

理论力学
习题解答
(上)

西南交通大学
一般力学教研室

出版者 西南交通大学教务
編 者 西南交通大学一般力学教研室
印刷者 西南交通大学印刷厂

一九八一年九月

前 言

本习题解答是西南交通大学黄安基主编，人民教育出版社1981年出版的高等学校试用教材《理论力学》全书习题的解答，分上、下两册。原书习题近700个，有的题还包含几个小题。题目大部分是从国外教材中选取的具有典型意义的题目，也有国内各教科书中多年采用的典型题目，还有少量从生产实践中选出来的题目。有基本题，也有些难度较大的题。每章内题目的编排，一般是先易后难，由浅入深。同一类型题目往往选取多个，以便于教学中挑选。

由于习题类型比较全面，难易都有，故既适于教师参考，也适于工科学生，工大、电大学生，函授生以及工科研究生考生学习参考之用。

原书静力学部分，工程单位制与国际单位制并用；动力学部分则采用国际单位制。本习题解答在单位制方面仍与原书保持一致。各题图号，除原书附图仍保留原图号外，做题解时新加的图则按题号编号，例如题3—10解中所加的图，编号即为图3—10。若一题中所加的图不止一个，则分别顺次标为(a)、(b)、(c)等。

编写本习题解答的主要目的，是为使用本教材的教学人员提供方便。因此，题解中一般只给出一些必要的步骤，中间过程则从略。为了节省篇幅，各题答案不再用文字另加说明。

除第一章习题中画受力图的题未做解答，第五章习题中仅做了三题的解答外，其余各个习题都做了解答，少量的习题还给出了两种解法。

参加本习题解答工作的有张宝珍（第十二、十三章），方景阳（第二、三章），高淑英（第一、四、五、十五、十六章），江晓崙（第十七章），季景兰（第十、十一、十八章），王凤臣（第十四章），邱秉权（第六、七章），张络（第八、九章）等同志。高淑英、季景兰同志将全部题解初校了一遍，付印前又由黄安基、舒仲周、江晓崙同志负责校阅过，其中江晓崙校阅第一至七章，黄安基校阅第八至十三章，舒仲周校阅第十四至十八章。熊光同志担任了部分抄写工作。限于我们的水平，各题的思路和解法不一定都很理想。因参加解题的人数较多，在笔调、符号、书写格式等方面也会存在着不一致的地方。加之时间比较紧迫，缺点错误一定不少，请读者多加指正。

编 者

一九八一年二月

目 录

(上 册)

静 力 学

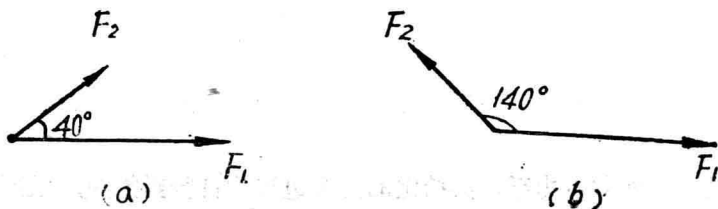
第一章	力的基本性质 质点静力学	(1)
第二章	刚体静力学 (一)	(22)
第三章	物体系的平衡	(58)
第四章	摩擦	(104)
第五章	图解静力学基础	(136)
第六章	刚体静力学 (二)	(139)
第七章	重心	(169)

运 动 学

第八章	点的运动学	(203)
第九章	刚体的移动和定轴转动	(235)
第十章	点的复合运动	(251)
第十一章	刚体的平面运动	(275)

第一章 力的基本性质、质点静力学

1-1 已知 $F_1 = 100\text{N}$, $F_2 = 50\text{N}$ 。在 $\vec{F}_1$ 和 $\vec{F}_2$ 之间的夹角分别为 40° 和 140° 的两种情况下, 试用几何法求 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 的合力。由所得结果看, 合力是否一定比分力大? 为什么?



题 1-1 图

〔解〕 取 $1\text{cm} = 25\text{N}$ 为比例尺。

(a) 作力三角形 (图 1-1 a), 则 $\vec{ob}$ 为 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 的合力 $\vec{R}$

量得 $ob = 5.68\text{cm}$, $\theta = 13.1^\circ$ (答)

则 $R = 142\text{N}$ (答)

(b) 作力三角形 (图 1-1 b), 则 $\vec{ob}$ 为 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 的合力 $\vec{R}$

量得 $ob = 2.8\text{cm}$, $\theta = 27.5^\circ$ (答)

则 $R = 70\text{N}$ (答)

由所得结果可看出合力不一定比分力大。

1-2 螺栓上作用有 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 、 $\vec{F}_3$ 三力, 方向如图示, 大小分别为 $F_1 = 400\text{N}$, $F_2 = 500\text{N}$, $F_3 = 600\text{N}$ 。用几何法求这三力的合力。

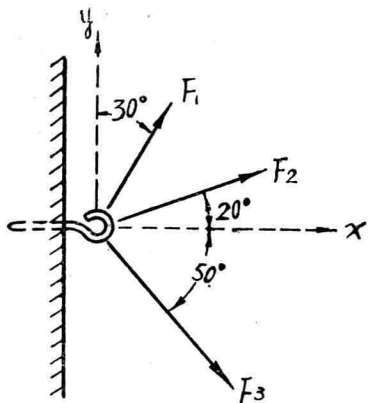
〔解〕 取 $1\text{cm} = 200\text{N}$ 为比例尺作力多边形如图 1-2, 则 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 、 $\vec{F}_3$ 的合力 $\vec{R}$ 为 $\vec{oc}$,

量得 $oc = 5.3\text{cm}$, 则 $R = 1057\text{N} = 1.057\text{kN}$

(答)

$\theta = 3^\circ 08'$

(答)



题 1-2 图

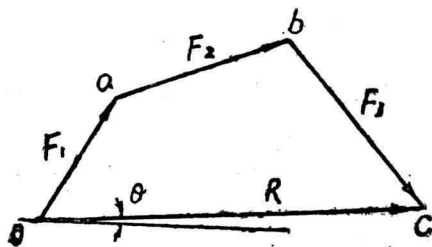


图 1-2

1-3 由一平面共点力系画出的力多边形如图所示。求(a) $\vec{P}_1$ 和 $\vec{P}_2$ 的合力；(b) $\vec{P}_1$ 和 $\vec{P}_5$ 的合力；(c) $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 和 $\vec{P}_3$ 的合力是否等于 $\vec{P}_4$ 和 $\vec{P}_5$ 的合力；(d)将 $\vec{P}_1$ 沿AE和BE方向分解为两个分力；(e)将 $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 和 $\vec{P}_3$ 的合力沿AE和DE方向分解为两个分力；(f)原力系是否平衡？

〔解〕 由图 1-3a 可知，

(a) $\vec{P}_1$ 和 $\vec{P}_2$ 的合力为 $\vec{AC}$ （虚线）。

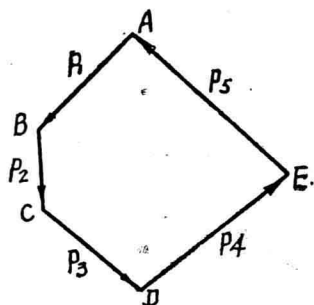
(b) $\vec{P}_1$ 与 $\vec{P}_5$ 的合力为 $\vec{EB}$ （点划线）。

(c) $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 和 $\vec{P}_3$ 的合力为 $\vec{AD}$ ； $\vec{P}_4$ 和 $\vec{P}_5$ 的合力为 $\vec{DA}$ ，说明 $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 、 $\vec{P}_3$ 的合力与 $\vec{P}_4$ 、 $\vec{P}_5$ 的合力大小相等方向相反。

(d) 由图 1-3b 可知， $\vec{P}_1$ 沿AE和BE方向分解时两个分力为 $\vec{AE}$ 、 $\vec{EB}$ （虚线）。

(e) 由图 1-3b 可知， $\vec{P}_1$ 、 $\vec{P}_2$ 和 $\vec{P}_3$ 的合力 $\vec{AD}$ 沿AE和DE方向分解为 $\vec{AE}$ 、 $\vec{ED}$ （点划线）。

(f) 原力系是一平面共点力系，其给定的力多边形为自行封闭的，故原力系是平衡的，



题 1-3 图

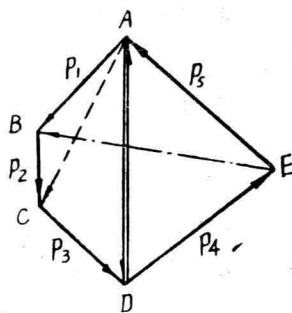


图 1-3(a)

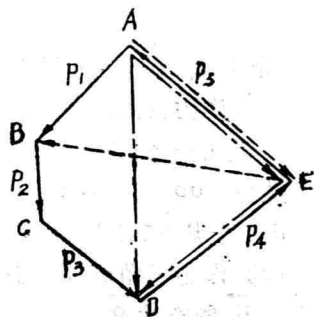


图 1-3(b)

1-4 试求图示各力在x、y轴上的投影，已知 $P_1 = 100\text{ N}$ ， $P_2 = 80\text{ N}$ ， $P_3 = 100\text{ N}$ ， $P_4 = 50\text{ N}$ ，各力方向如图，其中 $\vec{P}_2$ 平行于y轴， $\vec{P}_4$ 平行于x轴。由此总结出，求力在坐标轴上投影时，其大小和正负号应怎样确定。

〔解〕 $P_{1x} = -P_1 \cos 30^\circ = -100 \times 0.866$

$$= -86.6\text{ N} \quad (\text{答})$$

$$P_{1y} = -P_1 \sin 30^\circ = -100 \times \frac{1}{2}$$

$$= -50\text{ N} \quad (\text{答})$$

$$P_{2x} = 0 \quad (\text{答})$$

$$P_{2y} = P_2 = 80\text{ N} \quad (\text{答})$$

$$P_{3x} = P_3 \cos 10^\circ = 100 \times 0.9848$$

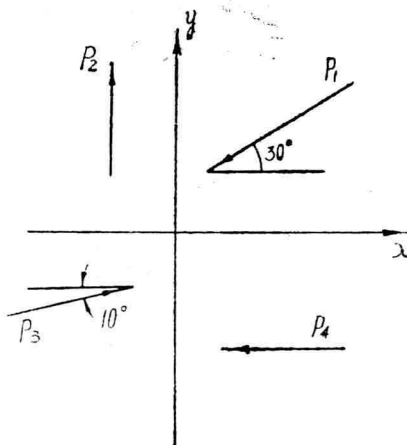
$$= 98.5\text{ N} \quad (\text{答})$$

$$P_{3y} = P_3 \sin 10^\circ = 100 \times 0.1736$$

$$= 17.36\text{ N} \quad (\text{答})$$

$$P_{4x} = -P_4 = -50\text{ N} \quad (\text{答})$$

$$P_{4y} = 0 \quad (\text{答})$$



题 1-4 图

总结:

通常选取力与坐标轴之间的锐角来计算力在该轴上投影的大小与正负。设力 $\vec{P}$ 与坐标轴 x 轴的夹角为 α (锐角)、 β (钝角) 如下图。

$$\text{则 } P_x = \begin{cases} +P \cos \alpha & \text{——当力 } \vec{P} \text{ 与 } x \text{ 轴的正向的夹角 } \alpha \text{ 为锐角时;} \\ -P \cos \alpha & \text{——当力 } \vec{P} \text{ 与 } x \text{ 轴的负向的夹角 } \alpha \text{ 为锐角时。} \end{cases}$$

1—5 可沿铅垂杆滑动的环上作用有三个力, 其中 $F_1 = 2.4 \text{ kN}$, $F_2 = 1.6 \text{ kN}$, 方向如图, 而 $\vec{F}_3$ 力的方向是可以改变的。若给定 (a) $F_3 = 4.8 \text{ kN}$, (b) $F_3 = 2.8 \text{ kN}$, 如果可能的话, 求 $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 和 $\vec{F}_3$ 三个力的合力成为水平时 $\vec{F}_3$ 力的方向。

〔解〕 受力图如图 1—5, 由题意要求 $R_y = 0$, 即

$$R_y = \sum F_y = F_1 + F_2 \cos 60^\circ - F_3 \cos \alpha = 0 (*)$$

(a) 当 $F_3 = 4.8 \text{ kN}$ 时, 由 (*) 得

$$2.4 + 1.6 \times \frac{1}{2} = 4.8 \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = \frac{3.2}{4.8} = 0.667$$

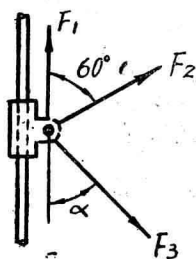
$$\therefore \alpha = 48.2^\circ \quad (\text{答})$$

(b) 当 $F_3 = 2.8 \text{ kN}$ 时, 由 (*) 得

$$2.4 + 1.6 \times \frac{1}{2} - 2.8 \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = \frac{3.2}{2.8} = 1.143$$

所得 $\cos \alpha > 1$, 故合力不可能成水平方向。 (答)



题 1—5 图

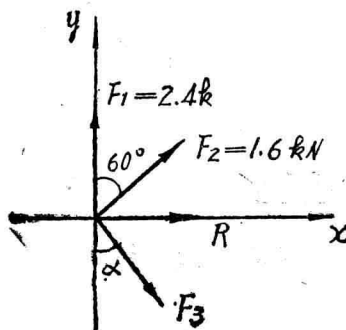


图 1—5

1—6 求题 1—2 图中三个力的合力在 x 、 y 轴上的投影, 并求合力在 $\vec{F}_2$ 力及其垂直方向上的投影。

$$\begin{aligned} \text{〔解〕} \quad R_x &= \sum F_x \\ &= F_1 \cos 60^\circ + F_2 \cos 20^\circ + F_3 \cos 50^\circ \\ &= 400 \times 0.5 + 500 \times 0.9397 + 600 \times 0.6428 \\ &= 1056 \text{ N} = 1.056 \text{ kN} \end{aligned}$$

(答)

$$\begin{aligned}
 R_y &= \sum F_y \\
 &= F_1 \sin 60^\circ + F_2 \sin 20^\circ - F_3 \sin 50^\circ \\
 &= 400 \times 0.866 + 500 \times 0.342 - 600 \times 0.766 \\
 &= 57.8 \text{ N} = 0.0578 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(答)

取 x' 轴沿 $\vec{F}_2$ 方向, y' 轴即 $\perp \vec{F}_2$ 方向, 故

$$\begin{aligned}
 R_{x'} &= R_x \cos 20^\circ + R_y \sin 20^\circ \\
 &= 1.056 \times 0.9397 + 0.0578 \times 0.342 \\
 &= 1.012 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(答)

$$\begin{aligned}
 R_{y'} &= R_y \cos 20^\circ - R_x \sin 20^\circ \\
 &= 0.0578 \times 0.9397 - 1.056 \times 0.342 \\
 &= -0.307 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(答)

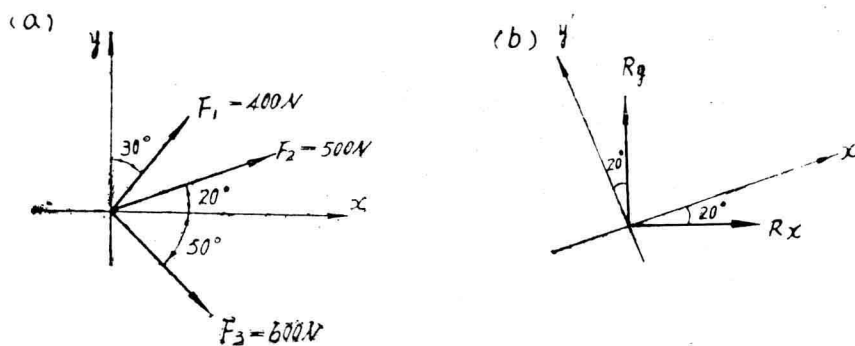
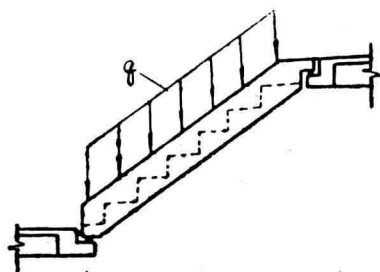


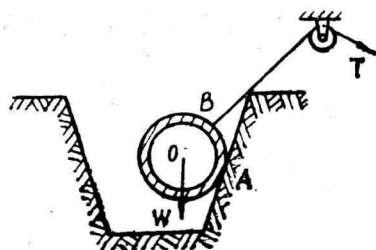
图 1-6

以下从 (1-7) 到 (1-16) 的解从略。

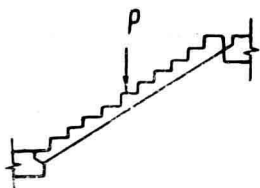
1-7 画下列各构件的受力图。



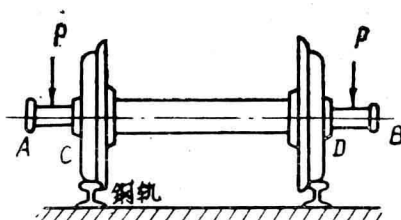
(a) 楼梯



(b) 管道



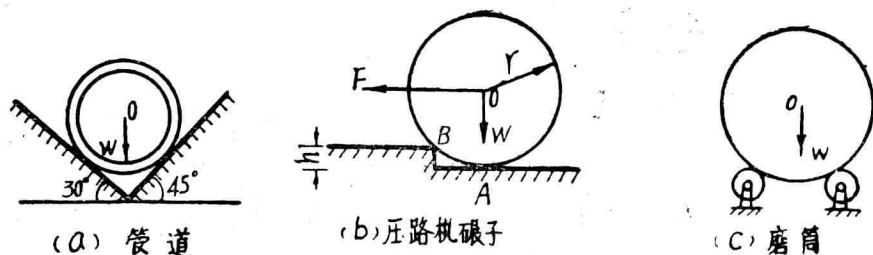
(c) 楼梯



(d) 轮对

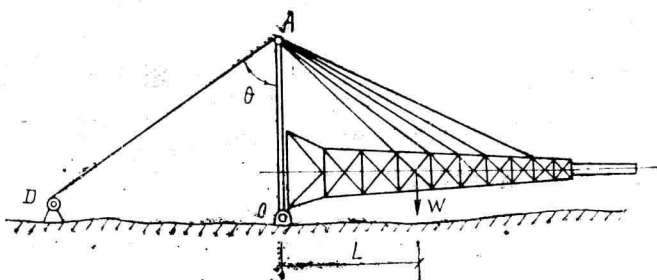
题 1-7 图

1—8 画下列各物体的受力图。



题 1—8 图

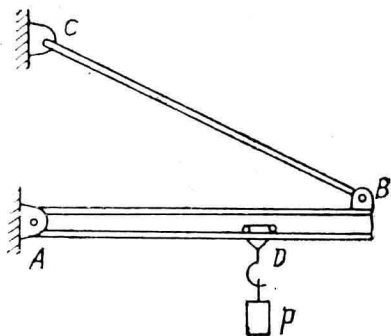
1—9 画电视塔（包括人字架OA）的受力图。电视塔正在起板中，塔身连同人字架OA重 W ，O 为铰链，AD 为拉索。



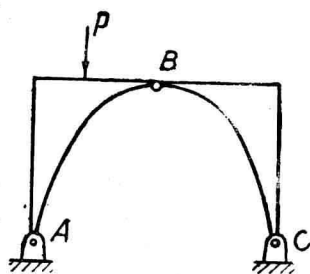
题 1—9 图

1—10 图示一悬臂式吊车，A、B、C 三点用铰链联结，BC 是一根拉杆。吊起的重物重 P 。分析拉杆 BC 和吊车横梁 AB 的受力情况。

1—11 图示一三铰拱，A、B、C 三处是铰链约束， $\vec{P}$ 为荷载。试分别画出 AB 和 BC 两部分的受力图。



题 1—10 图

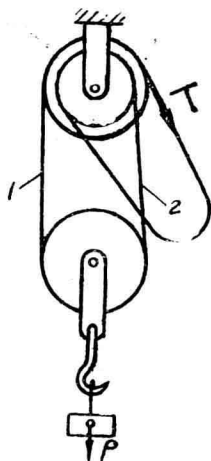


题 1—11 图

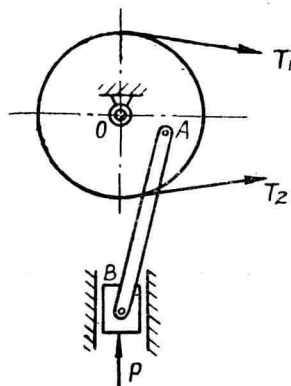
1—12 图示一提升用的滑轮系统， $\vec{P}$ 为重力， $\vec{T}$ 为拉力，设将绳索 1 和 2 切开，试分别画出上下两个滑轮的受力图。

1—13 分别画出冲头 B、连杆 AB 及皮带轮 O 的受力图。

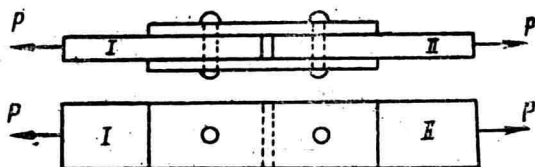
1—14 钢桁架桥中，通常用螺栓或铆钉联接杆件。为了将 I、II 两块钢板联接起来，另外加了两块小的联接板，并在两头各用若干个铆钉加以联接。为了说明问题的方便，设每头只用一个铆钉。试分析左边一个铆钉受力情况，铆钉自重不计。



题 1-12 图



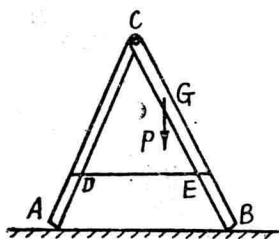
题 1-13 图



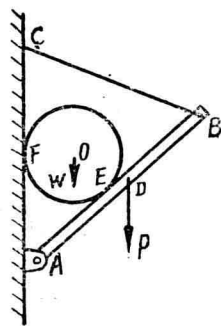
题 1-14 图

1-15 作图示梯子 ACB，杆件 AC、BC 及绳 DE 的受力图，各杆的自重都忽略不计，地面设为光滑的。

1-16 图示一小型管道支架。P 为支杆 AB 的重量，CB 为绳索，其重量可不计，W 为管道重量。试作支杆 AB 及管道的受力图。设接触面 E、F 都是光滑的。



题 1-15 图



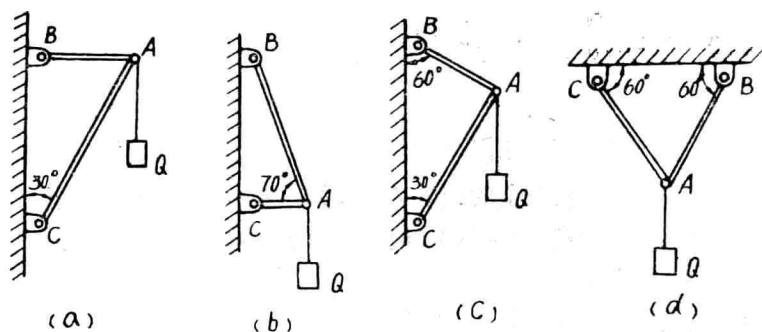
题 1-16 图

1-17 支架由 AB、AC 杆组成，A、B、C 三处都是铰接，在 A 点悬挂重量为 Q 的重物。试求在图示四种情况下，AB、AC 杆受力的大小和拉压情况。杆的自重忽略不计。

〔解〕 所有杆件均为二力杆件，其内力均以拉力表示，计算结果若为负值时，说明杆件内力为压力（以后遇到这种情况皆不再说明）。

(a) 取节点 A，受力图如图 1-17a。

$$\sum F_y = 0, S_{AC} \cos 30^\circ + Q = 0$$



题 1-17 图

$$S_{AC} = \frac{-Q}{\cos 30^\circ} = \frac{-Q}{0.866} = -1.155 Q \quad (\text{答})$$

$$\Sigma F_x = 0, S_{AB} + S_{AC} \sin 30^\circ = 0$$

$$S_{AB} = -S_{AC} \sin 30^\circ = -\left(-\frac{Q}{0.866}\right) \times \frac{1}{2} = 0.577 Q \quad (\text{答})$$

(b) 取节点A, 受力图如图1-17b

$$\Sigma F_y = 0, S_{AB} \sin 70^\circ - Q = 0$$

$$S_{AB} = \frac{Q}{0.9396} = 1.064 Q \quad (\text{答})$$

$$\Sigma F_x = 0, S_{AC} + S_{AB} \cos 70^\circ = 0$$

$$S_{AC} = -1.064 Q \times 0.342 = -0.364 Q \quad (\text{答})$$

(c) 取节点A, 受力图如图1-17c

$$\Sigma F_y = 0, Q \cos 30^\circ + S_{AC} = 0$$

$$S_{AC} = -0.866 Q \quad (\text{答})$$

$$\Sigma F_x = 0, S_{AB} - Q \sin 30^\circ = 0$$

$$S_{AB} = 0.5 Q \quad (\text{答})$$

(d) 取节点A, 受力图如图1-17d

$$\Sigma F_x = 0, S_{AB} \cos 60^\circ - S_{AC} \cos 60^\circ = 0$$

$$S_{AB} = S_{AC}$$

$$\Sigma F_y = 0, S_{AB} \sin 60^\circ + S_{AC} \sin 60^\circ - Q = 0$$

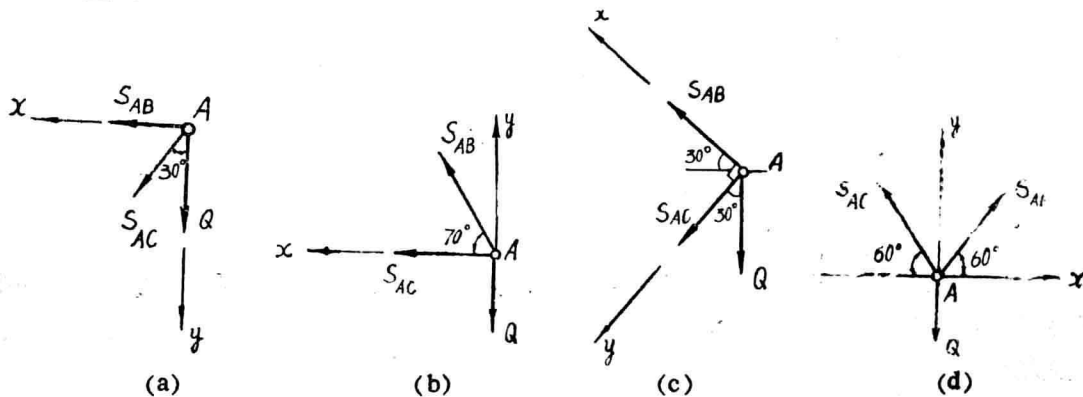


图 1-17

$$S_{AB} = \frac{Q}{2 \sin 60^\circ} = 0.577 Q$$

(答)

$$\therefore S_{AC} = 0.577 Q$$

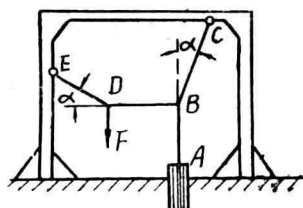
(答)

1—18 因拔桩需要很大的力,所以在工地上常常用图示的机构进行拔桩。绳索在E、C两点拴在架子上,在B点与拴在桩上的绳索AB联结,在D点加一铅垂向下的力 $\vec{F}$ 。设AB可视为铅垂,DB可视为水平,并知 $\alpha = 0.1 \text{ rad}$, $F = 0.8 \text{ kN}$,试求在绳AB中产生的拔桩力T(当 α 很小时, $\text{tg } \alpha = \alpha$)。

〔解〕 取节点D, 受力图见图1—18 a

$$\sum F_y = 0, T_{ED} \sin \alpha - F = 0$$

$$T_{ED} = \frac{F}{\sin \alpha} \quad (1)$$



题 1—18 图

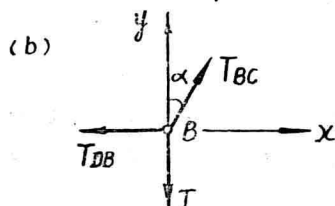
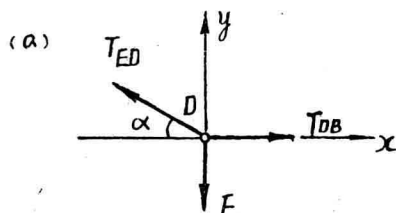


图 1—18

$$\sum F_x = 0, T_{DB} - T_{ED} \cos \alpha = 0 \quad (2)$$

将①代入②得

$$T_{DB} = F \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = F \text{ctg } \alpha \quad (3)$$

取节点B, 受力图见图1—18 b

$$\sum F_x = 0, T_{DB} - T_{BC} \sin \alpha = 0$$

$$T_{BC} = \frac{T_{DB}}{\sin \alpha} \quad (4)$$

$$\sum F_y = 0, T_{BC} \cos \alpha - T = 0$$

$$T = T_{BC} \cos \alpha$$

将④代入上式

$$T = T_{DB} \text{ctg } \alpha$$

将③代入上式

$$T = F \text{ctg}^2 \alpha = \frac{0.8}{(0.1)^2} = 80 \text{ kN} \quad (\text{答})$$

1—19 绳索AC与BC联结于C, C点作用有一1.2kN的力和另一力 $\vec{P}$, 力的方向如图。

(a) 若 $P = 1 \text{ kN}$ 时, 求绳索AC和BC中的拉力; (b) 若绳索AC和BC保持受拉, 问 $\vec{P}$ 力应多大。

〔解〕 取C节点, 受力图如图1—19

(a) 若 $P = 1 \text{ kN}$ 时,

$$\sum F_y = 0, P \sin \theta + T_{AC} \sin 60^\circ - 1.2 = 0$$

$$T_{AC} = \frac{1.2 - P \sin \theta}{\sin 60^\circ} \quad (1)$$

故

$$T_{AC} = \frac{1.2 - 1 \times \frac{4}{5}}{0.866} = 0.462 \text{ kN} \quad (\text{答})$$

$$\sum F_x = 0, -T_{AC} \cos 60^\circ - T_{BC} + P \cos \theta = 0$$

$$T_{BC} = P \cos \theta - T_{AC} \cos 60^\circ \quad (2)$$

故 $T_{BC} = 1 \times \frac{3}{5} - 0.462 \times \frac{1}{2} = 0.369 \text{ kN} \quad (\text{答})$

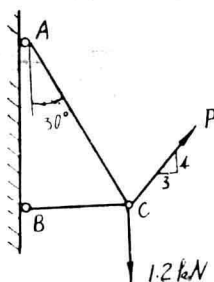
(b) 若绳索 AC 和 BC 保持受拉

则由式①得

$$T_{AC} = \frac{1.2 - P \sin \theta}{\sin 60^\circ} \geq 0$$

故 $1.2 - P \sin \theta \geq 0$

$$P \leq \frac{1.2}{\sin \theta} = \frac{1.2}{\frac{4}{5}} = 1.5 \text{ kN}$$



题 1—19 图

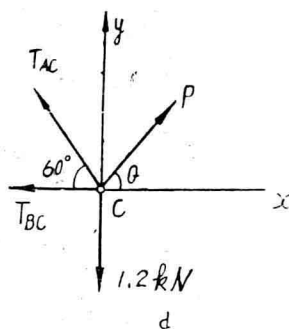


图 1—19

由式②得

$$T_{BC} = P \cos \theta - T_{AC} \cos 60^\circ = P \times \frac{3}{5} - \frac{1.2 - P \sin \theta}{\sin 60^\circ} \cos 60^\circ \geq 0$$

$$\therefore P \times \frac{3}{5} - \frac{1.2 - P \times \frac{4}{5}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \times \frac{1}{2} \geq 0$$

$$\frac{3\sqrt{3} + 4}{5\sqrt{3}} P \geq \frac{1.2}{\sqrt{3}}$$

$$P \geq \frac{1.2 \times 5}{3\sqrt{3} + 4} = 0.652 \text{ kN}$$

故 $0.652 \text{ kN} \leq P \leq 1.5 \text{ kN}$

1-20 匀速起吊预制梁如图, 如要求绳索 AB、BC 的拉力不比 $\frac{W}{2}$ 大 20%, 问 α 角应在什么范围内?

〔解〕 取 AC 梁, 受力图如图 1-20

$$\sum F_x = 0, T_{AB} \cos \alpha - T_{BC} \cos \alpha = 0$$

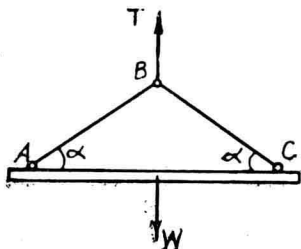
$$T_{AB} = T_{BC}$$

$$\sum F_y = 0, T_{AB} \sin \alpha + T_{BC} \sin \alpha - W = 0$$

$$T_{AB} = \frac{W}{2 \sin \alpha}$$

由题意知

$$T_{AB} \leq \frac{1}{2} W (1 + 20\%)$$



题 1-20 图

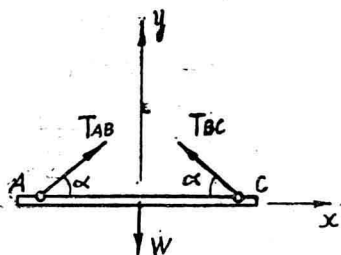


图 1-20

$$\therefore \frac{W}{2 \sin \alpha} \leq \frac{1}{2} W (1 + 0.2)$$

$$\sin \alpha \geq \frac{1}{1.2} = 0.8333$$

$$\alpha \geq 56.4^\circ$$

(答)

1-21 用绳索匀速吊装质量为 2t 的物体, 求钢索 AB 和 AC 的拉力。

〔解〕 由题 1-21 图知

$$T = P = 2 \times 9.81 \text{ kN}$$

取节点 A, 受力图如图 1-21。

$$\sum F_x = 0, T_{AC} \sin 40^\circ - T_{AB} \sin 60^\circ = 0$$

$$T_{AB} = \frac{\sin 40^\circ}{\sin 60^\circ} T_{AC}$$

(*)

$$\sum F_y = 0, T_{AC} \cos 40^\circ + T_{AB} \cos 60^\circ - T = 0$$

将(*)代入上式得

$$T_{AC} \cos 40^\circ + \frac{\sin 40^\circ \cos 60^\circ}{\sin 60^\circ} T_{AC} = T$$

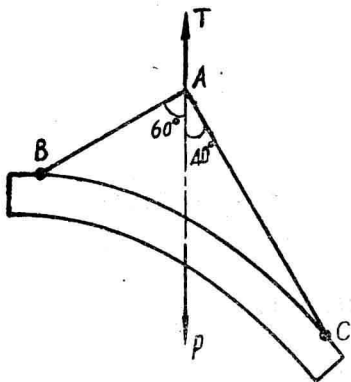
$$T_{AC} = \frac{P \sin 60^\circ}{\sin(40^\circ + 60^\circ)} = \frac{2 \times 0.866 \times 9.81}{0.9848} = 17.25 \text{ kN}$$

(答)

代入(*)

$$T_{AB} = 17.25 \frac{0.6428}{0.866} = 12.80 \text{ kN}$$

(答)



题 1—21 图

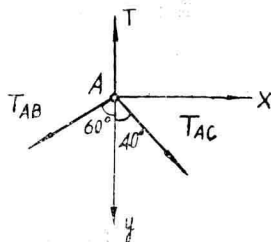
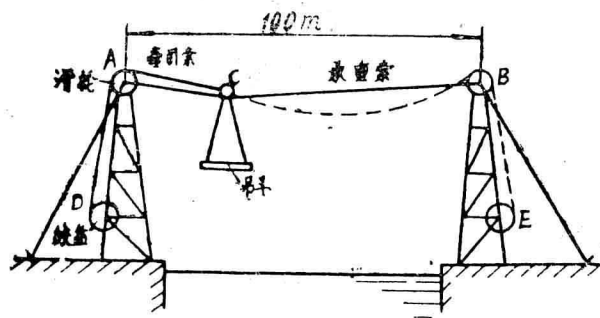


图 1—21

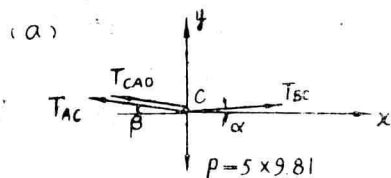
1—22 架空索道以吊斗运物料过河，吊斗用小滑车 C 挂在承重钢索 ACB 上，承重钢索的两端固定在塔顶 A、B 处。如欲将小滑车 C 拉向左岸，则利用一跨过滑轮 A 而绕在绞盘 D 上的牵引钢索 CAD，如欲将小滑车拉向右岸，则可利用一跨过滑轮 B 而绕在绞盘 E 上的牵引钢索 CBE。A、B 两点在同一水平线上，距离 AB = 100m，承重钢索 ACB 长 102m，小滑车 C 及吊重的质量共 5 t。如略去承重索和牵引索的质量以及小滑车 C 沿承重索的摩擦，求当 AC = 20m 时，牵引索 CAD 以及承重索 AC 和 CB 各受到多大的拉力。

提示：承重索 ACB 上是滑车，故 AC 段和 BC 段的拉力相等，滑车 C 及滑轮 A 的半径均可忽略不计。

〔解〕 取 C 节点，其受力图如图 1—22a。先求 α 、 β 角，在几何关系 (图 1—22 b) 中应用余弦定律得



题 1—22 图



(b)

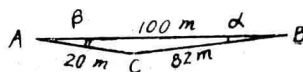


图 1—22

$$CB^2 = AC^2 + AB^2 - 2AC \times AB \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{100^2 + 20^2 - 82^2}{2 \times 20 \times 100} = 0.919$$

$$\beta = 23.2^\circ$$

$$AC^2 = BC^2 + AB^2 - 2 \times BC \times AB \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{100^2 + 82^2 - 20^2}{2 \times 82 \times 100} = 0.99536$$

$$\alpha = 5.52^\circ$$

由题意知 $T_{AC} = T_{BC}$

$$\sum F_x = 0, T_{BC} \cos \alpha - (T_{CAD} + T_{AC}) \cos \beta = 0$$

$$\begin{aligned} \therefore T_{CAD} &= \frac{(\cos \alpha - \cos \beta)}{\cos \beta} T_{BC} = \frac{\cos 5.52^\circ - \cos 23.2^\circ}{\cos 23.2^\circ} T_{BC} \\ &= \frac{0.99536 - 0.919}{0.919} T_{BC} = 0.08309 T_{BC} \end{aligned}$$

$$\sum F_y = 0, (T_{CAD} + T_{AC}) \sin \beta + T_{BC} \sin \alpha - P = 0$$

$$T_{BC} (1 + 0.08309) \sin 23.2^\circ + T_{BC} \sin 5.52^\circ = P$$

$$T_{BC} = \frac{5 \times 9.81}{1.08309 \times 0.3939 + 0.09619} = 93.8 \text{ kN} \quad (\text{答})$$

$$\therefore T_{AC} = 93.8 \text{ kN} \quad (\text{答})$$

$$T_{CAD} = 0.08309 \times 93.8 = 7.79 \text{ kN} \quad (\text{答})$$

1-23 已知 $F_1 = 2.5 \text{ kN}$, $F_2 = 3 \text{ kN}$, 二力方向如图。分别求 (a) $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 两力在 x 、 y 、 z 轴上的投影; (b) $\vec{F}_1$ 、 $\vec{F}_2$ 两力的方向角 α 、 β 、 γ 。

〔解〕

$$\begin{aligned} \text{(a)} \quad F_{1x} &= -F_1 \cos 60^\circ \sin 25^\circ \\ &= -2.5 \times 0.5 \times 0.4226 \\ &= -0.528 \text{ kN} \end{aligned} \quad (\text{答})$$

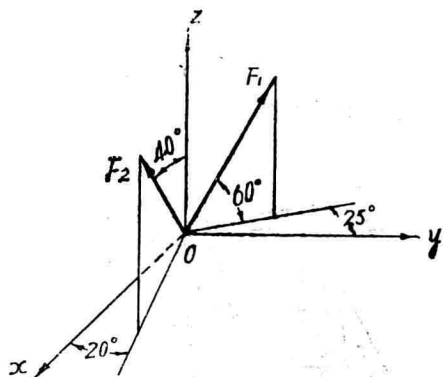
$$\begin{aligned} F_{1y} &= F_1 \cos 60^\circ \cos 25^\circ \\ &= 2.5 \times 0.5 \times 0.9063 \\ &= 1.133 \text{ kN} \end{aligned} \quad (\text{答})$$

$$\begin{aligned} F_{1z} &= F_1 \sin 60^\circ \\ &= 2.5 \times 0.866 \\ &= 2.17 \text{ kN} \end{aligned} \quad (\text{答})$$

$$\begin{aligned} F_{2x} &= F_2 \sin 40^\circ \cos 20^\circ \\ &= 3 \times 0.6428 \times 0.9397 \\ &= 1.812 \text{ kN} \end{aligned} \quad (\text{答})$$

$$F_{2y} = F_2 \sin 40^\circ \sin 20^\circ = 3 \times 0.6428 \times 0.342 = 0.66 \text{ kN} \quad (\text{答})$$

$$F_{2z} = F_2 \cos 40^\circ = 3 \times 0.766 = 2.3 \text{ kN} \quad (\text{答})$$



题 1-23 图

$$(b) F_{1x} = F_1 \cos \alpha_1$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{F_{1x}}{F_1} = \frac{-0.528}{2.5} = -0.2112$$

$$\alpha_1 = 102.2^\circ \quad (\text{答})$$

$$\cos \beta_1 = \frac{F_{1y}}{F_1} = \frac{1.133}{2.5} = 0.4532$$

$$\beta_1 = 63.1^\circ \quad (\text{答})$$

$$\cos \gamma_1 = \frac{F_{1z}}{F_1} = \frac{2.5 \sin 60^\circ}{2.5} = \cos 30^\circ$$

$$\gamma_1 = 30^\circ \quad (\text{答})$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{F_{2x}}{F_2} = \frac{1.812}{3} = 0.604$$

$$\alpha_2 = 52.8^\circ \quad (\text{答})$$

$$\cos \beta_2 = \frac{F_{2y}}{F_2} = \frac{0.66}{3} = 0.22$$

$$\beta_2 = 77.3^\circ \quad (\text{答})$$

$$\cos \gamma_2 = \frac{F_{2z}}{F_2} = \frac{F_2 \cos 40^\circ}{F_2} = \cos 40^\circ$$

$$\gamma_2 = 40^\circ \quad (\text{答})$$

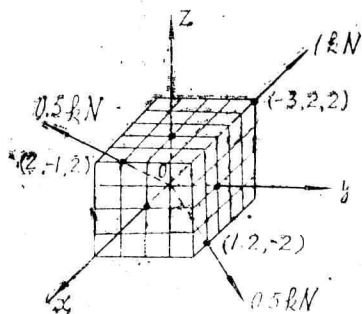
1—24 三力作用于O点，其大小与方向如图所示，图中坐标的单位为厘米，求此力系的合力。

〔解〕

$$\begin{aligned} R_x &= 0.5 \times \frac{2}{\sqrt{2^2 + (-1)^2 + 2^2}} \\ &+ 0.5 \times \frac{1}{\sqrt{1^2 + 2^2 + (-2)^2}} \\ &+ 1 \times \frac{(-3)}{\sqrt{(-3)^2 + 2^2 + 2^2}} \\ &= -0.2276 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_y &= 0.5 \times \frac{-1}{\sqrt{2^2 + (-1)^2 + 2^2}} \\ &+ 0.5 \times \frac{2}{\sqrt{1^2 + 2^2 + (-2)^2}} + 1 \times \frac{2}{\sqrt{(-3)^2 + 2^2 + 2^2}} = 0.6517 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_z &= 0.5 \times \frac{2}{\sqrt{2^2 + (-1)^2 + 2^2}} + 0.5 \times \frac{-2}{\sqrt{1^2 + 2^2 + (-2)^2}} \\ &+ 1 \times \frac{2}{\sqrt{(-3)^2 + 2^2 + 2^2}} = 0.4851 \text{ kN} \end{aligned}$$



题 1—24 图