棱镜轮在切换后的定位不够准确。即使电机控制精度很高,齿轮间的间隙仍会引入误差,导致棱镜的切换位置不稳定,无法满足高精度应用的要求。此外,传统的齿轮传动系统中,齿隙和加工误差不可避免地存在,导致棱镜在切换后的定位精度不足。在多次切换后,系统的重复精度也难以保证,棱镜可能无法恢复到原有的精确位置,这对需要长期稳定操作的系统而言是一个显著缺陷。再加上齿轮间的摩擦和磨损问题,系统的可靠性和寿命也受到影响。因此,需一种能够在保证高精度的同时,具备较高可靠性和稳定性的棱镜切换装置。

### 发明内容

[0004] 为解决现有的技术问题,本发明提供了一种用于光谱分离的棱镜高精度切换装置。

[0005] 本发明的具体内容如下:一种棱镜切换装置,包括棱镜轮、中心轴、传动系统、机械定位与锁定装置;所述棱镜轮呈圆盘状,棱镜轮围绕中心轴旋转,在棱镜轮的圆盘部分均匀分布多个供安装棱镜的孔洞;中心轴的顶端和机械定位与锁定装置相连;传动系统包括电机、小齿轮和大齿轮,电机的电机轴与小齿轮连接,小齿轮的外侧设有缺口,小齿轮与大齿轮啮合,大齿轮安装在棱镜轮的底部,直接与棱镜轮相连;机械定位与锁定装置包括摆臂、弹簧以及卡位边缘,摆臂设置在棱镜轮的外部,顶部设有卡位边缘,弹簧与摆臂的另一端相连,在棱镜轮旋转时,卡位边缘在摆臂的移动下脱离棱镜轮,在棱镜轮旋转到下一个棱镜位

置时,摆臂在弹簧的作用下移动,卡位边缘锁定棱镜轮。

[0006] 进一步的,小齿轮在旋转一周时切换到缺口处,缺口呈现月牙状,为对称的弧形设计,缺口处的曲面曲率半径大于大齿轮齿顶圆的曲率半径,当小齿轮的缺口对齐大齿轮时,小齿轮在缺口处脱离与大齿轮的啮合,大齿轮进入自由状态,即:大齿轮可以依靠惯性和弹簧、摆臂的作用进行轻微的自由转动。

[0007] 进一步的,传动系统的传动比满足小齿轮每旋转一圈时,大齿轮带动棱镜轮完成一个棱镜的切换。

[0008] 进一步的,在棱镜轮的边缘设有若干组位于棱镜外的小轴承,每组包括两个小轴承,两个小轴承以及棱镜轮的边缘形成的空间可使卡位边缘定位并锁定,并且在棱镜轮旋转时卡位边缘可以脱离该空间。

[0009] 进一步的,卡位边缘与小轴承接触处延伸出摆臂的边缘,卡位边缘的表面为平面或曲面。

[0010] 进一步的,卡位边缘包括两个表面,两个表面之间的夹角40至50度之间,当需要棱镜轮进行双向旋转时,将卡位边缘两个表面设计为对称的斜面结构;当仅需单向旋转时,采用一面为平面、另一面为斜面的非对称结构。

[0011] 本发明的有缺口的小齿轮使传动系统有间歇性的脱离啮合机制,机械定位与锁定装置的设计使得装置在棱镜轮旋转时能够实现精准锁定,保证了系统在光谱分离应用中的高精度,具有良好的使用前景。

## 附图说明

[0012] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做进一步阐明。

[0013] 图1为本发明的棱镜切换装置的主视图。

[0014] 图2为本发明的棱镜切换装置的俯视图。

## 具体实施方式

[0015] 结合图1和图2,本发明的用于光谱分离的棱镜高精度切换装置,主要包括3大部分,棱镜轮和中心轴、传动系统、机械定位与锁定装置。

[0016] 在本实施例中,棱镜轮1整体呈圆盘状,其中中心部分为圆筒状结构,圆筒内套装固定的中心轴5,中心轴5的顶端和机械定位与锁定装置相连。棱镜轮1围绕中心轴5旋转,棱镜轮1的圆盘部分均匀分布有多个孔洞,用于安装棱镜2,确保棱镜2在棱镜轮1旋转时能够精确对齐光路,满足光谱分离需求。本实施例中,设置了4个棱镜,均匀分布在棱镜轮1的边缘。

[0017] 传动系统包括电机4、小齿轮9和大齿轮10。电机4是传动系统的核心驱动部分,负责提供动力以带动棱镜轮1旋转。本发明可根据系统的应用需求选用直流电机或步进电机。

[0018] 电机4通过其电机轴3与小齿轮9直接连接,确保动力传递。小齿轮9通过电机4驱动旋转,其外部齿轮部分与大齿轮10啮合。在小齿轮9的设计中,特别考虑了一个缺口的存在。该缺口设计在小齿轮9旋转至特定角度时,使其暂时脱离与大齿轮10的啮合。小齿轮9在每次旋转一圈时,能够恰好切换到缺口状态。确保其能够在脱离啮合的过程中,能够减少传动过程中对大齿轮10产生过大的冲击,还能在棱镜切换时,允许系统自动进行短暂的调整和

缓冲,确保切换的平稳性。

[0019] 小齿轮9的缺口呈现月牙状,对称的弧形设计,其曲率半径大于大齿轮10齿顶圆的曲率半径,当小齿轮9的缺口与大齿轮10对齐时,大齿轮10脱离跟小齿轮9的啮合,进入自由旋转的状态,即:大齿轮10可以依靠惯性和弹簧、摆臂的作用进行轻微的自由转动。

[0020] 大齿轮10安装在棱镜轮1的底部,直接与棱镜轮1相连,负责带动棱镜轮1进行旋转。大齿轮10通过与小齿轮9的啮合,将电机4的动力传递给棱镜轮1,实现棱镜的切换。

[0021] 当小齿轮9的缺口对齐大齿轮10时,大齿轮10进入自由状态。此时,大齿轮10依靠惯性和系统内的弹簧8摆臂7作用,进行轻微的自由转动。这种自由转动允许大齿轮10在棱镜切换时进行微调,确保棱镜轮1能够顺畅地切换到下一个棱镜的位置。最终,大齿轮10会在卡位边缘11、12的作用下被稳固锁定,确保棱镜切换后的精确定位。

[0022] 传动系统的传动比的设计,需要考虑棱镜轮1的旋转角度要求,以及棱镜的数量、大小、形状等,根据具体应用需求进行调整,以确保棱镜在切换后能够满足光谱分离的要求。在本实施例中,棱镜切换装置的棱镜数量  $N_p$  与传动系统中大齿轮10、小齿轮9的齿数  $Z_1$ 、 $Z_s$  存在以下设计关系:棱镜轮1上均匀分布  $N_p$  个棱镜,每次棱镜切换时,棱镜轮1旋转的角度为:  $\theta = 360^\circ / N_p$ , 为保证棱镜在光路中的精确切换,大齿轮10每次旋转的角度也为  $\theta$ 。小齿轮9通过电机4驱动大齿轮10,两者之间的传动比定义为:  $R = Z_1 / Z_s$ 。每次小齿轮9旋转一整圈 ( $360^\circ$ ) 时,大齿轮10的旋转角度为:  $\theta_1 = 360^\circ / R = (360^\circ \cdot Z_s) / Z_1$ , 为了实现每次小齿轮9旋转一整圈时,棱镜轮1完成一个棱镜切换的需求,大齿轮10的旋转角度需满足:  $\theta_1 = 360^\circ / N_p$ 。由此可得:  $(360^\circ \cdot Z_s) / Z_1 = 360^\circ / N_p$ 。整理后得到齿数的关系:  $Z_1 = N_p \cdot Z_s$ 。其中,小齿轮9的齿数  $Z_s$  是实际齿数,而非将缺口计算在内的等效齿数。

[0023] 经过计算的传动比确保小齿轮9和大齿轮10之间的旋转关系能够精确控制棱镜的切换位置。通过合理的传动比设计,小齿轮9每旋转一圈时,大齿轮10能够准确带动棱镜轮1完成一个棱镜的切换,使得系统在不同的工作条件下都能保持一致的高精度。

[0024] 机械定位与锁定装置包括摆臂7、弹簧8和卡位边缘。在棱镜轮1的边缘外侧、每个滤光片后面所对应的位置设有2个小轴承,每两个小轴承为一组,共设置4组小轴承。两个小轴承6以及棱镜轮1的边缘形成的空间可使卡位边缘定位并锁定,并且在棱镜轮1旋转时卡位边缘可以脱离该空间。小轴承6与摆臂7和卡位边缘配合,确保棱镜的切换精度和光谱分离效果。

[0025] 弹簧8在机械定位与锁定装置中起到了至关重要的作用,它通过弹力施加在摆臂7上,确保摆臂7能够始终与棱镜轮1外部的小轴承6紧密接触。在实际设计中,弹簧8的一端连接摆臂,另一端固定在装置的底座上。

[0026] 摆臂7通过弹簧力与棱镜轮1外部的小轴承6紧密接触,起到定位和支撑的作用。摆臂7的设计经过精细调整,确保其在施加适当力的情况下,能够为棱镜轮1提供稳定的支撑,同时保证在棱镜切换过程中,摆臂7能够灵活响应系统的需求。摆臂7与弹簧8的配合,使得整个系统能够在棱镜切换时迅速调整,并在切换完成后,精确地将棱镜定位到指定位置。

[0027] 卡位边缘是实现棱镜最终锁定的关键部分,本实施例中,在摆臂7的一端设置两个卡位边缘11、12。卡位边缘11、12的表面设计可以是平面或曲面,以适应不同的系统需求。两个表面之间的夹角通常设定为40至50度之间,这种设计其实在保证系统不自锁的情况下夹角越尖越好。

[0028] 卡位边缘11、12的设计灵活多样:如果需要棱镜轮1进行双向旋转,可以将两个斜面设计为对称结构;而如果仅需单向旋转,则可采用一面为平面、另一面为斜面的非对称设计。这种设计不仅能够确保棱镜在切换过程中的平稳性,还能防止反向旋转的误操作,进一步提高系统的可靠性。

[0029] 本实施例中,卡位边缘为两个互相对称的斜面,两个斜面的夹角为 $45^\circ$ ,并且两个卡位边缘的端部与摆臂的边缘平行,使得该处截面呈等腰梯形,可实现顺时针或逆时针切换棱镜,适应多种使用需求。

[0030] 机械定位与锁定装置的工作过程如下:当棱镜轮1在传动系统的作用下完成棱镜2的切换,机械定位与锁定装置会通过卡位边缘11、12与小轴承6的配合,实现棱镜2的最终锁定。无论系统是否存在微小的机械间隙,卡位边缘11、12都能够在弹簧力和摆臂7的作用下,自动调整并紧密贴合棱镜轮1,确保棱镜2位置的精确性。通过这一锁定机制,系统能够在每次棱镜2切换后,确保棱镜2稳定在预定位置,避免任何可能的移动,保证系统在光谱分离应用中的高精度。

[0031] 本实施例的具体操作如下:

[0032] 以顺时针切换棱镜为例:

[0033] 在本实施例中:棱镜轮1上安装了4个棱镜(即  $N_p=4$ ),小齿轮9的齿数选为10齿(即  $Z_s=10$ )根据 $Z_1=N_p \cdot Z_s$ 关系,大齿轮10的齿数 $Z_1$ 为:40。在此设计下:每当小齿轮9旋转一整圈,大齿轮10旋转 $90^\circ$ 正好完成一次棱镜切换。

[0034] 在棱镜轮1开始旋转前,棱镜位于光路内,摆臂7通过弹簧8的弹力将卡位边缘11、12紧紧压在棱镜轮1外部的两个小轴承6内,确保棱镜轮1在当前棱镜位置保持稳定。此时,卡位边缘11、12两个表面与小轴承6表面紧密接触,棱镜轮1被牢固锁定。

[0035] 操作开始时通过控制系统启动电机4,电机4接收到旋转指令后,电机轴3开始逆时针旋转,并通过电机轴3驱动与其直接连接的小齿轮9逆时针旋转。

[0036] 随着小齿轮9的旋转,小齿轮9的齿面与大齿轮10的齿面啮合,动力传递至大齿轮10,并进一步传递给安装在大齿轮10上的棱镜轮1。由于传动比的设定,每当小齿轮9旋转一圈时,大齿轮10便会带动棱镜轮1旋转 $90^\circ$ 。当小齿轮9旋转一圈时,电机4停止。

[0037] 在旋转初期,卡位边缘11、12逐渐脱离小轴承6的接触点,摆臂7稍微向外侧移动,允许棱镜轮1顺畅地旋转。此时,卡位边缘11、12虽然脱离了直接接触,但依然保持紧密的距离,准备在棱镜轮1达到下一个棱镜位置时重新锁定。棱镜轮1开始顺时针旋转,带动上面的棱镜离开光路,并将下一个棱镜移入光路。在棱镜轮的旋转过程中,由于小齿轮9设计有缺口,在小齿轮9旋转至缺口对齐大齿轮10时,小齿轮9与大齿轮10暂时脱离啮合,棱镜轮1进入自由状态。在这个状态下,棱镜轮1通过惯性继续轻微旋转,此时棱镜轮1旋转到达下一个棱镜的位置,摆臂7在弹簧力的推动下,迅速将卡位边缘11、12压向小轴承6,卡位边缘11、12逐渐靠近并最终与小轴承6内表面再次接触,使棱镜轮1停止旋转并稳定在新的棱镜位置上。卡位边缘11、12的表面设计确保了即使存在微小的机械间隙,也能自动轻微调整,实现对棱镜轮1的精确锁定。

[0038] 当卡位边缘11、12完全锁定棱镜轮1后,摆臂7在弹簧力的作用下保持固定,此时,棱镜轮1的旋转停止,系统进入稳定状态,此时,操作人员可以根据需求进行光谱分离或其他光学操作。

[0039] 如果需要连续切换多个棱镜,操作人员可以通过控制系统连续发出旋转指令,棱镜轮1将依次顺时针旋转,按顺序完成各个棱镜的切换。每次切换完成后,系统都会自动锁定棱镜轮1,并在锁定确认后继续下一次操作,确保整个过程的高效和准确。

[0040] 本申请的棱镜切换装置,通过机械传动和定位装置,实现棱镜的精确切换与稳定定位,确保光谱分离的准确性和系统的高效性。通过缺口小齿轮和有一定倾斜角度的卡位边缘设计,有缺口的小齿轮使传动系统有间歇性的脱离啮合机制,卡位边缘设计可根据需求支持双向旋转或单向锁定,使得装置适应不同的操作场景。本申请的棱镜切换装置,可以用于切换棱镜、棱栅、平面镜、透镜、滤光片等各种光学元件。

[0041] 在以上的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是以上描述仅是本发明的较佳实施例而已,本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,因此本发明不受上面公开的具体实施的限制。同时任何熟悉本领域技术人员在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

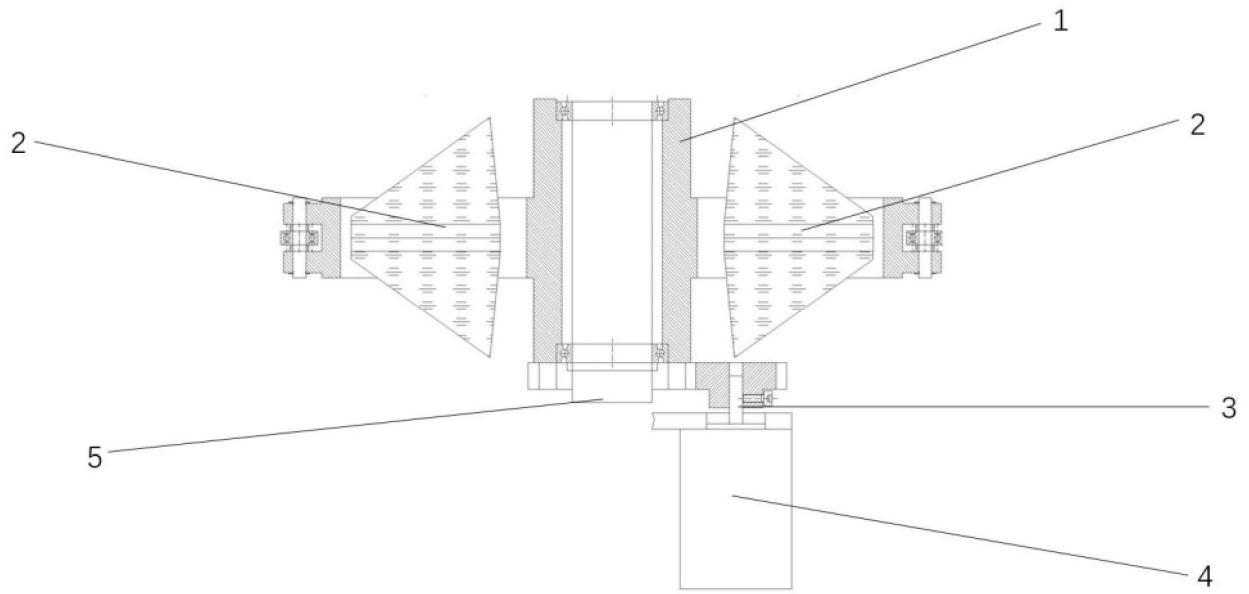


图 1

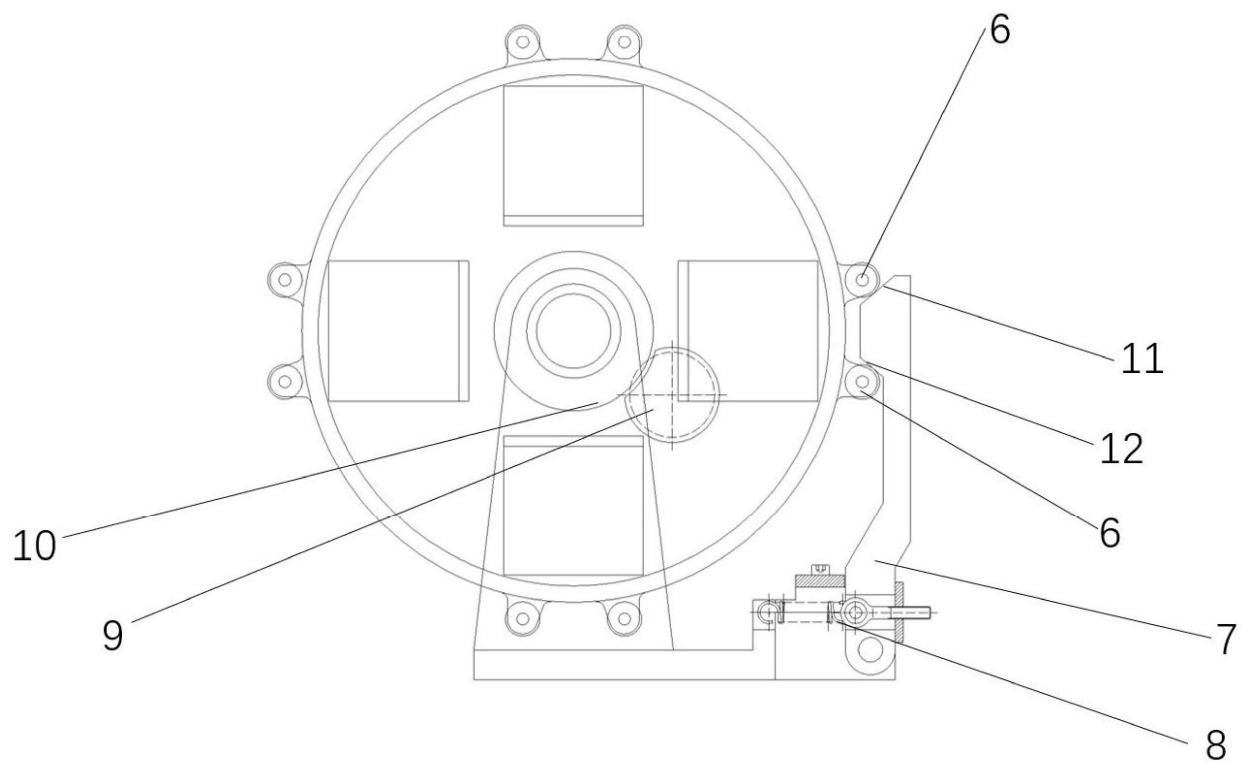


图 2