

铁路工程施工技术学习丛书

工 吊 装

铁道部第四工程局编

11

人民铁道出版社

内 容 提 要

本书介绍起重装吊工作的基本知识及操作技术。主要内容包括力的基本应用原理,起重绳索的种类、性能、规格及插接、固结方法,各种绳扣的结法,常用简单起重机具千斤顶、绞车、绞磨、滑车的构造、性能及使用方法,各种扒杆、地龙的技术要求及制作、设置方法,各种起重机械的安装方法,起重装吊的基本操作方法及打桩、架梁的方法。

本书可供铁路基建施工部门技术工人学习之用。

铁路工程施工技术学习丛书

装 吊 工

(修订本)

铁道部第四工程局编

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 7.5 字数: 160 千

1965年12月 第1版

1976年3月 第2版 第2次印刷

印数: 10,001—35,000册 定价(科二): 0.50 元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

目 录

第一章 装吊作业的基本知识	1
第一节 概述.....	1
第二节 力的知识.....	1
第三节 力的应用原理.....	9
第四节 应力和材料强度.....	19
第五节 起重装吊的基本操作方法.....	22
第六节 喊号和信号.....	32
第二章 绳、链和拴吊工具	37
第一节 麻绳.....	37
第二节 钢丝绳.....	40
第三节 链条.....	51
第四节 千斤绳.....	53
第五节 拴吊工具.....	57
第六节 麻绳的编结及钢丝绳的插接和固接方法.....	66
第七节 绳扣.....	81
第八节 绳链的使用、保养及应注意事项.....	89
第三章 常用简单起重机具	94
第一节 千斤顶.....	94
第二节 绞磨和绞车.....	101
第三节 倒链滑车.....	109
第四节 滑车和滑车组.....	112
第四章 起重设备	131
第一节 扒杆.....	131
第二节 地龙.....	148

第三节	桅杆式起重机的安装	156
第四节	塔式起重机的安装	160
第五节	自行杆式起重机	163
第六节	塔架的安装	168
第七节	简易索道和简易缆式起重机的安装	171
第八节	吊船的固定	178
第五章	打桩工作	180
第一节	打桩设备安装	180
第二节	打桩工作方法	187
第三节	拔桩	199
第六章	架梁工作	202
第一节	拖拉法架梁	202
第二节	吊鱼法架梁	208
第三节	中置法架梁	209
第四节	架梁过程中有关工作的施工方法	211

第一章 装吊作业的基本知识

第一节 概 述

在铁路建筑工程中，起重装吊工作是一项光荣而艰巨的任务。诸如装卸、运搬笨重的机器、设备、材料，安装各种机械，打桩，立扒杆，搭枕木垛，竖立排架，架桥等工程都要装吊工去做，或配合有关工种去做。特别是在紧急情况下架设便桥，抢通线路更是离不开装吊工。起重装吊工作对于多快好省地完成铁路施工任务，及时完成紧急抢修任务，保证生产安全起着日益重要的作用。

随着我国社会主义建设和铁路建设事业的飞跃发展，各种新型的铁路工程结构，新的施工方法，新的机具设备将不断涌现，起重装吊工作必将随之不断发展变化，任务也将更加繁重。而且起重装吊工作遇到的情况很复杂，常常是在很困难的情况下进行的。为了适应新的形势，为了在各种复杂情况下都能完成起重装吊任务，广大装吊工人必须刻苦学习马列主义和毛主席著作，提高阶级斗争和路线斗争觉悟；努力钻研技术，懂得一些力的基本知识和省力的道理，熟练地掌握基本的操作技术，不断积累经验，熟悉各种常用起重机具设备的性能、使用方法和保养知识，学一点工程、机械常识。

第二节 力的知识

一、力和力的单位

一个停在轨道上的平车，要使它顺着轨道走动，一定要

用力去推它；或者当平车正在轨道上走动，要它停止，也一定要用力去阻止它。力的大小用什么单位来表示呢？在工程上，力的单位是与重量的单位相同的。比如，我们用力把一个弹簧拉长10厘米，如果用10公斤重的物体挂在这弹簧下面也能够把弹簧同样的拉长10厘米，那么我们拉弹簧的力就等于10公斤。再如用一根绳子把一吨重的物体吊起后，绳子所受的力就是一吨。

二、力的三要素

力除了大小外，力的方向也很重要。要想举起物体，必须用向上的力；如果用水平的或向下的力作用在物体上，就不能把物体举起来。此外，力在物体上作用的地点也有关系。例如在推绞磨的时候，着力在绞杠的头上与着力在绞杠的中间，虽然用力的方向相同，但推动绞磨时所用力的大小却不一样。

要想完全表明任何一个力的作用，必须要同时说明力的大小、力的方向和力的作用点。力的大小、方向和作用点是力的三个要素。

力的三个要素，可以用一条线完全表示出来，如图1—1，有一力作用在物体的甲点上，甲点就是作用点，直线的箭头方向

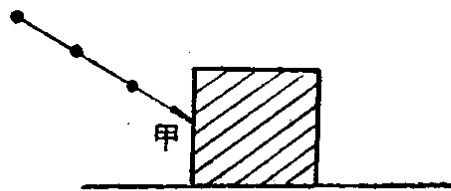


图1—1 力的三要素

就是力的方向；力的大小可以用直线的长短来表示，假定1厘米长代表10公斤的力，当图中直线长为3厘米时，力的大小就等于30公斤。

三、力的合成和分解

所谓力的合成，就是已知有二个以上的力，去求它们的合力。力的分解，是把已知的一个力，分成二个以上的力。

（一）在同一直线上作用力的合成

如有几个人共用一条绳拉重物，各人的用力方向一致，那么他们的合力就是每个人所出的力相加起来的和。如图 1—2，甲出力15公斤，乙出力18公斤，丙出力20公斤，他们的合力就等于 $15 + 18 + 20 = 53$ 公斤。合力的方向，与每人用力的方向相同，作用点在物体上系绳处。

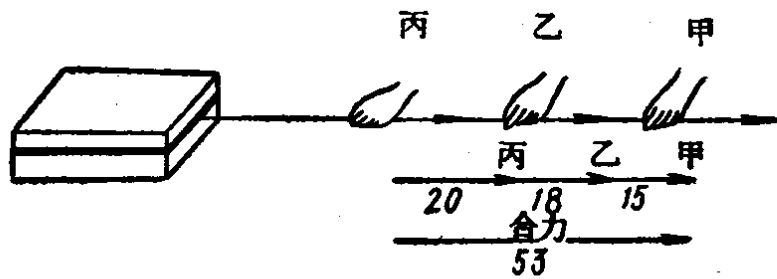


图 1—2 同一直线上作用力的合成

如果几个力作用于同一直线上而方向相反，这时合力等于作用于一个方向的力的总和跟作用于另一个方向的力的总和之差。力的总和较大的方向就是合力的方向。如在拔河比赛中，两队同时拉一根绳子，如甲队合力大，那么绳子就被甲队拉过去，也就是说，合力的方向是甲队队员拉的方向。

(二) 平行力的合成

在一个平面上的几条直线，不管把它们延长到多长，而不相交的话，我们称这些线为平行线。如果表示力的线也具有这样的性质，我们称之为平行力。比如我们用扁担挑东西，作用在扁担两头的力就是两个平行的力。

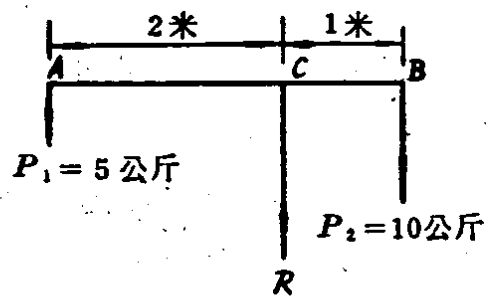


图 1—3

两个平行力如果方向相同，那么它们的合力大小为二力相加，方向与原来的方向相同，作用点距二力的距离和力的大小成反比。如图 1—3， P_1 、

P_1 为两个方向相同的平行力，作用于棒的两端， R 为合力， C 为合力 R 的作用点，则

$$R = P_1 + P_2$$

$$AC : BC = P_2 : P_1$$

如果 $P_1 = 5$ 公斤， $P_2 = 10$ 公斤， $AB = 3$ 米，那么 $R = 5 + 10 = 15$ 公斤，方向向下， $AC = 2$ 米， $BC = 1$ 米。

两个平行力如果方向相反，那么它们的合力大小为二力相减，方向与较大的力的方向相同，作用点在连接二力作用点的直线延长线上，距二力的距离和力的大小成反比。如图 1—4， P_1 、 P_2 为两个方向相反的平行力， R 为合力， C 为合力 R 的作用点，则

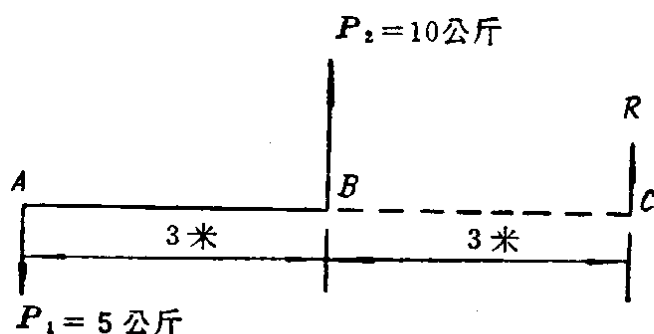


图 1—4

$$R = P_2 - P_1$$

$$AC : BC = P_2 : P_1$$

如果 $P_1 = 5$ 公斤， $P_2 = 10$ 公斤， $AB = 3$ 米，那么 $R = 10 - 5 = 5$ 公斤，方向向上， $AC = 6$ 米， $BC = 3$ 米。

如果有几个平行力，那么它们的合力等于作用于一个方向的力的总和跟作用于另一个方向的力的总和之差，合力的方向跟这些力平行，它作用于这样一点上，

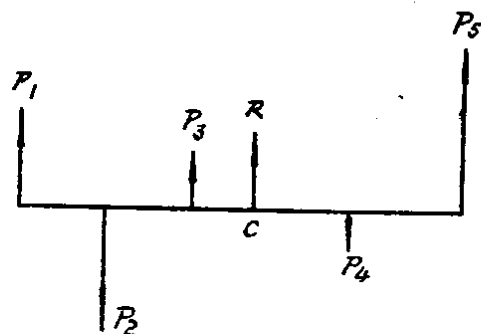


图 1—5

所有各个力对这一点的力矩之和等于零。如图 1—5, P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 为五个平行力, R 为合力, 则

$$R = (P_1 + P_3 + P_5) - (P_2 + P_4)$$

R 的作用点 C 的力矩等于零。

(三) 作用于一点而有夹角的几个力的合成

如图 1—6, 作用于一点而有夹角的 2 个力 P_1 及 P_2 的合力可用下述方法求出:

1. 顺着力的方向将 P_1 和 P_2 二力按比例绘出, 若 $P_1 = 15$ 吨, $P_2 = 30$ 吨, 以 1 毫米代表 1 吨, 则画甲

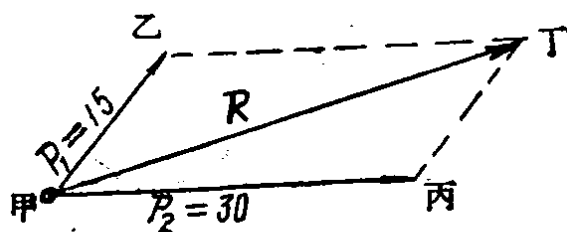


图 1—6

乙等于 15 毫米, 甲丙等于 30 毫米。

2. 画乙丁平行甲丙, 丙丁平行甲乙, 并相交于丁点, 然后联结甲丁, 即为合力 R 的方向。

3. 丈量甲丁的长度为 41 毫米, 即得出 P_1 和 P_2 的合力为 41 吨。这个方法叫做力的平行四边形原理。

如果只画乙丁平行甲丙, 并使乙丁长与甲丙长相等, 联结甲丁就成一个三角形甲乙丁。其中甲丁即为 P_1 及 P_2 的合力。这个方法叫做力的三角形原理。

从上面可以看出, P_1 及 P_2 的合力 R , 随 P_1 与 P_2 的夹角而变, 夹角越大合力 R 越小, 夹角越小合力 R 越大。当 P_1 与 P_2 二力完全重合, 即二力在一条直线上时, 合力 R 为最大, 其数值等于 $15 + 30 = 45$ 吨。

如图 1—7, 如果有 3 个或 3 个以上的力作用在一点上, 它们的合力可以按照上述方法, 把各个力画成连接的折线, 折线两端的连结线 (图 1—7 中的 AE) 就代表合力的大小和方向。如果这些力是平衡的, 折线必须是闭合的 (连结线大小为零)。如果一共有 3 个力, 它们应该形成一个三

角形。

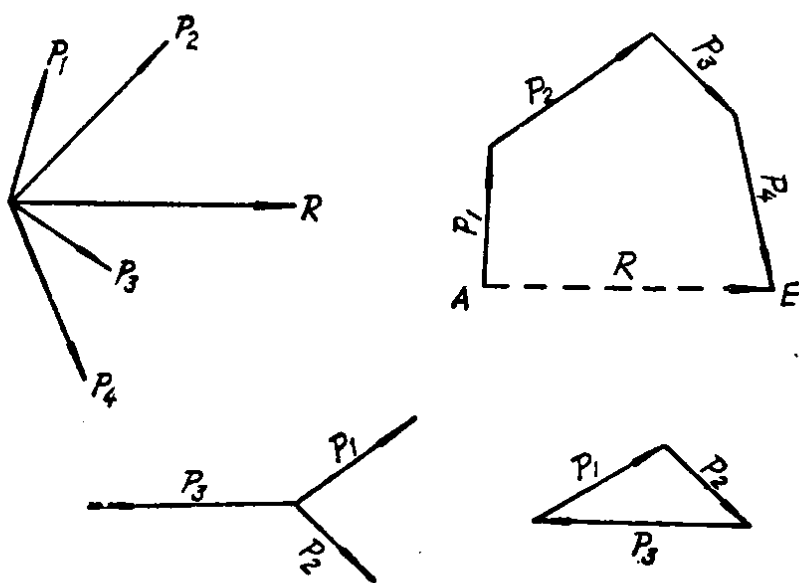


图 1—7 作用于一点的几个力的合成

(四) 力的分解

力的分解也可应用力平行四边形或力三角形原理，按比例画线去求得。如图 1—8，物体甲重30公斤，由丙丁两根千斤绳起吊，以1毫米代表1公斤绘出力平行四边形，即可量得丙丁两根千斤绳受力各为20公斤。如果我们将丙丁千斤绳的夹角加大，虽然吊重的重量不变，丙丁千斤绳所受的力就要增大，如果千斤绳的夹角减小，则其受力就要减小。当夹角为零，即丙、丁与甲在一条垂直线上时，千斤绳受力最小，各为甲的一半，即15公斤。

(五) 力矩

在某一外力 P 的作用下，物体会绕着某一点（力矩中心）转动。力矩就是表示这种转动的。使物体顺时针方向转动的力矩叫正力矩，使物体反时针方向转动的力矩叫负力矩。某一点的力矩等于力 P 与该点到力 P 的作用线的垂直距离的乘积。

如图 1—9， P 为作用力， L 为 B 点到力 P 的作用线的

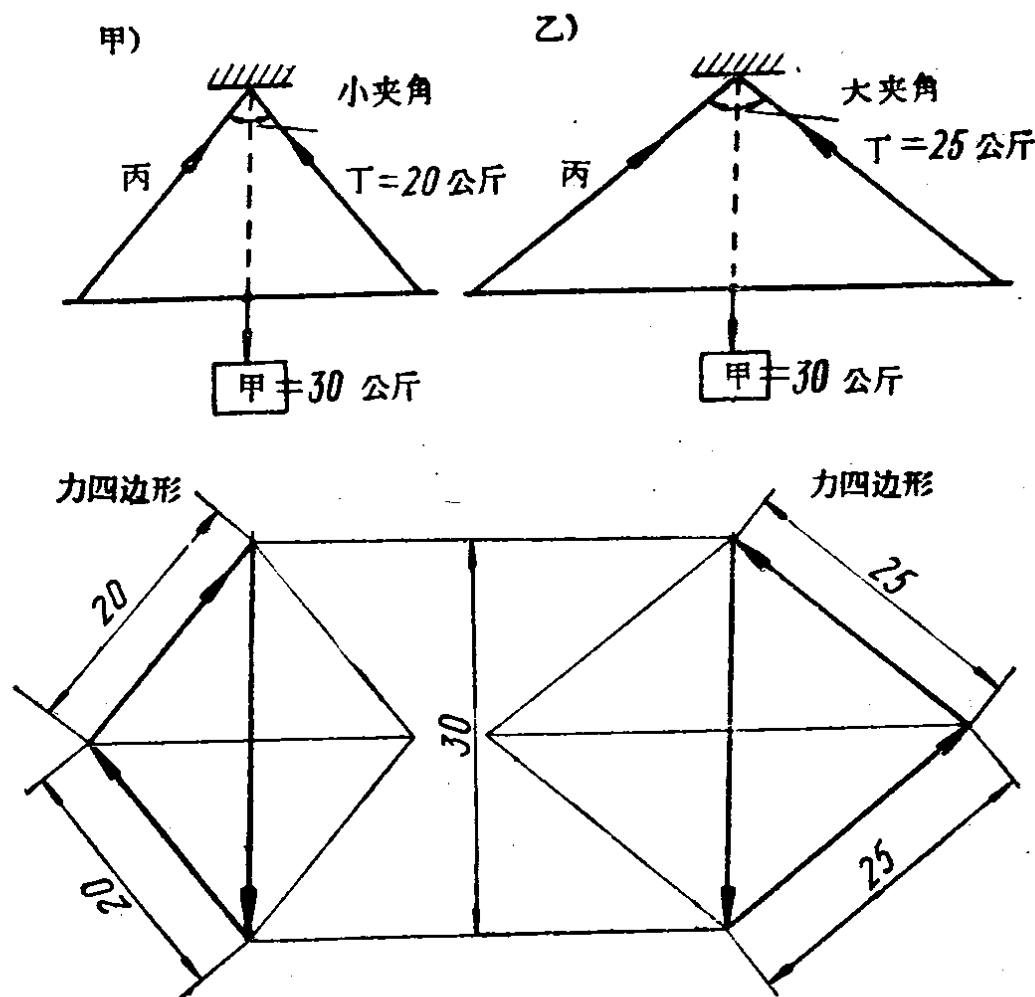


图 1—8 千斤绳夹角与受力大小

垂直距离， M 为 B 点的力矩，根据力矩的定义可知：

$$M = P \cdot L$$

如果作用力不只一个，而是几个，那么把各个力对 B 点的力矩加起来就是 B 点的总力矩。各个力的力矩的总和等于它们的合力的力矩。

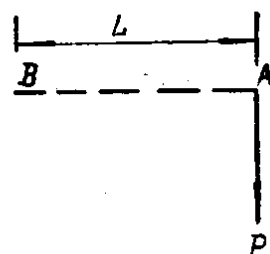


图 1—9

(六) 力的平衡

两个以上的力，同时作用在一个物体上，而这个物体仍然保持不动，这种现象叫做平衡。

达到力的平衡的第一个必要条件是它们的合力应等于零，不然物体将沿着合力的方向移动。比如上面所举的拔河

的例子，只有当甲乙两队所施的力相等，此时合力等于零，绳子才能平衡不动。再如转向滑车，如图 1—10 所示，千斤绳拉紧后的方向一定是与钢丝绳合力方向在一条直线上，而且千斤绳所受的力等于钢丝绳的合力。

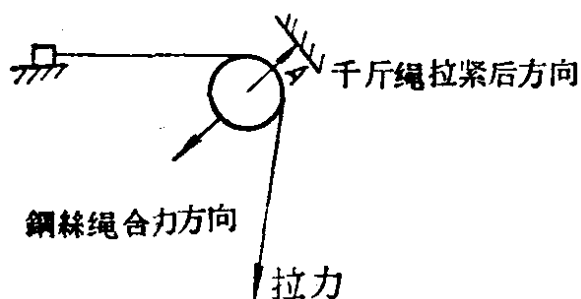


图 1—10 转向滑车的力的平衡

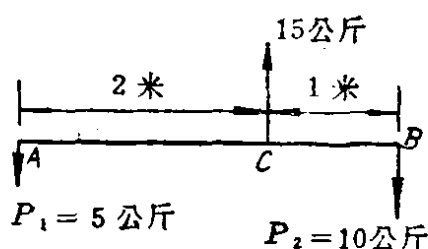


图 1—11

平衡的第二个必要条件是所有的力对任何一点的力矩之和应等于零。也就是说任何一点的正力矩与负力矩必须相等，否则物体将顺力矩大的方向转动。以图 1—3 为例，在棒的 C 点吊一根绳子，绳子的拉力就是 P_1 、 P_2 的合力，为 15 公斤，此时一共有 3 个力作用于棒上，受力情况如图 1—11。对棒的任何一点来说，力矩之和都等于零，例如：

$$C \text{ 点的力矩} = 10 \times 1 \text{ (正力矩)} - 5 \times 2 \text{ (负力矩)} = 0$$

$$A \text{ 点的力矩} = 10 \times 3 \text{ (正力矩)} - 15 \times 2 \text{ (负力矩)} = 0$$

$$B \text{ 点的力矩} = 15 \times 1 \text{ (正力矩)} - 5 \times 3 \text{ (负力矩)} = 0$$

因此棒处于平衡状态。如果绳子不吊在 C 点，而吊在另一点，那么绳子的拉力虽然也等于 P_1 、 P_2 的合力，但棒上任何一点的力矩都不等于零，因此棒将向力矩大的方向转动。

四、重 心

重心就是物体各部分重量的中心。我们可以认为物体的全部重量都作用在重心上。

物体的重心可以用数学方法求得，有规则形状的物体的重心，求算比较容易。如长方形的物体，它的重心在高度等

于一半的平面对角线的交点上。长圆棒的重心，在长度为一半的圆断面的圆心上。三角形的重心在三角形中线的交点上。

如果物体是由两个或两个以上大致规则的外形组成，可以分别求出各部分的重心，再按照力的合成方法求其合重心。不规则的物体，可用试吊的办法求得。

在装吊工作中了解物体的重心很重要。当我们用一根绳子吊一物体时，应把绳子拴在与重心成一铅直线的地方，否则物体起吊后要发生转动

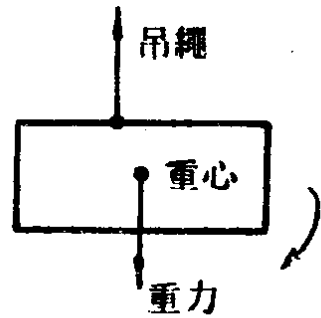


图 1—12

(如图 1—12)。选择吊点的位置，一般应按下列原则进行：

1. 吊运各种机械、构件的吊点位置，要用原设计的耳环。
2. 吊运各种机械，如没有耳环，可在两端四点绑绳子，然后根据机械具体情况，选择吊点，使吊点与重心在一条铅直线上。
3. 平吊长形物件（如圆木、桩等），两吊点位置应在重心两端（即重心在中央），吊钩通过重心。竖吊物件，吊点应在重心上端。
4. 吊方形物件，四根千斤绳应拴在重心的四边。
5. 拖拉长物件，顺长度方向拖拉时，捆绑点位置应在重心前端；横拉时，两个捆绑点位置，应在距重心等距离的两端。

第三节 力的应用原理

在起重装吊作业中，有各种各样的机械，从极简单的撬

棍到极复杂的起重机，有各种各样的作业方法，从极简单的抬、撬、拨到极复杂的吊装。这些机械和方法都有一个共同的特点，就是省力。为什么会省力？有什么力学根据？把这个问题搞清楚，是很重要的。它能帮助装吊工自觉地而不是盲目地，灵活地而不是死板地应用已有的机械和方法，并创造新的机械和方法，去完成任何复杂困难的任务。下面介绍三种常用的力的应用原理。

一、杠杆原理

一根直的或弯曲的硬棒，在力的作用下，如果能够绕着一个固定点（支点）转动，就叫它为杠杆。为了弄清杠杆的原理，必须知道杠杆中的几个名词。

支点：就是杠杆可以绕它转动的地点，一般也就是支撑的地方。

重点：就是放重物的地方。

力点：就是用力的地方。

重臂：是从重点到支点的距离。

力臂：是从力点到支点的距离。

秤是杠杆的一种，秤纽是支点，秤钩是重点，秤铤是力点。秤钩到秤纽的距离是重臂，秤铤到秤纽的距离是力臂。秤在不平时，会绕着秤纽转动。

（一）杠杆的种类

杠杆由于支点、力点、重点的相互位置不同，可分为三类（图 1—13）：

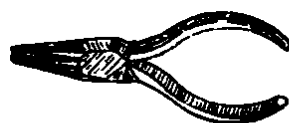
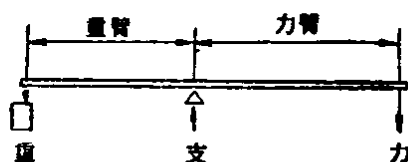
第一类杠杆：支点在中间，如常用的秤、剪刀、钳子和撬东西时的撬棍等。

第二类杠杆：重点在中间，如铡草时的铡刀，拨道时的撬棍。

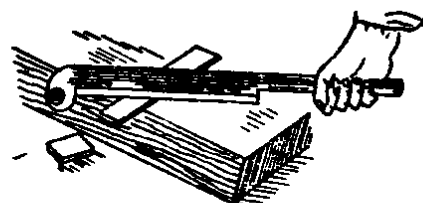
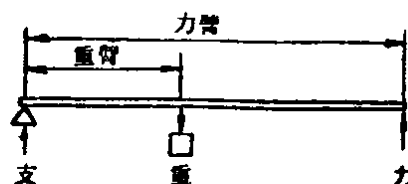
第三类杠杆：是力点在中间，如夹菜时的筷子、扫地时

的长把扫帚等。

第一类杠杆：支点在中间



第二类杠杆：重点在中间



第三类杠杆：力点在中间

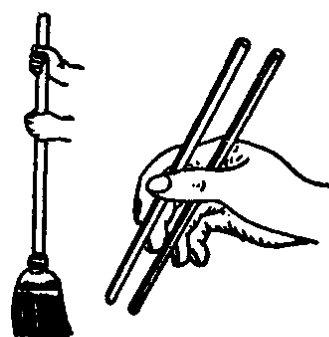
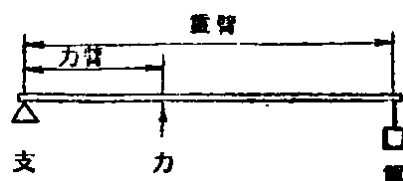


图 1—13 杠杆的种类

(二) 杠杆的平衡条件

以秤为例，假如秤砣重 1 公斤，秤钩上重物是 2 公斤，那么只有力臂的长度等于重臂的两倍时，秤杆才能保持平衡；如秤钩重 4 公斤，则力臂的长度应等于重臂的四倍时才能平衡。所有的杠杆都是如此。因此可以得出杠杆平衡的条件是：

$$\text{重量} \times \text{重臂} = \text{力} \times \text{力臂}$$

这就是杠杆的原理。

(三) 杠杆的机械利益

在杠杆上的物体重量和作用力之比叫做机械利益。根据杠杆原理推算，杠杆的机械利益可用下式表示：

$$\text{杠杆机械利益} = \frac{\text{重量}}{\text{力}} = \frac{\text{力臂}}{\text{重臂}}$$

这里要说明一点，上式中力臂和重臂与臂的曲直无关。

力臂不是指力点与支点间的杠杆长，而是指作用力的方向与支点间的垂直距离。重臂是指重点的起重方向与支点间的垂直距离。如图 1—14，撬棍的力臂为 1.0 米，不是 1.41 米；重臂是 0.2 米而不是 0.28 米。又如图 1—15 力臂与重臂不是指杆的弯曲长而是指垂直距离。

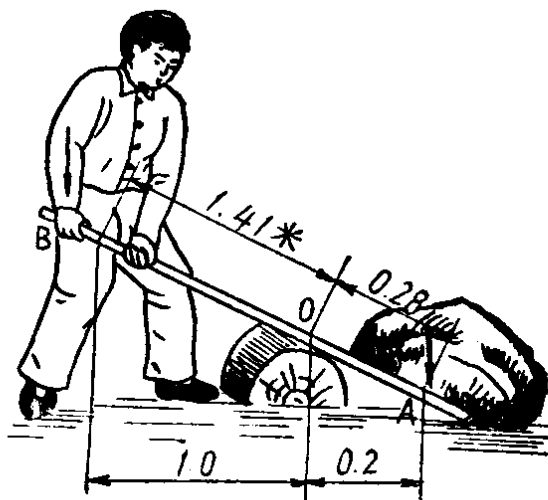


图 1—14

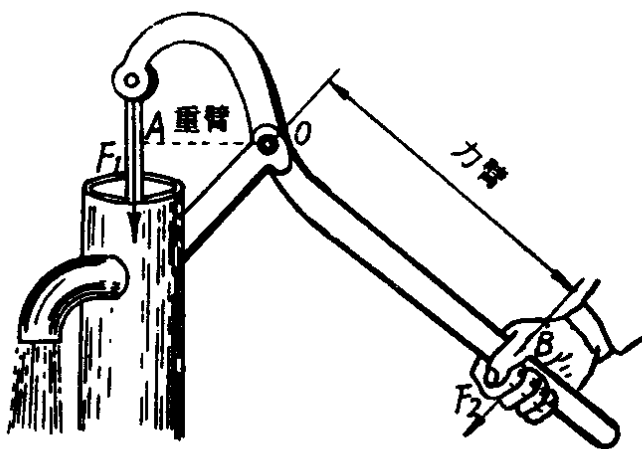


图 1—15

由上面的公式可以看出：

1. 如果力臂比重臂长，机械利益就大于 1，作用力就比物体重量小，这时就省力。而

且力臂越长，重臂越短，机械利益就越大，也就越省力。

2. 如果力臂与重臂相等，机械利益就等于 1，作用力就等于物体重量，这时不省力也不费力。

3. 如果力臂比重臂短，机械利益就小于 1，作用力就比物体重量大，这时就费力。

(四) 杠杆原理的应用

杠杆原理在起重装吊作业中的应用很普遍。平常我们使