九章丛书

高校经典教材同步辅导丛书

配套高教版·刘鸿文主编

教你用更多的自信面对未来！

材料力学Ⅱ

（第6版）

同步辅导及习题全解

主　编　李家星

一书三用

同步辅导+考研复习+教师备课

习题超全解

名师一线经验**大汇集**，解题步骤**超详细**，方法技巧**最实用**

新版

中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

高校经典教材同步辅导丛书

材料力学Ⅱ（第6版）同步辅导及习题全解

主　编　李家星

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn
·北京·

内 容 提 要

本书是与高等教育出版社出版，刘鸿文主编的《材料力学Ⅱ》（第6版）一书配套的同步辅导和习题解答辅导书。

本书共有9章，分别介绍动载荷、交变应力、弯曲的几个补充问题、能量方法、超静定结构、平面曲杆、厚壁圆筒和旋转圆盘、矩阵位移法、杆件的塑性变形。本书按教材内容安排全书结构，各章均包括内容概要、课后习题详解两部分内容，并针对各章节习题给出详细解答，思路清晰、逻辑性强，循序渐进地帮助读者分析并解决问题，内容详尽、简明易懂。

本书可作为高等院校学生学习《材料力学Ⅱ》（第6版）的辅导教材，也可作为考研人员复习备考的辅导教材，同时可供教师备课命题参考。

由于时间仓促及编者水平有限，书中难免存在疏漏甚至错误之处，恳请广大读者和专家批评指正。如有疑问，请联系我们（微信：JZCS15652485156或QQ：753364288）。

图书在版编目（CIP）数据

材料力学Ⅱ（第6版）同步辅导及习题全解 / 李家星主编. -- 北京 ： 中国水利水电出版社, 2018.9
（高校经典教材同步辅导丛书）
ISBN 978-7-5170-6829-7

Ⅰ. ①材… Ⅱ. ①李… Ⅲ. ①材料力学－高等学校－教学参考资料 Ⅳ. ①TB301

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第206221号

策划编辑：杨庆川 责任编辑：张玉玲 加工编辑：焦艳芳 王玉梅 封面设计：李 佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书 材料力学Ⅱ（第6版）同步辅导及习题全解 CAILIAO LIXUE Ⅱ（DI 6 BAN）TONGBU FUDAO JI XITI QUANJIE
作 者	主 编 李家星
出版发行	中国水利水电出版社 （北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：mchannel@263.net（万水） sales@waterpub.com.cn 电话：（010）68367658（营销中心）、82562819（万水）
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市祥宏印务有限公司
规 格	170mm×227mm 16开本 12印张 256千字
版 次	2018年9月第1版 2018年9月第1次印刷
印 数	0001—7000册
定 价	23.80元

前 言

刘鸿文主编的《材料力学Ⅱ》(第6版)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了这本配套辅导用书。本书旨在使广大读者理解基本概念、掌握基本知识、学会基本解题方法与技巧,进而提高应试能力。

本书作为一种辅助性教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。考虑《材料力学Ⅱ》(第6版)的特点,我们在内容上作了以下安排:

1. 内容概要。对每章知识点作了简练概括,梳理了各知识点之间的脉络联系,突出各章节主要定理及重要公式,使读者在各章节学习过程中目标明确、有的放矢。

2. 课后习题详解。教材中课后习题丰富、层次多样,许多基础性问题从多个角度帮助学生理解基本概念和基本理论,促其掌握基本解题方法。我们对教材的课后习题给出了详细的解答。

编者

2018年7月

目录
contents

目录
contents

第十章

动载荷

动载荷问题主要研究材料力学中构件承受动载荷时的线运动和匀速转动构件的动应力计算方法,能够应用动静法求解加速度已知的动应力问题。在理解冲击应力力学分析模型和分析的假设条件的基础上,熟练掌握自由落体、冲击动载荷系数的计算公式推导,并能够熟练地应用公式完成自由落体、冲击问题的动应力和动变形计算;能够使用能量法推导和计算其他形式的冲击应力问题;了解工程中提高抗冲击能力的主要措施。

10.1 内容概要

一、动载荷的概念

在本章之前主要讨论静载荷问题。静载荷是指外力由零缓慢加载至终值,然后保持不变的载荷。动载荷是相对静载荷而言的。在实际工程中,只要外力加载的加速度比较小,可以忽略不计时,均可以简化为静载荷问题,然而,外力加速度不能忽略的问题是大量的。在材料力学中仅讨论其中最常见的三类动载荷问题:匀加速直线运动和匀速旋转运动、冲击及交变应力。交变应力将在以后讨论。

二、匀加速直线运动和匀速旋转运动问题

匀加速直线运动和匀速旋转运动问题的特点是，加速度保持不变或其数值不变，仅仅是方向变化。因为加速度及其方向已知，可采用动静法求解。采用动静法时，首先计算出惯性力，结构在所有力的共同作用下处于平衡状态。求解这类问题的关键是将其转化为静载荷问题的求解。

三、冲击问题

冲击问题的主要特征是在冲击物与受冲构件的接触区域内，应力状态非常复杂，并且冲击的时间很短，接触力随时间的变化难以准确分析。工程上使用能量法近似计算冲击时的位移和应力。

建立冲击问题力学模型的基本假设如下：

(1)在整个冲击过程中，结构变形保持线弹性，即力与变形成正比，满足胡克定律；

(2)被冲击的物体(结构)质量忽略不计；

(3)冲击物体可以被看作刚体，变形不计；

(4)冲击过程的其他能量损耗，如塑性材料的声能、变形能、热能等忽略不计，全部冲击机械能都转换为构件的变形能。

由于以上的基本假设忽略了冲击物的变形能、被冲击物体机械能和其他能量的损耗，因此计算结果不是十分精确。

四、动荷因数

在求解动载荷问题时，一般可以采用静载荷的应力和变形乘以动荷因数的形式得到应力和变形。但有一些问题无法得到动荷因数，故寻找动荷因数不是求解动载荷问题的唯一方法。下面列出一些常见问题的动荷因数。

(1)垂直向上的匀加速直线运动　$K_d = 1 + \frac{a}{g}$

(2) 自由落体冲击　$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{st}}}$

(3) 水平冲击　$K_d = \sqrt{\frac{v^2}{g\Delta_{st}}}$

式中,Δ_{st} 为冲击物体作为静载荷施加在结构上时,冲击点沿冲击方向的位移。

应当指出,对于一个结构,动荷因数只有一个。对于以上动荷因数,我们主张不要死记,应该能够独立推导出来,这对于求解动载荷问题大有帮助。

五、强度校核

在冲击载荷作用下,系统动载荷 $F_d = K_d P_{st}$

式中,P_{st} 为静载荷。

动应力为

$$\sigma_d = K_d \sigma_{st}$$

式中,σ_{st} 为静应力。

动变形为

$$\Delta_d = K_d \Delta_{st}$$

式中,Δ_{st} 为静变形。

在冲击载荷作用下,强度条件为

$$\sigma_{dmax} \leqslant [\sigma]$$

式中,$[\sigma]$ 为静载荷作用时的许用应力。

六、提高物体抗冲击能力的措施

(1) 在尽可能避免增加静应力 σ_{st} 的前提下增加静变形 Δ_{st}。

(2) 在某些情况下,改变受冲击构件的尺寸也可以降低动应力。

10.2 课后习题详解

10.1 知识点窍 杆件在加速度条件下,其杆内正应力的分布情况。

逻辑推理 首先求出杆件的加速度,从某一截面将杆截开,应用动静法求出面上的内力,进而可求出其正应力分布。

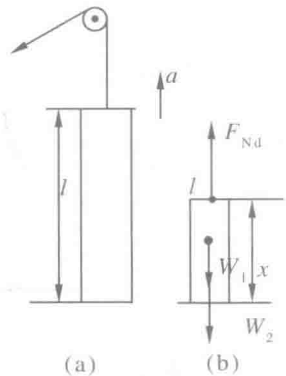
解题过程 杆加速度

$$a = \frac{F}{m} = \frac{F_2 - F_1}{W} \cdot g$$

杆内轴力沿长度分布 $F_N(x)=F_1+\frac{W}{g}\frac{x}{l}\cdot a=F_1+\frac{F_2-F_1}{l}\cdot x$

由正应力沿长度的分布 $\sigma(x)=\frac{F_N(x)}{A}=\frac{1}{A}(F_1+\frac{F_2-F_1}{l}\cdot x)$

10.2 逻辑推理 取长为 x 的一段杆进行研究，应用截面法和动静法求出面上内力 F_{Nd}，进而可求得 σ_d，并确定其极大值。



题 10.2 图

解题过程 如题 10.2 图(b) 所示，取长为 x 的杆段进行研究，其自重为

$$W_2=\rho Ax\cdot g$$

惯性力 $$W_1=\rho Ax\cdot a$$

所以 $$F_{Nd}=W_1+W_2=\rho Ax(a+g)$$

$$\sigma_d=\frac{F_{Nd}}{A}=\rho x(a+g)$$

所以当 $x=l$ 时，σ_d 取最大值

$$\sigma_{dmax}=\rho gl\left(1+\frac{a}{g}\right)$$

10.3 解题过程 物体突然停止时，产生的向心加速度为

$$a=\frac{v^2}{R}=0.25\text{m/s}^2$$

$$F_a=\frac{Pa}{g}=1275.5\text{N}$$

吊索内最大应力增量为 $\Delta\sigma_1=\frac{F_a}{A}=\frac{1275.5}{5\times10^{-4}}=2.55\text{MPa}$

梁内最大应力增量为 $\Delta\sigma_2=\frac{M}{W}$

查表得 14 号工字钢 $W=102\text{cm}^3$

$$\Delta\sigma_2=\frac{M}{W}=\frac{\frac{F_a}{2}\times2.5}{W}=\frac{\frac{1275.5}{2}\times2.5}{102\times10^{-6}}=15.6\text{MPa}$$

10.4 解题过程 轮缘内的最大正应力为$\sigma_d=\rho v^2=7.41\times10^3\times25^2=4.63\times10^6\,\text{Pa}=4.63\text{MPa}$

10.5 逻辑推理 若将圆孔上的质量补齐，则圆盘重心就在圆心上，因此在轴上不产生动应力，故轴上动应力的产生是由圆孔上的缺失质量引起的。

解题过程 由分析可知，轴上的动应力是由圆孔上的缺失质量引起的。

$$m = \rho A\delta = \rho \frac{\pi D^2}{4} \cdot \delta = \frac{\pi\rho D^2 \delta}{4}$$

$$a = \omega^2 \cdot b$$

$$F_d = ma = \frac{\pi\rho D^2 \delta\omega^2 \cdot b}{4}$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 7.8 \times 10^3 \times 0.3^2 \times 0.03 \times 40^2 \times 0.4 = 10.6\text{kN}$$

$$\sigma_d = \frac{\frac{F_d}{2} \times 0.4}{W} = \frac{6.4F_d}{\pi d^3} = \frac{6.4 \times 10.6 \times 10^3}{\pi \times 0.12^3} = 12.5\text{MPa}$$

10.6 解题过程 飞轮的角速度为

$$\omega_0 = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi \times 300}{30} = 10\pi\text{rad/s}$$

设刹住飞轮所用的总时间为 t，则有

$$\frac{1}{2}\omega_0 t = 20 \times 2\pi$$

$$t = \frac{20 \times 2\pi \times 2}{\omega_0} = 8\text{s}$$

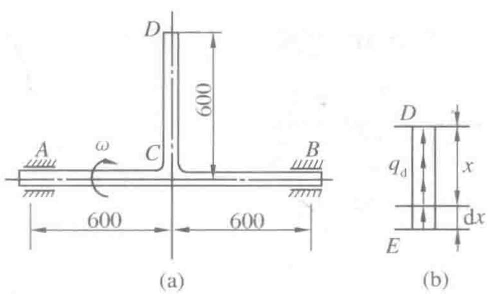
所以角加速度为

$$\alpha = \frac{0 - \omega_0}{t} = -1.25\pi\text{rad/s}^2$$

而 $$M_d = -I \cdot \alpha = 0.5 \times 10^3 \times 1.25\pi = 625\pi\text{N} \cdot \text{m}$$

故 $$\tau_{max} = \frac{M_d}{W_t} = \frac{16M_d}{\pi d^3} = \frac{16 \times 625\pi}{\pi \times 0.1^3} = 10\text{MPa}$$

10.7 解题过程 构件匀速转动时，杆 CD 单位长度的惯性力如题 10.7 图(b) 所示，q_d 为



题 10.7 图

$$q_d = m \cdot a = \rho A(l - x)w^2$$

$$= 7.8 \times 10^3 \times \frac{\pi \times 0.08^2}{4} \times (l - x) \times 40^2 = 62.8(l - x)\text{kN/m}$$

CD 杆作用于 AB 杆的惯性力为

$$F_d = \int_{CD} q_d(x)\mathrm{d}x = \int_0^{0.6} 62.8(0.6 - x)\mathrm{d}x = 11.4\text{kN}$$

故 CD 杆的最大正应力发生在 D 截面处

$$\sigma_{\text{dmax}} = \frac{F_d}{A} = \frac{11.4 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} \times 0.08^2} = 2.27\text{MPa} < [\sigma]$$

对于 AB 杆

$$\sigma_{\text{dmax}} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{\frac{1}{2}F_d l}{\frac{\pi d^3}{32}} = \frac{16F_d l}{\pi d^3}$$

$$= \frac{16 \times 11.4 \times 10^3 \times 0.6}{\pi \times 0.08^3} = 68.2\text{MPa} < [\sigma]$$

故 AB 杆和 CD 杆都是安全的。

10.8 解题过程 轴旋转时偏心球的惯性力为

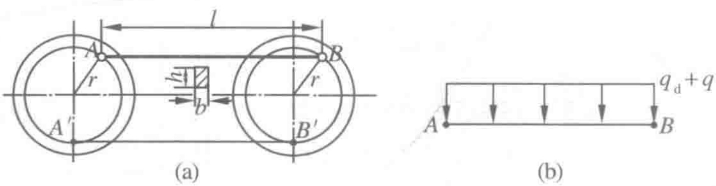
$$F_d = \frac{P}{g}hw^2$$

当小球处于铅垂面内时，惯性力与重力叠加会产生最大弯矩。

由平衡条件解得支反力 $F_{RA} = P + \frac{Phw^2}{3g}$，$F_{RD} = P - \frac{Phw^2}{3g}$

最大弯矩在 B 处 $M_{\max} = \frac{Pl}{3}\left(1 + \frac{hw^2}{3g}\right)$

10.9 解题过程 危险位置如题 10.9 图(a) 所示的 $A'B'$ 位置，此时重力与惯性力相叠加，如题10.9 图(b) 所示，作用在杆上的力可看作均布力。



题 10.9 图

$$q = \rho A g$$

$$q_d = \rho A \omega^2 r$$

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi \times 300}{30} = 10\pi$$

$$q_{总} = q + q_{\mathrm{d}} = \rho A(g + w^2 r)$$

杆上的最大弯矩发生在杆中点处

$$M_{\max} = \frac{1}{8} q_{总} \; l^2$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{\frac{1}{8}\rho bh(g + w^2 r) l^2}{\frac{1}{6} bh^2} = \frac{3\rho(g + w^2 r) l^2}{4h}$$

$$= \frac{3 \times 7.8 \times 10^3 [9.8 \times (10\pi)^2 \times 0.25] \times 2^2}{4 \times 0.056} = 107\mathrm{MPa}$$

10.10 解题过程　由于　$\Delta_{\mathrm{st}} = \dfrac{Fl^3}{48EI}, \Delta_{\mathrm{d}} = \dfrac{F_{\mathrm{d}} l^3}{48EI}, B = \beta\Delta_{\mathrm{d}}$

可得　$\beta = \dfrac{B}{\Delta_{\mathrm{d}}}$

动荷系数为　$K_{\mathrm{d}} = 1 + \beta \dfrac{F_{\mathrm{d}}}{F} = 1 + \dfrac{B}{\Delta_{\mathrm{d}}} \dfrac{F_{\mathrm{d}}}{F} = 1 + \dfrac{B}{F} \cdot \dfrac{48EI}{l^3}$

$$\sigma_{\mathrm{dmax}} = K_{\mathrm{d}} \sigma_{\mathrm{st}} = K_{\mathrm{d}} \cdot \frac{Fl}{4W} = \left(1 + \frac{48EIB}{Fl^3}\right) \frac{Fl}{4W}$$

查表可得，对于 18 号工字钢有 $W = 185\mathrm{cm}^3, I = 1660\mathrm{cm}^4$，所以

$$\sigma_{\mathrm{dmax}} = \left(1 + \frac{48 \times 200 \times 10^3 \times 1660 \times 10^4 \times 12}{2 \times 10^3 \times 6000^3}\right) \times \frac{2 \times 10^3 \times 6000}{4 \times 185 \times 10^3}$$

$$= 88\mathrm{MPa}$$

10.11 解题过程　(1) 悬臂梁发生共振时有 $\omega_0 = \omega$，所以

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\Delta_{\mathrm{st}}}} = \omega = \frac{n\pi}{30} = 30\pi$$

$$\Delta_{\mathrm{st}} = \frac{g}{(30\pi)^2} = \frac{Pl^3}{3EI}$$

可得　$l = \sqrt[3]{\dfrac{3gEI}{(30\pi)^2 P}}$

查表可得，对于 25a 槽钢有 $I = 176\mathrm{cm}^4, W = 30.6\mathrm{cm}^3$，代入上式得

$$l = \sqrt[3]{\frac{3 \times 9.8 \times 200 \times 10^9 \times 176 \times 10^{-8}}{(30\pi)^2 \times 1000}} = 1.05\mathrm{m}$$

(2)　$\omega_0 = 1.3\omega, \dfrac{g}{\Delta_{\mathrm{st}}} = (39\pi)^2$

所以 $$l=\sqrt[3]{\frac{3gEI}{(39\pi)^2P}}=0.882\text{m}$$

$$B=\frac{F_{\text{d}}g}{P\omega_0^2\sqrt{\left[1-(\frac{\omega}{\omega_0})^2\right]^2+4(\frac{\delta}{\omega_0})^2(\frac{\omega}{\omega_0})^2}}$$

$$=\frac{200\times9.8}{1000\times(1.3\times30\pi)^2(1-\frac{1}{1.32})}=3.2\times10^{-4}\text{m}$$

$$\Delta_{\text{d}}=\frac{F_{\text{d}}l^3}{3EI}=\frac{200\times0.882^3}{3\times200\times10^9\times176\times10^{-8}}=1.3\times10^{-4}\text{m}$$

$$K_{\text{d}}=1+\beta\frac{F_{\text{d}}}{F}=1+\frac{B}{\Delta_{\text{d}}}\frac{F_{\text{d}}}{F}=1.49$$

$$\sigma_{\text{dmax}}=K_{\text{d}}\cdot\sigma_{\text{st}}=K_{\text{d}}\cdot\frac{pl}{W}=1.49\times\frac{1000\times0.882}{30.6\times10^{-6}}=42.9\text{MPa}$$

10.12 解题过程 当 P 以静载荷作用于 C 点时，在 C 点产生的静挠度为 Δ_{st}，查表可得

$$\Delta_{\text{st}}=\frac{4Pl^3}{243EI}$$

所以动荷系数为

$$K_{\text{d}}=1+\sqrt{1+\frac{2h}{\Delta_{\text{st}}}}=1+\sqrt{1+\frac{243EIh}{2Pl^3}}$$

P 以静载荷作用于 C 点时，梁内最大静应力为

$$\sigma_{\text{stmax}}=\frac{M_{\max}}{W}=\frac{\frac{1}{3}P\times\frac{2}{3}l}{W}=\frac{2Pl}{9W}$$

梁中点挠度查表可得

$$w_{\frac{l}{2}}=\frac{Fl}{48EI\times3}(3l^2-4\times\frac{l^2}{9})=\frac{23Fl^3}{1296EI}$$

所以梁内最大动应力为

$$\sigma_{\text{dmax}}=K_{\text{d}}\sigma_{\text{stmax}}=\left[1+\sqrt{1+\frac{243EIh}{2Pl^3}}\right]\frac{2Pl}{9W}$$

中点动挠度为

$$w_{\text{d}\frac{l}{2}}=K_{\text{d}}\cdot\omega_{\frac{1}{2}}=\frac{23Pl^3}{1296EI}\left(1+\sqrt{1+\frac{243EIh}{2Pl^3}}\right)$$

10.13 解题过程 当 AB 水平时，P 作用于 C 点，在 C 点产生的静挠度为 $\Delta_{\text{st}}=\frac{Pa^3}{3EI}$

所以动荷系数为 $K_d=\sqrt{\dfrac{v^2}{g\Delta_{st}}}=\sqrt{\dfrac{3v^2EI}{gPa^3}}$

$$\sigma_{stmax}=\frac{Pa}{W}$$

$$\sigma_{dmax}=\sigma_{stmax}\cdot K_d=\frac{Pa}{W}\sqrt{\frac{3v^2EI}{gPa^3}}=\sqrt{\frac{3EIv^2P}{gaW^2}}$$

10.14 解题过程 (a) 由题意知

$$\sigma_{max}=\frac{P}{A_1},A_1=\frac{1}{4}\pi d^2$$

$$\Delta_{st}=\frac{P\cdot\left(\frac{2}{5}l\right)}{EA_1}+\frac{P\cdot\left(\frac{3}{5}l\right)}{EA_2}$$

其中 $A_2=\dfrac{1}{4}\pi D^2$,代入下式得

$$\sigma=\sigma_{max}\sqrt{\frac{2h}{\Delta_{st}}}\Rightarrow\sigma^{(a)}=\sqrt{\frac{8hPE}{\pi ld^2\left[\frac{3}{5}\left(\frac{d}{D}\right)^2+\frac{2}{5}\right]}}$$

(b) 在(a)中,令 $d=D$,即

$$\sigma^{(b)}=\sqrt{\frac{8hPE}{\pi lD^2}}$$

10.15 逻辑推理 首先求出弹簧的刚度系数 $C=\dfrac{Gd^4}{64R^3n}$,然后求出受冲击时的动荷系数 K_d,则有 $\tau_{dmax}=K_d\tau_{max}$,$\Delta_d=K_d\Delta_{st}$。

解题过程 弹簧的刚度系数为

$$C=\frac{Gd^4}{64R^3n}=\frac{80\times10^9\times0.006^4}{64\times0.06^3\times18}=416.7\text{N/m}$$

弹簧压缩量 $\Delta_{st}=2.5\text{cm}$ 时,所需载荷为

$$P=C\cdot\Delta_{st}=416.7\times0.025=10.4\text{N}$$

$$K_d=1+\sqrt{1+\frac{2h}{\Delta_{st}}}=4$$

下面求弹簧受静载荷时最大切应力

$$c=\frac{D}{d}=20,\quad k=\frac{4c-1}{4c-4}+\frac{0.615}{c}=1.07$$

$$\tau_{max}=k\frac{8FD}{\pi d^3}=1.07\times\frac{8\times9.38\times0.12}{\pi\times0.006^3}=15.7\text{MPa}$$

$$\tau_{\mathrm{dmax}} = K_{\mathrm{d}} \cdot \tau_{\max} = 4 \times 15.7 = 63\mathrm{MPa}$$

$$\Delta_{\mathrm{d}} = K_{\mathrm{d}} \cdot \Delta_{\mathrm{st}} = 4 \times 25 = 100\mathrm{mm}$$

10.16 解题过程　(1) 重锤在静载荷作用下，最大应力即为最大静应力。

$$\sigma_{\mathrm{stmax}} = \frac{P}{A} = \frac{4P}{\pi d^2} = \frac{4 \times 2000}{\pi \times 300^2} = 0.0283\mathrm{MPa}$$

(2)
$$\Delta_{\mathrm{st}} = \frac{\sigma_{\mathrm{stmax}} \cdot l}{E_1} = \frac{0.0283 \times 6000}{10 \times 10^3} = 1.70 \times 10^{-2}\mathrm{mm}$$

$$K_{\mathrm{d}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{\mathrm{st}}}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 0.5}{1.7 \times 10^{-5}}} = 243.5$$

所以最大动应力为

$$\sigma_{\mathrm{dmax}} = K_{\mathrm{d}}\sigma_{\mathrm{stmax}} = 243.5 \times 0.0283 = 6.9\mathrm{MPa}$$

(3) 有橡皮垫作用时，橡皮垫在静载荷下的变形为

$$\Delta'_{\mathrm{st}} = \frac{Pl_2}{E_2 A_2} = \frac{4Pl_2}{\pi E_2 d_2^2} = \frac{4 \times 2 \times 10^3 \times 0.04}{\pi \times 8 \times 10^6 \times 0.15^2} = 5.66 \times 10^{-4}\mathrm{m}$$

$$\Delta_{\mathrm{st总}} = \Delta_{\mathrm{st}} + \Delta'_{\mathrm{st}} = 5.83 \times 10^{-4}\mathrm{m}$$

$$K_{\mathrm{d}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{\mathrm{st总}}}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 0.5}{5.83 \times 10^{-4}}} = 42.4$$

所以最大动应力为

$$\sigma_{\mathrm{dmax}} = K_{\mathrm{d}} \cdot \sigma_{\mathrm{stmax}} = 42.4 \times 0.0283 = 1.2\mathrm{MPa}$$

10.17 解题过程　有弹簧时，静变形为

$$\Delta_{\mathrm{st}} = \frac{Pl}{EA} + CP$$

$$= \frac{15 \times 10^3 \times 4 \times 4}{200 \times 10^9 \times \pi \times 0.04^2} + 0.625 \times 10^{-3} \times 15$$

$$= 2.39 \times 10^{-4} + 9.38 \times 10^{-3} = 9.62 \times 10^{-3}\mathrm{m}$$

$$K_{\mathrm{d}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{\mathrm{st}}}}$$

因
$$\sigma_{\mathrm{d}} = K_{\mathrm{d}}\sigma_{\mathrm{st}} = K_{\mathrm{d}}\frac{P}{A} \leqslant [\sigma]$$

故有
$$K_{\mathrm{d}} \leqslant \frac{[\sigma]}{\sigma_{\mathrm{st}}} = \frac{[\sigma]A}{P} = \frac{120 \times \frac{\pi}{4} \times 0.04^2 \times 10^6}{15 \times 10^3} = 10$$

即
$$1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{\mathrm{st}}}} \leqslant 8.38$$

$$h \leqslant 384 \text{ mm}$$

如果没有弹簧，则

$$\Delta_{st} = \frac{Pl}{EA} = 2.39 \times 10^{-4} \text{mm}$$

同理解得　$h_1 \leqslant 9.56 \times 10^{-3} \text{m} = 9.56\text{mm}$

10.18 解题过程 查表可得，16 号工字钢

$$I = 1130\text{cm}^4, W = 141\text{cm}^3$$

弹簧的刚度系数为

$$C = \frac{Gd^4}{64R^3 n} = \frac{80 \times 10^9 \times 0.02^4}{64 \times 0.05^3 \times 10} = 160\text{kN/m}$$

P 以静载荷作用于梁上时，弹簧压缩量为

$$\delta = \frac{P}{2C} = \frac{2}{2 \times 160} = 6.25\text{mm}$$

$$\Delta_{st} = \frac{\delta}{2} + \frac{P(2a)^3}{48EI}$$

$$= 3.125 + \frac{2 \times 10^3 \times 1500^3}{6 \times 200 \times 10^3 \times 1130 \times 10^4}$$

$$= 3.62\text{mm}$$

则动荷系数为 $K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{st}}}$

对于梁来说

$$\sigma_{stmax} = \frac{M_{max}}{W} = \frac{Pa}{2W} = \frac{2 \times 10^3 \times 1500}{2 \times 141 \times 10^3} = 10.64\text{MPa}$$

$$\sigma_{dmax} = K_d \cdot \sigma_{stmax} = (1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{st}}})\sigma_{stmax} \leqslant [\sigma] = 160\text{MPa}$$

得　$h \leqslant 355\text{mm}$

对于弹簧来说

$$c = \frac{D}{d} = 5, k = \frac{4c - 1}{4c - 4} + \frac{0.615}{c} = 1.31$$

$$\tau_{max} = k\frac{8FD}{\pi d^3} = k\frac{4PD}{\pi d^3} = 1.31 \times \frac{4 \times 2 \times 10^3 \times 100}{\pi \times 20^3}$$

$$= 41.7\text{MPa}$$

$$\tau_{dmax} = K_d \cdot \tau_{max} = (1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{st}}})\tau_{max} \leqslant [\tau] = 200\text{MPa}$$