



起重工

操作技术指南



中国计划出版社

图书在版编目(CIP)数据

起重工操作技术指南/盖仁柏主编. -北京:中国计划出版社,1998.7

(安装工人操作技术丛书)

ISBN 7-80058-619-7

I. 起… I. 盖… III. 起重机械-基本知识 IV. TH21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 04022 号

安装工人操作技术丛书
起重工操作技术指南

盖仁柏 主编

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区月坛北小街2号3号楼)

(邮政编码:100837 电话:68030048)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/32 12.375 印张 278 千字

1998 年 7 月第一版 1998 年 7 月第一次印刷

印数 1—6000 册

☆

ISBN 7-80058-619-7/TU·56

定价:20.00 元

本书编写人员

主 编：盖仁柏

编写人员：宿玉民 何 珑 陈昌仁 陆世光
 马玉贵 汝 能 王怡唐 蔡华民
 徐 浩 秦大川 李金溥 王树珏

出版说明

提高施工一线操作工人的技术业务素质,是建筑安装企业应经常关注的课题。“建筑安装工人操作技术”丛书是以此为目的供建筑安装工人日常自学及技术培训需要而组织编写的。本丛书各分册按工种介绍基础理论知识、基本操作方法、材料机具使用知识、主要工艺要点和安全技术常识等。其中,建筑工种有:砌筑工、防水工、钢筋工、混凝土工、装饰工、木工;安装工种有:起重工、管道工、安装钳工、通风工、电气安装工、铆工、气焊工、电焊工等,陆续出版。

内 容 提 要

本书介绍起重工作业基础知识、起重索具和吊具、起重作业基本操作方法、起重机具、起重搬运的工艺要求、大中型设备的吊装方法、脚手架的搭设、设备起重的安全技术等。内容简明实用,文图并茂。可作为建筑安装企业起重工自学读物及技术培训班教材,其它工种也可参考。

目 录

第一章 起重作业基础知识	(1)
第一节 力学基本知识	(1)
第二节 物体的基本计算	(23)
第三节 起重设备的主要参数	(35)
第二章 起重索具和吊具	(38)
第一节 白棕绳	(38)
第二节 钢丝绳	(40)
第三节 绳夹	(52)
第四节 卸扣	(56)
第五节 吊钩、吊环与平衡梁	(58)
第三章 起重作业基本操作方法	(63)
第一节 撬动和转动	(63)
第二节 滑动和滚动	(65)
第三节 顶升与扳转	(66)
第四节 拨动与提升	(69)
第四章 起重机具	(71)
第一节 滑轮与滑轮组	(71)
第二节 电动卷扬机	(83)
第三节 千斤顶	(88)
第四节 链式起重机	(94)
第五节 起重桅杆	(97)
第六节 缆风绳	(116)
第七节 地锚	(120)
第五章 起重搬运的工艺要求	(127)
第一节 人力搬运	(127)

第二节	用滚杠搬运	(128)
第三节	装卸车的基本要求	(130)
第四节	搬运工作安全要点	(133)
第五节	设备翻转、吊装捆绑保护和运输路线 的选择原则	(135)
第六节	起重吊运指挥信号	(140)
第六章	大、中型设备的吊装方法	(151)
第一节	桅杆的试验、安装、移动和拆除	(151)
第二节	桥式起重机的吊装	(160)
第三节	桥式起重机吊装设备	(182)
第四节	桅杆吊装设备	(192)
第五节	起重机吊装设备	(197)
第六节	利用构筑物吊装设备	(243)
第七章	脚手架的搭设	(269)
第一节	钢管脚手架的搭设	(269)
第二节	搭设脚手架的安全要点	(274)
第八章	设备起重的安全技术	(276)
第一节	起重设备的操作安全技术	(276)
第二节	起重作业安全操作技术	(280)
第三节	安全施工用电	(283)
附录一	起重作业常用计算参考数据	(285)
附录二	化工工程建设起重施工规范(HGJ201-83)	(352)
附录三	安装工人技术等级标准(JGJ43-88)(节选)	(381)
附录四	一般起重作业方案的编制程序	(385)
主要参考文献		(388)

第一章 起重作业基础知识

第一节 力学基本知识

一、力的概念

1. 什么是力。力就是一个物体对另一个物体的作用。如吊车起吊重物时,由于力对重物产生了作用,使重物由静止到运动,发生了状态的改变。又如用手拉弹簧时,可使其伸长;当放松时,弹簧又恢复原状。因此,要改变一个物体的运动状态或形状,就必须有另外一个物体对它产生一种作用。

2. 力的三要素。

(1)力的大小。力是有大小的。用起重机具起吊重物比用人力提起重物的提升能力大得多。因此,要衡量力的大小,采用法定计量单位是牛顿,其国际单位制符号为 N,有时也用千牛顿作单位,符号为 kN。其换算方法见表 1-1。

表 1-1 非法定计量单位与法定计量单位换算表

量的名称	非法定计量单位		法定计量单位		
	名称	符号	名称	符号	换算方法
质量	公吨	T	吨	t	1T=1t=1000kg
	斤 磅	lb			1 斤=0.5kg 1lb=453.599g
力	千克力	kgf	牛顿	N	1kgf=9.81N 1dyn=10 ⁻⁵ N
重力	公斤力 达因	kgf KGf dyn			

(2)力的方向。用吊车或手提起重物时,用力总是向上的,否则不可能将重物举起,因此,重力的方向总是垂直向下的。

(3)力的作用点。力的作用效果,除了与力的大小和方向有关外,还与力在物体上的作用点有密切关系,具体说就是与力作用在物体上的位置有关。

(4)力的图示。图 1-1 表示力的三要素,即线段的长度表示力的大小,箭头的指向表示力的方向,线段的起点或终点表示力的作用点。通过力的作用点,沿力的方向所画直线,叫力的作用线。

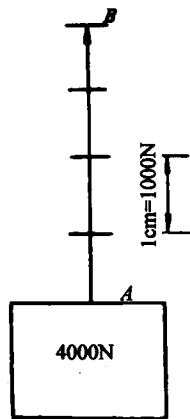


图 1-1 力的三要素

二、合 力

一个物体同时受到几个力的作用时,与几个作用力效果相同的力,叫作几个力的合力,即力的合成。求合力的方法由于各个力的作用点与方向不同,因此也就有所差异。

1. 在同一直线上作用力的合成。

见图 1-2(a),有三人共用一根绳子拉重物,其用力方向相同,因而合力的大小就是将每人所施的力相加求得,力的作用点同在一根绳上。

当作用在同一直线的两个力方向相反,这时合力的大小,即为两力相减,方向应与大的力的方向一致,见图 1-2(b)。

2. 同方向平行力的合成。两个平行力方向相同的合力应为两平行力相加,合力的方向也与两平行力方向相一致,合力的作用点在两平行力作用点之间。当两平行力的大小相同时,

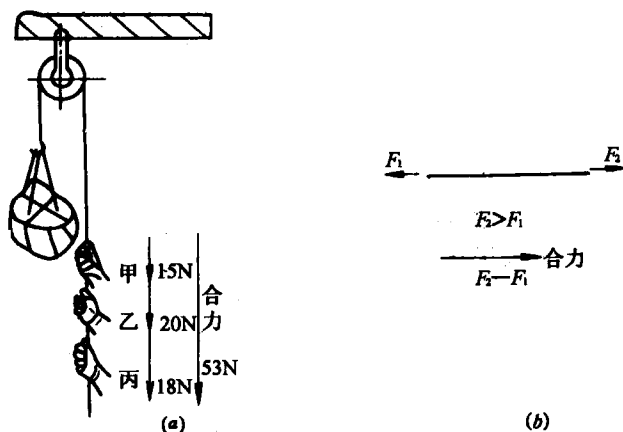


图 1-2 同一直线上作用力的合成

其合力的作用点恰在两平行力的中间如图 1-3(a); 如两平行力大小不一致时, 其合力的作用点距两平行力间的距离, 与各平行力的大小成反比。见图 1-3(b)。

3. 作用于一点且互成一角度时二力的合成。

有个固定的吊环, 受有一定夹角的甲、乙两根绳索拉力的

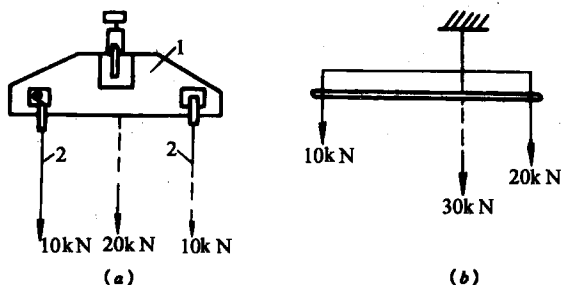


图 1-3 同方向力的合成

1—平衡梁; 2—吊索

作用,见图 1-4。当甲绳拉力为 20kN ,乙绳拉力为 30kN ,此时加在吊环 A 点上两个力的合力,见图 1-4(b),可用以下方法求得:

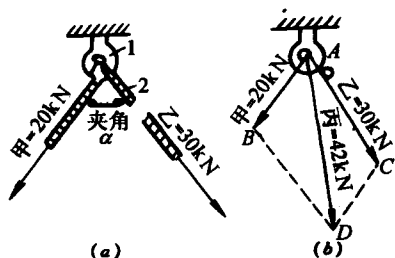


图 1-4 作用于一点有夹角的力的合成

1—吊环;2—绳索

(1)在 A 点沿力的作用方向将甲、乙两个力按比例画出。当 1cm 长表示 10kN 时,甲力 $\overrightarrow{AB}$ 为 2cm ,乙力 $\overrightarrow{AC}$ 为 3cm 。

(2)连接 BD 平行于 AC , CD 平行于 AB ,并相交于 D 点,再连接 A 、 D 两点,此时 $\overrightarrow{AD}$ 线段即为甲、乙两力的合力。

(3)测得合力 $\overrightarrow{AD}$ 长为 4.2cm ,即甲、乙两力合力为 42kN 。合力丙的大小和方向恰好是以这两个力为邻边而作出的平行四边形的对角线。用这种方法作力的合成,叫平行四边形法。

三角形法是只画 AB 和 BD ,使 BD 平行 AC 且两者相等,形成 ABD 三角形, AD 即为甲、乙两力的合力。

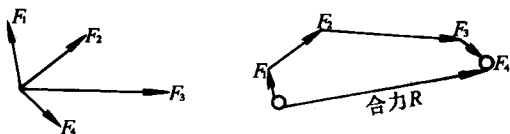


图 1-5 作用在一点且互成一定角度的几个力的合成

4. 作用在一点且互成一定角度的几个力的合成。当几个力相交于一点的合力,其大小、方向决定于这些力的矢量(具有大小、方向的量),并按首尾相连的顺序形成力的多边形的封闭边,即为合力。见图 1-5。

三、分 力

由一个力分成几个力,两者产生的效果相一致,这叫作力的分解。求力的分解一般有两种方法:

1. 平行四边形法。力的分解用平行四边形法就是把要分解力作为平行四边形的对角线,其四边形的两个边即是所求的分力。见图 1-6。

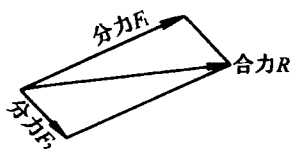


图 1-6 平行四边形法

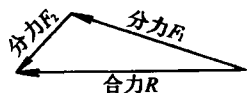


图 1-7 三角形法

2. 三角形法。用三角形法求力的分解,即三角形的一边 R 为合力,其余两边 F_1 和 F_2 为分力。见图 1-7。

3. 用平行四边形法或三角形法,对已知力分解为二个分

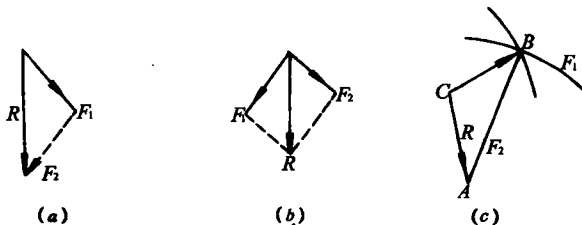


图 1-8 求分力的补充条件

力,其中已知力的大小和方向之外,还要具备下面的条件,见图 1-8。

(1)分力中一力的大小及方向,见图 1-8(a)。

(2)二分力的方向,见图 1-8(b)。

(3)二分力的大小,见图 1-8(c)。

四、力 矩

用外力使物体产生转动(移动),如使用扳手拧螺母时,力使螺母发生转动;为了衡量力的大小出现了力矩的概念。一般把物体转动的中心点称为矩心,由矩心到力的作用线的垂直距离叫力臂,力和力臂相乘即构成力矩。用公式表示:

$$M = \pm PL$$

式中 M —— 力矩($N \cdot m$);

P —— 力(N);

L —— 力臂(m)。

从上面公式得出:力对物体的转动效果与力矩成正比,力矩愈大,所产生的效果愈强。式中正、负号是表示:当物体顺时针方向转动产生的力矩为正值,而逆时针方向转动产生的力矩为负值。

五、杠 杆

1. 在起重工作中为了将重物撬起,常使用铁棍或木杠,一端放置在重物下面,用力压另一端,铁棍或木杠就绕着垫在其下面的物体进行摆动,从而把重物撬动。这种在力的作用下,在一个固定点(交点)进行摆动(转动)的铁棍或木杠,称为杠杆。

2. 杠杆有力点(杠杆上作用点)、重点(杠杆上和重物接

触处)、交点(杠杆绕其摆动或转动的固定支撑点),动力臂(从力点到支点的距离),阻力臂(从重点到支点的距离)。

3. 按照力点、支点和重点的相互位置不同,杠杆可分为三类:

(1)支点在中间

(2)重点在中间

(3)力点在中间

只有满足下列恒等式的要求,杠杆才能保持平衡。

$$\text{动力} \times \text{动力臂} = \text{阻力} \times \text{阻力臂}$$

从恒等式可看出,要使杠杆处在平衡状态,作用在杠杆上两个力的大小,要同其动力臂长成反比。动力臂是阻力臂的几倍,即动力就是阻力的几分之一。

4. 使用杠杆时,动力臂大于阻力臂就能省力。对于第(2)类杠杆,重点在中间,动力臂总是大于阻力臂,因而在操作时,就能省力。第(3)类杠杆,力点在中间,动力臂总小于阻力臂,在使用时不省力,但作用力的距离缩短了。

不论哪种情况,动力和动力臂的乘积始终等于阻力和阻力臂的乘积,因此,做功是相等的。需要注意的是:动力臂和阻力臂的长度是指支点到力和重量作用方向的垂直距离,与臂的曲直无关。

六、滑轮与轮轴

1. 滑轮。滑轮是一种可绕轴转动的轮子,它的轮边上有沟槽以防绳子滑脱。滑轮有定滑轮,即轴固定不动,只是滑轮转动,如起重机吊杆顶端的滑轮。动滑轮是轴与重物一起移动,如起重机吊钩上的滑轮,见图 1-9。定滑轮与动滑轮组成滑轮组。

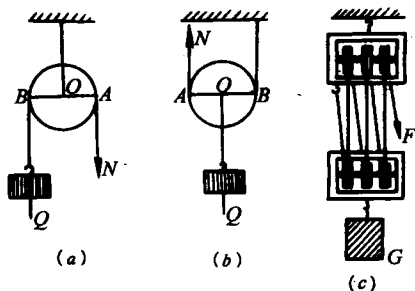


图 1-9 定滑轮、动滑轮和滑轮组

(a)定滑轮；(b)动滑轮；(c)滑轮组

滑轮实际上是杠杆的另一种形式，定滑轮的轴相当于杠杆的支点 O ， OA 是动力臂， OB 是阻力臂。当定滑轮平衡时，

$$N \cdot OA = Q \cdot OB$$

因为 $OA = OB = \text{滑轮半径}$

所以 $N = Q$

由于用定滑轮时不能省力，而只能改变力的方向，所以用起来只是比较方便。

动滑轮平衡时，

$$N' \cdot AB = Q \cdot OB$$

因为 $AB = 2OB$

$$\text{所以 } N' = \frac{1}{2}Q$$

从上式看力是重力的一半，即绕过动滑轮的每股绳，只承受物体重量的一半，因此，要省一半力。

按照定、动滑轮的特性，定滑轮虽能改变作用力的方向，但不能达到省力的目的，而动滑轮能省力，不能改变力的方向。

在对滑轮的受力的分解中,没有考虑滑轮与轴和钢丝绳间的摩擦力,也未计算滑轮自重,如将两项因素加进去,其作用力还要大一些。

图 1-9(c)是一组由 3 个定滑轮和 3 个动滑轮组成的滑轮组。在滑轮组中,重物和动滑轮的总重量是由 6 股绳子承担的,每股绳只承担总重量的 $1/6$,即 $F=G/6$ 。因此,用它提升重物,只需用总重量 $1/6$ 的力,而且又能改变作用力的方向。

2. 轮轴。轮轴也是一种杠杆,见图 1-10。外圆表示轮,内圆表示轴, O 是轴心, OA 是轮的半径, OB 是轴的半径, N 是转动轮的力, Q 是轴上悬吊物体重量。过 A 、 O 、 B 三点连一条直线,就成为一杠杆,支点为 O ,动力臂是 OA ,阻力臂为 OB 。根据平衡条件得出:

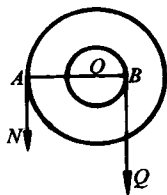


图 1-10 轮轴

$$N \cdot OA = Q \cdot OB$$

$$\text{或 } \frac{Q}{N} = \frac{OA}{OB}$$

从上面公式不难看出,轮半径 OA 是轴半径 OB 的几倍,而力 N 仅为重量 Q 的几分之一,因此,操作时,轮轴可省力。

七、斜面和螺旋

1. 斜面。斜面是与水平面形成一定角度的面。在起重作业中把重物装在车上,往往采用先向车上搭一块倾斜的木板,沿着木板将重物推(拉)上去,这比垂直装上车要省力。这个搭在车上的木板就是一个斜面。这种方法在起重作业中比较常用。

用三角形来表示斜面,见图 1-11, L 表示斜面长, h 表示

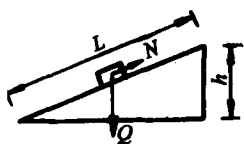


图 1-11 斜面

斜面高, Q 表示重物的重量。 N 表示推动重物所用的力。根据功的原理, 使用任何机械都不能省功。把重物沿着斜面推上汽车而做的功, 相当于直接把重物举上汽车所作的功,

即:

$$N \cdot L = Q \cdot h$$

$$\text{或 } \frac{N}{Q} = \frac{h}{L}$$

从上面公式可以看出, 斜面高度是长度的几分之一, 所使用的力即是物体重量的几分之一。一般斜面的长度总是大于它的高度, 因此, 把重物沿斜面推上车能省力。

2. 螺旋。

螺旋也是起重作业中的一种省力的简单机具。如螺旋千斤顶, 它主要由螺杆和螺母组成的。在螺杆上装有手柄, 当转动手柄, 螺杆上升并将重物升起。

螺旋实际上是斜面的一种变形, 用一张直角三角形的纸片卷在圆筒体上, 见图 1-12, 它的斜边在圆柱体上就绕成了螺旋线, 因而用螺旋升起重物可省力。

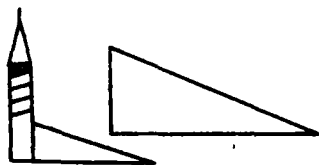


图 1-12 斜面与螺旋的关系

使用螺旋千斤顶时, 见图 1-13, N 是作用在手柄上的力, N 的作用力到螺旋轴线的距离是 L , 当螺旋每转一周, 作用力