(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102748283 B
(45)授权公告日 2015.08.19

(21)申请号 201110101319.X

(22)申请日 2011.04.22

(73)专利权人 北京发源动力机械设计研究有限公司
地址 100085 北京市海淀区上地信息路12号

(72)发明人 黄友钢

(74)专利代理机构 小松专利事务所 11132
代理人 陈祚龄

(51)Int.Cl.
*F04C 18/12*(2006.01)

(56)对比文件
CN 201013589 Y,2008.01.30,
US 2008138230 A1,2008.06.12,
DE 102006045261 B4,2009.03.19,
JP 2009519405 A,2009.05.14,
JP 2001329980 A,2001.11.30,

审查员 蒋营营

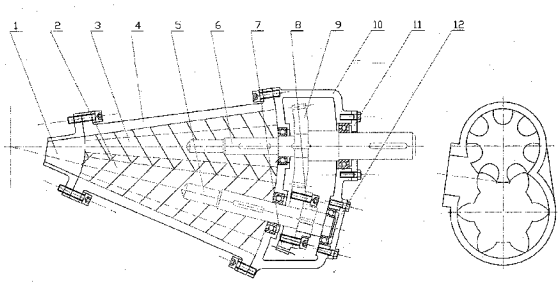
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

螺锥压缩机构

(57)摘要

螺锥压缩机构由两个螺锥转子(2、3)、外壳(4)和同步齿轮箱(10)构成。两个螺锥转子的轴(5、6)呈交叉轴线布置,并采用悬臂结构由滚动轴承支承。两个螺锥零件不存在啮合受力传动,零件之间由气隙隔离。两个螺锥转子之间的运动关系由同步齿轮约束,两个同步齿轮(7、9)的周向位置精度由调整盘(8)定位。两个螺锥的基准球面曲线由某种共轭曲线形成,由一系列衍生球面曲线簇按螺锥母线的函数规律和衍生球面半径比例关系,分别构成两个螺锥零件的曲面。在转动时,两个螺锥的曲面和外壳构成连续变化的封闭空间。螺锥压缩机的特点是:螺锥副的大端容积大、受力面大、力矩半径大,但工质压力低。工质压入螺锥副的小端时压力变高,但容积变小、受力面积变小、力矩半径变小,故驱动转矩不致增加很大。




CN 102748283 B

1. 一种螺锥转子式变容压缩机构，两个相向转动的螺锥转子和双内锥外壳形成连续变化的封闭空间；两个螺锥转子的轴线呈交叉轴线，两轴线的夹角为 8.0° 至 40° 角；两个螺锥转子之间不存在啮合受力传动，其相互运动精度由同步齿轮箱约束；相互交叉轴线的两个螺锥转子的轴采用悬臂结构；其特征在于：两个螺锥转子的齿形曲线为分别映射到同一个基准球面上的一种平面共轭曲线，该平面共轭曲线和外壳的外廓弧线在三条曲线的两个交汇处不存在泄漏三角形。

2. 如权利要求 1 所述的螺锥转子式变容压缩机构，其特征在于：所述的螺锥转子的螺锥母线符合下列函数关系：

$$x = \alpha \times \theta \times \cos(\theta)$$

$$y = \alpha \times \theta \times \sin(\theta)$$

$$z = \beta \times \theta^{\gamma}$$

式中：

x、y、z 为螺锥母线的坐标点

α 为螺锥大端直径系数

θ 为螺锥旋转角度值

β 为螺锥长度系数

γ 为螺旋母线升角幂指数

螺锥母线向 x-y 平面上的投影符合阿基米德螺线规律，z（θ）展开为幂指数关系，其中 γ 指数的值为 1.0 到 2.4。

3. 如权利要求 2 所述的螺锥转子式变容压缩机构，其特征为：两组齿形曲线以其基准球面衍生出一系列不同半径的球面曲线簇，球面曲线簇按螺锥母线函数关系和距离球心半径的比例关系排列，从而分别形成两个螺锥转子的表面曲面。

4. 如权利要求 1 所述的螺锥转子式变容压缩机构，其特征为：两个螺锥转子的轴的其中之一安装周向调整盘零件，两个同步齿轮的周向角度位置关系由调整盘零件一次性定位，保证两个齿轮的同步精度。

# 螺锥压缩机构

## 技术领域

[0001] 本发明涉及气体压缩机械、流体机械、通用机械领域，属于一种用于可压缩工质的转子式变容机构。

## 背景技术

[0002] 本发明基于容积式流体机械，如螺杆压缩机、罗茨风机、齿轮马达。在此类技术基础上建立一种能够形成封闭区域的平面共轭曲线，由此曲线延展的三维曲面螺锥零件形成连续变化封闭空间，从而得到不同于其它流体机械的转子式变容机构。

## 发明内容

[0003] 螺锥压缩机构由图 1 所示，螺锥压缩机有两个螺旋曲面圆锥形转子 2、3 ；一个双内锥面的外壳 4，外壳上大端侧面有一个进气口 ；一个压气出口 1 与双内锥面外壳小端连接 ；一个同步箱 10 ；输入轴 6 ；悬臂轴 5 ；轴承盖 11、12 等配件。同步箱中包括圆弧锥齿轮 7、9 ；调整盘 8。

[0004] 螺锥副零件由图 2 所示，大端为进气方向，小端为压气出口。螺锥副的大端容积大、受力面大、力矩半径大，但压力低。螺锥副的小端压力高、温度也高，但容积小、受力面积小、力矩半径小，故输入轴功率不致增加很大。

[0005] 两个螺锥零件不存在啮合受力传动，零件之间由气隙隔离。两个螺锥转子之间的运动关系由同步齿轮箱约束，两个同步齿轮的周向角度位置关系由调整盘一次性定位，保证两个齿轮的同步精度。

[0006] 同步箱中的同步齿轮强制约束两个螺锥转子的运动关系，由于两个螺锥转子的轴线为交叉轴线，同步齿轮箱中的同步齿轮也须为交叉轴线且夹角相同。故同步齿轮采用圆弧锥齿轮，即格里森制齿轮。

[0007] 螺锥零件的基础齿形来源于一对平面共轭曲线，见图 3。这一对共轭曲线和两个交集的圆弧线构成了在平面上的连续变化封闭区域。可以看出，三条曲线在交汇处是严密的，不存在螺杆压缩机齿形曲线所固有的“泄漏三角形”问题。

[0008] 将平面上的共轭曲线和外包络交集圆弧线由平面映射到一个基准半径球面上，形成球面上的连续变化封闭区域。

[0009] 两组平面共轭曲线按照各自螺锥母线的函数规律分别向由基准球面派生的有限多个同心不同半径的衍生球面上映射，各自得到一簇曲线，由曲线簇所形成螺锥曲面，结果见图 2。

[0010] 两螺锥母线形成的方法相同，其中一条螺锥母线的图形见图 4，螺锥母线函数关系式如下 ：

[0011] $x = \alpha \times \theta \times \cos(\theta)$

[0012] $y = \alpha \times \theta \times \sin(\theta)$

[0013] $z = \beta \times \theta \ \gamma$

[0014] 式中：

[0015] x、y、z 为母线的坐标点

[0016] α 为螺锥大端直径系数

[0017] θ 为螺锥旋转角度值

[0018] β 为螺锥长度系数

[0019] γ 为螺旋升角幂指数

[0020] 螺锥母线向 x-y 平面上的投影符合阿基米德螺线规律，z-θ 展开为幂指数关系。

[0021] 得到螺锥母线的一簇平面坐标点后，分别将曲线线按不同的球面半径映射到相应的一系列衍生球面上，即可得到球面基准的螺锥零件外表面。为数控机床加工准备了数据。

[0022] 平面曲线转换为球面上的曲线需要进行二次坐标变换。图 4 所示为在直角坐标系中球面簇上的螺锥母线。

## 附图说明

[0023] 图 1 为螺锥压缩机构的产品装配图。

[0024] 包括压气出口 1、凸齿螺锥 2、凹槽螺锥 3、双内锥面外壳 4、凸齿螺锥的悬臂轴 5、输入轴 6、圆锥小齿轮 7、周向调整盘 8、圆锥大齿轮 9、同步箱箱体 10、输入轴承盖 11、悬臂轴承盖 12。以及角接触球轴承、平键、螺栓等连接坚固标准件。

[0025] 凹槽螺锥 3 为右手旋向，凸齿螺锥 2 为左手旋向。

[0026] 签于螺锥零件小端空间结构的原因，及高温高压条件下不宜应用滚动轴承，固采用悬臂轴支承结构。

[0027] 螺锥零件之间采用气隙隔离，使之不发生接触。两个螺锥零件和双内锥外壳之间的气隙能够产生动压润滑效应，支承螺锥转子的径向受力。

[0028] 两个螺锥零件之间的周向位置精度和相互运动关系由同步箱中的同步齿轮强制约束。由于机构为交叉轴线，同步齿轮采用格里森制式的弧齿锥齿轮。同步齿轮的周向位置精度通过调整盘零件进行精密调整。

[0029] 同步箱与双内锥外壳配合面为球面，其半径为基准球面的半径。

[0030] 图 2 为两个螺锥零件的构造和工作配合状态。上侧零件为凹槽螺锥，下侧零件为凸齿螺锥。两个螺锥呈交叉轴布局，两个螺锥母线旋转方向相反。图示的凹槽螺锥为右手螺旋，凸齿螺锥为左手螺旋。

[0031] 图 3 为共轭曲线所形成的构成连续变化封闭空间的齿形曲线。左侧为凸齿螺锥的齿形曲线，右侧为凹槽螺锥的齿形曲线，横 8 字形线为两个齿形曲线外径圆弧线的交集。

[0032] 图 4 为凸齿螺锥的螺锥母线。按照螺锥母线的函数关系，由基准球面上的齿形曲线所衍生的相同球心的齿形曲线簇形成了图 2 所示的螺锥零件。

## 具体实施方式

[0033] 螺锥零件的设计和制造要依托数字技术，计算机设计和数控机床加工。

[0034] 本发明除两个螺锥零件和双内锥外壳零件，其余均采用传统工艺加工制造。

[0035] 螺锥所用材料要求承受较高温度环境，可采用耐热合金钢材料，也可采用精密结构陶瓷材料。外壳材料应与螺锥材料热胀系数相同。

[0036] 同步箱采用灰铸铁或者球墨铸铁材料，同步齿轮采用合金调质钢材料，轴采用优质碳素调质钢材料，压气出口采用耐热钢材料，其他零件可采用普碳结构钢材料。

[0037] 格里森制的齿轮的加工需要在专业厂用专用机床制造，锻件坯料需要调质处理，齿轮副零件需要配对研磨。齿面采用高频淬火工艺。

[0038] 螺锥零件的制造工艺路线：用铝合金铸造圆锥形模型毛坯；用五轴联动数控中心加工两个螺锥的阳模；以阳模为模型浇灌松香石蜡熔料；采用失蜡铸造工艺铸造钢质阴模；在阴模中注入结构陶瓷粉料，用大吨位油压机压实；脱模后的瓷质毛坯进入窑炉烧结；烧结成型的瓷质坯料装卡在数控磨床上加工定位孔和中心轴孔；以五轴联动数控中心用高速电动头装卡金刚石磨具加工曲面。以上为单件小批量工艺路线，大批量生产时不宜使用五轴联动数控中心机床而应使用专用机床。

[0039] 螺锥零件的检测：螺锥零件无法使用普通量具直接检测，单件小批量生产可采用三坐标测量仪进行检测。主要检测内容有：基准球面圆半径；大端外径；小端外径；锥度；螺旋线；同轴度；曲面参数。特别是曲面参数，需要多组多点测试。大批量生产的检测工序应该设计专用平台和仪器。

[0040] 装配工艺路线：装配工序需要在专用工艺装备上进行。

[0041] 首先装配轴组件，包括轴、调整盘、齿轮、轴承、平键、螺锥。

[0042] 在装配后的轴组件后进行同步精度调整，调整过程在专用工艺装备上借助光学工具显微镜进行，以达到周向同步精度要求。调整完成后用永久高强度螺栓换下调整用预紧螺栓，并紧固到力矩要求。

[0043] 将轴组件安放到同步箱中，对准定位标记，把两个同步箱壳体零件合拢。紧固螺栓至力矩要求。

[0044] 装配轴承盖。

[0045] 试车工艺路线：将组装完成的产品安装在试车台上，连接转矩转速传感器和拖动电机；连接出口管路及仪表、阀门。低速运转电机至要求时段后，再调整运转电机至额定工况要求。测试记录运行数据：压力、温度、工质流量、转矩、转速、振动、噪音等。

[0046] 单件、小批量试产可在机工实验室或试验车间进行。

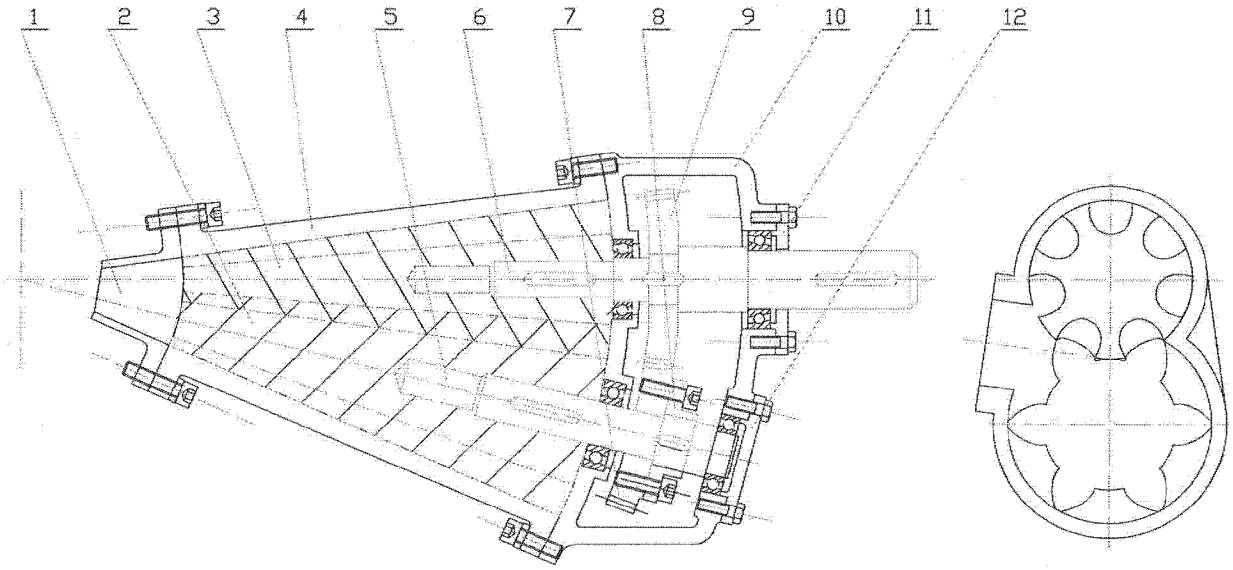



图 1

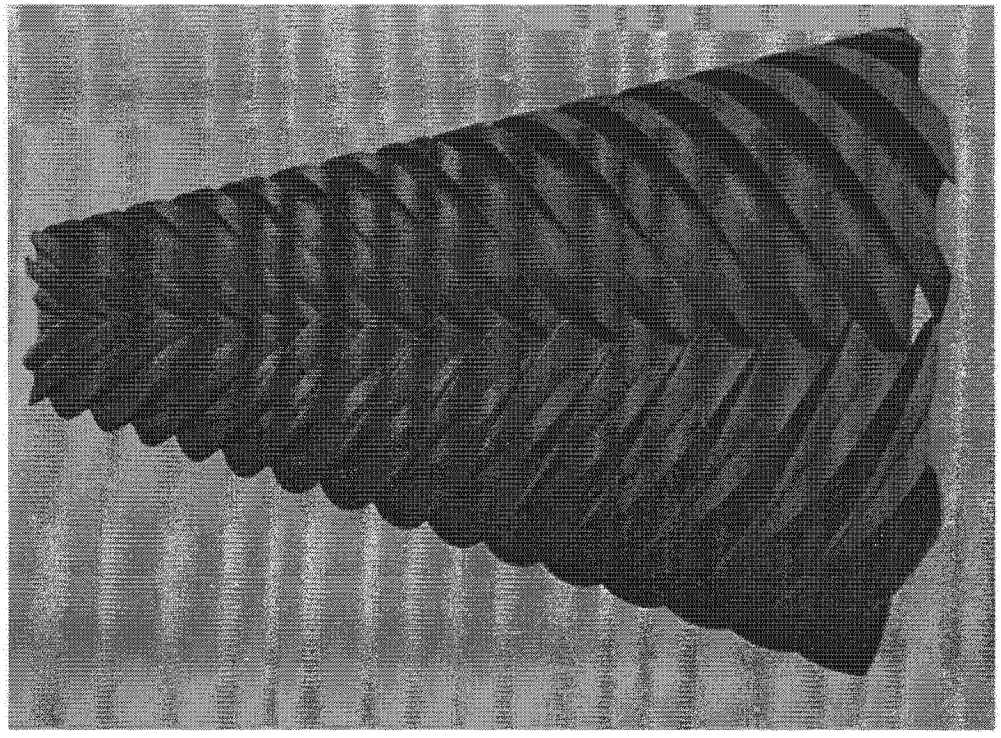


图 2

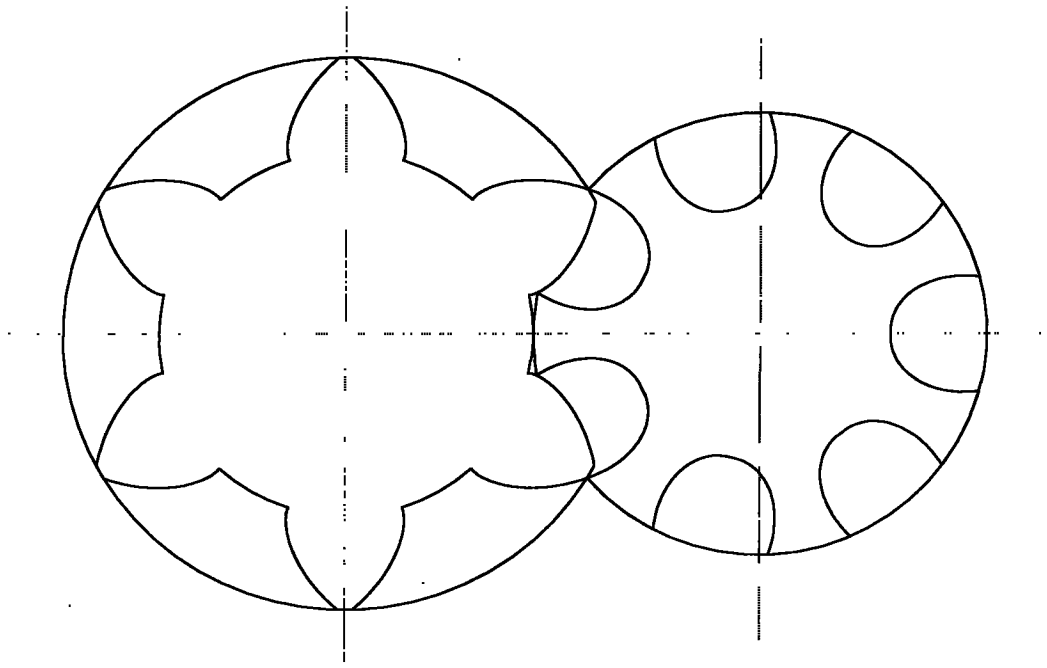


图 3

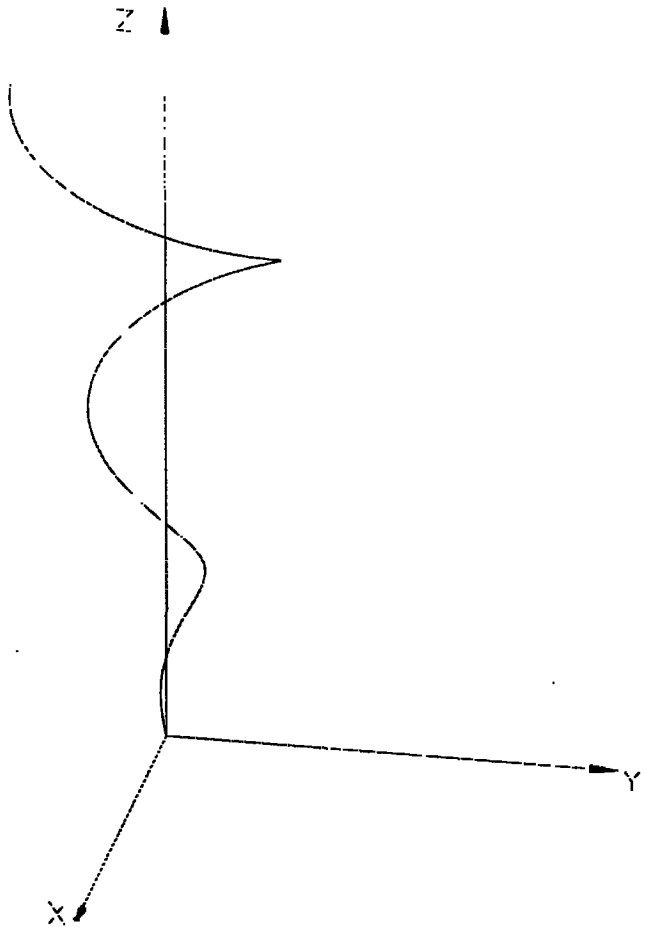



图 4