

21

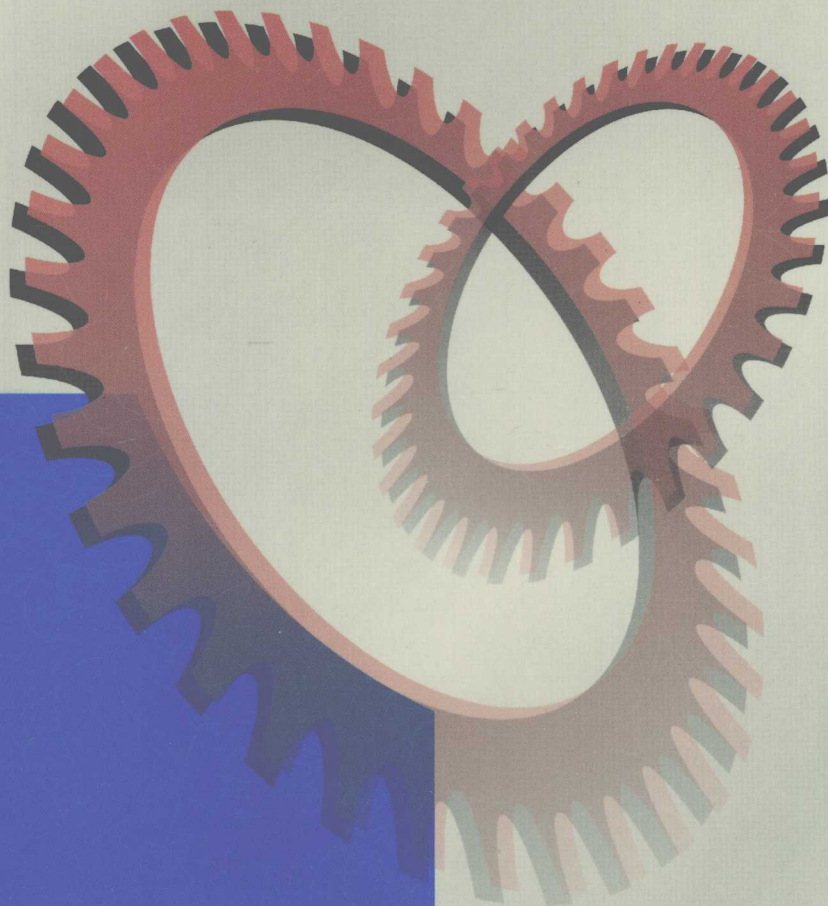
世纪高等职业技术教育规划教材
国家示范性高等职业院校用书

机械工程类

JIXIE SHEJI JICHU XITANJI

机械设计基础习题集

主编 郑立新 主审 苏珉



122-44
800



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等职业技术教育规划教材——机械工程类
国家示范性高等职业院校用书

机械设计基础习题集

主编 郑立新

主审 苏 珉

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

机械设计基础习题集 / 郑立新主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2007.5

21 世纪高等职业技术教育规划教材. 机械工程类
ISBN 978-7-81104-631-1

I. 机… II. 郑… III. 机械设计—高等学校: 技术学校—习题 IV. TH122-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 063249 号

**21 世纪高等职业技术教育规划教材——机械工程类
机械设计基础习题集**

主编 郑立新

责任编辑	李晓辉
封面设计	本格设计
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都蓉军广告印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	6.5
字 数	161 千字
印 数	1—3 000 册
版 次	2007 年 5 月第 1 版
印 次	2007 年 5 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-81104-631-1
定 价	12.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

“机械设计基础”是一门重要的基础课程，它既有一定的理论性，又有较强的实践性。为了加强对学生学习能力的培养，解决学生学习过程中的一些疑难问题，力争达到作业规范化要求，四川工程职业技术学院特组织编写了本习题集。

本习题集为《机械设计基础》（陈岚主编，西南交通大学出版社出版）的配套教材，在编写时兼顾到了力学等其他专业的使用（书中带“*”的内容）。本书题量丰富，选题紧扣生产实际，涉及面广，突出了对本课程基本技能和基础知识的训练，适合高职、高专院校机械类相关专业的教学使用。

参加本习题集编写的有：郑立新（第一、二、三、六、七章），陈岚（第四、五、八、九、十一章），邹俊（第十、十二、十三、十四、十五、十六章）。全书由郑立新主编，苏珉主审。

由于编者水平有限，书中的疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者予以批评指正。

编 者

2007年4月

目 录

第一章 绪 论	1
思考题	1
第二章 静力学	2
思考题	3
习 题	5
第三章 杆件的基本变形	10
思考题	13
习 题	14
第四章 连 接	21
思考题	23
习 题	23
第五章 带传动	27
思考题	29
习 题	29
第六章 齿轮传动	32
思考题	40
习 题	41
第七章 蜗杆传动	48
思考题	50
习 题	51
第八章 轴	54
思考题	55
习 题	55
第九章 轴 承	59
思考题	61
习 题	62

第十章 联轴器与离合器	66
思考题	67
习 题	67
第十一章 机械装置的润滑与密封	69
思考题	70
习 题	70
*第十二章 四杆机构	72
思考题	73
习 题	74
*第十三章 凸轮机构	78
思考题	79
习 题	80
*第十四章 其他常用运动机构	83
思考题	84
习 题	84
*第十五章 轮 系	86
思考题	88
习 题	88
*第十六章 平面机构运动简图与自由度	92
思考题	94
习 题	94
参考文献	97

第一章 绪 论

1. 一般要求

- (1) 了解本课程的内容与基本要求。
- (2) 了解本课程的学习方法。
- (3) 了解机械设计的新发展。

2. 重点要求

理解、掌握本课程的任务。

思 考 题

1. 什么是通用零件？什么是专用零件？本课程研究的是哪类零件，又是从哪几个方面研究这类零件的？研究的目的是什么？
2. 零件、构件与部件的定义是怎样的？它们在机器中各有什么功能？
3. 下列机械零件中，() 是通用零件，() 是专用零件。
A. 车床的卡盘 B. 汽车的变速箱 C. 减速器中的深沟球轴承
D. 千斤顶中的螺旋 E. 风扇叶片 F. 连接齿轮和轴和普通平键
4. 设计人员为什么必须具有丰富的生产实践经验？

第二章 静力学

一、基本要求

1. 一般要求

- (1) 了解静力学的研究对象及任务。
- (2) 了解力、刚体与平衡的概念。
- (3) 掌握静力学公理。
- (4) 掌握约束类型及约束反力的概念。
- (5) 学会受力图的绘制。
- (6) 学会平面汇交力系合成的几何法和解析法。
- (7) 掌握平面汇交力系的平衡方程。
- (8) 了解力矩与力偶的概念。
- (9) 掌握力的平移定理。
- (10) 学会平面任意力系的简化及平衡方程的应用。

2. 重点要求

- (1) 掌握静力学的四个公理。
- (2) 学会受力图的绘制。
- (3) 掌握平面汇交力系的平衡方程。
- (4) 学会平面任意力系的简化及平衡方程的应用。

二、重点、难点内容

1. 刚体的概念

刚体是指在力的作用下不发生变形的物体（或者说，在力的作用下，物体内任意两点的距离不发生改变物体）。刚体是一个理想化的力学模型。在生活实际中，任何物体受力作用后，都会发生不同程度的变形，只是有些变形极为微小，这些微小变形是否存在，对研究物体的平衡影响不大，为了简化问题，在静力学研究中一般将研究对象视为刚体。

2. 二力平衡公理和作用力与反作用力公理的异同

二力平衡公理和作用力与反作用力公理的相同点是：两个力大小相等、方向相反、共线。不同之处在于：二力平衡公理中两个力作用于同一物体上；作用力与反作用力公理中两个力作用于两个相互作用的物体上。

3. 受力图的绘制方法

解决静力学问题，首先要对研究对象进行受力分析，作出受力图。在绘制受力图时，应注意方法和步骤。

- (1) 确定研究对象，解除约束，画出其分离体。
- (2) 在分离体上画出主动力（包含载荷和自重）。
- (3) 分析研究对象与其他物体的接触处，确定约束类型。
- (4) 根据约束类型画出各约束对研究对象的约束反力。
- (5) 分析力的方向时注意运用静力学的四个公理。

4. 求解平面汇交力系平衡问题的步骤

- (1) 弄清题意，明确已知量和未知量。
- (2) 选取恰当的研究对象。应选取既有已知力又有待求未知力的研究对象。
- (3) 正确地画出研究对象的受力图，进行受力分析。
- (4) 应用平衡条件，建立平衡方程求解未知量。

5. 平面任意力系平衡方程及其意义

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_o = 0 \end{cases}$$

上式称为平面任意力系的平衡方程。它表明：平衡力系中各力在任选的直角坐标系两个轴上的投影的代数和分别等于零；各力对平面内任意点力矩的代数和等于零。这三个方程是相互独立的，它有两个投影式和一个力矩式。投影式说明力系对刚体无任何方向的平动作用，力矩式说明力系使刚体绕任意点转动的作用为零。因而用它求解平面任意力系的平衡问题时，最多能求解出三个未知量。

思考题

1. 如何理解刚体和变形体、自由体和非自由体的概念？
2. 如何确定约束反力的方向？柔性约束有什么特点？
3. 作受力图时，除了所有约束力之外，是否需要画出作用在隔离体上的主动力？

- 平衡力系与等效力系有何区别?
- 二力平衡条件与作用反作用定律在构件的受力分析中如何应用?
- 指出图 2.1 中哪些是二力杆? 设各杆自重不计, 各接触处的摩擦不计。

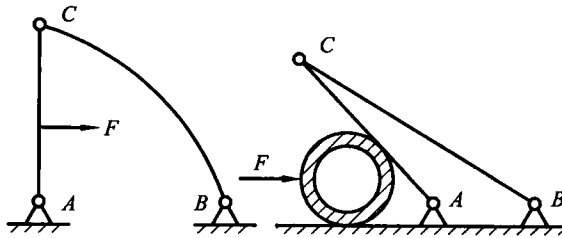


图 2.1

- 某刚体受平面汇交力系作用, 其力的多边形如图 2.2 所示。请指出这些图中哪一个是平衡力系? 哪一个是有合力的, 其合力又是哪一个?

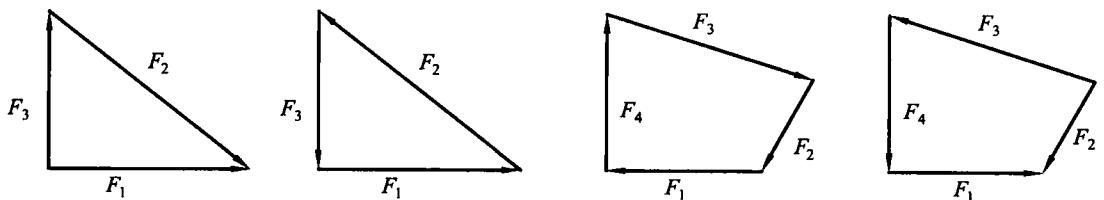


图 2.2

- 用解析法求平面汇交力系的合力时, 若取不同的坐标轴, 所求得的合力是否相同? 为什么?
- 试说明分力与投影的联系和区别。
- 力偶的两条性质是什么?
- 力偶是否可用一个力来平衡? 为什么?
- 试根据“力偶只能与另一力偶相平衡”的性质, 判定图 2.3 中固定铰链支座 A 对梁的约束反力的方向。
- 将图 2.4 中作用在轮缘上的力 F 等效地平移至轮心, 并写出结果。

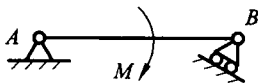


图 2.3

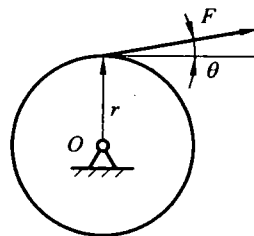


图 2.4

- 平面任意力系简化时, 为什么必须指明简化中心?
- 求解平面任意力系平衡问题时, 怎样选取直角坐标系和矩心, 才能使计算比较简捷?

16. 静摩擦定律中的正压力是指什么？它是不是接触物体的重力？应当怎样求出？滑动摩擦力的大小是否总等于摩擦因数和正压力的乘积？

17. 什么是自锁？影响自锁条件的因素有哪些？它与作用力的大小有没有关系？

习 题

一、判断题

1. 物体之间有作用力就必有反作用力。 ()
2. 机构中能作相对独立运动的单元体称为零件。 ()
3. 力偶的作用效果与矩心无关。 ()
4. 二力杆件一定处于平衡状态。 ()
5. 合力一定大于分力。 ()
6. 凡是构件一定都由两个以上的零件组成。 ()
7. 刚体属于假想的力学模型，在实际中不存在。 ()
8. 两个力在同一轴上的投影相等，则它们一定相等。 ()
9. 力偶可以用一个力来平衡。 ()
10. 作用在刚体上的力既可以沿其作用线移动，也可以平行移动，都不会改变对刚体的作用效果。 ()

二、选择题

1. 合力对某点之矩，等于各分力对该点 ()。
 - A. 之矩
 - B. 之矩的代数和
 - C. 之矩的矢量和
2. 车刀在方刀架上的固定方式可以看成是 () 约束。
 - A. 柔性
 - B. 光滑接触
 - C. 固定端
 - D. 铰链
3. 刚体受平面任意力系的作用而平衡时，各力对刚体上的 () 上的力矩代数和等于零。
 - A. 特定点
 - B. 任意点
 - C. 坐标原点
 - D. 重心处
4. 由两个大小相等，方向相反的平行力组成的力系称为 ()。
 - A. 力偶
 - B. 力矩
 - C. 力偶矩
5. 作用于刚体上的一个力偶，若使其在作用平面内移动，其结果 ()。
 - A. 使刚体平移
 - B. 将改变力偶矩的大小
 - C. 不改变对刚体的作用效果
6. 可以将一个力分解为预先指定方向的两个分力，各个分力是 ()。也可以将一个力投影到平面直角坐标系的两个坐标轴上，力的投影是 ()。
 - A. 标量
 - B. 代数量
 - C. 矢量

三、填空题

1. 二力平衡中的两个力是作用在_____物体上的；作用力与反作用力是分别作用在_____物体上的。
2. 力是物体间的相互作用，这种作用是使物体的运动状态或_____发生改变的原因。力的三要素是力的大小、力的方向和_____。
3. 当平面汇交力系的力多边形能自行封闭时，则此力系是_____力系。该力系的合力为_____。
4. 在静力学中，力不仅可以沿其作用线移动，也可以作_____。移动到新点后，还应附加一个力偶，该附加力偶的力偶矩等于_____，其方向与_____相同。
5. 用力矩正负符号表示力矩的转动方向，顺时针转向的力矩为_____；逆时针转向的力矩为_____。
6. 确定约束反力方向的原则是：_____。
7. 按运动学的观点，机器或机构都是由_____组合而成。
8. 三力平衡汇交定理的条件是：_____。
9. 已知有一平面汇交力系为平衡力系，其中一分力为 50 N ，指向正北方向，如取消该分力，这时力系的合力为_____ N ，方向为_____。
10. 平面汇交力系平衡的几何条件是：_____。
11. 力使物体绕某点转动的效果取决于两个因素：_____、_____。

四、综合题

1. 画出图 2.5 中物体 A 的受力图（图中未标出重力大小的物体的自重不计）。

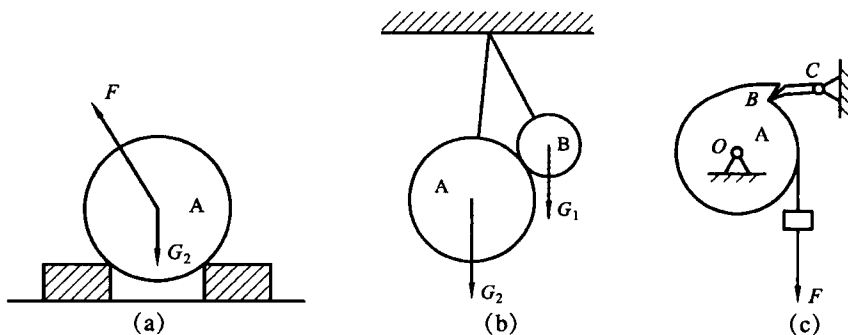


图 2.5

2. 画出图 2.6 中杆件 AB 的受力图（图中未标出重力大小的物体的自重不计）。



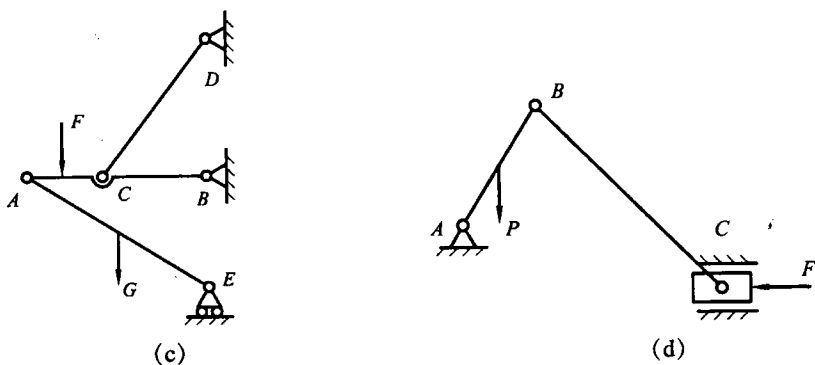


图 2.6

3. 已知 $F_1=300\text{ N}$, $F_2=120\text{ N}$, $F_3=250\text{ N}$, $F_4=150\text{ N}$, 各力的方向如图 2.7 所示, 试求各力在 x 、 y 轴上的投影。

4. 重 10 kN 的物体用图 2.8 所示的结构悬挂, 已知 $BC=60\text{ cm}$, $BD=40\text{ cm}$ 。设构件自重不计, 求钢索 AB 的拉力。

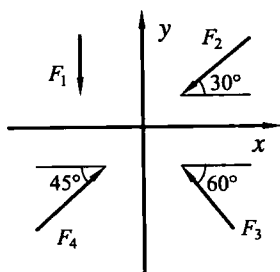


图 2.7

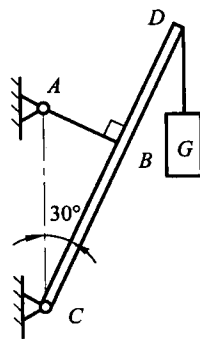


图 2.8

5. 如图 2.9 所示电缆盘重 $G=30\text{ kN}$, 半径 $r=40\text{ cm}$ 。如用一通过其中心的水平力 F 将电缆盘拉过高 $h=10\text{ cm}$ 的石阶, 求此水平力的大小。如果要使作用的力 F 为最小值, 且能将电缆盘拉过石阶, 问应沿哪个方向拉? 并求此最小力的值。

6. 图 2.10 所示铰链机构, 在铰链 B 、 C 处分别有作用力 Q 和 P , 使机构处于平衡状态。试求图示平衡位置时 P 和 Q 的关系。

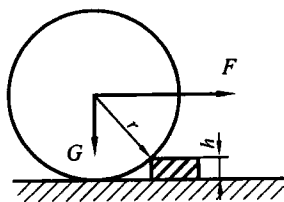


图 2.9

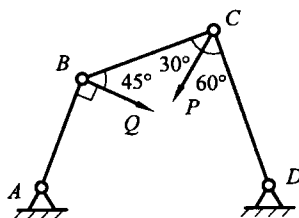


图 2.10

7. 如图 2.11 所示, 火箭沿与水平面成 $\alpha=25^\circ$ 角的方向做匀速直线运动。火箭的推力 $F=100\text{ kN}$ 与运动方向成 $\alpha=5^\circ$ 的夹角。如火箭重 200 kN , 求空气动力 Q 和它与飞行方向的夹角 β 。

8. 如图 2.12 所示, 重物 $P=20\text{ kN}$, 用钢索挂在支架的滑轮 B 上, 钢索的另一端缠绕在绞车

D 上。杆 AB 与 BC 铰接, 并以铰链 A 、 C 与墙连接。如两杆和滑轮的自重不计, 并忽略摩擦和滑轮的大小, 试求平衡时杆 AB 与 BC 所受的力。

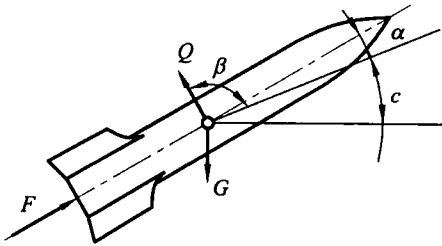


图 2.11

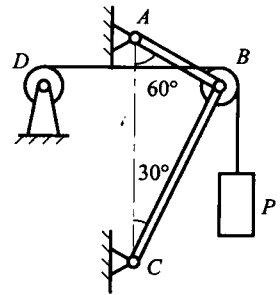


图 2.12

9. 试计算图 2.13 中, 力 P 对点 A 的矩。

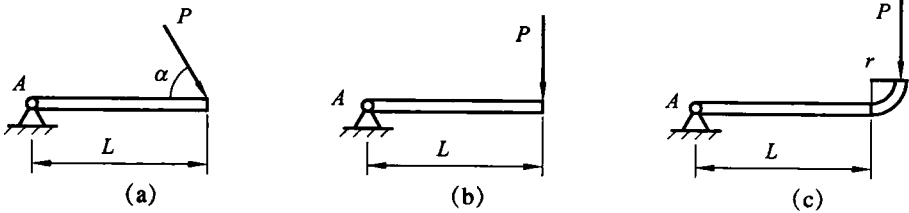


图 2.13

10. 如图 2.14 所示, 构件 AB 与 BC 在 B 点铰接, A 、 C 为固定铰链, 各构件的自重不计, 已知 $AD=250$ mm, $DB=100$ mm, $BE=100$ mm, $EC=100$ mm。当在构件 AB 上作用一力偶矩 $M=750$ N·m 时, 求支承 A 点和 C 点的约束反力。

11. 铰链四杆机构 $ABCD$ 在图 2.15 所示位置平衡。已知 $CD=40$ cm, $AB=60$ cm。作用在 CD 上的力偶矩 $M_1=3$ N·m。试求力偶矩 M_2 的大小和 BC 杆所受的力。各杆自重不计。

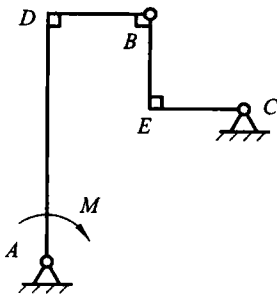


图 2.14

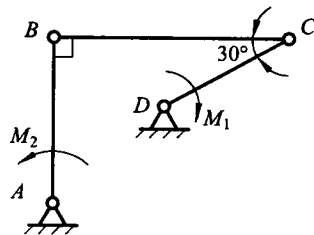


图 2.15

12. 由 AC 和 CD 构成的组合梁由铰链 C 连接。其支承和受力如图 2.16 所示, 已知均布载荷 $q=10$ kN/m, 力偶矩 $M=40$ kN·m, 梁的重量不计。求支座 A 、 B 、 D 的约束反力和铰链 C 处所受的力。

13. 如图 2.17 所示, 当飞机作稳定飞行时, 所有作用在它上面的力都必须相互平衡。已知飞机的重量为 $G=30$ kN, 螺旋桨的牵引力 $F=4$ kN。飞机的尺寸: $a=20$ cm, $b=10$ cm, $c=5$ cm,

$L=5\text{ m}$ 。求阻力 Q 、机翼升力 P 和尾部的升力 R 。

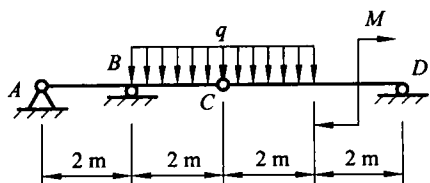


图 2.16

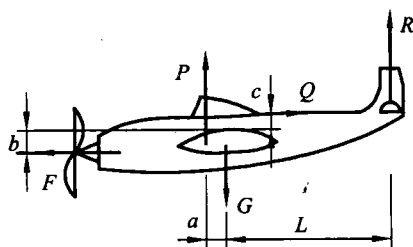


图 2.17

14. 如图 2.18 所示, 汽车停在长为 20 m 的水平桥上, 前轴载荷为 10 kN , 后轴载荷为 20 kN 。试问汽车后轮到支座 A 的距离 x 为多大时, 方能使支座 A 、 B 所受的压力相等? 汽车前后两轴间距离等于 2.5 m 。

15. 如图 2.19 所示, 均质杆 AB 长 $2b$, 重 P , 放在水平面和半径为 r 的固定圆柱上。设各处摩擦因数都是 f , 试计算杆处于平衡时 a 的最大值。

16. 两个物体用绳连接, 放在斜面上, 如图 2.20 所示。重为 100 N 的物体与斜面的摩擦因数为 0.2 , 重为 W 的物体与斜面的摩擦因数为 0.4 。试求:

(1) 当重为 W 的物体能静止于斜面上时, W 的最小值。

(2) 当 $W=800\text{ N}$ 时, 作用于其上的静摩擦力 F 。

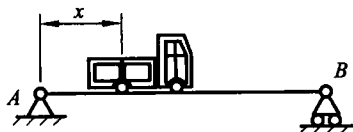


图 2.18

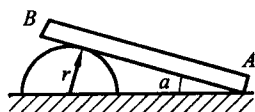


图 2.19

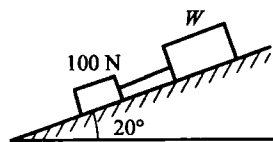


图 2.20

17. 一种车载式起重机, 车重 $Q=26\text{ kN}$, 起重机伸臂重 $G=4.5\text{ kN}$, 起重机的旋转与固定部分共重 $W=31\text{ kN}$ 。尺寸如图 2.21 所示, 单位 m 。设伸臂在起重机对称面内, 且放在最低位, 试求此时车子不致翻倒的最大起重 P_{max} 。

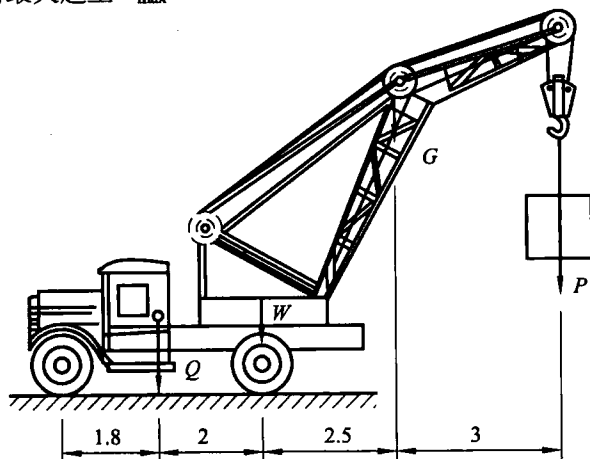


图 2.21

第三章 杆件的基本变形

一、基本要求

1. 一般要求

- (1) 材料力学的研究对象及任务。
- (2) 杆件的四种基本变形各自的受载特点和变形特点。
- (3) 截面法求解内力。
- (4) 塑性材料与脆性材料力学性能的主要区别。
- (5) 极限应力、安全系数和许用应力。
- (6) 强度条件公式。
- (7) 圆轴扭转变形与直梁弯曲变形时横截面应力分布规律。
- (8) 扭矩图与弯矩图的绘制。
- (9) 危险截面的分析及提高构件强度的常见措施。

2. 重点要求

- (1) 虎克定律。
- (2) 强度条件。
- (3) 剪切与挤压变形受力面积的计算。
- (4) 扭矩图与弯矩图的绘制。
- (5) 圆轴扭转、直梁弯曲变形时横截面的应力分布规律。
- (6) 危险截面的分析及强度计算。

二、重点、难点内容

1. 力的可传性原理能否用于变形体

力的可传性原理——作用于刚体上的力,可以沿其作用线任意移动而不改变此力对刚体的作用效果。当力作用到变形体上的位置不同时,会引起变形体不同的内部变形,因此力的可传性原理不适用于变形体。

2. “截面法”与静力学中的“分离体”有何区别

截面法是通过假想截面,使某一物体内部的内力显示出来以便计算其数值的方法。分离体是为了清晰地分析一个物体或组合体受到其他物体对它的外作用力情况,而将其从受力系统中分离出来的方法。

3. 许用应力和安全系数

构件在正常工作时,材料所允许承受的最大应力称为许用应力。通常为了保证构件的安全可靠,构件的许用应力要小于构件的极限应力,以便具有一定的强度储备。塑性材料一般取屈服点应力 σ_s 作为极限应力,脆性材料一般取强度极限 σ_b 作为极限应力。

构件极限应力与许用应力的比值称为安全系数,用 s 表示。显然 s 是一个大于1的系数。 s 越大,强度储备量越多,安全性越好,但相应也会造成材料浪费,经济性差。

4. 剪切与挤压受力面积的计算

剪切与挤压受力面积的计算直接影响构件的剪切、挤压强度的计算。现举例说明常见的两类问题的计算。

(1) 受剪螺栓连接。

如图 3.1 所示的受剪螺栓连接,已知螺杆直径为 d ,钢板厚度为 t ,受到一对力 F_P 的作用。受剪面积为圆面积 $\pi \cdot d^2/4$,受挤压面积为 dt 。

(2) 冲孔。

如图 3.2 所示,在一厚度为 t 的钢板上需冲出一直径为 d 的孔,此时受剪面积为圆柱面积 $\pi d \cdot t$,受挤压面积为圆面积 $\pi \cdot d^2/4$ 。

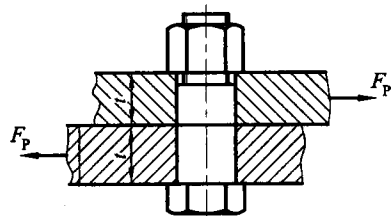


图 3.1

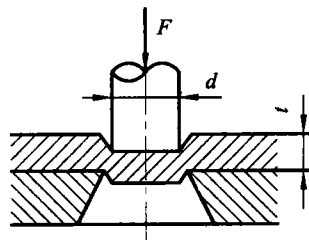


图 3.2

5. 扭矩图的绘制

在绘制扭矩图的时候,如果事先已经计算出圆轴上各段的外力偶矩,此时则可不再计算圆轴的内力——扭矩,可直接绘制圆轴的扭矩图。

例:如图 3.3 (a) 所示,已知某传动轴转速 $n=300$ r/min,主动轮 B 输入功率 $P_B=8$ kW,从动轮 A、C、D 分别输出的功率为 $P_A=3$ kW, $P_C=2.5$ kW, $P_D=2.5$ kW。试作出该轴的扭矩图。

解:(1) 计算 A、B、C、D 各处转矩。

$$T_A = 9.55 \times 10^6 P_A / n = 9.55 \times 10^6 \times 3 / 300 = 9.55 \times 10^4 \text{ (N} \cdot \text{mm)} = 95.5 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$T_B = 9.55 \times 10^6 P_B / n = 9.55 \times 10^6 \times 8 / 300 = 2.547 \times 10^5 \text{ (N} \cdot \text{mm)} = 254.7 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$