



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213064044 U

(45) 授权公告日 2021. 04. 27

(21) 申请号 202022001730.7

(22) 申请日 2020.09.14

(73) 专利权人 珠海格力电器股份有限公司  
地址 519000 广东省珠海市前山金鸡西路

(72) 发明人 刘华 张治平 欧阳鑫望 蒋楠

(74) 专利代理机构 深圳市康弘知识产权代理有限公司 44247

代理人 吴敏

(51) Int. Cl.

F04D 29/053 (2006.01)

F04D 29/054 (2006.01)

F04D 29/28 (2006.01)

F04D 29/02 (2006.01)

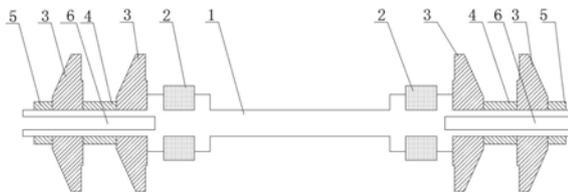
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

具有高临界转速的压缩机转子、压缩机及空调

(57) 摘要

本实用新型提供了一种具有高临界转速的压缩机转子,包括:转轴,设于该转轴上的一对轴承,套设在该转轴两端的悬臂段的多对叶轮及其紧固件,转轴两端的悬臂段分别设有空腔。本实用新型提供的压缩机转子,通过采用轻量化钛合金的转轴代替合金钢材料转轴,同时对悬臂段的转轴结构进行轻量化掏空处理,从而降低悬臂段的重量,减少悬臂段的挠性变形,从而使整个转子的临界转速得到很大的提升,使得转子结构具有很好的动态性能,保证了各个工况、包括小负荷的极限工况下,转子可以获得很高的临界转速、良好的刚性与稳定性,确保离心压缩机运行在可靠的范围内。同时,还可以使转子的最高运行转速得到提升,扩宽运行转速区间,提高离心压缩机的运行范围。



1. 一种具有高临界转速的压缩机转子,包括:转轴,设于该转轴上的一对轴承,套设在该转轴两端的悬臂段的多对叶轮及其紧固件,其特征在于,所述转轴两端的悬臂段分别设有空腔。
2. 如权利要求1所述的压缩机转子,其特征在于,所述叶轮具有两对。
3. 如权利要求2所述的压缩机转子,其特征在于,所述紧固件包括:设于转轴同一端的悬臂段的两个叶轮之间的支撑套。
4. 如权利要求2所述的压缩机转子,其特征在于,所述紧固件包括:设于转轴两端最外侧的叶轮的外侧的锁紧螺母。
5. 如权利要求1所述的压缩机转子,其特征在于,所述轴承设于所述转轴上的一对凸环之间。
6. 如权利要求1所述的压缩机转子,其特征在于,所述空腔为圆柱形。
7. 如权利要求1所述的压缩机转子,其特征在于,所述转轴为钛合金材料制成。
8. 一种压缩机,其特征在于,所述压缩机具有如权利要求1-7任一项所述的压缩机转子。
9. 如权利要求8所述的压缩机,其特征在于,所述压缩机为变频直驱的离心压缩机。
10. 一种空调,其特征在于,所述空调具有如权利要求8或9所述的压缩机。

## 具有高临界转速的压缩机转子、压缩机及空调

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及空调压缩机技术领域,更具体地,涉及一种具有高临界转速的轻量化离心压缩机转子、压缩机及空调。

### 背景技术

[0002] 在离心压缩机转子系统中,轴系一般由转轴、叶轮及其紧固件等组成,轴承对整个轴系起到支撑作用,转子作为高速旋转的运动件,对于变频直驱的离心压缩机而言,电机轴就是转轴,电机通电带动转轴高速转动,从而利用叶轮高速回转产生的离心力对冷媒进行做功,最终实现对冷媒的压缩功能。

[0003] 一般情况下,离心压缩机的转子由两个轴承支撑起来,叶轮安装在转子的悬臂段上。对于单级压缩来说,只有一个叶轮,安装在悬臂段的一侧;对于双级压缩来说,有两个叶轮,目前常用的结构有两种,一种两个叶轮安装在同一侧的悬臂段上,另一种两个叶轮分别安装在两侧的悬臂段上;对于三级、四级压缩或更多压缩级数来说,叶轮在两侧悬臂段的布置方式则存在更多的选择,例如,四级双悬臂结构的离心压缩机转子,一般都是在两侧分别布置两个叶轮,从而实现四级压缩。无论是哪种方式,悬臂段的重量和长度,以及轴承的设置对转子的临界转速及动态性能有着非常关键的影响。

[0004] 当悬臂段长度和重量越小时,整个转子就可以获得越高的临界转速,整个转子的安全裕度就能够达到很高,即发生失稳的转速距离工作转速越远,转子的动态性能越好,这样,整个转子乃至整个离心压缩机运行的可靠性就越高。因此如果转子的悬臂段太长或者太重,转子的临界转速会偏低并接近于工作转速,较为容易发生失稳的现象,可靠性较低。

[0005] 对于采用新冷媒的离心压缩机,并且需要做到很高的压比时,一般采用四级压缩的方式,同时由于新冷媒的特性,每个叶轮的体积相比于目前普遍使用的常规制冷剂的叶轮要大很多,从而导致两侧的悬臂端的重量和长度都很大,如果还是采用普通离心压缩机所使用的转轴材料和结构,整个转子的临界转速将会很低,转子自身结构上所具有的动态性能也不佳,特别在在在一些极限工况下,如小负荷工况, IPLV25%、低压差等工况时,则很容易出现失稳现象,并一直工作在共振点附近,而此时的振幅是最大的,同时也是失控的,当振幅超过安全范围时,转子可能与内部静止的零件发生碰撞,从而产生严重的后果。

### 实用新型内容

[0006] 本实用新型为了解决现有四级离心压缩机叶轮体积、悬臂端重量和长度增加后转子临界转速降低、动态性能下降、极限工况下易失稳或失控的技术问题,提出一种具有高临界转速的轻量化离心压缩机转子、压缩机及空调。

[0007] 为解决上述问题,本实用新型提供一种压缩机转子,包括:转轴,设于该转轴上的一对轴承,套设在该转轴两端的悬臂段的多对叶轮及其紧固件,转轴两端的悬臂段分别设有空腔。

[0008] 优选地,叶轮具有两对。

- [0009] 优选地,紧固件包括:设于转轴同一端的悬臂段的两个叶轮之间的支撑套。
- [0010] 优选地,紧固件包括:设于转轴两端最外侧的叶轮的外侧的锁紧螺母。
- [0011] 优选地,轴承设于转轴上的一对凸环之间。
- [0012] 优选地,空腔为圆柱形。
- [0013] 优选地,转轴为钛合金材料制成。
- [0014] 本实用新型还提供一种压缩机,压缩机具有上述的压缩机转子。
- [0015] 优选地,压缩机为变频直驱的离心压缩机。
- [0016] 本实用新型还提供一种空调,空调具有上述的压缩机。
- [0017] 与现有技术相比,本实用新型具有以下有益效果:
- [0018] 本实用新型提供的压缩机转子,通过采用轻量化钛合金的转轴代替以往合金钢材的转轴,同时对悬臂段的转轴的结构进行轻量化处理,将悬臂段转轴进行掏空处理,从而降低悬臂段的重量,减少悬臂段的挠性变形,从而使整个转子的临界转速得到很大的提升,使得转子结构具有很好的动态性能,这样就可以保证各个工况、包括小负荷的极限工况下,转子可以获得很高的临界转速、良好的刚性与稳定性,确保离心压缩机运行在可靠的范围内。同时,还可以使转子的最高运行转速得到提升,扩宽运行转速区间,提高离心压缩机的运行范围。

#### 附图说明

- [0019] 图1为本实用新型提供的压缩机转子的实施例的剖视图。
- [0020] 其中,图中各附图主要标记:
- [0021] 1-转轴;2-轴承;3-叶轮;4-支撑套;5-锁紧螺母;6-空腔。

#### 具体实施方式

[0022] 为了使本实用新型所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。

[0023] 请参照图1,本实用新型提供了一种压缩机转子,包括:转轴1,转轴1优选为钛合金材料制成;设于该转轴1上的一对轴承2,该轴承2为固定件,优选为套设于转轴1上的一对凸环之间,起到支承整个轴系的作用;套设在该转轴1两端的悬臂段(每个轴承2与这个转轴1对应的转轴1一端之间的、轴承2外侧的转轴1部分)的多对叶轮3及其紧固件,在此结构中,叶轮3及其紧固件所在的悬臂段位于转轴1的两侧,即本实用新型提供的压缩机转子为双悬臂结构;转轴1两端的悬臂段分别设有一空腔6,该空腔6优选为圆柱形。

[0024] 对于旋转机械来说,整个轴系,也就是旋转的整个转子的临界转速 $\omega_n$ 与刚度成正比,

与质量成反比,即 $\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$ ;当转子的支承刚性越高,转子重量越小时,整个转子的临界转速越高。因此,轴承2的刚度和转子的质量直接影响这个轴系的动态性能。

[0025] 对于图1的双头悬臂结构四级压缩的离心压缩机转子结构而言,由于采用双头悬臂四级压缩,整个转子的重量 $m$ 会增大很多,同时,对于采用新冷媒作为制冷介质的离心机来说,每个叶轮3的尺寸会比使用常规制冷剂的要大很多,这样会导致两侧悬臂段的重量会更大,进而导致整个转子的重量 $m$ 会越来越大。同时,由于轴承2刚度 $k$ 基本不会有什么太大

的变化和提升,加上悬臂端的挠性变形更大,整个转子的临界转速会下降的很厉害,稳定性会变差,动态性能则会明显下降。

[0026] 因此,本实用新型提供的压缩机转子,其转轴1采用的轻量化的钛合金材料,同时在两侧的悬臂段将转轴1进行了掏空处理,这样,整个转子的质量 $m$ 会变得更小,同时两侧悬臂段的挠性变形也变得更小了,此时转子的临界转速 $\omega_n$ 会随之变得更高,整个转子的安全裕度就能够达到很高,即发生失稳的转速距离工作转速越远,转子的动态性能越好。在采用了掏空处理的轻量化钛合金材质的转轴1后,对于采用新冷媒作为制冷介质的双头悬臂结构四级压缩的离心压缩机来说,可很大程度提升转子的临界转速及动态性能;将空腔6设在转轴1的悬臂段而不是轴承2支撑段,在减小转轴1重量、提高临界转速的同时,不影响转轴1在轴承2支撑部位的结构强度、力学性能,转轴1在转动时不易发生明显的变形和断裂,稳定性、可靠性更好。

[0027] 如图1所示,作为一种优选的实施例,叶轮3具有两对,每对叶轮3分别套设于一个轴承2的外侧转轴1(悬臂段)上,从左往右分别为一级叶轮、二级叶轮、三级叶轮和四级叶轮,即该实施例中提供的压缩机转子为双头悬臂结构四级压缩的离心压缩机转子。紧固件包括:设于转轴1同一端的悬臂段的两个叶轮3之间的支撑套4;设于转轴1两端最外侧的叶轮3的外侧的锁紧螺母5;支撑套4和锁紧螺母5分别设有一对,支撑套4和锁紧螺母5优选为采用轻量化的钛合金材料制成,以替代原有的合金钢材料,更大程度地提高转子的临界转速和动态性能。

[0028] 通过对双头悬臂结构四级压缩的离心压缩机转子采用了钛合金转轴1掏空处理和未采用钛合金转轴1掏空处理的仿真结果对比可以得出,采用了钛合金转轴1掏空处理的转子在临界转速上相对于原有的转轴1结构有明显的提升,同时振幅也有所降低,转子的稳定性及动态性能更佳。

[0029] 本实用新型还提供一种压缩机,该压缩机具有上述的压缩机转子。该压缩机优选为变频直驱的离心压缩机,其电机轴即上述转轴1,电机通电带动转轴1高速转动,从而利用叶轮3高速回转产生的离心力对冷媒进行做功,最终实现对冷媒的压缩功能。

[0030] 本实用新型还提供一种空调,该空调具有上述的压缩机。

[0031] 本实用新型提出了一种具有较高临界转速的轻量化离心压缩机转子结构,通过采用轻量化高强度钛合金材料的转轴,同时对转轴悬臂段进行掏空处理,减少悬臂段重量和挠性变形,从而提高了转子的临界转速、支承刚性、涡动稳定性等动态性能,使两侧悬臂段的振幅大大降低,进而提高了整个轴系的容错性和可靠性,保证了离心机在所有工况范围内的运行可靠性,使其在各种工况下均具有良好的动态性能,特别是满足了极限工况下的转子临界转速隔离裕度和转子运行稳定性、可靠性,从而提升新冷媒离心压缩机可靠运行的能力范围。

[0032] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

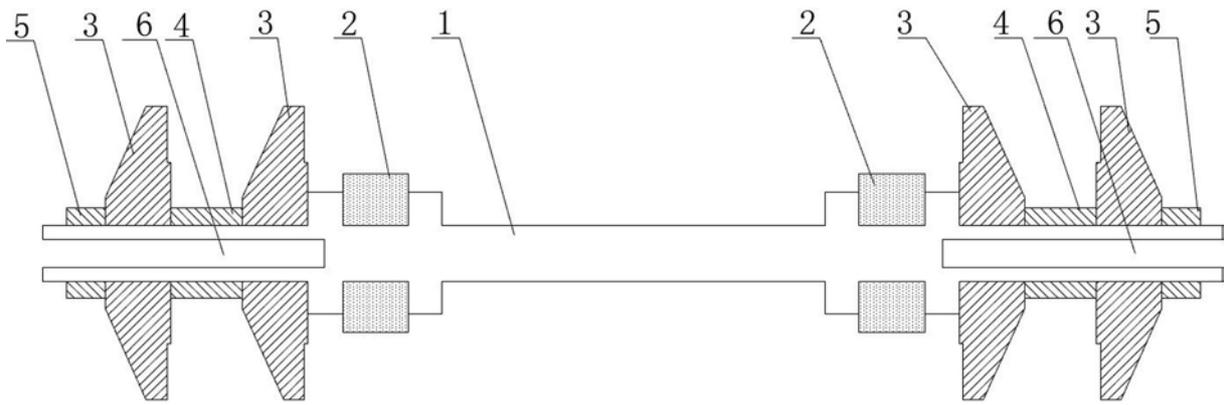


图1