

余弦内曲线球状活塞气动马达主要参数计算

李富成¹,王娟²

(1. 东北大学 材冶学院, 辽宁 沈阳 110004; 2. 辽宁省残疾人联合会 信息中心, 辽宁 沈阳 110000)

摘要:概述了余弦内曲线球状活塞气动马达组成部分、工作原理,给出了配气轴、气缸、活塞、转子等尺寸计算公式及计算方法,推导出了余弦内曲线方程。

关键词:气动马达、配气轴、气缸、余弦内曲线

中图分类号:TH138.51 **文献标识码:**A

1 余弦内曲线球状活塞气动马达组成部分

图1为该气动马达组成部分示意图。1为六段余弦内曲线连接成内壁型线的定子,2为九个气缸组成一体的转子,输出轴与之连接在一起(图1中未表示出),3为球状活塞。4为配气轴,与定子固结在一起。

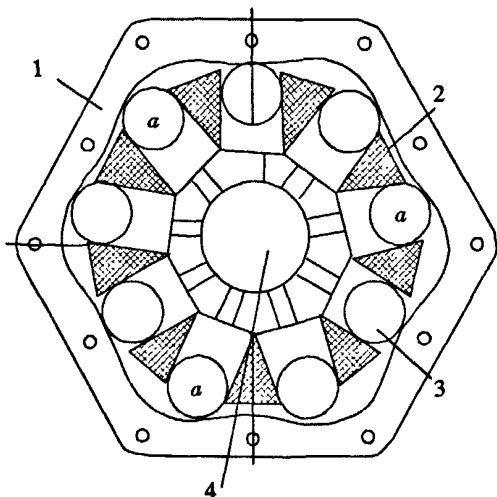


图1

该种气动马达的优点有三:首先采用了余弦内曲线的平缓变化,使球状活塞在气缸内加速及减速过程中避免了冲击,从而使气动马达运转平稳。其次球状活塞运转灵活,且

阻力很小。该种气动马达结构简单,易损件很少,大大减少了维护检修,是一种优良的气动马达。

2 气动马达工作原理

图1中的配气轴4在图2中表示了出来。图2中心为配气轴进气管,直径为 d_m ,与之相连的有六条进气支管,直径为 d_s 。周围有六条排气管,直径为 d_e 。

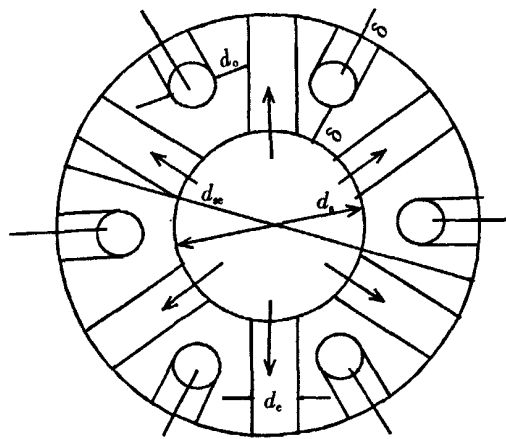


图2

进气过程中,压力气体自图2的进气管、进气支管、图1的气缸底直径为 d_s 的进气小管进入气缸底部,推动球状活塞向外运动,与余弦内曲线表面接触时,产生作用力;而余弦

内曲线表面对球状活塞产生反作用力,该力的切向分力带动气缸旋转。当球状活塞抵达气缸最上部位时,则进气过程终止,此后球状活塞在余弦内曲线表面反作用力的径向分力作用下迫使球状活塞向中心运动,进行排气。气体从缸底排气小管(进气时称进气小管)、经排气支管、排气管排出气动马达。图1中气缸底的进气小管或排气小管显得很长,增大了气动马达的径向尺寸,笔者将此段小管去掉,直接在气缸底部由一个直径为 d_e 的小孔替代,这样大大减小了气动马达径向尺寸。

图3中的面积1-2-3-4代表气体对气

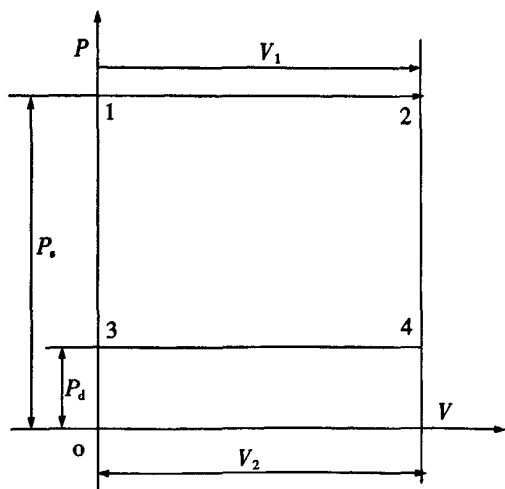


图3

动马达所作的理论功 A^T ,这是对一个气缸所作的理论功 A^T ,单位为J。图3中 P_s 、 P_d 、 V_1 、 V_2 分别表示进气绝对压力、排气绝对压力、进气容积、排气容积。 A^T 可用下式表示

$$A^T = (P_s - P_d)V_1 = (P_s - P_d)V_2 \quad (1)$$

式(1)中 $V_1 = V_2$

气动马达输出功率或轴功率为

$$N = \frac{n Z_1 Z_2 A^T \cdot \eta}{60 \times 10^3} \quad (2)$$

式中 N ——气动马达输出功率,kW

Z_1 ——气缸数目

Z_2 ——单个气缸在转动一周中的进气次数(或排气次数),简称作用次数

η ——马达总效率

n ——额定转速,r/min

本文中, $Z_1 = 9$, $Z_2 = 6$ 。

将式(1)代入式(2)得:

$$V_1 = V_2 = \frac{60 \times 10^3 N}{n Z_1 Z_2 \eta (P_s - P_d)} \quad (3)$$

气动马达参数设计计算时, N 、 n 、 Z_1 、 Z_2 、 η 、 P_s 、 P_d 均已设定,故 V_1 可以计算出来。式(2)及式(3)中 n 在气动马达设计计算时应当给定。

气动马达产生的转矩 M_s 为

$$M_s = \frac{60 \times 10^3 \times 30 N}{\pi n} = 572957.7951 \frac{N}{n} \quad (4)$$

3 配气轴尺寸计算

参看图2中所标的尺寸,每秒钟通过直径为 d_s 的进气管的压力气体流量 Q_s 为

$$Q_s = \frac{V_1 Z_1 Z_2 n}{60 \eta_v} \quad (5)$$

式中 η_v ——气动马达的容积效率

通常 $\eta_v = 0.90 \sim 0.96$,取平均值 $\eta_v = 0.93$ 。

进气管直径 d_s 为

$$d_s = \sqrt{\frac{4 Q_s}{\pi v_s}} \quad (6)$$

式中 v_s ——进气孔中气流平均速度,m/s

通常 $v_s = 20 \sim 25$ m/s。

每条进气管直径 d_e 为

$$d_e = \sqrt{\frac{4 Q_s}{6 \pi v_s}} = 0.460658866 \sqrt{\frac{Q_s}{v_s}} \quad (7)$$

考虑到气动马达中泄漏损失后,每条排气管或排气支管的直径 d_e 计算时,应考虑到压力气体自气缸底部直径为 d_e 的小孔排出后绝对压力自 P_s 下降为 P_d 、绝对温度自 T_s 下降为 T_d 而发生膨胀。因此排气管或排气支管每条的直径 d_e 按下式计算

$$d_e = \sqrt{\frac{4 P_s T_d Q_s \eta_v}{6 P_d T_s \pi v_d}} = 0.460658866 \sqrt{\frac{P_s T_d Q_s \eta_v}{P_d T_s v_d}} \quad (8)$$

式中 v_d ——排气管或排气支管中气流平均速度,通常 $v_d = 65 \sim 70$ m/s。

根据图2中的几何关系,考虑到进气管壁

与排气管壁之间径向距离 δ 以及排气管壁与配气轴外壁之间径向距离 δ 。因此图 2 中所示的配气轴的外直径 $d_{\text{配}}$ 应为

$$d_{\text{配}} = d_s + 2d_o + 4\delta \quad (9)$$

式中 $\delta = 0.006\text{m}$

4 气缸及活塞尺寸的计算

图 4 为气缸尺寸示意图。 d_c 、 L 、 d_c 、 δ 分别为气缸内直径、气缸总长度、气缸底部进气或排气小孔直径、气缸壁或气缸底壁厚度。 $\delta = 0.006\text{m}$ 。

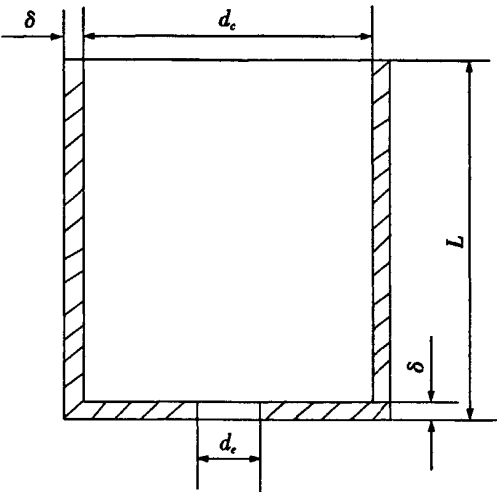


图 4

余弦内曲线球状活塞气动马达是一种特殊形式的气动马达。气缸及活塞尺寸计算应特殊处理。笔者对球状活塞在气缸内及余弦内曲线壁面之间运动情况分析研究后，认为：气缸内直径 d_c 或球状活塞直径 d_p 应与气缸有效工作长度 $L_n = L - \delta$ 相等，而且球状活塞行程 S 应为 d_c 或 d_p 之半，即

$$L - \delta = d_c \quad (10)$$

$$S = \frac{d_c}{2} \quad (11)$$

而且
$$S = \frac{4V_1}{\pi d_c^2} \quad (12)$$

令式(11)与式(12)相等，可得

$$\frac{d_c}{2} = \frac{4V_1}{\pi d_c^2} \quad \text{或者}$$

$$d_c = \sqrt{\frac{8V_1}{\pi}} = 1.36552558 \sqrt[3]{V_1} \quad (13)$$

$$d_p = d_c \quad (14)$$

5 转子外直径计算

图 5 中 D_o 为转子外直径，也是余弦内曲线内圆周直径。

$$D_o = d_{s_o} + 2L \quad (15)$$

6 余弦内曲线方程确定

图 5 为余弦内曲线方程确定用图。图

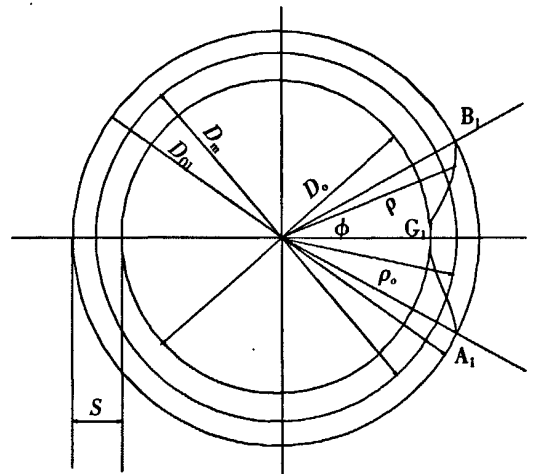


图 5

5 中 D_o 、 D_{o1} 、 D_m 、 ρ_o 、 ρ 、 ϕ 分别为余弦内曲线内圆周的直径、外圆周的直径、内外圆周之间的中间圆周直径、平面极坐标的基本极距、极距、极角。 S 为活塞行程，按式(11)计算。曲线 $A_1-G_1-B_1$ 为一段余弦内曲线。这段余弦内曲线的方程，笔者费了一番功夫没有找到，只好进行推导。余弦内曲线 $A_1-G_1-B_1$ 的方式在平面极坐标中如下

$$\rho = \rho_o - \frac{S}{2} \cos(Z_2 \phi) \quad (16)$$

式中 Z_2 ——余弦内曲线段数， $Z_2 = 6$

$$\rho_o = \frac{1}{2} D_m \quad (17)$$

$$D_m = \frac{1}{2} (D_{o1} + D_o) \quad (18)$$

$$D_{o1} = D_o + 2S$$

基于 ANSYS 的牙轮钻机回转机构齿轮接触分析

唐田秋, 陈利平

(湖南工学院 机械工程系, 湖南 衡阳 421002)

摘要:使用 ANSYS 有限元分析软件,建立了回转机构传动齿轮的接触仿真分析模型。阐述了在分析过程中模型建立、网格划分、载荷和边界条件的处理等主要步骤,分析计算了二对直齿轮的轮齿变形和接触应力,找出了其薄弱环节,为回转机构齿轮传动的动态设计、优化设计和可靠性设计提供了参考。

关键词:回转机构;有限元分析;接触分析

中图分类号:TD422.1 **文献标识码:**B

0 引言

牙轮钻机是目前大中型露天矿山、公路工程及水电工程中广泛采用的穿孔设

备,它具有穿孔效率高、成本低、安全可靠等优点。根据其工作原理可知,回转机构齿轮是其最重要的部件之一,并且齿轮的制造安装精度要求高,价格较贵,因此在其齿

7 余弦内曲线球状活塞气动马达主要参数计算数值例

此例阐明该气动马达主要参数计算步骤及方法。

已知参数: $N=3\text{ kW}$, $n=300\text{ r/min}$, $P_s=6\times10^5\text{ Pa}$, $T_s=293\text{ K}$, $P_d=10^5\text{ Pa}$, $T_d=253\text{ K}$, $Z_s=9$, $Z_d=6$

主要参数计算所用公式、单位、计算结果列入表 1 中。

8 结束语

余弦内曲线球状活塞气动马达运转平稳,结构较简单,易损部件少,使用与维修方便,是一种优良的气动马达。本文提出的该气动马达主要参数计算公式及计算方法系笔者个人见解。由于笔者水平所限,可能有若干错误,敬请读者批评指正。

参考文献:

[1]В.Л.ЗИНЕВИЧ,Г.З.ЯРМОЛЕНКО,Е.Г.КАЛИТА:
ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ ГОРНЫХ
МАШИН[M].МОСКВА(НЕДРА)1975.
[2]李富成,王娟,步群.旋转气缸气动马达主要参数
设计计算[J].凿岩机械气动工具,2007(3).

表 1

序号	参数	公式	单位	计算结果	备注
1	V	3	m^3	0.00004444	$\eta=0.5$
2	M_s	4	Nm	5729.577951	
3	Q_s	5	m^3/s	0.012903096	$\eta_r=0.93$
4	d_s	6	m	0.027326919	$v_r=22\text{ m/s}$
5	d_e	7	m	0.011156168	$v_r=22\text{ m/s}$
6	d_o	8	m	0.01424666	$\eta_r=0.93$ $v_d=65\text{ m/s}$
7	d_{∞}	9	m	0.079820239	$\delta=0.006\text{ m}$
8	d_c	13	m	0.048369585	
9	d_p	14	m	0.048369585	
10	S	11	m	0.024347925	
11	L	10	m	0.054369585	$\delta=0.006\text{ m}$
12	D_s	15	m	0.188559409	
13	D_{01}	19	m	0.237255259	
14	D_m	18	m	0.212907334	
15	ρ_s	17	m	0.106453667	
16	ρ	16	m	$\rho=0.106453607-0.012173962\cos6\phi$	

余弦内曲线球状活塞气动马达主要参数计算

作者:

李富成, 王娟

作者单位:

李富成(东北大学, 材冶学院, 辽宁, 沈阳, 1100104), 王娟(辽宁省残疾人联合, 会信息中心, 辽宁, 沈阳, 110000)

刊名:

凿岩机械气动工具

英文刊名:

ZHAOYAN JIXIE QIDONG GONGJU

年, 卷(期):

2009, "" (2)

被引用次数:

0次

相似文献(1条)

1. 期刊论文 李富成 旋转气缸式气动马达主要参数设计计算 -凿岩机械气动工具2007, "" (3)
介绍了旋转气缸气动马达组成部分、工作原理、配气轴及转子设计计算、定子内壁的椭圆方程.

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zyjxqdgj200902006.aspx

下载时间: 2011年1月2日