

# 空心轴结构在大型离心风机中的应用研究

宋佩玉

(沈阳风机厂有限公司, 辽宁 沈阳 110000)

**摘要:**通过对空心轴的设计计算方式以及离心风机的基本设计参数进行了简要的探究,并针对机械的运转进行了试验验证,在此基础上,总结得出空心轴结构在大型离心风机中的应用具体情况和效用。

**关键词:**空心轴结构;大型离心风机;应用

冶金行业以及电力行业发展速度的提升,使得机组的容量以及风机的型号也发生了极大的改变。从这一点就可以说明,在对风机的叶轮直径进行选择的过程中,所选择的直径会越来越大,而在对风机转子进行选择的时候,也会选择更重的转子,这无疑就使得风机转子在启动上有了—定的难度。而将空心轴结构应用到大型离心风机中后,则可以有效的降低风机转子的选用重量,应用空心轴结构可以使大型离心风机的主轴制造更加的便捷,也可以使主轴的制造成本能够得到合理控制。下面本文就针对空心轴结构在大型离心风机中的应用情况进行深入的探究。

## 1 空心轴的设计计算及结构介绍

1.1 离心风机的基本设计参数。近年来我国某风机制造企业依据某项国外的项目,生产出了一个专门的大型离心冷却风机,这一台风机设置的参数主要包括:入口流量参数设定为 1321254m<sup>3</sup>/h,而风机的全压则设定为 5600Pa,入口处的温度设定为 22℃,而入口处的气体密度则设定为 1.123kg/m<sup>3</sup>。就从风机参数这一角度进行分析,风机的型号可以定义为双吸入离心式,这种风机在运行的过程中,驱动风机转动的工频电机功率为 2800kW,而风机平均转速则为 740rpm,其叶轮的直径设定为 3200mm,从这一列的参数设定就可以看出,该风机属于宽系风机,其需要利用轴承来进行支撑,而轴承的跨距最大可以达到 7550mm。

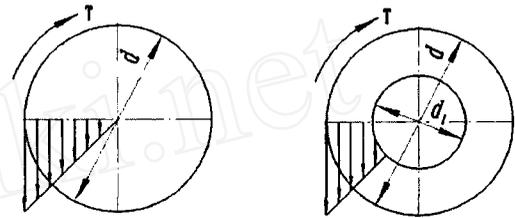
1.2 空心主轴的设计计算。通风机中的转子如果存在材质不均匀的问题或者是在加工的过程中存在质量问题,那么就会使得转子的重心出现不稳的情况,同时也会使得轴线无法实现完全的重合,这样就衍生出了一个偏心距离的概念。所以,在转子进行转动的过程中,会因为偏心距离的存在,而出现周期性的干扰力,这样就会使得转子出现转动振动的情况。而在干扰力的频率与转子的固定频率相一致的时候,转子振动的强烈程度就会达到最大,这种现象以现今的观点来说,就是共振。转子需要通过一定的转速才能够实现共振,而共振所需要的转速就可以被称作是转子的临界转速。这一转速可以用  $n_0$  来表示,如果转子的转速达到了临界转速,那么就说明转子形成了共振。而就本文所提到的大型离心风机来说,其临界转速的计算公式可以表示如下:

$$n_0 = 166 \times 10^3 \times \frac{d^2 \times \sqrt{1}}{a \times (1-a) \times \sqrt{G}}$$

$l$  代表的是两个支撑间轴之间的跨度距离; $a$  则指代的是叶轮重心到支撑点之间的距离; $d$  代表的就是中间段轴的计算直径, $G$  所指代的就是叶轮与两个支撑点之间轴端的总重量。

从上述的公式中可以看出,结构中的跨距设定为  $l$ ,而支撑点到叶轮中心点的距离为  $a$ ,在风机转速为固定速度的时候,依据临界转速要大于 1.25 倍工作转速,因此,临界转速需要超过 925rpm。而这个风机的重量本身就较大,通过上述公式,就可以清楚的了解到能够满足临界转速的具体要求,如果  $G$  值相应的增大,则主轴的直径也会相应的增大,这时候根据计算的结果,可以选择的内径轴承为  $\Phi 380$  轴承,在主轴的中间位置,具体的直径值为  $\Phi 720$ mm,这就可以看出,在中间段处,轴直径最大。

从圆轴扭转时截面上剪切应力的分布规律可知,截面上各点剪切应力的大小与该点到轴心的距离成正比,轴心处的剪切应力为零。由图可知,受扭转的轴越接近轴心处其应力越小,这样可以理解为接近轴心处的材料没有充分发挥作用。



a. 实心圆轴剪切应力分布规律 b. 空心圆轴剪切应力分布规律  
轴心处的剪切应力

如果在设计时,将轴心处的材料移向边缘,就可以充分利用材料,这样既能减轻设备重量,又能更好的节约成本。而且针对这种大直径主轴,通常情况下采用调质热处理,针对这种直径达到 600mm 以上的大直径主轴,中心一定范围内的材料是淬不透的,达不到材料的应具有机械性能。

而通过过盈联接型式:靠轴与孔的过盈配合实现联接,这种联接方式适合于传递扭矩较小的情况。当传递扭矩过大时要求轴与孔的过盈量大,而且实心轴伸进空心钢管的长度比较长,这种情况就给实心轴与空心轴的装配带来困难。传递扭矩越大,要求轴与孔的过盈量越大,实心轴伸进空心钢管的长度越长,制约了空心轴结构的利用。

基于以上分析,提出一种新型的空心轴结构方案,采用销联接同时兼顾过盈配合共同实现扭矩传递。为实现该轴系的结构功能。采用如下几方面细节处理方案,在空心轴轴头顶进末端开两个  $\phi 6$  的小孔,以便实心轴头装入空心轴时气体从小孔排出,以免气体积留产生强大压力,阻碍实心轴的装入。同时空心轴内倒角大于轴头倒角,以便轴头能够顶进去。轴盘与轴之间采用相同的连接传动方式,轴与轴盘采用过盈连接,同时两侧采用销连接,共同实现扭矩的传递。

## 2 机械运转实验验证

将产品设计完成后,进行车间组装,并可以通过主电机驱动的形式来对机械运转进行实验验证,当风机在固定转速的情况下,运行时间达到了 1h,并对支撑轴承的升温情况进行了跟踪监控的情况下,发现温度最高可接近 40℃的情况下,轴承箱在水平以及垂直两个方向上,振动的速度均在有效值范围内,而且风机的运行状态较为平稳。从而这两个验证结果就可以说明,空心轴结构在大型离心风机中应用具有重要的意义。

## 3 结论

通过论述可以充分的了解到,在大型离心风机中合理的应用空心轴结构,可以有效的保障空心轴结构设计的合理性,可以确保大型离心风机运行的平稳性,使得大型离心风机可以在安全的状态下,有效的运行。应用空心轴结构也可以使大型离心风机的主轴制造更加的便捷,也可以使主轴的制造成本能够得到合理的降低,这在一定程度上也反映出了空心轴结构在实际的应用中所具有的诸多优势,使得其应用的范围更加的广泛。

## 参考文献

- [1] 孙丽雪,王跃军,崔志刚,等.同等刚度条件下空心轴与实心轴的设计比较[J].新技术新工艺,2011(11):142.
- [2] 刘秋洪,祁大同,曹淑珍,等.离心风机气动声学分析的一个理论模型和计算方法[J].西安交通大学学报,2014(3):31.
- [3] 王嘉冰,区颖达.多翼离心风机的内流特性及其噪声研究[J].流体机械,2014(4):122.