

文章编号:1007-6492(1999)03-0016-03

## 惯性振动设备用箱式激振器的设计

吴振卿<sup>1</sup>, 张黎燕<sup>2</sup>

(1. 郑州工业大学材料科学与工程系, 河南 郑州 450002; 2. 河南省机械工业学校, 河南 郑州 450002)

**摘要:**介绍了惯性振动设备用箱式激振器结构部件(包括轴承装置、偏心块结构和激振器座结构)的设计方法和原则,激振器所用轴承为大游隙普通调心滚子轴承,轴承外圈公差配合采用具有较大过盈量的P级或N级配合,内圈采用h级配合,轴承润滑采用锂基脂润滑剂,密封采用迷宫、毡圈、唇形密封圈。激振力的调整方法有3种,分别为调整偏心块重量、偏心距的大小及同时调整偏心块的重量及偏心距。双轴激振器的同步一般采用自同步方式。据此设计的激振器,经现场使用,效果良好。

**关键词:**惯性振动设备; 激振器; 轴承; 密封; 润滑

**中图分类号:** TH 113.1

**文献标识码:** A

振动设备的振动依靠惯性激振器来带动,因此激振器性能的好坏,对振动设备的整体使用性能有非常大的影响。与振动电机等相比,箱式激振器由于结构简单,安装拆卸方便,因此已开始得到广泛的应用。本文结合箱式激振器的特点,就箱式激振器各部件的设计进行了详细的讨论,据此设计的激振器获得了良好的使用效果。

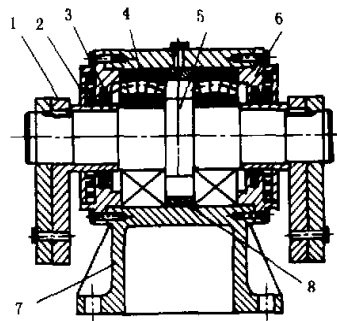
### 1 箱式激振器的结构设计

图1所示为一箱式激振器结构图,该激振器由偏心块、迷宫密封盖、密封毡圈、轴承、主轴、轴承盖、轴承座、套圈等组成。下面就激振器各结构部件的设计进行讨论。

#### 1.1 轴承装置的设计

##### 1.1.1 轴承的选择计算

为保证激振器的紧凑性,轴承在轴向的支撑距离较小,传动轴所受的弯曲力较大,而且箱式激振器在工作过程中,轴承在振动负荷下工作,因此一般选择调心滚子轴承。另外振动设备工作时,设备本身就产生非常大的噪音,对轴承的工作噪音和工作精度要求不高,因此一般选用普通精度等级即G级精度的轴承。由于振动设备工作过程中对轴承产生较大的冲击力,同时轴承的配合也较紧,工作的精度要求也不高,因此一般选用具有较大游隙的轴承,如第3组辅助游隙的轴承。



1. 偏心块 2. 迷宫密封盖 3. 毡圈 4. 轴承 5. 轴  
6. 轴承盖 7. 底座 8. 套圈

图1 激振器结构图

轴承规格的选择一般按额定动负荷来选择,由于箱式激振器在工作过程中基本没有轴向力作用,因此仅将激振力按径向力计算即可。基本额定动负荷按下式进行计算

$$C = \frac{f_h f_n f_d}{f_t f_i} P < C_r \quad (1)$$

式中:  $C$  为基本额定动负荷计算值;  $P$  为当量负荷,即单个轴承所受激振力;  $f_h$  为寿命系数,  $f_h = 2.46 \sim 3.23$ ;  $f_n$  为速度系数,激振器的转速一般为  $730 \sim 1200 \text{ rad/min}$ ,  $f_n = 0.395 \sim 0.341$ ;  $f_m$  为力矩负荷系数,一般取  $f_m = 1.5$ ;  $f_d$  为冲击负荷系数,由于惯性振动设备具有一定的冲击力,因此取  $f_d = 1.2 \sim 1.8$ ;  $f_t$  为温度系数,由于激振器工作过程

收稿日期:1999-04-18; 修订日期:1999-06-10

基金项目:国家自然科学基金资助项目(59875080)

作者简介:吴振卿(1962-),男,河南省偃师市人,郑州工业大学副教授,主要从事热工设备、耐磨材料及计算机辅助设计方面的研究。

中轴承的温升一般低于  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $f_t = 1$ ;  $C_r$  为轴承尺寸及性能表中所列径向基本额定负荷。

根据上述公式计算出  $C$  后,按  $C < C_r$  查出轴承参数性能表中所列轴承规格即可。

### 1.1.2 轴承的配合及轴向定位

激振器工作过程中,轴承外圈所受负荷为旋转负荷,即外圈相对于负荷方向旋转,同时该负荷带有一定的冲击性<sup>[1]</sup>,为防止轴承工作过程中将轴承室冲击扩大,进而引起轴承外圈的转动,使轴承发热损坏,轴承外圈一般选用具有较大过盈量的配合,如 P7 级配合。轴承内圈相对于负荷方向静止——同时不要求轴在工作过程中在轴上自由滑动,因此其配合一般选用 h6 级配合。

由于轴承外圈为过盈量较大的配合,因此一般采用热装工艺进行轴承的装配。为便于装配,可在两个轴承外圈之间装一套圈,如图 1 所示,轴承盖应在轴承室冷却后安装,其上的止扣在安装后应压紧轴承外圈。由于轴在轴承室内,其温升要高于轴承室,为防止轴升温后伸长影响轴承正常工作,轴上两个轴肩之间的长度要比轴承外套圈的长度短 0.2 mm 左右。

### 1.1.3 轴承的密封及润滑

轴承的密封及润滑对激振器的性能影响很大,工作过程中轴承的损坏大部分是由于润滑不良或润滑油(脂)流失后轴承干转造成的,因此必须高度重视轴承的密封和润滑。

由于惯性振动设备用激振器其转速较低,一般不超过  $1500\text{ r/min}$ ,绝大部分在  $730\text{ r/min}$  至  $1200\text{ r/min}$  之间,因此一般情况下选用脂润滑即可满足轴承对极限转速的要求。如采用润滑油进行润滑的箱式激振器,已成功地应用在  $3000\text{ mm} \times 9000\text{ mm}$  的超大重型振动筛上,使用效果良好。对于个别转速较高,负荷较大的激振器,可选用稀油润滑。选用脂润滑时,一般选用 2 号或 3 号锂基润滑脂,该类润滑脂具有良好的机械安定性、抗水性、防锈性及极压抗磨性,适用温度范围在  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  之间。

对于脂润滑,轴承盖与轴承室之间一般采用软钢纸垫或橡胶垫片进行密封;激振轴与轴承盖之间一般采用毡圈密封、唇形密封圈密封或间隙(迷宫式)密封<sup>[2]</sup>。间隙密封由于转动轴与轴承盖之间没有直接接触,密封部分不产生附加摩擦阻矩和附加热量,因此是较为理想的密封方式,但其结构复杂,加工困难,同时外形尺寸也较大。毡圈或唇形密封圈结构简单紧凑,制造容易,同时也具

有一定的密封性,因此也可应用于激振器轴承的密封,但使用过程中会产生一定的附加热量。为了进一步提高密封的可靠性,实践中采用了迷宫式密封和毡圈密封相结合的组合密封方式。迷宫的间隙中加入适量的润滑脂,既可有效地防止外部灰尘侵入,也可保证毡圈的自润滑,使用效果良好,同时由于润滑脂的密封主要靠毡圈来保证,因此可适当加大间隙密封动静面之间的间隙,从而降低迷宫的加工精度。

### 1.2 偏心块结构设计

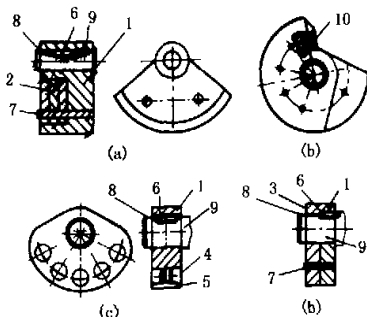
激振力是靠激振器主轴带动偏心重量旋转产生离心力而形成的,箱式激振器一般在主轴两端对称地安装两组结构尺寸完全相同的偏心块,可有效降低由于两端偏心块不对称而使轴承产生的附加载荷,使两个轴承受力基本相同。

偏心块所产生的激振力可按下式进行计算:

$$F = G r_p \omega^2, \quad (2)$$

式中:  $F$  为激振力, kN;  $G$  为偏心块质量, kg;  $r_p$  为偏心块偏心距, m;  $\omega$  为激振圆频率,  $1/\text{s}$ ;

振动设备工作过程中,常需要激振器的激振力可调,以适应不同的工况要求,对激振器本身而言,调整激振力可从调整偏心块的质量和偏心块的偏心距两方面来进行。常用的调整方法有如图 2 所示的几种形式:(a)通过增减偏重片的数量来改变偏重块的重量;(b)转动可调偏重块相对于固定偏重块的位置,改变两者之间的夹角,从而改变整个偏重块的偏心距;(c)通过增减在偏重块上预先加工的孔内柱销来达到既调整偏心距又调整偏重重量。(b)种结构形式偏重块(包括可调偏重块)上的孔略大于轴径,既保证偏重块顺利进行装配和拆卸,同时也可使可调偏重块角度的调整非常方便。装配后固定偏重块圆周方向通过键与轴联



1. 偏重块 2. 偏重片 3. 可调偏重块 4. 柱塞 5. 弹性销  
6. 键 7. 连接螺栓 8. 弹性垫片 9. 轴 10. 压紧螺栓

图 2 偏心块结构形式

结,同时采用压紧螺栓拧紧,偏重块上孔的内径减小,使偏重块进一步抱紧在轴上,可调偏重块即抱紧在轴上,同时又采用螺栓与固定偏重块联结在一起,可保证联结的可靠性。(a)和(c)种结构的激振力的调整通过增减偏重来进行,偏重块不必在轴上转动,结构比较简单,但容易造成偏重块拆卸困难,特别是对大型激振器,更是如此,为解决这一问题,可将其设计成带有锥度的结构。

### 1.3 激振器座设计

箱式激振器为座式结构,直接安装在振动筛的上部或下部,激振器座上部为轴承室,下部为地脚螺栓座,其材质一般采用球墨铸铁或铸钢。从类型上分为单轴和双轴,双轴激振器工作过程中两根主轴必须同步反向运转,同步方式根据两偏重轴之间有无联系分为强迫联系和无强迫联系两种,强迫联系的箱式激振器两根主轴之间采用齿轮传动使两轴同步反向旋转,该种激振器采用一台电机驱动即可,但由于依靠齿轮进行传动,一般需采用稀油润滑,密封系统结构复杂,工作过程中易渗漏,泄漏后如不能及时发现,则极易出现齿轮及轴承咬和烧损而使激振器损坏,另外齿轮工作过程中产生的噪音也非常大,从已有的强迫联系的激振器的使用损坏率高,维修难度大且费用高,因此这种激振器的使用已愈来愈少,已有的此种激振器也逐步被改造,无强迫联系的双轴激振器的两根主轴分别采用两台异步电机驱动,依靠振动设备本身的动力学特性来实现自同步反向运

转,尽管多使用一台电机,但由于结构简单,密封润滑容易,工作过程中噪音低,因此被广泛使用。

## 2 使用效果

所设计的箱式激振器在国内近百台惯性振动设备上使用,效果良好,轴承寿命均在两年以上,同时激振力调整方便,安装拆卸方便可靠。

## 3 结论

(1) 箱式激振器一般选用普通精度(G级)大游隙调心滚子轴承。

(2) 轴承外圈选用 P7 级配合,内圈选用 h6 级配合,润滑一般采用锂极润滑脂,密封采用迷宫式、毡圈、唇形圈密封或组合密封。

(3) 激振器激振力的调整一般通过调整偏心块来进行。

(4) 双轴箱式激振器同步一般采用无强迫联系方式。

## 参考文献:

- [1] 闻邦椿.振动筛、振动给料机、振动输送机的设计与调试[M].北京:化学工业出版社,1989.
- [2] 成大先.机械设计手册[M].北京:化学工业出版社,1993.
- [3] 周飞平,李鹏辉,周鸿钧.大型箱型结构二维非线性有限元分析[J].郑州工业大学学报,1999,20(1):29-33.

## Design of Box Vibrator Used in Inertia Vibrating Equipment

WU Zhen-qing<sup>1</sup>, ZHANG Li-yan<sup>2</sup>

(1. Department of Materials Science & Engineering Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Machinery Technical School, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** This article introduces the design methods and principle of construction of box vibrating (including bearings set, eccentric block and vibrator stand). The bearings used in box vibrator is big play common center - adjusting roller bearing. The degree of fit of outer surface is P or N, inner surface is h. The lubricant is Li - base lubricant. The method of seal is felt ring or maze gap or lip seals or combining seals. The adjusting methods of vibrating force have three kinds: adjusting weight of eccentric block, eccentric distance and adjusting weight and distance at the same time. The synchronizing method used in double shaft is self - synchronization. The vibrator designed according to the above principles prove to be excellent.

**Key words:** inertia vibrating equipment; vibrator; bearings; seal; lubrication