(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112128094 A
(43)申请公布日 2020.12.25

(21)申请号 202011003384.4

(22)申请日 2020.09.22

(71)申请人 电子科技大学中山学院
地址 528400 广东省中山市石岐区学院路1号

(72)发明人 郑茂溪 刘智嘉 甘伟明 麦宇翱 欧志安 洪钊雄

(74)专利代理机构 合肥市科融知识产权代理事务所(普通合伙) 34126
代理人 林娣

(51)Int.Cl.
F04B 53/00(2006.01)
F04B 9/04(2006.01)
F04B 13/00(2006.01)
F16H 53/02(2006.01)
F16H 53/06(2006.01)

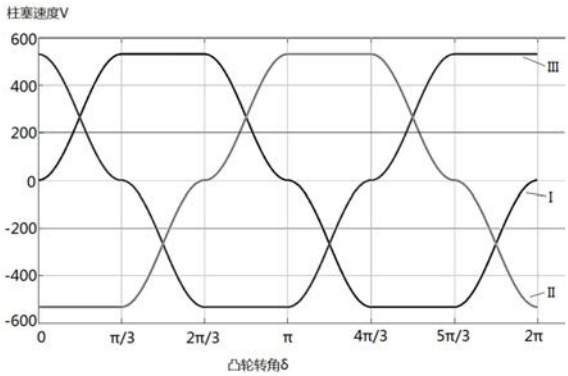
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组

(57)摘要

本发明涉及柱塞泵技术领域，具体是一种无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，包括三个同轴安装的凸轮，任意两个凸轮之间的角度相差120°，所述凸轮的升程和回程角度相等；所述凸轮配配套设有凸轮从动件，所述凸轮从动件带动柱塞往复运动；所述凸轮从动件包括滚轮和连杆，两个相对设置在等径凸轮侧的滚轮均与等径凸轮接触连接，且两个滚轮的轮心连线经过所述安装孔的孔心，两个滚轮的轮心距与等径凸轮接触的过程中保持恒定；本发明的有益效果是：三个凸轮对应的凸轮从动件带动柱塞运动的合速度为恒定值，使泵输出流量为恒定值，并使凸轮从动件在高速运动过程中始终与凸轮接触，提高了无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组的传动精度。



CN 112128094 A

1.一种无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，包括三个同轴安装的凸轮，任意两个凸轮之间的角度相差120°，所述凸轮的升程和回程角度相等；所述凸轮配配套设有凸轮从动件，所述凸轮从动件带动柱塞往复运动。

2.根据权利要求1所述的无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，所述凸轮为等径凸轮，所述等径凸轮设有安装孔和键槽，等径凸轮通过安装孔和键槽安装在轴上。

3.根据权利要求2所述的无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，所述凸轮从动件包括滚轮和连杆，两个相对设置在等径凸轮侧的滚轮均与等径凸轮接触连接，且两个滚轮的轮心连线经过所述安装孔的孔心，两个滚轮的轮心距与等径凸轮接触的过程中保持恒定。

4.根据权利要求3所述的无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，两个滚轮通过连杆连接，所述等径凸轮带动其中一个滚轮运动时，另一个滚轮被连杆同步带动运动。

5.根据权利要求1所述的无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，三个所述凸轮从动件带动柱塞运动的速度和保持恒定。

6.根据权利要求1所述的无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，所述凸轮的旋转周期与柱塞的往复运动周期相同，且所述凸轮的升程起始时间与柱塞的往复运动的起始时间重合。

7.根据权利要求1所述的无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，每个所述凸轮的升程和回程角度均为180°，升程为40mm。

8.根据权利要求7所述的无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，所述凸轮的理论轮廓曲线由凸轮转角配置，理论轮廓曲线各段位移函数表达式为：

第一段：$s_1=10[(3\delta_1/\pi)-\sin(3\delta_1)/(\pi)]$；

第二段：$s_2=10+20(\delta_2-\frac{\pi}{3})/(\frac{\pi}{3})$；

第三段：$s_3=40-10[3(\pi-\delta_3)/\pi-\sin[3(\pi-\delta_3)]/(\pi)]$；

第四段：$s_4=40-10[3(\delta_4-\pi)/\pi-\sin[3(\delta_4-\pi)]/(\pi)]$；

第五段：$s_5=30-20(\delta_5-\frac{4\pi}{3})/(\frac{\pi}{3})$；

第六段：$s_6=10[3(2\pi-\delta_6)/\pi-\sin[3(2\pi-\delta_6)]/\pi]$；

其中，δ_1至δ_6依次为凸轮转角均分后的六段转角区间值。

9.根据权利要求8所述的无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，其特征在于，所述凸轮的理论轮廓曲线的各段圆滑过渡。

一种无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组

技术领域

[0001] 本发明涉及柱塞泵技术领域，具体是一种无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组。

背景技术

[0002] 柱塞式恒流泵在输送大流量液体时，仍存在脉冲大、噪音大、不能瞬时恒流等问题，无法满足实际应用中的高压、高精度、大流量、恒定输送液体的要求。柱塞泵中凸轮组的设计是关键技术部分，而凸轮轮廓的设计则是输出精度、流量的关键。凸轮结构用于传动设备的流量泵普遍应用在液相色谱传动进料、微反应传动进料、化学品高精度配比传动进料等环境。

[0003] 目前的柱塞式恒流泵，无法有效确保凸轮从动件始终贴合凸轮100％向前运动和返回，并保持长期高速运行；而且，噪音大的主要原因是传统柱塞泵使用的柱塞回程机构是弹簧回程机构，依靠弹簧使柱塞保持接触，而弹簧的寿命也会影响泵输出的精度。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，以解决上述背景技术中提出的问题。

[0005] 为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

[0006] 一种无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，包括三个同轴安装的凸轮，任意两个凸轮之间的角度相差120°，所述凸轮的升程和回程角度相等；所述凸轮配配套设有凸轮从动件，所述凸轮从动件带动柱塞往复运动。

[0007] 作为本发明进一步的方案：所述凸轮为等径凸轮，所述等径凸轮设有安装孔和键槽，等径凸轮通过安装孔和键槽安装在轴上。

[0008] 作为本发明再进一步的方案：所述凸轮从动件包括滚轮和连杆，两个相对设置在等径凸轮侧的滚轮均与等径凸轮接触连接，且两个滚轮的轮心连线经过所述安装孔的孔心，两个滚轮的轮心距与等径凸轮接触的过程中保持恒定。

[0009] 作为本发明再进一步的方案：两个滚轮通过连杆连接，所述等径凸轮带动其中一个滚轮运动时，另一个滚轮被连杆同步带动运动。

[0010] 作为本发明再进一步的方案：三个所述凸轮从动件带动柱塞运动的速度和保持恒定。

[0011] 作为本发明再进一步的方案：所述凸轮的旋转周期与柱塞的往复运动周期相同，且所述凸轮的升程起始时间与柱塞的往复运动的起始时间重合。

[0012] 作为本发明再进一步的方案：每个所述凸轮的升程和回程角度均为180°，升程为40mm。

[0013] 作为本发明再进一步的方案：所述凸轮的理论轮廓曲线由凸轮转角配置，理论轮廓曲线各段位移函数表达式为：

[0014] 第一段：$s_1=10[(3\delta_1/\pi)-\sin(3\delta_1)/(\pi)]$；

[0015] 第二段：$s_2 = 10 + 20(\delta_2 - \frac{\pi}{3}) / (\frac{\pi}{3})$；

[0016] 第三段：$s_3 = 40 - 10[3(\pi - \delta_3)/\pi - \sin[3(\pi - \delta_3)]/(\pi)]$；

[0017] 第四段：$s_4 = 40 - 10[3(\delta_4 - \pi)/\pi - \sin[3(\delta_4 - \pi)]/(\pi)]$；

[0018] 第五段：$s_5 = 30\text{-}20(\delta_5 - \frac{4\pi}{3}) / (\frac{\pi}{3})$；

[0019] 第六段：$s_6 = 10[3(2\pi - \delta_6)/\pi - \sin[3(2\pi - \delta_6)]/\pi]$；

[0020] 其中，δ_1至δ_6依次为凸轮转角均分后的六段转角区间值。

[0021] 作为本发明再进一步的方案：所述凸轮的理论轮廓曲线的各段圆滑过渡。

[0022] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：三个凸轮对应的凸轮从动件带动柱塞运动的合速度为恒定值，使泵输出流量为恒定值，并使凸轮从动件在高速运动过程中始终与凸轮接触，提高了无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组的传动精度，延长了无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组的使用寿命。

附图说明

[0023] 图1为本发明实施例中无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组的结构示意图。

[0024] 图2为本发明实施例中凸轮与滚轮的结构示意图。

[0025] 图3为本发明实施例中单个凸轮一个周期内的速度曲线(横轴为凸轮转角，纵轴为速度)。

[0026] 图4为本发明实施例中单个凸轮一个周期内的加速度曲线(横轴为凸轮转角，纵轴为加速度)。

[0027] 图5为本发明实施例中三个柱塞在一个周期内的运动仿真速度曲线(横轴为凸轮转角，纵轴为速度)。

[0028] 图6为本发明实施例中单个凸轮的轮廓图。

[0029] 附图中：1、轴；21、第一凸轮；22、第二凸轮；23、第三凸轮；31、滚轮一；32、滚轮二。

具体实施方式

[0030] 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、本实施例公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0031] 请参阅图1，本发明实施例中，一种无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组，包括三个同轴安装的凸轮，任意两个凸轮之间的角度相差120°，所述凸轮的升程和回程角度相等；所述凸轮配配套设有凸轮从动件，所述凸轮从动件带动柱塞往复运动。

[0032] 具体的，三个相同的凸轮作为第一凸轮21、第二凸轮22、第三凸轮23依次安装在轴1上，第一凸轮21与第二凸轮22的角度相差120°，第二凸轮22与第三凸轮23的角度相差120°，第一凸轮21与第三凸轮23的角度相差120°；所述第一凸轮21、第二凸轮22、第三凸轮23的升程和回程角度都为180°，升程为40mm；基圆半径为48.5mm。所述第一凸轮21或第二凸轮22或第三凸轮23的理论轮廓曲线由凸轮转角θ配置，将理论轮廓曲线平均分成六段，保证

了凸轮轮廓圆整平滑，也能够使得凸轮从动件运动速度连续稳定，且凸轮从动件加速度不会发生突变。

[0033] 进一步的，如图3、4所示，凸轮理论轮廓曲线各段位移段，第一段为升程加速段$\delta_1=[0,\pi/3]$，此时凸轮从动件速度增加，速度以正弦加速度增加，加速度从0开始先增加，后减至0，减至0时从动件速度达到第二阶段匀速值；第二段为升程匀速段$\delta_2=[0,2\pi/3]$，此时凸轮从动件速度恒定，第一段和第二段速度平稳衔接，此时流量输出恒定；第三段为升程减速段$\delta_3=[0,\pi]$，此时凸轮从动件速度以正弦加速度降低，直至速度降为0，凸轮从动件位移达到最顶端；第四段为回程加速段$\delta_4=[0,4\pi/3]$，此时凸轮从动件向回运动，速度从0开始以正弦加速度增加，直至速度达到第五阶段匀速值；第五段为回程匀速段$\delta_5=[0,5\pi/3]$，此时凸轮从动件向回运动，速度恒定，加速度值为0；第六段为回程减速段$\delta_6=[0,2\pi]$；此时凸轮从动件向回运动，速度以正弦加速度降低，直至速度为0，凸轮刚好转过一圈。且各段圆滑过渡，保持传动的平稳；理论轮廓曲线各段位移函数表达式为：

[0034] 第一段：$s_1=10[(3\delta_1/\pi)-\sin(3\delta_1)/(\pi)]$；

[0035] 第二段：$s_2=10+20(\delta_2-\frac{\pi}{3})/(\frac{\pi}{3})$；

[0036] 第三段：$s_3=40-10[3(\pi-\delta_3)/\pi-\sin[3(\pi-\delta_3)]/(\pi)]$；

[0037] 第四段：$s_4=40-10[3(\delta_4-\pi)/\pi-\sin[3(\delta_4-\pi)]/(\pi)]$；

[0038] 第五段：$s_5=30\text{-}20(\delta_5-\frac{4\pi}{3})/(\frac{\pi}{3})$；

[0039] 第六段：$s_6=10[3(2\pi-\delta_6)/\pi-\sin[3(2\pi-\delta_6)]/\pi]$；

[0040] 其中，δ_1至δ_6依次为凸轮转角均分后的六段转角区间值。

[0041] 根据各段位移函数曲线，可得凸轮理论轮廓曲线对应直角坐标为：

[0042] $x=(r_0+s)\sin\delta$

[0043] $y=(r_0+s)\cos\delta$

[0044] 式中r_0为基圆半径，s为位移，δ为凸轮转角θ的转角区间的取值。

[0045] 凸轮理论轮廓曲线即为滚轮中心的位移曲线，而凸轮理论轮廓在法线方向上减去滚轮半径r_r即为凸轮实际轮廓。所以，已知凸轮理论轮廓点时，将凸轮理论轮廓该点的法线方向减去为滚轮半径大小r_r，即可得到相对应的凸轮实际轮廓点。

[0046] 凸轮实际轮廓曲线对应直角坐标表达式为：

[0047] $dx/d\delta=(ds/d\delta)\sin\delta+(r_0+s)\cos\delta$

[0048] $dy/d\delta=(ds/d\delta)\cos\delta-(r_0+s)\sin\delta$

[0049] $\sin\theta=(dx/d\delta)/\sqrt{(dx/d\delta)^2+(dy/d\delta)^2}$

[0050] $\cos\theta=-(dy/d\delta)/\sqrt{(dx/d\delta)^2+(dy/d\delta)^2}$

[0051] $x^1=x-r_r\cos\theta$

[0052] $y^1=y-r_r\sin\theta$

[0053] (x^1,y^1)表示凸轮实际轮廓曲线对应直角坐标。

[0054] 电机通过轴带动第一凸轮21、第二凸轮22、第三凸轮23的过程中，当第一凸轮21处于第一段：升程加速段，第二凸轮22处于第二段：升程匀速段，第三凸轮23处于第三段：升程

减速段，三根柱塞速度和为两倍的柱塞在匀速运动时的速度。以此类推，三根柱塞向前运动合速度总是为匀速运动阶段速度的两倍，使得柱塞泵输出流量恒定。

[0055] 请参阅图1、2、6，本发明的另一个实施例中，所述凸轮为等径凸轮，所述等径凸轮设有安装孔和键槽，等径凸轮通过安装孔和键槽安装在轴1上。

[0056] 在轴1上也开设有与键及键槽相配的键槽，且所述键槽的位置满足三个等径凸轮安装后，每对等径凸轮之间相差120°；还设有轴肩用于限位约束等径凸轮，在通过卡环和轴套将三个等径凸轮安装在轴1上。

[0057] 本发明的另一个实施例中，所述凸轮从动件包括滚轮和连杆，两个相对设置在等径凸轮侧的滚轮均与等径凸轮接触连接，且两个滚轮的轮心连线经过所述安装孔的孔心，两个滚轮的轮心距与等径凸轮接触的过程中保持恒定；两个滚轮通过连杆连接，所述等径凸轮带动其中一个滚轮运动时，另一个滚轮被连杆同步带动运动。两个滚轮的半径都为23.5mm。

[0058] 两个滚轮分别为滚轮一31、滚轮二32，具体是当等径凸轮为升程运动时，等径凸轮与滚轮一31有受力作用，而滚轮二32随两个滚轮间的连杆运动，从而使滚轮二32与等径凸轮不受力，但始终保持刚好接触。当等径凸轮为回程运动时，效果相反，等径凸轮与滚轮二32有受力作用，而滚轮一31随两个滚轮间的连杆运动，从而使滚轮一31与等径凸轮不受力，但始终保持刚好接触。通过连杆交替被两个滚轮中的一个驱动另一个来实现柱塞的往复，取代现有技术中柱塞的回程机构是弹簧回程机构，减少了噪音，也提高了泵输出的精度。

[0059] 请参阅图5，本发明的另一个实施例中，三个所述凸轮从动件带动柱塞运动的速度和保持恒定。

[0060] 曲线I为第一凸轮21带动的柱塞速度曲线，曲线II为第二凸轮22带动的柱塞速度曲线，曲线III为第三凸轮23带动的柱塞速度曲线；当第一凸轮21处于升程加速段，第二凸轮22处于升程匀速段，第三凸轮23处于升程减速段；三个柱塞速度和为两倍的柱塞在匀速运动时的速度。以此类推，三个柱塞向前运动合速度总是为其匀速运动阶段速度的两倍。

[0061] 进一步的，所述凸轮的旋转周期与柱塞的往复运动周期相同，且所述凸轮的升程起始时间与柱塞的往复运动的起始时间重合。三个凸轮对应的凸轮从动件带动柱塞运动的合速度为恒定值，使泵输出流量为恒定值。

[0062] 本发明的工作原理：所述第一凸轮21或第二凸轮22或第三凸轮23的理论轮廓曲线由凸轮转角θ配置，将理论轮廓曲线平均分成六段，当第一凸轮21处于升程加速段，第二凸轮22处于升程匀速段，第三凸轮23处于升程减速段；三个柱塞速度和为两倍的柱塞在匀速运动时的速度。以此类推，三个柱塞向前运动合速度总是为其匀速运动阶段速度的两倍；使泵输出流量为恒定值，并使凸轮从动件在高速运动过程中始终与凸轮接触，提高了无脉冲恒流量三柱塞泵用等径凸轮组的传动精度。

[0063] 本领域技术人员在考虑说明书及实施例处的公开后，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权利要求指出。

[0064] 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。

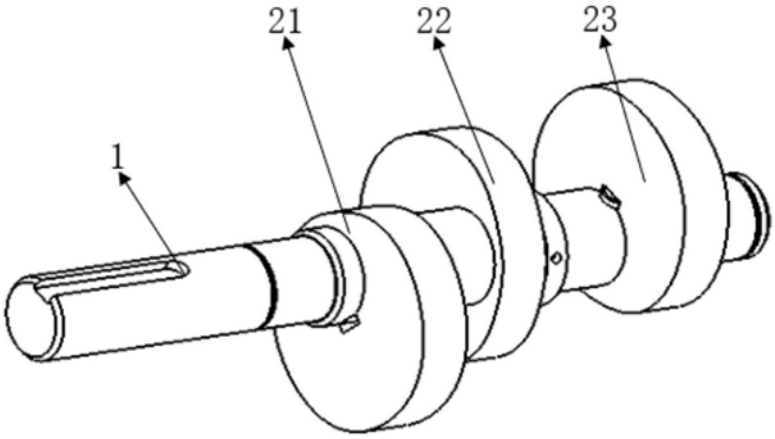


图1

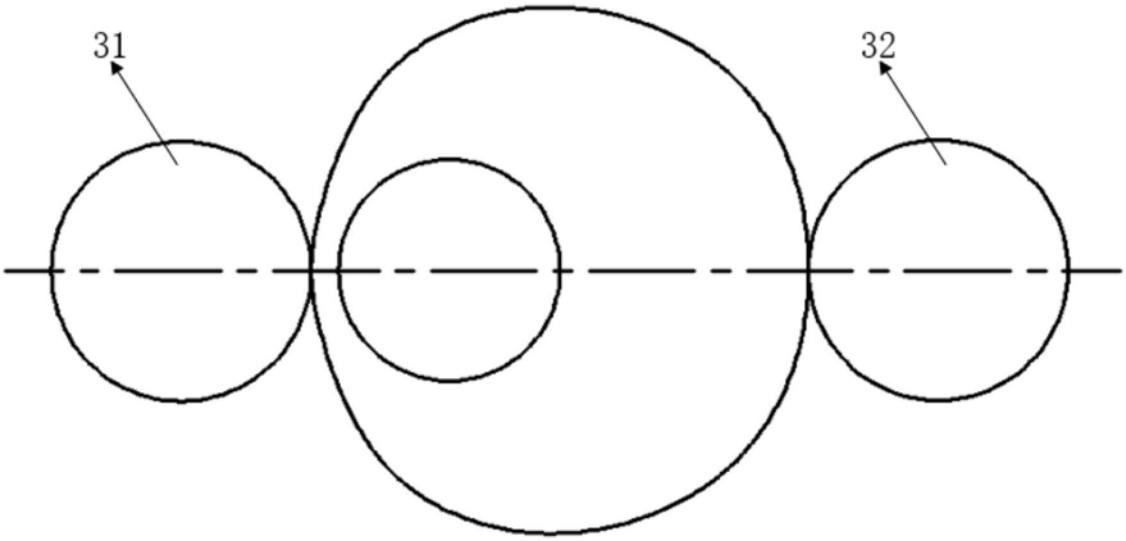


图2

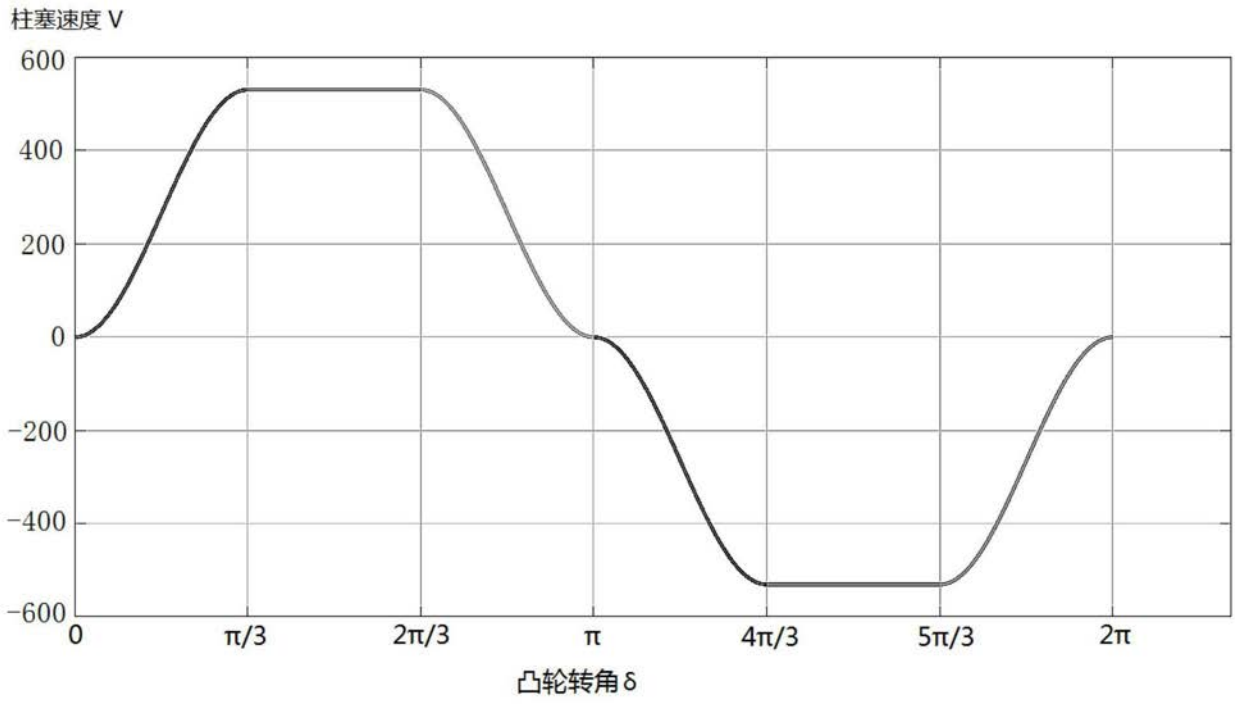

柱塞速度 V
600
400
200
0
−200
−400
−600
0
π/3
2π/3
π
4π/3
5π/3
2π
凸轮转角δ

图3

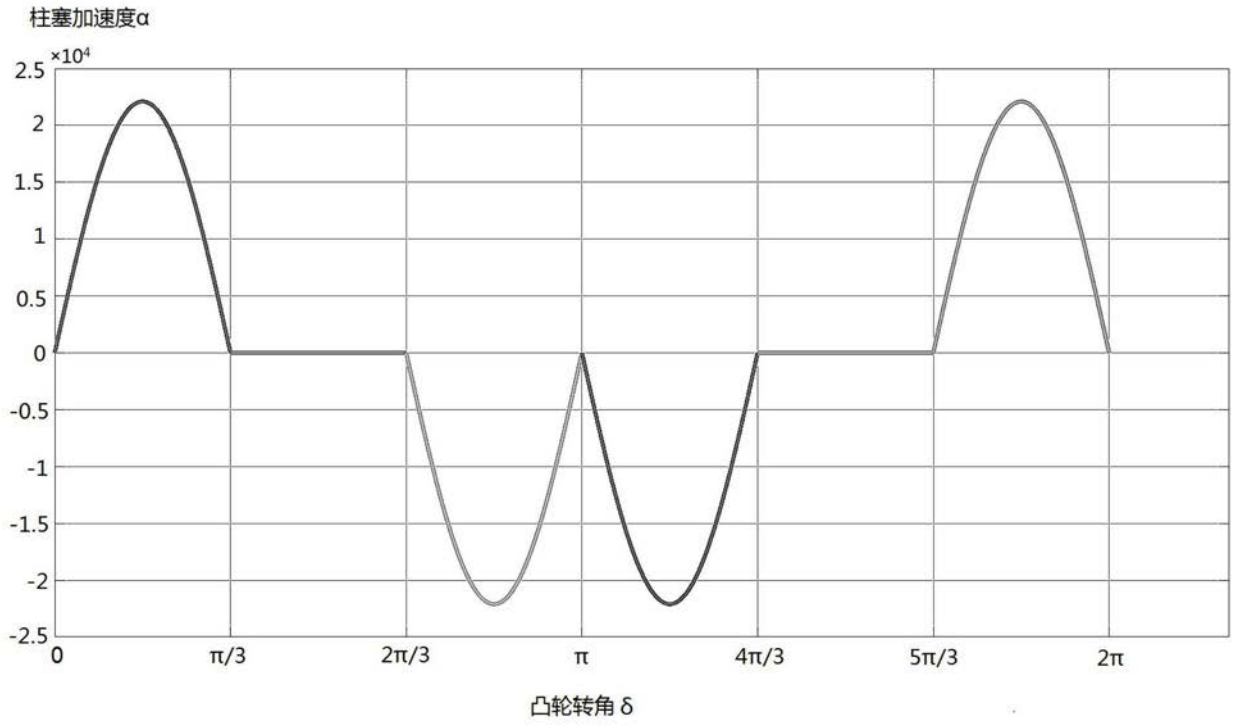

柱塞加速度α
×10⁴
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
0
π/3
2π/3
π
4π/3
5π/3
2π
凸轮转角δ

图4

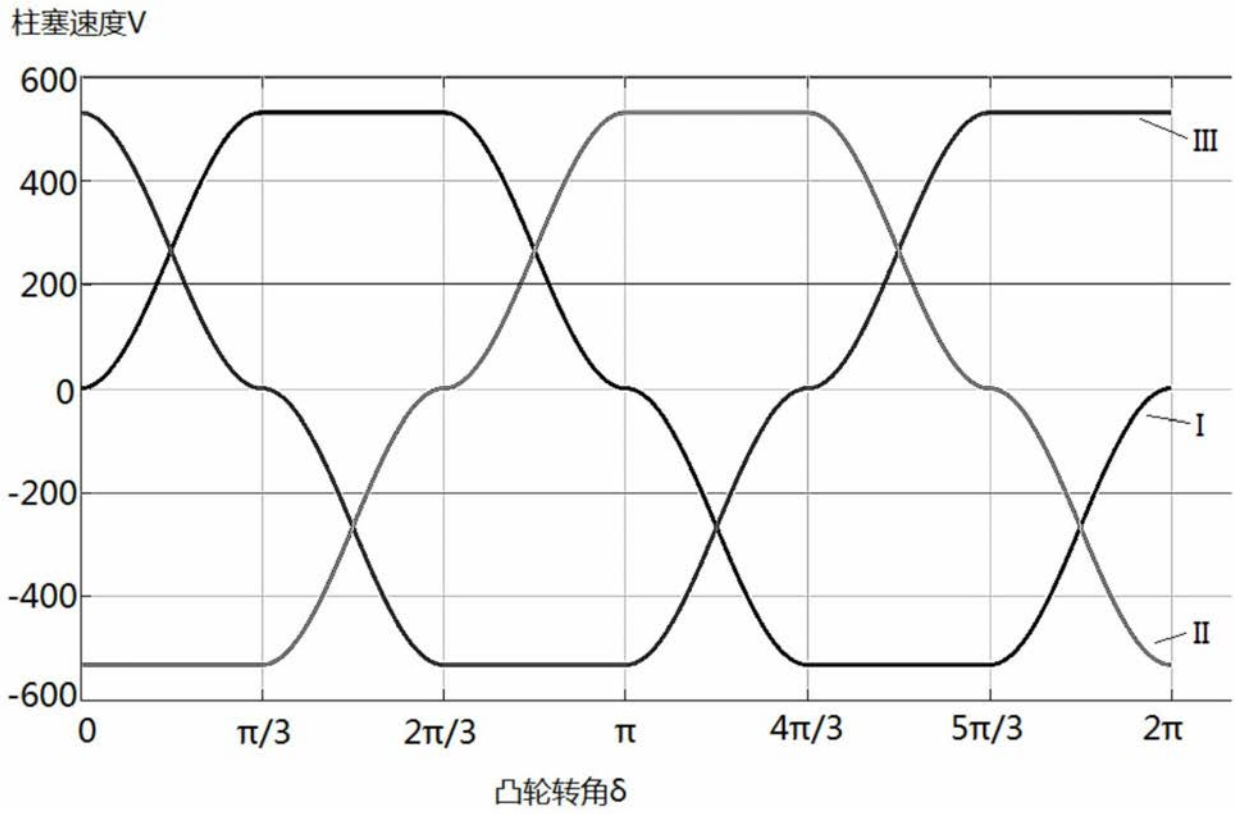

柱塞速度V
600
400
200
0
-200
-400
-600
0
π/3
2π/3
π
4π/3
5π/3
2π
凸轮转角δ
III
I
II

图5

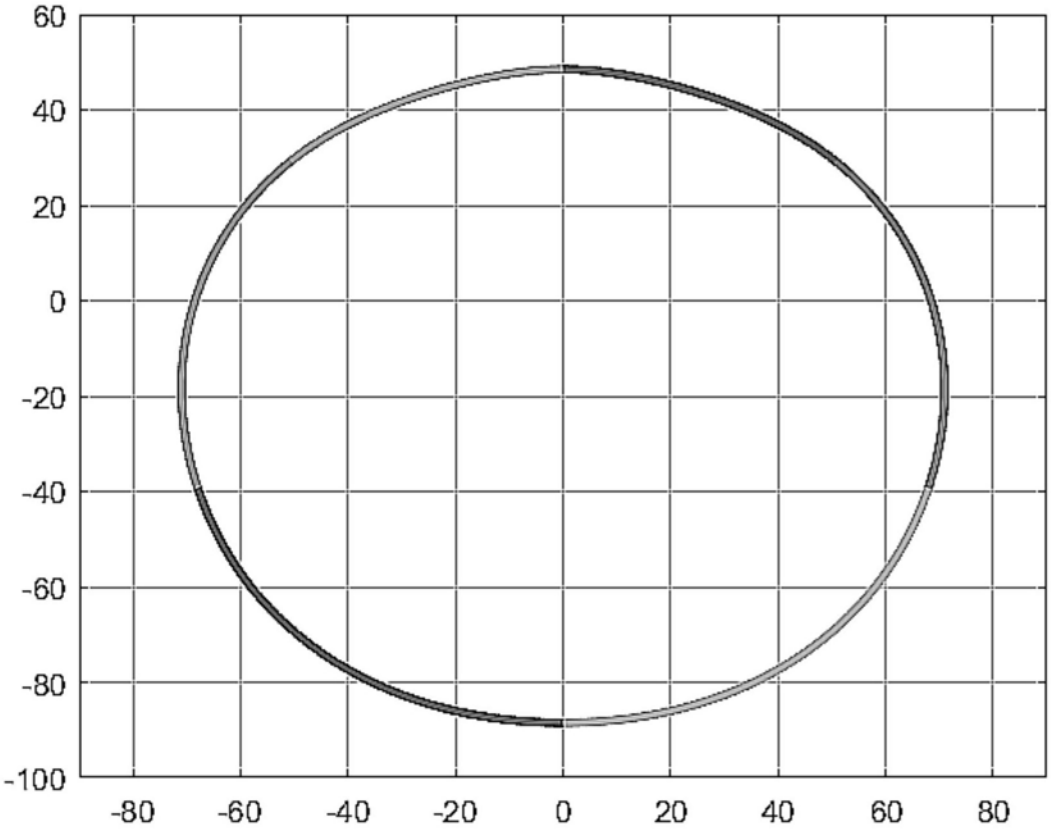


图6