

文章编号 :1007 - 6492(2001)02 - 0094 - 03

# 振动冷却机动态力学行为分析

薛赣新<sup>1</sup>, 许彩英<sup>2</sup>, 王伟<sup>1</sup>

(1. 郑州工业大学数理力学系, 河南 郑州 450002; 2. 濮阳工业学校, 河南 濮阳 475000)

**摘要:** 振动冷却机较带式冷却机具有重量轻、设备造价低、能量消耗少、方便实用等优点, 但实际运行中存在物料堆积的问题。对 ZLC-140-220 型振动冷却机建立有限元模型, 进行自振特性分析和动态响应分析, 研究其振动特性, 找出导致物料堆积的原因是由于工作频率选择不当, 引起机体发生弹性弯曲振动, 使机体内不同部位的物料振动方向角和运动速度发生改变。

**关键词:** 振动冷却机; 动态特性; 结构振动; 振动输送

中图分类号: O 327; TH 234 文献标识码: A

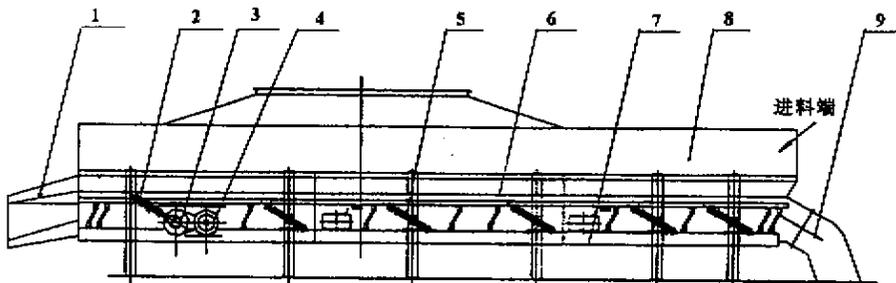
ZLC-140-220 型振动冷却机是通过激振器强迫承载体按一定方向作简谐振动或近似于简谐振动, 当其振动的加速度达到某一定值时, 物料在承载体内沿运输方向实现连续微小抛掷或滑动, 从而实现输送的目的<sup>[1]</sup>。ZLC-140-220 型振动冷却机为单质体共振体系, 电动机经三角皮带带动偏心轴回转, 使连杆作往复运动, 通过其端部的圆柱螺旋压缩弹簧将激振力传给机体, 使该系统实现振动<sup>[2]</sup>。机体的振动方向与支撑柱垂直, 由于其振幅较支撑柱小得多, 运动轨迹可近似为直线运动。正常工作状态下, 冷却风通过筛板的筛孔, 将槽体内抛起的按一定方向流动的矿料充分均匀冷却, 而且由于风阻, 矿料不易发生破坏。振动冷却机虽然广泛应用于各生产部门, 但存在弹簧易断、维修量大等缺点, 且弹簧的使用寿命远低于设

计寿命, 一旦停机维修, 将给用户带来损失。

本文对振动冷却机的动态力学行为进行分析, 找出其故障发生的原因, 为结构修改和研制处理能力更强的大型振动冷却机提供理论参考。

## 1 ZLC-140-220 型振动冷却机结构简介

ZLC-140-220 型振动冷却机为单质体共振体系, 电机转速 680 r/min, 带动偏心轴回转, 支撑杆作往复运动, 通过弹簧将激振力传给机体, 实现系统的弹性振动, 振动方向与支撑杆垂直, 振幅远小于支撑杆, 可近似为直线运动。机器长约 20 m, 宽约 2 m, 高约 2 m, 由侧板、加强筋、加强板、支撑梁、筛板、底衬板、电磁激振电机、主振弹簧、副弹簧、支撑杆等部件组成, 相互间用高强度铆钉铆接成具有弹性支撑装置的刚性框架, 见图 1。



1—出料端 2—主弹簧装配 3—偏心轴装配 4—驱动装置 5—副弹簧装配 6—支撑柱装配;  
7—机座; 8—风罩; 9—鼓风机

图 1 振动冷却机结构简图

Fig.1 Simplified diagram of the machine

收稿日期 2001-01-04; 修订日期 2001-03-10

基金项目 河南省自然科学基金资助项目(0111040700)

作者简介: 薛赣新(1973-), 女, 江苏省常州市人, 郑州工业大学硕士研究生。

## 2 计算模型简化及网格划分

利用结构对称性、等效原理对该振动冷却机进行模型简化及网格划分,共有 8593 个节点,17138 个单元.为了准确地反映振动冷却机的实际情况,对其具体的结构进行了合理的替换和简化.侧板采用壳单元,厚度为 6 mm,在加强板以及衬板的对应处再加 6 mm,弹性模量  $E = 81 \text{ GPa}$ ,泊松比  $\mu = 0.3$ ,密度  $\rho = 7.8 \text{ g/cm}^3$ ;支撑梁采用梁单元,支撑杆采用杆单元.

对于弹簧单元,按照设计刚度计算其并联刚度等效值  $K = nk$ ,再根据等效刚度原则,将弹簧用柔杆代替,刚度表示为  $K = EA/L$ ,其中  $K$  为弹簧总刚度; $n$  为并联弹簧数量; $k$  为单个弹簧刚度; $E$  为弹性模量; $A$  为杆的横截面积; $L$  为杆长.

ZLC-140-220 型振动冷却机的力学计算模型如图 2 所示.



图 2 振动冷却机计算模型

Fig.2 The computation model of the machine

## 3 计算结果分析

### 3.1 固有特性分析

应用 DASAP 程序,对图 2 所示的有限元模型计算出该设备前 10 阶固有频率,如表 1 所示.图 3 为结构的第一、四、七、十阶振型图.

表 1 ZLC-140-220 型振动冷却机前 10 阶固有频率

Table 1 The first 10 of natural frequency of the machine

Hz

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
固有频率	8.667	16.484	18.905	30.710	32.804	32.969	33.885	34.577	37.880	38.574

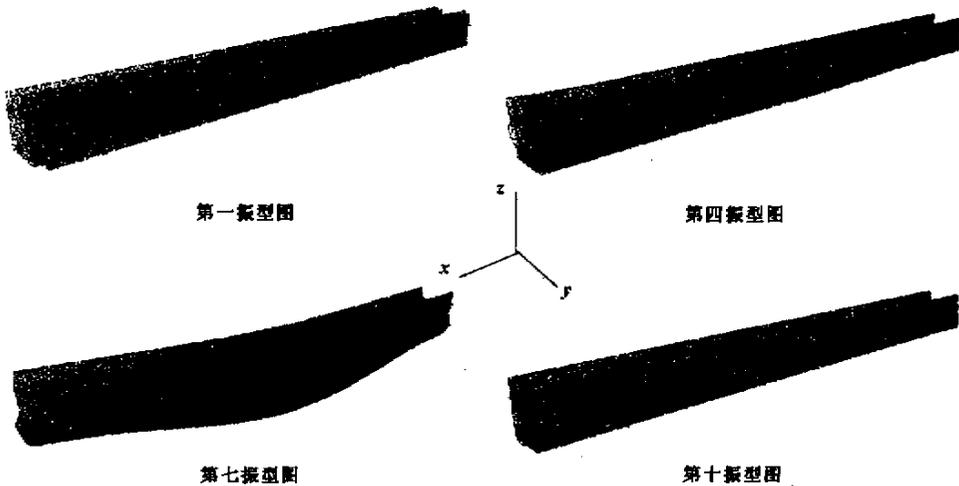


图 3 结构振型图

Fig.3 The vibration mode animation of the machine

对比其各阶固有频率和电动机工作频率  $680/60 = 11.3 \text{ Hz}$ ,与工作频率相邻的模态频率为  $8.667 \text{ Hz}$  和  $16.484 \text{ Hz}$ ,因此该系统在亚共振状态下工作.该结构模态分布较为密集,第一阶振型主要为结构整体的上下左右振动.从第四阶模态开始,则属弹性弯曲变形,第七阶振型是结构工作频率的三倍频,对结构强度和机体中物料运动的影响也非常重要<sup>[4]</sup>.

### 3.2 响应分析

对结构进行动态响应分析.根据结构的工作特点,选取如图 4 所示正弦载荷,激振力幅值为  $22.524 \text{ kN}$ ,频率为  $11.3 \text{ Hz}$ ,采用节点激振的方法,在节点 5622 和 6696 处施加激振(此处为实际激振器安装处),得到整个系统的响应(见图 5).节点 5622 和 6696 的响应如表 2 所示(响应数值相同).

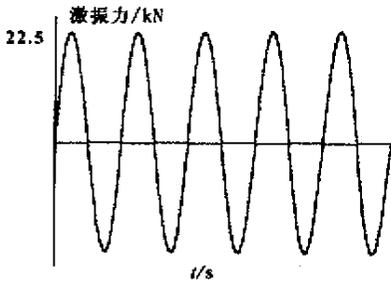


图4 输入正弦载荷

Fig.4 The inputted sine wave load

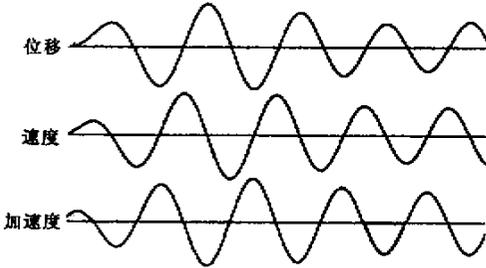


图5 节点 x 方向位移、速度、加速度输出响应

Fig.5 Output dynamic response of the node

表2 节点 6696 和 5622 的响应

Table 2 The response of the nodes 6696 and 5622

响应类型	最大响应值
x 方向位移/mm	2.291
x 方向速度/(m/s)	0.148
x 方向加速度/(m/s <sup>2</sup> )	9.681
z 方向位移/(mm)	1.13
z 方向速度/(m/s)	0.734
z 方向加速度/(m/s <sup>2</sup> )	4.78

该结构受到正弦激励后,位移、速度、加速度有一段调整期,从计算结果可以看出,结构在近共振区进入平稳工作状态。

#### 4 结论

由计算可知,该振冷机的结构设计比较合理,综合考虑其工作能力(35 t/h),筛板上的料层约 80 mm;该振冷机的机体部分强度设计较合理,在工作中不容易出现断裂等现象,位于两端部的主弹簧和副弹簧容易断裂。这些现象与工业现场的实际情况基本一致,证明所建立的该结构计算模型是正确的。

该模型的建立,以及特征值和特征向量的计算,对于解决现场中常出现的弹簧断裂等现象,分析和找出动态性能不好的参数提供理论依据,也为探讨是否能研制进一步提高运输能力和增强冷却效果的新型的振动冷却机打下基础。

#### 参考文献:

- [1] 运输机械设计选用手册编写组. 运输机械设计选用手册(下册) [M]. 北京:化学工业出版社,1999.
- [2] 王峰,王皓. 筛分机械 [M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [3] 张英会. 弹簧 [M]. 北京:机械工业出版社,1986.
- [4] 闻邦椿. 共振输送机与共振筛的动力学特性及改善工作性能的措施 [J]. 起重运输机械,1975(1):4-7.

### Behavior Analysis of Dynamic Response of Vibration Screen

XUE Gan-xin<sup>1</sup>, XU Cai-ying<sup>2</sup>, WANG Wei<sup>1</sup>

(1. Department of Mathematics, Physics & Mechanics, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. Puyang Industry School, Puyang 475000, China)

**Abstract:** This paper is concerned with a model of vibration screen. By using the finite element method, the dynamic characteristic of the model is studied. Under the sine wave loading, the dynamic response of the structure and dynamic behavior of springs have been studied. It provides the theory reference to modification of structure and design of new products.

**Key words:** vibration screen; dynamic characteristic; dynamic response; vibration transportation