

目录

第 1 章

起重机知识

1	起重机操作员的资格(p.1)	3
2	起重机定义(p.3)	6
3	起重机相关技术术语(p.5)	7
4	起重机的运动(p.8)	11
5	起重机的安全和报警装置(p.32)	14
6	起重机的制动器(p.42)	18

第 2 章 悬吊控制起重机的操作和检

查

1	悬吊控制起重机的主要特点(p.47)	21
2	如何安全操作悬吊控制起重机(p.48)	23
3	起重机操作员基本工作规则(p.50)	24
4	落地式起重机的操作程序(p.51)	26
5	启动前检查表(p.52)	27

第 3 章 原动力和电力知

识

1	电力(p.96)	69
2	起重机的电气设备(p.101)	70
3	电路检查和维修(p.116)	71

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

起重机操作所必需的动力学知识

1	与力相关的主题(p.126).....	73
2	质量和重心(p.135)	78
3	运动(p.140)	78
4	滑轮组(p.145).....	80
5	载荷(p.148)	83
6	应力(p.150)	87
7	钢丝绳、链条和其他吊具的强度(p.152).....	88
8	钢丝绳数和载荷之间的关系(p.155)	90

第 5 章 发信号方

式

1	发信号方式(p.160).....	93
---	-------------------	----

第 6 章 相关法律

法规

1	工业安全与健康法.....	94
2	工业安全与健康法执行令	94
3	起重机安全条例	95

第 1 章

起重机知识

1 起重机操作员的资格(p.1)

起重机操作员的资格根据操作类型和提升载荷进行分类，如表 1-1 中所示。

表 1-1 起重机操作员的资格

提升载荷和操作类型		5 吨或以上				小于 5 吨
		起重机 (包括无线)	落地式起重机	落地式起重机 (随 装载物一起移动)	缆车	
证书类型	起重机/吊杆式起重机操作员 执照 (无限制)	○	○	○	○	○
	落地式起重机操作员执照 (限定)		○	○	○	○
	落地式起重机的技能培训 课程			○	○	○
	起重机操作的特殊教育				○	○

如表中所示，由受过适用法律所规定的落地式起重机技能培训课程的合格人员所操作的起重机“在不小于 5 吨的提升载荷范围内，由地面上必须跟随起重机搬运的装载物一起移动的操作员操作”。

图 1-1 以高架移动式起重机的一部分为例，说明如上所述的那些起重机由在地板或地面上跟随起重机承载的装载物一起移动的操作人员操作。此类型的起重机具有直接悬挂在吊运车上的按钮组件（称为“悬吊开关”）。

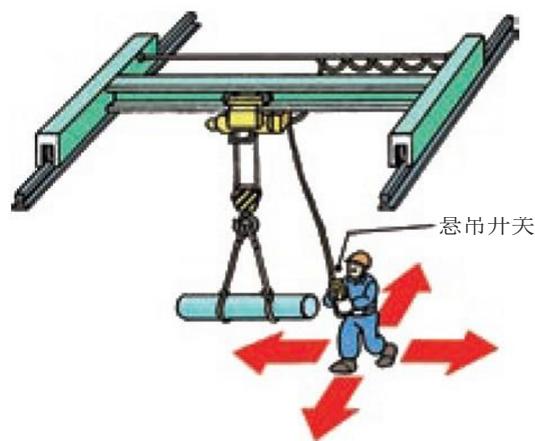


图 1-1 悬挂在吊车上的悬吊开关

任何已完成本手册中规定的技能培训课程但尚未完成吊索作业的技能培训课程或特殊教育的起重机操作人员，不得通过起重机或任何其他吊装设备吊装货物进行运输。

图 1-2，或将一个按钮开关悬挂在大梁的固定位置，如图 1-3 所示。在操作任何一台起重机时，操作员都必须随起重机行进时所提升的装载物一起移动，但是在行进过程中，无论装载物可能移动到什么位置，操作员都可以在不移动其位置的情况下操作起重机。这些起重机不包括在要求操作员随提升的装载物一起移动的起重机中。任何一台起重机的操作员，即使其从地面操作，如果指定的提升载荷不小于 5 吨，也必须要有起重机操作员执照。

此外，从地面操作起重机时，也需要像普通驾驶室操作（机载操作类型）一样，必须要有起重机操作员执照。

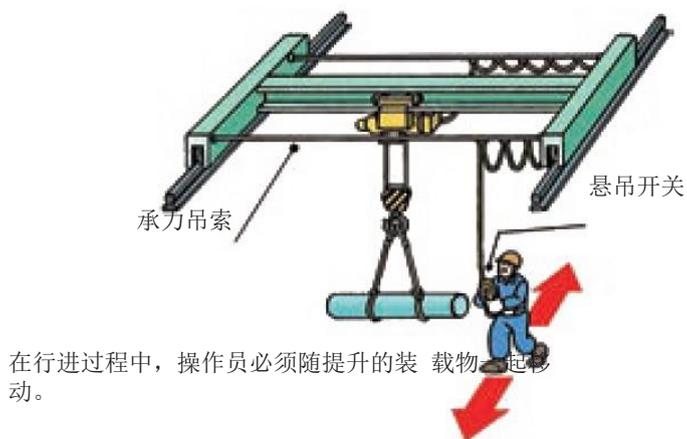


图 1-2 悬挂在承力吊索上的悬吊开关



图 1-3 悬挂在大梁固定位置上的悬吊开关

术语“起重机”是指除移动式起重机和吊杆式起重机（如图 1-4 中所述）以外的任何机械装置，这些机械装置被设计成通过动力（不包括人力）来提升装载物并水平承载提升的装载物。

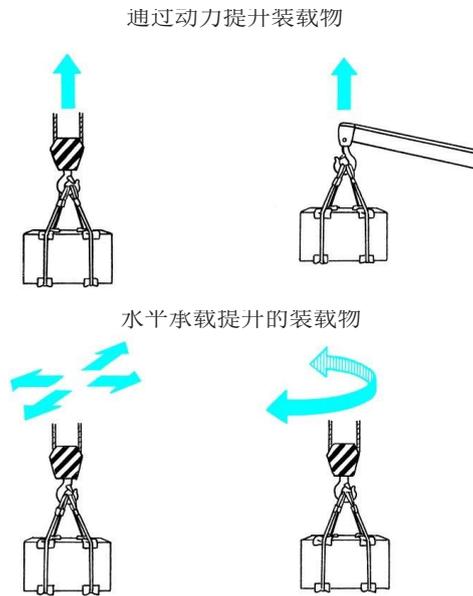


图 1-4 起重机定义

因此，起重机不包括使用手动链滑车作为起吊单元通过人力来提升货物的任何机械装置，即使它们通过动力水平承载提升的货物也是如此。（请参见图 1-5， p.3）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。

以下定义的机器具有相似的功能，但不能通过落地式起重机的资格进行操作。

2.1 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。（请参见图 1-6, 1-7, 1-8, p.4）

2.2 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。通常，吊杆式起重机在结构上分为牵索起重机、刚性柱架起重机，双立柱起重机和桅杆式起重机。（请参见图 1-9, 1-10, p.5）

3 起重机相关技术术语(p.5)

3.1 提升载荷

术语“提升载荷”是指根据起重机的结构或构造以及所用材料，可施加在起重机上的最大载荷。提升载荷包括起重机起吊配件的重量。

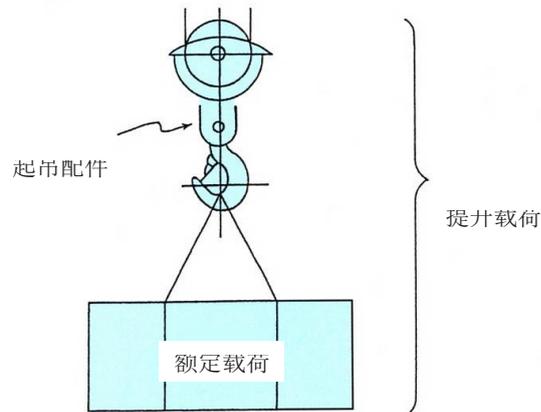
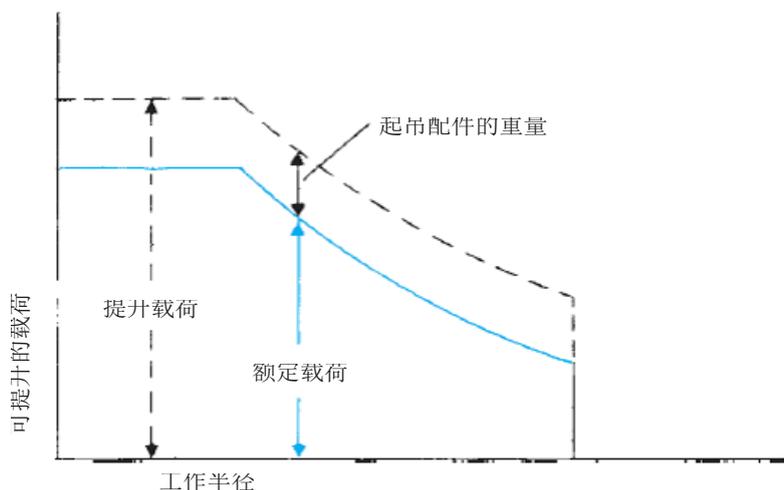


图 1-5 提升载荷、额定载荷

3.2 额定载荷

术语“额定载荷”是指从提升载荷中减去吊钩、抓斗或其他任何起吊配件重量后的剩余部分。简而言之，额定载荷可以定义为起重机吊钩上可悬挂的最大净载荷；通常额定载荷标在起重机或其吊钩块上。

这里要注意的一点是，对于某些类型的起重机，额定载荷并不代表单个固定值，这些起重机的设计使其最大容许净载荷根据诸如吊运车的位置或悬臂的角度等因素而变化。因此，在操作任何起重机之前，必须确认额定载荷和工作范围。



3.3 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、横动、行进或回转等动作时的最大速度。

3.4 吊运车（或起重葫芦）

术语“吊运车”是指搬运装载物并沿着起重机大梁水平移动的机械单元。在吊运车中，安装有起吊和横动装置的称为“起重小车”或简称“绞车”，而“起重葫芦”是紧凑的一体式吊运车。有些起重葫芦只有提升功能。

3.5 跨度

术语“跨度”是指行进轨道中心之间的水平距离。

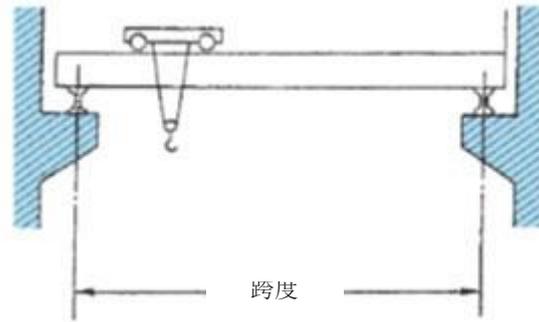


图 1-7 跨度

3.6 提升

术语“提升”是指吊钩和铲斗等起吊配件可以提升或下降的上限和下限之间的有效距离。(请参见图 1-8)

3.7 外展

术语“外展”是指吊钩最外端与行进轨道中心之间的水平距离。(请参见图 1-8)

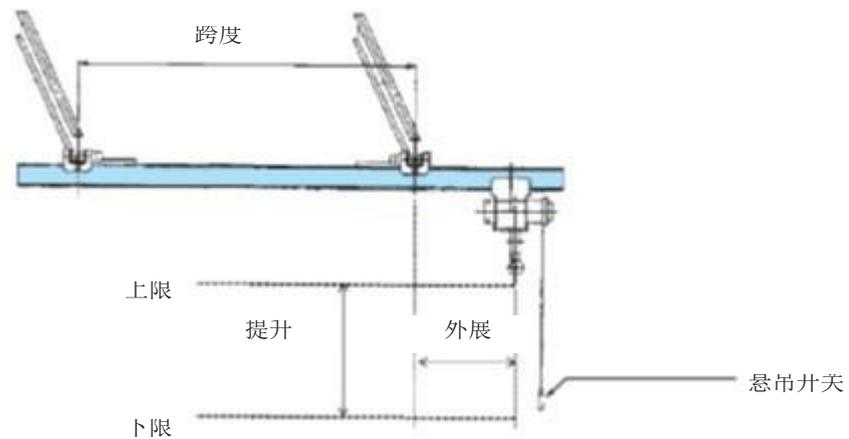


图 1-8 跨度、提升和外展

3.8 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”。

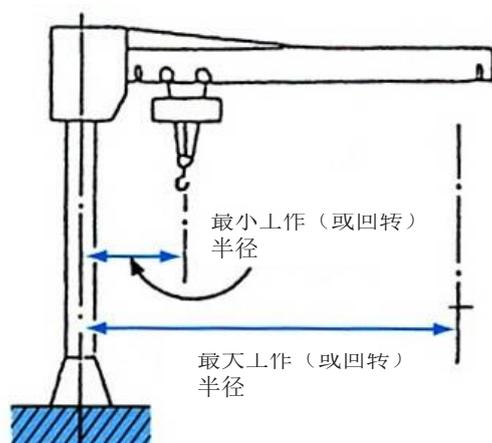


图 1-9 工作半径

3.9 微动

“微动”是指通过悬吊开关上的按钮反复启动和停止起重机来将提升的装载物移动几英寸的操作方法。

3.10 吊索 (图 1-16 · p.8)

“吊索”是指使用钢丝绳、链条和/或其他吊具在起重机的起吊配件上固定或卸下装载物。

3.11 提离地面

这表示将装载物稍微提离承载块的运动。一旦将装载物提离地面即停止，并确认装载物的稳定性和吊具的安全性。

以下是起重机提升装载物并将其运送到所需位置的运动：

4.1 提升和下降

这些是装载物的向上和向下运动。提升是指起重机通过将钢丝绳缠绕在滚筒上来使装载物向上移动的运动，而下降是通过从滚筒上解开钢丝绳来降低装载物的反向运动。

4.2 横动

横动是起重机将其吊运车沿着大梁移动的一种运动，通常在垂直于起重机本身的行进路径的方向上进行。该术语还指壁装起重机（一种悬臂起重机）沿其水平悬臂起吊的运动。

4.3 行进

行进是整个起重机在其路径上的运动。对于高架移动式起重机或门式起重机，该术语是指起重机在其轨道或走道上的运动。壁行起重机沿着墙面的运动以及缆车沿着其轨道的运动也称为“进行”。

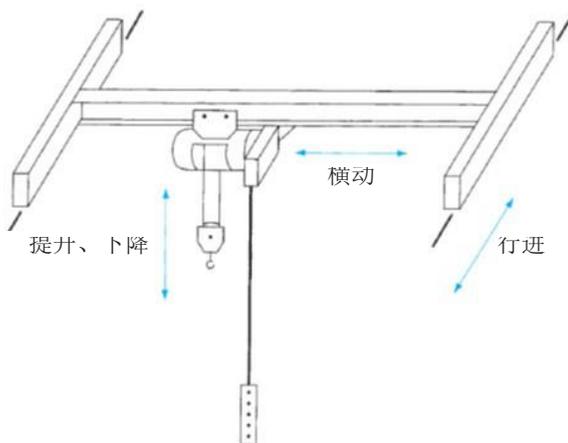


图 1-10 提升、下降、横动和行进

4.4 起重臂倾角改变和悬臂角

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”。

4.5 回转

回转是指起重机的悬臂、吊杆或其他类似部件以其固定端或旋转中心为轴的旋转。

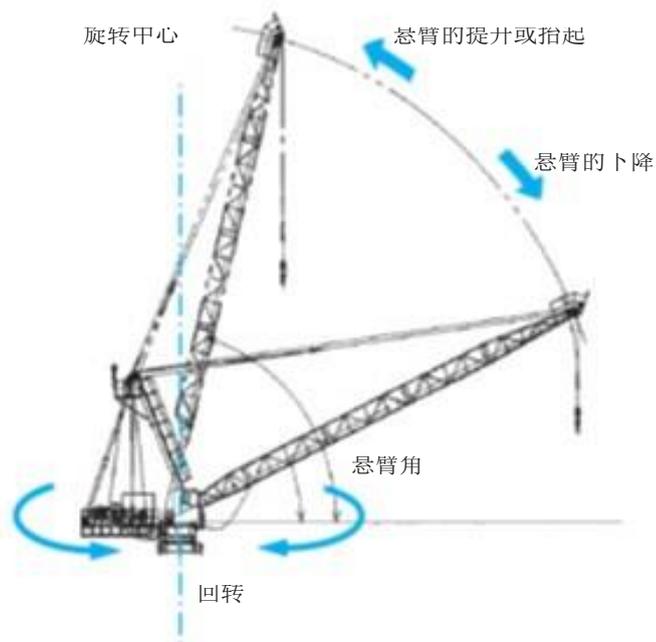


图 1-11 起重臂倾角改变和回转

4.6 工作范围(p.32)

“工作范围”是指起重机或任何其他起吊装置通过各种可用的运动组合（例如横动、行进和回转等）可在其中移动货物的空间。

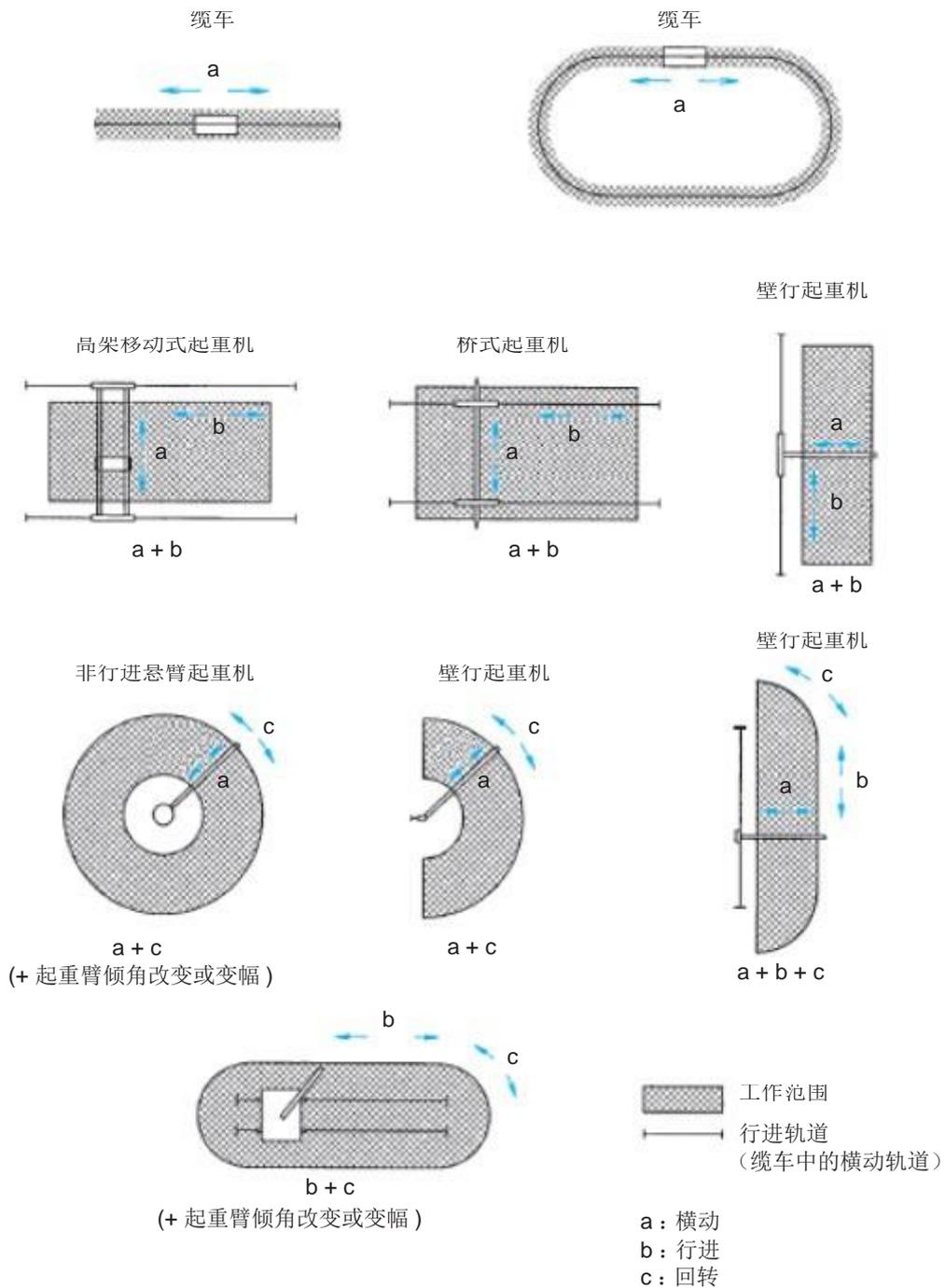


图 1-12 起重机的运动和工作范围

操作起重机时，请始终执行安全可靠的操作。为此，要充分了解规格中规定的性能（额定载荷、提升高度等），注意周围的环境，并以适合其性能的方式操作起重机。起重机不仅配备了各种安全装置，而且还提供了确保安全操作所必需的报警器和配件。应经常检查这些安全和报警装置，以确保其在必要时可以准确无误地运作。起重机的操作员必须在启动起重机之前仔细检查并测试起重机的所有安全装置，以确保其在必要时可以准确无误地运作。

5.1 防过卷装置(p.33)

为了防止起吊配件与起重机的机械或结构部件之间发生碰撞或由于过度缠绕而导致钢丝绳断裂等事故，防过卷装置会在达到规定的提升上限时自动停止起吊运动。该装置有两种类型，一种是直驱式装置，用于打开或关闭电磁接触器的控制电路，另一种（间接/半间接驱动式）是直接关闭装置，用于直接打开或关闭电动机电路。

根据适用法律要求，当吊钩块通过限位开关驱动而停止时，如果限位开关是直接作用装置，则吊钩块的顶部与任何起重机部件（例如滚筒、滑轮和小车架）的底部之间的间隙不小于 50 mm，如果限位开关不是直接作用装置，则不小于 250 mm。如果上述起重机部件之间未留有足够的间隙，则吊钩块可能会撞到滚筒或其他部件，从而导致钢丝绳断裂、小车架损坏或装载物掉落等事故。

直驱式防过卷装置 (图 1-68, 1-69, p.34)

此装置的缺点是无法控制下降位置，因为系统直接由吊钩块操作。因此，必须准备单独的限位开关以控制下限。

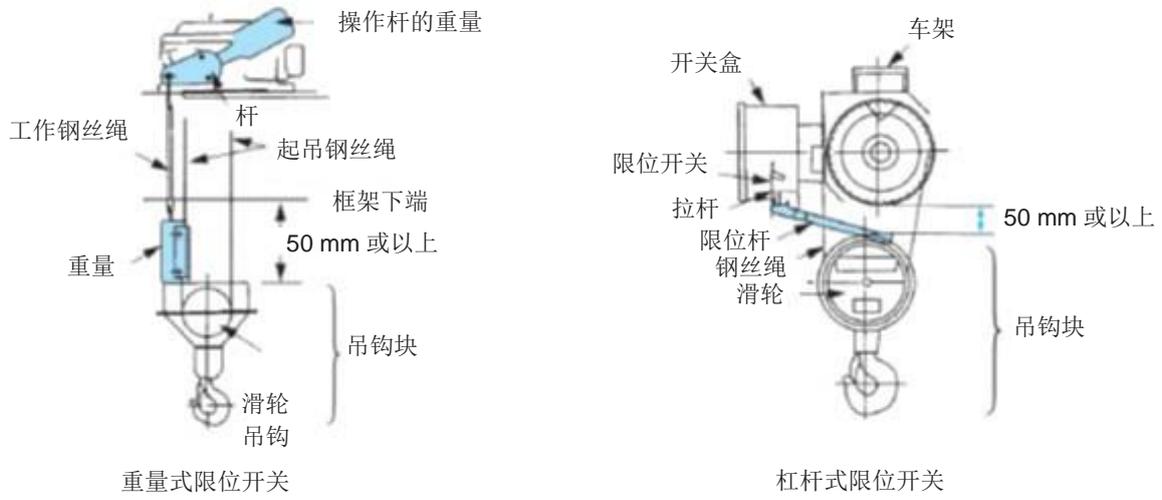


图 1-13 限位开关

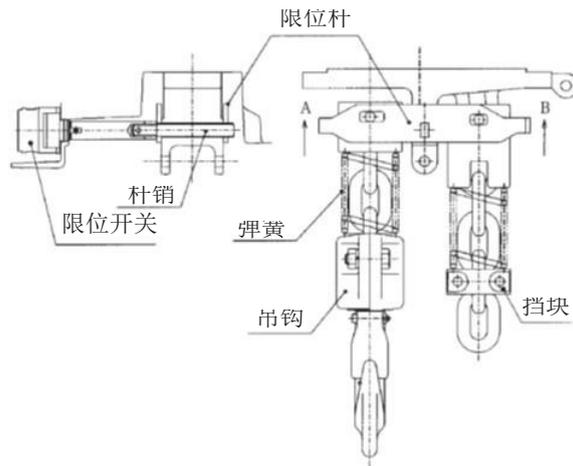


图 1-14 电动链滑车上下限位开关的机构

5.2 防过载装置(p.35)

但是，对于提升载荷小于 3 吨、悬臂角度或悬臂长度固定或额定载荷不变的悬臂起重机，规定使用防过载装置，例如检测装载物重量的装置（具有显示装载物或发出报警的功能）就已足够，而不是具有停机功能的防过载装置。

5.3 报警装置(p.36)

蜂鸣器、传呼机、警钟或某些其他装置（视情况而定）可用作起重机的报警装置。尤其是在同一行进轨道上安装了多个单元时，通常会安装报警装置以防止发生碰撞。

报警装置有两种使用方法：

- 采用带有报警按钮的悬垂开关，驾驶员可以根据需要在任何位置发出报警（例如，启动起重机横动或运行时）（请参见图 1-75，p.37）
- 通过分开一系列循环（例如起吊、移动、行进和下降）的特定操作和时间来自动发出报警的方法（例如，仅在横动时发出警报）

5.4 安全锁装置（图 1-76 · 1-77 · p.37）

“安全锁”是指用于防止吊索钢丝绳从吊钩上滑脱的装置，提升装载物时必须使用该装置。有两种类型的“安全锁”，弹簧式和重量式。

5.5 横动轨道边缘的减震器(p.37)

要求在横动轨道两端或类似位置安装减震器或止轮器，以防止起重机超出其轨道。

5.6 行进轨道边缘的减震器(p.38)

为了防止起重机机身从行进轨道末端滑出，《安全条例》规定了减震装置、减震材料或止轮器。

5.7 安全防风装置(p.39)

要求任何露天使用且可能暴露于最大瞬时速度超过每秒 30 米的风中的起重机都配有安全防风装置或其他有效措施，以防止起重机在强风作用下意外移动，尤其在暴风雨期间。除了采用通常被称为“锚”的这类安全防风装置之外，通常还安装另一种称为“轨夹”的装置，以防止起重机在作业期间因突然的狂风而移动。如果在起重机被轨夹或锚固定时执行行进操作，则电动机将承受较大的载荷。有些起重机包括电气连锁装置，可在起重机固定时运作，并防止行进操作。

轨夹

此装置可防止起重机在运行时因狂风而失控。通过将行进轨道的头部侧面夹在行进路径上的任意位置或压住行进轨道头部的顶面，以防止起重机因摩擦力而逃脱。因此，在有可能刮强风的情况下，必须将起重机移动到行进路径上设置的停泊位置，并用锚系泊起重机。（请参见图 1-84， p.40）

锚

这是一种防止室外起重机在起重机停止工作时由于暴风雨等原因而有可能失控的装置。将条形支架（锚定板）放置在地基上行进路径的固定停泊位置，以防止起重机逃脱。（请参见图 1-85， p.40）

5.8 其他安全装置(p.40)

适用法律要求，在同一条走道上安装两台或更多台起重机的情况下，在每台起重机面对另一台的那端应配备减震器或缓冲器。除了这些保护措施，一些起重机还配备如下防止碰撞的特殊装置。（请参见图 1-86，1-87，1-88，p.41）

6 起重机的制动器(p.42)

制动器是起重机的重要组成部分，它通过摩擦使电动机停止并将装载物保持在所需位置。

起吊装置制动器的制动力是起吊力的 1.5 倍。相对于电动机扭矩，横动制动器和行进制动器通常没有 100%的制动力。

从确保安全的角度出发，起重机必须设计成使其在静止状态下始终制动。换句话说，起重机仅在电动机旋转时才从制动器松开。

6.1 带绞车的起重机的制动器(p.42)

通常，带有绞车的起重机配备有电磁制动器用于停止其起吊运动，并配备有电动液压制动器用于速度控制。如果完全配备了制动器，则这两种制动器也广泛用于横动或行进运动。

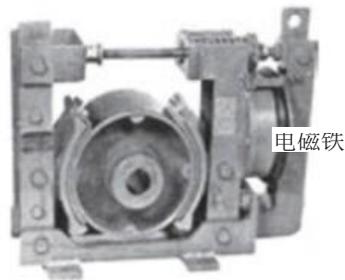


图 1-15 电磁制动器

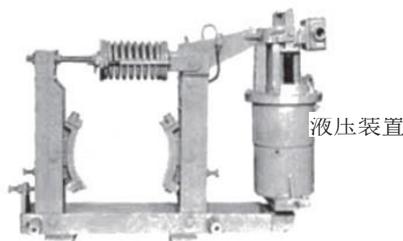


图 1-16 电动液压制动器

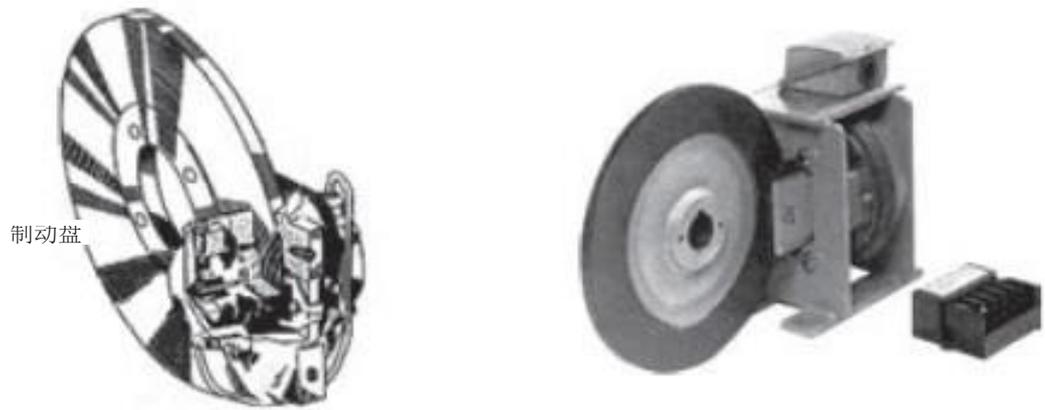


图 1-17 盘式制动器

6.2 带起重葫芦的起重机的制动器(p.44)

带起重葫芦的起重机的提升装置的制动器内置在电动机中。通常用于此目的的制动器类型包括：

- 铰链式电磁制动器

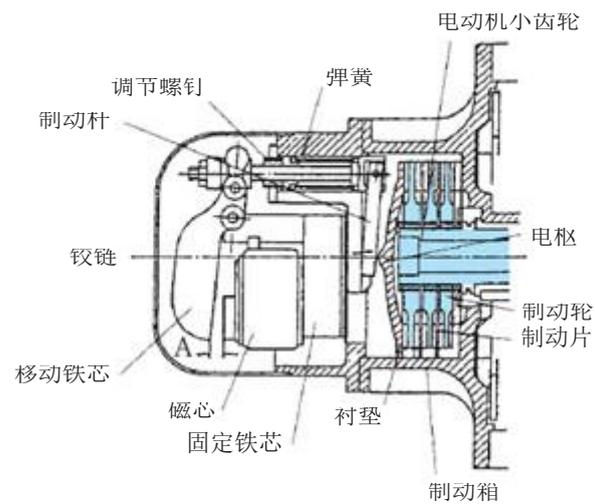


图 1-18 铰链式电磁制动器

- 电磁制动器

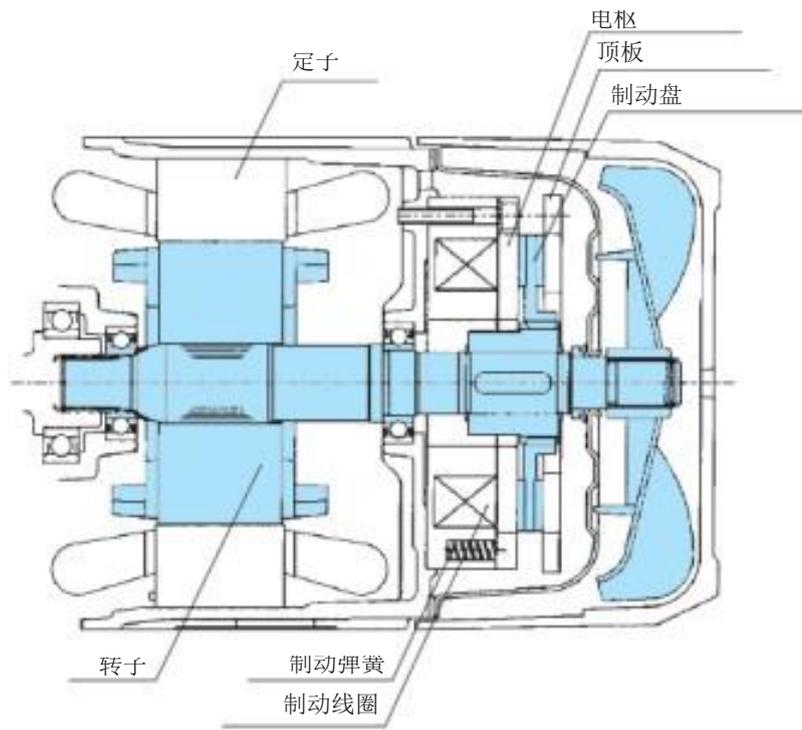


图 1-19 电磁制动器

- 锥形制动器

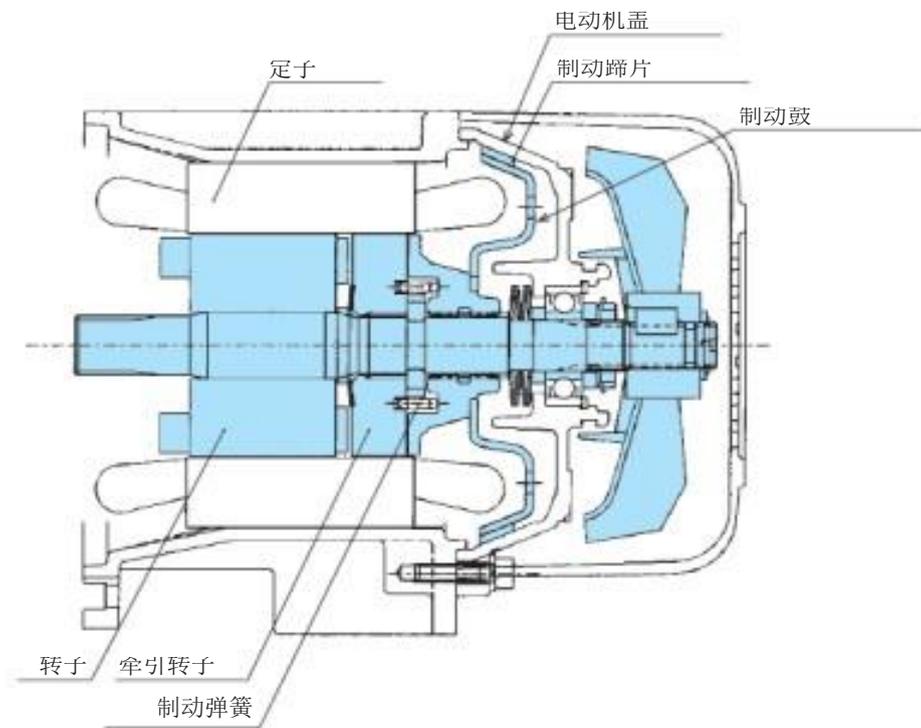


图 1-20 锥形制动器

第 2 章

悬吊控制起重机的操作和检查

1 悬吊控制起重机的主要特点(p.47)

悬吊控制起重机通过悬挂在起重葫芦或绞车上的按钮开关组件（称为“悬吊”）进行提升、横动、行进和其他运动。与从驾驶室控制的驾驶室控制起重机相比，悬吊控制起重机具有以下特点。

- 悬吊控制起重机易于操作。
- 操作员可以从地面上对其进行控制，因此可以轻松进行定位。
- 操作员可以通过信号等与吊环保持令人满意的通信。
- 操作员也可以执行其他任务。

- | |
|--|
| <p>a： 易于操作</p> <p>b： 可轻松进行定位</p> <p>c： 可与其他人进行令人满意的通信</p> <p>d： 也可执行其他任务</p> |
|--|

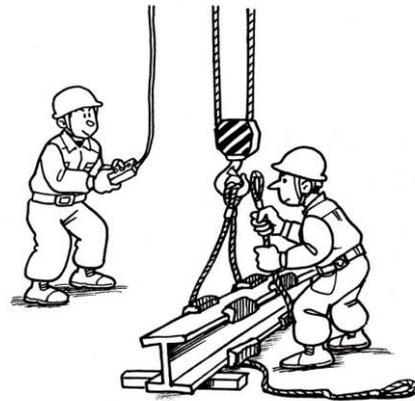


图 2-1 悬吊控制起重机的特点（与驾驶室控制起重机相比）

悬吊控制起重机的工业事故高发可主要归因于这些在用起重机的数量增加。其他主要因素总结如下：

- 这些起重机大多安装在操作员易于操作的工作环境中。（请参见图 2-2， p.48）
 - 不合格的操作员可能不按规定轻松操作起重机。
 - 由于起重机被多个操作员使用，因此很容易将处理故障的任务留给其他人。
 - 由于操作员靠近装载物，因此容易发生事故。
- 操作员有时被分配到吊起要提升的装载物以及操作起重机的任务。
 - 操作员可能意外按下按钮开关。
- 操作员在执行其主要任务（例如焊接、组装或机械加工）的同时，经常被分配到操作起重机并吊起其装载物作为辅助工作。
 - 难以熟练操作起重机。
- 这些起重机的安全和维护服务容易出错或疏忽，因为在许多情况下，没有明确指定负责这些工作的负责人。

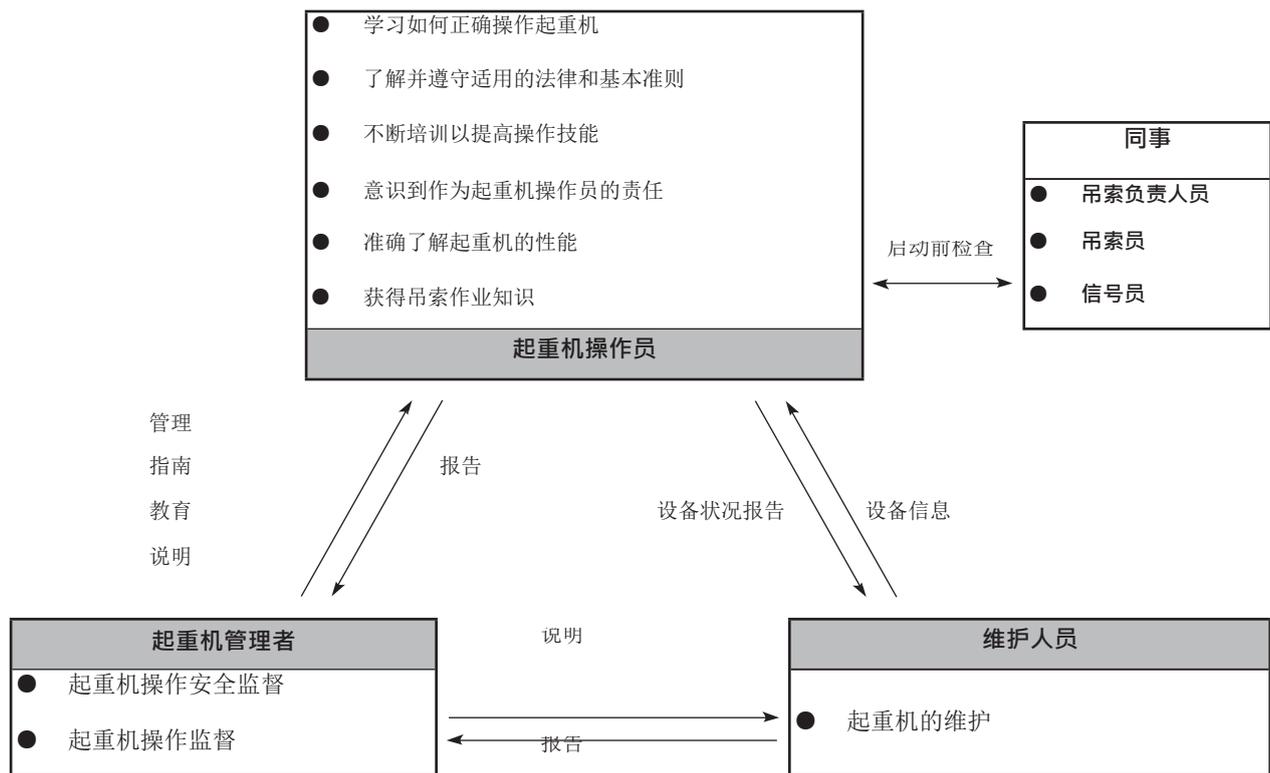


图 2-2 各负责人的职责

起重机的操作通常是与吊索操作协同作业，当发生职业性意外事故时，吊索员和信号员经常会受到伤害。事故原因主要是由于吊索作业中安全措施不足，例如吊索程序不当和吊具处于损坏状态。因此，起重机操作员还应具有足够的吊索作业知识，并与吊索员和信号员等相关工人就安全吊索状况进行充分会议，以防止起重机作业期间发生工伤。

3

起重机操作员基本工作规则(p.50)

(1) 务必在充分了解起重机性能和功能的基础上，正确操作起重机。

- 充分了解制造商的说明手册和操作说明。
- 遵守已制定的操作标准。

(2) 持续检查工作现场的事物状态，以确保起重机操作安全。

(3) 穿戴指定的工作装备

- 穿防滑结实的安全鞋。
- 用绑腿、鞋罩或其他覆盖物收紧裤脚口。
- 穿着长袖外套，并保持袖口纽扣或弹簧扣扣紧。
- 请勿穿湿衣服，否则容易触电。
- 佩戴干燥、干净的工作手套。手套可以保护您免受可能因悬吊电缆漏电而引起的触电。
- 佩戴安全帽或头盔，以保护头部免受起重机上物品坠落的伤害。



图 2-3 工作装备

(4) 行人安全规则

- 在工厂中来往不同场所时，请走指定的通道。
- 仔细查看安全标志，并遵循其上的指示。
- 上起重机时，请使用指定的楼梯、电梯或升降机。
- 起重机正在运作时，切勿上机。
- 请勿在起重机大梁的走道及其操作现场等危险场所中奔跑。
- 行走时，请勿将双手插在口袋里。

(5) 保持工作现场井然有序

- 将机器、材料、工具和其他物品整齐存放在指定位置。
- 请勿将任何物品放在起重机顶部或任何其他高处。如果在不可避免的情况下不得不将物品放在这样的地方，请采取必要措施以防止其坠落。
- 应注意防止机油、油脂、油漆或其他类似液体泄漏到起重机或其操作现场。

图 2-4 显示了普通落地式起重机的日常工作流程。落地式起重机很少由特定工人连续操作，通常的使用方式是不定数量的工人根据每个作业过程的进度交替进行操作。在这种情况下，通常不清楚谁进行操作前/后的检查，因此可以事先确定负责人。另外，指定人员应检查异常情况并报告给管理员。

- (1) 启动前会议
- (2) 作业区和行驶道路的安排（确保安全第一）
- (3) 启动前检查（起重机部件的静态检查、加油等）
- (4) 接通主吊运车电线或主电源线电源
- (5) 接通悬吊开关电源
- (6) 启动前检查（确认起重机设备的操作、安全设备的操作等）
- (7) 起重机操作作业
- (8) 将起重机返回到预定的待机位置，然后关闭悬吊开关的电源
- (9) 作业完成后检查（起重机部件的静态检查、加油等）
- (10) 关闭主吊运车电线或主电源线电源
- (11) 报告操作完成、记录操作日志等

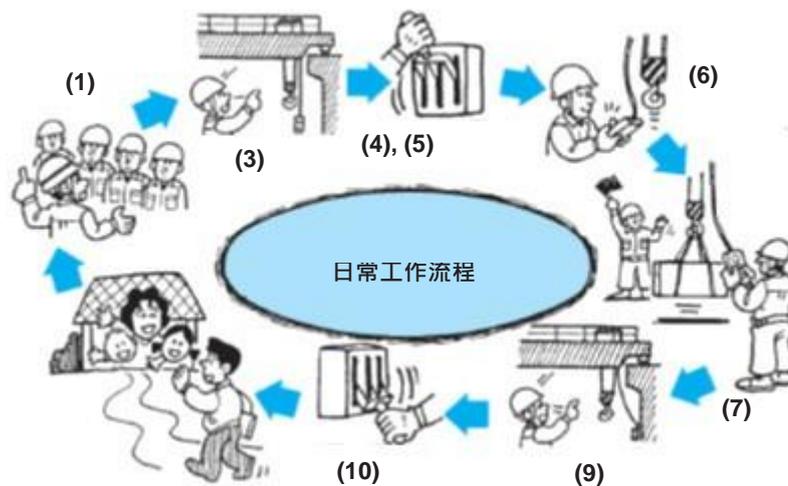


图 2-4 落地式起重机的日常工作流
程

- 根据上述工作计划，整理工作现场、操作路线和其他物品，以确保为工人提供安全的走道。
- 如有必要，请求吊索负责人员采取清障等措施。

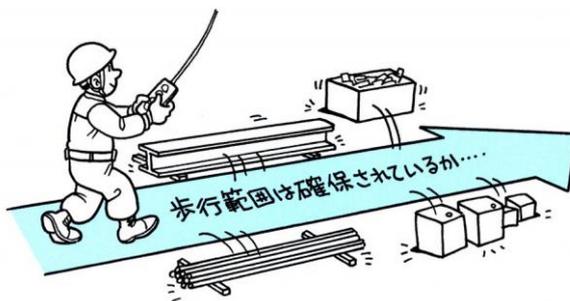


图 2-6 检查是否提供足够的通道

5.2 启动前检查(p.51)

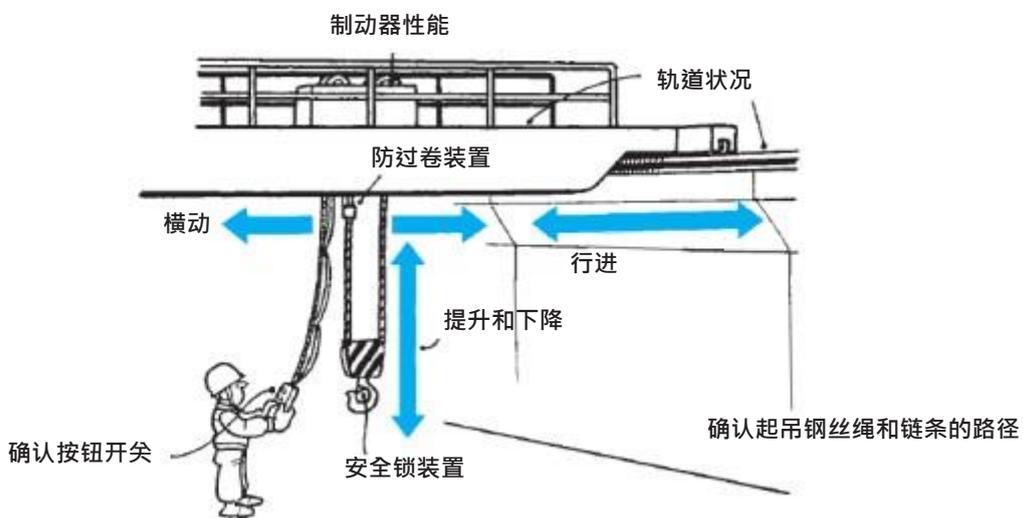


图 2-7 启动前检查

以下是带起重葫芦的标准起重机的启动前检查的项目、详细信息和关键点：

充分了解每个项目的细节很重要，以便您可以准确判断起重机的状况。

(1) 接通电源前的检查

- 检查行进或横动轨道上是否有障碍物，以及是否有人在走道或起重机大梁上或附近工作。也请检查轨道是否状况良好。



图 2-8 障碍物检查

- 检查提升钢丝绳穿过的部件是否有问题。
 - (a) 检查钢丝绳是否未从滑轮上滑出。
 - (b) 检查钢丝绳是否未与吊运车、吊架或其他结构接触。
 - (c) 检查钢丝绳是否有断线、磨损、扭结、变形、腐蚀或任何其他损坏。

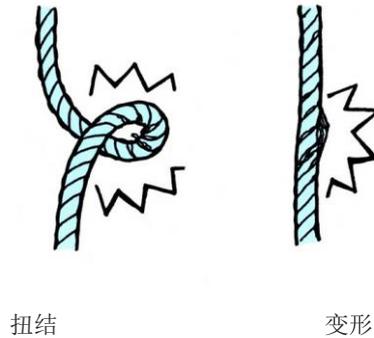


图 2-9 不良钢丝绳

- 检查按钮站的状况。
 - (a) 检查橡胶套电缆或耐磨橡胶套电缆是否损坏。
 - (b) 检查提升钢丝绳是否状况良好（应无张力）。
 - (c) 检查开关盒是否损坏。
 - (d) 检查按钮是否工作正常。如果按钮保持按下且不返回，请勿操作起重机。
 - (e) 检查按钮开关的机械联锁是否正常工作。
- 检查起重机部件（特别是提升钢丝绳、轴承和所有其他需要适当润滑或上油的部件）的润滑。
- 检查任何锁定或锚固装置，例如锚或轨夹是否松开。

(2) 电源打开时的检查 检查起重机的运作方

式。空载启动起重机，并确认以下事项。

- 检查起重机是否按照按钮开关组件的指示牌上指定的各个方向移动。该检查包括以下等功能：打开和关闭电源、提升、下降、横动、行进、报警和照明。



图 2-10 运作检查

- 检查起重机在运作过程中是否发出异常噪声或振动。
- 检查过卷限位开关是否正常工作。
 - (a) 在空载条件下，测试限位开关至少 2 至 3 次。
 - (b) 如果限位开关失灵，则提升钢丝绳可能会被缠绕直到断裂。为避免此类事故，请通过微动进行第一次测试，如果发现限位开关起作用，则以正常操作模式进行第二次和所有后续测试。

- 检查吊钩块是否异常。
 - (a) 检查是否磨损或损坏，或吊钩开口是否过宽。
 - (b) 检查挡块是否无损坏或移动是否顺畅。
 - (c) 检查吊钩是否旋转平稳或吊钩螺母是否无松动。如果吊钩旋转不正确，则提升钢丝绳和吊索钢丝绳会由于装载物的旋转而扭曲，从而可能造成损坏。
- 在整个提升范围内操作起吊单元，以查找缠绕装置或所涉及的任何其他起重机部件是否有问题。
 - (a) 检查提升钢丝绳是否正确缠绕在滚筒上。
检查起吊钢丝绳是否正确沿着滚筒槽缠绕。如图 2-11b 所示，如果未正确沿着滚筒槽缠绕，则称为随意缠绕。若要修缮随意缠绕，请如图 2-11a 所示解开并放松钢丝绳。

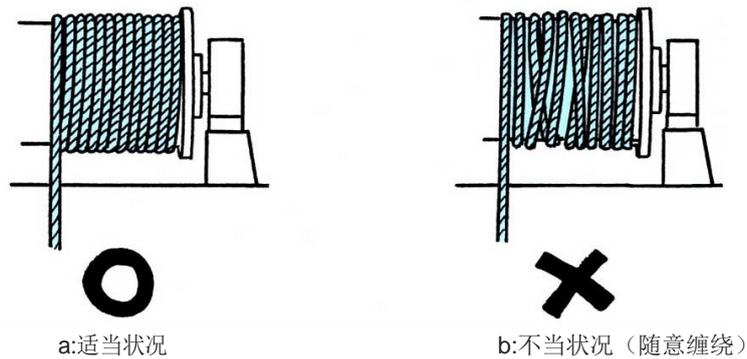


图 2-11 滚筒的缠绕状态

- (b) 检查滑轮是否正确旋转。如果发生旋转故障，缠绕的钢丝绳会被挤压并产生热量，这可能会导致钢丝断裂。
- 检查制动器是否处于良好的工作条件。
检查制动器在空载条件下的工作效率。

5.3 运行中检查表(p.57)

检查表的必要项目(p.57)

- 只有合格人员才能操作起重机。对于从地面操作的起重机，当操作员自己进行吊索作业时，需要单独获得吊索人员资格。
- 如果没有检验证书，如果检验证书的有效期已过，或如果维护不良，请勿使用提升载荷为 3t 或以上的起重机。
- 充分了解起重机的规格，且勿超出规格范围进行操作。尤其是不要提升超出额定负载的装载物，即使只是一次，或略高于额定负载也是如此。

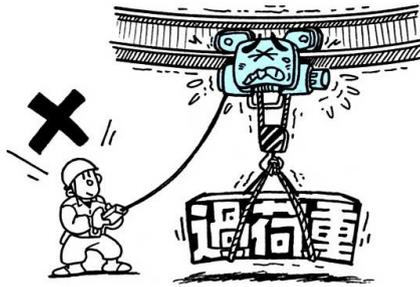


图 2-12 禁止超载

- 始终保持安全装置有效。如果安全装置出现问题，务必请专业人员进行检查和调整。请勿完全依赖安全装置进行操作，因为安全装置可能无法正常工作。

- 即使提升高度略微不足，也不要关闭防过卷装置限位开关或不操作开关，且不要关闭横动/行进机构限位开关，以允许更大的工作范围。



图 2-13 保持安全装置有效
(1)

- 由于吊索作业很困难，请勿用胶带固定吊钩安全锁装置。

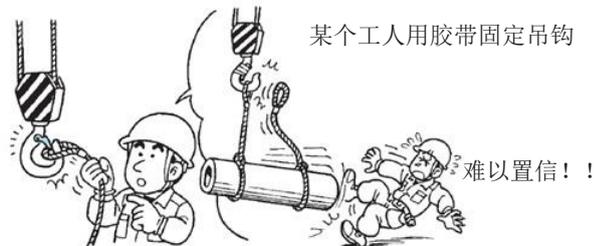


图 2-14 保持安全装置有效
(2)

- 通过操作开关来停止提升装载物，以尽可能避免通过防过卷装置来停止。
- 挡块的作用是在紧急情况下防止起重机或绞车从轨道末端滑出。如果发生碰撞，则冲击力会作用在起重机或绞车上，这可能会导致故障。



图 2-15 勿碰撞挡块

- 与信号器共同工作时，请事先对信号进行充分调整，并根据指定信号进行起重机操作。了解如何吊索和发信号。如果发生以下任何信号故障或吊索故障，请务必停止起重机的运行。
 - (a) 当信号不清楚或不是规定的信号方法时
 - (b) 当两个或更多个信号器发出信号时
 - (c) 非合格人员或非指定人员发信号或执行吊索作业时
 - (d) 如果感觉吊索很危险
 - (e) 当装载物的重量可能超过起重机的额定载荷时
 - (f) 当您认为这是危险动作时



图 2-16 禁止操作

- 请勿使用起重机运输或提升工人。请勿在操作员或吊索人员在装载物上的情况下操作起重机。

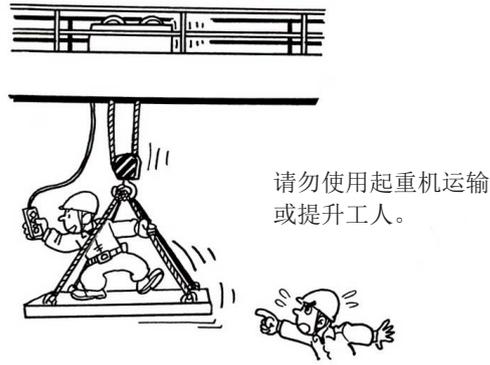


图 2-17 禁止用起重机运输工人

- 请勿在装载物提升时离开操作位置。

即使短时间离开起重机，也必须通过悬吊开关或附近的任何其他电源开关降下装载物，并关闭起重机的电源。

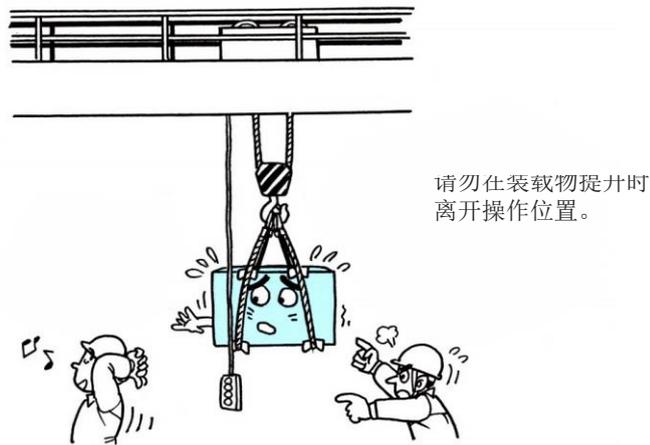
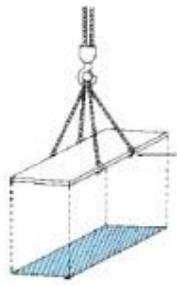


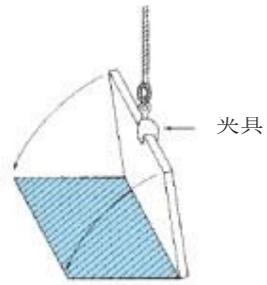
图 2-18 禁止在装载物提升时离开

- 在以下情况，甚至在其他情况下，原则上请不要进入提升装载物的下方。



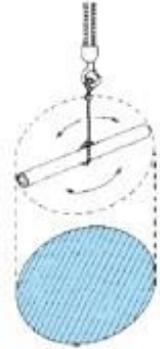
吊钩

当提升用吊钩吊索的装载物时

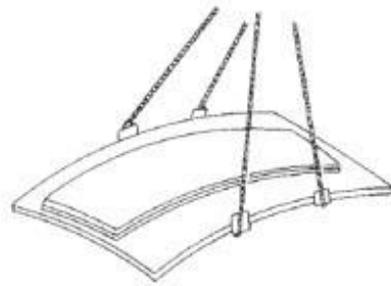


夹具

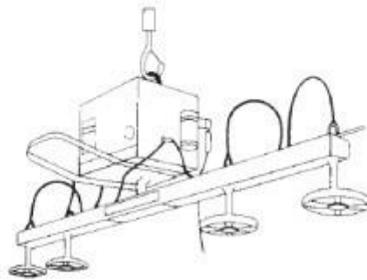
当提升用一个夹具吊索的装载物时



当用钢丝绳或链条提升单点吊索的装载物时



当提升一起吊索的多个未绑定管材和板材的装载物时



当使用磁力起重器或真空起重器提升装载物时

图 2-19 请勿进入装载物下方的区域

- 如果察觉起重机发出异常噪声或振动，或其操作有问题，请立即停止起重机，并向维护主管报告。



图 2-20 发现异常时的措施

- 如何处理按钮开关和电源线
 - 在仔细检查指示牌上的标记（显示起重机运动的类别和方向）以免发生任何错误后，将相应的按钮按到原位（直到其到达行程末端）。
 - 操作起重机时应确保按钮的电源线、横动和行进运动以及一些其他部件不会与地板或地面上的任何固定物品接触。
 - 如果将按钮开关的悬吊电缆拉得太用力，则可能会使电线断裂，从而导致触电事故。

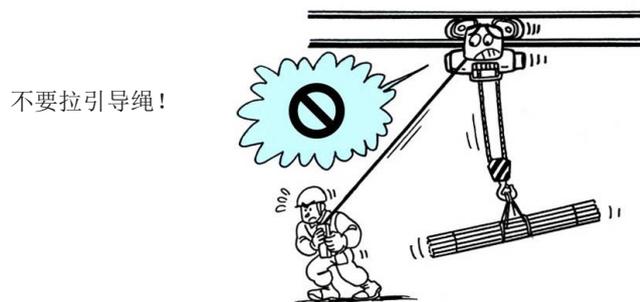


图 2-21 通过引导绳牵引

- 当另一台起重机在同一走道上时，请确保两台起重机在操作时都应格外小心，以免发生碰撞，因为起重机碰撞是非常严重的事故。尽量避免同时进行横动和行进运动。

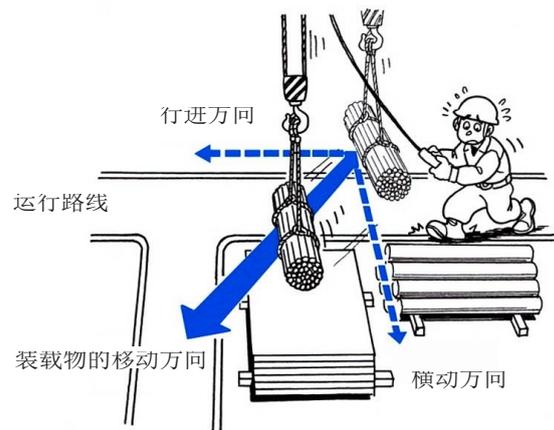


图 2-22 双向同时操作的危险

- 在以下情况下，将发出警报，以警告起重机周围的工人：启动起重机时；搬运湿滑或危险物品时；在提升装载物移动的方向上看到其他工人时；穿越“安全”走道或车道时；或感觉到危险时。
- 当另一台起重机在同一走道上时，请确保两台起重机在操作时都应格外小心，以免发生碰撞，因为起重机碰撞是非常严重的事故。当然，在靠近同一走道上的起重机时，必须使用警报或其他方法警告其他操作员。
- 如果在操作过程中发生电源故障，请关闭起重机的电源开关，然后等待恢复。对于使用起重磁铁的起重机，如果在电源故障期间可以使用应急电源进行操作，请立即将装载物降至地面。
- 如果在操作过程中感觉到地震，则必须尽快将装载物降至地面并关闭电源。

- 如果在起重机吊钩上有提升装载物的情况下必须等待行进信号，则将起重机停在除安全走道或工作现场正上方以外的其他位置。

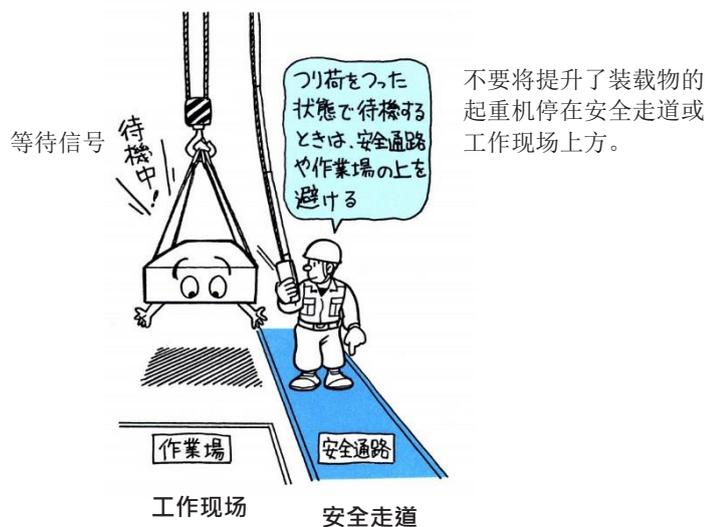


图 2-23 装载物提升时待命

- 不得使用运行中的起重机推动另一台静止状态下的起重机。
 - 因为在起重机停止时施加了行进制动器，所以在起重机操作期间行进用电动机可能会因过载而烧坏。
- 如果松开操作按钮后起重机未停止，则按“OFF”按钮进行紧急停止。如果组件没有 OFF 按钮，则关闭主电源开关。
- 当吊钩摆动时，请勿执行提升操作。这可能会导致起吊钢丝绳随意缠绕在滚筒上，以及钢丝绳断裂和损坏。另外，如果摆动的吊钩与滚筒或起重葫芦的框架接触，可能会造成损坏。
- 请勿执行不必要的微动操作。进行不必要的微动操作会缩短机械和电磁部件（例如电磁接触器和电磁制动器）的寿命，因此请尽可能避免这种操作。但是，为了安全操作，必须进行一些微动操作。例如，为了在将装载物提离地面或将装载物降至地面时减少冲击，或者在开始和停止横动和行进运动时防止负载摆动。确保在适当的时间进行尽可能少的微动操作。

- 请勿以相反方向操作起重机。
 - 装载物大幅摆动，这可能导致装载物坠落。
 - 冲击力作用在起重机的机械和结构部件上。
 - 电动机的电流增加，接触器的触点劣化，电动机的温度升高，都可能会缩短起重机的使用寿命。当以相反方向操作时，在电动机停止后按相反方向的按钮。

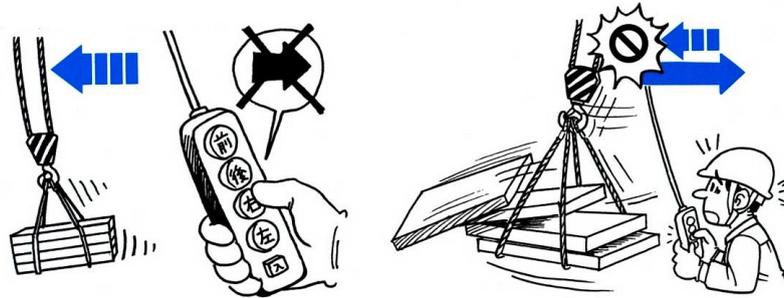


图 2-24 禁止反向操作

- 当工人在起重机上对起重机、相邻建筑物和设备进行维护时，请勿操作起重机。在这种情况下，请关闭起重机的电源，并指示禁止启动起重机。

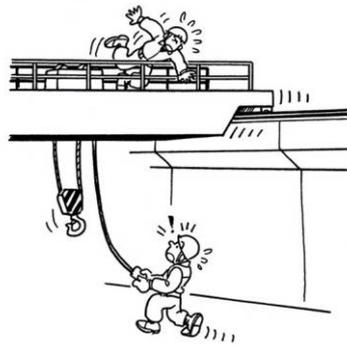


图 2-25 禁止在检查过程中启动。

等待直到装载物上的吊索作业完成。

对于在地板或地面上操作的起重机，请关闭电源开关，将起重机置于待机状态，直到吊索作业完成，并在此期间确认吊索的状态。吊索不足是造成装载物下降的主要因素，因此，请确保起重机操作员了解吊索作业知识，并可确认吊索作业的安全性。操作员最好还具有吊索证书。如果操作员执行吊索作业，则必须完成吊索技能培训课程。



图 2-27 了解吊索



图 2-28 吊索人员资

质 开始操作前检查吊索状态

- 确认装载物的重量未超过起重机的额定载荷。
 - 确认装载物的重量。
 - 事先通过工作会议和工作说明确认装载物的重量。
 - 在日常工作中练习目测评估重量。

- 确认吊具足以承受装载物。
- 确认吊索钢丝绳没有问题。
 - 吊索钢丝绳原则上应具有不大于 90 度的吊索角度，通常为不大于 60 度。
 - 如果绳索扭转，则很容易折断，因此请纠正任何扭曲状况。

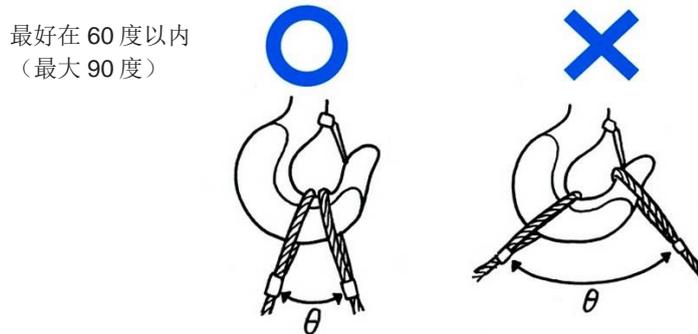


图 2-29 吊索角度

提升

- 将工人撤离到即使装载物摆动也不会造成伤害的区域，然后自己也撤离。请勿用手抓住装载物以停止其摆动，这是非常危险的。

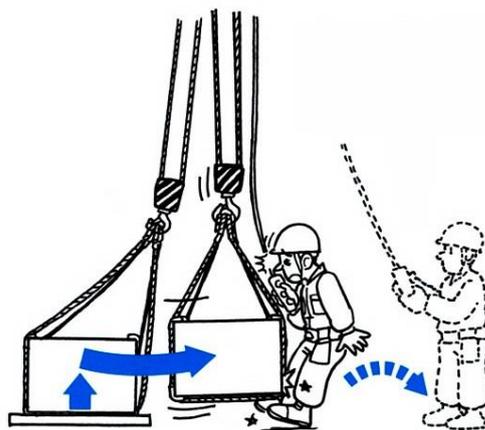


图 2-30 保持足够的撤离距离

- 请勿侧向拉动装载物或将其倾斜提升。
 - 当将装置物提离地面时，装载物的移动可能会导致夹住、碰撞和其他事故。
 - 这可能会损坏绞车或起重葫芦框架，或导致钢丝绳损坏。
 - 在开始提升操作之前，请确认吊钩位于装载物 COG 的正上方。

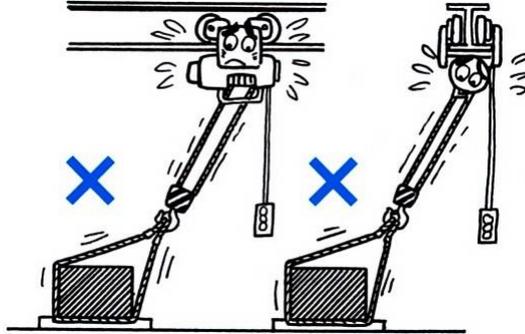


图 2-31 禁止侧向拉动装载物和将其倾斜提升。

- 请勿执行快速提升装载物的操作。
 - 继续提升直到吊索钢丝绳开始拉紧之前。
 - 在吊索钢丝绳拉紧且装载物离开地面之前，暂时停止提升并减少将货物提离地面的冲击。
- (a) 确认吊索钢丝绳的悬挂状态和张紧状态。
 - 如果未有效施加吊索钢丝绳的挤压力，则装载物可能会倾翻，并且冲击力会作用在起重机上。
 - 确认负载均匀地分布在吊索钢丝绳上。
 - 如果吊索钢丝绳的位置在提升过程中偏离，可能会导致钢丝绳折断，因此请停止提升并修正吊索。



图 2-32 禁止快速提升装载物。



图 2-33 检查绳索状况

(b) 检查衬垫是否在其位置。

- 如果将吊索钢丝绳直接挂在装载物的尖角上，则可能会割断钢丝绳。
- (c) 检查吊索中的装载物是否均衡。
 - 确认装载物和吊钩的 COG 在一条垂直线上。
 - 在难以确定 COG 的情况下提升装载物时，请缓慢提升装载物并进行确认。
 - 为了确保提升时装载物保持平衡，请根据装载物的 COG 来确定提升位置，并在设计时根据情况考虑将悬挂件安装到装载物上。

(d) 确认吊具和装载物没有被其他装载物、机器和结构夹住。

- 如果装载物或吊具挂到另一个物体上，将施加大于额定载荷的力，这可能会损坏起吊钢丝绳和起重葫芦。

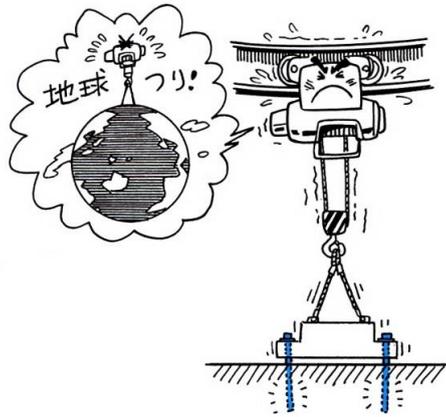


图 2-34 检查装载物的状态

- 通过两到三轮微动缓慢提升装载物，直到其开始离开地板或地面。然后暂时停止起重机。
- 提起装载物后，立即重新检查(a)到(d)。
- 提起操作完成后，将装载物继续起吊至所需高度。
 - 将装载物提升到高于人员身高的位置，以便其始终可以安全移动。但是，如果附近没有障碍物，请在尽可能低的高度停止提升。
 - 当提升重量几乎为起重机额定载荷的重物时，务必在装载物仍在低位时测试制动器，然后再继续正常操作。
 - 避免经常使用上限开关来停止提升运动。
 - 请勿在装载物提升过程中不必要地使用微动模式。
 - 如果装载物在摇摆，请勿开始将其提升，因为在这种情况下，提升钢丝绳可能会不规则地缠绕在滚筒上，从而导致钢丝绳损坏。

运输装载物到卸载处

- 操作起重机时，请站在装载物的后方或侧面，并与之一起行走。切勿站在装载物的前面（从其运动方向看）或就在其下方。如果由于信号不充分或其他原因而使装载物掉落，则可能导致人员被压在装载物之下。
- 在任何情况下，请勿使装载物正好直接经过任何其他工人的上方。在没有机械或任何其他物品的位置上方设一条路线（最好提供专用于起重机运输货物的通道）。
- 专心操作起重机。起重机移动时，请始终注视前方的通道。
- 在通过安全走道或车辆通道之前，请放慢起重机的速度，并通过发出警报或其他方法警告附近的工人。

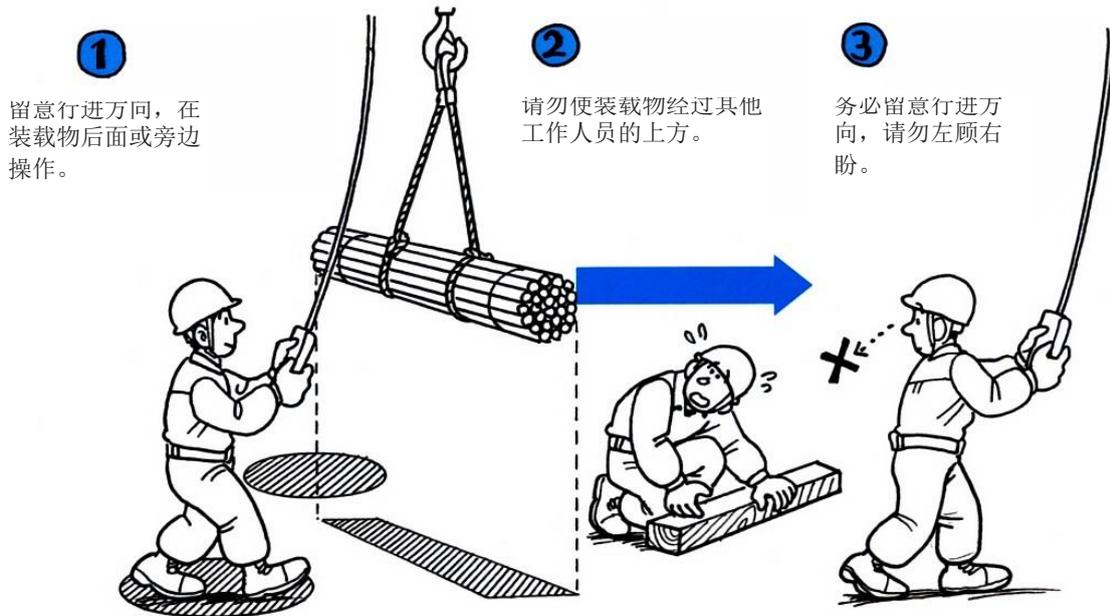


图 2-35 确保运输过程中的安全

下降

- 检查卸载处的安全。注意让卸载处周围的工人离开。
检查卸载处是否有障碍物，以及装载物放置到该处时是否可能倾覆。

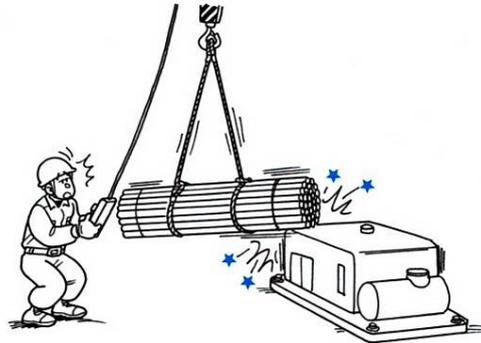


图 2-36 检查卸载处

- 持续降下装载物，直到其即将到达地板或地面（以减少微动）。
- 在装载物即将落地之前，请暂时停止下降运动，以确保卸载处的表面整齐。
- 以最小的微动操作小心地将装载物放置到地板或地面上。
- 当装载物到达地板或地面时，请暂时停止起重机，以检查装载物是否放稳。
- 放松吊索钢丝绳时，继续降下吊钩并避免不必要的点动操作。

从吊索上取下

- 在吊索人员开始从装载物上取下吊索钢丝绳之前，请务必切断起重机的电源。
- 切勿通过起重机的起吊运动从装载物下方拉出吊索钢丝绳。

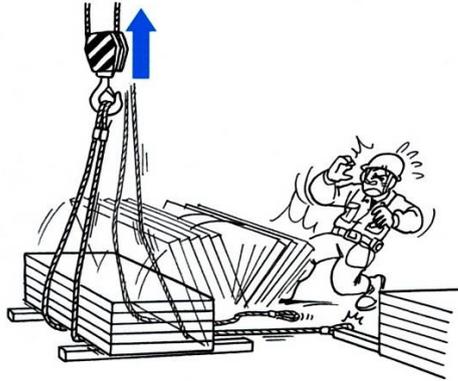


图 2-37 禁止通过起重机拉出吊索钢丝绳。

提升起重机吊钩

- 提起吊钩，检查钢丝绳是否正确缠绕在起吊滚筒上。
- 应注意不要在吊钩摆动时将其提升。如果起吊钢丝绳随意缠绕在滚筒上，可能会导致钢丝绳折断或损坏。另外，如果吊钩摆动，则其可能会与滚筒、绞车架或起重葫芦框架接触并造成损坏。

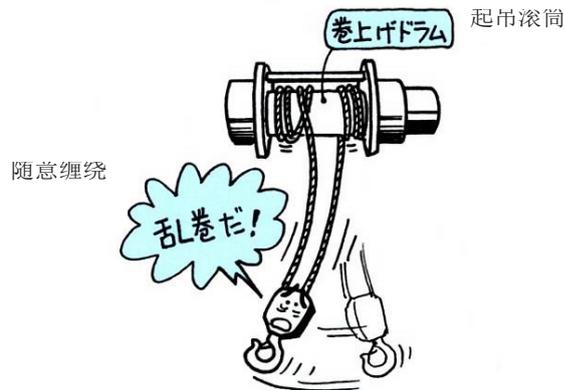


图 2-38 禁止提升摆动着的吊钩。

运输工作结束

- 关闭起重机的电源。
- 如果在完成时斜着握住按钮悬吊，请勿将其从手中松开。这可能会导致与附近的工人和机械发生碰撞，并导致工人受伤、悬吊开关损坏、按钮开关意外启动以及机械损坏。

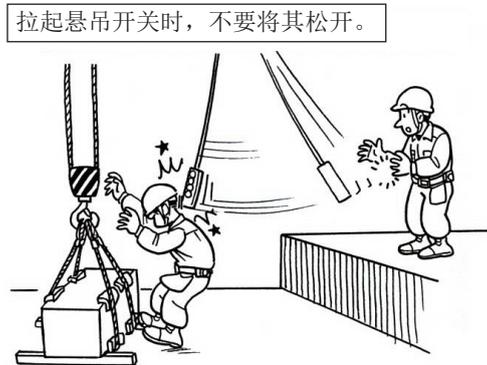


图 2-39 处理悬吊开关

运行后检查表(p.74)

- 使用吊具时，将其降至指定位置并确保吊钩已卸载。
- 将起重机停在指定位置。如果专门为检查目的提供了楼梯、电梯或升降机，则将起重机停在此类装置处。
- 如果有轨夹或锚，请固定起重机。
- 将开口滑车起吊至不会阻碍行人和来往车辆的水平。
- 关闭起重机的电源开关。如果按钮组件配有电源“OFF”开关，请操作该开关以切断电源。关闭起重机的电源开关。
- 检查起重机部件，尤其是在操作过程中引起您注意的部件，并在必要时向维护主管报告。
- 必要时对起重机部件进行润滑或上油。

- 在日志、日记或其他报告中进行必要的记录，以确保将所有必要的信息提供给您。

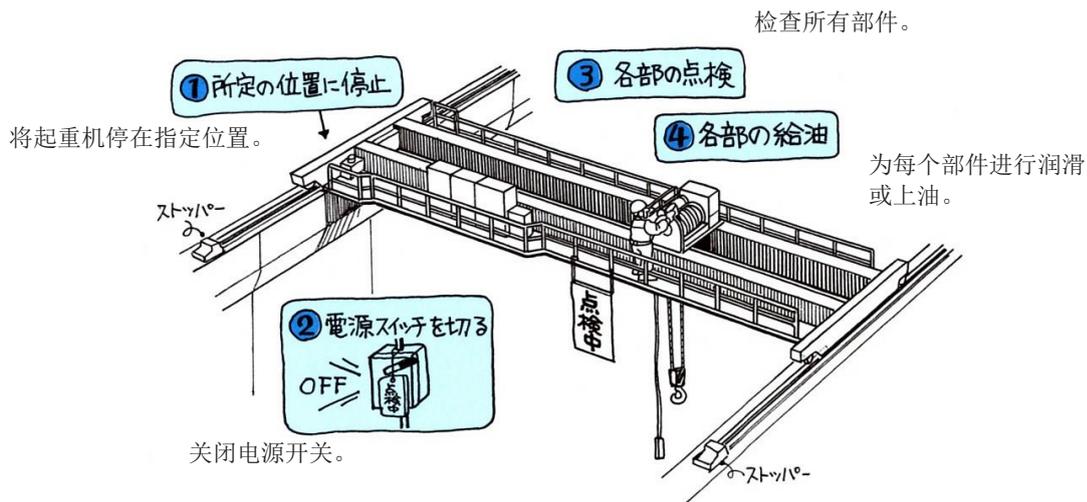


图 2-40 作业结束时的措施

如何操作带起重葫芦的起重机以防止装载物摆动(p.75)

经常会发生因装载物摆动而造成的损坏。所以小心操作起重机以保持装载物尽可能稳定是很重要的。

装载物摆动的原因

以下是此类起重机可能发生的装载物摆动的主要原因：

- 倾斜提升，COG 不平衡 倾斜提升装载物或提上 COG 不平衡的装载物时，会发生负载摆动。
- 横动或行进运动开始和停止时的惯性力 对于具有单速横动和行进运动的起重葫芦的起重机，在横动或行进开始和停止时出现的装载物摆动在一定程度上是不可避免的。另外，负载摆动具有以下属性。
 - 随着负载的增加，停止摆动变得更加困难。
 - 随着加速度或减速度的增加，负载会大幅摆动。
 - 随着起吊钢丝绳变长，负载会大幅摆动。
 - 随着起吊钢丝绳变长，摆动周期会变长。
 - 负载的重量与摆动周期无关。

基于上述属性，以下是防止负载摆动的基本要素。

- 使用微动操作直到钢丝绳拉紧，并暂时将钢丝绳停在其拉紧的位置，然后再次确认装载物的 COG，再将装载物提高地面。
- 随着负载的增加，加速度和减速度会减小。
- 进行适合于起吊钢丝绳长度（摆动周期）的摆动停止操作。



图 2-41 吊钩位置

以上是如何防止负载摆动的示例，但是负载不会以相同的方式摆动。在牢记上述基本原理的同时，根据每个工作场所使用的起重机和要处理的装载物来掌握操作非常重要。通常，带起重葫芦的起重机以单速进行提升、横动，行进和其他运动，并且起重机启动时没有减震器。在保持负载摆动较小时进行操作，比在机载操作式起重机上更困难，因此通过反复练习来提高操作技能很重要。另外，与绞车式起重机相比，带起重葫芦的起重机的机身更轻，特别是起重葫芦比额定载荷轻得多。

因此，在负载摆动的情况下进行起重机或起重葫芦的横动或行进会导致以下情况。

- 如果负载沿前进方向摆动，则移动速度将增加。
- 如果负载沿与前进方向相反的方向摆动，则移动速度将降低。
- 负载摆动会导致起重机在移动时振动，而无法以固定速度移动。

如果负载摆动非常大，则起重机或起重葫芦可能会在负载在前进方向和相反方向之间摆动时暂时停止。

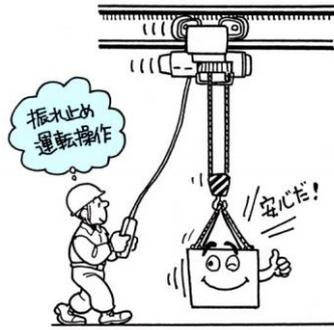


图 2-42 防摆操作

防止负载摆动

- (1) 将吊钩定位在 COG 正上方并提升 将吊钩定位在 COG 正上方并进行微动操作，直到绳索拉紧为止，然后在重新确认 COG 的位置后，暂时将绳索 停在拉紧位置，并将装载物提高地面。
- (2) 通过操作防止负载摆动 对于起重机，主要通过以下两种方法防止负载摆动。

装载物防摆的逐步加速法 此方法通过重复几轮短微动直到起重机达到额定行进或横动速度来防止装载物摆动。通过该方法可以很容易地防止装载物摆动，但是需要努力控制所需的几轮微动。

装载物防摆的追迹法

- 防止启动时的装载物摆动
 - 如果在图 2-43 中所述的状态(I)中按下行进开关，起重机将立即开始移动，但由于惯性力作用在装载物上，直到过一会儿装载物才开始移动，这将导致状态(II)。
 - 如果在此状态下关闭行进开关，则起重机会立即减速而装载物会逼近起重机，从而造成状态(III)。
 - 然后，如果在装载物刚好在起重机下方（如状态(III)所示）之前再次按下行进开关，则装载物将开始向前移动而不会发生明显摆动。

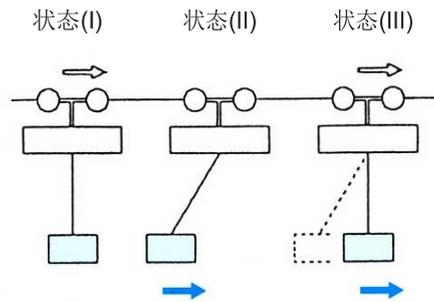


图 2-43 防止启动时的装载物摆动

- 防止停止时的装载物摆动
 - 如果在起重机到达所需停止位置（如状态(IV)）之前不久将行进开关暂时关闭，起重机将立即减速至停止位置，但装载物将由于惯性力继续向前移动。结果，将导致状态(V)。
 - 如果在装载物达到其摆动的最前点（如状态(V)）之前立即再次按下行进开关，起重机将继续前进一点，然后在状态(VI)停止。

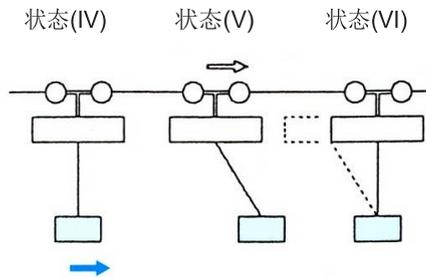


图 2-44 防止停止时的装载物摆动

(3) 通过设备防止负载摆动

通过使用常规技术（例如液力耦合器和电动减震器）或最新技术（例如逆变器控制的减震器），可以使启动和停止平稳，并使负载摆动最小化。

5.4 检查与维护(p.77)

操作员的工作规则(p.77)

起重机的操作员必须牢记自己也是维护人员之一，并且在执行日常工作期间，必须正确操作起重机，始终仔细注意其操作方式的任何变化。

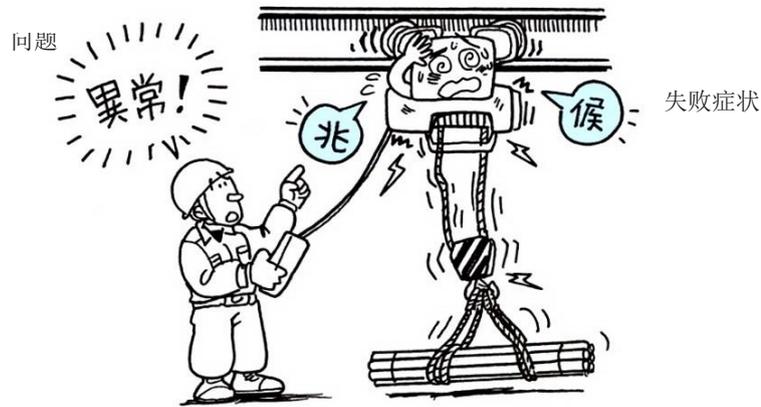


图 2-45 例行检查

每当发现以下任何问题或故障时，操作员必须立即停止起重机，并向主维修技师报告问题或故障的状态。也应将问题或故障的相关信息提供给起重机的所有其他操作员。

- 如果在操作员停止按下按钮时起重机没有停止：
可能原因是按钮组件或接触器中的触点熔断。



图 2-46 异常时停止

- 如果在启动过卷限位开关后，起重机无法开始下降运动：最可能的原因是由于维修限位开关发生故障而导致紧急限位开关启动。
- 如果机械噪声发生变化，尤其是产生异常噪声（例如吱吱声或隆隆声）或摩擦声或嗡嗡声：不仅应注意起重机本身，还应注意提升的装载物和行进轨道及其周围的状况。
- 如果起重机异常振动：操作员必须检查起重机是否发出嘎嘎声，或悬吊电缆是否在其手中振动。
- 起重机的操作可能会发生以下异常情况：
 - 完全不动
 - 运动速度、响应能力、启动准备度、动作平滑度均下降或操作速度低于指定水平，或偶尔无法工作
 - 制动器性能下降
 - 旋转部件无法转动：受此故障影响的起重机部件包括开口滑车的滑轮、行进轮和集电器轮。
- 如果起重机散发出任何异常热量或气味：
 - 是否有任何电动机过热或燃焦
 - 是否有任何制动衬片异常高温或燃焦

5.5 执行检查(p.79)

规定起重机操作要执行以下检查。将(2)中的定期自检结果和(4)中的暴风雨后检查结果设置为保留三年，但是最好保留其他检查结果。

(1) 启动前检查（请参见 2.3.2, p.54）

(2) 定期自检

不管是否有故障或异常，都要对重要部件进行详细检查和大修，以发现日常检查无法找到的瑕疵部件。通常由具有起重机专业知识的维护人员执行。

- 每月自检 这是一个月内进行的自愿检查。
- 每年自检 这是一年内进行的自愿检查。

(3) 性能检查

这是在证书有效期内（通常为两年）进行的检查。

(4) 暴风雨后检查

规定在使用建筑工程升降机（不包括安装在地下的升降机）进行作业时，在瞬时风速超过 30 m/s 的风刮过之后，或在中等强度或更高强度的地震后进行检查，提前检查建筑工程升降机各部件是否有异常情况。

5.6 检查指南(p.80)

起重机操作员指示

在检查起重机期间，请勿打开主电源或操作起重机。

当在正在检查的一台起重机附近操作另一台起重机时，必须小心缓慢移动，并避免使其相互靠得太近，以防止发生碰撞。

检查注意事项

检查起重机时，请事先进行充分准备，以防止在检查过程中发生事故，并采取正确的工作方法。

- 预先安排 在检查起重机之前，必须将检查所需的时间和其他细节充分告知所有相关人员。
- 检查工作装备 在开始通常在高处进行并涉及触电危险的检查之前，所有检查人员必须确保已穿戴适当的工作装备。



图 2-47 预先安排



图 2-48 合适的衣物及防护装备

- 检查工具
 - 务必使用维护良好的检查工具。
 - 提供必要措施以防止任何工具掉落。
- 符号和标记
 - 在检查期间张贴“检查中”和其他必要符号。
 - 在起重机周围拉一条绳子，以防未经允许的人员进入。
 - 在电源开关上贴上“请勿打开”和其他相关符号。
- 防撞措施
 - 如果相邻的起重机在运行，请设置挡块以防止碰撞。

5.7 钢丝绳和起重链的检查和维护(p.81)

钢丝绳的检查和维护

钢丝绳的绳芯包含防锈剂和油，以防止由于钢丝之间的摩擦而引起的磨损。股线和钢丝绳的表面也经过润滑，但是如果长时间使用，油会被挤出并耗尽，钢丝的磨损会增加，因此涂油并补充油很重要。另外，由于滑轮和滚筒的反复扭转，会造成起吊和变幅用钢丝绳中发生磨损和折断。因此，应将钢丝绳检查的重点放在容易损坏的部分上，尤其是穿过滑轮并反复扭转的部分、绳索末端的安装部件，以及与均衡器滑轮接触部分的周围区域。如果在检查过程中发现以下情况，则必须立即更换部件。

确定钢丝绳可接受性的标准在起重机的结构规范中说明。根据标准，下列任何钢丝绳均不得用于起重机：

- 任何一根绳捻中折断的钢丝不少于钢丝总数（不包括填充钢丝）的 10%的钢丝绳。
- 直径减小了标称直径 7%的钢丝绳
- 扭结的钢丝绳
- 严重变形或腐蚀的钢丝绳

更换钢丝绳时，请使用制造商指定的钢丝绳。即使钢丝绳的断裂或直径减小在以下值内，也希望尽快更换钢丝绳。

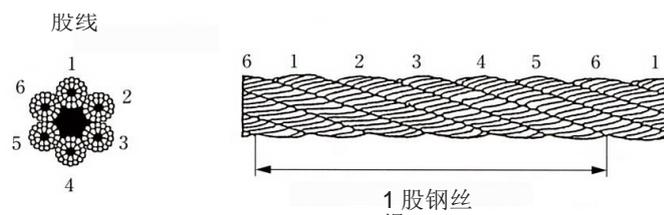


图 2-49 1 股钢丝绳



图 2-50 钢丝绳断裂



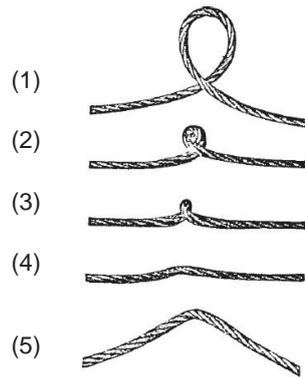
图 2-51 磨损



a: 负扭结



b: 正扭结



c: 产生扭结的过程

图 2-52 扭结



a: 腐蚀



b: 绷断

图 2-53 变形

起重链的检查和维护(p.81)

确定起重链可接受性的标准在起重机的结构规范中说明。根据这些标准，下列任何起重链均不得用于起重机：

- 生产时确定的延长超过其原始长度 5%的起重链
- 生产时确定的任何链节截面直径减小了原始尺寸 10%以上的起重链
- 有裂缝的起重链
- 焊接不良、锻造接头不良或严重变形

用新链条替换旧链条时，应注意使用制造商指定的链条类型和等级。必须避免将任何另外的链条链节连接到现有链节上，因为这不安全。

润滑(p.84)

起重机轴承、齿轮和钢丝绳需要进行适当润滑。使用的润滑剂应根据使用位置确定。在适当的区域使用油脂、齿轮油和机油。而且，适当的润滑剂根据润滑部分的使用条件而改变，例如粘度、油膜的强度和变质的敏感性。

5.8 室外安装的起重机操作指南(p.86)

基本上，安装在室外的起重机应与安装在室内的起重机处理方式相同，但其操作需要充分了解适用的指南、工作规则和检查表，尤其是那些有关预防恶劣天气的措施。

操作注意事项

- 查看每天晨报中的天气信息。
- 如果装载物表面潮湿，请非常小心地操作起重机，因为吊索钢丝绳容易在装载物上打滑。
- 如果起重机没有防雨罩，则请勿在潮湿天气下操作。
 - 标准起重葫芦不防水，因此可能会发生故障和触电。
 - 不使用时，请将其放在防雨棚（屋顶）下面。
 - 注意由于降雨等引起的钢丝绳或润滑部位的油偏斜。
 - 注意生锈的机械部件以及起重葫芦和行进装置的内部。
 - 注意电子产品、布线等容易发生绝缘劣化。
- 如果预计会因强风（10分钟的平均风速为10 m/s或以上）而有危险，请停止作业。
- 如果可能发生暴风雨（例如瞬时风速超过每秒30米），请采取必要措施以防止起重机意外移动。
- 如果横动和行进导轨被雨或雪淋湿，请小心操作起重机，尤其是在启动或停止时，因为车轮容易在导轨上打滑。

- 在雷雨天气暂停起重机操作，否则可能会导致雷电事故。



根据天气信息，预计会有强风

图 2-54 查看天气信息



开始下雨了，停止吧。

图 2-55 因下雨停止操作

管理注意事项

- 除了法律法规，如果有在恶劣天气下停止操作的现场标准，也请务必遵守。
- 强风对策
 - 确定获取有关风速信息的方法。
 - 如果有在强风天气下停止操作的标准，请务必遵守。
 - 如果有实施强风对策的标准，请按照所述标准实施对策。
 - (a) 使用锚或其他锁定装置固定起重机。
 - (b) 如果有任何物体可能掉落到或飞向起重机，请采取对策。
- 在强风等之后进行检查，确认没有异常。

5.9 起重机操作引起的工业事故(p.87)

起重机用于搬运重物，因此，由起重机操作引起或与之相关的事故可能会对人身和财产造成严重损害。预防起重机事故的基本考虑是在对起重机事故的以往记录进行研究的基础上，采取令人满意的预防措施。

以下是按原因分类的起重机事故案例：

(1) 装载物坠落

- 吊索不良（例如，使用直径太大的钢丝绳、将吊索角度设置得太大或吊索 COG 不平衡的装载物）
- 装载物摆动（由于吊索 COG 偏离吊钩中心的装载物、不平衡的吊索、起重机的粗鲁操作等）
- 钢丝绳断裂（由于钢丝绳强度不足、过载、使用损坏的钢丝绳等）
- 吊具破损（由于过载、使用劣化或损坏的吊具等等）

(2) 被装载物撞击或卡住造成的人员伤亡

- 操作员错误（例如，目测距离错误或粗心操作）
- 发出不正确的信号

(3) 装载物倾覆（由于吊索不良、卸载场地固化不足、操作员判断错误，工作计划不良等）

(4) 物品被装载物撞倒或撞翻

- 操作员错误（例如，目测距离错误、粗心操作或操作员判断错误）
- 吊索错误（例如吊索不正确或吊索不良）

(5) 被吊具或起吊配件卡住造成的人员伤亡（由于信号不足、吊索作业不熟练、信号误解等）

(6) 被起重机卡住造成的人员伤亡（由于沟通不足、操作员误解等）

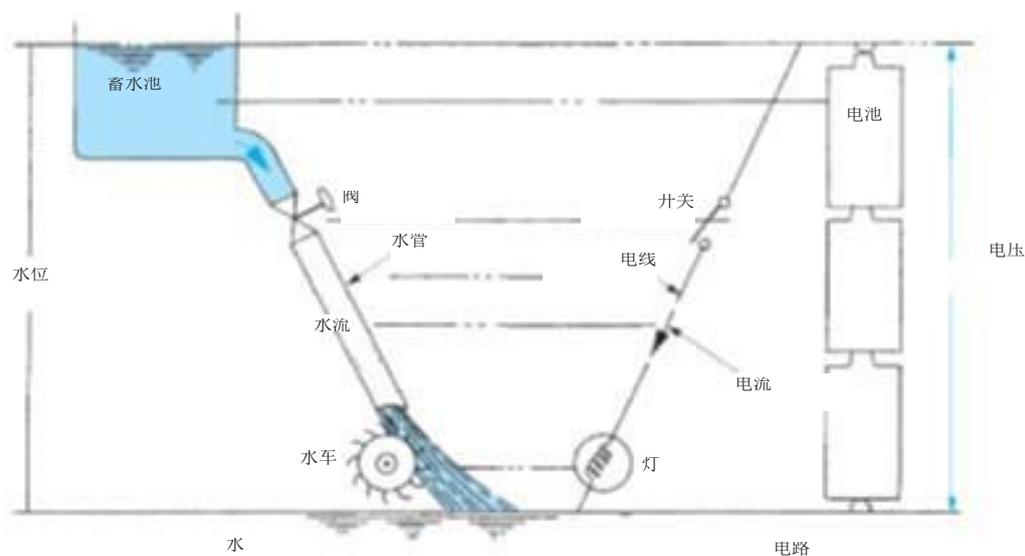
- (7) 被驱动装置卡住造成的人员伤亡（由于缺少防护罩或未安装防护罩、工人穿戴不当装备或处于不稳定的位置、沟通不足等）
- (8) 起重机倾覆或损坏（由于检查不足、建筑或工程作业故障、未采取防风暴措施等）
- (9) 从起重机上坠落造成的人员伤亡（由于脚手架不良、工人穿戴不当装备、操作员误解等）
- (10) 从起重机上掉落（例如，意外遗留在起重机顶部的物品或松动的起重机部件）
- (11) 触电造成的人员伤亡（由于接触裸露的导体、未关闭主电源、无意中打开电源等）

第 3 章

原动力和电力知识

1 电力(p.96)

1.1 电压、电流和电阻(p.96)



蓄水池 —— 电池
水车 —— 灯
阀 —— 开关
水管 —— 电线

图 3-1 与水比较的电路图

2.1 接线用断路器和磁力接触器(p.105)

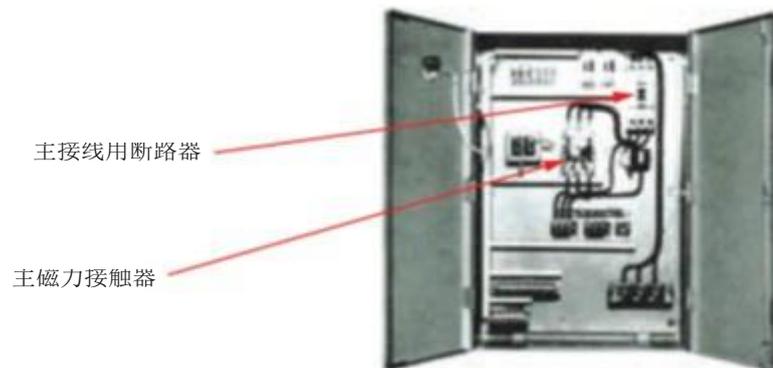


图 3-2 共享保护面板



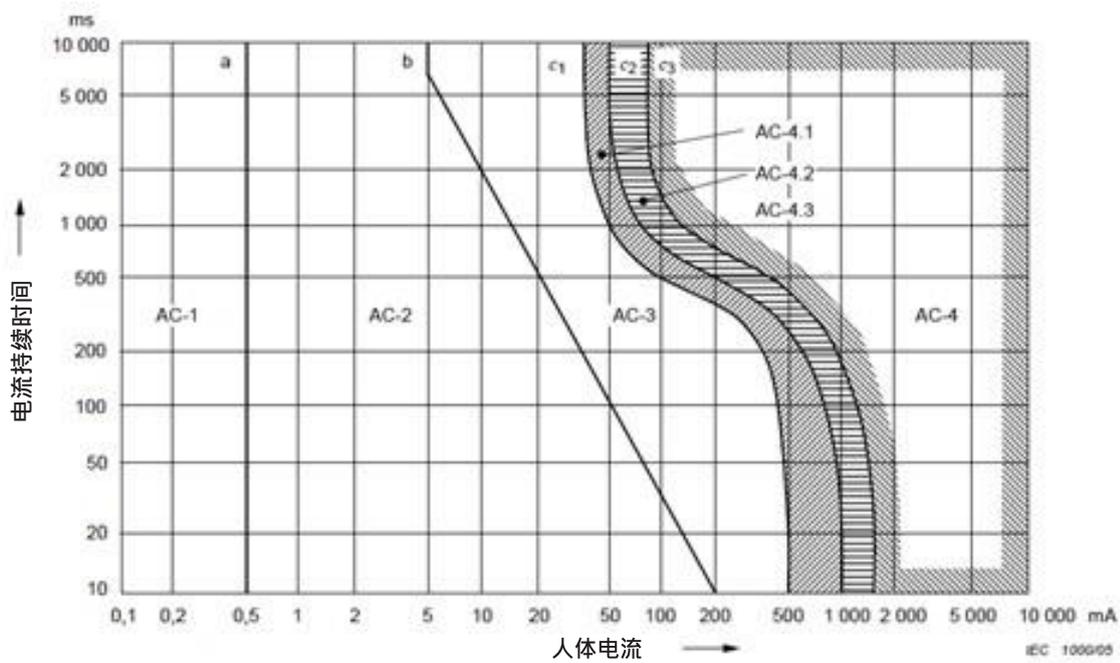
图 3-3 接地漏电断路器

3.1 触电危险(p.118)

触电（电击伤）是因流经人体的电流而引起疼痛和其他影响的一种生理反应。对人体的影响程度取决于电流大小、导电时间、电流类型（交流或直流）、触电者的体质和健康状况等情况，电流大小和通电时间的影响尤其大。

通常，用于估计因触电造成的危险的标准通常仅由电流值来指示。另一方面，国际电工委员会（IEC）根据图 3-4 中给出的电流和时间乘积进行评估。该图显示了当电流从左手流到双脚时的值，以及分别在 50 mA 电流 1000

mS（毫西门子）、100 mA 电流 500 mS 和 500 mA 电流 10 mS 下发生心室纤颤的死亡风险。但是，即使由于接触高压而在人体中流过大电流，当导电时间很短时，也有触电者逃脱而仅烧伤的情况。



区域	边界	生理效应
AC-1	AC-1 至 0.5 mA 曲线 a	可能有感觉，但通常不会有“受惊”的反应。
AC-2	0.5 mA 至曲线 b	有感觉和无意识的肌肉收缩可能，但通常没有有害的电生理效应。
AC-3	曲线 b 及以上	强烈的无意识肌肉收缩。呼吸困难。心脏功能的可逆障碍。可能动不了。效应随电流强度而增加。通常不会发生有机损伤。
AC-4 ¹⁾	曲线 c ₁ 以上 c ₁ - c ₂ c ₂ - c ₃ 超出曲线 c ₃	可能会发生病理生理效应，例如心脏骤停、呼吸停止、烧伤或其他细胞损伤。心室纤颤的可能性随着电流强度和时间而增加。 AC-4.1:心室纤颤的可能性高达约 5 % AC-4.2 心室纤颤的可能性高达约 50 % AC-4.3 心室纤颤的可能性约 50 %
¹⁾ 对于低于 200 ms 的电流持续时间，只有在超过相关阈值的情况下，才会在易受伤害的时间段内出现心室纤颤。关		

图 3-4 针对从左手到双脚的相应电流路径，交流电流（15 Hz 至 100 Hz）对人的影响的常规时间/电流区域

第 4 章

起重机操作所必需的动力学知识

1 与力相关的主题(p.126)

1.1 力的三要素 (请参见 p.126)

1.2 作用与反作用 (请参见 p.127)

1.3 力的组成(p.127)

如图 4-1a 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。

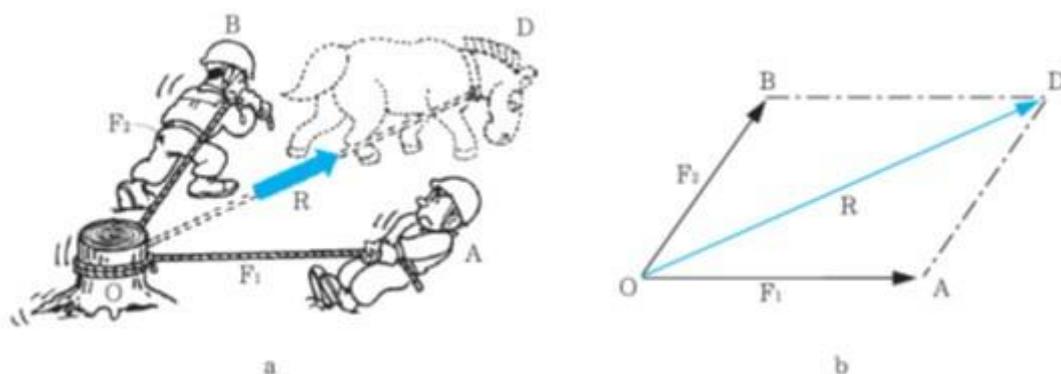


图 4-1 力的组成

图 4-1b 说明了求合力的方法。从两个不同方向作用于点 O 的力 F_1 和 F_2 的合力，可以通过以 F_1 和 F_2 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。

1.4 力的分解(p.128)

“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 4-2a 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，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。

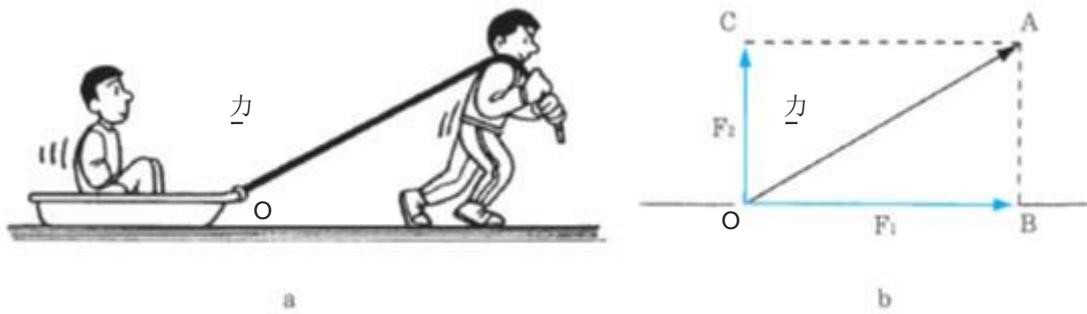


图 4-2 力的分解

如图 4-2b 所示，根据平行四边形定律，力 $F(OA)$ 被分成 $F_1(OB)$ 和 $F_2(OC)$ 。这是力的分解，可以发现雪橇的水平力变为 $F_1(OB)$ 。

1.5 力矩 (p.129)

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。

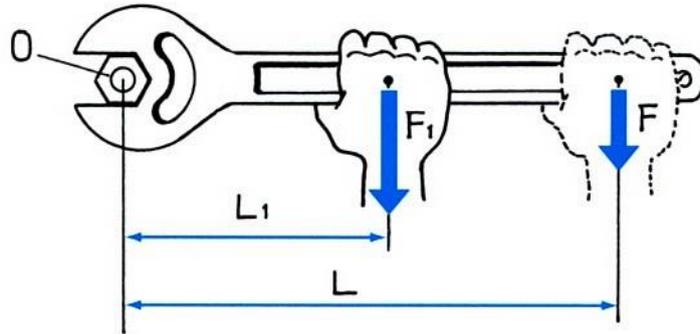


图 4-3 大小和力臂之间的关系

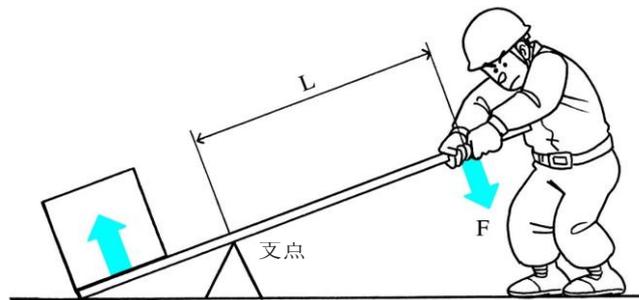


图 4-4 杠杆力矩

如上所述，与给定的旋转轴或给定的支点有关，由力的大小和其臂长的乘积表示的量被称为“力矩”。

将力的大小设为 F ，臂长设为 L ，则力矩 M 可写为 $M = F \times L$ 。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 $N \cdot m$ （牛顿米）表示。

$$M_1 = 9.8 \times m \times L_1, M_2 = 9.8 \times m \times L_2$$

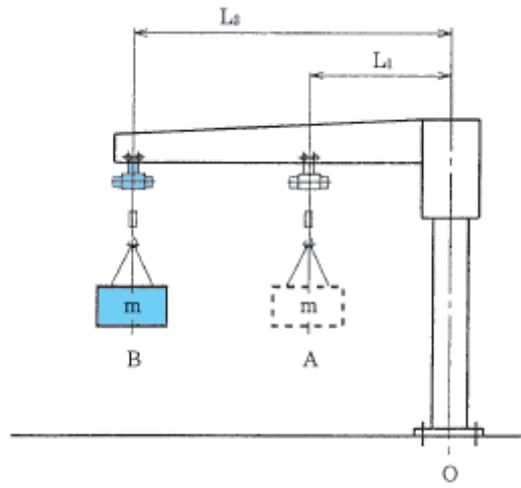


图 4-5 作用于悬臂起重机的力矩

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。

1.6 平行力的平衡(p.133)

图 4-6 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。

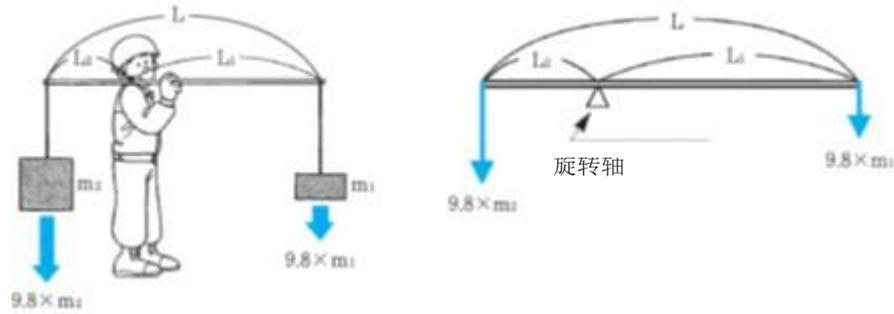


图 4-6 平行力的平衡

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 m_1 和 m_2 ，将杆上的承载位置（装载物与肩部之间的水平距离）设为 L_1 和 L_2

顺时针力矩： $M_1 = 9.8 \times m_1 \times L_1$ 逆时针力矩：

$M_2 = 9.8 \times m_2 \times L_2$ 围绕旋转轴的力矩如下保持

平衡：

$$9.8 \times m_1 \times L_1 = 9.8 \times m_2 \times L_2 \quad (1)$$

$$m_1 \times L_1 = m_2 \times L_2 \quad (2)$$

$$m_1 \times L_1 = m_2 \times (L - L_1) \quad (3)$$

$$m_1 \times L_1 = m_2 \times L - m_2 \times L_1 \quad (4)$$

$$m_1 \times L_1 + m_2 \times L_1 = m_2 \times L \quad (5)$$

$$L_1 \times (m_1 + m_2) = m_2 \times L \quad (6)$$

（注意 $L = L_1 + L_2$ ）

不用说，工人的肩膀充当支撑装载物重量 $(m_1 + m_2)$ 的旋转轴。 等式(6)可重写

为：

$$L_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times L$$

因此，如果将杆保持在通过与装载物重量 m_1 和 m_2 成反比来内部划分杆而确定的位置，装载物将达到平衡。

2 质量和重心 (p.135)

请参阅教材书。

3 运动(p.140)

3.1 速度(p.141)

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：

$$\text{速度}(v) = \frac{\text{距离}(L)}{\text{时间}(t)}$$

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.142)

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 4-7 惯性

3.3 向心力和离心力(p.143)

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。

为了使物体作圆周运动，必须使一些力（在上述情况下，是手通过握环抓住链球的力）作用在物体。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”。

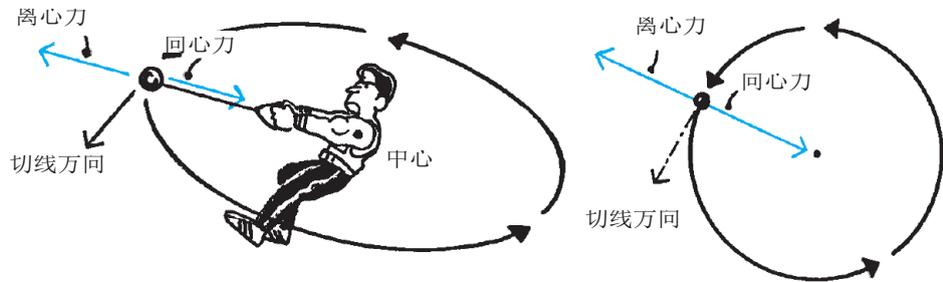


图 4-8 向心力和离心力

如图 4-9 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。

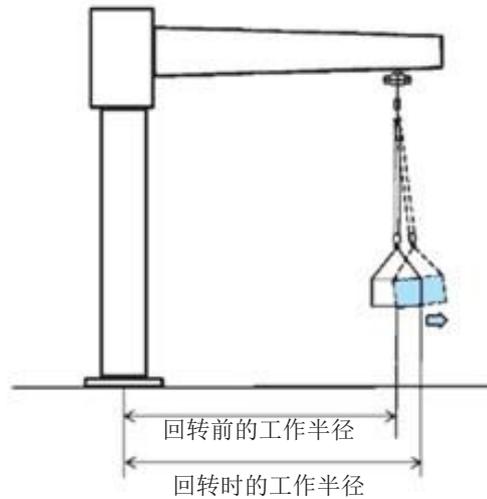


图 4-9 离心力引起的提升装载物的向外运动和工作半径的变化

“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.145)

如图 4-10 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。

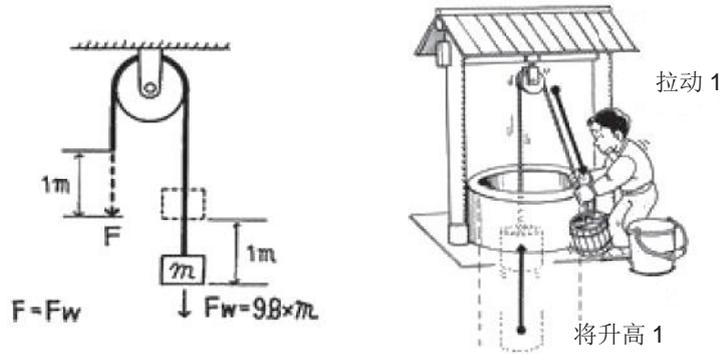


图 4-10 固定滑轮

4.2 动滑轮(p.146)

这是与起重机吊钩块使用的滑轮类型相同的滑轮。如图 4-11 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。

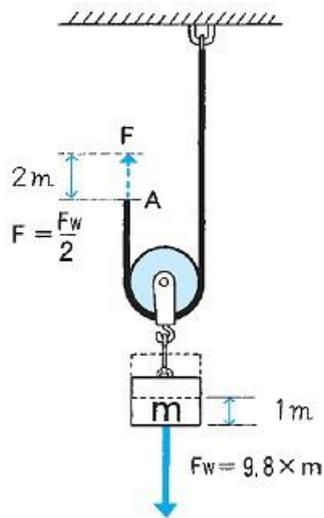


图 4-11 动滑轮

4.3 组合滑轮(p.147)

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 4-12 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。

$$F = \frac{1}{2 \times n} \times F_w$$

F: 拉动绳索的力

F_w: 装载物重量

$$V_m = \frac{1}{2 \times n} \times v$$

V_m: 缠绕速度

v: 装载物提升速度

$$L = 2 \times n \times L$$

L: 缠绕长度

L_m: 装载物提升距离

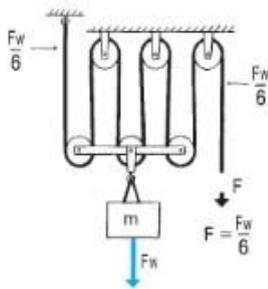


图 4-12 组合滑轮（三个动滑轮）

图 4-13 中显示的是起重机组组合滑轮系统的示例。

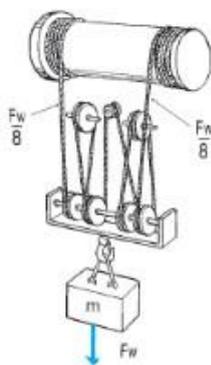


图 4-13 组合滑轮（起重机的四个动滑轮）

5 载荷(p.148)

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。

5.1 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。

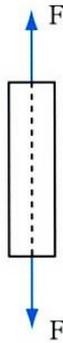


图 4-14 拉伸载荷

压缩载荷

如图 4-15 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 4-15 压缩载荷

剪切载荷

如图 4-16 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”。

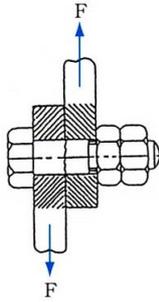


图 4-16 剪切载荷

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 4-17 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。

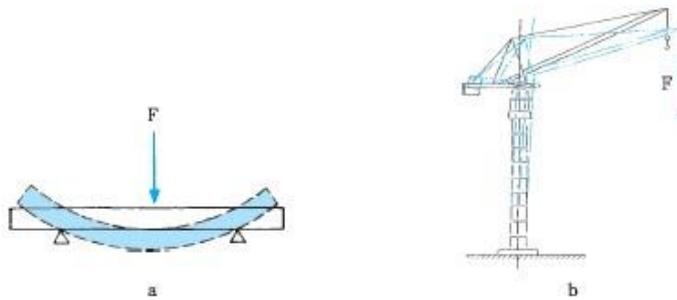


图 4-17 弯曲载荷

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 4-18 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。

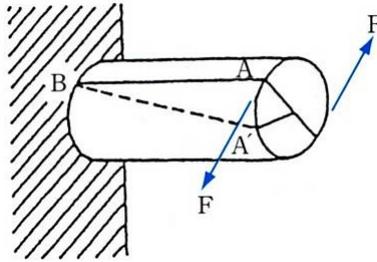


图 4-18 扭转载荷

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。

5.2 按载荷的速度分类

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。

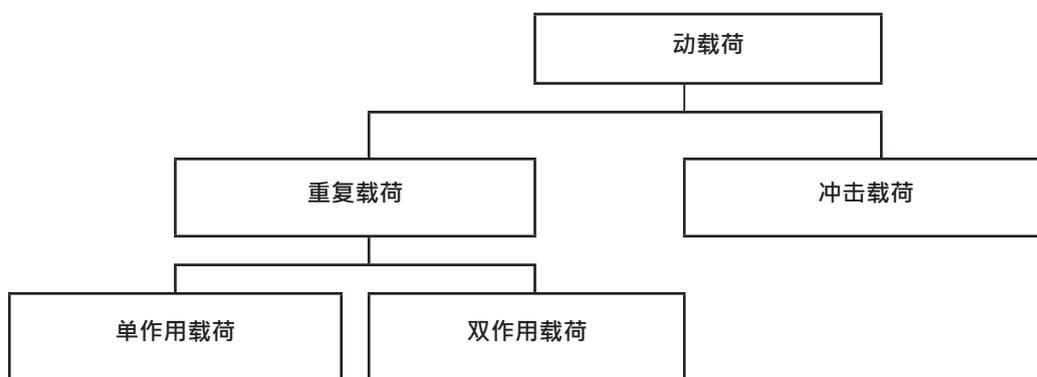


图 4-19 动载荷的分类

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。

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 4-20 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。

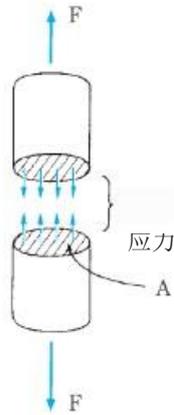


图 4-20 应力

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：

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

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。

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（请参见 p.155）

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

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。

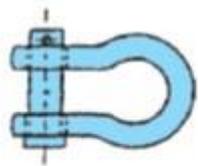
标准安全载荷(t) = 断裂载荷(kN) / (9.8 x 安全系数)

安全载荷

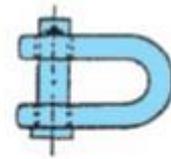
安全载荷（或工作载荷）是根据绳索数和吊索角度，使用钢丝绳或链条可以垂直提升的最大载荷(t)。有些吊具将安全载荷表示为额定载荷或工作载荷。

吊钩和吊具的安全载荷

制造商在考虑安全系数后得出的吊钩和吊具的安全载荷或工作载荷。



(a) 弓形钩环



(B) 直形钩环

图 4-21 钩环

8.1 施加到钢丝绳的载荷(p.155)

施加到钢丝绳上的载荷将因装载物重量、钢丝绳数和吊索角度而异。

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）如教材书所示。（图 4-39, p.156）

如图 4-22 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（ F_1 、 F_2 ）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 F_1 和 F_2 会增大。

另外，张力 F_1 和 F_2 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。

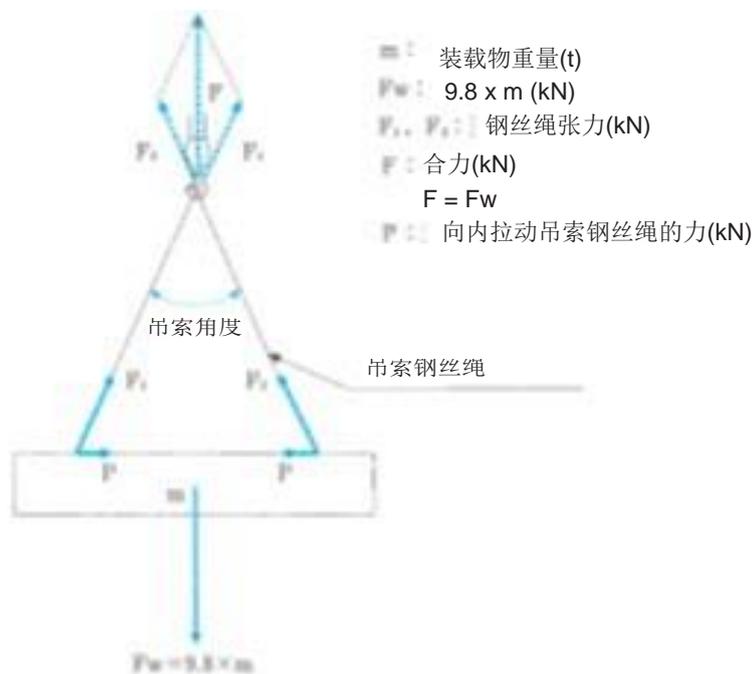


图 4-22 吊索钢丝绳的张力

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 4-4， p.157）

图 4-23 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。如果吊索角度变得过大，则吊索钢丝绳的吊环可能脱离吊钩。因此需确保吊索角度不大于 60 度。

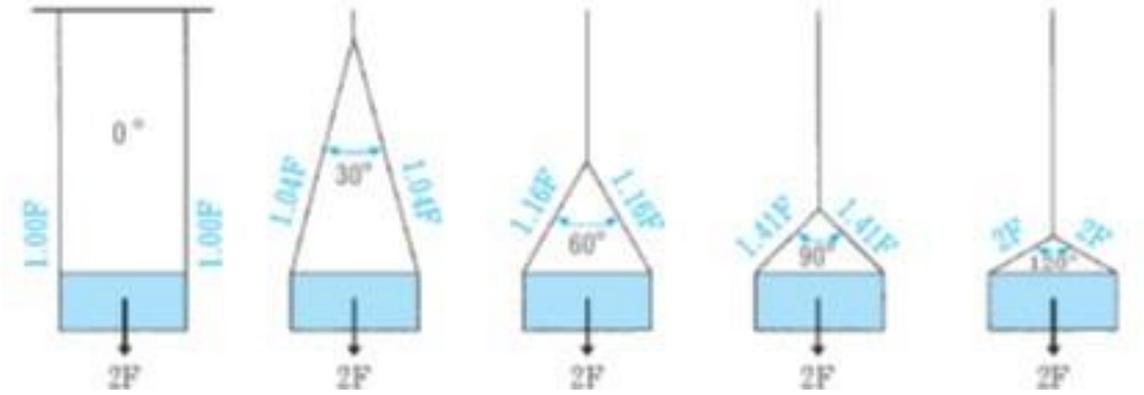


图 4-23 吊索角度和张力之间的关系

模式系数

（请参见表 4-5， p.157）

8.2 吊索钢丝绳选择计算(p.159)

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) x 张力系数

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 5 章

发信号方式

1 发信号方式(p.160)

与起重机操作员进行通信时，可使用各种发信号的方式，包括手部动作、旗帜和口哨（作为手部动作或旗帜的补充信号），但通常用手发信号的方式使用较为广泛。

用手发信号的主要考虑因素是通过指定的手部动作以清晰、容易辨别、明确无误的方式给出明显的信号。起重机操作员必须精通使用的所有信号，以便其可以轻松正确地理解给出的信号并相应地准确操作起重机。为了防止因信号发错引起的任何事故，操作员必须在以下情况下暂时停止起重机操作：

- 信号不清楚
- 收到除指定信号以外的任何信号
- 收到来自两名或多名信号员的信号
- 除指定的信号员以外的任何工人发出信号

1.1 通过手部动作发信号（请参见 p.161-p.163）

1.2 语音信号（请参见 p.165）

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 171 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 173 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 170 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）

2006 年第 1 号厚生劳动省条例修正案

(起重机检验证书) 第 178 页 第

9 条

主管劳工标准检验局局长，对于通过了完工检验的起重机或第 6 条第(1)款规定的起重机，应向根据同一条第(6)款的规定提交申请的人签发起重机检验证书（表格 7）。

(起重机检验证书) 第 178 页 第

10 条

起重机检验证书的有效期为两年。但是，根据完工检验的结果，所述有效期可以限制在两年以下。

(起重机检验证书) 第 179 页 第

16 条

雇主在使用起重机进行作业时，必须在进行所述作业的场所提供所述起重机的起重机检验证书。

(过载限制) 第 180-181 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 180-181

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 181

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。

(定期自检) 第 184 页

第 34 条

1. 雇主必须在安装起重机后，在一年中的每个周期定期对所述起重机进行一次自检。但是，这不适用于超过一年未使用的起重机的未使用期间。
2. 对于前款规定中的起重机，雇主必须在恢复其使用前进行自检。
3. 雇主必须对前两款规定中的自检进行载荷测试。但是，这不适用于属于以下任何一项的起重机：
 - (i) 已经在所述自检之前两个月内进行了根据第 40 条第(1)款规定的载荷测试的起重机，或者起重机检验证书的有效期在所述自检后两个月内过期；
 - (ii) 安装在发电厂、变电站等明显难以进行载荷测试的场所的起重机，并且主管劳工标准检验局局长认为不需要进行载荷测试。
4. 前款规定的载荷试验，应在额定速度下以起吊、行进、回转、吊运车横动等方式进行，同时悬挂与额定容量质量相当的装载物。

(定期自检) 第 185 页 第

36 条

雇主在使用起重机进行作业时，必须在开始当天作业之前检查以下起重机相关事项：

- (i) 防过卷装置、制动器、离合器和控制装置的功能；
- (ii) 吊运车横动的走道和轨道上部的状况；
- (iii) 钢丝绳穿过的部件的状况。

(自检记录等) 第 185 页 第

38 条

雇主必须记录本章节规定的自检和检查（不包括第 36 条规定的检查）的结果，并将这些记录保留三年。

(检验证书交还) 第 186 页

第 52 条

安装起重机的人员在停用或更改起重机提升能力至小于 3 吨（对于塔式式起重机，为小于 1 吨）时，必须立即将起重机的检验证书交还给主管劳工标准检验局局长。

(吊链的安全系数) 第 186-187

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/mm² 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 187 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。

I. 落地式起重机知识

[问题 1] 以下哪项是对起重机的正确定义？

- (1) 设计用于以人力手动提升装载物并水平承载提升装载物的机械装置
- (2) 设计用于通过动力提升装载物的机械装置
- (3) 除移动式起重机和吊杆式起重机以外，设计用于通过动力提升装载物并以水平方式承载提升装载物的任何机械装置

[问题 2] 以下哪项是对起重机相关技术术语的正确定义？

- (1) “起升高度”是指起重机行进轨道中心之间的水平距离。
- (2) “提升载荷”是指起重机提升的装载物的重量。
- (3) “额定载荷”是指起重机可实际悬挂或抓斗可实际抓取的最大载荷，这将因起重机的状况而异。

[问题 3] 以下哪项不是对起重机相关技术术语的正确定义？

- (1) “跨度”是指行进轨道中心之间的水平距离。
- (2) “回转”是指悬臂起重机的悬臂或其他类似部件以旋转中心为轴进行旋转以外的其他运动。
- (3) “额定载荷”是指起重机的吊钩可悬挂的最大载荷。

[问题 4]以下哪项是高架移动式起重机跨度的正确描述？

- (1) 吊运车能沿着大梁移动的距离
- (2) 鞍座一侧的外轮轴中心之间的距离
- (3) 行进轨道中心之间的水平距离

[问题 5]以下哪项是对起重机相关技术术语的正确定义？

- (1) “额定速度”是指起吊配件上施加额定载荷的情况下，执行提升、行进或横动等动作时的最大速度。
- (2) “提升载荷”是指起重机吊钩上可实际悬挂或抓斗可实际抓取的最大载荷。
- (3) “悬臂角度”是指悬臂中心线和垂线之间的夹角。

[问题 6]以下哪项不是对起重机运动的正确描述？

- (1) “回转”是指悬臂起重机的悬臂或其他类似部件绕着特定转轴进行水平旋转。
- (2) “悬臂倾角改变”是指以悬臂底座端为转轴上下移动悬臂，而“悬臂的提升或抬起”是指悬臂沿着悬臂角减小的方向移动。
- (3) “水平变幅”是指提升的装载物相对于悬臂底座朝内和朝外移动时保持在相同高度的运动。

[问题 7]以下哪项不是对起重机处理注意事项的正确描述？

- (1) 出现动力故障时，控制器手柄回到停止位置，并关闭电源开关。
- (2) 若要承载装载物，先提升装载物至指定的高度，再水平移动。
- (3) 在室外起重机上，解锁因可能的强风而防止失控的装置。

[问题 8]以下哪项不是对装载物摆动相关信息正确描述？

- (1) 钢丝绳越长，摆动周期越短。
- (2) 防摆动的基本方法是根据钢丝绳的长度（摆动周期）执行操作。
- (3) 钢丝绳越长，装载物可摆动的距离越大。

[问题 9]以下哪项不是对制动器的正确描述？

- (1) 不需要检查制动器，因为不管使用频率如何，制动器都不会有故障。
- (2) 如果未正确调节制动器，制动器可能不起作用或造成损坏。
- (3) 制动器是使电动机停止并将装载物保持在所需位置的部件。

[问题 10] 以下哪项不是对起重机检查和维护管理相关信息的正确描述？

- (1) 执行起重机检查时，不需要将“请勿打开”的标签贴在起重机的电源开关处。
- (2) 日常作业时，起重机操作员应务必小心留意起重机运作方式的任何变化，且不得疏忽可能出现的任何故障。
- (3) 在高空进行检查作业时务必系好安全带。

[问题 11] 以下哪项不是对起重机检查和维护管理相关信息的正确描述？

- (1) 起重链不够长时，向制造商订购更多链节，然后将这些链节挂接到现有的链条上。
- (2) 不得使用延长部分超过其出厂原始长度 5% 的起重链。
- (3) 不得使用直径减小了标称直径 7% 的钢丝绳。

[问题 12] 以下哪项是对启动前检查相关信息的正确描述？

- (1) 确保行进轨道上没有障碍物，且轨道没有问题。
- (2) 即使钢丝绳接触到结构部分，也能操作起重机。
- (3) 按钮开关损坏时，也能操作起重机。

[问题 13] 以下哪项不是对起重机的“行进”运动的正确描述？

- (1) “行进”是指吊运车在缆索起重机的主要钢丝绳上的运动。
- (2) “行进”是指壁行起重机沿着壁面的运动。
- (3) “行进”是指塔式悬臂起重机沿着地面的运动。

[问题 14] 以下哪项是落地式起重机操作要点的正确描述？

- (1) 在从装载物上取下吊索钢丝绳之前，请务必切断起重机的电源。
- (2) 如果起重机停在安全走道上方以外的位置，可以将吊钩升降到任何高度。
- (3) 吊钩上没有装载物时，即使吊钩大幅摆动，也能将吊钩升至指定的高度。

[问题 15] 以下哪个装置能防止室外起重机在遭遇强风时偏离走道？

- (1) 锚
- (2) 液压缓冲装置
- (3) 防过载装置

II. 原动力和电力知识

[问题 1] 以下哪个公式正确说明了电流(I)、电压(E)和电阻(R)之间的关系?

- (1) $I = ER$
- (2) $E = IR$
- (3) $R = IE$

[问题 2] 当电压为 200 V, 电阻为 20 Ω 时, 以下哪个是正确的电流?

- (1) 0.1 A
- (2) 10 A
- (3) 4000 A

[问题 3] 以下哪项不是对电力的正确描述?

- (1) 如果两个电路的电压相同, 则无论电流是否不同, 两个电路都具有相同的功耗。
- (2) 物体的电阻与长度呈正比, 与横截面积呈反比。
- (3) 2000 W 也可表示为 2 kW。

[问题 4] 以下哪一项是改变三相感应电动机旋转方向的正确描述?

- (1) 互换一次侧电源三根线的任意一根。
- (2) 互换一次侧电源三根线的任意两根。
- (3) 互换一次侧电源的全部三根线。

[问题 5] 若要计算电能, 用以下哪一项乘以电力功率?

- (1) 时间
- (2) 速度
- (3) 距离

[问题 6] 以下哪种电动机最常用于起重机？

- (1) 整流子电动机
- (2) 单相感应电动机
- (3) 三相感应电动机

[问题 7] 以下哪种电力用作大多数起重机的电源？

- (1) 直流电 (DC)
- (2) 单相 AC
- (3) 三相 AC

[问题 8] 以下哪项是绝缘材料？

- (1) 银
- (2) 橡胶
- (3) 铝

[问题 9] 以下哪项是触电时安全极限电流？

- (1) 10 mA (毫安)
- (2) 50 mA (毫安)
- (3) 80 mA (毫安)

[问题 10] 以下哪项不是对触电相关信息的正确描述？

- (1) 低电压不会致死，因为只有少量电流流过人体。
- (2) 触电造成的受伤程度与流过人体的电流量和触电持续时间有关。
- (3) 皮肤出汗或沾有其他液体时，触电会造成更高的伤害。

III. 起重机操作所必需的动力学知识

[问题 1] 以下哪项是力的三要素？

- (1) 大小、方向和作用点
- (2) 平衡、离心力和方向
- (3) 作用线、大小和强度

[问题 2] 以下哪项是对力矩的正确描述？

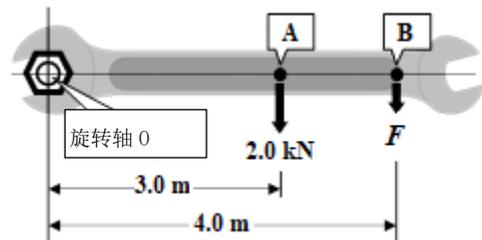
- (1) 如果力的大小保持相同，则臂长变长时，力矩也不变。
- (2) 即使力的大小保持相同，当臂长变长时，力矩变大。
- (3) 即使力的大小保持相同，当臂长变短时，力矩变大。

[问题 3] 以下哪项不是将物体放在水平面上时稳定性的正确描述？

- (1) 物体的稳定性取决于其放置方式。
- (2) 放在水平面上的物体稍微倾斜时，重心将下移。
- (3) 基底面积较大的物体更稳定。

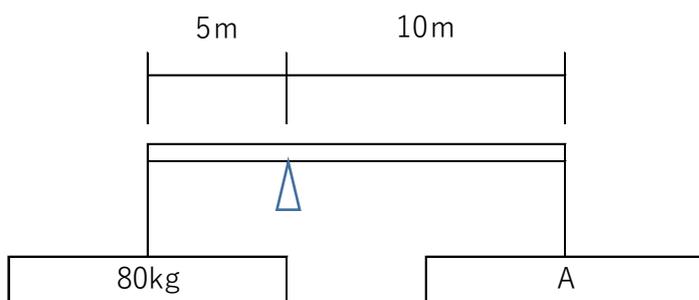
[问题 4] 在下图中，当 A 点力矩等于 B 点力矩时，以下哪项是 B 点的受力 F ？

- (1) 1.5 kN
- (2) 3.0 kN
- (3) 4.5 kN



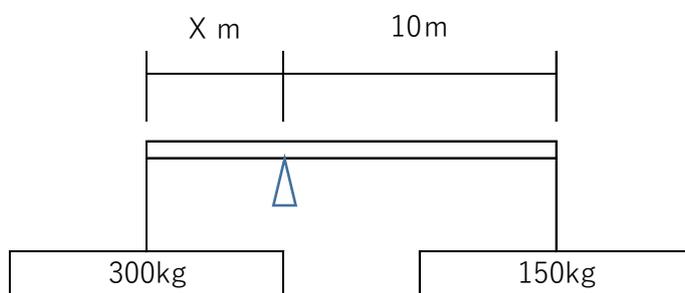
[问题 5] 以下哪项是平衡下图所示天平支点两侧所需的重量 A? 此问题无需考虑天平支点的重量。

- (1) 10 kg
- (2) 20 kg
- (3) 40 kg



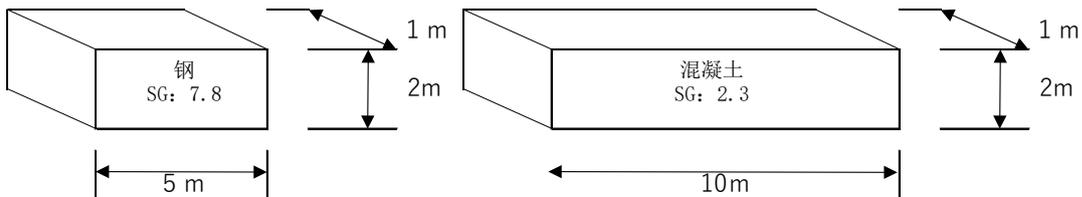
[问题 6] 以下哪项是平衡下图所示天平支点两侧所需的长度 X? 此问题无需考虑天平支点的重量。

- (1) 1.0 m
- (2) 2.5 m
- (3) 5.0 m



[问题 7]将钢块的质量与下图所示的混凝土块的质量时，以下哪项是正确的？

- (1) 钢块的质量等于混凝土块的质量。
- (2) 钢块的质量较大。
- (3) 混凝土块的质量较大。



[问题 8]以下哪种载荷具有大小或方向均不变的力，如起重机结构的自重？

- (1) 静载荷
- (2) 动载荷
- (3) 单作用载荷

[问题 9]当物体处于圆周运动时，力将把物体从圆心向外拉。以下哪项是这种力的名称？

- (1) 摩擦力
- (2) 向心力
- (3) 离心力

[问题 10]不受外力作用时，静止的物体倾向于保持静止，而运动中的物体倾向于保持运动。这个性质叫什么？

- (1) 速度
- (2) 惯性
- (3) 加速度

IV. 相关法律法规

[问题 1] 以下哪项未包括在《起重机安全条例》中起重机的定义中？

- (1) 高架移动式起重机
- (2) 桥式起重机
- (3) 履带式起重机

[问题 2] 以下哪种起重机不受《起重机安全条例》的管辖？

- (1) 通过电动行进和横动并通过手动提升的高架移动式起重机（提升载荷 2.5 t）
- (2) 通过电动提升且提升载荷为 0.7 t 的壁行起重机
- (3) 通过电动执行所有操作且提升载荷为 0.5 t 的悬臂起重机

[问题 3] 根据《起重机安全条例》中的规定，以下哪项是必须保留自检记录的时段？

- (1) 1 年
- (2) 3 年
- (3) 5 年

[问题 4] 以下哪项是起重机检验证书的有效期？

- (1) 1 年
- (2) 2 年
- (3) 3 年

[问题 5] 以下哪项是接受落地式起重机技能培训的人员所执行操作的正确描述？

- (1) 只有参加完整的落地式起重机技能培训课程的人员才能执行吊索作业。
- (2) 若要执行提升载荷不小于 1 t 的吊索作业，操作员必须完成吊索作业的技能培训课程。
- (3) 操作员可以执行雇主指定的吊索作业。

[问题 6] 以下哪项不是每天开始工作前规定要检查的项目？

- (1) 悬臂和柱架的强度
- (2) 制动功能
- (3) 防过卷装置的功能

[问题 7] 以下哪项只能由厚生劳动省注册的人员执行？

- (1) 初始检查
- (2) 性能检查
- (3) 临时装载检查

[问题 8] 以下哪项是完成落地式起重机技能培训课程的人员可能无法操作的非落地式起重机（除了缆车）的提升载荷？

- (1) 1 t 或以上
- (2) 3 t 或以上
- (3) 5 t 或以上

[问题 9]以下哪些人员可使用提升载荷不小于 5 t 的落地式起重机执行吊索作业？

- (1) 完成落地式起重机技能培训课程的人员
- (2) 完成吊索作业相关的特殊教育课程的人员
- (3) 完成吊索作业技能培训课程的人员

[问题 10]以下哪项是每年至少定期进行一次的自检载荷试验的重量？

- (1) 0.5 倍额定载荷
- (2) 1.0 倍额定载荷
- (3) 1.5 倍额定载荷

[问题 11]以下哪项是出现风暴或强风时起重机操作的正确描述？

- (1) 雇主可以在出现强风时执行起重机操作。
- (2) 即使瞬时风速超过 30 m/s 的风刮过起重机，雇主也没有必要采取固定装置等措施防止偏离走道。
- (3) 当预报有可能出现危及起重机作业的强风时，雇主必须暂停与起重机有关的作业。

[问题 12] 以下哪项是对起重机法律法规的正确描述？

- (1) 操作信号必须由吊索助手发出。
- (2) 可以使用起重机抬起工人。
- (3) 提升装载物时，起重机操作员不得离开操作位置。

[问题 13] 根据《起重机安全条例》中的规定，以下哪项是吊索钢丝绳的正确安全系数？

- (1) 2 或以上
- (2) 4 或以上
- (3) 6 或以上

[问题 14] 根据《起重机安全条例》中的规定，以下哪项是起重链的正确安全系数？

- (1) 1 或以上
- (2) 3 或以上，或在满足某些条件时为 2 或以上
- (3) 5 或以上，或在满足某些条件时为 4 或以上

[问题 15] 根据《起重机安全条例》中的规定，以下哪项是吊钩和钩环的正确安全系数？

- (1) 1 或以上
- (2) 3 或以上
- (3) 5 或以上

答案

I. 落地式起重机知识（15 个问题）

[Q1] (3), [Q2] (3), [Q3] (2), [Q4] (3), [Q5] (1),
[Q6] (2), [Q7] (3), [Q8] (1), [Q9] (1), [Q10] (1),
[Q11] (1), [Q12] (1), [Q13] (1), [Q14] (1), [Q15] (1)

II. 原动力和电力知识（10 个问题）

[Q1] (2), [Q2] (2), [Q3] (1), [Q4] (2), [Q5] (1),
[Q6] (3), [Q7] (3), [Q8] (2), [Q9] (2), [Q10] (1)

III. 起重机操作所必需的 dynamics 知识（10 个问题）

[Q1] (1), [Q2] (2), [Q3] (2), [Q4] (1), [Q5] (3),
[Q6] (3), [Q7] (2), [Q8] (1), [Q9] (3), [Q10] (2)

IV. 相关法律法规（15 个问题）

[Q1] (3), [Q2] (1), [Q3] (2), [Q4] (2), [Q5] (2),
[Q6] (1), [Q7] (2), [Q8] (3), [Q9] (3), [Q10] (2),
[Q11] (3), [Q12] (3), [Q13] (3), [Q14] (3), [Q15] (3)