

結構力學概論

A. M. 阿法納斯耶夫 著
H. Γ. 加里寧, B. A. 馬爾印



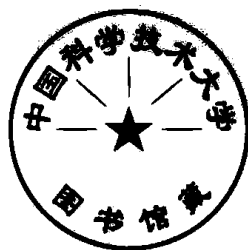
國防工業出版社

結構力學概論

A.M. 阿法納斯耶夫 著
H.T. 加里寧 B.A. 馬爾印

楊國柱 魏永鉉 何大斌 譯
郭興 宗潘 天敏

張錫純校



國防工業出版社

本書是不用高等数学的材料力学和结构力学概論的綜合敘述。本書所包括的材料足够基本工程强度計算之用。主要采用航空工程的实例来闡述各种理論規則。

本書可供中等航空技术学校作为教材使用，也可作为研究材料力学和结构力学的人員自学之用。

本書第2、9、10、11、13、14、15及序言等章由魏永铎翻譯；第5、6、7、8等章由何大斌翻譯；第3、4等章由潘天敏翻譯；第12章由楊国柱翻譯；第1章由郭兴宗翻譯；全書由張錫純校对。

А.М.Афанасьев
Н.Г.Калинин, В.А.Марьин

ОСНОВЫ
СТРОИТЕЛЬНОЙ
МЕХАНИКИ

Государственное
Издательство Оборонной Промышленности
Москва 1951

本書系根据苏联国防工业出版社
一九五一年俄文版譯出

結構力学概論

[苏] 阿法納斯耶夫 著
加里宁 馬尔印
楊国柱 等 譯
張錫純 校

國防工业出版社出版

北京市書刊出版业營業許可証出字第074号
北京新中印刷厂印刷 新华書店发行

850×1168 $\frac{1}{32}$ •16 $\frac{1}{4}$ 印張•425,000字
一九五八年一月第一版
一九五八年一月北京第一次印刷
印数：1—1,260册 定价：(10)2.80元

序

虽然几千年来各种类型建筑物和机械的制造，所累积下的經驗是很丰富的，但結構力学或結構强度学的开始发展还是比较晚的。

这门科学是力学的一部分，所以它是在一般力学和数学发展的基础上創立起来的。結構力学真正的发展是在十九世紀，那时候創立了彈性力学和杆系結構力学的基础。

从事于結構力学問題研究的首批俄罗斯学者中有院士米海依尔·瓦西里也維奇·奥斯特罗葛拉茨基 (Михаил Васильевич Остроградский) (1801~1861)，他是出色的数学家，曾經在作为材料力学理論基础的分析力学和彈性力学領域中进行过許多工作。

这时候在結構强度学的发展上获得了很多巨大成就的有得米特利·依凡諾維奇·儒拉夫斯基教授 (Дмитрий Иванович Журавский) (1821~1891)，他可被确切地認為是桥梁桁架理論創造人之一，他的关于桁架受力情况的研究和梁在弯曲时的剪应力的研究，使得 Д. И. 儒拉夫斯基当得起称为結構强度学創始者之一的光荣称号。

彼得堡交通学院 Ф. С. 雅辛斯基教授 (Ясинский) (1856~1899) 在杆系稳定性方面的著作，对于結構力学的发展有着很重大的意义。在雅辛斯基的著作之前，失去稳定性曾是許多已完成的結構物破坏的原因。

在十九世紀末天才的俄国工程师中应提到 В. Г. 苏浩夫 (Шухов) (1853~1939)，由于在他的多方面活动中，他在結構力学方面做了許多工作，在寻找最輕和最简单的結構构造过程中，В. Г. 苏浩夫創造了著名的棚格双曲綫体結構。

二十世紀初俄国結構力学方面又增加了 А. Н. 克雷洛夫 (Крылов)，И. Г. 布伯諾夫 (Бубнов) 和 Б. Г. 卡僚尔金 (Галеркин) 等的

論文。这些学者的論文是俄国科学的光荣，他們奠定了十月革命后結構力学燦爛发展的基础。

A. H. 克雷洛夫院士(1863~1945)是最杰出的数学家、力学家和工程师之一，他的主要的工作貢獻在于船舶理論。在联系到船舶强度計算的一部分著作，例如梁在彈性基础上的計算的著作，具有一般工程上的意义。

A. H. 克雷洛夫和他学生的工作，創造了“船舶結構力学”的新課程。克雷洛夫的学生 И. Г. 布伯諾夫(1872~1919)所著名的船舶結構力学課本，直到現在还不失其本身的意义。

Б. Г. 卡僚尔金院士(1871~1945)和克雷洛夫一样，在革命前就开始了他的科学活动，而在苏維埃时代特別广泛地和成效地发展了它，他在結構力学方面主要的著作是彈性力学及鈹与壳的計算，Б. Г. 卡僚尔金創造了非常有成效的許多工程問題的数学近似解法，因而聞名于世界。卡僚尔金的方法現在还广泛地被采用着，并且保证了苏联科学家在結構力学許多重要方面的胜利发展。

十月革命后党和政府立刻注意到科学的繁荣。新的科学干部的产生，新旧两代学者的共同合作和科学研究机构的組織，国家的工业化使得各种与技术有关的科学部門得到蓬勃的发展，結構力学也是其中之一。在結構力学部門，苏联学者馬上超过了外国，預料苏联学者在結構力学各方面还将获得更为巨大的成就。

Б. Г. 卡僚尔金，Н. И. 慕斯黑利西維利 (Мусхелишвили)，Л. С. 列平松 (Лейбензон) 等院士在彈性力学数学理論方面的研究，超过了世界科学水平。

俄国学者的論文优先創造了彈性实用理論及鈹与壳計算理論。除了上面所說的Б. Г. 卡僚尔金和 И. Г. 布伯諾夫的著作外，尚有 П. Ф. 伯潑考維奇 (Папкович) (1887~1946)——“船舶結構力学”这一巨大著作的作者，В. З. 吳拉索夫 (Власов) 和其他壳体及薄鈹計算理論的学者的著作。

塑性理論是結構力学的一部分，苏联学者在这方面的成就是很大的。在这部門起着非常重大作用的有苏联科学院通訊院士

А. А. 依留申 (Ильюшин) 的工作，他可被称为是微小彈塑变形理論的創始者。科学院通訊院士 Н. М. 別辽耶夫 (Беляев) 是現在最流行材料力学教本的作者，他第一次很成功地解决了一系列实际上很重要的塑性力学上的問題。

在杆系理論方面苏联学者有过很多的著作，在这門科学今后的发展上作出了很大的貢獻。这里可以指出的有 И. П. 普洛考費耶夫教授 (Прокофьев) 的著作——“工程結構理論”，和苏联科学院通訊院士 И. М. 拉賓諾維奇 (Рабинович) 的“杆系結構力学”。

薄壁杆系理論的創立，也是苏联科学的功績。在这方面基本的著作有 В. З. 吳拉索夫教授的著作，他是强度計算、稳定性和任意开剖面薄壁杆系振动等普遍理論的創造者。А. А. 伍曼斯基 (Уманский) 在这方面的著名著作，創造了閉剖面杆系理論和弯曲薄壁梁的理論。另外尙有其他苏联学者的著作。

在飞机結構領域中，特別在机翼和机身强度理論方面，苏联学者在学术上也作出巨大的貢獻。飞机結構力学的任务是在結構重量可能最輕的条件下保証飞机的强度。薄壁結構对解决这些問題具有很大意义，它是作为工程結構的飞机的特殊特征。薄壁航空結構力学在革命以后的年代里，經過辛勤的研究，現在已成为結構力学中內容丰富的一支。

飞机結構力学的首批著作属于俄罗斯航空之父 尼柯拉·叶高罗維奇·儒考夫斯基教授 (Николай Егорович Жуковский) 和他最亲近的学生 В. П. 維特欽金教授 (Ветчинкин)。在机翼計算方面的主要著作是 В. П. 別辽耶夫教授的，В. П. 別辽耶夫的机翼剪应力計算方法和他的三軸力方程式，直到現在还被采用在飞机設計的实际計算中。

М. В. 克尔得須院士 (Келдыш) 和 Е. П. 格勞斯曼教授 (Гроссман) 創立了飞机設計中重要的飞机部件的振動理論。

先进的航空研究院和高等航空技术学校結構力学教研室和教授們，以及飞机制造方面巨大的設計局强度部門的合作，大大地促进了飞机結構力学的发展。

特別在蘇維埃政權時代，許多祖國的學者在結構力學和材料力學的各部門進行了最重要的研究，不誇大其辭地說，在許多專門家指導下的結構力學領域中，不論在廣度和質量方面，在這門科學某些部門的發展方向，或者是各科學學派的具備方面，我們國家都占世界第一位，許多學者和構造家們得到斯大林獎金。

蘇聯人對知識是特別傾心的，他們力圖在所有的業務部門中改進自己的專門技術。世界上沒有任何一個地方象我們蘇維埃國家一樣，出版和銷售過這樣多各種不同知識部門的技術書籍。滿足這些如飢如渴的知識欲望，是所有科學工作者的光榮職責。

本書是作為中等航空技術人員和獨立地研究材料力學和結構力學基礎的實際工程人員的教學參考書。

本書的目的是給讀者以最簡單結構及其構件承力的明晰概念，並教會讀者能進行在航空技術的使用和修理的實踐上，所常遇到的基本強度計算，和培養讀者去研究專業課程，首先是飛機強度的課程，並為獨立地研究新航空技術創造基礎。

本書的編寫和材料的敘述考慮到了讀者已具有三角學和剛體靜力學的基礎知識。書中的所有結論及證明的敘述都是很淺顯的，沒有採用高等數學。為此作者只好引入若干不通常用的公式結論，並增入附加的章節，以說明若干積分的簡單計算。

作者為符合本書的宗旨，把主要注意力集中於現象的物理概念的說明。在可能的條件下，各處的討論均採用航空上的結構及其零件。為了自學時便於掌握內容，在書中插入具體例題的計算，另外並給出習題及檢查性問題。在序論的一章中包括某些簡短的和最必須的數學和力學的知識。這因為必需考慮到讀者的各種不同的程度，並容易於了解本書。

在一書中同時敘述材料力學和結構力學，使得必需在完整的內容中包括最小的篇幅。為了使初學讀者不致在開始時就發生很大的困難，可將本書第一章空間桁架的複雜內容移到本書後面。

本書用兩種字體印刷，小字體印刷的章節，是為高一級讀者準備的（初學本書者可將這一部分放過），而也有一些材料是參

考性質的。

作者是按下面次序分工的：第一，二，六，七，八，十四和十五章是由 В. А. 馬尔印副教授 (Марьин) 編写的，第三，四和五章是由 Н. Г. 加里宁副教授 (Калинин) 編写的，第六，七，八，九和十章是由 А. М. 阿法納斯耶夫副教授 (Афанасьев) 編写的。

作者高兴地認為應該对于在手稿付印前的編写和准备过程中，В. Т. 巴依可夫副教授 (Байков) 仔細地校閱完本書的許多工作，和 А. А. 伍曼斯基教授所提出的許多宝貴的指示和意見，表示衷心的感謝。

主 要 符 号

- σ ——正应力 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 τ ——剪应力 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 σ_α 和 τ_α ——在任意面积上的正应力和剪应力 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ——主应力 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 q ——单位为公斤/公分的剪流, 連續載荷强度 (公斤/公尺, 公斤/公尺², 公斤/公分, 公斤/公分²,)。
 N, Q, M, M_k ——梁剖面上相应的縱向力 (吨, 公斤), 剪力 (吨, 公斤), 弯矩 (吨公尺, 公斤公尺, 公斤公分) 和扭矩 (吨公尺, 公斤公尺, 公斤公分)。
 N_{kp} ——縱弯曲时的临界力 (公斤, 吨)。
 σ_{kp} ——临界应力 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 τ_{kp} ——薄板剪切时单位为公斤/公分的临界应力。
 σ_{yu} ——在簡單拉伸时材料的彈性极限 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 σ_{mi} ——比例极限 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 σ_r ——屈服点 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 σ_{mq} ——强度极限 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 σ_{yer} ——疲劳极限 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 $[\sigma], [\tau]$ ——許用应力 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。
 F ——梁的横剖面面积 (公分², 公厘²)。
 J ——剖面面积的慣性矩 (公分⁴, 公厘⁴)。
 W ——剖面抗矩 (公分³, 公厘³)。
 J_p ——极慣性矩 (公分⁴, 公厘⁴)。
 W_p ——圓形剖面扭轉时的慣性矩 (公分³, 公厘³)。
 ω_k ——薄壁梁剖面周界所限制的两倍面积 (公分², 公厘²)。

公厘²)。

t ——薄壁梁腹板的厚度 (公分, 公厘)。

l ——杆长, 梁的跨度 (公分, 公厘)。

Δl ——绝对伸长 (公分, 公厘)。

ϵ ——相对伸长 (应变) (无因次量)。

Δ ——绝对剪切 (公分, 公厘), 标准方程中的自由项, 增量符号 (无因次量)。

γ ——相对剪切 (无因次量), 单位体积的重量 (公斤/公分³, 吨/公尺³, 公斤/公厘³)。

φ ——单位为弧度的梁的绝对扭转角, 减缩系数, 在纵弯曲时许可应力减低系数 (无因次量)。

$\vartheta = \frac{\Delta \varphi}{\Delta x}$ ——相对扭转角 (公分⁻¹, 公尺⁻¹, 公厘⁻¹)。

y ——梁的挠度 (公厘, 公分, 公尺)。

θ ——单位为弧度的梁剖面旋转角。

δ ——结构元件或点的位移, 或为线位移 (公分, 公厘), 或为角位移 (弧度)。

E ——材料的正弹性系数 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。

G ——剪切系数 (公斤/公分², 公斤/公厘²)。

μ ——横向变形系数 (波生系数, 无因次量)。

拉丁字母和希腊字母

希腊字母

<i>A, α</i> ——альфа	<i>N, ν</i> ——ню (ни)
<i>B, β</i> ——бэ́та	<i>Ξ, ξ</i> ——кси
<i>Γ, γ</i> ——гамма	<i>O, ο</i> ——ома́крон
<i>Δ, δ</i> ——дельта	<i>Π, π</i> ——пи
<i>E, ε</i> ——э́псилон	<i>Ρ, ρ</i> ——ро
<i>Z, ζ</i> ——дзета	<i>Σ, σ</i> ——сигма
<i>Η, η</i> ——эта	<i>Τ, τ</i> ——тау
<i>Θ, θ, ϑ</i> ——тета	<i>Φ, φ</i> ——фи
<i>I, ι</i> ——и́ота	<i>Χ, χ</i> ——хи
<i>K, κ</i> ——ка́ппа	<i>Υ, υ</i> ——и́псилон
<i>Λ, λ</i> ——ла́мбда	<i>Ψ, ψ</i> ——пси
<i>M, μ</i> ——мю́ (ми)	<i>Ω, ω</i> ——оме́га

拉丁字母

<i>A, a</i> ——а	<i>N, n</i> ——э́н
<i>B, b</i> ——бе	<i>O, o</i> ——о
<i>C, c</i> ——це	<i>P, p</i> ——пе
<i>D, d</i> ——де	<i>Q, q</i> ——ку
<i>E, e</i> ——е	<i>R, r</i> ——э́р
<i>F, f</i> ——э́ф	<i>S, s</i> ——э́с
<i>G, g</i> ——ге́ (же)	<i>T, t</i> ——та́
<i>H, h</i> ——ха́ (аш)	<i>U, u</i> ——у
<i>I, i</i> ——и	<i>V, v</i> ——ве
<i>J, j</i> ——йо́г (жи)	<i>W, w</i> ——ду́бль-ве
<i>K, k</i> ——ка	<i>X, x</i> ——и́кс
<i>L, l</i> ——э́ль	<i>Y, y</i> ——и́грек
<i>M, m</i> ——э́м	<i>Z, z</i> ——зе́т

目 录

序.....	V
主要符号.....	X
拉丁字母和希腊字母.....	XII

第一章 概 論

§ 1. 課程內容.....	I
§ 2. 图解法.....	4
§ 3. 有关三角学的知識.....	6
§ 4. 投影的表示法.....	9
§ 5. 力的合成, 重心.....	12
§ 6. 物体的平衡.....	16
§ 7. 支点的反力.....	18
§ 8. 断面法.....	23

第二章 平面桁架的計算

§ 1. 平面桁架的实例.....	25
§ 2. 最簡單桁架的組成.....	27
§ 3. 桁架的相互連接, 复杂桁架.....	30
§ 4. 求連接杆中的內力.....	35
§ 5. 用节点分离法求桁架杆子中的內力.....	40
§ 6. 貫穿剖面法.....	45
§ 7. 求桁架杆子內力的图解法.....	50

第三章 拉伸和压縮

§ 1. 正应力.....	57
§ 2. 等直杆件的变形.....	61
§ 3. 拉伸图.....	65
§ 4. 許用应力的选择.....	69
§ 5. 最簡單的靜不定問題.....	74
§ 6. 破坏載荷方面的計算.....	78

第四章 复杂的受力状态

§ 1. 斜剖面上的应力	84
§ 2. 圆柱形器的计算	89
§ 3. 平面受力状态的研究	92
§ 4. 关于强度理论的概念	102

第五章 剪 切

§ 1. 剪切时的变形和应力	107
§ 2. 螺接计算	112
§ 3. 铆接连接	116
§ 4. 苏霍夫接头	121
§ 5. 焊接连接	124

第六章 扭 转

§ 1. 实验的数据和假设	128
§ 2. 应力与变形间的关系	131
§ 3. 单位扭角	133
§ 4. 扭转时的应力	136
§ 5. 总和的计算	142
§ 6. 极惯性矩	149
§ 7. 强度计算	151
§ 8. 转数功率与扭矩的关系	157
§ 9. 刚性的计算	160
§ 10. 超过比例极限的扭转	167

第七章 非圆剖面杆件和薄壁航空结构的扭转

§ 1. 矩形剖面	170
§ 2. 开剖面的应力和扭角	173
§ 3. 闭剖面中的应力	175
§ 4. 薄壁杆件的变形	182
§ 5. 多框剖面	189

第八章 弯 曲 内 力

§ 1. 弯曲现象	198
§ 2. 载荷和反力	200
§ 3. 剪力和弯矩	204
§ 4. 剪力图和弯矩图	206

§ 5. 悬臂梁内力图举例	207
§ 6. 双支点简支梁内力图举例	218
§ 7. 载荷的叠加	226
§ 8. 刚架	230
§ 6. 作刚架中的内力图	232

第九章 弯曲时的应力

§ 1. 基本假设	239
§ 2. 正应力的分布	241
§ 3. 正应力的计算	243
§ 4. 简单图形的轴惯性矩和剖面抗矩	248
§ 5. 复杂形状的惯性矩	256
§ 6. 梁剖面的合理形状	265
§ 7. 弯曲时的剪应力	272
§ 8. 剪应力的决定	273
§ 9. 弯曲时强度计算	281
§ 10. 组合梁的计算	287
§ 11. 比例极限以外的弯曲	295

第十章 薄壁航空结构的弯曲

§ 1. 薄壁梁	300
§ 2. 弯曲腹板梁	303
§ 3. 开剖面的弯曲	307
§ 4. 弯心	313
§ 5. 闭剖面的弯曲	319
§ 6. 闭剖面的弯心	325
§ 7. 多闭合剖面的弯曲	329
§ 8. 壁不承受剪切的梁	335

第十一章 弯曲时的变形

§ 1. 梁和刚架变形的例题	342
§ 2. 位移的决定	346
§ 3. 维力沙金法	351
§ 4. 决定位移的例题	355
§ 5. 比较复杂的计算情况	363
§ 6. 刚性的计算	370
§ 7. 桁架的变形	372

第十二章 靜不定系統

§ 1. 靜不定系統的標記	376
§ 2. 靜不定系統之特點	379
§ 3. 位移方程式	381
§ 4. 用標準方程式計算不定梁	385
§ 5. 靜不定剛架	394
§ 6. 位移方程式系	399
§ 7. 舉例計算多次靜不定系統	402
§ 8. 受立體載荷的平面剛架	406
§ 9. 靜不定桁架	409

第十三章 復 雜 抗 力

§ 1. 一般原理	414
§ 2. 斜彎曲	415
§ 3. 偏心的拉伸和壓縮	422
§ 4. 具有扭轉的彎曲	430
§ 5. 複雜抗力的其他情況	439

第十四章 杆和薄板穩定性

§ 1. 总的概念	441
§ 2. 歐拉公式	445
§ 3. 固定情況的影響	451
§ 4. 比例極限以外的計算	458
§ 5. 薄板失去穩定性	469
§ 6. 杆的縱向-橫向彎曲	473

第十五章 空 間 桁 架

§ 1. 空間桁架的概念	478
§ 2. 最簡單空間桁架的組成	480
§ 3. 剛體的連接	483
§ 4. 固定杆內力的決定	485
§ 5. 發動機架的計算	489
§ 6. 空間桁架杆子內力的決定	497
§ 7. 載荷不在節點上的情況	504

第一章 概 論

本章系序論，在本章中將敘述組成本書內容之材料力學及結構力學等課程的一般概念；指出今後所必需之其他學課的知識，如：力學、數學及圖解法，並闡明在材料力學、結構力學中研究物體的受力狀態的方法——剖面法。

§1. 課 程 內 容

所有工程結構物、機器和其中的每一個別零件都承受了這種或那種載荷，例如：飛機的機翼承受了空氣壓力、本身重量和慣性力作用，這些作用引起了機翼的彎曲和扭轉。橋梁的跨越部分承受本身的重量和通過其上的活動部分的重量等等。

結構力學 研究結構物的受載能力，它包括研究結構物不可變性的方法，驗算結構物的強度和穩定性的方法，以及在一定載荷下保證結構物的強度及穩定性所必須的尺寸的選擇方法，以及由於載荷所引起的該系統變形（也就是外形的改變）的確定方法，結構力學由二部分組成；一部分是材料力學，它研究各種材料對作用於其上的力的抵抗能力，並指出如何選擇結構中每個零件，為保證強度所必須的尺寸。另一部分是結構力學或結構學系研究整個結構並確定因載荷而產生的在結構物各個零件間的內力分布情況。

為了知道任何零件是在怎樣的條件下工作的，就應把零件看成結構物的一部分，以確定作用於其上的力。舉例來說在下章中將指出如何才能確定作用於飛機、橋梁、桁架任何元件上的力是拉力或壓力，在這以後把零件由結構中孤立出來，就可以研究在一定載荷下的強度和穩定性，看零件有無破壞的危險，並且如果需要的話，應該確定其變形，因零件的變形也引起整個結構的變形。

結構和機器的零件有各種不同型式；最起初採用的型式是棒。

也就是其中一个尺寸（长度）比其他二个尺寸（高和宽）为大的物体。一根直棒如果仅受拉或受压（图1.1, a）则称为“杆”，虽然这个名称对任何棒都适用。

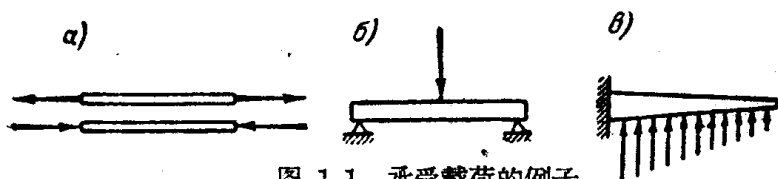


图 1.1 承受载荷的例子

a—承受拉力或压力作用的棒；b—由二点支持的棒因承受集中力而弯曲；

c—一端固定的棒因承受分布力而弯曲。

棒在承受弯曲时（图1.1, b及c）称为梁，在工程结构中，尤其是在飞机结构中广泛采用着这类零件，它的一个尺寸（厚度）要比其他二个尺寸（长度和宽度）为小，这类零件要根据其平分厚度的面是否平面来决定其是薄板或壳。壳可以是开口的或是闭口的。薄板和壳组成飞机和海船的蒙皮，这也是许多构造的结构元件。

工程结构及其零件所承受的载荷是多种多样的，它们引起零件的拉伸、压缩、剪切、弯曲或扭转，并常有上述变形型式的这种或那种的组合。每一种变形型式在本书中将用专门一章来叙述。

现在我们来规定各种载荷的表示法：作用于物体表面上某一不大部分的力称为集中力，在图上用箭头表示（图1.1, a和1.1, b），例如：被车轮传到铁轨上的力是集中力，集中力用公斤（ kg ）或吨（ t ）来度量。连续地分布在相当大的面积上的载荷称为连续载荷，在图上用许多箭头表示，例如：机翼上的空气载荷（图1.1, c）。连续载荷以作用在每平方公分（或公尺）面积上的公斤（或吨）即 kg/cm^2 来表示，或如须表示载荷仅沿长度方向分布，则可沿梁的纵的方向用每公分（或公尺）长度上多少公斤（ kg/cm ）来表示。作用于单位面积或长度上之载荷称为分布载荷的强度。

还存在一种载荷即按体积分布的力例如：重力、惯性力，当计算这些载荷时通常是根据问题的条件而以集中载荷或连续载荷来代替该连续载荷系沿着表面或沿着直线分布。