

一种可实现椭圆振动的凸轮轮廓曲线

宁章磊

(河北汇金集团股份有限公司 河北 石家庄 050035)

摘要: 文章介绍了一种可实现椭圆振动的复合凸轮轮廓曲线, 基于正弦运动参数方程设计了一种凸轮轮廓曲线, 通过建立轮廓曲线的参数方程, 并对其相关原理进行分析验证了该机构运动的可行性, 为后期优化机构设计及工程应用提供了理论参考。

关键词: 凸轮机构; 椭圆振动; 轮廓曲线; 参数方程

0 引言

凸轮是具有曲线轮廓或凹槽的构件, 凸轮机构只是有很少几个活动构件, 主要由三个基本构件组成, 分别是: 凸轮、凸轮从动件和机架, 其占据空间较小, 是一种结构十分简单、紧凑的机构。当凸轮运动时, 通过其曲线轮廓与凸轮从动件的高副接触, 使凸轮从动件得到预期的运动, 它广泛应用于各种机械, 特别是自动机械、自动控制装置和装配生产线中。凸轮从动件一般实现直线往复运动和摆动, 其端部有尖底、平底、曲面、滚子等多种形式, 凸轮从动件的运动规律的合理性直接影响凸轮机构的平稳性、动力特性和寿命。凸轮机构的最大优点是: 只要适当地设计出凸轮的轮廓曲线, 就可以使凸轮从动件得到各种预期的运动规律, 而且相应速度快, 机构简单紧凑。

1 对凸轮轮廓曲线建立参数方程

该凸轮机构是由一个上下运动的凸轮和一个左右横向运动的凸轮复合作用产生的椭圆运动轨迹, 一个由对心直动平底推杆盘形凸轮机构产生的纵向正弦曲线, 另一个是由滚子推杆盘形凸轮机构产生的横向余弦曲线, 椭圆振动轨迹曲线是由上述两个凸轮产生的合成运动。该凸轮机构可高速、稳定的运行, 运行过程中较平稳, 产生噪音较小, 该凸轮机构可通过调节相关参数改变最终椭圆轨迹的形状, 因此可以应用于较广泛的行业中。下面是对对心直动平底推杆盘形凸轮机构和滚子推杆盘形凸轮机构凸轮曲线的分析。

1.1 对心直动平底推杆盘形凸轮

图 1 为对心直动平底推杆盘形凸轮, 选取直角坐标系 O_{xyz} , 对心直动平底推杆盘形凸轮理论轮廓曲线参数方程为:

$$\begin{cases} x_1 = r \cos(\delta) \\ y_1 = r \sin(\delta) \\ z_1 = 0 \end{cases} \quad \text{其中: } r = R_1 + A_1 \cos(k\delta + 90^\circ)$$

式中: δ 为凸轮转过的角度, $\delta = [0 \sim 360^\circ]$, A_1 为径向振幅, R_1 为凸轮轮廓线的基圆半径, k 为圆周方向上的周期。当 $R_1 = 18\text{mm}$, $A_1 = 0.4\text{mm}$, $k = 7$ 时, 凸轮轮廓曲线如图 1 所示。

当凸轮与推杆接触时, C 点处运动规律是由半径 r 变化规律产生, 由上式中可知, 当凸轮旋转时, 推杆在凸轮轮廓线的推动下作上下往复运动, 推杆在上下往复运动中移动规律由上式中 r 的变化规律决定, 由式中知 r 变化规律为正弦加速度运动规律 (也即摆线运动规律), 其振幅为

$A_1 = 0.4\text{mm}$, 因此推杆将作振幅为 0.4mm 的上下往复正弦运动。

由以上分析可知, 推杆运动为摆线运动规律, 摆线运动是所有基本曲线运动中最平稳的运动规律, 其可以用于较高速场合。

1.2 滚子推杆盘形凸轮

图 2 为滚子推杆盘形凸轮, 选取直角坐标系 O_{xyz} , 滚子推杆盘形凸轮轮廓曲线参数方程为:

$$\begin{cases} x_2 = R_2 \cos(\delta) \\ y_2 = R_2 \sin(\delta) \\ z_2 = A_2 \cos(k\delta) \end{cases}$$

式中: δ 为凸轮转过的角度, $\delta = [0 \sim 360^\circ]$, R_2 为凸轮轮廓曲线的半径, A_2 为轴向振幅, k 为圆周方向上的周期。当 $R_2 = 20\text{mm}$, $A_2 = 0.8\text{mm}$, $k = 7$ 时, 凸轮轮廓曲线如图 2 所示。

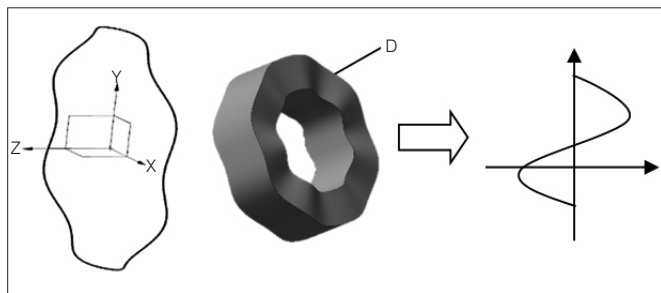


图 1 滚子推杆盘形凸轮轮廓曲线

当凸轮与推杆接触时, D 点处运动规律是由 Z 轴方向变化规律产生, 由上式中可知, 当凸轮旋转时, 推杆在凸轮轮廓线的推动下作轴向往复运动, 推杆在轴向往复运动中移动规律由上式中 Z 的变化规律决定, 由式中知 Z 变化规律为余弦加速度运动规律 (也即简谐运动规律), 其振幅为 $A_2 = 0.8\text{mm}$, 因此推杆将作振幅为 0.8mm 的横向往复余弦运动。

由以上分析可知, 推杆运动为简谐运动规律, 简谐运

(下转第 5 页)

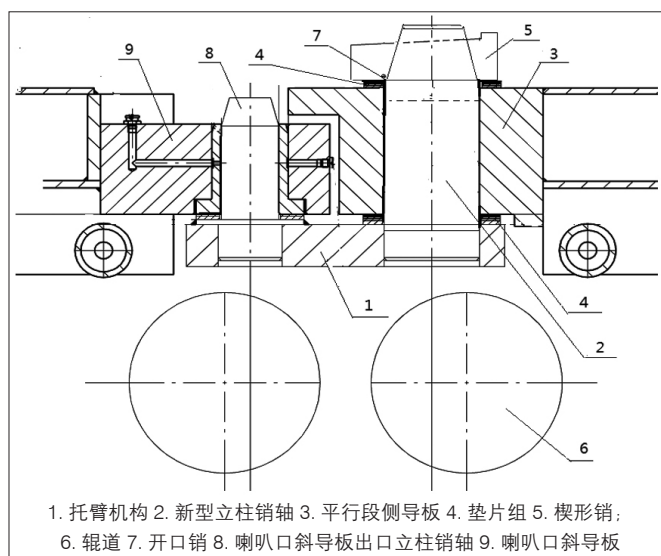


图 新侧导板销轴

5 优化措施

5.1 机械设备

机械设备管理工作的重点在于机械设备的优化操作,工作人员需要定时定期对两侧导板的平行度进行检查,保证其平行度指标在合理的范围之内。除此之外,对开度和开口度如果发现偏差的情况也需要及时进行调整,只有这样才能保证设备的精度。而在检查过程中,如果发现两侧倒板的磨损情况比较严重,就需要及时进行更换,因为过度磨损的导板无法将侧导板的力控状态进行有效的激活。

5.2 液压系统

侧导板的系统组成部分比较简单,它需要由4个液压缸以及两个伺服阀控制系统进行控制操作,而在投入到使用状态之后,一个伺服阀会长期处于正常投运的状态,另一个伺服阀则是当侧导板进入到短行程控制操作时才会进入到投入使用状态。因为,侧导板运行期间的工作方式具有一定的特殊性,所以其中一个伺服阀的老化速度比较快。现场工作人员必须定时定期地将两个伺服阀的功能进行有效的切换,才可以保证两个伺服阀的损耗具有均匀性的特点,从而有效降低系统故障的发生概率。

5.3 电气系统

电气系统当中的侧导板压力传感器、位置传感器等的运行状态,都会对系统的运行效率产生直接影响,因此现场工作人员需要定期针对这些设备进行校准,避免设备运行的不准确,使得整个系统测量的数据出现较为明显的误差。一旦数据不准确之后,带钢边部就会出现缺陷。

6 结语

通过以上措施,平行段侧导板入口托臂机构与平行段侧导板入口托臂立柱销轴连接稳定、磨损较慢、承载夹持力大,解决了平行段侧导板入口托臂立柱销轴磨损较快的问题,提高了侧导板工作的可靠性和稳定性,减少了设备故障率,提高了产品质量,达到了预期的效果,为整个生产线的稳定运行创造了条件。本文介绍的这一方案,对同类设计的侧导板系统有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 赵磊,刘宁,李文,王克柱.卷取机侧导板控制策略优化分析与改进[J].山东冶金,2014,36(04):21-23.

(上接第3页)

动在凸轮运动过程中加速度有突变,但数值有限,故会产生一定的柔性冲击。

2 两种凸轮合成运动分析

通过上述分析,可以将两个凸轮通过结构设计将C、D两处运动进行合成,合成的运动参数方程表示为:

$$\begin{cases} x = A_2 \cos(k\delta) \\ y = A_1 \cos(k\delta + 90^\circ) \\ z = 0 \end{cases}$$

对上述方程分析可知,当 $A_1=0.4$, $A_2=0.8\text{mm}$, $k=7$ 时,两凸轮产生的合成运动的运动轨迹如图3所示。

由上分析可知,上述两种凸轮将产生平面椭圆振动运动轨迹,也即当两个凸轮均以相同转速运动时,将产生两个方向的运动:一个是竖直方向上的往复运动,另一个是横向方向上的往复运动。因此,两个振幅不同的正弦往复运动相互叠加成椭圆振动。可以通过调节上述中的振幅、振动频率以及相关相位角调节平面内形成的椭圆轨迹的形状和运动特性。

3 结语

本文阐述了通过对对心直动平底推杆盘形凸轮和滚子推杆盘形凸轮两种凸轮轮廓线建立参数方程,并对由两种凸

轮相互叠加复合产生的椭圆振动运动进行了分析,介绍了椭圆振动运动轨迹产生的原理,并且介绍了通过调节参数方程中的振幅、振动频率、相位角等参数来调节椭圆轨迹的形状和运动特性,该原理可以广泛应用在工业生产过程中,如应用在采矿设备的冲击钻、自动

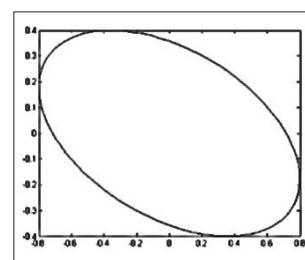


图3 椭圆振动轨迹示意图

化设备的振动给料机等需要高速振动的场景中。本文介绍的凸轮椭圆振动原理完全由机械原理产生,与传统电磁式椭圆振动相比可靠性更高、运动更平稳、寿命更长,因而凸轮椭圆振动具有较广泛的应用前景与推广价值。

参考文献:

- [1] 孙恒,陈作模.机械原理[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [2] 石永刚,吴央芳.凸轮机构设计与创新丛书[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [3] (中)刘昌祺,曹西京.(日)牧野·洋.凸轮机构设计[M].北京:机械工业出版社,2005.