1. 哈尔滨工业大学（深圳）
2. 机械设计大作业设计说明书

|  |  |
| --- | --- |
| 设计题目： | 轴系部件设计 |
| 院系： | 机电工程与自动化学院 |
| 班级： | 机械二班 |
| 设计者： | 杨敬轩 |
| 学号： | SZ160310217 |
| 指导教师： | 胡泓 |
| 设计日期： | 2018年11月19日 |

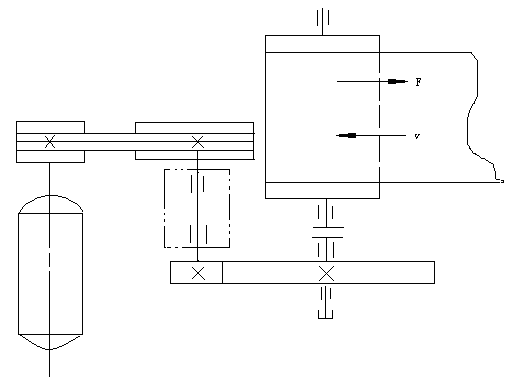




1. 哈尔滨工业大学（深圳）
2. 机械设计大作业设计任务书

题目： 轴系部件设计

带式运输机的传动方案如下图所示，机器工作平稳、单向回转、成批生产，其他数据见下表。



带式运输机的传动方案示意图

带式运输机中V带传动的已知数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 方案 | 电动机工作功率*P*d/kW | 电动机满载转速*n*m/(r/min) | 工作机的转速*n*w/(r/min) | 第一级传动比*i*1 | 轴承座中  心高*H*/mm | 最短工作年限 | 工作环境 |
| 5.1.4 | 2.2 | 940 | 80 | 2.1 | 160 | 5年2班 | 室内清洁 |

目 录

[目 录 I](#_Toc530353057)

[一、选择轴的材料 1](#_Toc530353058)

[二、初算轴径 1](#_Toc530353059)

[三、结构设计 1](#_Toc530353060)

[3.1 确定机体和轴的结构形式 1](#_Toc530353061)

[3.2 阶梯轴各轴段直径的确定 2](#_Toc530353062)

[3.2.1 轴段1和轴段7 2](#_Toc530353063)

[3.2.2 轴段2和轴段6 2](#_Toc530353064)

[3.2.3 轴段3和轴段5 2](#_Toc530353065)

[3.2.4 轴段4 3](#_Toc530353066)

[3.3 阶梯轴各轴段长度及跨距的确定 3](#_Toc530353067)

[3.3.1 轴段4 3](#_Toc530353068)

[3.3.2 轴段3和轴段5 3](#_Toc530353069)

[3.3.3 轴段2和轴段6 3](#_Toc530353070)

[3.3.4 轴段1和轴段7 4](#_Toc530353071)

[3.4 键连接设计 4](#_Toc530353072)

[四、轴的受力分析 5](#_Toc530353073)

[4.1 画轴的受力简图 5](#_Toc530353074)

[4.2 计算支承反力 5](#_Toc530353075)

[4.3 画弯矩图 7](#_Toc530353076)

[4.4 画扭矩图 7](#_Toc530353077)

[五、校核轴的强度 7](#_Toc530353078)

[六、校核键连接的强度 9](#_Toc530353079)

[七、校核轴承寿命 10](#_Toc530353080)

[7.1 计算当量动载荷 10](#_Toc530353081)

[7.2 校核轴承寿命 10](#_Toc530353082)

[八、轴上其他零件设计 11](#_Toc530353083)

[8.1 轴上键连接设计 11](#_Toc530353084)

[8.2 轴承座设计 11](#_Toc530353085)

[8.3 轴承端盖设计 11](#_Toc530353086)

[8.4 轴端挡圈设计 12](#_Toc530353087)

[九、设计参数总表 13](#_Toc530353088)

[十、参考文献 14](#_Toc530353089)

1. 选择轴的材料

因传递功率不大，且对质量及结构尺寸无特殊要求，故选用常用材料45钢，调质处理。

1. 初算轴径

对于转轴，按扭转强度初算轴径：



式中：——轴的直径，mm；

——轴传递的功率，kW；

——轴的转速，r/min；

——由许用扭转剪应力确定的系数；

根据参考文献[2]表10.2查得，取，由大作业4可得：





所以，



本方案中，轴颈上有一个键槽，应将轴径增大5%，即



按照GB/T 2822—81的Ra10 系列圆整，取。

1. 结构设计

3.1 确定机体和轴的结构形式

箱体内无传动件，不需经常拆卸，箱体采用整体式。由轴的功能可知，该轴应具有带轮、齿轮的安装段，两个轴承的安装段以及两个轴承对外的密封段，共7段尺寸。由于没有轴向力的存在，且载荷、转速较低，故选用深沟球轴承。由于传递功率小，转速不高，发热小，故轴承采用两端固定式。由于轴转速较低，且两轴承间无传动件，所以采用脂润滑、毛毡圈密封。确定轴的草图如图1所示：



图 1 轴的草图

3.2 阶梯轴各轴段直径的确定

3.2.1 轴段1和轴段7

轴段1和轴段7分别安放小齿轮和大带轮，所以其长度由带轮和齿轮轮毂长度确定，而直径由初算的最小直径得到。所以，



3.2.2 轴段2和轴段6

轴段2和轴段6的确定应考虑齿轮、带轮的轴向固定和密封圈的尺寸。由参考文献[2]图10.9计算得到轴肩高度



故



根据FZ/T 92010-1991取毡圈油封直径，取轴径。

3.2.3 轴段3和轴段5

轴段3和轴段5安装轴承，最终尺寸由轴承确定。标准直齿圆柱齿轮，没有轴向力，但考虑到有较大的径向力，故选用深沟球轴承。

初算轴径：



由参考文献[1]表12.1选轴承6307，外形尺寸，，，安装尺寸，。故确定轴径 ：



3.2.4 轴段4

轴段4的作用为轴承的轴向定位，故取



3.3 阶梯轴各轴段长度及跨距的确定

对二支点在同一轴承座内而支点间无传动件的情况，应首先确定两轴承间跨距，一般，为轴承所在轴段的直径。而此轴的跨距是指轴上支反力作用点间的距离，对于深沟球轴承，力作用点在轴承宽度中点。

3.3.1 轴段4

由上述可知：



取。则轴段4的长度：



3.3.2 轴段3和轴段5

轴段3和轴段5安装轴承，轴段长度与轴承内圈宽度相同，故：



3.3.3 轴段2和轴段6

轴段2和轴段6的长度和轴承盖的选用及大带轮和小齿轮的定位轴肩的位置有关系。由于箱体采用整体式，故选择如图2所示的凸缘式轴承端盖。

取固定轴承端盖的螺栓的直径为，则：



取。

取，箱体外部传动零件的定位轴肩到轴承端盖间的距离取。故轴段2和轴段6的长度为：



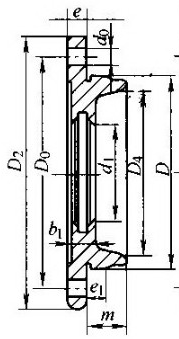


图 2 凸缘式轴承端盖

3.3.4 轴段1和轴段7

由大作业4数据知，小齿轮宽度为55 mm，轴段1的长度应该比相配齿轮轮毂长度略短，故取轴段1的长度。

由大作业3数据知，小带轮轮毂长度为50 mm，故取大带轮轮毂长度也为50 mm，为避免重复定位，取轴段7的长度。

3.4 键连接设计

大带轮和小齿轮的周向连接均采用A型普通平键连接，由，查参考文献[1]表11.27初选普通平键尺寸为，轴段1的键长为，轴段7的键长为。

1. 轴的受力分析

4.1 画轴的受力简图

轴的受力简图如图3-(b) 所示。



图 3 轴的受力分析

4.2 计算支承反力

转矩：



小齿轮圆周力：



小齿轮径向力：



由于是直齿轮，故小齿轮轴向力。

由大作业3可知，大带轮压轴力。

由前面计算可知跨距分别为：







水平面上，对右侧轴承*C*点列力矩平衡方程得：



所以，



由水平面上的力平衡可知：



垂直面上，对左侧轴承*B*点列力矩平衡方程可得：



由垂直面上的力平衡可知：



所以，轴承1的总支承反力为：



轴承2的总支承反力为：



4.3 画弯矩图

弯矩图如图3-(c)、3-(d)、3-(e) 所示。

水平面上，轴承1所受弯矩为：



水平面上，轴承2所受弯矩为：



垂直面上，轴承1所受弯矩最大，为：



合成弯矩，轴承1处：



轴承2处：



4.4 画扭矩图

扭矩如图3-(f) 所示，大小为：



1. 校核轴的强度

由弯矩转矩图可知，轴承1处为危险截面。查参考文献[2]附表10.1可知抗弯截面模量为：



抗扭截面模量为：



则弯曲正应力为：



扭转切应力为：



对于调质处理的45钢，由参考文献[2]表10.1查得：



由参考文献[2]表10.1注②查得碳素钢等效系数为：



由参考文献[2]附表10.4注①查得轴与滚动轴承配合应力系数为：



由参考文献[2]附图10.1查得绝对尺寸系数为：



由参考文献[2]附图10.2和附表10.2查得轴磨削时表面质量系数为：



只考虑弯矩时的安全系数：



只考虑扭矩时的安全系数：



所以，安全系数为：



查参考文献[2]表10.5得许用安全系数，显然，故截面安全，校核通过。

1. 校核键连接的强度

由参考文献[2]式6.1可知键连接的强度条件为：



式中：——工作面的挤压应力，MPa ；

——传递的转矩， ；

——轴的直径，mm ；

——键的工作长度，mm ，A型，为键的公称长度和键宽；

——键与毂槽的接触高度，mm，通常取；

——许用挤压应力，MPa，由参考文献[2]表6.1，静连接，材料为钢，有

轻微冲击，，取。

轴段1上的键：



显然，故强度足够。

轴段7上的键：



显然，故强度足够。

1. 校核轴承寿命

轴承不受轴向力，只有径向力，且，所以只校核轴承1即左轴承即可。

7.1 计算当量动载荷

由参考文献[2]式11.2得：



式中：——当量动载荷，N；

——轴承的径向载荷和轴向载荷，，；

 ——动载荷径向系数和动载荷轴向系数，轴向力为0，则，。

所以，当量动载荷为：



7.2 校核轴承寿命

由参考文献[2]公式11.1c得：



式中：——轴承的基本额定寿命，h；

——轴承的基本额定动载荷，由参考文献[1]表12.1，查轴承6307，



——寿命指数，对于球轴承，；

——温度系数，由参考文献[2]表11.9，工作温度，；

 ——载荷系数，由参考文献[2]表11.10，中等冲击，，取

；

则轴承1的寿命为：



由已知条件可知，五年两班，每年按250天计，则预期寿命为：



显然，故轴承寿命足够。

1. 轴上其他零件设计

8.1 轴上键连接设计

由前面计算可知，大带轮和小齿轮的周向连接均采用A型普通平键连接，由，查参考文献[1]表11.27，选取，轴段1的键长为，轴段7的键长为。

8.2 轴承座设计

本次设计中选用整体式轴承座。按照设计方案的要求，轴承座孔中心高，轴承座孔的内径等于滚动轴承的外径，轴承座孔长，取轴承座腹板壁厚。

8.3 轴承端盖设计

箱内无传动件，故选用凸缘式轴承端盖，如图4所示。工作环境室内清洁，故用毛毡圈密封。

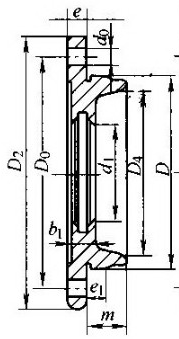


图 4 凸缘式轴承端盖

凸缘厚，旋入端长，旋入端外径为轴承外径，内径配合轴承安装尺寸取 mm，拔模斜度1:10。

取螺栓直径M6，，凸缘外径：



取。

螺栓孔中心距：



毛毡圈所在轴段的直径为，查FZ/T 92010-1991，可得毛毡圈梯形沟槽宽边长，窄边长，窄边直径，宽边直径。各符号含义如图5所示。

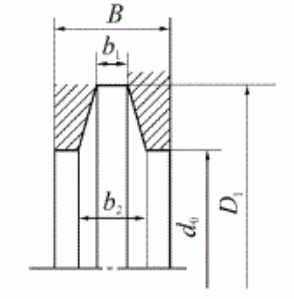


图 5 油封毡圈结构图

8.4 轴端挡圈设计

查GB 892-1986可选B型轴端挡圈，如图6所示，直径 mm，内孔直径 mm，厚 mm，与之相配合的螺栓采用。

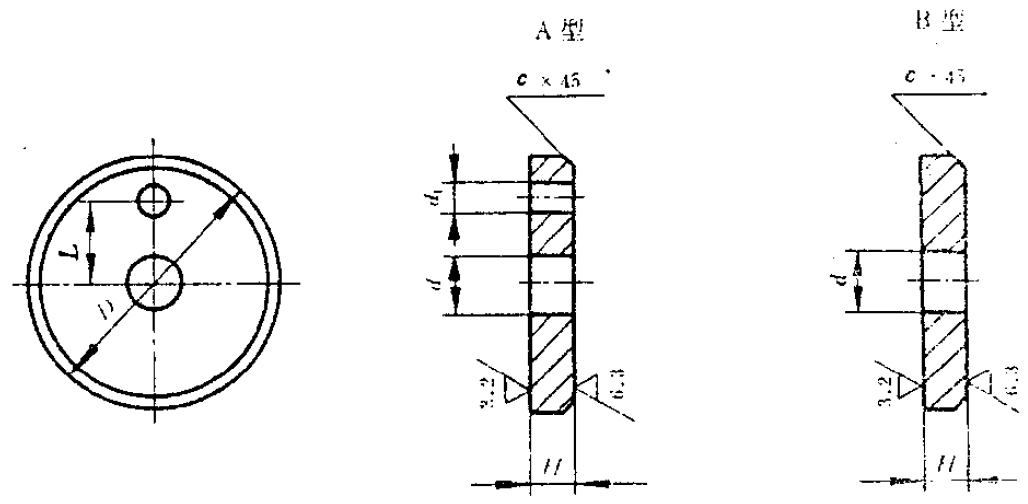


图 6 轴端挡圈示意图

1. 设计参数总表

表 1 轴系部件设计参数表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 符号/单位 | 数值 | 序号 | 符号/单位 | 数值 |
| 1 | *P*/kW | 2.2 | 26 | *n*m/(r/min) | 940 |
| 2 | *n*w/(r/min) | 80 | 27 | *i*1 | 2.1 |
| 3 | *H*/mm | 160 | 28 | *d*1/mm | 25 |
| 4 | *d*7/mm | 25 | 29 | *d*2/mm | 30 |
| 5 | *d*6/mm | 30 | 30 | *d*3/mm | 35 |
| 6 | *d*5/mm | 35 | 31 | *d*4/mm | 44 |
| 7 | *l*4/mm | 80 | 32 | *l*3/mm | 21 |
| 8 | *l*5/mm | 21 | 33 | *l*2/mm | 46 |
| 9 | *l*6/mm | 46 | 34 | *l*1/mm | 53 |
| 10 | *l*7/mm | 48 | 35 | *d*轴承/mm | 35 |
| 11 | *D*轴承/mm | 80 | 36 | *B*轴承/mm | 21 |
| 12 | *d*a/mm | 44 | 37 | *D*a/mm | 71 |
| 13 | *L*跨距/mm | 101 | 38 | *e*/mm | 8 |
| 14 | *d*0/mm | 6 | 39 | *m*/mm | 18 |
| 15 | *K*/mm | 20 | 40 | *b*/mm | 8 |
| 16 | *h*/mm | 7 | 41 | *L*键1/mm | 45 |
| 17 | *L*键2/mm | 40 | 42 | *D*座/mm | 80 |
| 18 | *C*座/mm | 44 | 43 | *δ*/mm | 10 |
| 19 | *D*端/mm | 80 | 44 | *D*4/mm | 70 |
| 20 | *D*2/mm | 110 | 45 | *D*0/mm | 95 |
| 21 | *b*2/mm | 5.5 | 46 | *b*1/mm | 4 |
| 22 | *D*毡/mm | 43 | 47 | *d*毡/mm | 31 |
| 23 | *D*挡/mm | 32 | 48 | *d*挡/mm | 6.6 |
| 24 | *H*挡/mm | 5 | 49 | *S* | 2.54 |
| 25 | *M*1/(N·mm) | 157928.84 | 50 | *L*h1/h | 21008.2 |

1. 参考文献

[1] 宋宝玉. 机械设计课程设计指导书[M]. 北京:高等教育出版社, 2016.

[2] 王黎钦, 陈铁鸣. 机械设计[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社, 2015.

[3] 王伯平. 互换性与测量技术基础[M].北京:机械工业出版社, 2017.

[4] 张锋, 宋宝玉. 机械设计大作业指导书[M]. 北京:高等教育出版社, 2009.

[5] 王熙宁, 袭建军. 画法几何及机械制图[M]. 北京:高等教育出版社, 2015.