

目录

I 考查目标	2
II 考试形式和试卷结构.....	2
III 考查内容及参考书	2
IV. 题型示例及参考答案.....	7

全国硕士研究生入学统一考试机械设计考试大纲

I 考查目标

机械设计是机械类、近机类专业中培养学生机械设计能力一门重要的技术基础课程。考生应系统复习本课程考试内容，除学习和掌握通用零部件设计的基础理论外，也要对各种零件的类型、特点、适用场合及工作原理、零件的失效形式、设计准则、零件的受力分析、设计计算（即承载能力计算）、主要参数选择、常用材料及结构设计等各个方面了解和掌握。试卷覆盖面广，涉及考试内容的各个方面。复习时既要重视分析计算，也要注重结构设计。

II 考试形式和试卷结构

一、试卷满分及考试时间

试卷满分为 150 分，考试时间 180 分钟。

二、答题方式

答题方式为闭卷、笔试。允许使用计算器，但不得使用带有公式和文本存储功能的计算器。

三、试卷内容与题型结构

通常有以下几种题型：

填空题 15 题，每小题 1 分，共 15 分

选择题 10 题，每小题 2 分，共 20 分

简答题 5 题，每小题 7 分，共 35 分

计算与分析题 4 题，每小题 10-20 分，共 60 分

结构与改错题 1 题，每小题 20 分，共 20 分

（说明：以上题型及分值分配仅作参考，根据需要可作调整）

III 考查内容及参考书

第一章 绪论

1 教学内容

- (1) 机器的基本组成要素；
- (2) 本课程的内容、性质和任务。

2 基本要求

了解教学内容，明确学习目的，了解课程特点。

第二章 机械设计总论

1 教学内容

- (1) 机器的组成；
- (2) 设计机器的一般程序；
- (3) 对机器的主要要求；
- (4) 机械零件的主要失效形式；
- (5) 设计机械零件时应满足的基本要求；

- (6) 机械零件的设计准则;
- (7) 机械零件的设计方法;
- (8) 机械零件设计的一般步骤;
- (9) 机械零件的材料及其选用;
- (10) 机械零件设计中的标准化;
- (11) 机械现代设计方法简介。

2 基本要求

了解机器组成、设计机器的一般程序、对器的主要要求、机械制造中常用材料及其选用、机械零件的工艺性和标准化等,掌握机械零件的主要失效形式和工作能力设计的基本准则。

第三章 机械零件的强度

1 教学内容

- (1) 材料的疲劳特性;
- (2) 机械零件的疲劳强度计算;
- (3) 机械零件的接触强度。

2 基本要求

掌握疲劳曲线及其方程、极限应力线图及机械零件的疲劳强度计算,了解机械零件的接触强度。

第四章 摩擦、磨损和润滑概述

1 教学内容

- (1) 摩擦;
- (2) 磨损;
- (3) 润滑剂、添加剂和润滑方法;
- (4) 流体润滑原理简介。

2 基本要求

了解摩擦、磨损和润滑的基本知识,掌握摩擦磨损分类和磨损过程,掌握流体动力润滑与弹性流体动力润滑的联系及区别。

第五章 螺纹连接和螺旋传动

1 教学内容

- (1) 螺纹连接的类型和标准连接件;
- (2) 螺纹连接的预紧;
- (3) 螺纹连接的防松;
- (4) 螺纹连接的强度计算;
- (5) 螺纹组连接的设计;
- (6) 螺纹连接件的材料及许用应力;

(7) 提高螺纹连接强度的措施；

(8) 螺旋传动。

2 基本要求

了解螺纹连接的基本类型、特点及应用场合，了解螺纹连接预紧和防松的目的和方法，掌握螺栓组连接的设计以及螺纹连接的强度计算，了解提高螺纹连接强度的常用措施，了解螺旋传动的设计方法。

第六章 键、花键连接等

1 教学内容

(1) 键连接；

(2) 花键连接；

(3) 无键连接；

(4) 销连接。

2 基本要求

了解键连接、花键连接、无键连接和销连接的类型、特点及应用场合，掌握平键连接的失效形式、设计准则及强度计算。

第七章 带传动

1 教学内容

(1) 概述 带传动的工作原理、特点和主要型式；

(2) 带传动工作情况分析：受力分析、应力分析、弹性滑动、打滑及传动比；

(3) V带传动的设计计算；

(4) V带轮设计；

(5) V带传动的张紧装置；

(6) 其它带传动简介。

2 基本要求

了解带传动的工作原理、特点和主要型式，V带轮设计、V带传动的张紧装置和带传动的维护；掌握带的受力分析、应力分析、带传动的弹性滑动、打滑、传动比计算以及V带传动的设计计算。

第八章 链传动

1 教学内容

(1) 链传动的特点及应用；

(2) 传动链的结构特点；

(3) 滚子链轮的结构和材料；

(4) 链传动的运动特性：运动不均匀性和动载荷；

(5) 链传动的受力分析

(6) 滚子链传动的设计计算：主要参数及其选择；

(7) 链传动的布置、张紧和润滑。

2 基本要求

了解链传动的特点、链和链轮结构，掌握链传动的运动特性、主要参数选择和设计计算，了解链传动的使用维护。

第九章 齿轮传动

1 教学内容

- (1) 概述 齿轮传动的应用和种类；
- (2) 齿轮传动的失效形式及设计准则；
- (3) 齿轮的材料及选择原则；
- (4) 齿轮传动的计算载荷；
- (5) 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算；
- (6) 齿轮传动的设计参数、许用应力与精度选择；
- (7) 标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算；
- (8) 标准锥齿轮传动的强度计算；
- (9) 齿轮的结构设计；
- (10) 齿轮传动的润滑。

2 基本要求

了解齿轮传动的特点、类型和齿轮材料的选择；掌握齿轮传动的失效形式及设计准则；掌握标准直齿圆柱齿轮、标准斜齿圆柱齿轮及标准锥齿轮的受力和强度计算。

第十章 蜗杆传动

1 教学内容

- (1) 蜗杆传动的类型；
- (2) 普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸计算；
- (3) 普通圆柱蜗杆传动的承载能力计算；
- (4) 普通圆柱蜗杆传动的效率、润滑及热平衡计算；
- (5) 蜗杆和蜗轮的材料及结构。

2 基本要求

了解蜗杆传动的特点和类型，掌握圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸计算，了解蜗杆传动的热平衡计算，了解蜗杆和蜗轮的材料及结构，掌握蜗杆传动的受力和强度计算特点。

第十一章 滑动轴承

1 教学内容

- (1) 概述；

- (2) 滑动轴承的主要结构型式;
- (3) 滑动轴承的失效形式与常用材料;
- (4) 轴瓦结构;
- (5) 滑动轴承润滑剂的选用;
- (6) 非液体润滑滑动轴承的设计计算;
- (7) 流体动力润滑径向滑动轴承设计计算;
- (8) 其他型式滑动轴承简介。

2 基本要求

了解滑动轴承的特点、结构形式和轴瓦的结构及材料,了解润滑剂种类和润滑装置类型,掌握非液体润滑滑动轴承、流体动力润滑径向滑动轴承的设计计算。

第十二章 滚动轴承

1 教学内容

- (1) 概述 滚动轴承的结构和特点;
- (2) 滚动轴承的主要类型及代号;
- (3) 滚动轴承的类型选择;
- (4) 滚动轴承的工作情况:失效形式及设计准则;
- (5) 滚动轴承尺寸的选择:滚动轴承的寿命计算;
- (6) 滚动轴承装置的设计。

2 基本要求

了解滚动轴承的结构和特点,掌握滚动轴承的主要类型、常用代号及主要类型选择,掌握滚动轴承的失效形式及寿命计算,掌握滚动轴承装置的设计。

第十三章 轴

1 教学内容

- (1) 概述 轴的分类和常用材料;
- (2) 轴的结构设计;
- (3) 轴的计算。

2 基本要求

了解轴的类型及其常用材料,掌握轴的结构设计,掌握轴的强度和刚度计算。

第十四章 联轴器和离合器

1 教学内容

- (1) 联轴器的种类、特性和选择;
- (2) 离合器;

2 基本要求

了解联轴器、离合器和制动器的基本类型及选用。

参考书:

《机械设计》(第八版), 濮良贵. 高等教育出版社, 2006

《机械设计》, 吴宗泽. 北京: 高等教育出版社, 2001。

IV. 题型示例及参考答案

一. 填空题

1. 在基本额定动载荷 C 作用下, 滚动轴承工作_____转而不发生点蚀失效, 其可靠度为90%。
2. 在圆柱齿轮传动中, 齿轮直径不变而减小模数 m , 使轮齿的弯曲强度_____、接触强度_____及传动的工作平稳性_____。
3. 有一普通圆柱蜗杆传动, 已知蜗杆头数 $Z_1=1$, 蜗杆轮齿的螺旋线方向为右旋, 其分度圆柱上导程角 $\gamma=5^{\circ}42'38''$, 蜗轮齿数 $Z_2=45$, 模数 $m=8\text{mm}$, 压力角 $\alpha_t=20^{\circ}$, 传动中心距 $a=220\text{mm}$, 则传动比 $i=$ _____, 蜗杆直径系数 $q=$ _____, 蜗杆分度圆柱直径 $d_1=$ _____mm, 蜗轮螺旋角 $\beta=$ _____。
4. 普通V带传动中, 已知预紧力 $F_0=2500\text{N}$, 传递圆周力 $F_e=800\text{N}$, 若不计带的离心力, 则工作时, 紧边拉力 $F_1=$ _____, 松边拉力 $F_2=$ _____。
5. 链轮的转速_____, 节距_____, 齿数越少, 则链传动的动载荷就越大。
6. 当轴上零件需在轴上作距离较短的相对滑动且传递转矩不大时, 应选用_____键连接, 当轴上零件需在轴上作距离较长的相对滑动, 应选用_____键连接。
7. 某受预紧力 F_0 和轴向工作拉力 F 的紧螺栓连接, 如果螺栓和被连接件刚度相等, 预紧力 $F_0=8000\text{N}$, 在保证接合面不产生缝隙的条件下, 允许的最大工作拉力 $F=$ _____N。

二. 选择题

1. 在绘制零件极限应力的简化线图时, 所必需的已知数据有_____。
A. σ_{-1} σ_0 K_{σ} ψ 。
B. σ_{-1} σ_S K_{σ} ψ 。
C. σ_{-1} σ_S K_{σ}
D. σ_{-1} σ_S σ_0 ψ 。
2. 采用普通螺栓连接的凸缘联轴器, 在传递转矩时, _____。
A. 螺栓的横截面受剪切
B. 螺栓与螺栓孔配合面受挤压
C. 螺栓同时受剪切与挤压
D. 螺栓受拉伸与扭转作用
3. 由试验知, 有效应力集中、绝对尺寸和表面状态只影响零件的_____。
A. 应力幅 σ_a
B. 平均应力 σ_m ;

C. 应力幅和平均应力

D. 最小应力 σ_{\min}

4. 蜗轮轮齿常用材料是_____。

A. 40Cr

B. GCr15

C. ZCuSn10P1

D. LY12

5. 为了减轻摩擦副的表面疲劳磨损, 下列措施中不合理的是_____。

A. 降低表面粗糙度

B. 增大润滑油粘度

C. 提高表面硬度

D. 提高相对滑动速度

6. 螺旋副在摩擦系数一定时, 螺纹的牙型角 α 越大, 则_____。

A. 当量摩擦系数越小, 自锁性能越好

B. 当量摩擦系数越小, 自锁性能越差

C. 当量摩擦系数越大, 自锁性能越差

D. 当量摩擦系数越大, 自锁性能越好

7. 设计动压向心滑动轴承时, 若宽径比 B/d 取得较大, 则有_____。

A. 轴承端泄量大, 承载能力低, 温度高

B. 轴承端泄量小, 承载能力高, 温度高

C. 轴承端泄量大, 承载能力低, 温度低

D. 轴承端泄量小, 承载能力高, 温度低

8. 在有较大冲击和振动载荷的场合, 联轴器应优先选用_____。

A. 夹壳联轴器

B. 凸缘联轴器

C. 套筒联轴器

D. 弹性套柱销联轴器

9. 对于受对称循环弯曲应力及剪应力的转轴, 计算当量弯矩的公式 $M_{ca} = \sqrt{M^2 + (\alpha T)^2}$,

其中 α 应取_____。

A. $\alpha \approx 0.3$

B. $\alpha \approx 0.6$

C. $\alpha = 1$

D. $\alpha \approx 1.3$

10. 确定单根带所能传递极限功率 P_0 的前提条件是_____。

A. 保证带不打滑

B. 保证带不打滑、不弹性滑动

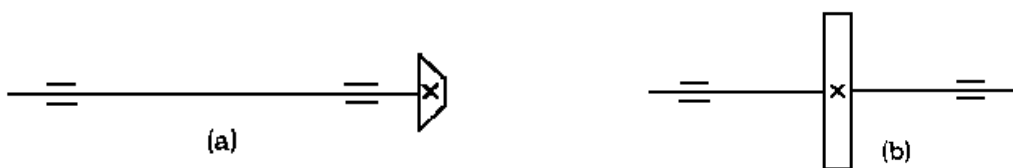
C. 保证带不疲劳破坏

D. 保证带不打滑、不疲劳破坏

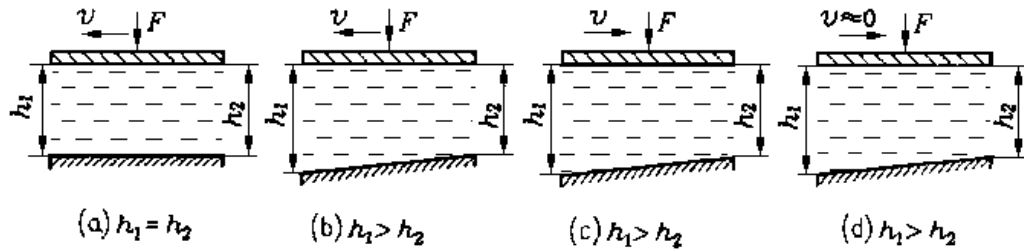
三. 简答题

1. 带传动的弹性滑动是由于从动带轮的圆周速度与主动带轮的圆周速度不同而产生的。此种说法是否正确?为什么?

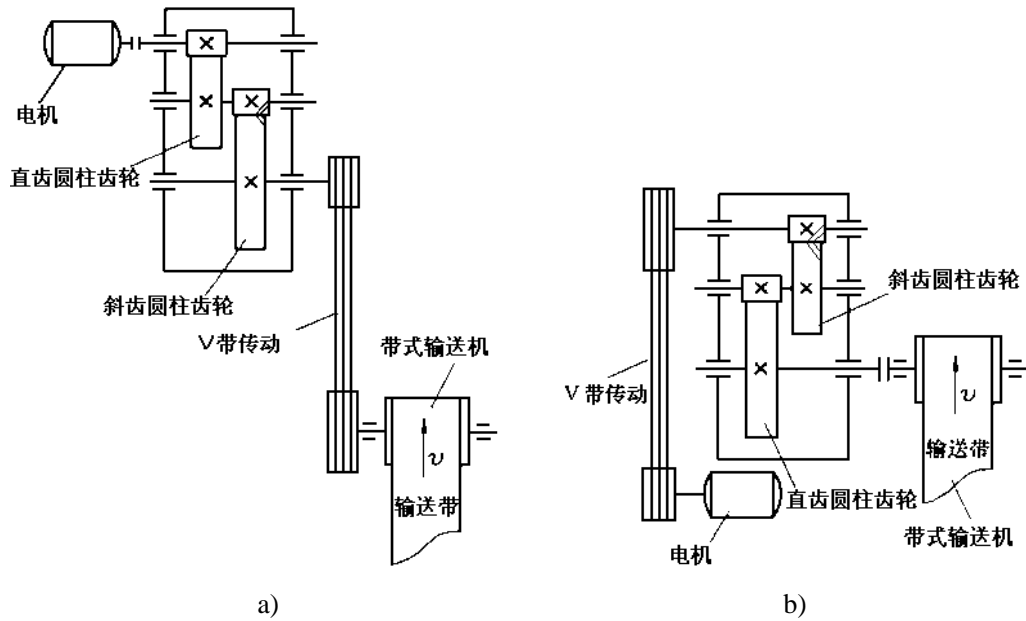
2. 如图(a)和(b)所示的两轴上各安装一对角接触球轴承, 为提高轴系刚度轴承应分别采用正装还是反装方式好?为什么?



3. 试分析下列四种摩擦副, 在摩擦面间哪些摩擦副不能形成油膜压力, 为什么? (v 为相对运动速度, 油有一定的粘度 η)



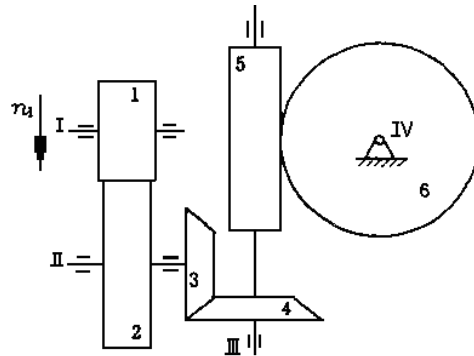
4. 下图所示两种传动方案中，你认为哪种方案较合理？试分析并说明原因。（6分）



5. 某套筒滚子链传动，经过一段时间使用后销轴和套筒发生了磨损，链节距也发生了变化进而发生掉链和爬高的现象，这种现象主要发生在大链轮还是小链轮上？为什么？试问设计时采取什么办法来纠正或改善这种状况？

四. 如图所示为斜齿轮—锥齿轮—蜗杆传动系统，要求II、III轴上受到的轴向力抵消一部分。试(在答题纸上重新画图解答)：

- (1) 合理确定斜齿轮 1、2 和蜗杆 5、蜗轮 6 的螺旋方向；
- (2) 分析出斜齿轮 2、锥齿轮 3、蜗轮 6 的受力情况，画出 F_t 、 F_a 和 F_r 的方向；
- (3) 标出各传动件的回转方向。

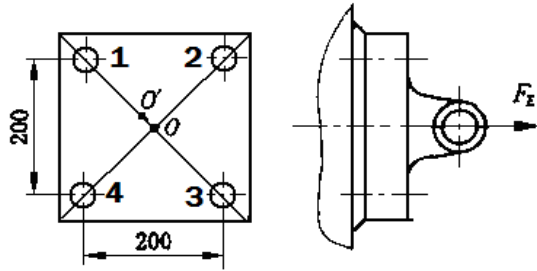


五. 图示的方形盖板用四个 M12 ($d_1=10.106\text{mm}$) 的螺栓与箱体连接，位于对称中心 O 点处的

吊环受拉力 F_{Σ} ，已知螺栓性能等级选用 8.8 级，屈服极限 $\sigma_s = 640 \text{ Mpa}$ ，许用安全系数 $S=1.5$ ，残余预紧力 $F_1=0.6F$ ，其中 F 为单个螺栓连接上的工作载荷。问：

(1) 作用在吊环上的最大拉力 F_{Σ} 多大？

(2) 由于制造误差，吊环的位置由 O 移至 O' 点，若测得 $OO' = 5\sqrt{2} \text{ mm}$ ，则此种情况下吊环受拉力为 F_{Σ} 时哪个螺栓连接所受的工作载荷为最大？此螺栓连接所受最大工作载荷 F 为多少？



六. 有一径向滑动轴承，已知径向载荷 $F=60000\text{N}$ ，轴承宽度 $B=120\text{mm}$ ，轴颈直径 $d=120\text{mm}$ ，半径间隙 $\delta=0.060\text{mm}$ ，轴瓦采用铅青铜，其 $[p]=21\sim 25\text{Mpa}$ ， $[v]=12\text{m/s}$ ， $[pv]=30\text{Mpa}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，轴颈的表面微观不平度的十点平均高度 $R_{z1}=0.0016\text{mm}$ ，轴瓦的表面微观不平度的十点平均高度 $R_{z2}=0.0032\text{mm}$ ，轴承平均温度下润滑油的粘度 $\eta=0.018\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，转速 $n=960\text{r/min}$ ，安全系数 $S=2$ 。

试：

- (1) 验算此轴承是否产生过度磨损和发热；
- (2) 验算此轴承是否形成液体动力润滑。

附： $C_p = \frac{F\psi^2}{\eta\omega dB} = \frac{F\psi^2}{2\eta v B}$ ， $v = \frac{\pi nd}{60 \times 1000} \text{ (m/s)}$ ，且 $B/d=1$ 时有

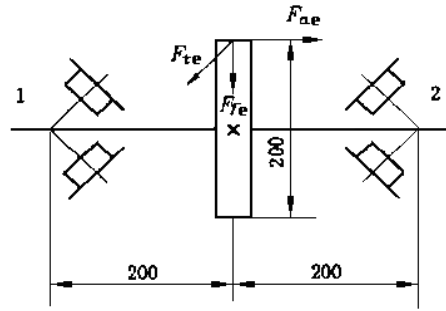
χ	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.90	0.925	0.95	0.975
C_p	1.253	1.528	1.929	2.469	3.372	4.808	7.772	11.38	17.18	37.00

七. 如图示轴上反装两个圆锥滚子轴承 30209E，斜齿轮的分度圆直径 $d=200\text{mm}$ ，其上作用有圆周力 $F_{te}=2000\text{N}$ ，径向力 $F_{re}=1200\text{N}$ ，轴向力 $F_{ae}=1000\text{N}$ ，载荷系数 $f_p=1.2$ 。试求：

- (1) 两个轴承所受的径向载荷；
- (2) 两个轴承所受的当量动载荷；
- (3) 哪个轴承的寿命较短？寿命 L_{10} 为多大？

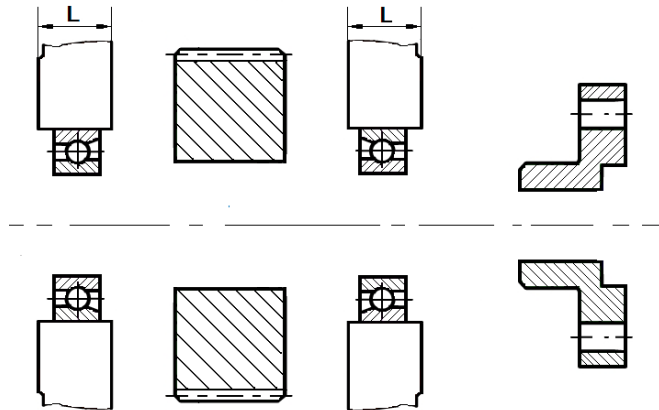
(已知 30209E 轴承的 $C_r = 67.8\text{kN}$ ， $C_{0r} = 85.3\text{kN}$)

轴承类型	派生轴向力 F_d	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		判别系数 e
		X	Y	X	Y	
30209E	$Fr/2Y$	1	0	0.4	1.5	0.4



八. 单级斜齿圆柱齿轮减速器低速轴的轴系结构设计布局和尺寸如图示(图中比例 1: 2), 试完成该轴系的结构图(在答题纸上重新画出下图, 并按照下列五项要求补充完整其结构图, 然后用序号表示出下列各要求实现之处, 说明其实现方法)。要求:

- 1) 采用双支点各单向固定, 法兰式端盖, 伸出端间隙密封;
- 2) 选用一对角接触球轴承(脂润滑) 正装如图示并安装在宽度为 L 的箱座上;
- 3) 低速齿轮(油浴润滑) 位于两轴承中间, 半联轴器位于轴端;
- 4) 保证轴上零件的定位、固定及轴系装拆, 轴系热胀冷缩要求;
- 5) 轴承端盖连接螺钉只画中心线。



参考答案

一. 填空题

1. 百万转
2. 弯曲强度减小, 接触强度不变, 传动的工作平稳性增加
3. 45, 10, 80mm, $5^{\circ}42' 38''$
4. 2900N, 2100N
5. 高, 大
6. 导键, 滑键
7. 16000N

二. 选择题

1. B 2. D 3. A 4. C 5. D 6. D 7. B 8. D 9. C 10. D

三. 简答

1. 不正确。带传动的弹性滑动是由于带是弹性体, 工作时靠摩擦传动而使紧边、松边拉力不等, 在带与带轮之间引起微小的相对运动。
2. a) 反装, 锥齿轮悬臂缩短, 刚度提高。 b) 正装, 齿轮相对轴承对称布置, 采用正装,

支点距离短，刚度高。

3. a, b, d 不能, a, b 不能形成收敛油楔; d 没有一定的相对运动速度。

4. b 合理。带传动具有缓冲吸振及过载打滑保护作用, 宜高速级。斜齿轮传动平稳应置于直齿轮前。齿轮传动圆周速度高时, 需要加工精度较高, 否则动载荷增加。另外动力输入、输出远离齿轮传动使轮齿轴向受力较均匀。

5. 磨损后, 节距变长, 滚子沿大链轮外移, 大链轮上易发生掉链和爬高的现象。设计时应减小大链轮齿数, 减少滚子沿大链轮的外移量。

四. 解:

受力分析如图(略), 斜齿轮 1 左旋, 2 右旋, 蜗杆 5 右旋、蜗轮 6 右旋。

五. 解:

$$1) \because \sigma_s = 640 \text{ Mp}$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{s} = \frac{640}{1.5} = 426.7 \text{ Mp}$$

$$\sigma_{ca} = \frac{1.3F_2}{\frac{\pi}{4}d_1^2} \leq [\sigma]$$

$$F_2 \leq [\sigma] \frac{\pi}{4} d_1^2 / 1.3 = 26315.3 \text{ N}$$

$$F_1 = 0.6F, F_2 = F_1 + F = 1.6F, F = F_\Sigma / 4 = 16447 \text{ N}$$

$$F_\Sigma \leq 65788 \text{ N}$$

$$2) F_{F1} = F_\Sigma / 4, M = 5\sqrt{2} F_\Sigma, r = 100\sqrt{2}$$

$$F_{M1} = \frac{M}{4r} = \frac{F_\Sigma 5\sqrt{2}}{200\sqrt{2}} = \frac{F_\Sigma}{40}$$

$$F_{\max} = F_{F1} + F_{M1} = 11 F_\Sigma / 40$$

六. 解: (1)

$$p = \frac{F}{Bd} = \frac{60000}{120 \times 120} = 4.17 \text{ Mp}$$

$$v = \frac{\pi dn}{60 \times 1000} = \frac{3.14 \times 120 \times 960}{60 \times 1000} = 6.03 \text{ m/s}$$

$$pv = \frac{F}{Bd} \frac{\pi dn}{60 \times 1000} = 25.15 \text{ Mpm/s}, \text{ 满足要求。}$$

$$(2) \because d = 120 \text{ mm } B = 120 \text{ mm}, \therefore B/d = 1$$

$$\because [h] = s (R_{z1} + R_{z2}) = 2(1.6 + 3.2) = 9.6 \mu\text{m} = 0.0096 \text{ mm}$$

$$\delta = 0.120 \text{ mm}$$

$$\psi = \frac{\delta}{r} = \frac{0.06}{60} = 0.001$$

$$Cp = \frac{F\psi^2}{2\eta VB} = \frac{60000 \times 0.001^2}{2 \times 0.018 \times 6.03 \times 0.120} = 2.303$$

$$Cp = 2.303 \text{ 查表得 } \chi = 0.735,$$

$$\therefore h_{\min} = r\psi(1-\chi) = 0.06 (1-\chi) = 0.0159 \text{ mm}$$

当 $h_{\min} > [h]$, 可以实现液体动压润滑

七. 解: $M = F_{ae} d / 2 = 100000 \text{ N}$

$$F_{v1} = 350\text{N}, F_{v2} = 850\text{N}$$

$$F_{H1} = 1000\text{N}, F_{H2} = 1000\text{N}$$

$$F_{r1} = 1059.5\text{N}, F_{r2} = 1312.4\text{N}$$

- 1) $F_{d1} = F_{r1}/2Y = 353.2\text{N}$
 $F_{d2} = F_{r2}/2Y = 437.5\text{N}$
- 2) $\because F_{d2} + F_{ae} = 437.5 + 1000 = 1437.5\text{N} > F_{d1}$
 \therefore 轴承 1 压紧、轴承 2 放松。
 $F_{a1} = 1437.5\text{N}$
 $F_{a2} = 437.5\text{N}$
- 3) $F_{a1}/F_{r1} = 1.35 > e$
 $X_2 = 0.4, Y_2 = 1.5$
 $F_{a2}/F_{r2} = 0.33 > e$
 $X_1 = 1, Y_1 = 0$
- 4) $P_1 = fp(X_1 * F_{r1} + Y_1 * F_{a1}) = 3096.06\text{N}$
 $P_2 = fp(X_2 * F_{r2} + Y_2 * F_{a2}) = 1574.88\text{N}$
- 5) $\because P_2 > P_1$
 $\therefore L_{10} = \left(\frac{C}{P_1}\right)^{\epsilon} = \left(\frac{67800}{3096}\right)^{10/3} = 29382 \times 10^6 \text{r}$
 合适。

八. 略