

机械设计基础习题含答案

《机械设计基础课程》习题

第 1 章 机械设计基础概论

1-1 试举例说明机器、机构和机械有何不同？ 1-2 试举例说明何谓零件、部件及标准件？

1-3 机械设计过程通常分为几个阶段？各阶段的主要内容是什么？ 1-4 常见的零件失效形式有哪些？

1-5 什么是疲劳点蚀？影响疲劳强度的主要因素有哪些？ 1-6 什么是磨损？分为哪些类型？

1-7 什么是零件的工作能力？零件的计算准则是如何得出的？ 1-8 选择零件材料时，应考虑那些原则？

1-9 指出下列材料牌号的含义及主要用途： Q275 、 40Mn 、 40Cr 、 45 、 ZG310 - 570 、 QT600 - 3。

第 2 章 现代设计方法简介

2-1 简述三维 CAD 系统的特点。

2-2 试写出优化设计数学模型的一般表达式并说明其含义。 2-3 简述求解优化问题的数值迭代法的基本思想。 2-4 优化设计的一般过程是什么？ 2-5 机械设计中常用的优化方法有哪些？ 2-6 常规设计方法与可靠性设计方法有何不同？ 2-7 常用的可靠性尺度有那些？ 2-8 简述有限元法的基本原理。 2-9 机械创新设计的特点是什么？

2-10 简述机械创新设计与常规设计的关系。

第 3 章 平面机构的组成和运动简图

3-1 举实例说明零件与构件之间的区别和联系。 3-2 平面机构具有确定运动的条件是什么 3-3 运动副分为哪几类？它在机构中起何作用？ 3-4 计算自由度时需注意那些事项？

3-5 机构运动简图有何用途？怎样绘制机构运动简图？ 3-6 绘制图示提升式水泵机构的运动简图，并计算机构的自由度。

3-7 试绘制图示缝纫机引线机构的运动简图，并计算机构的自由度。

3-8 试绘制图示冲床刀架机构的运动简图，并计算机构的自由度。

3-9 试判断图 a、b、c 所示各构件系统是否为机构。若是。

1

判定它们的运动是否确定。

3-10 计算图 a、b、c、d、e、f 所示各机构的自由度，如有复合铰链、局部自由度、或虚约束请指出。并判定它们的运动是否确定。

2

第 4 章 平面连杆机构

4-1 四杆机构的急回特性是何含义？什么条件下机构才具有急回特性？ 4-2 什么是四杆机构的死点？试举出几个利用和克服死点的实例。 4-3 试述压力角的概念，并分析它对机构的工作性能有什么影响？ 4-4 举例说明铰链四杆机构的三种演化方法。

4-5 如图所示，已知 $AD = 250 \text{ mm}$ ； $BC = 265 \text{ mm}$ ； $CD = 110 \text{ mm}$ ； $AB = 60 \text{ mm}$ ，且是主动件。试确定：（1）该铰链四杆机构的类型；（2）该机构的行程速比系数 K 。

4-6 分析图示偏置曲柄滑块机构有曲柄的条件。当取滑块为主动件时，试确定机构的死点位置。

4-7 如图所示，已知铰链四杆机构各杆长度，试问：（1）是铰链四杆机构中的哪种基本机构；

（2）若 AB 是原动件，在图中画出此机构最小传动角出现的位置；

3

（3）若以 AB 为原动件，该机构有无急回特性，为什么？

4-8 试设计一脚踏轧棉机的曲柄摇杆机构。如图所示,要求踏板机构 CD 在水平位置上下各摆 10° , 且 CD 的长度 500 mm, AD 的长度是 1000 mm。试用图解法求曲柄 AB 和连杆 BC 的长度?

4-9 试用图解法设计一自动上料机所用的偏置曲柄滑块机构,如图所示。要求曲柄主动时,行程速比系数 $K =$, 被推运的工件的长度 $l = 40$ mm, 初选偏距 $e = 20$ mm, 工作行程最大压力角为 $\alpha_{\max} = 45^\circ$ 。滑块的行程 H 应比工件的长度略大些, 以保证料斗上的工件能顺利下落。

4-10 试用图解法设计一摆动导杆机构,已知机架长度为 50 mm,行程速比系数 $K = 2$, 求曲柄的长度。 4-11 试用图解法设计曲柄摇杆机构 ABCD。已知摇杆 CD 长度是 75mm, 行程速比系数 $K =$, 机架 AD 长度为 100 mm。摇杆的一个极限位置与机架间的夹角 $\angle CDA = 45^\circ$ 。

4-12 已知某操纵装置采用图示铰链四杆机构, 要求两连架杆的对应位置为 $\varphi_1 = 45^\circ, \psi_1 = 50^\circ; \varphi_2 = 80^\circ$ 。

$\psi_2 = 70^\circ; \varphi_3 = 120^\circ, \psi_3 = 110^\circ$ 。试用解析法确定各杆的长度。

4

第 5 章 凸轮机构

5-1 凸轮机构常用的四种从动件运动规律中,哪种运动规律有刚性冲击? 哪种运动规律有柔性冲击? 哪种运动规律没有冲击?

5-2 在图示偏置直动从动件盘形凸轮机构中，已知 AB 段为凸轮推程廓线，试在图上标出推程运动角 δt 。

5-3 已知从动件升程 $h = 30 \text{ mm}$ ， $\delta t = 150^\circ$ ， $\delta s = 30^\circ$ ， $\delta h = 120^\circ$ ， $\delta s' = 60^\circ$ ，从动件在推程作简谐运动，在回程作等加速等减速运动，试用作图法或公式计算绘出其运动线图 $s - t$ 、 $v - t$ 和 $a - t$ 。

5-4 设计图示偏置直动从动件盘形凸轮。已知凸轮以等角速度 ω_1 顺时针方向回转，偏距 $e = 10 \text{ mm}$ ，凸轮基圆半径 $r_0 = 60 \text{ mm}$ ，滚子半径 $r_T = 10 \text{ mm}$ ，从动件的升程及运动规律与题 5-2 相同，试用图解法绘出凸轮的轮廓并校核推程压力角。

5-5 已知条件同题 5-4，试用解析法通过计算机辅助设计求 凸轮理论轮廓和实际轮廓上各点的坐标值，推程压力角的最大值 $\alpha_{\max}$ ，并打印凸轮轮廓。

5-6 在图示自动车床控制刀架移动的滚子摆动从动件凸轮机构中，已知 $l_{OA} = 60 \text{ mm}$ ， $l_{AB} = 36 \text{ mm}$ ， $r_0 = 35 \text{ mm}$ ， $r_T = 8 \text{ mm}$ 。从动件的运动规律如下：当凸轮以角速度 ω_1 逆时针方向回转 150° 时，从动件以简谐运动向上摆 15° ；当凸轮自 150° 转到 180° 时，从动件停止不动；当凸轮自 180° 转到 300° 时，从动件以简谐运动摆回原处；当凸轮自 300° 转到 360° 时，从动件又停止不动。试绘制凸轮轮廓。

5-7 试设计一平底直动从动件盘形凸轮机构。已知凸轮以等角速度 ω_1 逆时针方向回转，凸轮的基圆半径 $r_0 = 40 \text{ mm}$ ，从动件升程 $h = 20 \text{ mm}$ 。

$\delta t = 120^\circ$ ， $\delta s = 30^\circ$ ， $\delta h = 120^\circ$ ， $\delta s' = 90^\circ$ ，从动件在推程和回程均作简谐运动。试绘出凸轮的轮廓。

5-8 用作图法求图示中各凸轮从图示位置转过 45° 后机构的压力角 α ,并在图上标注出来。

5

第 6 章 齿轮机构

6-1 渐开线齿轮上哪一圆的压力角为标准值？哪一圆的压力角最小？一般所说压力角是指哪个圆上的压力角，压力角取 50° 会有何问题？

6-2 现有 4 个标准齿轮： $m_1 = 4 \text{ mm}$ ， $z_1 = 25$ ， $m_2 = 4 \text{ mm}$ ， $z_2 = 50$ ， $m_3 = 3 \text{ mm}$ ， $z_3 = 60$ ； $m_4 = \text{ mm}$ ， $z_4 = 40$ ；试问：

(1) 哪些齿轮的渐开线形状相同？(2) 哪些齿轮可以配对正确啮合？(3) 哪些齿轮可用同一把滚刀切制？

6-3 斜齿轮和锥齿轮的当量齿轮以及当量齿数是如何定义的，其意义何在？

6-4 渐开线变位齿轮和标准齿轮相比较，哪些参数和尺寸发生了改变？哪些未发生改变？6-5 试述所学各种齿轮机构的一对齿轮的正确啮合条件。

6-6 蜗杆机构的传动比如何计算？能否用分度圆直径之比表示其传动比？为什么？

6-7 为何要引入蜗杆直径系数 q

6-8 有一对外啮合正常齿标准直齿圆柱齿轮机构，已知： $m = \text{ mm}$ ， $a = \text{ mm}$ ， $i = \text{ }$ 。试计算这对齿轮的分度圆直径、齿顶圆直径、齿根圆直径；齿顶高、齿根高、全齿高、

顶隙和公法线长度和分度圆弦齿厚。

6-9 一对外啮合的标准直齿圆柱齿轮的小齿轮丢失，现测得大齿轮： $z_2 = 52$ ， $d_{a2} = 135 \text{ mm}$ ， $m = \text{ mm}$ ， $a = \text{ mm}$ 。试确定这对齿轮的齿制以及小齿轮的齿数和齿顶圆直径，以便配制。

6-10 标准直齿圆柱齿轮机构中的一对齿轮，已知模数 $m_n = 2 \text{ mm}$ ， $\alpha = 20^\circ$ ， $z_1 = 20$ ， $z_2 = 40$ ，若安装中心距 $a = 61 \text{ mm}$ ，试问

- (1) 这对齿轮是否属于标准安装？
- (2) 此时，节圆半径与分度圆半径、啮合角与压力角是否相等？

6-11 用齿条插刀切制一直齿圆柱齿轮。已知被加工齿轮轮坯的角速度 $\omega_1 = 5 \text{ rad/s}$ ，刀具的移动速度为 m/s ，刀具的模数 $m = 10 \text{ mm}$ ，压力角 $\alpha = 20^\circ$ ，试问：

- (1) 被加工齿轮的齿数 $z_1 =$

- (2) 如果齿条的中线距离齿轮坯中心为 77 mm ，则被加工齿轮的分度圆齿厚是多大？

6-12 一对正常齿制的外啮合标准斜齿圆柱齿轮 $z_1 = 33$ ， $z_2 = 66$ ， $m = 5 \text{ mm}$ 。试问：

- (1) 若标准中心距 $a = 250 \text{ mm}$ ，试求螺旋角 β 、分度圆直径 d 和齿顶圆直径 d_a ；
- (2) 若不改变模数和齿数，能否将这对齿轮装在中心距为 255 mm 的两平行轴上。

6-13 已知一对正常齿制渐开线标准斜齿圆柱齿轮 $a = 250 \text{ mm}$ ， $z_1 = 23$ ， $z_2 = 98$ ， $m_n = 4 \text{ mm}$ ，试计算

其螺旋角、端面模数、端面压力角、当量齿数、分度圆直径、齿顶圆直径和齿根圆直径。

6-14 已知一对正常齿制等顶隙收缩的渐开线标准直齿圆锥齿轮,轴交角 $\Sigma = 90^\circ$, $z_1 = 17$, $z_2 = 43$ 。

$m = 3 \text{ mm}$, 试求两轮的分度圆锥角、分度圆直径、齿顶圆直径、齿根圆直径、锥顶距、齿顶角、齿根角、顶锥角、根锥角和当量齿数。

6-15 已知蜗杆机构的参数如下:蜗杆头数 $z_1 = 2$, 蜗杆直径系数 $q = 8$, 蜗轮齿数 $z_2 = 46$, 模数 $m = 8 \text{ mm}$ 。试计算该蜗杆机构的传动比 i 、中心距 a 及蜗杆和蜗轮的主要尺寸。

第 7 章 间歇运动机构

7-1 试比较棘轮机构、槽轮机构、不完全齿轮机构及凸轮间歇运动机构的特点和用途。

7-2 槽轮机构的运动特性系数 τ = 表示什么意义 为什么运动特性系数必须大于零而小于 1 五个槽的单销槽轮机构的运动特性系数 τ 等于多少

7-3 已知槽轮的槽数 $z=6$, 拨盘的圆销数 $K=1$, 转速 $n = 60 \text{ r/min}$, 求槽轮的运动时间 t_d 和静止时间 t_j 。 7-4 设计一槽轮机构,要求槽轮机构的运动时间等于停歇时间,试选择槽轮的槽数和拨盘的圆销数。 7-5 在六角车床上六角刀架转位用的槽轮机构中,已知槽数 $z=6$, 槽轮的静止时间 $t_j=5/6 \text{ s}$, 槽轮的运动时间 $t_d=2 \text{ s}$, 求槽轮机构的运

动系数 τ 及所需的圆销数 K 。

第 8 章 联 接

8-1 试比较普通螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹的特点，各举一例说明它们的应用。

8-2 螺纹的自锁性和效率各与哪些因素有关？

8-3 试计算普通螺纹 M20、M20 $\times$ 的螺纹升角；并说明在静载荷下这两种螺纹能否自锁。

8-4 将承受轴向变载荷的联接螺栓的光杆部分的直径缩小，有什么好处？ 8-5 如图所示三块板用 4 个 M10 螺栓固定，若螺栓的性能等级为，装配时控制预紧力，接合面间的摩擦因数 $f =$ ，求其允许的最大横向拉力 F 。

8-6 如图所示为一拉杆螺纹联接，已知拉杆上的拉力 F 为 50000 N，载荷稳定，拉杆材料为 Q235 钢，试设计此联接。

8-7

一凸缘联轴器，允许传递的最大转矩 T 为 1500 Nm，材料为 HT250。半联轴器用 4 个 M16 铰制孔螺栓联接成一体，螺栓的性能等级为，试选取合适的螺栓长度，并校核其剪切和挤压强度。如果改为 M16 的普通螺栓联接，已知螺栓的性能等级为，接合面的摩擦因数为，安装时不控制预紧力，试确定螺栓数。

8-8 图 8-23 所示为一汽缸，缸盖和缸体用螺栓联接。已知汽缸内气体压力 p 最大为

MPa，缸盖和缸体均为钢制，汽缸内径 $D = 180 \text{ mm}$ 。为了保证密封性要求，螺栓间距不得大于，试设计此联接并确定螺栓分布圆直径。

8-9 受轴向载荷的紧螺栓联接，被联接件间采用橡胶垫片。已知螺栓预紧力 $Q_0 = 15000 \text{ N}$ ，轴向工作载荷 $Q_e = 10000 \text{ N}$ ，求螺栓所受的总拉

7

力和被联接件间的残余预紧力。

8-10 试为题 8-7 中的联轴器选择平键并校核平键联接的强度。

第 9 章 螺旋传动

9-1 试确定图 9-1a 所示的千斤顶的螺杆和螺母的主要尺寸。已知起重量最大为 40 kN ，最大举起高度 450 mm ，螺杆用 45 钢，螺母用铸铁。

第 10 章 齿轮传动

10-1 齿轮传动的主要失效形式有那些？设计准则如何？

10-2 齿宽系数的大小对齿轮传动有何影响？模数和齿数对齿轮传动有何影响？设计时应如何选取？

10-3 齿形系数 Y_F 与哪些因素有关？两个直齿圆柱齿轮的模数和齿数分别为 $m_1 = 20 \text{ mm}$ ， $z_1 = 20$ ； $m_2 = 2 \text{ mm}$ ， $z_2 = 20$ ，其齿形系数是否相等？

10-4 根据蜗杆传动的失效特点，设计时应如何选择蜗杆副材料？ 10-5 蜗杆传动为什么要进行热平衡计算？

10-6 有一直齿圆柱齿轮传动，原设计传递功率 P ，主动轴转速 n_1 。若其他条件不变，轮齿的工作应力也不变，当主动轴转速提高一倍，即 $n_1' = 2n_1$ 时，该齿轮传动能传递的功率 P' 为若干？

10-7 有一直齿圆柱齿轮传动，允许传递功率 P ，若通过热处理方法提高材料的力学性能，使大小齿轮的许用接触应力 $[\sigma_{H2}]$ 、 $[\sigma_{H1}]$ 各提高 30%，试问此传动在不改变工作条件及其他设计参数的情况下，抗疲劳点蚀允许传递的扭矩和允许传递的功率可提高百分之几？

解：

有一直齿圆柱齿轮传动，允许传递功率 P ，若通过热处理方法提高材料的力学性能，使大、小齿轮的许用接触应力 $[\sigma_{H2}]$ 、 $[\sigma_{H1}]$ 各提高 30%。试问此传动在不改变工作条件及其他设计参数的情况下，抗疲劳点蚀允许传递的扭矩和允许传递的功率可提高百分之几？

解 公式

可知，抗疲劳点蚀允许的最大扭矩有关系：

设提高后的扭矩和许用应力分别为 T_1' 、 $[\sigma_H']$

当转速不变时，扭矩和功率可提高 69%。

10-8 单级闭式直齿圆柱齿轮传动，小齿轮的材料为 45 钢调质，大齿轮材料为 ZG310-570 正火， $P = 4 \text{ kW}$ ， $n_1 = 720 \text{ r/min}$ ， $m = 4 \text{ mm}$ ， $z_1 = 25$ ， $z_2 = 73$ ， $b_1 = 84 \text{ mm}$ ， $b_2 = 78 \text{ mm}$ ，单向传动，载荷有中等冲击，用电动机驱动，试问这对齿轮传动能否满足强度要求而安全工作。

解：

软齿面闭式齿轮传动应分别验算其接触强度和弯曲强度。 许用应力

查教材表 11-1 小齿轮 45 钢调质硬度 $210 \sim 230 \text{ HBS}$ 取 220 HBS ，大齿轮 ZG270-500 正火硬度： $140 \sim 170 \text{ HBS}$ ，取 155 HBS 。

查教材图 11-7 知

8

$\sigma_{Hlim1} = 560 \text{ MPa}$ ， $\sigma_{Hlim2} = 335 \text{ MPa}$ 查教材图 11-10

$\sigma_{Flim1} = 180 \text{ MPa}$ ， $\sigma_{Flim2} = 130 \text{ MPa}$ 查教材表 11-4 取 $S_H =$ ， $S_F =$ 故：

验算接触强度，验算公式为：

其中：小齿轮转矩

查教材表 11-3 得，载荷系数 $K =$ 齿宽 $b = b_2 = 78 \text{ mm}$ 中心距

齿数比 $u = z_2/z_1 = 73/25 =$

则： $\sigma_H < [\sigma_{H1}]$, $\sigma_H < [\sigma_{H2}]$ ，能满足接触强度。 验算弯曲强度，验算公式：

其中：查教材图 11-9 得，齿形系数： $Y_{F1} =$, $Y_{F2} =$ 则：

满足弯曲强度

9

10-9 已知闭式直齿圆柱齿轮传动的传动比 $i =$, $n_1 = 730 \text{ r/min}$, $P = 30 \text{ kW}$, 长期双向转动，载荷有中等冲击，要求结构紧凑。且 $z_1 = 27$, 大小齿轮都用 40Cr 表面淬火，试计算此单级齿轮传动的强度。

解：

硬齿面闭式齿轮传动的主要失效形式是折断，设计方法是按弯曲强度设计，并验算其齿面接触强度。

许用弯曲应力

查教材表 11-1，大小齿轮材料 40Cr 表面淬火硬度：52 ~ 56HRC，取 54HRC。查教材图 11-10 得 $\sigma_{Flim} = 320 \text{ MPa}$, 查材料图 11-7 得 $\sigma_{Hlim} = 1220 \text{ MPa}$ 。

查教材表 11-4 $S_F =$, $S_H =$,

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/815310312213011241>