(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112065864 B
(45)授权公告日 2022.09.09

(21)申请号 202010886566.4

(22)申请日 2020.08.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112065864 A

(43)申请公布日 2020.12.11

(73)专利权人 中国航发贵阳发动机设计研究所
地址 550081 贵州省贵阳市云潭北路602号
中国航发贵阳发动机设计研究所

(72)发明人 王攀 杨光荣

(74)专利代理机构 贵州派腾知识产权代理有限公司 52114
专利代理师 谷庆红

(51)Int.Cl.
F16C 35/067(2006.01)
F16B 13/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 202431872 U,2012.09.12
CN 209414405 U,2019.09.20
CN 206838251 U,2018.01.05
CN 209389825 U,2019.09.13
DE 202005010377 U1,2005.11.03

审查员 张运慧

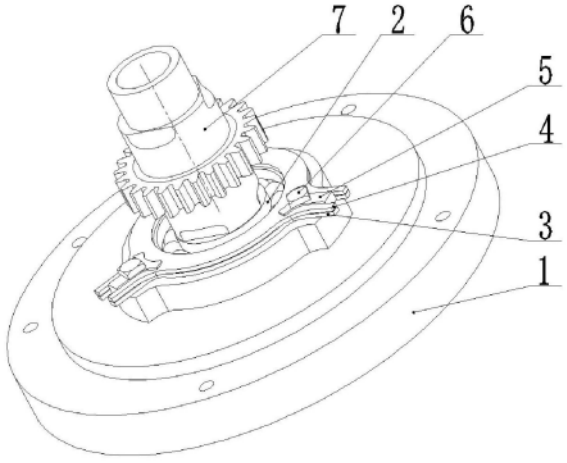
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法

(57)摘要

本发明属于航空发动机技术领域，一种球轴承轴向窜动控制装置设计方法，尤其适用于航空发动机高速重载球轴承在无轴向载荷下一端的轴向固定情况下的轴向窜动控制装置设计方法。包括支承壳体、旋转轴、轴承衬套、装于旋转轴和轴承衬套之间的球轴承，以及对球轴承进行轴向限位的轴承挡圈、固紧轴承衬套和轴承挡圈的锁紧螺栓、防止螺栓松动的锁紧垫片，进行轴承衬套和轴承挡圈的尺寸设计，并给出合适的各项配合量。利用这种设计方法设计的控制结构，技术实现容易，成本较低，能够保证在高速旋转情况下，球轴承的工作游隙和轴向窜动均得到有效控制，球轴承能够正常工作，且旋转轴的轴向窜动也处于控制范围之内，保证了机构的正常工作。



CN 112065864 B

1.一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,基于球轴承轴向窜动控制装置来实现,其特征在于:所述控制装置包括支承壳体(1)、装在支承壳体(1)上的轴承衬套(3)、装在轴承衬套(3)内孔中和旋转轴(7)轴颈上的球轴承(2)、用于压紧球轴承(2)外环进行轴向限位的轴承挡圈(4)、将轴承衬套(3)和轴承挡圈(4)固紧在支承壳体(1)上的锁紧螺栓(6)、防止锁紧螺栓(6)回转松懈的锁紧垫片(5)以及用于动力输出的旋转轴(7);

所述设计方法具体步骤为:

步骤1,确定旋转轴(7)外径与球轴承(2)内径的公差配合关系为过渡配合,轴公差为js6或k6,球轴承(2)内径为标准公差,旋转轴(7)外径选择与球轴承(2)内径一致的名义尺寸;

步骤2,确定轴承衬套(3)内径与球轴承(2)外径的配合关系为过渡配合,轴承衬套(3)内径公差为N6,球轴承(2)外径为标准公差,轴承衬套(3)内径选择与球轴承(2)外径一致的名义尺寸;

步骤3,为保证球轴承(2)的轴向游隙和轴向窜动,需对轴承衬套(3)的深度尺寸及公差H2进行确定,确定方法为:球轴承(2)的宽度尺寸及公差H1,H1选择标准尺寸和公差,给定配合量K=-0.3mm～+0.03mm,轴承衬套(3)的深度尺寸及公差H2的计算公式为:

$$H2=H1+K \qquad \text{公式1}$$

轴承衬套(3)的深度尺寸及公差用H2表示;

球轴承(2)的宽度尺寸及公差用H1表示;

步骤4,按机械设计手册,确定轴承挡圈(4)的厚度尺寸;

步骤5,确定轴承挡圈(4)的内径尺寸:应大于球轴承(2)外环的内径尺寸0.3mm～0.5mm;

步骤6,进行锁紧垫片(5)和锁紧螺栓(6)的设计:按机械设计手册中关于垫片和螺栓的设计要求,确定锁紧垫片和锁紧螺栓的结构参数;

步骤7,按机械设计手册开展所有零件的其余结构参数设计;

步骤8,在装配时,按机械设计手册中规定的螺栓拧紧力矩,将锁紧螺栓(6)拧紧,且保证将轴承挡圈(4)和轴承衬套(3)贴合压紧在支承壳体(1)的安装面上。

2.根据权利要求1所述的一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,其特征在于,轴承挡圈(4)的厚度尺寸为2mm～4mm。

3.根据权利要求1所述的一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,其特征在于,旋转轴(7)与球轴承(2)端面配合处的圆角设计:旋转轴(7)上的圆角应比球轴承(2)上的圆角小0.3mm。

4.根据权利要求1所述的一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,其特征在于,旋转轴(7)的结构形式具体为圆柱齿轮轴、花键轴、圆锥齿轮轴。

5.根据权利要求1所述的一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,其特征在于,轴承衬套(3)与球轴承(2)端面配合处的圆角设计:轴承衬套(3)上的圆角应比球轴承(2)上的圆角小0.3mm～0.5mm。

6.根据权利要求1所述的一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,其特征在于,所述支承壳体(1)的材料为铸造铝合金。

7.根据权利要求1所述的一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,其特征在于,所述

轴承衬套(3)采用结构钢并进行内表面渗碳强化,所述轴承挡圈(4)采用结构钢。

8.根据权利要求1所述的一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,其特征在于,所述支承壳体(1)上安装轴承衬套(3)的圆孔底部设有漏油孔,所述漏油孔直径为3mm～5mm。

9.根据权利要求8所述的一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法,其特征在于,所述轴承衬套(3)安装完毕后,与所述圆孔底部留有5mm～10mm的间隙。

一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法

技术领域

[0001] 本发明属于航空发动机技术领域，涉及航空发动机用高速重载球轴承轴向窜动控制装置设计，尤其是一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法。

背景技术

[0002] 球轴承均设计有规定的工作游隙，以保证轴承得以灵活无阻滞地运转。在球轴承的装配结构设计中，球轴承与其它零件的配合状态及工作环境决定了工作游隙的大小变化，直接影响到球轴承的动态性能(噪声、振动和摩擦)、旋转精度、使用寿命(磨损和疲劳)以及承载能力的优劣。

[0003] 球轴承的轴向窜动，是指球轴承在工作中其内外圈沿轴线方向不可避免的微小移动，这种移动将造成机构的振动、噪声变大，进而危害设备，降低使用寿命。轴向窜动间隙一般是为轴系的热涨因素而预留的，为的是保证达到在额定温升下实现比较理想的无间隙运行，防止因为热涨产生附加轴向载荷。对于工作中无轴向载荷的球轴承，基本不存在轴向窜动。但当装配总成(如航空发动机)的速度、位置偶尔发生瞬时急剧变化时，球轴承也能够在短期内承受一定的轴向载荷，这是无法避免且设计中必须考虑保证的。

[0004] 目前，对两端支承的轴系结构，机械设计中一般采用一端球轴承固定、一端轴承自由滑动的方式或者两端均不固定的方式。其中一端球轴承固定、一端轴承自由滑动的方式具有明显的工作优势(轴向强制固定且无有害的窜动，振动和噪音较小)，对于此类球轴承固定端的设计，尚无有效的设计方法或规定。

发明内容

[0005] 发明目的：本发明的目的是为了解决上述技术问题，发明了一种球轴承轴向窜动控制装置设计方法。

[0006] 一端球轴承固定、一端轴承自由滑动的方式虽然具有明显的工作优势，但由于缺少有效的设计方法或规定，实际设计中只能依靠个人的设计经验或继承以往产品的特点，预留一定的热涨间隙，间隙大则会出现密封失效、轴承内部破坏；间隙小则会造成轴承抱死烧坏。为了保证工作中，尤其是在航空发动机高速重载情况下球轴承的工作游隙和轴向窜动得到有效控制且正常工作，必须设计专用的球轴承轴向控制装置，并给出具体的设计方法。

[0007] 技术方案：

[0008] 一种球轴承轴向窜动控制装置的设计方法，通过球轴承轴向窜动控制装置来实现，所述控制装置包括支承壳体1、装在支承壳体1上的轴承衬套3、装在轴承衬套3内孔中和旋转轴7轴颈上的球轴承2、用于压紧球轴承2外环进行轴向限位的轴承挡圈4、将轴承衬套3和轴承挡圈4固紧在支承壳体1上的锁紧螺栓6、防止锁紧螺栓6回转松懈的锁紧垫片5、以及用于动力输出的旋转轴7。

[0009] 具体步骤：

[0010] 步骤1，确定旋转轴7外径与球轴承2内径的公差配合关系为过渡配合，轴公差为js6或k6，球轴承2内径为标准公差，旋转轴7外径选择与球轴承2内径一致的名义尺寸。

[0011] 步骤2，确定轴承衬套3内径与球轴承2外径的配合关系为过渡配合，轴承衬套3内径公差为N6，球轴承2外径为标准公差，轴承衬套3内径选择与球轴承2外径一致的名义尺寸。

[0012] 步骤3，为保证球轴承2的轴向游隙和轴向窜动，需对轴承衬套3的深度尺寸及公差H2进行确定，确定方法为：球轴承2的宽度尺寸及公差H1，H1选择标准尺寸和公差，给定配合量K＝-0.3mm～+0.03mm其中+表示间隙，-表示过盈，轴承衬套3的深度尺寸及公差H2的计算公式为：

[0013] H2＝H1+K 公式1

[0014] 轴承衬套3的深度尺寸及公差用H2表示；

[0015] 球轴承2的宽度尺寸及公差用H1表示；

[0016] 步骤4，按机械设计手册，确定轴承挡圈4的厚度尺寸。

[0017] 步骤5，确定轴承挡圈4的内径尺寸：应大于球轴承2外环的内径尺寸0.3mm～0.5mm。

[0018] 步骤6，进行锁紧垫片5和锁紧螺栓6的设计：按机械设计手册中关于垫片和螺栓的设计要求，将锁紧垫片和锁紧螺栓的结构参数确定下来。

[0019] 步骤7，按机械设计手册开展所有零件的其余结构参数设计。

[0020] 步骤8，在装配时，按机械设计手册中规定的螺栓拧紧力矩，将锁紧螺栓6拧紧，且保证将轴承挡圈4和轴承衬套3贴合压紧在支承壳体1的安装面上。

[0021] 轴承挡圈4的厚度尺寸为2mm～4mm。

[0022] 旋转轴7与球轴承2端面配合处的圆角设计：旋转轴7上的圆角应比球轴承2上的圆角小0.3mm～0.5mm。

[0023] 旋转轴7的结构形式具体为圆柱齿轮轴、花键轴、圆锥齿轮轴。

[0024] 轴承衬套3与球轴承2端面配合处的圆角设计：轴承衬套3上的圆角应比球轴承2上的圆角小0.3mm～0.5mm。

[0025] 所述支承壳体1的材料为铸造铝合金。

[0026] 所述轴承衬套3采用结构钢并进行内表面渗碳强化。

[0027] 所述轴承挡圈4采用结构钢。

[0028] 所述支承壳体1上安装轴承衬套3的圆孔底部设有漏油孔，所述漏油孔直径为R3mm～5mm。

[0029] 所述轴承衬套3安装完毕后，与所述圆孔底部留有5mm～10mm的间隙。

[0030] 有益技术效果：采用本技术方法，能够方便的进行轴系固定端球轴承轴向窜动控制装置的设计，且结构简单，成本较低，技术实现较为容易。由于设计中考虑了球轴承的工作条件，控制装置更加符合球轴承的实际工作状态，尤其适用于航空发动机中高速重载球轴承复杂的工作条件，提高了产品的稳定性和质量。

附图说明

[0031] 图1本控制装置结构示意图；

[0032] 图2本装置的结构剖视图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本控制方法做进一步说明

[0034] 球轴承轴向窜动控制装置的设计方法，所述方法通过窜动控制装置来实现(如图1所示)，所述窜动控制装置包括控制装置支承壳体1、装在支承壳体1上的轴承衬套3、装在轴承衬套3内孔中和旋转轴7轴颈上的球轴承2、用于压紧球轴承2外环进行轴向限位的轴承挡圈4、将轴承衬套3和轴承挡圈4固紧在支承壳体1上的锁紧螺栓6、防止锁紧螺栓6回转松懈的锁紧垫片5、以及用于动力输出的旋转轴7。

[0035] 球轴承轴向窜动控制装置的设计方法具体步骤为：

[0036] 步骤1，确定旋转轴7外径与球轴承2内径的公差配合关系为过渡配合，轴公差为js6或k6，球轴承2内径为标准公差，旋转轴7外径选择与球轴承2内径一致的名义尺寸，保证过渡配合状态下，对球轴承2的径向游隙无影响。

[0037] 步骤2，确定轴承衬套3内径与球轴承2外径的配合关系为过渡配合，轴承衬套3内径公差为N6，球轴承2外径为标准公差，轴承衬套3内径选择与球轴承2外径一致的名义尺寸，保证过渡配合状态下，对球轴承2的径向游隙无影响。

[0038] 步骤3，为保证球轴承2的轴向游隙和轴向窜动，需对轴承衬套3的深度尺寸及公差H2进行确定，确定方法为：球轴承2的宽度尺寸及公差H1，H1选择标准尺寸和公差，给定配合量K＝-0.3mm～+0.03mm其中+表示间隙，-表示过盈，轴承衬套3的深度尺寸及公差H2的计算公式为：

[0039] H2＝H1+K 公式1

[0040] 其中，轴承衬套3的深度尺寸及公差用H2表示；

[0041] 球轴承2的宽度尺寸及公差用H1表示；

[0042] 步骤4，按机械设计手册，确定轴承挡圈4的厚度尺寸一般为2mm～4mm。

[0043] 步骤5，确定轴承挡圈4的内径尺寸：应大于球轴承2外环的内径尺寸0.3mm～0.5mm，保证在压紧外环的情况下，不与球轴承2的保持架产生干涉。

[0044] 步骤6，进行锁紧垫片5和锁紧螺栓6的设计：按机械设计手册中关于垫片和螺栓的设计要求，可将锁紧垫片和锁紧螺栓的结构参数确定下来。一般装配数量选3个，按圆周均布；随着轴承直径的增大，可适当增多装配数量，保证将轴承衬套3和轴承挡圈4贴合压紧在支承壳体1的安装面上。

[0045] 步骤7，按机械设计手册开展所有零件的其余结构参数设计。

[0046] 步骤8，在装配时，按机械设计手册中规定的螺栓拧紧力矩，将锁紧螺栓6拧紧，且保证将轴承挡圈4和轴承衬套3贴合压紧在支承壳体1的安装面上。

[0047] K＝-0.3mm～+0.03mm：K值大小直接影响球轴承2的非预期变形及破坏、工作稳定及旋转轴7的轴向窜动量。该专利中K值的大小根据轴承挡圈4的压紧变形量、轴承衬套3补偿上述压紧变形量、球轴承2轴向游隙的大小值、锁紧螺栓6的预紧力大小、球轴承2的轴向预紧效果、温度变化及实物的验证等因素综合合理给定，能够保证球轴承2在装配压紧应力下，球轴承2的轴向游隙和工作状态不受影响，保证旋转轴7的轴向窜动得到有效控制。其中最大过盈量0.3mm为理论设计最大过盈值，是球轴承2凸出轴承衬套3顶面的部分高度，实际

装配中按规定的拧紧力矩将锁紧螺栓6拧紧即可;最大间隙值0.03mm为理论设计最大间隙值,是球轴承2凹下轴承衬套3顶面的部分高度,实际装配中按规定的拧紧力矩将锁紧螺栓6拧紧即可;

[0048] js6或k6为轴尺寸的公差带,其中js或k为基本偏差字母,6表示公差等级数字;

[0049] 旋转轴7与球轴承2端面配合处的圆角设计:旋转轴7上的圆角应比球轴承2上的圆角小0.3mm～0.5mm,保证不产生干涉现象。

[0050] 旋转轴7的结构形式具体为圆柱齿轮轴、花键轴、圆锥齿轮轴。

[0051] 轴承衬套3与球轴承2端面配合处的圆角设计:轴承衬套3上的圆角应比球轴承2上的圆角小0.3mm～0.5mm,保证不产生干涉现象;

[0052] 所述支承壳体1的材料为铸造铝合金;满足强度要求的情况下,重量较轻,降低成本;

[0053] 所述轴承衬套3采用结构钢并进行内表面渗碳强化;具有优良的机械性能要求和耐磨性能;

[0054] 所述轴承挡圈4采用结构钢;具有优良的机械性能要求;

[0055] 所述支承壳体1上安装轴承衬套3的圆孔底部设有漏油孔,所述漏油孔直径为R3mm～R5mm。

[0056] 所述轴承衬套3安装完毕后,与所述圆孔底部留有5mm～10mm的间隙,用于收集润滑油并从所述漏油孔导出。

[0057] 通过轴承内径与轴的配合设计以及轴承外径与轴承衬套内径的配合设计,保证了球轴承的径向游隙;通过轴承衬套深度与轴承宽度配合设计以及轴承挡圈与轴承配合设计等,保证了球轴承的轴向游隙和轴向窜动在控制范围之内,实现了球轴承在控制装置中的有效定位和配合,保证了球轴承以及机构总成的正常工作。

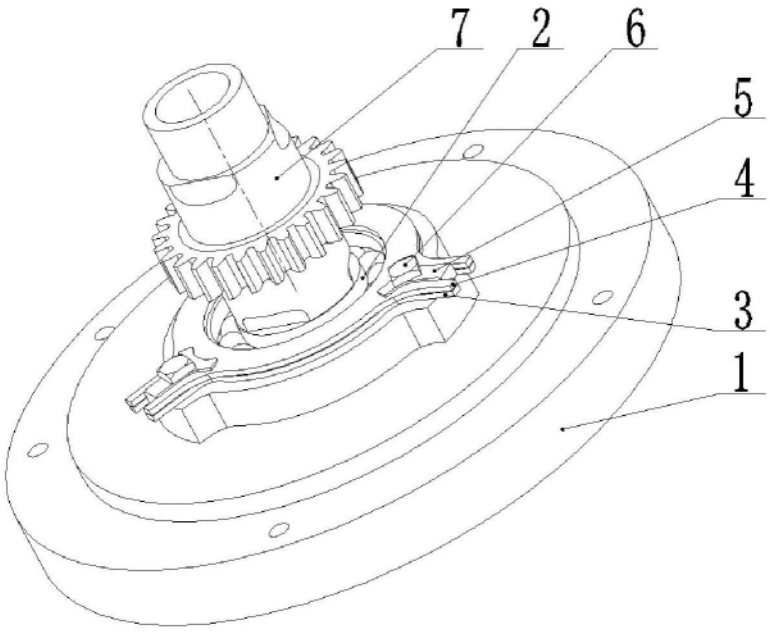


图1

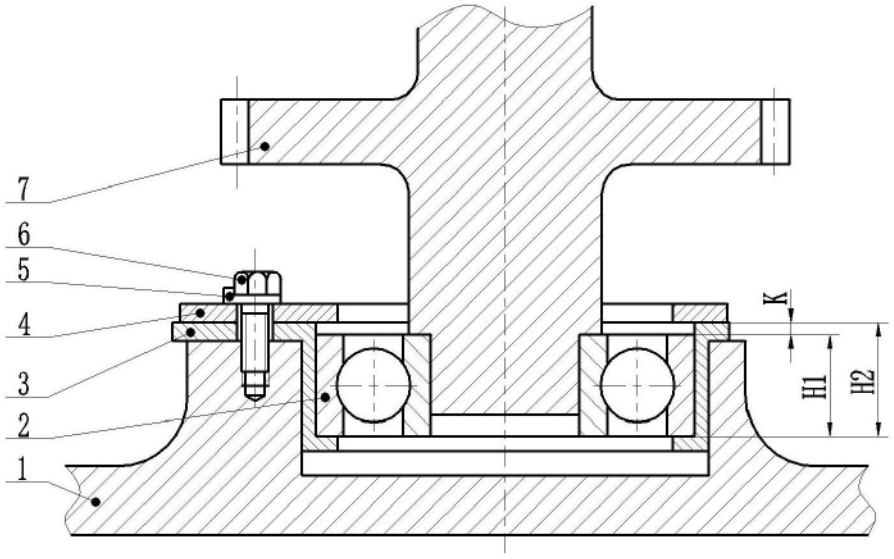


图2