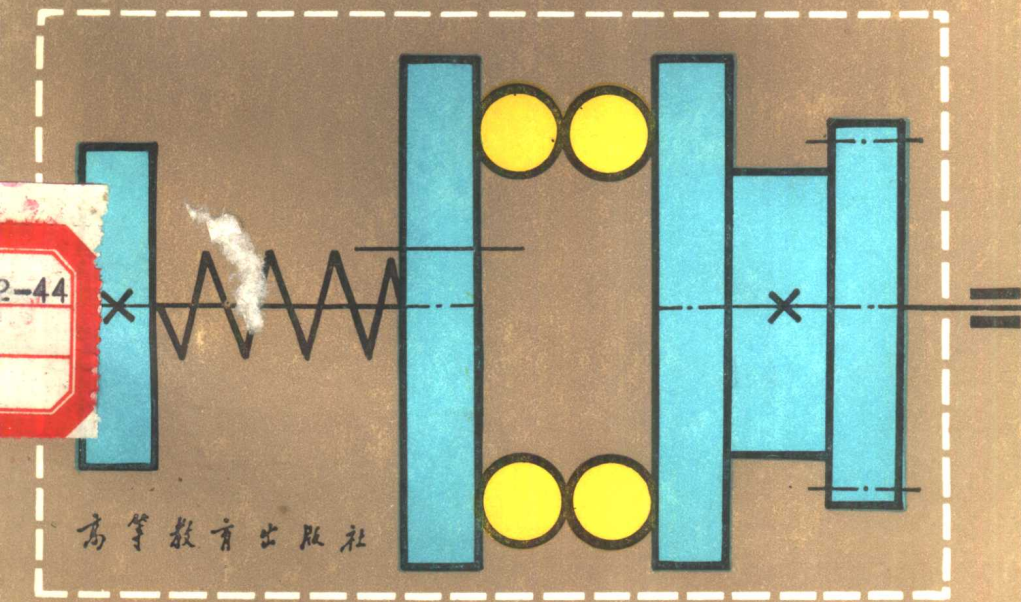


● 高等学校教材

机械设计 作业题集

● 吴宗泽 主编



高等教育出版社

高等学校教材

机械设计作业题集

吴宗泽 主编

高等教育出版社

本设计作业题集是根据国家教委审订的机械设计（原机械零件）课程教学基本要求，以编者近年来在教学中采用的设计作业题为基础汇编而成。

本书共53题，其中，作业题50题，例题3题。作业题主要包括：设计计算题、结构设计题、方案设计题、改装设计题以及计算机应用题。对内容较新、较深的题均有“提示”。

本书可供高等工业学校机械类和近机类各专业使用，也可供函授、电大、职大和中等专业学校的有关专业参考。

未经出版者同意，不得以任何形式出版本书的题解。

高等学校教材

机械设计作业题集

吴宗泽 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 3.875 字数 97 000

1987年9月第1版 1987年9月第1次印刷

印数 0 001—20 100

ISBN 7-04-000182-9 / TH·6

书号 15010·0909 定价 0.90 元

前 言

机械设计作业是机械设计课程的一个重要环节。它一般安排在讲课过程中，与讲课配合。按1987年国家教委审定的机械设计（原机械零件）课程教学基本要求规定，机械类学生至少要完成1~2个设计作业。根据我们的经验，适当地安排设计作业，是提高本课程教学质量的一种行之有效的办法，是在教学中实现“精选教学内容，加强实践环节，改进教学方法，着重培养能力”的重要途径。设计作业把设计计算与结构设计密切地结合起来，可以补偿作习题时考虑问题较窄的缺点，还可以弥补课程设计只作一个题目，缺乏反复积累设计经验，与讲课不能及时配合的不足。实践证明，作设计作业时，鼓励学生进行创造性设计，可以激发学生学习的主动性和提高学生对本课程的兴趣。

本书力求编入多种多样的作业题目，以满足需要，使教师选题时有较大的灵活性。为了使用方便，有一些题目给出了简单提示。此外，还编排了少量例题，以作示范。

在安排设计作业时应考虑以下几方面的问题：

1. 用设计作业引导学生迅速掌握本课程的特点和学习方法。学生在学习本课程以前所学的数学、物理、力学等课程都是教会学生掌握某一学科体系，为解决工程实际问题奠定基础。而机械设计课程的主要任务是教会学生如何解决机械设计的实际问题，因此，在系统上差别较大，涉及的知识面也广。所以，引导学生迅速掌握本课程的特点和学习方法，是提高本课程教学质量的重要前提。而安排一些设计作业，并与其它教学环节紧密配合，可以较好地解决这一问题。

2. 在作设计作业过程中,使学生掌握综合运用知识和查阅资料的能力。对每班学生,一次作业至少应安排三种类型的题目,每个学生所作几次作业的题目应有不同的特点,以得到较全面的训练。本课程有些内容可结合作业自学,也可以结合作业讲解或通过作业后总结进行学习,还可以结合作业安排一些讨论课,引导学生深入学习本课程内容。教师应鼓励学生理论联系实际,结合设计作业到现场进行必要的调查研究。

3. 安排一些有一定创造性的题目,或参考资料很少的题目,以培养学生的创新能力。在本书中,有些题目灵活性较大。在一定条件下,还可以安排一些学生自己拟定作业题目。

4. 注意全面安排讲课、习题、辅导课、设计作业、实验和课程设计等环节,使其达到最佳的综合效果。要注意适当地安排作业的数量,要求的分量和布置每个作业的时间。例如:可以安排一个减速器轴系设计作业,作为课程设计的准备,但是也可以不安排这个作业,使课程设计有较多的能力训练。或者安排一个离合器设计作业以扩大知识面,但这就要求在讲课时,不能把离合器放在最后讲授,以保证必要的作业时间。

总之,教师在指导设计作业时,应注意紧密结合讲课,恰当选题,并要求明确,善于引导,讲求实效,同时在教学实践中不断改进教学方法,以既减轻学生负担,又取得更好的教学效果。

本书由吴宗泽、张玉琴、薛淑琴编写,由吴宗泽担任主编。清华大学机械设计教研组很多同志对本书提出了很多宝贵意见,并提供了资料,在此表示感谢。

本书承蒙彭荣济教授审阅,提出了很多宝贵意见,在此致以衷心感谢。

我们殷切希望广大读者对本书提出批评和指正。

编 者

1987年1月

目 录

前言

设计作业题	1
作业题 1 设计横梁的螺栓联接结构	1
作业题 2 设计扳手加长手柄的螺栓联接结构	2
作业题 3 设计电动机滑轨座, 校核所用螺栓的强度	3
作业题 4 设计电阻应变片校正装置	4
作业题 5 设计储气罐顶部螺栓联接结构	6
作业题 6 设计液压油缸螺栓联接结构	8
作业题 7 设计螺旋起重器	9
作业题 8 设计螺旋压力机	10
作业题 9 设计螺旋调直机	11
作业题 10 将车床改装成拉床	13
作业题 11 设计弹性环联接	17
作业题 12 设计用螺母压紧的圆锥面过盈联接	20
作业题 13 设计铆(焊)节点	22
作业题 14 设计平型带传动的张紧轮装置	24
作业题 15 设计重锤加载式自动张紧轮装置	26
作业题 16 设计螺栓调节加载式定期张紧装置	29
作业题 17 设计钢珠安全离合器	31
作业题 18 设计摩擦式安全离合器	33
作业题 19 设计牙嵌式安全离合器	35
作业题 20 设计单向滚柱超越离合器	36
作业题 21 设计离心式摩擦离合器	38
作业题 22 设计手动绞车	40
作业题 23 设计起重机的卷筒部件	43

作业题24	设计二级斜齿圆柱齿轮减速器中间轴轴系·····	45
作业题25	设计直齿圆锥齿轮减速器的大锥齿轮轴轴系结构·····	46
作业题26	设计蜗杆减速器的蜗杆轴轴系结构·····	47
作业题27	设计圆锥-圆柱齿轮减速器的中间轴轴系结构·····	49
作业题28	设计活顶尖·····	50
作业题29	设计带有行星轮机构的三角带轮·····	52
作业题30	设计两轴交角为 75° 的直齿圆锥齿轮·····	54
作业题31	设计医疗活动床的结构方案·····	55
作业题32	设计三自由度工作台结构方案·····	57
作业题33	设计反射镜调整装置·····	59
作业题34	设计带轮卸荷装置·····	60
作业题35	设计摩擦轮传动装置·····	62
作业题36	设计绕线机传动系统方案·····	63
作业题37	设计安全手动起重机构传动装置部分的方案·····	64
作业题38	设计万能工具显微镜实验桌结构方案·····	65
作业题39	编制塔轮传动的带轮直径计算程序·····	66
作业题40	编制计算螺旋齿轮螺旋角的程序·····	68
作业题41	编制两级圆柱齿轮减速器传动比合理分配计算程序 (一)·····	70
作业题42	编制两级圆柱齿轮减速器传动比合理分配计算程序 (二)·····	71
作业题43	编制两级圆锥-圆柱齿轮减速器传动比合理分配计 算程序·····	72
作业题44	编制求反渐开线函数的程序·····	73
作业题45	编制外伸轴轴承跨距系数 α 的优化计算程序·····	74
作业题46	编制复杂圆形截面零件抗弯惯性矩计算程序·····	76
作业题47	编制三角带传动设计计算程序·····	77
作业题48	编制蜗杆支点反力计算程序·····	79
作业题49	编制测量圆柱齿轮齿厚用的计算程序·····	81
作业题50	编制用数值法解雷诺方程求有限宽径向轴承的油压 分布和承载量的程序·····	82

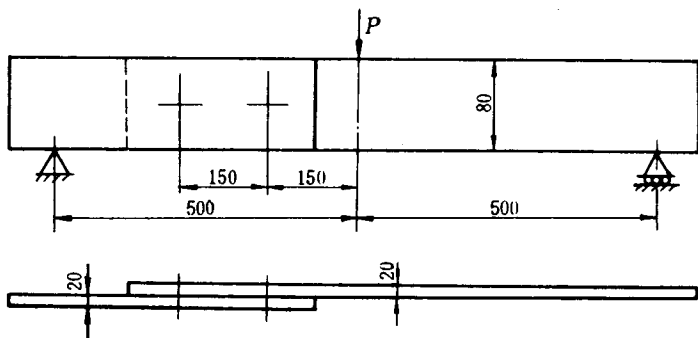
例题	89
例题 1 设计螺旋起重器	89
例题 2 设计直齿圆锥齿轮轴系	104
例题 3 设计三自由度工作台方案	107
结束语	112
主要参考文献	115

设计作业题

作业题 1 设计横梁的螺栓联接结构

有一跨度为 1 m 的横梁，由断面为 $20 \times 80 \text{ mm}^2$ 的两段钢梁用螺栓联接而成，其结构如图所示。钢梁材料为 A3，在横梁中点承受力 $P = 2.5 \text{ kN}$ ，两段钢梁间的摩擦系数 $f = 0.15$ 。试按下列两种方案之一设计横梁的联接结构：

- 1) 用六角头普通螺栓联接；
- 2) 用铰制孔六角头螺栓联接。



作业题 1 图

作业要求：

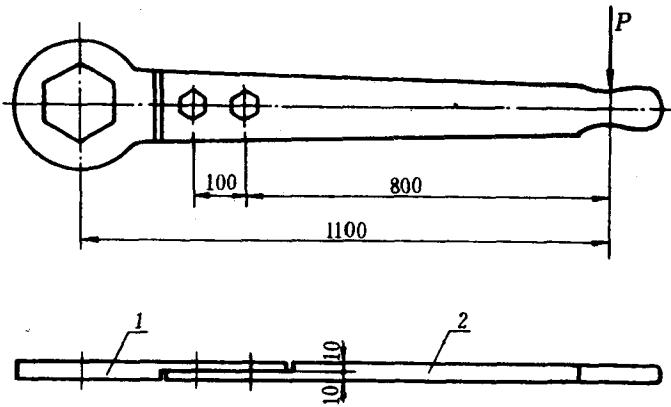
设计说明书一份，主要包括：联接螺栓尺寸计算，钢梁强度校核。

横梁装配图一张，其中螺栓联接部分要画出剖面。

提示：分析受力时可忽略钢板厚度的影响。

作业题 2 设计扳手加长手柄 的螺栓联接结构

图示为用于扭紧M24普通六角头螺栓的扳手示意图。该扳手由1、2两零件组成，都用45号钢制造，并用螺栓联接。使用此扳手时，作用在扳手一端的扭紧力 $P=200\text{N}$ ，1、2两零件之间的摩擦系数 $f=0.15$ 。试按六角头普通螺栓联接和六角头铰制孔螺栓联接设计此扳手加长手柄的联接结构。



作业题 2 图

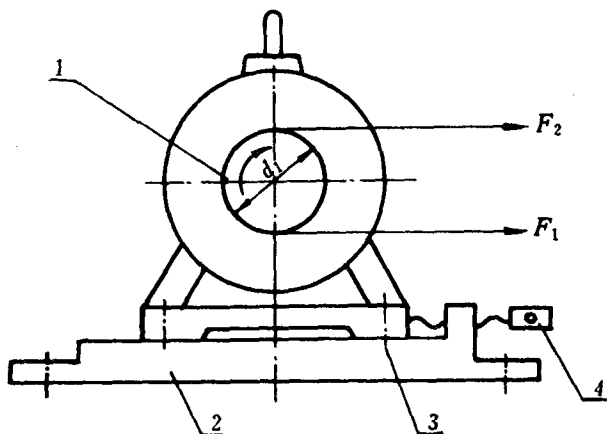
作业要求：

设计说明书一份，主要包括：

- 1) 选用六角头普通螺栓联接，计算螺栓尺寸；
- 2) 选用六角头铰制孔螺栓联接，计算螺栓尺寸；
- 3) 分析两种结构的优缺点，并研究是否有更合理的设计方案。

画出一种方案的扳手装配图一张，其中螺栓联接部分要画出剖面。

作业题 3 设计电动机滑轨座， 校核所用螺栓的强度



作业题 3 图

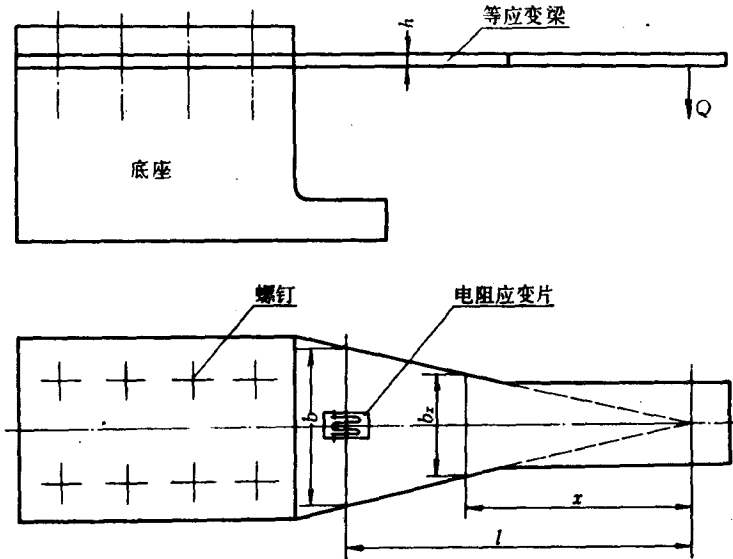
驱动三角带传动的Y132M₁-6型电动机(相当于J02-42-6型电动机),安装在两条滑轨座2上^[6],如图所示。滑轨座用铸铁制成。用螺旋4调整带的初张力以后,用四个地脚螺栓3将电动机固定。电动机的额定功率为4kW,满载转速为960r/min(电动机外型尺寸见[6]),其轴端的小三角带轮1的直径 $d_1=125\text{mm}$,用4根A型带传动,带的拉力 $F_1+F_2=600\text{N}$,电动机与滑轨间的摩擦系数 $f=0.12$ 。

作业要求:

设计说明书一份,主要包括调整螺旋4与电动机地脚螺栓3的强度校核。

装配图一张,画出电动机和滑轨座的结构装配图,其中,电动机只画出外形。

作业题 4 设计电阻应变片校正装置



作业题 4 图

图中所示为校正电阻应变片精度的装置。它的主体部分是一条等应变梁，此梁在一定范围内各处表面的应变相同（图中梯形梁部分）。在等应变区内贴上被测电阻应变片，即可根据梁端悬挂的砝码重量 Q ，求出梁的变形。将计算结果与用电阻应变仪测定的结果比较，如果电阻应变仪是经过校准的，则可以求出电阻应变片的误差（加载砝码图中未表示）。根据使用的需要，规定此装置可测量的最大应变为 $\epsilon_{\max}=0.12\%$ 。

作业要求：

设计说明书一份，主要包括：等应变梁尺寸计算和设计，联

接螺栓、砝码尺寸的计算等。

装配图一张，画出等应变梁、底座、加载砝码和在梁上悬挂砝码的吊架。

提示：由材料力学可知，对于等厚度的梁，如果形状是以加载点为顶点的三角形（见图中由虚线和实线组成的三角形），则此梁任意断面处表面的应变（或应力）相等。为满足使用要求，实际结构中，加载处应适当加宽。

等应变梁部分的表面应力为：

$$\sigma = \frac{Qx}{\frac{b_x h^2}{6}} = \frac{6Qx}{b_x h^2} \quad (1)$$

式中： Q ——砝码重量；

x ——由三角形顶点至某一断面的距离；

b_x ——距三角形顶点 x 处的梁宽度。

由相似三角形关系可得

$$\frac{x}{b_x} = \frac{l}{b} = \text{常数} \quad (2)$$

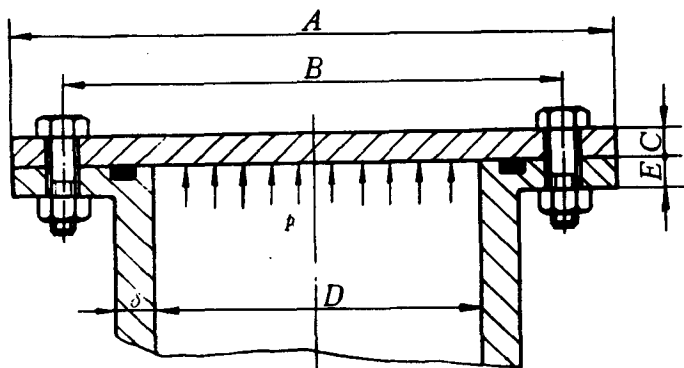
因而应变

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{6Q}{E} \frac{l}{b} = \text{常数} \quad (3)$$

在上式中，如果已知 h 、 l 、 b 、 E ，则应变 ε 与载荷 Q 成正比，按载荷 Q ，可求得应变 ε 。再直接用电阻应变仪测得贴在梁上的电阻片的应变，将二者相比较，即可求出电阻应变片精度。

在设计此装置时，已知 (3) 式中的 ε 、 E ，可取 $h = 6 \sim 10 \text{ mm}$ ， $Q \leq 500 \text{ N}$ ， $l = 500 \sim 800 \text{ mm}$ ，考虑制造及使用要求，可由 (3) 式求得梁的主要尺寸。

作业题 5 设计储气罐顶部螺栓联接结构



作业题 5 图

图示为一储气罐顶部的结构简图（未画进、出口），气罐内储存气体的压力为 p MPa，气罐内径为 D mm、壁厚为 δ mm，气罐盖与气罐用 z 个直径为 d mm 的螺栓联接。为避免气罐漏气，螺栓间距 t 不能太大，已知数据见下表：

题 号	气罐内径 D (mm)	气体压力 p (MPa)	气罐材料	螺栓间距 $t \leq$ (mm)
5-1	100	3	钢	$4.5d$
5-2	140	2	铸铁	$4.5d$
5-3	500	1	铝合金	$7d$

作业要求：

设计说明书一份，主要包括：气罐材料选择和壁厚计算，螺栓布置和螺栓直径计算等。

装配图一张，不必画进出口。

提示：气罐壁厚可由下式求得^[5]：

$$\delta = \frac{pD}{2[\sigma]}$$

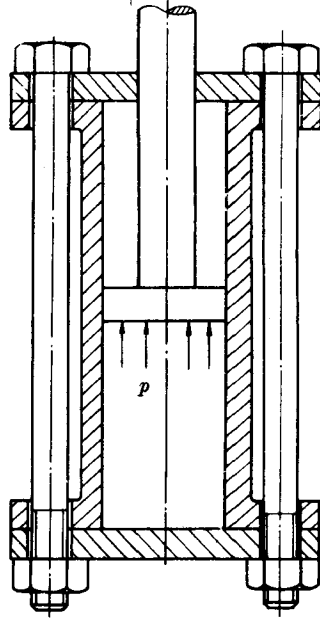
式中： $[\sigma]$ 为许用应力，MPa， $[\sigma] = \frac{\sigma_b}{n}$ ，其中， σ_b 为气罐材料抗拉强度， n 为安全系数， $n = 6 \sim 8$ 。

图中尺寸 C 、 E 可分别取为 $(1.4 \sim 2)\delta$ ，螺栓及被联接件刚度计算公式，参见[4]，第27-22页。

设计实际使用的储气罐时，请参照专门的规范。

作业题 6 设计液压油缸螺栓联接结构

图示为一液压油缸（进、出油口未画出），其结构为一圆柱形管，两端各有一端盖，并用四个螺栓将两端盖与圆管固联。工作时，在活塞下面通入压力油推动活塞上升并举起重物；靠重物的重量使活塞返回原位。油压 p 在最大值 p_{\max} 与 0 之间变化， $p_{\max} = 10 \text{ MPa}$ 。油缸材料为 45 号钢。其他已知数据见下表。



作业题 6 图

作业要求：

设计说明书一份，主要包括螺栓联接的强度计算。

装配图一张，画出油缸结构，进、出油口可不画出。

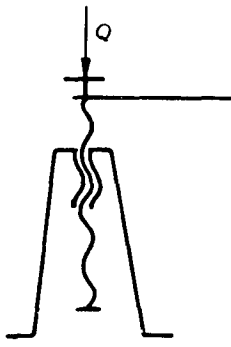
提示：1) 可取活塞厚度 ≈ 0.5 活塞直径，活塞杆直径 $= (0.3 \sim 0.4)$ 活塞直径。

2) 可考虑改善螺栓结构以提高其动载荷下的强度。

题号	油缸内径 (mm)	油缸外径 (mm)	活塞行程 (mm)
6-1	40	50	80
6-2	50	60	100
6-3	63	76	120
6-4	80	95	140

作业题 7 设计螺旋起重器

螺旋起重器是一种简单的起重装置，用手推动手柄即可起升重物。其结构简图及已知数据见下表：

题号	起重量 Q (kN)	最大升距 h_{max} (mm)	
7-1	20	140	
7-2	30	180	
7-3	40	200	
7-4	50	300	
7-5	60	260	
7-6	80	300	

作业要求：

设计说明书一份，主要包括起重器各部分尺寸的计算。

装配图一张，画出起重器的全部结构。

提示：参考本书例题1。