

(安全技术)
(培训教材)

起重工



株洲市革命委员会劳动局编

毛 主 席 语 录

中国共产党是全中国人民的领导核心。
没有这样一个核心，社会主义事业就不能胜利。

路线是个纲，纲举目张。

政治和经济的统一，政治和技术的统一，
这是毫无疑义的，年年如此，永远如此。这
就是又红又专。

前 言

随着社会主义革命和社会主义建设的蓬勃发展，新工人的不断增加，加强工人的安全技术培训工作就显得十分必要。遵照伟大领袖毛主席关于“**在实施增产节约的同时，必须注意职工的安全……**”的教导和《中共中央关于加强安全生产的通知》指出的：“要对工人特别是新工人，加强安全生产知识和遵守劳动纪律的教育”的精神，在市革命委员会的领导下和省劳动工资局的具体指导下，为解决对工人的安全技术培训的教学材料，我们组织了部分企业的干部、技术员、老工人，根据国家有关规定，参考一些技术资料，联系生产实际，共编写了电工、焊工、受压设备、起重工、架子工、炮工的安全技术培训讲义六册。内容包括基本原理，结构特点，材料性能，操作方法，安全要求，防护措施，事故预防等。既可作新工人安全技术培训教材，也可供职工技术学习和有关技术管理人员在工作中参考。

编写过程中，得到了湖南大学以及我市各单位的热情帮助和大力支持，在此，谨表示衷心的感谢。

由于我们组织这项工作缺乏经验，加上编写时间仓促，书中难免有不当和错误之处，请读者给予批评指正。

株洲市革命委员会劳动局

一九七四年三月

目 录

第一章 起重作业在国民经济中的作用及其发展	(1)
第二章 起重作业的基本知识	(5)
第一节 概述.....	(5)
第二节 力的知识.....	(6)
第三节 杠杆和斜面的应用原理.....	(18)
第四节 应力和材料强度的知识.....	(26)
第五节 重量计算与公英制换算.....	(29)
第六节 起重器具分类.....	(33)
第七节 喊号和信号.....	(34)
第八节 安全知识.....	(39)
第三章 挠性构件及零件	(45)
第一节 麻绳.....	(45)
第二节 钢丝绳.....	(49)
第三节 铁链.....	(65)
第四节 各种挠性构件的性能比较.....	(68)
第五节 钢丝绳的辅助零件.....	(69)
第六节 绳索扣结.....	(84)
第七节 绳索编插.....	(90)

第四章 拴吊用具.....(102)

第一节 千斤绳.....(102)

第二节 卸扣(卡环).....(108)

第三节 吊钩.....(112)

第四节 吊环与夹钳.....(117)

第五节 起重梁(扁担).....(119)

第五章 运搬方法.....(121)

第一节 肩抬方法.....(121)

第二节 滑动摩擦运输法.....(125)

第三节 滚动摩擦运输法.....(128)

第四节 大型设备的装卸.....(132)

第六章 起重设备及其安装.....(135)

第一节 滑车与滑车组.....(136)

第二节 卷扬机.....(144)

第三节 千斤顶.....(152)

第四节 链滑车.....(163)

第五节 桅杆式起重机.....(165)

第六节 塔式起重机.....(182)

第七节 运行式旋转起重机.....(190)

第八节 地龙(锚碇设备).....(193)

第七章 典型吊装方法.....(203)

第一节 设备吊装.....(203)

第二节 铁塔吊装.....(224)

第三节	混凝土水泥电杆吊装·····	(232)
第四节	装配式建筑结构吊装·····	(240)
第八章	打桩工作·····	(271)
第一节	打桩设备安装·····	(271)
第二节	打桩工作方法·····	(280)
第三节	拔桩·····	(295)
第九章	架梁工作·····	(298)
第一节	拖拉法架梁·····	(298)
第二节	吊鱼法架梁·····	(305)
第三节	中置法架梁·····	(306)
第四节	架梁过程中有关工作的施工方法·····	(309)
附录一	桅杆内力计算的近似公式·····	(330)
附录二	走线滑车主索计算·····	(334)

第一章 起重作业在国民经济中的作用及其发展

起重作业也叫做机械搬运或吊装作业。它是运用机械力学原理，利用各种起重机械和工具，移动或安装人力难以搬动的笨重物体或设备，解决生产和运输中的搬运问题，可以达到省人省力、提高劳动效率的目的。因此，起重作业是工农业生产和交通运输部门中的基础作业，在国民经济中具有重要的作用和意义。

在“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”总路线的照耀下，我国的社会主义建设飞速发展。在厂矿企业和生产过程中，各种设备的运输和安装，特别是重工业部门中笨重货物的装卸和建筑工程大型设备的安装，如设备的入库和出厂，大型加工件的锻压，工作母机和机床设备的组装等工作，都离不开起重作业。象大家知道的一万二千吨那样巨大的水压机，重量那么重，从制作加工到组装生产，如果没有先进的起重技术，那是无法想象的。

在车站、海港、码头、车辆、船只进进出出，各种物资有的要装，有的要卸，没有一定的起重机械，是无法完成任务的。这些货物有的是运往全国各地，急待用到生产建设中去，早到早生产，迟运到一天看来很短，但对工程建设的施工和按

期投产却影响很大，也直接关系到生产计划的完成。因此，起重作业的迅速与迟缓，是生产发展中的动力与阻力的关系。有些货物是外援或国际贸易交流物资，车辆、船舶的停留是有时间规定的，如果起重作业力量不强，不能按时完成装卸任务，一则影响车辆、船舶的周转，造成运输工具的紧张，打乱运输计划；二则货物不能按期运往目的地，直接关系到国计民生。更为重要的是起重作业的先进与落后，它不仅反映了一个国家工业化的程度，也关系到国家的声誉。如果是支援兄弟国家人民抗击外来侵略的军用物资，装卸作业的快慢，直接关系到战斗的胜败，可见，起重作业是十分重要的。

我国幅员辽阔，河流纵横。为了适用工农业生产、交通运输和战备的需要，桥梁架设迅速发展。如武汉和南京的长江大桥，工程那么巨大，主桥长达几千米，横跨长江，桥梁既长又重，又是水上施工，没有现代化的架空吊装技术，那末，桥梁的架设那是十分艰巨的，甚至是根本不能施工的。又如制造船舶，特别是制造万吨巨轮，船体笨重，从制作到组装，每一步都少不了起重作业，这是十分清楚的。

在毛主席“开发矿业”的号召下，全国各地“大打矿山之仗”，矿山建设发展较快。露天煤矿、铁矿等容易开采，运输量很大，需要充足的起重机械；而多数的煤矿、铁矿、有色金属矿等，需要在百千米的井下作业，人员的上下，矿石的出井，井下设备的吊装，更需要现代化的起重技术，不然的话，靠古老的、简陋的起重方法，其效率十分低劣，有时甚至无法开采，这对于国家的建设是有很大影响的。

在国家的基本建设中，建筑大型的厂房，有大批的装配式建筑构件、工业设备及其他构件的吊装，如果没有现代化的起重设备和先进的起重技术，必定会影响施工工期，关系着我国

工业建设的进程。

为了防御帝国主义的侵略，我国在一万一千多公里长的海岸线上，必需加强建设，水下作业是不可缺少的。在水下施工不同于地面作业，它有更多的困难要加以解决，其中也包括起重作业在内。因此，提高水下作业的技术水平，是加强国防，保卫社会主义祖国的迫切需要，同时，给起重作业提出了更高的要求。

总之，起重作业是工业设备安装、基本建设、交通运输、厂矿生产的主要作业之一，它起着先锋作用，这一点是不容忽视的。由此可见，它的速度和质量直接关系到我国工业化的进程，关系着社会主义建设的发展。

在黑暗的旧中国，由于帝国主义的侵略和掠夺，国民党反动派的腐败无能，工业一无所有。在沿海地区和几个大城市，虽有一点点零星工业，但基础薄弱，更谈不上发展。由于工业的落后，有关起重技术也是十分低劣的。在码头、车站，物资的搬运主要靠码头工人和搬运工人繁重的体力劳动，时间长，强度大，不知有多少阶级兄弟惨死在反动派的皮鞭之下。

解放后，在毛主席和党中央的英明领导下，大批的工厂、矿山兴建起来，国民经济得到了迅速发展，改变了“一穷二白”的面貌，建立了现代化的工业体系，建设成了一个具有现代农业、现代工业、现代国防和现代科学文化的初步繁荣昌盛的社会主义国家。发展社会主义经济，提高社会生产力，是摆在我国人民面前的一项艰巨而光荣的战斗任务。

随着国家经济建设的发展，工业生产技术提出了更新的要求。大家知道，起重作业是随着工业的发展而发展的，因此，它具有广阔的发展前途。

我们要赶上世界各先进国家，不能跟在别人的后面爬行，

走别人发展工业的老路，“**要走自己工业发展道路**”。我们还是一个发展中的国家，工业化的程度还较差，要发扬自力更生、勤俭建国的精神，大搞群众运动，广泛开展技术革新和技术革命，为赶上和超过世界先进水平而奋斗。

在各项生产建设中，我们懂得了起重作业的重要性。但是，在一些同志的头脑里，由于受刘少奇一类政治骗子的影响，认为“起重工无技术可学，奔头不大”，有的则说：“成天抬抬扛扛，拉拉扯扯，没有意思”。于是要求换工种，这是对起重作业认识不足，认为起重工“低人一等”，这是一种资产阶级思想的表现，是极其错误的。革命工作只有分工的不同，绝没有高低贵贱之分。在我们社会主义国家里，各项工作都是革命的需要，彼此是不能分割的。我们应该端正态度，提高认识，树立为革命当一辈子起重工的思想，为革命做出更大的贡献。

随着我国工业的发展，起重技术和起重机械虽然有了很大的提高，但远不能满足生产建设的需要，在目前条件下，我们要提倡土洋结合，采用一些半机械化的起重机具，以适用当前的生产要求。同时，要努力为革命学技术，不断实践，不断总结，大胆采用起重新技术，开展技术革新活动，努力提高起重技术水平，为我国社会主义建设贡献自己的力量。

第二章 起重作业的基本知識

第一节 概述

凡是用比较少的人力，利用各种省力的方法，使用机械、工具去搬运、移动或安装笨重的物件，叫做起重作业。在仓库、农场、港口码头、车站、建筑工程中起重作业是很多的，比如装卸笨重货物、搬运和安装机械、打桩、立桅杆、架桥、搭枕木垛、竖立排架等等，都需要起重工去做，或者配合着做。

起重作业的范围也很广，工作项目也多，情况很复杂，特别是在任务紧急的情况下，就要求起重工善于利用一切有利条件，因时因地制宜，出色地完成任务。所以作为一个优秀的起重工，必须掌握起重作业中的基本知识和技能，而且能够灵活运用。什么是起重作业的基本知识和技能呢？归纳起来有下列四点：

1. 懂得力的基本知识及省力的道理。
2. 熟悉起重作业中的喊号、信号及基本操作规程。
3. 熟悉各种起重用具、设备的性能及其使用和保管。
4. 具有一定的工程常识。

第二节 力的知识

一、力和力的单位

力的概念最初是人们在生产劳动和日常生活中进行推、拉、举、掷等活动时，由于肌肉紧张收缩的感觉而产生的。通过推、拉、举、掷等活动，可以使物体的运动状态发生变化。这种肌肉紧张的感觉，就是人们对物体作用了力。以后人们在周围事物的进一步观察中，对于这一概念就更为深刻。例如，自由下落的物体，其速度之所以愈来愈快，是由于有地心引力的缘故。在平地上滑动的物体，其速度之所以愈来愈慢，是由于空气和地面对它有阻力的缘故等等。人们通过不断观察和经验积累，逐渐认识到任何物体的机械运动状态的改变，都是由于其他物体对此物体施加作用的结果。因而逐渐归纳出了力的概念：力是物体与物体间相互的机械作用，这种作用使物体的机械运动状态发生改变，或者使物体发生变形。必须强调指出，任何力都是一物体对另一物体的作用，力不能脱离物体而存在。

力的大小用什么单位来表示？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，那末我们拉弹簧的力就等于10公斤。由此可见，一根绳子把一吨重的物体吊起后，绳子所受的力就是一吨。

力的计算单位一般常用的有两种：

1. 公制： $1\text{ 公斤} = 2\text{ 市斤}$

$1\text{ 吨} = 1000\text{ 公斤} = 2000\text{ 市斤}$

2. 英制： $1\text{ 磅} = 0.908\text{ 市斤} = 0.454\text{ 公斤}$

二、力的三要素（即力的基本条件）

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，着力在绞杆的头上与着力在绞杆的中间，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。所以力的大小、方向和作用点是力的三要素。

力的三要素，可以用一条线完全表示出来，如图2—1，有一力作用在物体甲点上，甲点就是作用点，直线的箭头方向就是力的方向；力的大小可以用直线的长短来表示，假定1厘米的长度代表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。

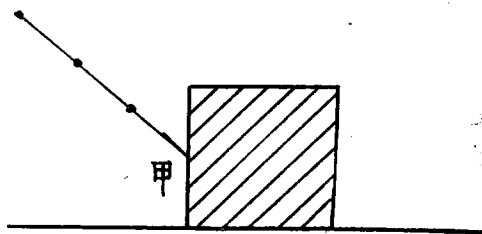


图2—1 力的三要素

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，分成两个以上的力。

(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，各人的着力方向一致，那末他们的合力，是每个人所出的力相加起来的和。如图2—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，作用点仍在原位置。

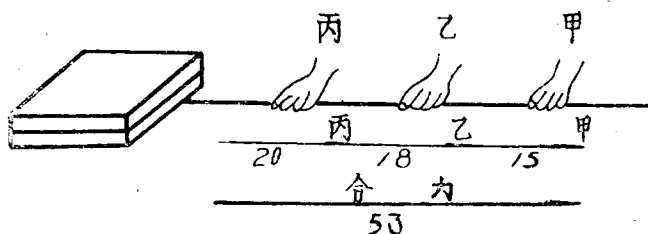


图2—2 同一直线上作用力的合成

如果二力作用于同一直线上而方向相反，这时合力的大小等于大力减小力，方向和力大的方向相同。如在拔河比赛中，两队同时拉一根绳子，如甲队合力大，那末绳子就被甲队拉过去，也就是说，合力的方向是甲队拉的方向。

(二) 同方向平行力的合成

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；又因为这两个力的方向相同（都是向下），所以又称之为同方向的平行力。

二个同方向平行力的合成，其大小为两力相加，方向与原来的力方向相同，但作用点却变了。当两力相等时，合力作用

在两力的中央，当两力大小不等时，则作用点距两力的距离和力的大小成反比。如图2—3，甲物重5公斤，乙物重10公斤，挂在一根棒的两端，其合力丙为 $10+5=15$ 公斤。方向与原来力的方向一样，是向下的。合力丙的作用点的位置，符合一定的比例关系，就是

$$\text{甲丙距} : \text{乙丙距} = \text{乙力} : \text{甲力} = 10 : 5$$

如果甲乙两力相距3米，那末甲丙相距为2米，乙丙相距为1米。如果在棒上悬一条绳子，绳子一定要吊在丙的位置上，这样就成为合力丙向下、绳子拉力向上的二个大小相等、方向相反的力，而且作用在同一直线上，因之棒能保持平衡。如绳子不吊在丙的位置，棒就失去平衡而倾转。

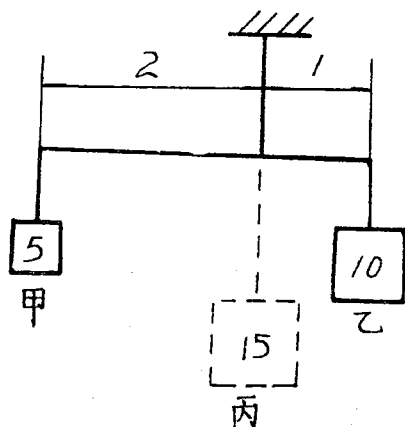


图2—3 平行力的合成

如果同方向的平行力不只二个，而为三个或更多的话，要求它的合力，可以先求出两个力的合力，把求出的合力与另一力再求一次合力，依此推下去求出最后合力。

（三）作用于一点而有夹角的二力的合成

如图2—4作用于一点而有夹角的二力甲乙及甲丙的合力甲丁，可用下述方法求出：

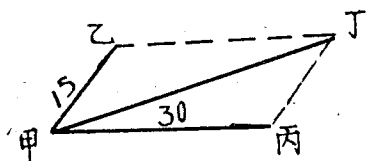


图2—4 作用于一点有夹角的二力的合成

1. 顺着力的方向将甲乙和甲丙二力按比例绘出，若甲乙为15吨、甲丙为30吨，并选择合适的比例，譬如以1毫米代表1吨，则画甲乙等于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，即甲丁为合力方向。

3. 丈量甲丁的长度为41毫米，即得出甲乙和甲丙的合力为41吨。这个方法叫做力的平衡四边形原理。

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。其中甲丁即为甲乙及甲丙的合力。这个方法叫做力的三角形原理。

从上面可以看出，甲乙和甲丙的合力甲丁，随甲乙与甲丙的夹角而变化，夹角愈大合力甲丁愈小；夹角愈小合力甲丁愈大；当甲乙与甲丙二力完全重合，即二力在一条直线上时，合力甲丁为最大，其数值等于 $15 + 30 = 45$ 吨。

（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2—5，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。如果我们将丙丁两根千斤绳的夹角加大，虽然吊重的重量不变，丙丁千斤绳所受的力也要增大。如果千斤绳的夹角减小，则其受力也将减小；当夹角为零时，即丙、丁与甲在一条垂直线上，千斤绳受力最小，各为甲的一半，即15公斤。

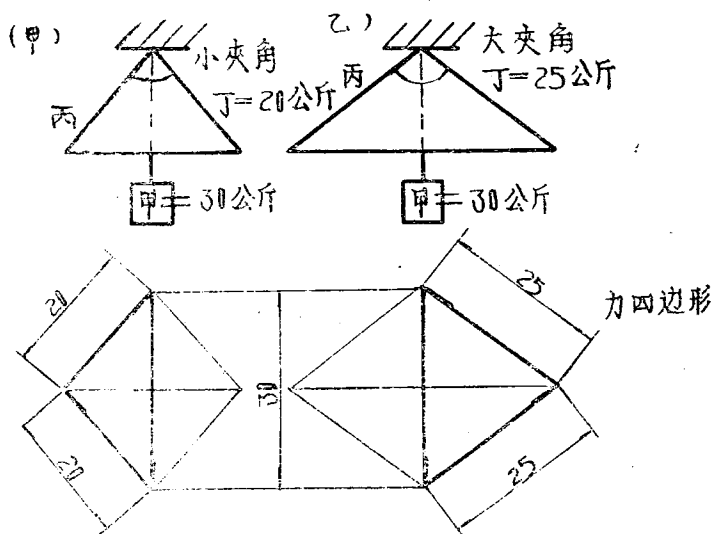


图2—5 千斤绳夹角与受力大小

(五) 力的平衡

两个以上的力同时作用一个物体上，而这个物体仍然保持不动，这种现象叫做平衡。

达到力的平衡必要条件是它们的合力等于零，不然物体将