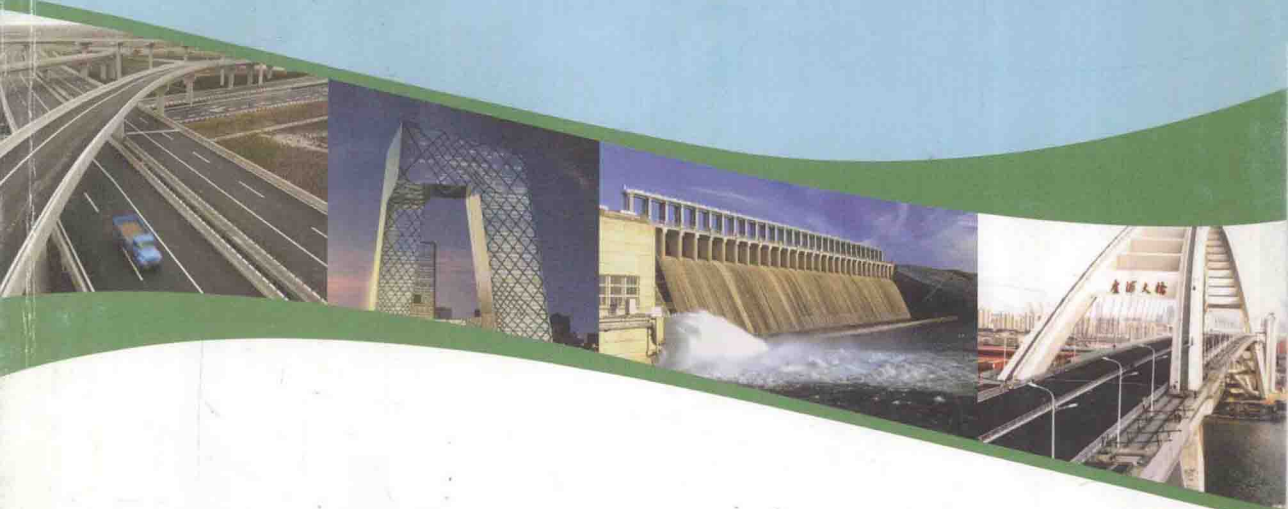


中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书



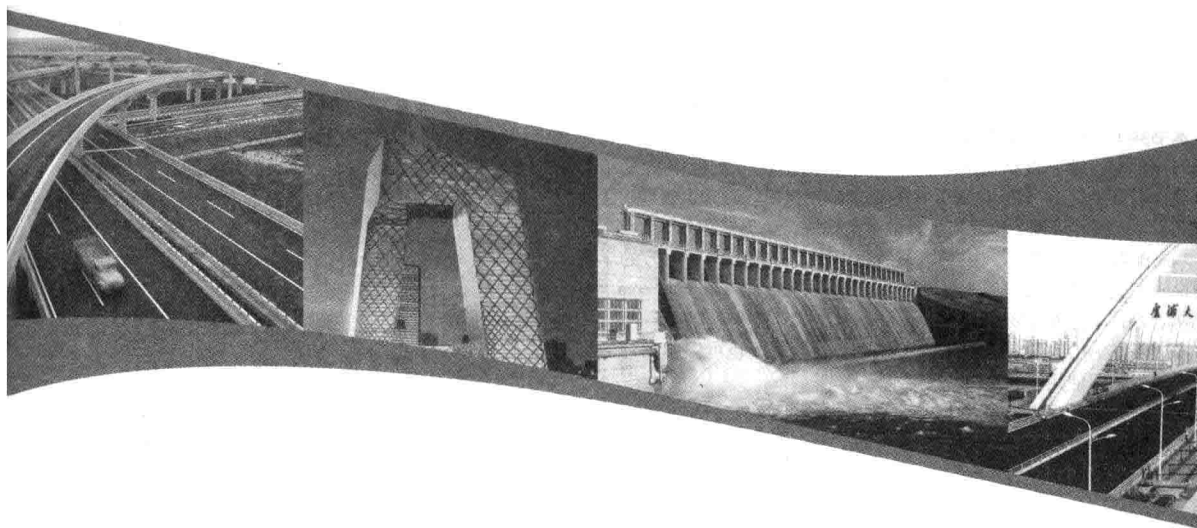
土木工程力学基础 学习指导与练习

主编 王仁田



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学



土木工程力学基础 学习指导与练习

Tumu Gongcheng Lixue Jichu Xuexi Zhidao yu Lianxi

主编 王仁田



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书与中等职业教育课程改革国家规划新教材《土木工程力学基础》(多学时:王仁田、李怡主编;少学时:韩萱、万静主编)配套使用。

本书共7个单元,主要内容包括:力和受力图、平面力系的平衡、直杆轴向拉伸和压缩、直梁弯曲、受压构件的稳定性、工程中常见结构简介、综合提升演练。前6个单元中的每个单元包括基础知识梳理、工程应用探究、对点基础训练、单元质量评估4个模块,第7单元为综合练习。

本书配套学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”,可上网学习并下载教学资源。

本书可作为中等职业学校土木工程类专业教材,也可供参加对口升学考试的学生复习使用。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程力学基础学习指导与练习/王仁田主编. —北京:高等教育出版社, 2011.2 (2012.5重印)

ISBN 978-7-04-031411-3

I. ①土… II. ①王… III. ①土木工程-工程力学-专业学校-教学参考资料 IV. ①TU311

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第007187号

策划编辑 梁建超 责任编辑 张玉海 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉
版式设计 马敬茹 责任校对 殷然 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 涿州市京南印刷厂
开本 787×1092 1/16
印张 6.75
字数 160 000
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版次 2011年2月第1版
印次 2012年5月第5次印刷
定价 11.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 31411-00

前 言

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材《土木工程力学基础》(多学时:王仁田、李怡主编;少学时:韩萱、万静主编)的配套学习辅导用书。本书依据教育部 2009 年颁布的中等职业学校《土木工程力学基础教学大纲》,并参照国家相关职业标准和行业岗位技能鉴定规范编写。

本书共 7 个单元,主要内容包括:力和受力图、平面力系的平衡、直杆轴向拉伸和压缩、直梁弯曲、受压构件的稳定性、工程中常见结构简介、综合提升演练。前 6 个单元中的每个单元分别由基础知识梳理、工程应用探究、对点基础训练、单元质量评估 4 个模块组成,第 7 单元为综合练习。

本书设置工程应用探究,并在各单元对点基础训练和单元质量评估中含有工程应用题,突出以就业为导向、对接职业岗位要求的职业教育课程改革要求。第 7 单元为综合提升演练,既可作为学生自测题,亦可作为对口升学的模拟考试题,兼顾学生升学需要。

本书由王仁田主编,由韩萱主审,陈加超、於贻鹏和卢胜利参加了部分编写工作。

本书配套学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,登录“<http://sv.hep.com.cn>”或“<http://sve.hep.com.cn>”,可上网学习并下载教学资源。

鉴于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请同人和广大读者批评指正,以便进一步修改完善(读者意见反馈信箱:zz_dzyj@pub.hep.cn)。

编 者

2010 年 9 月

目 录

单元 1 力和受力图	1
一、基础知识梳理	1
二、工程应用探究	3
三、对点基础训练	5
四、单元质量评估	14
单元 2 平面力系的平衡	19
一、基础知识梳理	19
二、工程应用探究	20
三、对点基础训练	22
四、单元质量评估	29
单元 3 直杆轴向拉伸和压缩	34
一、基础知识梳理	34
二、工程应用探究	35
三、对点基础训练	36
四、单元质量评估	43
单元 4 直梁弯曲	48
一、基础知识梳理	48
二、工程应用探究	49
三、对点基础训练	50
四、单元质量评估	58
单元 5 受压构件的稳定性	62
一、基础知识梳理	62
二、工程应用探究	62
三、对点基础训练	63
四、单元质量评估	66
单元 6 工程中常见结构简介	69
一、基础知识梳理	69
二、工程应用探究	70
三、对点基础训练	72
四、单元质量评估	74
单元 7 综合提升演练	77
土木工程力学基础综合试卷(一)	77
土木工程力学基础综合试卷(二)	82

土木工程力学基础综合试卷(三)	87
土木工程力学基础综合试卷(四)	91
土木工程力学基础综合试卷(五)	96
参考文献	101

单元1 力和受力图

一、基础知识梳理

(一) 力

1. 力的定义

力是物体间的相互作用,这种作用引起物体的运动状态发生变化或使物体产生变形。

(1) 力都是一个物体对另一个物体的作用,力存在于两个物体之间。

(2) 力都是成对出现的。

2. 力对物体的作用效果

(1) 运动效果:使物体的运动状态发生变化。

(2) 变形效果:使物体产生变形。

3. 力的三要素

力的大小、方向和作用点称为力的三要素。力的大小是指物体间相互作用的强弱程度,力的方向是指力的作用线的方位和指向。

4. 力是矢量

力是既有大小又有方向的量。

(二) 静力学公理

1. 二力平衡公理

作用于同一个物体上的两个力,使物体处于平衡状态的条件是:二力等大、反向、共线。它说明了作用在一个物体上的两个力的平衡条件。

2. 作用与反作用公理

作用力与反作用力总同时存在,且二力总是等大、反向、共线,分别作用在两个相互作用的物体上。它揭示了物体间相互作用的关系,是物体间受力分析的基础。

3. 加减平衡力系公理

在作用于物体(不考虑变形)上的力系中,加上或减去一个平衡力系,并不改变原力系对物体的作用效果。它是力系等效代换的基础。

推论:作用在物体上的力可沿其作用线移动到物体的任一点,而不改变该力对物体的运动效果,这就是力的可传性原理。注意,力的可传性原理只适用于不考虑变形的物体。

4. 力的平行四边形法则

作用在物体上同一点的两个力,可以合成为一个合力,合力的作用点也在该点,合力的大小和方向用以两个分力为邻边所构成的平行四边形的对角线表示。它说明了两个汇交力合成的规律。

(三) 约束与约束力

1. 约束和约束力的概念

(1) 约束：限制物体运动的物体。

(2) 约束力：约束对被约束物体的作用力。约束力是被动力，其方向总是与约束所能限制的运动方向相反。

2. 常见约束和约束力

常见的约束和约束力如表 1-1 所示。

表 1-1 常见约束和约束力

约束名称	约束性能	约束简图	约 束 力		
			图示	方向	未知数个数
柔体约束	只能受拉不能受压			过接触点，沿柔体中心线，背离被约束物体	1
光滑接触面约束	限制沿垂直于光滑面方向并指向光滑面的运动，不限制沿光滑面或离开光滑面的运动			过接触点，沿垂直于接触面方向，指向被约束物体	1
链杆	限制沿链杆方向的移动，不限制其他方向的运动			沿链杆轴线方向，指向不定	1
可动铰支座	限制沿垂直于支承面方向的移动，不限制绕销钉的转动和沿支承面方向的移动			过销钉中心，垂直于支承面方向，指向不定	1
固定铰支座	限制移动，不限制绕销钉转动			过销钉中心，方向不定	2
圆柱铰链	限制移动，不限制绕销钉转动			过销钉中心，方向不定	2
固定端支座	限制移动和转动			除了水平约束力与竖向约束力外，还有一个力偶，方向均未知	3

(四) 受力图

受力图指在分离体(受力物体)上画出周围物体对它的全部作用力(包括主动力和约束力)的图形。

1. 画受力图的步骤

(1) 明确受力物体, 画出其相应简图。

(2) 画出全部主动力: 主动力一般是已知力。

(3) 画出全部约束力: 几处有约束? →属于何种约束? →相应的约束力如何画?

2. 画物体系统受力图的注意点

(1) 先找二力杆, 画出其受力图。

只在两点受力而处于平衡状态的杆件称为二力杆或二力构件。二力杆可能是直杆, 也可能是曲杆。

(2) 注意作用力与反作用力之间的关系。作用力与反作用力必等大、反向、共线。

(3) 注意内力和外力的区别。受力图只能画出外力, 不能画出内力。

(五) 荷载

1. 主动力

与约束力(被动力)相对应, 主动使物体运动或使物体有运动趋势的力叫做主动力。

2. 荷载

主动力在工程上叫做荷载。常见的荷载有:

集中荷载: 集中作用于构件上一点(作用在结构上的面积与结构的尺寸相比很小)的荷载。如重力 W 、拉力 F_T 等, 其单位为千牛顿(kN)、牛顿(N)。

均布线荷载: 沿构件轴线方向单位长度上均匀分布的荷载, 用 q 表示。如大梁的自重荷载(图 1-1a), 其单位为千牛顿/米(kN/m)、牛顿/米(N/m)。

力偶: 作用于同一个物体的两个大小相等、方向相反、不在同一直线上的平行力构成力偶, 用 (F, F') 表示, 力偶仅使物体产生转动, 其转动效果用力偶矩 M_e 表示。如汽车司机的双手给方向盘的两个力使方向盘产生转动(图 1-1b), 这两个力构成力偶, 其单位为千牛顿·米(kN·m)、牛顿·米(N·m)。

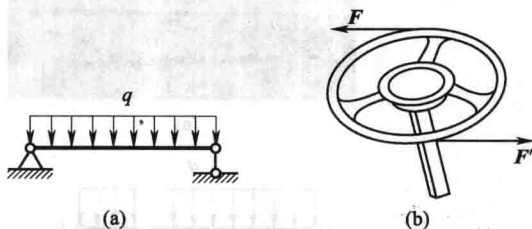


图 1-1

二、工程应用探究

(一) 计算简图

在土木工程的实际结构中, 结构的受力和变形情况往往很复杂, 完全根据实际进行计算非常困难, 有时甚至不可能, 同时过分追求精确计算, 也没有必要。因此在对结构进行受力分析之前对其进行简化, 用一种简化的图形来代替实际结构, 这种图形称为计算简图。计算简图既能反映实际结构的主要受力和变形性能, 又使计算大大简化, 是一种很实用的力学模型。计算简图的确定, 是正确绘制受力图的关键, 必须认真对待。

计算简图的简化, 主要包括构件、荷载、支座和结点的简化。

1. 构件的简化

通常情况下, 构件的截面尺寸比长度小得多, 在计算简图中通常用其轴线来表示。

2. 荷载的简化

在工程实际中, 荷载的作用方式是多种多样的。在计算简图中常常可将荷载作用在杆件的轴线上, 并简化为集中荷载和均布线荷载两种作用方式。

3. 支座的简化

根据构件的受力和变形特点, 结合支座的约束性能, 分别简化为可动铰支座、固定铰支座和固定端支座。

4. 结点的简化

结构中两个或两个以上的构件的连接处叫结点。实际结构中构件的连接形式很多, 在计算简图中一般可简化为铰结点和刚结点。采用圆柱铰链(限制各杆相对移动, 允许绕结点相对转动)连接的结点, 称为铰结点; 采用刚性(限制各杆相对移动和转动)连接的结点, 如现浇钢筋混凝土框架结构中的柱与梁之间的连接, 可简化为刚结点。

(二) 工程应用

工程实例 1: 某高速铁路桥梁如图 1-2a、b 所示, 试绘制桥梁的受力图。

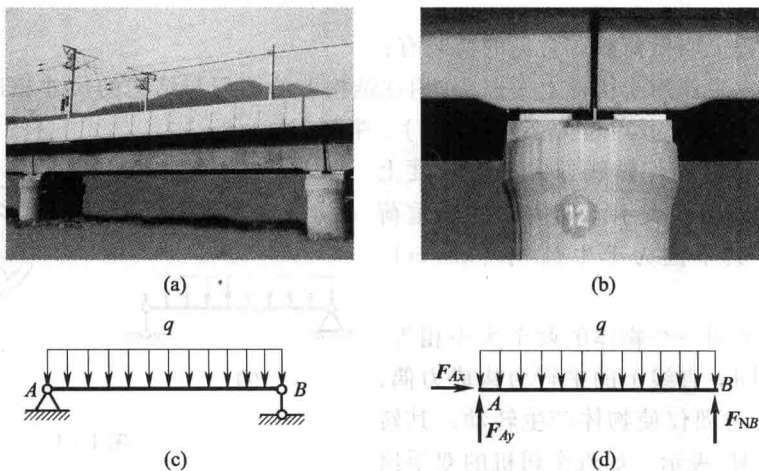


图 1-2

应用分析:

(1) 确定计算简图。桥梁支承在桥墩上, 其两端不可能产生垂直向下的移动, 但在桥梁弯曲变形时, 两端能够产生转动; 整个桥梁不可能在水平方向产生移动, 但在温度变化时, 桥梁端部能够产生热胀冷缩。所以桥梁一端设置为固定铰支座, 另一端设置为可动铰支座。桥梁可用其轴线代替, 其上受到的各种荷载可简化为均布线荷载 q , 则桥梁简化为简支梁, 其计算简图如图 1-2c 所示。

(2) 绘制桥梁的受力图 桥梁的受力图如图 1-2d 所示。

工程实例 2: 某单层钢结构如图 1-3a、b、c 所示, 柱与地面之间用预埋普通螺栓连接,

柱与梁、梁与梁之间用摩擦型高强度螺栓连接，试绘制钢结构的受力图。

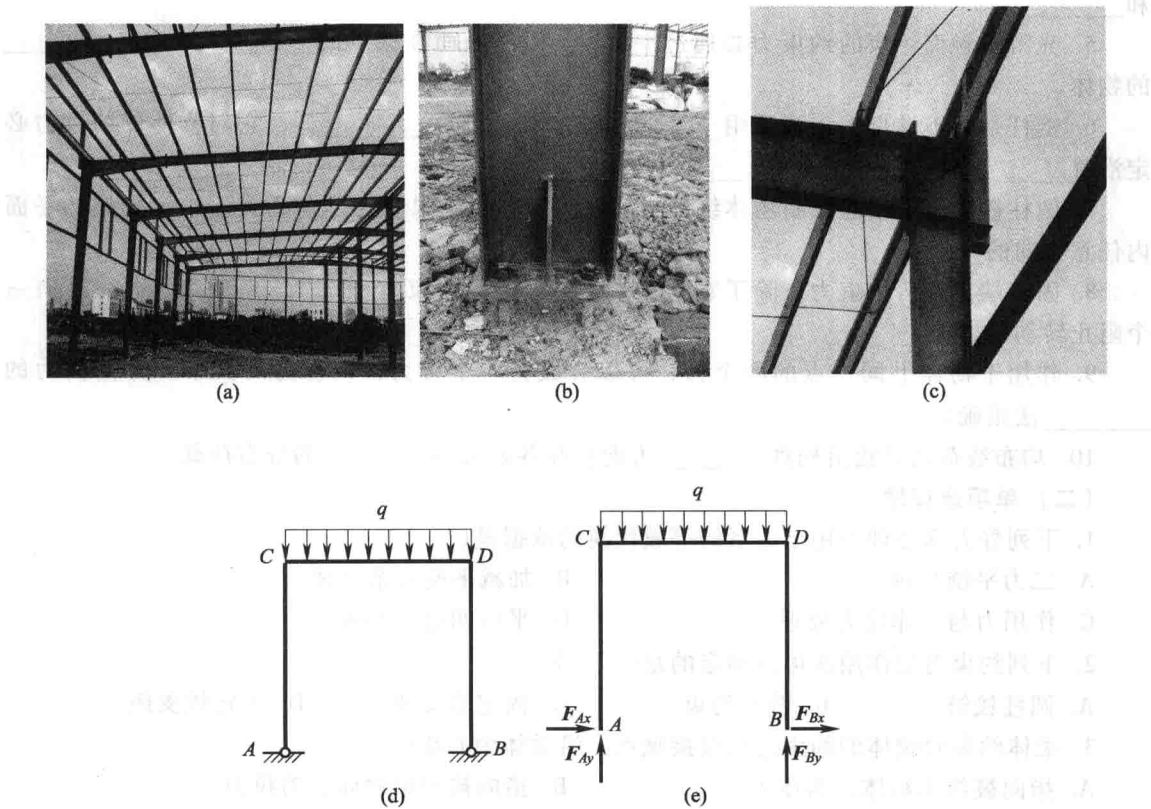


图 1-3

应用分析：

(1) 确定计算简图。柱与地面之间采用预埋普通螺栓连接，限制柱发生垂直和水平移动，但允许柱发生微小转动，可简化为圆柱铰链。柱与梁、梁与梁之间均采用摩擦型高强度螺栓连接，该螺栓拧紧力（使杆件压紧）所提供的摩擦力使柱与梁、梁与梁成为整体，可简化为刚结点。柱与梁可用其轴线代替，梁上受到的各种荷载可简化为均布线荷载 q ，则该单层钢结构简化为两铰刚架，其计算简图如图 1-3d 所示。

(2) 绘制钢结构的受力图。钢结构的受力图如图 1-3e 所示。

三、对点基础训练

(一) 填空题

1. 力是物体间的相互作用，这种作用能引起物体的运动状态发生变化或使物体产生形变。
2. 力的三要素分别为大小、方向和作用点。
3. 二力平衡和作用力与反作用力的本质区别是：二力平衡中的两个力作用于同一物体上，作用力与反作用力是作用于不同物体上。

4. 常见的约束有柔体约束、____、____、链杆、固定铰支座、____和____。

5. 光滑接触面约束的约束力必通过____沿接触面在该点的____并指向____的物体。

6. 链杆是指不计自重、两端用____与物体相连的____杆，它对物体的约束力必定沿着____方向，但指向____。

7. 圆柱铰链约束不能限制物体绕销钉____，但能限制物体在垂直于销钉轴线的平面内任意方向的____。

8. 固定端支座的约束力，除了对物体产生____约束力和____约束力外，还有一个阻止转动的____。

9. 作用于物体上同一点的两个力，可以合成为一个合力，该合力的大小和方向由力的____法则确定。

10. 均布线荷载是指沿构件____方向且在各处大小____的分布荷载。

(二) 单项选择题

1. 下列静力学公理中用于力系的等效代换的依据是()。

- A. 二力平衡公理
- B. 加减平衡力系公理
- C. 作用力与反作用力公理
- D. 平行四边形公理

2. 下列约束力的作用线可以确定的是()。

- A. 圆柱铰链
- B. 链杆约束
- C. 固定端支座
- D. 固定铰支座

3. 柔体约束对物体的约束力通过接触点，沿柔体中心线()。

- A. 指向被约束物体，为压力
- B. 指向被约束物体，为拉力
- C. 背离被约束物体，为压力
- D. 背离被约束物体，为拉力

4. 两个力作用，使物体处于平衡的条件是这两个力()。

- A. 大小相等，方向相反
- B. 作用在同一物体上，大小相等
- C. 作用在同一物体上，大小相等，方向相反
- D. 作用在同一物体上，大小相等，方向相反，其作用线在同一直线上

5. 作用在一个物体上的两个力 F_A 、 F_B ，满足 $F_A = -F_B$ 的条件，则该二力()。

- A. 必定是作用力和反作用力
- B. 必定是一对平衡的力
- C. 大小相等，方向相反
- D. 大小相等，方向相同

6. 二力杆是指()。

- A. 两端用光滑铰链连接的杆
- B. 只受两个力作用的直杆
- C. 只受两个力作用且平衡的杆件
- D. 两端用光滑铰链连接，不计自重且中间不受力的杆

7. 作用力与反作用力是一对作用在()物体上的等大、反向、共线力。

- A. 一个
- B. 两个
- C. 三个
- D. 四个

8. 下列约束中，其约束力未知量个数是两个的是()。

- A. 柔体 B. 光滑接触面 C. 链杆 D. 圆柱铰链

9. 下列说法正确的是()。

- (1) 嵌入墙内的雨篷根部是固定端支座
(2) 门上的合页是链杆约束
(3) 梯子搁在墙上属于可动铰支座
(4) 吊车上的绳子属于柔体约束

- A. (1)(2) B. (2)(3) C. (3)(4) D. (1)(4)

10. 作用于同一点的两个力, 大小分别为 10 kN 和 15 kN, 则其合力大小可能是()。

- A. 0 kN B. 4 kN C. 20 kN D. 30 kN

11. 约束对被约束物体的作用力称为()。

- A. 平衡力 B. 主动力 C. 反作用力 D. 约束力

12. 人拉车前进时, 人拉车的力与车拉人的力的大小关系为()。

- A. 前者大于后者 B. 前者小于后者
C. 相等 D. 可大可小

13. 三个力 F_1 、 F_2 、 F_3 的大小均不为零, 其中 F_1 、 F_2 的作用线在同一直线上, 则物体处在()状态。

- A. 平衡 B. 不平衡
C. 可能平衡, 也可能不平衡 D. 以上说法都不对

14. 约束力中含有力偶的约束为()。

- A. 可动铰支座 B. 固定端支座 C. 固定铰支座 D. 圆柱铰链

15. 根据“力是物体的相互作用”对受力物体和施力物体的区分是:

- A. 前一个物体是受力物体, 后一个物体是施力物体
B. 前一个物体是施力物体, 后一个物体是受力物体
C. 根据研究对象, 才能确定两个物体中哪一个是施力物体或受力物体
D. 都不是

(三) 判断题

- () 1. 力是物体间的相互作用, 所以任何力都是成对出现的。
() 2. 静力学公理中, 二力平衡公理和加减平衡力系公理适用于不考虑变形的物体。
() 3. 链杆是指两端用光滑铰链连接且中间不受外力的杆件。
() 4. 力沿其作用线移动到物体内的任一点, 而不改变力对物体的运动效果。
() 5. 柔体约束的约束力通过接触点, 其方向沿着柔体约束的中心线, 且为拉力。
() 6. 约束力与主动力是一对作用力与反作用力。
() 7. 主动力撤消后约束力也就自然消失。
() 8. 链杆必定是二力杆。
() 9. 光滑接触面的约束力是通过接触点, 沿接触面在该点的垂线方向作用的压力。
() 10. 只要两个物体相互接触就一定受到力的作用。
() 11. 一个力只能分解为两个分力。
() 12. 圆柱铰链与固定铰支座的约束性能相同。

(四) 名词解释

1. 力

2. 作用与反作用公理

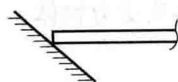
3. 约束力

4. 可动铰支座

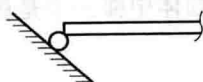
5. 受力图

(五) 作图题

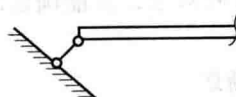
1. 指出图 1-4 中各约束的名称并画出相应的约束力。



(a)



(b)



(c)

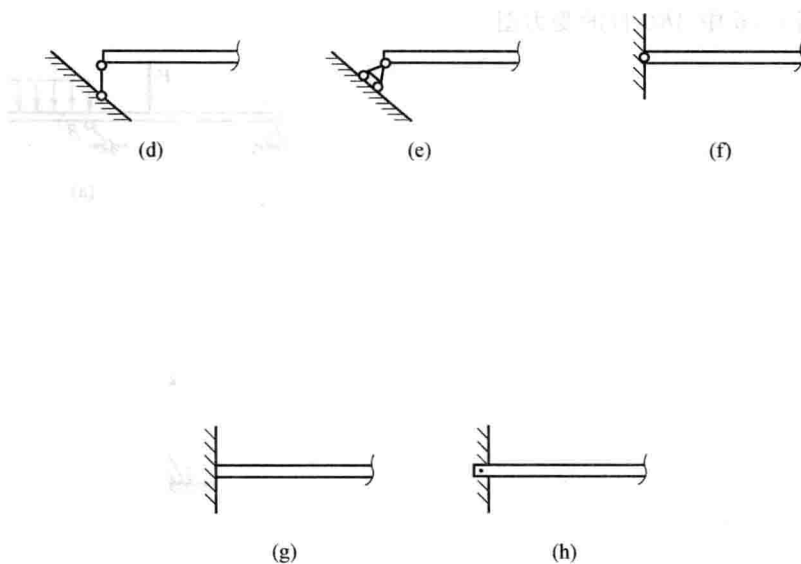


图 1-4

2. 改正图 1-5 中各物体受力图的错误

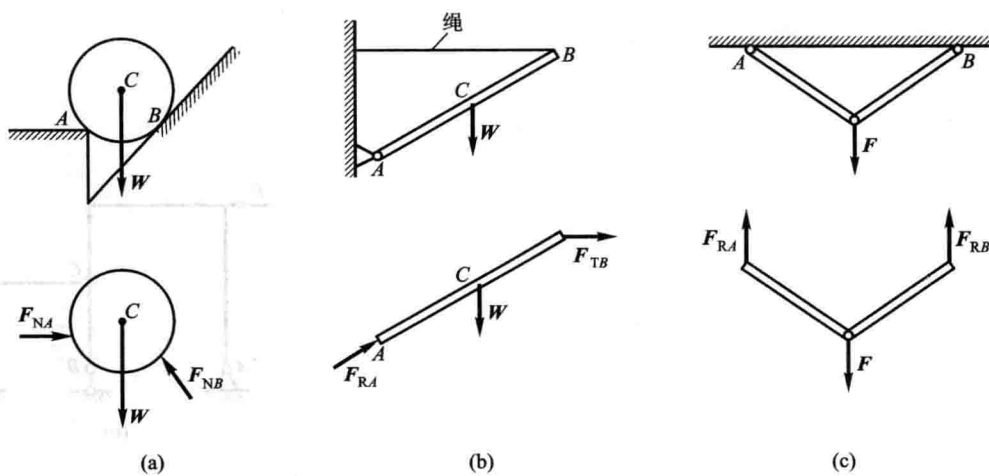
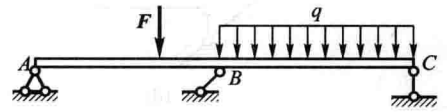
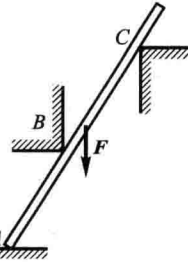


图 1-5

3. 试作出图 1-6 中 ABC 杆的受力图。



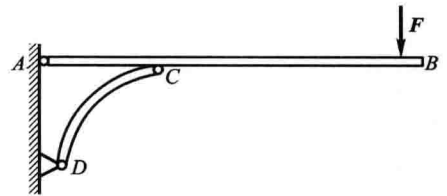
(a)



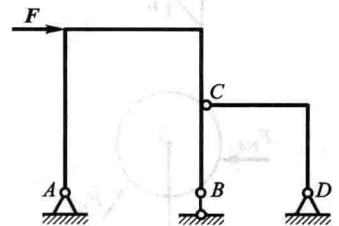
(b)

图 1-6

4. 试作出图 1-7 中各杆及整体的受力图。



(a)



(b)

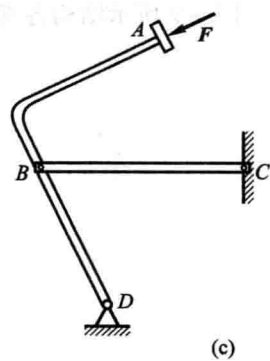
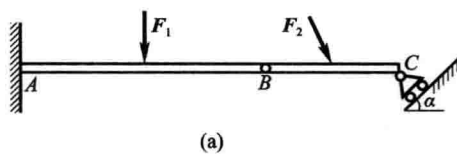
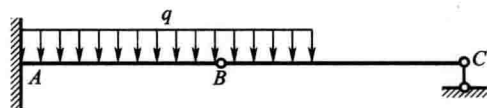


图 1-7

5. 试画出图 1-8 中 AB 杆、 BC 杆的受力图。



(a)



(b)

图 1-8