

86.173
XNX



起重吊装技术

徐乃祥 编著

云南人民出版社

起重吊装技术

徐 乃 祥 编著

云南人民出版社

责任编辑：单沛尧

封面设计：蒋敏学

起重吊装技术

徐乃祥 编著

*

云南人民出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南新华印刷厂印刷 云南省新华书店发行

*

开本：787×1092 1/16 印张：24 字数：500,000

1980年2月第一版 1980年2月第一次印刷

印数：1—8,240

统一书号：15116·117 定价：1.95元

本书计算公式中的基本符号

一、内外力和变形

M——弯矩；
N——集中力，轴心力；
P——力，荷载；
F——力；
T——拉力；
Q——重力，剪力；
G——重力；
q——均布荷载；
f——缆式起重机承重绳跨中垂距

二、计算指标

σ ——拉应力、压应力、弯曲应力；
 τ ——剪应力；
[σ]——材料的容许应力、钢材的容许应力；
[σ_a]——木材的顺纹受压容许应力；
[σ_w]——木材受弯容许应力；
[σ_H]——深度H处土壤的容许压力

三、几何特征

A——截面面积；
 A_j, A_{ji} ——净截面面积；
 A_m ——毛截面面积；
 A_o ——计算截面面积；
I——截面惯性矩；
W——截面抵抗矩；
 W_j, W_{ji} ——净截面抵抗矩；
D、d——直径；

d_p —— 平均直径;
 R 、 r —— 半径;
 L 、 l —— 长度, 跨度;
 l_0 —— 计算长度;
 H 、 h —— 高度;
 B 、 b —— 宽度, 厚度;
 α 、 β 、 θ 、 Φ 、 ψ —— 夹角;
 λ —— 长细比;
 λ_h —— 换算长细比;
 e —— 偏心距;
 ε —— 偏心率;
 r —— 回转半径;
 a 、 b 、 c —— 长度尺寸

四、计算系数、符号

f 、 f' —— 摩擦系数;
 K —— 安全系数, 系数;
 E —— 滑轮的阻力系数;
 π —— 圆周率
 φ —— 木材的纵向弯曲系数, 钢制轴心受压构件的稳定系数;
 φ_p —— 钢制实腹式偏心受压构件在弯矩作用平面内的稳定系数;
 φ_{po} —— 钢制格构式偏心受压构件在弯矩作用平面内的稳定系数;
 n —— 数目;
 η —— 效率;
 v —— 速度;
 γ 、 γ_o —— 容重;

目 录

第一章 吊装作业的基础知识.....	(1)
第一节 简述.....	(1)
第二节 力学常识.....	(2)
一、力和力的单位.....	(2)
二、力的合成和分解.....	(4)
(一) 作用在同一直线上力的合成.....	(4)
(二) 作用在同一平面内平行力的合成.....	(4)
(三) 作用在同一点上力的合成.....	(6)
(四) 力的分解.....	(7)
(五) 力的平衡.....	(9)
三、摩擦力.....	(12)
(一) 滑动摩擦.....	(12)
(二) 滚动摩擦.....	(13)
(三) 摩擦在吊装作业中的应用.....	(14)
(四) 减小有害摩擦力的措施.....	(15)
四、重心.....	(15)
(一) 简单几何形体重心的求法.....	(15)
(二) 复杂形体重心的求法.....	(15)
五、应力和变形.....	(17)
(一) 应力.....	(17)
(二) 变形.....	(20)
六、材料的强度极限.....	(20)
七、安全系数和容许应力.....	(22)
八、构件在吊装过程中的受力状态.....	(22)
(一) 柱在吊装过程中的受力状态.....	(24)
(二) 梁型构件在吊装过程中的受力状态.....	(26)
(三) 构件在运输堆放时的受力状态.....	(28)
第三节 简单机械.....	(31)
一、杠杆.....	(31)

二、滑轮和轮轴.....	(33)
三、斜面和螺旋.....	(35)
第四节 起重工的基本操作技术.....	(37)
一、起重信号.....	(37)
(一) 音响信号.....	(37)
(二) 手示信号.....	(37)
(三) 旗示信号.....	(41)
二、起重号子.....	(44)
三、手语和旗语.....	(45)
(一) 手语.....	(45)
(二) 旗语.....	(47)
四、基本操作.....	(54)
(一) 抬.....	(54)
(二) 撬和拨.....	(54)
(三) 垫.....	(55)
(四) 顶和落.....	(58)
(五) 滑和滚.....	(59)
(六) 转和卷.....	(64)
(七) 捆.....	(65)
(八) 吊.....	(66)
(九) 测.....	(68)
五、安全知识.....	(69)
第五节 结构吊装的一般过程.....	(71)
一、工业厂房的结构简况.....	(71)
二、民用建筑的结构简况.....	(72)
三、结构吊装的一般过程.....	(73)
(一) 绑扎.....	(73)
(二) 翻身.....	(74)
(三) 起吊.....	(74)
(四) 就位.....	(76)
(五) 临时固定.....	(76)
(六) 校正.....	(77)
(七) 最后固定.....	(84)

第六节 识图和绘图	(85)
一、建筑制图的画法规定.....	(85)
二、结构物的构件布置图.....	(91)
三、预制构件现场平面布置图.....	(95)
四、草图的绘制.....	(98)
五、识图和绘图应注意的问题.....	(98)

第二章 吊装的索具和设备..... (102)

第一节 麻绳	(102)
一、麻绳的分类.....	(102)
二、麻绳的性能和选用.....	(103)
三、麻绳的编接.....	(105)
四、麻绳的绳扣.....	(106)
第二节 钢丝绳	(115)
一、钢丝绳的分类.....	(115)
二、钢丝绳的性能和选用.....	(119)
三、钢丝绳的保管、使用和报废标准.....	(124)
四、钢丝绳的固接.....	(126)
(一) 楔式固接.....	(126)
(二) 卡子固接.....	(127)
(三) 其他固接.....	(132)
五、钢丝绳的插接.....	(132)
(一) 插钢丝绳套.....	(133)
(二) 接长钢丝绳.....	(135)
(三) 变直径插接和不变直径插接的破断试验数据.....	(136)
六、钢丝绳的绳扣.....	(138)
第三节 起重链条	(142)
第四节 吊索	(145)
一、吊索的分类.....	(145)
二、吊索的计算和选用.....	(146)
第五节 吊索附件	(152)
一、桃形环.....	(152)

二、吊钩·····	(154)
三、卡环·····	(160)
第六节 千斤顶·····	(164)
一、千斤顶的分类·····	(164)
(一) 齿条式千斤顶·····	(164)
(二) 螺旋式千斤顶·····	(164)
(三) 油压式千斤顶·····	(166)
二、使用千斤顶的注意事项·····	(168)
第七节 绞磨·····	(169)
第八节 卷扬机·····	(171)
一、卷扬机的分类·····	(171)
(一) 手动卷扬机·····	(171)
(二) 电动卷扬机·····	(172)
二、使用卷扬机的注意事项·····	(175)
第九节 链式滑车·····	(177)
一、链式滑车的分类·····	(177)
(一) 蜗轮蜗杆式链式滑车·····	(177)
(二) 齿轮式链式滑车·····	(178)
二、使用链式滑车的注意事项·····	(178)
三、钢丝绳手扳滑车·····	(180)
第十节 滑车和滑车组·····	(181)
一、滑车的分类·····	(181)
二、滑车组·····	(183)
(一) 滑车组的分类·····	(183)
(二) 滑车组的穿绳方法·····	(185)
(三) 滑车和滑车组的计算·····	(186)
(四) 使用滑车和滑车组的注意事项·····	(191)
第十一节 地锚·····	(192)
一、地锚的分类和计算·····	(192)
(一) 立式地锚·····	(192)
(二) 桩式地锚·····	(196)
(三) 卧式地锚·····	(197)

(四) 岩层地锚.....	(202)
(五) 混凝土地锚.....	(202)
二、埋设和使用地锚的注意事项.....	(202)

第三章 吊装改进工具..... (204)

第一节 活销卡环.....	(204)
第二节 无缆风校正柱工具.....	(206)
第三节 吊装和校正吊车梁两用工具.....	(210)
一、吊挂式吊装和校正吊车梁两用工具.....	(210)
二、剪式吊装和校正吊车梁两用工具.....	(212)
第四节 铁扁担和横吊梁.....	(213)
一、铁扁担.....	(213)
二、横吊梁.....	(214)
(一) 横吊梁的分类.....	(214)
(二) 横吊梁的计算.....	(219)
第五节 屋架和天窗架校正固定工具.....	(221)
一、花篮式屋架和天窗架校正固定工具.....	(221)
二、螺杆式屋架和天窗架校正固定工具.....	(223)
三、其他形式的屋架和天窗架校正固定工具.....	(224)
第六节 大型墙板校正固定工具.....	(224)
第七节 吊槽瓦工具.....	(227)
一、吊槽瓦框架.....	(228)
二、吊槽瓦钩.....	(228)
第八节 吊折板工具.....	(229)
第九节 多吊索具.....	(233)
一、大型屋面板多吊索具.....	(233)
二、梁型构件多吊索具.....	(234)
三、其他多吊索具.....	(235)
第十节 各种卡具.....	(236)
一、安全绳卡具.....	(236)

二、测量标志卡具·····	(237)
三、大型墙板卡具·····	(239)
四、钢构件焊接卡具·····	(240)
五、其他卡具·····	(241)
第十一节 登高工具·····	(242)
一、井字登高架·····	(242)
二、轻型钢梯·····	(243)
三、焊接吊篮·····	(244)
第十二节 小桅杆·····	(245)
一、立式小桅杆·····	(246)
二、摇臂式小桅杆·····	(247)
第十三节 鸟咀架·····	(249)
一、三角式鸟咀架·····	(250)
二、菱式鸟咀架·····	(253)
三、鸟咀架的其他形式·····	(256)
四、鸟咀架的计算·····	(257)
 第四章 起重桅杆和土法吊装·····	 (261)
第一节 独立桅杆·····	(262)
一、独立桅杆的分类和组成·····	(262)
(一) 木制独立桅杆·····	(262)
(二) 钢管独立桅杆·····	(265)
(三) 格构式独立桅杆·····	(267)
二、独立桅杆的竖立、移动和拆除·····	(270)
(一) 独立桅杆的竖立·····	(270)
(二) 独立桅杆的移动·····	(272)
(三) 独立桅杆的拆除·····	(273)
三、独立桅杆的计算·····	(274)
(一) 木制独立桅杆的计算·····	(274)
(二) 钢管独立桅杆的计算·····	(280)
(三) 格构式独立桅杆的计算·····	(288)
(四) 独立桅杆计算的其他问题·····	(293)

第二节 人字桅杆	(295)
一、人字桅杆的分类和组成	(295)
二、人字桅杆的竖立、移动和拆除	(296)
三、人字桅杆的计算	(297)
第三节 摇臂桅杆	(302)
一、摇臂桅杆的分类和组成	(302)
二、摇臂桅杆的竖立、移动和拆除	(309)
三、摇臂桅杆的计算	(309)
第四节 悬臂桅杆	(316)
一、悬臂桅杆的构造	(316)
二、悬臂桅杆的计算	(319)
第五节 龙门架	(322)
一、龙门架的构造	(323)
二、龙门架的计算	(325)
第六节 缆式起重机	(326)
一、缆式起重机的组成和分类	(326)
二、缆式起重机的计算	(329)
第七节 土法吊装的安全技术	(332)
附录 起重机的改装	(333)
附录一 履带式起重机的技术性能	(333)
一、W ₁ —50型履带式起重机 (原W—50 $\frac{1}{2}$ 型履带式起重机)	(333)
二、W ₁ —100型履带式起重机 (原W—100 $\frac{1}{2}$ 型履带式起重机)	(336)
三、W ₁ —100A型履带式起重机 (原W ₁ —100 $\frac{1}{2}$ A型履带式起重机)	(339)
四、W ₁ —200型履带式起重机 (原W—200 $\frac{1}{2}$ 型履带式起重机)	(342)
附录二 Q ₁ —5型汽车起重机的技术性能 (原Q 5 1型汽车起重机)	(345)
附录三 QT ₁ —6型塔式起重机的技术性能 (原TQ2—6型塔式起重机)	(346)
附录四 W ₁ —100型履带式起重机加接鸟咀架	(349)
附录五 W ₁ —100型履带式起重机吊杆接长至36米	(350)
附录六 W ₁ —100型履带式起重机改装为40吨履带式人字桅杆	(352)

附录七	QT ₁ —6 型塔式起重机改装为40吨/2—6 吨二用塔式桅杆·····	(353)
附录八	QT ₁ —6 型塔式起重机改装为 15吨/2—6 吨二用塔式起重机·····	(355)
附录九	W ₁ —50 型履带式起重机改装为 2 吨自由落锤打桩架·····	(360)
附录十	W ₁ —100型履带式起重机改装为 4 吨自由落锤打桩架·····	(361)
附录十一	常用数值及公式·····	(363)

第一章 吊装作业的基础知识

第一节 简 述

使用各种工具、简单机械和起重机械，以较少的人力、物力，搬移、吊升和安装较重的机器、设备、结构构件，称为起重吊装作业，简称吊装作业。

建筑工程中，吊装作业是经常碰到的一项工作，例如：装卸、搬运设备，吊装构件，组立起重桅杆等。

在古代，人们就曾利用简单机械来从事吊装作业，减轻劳动强度。远在公元前1765—1760年间，我国劳动人民就创制了用于农业灌溉的桔槔和辘轳。这些简单的起重装置，不仅已具有现代起重机械的雏型，而且直到今天仍有一定的实用价值。这些卓越的创造，都超过当时国外同类装置的水平。以后，随着农业、建筑业和井盐开采工程发展的需要，这些起重装置得到进一步的改进。公元200年以前，四川的井盐开采工程中已广泛地采用手摇卷扬机和滑车组等起重设备。上述事例，充分地说明了我国劳动人民具有伟大的创造力。但是，在漫长的旧社会里，由于历代反动统治者的压迫和剥削，吊装作业和任何科学技术事业一样，发展是极其缓慢的。

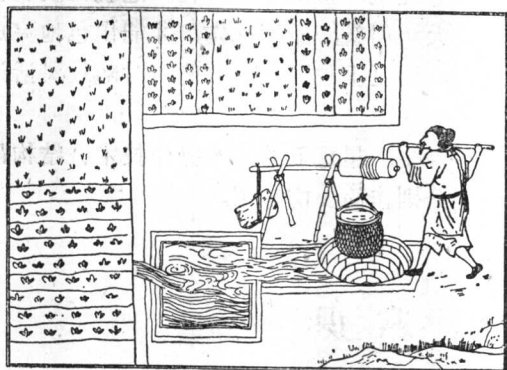


图 1—1 我国古代的辘轳装置



图 1—2 我国古代四川的井盐开采工程

解放以后，在伟大领袖毛主席和中国共产党领导下，我国工农业生产的增长速度是很快。随着社会主义建设事业的迅速发展，建筑科学技术不断取得新成就，在工业和公用建筑工程中，各种新型结构和大跨度结构采用得日益普遍，而新型结构和大跨度结构的出现，又推动了吊装作业水平的提高。

二五计划期间，就曾涌现出许多吊装作业的成功经验。例如：用两根独立钢桅杆抬吊跨度62米，自重65吨的重型钢屋架；应用钢带起重设备和液压千斤顶顶升跨度61米、6米柱距、两节间为一顶升单元、总重300吨的预应力钢筋混凝土拱形屋盖体系等。

我国自行设计制造的一万二千吨水压机和举世闻名的双层双线重型桥梁——南京长江大桥胜利建成，雄辩地证明了在吊装技术方面又有新的进步。

近几年来，广大起重工人和工程技术人员更成功地实现了1000立方米高炉炉壳整体运输，整体吊装，为我国钢铁工业的发展开创了新的前景。上海的工人同志使用6根50米钢制独立桅杆整体吊装面积达12252平方米，重量为660吨的钢网架结构，为大型网架结构施工积累了新的经验。更可喜的是：北京市化工建筑安装公司在北京东方红石油化工总厂工地，使用自己设计、制造，高64米、起重量700吨的双桅杆，于1975年3月31日成功地整体吊装直径4.5米、高83.4米、整体吊装重量为510吨的丙烯分馏塔。这是目前我国最大和最重的分馏塔，全部吊装时间只用了67分钟，一次就位成功，做到塔起、灯亮、管线通。大型丙烯分馏塔整体吊装成功，标志着我国建筑安装技术水平已经达到了一个新的高度。

与此同时，我国起重机械制造工业也从无到有、从小到大迅速发展起来，现在我国已能自行设计、制造多种型号的汽车式起重机、轮胎式起重机、履带式起重机、塔式起重机以及其他起重机械，并已初步形成较完整的产品系列。日渐增多的各种先进的起重机械在起重吊装工作中使用得越来越普遍。

吊装作业的工作范围是很广泛的，在工业与民用建筑工程中，在设备安装工程中，在桥梁建筑工程中，在农田水利工程中，内容十分复杂，情况千变万化。这就需要我们善于利用一切有利条件，因地制宜；因时制宜，大胆创新，谨慎操作，才能出色地完成任务。因此，必须牢固掌握吊装作业的基础知识，而更重要的是要能随时随地灵活运用。

吊装作业的基础知识，包括力学常识、简单机械、起重工的基本操作技术、结构吊装的一般过程、识图和绘图等几个方面，下面就分别作简要的介绍。

第二节 力学常识

一、力和力的单位

各种各样的生产劳动都要用力。英雄的大庆人在大庆油田开发初期用人拉肩扛，把钻机从火车皮上卸下，搬移到井场竖立起来，是用了大的气力的。大寨贫下中农在改天

换地的斗争中，开山凿石，垒坝修渠，建设起层层梯田，也是用了大的气力的。那么，力是怎样一回事呢？

机车牵引着载满货物的列车飞奔；万吨水压机把巨型钢锭轻巧地锻压成各种形状；履带式起重机伸展吊臂把各种构件高高吊起……，从这些事例可以清楚地看出，力只有在物体相互作用时才表现出来。

所以，力是一个物体对另一个物体的作用。

力是有大小的，例如：运输货物，用铁牛—60型轮式拖拉机就比一头牛力量大得多；内燃机车的牵引力又比轮式拖拉机要大。要量度力的大小，必须先规定力的单位。力的单位与重量的单位是相同的，我们通常用克、公斤、吨作为力的单位。当我们用力把一个弹簧拉长5厘米，而用5公斤重的物体挂在这个弹簧下面也能把它同样拉长5厘米，那么，我们拉弹簧的力就是5公斤。力的单位之间的关系是：

$$1 \text{ 吨} = 1000 \text{ 公斤}$$

$$1 \text{ 公斤} = 1000 \text{ 克}$$

公斤也可以写成kg，如某一个力N为15公斤，就可以写成15kg。

力不仅有大小，而且有方向。重力的方向是竖直向下的；起重机用吊钩吊起重物，重物受到向上的力；如果用水平的或向下的力作用在重物上，就不可能将重物吊起。摩擦力的方向跟物体的运动方向相反；机车牵引列车克服摩擦力和空气阻力而前进，列车受到的牵引力是向前的。

力的作用效果还跟力在物体上的作用点有关。我们用扳手拧紧或拧松螺帽（图1—3），着力点在A点就比着力点在B点省力。在推绞磨的时候，着力点离磨轴越远，推起来就越觉轻便。

由此可知，力的作用效果是由力的大小、方向和作用点决定的。力的大小，方向和作用点称为力的三要素。

我们可以在图上用一条带箭头的线段来代表力，把力的三要素都表示出来。这种表示力的方法叫做力的图示法。从力的作用点起，按照力的方向画一条线段，使其长度和力的大小成正比。例如，用扳手拧螺帽，若在A点所用的力是3公斤，以1单位长度线段表示1公斤，那么3公斤的力就要从力的作用点A起，按照力的方向以三个单位长度线段来表示，并在线段末端加一个表示力的方向的箭头（图1—3）。

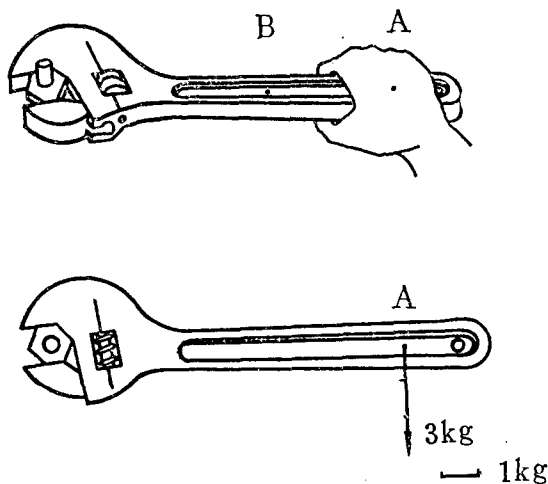


图1—3 用扳手拧螺帽

二、力的合成和分解

在生产实践中可以看到，物体往往不只受到一个力，而是同时受到几个力的作用。例如，用独立桅杆吊起重物，独立桅杆受到重物的重力，缆风绳的拉力，起重钢丝绳的拉力，固定桅杆支座钢丝绳的拉力，地面对桅杆支座的反作用力等；在江河中航行的轮船就受到推进器的牵引力，水和空气的阻力，水的浮力和轮船自重的作用。为了要知道作用在物体上的几个力共同作用的效果，就必须找到这样一个力，它产生的效果与原来那几个力共同产生的效果相同，事实上这个力总是可以找到的。我们称这个找到的力是原来那几个力的合力。求两个以上力的合力叫做力的合成。反过来说，如果一个力作用到物体上所产生的效果与另外几个力作用到物体上产生的效果相同，这几个力就是前面那个力的分力。求一个力的分力叫做力的分解。

（一）作用在同一直线上力的合成

如有几个人共用一根纤绳拉一条木船过滩，每人的着力方向都和纤绳方向一致，则木船受到纤绳的力是每个人所出的力相加的和。图 1—4 中，若甲出力 30 公斤，乙出力 25 公斤，丙出力 23 公斤，丁出力 19 公斤，那么，他们的合力就等于 $30 + 25 + 23 + 19 = 97$ 公斤。合力的方向和纤绳的方向相同，合力的作用点在纤绳与木船的连接处。

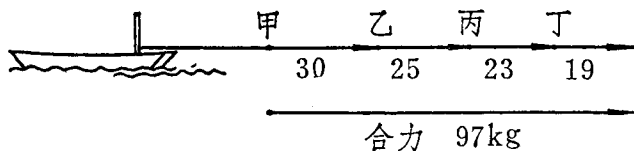


图 1—4 作用在同一直线上力的合成举例

如果作用在同一直线上的力方向不同，可先求出同方向力的合力，使简化为作用在同一直线上方向相反的两个力，这时合力的大小等于较大的一个力减较小的一个力，合力的方向与较大的一个力的方向相同。如甲、乙、丙、丁四人拉一根绳子，甲、乙向左拉，丙、丁向右拉，甲出力 18 公斤，乙出力 24 公斤，丙出力 17 公斤，丁出力 20 公斤，那么，他们的合力就等于 $(18 + 24) - (17 + 20) = 5$ 公斤。合力的方向与甲、乙的拉力方向相同，换句话说，这时候，绳子被甲、乙拉过来了（图 1—5）。

（二）作用在同一平面内平行力的合成

当我们用扁担挑东西时，扁担两端受到竖直向下的平行力，又因这两个力是处在同一平面内，所以称做作用在同一平面内同方向的平行力。很明显，若扁担两端重物重量