

建筑施工现场力学知识 100例

邓学才 主编



中国建筑工业出版社

建筑施工现场力学知识 100 例

邓学才 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工现场力学知识 100 例/邓学才主编. —北京: 中国建筑工程出版社, 2011. 11

ISBN 978-7-112-13699-5

I. ①建… II. ①邓… III. ①建筑力学 IV. ①TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 212110 号

建筑施工现场力学知识 100 例

邓学才 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 10½ 字数: 283 千字

2011 年 12 月第一版 2011 年 12 月第一次印刷

定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-13699-5

(21452)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

建筑工地有句口头语：“建筑工地，黄金遍地。”这是从经济角度讲的，是说建筑工地到处都有浪费现象和节约的潜力。从技术角度讲，也有句口头语：“建筑工地，力学遍地。”是说在建筑施工活动中的各个工种、各道工序都有很多丰富的力学知识。这些力学知识，有的是明显的，而有的是隐含的。懂得和掌握这些力学知识并能正确应用，就能顺利、安全地进行建筑施工活动，工程进度和工程质量也有保证。反之，无视这些力学知识，将造成不该发生的工程事故，造成人员伤亡和财产损失。

很多工程事故让我们痛心，也让我们深思。多年之前就想把在施工活动中常见的力学知识整理出来，编成小册子，供现场施工人员和操作工人学习、参考。本书编写的内容只是建筑施工现场力学知识海洋中的几朵浪花，很是粗糙简陋，但愿它能起到抛砖引玉的作用，大家都来总结提高，为避免和减少工程事故献计献策，尽一份绵薄之力。

本书内容分两部分，第一部分介绍了建筑力学方面的基本知识，这是从事建筑施工活动人员必须懂得的基础知识；第二部分介绍了建筑施工活动中常见的 112 例力学知识，这些力学知识绝大部分是从质量和安全事故中总结出来的经验和教训，具有较强的借鉴作用。

本书由邓学才同志担任主编，严尊湘、孙苏、范廷证、刘晓瑞、黄康南等同志参加了编写工作。编写过程中参考、引用了很多技术资料，得到了很多同志的帮助，在此，一并表示衷心感谢！

限于作者水平，文中不妥和错误之处，恳请读者多加批评和指正。

作者 2011 年劳动节于江苏镇江

目 录

一、建筑力学基本知识	1
(一) 力学基础知识	1
1. 什么是力	1
2. 刚体和变形体	1
3. 力的三要素	2
4. 力系	3
5. 力的平衡	3
6. 力的可传性原理	4
7. 作用力与反作用力	5
8. 力的合成与分解	6
9. 力的平行四边形原理	6
10. 力矩和力偶	9
(二) 建筑结构基础知识	11
1. 支座与支座反力	11
2. 荷载	13
3. 杆件的受力	15
4. 内力图	16
5. 强度和刚度	18
6. 截面特征	19
7. 压杆稳定	25
二、建筑施工现场力学知识实例	29
1. 从谚语“造屋步步紧、拆屋步步松”看建筑结构 稳定性的时变特性	29
2. 从谚语“直木顶(抵)千斤”谈轴心受压杆的稳定	30

3. 从谚语“桁条一丈三，不压自来弯”谈跨度与强度、 挠度的关系	33
4. 从谚语“墙倒柱立屋不塌”看木结构建筑良好的 抗震性能	35
5. 为什么不能随意改动设计图纸	37
6. 你知道钉钉子也要懂得力学原理吗	38
7. 施工中应警惕喜欢惹祸的线膨胀系数	40
8. 地下钢筋混凝土水池为什么会浮起来	43
9. 井点降水和井点回灌	47
10. 水浮力——可贵的施工资源	50
11. 你会堆放东西吗（一） ——楼板上堆放东西的力学知识	55
12. 你会堆放东西吗（二） ——围墙边堆放东西的力学知识	57
13. 你会堆放东西吗（三） ——预制构件堆放中的力学知识	61
14. 从宝带桥的倒塌谈拱形结构的力学特性	64
15. 拱形结构力学特性的两个工地小实验	69
16. 为什么多跨连续梁（板）每跨的配筋是不相同的	72
17. 什么是应力场？它告诉我们哪些力学知识	76
18. 学校的大门砖垛为什么会折断伤人	78
19. 正确理解规范“非正常验收”条文对结构安全 性能的要求	79
20. 橡皮土形成与防治措施	82
21. 应重视预制桩打（压）施工中地面变形造成的伤害事故	84
22. 预制钢筋混凝土实心桩的桩顶为什么容易击碎	86
23. 预制钢筋混凝土桩施工中“宁左勿右”的过打行为 有害无益	92
24. 预制钢筋混凝土桩打成歪桩后将严重影响桩的承载力	94
25. 静压桩的承载力检测从不合格到合格，是教训也是经验	95

26. 单桩竖向极限承载力标准值, 应通过单桩静载试验确定	97
27. 先起房 后打桩	100
28. 钢筋混凝土悬臂地梁应真正处于悬空状态	103
29. 开山削坡建房应切实做好防止山体滑坡的安全工作	106
30. 软土地基特性和失稳事故实例	108
31. 正确认识和充分利用基坑工程施工中的“时空效应”	112
32. 深基坑施工中应重视坑底土体暴露时间对围护结构变形的影响	113
33. 同一个强度等级的混凝土为什么要有几个含义不同的强度值名称来表述	118
34. 应认真重视不同施工阶段对混凝土结构实体强度的不同要求	121
35. 混凝土强度值的评定为什么国家标准中规定有多种方法	126
36. 为什么刚浇筑的混凝土要严格防止受冻	130
37. 实体混凝土后期养护对强度增长的影响不可忽视	132
38. 为什么有的钢筋混凝土结构必须对称浇筑	136
39. 有抗震设防要求的框架结构为什么需要采用“强柱弱梁”的设计原则	139
40. 框架结构中当柱、梁混凝土强度等级不同时, 应重视节点区混凝土的浇筑质量	141
41. 框架结构的柱梁节点处柱子箍筋为何要加密	143
42. 为什么设计和施工规范都对钢筋混凝土结构中钢筋保护层厚度提出了很严格的要求	144
43. HRB400 级钢筋良好的力学性能——成为混凝土结构中使用的主打钢筋	148
44. 为什么普通钢筋混凝土不宜使用高强钢筋	152
45. 钢筋混凝土构件内并不是钢筋越多, 承载力就越高	154
46. 什么是钢筋疲劳? 在工程结构中如何正确处理钢筋疲劳问题?	155
47. 柱筋偏移的防止和正确处理	158

48. 肋形楼盖的主梁、次梁、楼盖的负筋如何排放较为合理·····	160
49. 为什么钢筋混凝土承墙悬臂梁上的墙体容易出现斜裂缝·····	164
50. 预应力大梁的两端楼板为什么会出现分角裂缝·····	167
51. 预制预应力悬挑踏步板根部为什么会产生裂缝·····	169
52. 防止大体积混凝土裂缝的施工技术措施·····	172
53. 模板拆除施工也应纳入施工方案编制内容·····	176
54. 模板早拆体系——支模工艺的创新·····	178
55. 碱骨料反应——钢筋混凝土的癌症·····	180
56. 混凝土强度耐久性与建筑物合理使用寿命·····	182
57. 用碳纤维布加固钢筋混凝土构件效果明显·····	184
58. 木材含水率——一个应重视的问题·····	188
59. 木结构中用于承重结构的木材应重视选材工作·····	193
60. 木屋架的选料口诀是木屋架受力特征的经验总结·····	196
61. 应重视木屋架端节点的制作质量对屋架受力的影响·····	198
62. 为什么铺钉实木地板时要规定心材朝上·····	201
63. 建筑砂浆试块制作方法的改变使砂浆试块的力学性能更加 稳定可靠·····	202
64. 梁垫施工中的力学知识·····	206
65. 普通角钢屋架各杆件的截面组合形式为什么不同·····	207
66. H 型屋面钢梁瞬间发生扭曲事故的教训·····	209
67. 怎样提高混凝土地面的承载能力（一） ——地面混凝土强度、厚度及地基土夯实质量对 地面承载力的影响·····	211
68. 怎样提高混凝土地面的承载能力（二）····· ——地面混凝土板不同边界条件对地面承载力的影响	214
69. 混凝土地面为什么要设置一定数量的伸缩缝·····	218
70. 为什么预制楼板铺设的楼面上产生的裂缝与板缝的嵌缝 质量有关·····	221
71. 为什么在地坑及设备基础四周的混凝土地面中，要加 一些加固钢筋·····	223

72. 1t 的卷扬机为什么能起吊升起 10t 的重物	225
73. 怎样合理确定构件的吊点位置	227
74. 人字拔杆在一瞬间变成独脚拔杆, 造成断裂倒塌伤人 事故的教训	231
75. 井架吊篮为什么会有吱吱呀呀的响声	236
76. 在结构件吊装施工中, 应严格防止不稳定结构形体 停置较长时间	237
77. 拖曳高宽比较大的设备时, 怎样选择力的作用点	240
78. 同样直径的钢丝绳为什么最小破断拉力不一样	242
79. 为什么吊索之间夹角愈小允许吊起的吊物重量愈重	244
80. 为什么钢丝绳端要使用套环	246
81. 为什么粗钢丝绳不可替代细钢丝绳使用	247
82. SCD200/200 施工升降机, 为什么安装对重时的额定 提升重量是 2000kg, 而未安装对重时的额定提升重 量是 1000kg	248
83. 使用薄壁低合金钢管对脚手架稳定承载能力的影响 不可忽视	250
84. 用于扣件式脚手架和模板支撑架的普碳钢管壁厚 过薄将成为安全隐患	253
85. 扫地杆对扣件式钢管脚手架和模板支架的安全性能 起重要作用	255
86. 从一个工地小试验看剪刀撑对脚手架稳定性起 的作用	258
87. 建筑施工模板支架立柱为什么严禁搭接	260
88. 后沿墙在改建过程中由承重墙变成挡土墙而造成倒 塌伤人事故	262
89. 在单层厂房内进行增层改建, 如何处理好不同结构 体系的和谐共存	264
90. 应重视装饰装修施工产生的安全隐患	269
91. 在现有建筑物的承重墙上如何稳妥地开设门(窗)洞口	271

92. 工程改建中将楼面板做叠合处理是提高楼面板承载力 的一个有效方法	273
93. “楼坚强”真的很坚强吗	275
94. 转体造桥——桥梁施工的创新	279
95. 关于温度裂缝的几点认识	282
96. 应重视新鲜水泥与外加剂的兼容性试验	287
97. 多层楼房承重大梁模板支撑拆除时间探讨	288
98. 高楼无端常摇晃，原是共振惹的祸	292
99. 为什么距离塔身越远，允许吊起的吊物重量越轻	294
100. 为什么塔机上既要配备起重量限制器又要配备起重力 矩限制器	296
101. 为什么塔机 4 倍率状态时的最大起重量比 2 倍率状态时 的最大起重量大	299
102. 风力对塔机的使用、安装工作有什么影响	301
103. 为什么禁止在塔身上悬挂标语牌	302
104. 这台塔式起重机为何倒了	304
105. 为什么禁止起重机械斜吊重物	305
106. 塔机停用时，为什么不可以用缆风绳固定起重臂方向	306
107. 塔机的平衡重为什么要分两次安装到位	309
108. 塔机“顶升”作业时，为什么起重臂的方向必须指向 顶升套架引进平台的正前方	313
109. 塔机非正常安装、拆卸作业时的受力状况及风险分析	317
110. 为什么必须将塔机下支座与顶升套架之间连接牢固后 才能拆除下支座与塔身之间的连接螺栓	319
111. 何为组合式塔机基础	320
112. 为什么要安装塔机附着装置？附着撑杆的布置形式 有几种	322
主要参考文献	324

一、建筑力学基本知识

建筑力学是研究和解决房屋建筑物或构筑物在受到外力作用之后产生的内力和变形，以及解决如何合理抵抗这些外力的作用，保证建筑物安全的学科。

（一）力学基础知识

1. 什么是力

力是人们在反复的社会实践中形成的一个抽象概念，它是物体之间相互的机械作用，这种作用的结果将引起物体的运动状态发生变化（外效应）或使物体产生变形（内效应），因此，力是不能离开物体而单独存在的。在研究物体之间的受力问题时，应弄清哪个是施力物体，哪个是受力物体。

在建筑工地上，人们挖土、推车、挑担、砌砖、抹灰等都要用力，而且能十分清楚地感受到力的存在和作用，这种情况又使力的抽象概念具体化了。

2. 刚体和变形体

任何物体在外力作用下，都会发生大小和形状的改变，亦即俗称变形。在正常情况下，在工程建设中许多物体的变形都是非常微小的，对研究物体的平衡问题影响很小，可以忽略不计。这样就可以把物体看成不变形的。

在外力的作用下，大小和形状保持不变的物体，称为刚体。

在建筑力学中，静力学把研究的物体都看作是刚体。而材料力学则把研究的物体看作是变形体，在力的作用下所产生的内效应将使物体产生相应的变形。

3. 力的三要素

人们在生产实践中逐渐认识到，力对物体的作用效应取决于以下三个要素，即力的大小、力的方向和力的作用点。

(1) 力的大小

力的大小是指物体间相互作用的强烈程度，为了度量力的大小，必须确定力的单位，现国际上通用的力的国际单位制是牛顿，用符号“牛”或“N”表示，也常用“千牛”或“kN”表示。

$$1\text{kN}=1000\text{N}$$

采用工程单位制时，力的单位用千克力（kgf）或吨力（tf）。牛顿和千克力换算关系为：

$$1\text{kgf}=9.8\text{N}\approx 10\text{N}$$

(2) 力的方向

力是有方向性的，因此是一个矢量。通过力的作用点而沿力的方向的直线称为力的作用线。在力作用线的端部通常用箭头表示力的作用方向。

(3) 力的作用点

力的作用点是指力在物体上的作用位置。力的作用位置，通常并不是一个点，往往是有一定范围的，但当力的作用范围与物体相比很小时，就可以近似看成是一个点，而认为力集中作用在这个点上。作用在一个点上的力称为集中力，工程上也称为集中荷载。

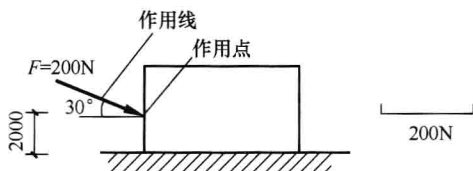


图 1-1 力的三要素图示

图 1-1 是力的三要素图示。有一个力 F 作用于一物体上，其大小为 200N，方向为水平偏上 30° ，作用点离地面 2000mm 处。

当作用力 F 的值大于物体与地面的摩擦力时，物体将在 F 力的作用下向右边移动。

4. 力系

通常一个物体所受的力不止一个而是若干个。我们把作用于物体上的多个力称为力系。按各力作用线的不同分布情况，力系可分为平面力系和空间力系。凡是各力的作用线在同一平面内的力系称为平面力系，各力的作用线不在同一平面内的力系称为空间力系。

普通结构构件的分析计算，主要以平面力系为主，只有比较复杂的建筑结构构件，如各类网架结构等，须进行空间力系的分析计算。

如果物体在力系作用下处于平衡状态，则该力系称为平衡力系。作用于物体上的力系所满足的条件，称为力系的平衡条件。建筑结构构件的设计计算以及在使用过程中，主要应满足力系的平衡，以达到安全使用的目的。

5. 力的平衡

当物体上作用两个力，且这两个力的值大小相等，方向又相反，作用线又在同一直线上时，则这两个力使物体处于平衡状态，这是静力学中的两力平衡公理。此两力亦称为一对平衡力系。

此公理说明了作用在同一物体上的两个力的平衡条件，如图 1-2 所示。处于静止（平衡）状态的小球，受到向下的重力 G 和绳子向上的拉力 T_B 的作用，则 G 和 T_B 两力大小值相等，方向相反且作用在同一直线上，这是竖向力的平衡。

图 1-3 为两个人以相等的力对拉一根绳子，则绳子不会移动，因为绳子处于平衡状态。这是水平力的平衡。但是如果其中一个人用的力

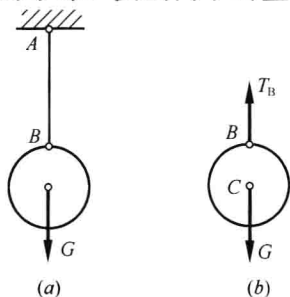


图 1-2 平衡力

比另一个人大，他就会把他对面的一个人从其位置上拉过来，两个人和绳子都会移动，这时就失去了平衡。

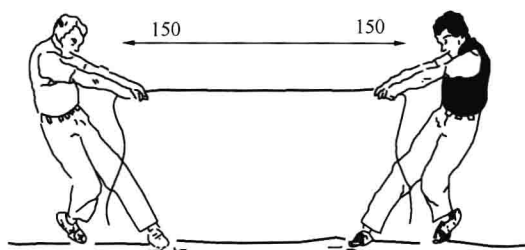


图 1-3 水平力的平衡

只在两个点上受力，且又处于平衡状态的构件称为二力构件，如图 1-4 所示。如果构件是一个直杆，则称为二力杆，如图 1-5 所示。

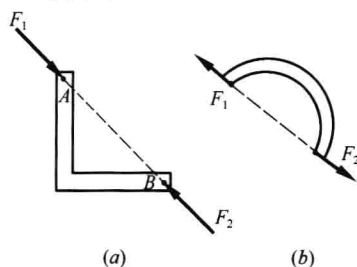


图 1-4 二力构件



图 1-5 二力杆

需要注意的是，只有当力作用在刚体上时，两力平衡才能成立。如果两力作用在一个易变形的物体上，例如一根绳子，当两力使绳子受拉时，可以使其平衡，反之当两力使绳子受压时，就不可能平衡。

在已有力系作用的刚体上，如果增加一对平衡力系或减去一对平衡力系，则不会改变原有力系对刚体的作用效应，即原来静止的仍将保持静止，原来运动的仍将继续运动。

6. 力的可传性原理

作用在刚体上的力，可以沿着作用线移动到该刚体上的任意

一点，而不改变力对刚体的作用效果。这就是力的可传性原理。

如图 1-6 所示，有一水平推力 F 作用于小车的 A 点，也可看作沿同一直线在 B 点作用一个其值相等的水平拉力 F ，两力对小车的的作用效果是一样的。

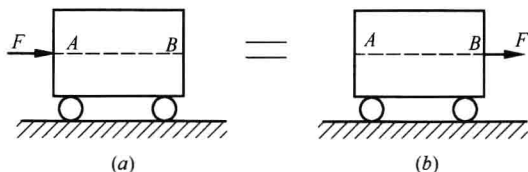


图 1-6 刚体上力的可传性

根据力的可传性原理可知，力对刚体的作用效应与力的作用点在作用线上的位置无关。因此，力的三要素，亦可称为：力的大小、力的方向和力的作用线。

需要指出的是，力的可传性原理只适用于刚体而不适用于变形体，当研究物体的内力、变形时，将力的作用点沿着作用线移动，其结果将使该力对物体的内效应发生改变。如图 1-7 (a) 所示，直杆 AB 为变形体，当受到一对拉力 (F_1 、 F_2) 的作用时，杆件就伸长，若将两力分别沿作用线移到杆件的另一端时，如图 1-7 (b) 所示，则杆件将被压缩。

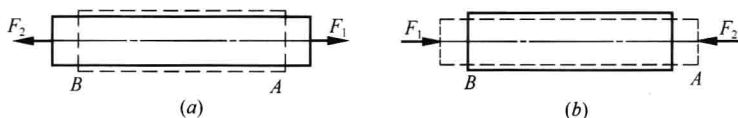


图 1-7 力在变形体上沿作用线移动

(a) 变形体受拉伸长；(b) 变形体受压缩短

7. 作用力与反作用力

当物体甲给物体乙作用一个力时，物体甲总会同时得到一个大小相等、方向相反、并在同一直线上的一个力，这在力学上称为作用力与反作用力。如船工用篙撑河岸边，篙给河岸一个推力，反过来河岸也给篙一个反方向的力把船推离河岸。当我们提

水时，手给水桶提环一个向上的力，反过来也会感到提环给手一个向下的力。

8. 力的合成与分解

当物体上作用两个力或两个以上的力时，为了便于计算其力的大小，常常合并成一个力来代替，这就称为力的合成。如图 1-8 所示，在小车前后分别作用一个拉力 F_1 和一个推力 F_2 ，两力方向相同，又作用在同一直线上，使小车向前移动。这时也可以用 一个力 R 来代替，则 R 就是力 F_1 和力 F_2 的合力，两力 F_1 和 F_2 则称为分力。此时合力 R 对小车的的作用效果不变。反之，如果小车上作用一个力 R 时，也可以将力 R 分解成一前一后两个力 F_1 和 F_2 ，但两个力作用的方向应相同，并在同一直线上，这就称为力的分解，这时两个分力 F_1 和 F_2 对小车的的作用效果也不变。

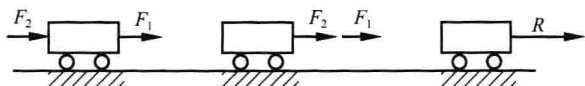


图 1-8 力的合成

上面说的仅是在同一作用线上力的合成与分解，如果两个力不在同一作用线上，那能否进行力的合成或分解呢？还是可以的，只是比较复杂一点了，可以用下面讲的力的平行四边形原理来进行力的合成与分解。

9. 力的平行四边形原理

作用于刚体上同一点的两个力可以合成一个合力，合力也作用于该点，合力的大小和方向由这两个力为邻边所组成的平行四边形的对角线（通过两边的汇交点）确定。

如图 1-9 (a) 所示，两力 F_1 和 F_2 汇交于 A 点，用平行四边形原理可求出它们的合力，其方法为：以 F_1 和 F_2 两力的值为平行四边形的两个邻边作一平行四边形 $ABCD$ ，则对角线 AC 即为合力的大小和方向。合力的大小可以在图上直接按比例量得，也可以用三角公式计算求得，只是后者更精确些。

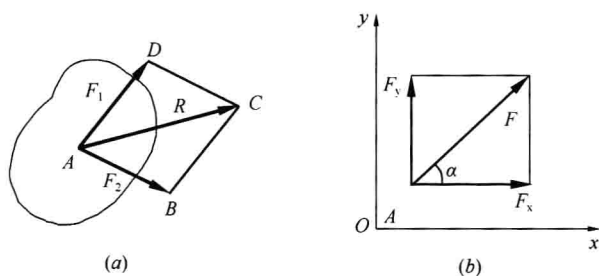


图 1-9 力的合成和分解
(a) 力的合成; (b) 力的分解

例如, 现有两力 F_1 (其值 4 个单位) 和 F_2 (其值 2 个单位) 汇交于 A 点, 两力夹角为 65° , 如图 1-10 (a) 所示, 求其合力大小及其与两力之间的夹角。

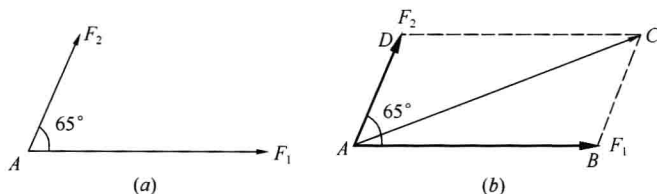


图 1-10 用平行四边形法求力的合成
(a) 两力汇交于 A 点; (b) 用平行四边形法求作合力

(1) 用作图法

以两力的大小值分别为两邻边作一平行四边形, 如图 1-10 (b) 所示, 用比例尺可量得合力 AC 的值为 5.15 个单位, 量得 AC 与 AB 的夹角为 20° , AC 与 AD 的夹角为 45° 。

(2) 用计算法

用三角公式中的余弦定理计算合力 AC 的值。

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

已知: $AB=4$, $BC=2$

$\therefore$ 三角形三内角之和为 180°