

工人中级操作技能训练辅导丛书

起重工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

天津市机械工业管理局教育教学研究室

编



机械工业出版社

本书以初级操作技能为起点,由浅入深地阐述了中级起重工“应会”部分的技能训练与实际操作,并分别列举了室内指挥天车起重工与安装起重工实际操作训练的工作实例。

其主要内容有常用起重索具、吊具的选择与使用;常用起重机具(如滑车、手动葫芦、千斤顶、绞磨和卷扬机)的使用和维修保养;各种桅杆的组立;常用的起重作业方法;机械设备的挂绳与机体保护;桥式起重机吊装设备;移动式起重机吊装设备;构件的吊装;立车的整机搬运;桥式起重机的吊装;龙门起重机的吊装等。

本书内容通俗易懂、简明实用。可供具有初、中级技术理论,并掌握初级操作技能的起重工进行中级操作技能训练之用,同时也可供起重作业现场施工人员和工程技术人员参考。

本书由天津第一机床厂宛全义主编,吕正连、荆凤藻参编。柴林主审,李志民副审。

起 重 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心 编
天津市机械工业管理局教育教学研究室

*

责任编辑:陈 萱

封面设计:方 芬

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社经销

*

开本 787×1092 1/16·印张 12 1/4 ·字数 293 千字

1987年9月北京第一版·1987年9月北京第一次印刷

印数 00,001—38,000 ·定价:2.20元

*

ISBN 7-111-00005-6/TH·4

编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸 陈遐龄 王玉杰 赵国田

杨国林 范广才（常务）

委员：王明贤 陈郁 温玉芬 戴振英

解延年 曹桂秋 郗淑贤

前 言

技术工人培训的内容,应包括技术理论和操作技能两个方面。而提高工人的实际操作技能则是工人培训工作的出发点和归宿。

长期以来,在工人培训工作中,存在着片面强调技术理论的倾向,与此相联系,在技术理论教学上有比较系统和完整的教学计划、大纲以及相应的教材,而在操作技能训练方面迄今还没有一个统一的要求和依据;基本上沿袭师傅带徒弟的传统方式来口传心授一些局部的、零散的、陈旧的生产经验,或者靠徒工“自然成长”。这是造成目前机械工业工人队伍特别是青壮年工人素质不高的重要原因之一。

为了加强操作技能训练,全面提高机械工业技术工人队伍的素质,一九八五年,机械工业部组织力量首次编写并颁布了《工人中级操作技能训练大纲(试行)》。

目前,工人中级技术培训工作正在展开,各地各企业普遍重视了对操作技能的训练。为了帮助企业技工教育工作者更好地贯彻部颁《大纲》,提高培训质量,并为广大中级技术培训对象提供自学参考书,我们组织编写了《工人中级操作技能训练辅导丛书》。《丛书》共二十五种,包括了部颁《大纲》中列入的二十五个工种。其中二十一种是天津地区编写的,其他四种由北京地区编写。

《丛书》是以部颁《工人中级操作技能训练大纲(试行)》为依据,并结合机械工业部统编工人培训教材(中级本)中有关工种工艺学和《工人技术等级标准(通用部分)》中级工“应会”部分的要求来编写的。

在具体内容的组织安排上,突出了技能训练,将各工种的操作技能知识和技能训练融汇在一起,并按各主要工序的难易程度顺序排列,力求做到由简到繁,体现由浅入深、循序渐进的教学规律。

每本书主要由七个方面的内容组成:目的要求,内容提示;设备、工具、辅具;夹具及夹持方法;操作步骤、技能、技巧;操作安全技术;技能训练实例;质量检验。书中用了大量插图,使内容形象化,增强直观性,利于工人理解和掌握有关操作技能知识。

我们是抱着积极尝试、大胆探索的决心来编写这套丛书的。《丛书》出版了,我们期望她能为加强工人操作技能培训起到一点帮促作用。但是,由于缺乏经验,《丛书》一定会有不少错误和不足之处,恳切希望读者批评指正。

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心
天津市机械工业管理局教育教学研究室
1987年6月

目 录

前言

第一单元 起重作业操作技能概述.....	1
第二单元 常用起重索具、吊具与地锚的使用.....	4
(一) 钢丝绳	4
(二) 链条	27
(三) 吊具	30
(四) 地锚	35
第三单元 常用起重机具的使用.....	40
(一) 滑车及滑车组	40
(二) 手动葫芦	45
(三) 千斤顶	49
(四) 绞磨	54
(五) 卷扬机	56
第四单元 起重作业的几种操作方法.....	63
(一) 滑	63
(二) 转	65
(三) 滚	66
(四) 吊	69
(五) 翻转	76
第五单元 桅杆的使用.....	83
(一) 独脚桅杆	83
(二) 人字桅杆	92
(三) 三角架桅杆	100
(四) 龙门桅杆	102
第六单元 机械设备的挂绳与床体保护	105
(一) 挂绳的要求	105
(二) 挂绳方法	105
(三) 床体保护方法	110
第七单元 桥式起重机吊装设备	111
(一) Z3080型摇臂钻床主轴箱及摇臂的拆卸与翻转	111
(二) 配合大型机床操作者装夹不规则工件	116
(三) 镗床主轴箱检修时的拆卸和吊装	118
(四) 两台桥式起重机吊运一个物件	122
第八单元 移动式起重机吊装设备	128
(一) 单台起重机吊装设备	128
(二) 多台起重机吊装设备	130
第九单元 钢筋混凝土预制构件的吊装	134

(一) 钢筋混凝土预制柱的吊装	134
(二) 钢筋混凝土预制梁的吊装	142
第十单元 复杂条件下立车的整机搬运	145
(一) 作业要求	145
(二) 确定作业方法	145
(三) 使用工具的选择	145
(四) 人员配备与操作方法	148
第十一单元 桥式起重机的吊装	150
(一) 直立桅杆整体吊装	150
(二) 斜立桅杆分部吊装	162
(三) 斜立双桅杆整体吊装	163
(四) 采用其他方法吊装	164
第十二单元 龙门起重机的吊装	168
(一) 吊装前的准备	169
(二) 下横梁和支腿的吊装	171
(三) 主梁的吊装	172
(四) 小车的吊装	178
(五) 操纵室及附属设施的吊装	180
第十三单元 井式电炉的搬运与吊装	181
(一) 作业要求	181
(二) 确定作业方法	182
(三) 使用工具与设备的选择	182
(四) 人员配备与操作方法	186

第一单元 起重作业操作技能概述

内容提示 简述起重作业在国民经济中的重要地位；起重作业的过程及特点；操作技能训练的主要内容、重要意义及应用场合。

目的 对起重作业进行操作技能训练的内容、特点及应用场合有较明确的认识，以指导技能训练的实践。

随着国民经济的不断发展，生产建设的步伐逐渐加快，各类结构装配化被广泛采用，起重作业的任务日趋繁重，在工矿企业的生产建设中愈来愈显示了它的重要作用。机械产品从铸锻件毛坯生产开始，到机械加工、装配、运输、安装、检修等整个生产过程中，都需要起重工的密切配合。从工厂建设来看，修建厂房时各种结构的预制梁、柱和屋架的吊装、烟囱的竖立，以及各种机械设备的安装等，都要由起重工来完成。从这个意义来说，起重作业是联系生产各个环节的桥梁和纽带。

起重作业是一项复杂而细致的工作，要完成一台设备的吊运与安装任务，首先要了解设备的外形特点、几何尺寸、结构、材质、安装位置及一些特殊要求（如设备不能有较大的倾斜，设备的精度不能受到破坏等）；同时还要察看工作场地上、下和周围的环境，及吊运路线是否有障碍物等；然后计算（或估算）其重量及重心位置，选择吊点和绑扎方法，根据受力分析，计算出所用索具、吊具、地锚及起重设备的规格尺寸，并合理分配好工作人员等。

一切准备工作就绪之后，即可分工负责进行工作场地的布置，在仔细检查起重设备与工具完好无损后，再将其安装固定，并绑扎好起重重物。经过周密的组织并排除一切不安全因素，方可按事先规定的信号，在专人指挥下进行试吊，在试吊过程中如发现有不妥之处，应立即进行调整，必要时还可变更起运作业方案。

试吊后应进一步检查吊索、吊具、地锚及所用的起重设备是否牢靠，重物在起吊时是否平稳，床体保护是否稳妥，待各项检查无误后，才能进行正式起吊。在起吊过程中，要严密注意各部位有无异常变化，若发现故障，如起重绳索扭曲、牵引设备或地锚松动等，应立即停止作业，并及时将故障排除。安装任务完成后，要按顺序拆卸工具与设备，并清理好现场。

起重作业劳动强度大，技术性也很强，所涉及的面很广泛：既有各种类型的机械加工设备，又有安装在不同高度的变压器、电炉等动力设备；既有各种结构的厂房预制梁、柱等建筑构件，也有数十米高的烟囱、铁塔；既有不规则形状的铸锻毛坯，也有高精度的精密机床。中级起重工要具备了解这些作业对象的专业知识。

此外，起重物件的形状也是多种多样的，有规则的也有不规则的，要能根据几何尺寸计算其重量大小和重心位置；起吊物件的绑扎方法不同，绳索的受力也不同，即使绑扎方法相同，起吊绳索受力大小还随其在空中的不同位置而变化（见第二单元）。所以只靠单纯的体力劳动和实践经验，不会收到事半功倍的效果，特别是对大型、重型物件的吊装，必须进行详细的分析和计算，这就需要在总结实践经验的基础上，运用科学的分析方法，掌握力学原

理,进行受力和计算,以便合理地选择起重工具和设备,拟定最佳的作业方案,既合理可行,又经济省力,这是中级起重工所必备的素质和最基本的要求。例如起重绳索的受力分析与绳径的选择;复杂形状物体重量与重心的计算;物体在斜面上的受力计算;各种桅杆的受力计算;吊装桥式起重机和龙门起重机时的计算;井式电炉搬运与吊装时的受力分析与计算等。

起重作业的另一个特点是集体作业,必须遵守安全第一的原则。一般大中型设备的起重作业都是由几个至十几个人共同协作,由专人指挥来完成的。所以起重作业要做好充分严密的准备工作。要规定指挥信号,制订安全措施,既要分工负责,又要统一行动,步调一致,以确保作业安全。

随着我国工业机械化、电气化和自动化水平的不断提高,为了更好地完成繁重的起重任务,起重作业方式愈来愈趋向于专业化和机械化。例如运用塔式起重机和各种移动式起重机等起重机械进行起重作业,其特点是起重负荷及作业范围较大,劳动强度低,生产效率高,使用灵活,移动方便,多用于港口、码头、矿山、造船、建筑等部门。由于机械化作业方式受工作环境、生产批量、起重负荷和现场条件的限制,在许多情况下,不得不用较简单的起重工具和设备,利用起重作业的各种操作技能,来满足比较艰巨而复杂的起重作业要求。这种作业方法虽然劳动强度大,生产效率低,只要加强基本技能的训练,熟练地掌握各种操作技术,就能在各种复杂条件下,因地制宜地采取灵活多样的作业方式,达到“以小取大,以巧取胜”的目的。

中级起重工的操作技能是指起重工在起重作业的生产实践中,需要熟练掌握的操作方法。它体现了“实践性”,又体现了理论与实践相结合,因为只有进行力的分析和计算,才能正确地选择起重工具与设备,合理地确定作业方案,对起重工技能训练来说,二者是不可分的。

中级起重工的技能训练包括以下内容:

(1) 常用起重工具与设备的使用方面

如常用起重索具的使用及其保养方法;钢丝绳的编接及各种索具的制作,常用吊具的选择与制作;常用起重机具:如滑车组的穿绕方法、手动葫芦、千斤顶、绞磨及卷扬机等的工作原理、结构、使用维修和故障排除方法;各种桅杆的构造与选择及各种桅杆的组立与放倒的方法等。

(2) 起重作业操作技术方面

如用滑行法运输的操作方法及装卸车的步骤;用旋转法旋转重物的操作方法;用滚杠运输与装卸设备的操作方法;各种物件的吊装方法;各种物件翻转的操作方法;利用移动式起重机吊装设备的操作方法;钢筋混凝土预制柱和梁的吊装及机械设备的挂绳与床体保护等。

(3) 实际操作训练的工作实例

为了加强对实际操作技能训练的检查与考核,列举了以下几个工作实例:

利用桥式起重机吊装检修机床;配合大型机床操作者装夹不规则工件;利用两台桥式起重机吊运一个物件;桥式起重机的吊装;龙门起重机的吊装;复杂条件下立车的整机搬运以及井式电炉的搬运与吊装。

对室内指挥天车起重工的操作技能,要着重在各种物件的吊装与翻转的操作方法,以及机械设备的挂绳与床体保护等方面进行训练,并可通过前三个工作实例进行考核。

对安装起重工的操作技能,要着重在各种桅杆的使用、采用滑、转、滚、吊等方法的起

重作业，钢筋混凝土预制构件的吊装及利用移动式起重机吊装设备等方面进行训练。并可通过后四个工作实例进行考核。

无论室内指挥天车起重工和安装起重工，对起重工具与设备的使用方面的操作技能训练都是十分必要的。

操作技能训练一方面要考虑本工种的特点，加强对基本操作方法的训练，另一方面还要与生产实际紧密结合，对于一个中级起重工来说，由于工作条件及生产实际的限制，不可能对本工种所涉及的内容都有条件进行系统地实际操作技能训练；又由于起重作业灵活性较大，同样一台设备的吊装或搬运方法，往往随着时间、地点、环境、工作条件及操作者的特长与习惯而改变，不宜有完全统一的标准和规范。所以应根据操作者的工作条件，按基本的操作方法在实践中不断提高操作技能。由于篇幅所限，书中仅列举了几个典型工作实例，仅供操作技能训练时参考。

第二单元 常用起重索具、吊具 与地锚的使用

内容提示 起重绳索受力计算的几种典型实例及钢丝绳的强度计算方法；钢丝绳编接的操作方法以及常用绳结的结法；链条、吊具和地锚的选择与使用。

目的 能合理选择与正确使用常用起重索具、吊具及地锚。并能根据起重物件特点、吊装要求及现有条件自制专用工具，如各种吊索的插接、钢丝绳的编接及专用吊具的制作等。

(一) 钢 丝 绳

1. 绳索的受力计算

在起重作业中，绳索的受力计算是根据物体的平衡条件、共点力的合成与分解，运用图解法或计算法来解决的。图解法有平行四边形法、三角形法及多边形法。现举以下实例说明。

例 1 如图2-1所示，用两根千斤绳起吊一根预制梁。已知预制梁重 $\ominus m = 1000\text{kg}$ ，千斤绳与铅垂线夹角 $\alpha = 30^\circ$ ，求每根千斤绳受多大拉力？当 $\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 时，千斤绳受的拉力有什么变化？

预制梁的重力：

$$Q = mg \quad (\text{N})$$

式中 m ——预制梁重，(kg)；

g ——重力加速度，(m/s²)取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

则 $Q = 1000 \times 10 = 10\text{kN} \ominus$ 。

用平行四边形法。选取1cm代表2kN，作铅垂线AD=5cm，代表梁的重力 $Q = 10\text{kN}$ ，过A点作AB与AC，分别平行于两吊索，再过D点作DC与DB，分别与AB和AC平行，并交于B、C两点，构成平行四边形ABDC，则AB与AC即表示合力 Q 的两个分力，量得 $AB = AC = 2.9\text{cm}$ ，见图2-1b。则每根吊索所受的拉力为5.8kN。

同理可分别画出 $\alpha = 0^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 时吊索所受拉力的矢量图，从图2-1b中可看出，被起吊物体重量一定时， α 角愈大，吊索所受的拉力愈大；或者说，吊索所受的拉力一定时，起重量随着 α 角的增大而降低，其变化情况见图2-1a。

例 2 如图2-2所示，起吊设备重为2t，四根钢丝绳与吊钩铅垂线均成 45° 夹角，求每根钢丝绳所受的拉力。

用计算法，每根吊索所受的拉力可由下式计算（未考虑动载荷及超载荷系数）：

$$P = \frac{Q}{n \cos \alpha} \quad (2-1)$$

式中 P ——每根钢丝绳所受的拉力 (N)；

$\ominus$ “重”、“重量”、“起重量”均指质量，下同。

$\ominus$ 以下计算此步均略。

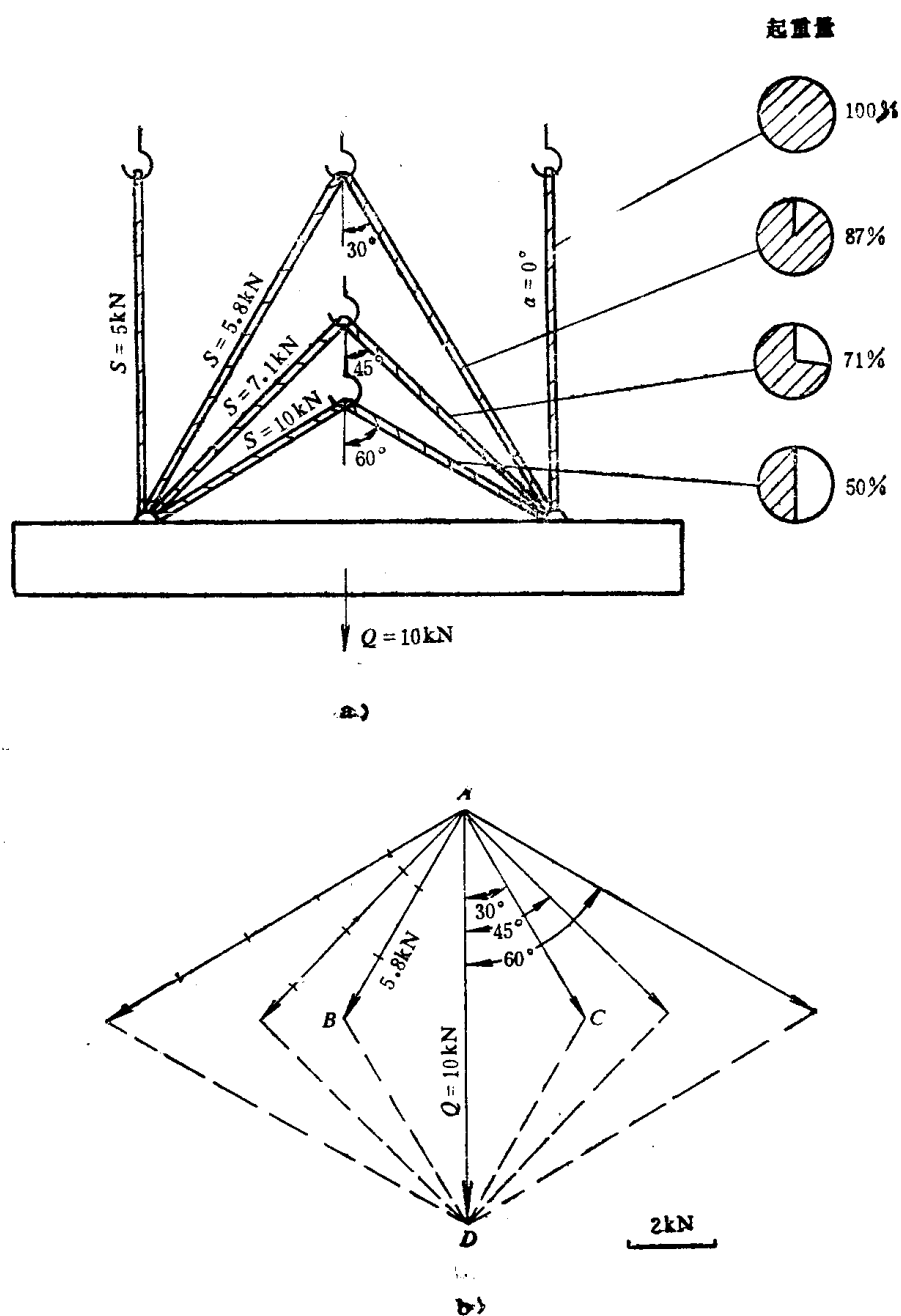


图2-1 图解法求分力

a) 千斤绳受力示意图 b) 矢量图

Q ——起吊设备的重力 (N), $Q = 2 \times 10^3 \times 10 = 20000 \text{ N}$;

n ——使用钢丝绳的根数;

α ——钢丝绳与铅垂线的夹角。

因此

$$P = \frac{20000}{4 \times \cos 45^\circ} = \frac{20000}{4 \times 0.707} = 7072 \text{ N}$$

例 3 如图2-3所示, 用不在一条水平线上的两个定滑车和一个动滑车起吊重物, 重物从位置1吊运到位置2, 求在该两个位置时两根钢绳所受拉力的变化。

用三角形法。在位置1时, 先按比例尺作直线 OA , 使之长度代表物体重力, 再分别从

A点和O点作绳1和绳2的平行线，相交于B点。以同样比例尺度量AB、OB，即得绳1和绳2所受的拉力，见图2-3b。

同法可求得在位置2时绳1和绳2所受的拉力，见图2-3c。

从上例可看出，在吊运过程中，绳索所受的拉力不仅和吊重及绳索夹角有关，而且还和重物与两个吊点的距离有关，所以在计算绳索受力时要特别注意。又如当重物垂直提升到一定高度后，又横向吊运时，吊索受的拉力也会增加。可用平行四边形法或三角形法作图求解，也可用计算法求解。

例4 如图2-4所示。用独脚桅杆起吊重量为3t的重物，起重滑车组与桅杆之间的夹角为 15° ，用两根缆风绳，缆风绳与地面之间的夹角为 30° ，拖拉绳与地面之间的夹角为 20° ，求起重滑车组钢绳所受的总拉力，拖拉绳及每根缆风绳所受的拉力。

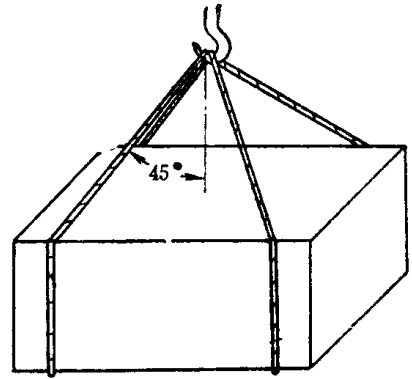


图2-2 四根钢丝绳受力示意图

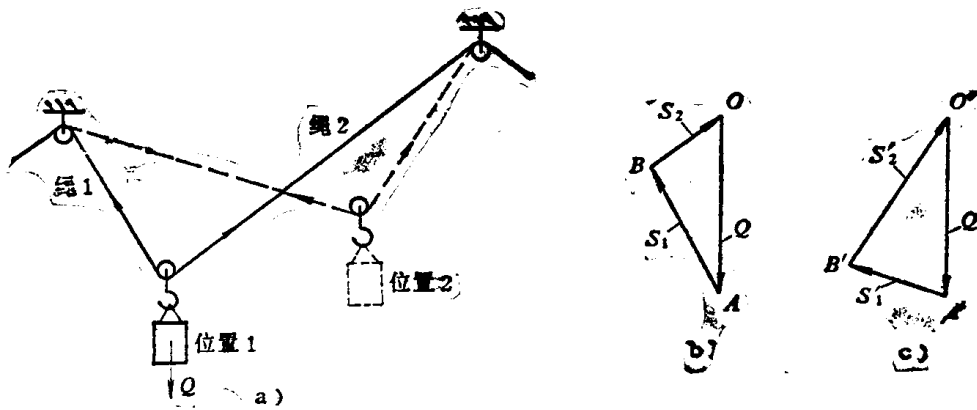


图2-3 图解法求分力

a) 钢丝绳受力示意图 b)、c) 矢量图

(1) 首先根据重物平衡条件：即合力为零，用三角形法求出起重滑车组钢绳所受的总拉力 P_1 及拖拉绳受的拉力 P_2 。

选取比例尺，以1cm代表10kN，从A点画 $AB = 3\text{cm}$ ，见图2-4b。过A点画出AC平行于起重滑车组受力方向线，与过B点作平行于拖拉绳受力方向线BC相交于C点，以同样比例尺量得 $AC = 3.45\text{cm}$ ，即 $P_1 = 34.5\text{kN}$ 。量得 $BC = 0.95\text{cm}$ ，即 $P_2 = 9.5\text{kN}$ 。

根据 P_1 及滑车组（“二一走三”），则跑绳拉力 $S = P_1 f = 34.5 \times 0.36 = 12.42\text{kN}$ （ f 为载荷系数，见表11-2）。

(2) 用多边形法求出两根缆风绳所受的拉力的合力 P_3 ，见图2-4c。由A点画出 $AC = 34.5\text{cm}$ ，代表 P_1' ，再从C点作平行于跑绳的线段CD，使 $CD = 1.24\text{cm}$ ，代表 $S = 12.4\text{kN}$ ，过D点作平行于两根缆风绳所受拉力的合力方向线DE，与桅杆受力的方向线交于E点，得矢量多边形ACDE。量得 $DE = 1.05\text{cm}$ ，即代表 $P_3 = 10.5\text{kN}$ 。（量得 $AE = 5.15\text{cm}$ ，即代表桅杆所受的轴向压力 $P_4 = 51.5\text{kN}$ ， P_4 即为 P_1' 、 S 及 P_3 的合力）。

(3) 将两根缆风绳所受的拉力的合力 P_3 ，用平行四边形法分解成每根缆风绳所受的

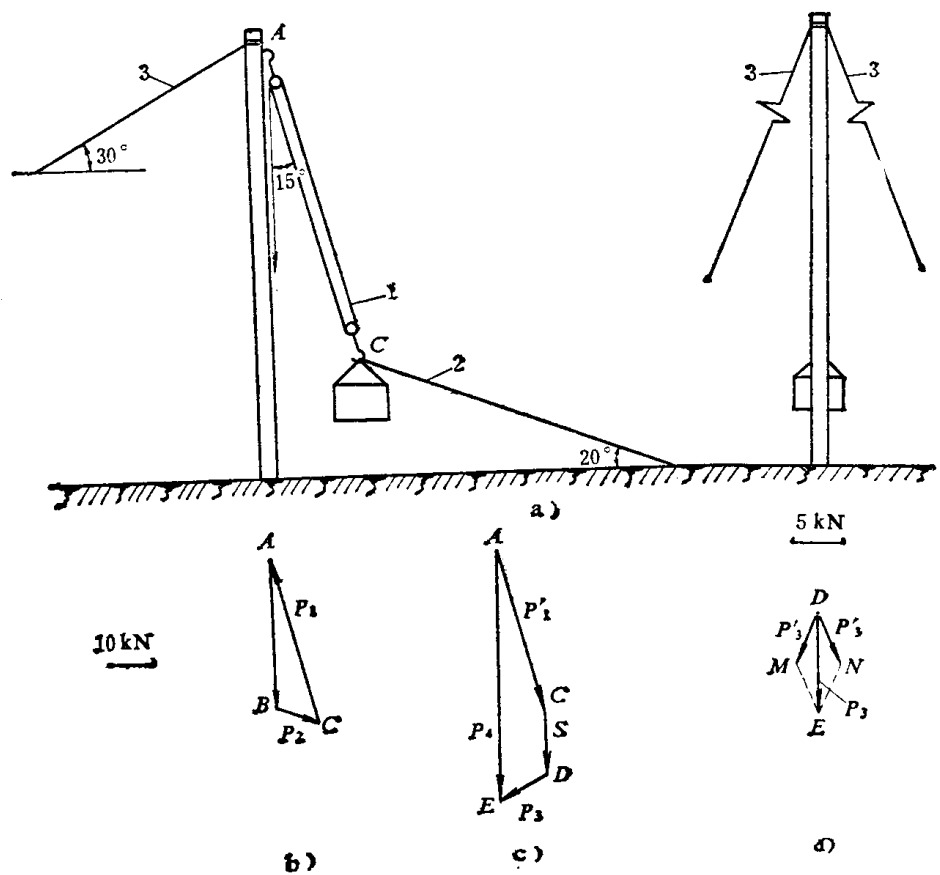


图2-4 独脚桅杆钢绳受力图解法

a) 示意图 b)、c)、d) 矢量图

拉力 P'_3 ，见图 2-4 d。取比例尺，以 1 cm 代表 5 kN，作 $DE = 2.1$ cm 即代表合力 $P_3 = 10.5$ kN；再过 D 点分别作两根缆风绳的平行线 DM 及 DN；过 E 点作 EM 与 EN，分别与 DN 及 DM 平行，并交于 M、N，则平行四边形 DMEN 即为所求。量得 $DM = DN = 1.2$ cm，即代表每根缆风绳受拉力 $P'_3 = 6$ kN。

例 5 如图 2-5 所示，独脚桅杆重为 10 t，桅杆头部拴挂的工具重为 1.2 t， $a = 5$ m， $b = 10$ m， $c = 4$ m，若将桅杆扳起，牵引绳的总拉力 P 应为多少？

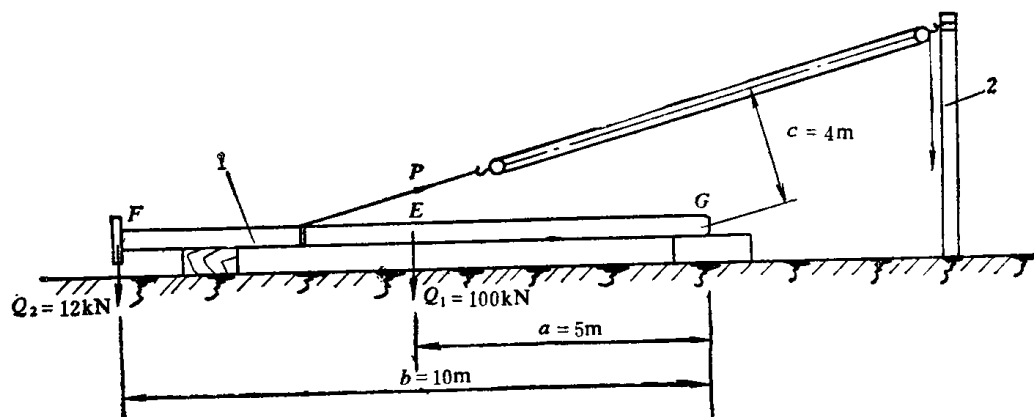


图2-5 竖立独脚桅杆受力图

1—独脚桅杆 2—辅助桅杆

根据物体平衡条件可知,桅杆上所受到的力,对桅杆上任意一点取力矩,顺时针力矩之和与逆时针力矩之和必相等。对桅杆上G点取力矩得:

$$Pc = Q_1a + Q_2b$$

$$P = \frac{Q_1a + Q_2b}{c} = \frac{100 \times 5 + 12 \times 10}{4} = 155 \text{ kN}$$

2. 钢丝绳的强度验算与绳径选择

钢丝绳的强度验算是根据钢丝绳的规格和使用场合,求出许用拉力。计算许用拉力公式如下:

$$P = \frac{S_b}{K} \quad (2-2)$$

式中 P ——钢丝绳的许用拉力(N);

S_b ——钢丝绳的破断拉力(N);

K ——钢丝绳的安全系数,见表2-1。

表2-1 钢丝绳的安全系数

使 用 情 况	安全系数 K	使 用 情 况	安全系数 K
缆风绳用	3.5	用作吊索,无弯曲	6~7
用于手动起重设备	4.5	用作绑扎吊索	8~10
用于机动起重设备	5~6	用于载人的升降机	14

在表2-2和表2-3中,只给出了钢丝绳中所有钢丝破断拉力的总和 ΣS_0 ,考虑到一根钢丝绳承载时各钢丝受力不均、绳芯及钢丝绳弯曲、挤压所产生应力的影响,其理论破断拉力可按下式计算:

$$S_b = \alpha \Sigma S_0 \quad (2-3)$$

式中 ΣS_0 ——为每根钢丝绳所有钢丝破断拉力的总和(N);

α ——考虑各种附加因素导致钢丝绳强度降低的折减系数,其值按钢丝绳规格而定:

$$6 \times 19 \text{ 钢丝绳 } \alpha = 0.85,$$

$$6 \times 37 \text{ 钢丝绳 } \alpha = 0.82。$$

钢丝绳 6×19 的技术参数见表2-2,钢丝绳 6×37 的技术参数见表2-3。

钢丝绳强度验算时,首先根据钢丝绳直径从表2-2(或表2-3)中查出钢丝绳破断拉力总和 ΣS_0 值,再按式(2-3)算出 S_b 值,并由表2-1查出安全系数 K ,即可由式(2-2)求得某种规格钢丝绳的许用拉力 P 。

选择钢丝绳直径时,一般可根据钢丝绳受到的拉力(即许用拉力 P),求出钢丝绳破断拉力总和 ΣS_0 ,再查表找出相应的钢丝绳直径。如所用的是旧钢丝绳,则以上所求得的许用拉力 P 应根据绳的新旧程度,乘以0.4~0.7的系数,详见表2-7。

以上是一般钢丝绳强度计算方法,用作绑扎吊索的安全起重量不仅与绳索的夹角有关(如例1所述),而且与绑扎时钢丝绳的曲率半径有关,见图2-6。一般曲率半径大于绳径6倍以上时,起重能力不受影响;当曲率半径为绳径的5倍时,起重能力降低到原起重能力的

表2-2 国产6×19 (绳纤维芯) 钢丝绳主要技术参数

直 径		钢 丝 总断面积	参考重量	钢丝绳公称抗拉强度(MPa)				
钢 丝 绳	钢 丝			1400	1550	1700	1850	2000
				钢丝绳破断拉力总和				
mm		mm ²	kg/100m	kN(不小于)				
6.2	0.4	14.32	13.5	20.0	22.1	24.3	26.4	28.6
7.7	0.5	22.37	21.1	31.3	34.6	38.0	41.3	44.7
9.3	0.6	32.22	30.5	45.1	49.9	54.7	59.6	64.4
11.0	0.7	43.85	41.4	61.3	67.9	74.5	81.1	87.7
12.5	0.8	57.27	54.1	80.1	88.7	97.3	105.5	114.5
14.0	0.9	72.49	68.5	101.0	112.0	123.0	134.0	144.5
15.5	1.0	89.49	84.6	125.0	138.5	152.0	165.5	178.5
17.0	1.1	108.28	102.3	151.5	167.5	184.0	200.0	216.5
18.5	1.2	128.87	121.8	180.0	199.5	219.0	238.0	257.5
20.0	1.3	151.24	142.9	211.5	234.0	257.0	279.5	302.0
21.5	1.4	175.40	165.8	245.5	271.5	298.0	324.0	305.5
23.0	1.5	201.35	190.3	281.5	312.0	342.0	372.0	402.5
24.5	1.6	229.09	216.5	320.5	355.0	389.0	423.5	458.0
26.0	1.7	258.63	244.4	362.0	400.5	439.5	478.0	517.0
28.0	1.8	289.95	274.0	405.5	499.0	492.5	536.0	579.5
31.0	2.0	357.96	338.3	501.0	554.5	608.5	662.0	715.5
34.0	2.2	433.13	409.3	606.0	671.0	736.0	801.0	
37.0	2.4	515.46	487.1	721.5	798.5	876.0	953.5	
40.0	2.6	604.95	571.7	846.6	937.5	1025.0	1115.0	
43.0	2.8	701.60	663.0	982.0	1085.0	1190.0	1295.0	
46	3.0	805.41	761.1	1125.0	1245.0	1365.0	1490.0	

注: 钢丝绳折减系数 $\alpha = 0.85$ 。

表2-3 国产6×37 (绳纤维芯) 钢丝绳主要技术参数

直 径		钢 丝 总断面积	参考重量	钢丝绳公称抗拉强度(MPa)				
钢 丝 绳	钢 丝			1400	1550	1700	1850	2000
				钢丝绳破断拉力总和				
mm		mm ²	kg/100 m	kN(不小于)				
8.7	0.4	27.88	26.2	39.0	43.2	47.3	51.5	55.7
11.0	0.5	43.57	41.0	60.9	67.5	74.0	80.6	87.1
13.0	0.6	62.74	59.0	87.8	97.2	106.5	116.0	125.0
15.0	0.7	85.39	80.3	119.5	132.0	145.0	157.5	170.5
17.5	0.8	111.53	104.8	156.0	172.5	189.5	206.0	223.0
19.5	0.9	141.16	132.7	197.5	218.5	239.5	261.0	282.0
21.5	1.0	174.27	163.8	243.5	270.0	296.0	322.0	348.5
24.0	1.1	210.87	198.2	295.0	326.5	358.0	390.0	421.5
26.0	1.2	250.95	235.9	351.0	388.5	426.5	464.0	501.5
28.0	1.3	294.52	276.8	412.0	456.5	500.5	544.5	589.0
30.0	1.4	341.57	321.1	478.0	529.0	580.5	631.5	683.0
32.5	1.5	392.11	363.6	543.5	607.5	666.5	725.0	784.0
34.5	1.6	446.13	419.4	624.5	691.5	758.0	825.0	892.0
36.5	1.7	503.64	473.4	705.0	780.5	856.0	931.5	1005.0
39.0	1.8	564.63	530.8	790.0	875.0	959.5	1040.0	1125.0
43.0	2.0	697.08	655.3	975.5	1080.0	1185.0	1285.0	1390.0
47.5	2.2	843.47	792.9	1180.0	1305.0	1430.0	1560.0	
52.0	2.4	1003.80	943.6	1405.0	1555.0	1705.0	1855.0	
56.0	2.6	1178.07	1107.4	1645.0	1825.0	2000.0	2175.0	
60.5	2.8	1366.28	1284.3	1910.0	2115.0	2320.0	2525.0	
65.0	3.0	1568.43	1474.3	2195.0	2430.0	2665.0	2900.0	

注: 钢丝绳折减系数 $\alpha = 0.82$ 。

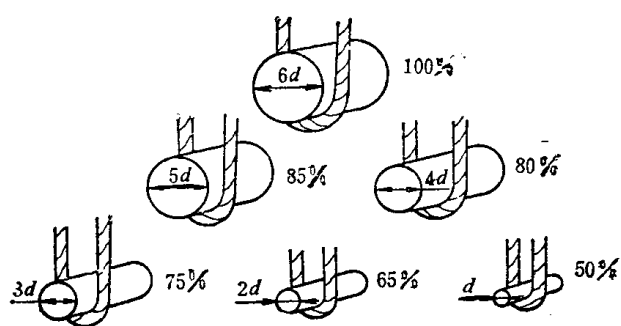


图2-6 起吊钢丝绳曲率图

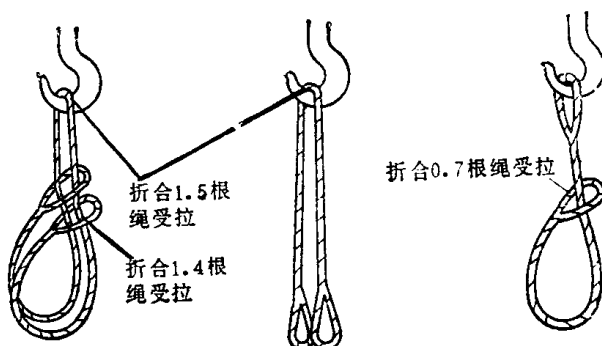
 d —钢丝绳直径

图2-7 捆绑绳的折算

85%；4倍时降低到80%；3倍时降低到75%；2倍时降低到65%；1倍时降低到50%。

此外，绑扎吊索的捆绑方式也影响其安全起重量，如图2-7所示。因此在进行绑扎吊索的强度计算时，其安全系数应取得大些。在估算钢丝绳直径时，应按此进行折算。

在现场施工中往往用经验公式估算钢丝绳直径，对于公称抗拉强度为1400MPa的6×19钢丝绳，其钢丝破断拉力的总和可按式计算（未考虑钢丝绳折减系数 α ）

$$\Sigma S_0 = 500d^2 \quad (2-4)$$

式中 ΣS_0 ——钢丝绳破断拉力总和(N)；

d ——钢丝绳直径(mm)。

若取安全系数 $K = 5$ ，其许用拉力可由下式计算。

$$P = 100d^2 \quad (N) \quad (2-5)$$

在已知钢丝绳实际拉力 P_0 时，则可按下式估算钢丝绳直径。

$$d \geq 0.1\sqrt{P_0} \quad (2-6)$$

式中 d ——钢丝绳直径(mm)；

P_0 ——钢丝绳实际承受的最大拉力(N)。

为使公式(2-4)能适应于其他抗拉强度的钢丝绳，可按其抗拉强度数值对公式(2-4)进行修正。如抗拉强度为1700MPa的钢丝绳，其破断拉力总和的经验公式为

$$\Sigma S_0 = \frac{1700}{1400} \times 500d^2 = 607d^2 \quad (N)$$

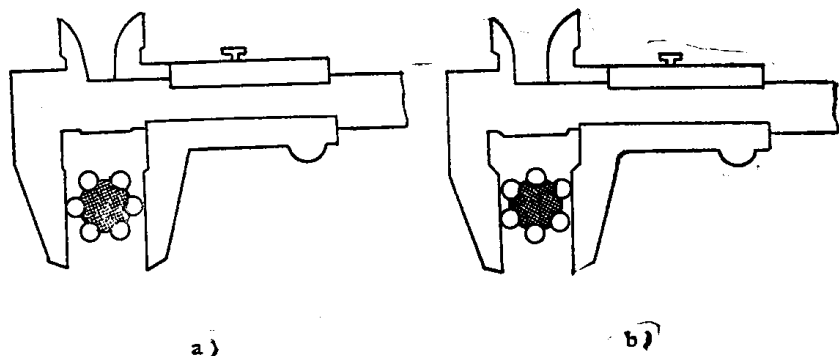


图2-8 钢丝绳直径的测量方法

a) 正确 b) 错误

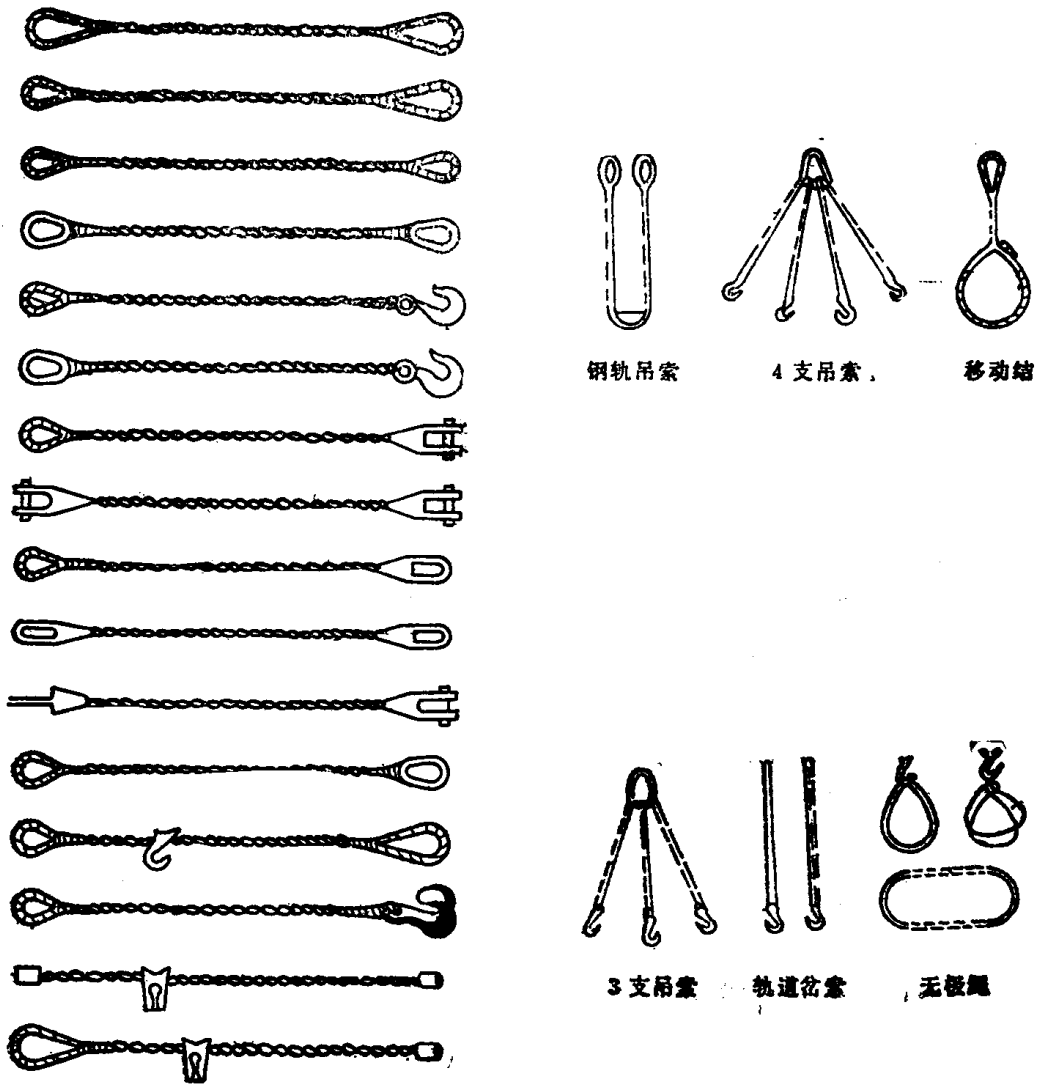


图2-9 吊索

鉴于钢丝绳的破断拉力和许用拉力均与钢丝绳直径的平方成正比，因此在估算钢丝绳的负荷能力时，必须保证钢丝绳直径测量的准确性，图2-8示出了钢丝绳直径的测量方法。

3. 钢丝绳的连接

在起重吊装作业中，钢丝绳常常与吊钩、卸扣等连接起来，做成各种式样的吊索，见图2-9，以便完成吊装、捆绑等任务。钢丝绳之间的连接，钢丝绳绳头的固定，以及钢丝绳与其他吊具之间常用的连接方法有两种：即卡接法和编接法。

(1) 卡接法：卡接法就是把钢丝绳的一端(或两端)弯成一个环圈用钢丝绳夹(也叫钢丝绳卡子)紧固，见图2-10。

常用的钢丝绳夹有骑马式绳夹；U形绳夹(也叫拳握式绳夹)；L形绳夹(也叫压板式绳夹)等。见图2-11。其中骑马式绳夹连接力最强，应用最广，是标准的钢丝绳绳夹。其规格见表2-4。

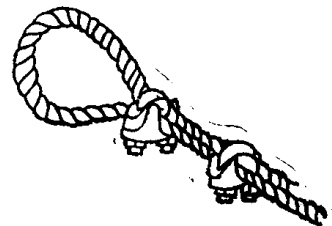


图2-10 钢丝绳卡接法