目录

第1章
起重机和其他提升设备的知识

1 吊索员资格(p.1)....3
2 起重机概述(p.2)....4
3 起重机的运动(p.3)....5
4 起重机相关技术术语(p.6)....8

第2章
吊索起重机负载所必需的动力学知识

1 与力相关的主题(p.35)....12
2 重量和重心(p.43)....17
3 运动(p.48)....21
4 滑轮组(p.53)....24
5 材料的载荷、应力、强度(p.56)....27
6 钢丝绳、链条和其他吊具的强度(p.60)....31

第3章
如何选择和处理吊具

1 钢丝绳(p.67)....36
2 吊链(p.87)....45
3 纤维绳(p.89)....46
4 其他吊具(p.97)....49
5 吊具检查(p.106)....59

圆括号中的图号、表号和页码对应于单独的教材书（日语版本）。

第4章

吊索和发信号方式

1 基本吊索程序(p.119) 68
2 吊具选择流程(p.123) 72
3 吊索一般注意事项(p.124) 73
4 用钢丝绳吊索的方式(p.126) 76
5 用吊链的吊索方式(p.136) 78
6 发信号方式(p.137) 78

第5章

实践吊索方式

1 吊索步骤(p.149) 80

第6章

相关法律法规

1 工业安全与健康法 100
2 工业安全与健康法执行令 100
3 起重机安全条例 101

第1章

起重机和其他提升设备的知识

吊索是用吊具固定装载物或将其从起吊配件上卸下的作业。

1 吊索员资格(p.1)

根据适用法律，使用起重机、移动式起重机、吊杆式起重机或起货机来吊索货物的任何人员，根据提升机械可承受的最大载荷，必须具备以下任一资格：

表1-1 吊索员资格

机械和设备的类型	提升载荷或限制载荷	
	1吨或以上	小于1吨
起重机 移动式起重机 起重臂倾角改变 起货机	• 完成吊索技能培训课程的人员 • 完成特殊培训课程的人员*1 • 经厚生劳动省批准的人员*2	• 完成吊索技能培训课程的人员 • 完成特殊培训课程的人员*1 • 经厚生劳动省批准的人员*2 • 完成吊索作业特殊教育的人员

*1: 《人力资源开发和促进法执行条例》附录表4的培训课程栏中列出的培训课程

*2: 完成《人力资源开发与促进法》条例中规定的起重机操作课程的培训的人员

2 起重机概述(p.2)

2.1 起重机定义(p.2)

起重机

“起重机”是指除移动式起重机、吊杆式起重机或起货机以外的任何设计用于通过动力提升装载物，并水平承载提升装载物的机械装置。因此，起重机不包括任何通过人力来提升货物的机械装置。另一方面，起重机还包括那些通过动力提升货物的机械装置，即使它们依靠人力水平搬运提升的货物也是如此。

移动式起重机

“移动式起重机”是指任何具有内置电动机可自行移动到未指定位置的起重机。

吊杆式起重机

吊杆式起重机是设计为通过动力来提升货物的机械装置，具有桅杆或吊杆，通过钢丝绳操作并单独安装电动机。

起货机

起货机是指那些安装在船舶上以装载或卸载船舶或在货舱中移动货物的机械装置。

3 起重机的运动(p.3)

以下是起重机提升装载物并将其运送到所需位置的运动。

3.1 提升和下降

提升是指起重机使装载物向上移动的运动，而下降是使装载物降低的反向运动。

3.2 横动

横动是起重机将其吊运车（或起重葫芦）沿着高架移动式起重机/桥式起重机的大梁、锤头式起重机的水平悬臂，或缆索起重机的绳索进行移动的一种运动。请参见图1-1。

3.3 行进

行进是整个起重机（例如大梁、悬臂和塔架）在其行进轨道或走道上的运动。请参见图1-1。

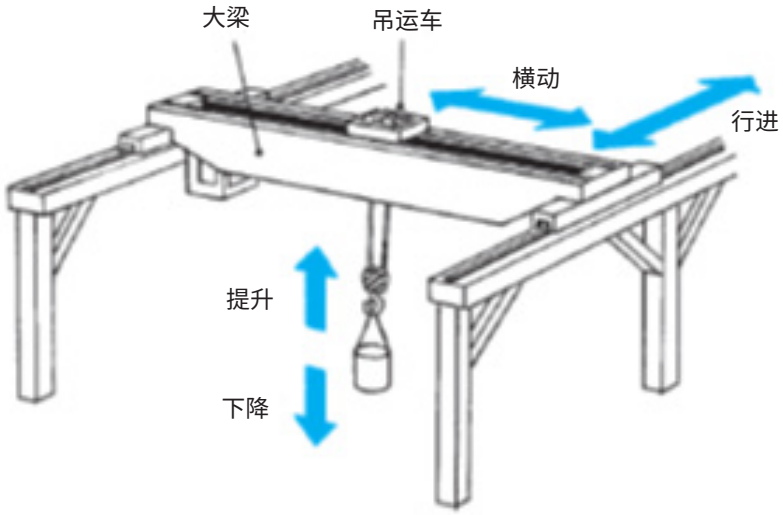


图1-1 提升、下降、横动和行进

3.4 起重臂倾角改变

悬臂倾角改变是悬臂或吊杆从其末端开始的向上/向下运动。

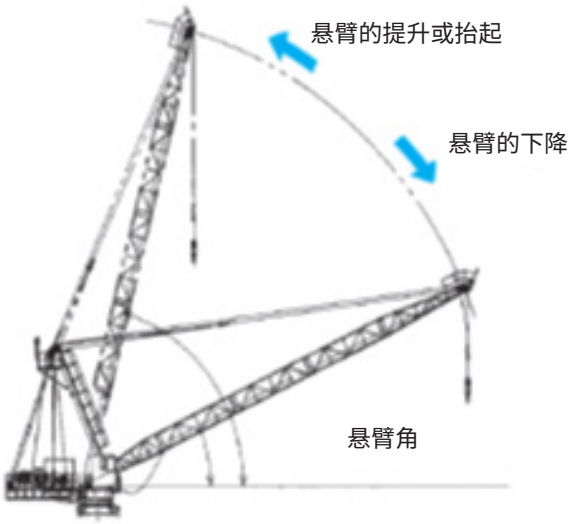


图1–2 起重臂倾角改变

悬臂在增加悬臂角（悬臂的中心线和水平面之间的角度）的方向上的运动称为“悬臂的提升或抬起”，而其朝较小悬臂角的运动称为“悬臂的下降”。普通的悬臂起重机在改变起重臂倾角时，使装载物升高或降低。

因此提供了结构上的改进以消除这种不需要的运动，从而可以将装载物保持在给定的高度，并在改变起重臂倾角期间水平移动。这种改进的运动称为“水平变幅”。“起幅”是指装载物朝着悬臂的运动，“落幅”是指装载物远离悬臂的运动。

该水平变幅不包括在悬臂倾角改变中可能涉及的提升装载物的向上或向下运动。

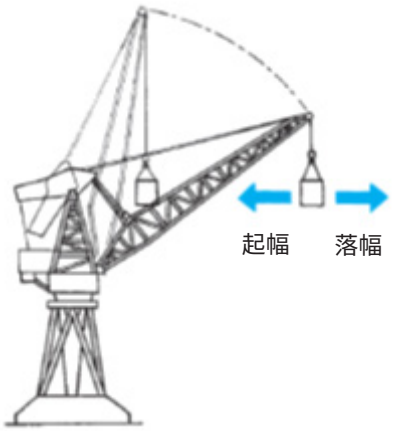


图1–3 水平变幅

3.5 回转

“回转”是指悬臂起重机/移动式起重机的悬臂或其他类似部件以旋转中心为轴的旋转。

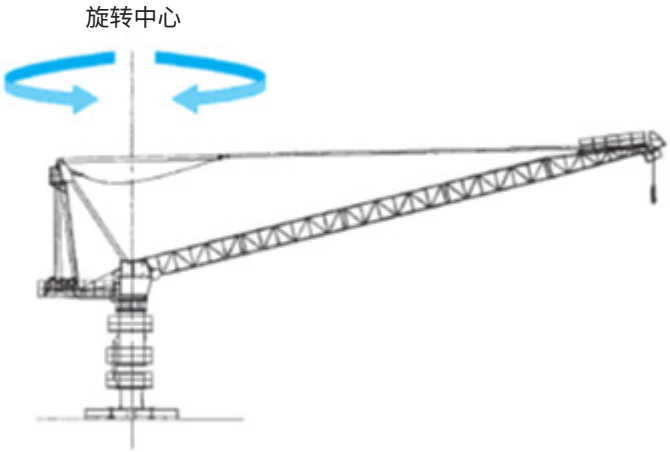


图1–4 回转

3.6 伸缩运动

这是起重机改变悬臂长度的运动。

增加悬臂长度称为“延伸”，而减小悬臂长度称为“缩回”。(请参见图1-7: p.6)

4 起重机相关技术术语(p.6)

4.1 提升载荷

术语“提升载荷”是指根据起重机、移动式起重机或吊杆式起重机的结构和所用材料，可施加在其上的最大载荷。提升载荷包括吊钩或抓斗等起重机起吊配件的重量。

4.2 额定载荷

术语“额定载荷”是指从无悬臂和吊杆的起重机的提升载荷中减去吊钩、抓斗或其他任何起吊配件的重量后的净重。

对于带有悬臂的起重机或带有吊杆的移动式起重机/吊杆式起重机，是指从根据其结构或构造（悬臂/吊杆角度和长度、吊运车在水平悬臂上的位置）和所用材料可施加的最大载荷中，减去吊钩、抓斗或其他任何起吊配件的重量后的载荷。

4.3 额定总载荷

术语“额定总载荷”是指根据移动式起重机的结构、组成物料以及悬臂角度或长度，可施加在移动式起重机上的最大载荷。

对于移动式起重机，吊钩根据操作类型而改变。即使悬臂长度和工作半径相同，额定载荷也会随着吊钩的变化而变化。通常，使用额定总负载（额定载荷加上吊钩或任何其他起吊配件的重量）。请参见图1-5。

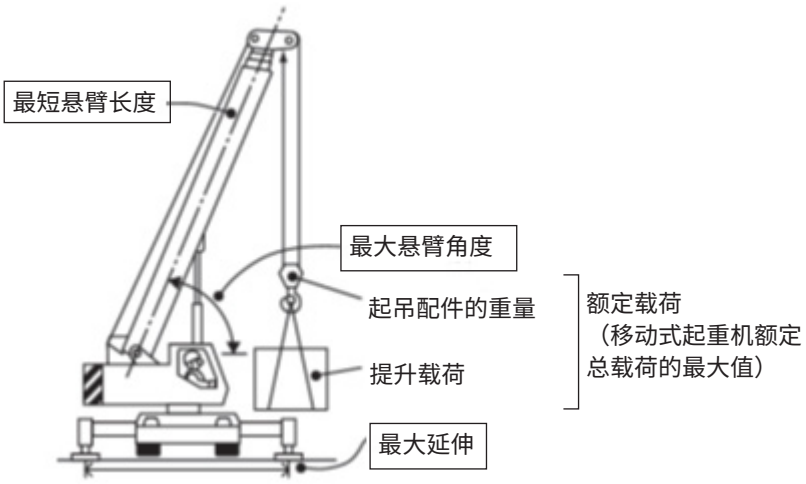


图1-5 提升载荷、额定总载荷与额定载荷之间的关系

4.4 限制载荷

限制载荷是指根据起货机的结构和所用材料，可施加在其上的最大载荷。限制载荷包括吊钩或抓斗等起吊配件的重量。

4.5 额定速度

“额定速度”是指起重机、移动式起重机或吊杆式起重机在其起吊配件上施加额定载荷的情况下，执行提升、改变起重臂倾角、横动、行进或回转等动作时的最大速度。

4.6 提升

术语“提升”是指起重机可正常提升和下降吊钩、抓斗或任何其他起吊配件的上限和下限之间的距离。

4.7 工作半径

“工作半径”是指悬臂起重机的旋转中心与其起吊配件的中心之间的水平距离。工作半径也称为“回转半径”，其中最大极限称为“最大工作（或回转）半径”，最小极限称为“最小工作（或回转）半径”。（请参见表1-2: p.9）

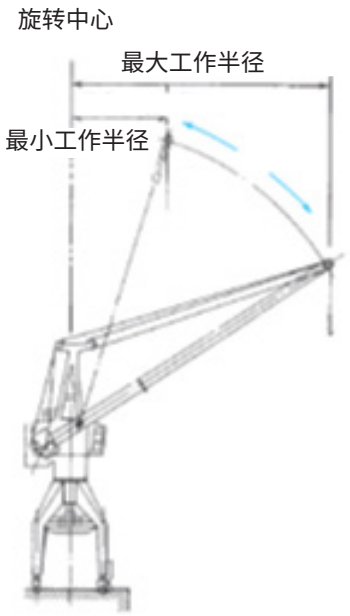


图1-6 工作半径

4.8 工作范围

“工作范围”是指起重机或任何其他起吊装置通过各种可用运动（例如横动、行进或回转）的组合，可在其中移动装载物的空间。有关普通起重机和运动组合的工作范围的详细信息，请参阅教材书。(图1-12: p.40)

4.9 吊具

“吊具”是指用于将装载物固定到起重机或其他起吊装置的起吊配件上的任何工具。请参见第3章如何选择和处理吊具。

4.10 起吊

这表示将装载物稍微提离地面、地板和/或承载块的运动。对于吊索作业，慢慢向上微动装载物，一旦将装载物提离即停止，并确认装载物的稳定性和吊具的安全性。

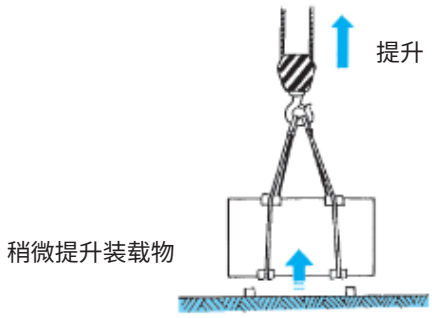


图1-7 起吊

4.11 落地

是指将装载物降至预定位置的运动。对于吊索作业，请检查着陆位置的状况，并设置承载块以使装载物稳定。向下微动装载物，然后在装载物着陆时将其停止一次。确认装载物稳定后，完全降下装载物，然后拆除吊具。

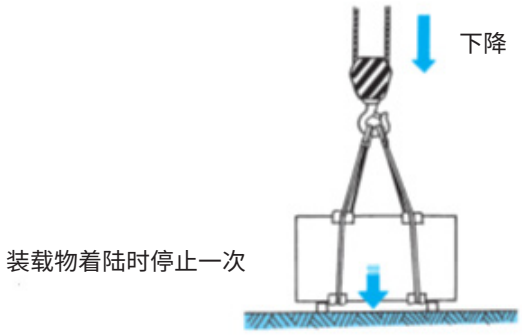


图1-8 落地

第2章

吊索起重机负载所必需的动力学知识

1 与力相关的主题(p.35)

1.1 力的三要素，作用与反作用(p.35)

请参阅教材书。

1.2 力的合成和分解(p.36)

如图2-1 a所示，当两个人用绳索拉动树桩时，树桩沿箭头方向拉动。因此，当两个力作用在物体上时，这两个力可以被具有相同效果的一个合力代替。

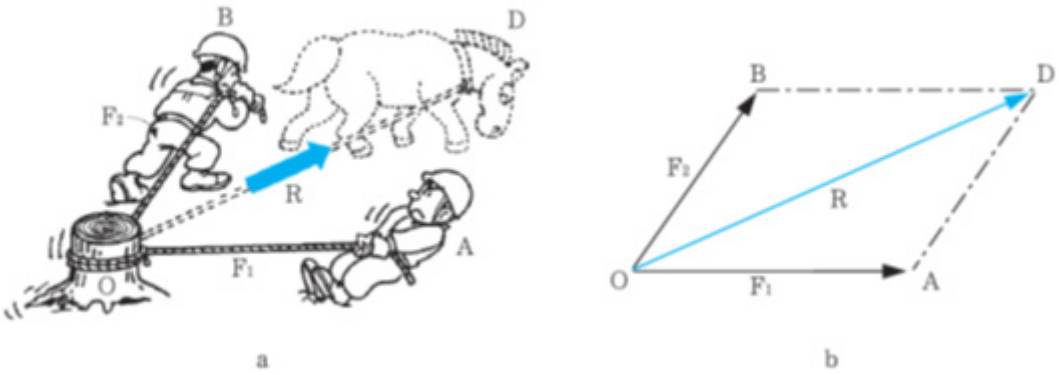


图2-1 力的组成

图2-1 b说明了求合力的方法。从两个不同方向作用于点O的力F1和F2的合力，可以通过以F1和F2为两边绘制一个平行四边形（OADB）进行确定。图中的对角线R表示要确定的合力的大小和方向。这称为平行四边形定律。

“力的分解”是将作用在物体上的力分成彼此成一定角度的两个或多个力的过程。这样将力分成的每个部分都称为原始力的“分量”或“分力”。若要求力的分量，以相反顺序使用“力的组成”中描述的力的平行四边形将力分成彼此成一定角度的两个或多个力。

让我们看一个人拖拉雪橇的例子，如图2-2 a所示。由于他以与地面成一定角度（即稍微向上）的方式向前拉绳索，因此雪橇被水平（纵向）牵引，但同时也被垂直牵引。所以我们必须找到实际水平拉动雪橇的力的大小。

图2-2 力的分解

如图2-2 b所示，根据平行四边形定律，力F (OA)被分成F1 (OB)和F2 (OC)。这是力的分解，可以发现雪橇的水平力变为F1 (OB)。

1.3 力矩(p.38)

力矩是力使物体转动的功。

如图2-3所示用扳手转动螺母时，将扳手握在轴的末端附近比将扳手握在轴中间所需的力小。此示例表明，力的转动功不仅与力的大小有关，而且还与旋转轴的中心和力的作用线之间的距离（即旋转轴O到F1或F的长度）有关。该距离（图2-3中的L1或L）称为“臂长”。

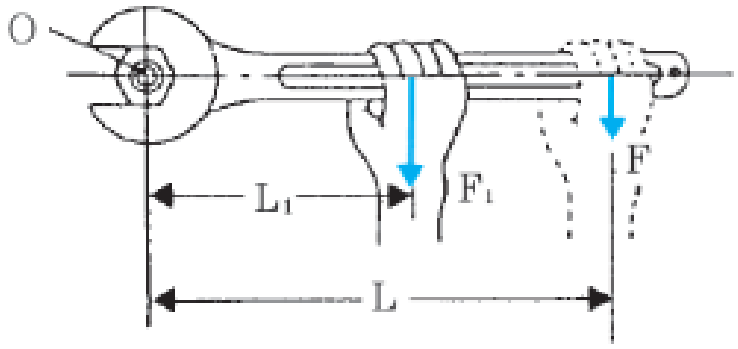


图2-3 大小和力臂之间的关系

如图2-4所示，在用杠杆提起重物时，握住位置离支点越近，所需的力就越大。

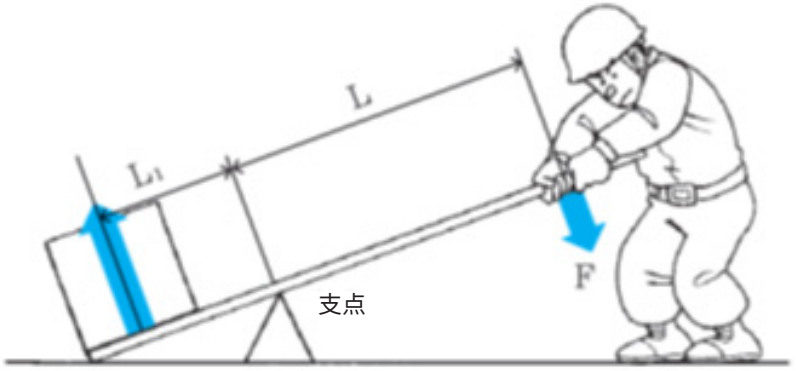


图2-4 杠杆力矩

将力的大小设为F，臂长设为L，则力矩M可写为M = F × L。如果力F的大小用N（牛顿）表示，臂长L用m（米）表示，则力矩M可以用N·m（牛顿米）表示。

如果如图2-5所述，将其用于通过悬臂起重机提升装载物，则当悬臂搬运装载物(m)下降到位置A时使起重机下降的力矩，与悬臂进一步到达位置B时的力矩是不同的。在悬臂位置A和B处，距离支点O（或旋转轴）的臂长在图中分别为L1和L2。因此，每个力矩(M1和M2)可写为：

$M1 = 9.8 \times m \times L1, M2 = 9.8 \times m \times L2$

通过比较这两个长度，可以发现L1 < L2，因此，力矩M1小于力矩M2。

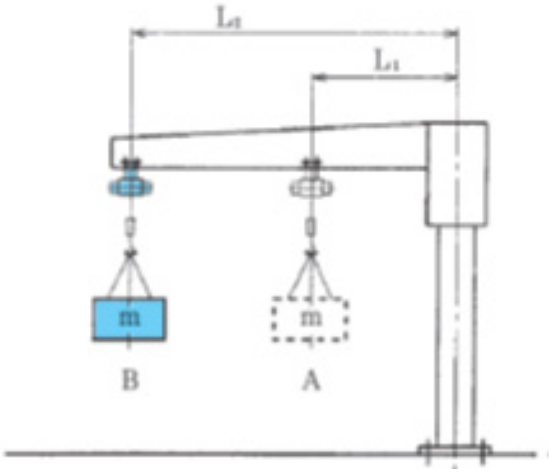


图2-5 作用于悬臂起重机的力矩

通常，力矩可以使物体顺时针或逆时针旋转。因此，要找到两个或多个力矩的总和或平衡，必须考虑每个力矩的旋转方向。

1.4　力的平衡(p.40)

平行力的平衡

图2-6显示了一个工人在杆子两端挑负一对装载物。为了使其在肩膀上保持水平，当两个装载物重量相等时，应将杆保持在中间，但是当它们的重量不同时，应将杆保持在更靠近较重一端的位置。这是因为需要平衡力矩。

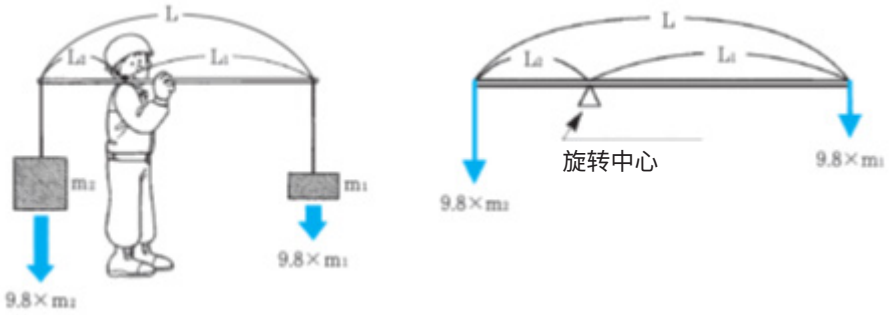


图2-6 平行力的平衡

在此图中，让我们以工人的肩膀为旋转轴来检查力矩。将两个装载物的重量设为m1和m2，将杆上的承载位置（装载物与肩部之间的水平距离）设为L1和L2

顺时针力矩：M1 = 9.8 × m1 × L1

逆时针力矩：M2 = 9.8 × m2 × L2

围绕旋转轴的力矩如下保持平衡：

9.8 × m1 × L1 = 9.8 × m2 × L2 (1)

m1 × L1 = m2 × L2 (2)

m1 × L1 = m2 × (L - L1) (3)

m1 × L1 = m2 × L - m2 × L1 (4)

m1 × L1 + m2 × L1 = m2 × L (5)

L1 × (m1 + m2) = m2 × L (6)

（注意L = L1 + L2）

不用说，工人的肩膀充当支撑装载物重量(m1 + m2)的旋转轴。

等式(6)可重写为：

$$L1 = \frac{m2}{m1 + m2} \times L$$

因此，如果将杆保持在通过与装载物重量m1和m2成反比来内部划分杆而确定的位置，装载物将达到平衡。

2 重量和重心(p.43)

2.1 重量(p.43)

不同材料制成的物体，即使其体积完全相等，其重量也可能会有所不同。例如，铝比木材重，铁比铅轻。

表2-1以吨(t)为单位，显示了不同材料每立方米(m^3)的近似重量。根据此表，如果已知某特定材料主体的体积（以立方米为单位），可以求出其重量。

例如，要提升的装载物的重量（W吨），可以通过将装载物体积（V立方米）乘以表中表示其材料每立方米的重量（d吨）的数值求出：

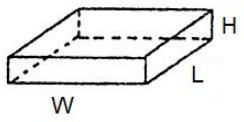
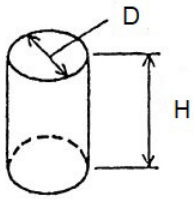
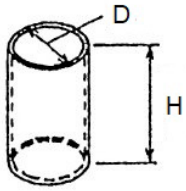
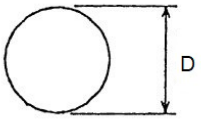
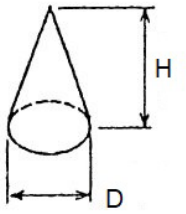
表2-1 材料主体每立方米的重量

材料	W t/m^3 (t)	材料	W t/m^3 (t)
铅	11.4	沙子	1.9
铜	8.9	煤尘	1.0
钢	7.8	煤	0.8
铸铁	7.2	焦炭	0.5
铝	2.7	水	1.0
花岗岩	2.6	橡木	0.9
混凝土	2.3	雪松	0.4
泥土	2.0	柏树	0.4
砂石/沙	1.9	泡桐	0.3

注意事项：木材的重量基于其在大气中干燥的条件。土、沙等的重量为表观重量。

体积计算的简单公式如表2-2中所示。

表2-2 计算体积的简单公式

物体形状		公式
形状	**图示**	
长方体		高度 × 宽度 × 长度 (H × W × L)
圆柱体，实心		$(D)^2 \times H \times 0.8$
圆柱体，空心		D × 壁厚 × H × 3.1
球体		$(D)^3 \times 0.53$
圆锥体		$(D)^2 \times H \times 0.3$

[练习]

计算钢板重量（厚度：0.05 m，宽度：1.5 m，长度：3.0 m）

[答案]

钢板体积：$V = 0.05 \times 1.5 \times 3.0 = 0.225\ m^3$

根据表2-1，钢板每立方米的重量为7.8。

因此重量$m = 7.8 \times 0.225 = 1.755$ (t)

2.2 比重(p.44)

材料主体的比重是其重量与4°C下等体积纯水的重量之比。数学上可写为：

比重=材料主体的重量/4°C下等体积纯水的重量

2.3 重心位置(p.45)

这种合力的作用点称为“重心”（COG），在某些材料主体的情况下，它位于固定点。换句话说，任何这些主体的COG位置无论主体放置方式如何都保持不变。另外值得注意的是，COG不一定位于主体内（请参见图2-7）。

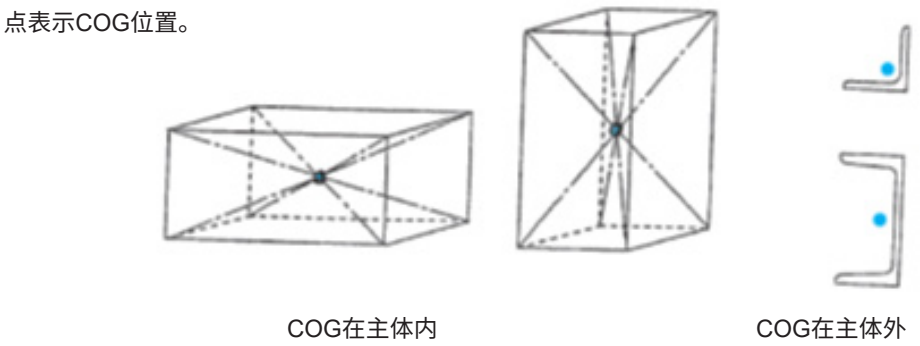


图2-7 COG位置

如何找到COG

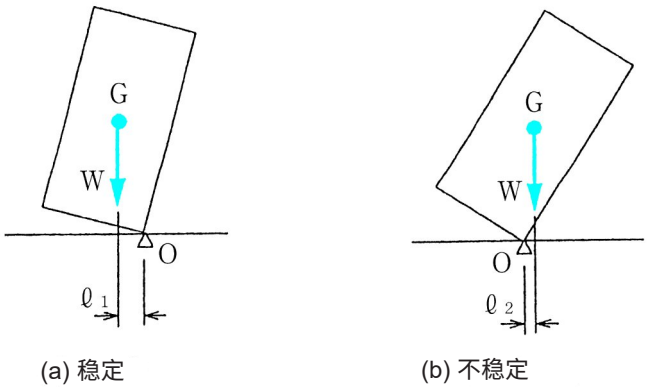
材料主体的COG可以根据以下现象找到：将主体用绳子悬挂时，穿过COG的力的作用线变为垂直，从而导致COG的位置在被悬挂主体的位置正下方。更具体地说，可以悬挂材料主体上两个不同点，并找到在两个实例中支撑该主体的力的作用力线相互交叉的点，来确定COG。(图2-19: p.46)

2.4　稳定性(p.47)

在材料主体静止不动的情况下用手将其稍微倾斜后放开，如果它倾向于返回其原始位置，则认为它是稳定的。相反，如果它倾向于倒向一侧，则认为它是不稳定的。

例如，如图2-8 (a)所示，如果将放置在水平面上的物体倾斜，然后放开，它将返回其原始位置。这是因为作用在COG G上的重力产生了力矩，该力矩以旋转中心O为支点，用于校正倾斜的物体。但是，如图2-8 (b)所示，如果物体太过倾斜，以至于穿过其COG的垂直线超出其底部，则物体会倒向一侧，而不是返回其原始位置。

因此，图(a)为稳定状态，图(b)为不稳定状态。



(a) 稳定　　(b) 不稳定

图2-8 材料主体的稳定性

将物体保持稳定状态的重要考虑因素是使其具有更大的基底面积和更低的COG。

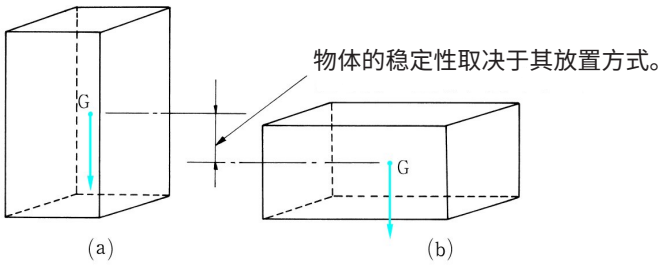


图2-9 不同方式放置时材料主体的稳定性

3 运动(p.48)

3.1 速度(p.49)

速度是指示物体移动有多快的量。它由物体在单位时间长度内移动的距离表示。

如果匀速运动的物体在10秒内移动50米，其速度可以表示为5 m/s。匀速运动的物体速度由物体在一定时间内移动的距离除以所需的单位时间长度得出的结果表示，可写为：

$$速度(v) = \frac{距离(L)}{时间(t)}$$

常用的速度单位包括米/秒(m/s)、米/分钟(m/min)和公里/小时(km/h)。

但是，在确定物体的运动时，仅考虑其速度几乎是不够的。我们还必须找到其运动方向，术语“速度”通常用作指示运动的方向和速度的量。

3.2 惯性(p.50)

除非受到外力作用，否则物体永远保持静止（如果静止）或继续朝同一方向移动（如果移动）的一种趋势。这种趋势称为“惯性”，由于惯性作用在物体上的力称为“惯性力”。

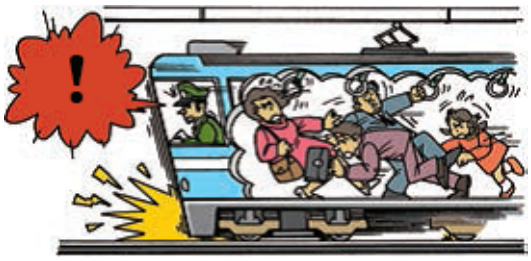


图2-10 惯性

3.3 向心力和离心力(p.51)

当链球运动员快速旋转链球使其作圆周运动后松开手握环时，链球在松开一刹那朝与圆相切的方向飞出去。为了使链球连续作圆周运动，运动员必须将其保持拉向圆心。

使物体作圆周运动的力称为“向心力”。鉴于此，与向心力大小相等但方向相反的力称为“离心力”。(请参见图2-11)

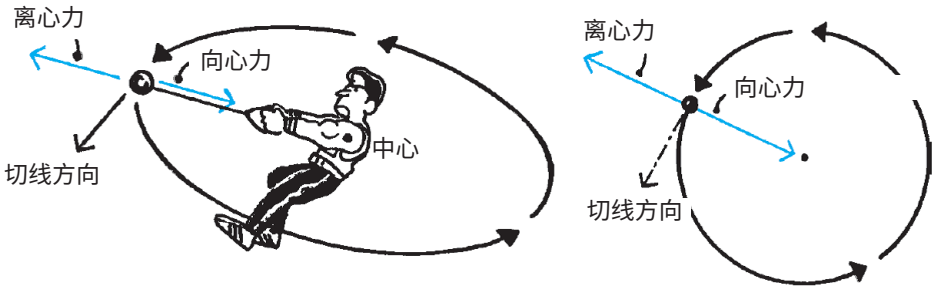


图2-11 向心力和离心力

如图2-12所示，提升的装载物转动得越快，离心力就变得越大，从而导致装载物进一步向外移动。与提升的装载物处于静止状态相比，这种情况增加了使悬臂起重机失效的力的力矩。在某些极端条件下，起重机实际上不太可能会倒下。

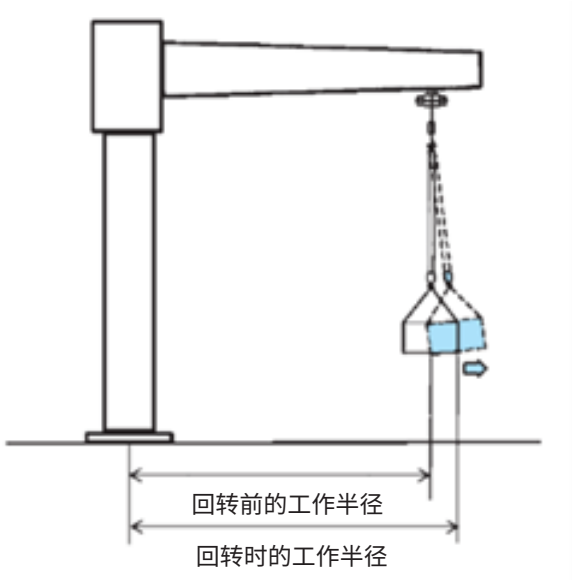


图2-12 离心力引起的提升装载物的向外运动和工作半径的变化

4 滑轮组(p.53)

“滑轮组”是由滑轮组合而成的组件的总称。这些组件可以分为以下类别：

4.1 固定滑轮(p.53)

如图2-13所示，这种类型的滑轮固定在指定位置。通过固定滑轮提起装载物所需要做的就是向下拉绳索的另一端。换句话说，此装置仅改变输入力的方向，而其大小不变。例如，若要将装载物提升1米，只需将绳索下拉1米。

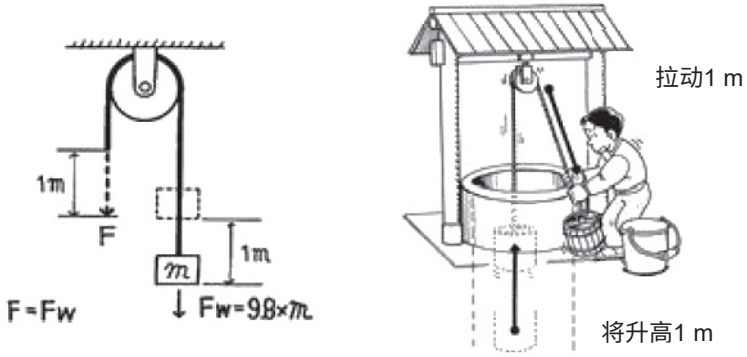


图2-13 固定滑轮

4.2 动滑轮(p.54)

这是与起重机吊钩块使用的滑轮类型相同的滑轮。如图2-14所示，动滑轮通过在一个或多个轮子上运行的绳索的一端（图中的A）上下移动而另一端固定的方式运作。滑轮本身根据绳索端A的垂直运动而负重上下移动。您可以使用此装置以等于装载物重量一半的力来提升装载物（假设滑轮没有任何摩擦力），但是例如，当绳索拉动2米时，装载物仅向上移动1米——绳索拉动长度的一半。换句话说，滑轮需要较小的输入力来提升给定重量的装载物，但是必须拉动长得多的绳索。

同时，每当要提升装载物时，随着绳索被拉起，输入力的方向保持不变。

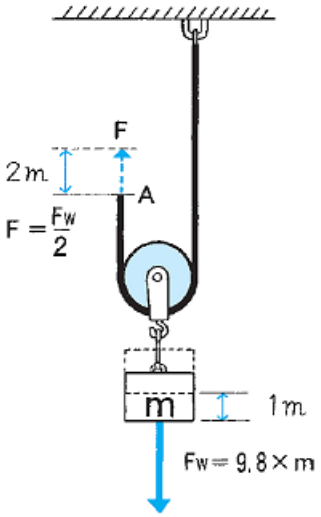


图2-14 动滑轮

4.3 组合滑轮(p.55)

通过组合多个动滑轮和固定滑轮制成的组合滑轮组，可以以相对较小的力提升或下降非常重的装载物。如图2-15中所述，三个动滑轮和三个固定滑轮的组合，能够以仅等于装载物重量六分之一的力来提升装载物，假设滑轮系统没有任何摩擦力。但是，每拉动一米长的绳索，只能提升装载物六分之一米。这意味着提升或下降装载物的速度也是输入力的速度的六分之一。

$$F = \frac{1}{2 \times n} \times Fw \qquad Vm = \frac{1}{2 \times n} \times v \qquad L = 2 \times n \times L$$

F: 拉动绳索的力　　Vm: 缠绕速度　　L: 缠绕长度

Fw: 装载物重量　　v: 装载物提升速度　　Lm: 装载物提升距离

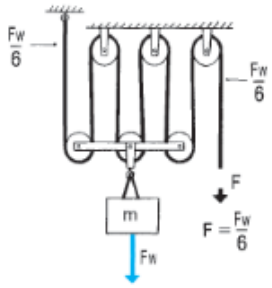


图2-15 组合滑轮（三个动滑轮）

图2-16中显示的是起重机组合滑轮系统的示例。

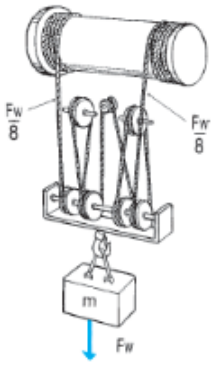


图2-16 组合滑轮（起重机的四个动滑轮）

5 材料的载荷、应力、强度(p.56)

5.1 载荷(p.56)

载荷是从外部作用在物体上的力（即外力）。可以根据这种力作用于所涉及物体的不同方式对其进行分类。

按力的方向分类

拉伸载荷

拉伸载荷通过作用在杆纵轴上的力F拉动杆。典型示例是用于提升装载物的钢丝绳上的载荷。

图2-17 拉伸载荷

压缩载荷

如图2-18所示，压缩载荷的作用方向与拉伸载荷相反，以力F沿纵向压缩杆。典型示例是作用于千斤顶顶头的力。

图2-18 压缩载荷

剪切载荷

如图2-19所述，当铰刀螺栓受到作用力F的作用，如果该力非常强，则可沿平行于F方向的横截面进行切割。这种力的作用称为“剪切载荷”。

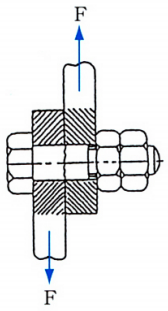


图2-19 剪切载荷

弯曲载荷

如果垂直于梁纵轴的力F作用在梁上，则两端支撑的梁可能会弯曲，如图2-20所示。这种力的作用称为“弯曲载荷”。例如，装载物的重量或在高架移动式起重机的大梁上工作的吊运车。

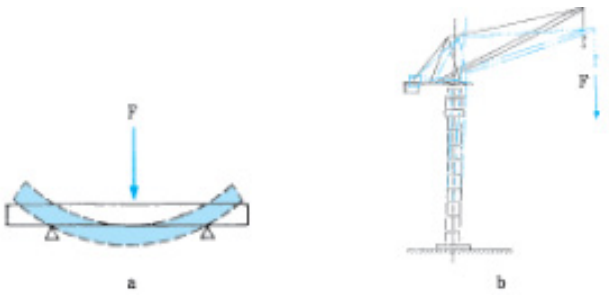


图2-20 弯曲载荷

扭转载荷

如果轴的一端固定而另一端受到其圆周上两个相反方向上作用的力F，则轴可能会扭转，如图2-21所述。这种力的作用称为“扭转载荷”。例如，绞车的轴被钢丝绳拉动并扭曲。

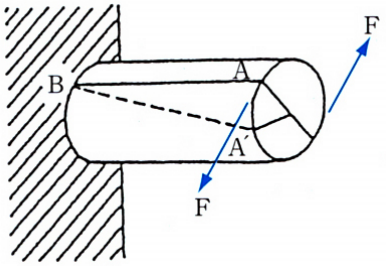


图2-21 扭转载荷

合成载荷

起重机的机械部件更多地受到上述载荷的组合的影响，而不是受其单独作用的影响。例如，钢丝绳和吊钩都受到拉伸载荷和弯曲载荷的共同作用，而动力单元轴通常受到弯曲载荷和扭转载荷的共同作用。

按载荷的速度分类(图2-37)

静载荷

静载荷是指力的大小或方向均不变的固定或长期载荷，如起重机结构的自重。

动载荷

大小可变的动载荷分为两类。一种是随时间不断变化的重复载荷，另一种是在很短的时间内突然向物体施力的冲击载荷。

重复载荷可进一步分为单作用载荷和双作用载荷，前者始终沿相同的方向作用，但其大小会随时间而变化，例如钢丝绳和绞车轴承等起重机部件上的载荷，而后者的方向和大小都会随着时间而变化，例如齿轮轴上的载荷。

机器或结构在任何这些动载荷作用下可能会破损，即使其大小远小于静载荷也是如此。这种现象称为“疲劳断裂”，是由材料疲劳而引起，在实际发生的断裂中占很大比例。

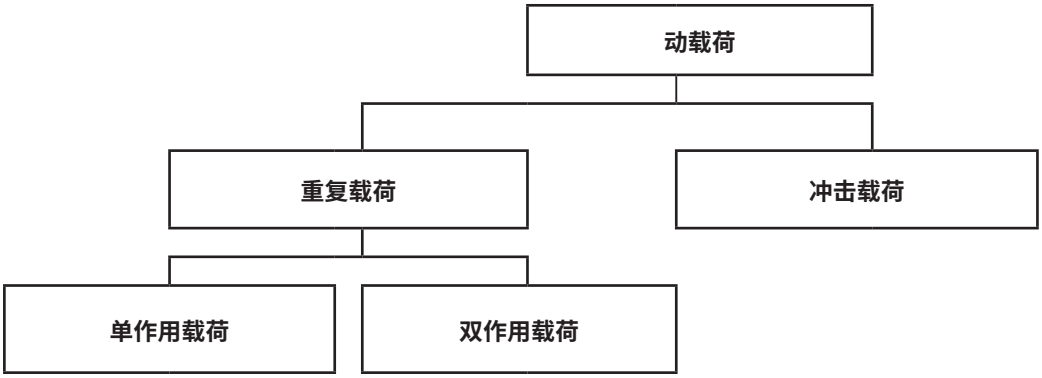


图2–22 动载荷的分类

其他分类

载荷根据其分布状态也可分为集中载荷和分布载荷，前者集中在单个点或很小的区域，而后者则作用于大范围。

5.2 应力(p.58)

任何物体在负载下都会在其中产生一个力（内力），以抵抗和平衡所施加的载荷，如图2-23所示。这种内力称为“应力”，其强度由每单位面积的力的大小表示。

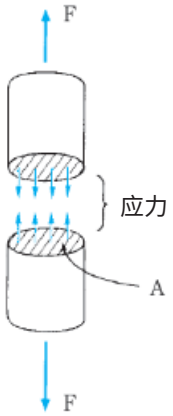


图2-23 应力

应力可分为拉伸应力、压缩应力和剪切应力，其中第一种在拉伸载荷下发生，第二种在压缩载荷下发生，第三种在剪切载荷下发生。将结构元件负载下的截面积设为A，将作用在元件上的拉伸载荷设为F kg，则拉伸应力可写为：

$$\text{拉伸应力} = \frac{\text{施加在结构元件上的拉伸载荷(N)}}{\text{结构元件的截面积(mm}^2\text{)}} = \frac{F}{A}\ (\text{N/mm}^2)$$

6 钢丝绳、链条和其他吊具的强度(p.60)

钢丝绳、链条或其他吊具，即使其尺寸和形状相同，其强度也可能会有所不同，具体取决于其材质。这些物品所承受的力也比提升的装载物本身的重量要大得多，因为这种重量会动态地作用在其上。

考虑到这些因素，通常会采取步骤，将参考标准设置为低于所选吊具（例如钢丝绳或链条）可能断裂的载荷。然后进行布置以避免使用超出参考载荷的吊具，从而可以安全且平稳地进行提升作业。

6.1 钢丝绳、链条的安全系数和安全载荷(p.60)

断裂载荷

断裂载荷是单根钢丝绳断裂的最大载荷。（单位：kN）

安全系数

钢丝绳和链条的断裂载荷与施加在其上的最大载荷之比称为“安全系数”。

定义安全系数时要考虑到吊具的类型、形状、材料和使用方法。吊具的安全系数在《起重机安全条例》中规定如下。

- 钢丝绳：6或以上
- 链条：5或以上，或在满足某些条件时为4或以上
- 吊钩、钩环：5或以上

标准安全载荷

标准安全载荷（或标准工作负载）是在考虑此安全系数后，使用单根钢丝绳可以垂直提升的最大载荷。该值可以通过以下公式计算。

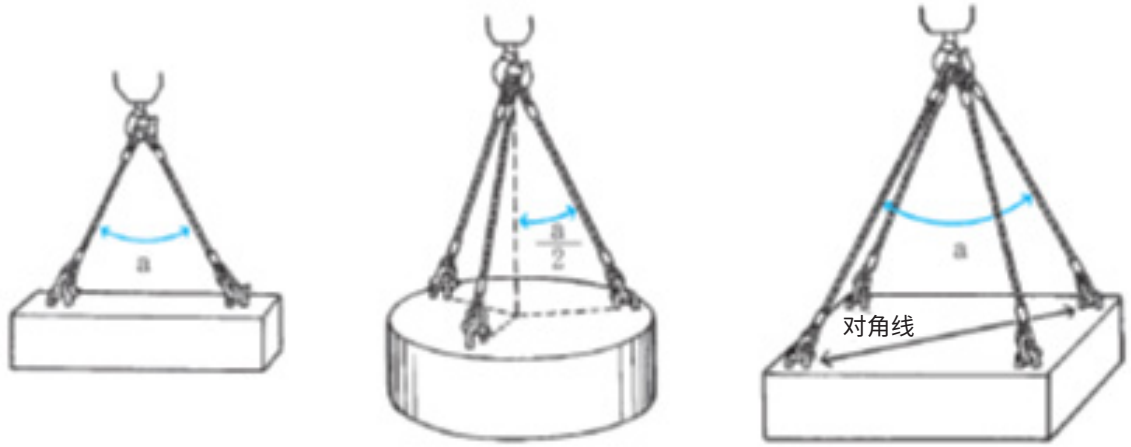
标准安全载荷(t) = 断裂载荷(kN) / (9.8 ×安全系数)

安全载荷

安全载荷（或工作载荷）是根据绳索数和吊索角度，使用钢丝绳或链条可以垂直提升的最大载荷(t)。有些吊具将安全载荷表示为额定载荷或工作载荷。

绳索数和吊索角度

绳索数根据负载上的吊索点数表示为两点单绳吊索、两点双绳吊索、三点三绳吊索、四点四绳吊索，以此类推。吊索角度（吊钩上连接的吊索钢丝绳之间的角度）如图2-24所示。

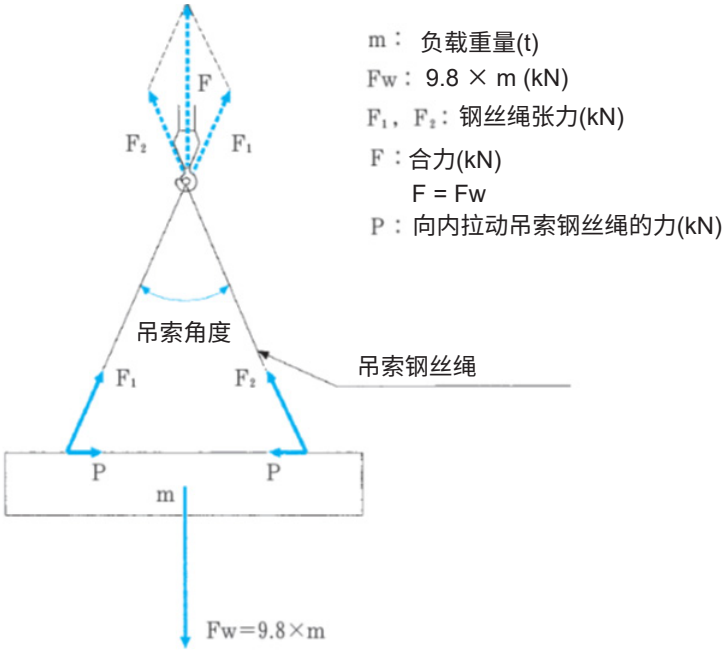


两点双绳吊索　　三点三绳吊索　　四点四绳吊索

图2-24 绳索数和吊索角度（a =吊索角度）

如图2-25所示，使用两根钢丝绳提升负载时，支撑负载重量m的力为张力（F1、F2）的合力（F），均大于F/2的值。对于给定重量的负载，当吊索角度增大时，张力F1和F2会增大。

另外，张力F1和F2的水平分量P也随着吊索角度而增大。此水平分量P充当负载上的压缩力，并且向内拉动吊索钢丝绳。因此，当吊索角度较大时，需要小心注意。



m： 负载重量(t)
Fw： 9.8 × m (kN)
F₁，F₂：钢丝绳张力(kN)
F：合力(kN)
F = Fw
P：向内拉动吊索钢丝绳的力(kN)

图2-25 吊索钢丝绳的张力

张力系数

张力系数是用于计算每个吊索角度对单根钢丝绳施加的载荷（张力）的值。通过求出张力系数和绳索数，即使绳索数改变，也可以计算出单根钢丝绳的载荷（张力）。有关钢丝绳的吊索角度与张力之间的关系，请参阅教材书。 (表2-4: p.63)

图2-26显示了吊索角度与钢丝绳张力之间的关系，表明随着吊索角度的增大，即使负载重量保持不变，也必须使用较粗的钢丝绳，因为施加到钢丝绳上的张力增大。

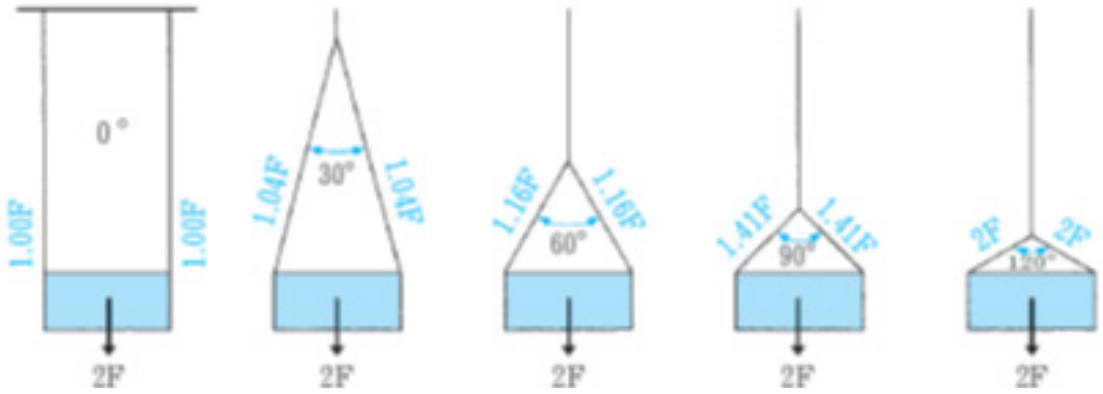


图2-26 吊索角度和张力之间的关系

模式系数

在一定数量的绳索和吊索角度下，钢丝绳的安全载荷与标准安全载荷之比称为“模式系数”。(请参见表2-5: p.61)

该值根据实际的吊索角度而变化，但是，吊索角度分类为一定范围，并在实际应用中在每个范围中共享一定的值。

6.2 吊索钢丝绳选择计算(p.64)

若要计算用于选择吊索钢丝绳的安全载荷，则使用张力和模式系数。

通过张力系数计算

单根钢丝绳所需的标准安全载荷可通过以下公式计算。

单根钢丝绳所需的标准安全载荷=（负载重量/绳索数）×张力系数

吊索角度：40 °
重量：8 t

图2-27 双绳四点单圈吊索

通过模式系数计算

单根钢丝绳所需的标准安全载荷可通过以下公式计算。

标准安全载荷=负载重量/模式系数

第3章

如何选择和处理吊具

钢丝绳、链条，皮吊带、吊钩、钩环用作吊具，根据负载的重量和形状与起重机一起吊索。这些吊具的安全系数在《起重机安全条例》（第213和214条）中规定如下。

- 吊索钢丝绳：6或以上
- 钢丝吊索链：5或以上，或在满足某些条件时为4或以上
- 吊钩、钩环：5或以上

也使用夹子和吊钩，并且皮吊带和圆形吊索之类等纤维绳的使用也变得更加普遍。尽管法规中没有规定这些物品的安全系数，但日本起重机协会标准已指定以下安全系数。

- 夹子和吊钩：5或以上
- 皮吊带、圆形吊索：6或以上

1 钢丝绳(p.67)

1.1 钢丝绳概述(p.67)

钢丝绳结构

钢丝绳是通过将多股拧在一起而制成的，每股都是通过绞合数十根由优质碳素钢拉制的无缝钢丝而制成。

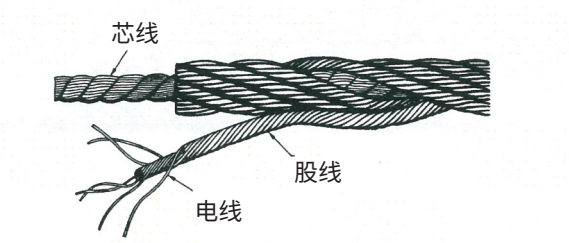


图3-1 钢丝绳结构

钢丝绳中心的材料称为“芯线”，用于保持钢丝绳的形状，提供柔韧性，并吸收冲击和振动以防止股线断裂。芯线由织物纤维或金属丝制成。对于吊索目的，普遍使用六股钢丝绳。(请参见表3-1: p.68)

股线内填充有钢丝（填充钢丝）的钢丝绳称为“填充类型”。

钢丝绳的构造通常由结构代码（股数×每股中包含的钢丝数）表示，例如6 × 24或6 × 37。

在给定直径尺寸的不同钢丝绳中，通常使用大量较小钢丝制成的钢丝绳具有更大的柔韧性，特别是在每股的中心使用芯线制成的钢丝绳更加柔韧，更易于打理。

捻的类型

图3-2显示了用于钢丝绳的捻的类型。“普通搓捻”为钢丝绳和股线的拧转方向相反，而“顺捻”为钢丝绳和股线的拧转方向相同。每两种捻可进一步分为右手捻和左手捻（Z和S）。与顺捻产品相比，普通搓捻的钢丝绳磨损更快，但更易于打理，因为它不易扭转或扭结。对于吊索，普遍使用普通搓捻Z（右手）钢丝绳。

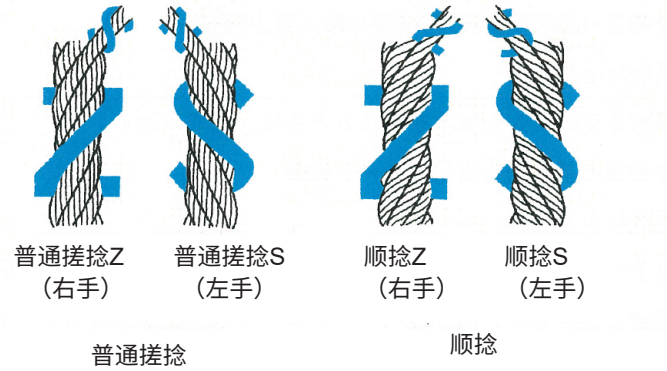


图3–2 捻的类型

钢丝绳直径

钢丝绳的直径尺寸由外切其横截面的圆的直径表示。通过使用游标卡尺在如图3-3所述的给定横截面的三个方向上测量钢丝绳的直径，然后平均测量结果来确定。生产时确定的相对于标称直径的公差必须为0到+ 7%（注意，直径小于10 mm的钢丝绳的公差为0到+ 10%）。

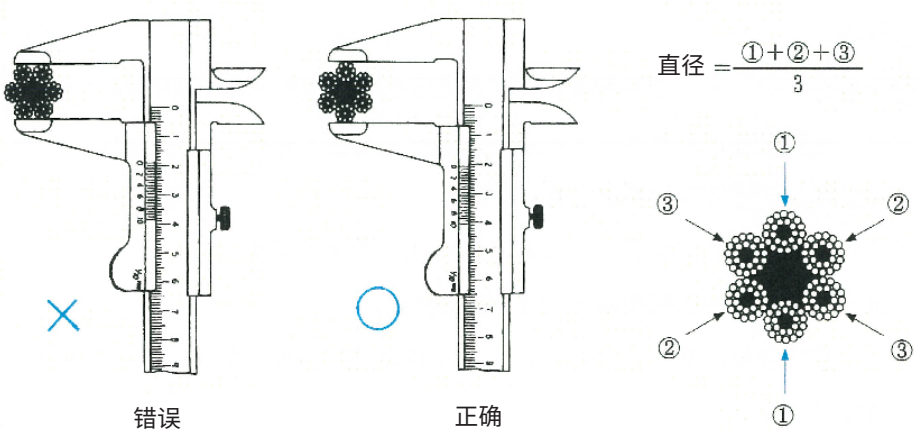


图3-3 钢丝绳直径的测量方法

1.2 吊索钢丝绳的安全载荷(p.70)

安全载荷

安全载荷是根据绳索数和吊索角度可以提升的最大载荷(t)。

可以使用张力和模式系数以及安全载荷表来计算安全载荷。

- 通过张力系数计算
  安全载荷=标准安全载荷×（绳索数/张力系数）
- 通过模式系数计算
  标准安全载荷=标准安全载荷×模式系数
- 通过安全载荷表计算

如果有提供要使用的吊具的安全载荷表，请参考该表以查找安全载荷。(表3-7 (a)-(d), p.75-p.78) 例如，当指定钢丝绳类型时，可以通过找到钢丝绳的单个角度和数量来轻松计算安全载荷。

有关与钢丝绳载荷有关的技术术语，请参阅第2章：吊索起重机负载所必需的动力学知识。

张力系数

张力系数是用于计算每个吊索角度对单根钢丝绳施加的载荷（张力）的值。

表3–1 钢丝绳的张力系数和吊索角度

吊索角度	张力系数
0°	1.00
30°	1.04
60°	1.16
90°	1.41
120°	2.00

模式系数

在一定数量的绳索和吊索角度下，吊具的安全载荷与标准安全载荷之比称为“模式系数”。(请参见表3-3: p.72)

钢丝绳的断裂载荷

钢丝绳的强度根据所用钢丝绳的拉拔强度分为G级、A级或其他等级。(表3-4: p.72)

有关最广泛用于吊索的6 × 24和6 × 37的G级和A级钢丝绳的断裂载荷，请参阅教材书。(表3-5: p.73)

吊索钢丝绳的标准安全载荷

吊索钢丝绳的安全系数在《起重机安全条例》中规定为6或以上。标准安全载荷是在考虑此安全系数后，使用单根钢丝绳可以垂直提升的最大载荷。(请参见表3-6: p.74)

6×24钢丝绳的近似标准安全载荷可通过以下公式计算：

标准安全载荷(t) ≈ 0.008 ×（钢丝绳直径）^{2}

请注意，钢丝绳的直径单位为mm。

吊索钢丝绳的标准安全载荷（按绳索数和吊索角度）

两点双绳吊索的安全载荷

有关每个标称直径的6 × 24和6 × 37钢丝绳的安全载荷，请参阅教材书。(表3-7 (a):p.75, 表 3-7 (b): p.76, 表3-7 (c): p.77, 表3-7 (d): p.78)

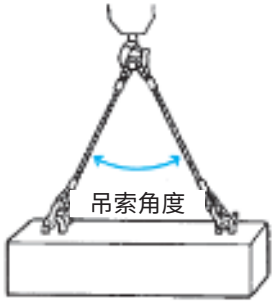


图3-4 两点双绳吊索的吊索角度

三点三绳吊索的安全载荷

如图3-5所示，当负载均匀地施加到所有三根吊索钢丝绳上时，吊索角度是a/2的两倍，安全载荷是从（表3-7）确定的值的1.5倍，这表明两点双绳吊索的安全载荷。

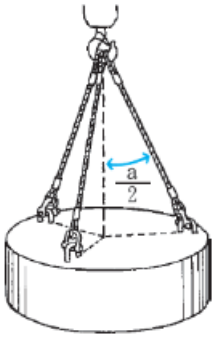


图3-5 三点三绳吊索的吊索角度

四点四绳吊索的安全载荷

对于四点四绳吊索，安全载荷是两点双绳吊索的安全载荷的两倍。因此，安全载荷是（表3-7）中所示相应负载的两倍。如果由于负载形状或吊索钢丝绳长度的细微变化而难以将负载均匀地施加到四根绳索上，则基于三绳吊索的模式系数来计算安全载荷更为安全。

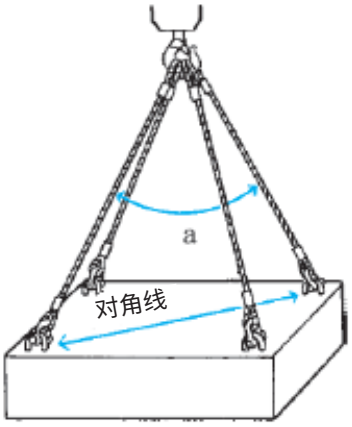
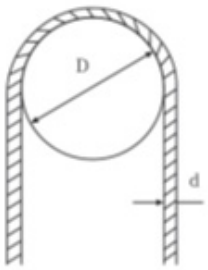


图3-6 四点四绳吊索的吊索角度

弯曲导致钢丝绳强度降低

由于安全载荷根据吊钩和钩环之类吊具的直径D与钢丝绳的直径d之比(D/d)而减小，因此在选择用于作业的设备时必须考虑直径。

（参考）



(%)

绳索结构 D/d	1	5	10	20
6 × 24	50	30	25	10
6 × 37	45	22	10	5
6 × Fi (25), Fi (29)	45	25	15	4

弯曲导致钢丝绳强度降低的示例（日本电线产品协会）

1.3 吊索钢丝绳两端的饰面(p.83)

要求用作吊具的钢丝绳为环形，或两端都配有吊钩、钩环，接环或吊环。图3-7显示了通常用于吊索的钢丝绳。

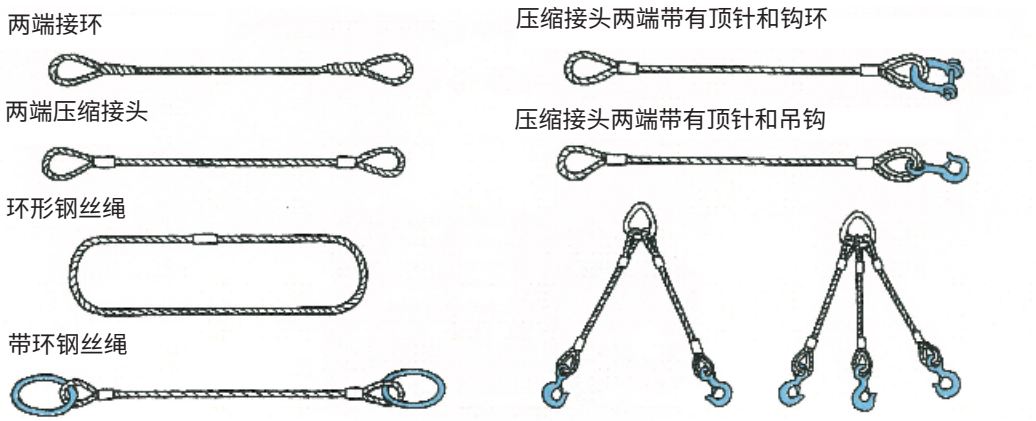


图3-7 吊索钢丝绳

“Makisashi”（绕组插入）比“kagosashi”（拆分插入）更容易制作，但是在装载物使钢丝绳转动的情况下使用时，此捻接头可能会解开并松动。

由于手工进行接环捻接，因此强度可能会因捻接技术水平而异。虽然提供吊索钢丝绳用于举重目的，但还提供了锚索以将物品固定在静止物上。(图3-14: p.84)

压缩接头

压接，也称为“锁定”，是一种通过在接环颈部装配并压紧特殊金属片而将钢丝绳末端制成环的方法。但是要注意使用由可靠的特殊工厂提供的压接钢丝绳，因为这些产品的质量会根据加工方法而有所不同。压接吊索钢丝绳的缺点在于，当钢丝绳从装载物之下被拉出时，其末端可能会被装载物卡住。

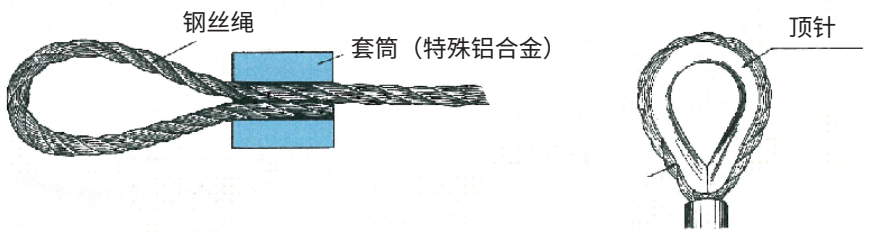


图3-8 压接方法

使用注意事项

为了安全使用吊索钢丝绳，请注意以下注意事项。

- 确保所有装载物以合适的吊索角度吊起，并且安全系数应为6或以上。
- 始终填补钢丝绳的易损部件。
- 请勿使用磨损、扭结或有任何其他损坏的绳索。
- 尽可能避免吊索高温货物。
- 如果工作现场位于沿海地区或可能会出现盐害的任何其他地方，则最好使用电镀钢丝绳（G级）。
- 尽可能避免单绳吊索。转动装载物可能会使钢丝绳解开，并且装载物可能会掉落。(请参见 p.135)
- 存放钢丝绳时，请按使用类别将其分组，并在通风良好的地方排放整齐，使其远离高湿、高温、灰尘、酸和其他不良因素。
- 请勿弯曲或固定环形钢丝绳的接头部位。
- 请勿将铝合金的钢丝绳浸入海水中。
- （如果长时间使用，铝合金可能会损坏，拧紧力可能会降低。）
- 带压缩接头的吊索钢丝绳的接环部分的开口角度不要超过60度。

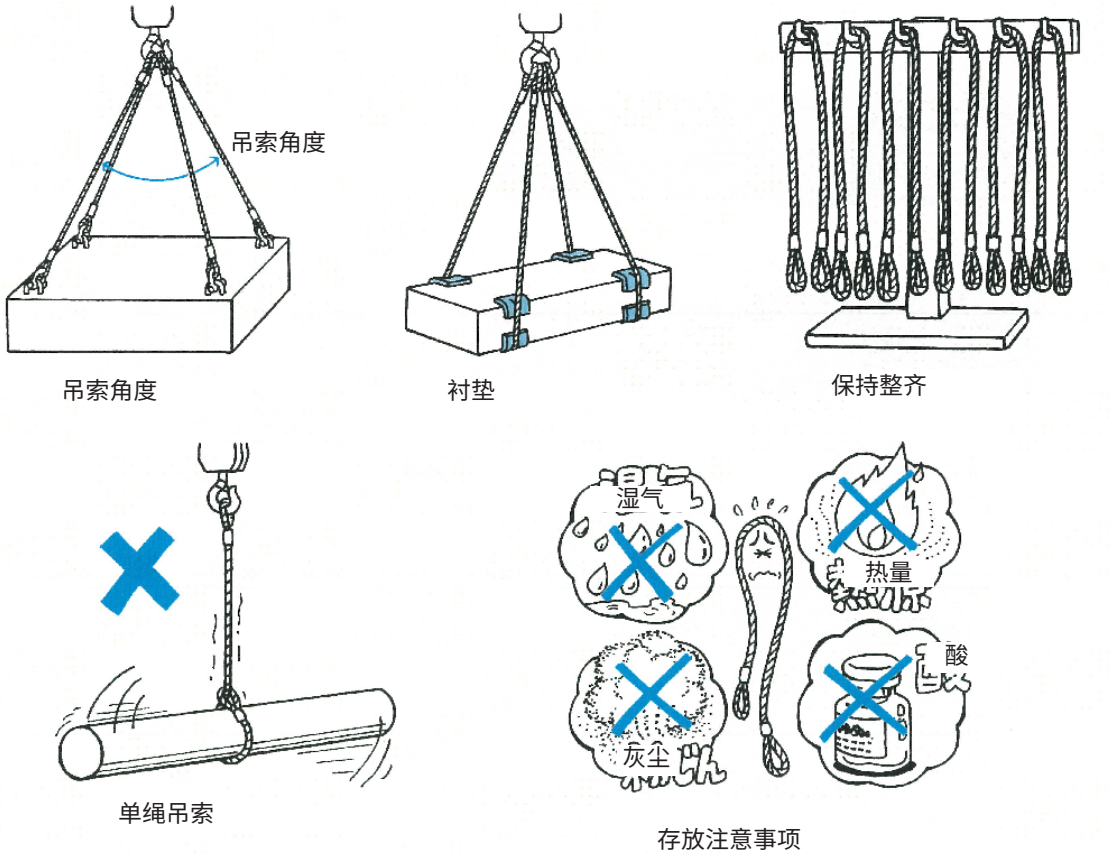


图3-9 使用吊索钢丝绳时的注意事项

2 吊链(p.87)

链条由于其理想的质量，特别是与钢丝绳相比，具有更高的耐热、耐腐蚀和抗变形能力，常被用于吊索高温货物或一些其他特殊作业。

链条的尺寸由组成圆钢的直径(mm)表示，称为链条的“标称直径”。链条种类繁多，但使用最广泛的是扁节链，有时使用日字形链吊索重物。

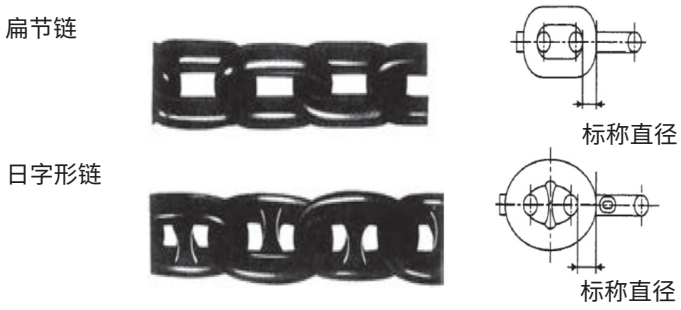


图3-10 链条类型

如图3-11中所述，通常吊链由两端均带有吊钩、接环或其他一些金属件的链条组成。

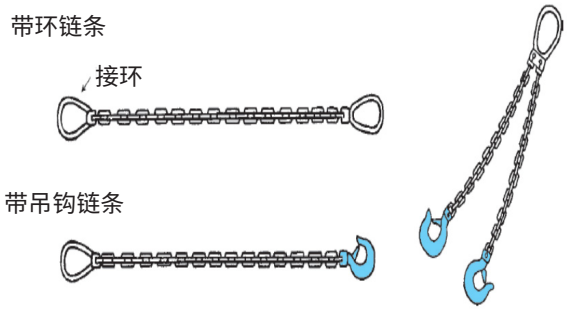


图3-11 吊链

使用注意事项

为了安全使用链条，请注意以下注意事项。

- 选择已知工作载荷的吊链。（某些产品的工作载荷标签附在接环部件上。）
- 确保所有吊链以合适的吊索角度使用，并且安全系数应为5或以上。
- 使用前，请去除任何扭转。
- 注意不要让任何吊链从高处掉落。
- 避免将吊链直接暴露在高温下。
- 请勿从装载物下方拉出链条。
- 请勿将吊钩、别针或任何其他物品的末端插入链条的链节中以缩短其长度。
- 在寒冷的地方使用吊链时，请格外小心，以免其受到冲击。
- 请勿将任何脚手架链条用于吊索要提升的装载物。(图3-20: p.89)

3 纤维绳(p.89)

纤维绳比钢丝绳或链条重量更轻，更易于操作，此外，它们很少损坏随其提升的货物。

3.1 皮吊带(p.89)

对于皮吊带，请选择一个皮带部分和金属配件的安全系数分别为6或以上和5或以上的皮吊带。

类型和最大工作载荷（标准安全载荷）

皮吊带由等级、类型和宽度定义，并显示在标签上。有2种不同宽度的皮吊带可供选择。

对于每种类型的最大工作载荷，请参阅教材书。(表3-11: p.92, 表3-12: p.92)

使用注意事项

为了安全使用皮吊带，请注意以下注意事项。(图3-22: p.93)

- 选择并使用适用其目的的一种。避免在户外使用聚丙烯制成的皮吊带。使用新的化学材料或未知溶剂时，请咨询制造商。
- 请勿使用有使用限制的皮吊带。
- 如果在温度范围（-30 °C至50 °C之间）外使用，请与制造商确认工作载荷。请勿在超过100 °C的温度下使用。
- 如果被弄湿或附着油脂，则容易打滑。
- 请务必在角负载的边缘上放垫片，以保护装载物和皮吊带，并防止侧滑。
- 使用扼流圈时，请用压紧的皮吊带来吊索装载物。
- 提升装载物时，起重机操作员不得离开操作位置。
- 请勿在其过度扭转、打结或相互拉扯时使用。
- 当从装载物下方拉出皮吊带时，请注意不要损坏皮吊带。
- 请勿在地面或地板上拖动。请勿使带金属配件的吊索从高处掉落。
- 请勿将其（长时间）留在装载物下。
- 与其他吊具或起吊配件一起使用时，应注意不要损坏连接部分。
- 远离热源、化学品和直射阳光。
- 对于用于化学产品的皮吊带，请在存放前彻底清洗。
- 如果由于附着油或灰尘而变脏，请在存放前用中性洗涤剂清洗。
- 如果检查后决定丢弃皮吊带或金属配件，请勿修理以备再用。
- 在罕见情况下使用皮吊带时，请咨询制造商。

皮吊带的工作载荷

在实际的吊索工作中，重要的是要考虑模式系数和吊索角度以选择合适的皮吊带。

有关III级产品的工作载荷和吊索方法，请参阅教材书。（表3-13: p.94, 表3-14: p.94）为了确保安全，建议在吊索角度小于60度的情况下使用。

3.2 圆形吊索(p.95)

圆形吊索包括一个由合成纤维纱的绞合线制成的芯材，外层由表面布覆盖。安全系数与皮吊带的相同。

外观

芯材

图3-12 圆形吊索

圆形吊索类型

圆形吊索的类型根据芯材中使用的纱线类型、吊索形状以及最大工作载荷进行分类。(表3-16: p.96)

JIS B 8811标准定义了用于表面布的颜色代码，以指示最大工作载荷，如下表所示。但是，由于公司之间的协议，某些产品可能使用不同的颜色代码。

最大工作载荷 (t)	0.5	1.0	1.6	2.0	3.2	5.0	8.0
表面布的颜色	灰色	紫色	蓝色	绿色	黄色	红色	深蓝色

使用注意事项

尽管使用圆形吊索的注意事项与使用皮吊带的注意事项大体相同，但请特别注意以下几点。

- 通用圆形吊索不得与化学品一起使用，或在需要耐热性的情况下使用。
- 当执行检查时，仅发现表面布有轻微损坏时，请制造商进行维修。

4 其他吊具(p.97)

4.1 夹具(p.97)

由于其夹紧力与装载物的重量成比例，因此当装载物降至地板或地面或无意中接触到其他物品时，凸轮式夹具易于松开并使装载物掉落，暂时造成空载状态。因此，如图3-13所示，目前广泛使用的大多数凸轮式夹具均配有安全锁，以防止意外失去对负载的控制。

图3-13 凸轮式夹具

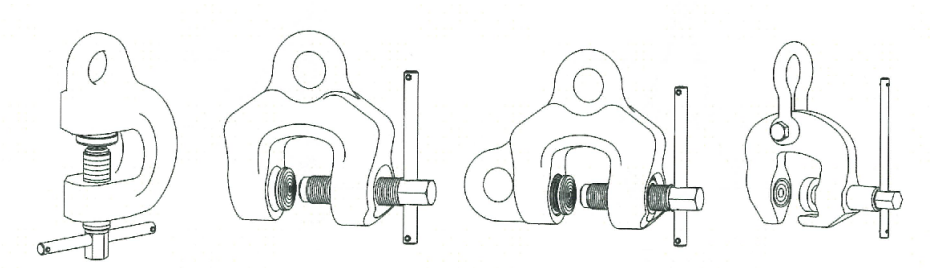


图3-14 螺旋式夹具

近来，螺旋式夹具被广泛使用。

使用注意事项

为了安全使用夹具，请注意以下注意事项。

- 根据作业类型使用垂直或水平夹具。（也提供用于垂直和水平吊索的多种类型的夹具。）
- 请务必在规定的工作载荷（最小和最大）和板厚范围内使用夹具。
- 确保吊索角度为60度或更小，相邻吊索之间的角度为30度或更小。(图3-27)
- 避免单点吊索，因为夹具可能会因负载摆动而脱落，即使吊索于COG上也是如此。
- 将夹具安装到装载物上时，请务必将其插入开口的末端，并应用安全锁。
- 如果装载物的安装部分倾斜，请在使用前咨询制造商。
- 凸轮和钳口堵塞时，请务必在使用前将其拆下。
- 请勿使用磨损的凸轮和钳口（根据制造商标准）。
- 在吊索装载物之前，请务必从其表面上完全清除油脂、涂层，铁锈或水垢（如有）。
- 注意不要对装载物或夹具施加冲击载荷。
- 请勿使用夹具吊索150 °C或更高的高温物体。
- 请勿提升两个或更多堆叠的装载物或施加有衬垫的装载物。
- 请务必使用钩环，而不是将钢丝绳直接插入接环。

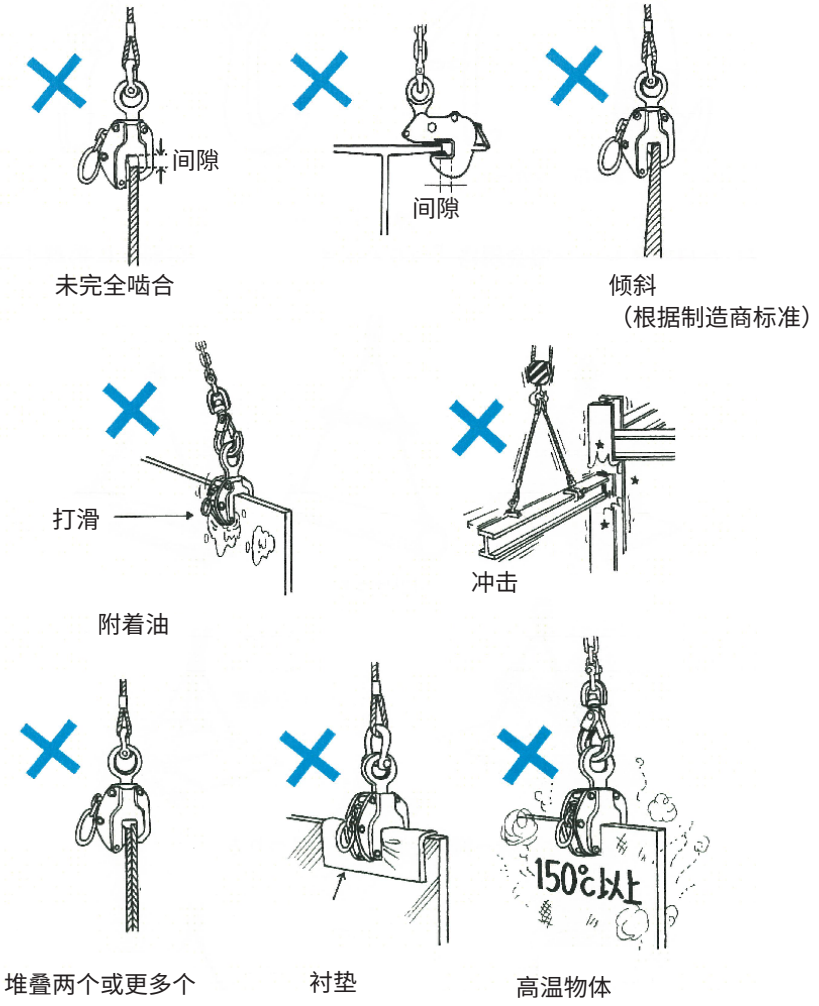
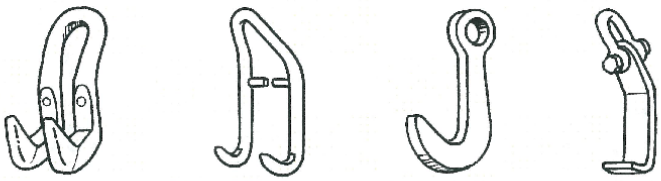


图3-15 不可接受的夹具吊索方法

4.2 吊钩(p.99)

吊钩是一种吊具，其末端具有一个或两个爪以固定产品，例如钢板、成型钢或用于运输的管道。



有两个爪的吊钩　　有一个爪的吊钩

图3-16 吊钩

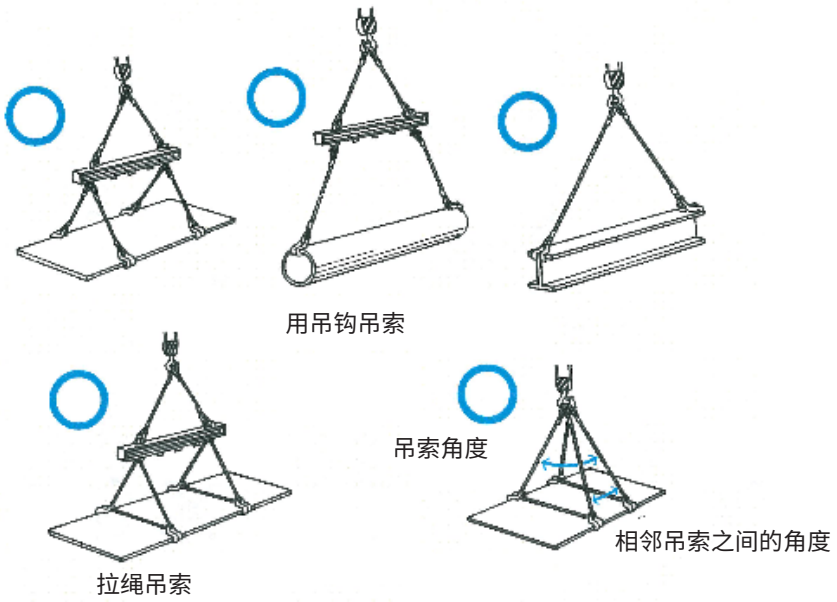
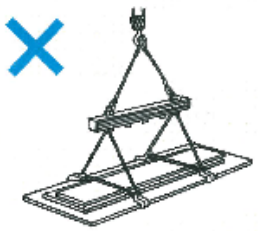
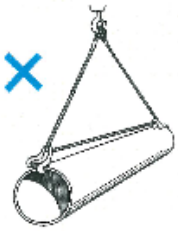


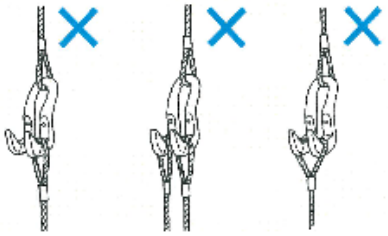
图3-17 用吊钩吊索



提起不同尺寸的堆叠物品时，请勿使用吊钩。



请勿仅使用两个爪中的一个。



请勿将吊索钢丝绳放在爪上。

图3-18 不可接受的吊钩使用方法

使用注意事项

为了安全使用吊钩，请注意以下注意事项。

- 选择适合装载物形状、重量和厚度的吊钩。(图3-30)
- 提起不同尺寸的堆叠物品时，请勿使用吊钩。
- 确保吊索角度为60度或更小，相邻吊索之间的角度为30度或更小。
- 正确找到装载物的COG，并使用2个或以上的吊钩牢固固定COG。
- 将吊钩牢固插入爪的末端。
- 请勿仅使用两个爪中的一个。
- 请勿将吊索钢丝绳放在爪上。
- 请勿使用吊钩吊索150 °C或更高的高温物体，或在环境温度低于- 15 °C的寒冷地区使用。（日本起重机协会吊钩标准检查手册）
- 请勿使用通过焊接改装或维修的吊钩。

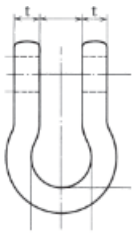
4.3 其他(p.101)

除上述装置外，以下装置也用于吊索。

钩环

用于吊索的钩环包括弓形和直形钩环，它们进一步细分为螺栓式或销钉式。

根据所用材料的拉拔强度，钩环的等级分为M、S、T或V。(图3-32: p.101, 图3-33, 表3-17: p.102)



t表示标称直径。

图3-19 钩环的标称直径

使用注意事项

为了安全使用钩环，请注意以下注意事项。

- 根据指定的工作载荷和用途，选择合适的钩环。
- 使用螺旋式钩环时，如图3-20所示，将钩环螺栓连接至吊索钢丝绳的吊环。
- 请勿如图3-21中所示将钢丝绳穿过钩环的螺栓侧。螺栓可能会旋转。
- 确保没有弯曲力作用在卸钩环本身。
- 请勿使用加热或修理过（通过敲打）的钩环。

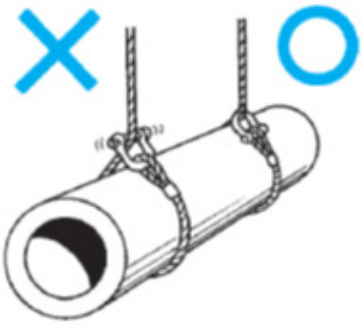


图3-20 钩环位置

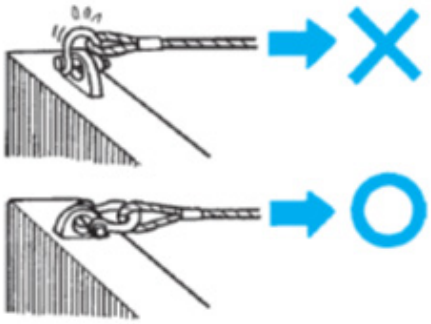


图3-21 使用钩环示例

吊环螺栓和吊环螺母

吊环螺栓和螺母是带有接环的螺栓和螺母，如图3-22和图3-23所示。事先将其安装到机械或其部件上，以便在提升时可以轻松将其吊索。

图3-22 吊环螺栓

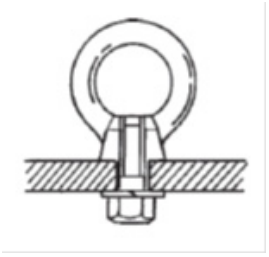


图3-23 吊环螺母

使用注意事项

为了安全使用吊环螺栓和吊环螺母，请注意以下注意事项。

- 根据装载物类型选择合适的吊环螺栓和吊环螺母。
- 避免使吊环螺栓受到侧向力，这会极大地降低其强度。
- 确保座面紧密接触。如果由于紧密接触而导致吊环方向不匹配，请使用垫圈进行调节。

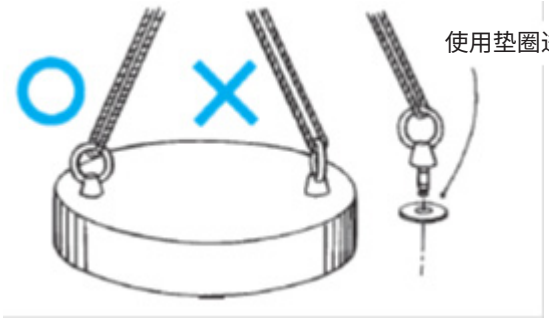


图3-24 使用吊环螺栓示例

吊梁

吊梁用于提升长型物体或垂直提升钢丝绳，以免损坏装载物。 (图3-39: p.104)

使用注意事项

为了安全使用吊梁，请注意以下注意事项。

- 根据装载物类型选择合适的吊梁。
- 对于多功能吊梁，请事先检查吊索点和载荷条件。
- 当使用吊梁进行涉及吊装点之间的载荷分布不均匀的多点吊索时，请考虑这种分布不均匀的载荷。

钢丝网吊索

4.4 吊索配件(p.105)

在用起重机吊索货物进行运输时，使用衬垫和承重块等吊索配件来保护吊具或要提升的货物，或使吊索作业更容易。

衬垫

当要提升有角或易碎的产品时，请使用衬垫来保护钢丝绳或装载物免受损坏。

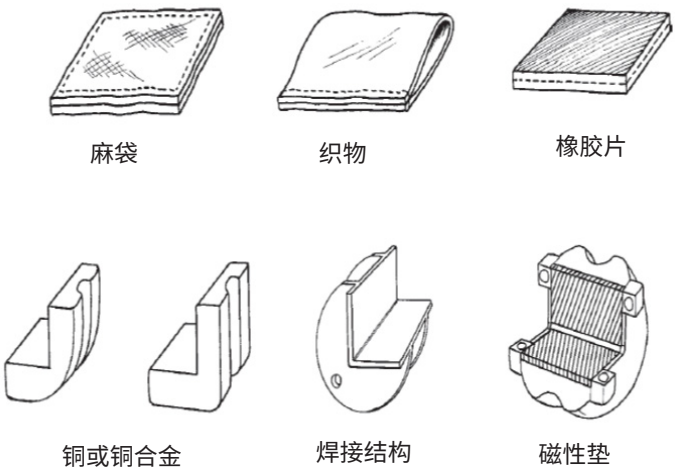


图3-25 衬垫

承载块

承载块用于保护钢丝绳和装载物，并确保吊索作业能够有效而安全地进行。注意不要让脚卡在装载物下。

使用注意事项

为了安全使用承载块，请注意以下注意事项。

- 使用相同大小的块。如果使用不同高度的块，装载物将变得不稳定。
- 对于木块，请使用没有裂缝或损坏的木块。
- 用双手从两侧握住一块。不要将手放在其顶部。
- 调节装载物下方的承载块位置时，请务必握住块的左侧和右侧。

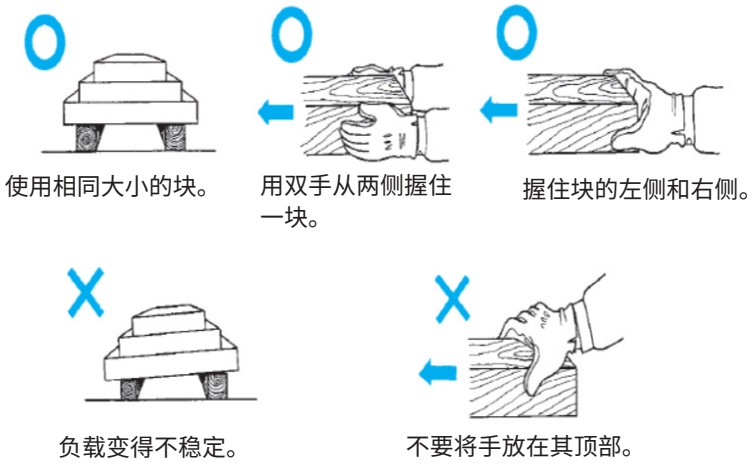


图3-26 承载块

5 吊具检查(p.106)

必须定期检查吊具并在必要时进行检查，以使其处于良好的工作状态。不执行这些检查会导致严重事故。在将其用于当天工作之前，必须仔细检查所有吊具物品，以确保其井然有序。除了日常检查外，还必须根据其运行状况定期检查这些物品，例如每周一次或每月几次，因为其使用寿命受到诸如每天使用的频率和每次提升时要承载的重量等因素的影响。而且在长时间存放后继续使用时，也必须非常仔细地检查。

《起重机安全条例》针对禁止使用不当吊具定义了标准。有关磨损或变形量等因素的详细信息，请参阅“高架移动式起重机的定期自检指南”。

另外，对于法规中未规定的项目，请遵循制造商提供的说明手册中指定的标准。如果通过检查发现吊有任何异常，必须包括断裂、变形和其他损坏，则受影响的吊具必须立即进行维修或停止使用。这里重要的是，应采取必要措施以防止停用的吊具再次使用。

5.1 钢丝绳(p.107)

钢丝绳的检查点

- 钢丝断裂
- 直径减小和磨损
- 扭结变形
- 腐蚀
- 结束处理和其他接头有异常

测定不合格钢丝绳的标准

- 任何一股中折断的钢丝大于钢丝总数（不包括填充钢丝）的10%的钢丝绳。

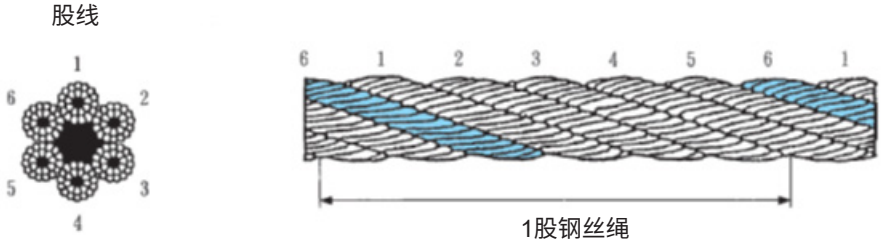


图3-27 1股钢丝绳

- 任何一股中折断的钢丝大于钢丝总数（不包括填充钢丝）的5%的吊环部分。（参考：吊索操作安全相关指南）
- 直径减小了标称直径7%的钢丝绳。
- 扭结的钢丝绳。（请勿维修以再次使用。）

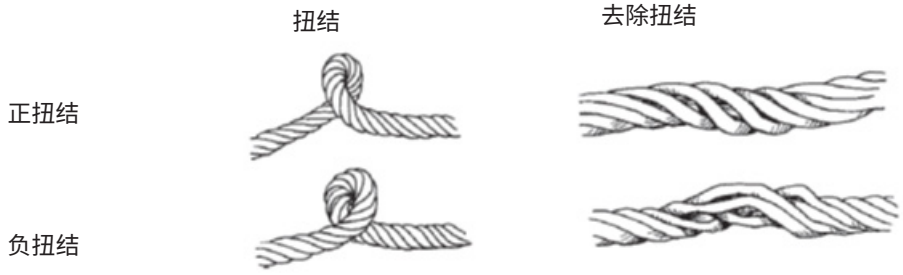


图3-28 扭结

- 严重变形或腐蚀的钢丝绳。
- 处理端或压缩接头处有异常的钢丝绳。（接环的编织部分或压缩接头的金属套筒。）

这些是根据适用法律设立的标准，用于确定要丢弃的此类钢丝绳。钢丝断裂或直径明显减小的钢丝绳在达到上述指定的标准之前，希望尽快更换新的钢丝绳。当钢丝绳受到变形、磨损和断裂等两种或多种问题的综合影响时，即使个别损坏低于替换标准，但这些原因造成的总损坏达到一定水平，也可能必须停止使用损坏的钢丝绳。

5.2 链条

链条的检查点

- 伸长率
- 磨损
- 裂缝
- 链节变形或扭转
- 焊接或锻焊部件异常

测定不合格链条的标准

- 从生产线下来后立即确定已伸长超过其原始长度5%的链条。
- 从生产线下来后立即确定有任何链节截面直径减小了原始尺寸10%以上的链条。
- 有裂缝的起重链
- 在焊接或锻焊部件中有任何缺陷或不规则或明显变形的链条。

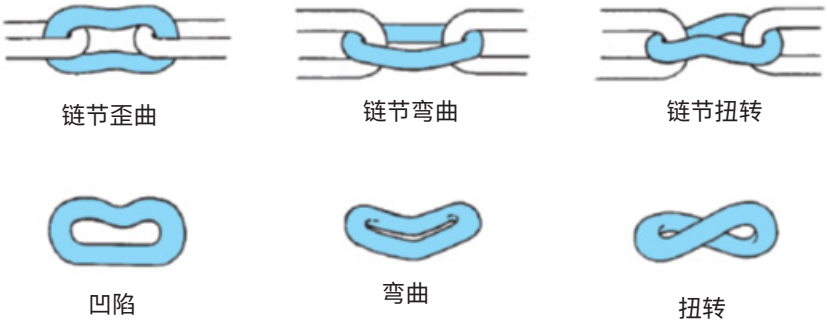


图3-29 链条变形

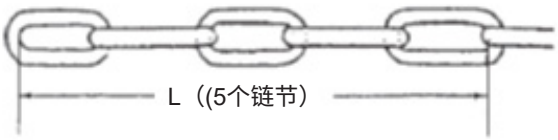


图3-30 链条的标准长度

通过测量使用中的链条中伸长最严重的部分中的五个链节的长度，然后计算该长度与生产时确定的链条中任何五个链节的原始长度之间的差，找到链节的伸长量，作为参考标准或标准长度。请参见图3-30。由于此过程涉及测量新链条的尺寸，并将其与后来使用链条时确定的尺寸进行比较，因此应安排将每条新链条的测量值记录在分类帐中。

5.3 纤维绳(p.110)

很难估计纤维绳和皮带随时间的劣化情况或设定其强度的参考标准。因此，应特别注意以下检查项目：

皮吊带

检查点

- 损坏情况：磨损（起毛）、刮痕、缝制部分断线、表面剥落
- 外观异常：劣化、着色、熔化、溶解、变脏
- 金属配件：变形、刮痕、裂缝、磨损、腐蚀

缝制部分剥落　主体部分剥落　吊环部分断线

图3-31 皮带剥落

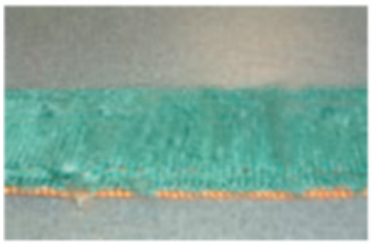


图3-32 主体部分起毛

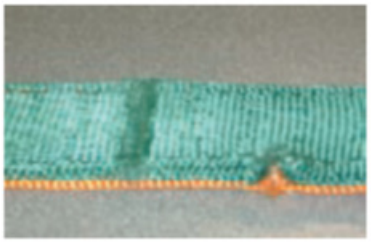


图3-33 圈端损坏

测定不合格纤维绳和皮带的标准

- 当由于起毛而无法识别出吊索纹理，并且缝纫线损坏或断裂时。缝纫线剥离长度大于宽度时。
- 切口或刮痕在宽度方向上相当于宽度的1/10或在厚度方向上相当于厚度的1/5。
- 缝制部分和主体部分剥离时。
- 有使用限制指示，且超过使用限制。
- 由于热量或化学品而出现明显变色、着色、熔化或溶解。
- 在金属配件上有裂缝、弯曲、扭转、变形和刮痕。
- 当金属配件有明显磨损时。（磨损量超过原始尺寸的10%）
- 当整个金属配件有腐蚀，或者部分金属配件有明显腐蚀时。
- 当超过使用寿命时（参考：室内7年，室外3年）
- 圈端上有损坏。

圆形吊索

检查点

- 损坏情况：磨损、刮痕、缝制部分断线
- 外观异常：劣化、着色、熔化、溶解、变脏
- 芯线异常：芯线部分硬化，厚度不均匀

测定不合格圆形吊索的标准

- 当表面布破损并可以看到芯线时
- 当接头部分的线磨损并且可以看到芯线时
- 当由于摩擦、热量或化学品引起过多的起毛、变色、溶解、熔化、腐蚀时。
- 当太脏而无法使用时
- 当芯线部分硬化时
- 当芯线厚度不均匀时
- 当超过使用寿命时（参考：室内7年，室外3年）

图3-34 表面布损坏

图3-35 线损坏

图3-36 溶解、熔化

图3-37 脏污

5.4 其他吊具(p.112)

吊钩、钩环、接环

检查点

- 磨损状态
- 裂缝
- 损坏
- 伸长、变形

测定不合格吊钩、钩环、接环的标准

- 吊钩开口太宽
  在图3-38上测量尺寸，且该值超出制造商设置的指定范围。
- 接环过度变形，并可目测识别。
- 目测检查中发现裂缝时
  对于吊钩，可以通过颜色检查或磁粉测试定期检查是否有裂缝。
- 有明显磨损（磨损量超过原始尺寸的5%）。

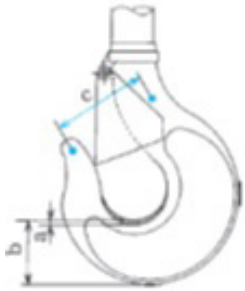


图3-38 吊钩的开口和磨损

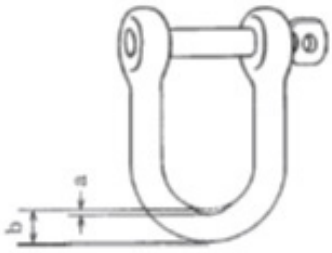


图3-39 钩环磨损

夹具

工作前的检查点

- 外观（轮齿堵塞）
- 功能（闭锁装置、接环、链节、凸轮）
- 凸轮和钳口的磨损、裂缝和碎裂
- 螺栓和螺母的变形、松动或脱落

测定不合格夹具的标准

- 工作载荷未知。
- 轮齿上有磨损、裂缝或碎屑。
- 开口周围有变形或裂缝。
- 在接环上有弯曲、孔变形和裂缝。
- 在每个部件中的销上有磨损、弯曲和裂缝。
- 在链节上有弯曲、孔变形和裂缝。
- 闭锁装置无法正常工作，或者弹簧变弱。
- 有引弧（电弧焊时的电弧焊痕）。

维护和存放

夹具具有许多活动部件，并且需要日常维护。

- 清除活动部件中的油漆残留物和淤泥，并润滑滑动部件。
- 清除凸轮和钳口上的油漆残留物和淤泥。
- 擦去附着在凸轮和钳口的轮齿上的油。
- 存放在环境良好的指定地方。
- 处置丢弃的部件，以使其被重复使用。

吊钩

检查点

- 伸长率
- 磨损
- 变形
- 裂缝
- 损坏
- 引弧

测定不合格吊钩的标准

- 伸长、磨损或变形超过制造商的规定值。
- 有裂缝的起重链
- 有刮痕、下垂或损坏超过制造商的规定值。

第4章

吊索和发信号方式

1 基本吊索程序(p.119)

由于处理的货物沉重，吊索会造成许多种危险。事先需做好详尽完善的安排，确保根据操作指南实施安全作业，特别注意工作环境的安全，准确遵照正确的吊索程序，并给出清楚、正确的信号或手势。表4-1显示了基本的吊索程序。

表4-1 基本吊索程序

- 准备

项目		关键点	注意事项
1	确认起重机的额定载荷	选择足以实施作业的起重机。	使用带悬臂的起重机时，检查额定载荷曲线和额定总载荷表。
2	尽可能准确地找到装载物的形状、大小、材质和重量	检查发货单或类似单据上的说明。	如果不清楚，请检查、查找或进行计算。
3	确定COG的位置	注意将COG定位到一个点。	正确确定COG的位置。(请参见p.151)
4	选择吊索方式	确定钢丝绳数、吊索方式、吊索位置。	
5	选择吊具	根据装载物的形状、重量和吊索方式，确定所需的吊具数量、直径大小和长度。	(请参见p.123)
6	检查吊具	检查是否有任何损坏、变形、扭转或磨损。	小心避免您的手或手指受伤。
7	检查卸载区域	• 检查卸载区域足够大，地面够硬，且不倾斜。 • 检查承载块准备就绪。	确保工人疏散区域的安全。

- 提升

项目		关键点	注意事项
1	向起重机操作员喊话	● 向操作员喊话，指示装载位置。 ● 您所在的位置能够让起重机操作员完全看到。	● 也可以用口哨。 ● 使用无线设备，检查工作正常。
2	指导吊钩	● 指示要提升的装载物。 ● 将吊钩移到装载物上方。	务必将吊钩保持在正确的高度。
3	降低信号	吊钩停在装载物正上方后降低吊钩的信号。	确保吊钩不会撞到吊索员的头部。
4	停止信号	将吊钩停在装载物的COG正上方，便于进行吊装。	如果装载物较大，将吊钩停在便于吊装的位置。
5	吊升装载物	● 考虑COG位置。 ● 防止装载物倒塌。 ● 对有尖角的装载物边缘处放衬垫。 ● 确保吊索钢丝绳不会打滑。	● 小心避免夹住您的手指。 ● 观察您的立足处。
6	将吊索钢丝绳固定到吊钩上	● 小心避免吊索钢丝绳扭结。 ● 确保钢丝绳的吊环不会彼此交叉。 ● 把钢丝绳平行放到吊钩的中心处。	以正确的顺序将钢丝绳固定到吊钩上。 请参见第5章实践吊索方式。

项目		关键点	注意事项
7	向上微动信号	● 仔细检查工人的位置。 ● 您所在的位置能够让起重机操作员完全看到。 ● 向上微动装载物，防止钢丝绳打滑。 ● 确保装载物、吊钩和吊索钢丝绳的COG处于垂直。	小心避免夹住您的手或脚。
8	停止起重机的信号	● 抬离承载块前，检查起吊钢丝绳拉紧，且吊索钢丝绳均匀拉紧。 ● 检查吊索角度。 ● 检查吊环挂接到吊钩的中心。 ● 检查起重机起吊钢丝绳处于垂直。 ● 如果不垂直，则发出移动起重机的信号，调节吊索位置或将吊索降低到地面再次吊装。	从各个方向进行检查。
9	向上微动信号	● 检查装载物状况。 ● 检查装载物是否被垂直起吊 ● 如果装载物可能摆动，则停一下，降低装载物后再次起吊。 ● 将装载物稍微提离承载块。	
10	提起后停止起重机的信号	● 检查装载物是否被水平起吊。 ● 检查装载物是否稳定。 ● 检查吊索钢丝绳的张力。 ● 如果发现任何故障，降低后再次起吊。	判断是否可以进行提升。
11	提升信号	小心不要让装载物撞到周围的物体。	
12	停止信号	将装载物提升到工人可以安全走动的高度。	
13	将装载物引导到卸载处	● 指明卸载处。 ● 走在起重机前面。	

- 下降

项目		关键点	注意事项
1	指明卸载处并发出停止信号	您所在的位置能够让起重机操作员完全看到。	-
2	降低信号	● 确保工人被疏散。 ● 确保装载物没有撞到周围的物体。	严禁停留在装载物下方。
3	停止起重机的信号	● 将装载物设定在合适的高度（等腰高）。 ● 将装载物设定在正确的位置。	停止起重机。
4	调节卸载处	检查周围区域。	当心不要被钩住。
5	降低信号	● 停留在安全的区域。 ● 检查所有工人均在安全的区域。 ● 确认装载物不会撞到周围的物体时向起重机发出信号。	请勿将手放在装载物上。
6	停止起重机的信号	在装载物落地前，检查装载物和承载块的位置。	
7	向下微动信号	检查装载物状况并将其放在承载块上。	
8	停止信号	● 确保吊索钢丝绳拉紧。 ● 检查承载块正确支撑装载物。 ● 检查吊索钢丝绳未卡在装载物下方。	

9	向下微动装载物后停止	• 确保吊索钢丝绳松开。 • 检查装载物是否稳定。 • 避免降低过多。	防止装载物倒塌。
10	降低信号	将吊索钢丝绳停在可以取下吊环的位置。	
11	停止信号	• 检查装载物被正确放置。 • 检查卸载区域。	
12	取下吊索钢丝绳	• 等到吊钩完全停止为止。 • 取下钢丝绳时要防止装载物倒塌。 • 严禁用起重机吊钩拉出吊索钢丝绳。	观察您的立足处。
13	提升信号	• 提升装载物至合适的高度。 • 确认装载物不会撞到周围的物体时向起重机发出信号。	按照常规指导原则，将吊钩提升到地面以上至少2 m。

2 吊具选择流程(p.123)

若要选择吊具，请检查清单中的物品。(表4-2: p.123)

3 吊索一般注意事项(p.124)

3.1 吊索装备

吊索可能造成危险，且常在高空作业。因此穿戴的工作装备需便于行动，同时需兼具在坠落或其他意外时保护工人。

- 戴上安全帽，正确系紧帽带。为了防止高空作业时坠落的风险，需穿戴好防坠落装备。
- 使用吊索钢丝绳时，务必戴上皮手套以防受伤。
- 穿上适合实施作业类型的安全鞋。根据作业类型，穿戴长靴或绑腿保护足部。
- 穿长袖上衣和长裤保护自身。

3.2 工人安置等

雇主应如下所述实施工人安置和其他事项。

- 雇主应从实施吊索的工人（起重机操作员、信号员、吊索人员和吊索助手等）中指派专人监督总体作业。指派专人负责吊索作业，明确每个人的职责，确定工作区域分布，指定禁止进入的区域，建立命令传达的结构链，在开始作业前与工人沟通好这些信息。
- 与负责吊索作业的人员沟通有关装载物的信息，例如类型、重量、形状、数量、运输路径。
- 根据工作场地确定适合起重机操作的固定信号，并指派信号员发出信号。

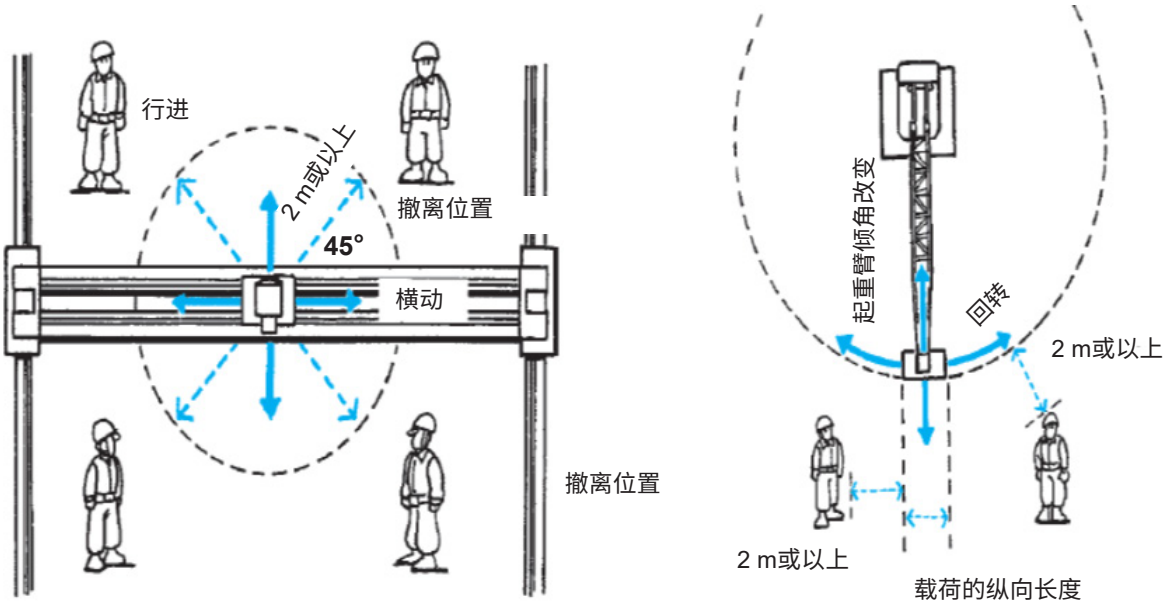
3.3 启动前会议(图4-3: p.126)

负责吊索作业的人员应与其他成员一起检查操作细节和工作计划。

- 通知有关装载物的细节（类型、质量、形状、数量）。
- 检查工作状况，选择合适的运输路径，运输路径不得经过其他工人的上方。如有必要在工作现场设定运输路径，可通过考虑装载物高度设定撤离位置，并向所有工人通知撤离步骤。

  (a) 使用具备行进和横动功能的高架移动式起重机或桥式起重机时，撤离路线需与装载物移动方向呈45°，并与装载物保持不小于2 m的距离。

  (b) 使用具备回转功能的移动式起重机或悬臂起重机时，与回转的装载物保持不小于2 m的距离。



高架移动式起重机，桥式起重机

移动式起重机，悬臂起重机

图4-1 撤离位置

- 与工人沟通工作方式、工作步骤和工作职责。
- 当吊索人员、信号员和吊索助手被分配好工作岗位、运输时的撤离位置和防止装载物摆动的任务时，需与每个工作沟通工作岗位职责以及防摆动的方法。
- 规定要穿戴的合适防护装备，检查是否已穿戴好。
- 检查每个工作位置使用的信令方法一致。
- 要求信号员佩戴臂带和显眼的头盔等物品，便于起重机操作员看到信号员。
- 如果用无线设备发出信号，请在开始作业前检查无线通信的状况，例如传输范围。

3.4 吊索基本注意事项

- 如果作业期间发现任何问题，请再次执行吊索作业以确保安全。
- 严禁停留在装载物上。
- 请勿将工具留在装载物上。
- 请勿进入或让他人进入装载物下方。

4 用钢丝绳吊索的方式(p.126)

通过起重机提升时，根据装载物类型选择钢丝绳、起重链和皮吊带。本节将说明使用钢丝绳的吊索方式。

4.1 在吊钩上固定钢丝绳的方法(p.126)

通过吊环紧固钢丝绳

根据使用的钢丝绳数量，在起重机吊钩上用钢丝绳吊环的吊索方式包括双绳、三绳、四绳吊索等。(图4-4: p.126)

单圈吊索

这是在吊钩中部悬挂吊索钢丝绳的方法。(请参见图4-5: p.127)

单圈吊索

这种方法先在吊钩上将钢丝绳缠绕一个完整圆圈后形成绳圈，然后将钢丝绳固定到起重机吊钩上。(请参见图4-6: p.128)

单花钩结吊索

单花钩结是指钢丝绳绕着起重机吊钩肩缠绕一整圈。很少同时使用2根或2根以上钢丝绳。

这种方法使用相同的单个圈作为单圈吊索，但圈的位置上移到吊钩肩部。(请参见图4-7: p.128)

绕圈（一般禁止）

这指的是使用两根吊索钢丝绳时缩短一根吊索钢丝绳长度的方法，这跟钢丝绳穿过吊环后回到吊钩上。这种方法的安全替代方式是使用手扳葫芦调节长度。(请参见图4-8: p.129, p.159)

4.2 在装载物上固定钢丝绳的方法(p.130)

通过吊环紧固钢丝绳

这种方法通过将吊环放到装载物架上将吊索钢丝绳固定到装载物上。(请参见图4-9: p.130)

单圈吊索

这种方法穿过吊索钢丝绳的绳圈从底部支撑装载物。(请参见图4-10: p.130)

通过吊环套索

这种方法通过放到钢丝绳的吊环中固定装载物。使用一端的吊环或钩环穿过另一端的吊环或钩环，在装载物四周形成一个套索。(请参见图4-11: p.131, 图4-12: p.131, 图4-13: p.131, 图4-14: p.131)

单圈吊索

这种方法通过将吊索钢丝绳缠绕一整圈，以固定装载物。(请参见图4-15: p.133, 图4-16: p.133)

包索吊结

这种方法固定装载物时用吊索钢丝绳穿过吊环，穿过吊环的吊索钢丝绳对折，钢丝绳可以很长。(请参见图4-17: p.134)

底部单钩吊索

这种方法用于吊装圆底的筒形或锥形装载物，将两根底部单钩的钢丝绳交叉确保装载物牢固。(请参见图4-18: p.134)

单绳吊索（尽可能避免）

由于以下原因，一般禁止使用单绳紧固到装载物的单绳吊索。(请参见图4-19: p.135)

5 用吊链的吊索方式(p.136)

5.1 用吊链的吊索示例(p.136)

使用直径正确的吊链，在上下装配连接件后进行吊装。必要时可一起使用夹具或钩环。根据制造商提供的操作手册正确使用吊链。(请参见图4-20: p.134,图4-21: p.134,图4-22: p.134,图4-23: p.134)

6 发信号方式(p.137)

条例规定：“雇主在使用起重机进行作业时，必须设置用于起重机操作的固定信号，指定给出所述信号的人员并让所述人员给出所述信号。现场施工的工人必须按照信号作业”。因为发信号的方式可能因工作现场有所差异，所以信号员和起重机操作员必须确认每个工作现场指定的方法。

一般而言，往往用手发出信号。(请参见p.139-141)用手发信号的主要考虑因素是通过规定的手势可以清晰地给出明显的信号。

在高层建筑物等工作现场也会使用无线设备发出语音信号。重要的是起重机操作员需复述一遍信号员给出的语音消息。

起重机操作的信号员需谨记以下几点。

- 只有指派的专人才能向起重机操作员发信号。
- 信号员应充分了解吊索作业、额定载荷、操作范围和起重机的操作性能。
- 信号员需处于安全的位置，能看到起重机操作员，且能纵观整个工作现场。
- 使用固定的信号，向起重机操作员清晰地表示出想要的操作。
- 务必以直线提升装载物。先确保未倾斜提升装载物，再给出信号。
- 确保完成吊索工作后，再给出提升的信号。
- 当吊索钢丝绳拉紧时停止装载，确保钢丝绳牢牢紧固，然后给出提升装载物的信号。
- 清晰地表明运输方向和卸载处，并尽早给出信号。
- 将装载物停在承载块上方一点，确保装载物可以安全落地后给出降低的信号。
- 完成吊装后，将吊钩提升到至少2米的高度，所有工人确认已正确完成工作。

6.1 语音信号（例如）(p.142)

- 通常应按顺序给出的信号依次为要操作的部件、操作量和采取的操作形式。
- 起重机操作员应复述信号员给出的语音消息。
- 作为发信号的方式，所有工人均应充分了解每个工作现场规定的信号方式。

第5章

实践吊索方式

1 吊索步骤(p.149)

1.1 检查起重机和其他设备的额定载荷及额定总载荷(p.149)

高架移动式起重机上指示的额定载荷是高架移动式起重机可提升的最大载荷（重量）。装载物的重量不得超过此数值。由于高架移动式起重机和桥式起重机通常未配备防过载装置或过载限制装置，所以要特别小心注意。

对于悬臂起重机和移动式起重机，额定载荷和额定总载荷会因悬臂角度和操作半径而异，所以吊索人员需要与起重机操作员紧密协作。

图5-1 高架移动式起重机额定载荷的显示示例

1.2　明确装载物的重量(p.150)

吊索人员必须做的第一件事是尽可能准确地明确要提升的装载物的重量。您很容易就能找到日常搬运的这些产品的重量，有些产品的表面贴有重量标签。但如果搬运未知重量的装载物，您必须询问资深同事或组长了解其重量，或从图纸、标签、发货单或其他纸质文件上找到具体的重量。或者演算估计出重量。

实际中有很多场景必须用肉眼估算出装载物的重量。估算重量需要工作经验，从外表上很难估算出重量。估算错误可能会令起重机过载，造成预料之外的事故。而且会大幅降低工作效率。需特别注意以下几点。

- 仔细审视装载物的形状，用肉眼估测其尺寸。
- 检查装载物的组成材质。如果用不同的材质，同样体积的装载物重量会有较大差别。
- 计算重量。(请参见p.44)
- 若估算的重量小于实际重量，可能会造成危险。对肉眼估算的装载物重量上浮20%。
- 如果您对各种材质的重量深谙于心，就能根据其大小、数量或体积随时计算出装载物的重量。
- 如果您对每米、每平方米或每立方米各种材质的重量深谙于心，就能根据其大小、数量或体积随时计算出装载物的重量。

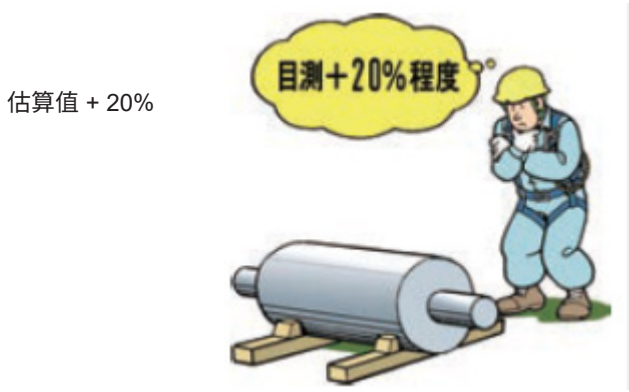


图5-2 估算装载物的重量

1.3 确定COG的位置(p.151)

吊索作业的另一个重要因素是尽可能准确地确定提升装载物的COG位置，便于选用合适的吊具和吊索方式。

确定COG的位置

由于在实际作业中用肉眼估测来估算COG，所以很难正确找到该位置。要特别小心，根据装载物的状况调节吊索位置和吊索方式。请勿让提供接环的位置受力。

谨记装载物的COG位于一个点（不是一条线），必须从各个方向检查才能确保吊索作业的安全。特别是在转动装载物时，应从各个方向仔细检查，避免发生事故。

以平衡的方式提升装载物时，COG就位于吊钩下方。一旦装载物被安全地提升，应指明其COG作为参考，确保安全，提高工作效率。

如何在作业期间确定COG的位置

但实际中要搬运处理的产品多种多样，对于形状复杂的产品，很难找到其COG。实际提升这些装载物时，必须先按照以下步骤先将其稍微提离地板或地面：

(1) 如上确定装载物的COG，然后系好吊索。

(2) 慢慢抬起一点。（无需提离地面）

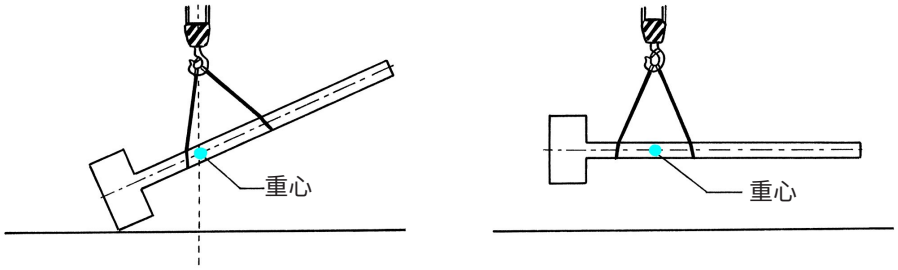


图5-3 如何在作业期间确定COG的位置

(3) 如果在吊索上未保持水平，将其放回地面，朝着提升时装载物留在地面上的一侧移动吊索的位置。

(4) 再次稍微提升装载物，检查其表现状况。

(5) 重复以上过程，直到装载物在吊索上保持水平。

即使对于随附接环或COG显示的装载物，操作步骤也基本相同，只有第1步（估算COG）不同。

如何选择吊具和起吊配件(p.152)

考虑装载物的重量、COG、形状、吊索位置以及起重机性能，选择最合适的吊具和起吊配件。(请参见p.123)

必须根据COG、要用的钢丝绳数和吊索角度确定要使用哪种吊索钢丝绳、起重链、皮吊带和其他吊具，然后选择具有足够强度和长度能够正确支撑装载物的型号。

对于定期吊索搬运或吊索某些特定的装载物，建议针对每种装载物选用最安全和最效率的吊具。有一些特殊的配件配备了磁力或真空起重器，用以搬运钢材、玻璃制品等。

开始工作前检查吊具，确保没有发现任何异常。

吊钩导向(p.153)

向起重机操作员喊话

用手发出信号时，您所在位置应能完全看到起重机操作员，且向其指示出装载位置。

使用无线设备发出语音信号时，预先检查无线通信状况，您所在的位置应能完全看到装载物和周围的环境。重要的是确认起重机操作员复述一遍信号员给出的语音消息。

吊钩导向

通常情况下，将吊钩导向到装载物正上方。如果装载物过大且无法安全进行吊索作业，则将吊钩导向到便于吊装的位置。然后在提升前将吊钩移到装载物正上方。

如果吊索钢丝绳太粗难以操作，请先将吊索钢丝绳放在吊钩上，执行吊索作业，然后必要时在提升前将吊钩移到装载物COG的正上方。

若要稳定地提起装载物，装载物的COG必须在提升点一条线内。

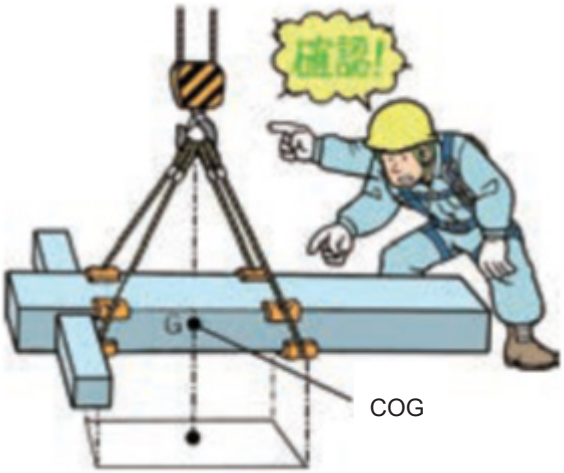


图5-4 装载物的COG

如果装载物的COG不在这条线内，装载物可能倾斜，吊索钢丝绳可能脱开。当吊钩的COG不在装载物的正上方，即使COG在这条线内，装载物在提升后也可能旋转或偏移。因此重要的是在提升前将吊钩导向到装载物正上方。

吊索(p.154)

要用吊索钢丝绳提升不同形状的装载物，必须根据装载物形状选择最合适的方法，避免装载物旋转或偏移。如果运输期间装载物可能因摆动而倒塌、偏移或倾翻，用手扳葫芦拧紧或紧固作为预防措施。对于有棱角或会打滑的装载物，在边缘处放置衬垫确保吊装安全。

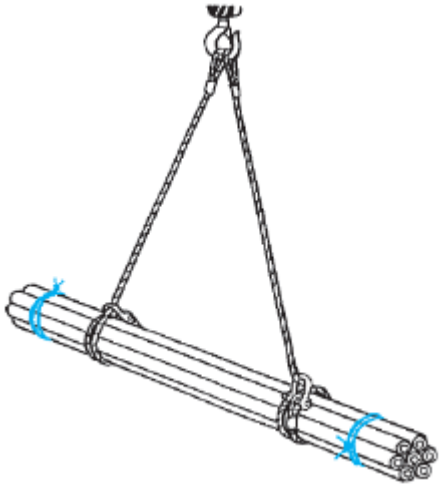
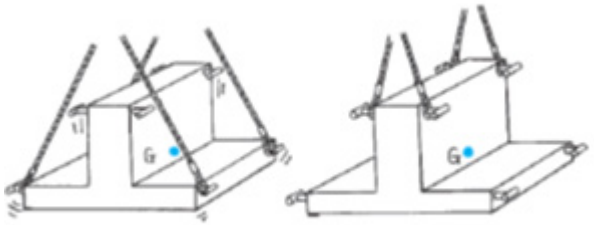


图5-5 固定装载物

固定装载物时

- 如果装载物过大且吊索难以放到COG正上方，则可以选择替代方式。在易于实施作业的位置吊装装载物，提升前将吊钩移到装载物正上方。当用挂接的吊索钢丝绳移动吊钩时，当心不要撞到装载物或周围的设备。
- 若要稳定地提升装载物，吊索需在比COG高的位置处。



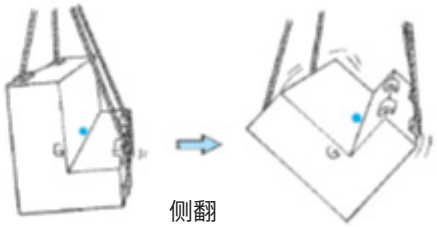
从底部吊索
（不稳定）

吊索在顶部
（稳定）

图5-6 吊索位置

- 用单圈吊索提升向一侧倾斜的装载物时，装载物可能旋转。这种情况下需特别当心。

G：重心



侧翻

图5-7 向一侧倾斜的装载物

- 如果用更大的吊索角度提升长条物体，吊具可能向内滑，且可能造成装载物坠落。在装载物和吊具之间安装衬垫，通过紧固吊环、单圈套索或包索吊结来提升装载物，放置吊索点偏移。

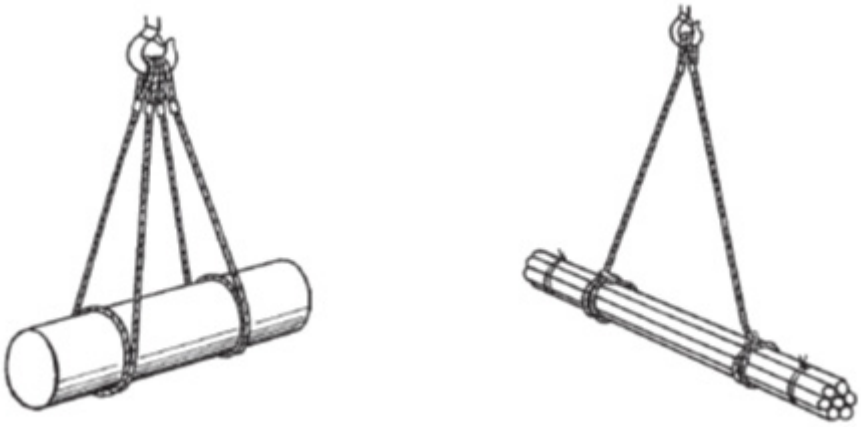


图5-8 长条物体采用单圈套索

- 如果由于吊索角过大形成的分力有可能使得装载物断裂，请检查起重机的提升能力，并使用更长的吊索钢丝绳减小吊索角度。如果很难减小吊索角度，则考虑使用吊梁等替代方法。

图5-9 装载物损坏

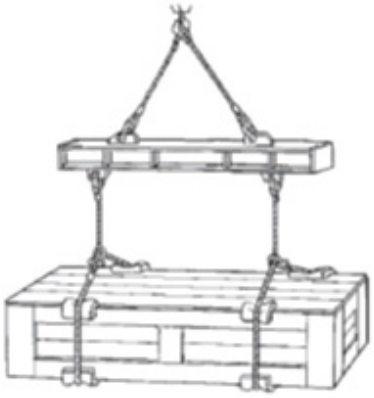


图5-10 用吊梁吊起

- 检查装载物下方的吊索钢丝绳未扭结。

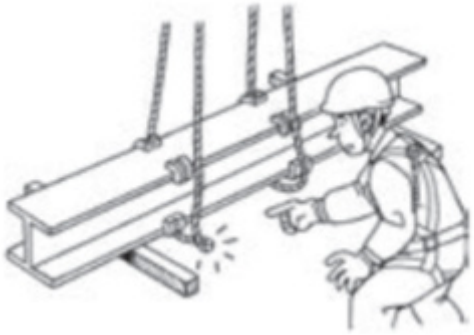


图5-11 扭结

- 为有棱角的装载物边缘铺设衬垫，保护吊索钢丝绳和装载物。

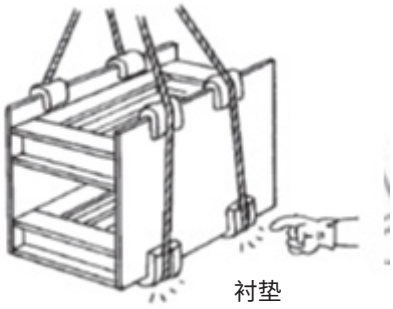


图5-12 有棱角的装载物

悬挂在吊钩上时

- 检查吊钩锁扣的功能。视实际状况而定，吊索钢丝绳可能从如图图5-13所示的吊钩中脱出。在某些工作现场，会使用两个锁扣装置，以策万全。

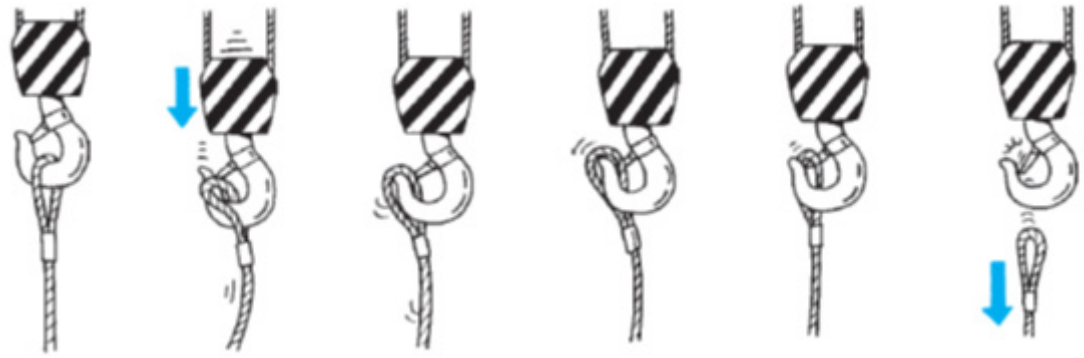


图5-13 吊环从吊钩脱开的方式

- 按顺序逐个将吊索钢丝绳挂接到吊钩上，需从吊钩背面开始挂接，这样吊索钢丝绳的吊环就不会在吊钩上互相叠放，钢丝绳不会在吊钩下方互相交叉。吊索角度大时，最后一根挂接到吊钩的吊索钢丝绳最有可能脱开，或者如果装载物的吊索钢丝绳按2-1-4-3的顺序如图5-14所示进行挂接，吊索钢丝绳会在吊钩下方互相交叉。在这些情况下，需调节装载物的方位，如图5-15和图5-17所示使其纵向垂直于吊钩的方向，并按照特定的顺序挂接到吊钩上，使得最后挂接到吊钩上的钢丝绳不易于脱开，还要防止吊索钢丝绳互相交叉。

  (a) 四点四绳吊索的吊环安装顺序

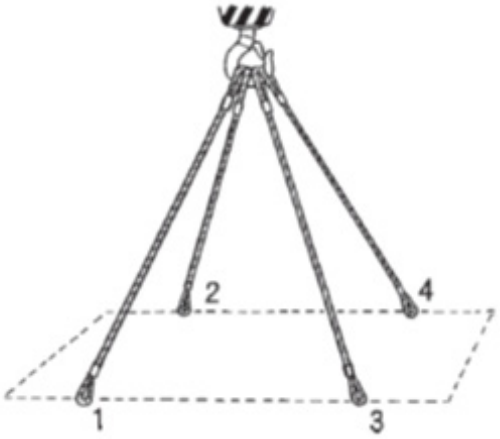


图5-14 纵向平行于吊钩方向
（从吊钩端开始1-2-3-4或2-1-4-3）

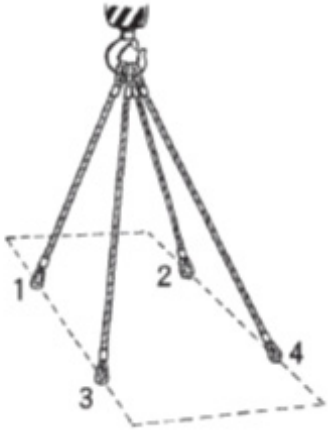


图5-15 纵向垂直于吊钩方向
（从吊钩端开始1-3-2-4或3-1-4-2）

(b) 四点双绳吊索的吊环安装顺序

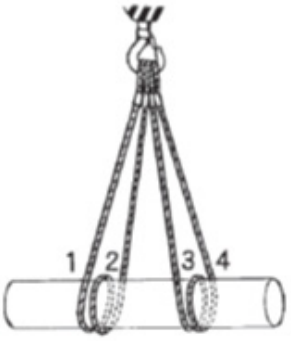


图5-16 纵向平行于吊钩方向
（从吊钩端开始1-2-3-4）

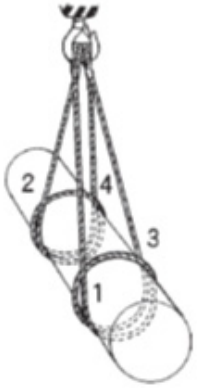


图5-17 纵向垂直于吊钩方向
（从吊钩端开始1-2-3-4或2-1-4-3）

- 将吊钩导向到易于安装吊具的位置，且需便于吊索人员站在牢固的地面上以稳定的姿势工作。
- 根据“吊索操作安全相关指南”，通常情况下吊索角度应小于90°。但对于双绳四点的单圈吊索，吊索角度应小于60°。对于用其他起吊配件调节且配有夹具或钩环的吊索，吊索角度必须小于60°。对于其他方法，务必考虑装载物的形状和大小以及起重机的提升能力，设定正确的吊索角度。

吊装向一侧倾斜的装载物

有些情况下，必须处理COG不在中心且形状不规则的装载物。以下吊索方法可将这些向一侧倾斜的装载物保持水平。

- 对称吊索

准确找到COG的位置，将吊钩放在COG正上方，对称设定吊索的位置。

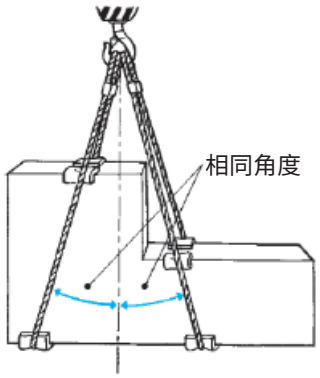


图5-18 对称吊索

如图5-19所述，若在寻找COG时出错，可能会让装载物出现危险的情形，例如让左侧的吊索钢丝绳承受过大的张力，可能令吊索滑出装载物。即使吊索钢丝绳留在原位，提升的装载物也会出现明显的倾斜。如果提升时出现倾斜，请降低装载物，如图5-20所示设定吊钩或吊索的位置后，再次提升。

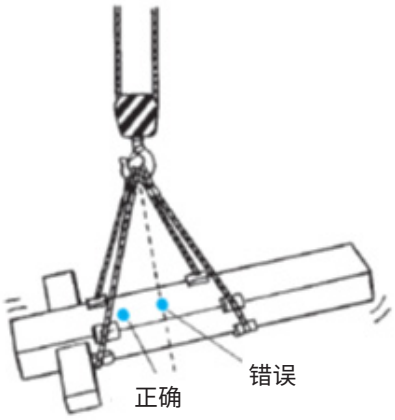


图5-19 COG定位错误后的吊索

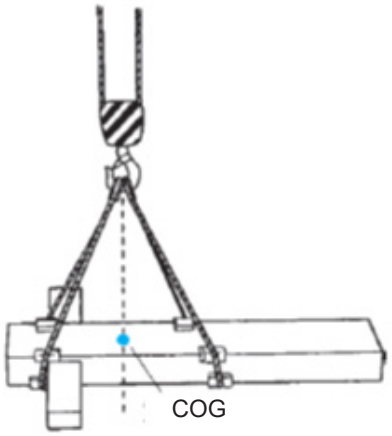


图5-20 COG位置正确的吊索

- 不对称吊索

另一种方式是使用两根不同长度的吊索钢丝绳，将吊钩放到装载物COG正上方，确保可以安全地提升装载物。采用这种方式时，两根不同长度的吊索钢丝绳分别用在右侧和左侧。因为会有更大的力作用在一侧的吊索钢丝绳（有效绳）上，所以考虑使用更粗更结实的钢丝绳，确保可以用更小的吊索角度从一侧提升起整个装载物。

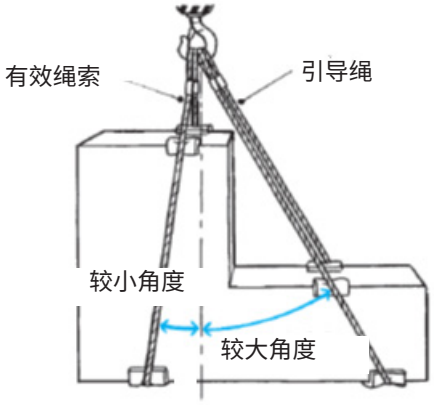


图5-21 不对称吊索

- 用其他起吊配件调节吊索

若要吊装不对称的装载物，可以用其他起吊配件调节吊索钢丝绳。通过调节左右钢丝绳的长度，平衡不对称的装载物。调节时会用到链滑车或手扳葫芦。

这是一种绕圈的替代方式，可以提高不对称吊索的安全性，但COG位置更高的装载物会变得不稳定。当在有效侧通过吊环紧固两根吊索钢丝绳时，请调节紧固方向和角度，不要对钢丝绳施加过大的弯曲力。

将吊索钢丝绳的吊环紧固到上下吊钩，调节支撑侧，使其不要承受过大的张力。使用手扳葫芦进行调节时，将选择器设定在提升侧，并将多余的链条缠绕到主体上。

设定尽可能小的吊索角度。（最大60度）

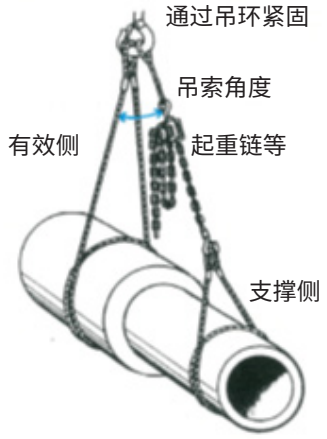


图5-22 用其他起吊配件调节的吊索：
有效侧：单圈吊索

图5-23 用其他起吊配件调节的吊索：
有效侧：通过吊环紧固

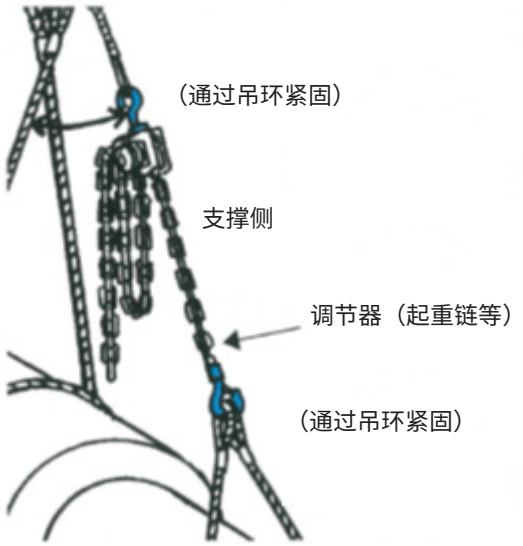


图5-24 如何安装调节器

提离地面前停止(p.161)

这是用起重机进行运输作业时最危险的步骤。应特别注意工人所在的位置、姿势和动作以及吊索状况。

向上微动装载物，直到吊索钢丝绳拉紧为止。您的手可能被夹在吊索钢丝绳/衬垫和装载物之间。请勿抓住钢丝绳，但可以用手掌推钢丝绳。吊索钢丝绳拉紧时，停止提升，检查以下几点。(请参见图5-31: p.101, 图5-32: p.101)

工人的位置

- 在可以看到起重机操作员的安全位置用手发出信号。(请参见图5-33: p.162)
  在可以清晰看到作业现场的安全位置用无线设备发出语音信号。
- 信号员和吊索人员必须密切沟通，不要独自作出发信号的决定。(请参见图5-34: p.162)
- 有2个或2个以上工人进行吊索作业时，务必保持互相沟通。
- 装载物在提离的一刻可能会摆动。吊索人员和其他工人不得进入空间狭窄难以撤离的区域。(请参见图5-35: p.162)
- 如果提离时装载物可能摆动，则向操作员发出信号。

确认吊索状况

当吊索钢丝绳拉紧时，停止起重机，并检查以下几点。如果吊索状况不稳定或无法以水平方式提升装载物，则将其减低放回地面并调节吊索位置。(请参见图5-36: p.162)

- 装载物的COG、吊钩中心和起重机的起吊钢丝绳在一条直线上。
- 吊索钢丝绳被均匀拉紧。
- 未发现装载物倒塌。
- 吊索钢丝绳不打滑且牢牢安装衬垫等吊索配件。
- 将吊具正确装到吊钩中心（位置和顺序）。
- 吊索钢丝绳不动。
- 吊索钢丝绳放在正确的位置。
- 牢牢地安装衬垫。
- 正确安装吊环螺栓和钩环。

提离地面后停止(p.163)

慢慢向上微动装载物，一旦将装载物提离即停止，并确认装载物的稳定性和吊具的安全性。(请参见图5-37: p.163) (请参见图5-38: p.163)

确认吊索状况

- 如果装载物不稳定，则将其降低到地板并调节吊索位置。
- 装载物处于稳定状态。
- 运输装载物时没有任何物品坠落。
- 正确安装吊具，并合理保护装载物和配件。
- 不一起提升衬垫或其他吊具。

如果没有发现问题，则可以提升装载物。

提升(p.164)

检查提升的障碍物。吊索人员应撤离到安全区域。

考虑吊索方式和卸载区域，设定合适的装载物高度。

- 将装载物提升到工人可以安全走动的高度（高于工人）。
- 使用落地式起重机、起重磁铁、真空起重器时，将装载物移到附近没有障碍物的区域，在尽可能低的位置停止提升。

将装载物引导到卸载处(p.164)

当吊索人员或信号员沿着装载物引导时，要时刻处于能看到起重机操作员的安全位置，必要时让其他工人撤离。(请参见图5-39: p.164)

吊索人员的位置

吊索人员应撤离到出现意外事故时不会被装载物卡住或撞到的安全位置。

- 撤离到启动前会议上确定的疏散区域。
- 随着正运输的装载物一起走动时，要与提升的装载物边缘至少距离2米。

引导装载物

- 使用固定的信号向起重机操作员指明方向，并在装载物到达卸载处前，于行进的前方提供指导。
- 向起重机操作员指示卸载处。
  运输期间检查以下几点。
  - 请勿进入装载物下方。

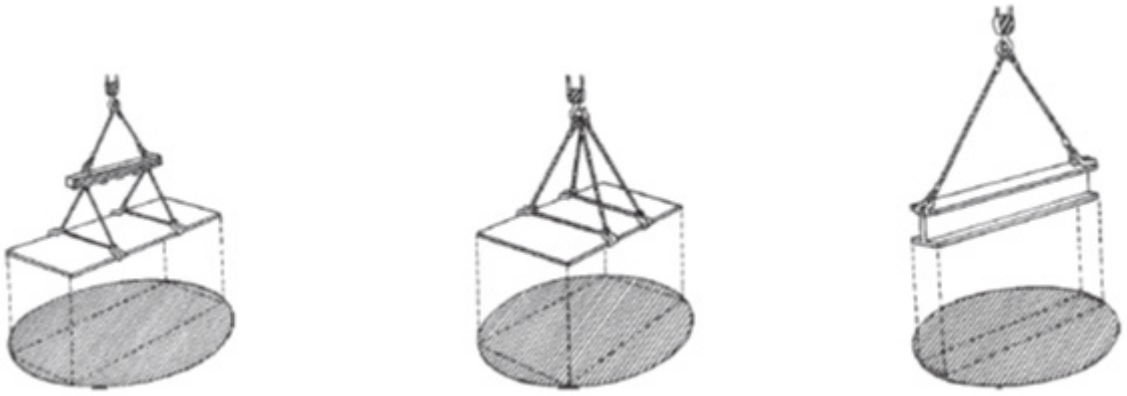


图5-25 装载物下方

- 与装载物保持安全的距离。
- 请勿选择经过其他工人上方的运输路径。选择的路径要尽可能远离工人。
- 严禁停留在装载物上。
- 运输装载物期间，请勿用手握住正摆动的装载物。信号员应指示起重机操作员停止摆动。（在某些工作现场，禁止在提离和落地期间用手触碰装载物。）

防止装载物旋转

- 如果作业期间长条物体摆动或旋转，可能会撞到周围的结构。为防止发生事故，用引导绳引导装载物。根据工作现场或装载物使用多个引导绳。
- 如果引导绳钩住周围的设备，可能会造成装载物倒塌等事故。使用不带钩环或槽口的引导绳。(请参见图5-44: p.166)

降低和落地前停止(p.166)

检查卸载区域和承载块状况（强度、水平度、承载能力），并预先准确大小和数量合理的承载块。承载块用于简化吊索作业。承载块不仅能用于固定或保护装载物，还能保护吊索人员的立足处。准备高于安全鞋的承载块。

确保装载物和设备或结构之间没有工人，确保工人可以在紧急情况下撤离。另外在降低前应特别关注以下注意事项。(请参见图5-45: p.166)

- 检查降低的障碍物。
- 请勿在摆动时降低装载物。按照信号停止摆动，然后降低。
- 如果必须在卸载区域调节装载位置，则务必停止起重机。
- 请勿快速降低装载物。将装载物停在承载块上方一点，检查是否安全。
- 信号员和吊索人员必须停留在安全区域。请勿在走在装载物下方准备承载块或做其他工作。
- 始终将装载物放在承载块上（不要直接放在地上）。

落地后停止(p.167)

通过向下微动将装载物落地后，在吊索钢丝绳拉紧时停止起重机，检查是否安全后，再继续向下微动。然后在装载物处于稳定的范围内松开吊索钢丝绳。请勿过多松开吊索钢丝绳。衬垫等配件可能脱落。

装载物落地后检查以下几点。

- 正确放置装载物。
- 装载物在承载块处于稳定状态。（如果不稳定，则重新放置）。
- 吊索钢丝绳和衬垫未卡在装载物下方。
- 圆形的装载物需用充分防护的方式固定。
- 未发现钢材或相关材料倒塌。

提升吊钩，拆下吊具(p.168)

检查装载物状况，降低吊钩至可以取下吊索钢丝绳的位置，然后从吊钩取下吊索钢丝绳。请勿降低过多。对于不容易定位COG的长条物体或某些其他物品，建议标记出COG位置，便于进行下一阶段的工作。

拆下吊具时，务必找出拆卸更安全更简单的一侧（吊钩侧或装载侧）。

- 拆下吊钩侧的吊具时，将吊钩引导到便于拆卸的位置。
- 更粗的吊索钢丝绳可能因扭转而突然移动。检查钢丝绳的扭转状态并确定工作区域。2个或2个以上工人拆下吊具时，务必保持互相沟通。
- 通常情况下，请勿用起重机拉出吊索钢丝绳。如果用起重机拉出吊索钢丝绳，则可能会撞到装载物，或造成装载物倒塌或坠落。

工作结束，存放工具(p.169)

工具存放到位前严禁继续其他工作。存放每个操作要用的工具。

- 从吊钩和装载物上移走吊具。
- 请勿在吊钩或装载物上留下任何附带的吊具。
- 将吊钩提升到至少2米的高度。
- 向操作员给出结束信号。
- 拉直吊索钢丝绳，将其存放到规定的位置。
- 将吊具和起吊配件存放到规定的位置。

（参考）如何堆装或叠放装载物

吊索人员另一个重要的任务是确保正确堆装或叠放起重机或任何其他提升设备承载的装载物。这些物品叠放不当或堆装无序不仅会造成事故，还可能大幅降低工作效率。

堆装或叠放装载物时，请注意以下注意事项。

- 为每种装载物选择合适的承载块，正确设定以稳定支撑装载物，确保便于拆卸吊具并执行下一阶段的工作。准备高于安全鞋且不会卡到立足处的承载块。
- 务必稳定堆装或叠放卸载的货物，使其不会坠落或滑离堆垛。叠放货物时，将轻便细小的放在又重又大的上面，保持堆垛的COG尽可能低。请勿将货物叠放得太高，因为过高的堆垛在摇晃或振动时会倾翻。
- 有序存放仓库的货物。无需叠放材料或成品，或让某些突起物伸到过道上可能会妨碍安全行进，让整个场地变得危险，还会降低操作的效率。
- 从堆垛的下层抽出材料或物品时，务必先拿走其上方的所有物品。严禁尝试从其他物品下方用力拉出某个物品。
- 正确存放工具、备件、附件和配件，将其分类为经常使用的和偶尔使用的。

第6章

相关法律法规

1 工业安全与健康法

第57号法律，1972年6月8日

（签发检验证书等）第180页

第39条

2. 劳工标准局局长应按照厚生劳动省条例的规定，对通过了前条第(3)款规定的有关指定机器等安装检查的指定机器等签发检验证书。
3. 劳工标准局局长应按照厚生劳动省条例的规定，对指定机器等的检验证书背书，该指定机器通过了前条第(3)款规定的检查中有关对指定机器等部分变更或恢复使用的检查。

（从事限制）第184页

第61条

如果某行业属于内阁令规定的行业之一，则雇主应按照厚生劳动省条例的规定，对新任命的工头或其他人员就以下事项进行安全和/或健康教育，以便其直接指导或监督操作人员（作业主管除外）：

1. 与决定工作方法和工人分配有关的事项
2. 与指导或监督工人的方法有关的事项
3. 除了前两项中列出的事项外，还有厚生劳动省条例规定的预防工业事故的必要事项。

2 工业安全与健康法执行令

2012年第13号内阁令修正案

（指定机器等）第180页

第12条

1. 由执行令第37条第(1)款规定的内阁命令指定的机器等（明显不适合家用的情况除外）应为下列机器等：
3. 提升能力为3吨或以上的起重机（对于塔式起重机，为1吨或以上）

3 起重机安全条例

（过载限制）第188页

第23条

雇主不得使用负载超过其额定容量的起重机。

2. 尽管有前款的规定，但如果由于不可避免的原因，雇主明显难以遵守同款的规定并且在采取以下措施时，雇主可以使用超过其额定容量的起重机，直至达到第6条第(3)款规定的载荷试验的载荷：

(i) 事先向主管劳工标准检验局局长提交起重机特殊情况报告（表格10）；

(ii) 事先确认执行第6条第(3)款规定的载荷测试而无异常；

(iii) 指定一名监督操作的人员，并在所述人员的直接监督下操作起重机。

（过载限制）第188页

第25条

1. 雇主在使用起重机进行作业时，必须设置用于起重机操作的固定信号，指定给出所述信号的人员并让所述人员给出所述信号。但是，这不适用于仅由起重机操作员单独进行作业的情况。

2. 根据前款指定的人员在从事同款规定的作业时，必须给出同款规定的信号。

3. 从事第(1)款规定作业的工人必须遵循同款规定的信号。

（骑行限制）第188页

第26条

雇主不得用起重机搬运工人，也不得将工人吊在起重机上作业。

（吊链的安全系数）第194-195页

第213-2条

1. 雇主不得使用链条作为起重机、移动式起重机或吊杆式起重机的吊索设备，除非其安全系数大于下列各项中列出的值（基于吊链类型）。

(i) 属于以下所有条件的链条：4：

a) 用其断裂载荷一半的力拉动时，伸长率为0.5 %或以下；以及

b) 抗张强度的值为400 N/mm^{2}或以上，并且对应于下表左栏中列出的抗张强度的值，其伸长率大于等于同表右栏中列出的值；

抗张强度(N/mm^2)	伸长率(%)
大于等于400且小于630	20
大于等于630且小于1000	17
大于1000	15

(ii) 不属于前一项的链条：5。

2. 前款规定的安全系数是将吊链的断裂载荷除以施加在所述吊链上的最大载荷值而得到的值。

（吊钩等的安全系数）第195页

第214条

1. 雇主不得将吊钩或钩环用作起重机、移动式起重机或吊杆式起重机的吊索设备，除非安全系数为5或以上。
2. 前款规定的安全系数是将吊钩或钩环的断裂载荷除以施加在所述吊钩或所述钩环上的最大载荷值而得到的值。