

文章编号: 1673—9620 (2008) 01—0026—03

# 气垫带式输送机气室盘槽气孔的分布形式<sup>\*</sup>

柳 铭<sup>1</sup>, 倪新跃<sup>2</sup>, 宋瑞宏<sup>1</sup>, 张锁龙<sup>1</sup>, 周永其<sup>2</sup>

(1 江苏工业学院 机械与能源工程学院, 江苏 常州 213016; 2 吴江市江达输送机械有限公司, 江苏 吴江 215217)

**摘要:** 介绍气垫带式输送机在负载情况下, 气垫的理论压力分布; 通过对孔径相等、排距不等的孔的分布和孔径不相等、排距相等的孔的分布的试验, 得到了输送带上气垫压力场的压力分布, 适用于工程应用的气室盘槽的气孔分布形式。

**关键词:** 气垫带式输送机; 盘槽; 气孔分布

**中图分类号:** TH 222

**文献标识码:** A

## Study of the Distributive Styles of Plate trough Air Holes in Air—Cushion Belt Conveyor Gas Cell

LIU Ming<sup>1</sup>, SONG Ri—hong<sup>1</sup>, NI Xin—yue<sup>2</sup>, ZHANG Suo—long<sup>1</sup>, ZHOU Yong—qi<sup>2</sup>

(1. School of Mechanical and Energy Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China; 2. Wujiang Jiangda Manufactory Co., Ltd., Wujiang 215217, China)

**Abstract:** This paper introduces the distributions of theoretical pressure in air cushion when force was loaded on air—cushion belt conveyer. The distributions of pressure in air cushion can be obtained by comparing the two distributions of gas holes, the same apertures in different arrangement spaces and the different apertures in uniform arrangement spaces. The distribution styles of plate trough air holes in the gas cell which was suitable for engineering applications were also found.

**Key words:** air—cushion belt conveyor; plate trough; distribution of air hole

气垫带式输送机作为一种新型输送设备, 与通用带式输送机及托辊压带式输送机相比, 以其运行平稳、不跑偏、不撒料等诸多优点, 在粮食、港口、煤炭、电力、化工等行业得到了广泛的应用<sup>[1, 2]</sup>。近几年来, 国内生产气垫机的厂家越来越多, 作为气垫机的主要部件的气室, 在结构上各个生产厂家存在很大差异, 气室盘槽的形状, 决定着气垫流场的形状, 稳定可靠的气垫形成是气垫带式输送机正确设计和可靠运行的关键因素。气垫压力是气垫流场最基本的参数, 合理的气垫压力分布决

定着是否能把输送带托起形成理想的气垫, 形成稳定的运转。气垫厚度直接影响理想气垫压力的形成。而气垫压力、气垫厚度除了与鼓风机的输送压力有关外, 还与气室盘槽上气孔的直径、气孔的布置形式有关, 因此有必要对气室盘槽上气孔的直径、气孔的布置形式作进一步深入的研究。

### 1 气垫压力理论分布形式

首先, 有必要先对气垫压力理论的分布形式作一个基本的了解<sup>[3~7]</sup>。气垫流场压力是指盘槽与输

\* 收稿日期: 2007—11—08

基金项目: 江苏省科技攻关项目 (BE2006104)

作者简介: 柳铭 (1971—), 男, 江苏镇江人, 硕士, 讲师, 从事机械制造工艺、工程及计算机图学方面的研究。

送带之间空气层的压力, 它由输送带自重产生的压力  $P_I$ 、输送物料产生的压力  $P_{II}$ 和输送带弯曲成盘槽形状所需的附加弯曲压力  $P_{III}$  部分组成。以图 1 坐标为基准, 任意盘槽位置角的气垫压力表示如下:

$$P_0 = P_I + P_{II} + P_{III} \tag{1}$$

其中  $P_I$ 、 $P_{II}$ 、 $P_{III}$ 又可以分别写成:

$$P_I = G_{BM} (2\cos\theta - \cos\phi) / B \tag{2}$$

$$P_{II} = R\rho_m g \left\{ \cos\theta - \cos\phi - \frac{\sin\phi}{\sin\alpha} \cos\alpha + \frac{\sin\phi}{\sin\alpha} \cos \left[ \arcsin \left( \frac{\sin\alpha}{\sin\phi} \sin\theta \right) \right] \right\} \tag{3}$$

$$P_{III} = \frac{(1 - \cos\theta) \theta EI}{2[1 - \sin(\theta/2)]} \tag{4}$$

式中:  $EI$ —输送带横向刚度;  $B$ —输送带宽度, mm;  $\theta$ —盘槽位置角,  $^\circ$ ;  $G_{BM}$ —单位长度输送带质量, N/m;  $\rho_m$ —输送物料密度,  $\text{kg/m}^3$ ;  $g$ —重力加速度,  $\text{m/s}^2$ ;  $\phi$ —最大盘槽位置角,  $^\circ$ ;  $\alpha$ —物料动堆积角,  $^\circ$ ;  $R$ —盘槽弯曲半径, mm。

以实例带宽 800 mm, 单位长度输送带质量 10 81 N/ m、输送物料密度 800  $\text{kg/m}^3$ , 动堆积角  $15^\circ$ 、最大盘槽位置角  $35^\circ$ 、盘槽弯曲半径 500 mm 为依据, 代入式 (1) 作出气垫压力的理论分布曲线, 如图 2 所示。

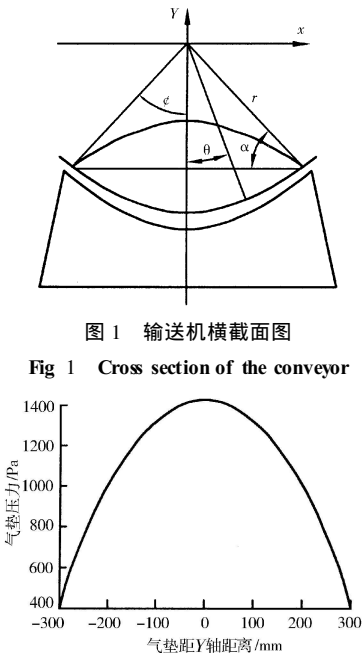


图 1 输送机横截面图  
Fig 1 Cross section of the conveyor

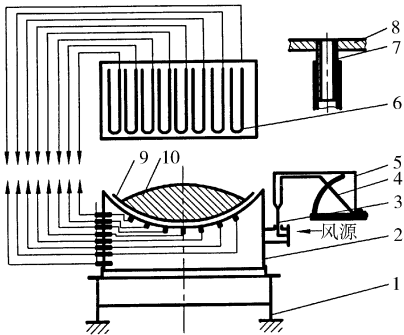
图 2 气垫压力理论分布图  
Fig 2 The theoretical distribution of gas cushion pressure

从上面的理论分布图看出, 整个气垫压力的分布是以气室盘槽纵向中轴线为对称线, 中间压力大, 两侧逐渐减弱, 边缘处与大气相同, 压力接近于零。因此孔径与排列方式应与输送带横向各点的

压力相适应, 即靠近带边的孔径小, 中间的孔径较大, 或在相同孔径的情况下, 采用中间排列密, 两侧排列疏的方法, 以满足输送带承载的需要。

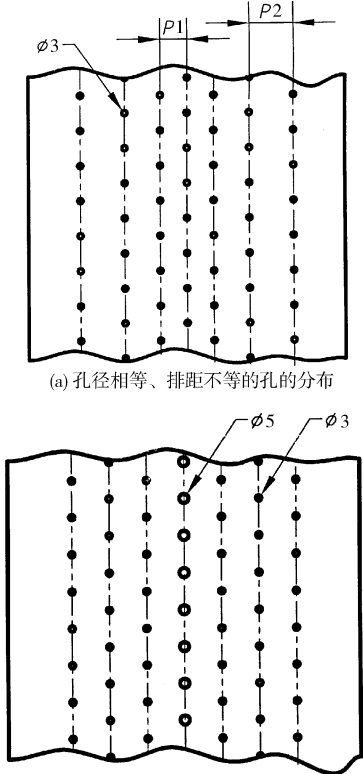
## 2 气垫压力实验研究

图 3 为气垫带式输送机静态实验台<sup>[8~11]</sup>。其主要参数如下: 气室长度 3 m; 带宽 1 200 mm; 试验用输送带长 2 5 m; 单位长度带重 215 6 N/m; 试验用物料褐煤; 物料在输送带上动堆积角  $15^\circ$ ; 物料松散密度 9 800  $\text{N/m}^3$ ; 圆弧形盘槽槽角  $38^\circ$ ; 圆弧半径 905 mm。



1 结构架; 2 气室; 3 毕托管; 4 倾斜微压计; 5 连接风管;  
6 U 型压力计; 7 测压管; 8 气室盘槽; 9 输送带; 10 物料  
图 3 静态试验台

Fig 3 The static test-bed



(a) 孔径相等、排距不等的孔的分布  
(b) 孔径不等、排距相等的孔的分布  
图 4 盘槽孔的分布  
Fig 4 The distributions of plate trough gas holes

图 4a 为每排孔孔径均为 30 mm, 排与排之间的距离不等, 中间排列密, 两侧排列疏。图 4b 为排距相等, 但孔径不等, 中间一排的孔径为 50 mm, 两侧孔径为 30 mm。

由此得到的试验结果如图 5、如图 6 所示。

空气由气室经小孔出流后的压力损失主要有两个: 一是空气加速的能量消耗, 二是小孔出流的压力损失。因这些损失很小, 空气经小孔进入气垫场时的压力近似等于气室压力。

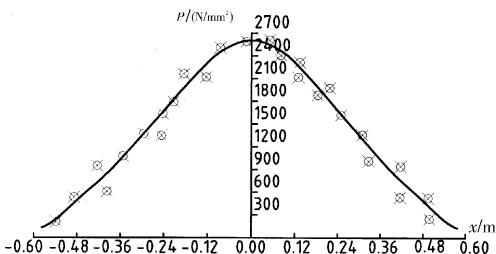


图 5 孔径相等、排距不等的气垫场压力分布

Fig 5 The pressure distributions of gas cushion when the apertures are uniform and arrangement spaces are different

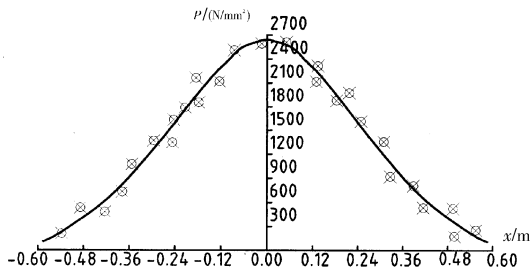


图 6 孔径不相等、排距相等的气垫场压力分布

Fig 6 The pressure distributions of gas cushion when the apertures are different and arrangement spaces are uniform

### 3 结果分析

从图 5、图 6 可以看出, 盘槽上开孔布置的方式不同, 决定着气垫的厚度大小, 气垫厚度的变化直接影响着气垫压力的分布曲线, 两条曲线都基本呈抛物线形状, 与理论曲线相比, 基本吻合。因此两种气孔分布形式在静态实验中均能满足输送带承载的需要。

在实际工作状态下, 对应不同的带速有其最佳的气孔布置形式, 因为气体从气孔流出, 必按最短途径流动, 即沿输送带横向进入大气, 但气体离开气孔后的瞬间, 靠近输送带的空气因摩擦作用被具有速度的输送带带动, 沿着与  $v$  有一定夹角的速度曲线 1—3 流动, 见图 7; 而靠近盘槽底的空气按最短的途径 1—2 方向溢出, 所以从气孔中流出的空气在整个气垫厚度中是沿三角形面积  $\triangle 123$  流动

并形成气垫。如果孔径太小, 从气孔中排出气体, 向带宽方向流动的速度  $v_a$  很大, 与带速  $v$  合成后, 速度方向与  $v$  的夹角会增大, 达到  $45^\circ$  或更大,  $v_a/v$  值越大, 从气孔流出的气体  $\triangle 123$  的重叠部分 (图中阴影重叠部分) 将越小, 气体沿横向快速进入大气。这时局部地方气垫很薄, 不能形成气垫。多次试验后的结果得知,  $v_a/v$  值  $1/3 \sim 1/2$  较适宜, 图 4 的气孔布置就是按照试验结果设计的, 带速 2 m/s, 气孔排列采用奇数排列, 一种排距相等, 孔径不等, 一种排距不等, 孔径相等。

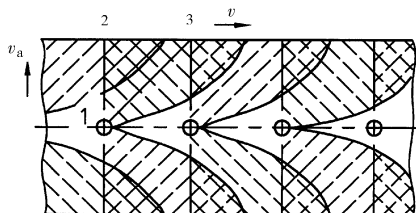


图 7 气流流动方向示意图

Fig 7 The sketch of airflow

但对于这两种情况, 在工程实践中, 究竟取哪一种为好? 这将主要从加工工艺方面来考虑。选择一种适合自身的加工方法, 以提高经济效益和劳动生产率。

### 参考文献:

- [1] 余建山. 气垫带式输送机的发展与应用 [J]. 中国铸造装备与技术, 1996, (6): 10—13
- [2] 井然哲, 王鹰. DD 型气垫带式输送机系列 [J]. 港口装卸, 1998, (3): 17—18
- [3] 宋伟刚, 彭兆行. 气垫带式输送机的设计与计算 (III) [J]. 矿山机械, 1994, (8): 42—47
- [4] 韩刚, 曾晨, 孟文俊, 等. 气垫带式输送机供风系统主参数的计算 [J]. 矿山机械, 1999, (5): 42—44
- [5] 沈越, 宋伟刚. 气垫带式输送机基本参数的分析 [J]. 沈阳大学学报 (自然科学版), 1998, (2): 11—18
- [6] 黄岩. 气垫带式输送机气垫压力的计算 [J]. 煤矿机械, 1997, (5): 9—11
- [7] 张亮有, 王宪明. 气垫带式输送机气垫压力理论及实验研究 [J]. 太原重型机械学院学报, 1996, 17 (4): 334—338
- [8] 宋伟刚, 李森林. 气垫带式输送机气体参数的分析 [J]. 矿山机械, 1994, (1): 23—26
- [9] 许振铎, 王宏光, 周文铸, 等. 多通道气垫流场的计算模拟与实验研究 [J]. 上海理工大学学报, 2003, 25 (2): 185—188
- [10] 庞明军, 张锁龙, 倪新跃, 等. 气垫带式输送机气垫流场理论基础与三维值模拟 [J]. 矿业研究与开发, 2006, (6): 49—51
- [11] 庞明军, 张锁龙. 气垫带式输送机气垫压力场研究与数值模拟 [J]. 起重运输机械, 2006, (3): 59—62