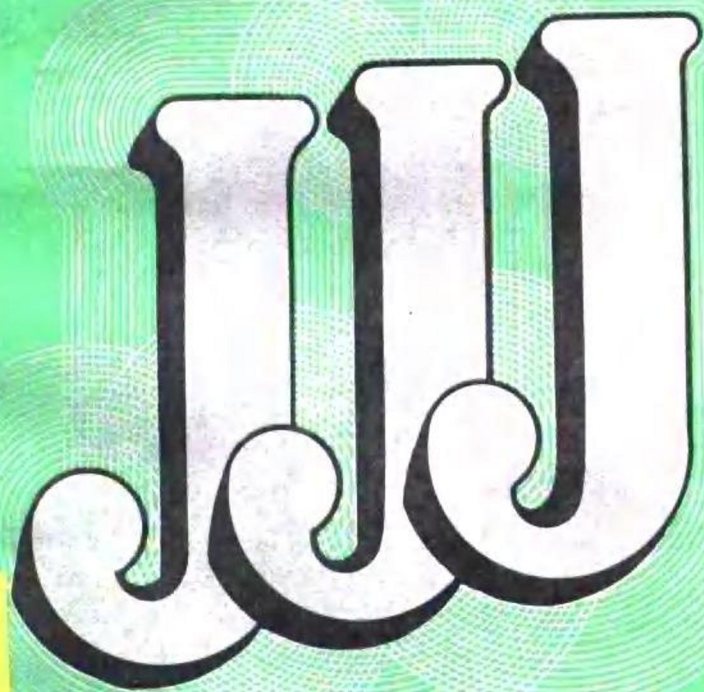


国家机械工业委员会统编

初级起重工艺学

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

本书主要内容有麻绳和钢丝绳的结构、用途、常用绳结及报废标准；链条的结构、类型及用途；卸扣和平衡梁的使用；常用起重机具（滑车、葫芦、千斤顶、绞磨、卷扬机、桅杆等）的名称、规格、用途与使用注意事项；滚杠和撬棍的正确使用方法；物件的搬运、绑扎，物件重量的计算和起重工安全技术规程。

本书由无锡机床厂吴洪生编写，南京起重机械总厂陈古陶、南京汽车制造厂顾华胜审稿。

初级起重工艺学

国家机械工业委员会统编

责任编辑：陈 萱 版式设计：乔 玲
封面设计：林胜利 方芬 责任校对：陈立耘

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登记证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $6^{1/2}$ · 字数 140 千字

1988年10月北京第一版·1988年10月北京第一次印刷

印数 00,001—16,400 · 定价：2.60 元

ISBN 7-111-01170-8/TH · 193

前 言

1981年,原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》,确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此,组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲(试行)》,编写了相应的教材,有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作,初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况,取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准(通用部分)》进行了全面修订,原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求,而且缺少高级部分;编写的教材,由于时间仓促、经验不足,在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此,原机械工业部根据新《标准》,重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》(初、中、高级),于1987年3月由国家机械工业委员会颁发,并根据培训计划、大纲的要求,编写了配套教材149种。

这套新教材的编写,体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神,坚持了文化课为技术基础课服务,技术基础课为专业课服务,专业课为提高操作技能和分析解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上,力求以基

IV

本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识；注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂、长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易，教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会

技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言

第一章 起重索具、吊具	1
第一节 麻绳	1
第二节 钢丝绳	11
第三节 链条	55
第四节 卸扣	62
第五节 平衡梁	65
复习题	71
第二章 常用起重工具和小型起重设备	72
第一节 滑车和滑车组	72
第二节 葫芦	98
第三节 千斤顶	121
第四节 绞磨	128
第五节 卷扬机	131
第六节 桅杆	139
复习题	155
第三章 起重与搬运	156
第一节 起重设备的选择原则	156
第二节 撬棍和滚杠	158
第三节 物件的翻转、捆绑、起吊、运输方法及 注意事项	164
第四节 起重作业时旗、手、笛的联系信号	169
第五节 精密物件、危险物品的起重搬运特点及 注意事项	174

VI

复习题	177
第四章 物件重量及重心计算	178
第一节 面积的计算	178
第二节 体积的计算	183
第三节 物体重量的计算	188
第四节 米、英制单位的换算	190
第五节 简单物体重心的确定	191
复习题	194
第五章 安全技术规程	195
复习题	199

第一章 起重索具、吊具

索具和吊具是起重机械的一个组成部分。钢丝绳和吊钩组成吊具，用来吊挂重物。在起重作业中用绳索来捆绑物件，或用作吊装千斤绳。此外，绳索还用作一些起重机械的缆风绳，固定卷扬机用的系紧绳，设备的牵引绳，电线杆、烟囱或铁塔等的系紧绳及索道的承载索等。

常用的绳索有钢丝绳、麻绳、纱绳等。纱绳由于其强度较差，只能用于一些轻小物件的捆绑。

第一节 麻 绳

一、麻绳的特性和分类

麻绳是起重作业中常用的一种绳索，由于麻绳的强度不高，磨损较快，受潮后易腐烂，故只能用作较小重量物件的捆绑绳、起重绳、起重量较小的桅杆、起重机的缆风绳或平衡绳等。麻绳具有轻便、柔软、易捆绑等优点。

麻绳的种类较多，按其制作方法的不同，可以分为机制麻绳和人工搓拧麻绳，但在起重作业中只使用机制麻绳，因为机制麻绳搓拧均匀紧密、强度较大；按制作原料的不同可分为白棕绳、混合麻绳和线麻绳三种。

1. 白棕绳 白棕绳是以剑麻（龙舌兰麻）为原料捻制而成。它的抗拉力和抗扭力较强，耐腐蚀、耐摩擦、弹性好，在突然受到冲击载荷时也不易断裂。因而在起重作业中用得较多。

2. 混合麻绳 混合麻绳是以剑麻、苧麻各一半，再掺入10%的大麻捻制而成。苧麻纤维抗拉力强，但韧性差，遇水易腐蚀。混合麻绳的抗拉力虽大于白棕绳，但耐久性及抗腐蚀性均较差，只在辅助作业中使用。

3. 线麻绳 线麻绳全以大麻为原料制成。大麻的纤维柔韧、弹性好、抗拉力大，其用途与混合麻绳相同。

按麻绳的股数多少，还可以分为三股、四股和九股三种，其结构见图 1-1。

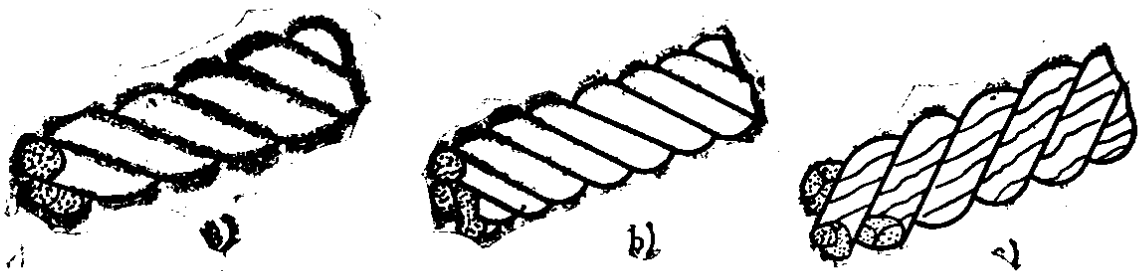


图1-1 麻绳的种类

a) 三股麻绳 b) 四股麻绳 c) 九股麻绳

从麻绳的机械性能角度看，以上三种麻绳中以白棕绳的强度最高；从麻绳的股数来看，三股麻绳的制作比四股和九股麻绳容易，成本较低，四股和九股麻绳的强度较三股麻绳为高，但制作较困难，成本较高。因此，在起重作业中以三股白棕绳使用较多。在选用麻绳时，应根据起重作业的具体情况，进行合理的选择，既符合使用，又使成本最低。

二、麻绳的使用方法和注意事项

在使用麻绳中应注意以下几点：

(1) 新麻绳在开卷使用时，要注意绳头的方向，应将绳卷放在地上，使有绳头的一端在下面，从卷内拉出绳头（见图 1-2）。不要从卷外的绳头拉出，以免打结。在绳头

的切断处应用细麻绳扎好，以防止松散。

(2) 麻绳一般用于重量较轻物件的捆绑和起重量较小的手动起重设备及负荷不大的桅杆缆风绳等。机动的起重机械或受力较大的地方不得使用麻绳。

(3) 用于穿挂滑车或滑车组时，滑轮的直径应比麻绳的直径大10倍以上。

由于麻绳易磨损和破断，在选用滑车时最好选用木制滑车，其绳槽半径应比麻绳的半径大 $1/4$ 。

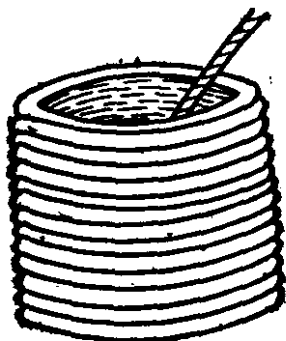


图1-2 绳卷

(4) 使用中如发现麻绳有连续向一个方向扭转的情况时，应设法将麻绳抖直。有绳结的麻绳不要穿过滑车等狭小的地方。

(5) 在捆绑物件时，应避免麻绳直接和物件的尖锐边缘接触，在接触处应垫以麻片或木板等衬垫物。

(6) 使用中不要将麻绳在尖锐或粗糙的物件上拖拉，也不要在地面上拖拉，以免磨断麻绳表面的麻纤维，使麻绳的强度降低，寿命缩短。

(7) 不要将麻绳与有腐蚀作用的化学物品（如酸、碱）、油漆接触。不使用时，应放置在干燥的木板上和通风良好的地方，不能受潮或高温烘烤，以免降低麻绳的强度。

三、麻绳的编接方法和常用绳结

1. 麻绳的编接方法 起重作业中由于麻绳长度不够而需要接长时，可用普遍使用的接绳扣方法连接，也可用编接的方法将两根麻绳连接在一起。编接是将两根麻绳的两头对接起来，成为一根绳子或将麻绳编成绳环。这是一种永久性

的连接方法，它比绳扣牢固、美观、使用方便。但编接方法比绳扣复杂。麻绳的编接方法如下：

将麻绳的一端拧松，拧松的长度等于麻绳直径的 10 倍左右，松开后的各个麻股用细麻绳扎牢，以免在编接过程中松散，如图 1-3 所示，把两个绳头互相错开对合起来，并将绳头的各个麻股依次插入麻绳的缝隙中，每个股绳要穿插三次以上。通常编接长度在 20~30 cm 为宜。在达到要求的编接长度后，用钳子将每个麻股拉紧，将多余的长度用刀切去。

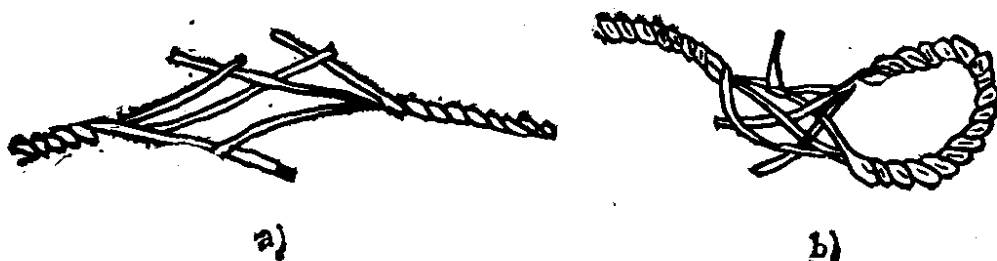
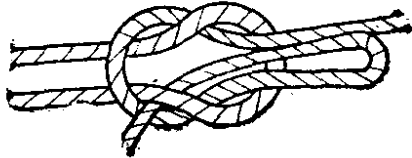


图1-3 麻绳的编接

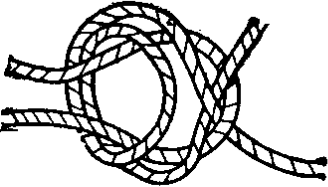
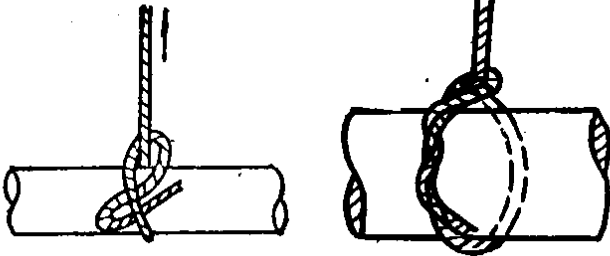
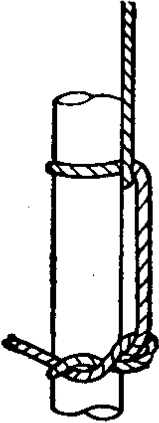
a) 绳头的编接 b) 绳套的编接

用接绳扣将麻绳接长的方法见表 1-1。

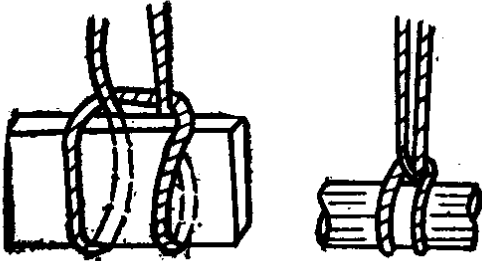
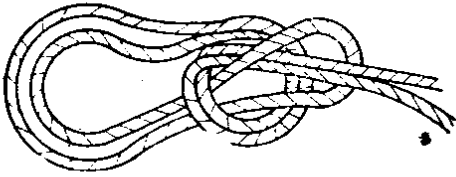
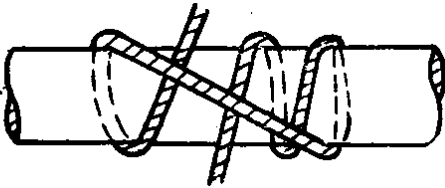
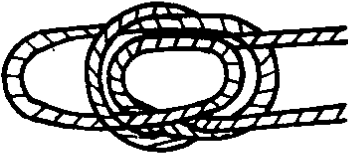
表1-1 绳结

结	绳	法	绳的名称	用途和说明
吊			平结	用于连接两根粗细相同的麻绳
			活结	用于连接两根须迅速解开的、粗细相同的麻绳

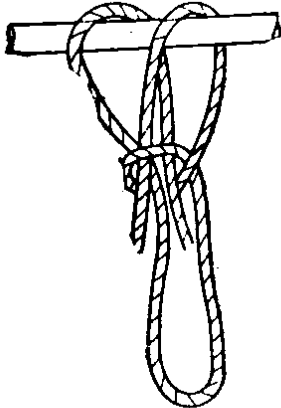
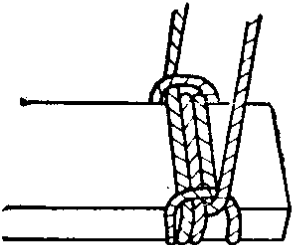
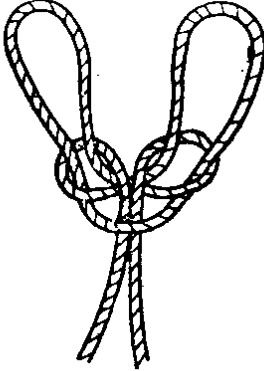
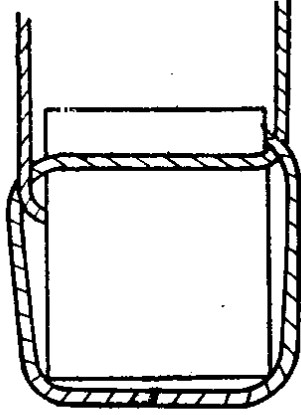
(续)

结 绳 法	绳 的 名 称	用 途 和 说 明
	对 结 (搭索结)	用于连接麻绳或钢丝绳的两端，如系钢丝绳时应垫以圆木，并用钢丝绳夹
	单帆索结	用于连接麻绳或钢丝绳的两端，如系钢丝绳时应垫以圆木，并用钢丝绳夹
	双帆索结	用于连接麻绳或钢丝绳的两端，如系钢丝绳时应垫以圆木，并用钢丝绳夹
	系木结 (背扣)	用于麻绳横向系吊圆木、管子等物件
	叠 结 (拔桩结)	用于麻绳纵向系吊圆木、管子等物件

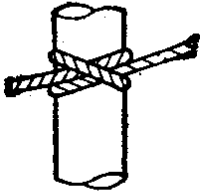
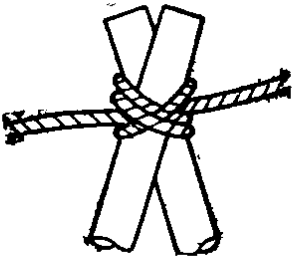
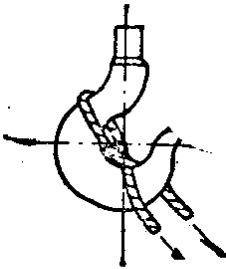
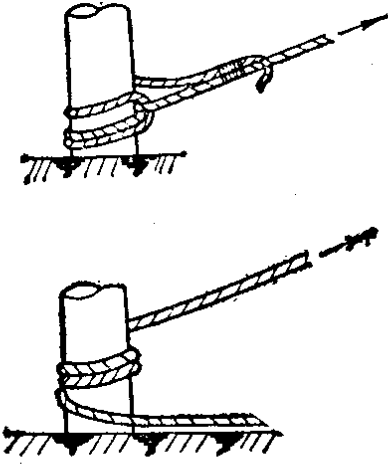
(续)

结 绳 法	绳 的 名 称	用 途 和 说 明
	死绳结	用于麻绳或钢丝绳 横向系吊物件
	水手结 (单绕索 结)	用于设备拖拉和穿 挂滑车等
	双绕索结	用于麻绳或钢丝绳 中段固接
	鲁班结	用于麻绳或钢丝绳 拔桩、扎桅杆等。绳 结紧而不易松
	瓶口结	用于拴绑及起吊圆 柱形物体，特点是绳 结越拉越紧

(续)

结 绳 法	绳 的 名 称	用 途 和 说 明
	杠棒结	用于抬运物件，具有结绳、解绳迅速的特点
	跳板扣	用于捆绑跳板，用此结时跳板不易翻转
	蝴蝶结 (板凳扣)	用于吊人升空作业
	抬缸结	用于抬缸或系吊圆桶形物件

(续)

结 绳 法	绳 的 名 称	用 途 和 说 明
	8 字 结 (梯 形 结、 猪 蹄 结)	用 于 捆 绑 物 件 或 桅 杆 绑 扎
	双 “8” 字 结 (双 梯 形 结)	用 于 捆 绑 物 件 或 桅 杆 绑 扎
	挂 钩 结	用 于 绳 索 与 吊 钩 间 的 连 接
	拴 柱 结	用 于 绳 风 绳 的 固 定，绳 索 的 溜 放

2. 常用绳结 麻绳在使用过程中，常常需要结成各式各样的绳结，如物件的捆绑结，绳与吊钩的连接，绳与绳的连接等。表 1-1 是起重作业中常用的几种捆绑方法和绳结形式。

四、麻绳的许用拉力

1. 麻绳的安全系数 麻绳在制造时由于各种原因总会存在一些缺陷，如搓捻的不均匀性、麻纤维的损伤，使用中麻绳的磨损以及作业中承受冲击载荷等，这些因素对麻绳的安全使用都有影响。为保证起重作业的安全可靠，麻绳在实际使用中所受的最大拉力应比麻绳的破断拉力小（试验时，麻绳被拉断时所承受的拉力），一般只是破断拉力的几分之一，使它在工作中有一定的强度储备。麻绳的破断拉力与允许承受的最大拉力之比称为麻绳的安全系数。安全系数的大小应根据使用情况而定。表 1-2 是麻绳在各种使用情况下的安全系数。

表1-2 麻绳的安全系数

使 用 情 况	绳 类 名 称	
	白棕绳	麻 绳
地面水平运输设备	3	5
高空系挂或吊装设备	5	5
用慢速机械操作和绑扎绳	10	不准用

2. 麻绳的使用拉力 为使麻绳能安全可靠地工作，按不同的工作性质、某一规格的麻绳，其允许承受的力也有一定的范围。即安全系数不同，同一规格的麻绳，其允许承受的力也不同。表 1-3 是白棕绳在各种不同安全系数下的使用拉力表。

表1-3 常用白棕绳使用拉力表

直 径 (mm)	重 量 kg/ 100 m	最小破断拉力 (kN)			使 用 拉 力 (kN)					
		(kN)			K = 3			K = 5		
					I	II	III	I	II	III
6	3	4.05	2.68	1.76	1.35	0.89	0.59	0.81	0.54	0.35
8	5	6.66	4.40	2.90	2.22	1.47	0.97	1.33	0.88	0.58
10	7	9.20	6.10	4.00	3.07	2.03	1.33	1.84	1.22	0.80
12	10	11.66	7.55	5.09	3.88	2.52	1.70	2.33	1.51	1.02
14	14	16.30	10.90	7.22	5.43	3.63	2.41	3.26	2.18	1.44
16	18	19.60	13.40	8.71	6.53	4.47	2.90	3.92	2.68	1.74
18	23	24.60	16.60	11.00	8.20	5.53	3.67	4.92	3.32	2.20
20	28	31.20	21.10	13.90	10.40	7.03	4.63	6.24	4.22	2.78
22	34	37.60	24.50	16.80	12.53	8.17	5.60	7.52	4.90	3.36
24	40	43.80	29.60	19.60	14.60	9.87	6.53	8.76	5.92	3.92
26	48	47.90	33.80	22.30	15.97	11.27	7.43	9.58	6.76	4.46
28	55	57.10	38.90	25.60	19.03	12.97	8.53	11.40	7.78	5.12
30	63	66.20	44.50	29.90	22.07	14.83	9.97	13.24	8.90	5.98
32	72	74.40	50.10	33.70	24.80	16.70	11.23	14.88	10.02	6.74
34	81	82.40	55.60	37.40	27.47	18.53	12.47	16.48	11.12	7.48
36	91	90.00	60.90	41.00	30.00	20.30	13.67	18.00	12.18	8.20
40	112	109.70	74.40	50.10	36.57	24.80	16.70	21.94	14.88	10.02
44	136	120.10	81.60	54.90	40.03	27.20	18.30	24.02	16.32	10.98
48	161	140.00	95.60	64.30	46.67	31.87	21.43	28.00	19.12	12.86
52	190	162.00	110.30	74.10	54.00	36.77	24.70	32.40	22.06	14.82
56	220	181.50	112.40	83.70	60.50	37.47	27.90	36.30	22.48	16.74
60	252	207.50	142.50	95.90	69.17	47.50	31.97	41.50	28.50	19.18

- 注：1. K 为安全系数。
2. I、II、III 为白棕绳等级。
3. 规格不明时按 III 类考虑。

3. 麻绳负荷能力的估算 表1-3所列的使用拉力值是根据破断拉力及安全系数计算得出的数据。使用中有时只知道麻绳的直径,但不了解麻绳的种类及破断拉力,在这种情况下

要判断麻绳的使用拉力是困难的，此时可根据下列经验公式估算麻绳的使用拉力值。在公式中已计入了5倍的安全系数。

$$P = (5 \sim 7) d^2 \quad (1-1)$$

式中 P ——许用拉力 (N)；

d ——麻绳的直径 (mm)。

当 d 在 22 mm 以下时，公式括号中的数取大值，当 d 在 22 mm 以上时，公式括号中的数取小值。

例 有一根直径为 18 mm 的白棕绳，其种类不明，用来吊装 250 kg 重的物件，能否安全使用？

解 利用公式 (1-1) 进行估算，麻绳的直径在 22 mm 以下，故取大值，

$$P = 7 \times 18^2 = 2268 \text{ N}$$

$$250 \text{ kg 重的合力为 } 250 \times 10 = 2500 \text{ N}$$

估算结果不能安全吊装。

第二节 钢 丝 绳

一、钢丝绳的种类、结构

1. 钢丝绳的用途和性能 钢丝绳又称钢索，是用优质高强度碳素钢丝制成的，拉力强度高，而且耐磨。钢丝绳是起重机的组成部分之一，也是起重作业中最常用的绳索；用来捆绑、起吊、拖拉重物，或作为起重机、卷扬机等的系紧绳。

钢丝绳具有以下优点：

(1) 重量轻、强度高、弹性好、能承受冲击载荷。

(2) 在高速运行时，运转稳定，噪声较小。

(3) 挠性好，使用灵活。

(4) 钢丝绳磨损后，外表会产生许多毛刺，易于检查。破断前有断丝的预兆，且整根钢丝绳不会同时断裂。