

目录

第 1 章

轻型移动式起重机有关知识

1.1 移动式起重机定义、操作员资格和术语	3
1.2 移动式起重机的类型	7
1.3 移动式起重机的主要结构	12
1.4 吊升、变幅、回转和其他作业的机构	22
1.5 移动式起重机安全装置和制动器功能	29
1.6 操纵移动式起重机作业设备	38

第 2 章

原动机和电力相关知识

2.1 原动机	64
2.2 液压系统	68
2.3 触电危险	77

第 3 章

操作轻型移动式起重机所需的动力学知识

3.1 力的相关事项	83
3.2 质量和重心	88
3.3 运动	90
3.4 材料的荷载、应力、强度	94
3.5 钢丝绳、吊钩和其他吊具的强度	96
3.6 tamagake 钢丝绳数、升角和吊升荷载之间的关系	98

第 4 章

防止危险或损害工人健康的措施

4.1 轻型移动式起重机信号	100
----------------------	-----

第 5 章

适用的法律法规（概述）

5.1 适用的法律法规	101
5.2 起重机的安全条例	108

第 1 章

轻型移动式起重机有关知识

1.1 移动式起重机定义、操作员资格和术语

1.1.1 定义

移动式起重机是指“利用动力吊升荷载并以水平方向进行运输的机械装置。这些机器安装了内置的原动机，可被移动到非特定位置”。其中，吊升荷载为 1 吨或 1 吨以上到 5 吨以下的移动式起重机被称为“轻型移动式起重机”。



图 1-1 移动式起重机的定义

1.1.2 操作员资格

移动式起重机所要求的操作资格是根据各移动式起重机的吊升荷载而分类。如要操作表 1-1 所示的移动式起重机，须取得移动式起重机操作员执照、完成技能培训课程或移动式起重机操作专业培训。这些资格仅根据要操作的移动式起重机的吊升荷载和能力予以分类，并非依据待吊升荷载的实际质量。

表 1-1 根据操作员资格列示可操作的移动式起重机

吊升荷载	移动式起重机 操作员执照	轻型移动式起重机操作技 能培训课程	移动式起重机操作专 业培训	备注
5 吨或以上	○	×	×	这包括路上的行驶 操作
1 吨或 1 吨以上到 5 吨以下	○	○	×	
0.5 吨或 0.5 吨以上到 1 吨以下	○	○	○	

1.1.3 术语

(1) 卷起/降下、悬臂变幅、伸缩和回转

通过使用卷起/降下、悬臂变幅、伸缩或回转的动作组合来操作移动式起重机。

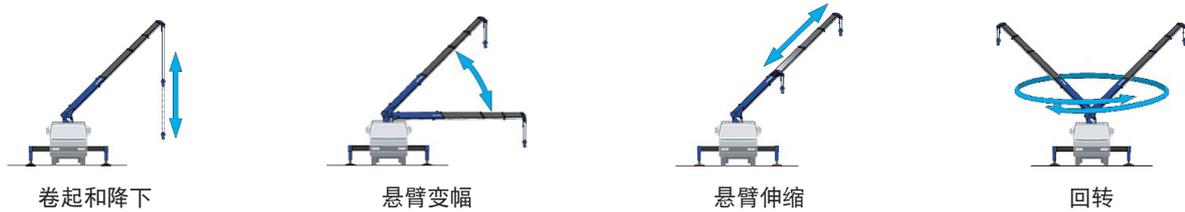


图 1-2 移动式起重机运动

(2) 悬臂

悬臂是其支点位于移动式起重机回转上部结构末端的机臂。根据形状的不同，分为箱形悬臂和桁架臂。几乎所有吊升荷载低于 5 吨的轻型移动式起重机都有箱形悬臂。

安装在主悬臂末端的附加悬臂称为辅助悬臂。移动式起重机的主悬臂通常称为转臂。此外，带起重机功能的液压挖掘机使用铰接臂。靠近铲斗的部分称为机臂；靠近操作员座位的部分叫做转臂（请参见图 1-14，第 11 页 (cn)）。

(3) 工作半径

工作半径是从回转中心到穿过吊钩中心的垂线的水平距离（图 1-3）。注意，这并非座架销到吊钩中心的距离。

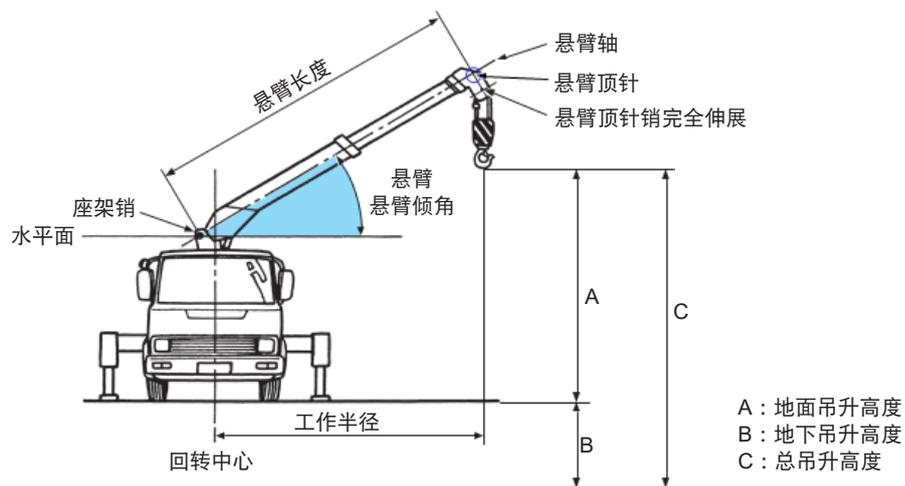


图 1-3 悬臂术语

(4) 吊升荷载

吊升荷载是指外伸支架完全展开并且工作半径最小时（即悬臂长度最小且悬臂倾角最大时的状态）所能施加的最大荷载。吊升荷载包括吊钩或抓斗等吊具的质量。

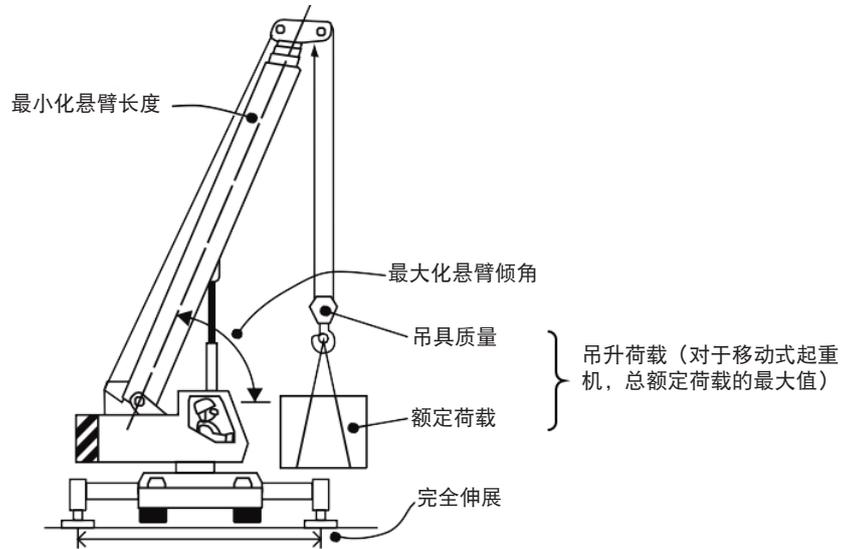


图 1-4 吊升荷载

(5) 额定荷载

额定荷载是指根据移动式起重机的结构、组件材料、悬臂倾角和悬臂长度所能放置的最大荷载减去吊具（如吊钩或抓斗）质量获得的荷载。

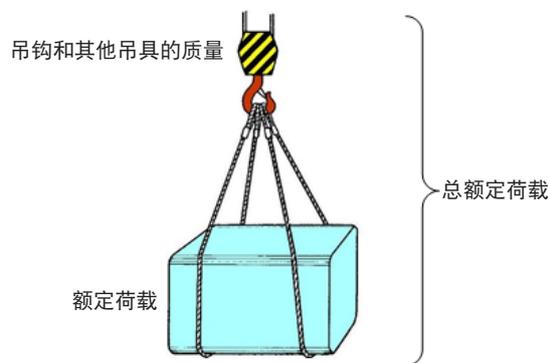


图 1-5 总额定荷载

(6) 总额定荷载

总额定荷载是指将吊钩或其他吊具的质量与额定荷载相加而得到的质量（图 1-5，第 5 页 (cn)）。对于移动式起重机，根据作业类型经常会用到多种吊钩。即使悬臂长度和工作半径相同，但是使用不同的吊钩时，额定荷载也会发生变化。因此，通常会显示在额定荷载上再加上吊钩或任何其他吊具的质量而获得的总额定荷载。总额定荷载的最大值等于吊升荷载。

(7) 非荷载条件下的总额定荷载

非荷载条件下的总额定荷载是卡车装载起重机的专用术语。该值由货厢空载（卸货状态）时的起重机稳定性以及悬臂和其他组件的强度确定。在外伸支架处于完全伸展宽度时（保证起重机的最大稳定性）以及悬臂面朝后方和侧面区域时，它用来表示移动式起重机的性能。

(8) jigiri（启动）

jigiri（启动）指的是卷起荷载，使其略高于地面、工作平台或承载块。

在进行起重作业时，缓慢平稳地吊升荷载，将荷载吊离地面后立即停止，并确认所吊荷载的稳定性。然后，确认 tamagake（索具）状况，检查其是否挂在吊钩上，从而确保安全。

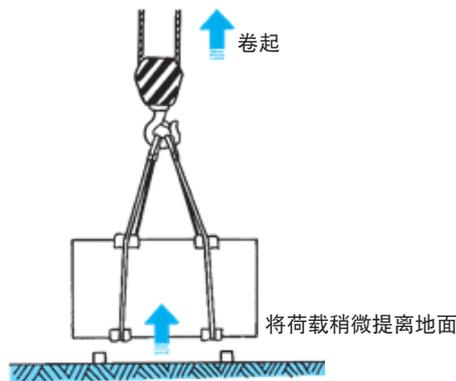


图 1-6 jigiri（启动）

(9) 吊升高度

吊升高度是指吊钩或其他吊具基于悬臂长度和悬臂倾角能够有效吊升和降下的上下限之间的垂直距离。从地面（安装移动式起重机的表面）向上的吊升高度范围称为“地面吊升高度”，向下的吊升高度范围称为“地下吊升高度”，总计称为“最大吊升高度”（总吊升高度）（图 1-3，第 4 页 (cn)）。通常，对于卡车装载起重机，悬臂长度为最大长度时的地面吊升高度将设置为最大的地面吊升高度，而地下吊升高度不会进行设置。

1.2.1 卡车起重机

(1) 卡车起重机

吊升荷载低于 5 吨的卡车起重机通常安装了加固的标准卡车底盘和回转上部结构（起重机设备），并配备外伸支架以提高起重机作业的安全性。

此外，每台卡车起重机上都安装了两个驾驶室，一个用于操作起重机，另一个用于驾驶起重机。液压系统或机械系统将动力传递给起重机设备。大多数吊升荷载低于 5 吨的移动式起重机都使用液压系统。



图 1-7 卡车起重机

(2) 卡车装载起重机

卡车装载起重机在货厢和驾驶室之间装载轻型起重机设备，并从用于驱动起重机的原动机（发动机）中提取动力来操作起重机设备。很多机型的吊升荷载在 3 吨以下。悬臂类型有直臂和铰接臂两种。



直臂



铰接臂

图 1-8 卡车装载起重机

1.2.2 轮式起重机

(1) 轮式起重机

轮式起重机配备了定制吊运车，吊运车上安装有回转上部结构（起重机设备）。轮式起重机可以从单一驾驶室通过单一原动机进行驾驶和起重机操作。轮式起重机分为四轮和三轮（两个前轮，一个后轮）两种类型。虽然很多起重机配备外伸支架来增加稳定性，但是也有一些是在前胎外部装上铁圈。在吊升过程中铁圈与地面接触，增加稳定性。



图 1-9 轮式起重机

(2) 越野起重机

越野起重机是一种自行推进式起重机，可以从单一驾驶室进行起重机操作和驾驶。越野起重机属于轮式起重机的一种。这些起重机配备了大轮胎和全轮驱动，可在崎岖和软土地面上行驶。而且这些起重机还配有四种转向方式（前两轮转向、后两轮转向、四轮转向、蟹行转向）。因此，在狭窄的空间中具有不错的机动性。



图 1-10 越野起重机

(3) 履带式起重机

履带式起重机配备了一条履带进行移动，这种履带就是安装了回转上部结构的一种驱动架。因此，它们比轮胎式起重机接触面积要宽。这可以让履带式起重机在软土路面和崎岖的地方行驶。某些轻型履带式起重机（称为迷你履带式起重机）会配备外伸支架来增加稳定性。



图 1-11 轻型履带式起重机

1.2.3 铁路起重机

铁路起重机的起重机设备（回转上部结构）安装在带轮的吊运车顶部，而这种轮子可在铁路路轨上面行驶。铁路起重机用于铁路建设。



图 1-12 铁路起重机

1.2.4 水上浮式起重机

水上浮式起重机的起重机设备安装在驳船顶部。其中有些类型的悬臂不能执行变幅或回转。水上浮式起重机通过自行推进或非自行推进方式在水面上移动，并且很多机型在处理大型和重型荷载方面具有非常惊人的能力。



图 1-13 水上浮式起重机

1.2.5 其他移动式起重机

另一种移动式起重机是拖铲式（带起重机功能的液压挖掘机 [图 1-14]）。这些机器配备了起重机功能，如液压挖掘机上用于吊升荷载的吊钩以及安全装置。具体来说，铲斗后面连接了一个定制吊钩（可存放在铲斗后面的可收放吊钩很常见 [图 1-15]），并且可以根据作业设置吊钩以及起重机模式或者挖掘机模式，这样使用一台起重机就可同时进行挖掘和起重机操作。注意，这并不包含铲斗后面简单地连接了一个定制吊钩的起重机。



图 1-14 带起重机功能的液压挖掘机



(a) 伸出



(b) 收回

图 1-15 可收放吊钩

1.3.1 回转上部结构

回转上部结构是指在一种称为“回转支承架”的焊接结构的支承架中安装了悬臂和卷起/变幅起重机设备或类似设备的结构。回转支承架通过回转支承安装在下部行走部分的顶部。整个主体左右回转。

在越野起重机的回转上部结构中，悬臂、变幅机构（变幅油缸）、起重机构以及用于执行起重机操作和驾驶操作的驾驶室均安装在回转支承架上的回转底座（图 1-16，第 13 页 (cn)）。起重机构的后部装有配重或其他维持平衡的加重结构。

卡车起重机的上部结构几乎一样，但在回转支承架上安装了一个仅供起重机操作的驾驶室。用于驾驶操作的驾驶室在下部行走部分中。卡车装载起重机的回转上部结构在回转支承架上有一个起重机构和变幅机构（变幅油缸），并且悬臂安装在上层部分（图 1-17，第 13 页 (cn)）。此外，下部行走部分两侧都提供了作业设备。吊升荷载时，悬臂相当于一个机臂，主要施加一个弯曲力（弯曲荷载）。这里有箱形悬臂和桁架臂，并且箱形悬臂的截面形状主要为矩形或多边形，从而提供承受弯曲力所需的强度（图 1-20 和图 1-21，第 13 页 (cn)）。大多数轻型移动式起重机是箱形悬臂。

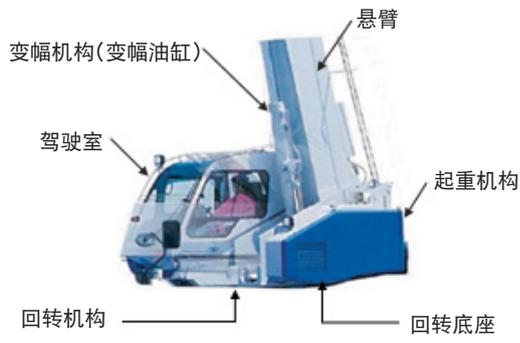


图 1-16 越野起重机回转上部结构

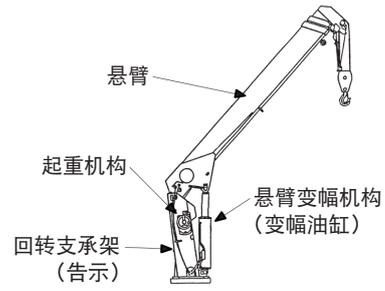


图 1-17 卡车装载起重机回转上部结构



- ① 荷载力矩限制器
- ② 回转制动器开关
- ③ PTO 开关
- ④ 回转操纵杆
- ⑤ 伸缩操纵杆
- ⑥ 外伸支架操作开关
- ⑦ 主起重操纵杆
- ⑧ 辅助起重操纵杆
- ⑨ 变幅操纵杆

图 1-18 越野起重机驾驶室的示例



- ① 荷载计
- ② 伸缩操纵杆
- ③ 起重操纵杆
- ④ 变幅操纵杆
- ⑤ 回转操纵杆
- ⑥ 吊钩回缩/取出开关
- ⑦ 千斤顶开关

图 1-19 卡车装载起重机操纵杆/开关的示例



图 1-20 箱形悬臂



图 1-21 桁架臂

1.3.2 回转机构

回转机构安装在下部行走部分上，是一种左右旋转回转上部结构的装置。许多回转机构都有这样一种结构，即回转支承安装到下部行走部分支承架的上部，并且回转上部结构安装在回转支承的上表面。凭借该类型的回转机构，可以实现 360° 无限旋转。（请参见“定义”（第 3 页））

1.3.3 下部行走部分

下部行走部分是装入回转上部结构并驱动起重机的一种底层结构。根据驱动系统，分为以下几种类型：

(1) 卡车装载起重机下部行走部分

对于卡车装载起重机，运货卡车使用该部分加固起重机设备安装的位置（在普通运货卡车的驾驶室和货厢之间）。也有一些型号将起重机设备安装在货厢或后方。

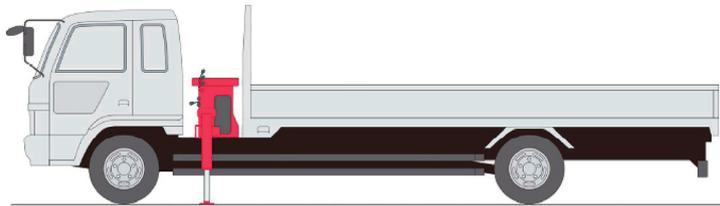


图 1-22 卡车装载起重机下部行走部分

(2) 轮式起重机（含越野起重机）下部行走部分

轮式起重机下部行走部分是专为轮式起重机而制造。通常具有两个轴，常见为四轮驱动 (4WD) 型号，并且基本上都是可以四轮转向的类型。用于驾驶和起重机操作的动力均由一台发动机提供，并且所有操作都在一个驾驶室内完成。虽然轮式起重机配备了外伸支架，但有些型号并未配备；这些型号采用另一种结构，即使用直径比轮胎略小的铁圈安装在轮胎外表面，在起重机操作过程中这些铁圈与地面接触，增加稳定性。

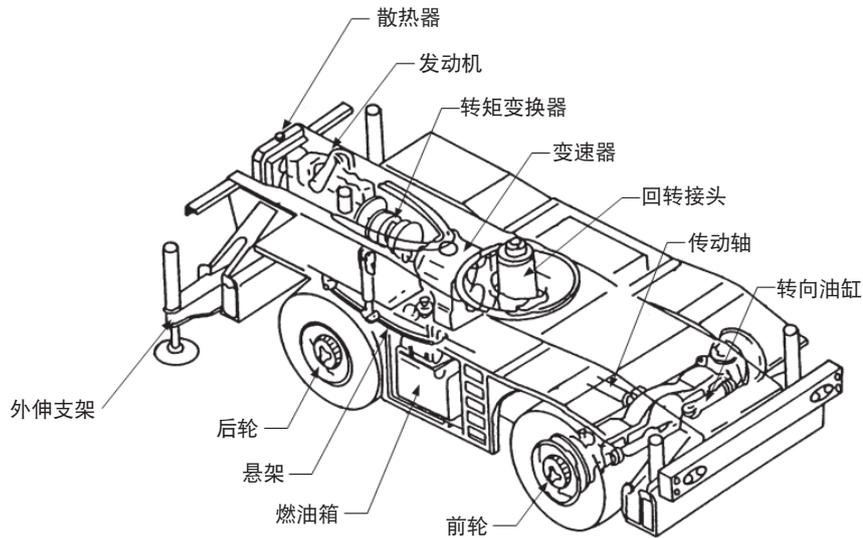


图 1-23 轮式起重机下部行走部分

(3) 外伸支架

卡车起重机、轮式起重机（含越野起重机）和卡车装载起重机中可以安装外伸支架，用于增加操作期间的稳定性。外伸支架使用液压系统操作。这里分为 H 型外伸支架和 X 型外伸支架。

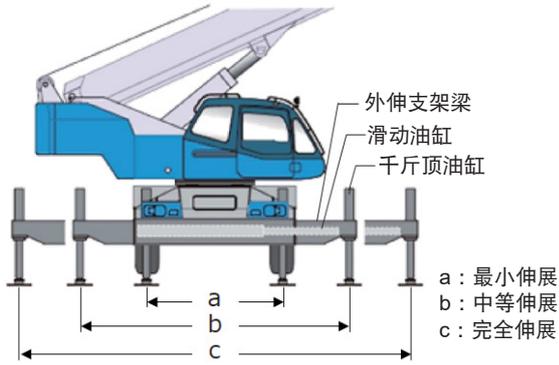


图 1-24 H 型外伸支架（越野起重机）

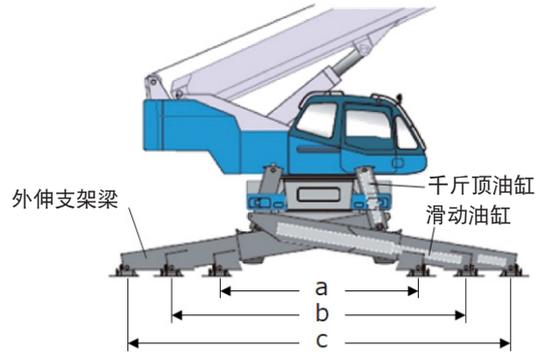


图 1-25 X 型外伸支架（越野起重机）

操作时外伸支架梁必须处于设定的伸展宽度并使用锁销固定。对于卡车装载机起重机，大部分外伸支架是手动伸展到起重机的一侧，并且千斤顶以液压方式完成垂直移动。



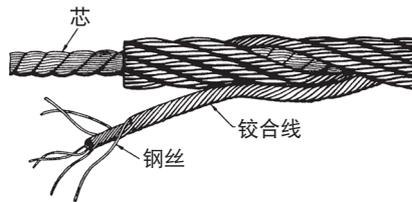
图 1-26 X 型外伸支架锁销和销孔

1.3.4 钢丝绳

钢丝绳连接到移动式起重机机身的起吊滚筒，用于卷起作业。这些钢丝绳必须特别结实，因此，它们采用的规格与 tamagake 采用的不同。就强度而言，用于卷起和悬臂变幅的钢丝绳的安全系数为 4.5 或更高；用于悬臂伸缩的钢丝绳的安全系数为 3.55 或更高；用于支撑悬臂的钢丝绳的安全系数为 3.75 或更高。安全系数是钢丝绳的断裂荷载除以施加在钢丝绳上的最大荷载值。

(1) 钢丝绳结构

钢丝绳是由多股绞合线绞制而成。每根绞合线均由数十根优质碳钢冷加工制成的无缝钢丝绞制而成。



芯线：纤维芯、绞合线芯和绳芯的统称。（这组成了绳子或绞合线的中心。）

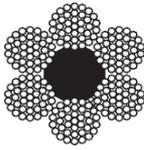
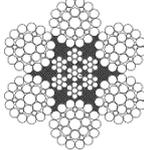
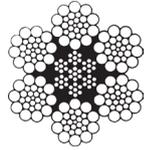
绞合线：由多根钢丝绞制而成的钢丝绳的构成部分。

钢丝：构成绞合线的钢丝。这里分为裸钢丝和镀钢丝。

图 1-27 钢丝绳结构

钢丝绳中心的纤维芯或绳芯用于保持钢丝绳的形状、提供柔韧性以及吸收冲击和振动，从而防止绞合线断裂，这就是芯线机构。对于移动式起重机，常用的钢丝绳是由六股绞合线绞制而成。钢丝绳的结构通常由结构代码（绞合线数 x 每根绞合线中包含的钢丝数）表示，例如 6 x 37。对于给定直径的不同钢丝绳，由大量细钢丝制成的钢丝绳一般柔韧性更高。

表 1-2 钢丝绳结构代码和横截面

结构代码	6 x 37	IWRC6 x Fi(29)	IWRC6 x WS(26)
截面图			
属性	芯线采用纤维材质，具有良好的柔韧性。	采用独立的一根钢丝绳作为芯线，并且芯线由充填钢丝归拢而成。这用于需要高断裂荷载的情况。	采用独立的一根钢丝绳作为芯线。具有优越的柔韧性和耐磨性。
用途	卷起/tamagake	卷起/tamagake	卷起

(2) 捻的类型

钢丝绳与较合线的搓捻方向相反时，称为“普通搓捻”；搓捻方向相同时，称为“顺捻”。根据钢丝绳的搓捻方向，可将其进一步划分为“左捻”和“右捻”。

与顺捻钢丝绳相比，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。因此，常用的是普通左捻钢丝绳。

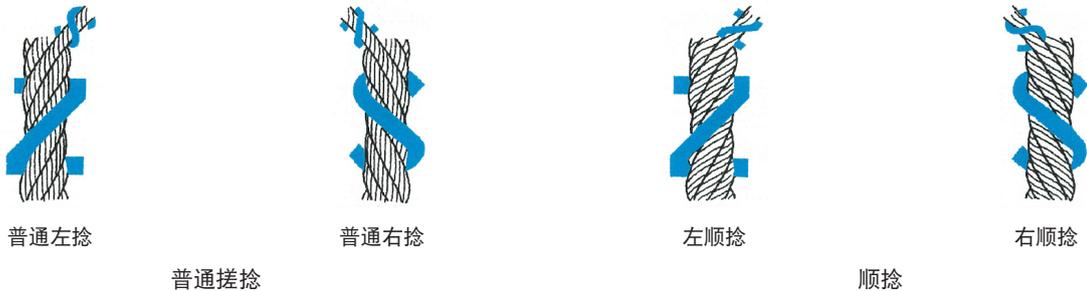


图 1-28 捻的类型

(3) 钢丝绳直径

钢丝绳的直径由其横截面外切圆的直径表示。通过使用游标卡尺在给定横截面的三个方向上测量钢丝绳的直径，用平均测量结果来确定钢丝绳直径。生产时所确定的标称直径公差（根据 JIS 标准的标称直径）必须是 0% 到 +7%（注意，直径小于 10 毫米的钢丝绳的公差是 0% 到 +10%）。

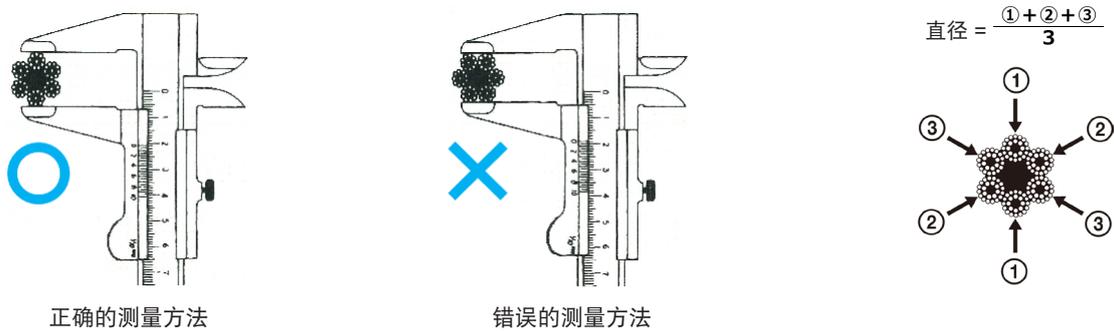


图 1-29 钢丝绳直径的测量方法

(4) 钢丝绳检查

a. 钢丝绳的检查点

- 钢丝断裂
- 直径减小和磨损
- 纽结和变形
- 腐蚀
- 索扣和其他连接的变形

b. 禁止使用的钢丝绳标准

- 钢丝断裂：如果每捻钢丝绳中钢丝（不含充填钢丝）断裂总数超过 10%。

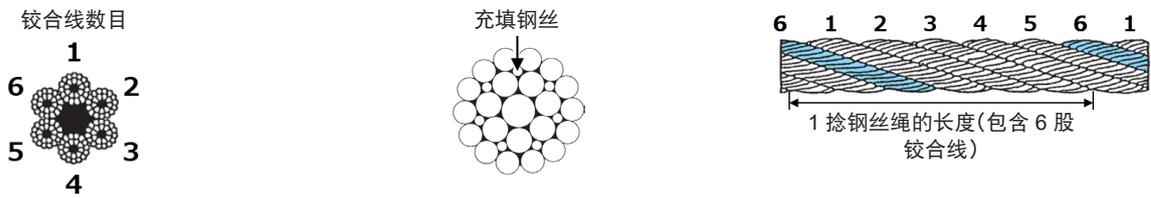


图 1-30 1 捻钢丝绳

- 直径减小：钢丝直径减小了标称直径的 7% 以上。
- 变形：钢丝存在纽结（在这种情况下，请勿修理和重复使用）。

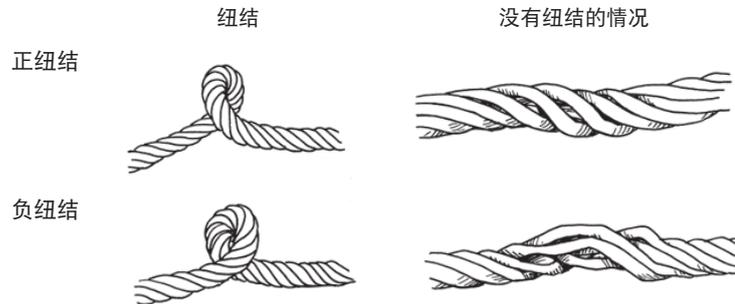


图 1-31 纽结

- 腐蚀：钢丝严重变形和/或腐蚀。(图 1-32 和 图 1-33)



(a) 钢丝严重缠绕



(b) 钢丝表面压扁



(c) 钢丝严重弯折



(d) 钢丝严重受损

图 1-32 严重变形

上述钢丝绳标准为法律法规规定的拆除标准。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状态之前，希望尽早更换新的钢丝绳。

此外，当钢丝绳受到变形、磨损和断裂等两种或两种以上问题的综合影响时，应立即拆除钢丝绳。这表示即使个别受损情况低于拆除标准，但是当这些原因造成的总损坏达到一定程度时，应拆除钢丝绳。



图 1-33 严重腐蚀

1.4

吊升、变幅、回转和其他作业的机构

1.4.1 PTO（动力输出）

该机构从驱动运动的发动机中获取动力并用它来操作起重机。通过切换 ON（开）和 OFF（关）进行使用。PTO 与安装在驱动装置变速器或其他部件中的接头相连，通过啮合齿轮从发动机获得动力。然后它会驱动用于起重机的液压泵，凭借生成的液压操作起重机设备（如液压马达和液压油缸）的驱动齿轮。

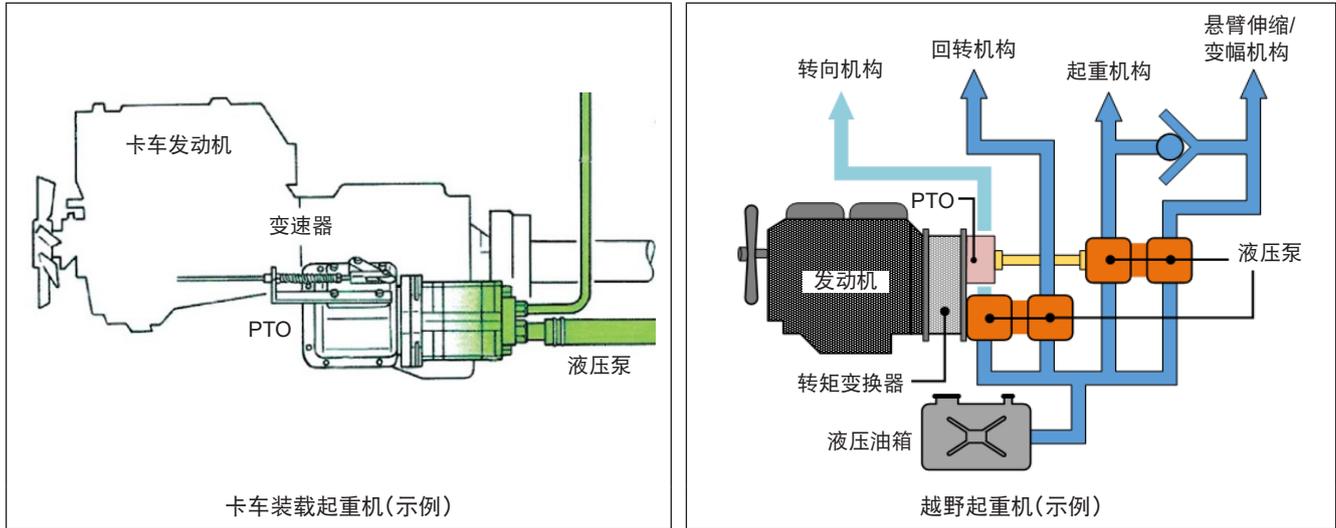


图 1-34 起重机设备动力源

1.4.2 起重机构

起重机构由液压马达、起重速度减速器、起吊滚筒和其他部件组成。利用液压马达的扭矩旋转滚筒，以对钢丝绳收/放卷以及卷起和降下荷载。

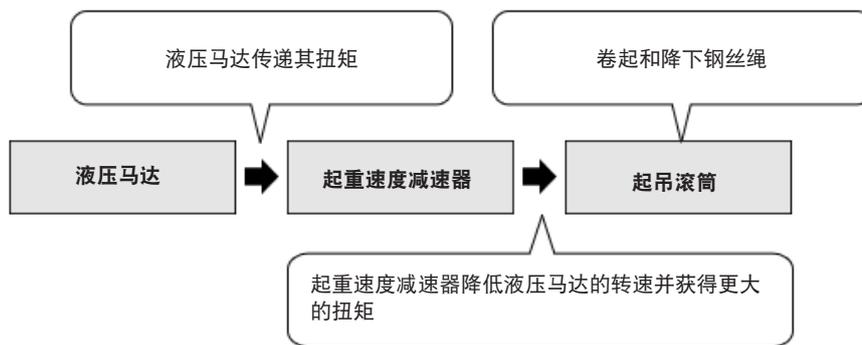


图 1-35 起重机构结构

(1) 越野起重机起重机构

目前，大多数越野起重机配备了两个起重机构：一个使用主悬臂执行主起重作业，一个使用辅助悬臂执行辅助起重作业。制动器是一种自动制动器，会在绞车操纵杆不工作时自动运行。

(2) 卡车装载起重机起重机构

卡车装载起重机通常只会配备一个主起重机构。这些起重机并不支持“自由落钩”——松开离合器并让滚筒自由下降来降下吊钩（用脚制动器控制速度）。起重机构由液压马达、减速齿轮、机械制动和起吊滚筒组成。

(3) 卡车装载起重机制动机构

对于卡车装载起重机，因为安装空间不足，所以会使用机械制动。这些制动器会内置在起重机构减速齿轮中。当操纵杆未设置为空档时，机械制动会自动运行，并且自动制动器可以固定住荷载。

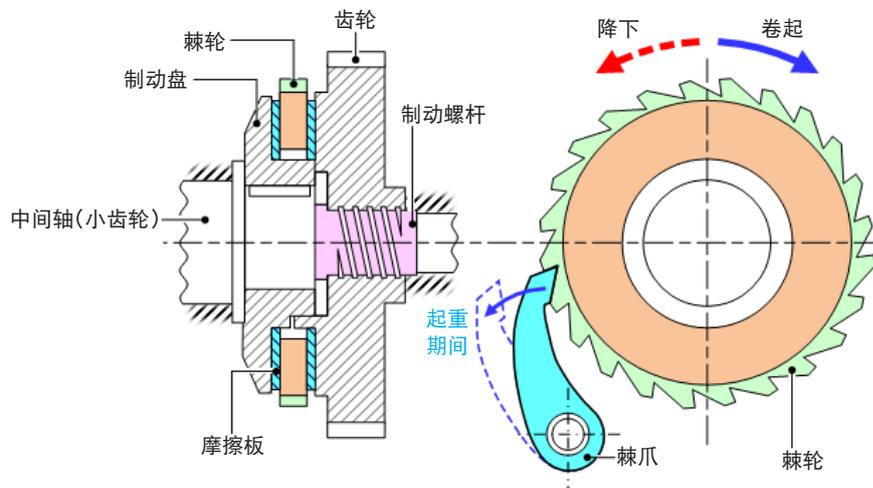


图 1-36 机械制动机构

1.4.3 回转机构

回转机构是由液压马达、减速齿轮、小齿轮和回转支承组成的一种装置，它用于左右转动回转上部结构。回转支承安装在下部行走部分支承架的上部，并且回转上部结构安装在回转支承的上表面。

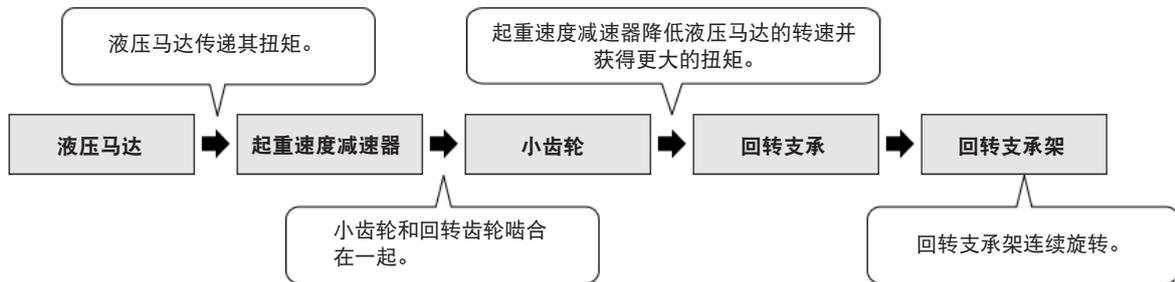


图 1-37 回转机构结构

(1) 越野起重机回转机构

在越野起重机的回转机构中，回转支承安装在下部行走部分支承架的上部，并且回转上部结构安装在回转支承的上表面。旋转动力源自回转上部结构中安装的液压马达，运行过程中动力会减小并传送到小齿轮，引起与回转支承齿轮的啮合。然后，将进一步导致减速并会转动固定在内圈上的回转上部结构。在轻型移动式起重机中，回转支承齿轮安装在外部。

(2) 卡车装载起重机回转机构

卡车装载起重机的作业设备安装在下部行走部分上，因此，回转减速齿轮输出轴末端连接的小齿轮安装在回转支承的外部。回转支承形成外齿。

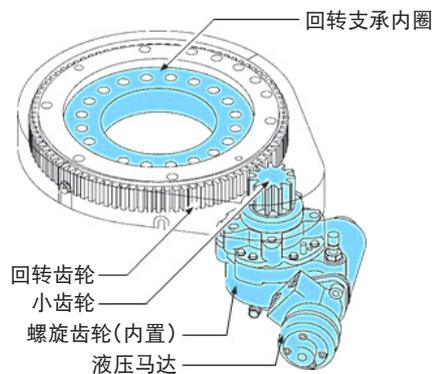


图 1-38 卡车装载起重机回转机构（回转支承类型）

卡车装载起重机的回转机构还包含一个齿条机构，该机构使用一种系统，其中的液压油缸会让加工到杆一侧的齿条左右移动，并旋转回转齿轮。该系统不支持 360° 无限旋转，因此其使用程度有所下降。

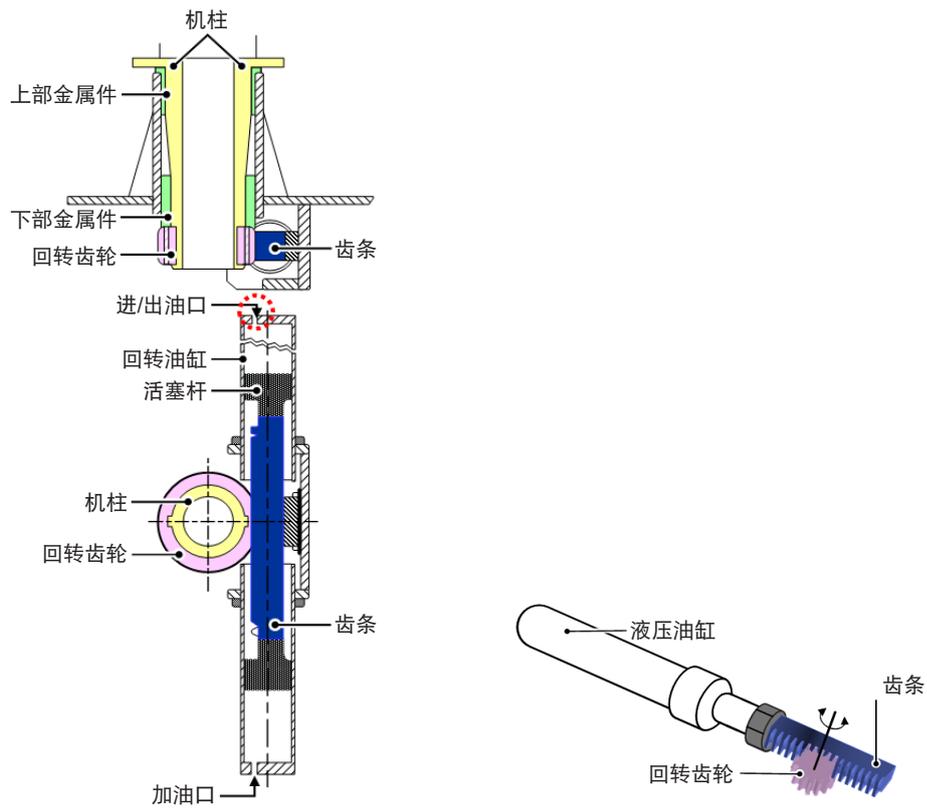


图 1-39 卡车装载起重机回转机构（齿条类型）

1.4.4 悬臂变幅机构

可以使用液压变幅油缸或变幅滚筒收放变幅钢丝绳来进行悬臂变幅，但是现在已经不太使用钢丝绳进行变幅。大多数吊升荷载低于 5 吨的轻型移动式起重机都使用液压油缸进行变幅。此外，使用的液压油缸类型分为上拉式和推式，而近年来推式使用的较多。大多数越野起重机和卡车装载起重机的变幅机构使用推式液压油缸。悬臂变幅一般采用液压变幅油缸完成。或者，在具有起重机功能的液压挖掘机中，转臂采用推式液压缸，机臂采用上拉式液压缸。



图 1-40 使用液压油缸的变幅机构

1.4.5 伸缩机构

悬臂伸缩可以仅通过液压油缸或者液压油缸与伸缩钢丝绳的组合来完成，从而使悬臂的空载重量更轻。不超过三段的悬臂通常使用液压油缸，四段或更多段的悬臂通常使用液压油缸与伸缩钢丝绳的组合。此外，就悬臂伸缩方式而言，有“顺序伸缩式”，即按照顺序进行伸缩。例如，在第二段完成伸展后第三段才会伸展，而第四段则是在第三段完成伸展后才会伸展。还有一种就是“同步伸缩式”，即第二、第三和第四段会同时进行伸缩。执行悬臂伸缩操作时，吊钩根据悬臂伸缩运动可卷起或降下；因此，在执行悬臂伸缩时要小心吊钩的位置。也有一些型号具备一项功能，可以配合悬臂伸缩自动保持吊钩与悬臂端之间的间距。

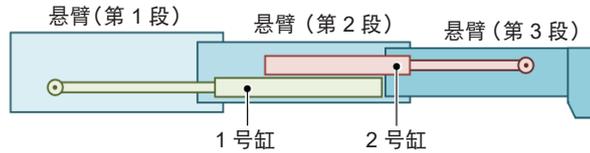


图 1-41 3 段顺序伸缩悬臂结构

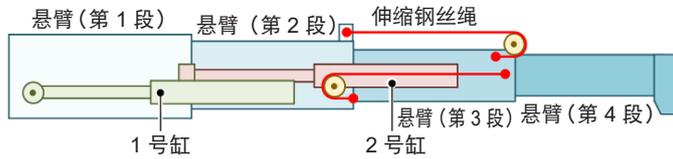


图 1-42 4 段顺序/同步伸缩悬臂结构

1.4.6 其他

(1) 吊钩

轻型移动式起重机一般使用单钩。因为越野起重机和其他起重机配备了主起重和辅助起重机构，所以其为主起重配备双轴吊钩，为辅助起重配备一个吊钩。卡车装载起重机只有一个起重机构，所以其只有一个主起重吊钩，并且通常具备支持大吊升高度的单轴吊钩。吊钩必须配备 tamagake 钢丝绳安全门。

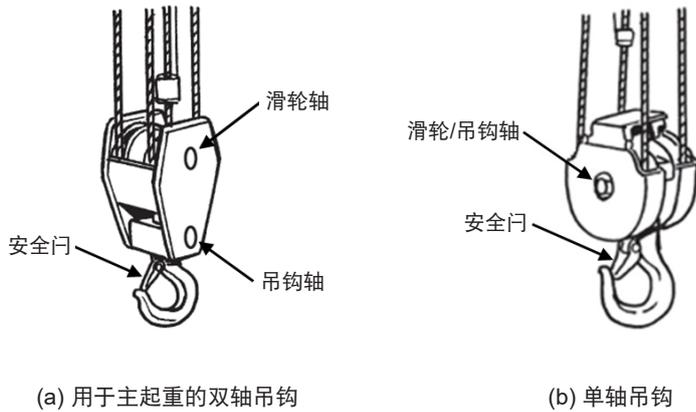


图 1-43 主起重吊钩

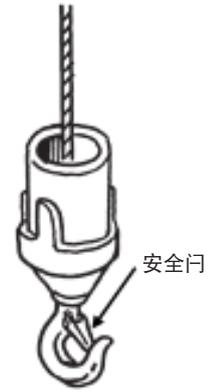


图 1-44 辅助起重吊钩

(2) 吊钩回缩机构

最近许多卡车装载起重机和越野起重机都装配了一个机构，用于作业结束后将吊钩存放在悬臂末端。存放过程从完全吊升吊钩开始，同时防过卷装置将会启动。一旦收卷停止（对于只有报警器的类型，当过卷报警装置发出声音时停止收卷吊钩），使用吊钩存储开关或吊钩存储操作杆启动存放。吊钩将自动存放在悬臂的下表面。



图 1-45 吊钩回缩机构



图 1-46 吊钩回缩/取出开关

1.5

移动式起重机安全装置和制动器功能

移动式起重机配备了安全装置和制动器功能,可以安全地执行作业。安全装置具有报警或自动停止操作的功能(如防过卷装置和过卷报警装置)。当作业超出了移动式起重机的能力或在指定的范围之外执行操作时就会启动这些功能。安全装置包括保护机器免受过度施力的装置(如荷载力矩限制器和防止过载装置)、防止液压回路中压力异常增高和保护液压设备的装置(如泄压阀)以及防止荷载以异常压降突然下降的装置(如止回阀)。制动器功能包括制动运动、保持停止状态和制动荷载或悬臂下降所需的制动器。

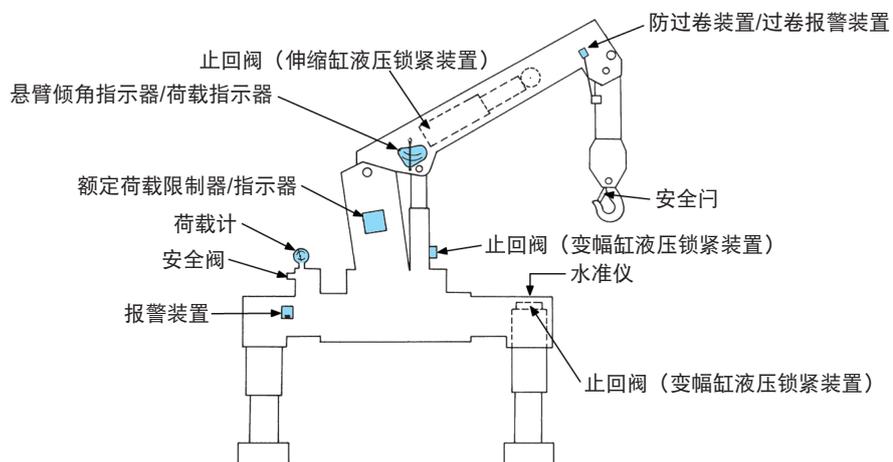


图 1-47 卡车装载起重机安全装置

1.5.1 防过卷装置

过卷起重钢丝绳或不降下吊钩的情况下进一步伸展悬臂会引发事故，如吊钩总成与悬臂碰撞，造成吊钩总成、顶部滑轮和悬臂受损；起重钢丝绳断裂；或卷起的荷载坠落。用于防止这些事故的装置如下：“过卷报警装置”，当吊钩接近最大高度时，其会通过提升沿起重钢丝绳降下的重物来启动开关并发出警报；以及实现自动停止的“防过卷装置（直驱式防过卷装置）”。为了确保这些装置有效运作，《移动式起重机结构标准》规定了吊钩等吊具的上表面（包括所述附件的起吊滑轮的上表面）与可能和所述上表面接触的悬臂端滑轮的下表面之间的垂直距离，如下所示。该距离必须进行相应调整。

- 过卷报警装置必须在以下情况时发出警报：长度值（米）达到最大吊升速度（米/秒）的 1.5 倍（对于可以通过单个操作停止吊具卷起或悬臂伸展的移动式起重机，则为 1.0 倍）。
- 对于防过卷装置，起重装置必须停在 0.25 米或以上（对于直驱式防过卷装置，则为 0.05 米或以上）。

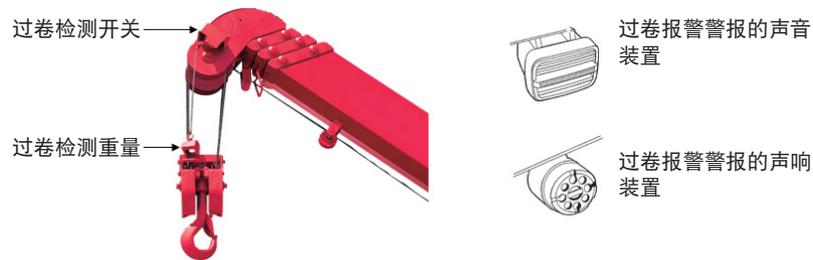


图 1-48 过卷报警装置

1.5.2 防止过载的装置

悬臂起重机和移动式起重机等配备悬臂的起重机可能会翻倒，或者悬吊的荷载超过额定荷载时悬臂会断裂。移动式起重机的性能根据基于工作位置的悬臂长度、悬臂倾角（工作半径）、是否使用辅助悬臂、外伸支架伸展宽度和工作区（悬臂方向）等因素确定。这些属性将确定总额定荷载。超过此确定的总额定荷载的范围可能导致移动式起重机翻倒或损坏机身。因此，必须安装以下“荷载力矩限制器”或“除荷载力矩限制器以外的防止过载装置”，从而防止施加超过所确定总额定荷载范围的荷载。

(1) 荷载力矩限制器

在《移动式起重机结构标准》中，吊升荷载为 3 吨或以上的移动式起重机必须具备荷载力矩限制器。如果所吊升的荷载在工作半径内接近总额定荷载，则会响起警报来引起操作员的注意，或者在超过总额定荷载时自动停止起重机操作。即使起重机自动停止，也可进行安全操作，如降下荷载和收缩或提升悬臂等。

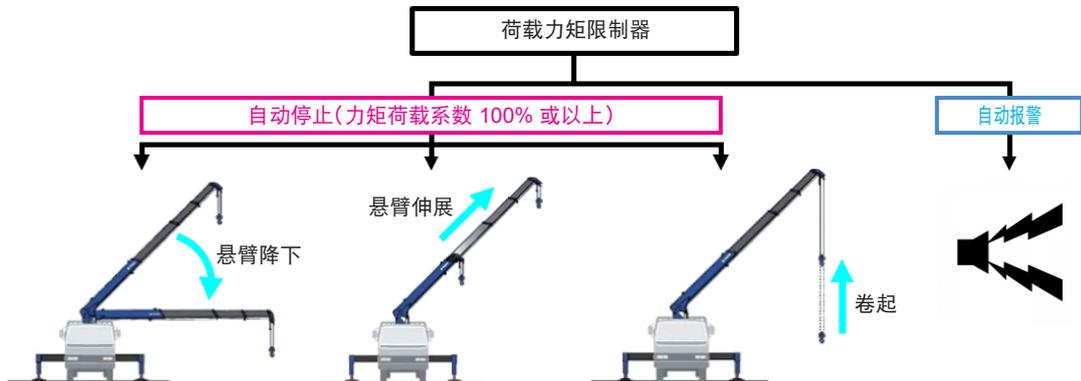


图 1-49 荷载力矩限制器

(2) 除承载力矩限制器以外的防止过载装置

对于《移动式起重机结构标准》中第 27 条规定的下列起重机,可以安装“除承载力矩限制器以外的防止过载装置”代替承载力矩限制器。

- 吊升荷载低于 3 吨的移动式起重机
- 固定悬臂倾角和长度的移动式起重机

因为越野起重机的吊升荷载为 3 吨或以上,所以通常它们会配备承载力矩限制器。至于吊升荷载低于 3 吨的卡车装载起重机,已安装用于检测所吊升荷载的荷载计代替承载力矩限制器。但是,自 2018 年 3 月 1 日起,荷载计已经从《移动式起重机结构标准》的“除承载力矩限制器以外的防止过载装置”名单中排除。因此,必须安装额定荷载限制器或额定荷载指示器。

- 额定荷载限制器:当超过额定荷载时,能够立即自动停止移动式起重机的一种装置。
- 额定荷载指示器:当存在超过额定荷载的风险时,能够在荷载超过额定荷载前响起警报的一种装置。

作为过渡性措施,在上述《移动式起重机结构标准》修订前已投入使用的配备有荷载计的型号仍可使用荷载计。荷载计包括:液压荷载计和数字荷载计。

1) 液压荷载计

这种荷载计将起重机构液压马达的作业压力转换为荷载。因此,只有在使用起重机构卷起荷载时才会显示荷载质量,而在停止、下降或进行其他操作时不会显示。所以,使用时需充分了解制造商的使用说明。使用荷载计测量荷载质量通常操作如下:

- 1.降低发动机速度。
- 2.在无载(空载状态)情况下执行起重作业,调整发动机速度,使荷载计指针指向零。
- 3.根据要使用的起重钢丝绳吊钩上的绳索数量,选择要读取的刻度标记。
- 4.向吊钩施加一个荷载,然后轻轻提起。在吊升过程中,根据所选的刻度标记,读取荷载计指针指示的刻度值(荷载质量)。

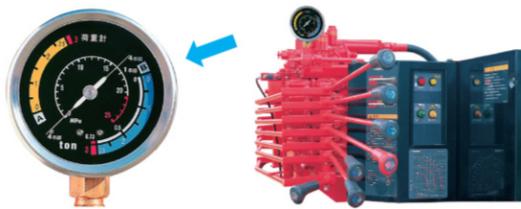


图 1-50 液压荷载计

2) 数字荷载计

这种荷载计在荷载显示屏上以数字方式显示荷载质量。近年来,配备这种荷载计的卡车装载起重机数量不断增加。与液压荷载计不同,数字荷载计可以在吊升荷载时持续显示荷载质量。



图 1-51 数字荷载计

1.5.3 泄压阀

泄压阀指的是《起重机安全条例》中的压力控制阀。当液压回路中的液压达到规定的压力时，压力控制阀会自动释放部分或全部油液，从而防止超过规定的压力，保护液压设备。

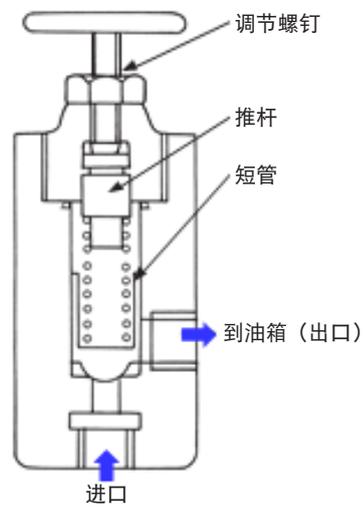


图 1-52 泄压阀

1.5.4 安全门

安全门用于在移动式起重机吊升荷载时防止 tamagake 钢丝绳从吊钩滑脱。具有弹簧式和重量式两种结构，轻型移动式起重机大多采用弹簧式。

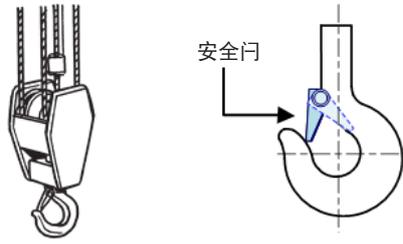
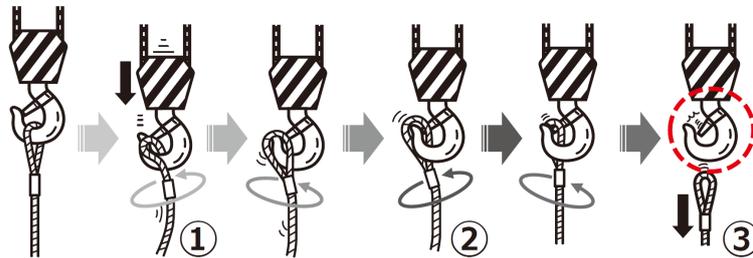


图 1-53 安全门

根据作业状况, tamagake 钢丝绳可能会从吊钩上滑脱。因此, 有时会使用两个门装置。图 1-54 显示“滑脱”的过程。



当缠绕的钢丝绳松弛时, 沿着吊钩大范围地旋转 (①), 最终达到吊钩的钩尖 (②), 进入钩尖和安全门之间以滑脱 (③)。

图 1-54 如何滑脱

1.5.5 作业范围限制装置

作业范围限制装置控制悬臂伸缩、变幅和回转等功能。它还限制工作区来限制超出作业高度和工作半径, 以及回转范围等预先登记工作范围的操作。更加具体地来说, 作业范围限制装置的功能如下:

- 限制悬臂的上升和伸展: 此功能防止悬臂靠近电力线、铁路导线等。
- 限制回转: 该功能限制侧向运动的回转区域和回转角度, 防止悬臂进入对边路线等情况。
- 检测预备卷绕数和自动停止 (使用钢丝绳压辊): 在降下过程中, 当钢丝绳在滚筒内剩余 3 匝时操作自动停止, 以防进一步降下。

1.5.6 报警装置

当移动式起重机回转时，报警装置会向附近人员发出警报，以防止发生夹在起重机和其他物体之间等事故。对于越野起重机，警报开关安装在驾驶室的回转操纵杆上，而对于卡车装载起重机，则安装在控制面板上。



图 1-55 越野起重机报警装置（示例）

1.5.7 制动器功能

移动式起重机设有两种制动器：下部行走部分制动器和升降机构制动器等。

(1) 下部行走部分制动器

下部行走部分制动器具有两种不同类型并独立提供：用于移动式起重机运动的制动器以及用于保持停止状态的制动器。对于用于移动式起重机运动的制动器所需的停止距离是根据移动式起重机的总质量、最大行驶速度和初始制动速度来确定。

(2) 升降机构等的制动器

升降、变幅和伸缩机构具有一个制动器，用于制动荷载和悬臂的下降。当移动式起重机吊升额定荷载等量的荷载时，制动力矩为移动式起重机升降、变幅或伸缩机构扭矩值的 1.5 倍或以上。

1.5.8 水准仪

水准仪是一种用于调平起重机机身的测量仪器。由于移动式起重机的性能（如总额定荷载）是在机身水平放置的情况下所确定，因此越野起重机配备了水准仪，用于检查机身的水平度。卡车装载起重机的性能也是在起重机机身各方向均为水平的条件下确定。因此，安装时要用水准仪确认各个方向均已水平。

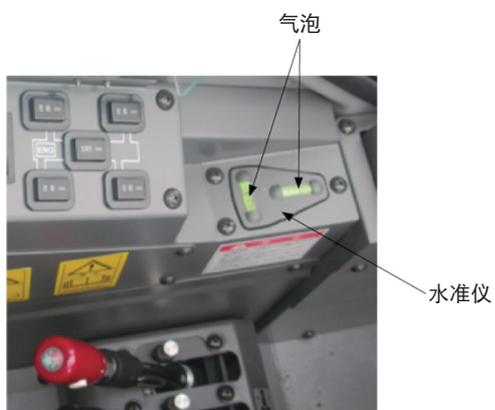


图 1-56 越野起重机水准仪

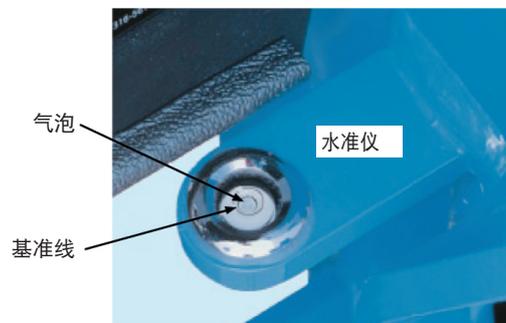


图 1-57 卡车装载起重机水准仪

1.6.1 作业设备布置

(1) 越野起重机

越野起重机驾驶室配备了用于操作起重机的操纵杆、踏板、开关、仪表、荷载力矩限制器和报警装置等。

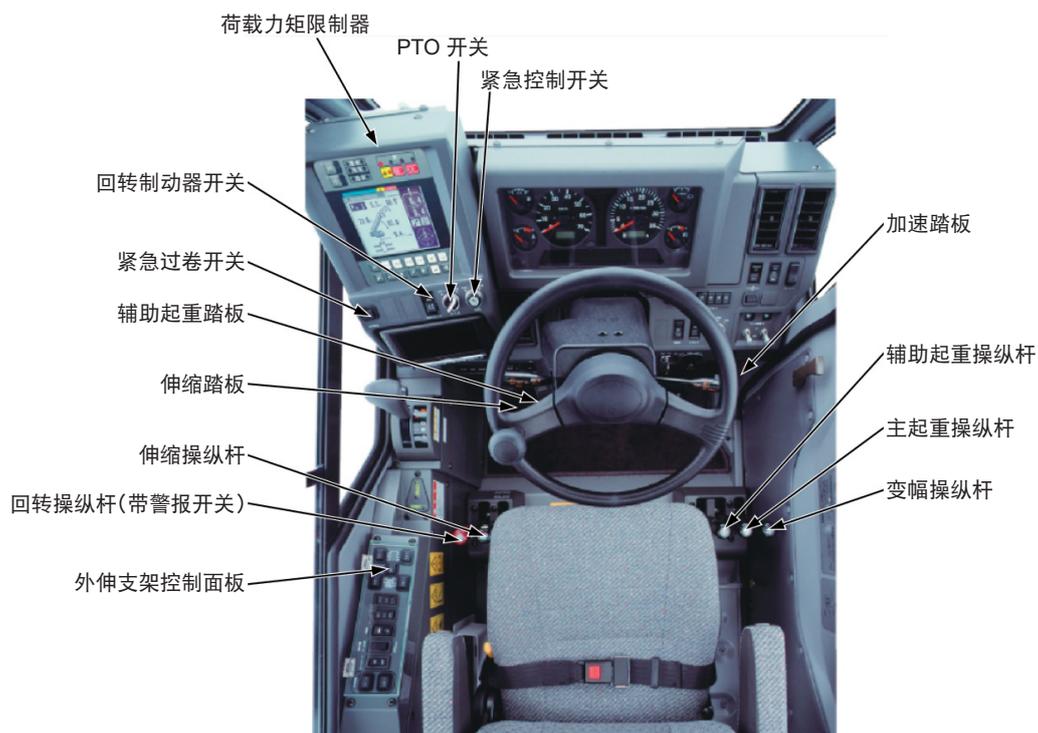


图 1-58 越野起重机驾驶室中作业设备布置 (示例)

(2) 卡车装载起重机

在卡车装载起重机中，作业设备（操纵杆）一般安装在起重机设备的左右两侧并可以从任何一侧操作。最近，已经普遍使用遥控设备，让操作员可以远离操纵杆在安全的地方进行操作。对于遥控设备，提供有线操作类型（遥控）和无线操作类型（无线控制）。

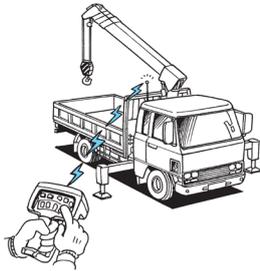


图 1-59 无线操作类型（无线控制型）

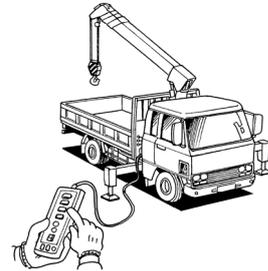


图 1-60 有线操作类型（遥控型）

1) 直接控制式

直接控制式作业设备包括用于吊钩卷起/降下、悬臂变幅、悬臂伸缩和回转四种操作的设备。还具有用于操作外伸支架和吊钩、加速杆等的设备。

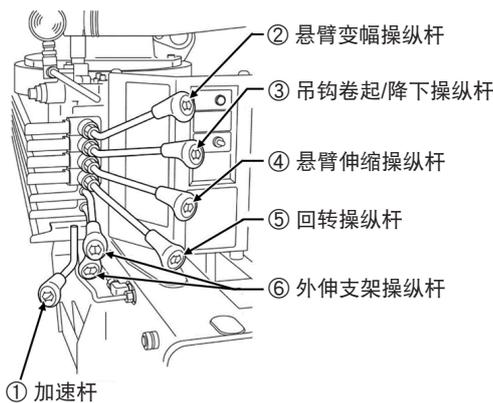


图 1-61 卡车装载起重机的直接控制方法操纵杆（示例）

2) 有线操作类型（遥控型）

遥控型不受噪音和无线电干扰的影响，但操作控制电缆时须谨慎。此外，有一些遥控型作业设备没有荷载显示屏。因此，在起重机机身上需要使用荷载计或其他指示器来检查吊升的荷载。

3) 无线操作类型（无线控制型）

无线控制型没有控制电缆，操作员可以轻松移动。因此，大部分遥控设备都是这种类型。由于容易受到噪音和无线电干扰，这种设备配备了避免干扰频率的功能。

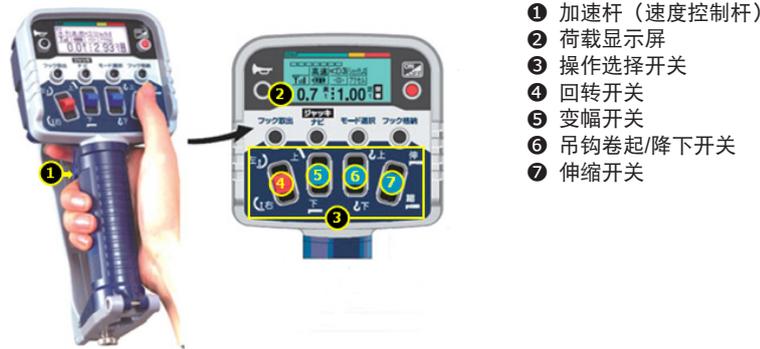


图 1-62 卡车装载起重机遥控设备（无线控制型）（示例）

1.6.2 作业设备的操作方法

通过使用卷起/降下、悬臂变幅、伸缩和回转的动作组合来操作移动式起重机。在由总额定荷载、工作半径、吊升高度等确定的起重机性能范围内，荷载可以在所有点之间移动。

(1) 操纵杆的操作

1) 使用起重机机身操纵杆的操作

起重机机身具备用于起重机各自功能的操纵杆（图 1-58，第 38 页 (cn)）。操纵杆的工作机制是：当操作员松开操纵杆时，操纵杆自动回到空档位置并且停止操作。操纵杆的布局因制造商而异，因此，务必充分阅读起重机随附的说明手册。

2) 通过遥控设备（无线或有线）的操作

卡车装载起重机的遥控设备包括无线操作类型（无线控制）和有线操作类型（遥控），可以远程操作起重机。许多设备使用指定的低功耗无线，通过关闭 (OFF) 再打开 (ON) 设备可在发生干扰时改变其频率。遥控设备上的操作开关布局因制造商而异，因此，务必充分阅读起重机随附的说明手册。

(2) PTO（动力输出）

PTO 机构可利用驱动用发动机的动力作为操作起重机的动力。在起重机行驶完毕开始操作之前，当从 OFF（关）切换到 ON（开）时，PTO 将驱动液压泵。

同样，在起重机完成操作后开始行驶前，将 PTO 的开关从 ON（开）切换到 OFF（关）会停止液压泵。

(3) 加速器

在越野起重机中，行驶用的加速踏板也作为起重机的加速踏板。卡车装载起重机通常使用自动加速器系统，该系统将卡车加速器与相应功能的操纵杆连接。操作速度可以根据操纵杆的移动量进行调节，支持通过单个操纵杆完成从慢速到高速的操作。此外，还有手动加速器。

当使用遥控型时，可以使用遥控设备上提供的速度控制杆来调节速度。

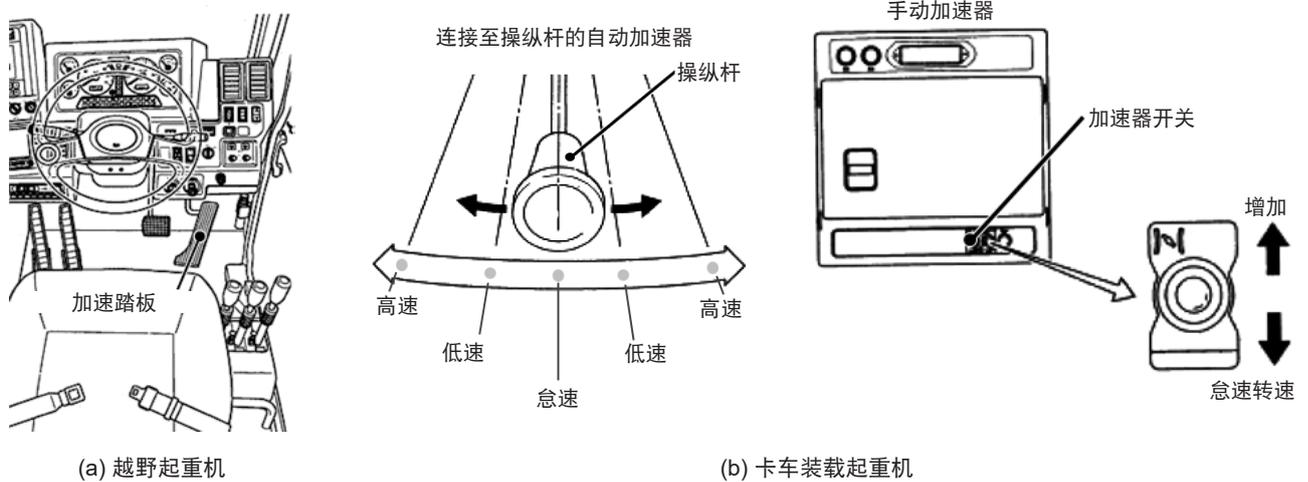


图 1-63 加速器操作

(4) 外伸支架

越野起重机的外伸支架作业设备安装在回转上部结构的驾驶室中和下部行走部分的侧面。在卡车装载起重机中，外伸支架通常使用手动伸展系统来伸展，但是有些机型使用液压油缸。千斤顶通常通过操纵杆或电动开关操作液压油缸来驱动。最近，一些千斤顶是通过遥控或无线控制来操作。

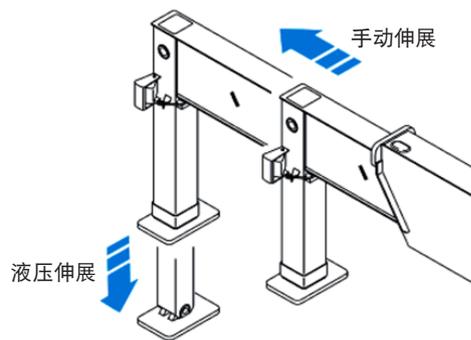


图 1-64 手动外伸支架伸展（卡车装载起重机）

若伸展卡车装载起重机的外伸支架，请在伸展外伸支架之前松开锁定杆并握住单触杆（直接连接到锁销上），这样会让锁销脱落。最近，支持操作员手动检查和登记外伸支架状态的荷载力矩限制器越来越多。有些配备了外伸支架伸展宽度检测器，该装置通过检测锁销插入的位置来禁止操作员登记错误的外伸支架状态。

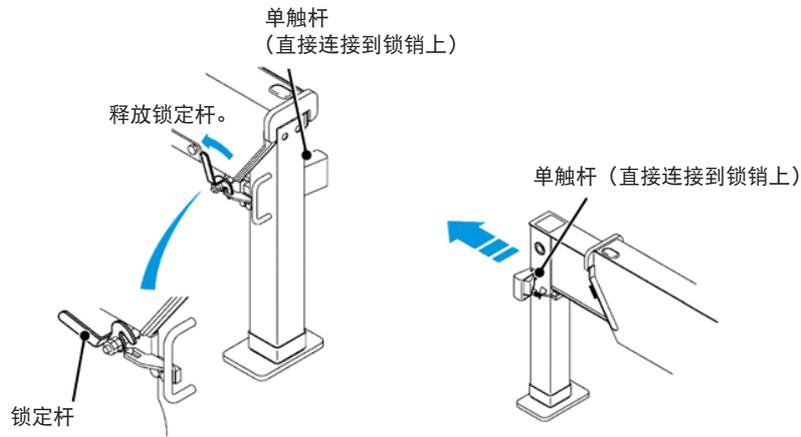


图 1-65 外伸支架锁

1.6.3 操纵移动式起重机

操作移动式起重机时，需充分了解其性能和功能。特别是，必须彻底了解和记住包括工作半径——吊升高度图的工作范围图和总额定荷载表。定期学习和练习操纵和操作方法也很重要。操纵移动式起重机时，最重要的注意事项就是采取防翻倒措施，如检查安装起重机机身的地面、正确使用外伸支架以及始终启动安全装置等。

(1) 操作员的思维模式

- 保证安全的第一步是要确保遵守工作场所规则。
- 充分的准备工作，如服装、安全帽、安全鞋等。
- 充分了解移动式起重机的性能和功能，正确操作机器。
- 切勿在禁用安全装置的情况下进行操作。
- 即使被要求执行不安全的操作也务必大胆拒绝。
- 在高空（2 米或更高处）执行检验或维护工作时，务必使用具备所需性能的防坠落装备。
- 口头重复信号员发出的信号。

(2) 制定工作计划

如要安全有效地操作移动式起重机，那么必须充分了解移动式起重机的性能。因此，一定要确认移动式起重机的吊升性能（总额定荷载由工作半径与外伸支架的伸展宽度和悬臂长度所决定），决定起重机的放置位置和作业方法，检查起重机是否能够安全运行。

1) 确定移动式起重机性能的三个因素

a. 起重功率

最大起重功率取决于起重机构性能。

b. 起重机稳定性

当吊升荷载时，回转中心附近的稳定性较大，但是随着工作半径的增大，稳定性将减小。因此，如果超过了工作半径相应的总额定荷载，那么起重机就会过载，因失稳而发生翻倒。

c. 起重机强度

起重机强度主要由悬臂强度决定，过载可能会导致悬臂断裂或造成其他损坏。因为过载可能导致起重机部件劳损，使它们更易断裂，所以即使没有立即翻倒或悬臂断裂，过载也很危险。对于悬臂强度，回转中心附近的扭曲强度很重要，而随着工作半径的增大弯曲强度变得更加重要。

如上所述，移动式起重机的吊升性能（总额定荷载）的设计应不超过这三个因素的限制。

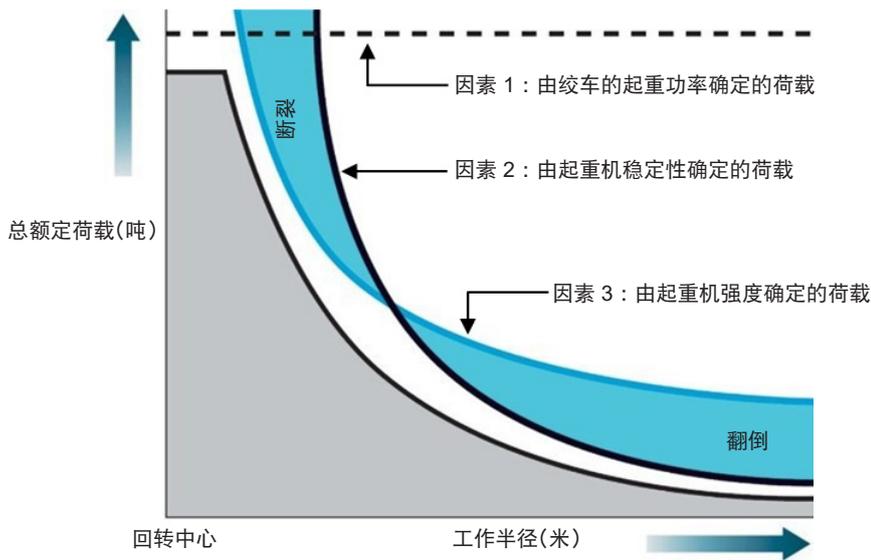


图 1-66 确定移动式起重机性能的三个因素的曲线（示例）

2) 牌板

轻型移动式起重机的驾驶员座位配置了各种牌板以提供操作所需的信息。

3) 阅读工作半径——吊升高度图（工作范围图）

使用移动式起重机时，一定要确认待吊升的荷载吨数，考虑吊升荷载的离地距离（米）、距离移动式起重机位置的工作半径（米）、安全操作最适合的悬臂长度（米）和悬臂倾角等方面。工作半径——吊升高度图（工作范围图）表示根据悬臂长度和倾角的变化能够吊升荷载的范围。通常，横轴显示工作半径，纵轴显示地面吊升高度。此图可以让您了解根据悬臂长度、辅助悬臂长度和悬臂倾角，工作半径和地面吊升高度之间的变化关系。工作半径——吊升高度图连同总额定荷载表见规格说明。此外，起重机驾驶室中也有提供，这样不仅操作时可以使用，工作计划制定时也可以使用。对于卡车装载起重机，工作半径吊升高度图如图 1-67 中所示，当在悬臂倾角为 60 度的情况下悬臂伸展到第 4 段（悬臂长度为 10 米）时，地面吊升高度读数为 10.2 米，工作半径读数为 4.8 米。

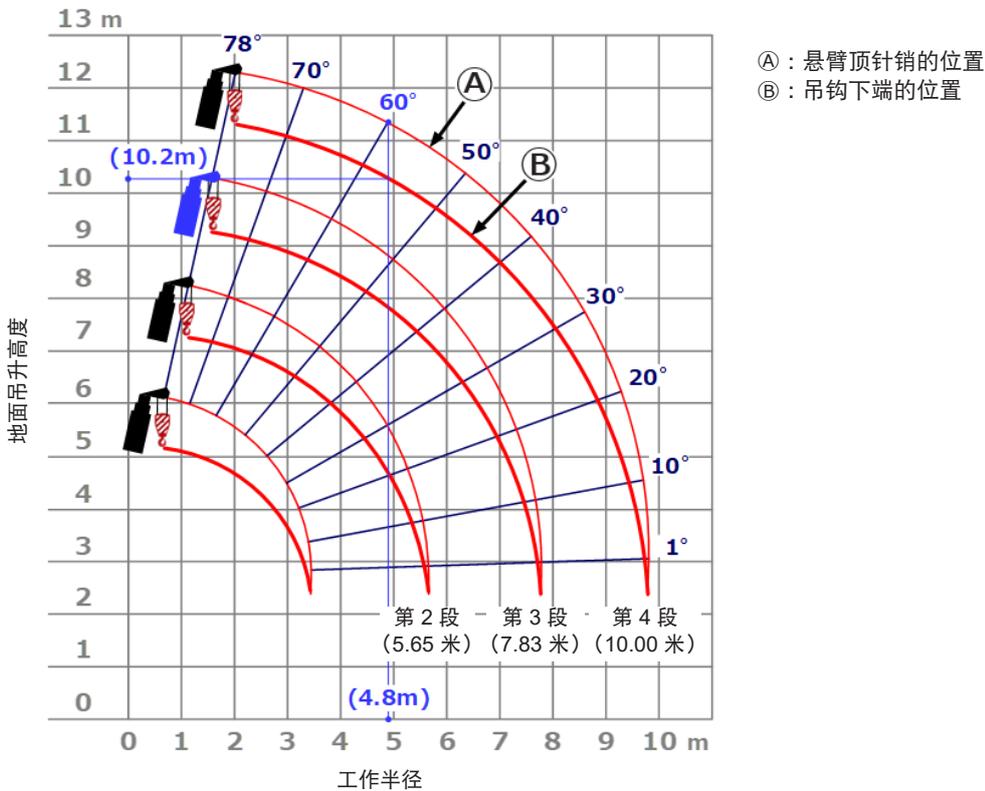


图 1-67 卡车装载起重机工作半径——吊升高度图

4) 阅读工作半径——吊升高度图的注意事项

- 工作半径——吊升高度图不包括悬臂挠度。当吊升荷载时，悬臂会弯曲，使工作半径略微增大。这会导致总额定荷载值变小。
- 以地下吊升高度作业时，请确认放卷量（滚筒中剩余两匝或更多），确定可操作的地下吊升高度，然后选择型号。

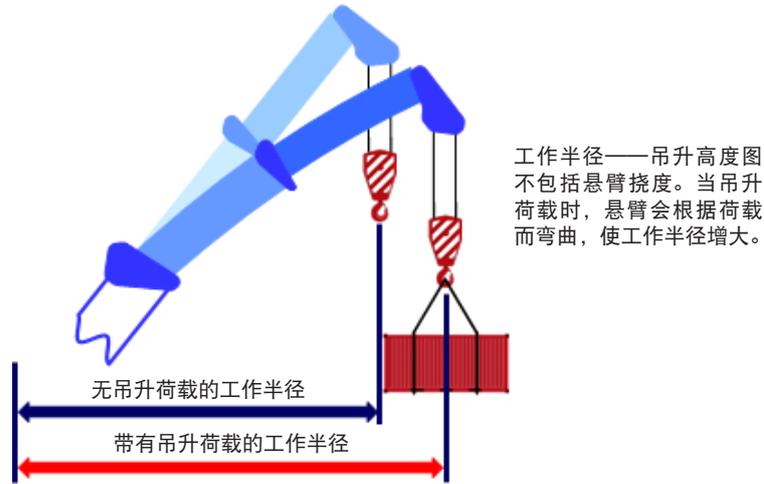


图 1-68 挠度导致的工作半径变化

5) 阅读总额定荷载表

移动式起重机总额定荷载因外伸支架伸展宽度和工作区（前部区域、侧面区域、后方区域）以及悬臂长度而异。而且，由于移动式起重机的总额定荷载值是在假定起重机水平放置在坚硬地面上的情况下估算的，倾斜和软土地面必须用垫块和外伸支架地垫板加固来水平放置起重机机身。原则上，起重机必须在外伸支架完全伸展的情况下作业。

6) 阅读非荷载条件下的总额定荷载

非荷载条件下的总额定荷载是卡车装载起重机的专用术语，并且根据起重机在货厢空载状态（非荷载条件）下的稳定性来确定。在表 1-3 中所示的非荷载条件下的总额定荷载表中，外伸支架完全伸展且使用 3.54 米或 5.78 米的悬臂时，工作半径为 4.0 米的情况下，非荷载条件下的总额定荷载为 1.33 吨。但是，当外伸支架位于中等或最小伸展位置时，非荷载条件下的总额定荷载为 0.53 吨。

表 1-3 非荷载条件下的总额定荷载表（侧面区域、后方区域）单位：(吨)

悬臂长度 (米)	工作半径 (m)		1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.59	6.0	6.5	7.0	7.79	8.0	9.0	9.95	10.0	11.0	12.11	
	外伸支架																					
3.58/ 5.78	完全伸展		2.93	2.93	2.78	2.23	1.68	1.33	1.08	0.88	0.73											
	最小伸展		1.73	1.73	1.23	0.88	0.68	0.53	0.43	0.38	0.28											
7.98	完全伸展		2.23	2.23	2.23	2.03	1.68	1.33	1.08	0.88	—	0.63	0.55	—	0.38							
	最小伸展		0.63	0.63	0.63	0.53	0.43	0.33	0.28	0.23	—	0.13	禁止操作									
10.14	完全伸展			1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.93	0.83	—	0.63	—	0.48	—	0.35	0.30	0.28				
	最小伸展		禁止操作																			
12.3	完全伸展					0.76	0.76	0.76	0.76	0.63	—	0.48	—	0.40	—	0.35	0.30	—	0.28	0.25	0.20	
	最小伸展		禁止操作																			

- “禁止操作”（标为浅棕色）指的是由于在空载情况下可能发生翻倒，考虑到起重机稳定性而禁止操作的区域。
- “空白”（标为灰色）指的是因机构原因，起重机无法进行作业的区域。例如，即使悬臂完全升起，悬臂也无法到达的区域或吊钩无法靠近的区域。
- 工作半径下显示的两位小数的值为相应悬臂长度的最大工作半径。这些工作半径下其他悬臂长度的值不会显示（显示为“-”）。

(3) 工作区

若移动式起重机在吊升荷载时回转，则吊升性能（机身稳定性）因工作区（前部区域、后方区域、侧面区域）而异。因此，移动式起重机操作员一定要了解起重机的工作区。在从吊升性能高的工作区往吊升性能低的方向（例如，从后方区域到侧面区域）回转时，机身可能会翻倒，所以务必要小心。对于卡车装载起重机，通常在从一个稳定位置（可在其中吊升货厢上的荷载）回转至起重机侧面（不稳定的方向）的过程中容易发生翻倒。移动式起重机工作区的分界因起重机类型和制造商而异，但可定义如下：

1) 对于卡车装载起重机

在用卡车装载起重机吊升荷载时，起重机稳定性在卡车的后方区域、侧面区域和前部区域各不相同。

后方区域：具有最高的稳定性。

侧面区域：具有中等的稳定性。然后，图中所示红色范围 ① 的稳定性特别低。因此，侧面区域和后方区域的非荷载条件下的总额定荷载将根据这些范围确定。从一个高度稳定的后方区域回转到稳定性较差的侧面区域容易发生翻倒。因此，务必小心。

前部区域：具有最低的稳定性。应该在后方区域和侧面区域吊升性能不超过 25% 的情况下执行作业。特别是侧面区域的吊升以及到前部区域的回转可能造成过载。因此，需要足够的注意。

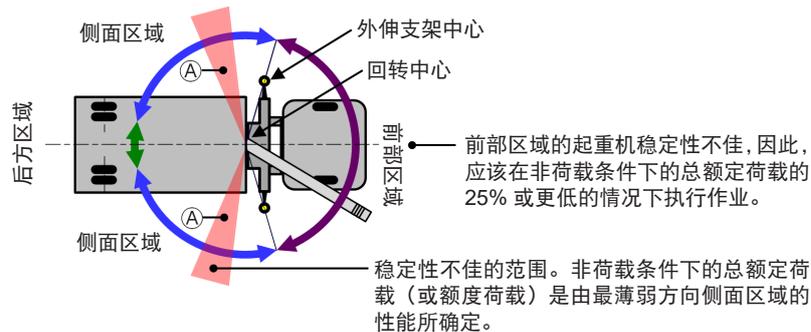


图 1-69 卡车装载起重机工作区

2) 对于越野起重机

越野起重机的总额定荷载表是根据每个外伸支架的使用情况、悬臂长度和辅助悬臂长度而制定。但是，在外伸支架处于中等伸展状态时，工作区会因起重机性能而受到限制。当外伸支架处于完全伸展状态时，悬臂和辅助悬臂在整个周界内具有相同的性能。外伸支架处于中等伸展和最小伸展状态之间时，前部区域和后方区域具备的性能与外伸支架处于完全伸展状态时的性能相同。只有侧面区域会根据伸展宽度指定总额定荷载（图 1-70(a)，第 13 页 (cn)）。

此外，卡车起重机前部区域的吊升性能为侧面区域和后方区域的总额定荷载的 21% 到 54%（图 1-70(b)，第 13 页 (cn)）。

3) 对于履带式起重机（包括带起重机功能的履带式液压挖掘机）

工作区是共有区域并且整个周边的总额定荷载是恒定的（图 1-70(c)）。

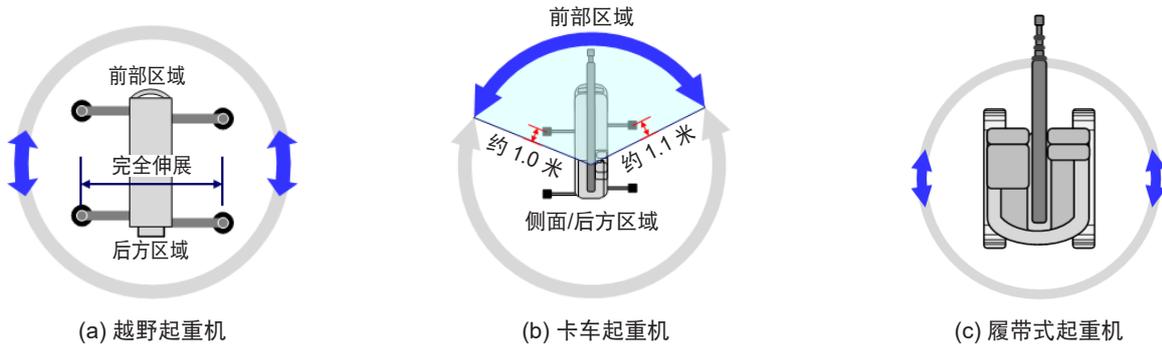


图 1-70 其他起重机工作区

(4) 起重机稳定性

起重机稳定性表明移动式起重机翻倒或不翻倒的概率。通常用比率表示，稳定力矩作为分子，倾翻力矩为分母。该值越大，稳定性越高。移动式起重机必须通过《起重机安全条例》的起重机稳定性测试，即吊升的荷载是额定荷载的 1.27 倍。

(5) 工地的明确指示

禁止任何与作业无关的人员进入工地，并在显眼的地方张贴相关警告。

(6) 移动式起重机安装

1) 确认工作半径

工作半径表示从移动式起重机回转中心到吊钩中心向下延伸的垂线的水平距离。因此，在确定移动式起重机的工作位置时，要考虑工作范围和因悬臂挠度导致的工作半径扩大，以及从回转中心到外伸支架尖端或者从回转中心到车辆尽头（前/后）的距离。

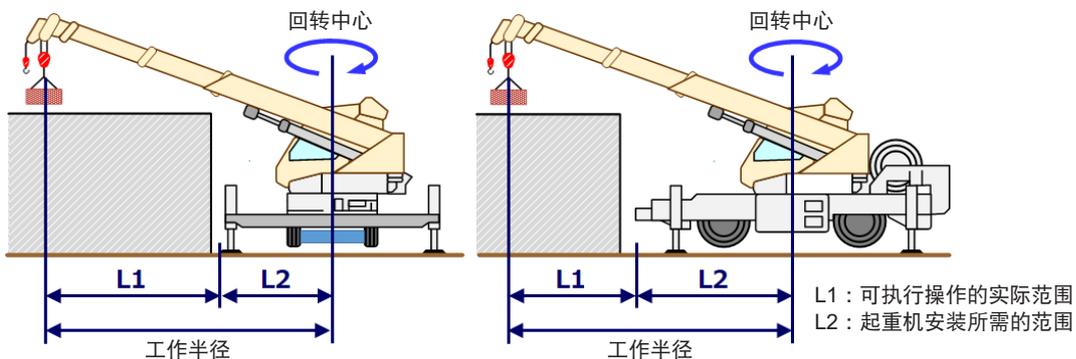


图 1-71 实际的工作范围

2) 移动式起重机安装概览

将移动式起重机安装在坚硬平地上，使机身保持水平。

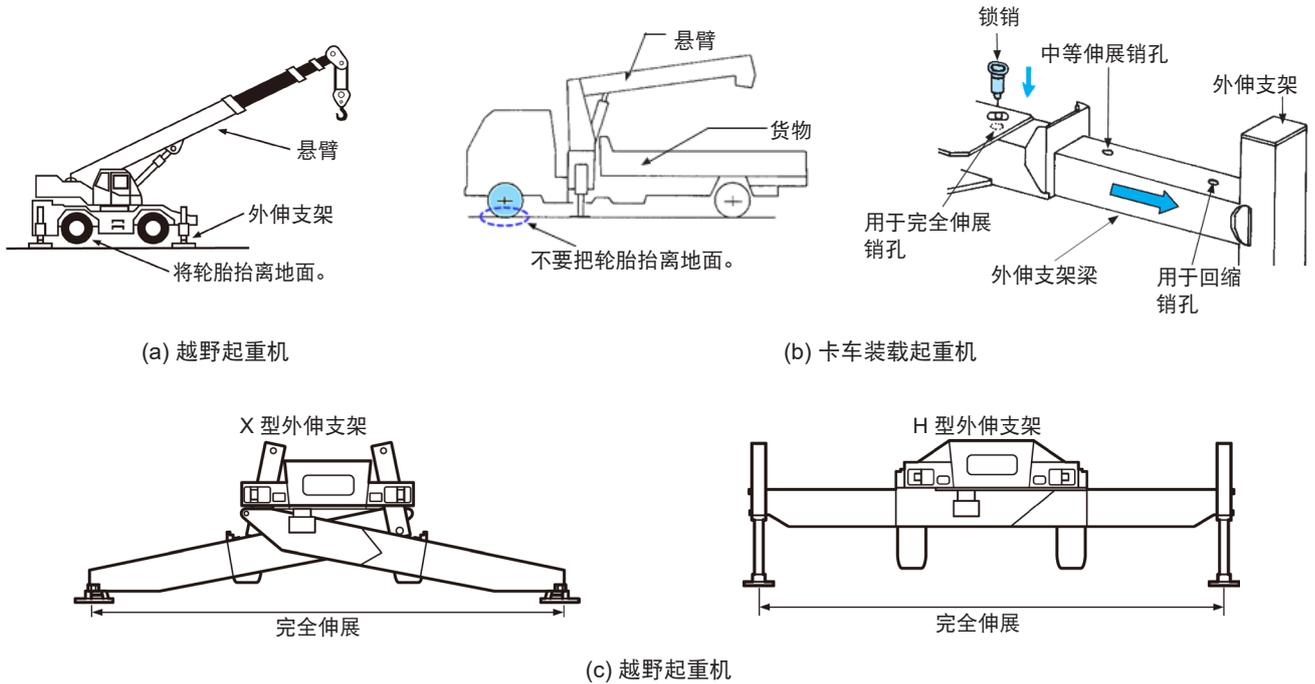
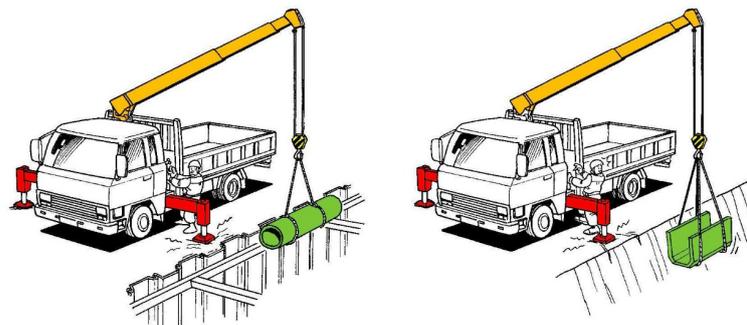


图 1-72 移动式起重机安装概览

对于软土地面，则需在外伸支架浮板下面铺设足够高强度的地垫板（如方木、底板或铁板），确保外伸支架浮板不会沉入地面。此外，外伸支架原则上应该在安装时完全展开。将外伸支架梁在两侧均匀地完全伸展，然后插入锁销固定。仅当安装地点有所限制，不能完全伸展时，才可以使用中等伸展或最小伸展。务必用锁销固定外伸支架梁。临近挖掘现场设有滑坡防护墙的地面或路肩地面并不牢固。因此，安装外伸支架时应远离这些位置。



在滑坡防护墙的板桩附近安装外伸支架很危险(路肩同样如此)

图 1-73 危险的外伸支架安装(示例)

(7) 地面相关知识

安装移动式起重机时，一定要检查地面状况，确保外伸支架不会下沉。这需要了解诸如土壤性质和地面坚实程度等方面的知识。在土木工程作业中，会事先测量和确认地面坚实程度，但在安装轻型移动式起重机时，往往会省去地面的初步测量。因此，通常是检查行人留下的脚印深度或行驶机器（如卡车起重机）留下的轮胎痕迹，或者目视检查土壤类型和性质并以此为依据，来判断地面坚实程度。加固或压实或通过铺设铁板或外伸支架地垫板等材料可以增加坚实程度。

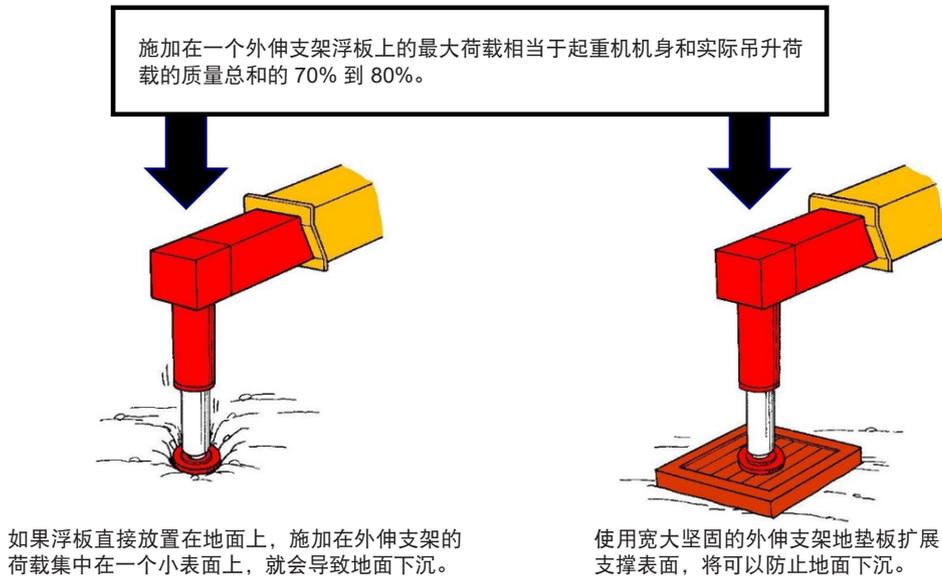


图 1-74 外伸支架安装

(8) 作业注意事项

1) 路边作业

当在护栏等附近安装卡车装载起重机进行卸货时，应在开始作业前确定撤离方向和区域。如果起重机在作业过程中翻倒，护栏一侧没有撤离空间就会极其危险（图 1-75）。在荷载附近卸货时若没有空间，同样也是如此；因此，务必注意作业位置（图 1-76）。

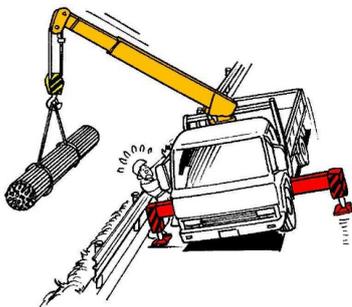


图 1-75 路边作业

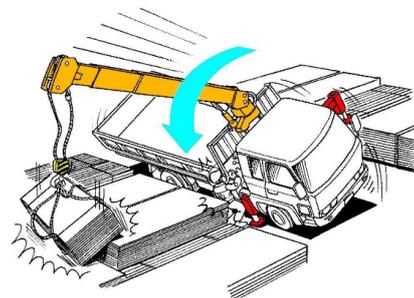


图 1-76 荷载附近的卸货作业

2) 遥控

在使用遥控（如无线控制）的操作中，作业时切勿背对着荷载。在背对起重机机身时，仍需要观察荷载以及注意起重机的移动。如果发现任何危险迹象，如翻倒，应立即卸货或撤离。在安全的地方进行操作，操作期间切勿用手支撑悬吊的荷载。

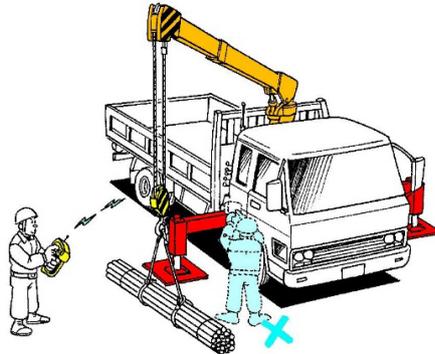


图 1-77 遥控

3) 禁止侧方提拉荷载

在进行 jigiri 之前不要侧方提拉荷载，也不要斜着吊升荷载。侧方提拉荷载引起的异常大荷载可能会对起重机造成损坏，或者在荷载离开地面或悬挂的荷载脱落时造成起重机剧烈摆动。

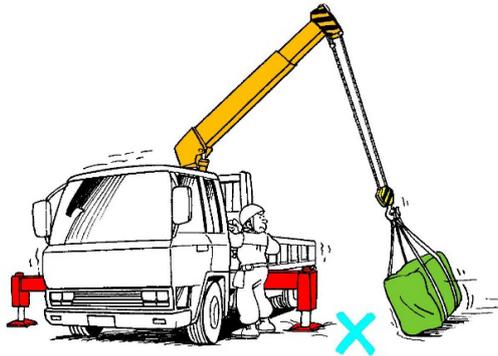


图 1-78 禁止侧方提拉荷载或斜着吊升荷载

4) 吊钩位置

吊升时，将吊钩直接放在荷载的重心上方（图 1-79）。如果荷载的重心和从吊钩中心向下延伸的垂线没有对准，吊升时荷载会发生摆动。而且，吊升时若吊钩未放在荷载重心的正上方，就会导致荷载移动，移动情况取决于吊钩位置和荷载重心之间的偏差量。这可能导致荷载与其周围的人员或物体相撞，或者夹住操作员（图 1-80）。

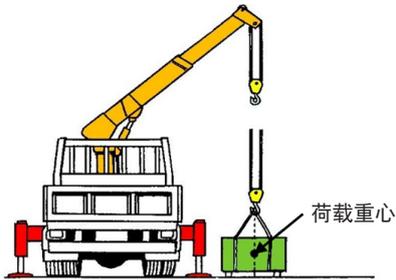


图 1-79 吊升时的吊钩位置

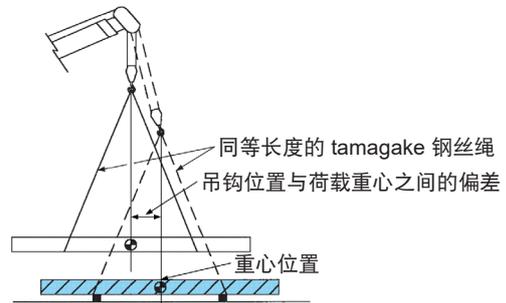


图 1-80 重心和荷载移动

5) Jigiri 和确认

根据信号员的起重信号，在拉紧 tamagake 钢丝绳时使用荷载计确认荷载质量并暂时停止。如果荷载质量在总额定荷载范围内，则再次执行 jigiri 并暂时停止，然后确认 tamagake 的状况。

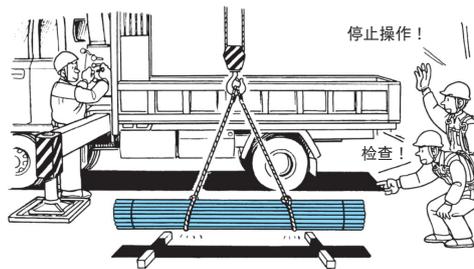


图 1-81 Jigiri 和确认

6) 使用安全装置确认

对于移动式起重机,必须使用有效的安全装置(如荷载力矩限制器)来执行作业。当所吊升的荷载移到危险的一侧时,请注意荷载力矩限制器数值和警报。

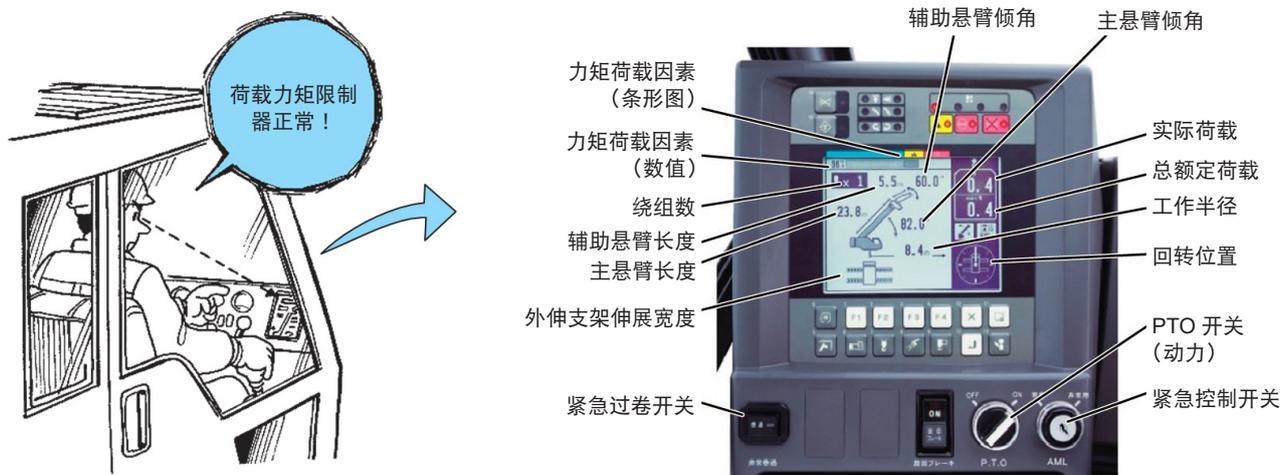


图 1-82 荷载力矩限制器显示屏示例 (越野起重机)

7) 禁止凭臆想操作

操作时,口头重复信号员的信号,并根据信号操作。请勿凭臆想进行操作,这很危险。即使在隔离环境下作业,也要在 jigiri 后暂时停止,确认 tamagake 的状况。

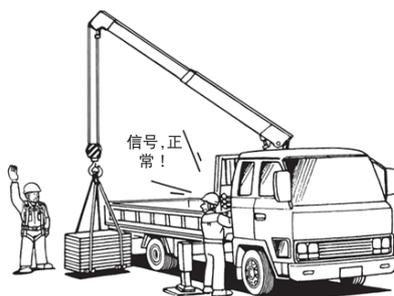


图 1-83 禁止凭臆想操作

8) 禁止骑坐和进入

有人骑坐在荷载顶部时，切勿吊升该荷载（图 1-84）。而且，禁止任何人进入所吊升的荷载下方或荷载回转范围内的区域（图 1-85）。如果有人在该荷载移动方向的范围内，请让他们撤离，然后再移动荷载。

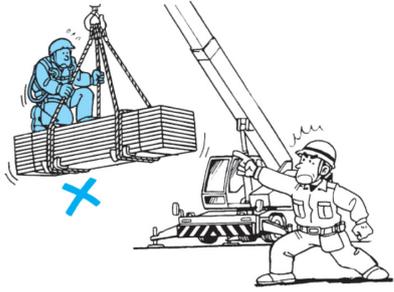


图 1-84 禁止骑坐

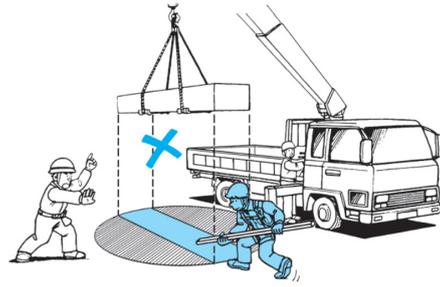


图 1-85 禁止危险接近

9) 回转注意事项

回转时，请遵循信号员的信号。卷起重物的荷载时，务必缓慢回转。若快速回转，荷载就会因离心力而向外摆动，从而会出现与较大工作半径相同的状态，最终可能会造成起重机翻倒。卡车装载起重机在侧面区域稳定性较低，因此，在回转时务必小心，避免起重机翻倒。

10) 荷载从货厢掉落

当从卡车装载起重机上卸货时，要注意卸货顺序，防止货物倒塌。堆稳荷载并在必要时进行捆绑，防止因振动或行驶时的其他运动而导致倒塌或掉落。

11) 前部区域吊升荷载

对于移动式起重机，每个工作区的稳定性和吊升性能因型号而异。特别是在卡车装载起重机前部区域吊升荷载时，若向稳定性较差的方向回转，则自动停止的型号具有防止翻倒的功能，可让起重机在能力范围内停下来。换句话说，在稳定性下降到非荷载条件下的总额定荷载的 25% 或更低时，若向前部区域回转，不会自动停止的型号会有翻倒风险。

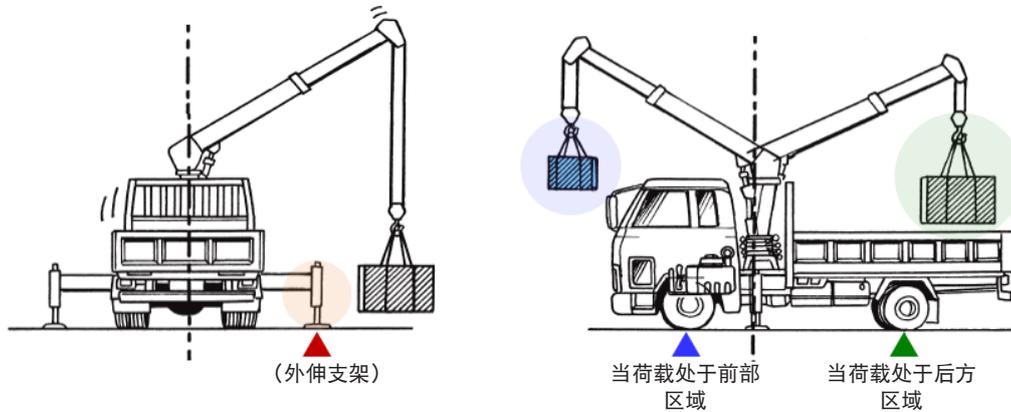


图 1-86 卡车装载起重机倾翻点

12) 制动器操作

切勿突然制动或突然拉杆操作以停止移动式起重机，这会对起重机形成冲击引起不稳定，从而导致翻倒或结构构件损坏。

13) 荷载落地

在将吊升的荷载放落地面时，以缓慢的速度降下荷载并在地面上方停止，然后根据信号员的信号轻轻地将荷载放落地面。落地后，暂时停止，确认荷载稳定，然后进一步降下。

14) 提拉 tamagake 钢丝绳

在将 tamagake 钢丝绳提拉出荷载时，存在 tamagake 钢丝绳被荷载卡住，导致荷载倒塌的风险。因此，切勿使用起重机的起重作业来拉出 tamagake 钢丝绳。

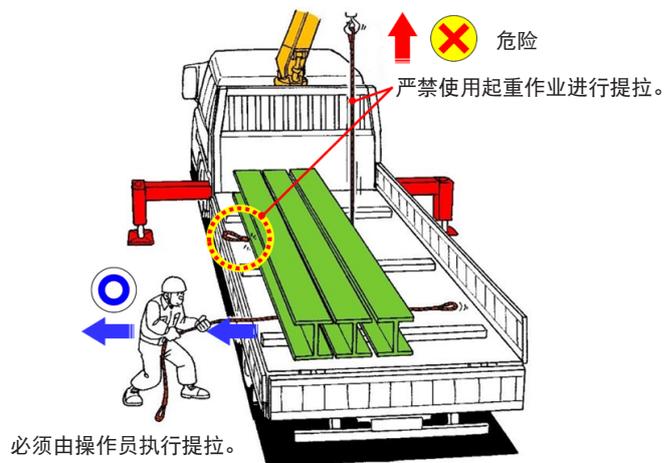


图 1-87 提拉 tamagake 钢丝绳

15) 起重钢丝绳索扣

参见图 1-88 和图 1-89。

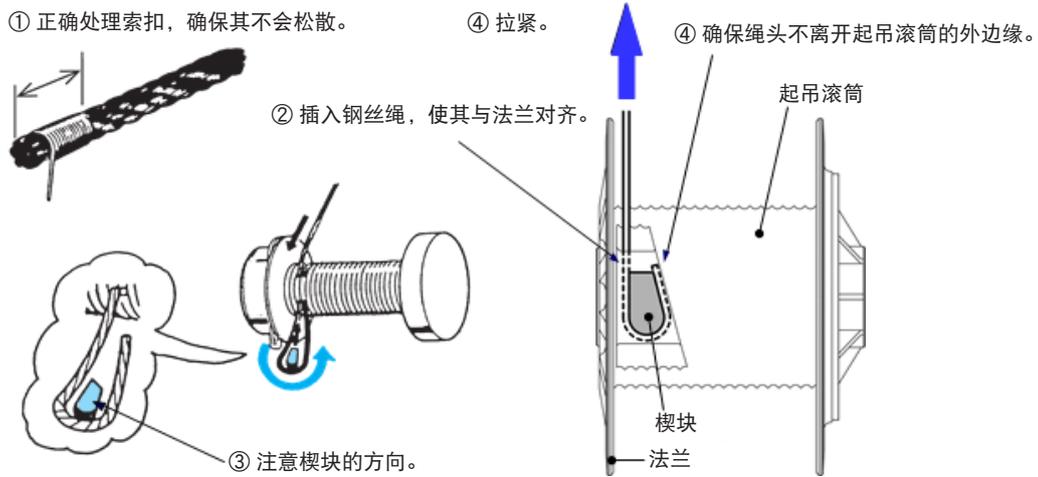


图 1-88 起吊滚筒端索扣

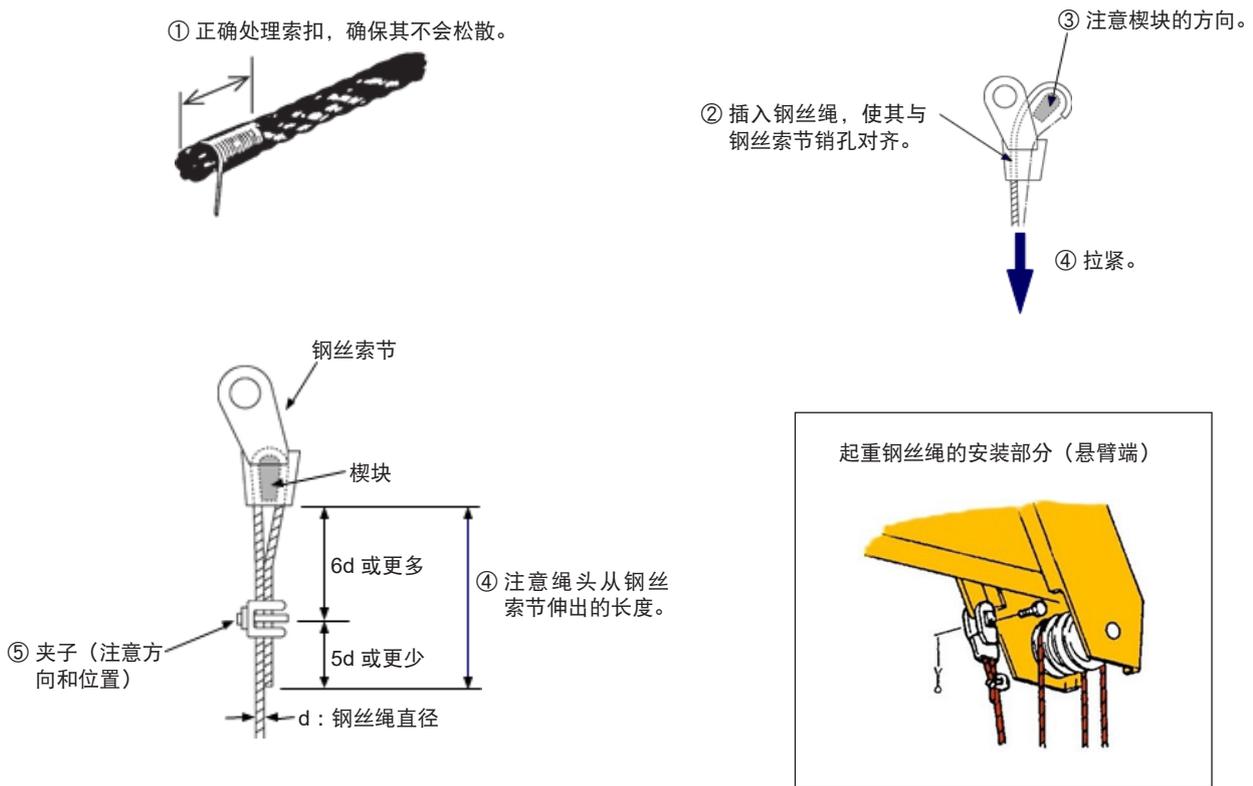


图 1-89 悬臂端索扣

16) 使用起重钢丝绳的注意事项

a. 消除扭转

如果起重钢丝绳扭转并且吊钩转动，则可能会导致荷载坠落或起重钢丝绳断裂等事故。因此，必须消除扭转。如果起重钢丝绳扭转，请遵循图 1-90 中的步骤来消除扭转。但是，切勿一次扭转五次或以上。如果上述方法不能消除扭转，则必须更换新的钢丝绳。

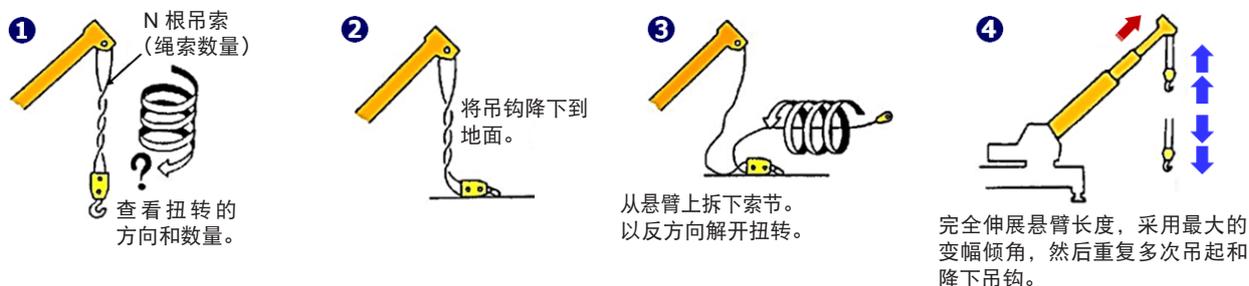


图 1-90 消除起重钢丝绳的扭转

b. 起吊滚筒的最小绕组数

当起重钢丝绳降至最大限度时，至少要在起吊滚筒上留有两个预备卷绕。对于地下吊升高度的作业，应特别检查放卷量（滚筒内剩余量），确定可行的地下吊升高度。

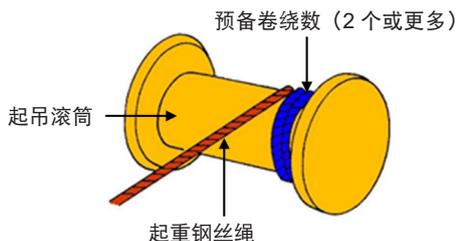


图 1-91 起吊滚筒的最小绕组数

17) 禁止离开操作位置

操作员不得在吊升荷载时离开操作位置。在暂停作业时，操作员还必须将荷载降到地面。

18) 操作期间的异常情况

在操作移动式起重机时，应注意作业设备、安全装置、显示屏等设备的异常、振动、发热以及气味。如果出现诸如设备功能异常、显示消失、异常噪音或异常振动等问题，应立即停止操作。然后，调查原因，上报给主管并寻求解决方法指示。

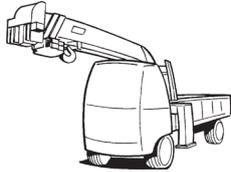
19) 操作过程中禁止检查和其他动作

当原动机运行时，切勿执行清洁、加油和维修等动作。

(9) 作业结束后程序

1) 结束作业和移动时安置工作

作业完成后，存放吊钩并将 PTO 转到 OFF（关）。当返回办公室或移到另一个工地时，需行驶到指定的位置。



置前存放



置后存放(吊钩已存放)



置后存放(固定钢绳)

(a) 卡车装载起重机



(b) 越野卡车起重机

图 1-92 行驶时位置安置

2) 作业结束后检查

作业结束后执行以下检查：

- 对在操作中发现异常和已采取紧急措施的地方进行重新检查和确认。
- 确认燃料、机油、润滑油和其他液体的数量，清洁起重机并将其储放在指定位置。此外，在作业日志中记录起重机作业时的状态。

3) 移交移动式起重机的操作工作

当将起重机的操作工作移交给他人时，一定要告知起重机的状况和是否有异常情况。

(10) 其他

1) 行驶注意事项

a. 吊钩回缩和各种锁

行驶时，一定要运行吊钩回缩机构，或将吊钩固定到位，防止其在行驶时摆动，并锁紧回转锁（回转制动器）。另外，存放好外伸支架，然后确认起重机操作中紧固外伸支架梁的外伸支架锁和在行驶过程中防止外伸支架突出的行驶锁均已锁定。

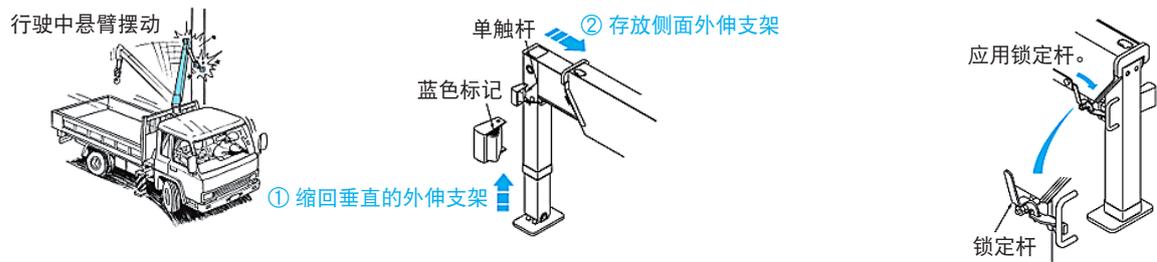


图 1-93 行驶注意事项（卡车装载起重机）

b. PTO 操纵杆

将所有的操纵杆调到空档位置，然后将 PTO 操纵杆转到 OFF（关）。如果操纵杆在 ON（开）位置，行驶过程中起重机设备可能会运行。

c. 在路上行驶

在立交桥或其他有高度限制的基础设施下通过时，应减速，同时应适当注意高度限制，确保悬臂等设备不会与这些基础设施接触。在视线受阻或因悬臂遮挡而导致驾驶员座椅视野不佳的地方，请在驾驶前确认情况是否安全。

2) 恶劣天气的注意事项

对于户外作业的移动式起重机，须考虑天气因素。使用移动式起重机进行作业时，如果 10 分钟内的平均风速为 10 米/秒或更高，则必须暂停作业。因为荷载可能会随风摆动或旋转，给工人带来危险。此外，当吊升的荷载达到额定荷载时，风压可能导致荷载的工作半径增加，施加的荷载就可能超过额定荷载。吊升的荷载越重、越高以及悬臂越长或提升越高，移动式起重机就更容易受风影响。

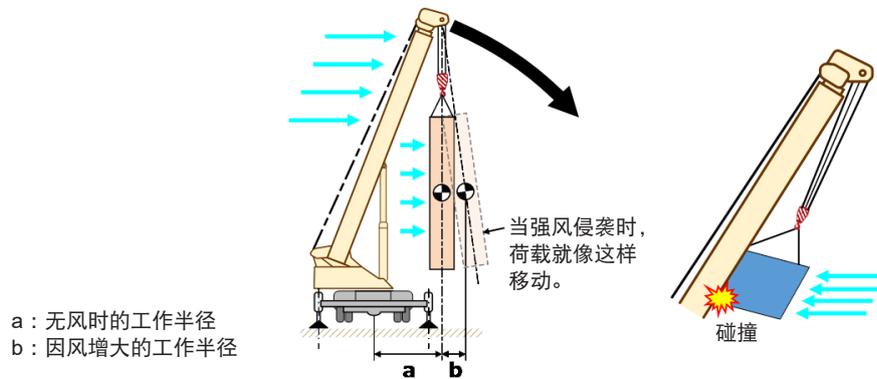


图 1-94 风的影响

当吊升铁板等受风面积大的荷载时，从悬臂前、后或侧面吹来的风可能会导致起重机翻倒或悬臂损坏。从悬臂前方吹来的风也可能导致荷载碰撞悬臂，对其造成损坏。当悬臂空载状态下完全升起时，如果风从悬臂前方吹来，起重机可能会向后翻倒。此外，由于计算移动式起重机的稳定性时并未考虑风力荷载，在强风中翻倒的风险会增加，特别是非常容易受风影响的长悬臂。

1.6.4 查验/检验和维护

为了确保安全作业和提高作业效率，保持移动式起重机所有部件处于最佳状态很重要。为此，请进行作业前查验、定期自检和性能检验。如果发现异常情况，请立即进行维修。如不进行适当的检验和维护，则可能会导致事故，因此下列检验和查验是由法律规定的强制措施。

(1) 作业前检查

开始作业前，移动式起重机的操作员必须对将要操作的机器的状况进行以下检查。检查工作必须按照制造商提供的型号检查表进行。如果发现一处异常，必须立即上报主管并在作业前实施适当的维修。

- 如要检查过卷报警装置的功能，请卷起吊钩，提升重物并倾听警报。对于防过卷装置的功能，可以卷起吊钩，升起重物，确认起重机构是否停止。
- 如要检查额定荷载指示器和荷载力矩限制器的功能，请使用制造商指示的方法。
- 如要检查其他报警装置的功能，请将开关转到 ON（开），然后倾听警报。
- 如要检查起重机构制动器和离合器的功能，请操作起重机构操纵杆，然后查看吊钩的状况。
- 如要检查操纵杆（控制器）的功能，请查看各种操纵杆的移动。

(2) 作业结束后检查

1) 每月定期自检

所有拥有移动式起重机的企业必须每月定期进行自检，检验结果应予以记录并保存三年。

2) 每年定期自检

所有拥有移动式起重机的企业必须每年定期进行自检，检验结果应予以记录并保存三年。在每年定期自检期间会在检验时按照《移动式起重机定期自检指南》进行一次荷载测试^{*1}。进行每年定期自检的人员最好接受过一定程度的培训^{*2}。

*1 吊升与额定荷载等量的荷载，并以额定速度进行吊升、回转和行驶等动作。

*2 已完成由日本起重机协会等组织举办的移动式起重机定期自检检查员安全培训的人员。

3) 其他检验

除定期自检外，法律还要求吊升荷载为 3 吨或以上的移动式起重机每两年须由注册的性能检验机构进行一次性能检验，以及在更换悬臂或其他部件时进行一次变更检验。

4) 查验和检验的注意事项

在移动式起重机的查验和检验中，如果未能采取最有效的程序可能会浪费时间，导致错过检查点。为了防止这种情况发生，应充分了解待检验起重机的结构和功能，并谨记下列注意事项来做好预查/预检的准备工作，从而开展系统的查验和检验：

- 在查验和检验时，应清楚地标示移动式起重机“正在检验中”。这样可以防止第三方进入检验区和确保安全。
- 待查验和检查的起重机必须停放在平稳的地面上，安全装置应启动。按照查验和检验细节需吊升起重机机身时，应在机身和地面之间放置木材来确保安全。
- 如果在查验和检验中发现任何异常，请立即通知您的主管，并让专业的维护供应商进行维护和维修。

第 2 章

原动机和电力相关知识

2.1 原动机

原动机将各种各样的能转换成机械能。轻型移动式起重机所使用的原动机有一部分是电动机,但是大部分是内燃机。

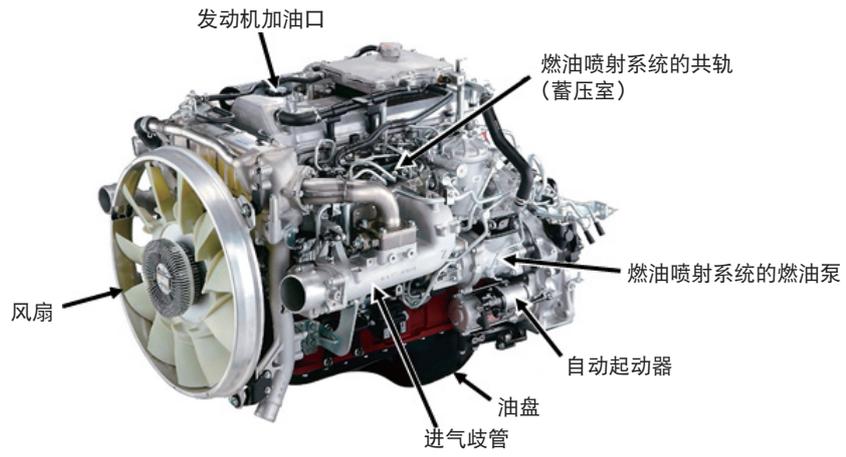
2.1.1 内燃机

内燃机包括使用轻油作为燃料的柴油发动机和使用汽油的汽油发动机。作为原动机,它们都适合用于需要保证机动性的移动式起重机。一些轻型移动式起重机会采用汽油发动机,但是大部分都采用柴油发动机,其优势如表 2-1 中所示。

表 2-1 柴油发动机与汽油发动机的比较

项目	类型	
	柴油发动机	汽油发动机
燃油类型	轻油	汽油
点火类型	空气压燃自动点火	电火花点火
每马力发动机质量	大	小
每马力发动机价格	高	低
热效率	良好 (30% - 40%)	不佳 (20% - 28%)
运行成本	低	高
火灾风险	低	高
噪音和振动	大	小
寒冷天气下的启动能力	不佳	良好

柴油发动机的构成装置如图 2-1 中所示。



2.1.2 操作

发动机是起重机的心脏。因此，务必遵守下列注意事项，避免由于发动机误操作或损坏而导致移动式起重机功能全部瘫痪。

(1) 启动发动机前的注意事项

a. 机油

使用油位计查看剩余机油是否符合规定量。如果油量不足，请补充机油。

b. 冷却剂

如要检查冷却剂，请在确认发动机绝对冷却后检查副箱（蓄水箱）的水位。如果剂量不足，请补充冷却剂。大多数水冷发动机的冷却系统采用压力式装置。因此，在一般情况下，请勿在发动机受热时取下散热器盖。导致烫伤。因此，在正常情况下，（发动机受热时）请勿打开散热器盖。

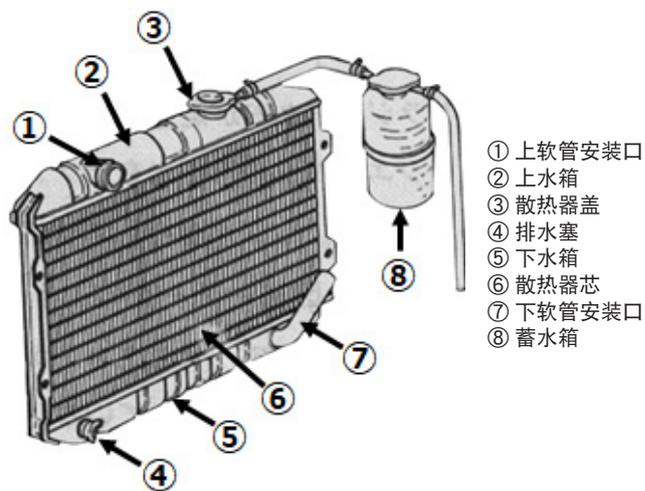


图 2-2 散热器

c. 燃油

通过燃油表查看燃油量，如果油量不足则进行补充。

d. 风扇皮带

检查风扇皮带确保没有松脱或损坏，并且上面没有粘上油料或其他材料。

(2) 启动发动机时的注意事项

- 确认机器周围区域安全。
- 检查所有操纵杆是否已设置在空档位置。
- 检查驻车制动器是否已启动。检查变速器变速杆是否已设置在空档位置。
- 检查 PTO 操纵杆是否已位于 OFF（关闭）位置。

在确认以上情况后，启动发动机，全力踩合离合器踏板，将 PTO 操纵杆转换到 ON（启动）位置，并慢慢松开离合器踏板。

(3) 预热操作的注意事项

- 检查液压、气压和其他指示器是否显示正常值。
- 检查是否存在任何水或油液泄漏。
- 检查废气颜色是否正常。
- 检查发动机是否运行正常。

(4) 操作注意事项

- 检查液压是否正确。
- 检查冷却剂温度是否适当。
- 检查电池是否已充满电。
- 检查是否存在异常声响。

(5) 操作结束的注意事项

- 检查悬臂和外伸支架是否已存放妥当。
- 将 PTO 操纵杆转换到 OFF（关闭）位置，然后检查 PTO 指示灯是否已熄灭。（切勿在 PTO 转到 ON（启动）位置时操作机器行驶。）
- 在确认以上情况后，停止发动机并加注燃油箱。
- 在添加燃油后，取出发动机钥匙并存放妥当。

2.2

液压系统

随着液压技术的发展，近年来大多数移动式起重机都已经使用液压系统。表 2-2 将例举液压系统的优点和缺点。

表 2-2 液压系统的优点/缺点

优点	缺点
<ul style="list-style-type: none">• 紧凑且轻便。• 易于防止起重机设备发生过载。• 易于实现无级变速。• 振动小、运行平稳。• 易于实施远程控制。	<ul style="list-style-type: none">• 管道铺设困难。• 液压油属于易燃品、易泄漏并且容易受到污染。• 机器效率取决于液压油的温度。

2.2.1 液压原理

液压原理基于帕斯卡定律。如图 2-3 中所示，在活塞面积分别为 10 cm^2 和 1 cm^2 的两个液压油缸组成的容器中，在小活塞上施加一个 10 N （牛顿）的力将对大面积活塞传递一个 100 N 的力。即，作用在小活塞上的力按照大活塞的面积成比例地放大了。

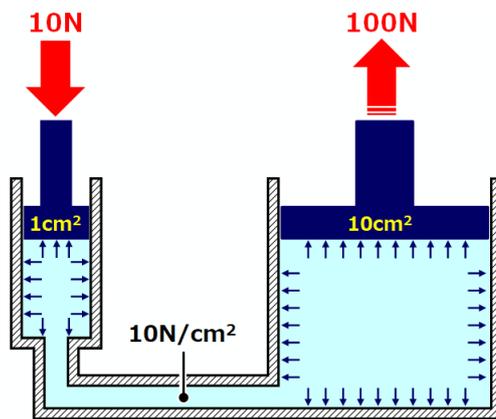
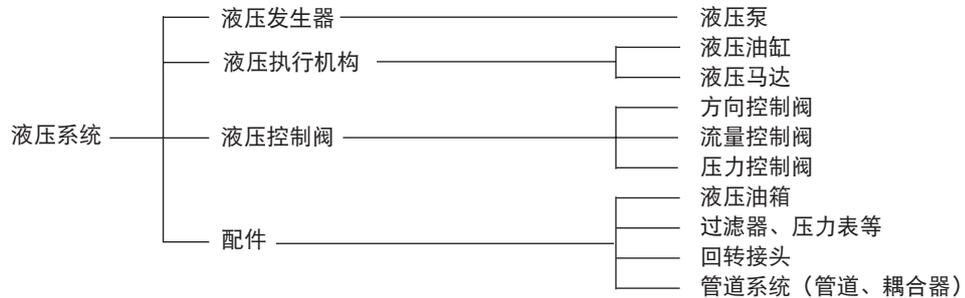


图 2-3 活塞面积和力的关系

2.2.2 液压系统结构和工作机制

(1) 液压系统结构

液压系统由以下装置构成。



(2) 液压系统工作机制

如图 2-4 中所示，拉动操纵杆使选择器阀芯向左移动，液压泵排出的油将流到油缸的：① 侧，使活塞向右移动。② 侧的油将通过选择器阀返回液压油箱。相反地，推动操纵杆会使选择器阀向右移动，油将流到油缸的 ② 侧，使活塞向左移动。

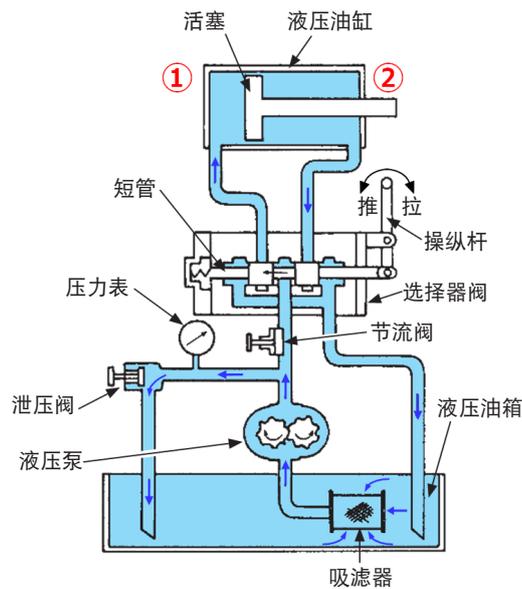


图 2-4 液压系统工作机制

2.2.3 移动式起重机液压系统

利用发动机动力操作液压泵，将泵压后的液压油通过方向控制阀输送到液压油缸（悬臂伸缩缸）或液压马达。这会导致液压油缸伸缩和液压马达旋转，从而驱动各种装置。从液压马达或液压油缸排出的液压油压力将会减小，然后通过控制阀返回液压油箱。

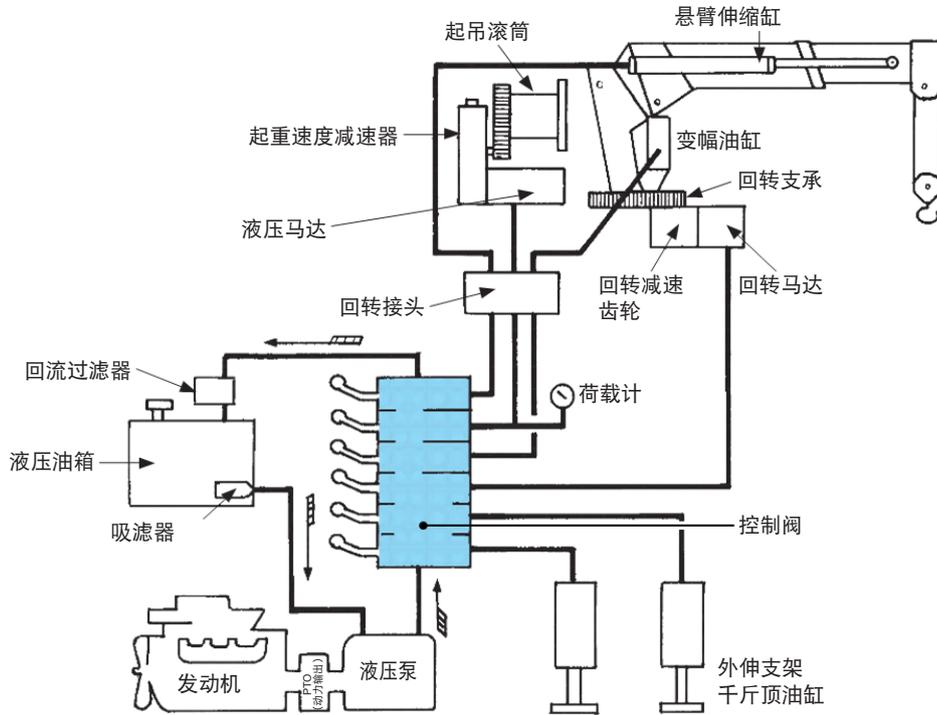


图 2-5 卡车装载起重机液压回路

(1) 液压发生器

用于液压发生器的液压泵依靠发动机和电动机驱动。从液压油箱吸出的油作为压力油排出并输送到液压执行机构。对于移动式起重机的液压泵，卡车装载起重机主要使用齿轮泵（图 2-6），越野起重机主要使用柱塞（活塞）泵（图 2-7）。

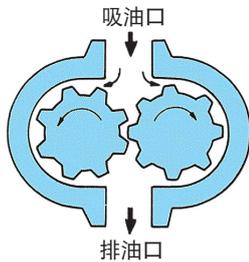


图 2-6 齿轮泵

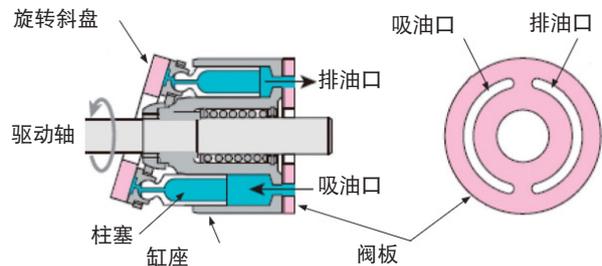


图 2-7 柱塞泵

(2) 液压执行机构

液压执行机构将液压泵输出的压力油转换为机械运动。这些执行机构根据其运动方式大致分为：直线运动型液压油缸和旋转运动型液压马达。

1) 液压油缸

移动式起重机的液压油缸一般为双作用单杆油缸。这些双作用油缸两侧都有液压油闸道。液压油以来回运动的方式进出这些闸道。

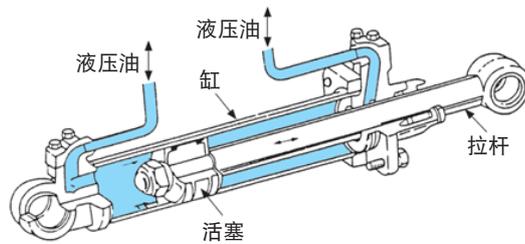


图 2-8 液压油缸（双作用）

2) 液压马达

与液压泵不同，在压力油注入液压马达时液压马达将旋转驱动轴。移动式起重机一般使用柱塞式马达作为起重、回转和驱动操作的液压马达。轴向柱塞马达（图 2-9）具有与旋转轴方向一致的柱塞，而径向柱塞马达（图 2-10）具有与旋转轴垂直的柱塞。这两种类型的输出轴都会在压力油的作用之下随着柱塞的往复运动而旋转。

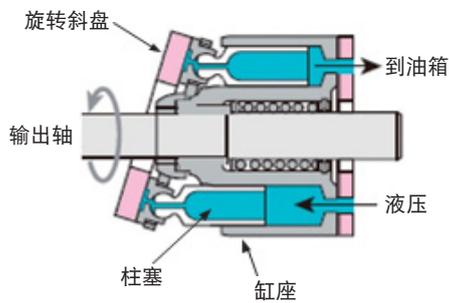


图 2-9 径向柱塞马达

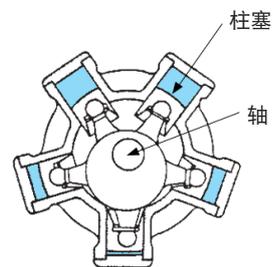
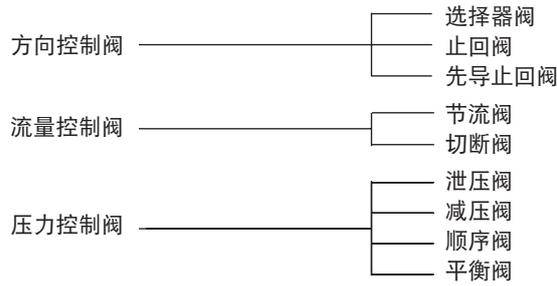


图 2-10 轴向柱塞马达

(3) 液压控制阀

液压控制阀控制液压油的流向、压力和流速。下列控制阀根据其功能和特性用于液压回路的不同位置。



这些阀门的基本介绍如下。

1) 方向控制阀

方向控制阀控制下列内容：切换液压油的流向、液压油的单向移动以及液压执行机构的启动和停止。

a. 选择器阀

选择器阀切换油的流向以改变液压油缸运动和液压马达旋转的方向。操作移动式起重机起重、下降、悬臂变幅、悬臂伸缩和回转的这些操纵杆将通过操作选择器阀来控制。

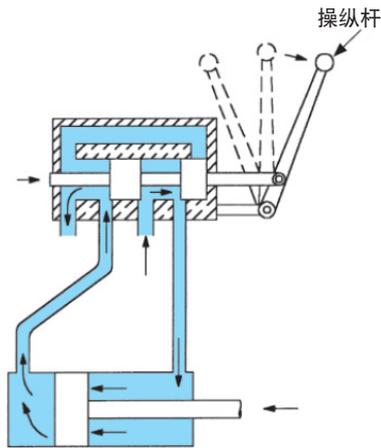


图 2-11 选择器阀

b. 先导止回阀

止回阀允许油在一个方向自由流动，但是禁止其反向流动。相反地，先导止回阀还允许油反向流动。先导止回阀是移动式起重机中用于外伸支架液压回路故障的一种安全装置。

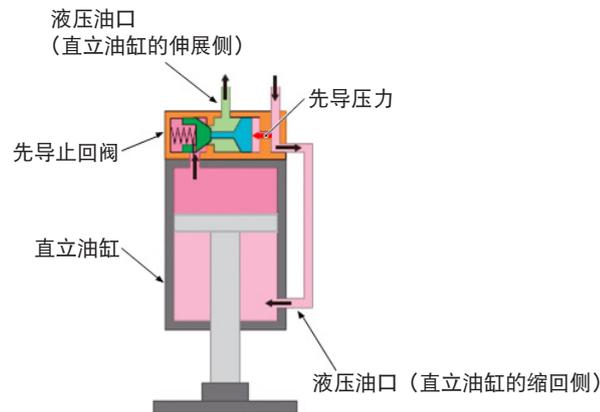


图 2-12 先导止回阀

2) 压力控制阀

压力控制阀控制液压油压力来安全地操作液压系统和保持起重机操作所需的动力。压力控制阀包括泄压阀（如图 1-52（第 34 页）(cn) 中所示）、减压阀（使液压回路某一部分的压力低于其他部分）、顺序阀（用于移动式起重机悬臂伸缩回路）和平衡阀（在移动式起重机上进行下降操作时，保持下降速度不变）。

(4) 配件

1) 液压油箱

液压油经液压泵加压，通过管道激活液压执行机构来操作起重机设备。因此，存放液压油的液压油箱会配备通风装置来防止灰尘和污染物进入。它还会配备过滤器来去除油中的污染物，这样油箱可以始终提供干净冷却的油。

2) 压力表

压力表用于读取回路中的压力。目前广泛使用的是弹簧管压力表，并且卡车装载起重机还将其作为荷载计使用。但请注意，在 2019 年 3 月以后已禁止安装压力表作为防止过载装置。

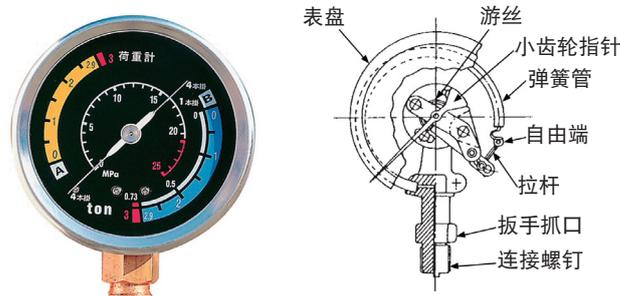


图 2-13 压力表

3) 油冷却器

当油温异常升高时，油冷却器将对油进行冷却。当液压系统持续运行时，油温会升高。因为 55°C - 60°C 是最适合的运行油温，超过此水平就会引起各种问题。所以，安装油冷却器可防止油温升高。

4) 回转接头

回转接头用于连接回转上部结构和下部行走部分之间的液压回路。此外，在越野起重机中，它们也用于自动制动器起重机构（配备了允许自由落钩的装置）的离合器操作回路。

2.2.4 液压系统维护

维护的目的就是要液压系统各部分保持最佳状态，从而确保起重机操作的安全性和提高运行效率。大多数液压系统故障与液压油污染和导管线路的油液泄漏有关。因此，一定要将这些问题的维护和检验放在首位。

(1) 更换和评估液压油

进入液压油箱的空气往往会携带污染物和水分。此外，液压设备在运行过程中会逐渐产生磨损碎片。因此，请定期更换液压油。如果液压油明显变脏，那么即使未到更换期也要进行更换，并且还要更换滤芯。

表 2-3 如何从外观评估液压油

外观	气味	原因	对策	
透明，无变色	良好	—	继续使用	
透明，但是颜色变淡	良好	混入其他类型的油	检查粘度，如果适用则继续使用	
变成乳白色	良好	混入气泡和水	更换液压油	
变为深棕色	不佳	变质	更换液压油	
透明，但可见小黑点	良好	混入污染物	要求制造商过滤/更换液压油	
起泡沫	—	混入油脂	更换液压油	
		混入空气	吸滤器堵塞	清洗或更换吸滤器
			吸油槽内的油面受到扰动	检查液压油，如果数量不足进行补充
		泵内形成气泡	改善液压油温，切断液压动力源并保持断开状态	

检查液压油量，起重机已就位待启动。油位必须位于 HIGH（上限）和 LOW（下限）标记之间。检查油量时，如果液压油温高，油就会膨胀，油位会上升。相反，如果油温低（例如寒冷地区），油会收缩，油位会下降。因此，检查油量时最好保持液压油温处于室温水平（约 20°C - 30°C）。

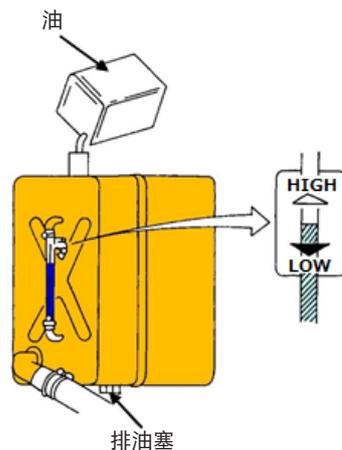


图 2-14 如何确认油位

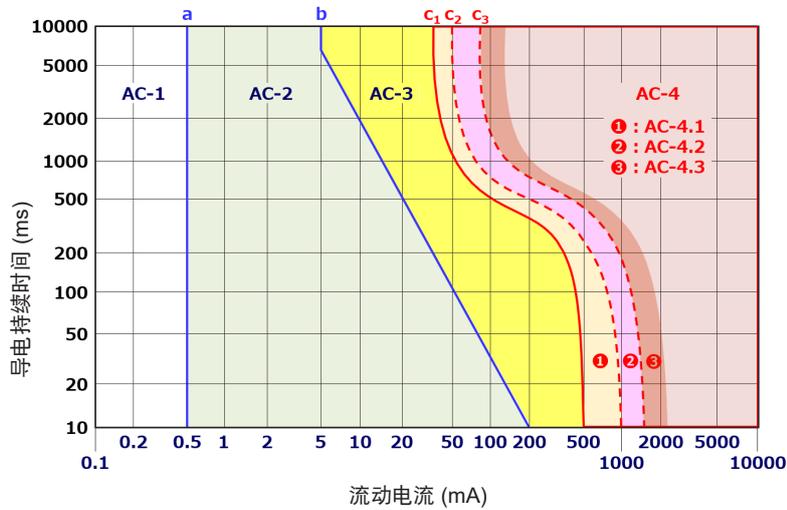
(2) 过滤器

过滤器非常重要。它可以去除液压油中的污染物，时刻保持清洁，从而防止液压设备受到损坏，延长液压设备的使用寿命。相应地，需要根据机器运行时间（使用时间）来定期更换过滤器。此外，在液压油箱的吸入侧提供了吸滤器（粗滤器）。每次更换液压油时应取下吸滤器，使用清洁轻油或清洗液来清洗过滤器，等彻底干燥后重新进行安装。

(1) 触电相关注意事项

触电指电流通过人的身体并引起疼痛或产生其他不良影响。触电造成的冲击程度取决于：电流的大小、导电的持续时间、电流的类型（例如，交流电或直流电）以及个人的身体素质和健康状况。特别是电流的大小和导电的持续时间都有很大的影响。触电确实会导致致命事故，低电压下会发生心室纤颤（所谓的心力衰竭）和呼吸骤停。除了此类事故外，高电压时，接触产生的电弧热或电流流通产生的焦耳热会导致烧伤。心室纤颤是由电流流向心脏区域而引起的一种心室搏动的心律失常。这会阻碍心脏收缩和扩张，导致血液循环减少，这一问题可以导致死亡。心室纤颤是一种不可逆的现象，除非使用 AED（自动体外除颤器）进行除颤，否则即使触电已停止，也不会从心室纤颤恢复正常。此外，电烧伤可以深入到身体深处，人体细胞会遭到类似于外部热源烧伤的破坏。

虽然触电危险的评估标准通常只使用电流值表示，但是国际电工委员会 (IEC) 采用电流与时间的乘积为标准，如图 2-15 中所示。此图中的值假定电流从左手流向双脚。该图显示接触 50 mA 电流 1000 ms、100mA 电流 500 ms 以及 500mA 电流 10 ms 就会引发心室纤颤。这些情况会导致死亡危险。但是，即使人体暴露在高电压之下，身体流过的电流非常大，只要导电的持续时间极短，那么也可能只会受到烧伤。



- AC-1 : 有感觉，但通常不会有“受惊”反应。
- AC-2 : 不自觉的肌肉收缩，通常对身体无害。
- AC-3 : 强烈无意识的肌肉收缩、呼吸困难以及可逆性心脏功能紊乱，通常对器官没有损害。
- AC-4 : 病理生理性影响，如心脏骤停、呼吸骤停和烧伤。心室纤颤的可能性随着电流和时间而增加。
- AC-4.1 : 心室纤颤的可能性：约为 5% 或更少
- AC-4.2 : 心室纤颤的可能性：约为 50% 或更少
- AC-4.3 : 心室纤颤的可能性：超过 50%。

图 2-15 触电电流安全极限 (IEC60479-1 修正案)

触电危险由电流确定，但是电源通常由电压表示。相应地，如果使用电压表示触电危险，也比较容易理解。因此，有些国家/地区规定对人体没有危险影响的电压为安全电压。例如，德国和英国认定 24 V 是安全电压，而荷兰则认定 50 V 是安全电压。此外，悬臂和钢丝绳都是导体，电流可以轻易地流过。所以，即使仅仅是靠近高电压线（没有接触），也可能因为放电而使电流通过悬臂经起重机机身到达地面。因此，需要确保与电力线保持一个最小接近距离，并且注意不要靠近电力线。

(2) 电力线附近作业的注意事项

输电是指从发电厂向变电站和开关站输送电力。配电是指从变电站和开关站向最终用户传输电力。电力（功率 = 电压 x 电流）在高电压下进行传输可最大程度地减少损失。因此，电力输送到变电站和开关站采用极高电压（22,000 V - 500,000 V），然后以高电压（6600 V）输送给普通用户，再通过架杆变压器降低到 100 V - 200 V 供家庭使用。但是对于工业用电，则采用 200 V - 400 V 或 6,600 V 电压供电。如要制定需要接近电力线的工作计划，需要事先与电力线运营者（如当地电力公司）充分讨论工作计划，工作方法、保护措施、监督方法等议题。

执行工作时，确保相关工人充分了解工作计划。此外，确认已经采取预防触电的措施，例如，施工用围栏和高架警戒线/隔离带并配备监督员。对于采用作业范围限制装置的移动式起重机，应提前登记工作范围，确保与电力线路有足够的间隔距离。

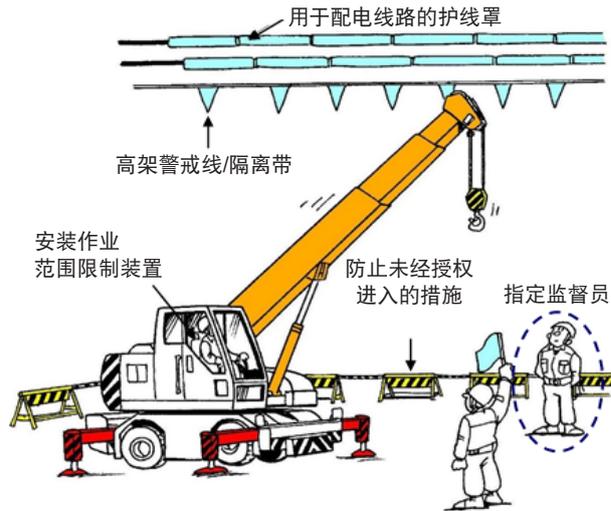


图 2-16 电力线附近作业

如上所述，即使悬臂或钢丝绳未直接接触电力线，高压输电线路也可能放电。因此，为了作业安全，电力公司对各个电压规定了距离线路的最小接近距离。请确保遵守这些距离规定。在靠近电线的地方进行悬臂伸展、提升或回转时务必十分小心。误使悬臂或钢丝绳接近或接触电力线，将会导致操作员和 tamagake（索具）工人触电。

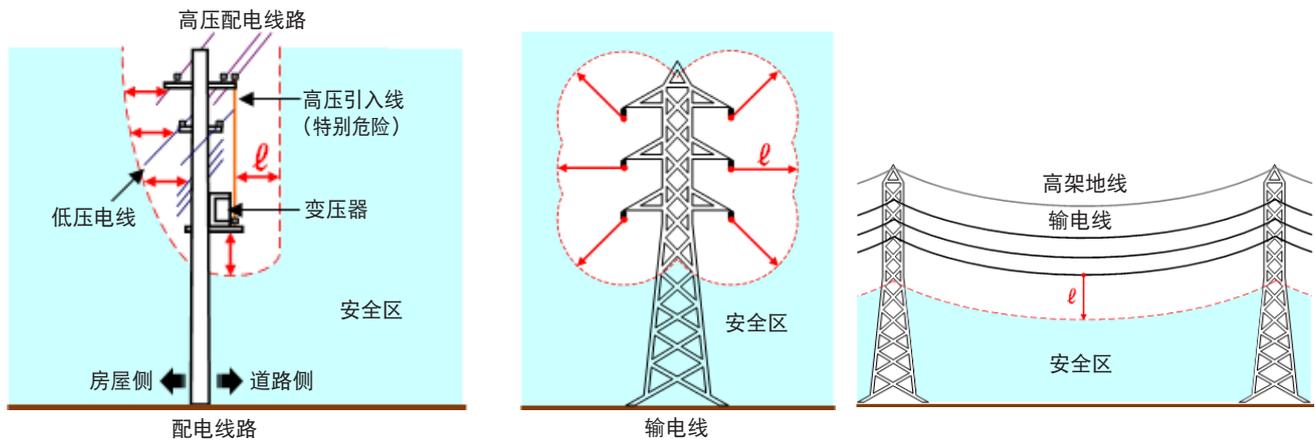


图 2-17 最小接近距离（分隔距离）（图中 e ：危险区域）

表 2-4 最小接近距离和电力公司使用的绝缘子数量

类型	标称电压 (V)	最小接近距离 (m)											绝缘子数量 (参考值)	
		北海道电力	东北电力	东京电力	中部电力	北陆电力	关西电力	中国电力	四国电力	九州电力	冲绳电力	电力开发		
低电压 (配电线路)	100	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	—	1
	200	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	—	1
高电压 (配电线路)	6,600	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	—	1 - 2
极高电压 (输电线)	11,000	—	—	3.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	
	13,800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	—	
	22,000	3.0	3.0	3.0	3.0	—	3.0	3.0	—	2.0	2.0	—	—	2 - 4
	33,000	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	—	2.0	—	
	44,000	—	—	—	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	
	66,000	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	—	4.0	4.0	4.0	4.0	2.2	2.2	5 - 8
	77,000	—	—	—	4.0	4.0	4.0	4.0	—	—	—	—	2.4	
	110,000	5.0	—	—	—	—	—	—	5.0	5.0	4.0	—	3.0	
	132,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.6	—	
	154,000	—	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	—	—	—	—	4.0	10 - 16
	187,000	7.0	—	—	—	—	—	—	—	6.0	—	—	4.6	
	220,000	—	—	—	—	—	—	—	6.0	—	6.0	—	5.2	
275,000	10.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	—	—	—	—	6.4	16 - 24	
500,000	—	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	—	10.8	35	

除了表中所示的电力公司外，还有 JR 等其他公司也在进行电力线运营。因此，需要向这些公司确认最小接近距离。

如果带有驾驶室的移动式起重机的悬臂或钢丝绳在使用期间意外接触电力线，操作员必须立即移开接触电力线的部分，并且在确保最小接近距离之后离开驾驶室。如果起重机无法进行操作，请待在驾驶室里直至停止输电。如果必须离开驾驶室，那么操作员不得从台阶走下，也不得触碰扶手。因为即使停电一次，也可能会再次通电。操作员反而应该尽量跳离起重机机身，务必小心不要让自己的身体成为导体。此时，地面上的其他人员不得接触起重机机身或任何其他部件。对于操作员在地面操作的起重机，例如卡车装载起重机，在发生电力事故后，工人不得接触起重机机身或提升的荷载，以及操纵杆。工人必须仔细检查触电的移动式起重机是否存在钢丝绳受损、座架销燃烧以及电气系统（包括荷载力矩限制器）损坏。

(3) 无线电波引起的起重机损坏（参考）

爬升式起重机和移动式起重机的悬臂和钢丝绳可以作为天线从附近的中波 (AM) 发射塔接收无线电波。这可能会产生异常电压，导致 tamagake 工人触电。

1) 主要迹象

- 与起重机吊钩或钢丝绳发生接触，导致触电和燃烧。
- 起重机控制单元（如计算机电路板）受损。
- 荷载力矩限制器故障。
- 起重机吊钩或钢丝绳与钢架接触，产生火花并损坏钢丝绳。

2) 对策示例

- 对 tamagake 设备使用皮吊索（JIS 认证）。
- 在吊钩上涂布环氧树脂（使用玻璃纤维布层压在一起）。
- 如有必要请要求 tamagake 工人佩戴橡胶手套（适用于与高压带电电线有关的作业）。
- 使用接线保护材料包裹控制电缆，或者替换为保护接线。
- 用铁丝网覆盖控制面板。
- 确保起重钢丝绳不与周围钢架接触。

第 3 章

操作轻型移动式起重机所需的动力学知识

3.1 力的相关事项

3.1.1 力的三要素

力有大小和方向。如果力在物体上的作用点发生变化，那么其对物体的影响也会发生变化，力的大小或方向发生变化时也是如此。因此，力通常由大小、方向和作用点组成，称之为“力的三要素”。为了在图中表示力，如图 3-1 中所示，将作用点设为 A，从 A 沿力的方向画一条直线，得到长度 AB，该长度与力的大小成正比。例如，假设 1 N 等于 1 m 长，那么 5 N 就是 5 m 长。从 AB 延伸的直线称为“作用线”。力的方向通过箭头表示。力的作用点无论在作用线上任何位置移动，其作用效果都相同。

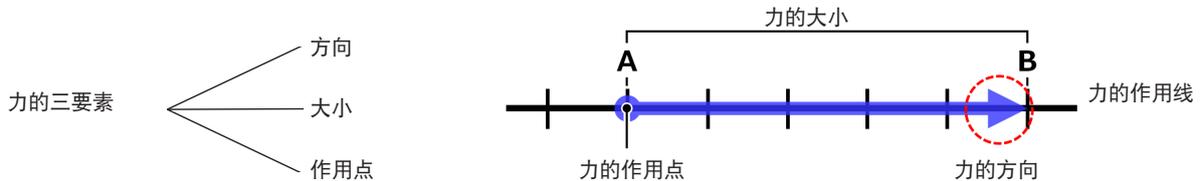


图 3-1 力的三要素

3.1.2 作用与反作用

当两个物体中的一个对另一个物体施加力时，第二个物体总是对第一个物体施加另一个力。初始力称为“作用力”，另一个力称为“反作用力”。作用力和反作用力在同一条直线上，大小相同，但是彼此方向相反。

3.1.3 力的合成

作用在同一个物体上的两个或两个以上的力可以组合成一个效果相同的力。这个合成力称为之前两个或更多力的“合力”。确定合力的过程称为“力的合成”。

例如，如图 3-2(a) 中所示，当两个人用绳索拉动树桩时，树桩被拉向箭头的方向。这样，作用在一个物体上的两个力被一个具有相同效果的力（合力）所取代。

图 3-2(b) 显示如何确定合力。如果建立一个平行四边形 (OBDA)，其两边由不同方向的力 F_1 和 F_2 组成，作用点是 O，那么对角线 R 则表示所确定合力的大小和方向。这称为“平行四边形定律”。

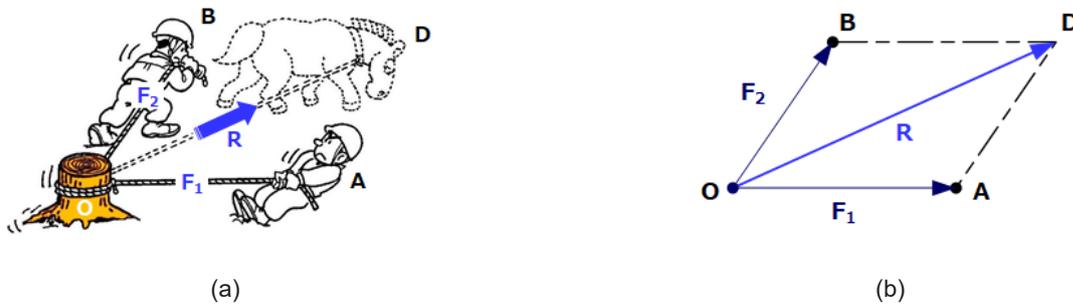


图 3-2 合力

对于作用在一个点上的三个或更多力的合力，可以通过重复创建平行四边形来获得合力。例如，参考作用在点 O 上的力 F_1 、 F_2 、 F_3 和 F_4 ，如图 3-3 中所示。通过平行四边形定律获得 F_1 和 F_2 的合力 R_1 。通过同样的方式获得 R_1 和 F_3 的合力 R_2 ，也可获得 R_2 和 F_4 的合力，即作用于 O 点的合力 R。

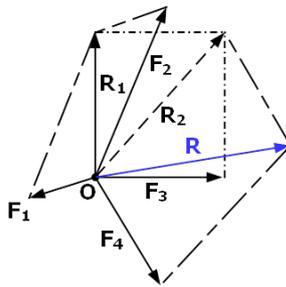


图 3-3 力的合成

3.1.4 力的分解

“力的分解”是指将作用在物体上的单个力分解成彼此成一定角度的两个或多个力。单个力所分解成的每个力称为原始力的“分力”。如要获得分力，反过来使用“力的合成”中所述的平行四边形定律，将单个力反向分解为两个或多个相互成一定角度的力。

例如，参考一个被拉动的雪橇，如图 3-4(a) 中所示。往斜上方拉动绳子，但雪橇同时被向上提起，并沿水平方向拉动。如图 3-4(b) 中所示，可使用平行四边形定律将力 F (OA) 反向分解为 F_1 (OB) 和 F_2 (OC)。这就是力的分解，其中显示雪橇的水平力为 F_1 (OB)。

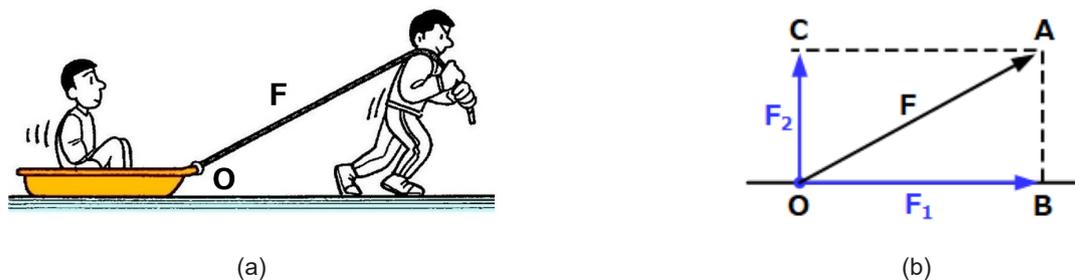


图 3-4 力的分解

3.1.5 力矩

力矩是指力试图使物体转动的功。当用扳手拧紧螺母时，握在扳手手柄末端附近比握在中间所需的力小，如图 3-5 中所示。

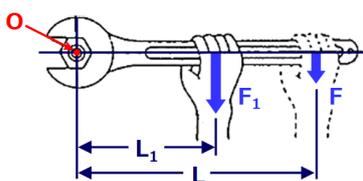


图 3-5 力的大小和力臂长度

这样，对于给定的旋转轴或支点，力矩是力的大小和力臂长度的乘积。因此，如果力的大小是 F ，力臂长度为 L ，那么力矩 M 就是 $M = F \times L$ 。当用 N (牛顿) 表示力的大小 F ，用 m (米) 表示力臂的长度 L 时，力矩则用 $N \cdot m$ (牛顿米) 表示。

3.1.6 力的平衡

如果有多个力作用在物体上，但是该物体没有移动，那么这些力达到平衡。例如，在图 3-6 中，显示荷载由一根杆子抬起。如要使杆子保持与肩齐平，那么当两种荷载的质量相等时，应该正好撑在杆子中间。如果两个荷载的质量不同，那么应该撑在杆子靠近较重荷载一方的某一点上。平衡平行力就是要平衡力矩，即，使对应于旋转中心的逆时针和顺时针的力矩相等。

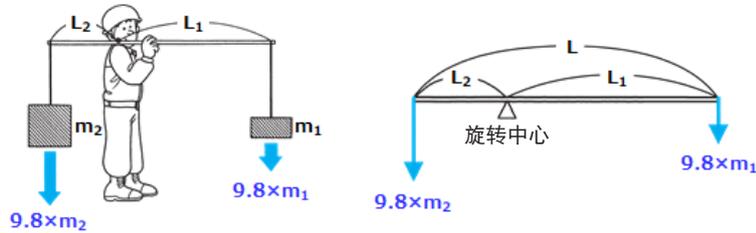


图 3-6 力的平衡

这样，考虑肩膀为力矩的旋转中心，如果质量为 m_1 和 m_2 的荷载在杆上的承载位置（荷载与肩之间的水平距离）为 L_1 和 L_2 ，

那么顺时针力矩为 $M_1 = 9.8 \times m_1 \times L_1$ ，

逆时针力矩为 $M_2 = 9.8 \times m_2 \times L_2$ ，并且

根据对应于旋转中心的力矩的平衡条件， $M_1 = M_2$ 。

请参考图 3-7 中所示的情况，其中卡车装载起重机正在吊升一个质量为 m_1 的荷载，在悬臂降至 A 和降至 B 时，使起重机翻倒的力矩有所不同。以外伸支架为倾翻点，顺时针力矩（倾翻力矩）的力臂长度分别为 L_1 和 L_2 ，并且 $L_1 < L_2$ 。因此这些力矩为 $9.8 \times m_1 \times L_1 < 9.8 \times m_1 \times L_2$ 。当悬臂降到 B 时，倾翻力矩将增大。

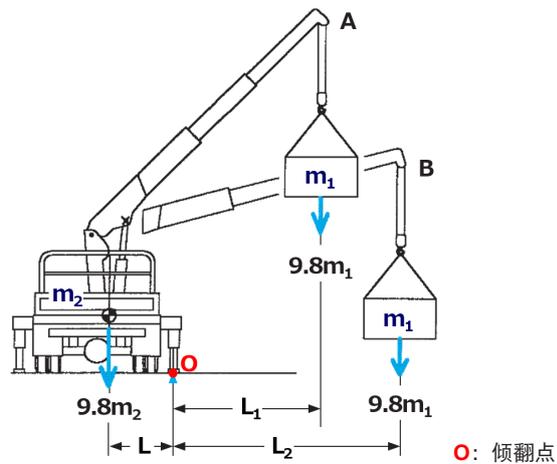


图 3-7 卡车装载起重机的力矩

在此图中，稳定起重机时，逆时针力矩（称为“稳定力矩”） $9.8 \times m_2 \times L$ 不会发生变化。在荷载质量相同的情况下，减小悬臂倾角或伸长悬臂会使机臂变长，从而增加倾翻力矩。当顺时针力矩超过逆时针力矩时，起重机会发生翻倒。

因此，在使用移动式起重机执行作业时，一定要在稳定力矩大于倾翻力矩的情况下操作起重机。如果外伸支架处于中等伸展或最小伸展（完全缩回）位置，那么当外伸支架伸展宽度 L 减小时，稳定力矩也会减小。因此，设定的总额定荷载（额定荷载）相对于完全伸展状态较低，从而减小倾翻力矩，防止移动式起重机发生翻倒。

3.2

质量和重心

3.2.1 质量

表 3-1 显示各种不同材料每立方米 (m^3) 的大概质量。通过反向使用此表, 如果已知物体的体积 (m^3), 就可以得出物体的质量。例如, 根据荷载材料 ($m = d \times V$), 将荷载体积 V (m^3) 乘以每立方米质量 d (t) 即得出荷载质量 m (t)。

表 3-1 每立方米物体的质量

物体类型	每立方米的质量 (t)	物体类型	每立方米的质量 (t)
铅	11.4	沙子	1.9
铜	8.9	煤粉	1.0
钢	7.8	煤块	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	杉木	0.4
泥土	2.0	柏木	0.4
砂砾	1.9	泡桐	0.3

3.2.2 比重

物体的比重是指在 4°C 的条件下, 物体与同体积纯水的质量之比。通过以下方程式表示。

比重 = 物体的质量 / 4°C 的同体积纯水的质量

4°C 下 1 L 纯水的质量为 1 kg, $1 m^3$ 为 1 t, 所以各种材料大概的比重值如表 3-1 中所示。

3.2.3 重心

重力作用于所有物体。假定这些物体被分成多个部分，重力作用于每个部分。为了获得这些重力的合力，可以将所有重力视为集中在一个点上，此合力的作用点称之为“重心”。物体的重心是一个固定的点。即使物体的位置或摆放发生变化，重心也不会（图 3-8(a)）发生变化。此外，重心不一定在物体内部（图 3-8(b)）。

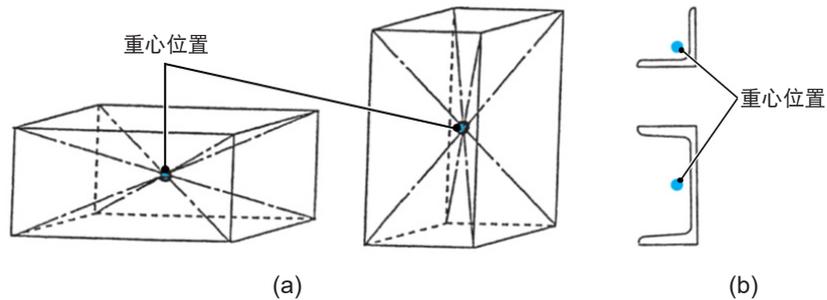


图 3-8 重心位置

3.2.4 物体稳定性

如果一个静止的物体在手的作用下发生倾斜并在放手后试图返回其原来的位置，则视其为稳定（图 3-9(a)）。相反，如果物体翻倒，则视其为不稳定（图 3-9(b)）。例如，如果物体放置在水平表面时如图 3-9(a) 中所示发生倾斜，然后放手后返回先前位置。

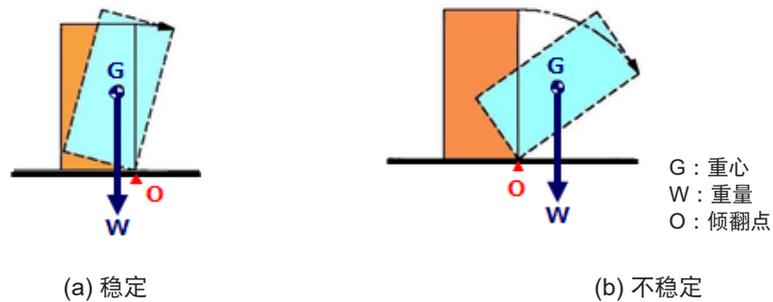


图 3-9 物体稳定性

这是因为作用于重心 G 上的重力以旋转中心 O 为支点，在使物体回到先前位置的方向上施加了一个力矩。如果物体倾斜直至穿过重心的垂直线越过倾翻点 O ，如图 3-9(b) 中所示，那么物体不会回到先前位置，而是会发生翻倒。

3.3.1 运动

一个物体相对于另一个物体的位置改变称之为“运动”。运动可分为匀速运动和非匀速运动。在匀速运动中，速度始终保持不变。在非匀速运动中，如图 3-10 中所示，速度在出发点为 0，到某一点时达到最大速度，就在到达目的地之前减速，再次变为 0。这与行驶的车辆非常相似。



图 3-10 运动

3.3.2 速率/速度

“速率”是指物体在一定时间内移动的距离。如果一个物体在 10 秒内通过匀速运动移动 50 米，那么它的速率是 5 米/秒。但是，如要确定物体的运动，只考虑速率是不够的；运动方向也必须纳入考虑。速度是由运动方向和速度两方面表示的量。

3.3.3 惯性

除非受到某种外力的影响，否则物体在静止时，就倾向于保持静止，当它沿直线运动时，就倾向于一直进行直线移动。这种倾向称之为“惯性”。惯性的大小取决于物体的质量，惯性随着质量的增加而增大。

如果一辆已经停止的火车突然启动，里面站立的人很可能倒向火车行驶方向相反的方向，如图 3-11 中所示。再者，如果一辆移动的火车突然停止，里面站立的人很可能倒向火车行驶的方向。例如，如果起重机在荷载水平移动时突然停止操作，那么荷载不会停止移动，而是会发生摆动。这就是惯性力产生的结果。



图 3-11 惯性

3.3.4 离心力和向心力

当一个物体做圆周运动时，它会受到两种力的作用：一种是使物体飞出圆周的离心力，另一种是引导物体朝着旋转轴方向，使其不至于飞出圆周的向心力。这两个力保持物体的平衡。离心力和向心力大小相同，方向相反。

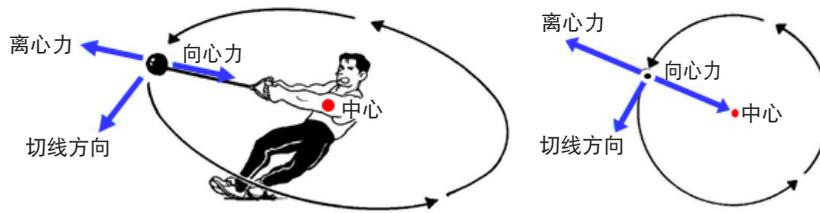


图 3-12 离心力和向心力

物体的质量和速度越大，离心力和向心力也会越大。当荷载的转速增加时，就会导致荷载向外飞得更远。

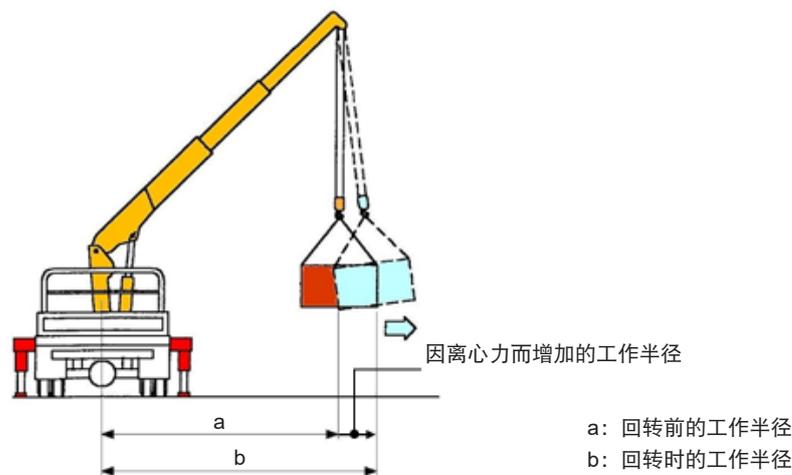


图 3-13 离心力和工作半径使荷载飞出

与荷载处于静止状态的情况相比，此时作用于翻倒移动式起重机的力矩将大幅增加。此种情况下必须小心，因为起重机可能会发生翻倒。

3.3.5 摩擦力

如果对地板上一个物体施加一个拉力，它会沿着地板表面拉动物体并在地板表面和物体之间产生一个阻力。这个阻力会抑制物体的运动。拉力小时物体不会移动，但是当拉力超过一定水平时，物体就会开始运动。作用在静止物体接触面上的阻力称为“静摩擦力”。与另一物体接触发生移动时该物体上所受的摩擦力称为“动摩擦力”。这两种摩擦力都与垂直力成正比，与接触面积无关。动摩擦力小于静摩擦力，即，静止的物体需要更大的力才能在地板表面上开始移动。

3.3.6 滑轮组

当使用钢丝绳吊升荷载时，所吊升的荷载越重，所需的力就越大。滑轮组用来减少吊升荷载所需的力或改变力的方向。起重机适用的滑轮组可分为以下几种类型：

(1) 固定滑轮

固定滑轮固定在一个指定位置，如图 3-14 中所示。它用于改变力的方向。在使用过程中，只需往下拉绳子，荷载就会向上提升。力的方向发生改变，而所需力的大小保持不变。如需吊升荷载上升 1 米，就要向下拉动绳子 1 米。

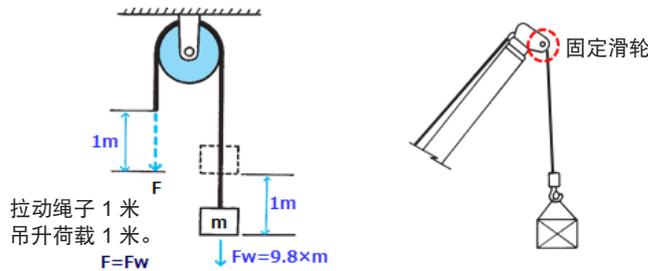


图 3-14 固定滑轮

(2) 活动滑轮

活动滑轮在起重机的吊钩总成中使用，如图 3-15 中所示。当系在它上面的绳子上下移动时，它就会上下移动。

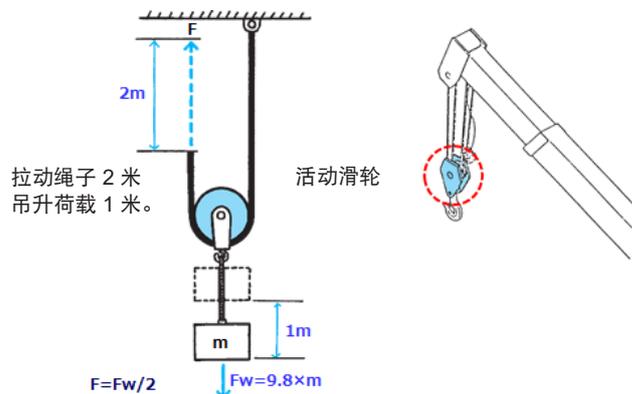


图 3-15 活动滑轮

活动滑轮用于减小拉绳的力。当使用活动滑轮吊升荷载时，施加荷载重量（由质量产生的向下的力）一半的力就足够了，但是吊升荷载 1 米需要拉绳 2 米。即，滑轮所需的力减小，但是拉动的距离翻了一倍。而且，拉力的方向向上；这与荷载移动的方向相同，所以力的方向没有变化。

(3) 组合滑轮

组合滑轮组合了若干活动滑轮和固定滑轮。它可以使用较少的力提升或降下重型荷载。如图 3-16(a) 中所示，一个包含两个活动滑轮和两个固定滑轮的组合滑轮，假设不存在滑轮摩擦，且含活动滑轮在内的吊钩总成本身没有重量，则只需用荷载重量的四分之一的力就可以提升荷载。但是，吊升荷载 1 米需拉绳 4 米。图 3-16(b) 显示移动式起重机中组合滑轮的使用示例。

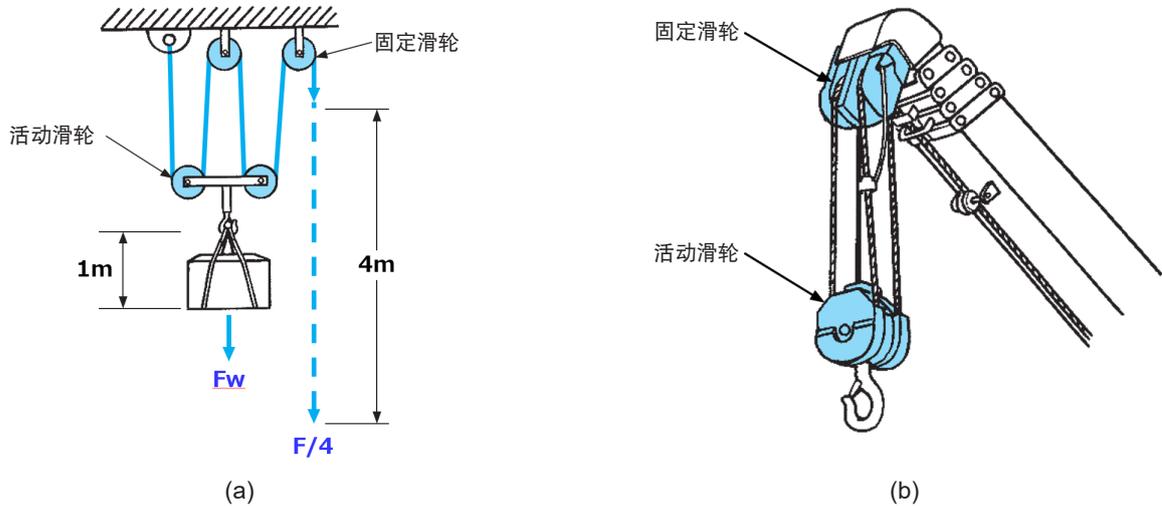


图 3-16 组合滑轮

3.4.1 荷载

荷载是一种作用于物体外部的力（外力）。在本节中，它被视为一种外力（单位：N、kN）。根据力的作用方式，它可以划分为不同的类型。

(1) 根据力的方向分类（荷载）

1) 拉伸荷载

“拉伸荷载”是一种用于拉伸材料的力。如图 3-17 中所示，力 F 在杆的纵轴上做工，将其拉动，这就是拉伸荷载。此荷载施加于吊升荷载的钢丝绳。

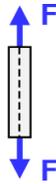


图 3-17 拉伸荷载

2) 压缩荷载

“扭转荷载”是一种使物质扭曲的力。“压缩荷载”是一种作用于压缩材料的力，与拉伸荷载相反。如图 3-18 中所示，力 F 在纵向上压缩连杆；这就是压缩荷载。此荷载施加于外伸支架千斤顶。

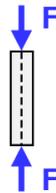


图 3-18 压缩荷载

3) 剪切荷载

“剪切荷载”类似于一把剪刀，是一种作用于剪切材料的力。如图 3-19 中所示，力 F 沿着与其平行的平面作用于切断紧固两块钢板的螺栓。

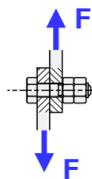


图 3-19 剪切荷载

4) 弯曲荷载

“弯曲荷载”是一种作用于弯曲材料的力。如图 3-20(a) 中所示，如果对一个两端同时被支撑的横梁施加一个垂直的力，那么这个横梁就会弯曲，这个力就是弯曲荷载。它包括施加于高架移动式起重机梁桥的荷载或吊运车的重量，或者用于弯曲起重机悬臂的荷载重量，如图 3-20(b) 所示。

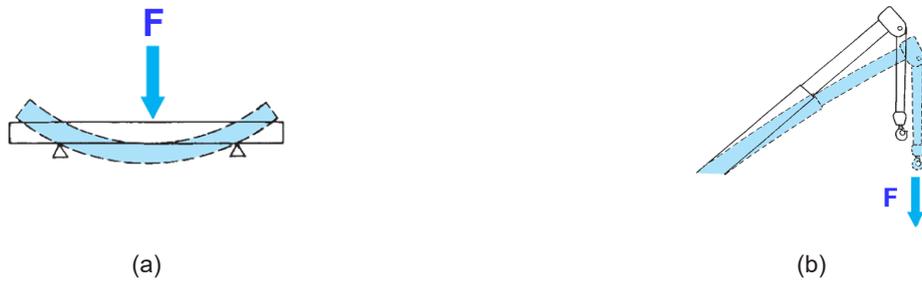


图 3-20 弯曲荷载

5) 扭转荷载

“扭转荷载”是一种使物质扭曲的力。如果一根轴的一端是固定的，并且另一端的圆周上施加了彼此作用方向相反的两个力 F ，那么这个轴就会发生扭曲，如图 3-21 中所示。这就是施加于起吊滚筒轴的荷载，而起吊滚筒轴通过钢丝绳被拉伸和扭曲。

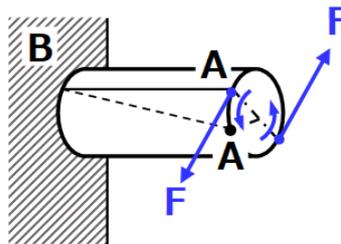


图 3-21 扭转荷载

6) 组合荷载

上述荷载更多地是组合起来作用于起重机的各部分，而不是单独作用于起重机。

例如，钢丝绳和吊钩同时受到拉伸和弯曲荷载，而一般的动力轴会受到弯曲和扭转荷载的作用。

3.5

钢丝绳、吊钩和其他吊具的强度

在实际的起重机作业中，通常是使用多根 tamagake（索具）钢丝绳和 tamagake 链条进行 tamagake 和提升荷载。根据钢丝绳/链条的数量和升角确定这些 tamagake 钢丝绳和 tamagake 链条所能提升的最大荷载称为“工作荷载极限”。

此外，折断 tamagake 钢丝绳和吊钩等 tamagake 设备的荷载称为“断裂荷载”。断裂荷载与工作荷载极限所对应的力的比值称为“安全系数”。

(1) 断裂荷载

断裂荷载是单根 tamagake 钢丝绳或 tamagake 设备断裂的最大荷载（单位：kN）。

(2) 安全系数

安全系数是指 tamagake 设备（如 tamagake 钢丝绳或 tamagake 链条）的断裂荷载与使用过程中所施加的最大荷载的比值。在规定安全系数时，tamagake 设备的类型、形状、材料和用法都会纳入考量。《起重机安全条例》中对 tamagake 设备的安全系数规定如下。

- Tamagake 钢丝绳：6 或以上
- Tamagake 链条：5 或以上（或者在满足某些条件时为 4 或以上）
- Tamagake 吊钩和钩环：5 或以上

图 3-22 显示典型的 tamagake 钢丝绳和 tamagake 链条的示意图。

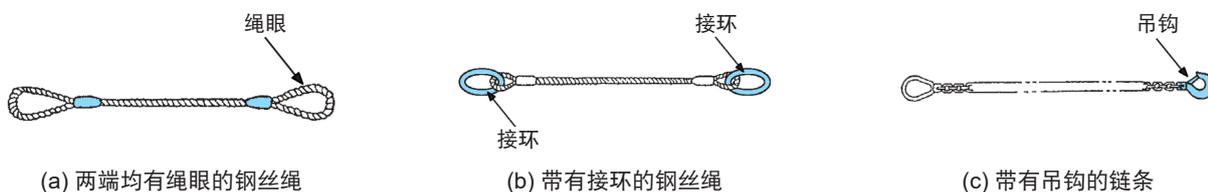


图 3-22 典型的 tamagake 钢丝绳和 tamagake 链条

(3) 标准工作荷载极限

标准工作荷载极限是在考虑此安全系数后，使用单根 tamagake 钢丝绳可以垂直提升的最大荷载。该数值可以通过以下方程式得出。

标准工作荷载极限 (t) = [断裂荷载 (kN)] / [9.8 x 安全系数]

(4) 工作荷载极限

“工作荷载极限”（工作荷载）是指根据升角和钢丝绳/链条数量，使用 tamagake 钢丝绳和 tamagake 链条等 tamagake 设备所能提升的最大荷载 (t)。

3.6

tamagake 钢丝绳数、升角和吊升荷载之间的关系

3.6.1 施加于钢丝绳的荷载的概念

施加到钢丝绳上的荷载将因荷载质量、钢丝绳数和升角而异。

(1) 绳索数量和升角

“绳索数量”指的是钢丝绳的数量。它根据荷载上的吊索点数表示为“两点单腿吊索”、“两点双腿吊索”、“三点三腿吊索”、“四点四腿吊索”。“升角”是吊钩上所安装的 tamagake 钢丝绳之间的角度。

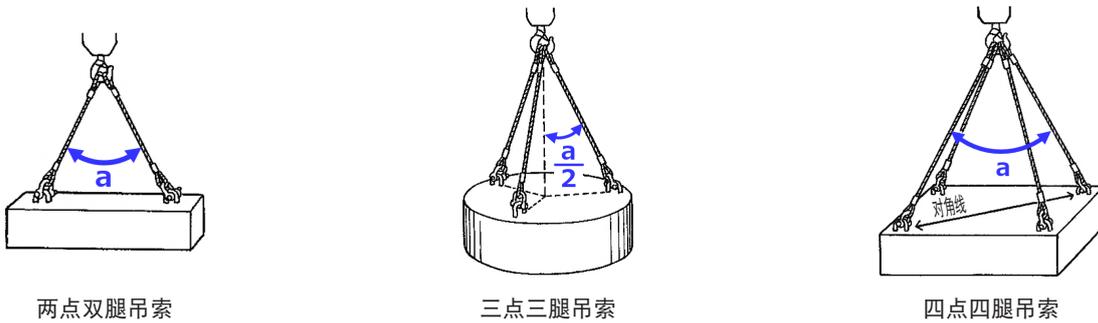


图 3-23 绳索数量及升角（图中“a”指的是升角）

如图 3-24 中所示，当使用两根钢丝绳吊升荷载时，支撑荷载质量 m 的力是施加于这两根钢丝绳的张力 (F_1 、 F_2) 的合力 (F)。 F_1 和 F_2 分别大于 $F/2$ 。即使是相同质量的荷载，当升角变大时，钢丝绳的张力 F_1 和 F_2 也会增加。同时，随着升角增大， F_1 和 F_2 的水平分力 P 也会增大。水平分力 P 作为压缩力作用于荷载，试图把钢丝绳向内拉，所以升角增大时务必小心。

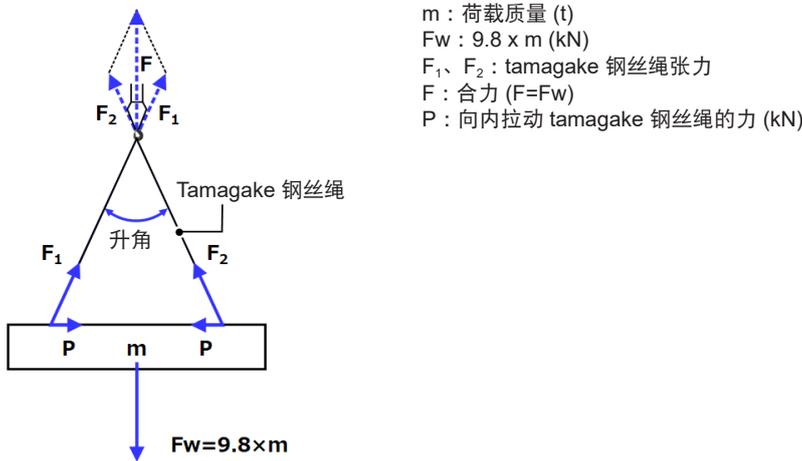


图 3-24 tamagake 钢丝绳张力

(2) 张力系数

“张力系数”是一项数值，用于根据升角来计算对 tamagake 钢丝绳或其他 tamagake 设备施加的荷载（张力）。即使绳索数量发生变化，每根钢丝绳的张力都可以通过张力系数和钢丝绳的数量计算出来。

图 3-25 显示升角和钢丝绳张力之间的关系。随着升角增大，即使荷载质量保持不变，施加于钢丝绳的张力也会增大。因此，必须使用较粗的钢丝绳。另外，如果升角增大太多，tamagake 钢丝绳的绳眼可能会从吊钩脱落，所以要确保升角不超过 60 度。

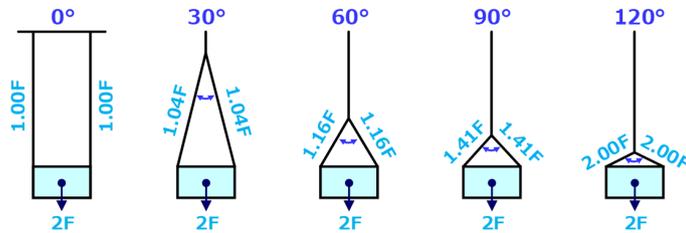


图 3-25 升角和施加于 tamagake 钢丝绳的张力的关系

(3) 模态系数

“模态系数”是指 tamagake 钢丝绳或其他 tamagake 设备在一定绳索数量和升角条件下的工作荷载极限与标准工作荷载极限的比值。模态系数值原本根据升角变化而变化，但为了方便使用，将升角范围按一定的间隔分组，设定每组范围内的模态系数值不变。

第 4 章

防止危险或损害工人健康的措施

4.1 轻型移动式起重机信号

信号员与移动式起重机操作员通信的信号包括手势信号和旗语信号,如有必要,有时会结合使用哨声信号进行补充。但是,信号员不得单独使用哨声信号,因为这样容易引发事故。通常,手势信号使用非常广泛,但是,一定要清楚地执行规定动作。

按照法律规定,在使用移动式起重机进行作业时,雇主必须确立用于移动式起重机操作的固定信号,指定信号员并让该信号员发出这些信号,指定的信号员必须发出这些固定信号。按照条例规定,参与作业的工人必须遵从信号指示,操作移动式起重机的操作员必须确认和遵从信号员发出的信号。

对于在施工现场作业的移动式起重机操作员,确认要使用的信号非常重要。此外,为了防止因信号有误而引起任何事故,操作员必须在以下情况下暂时停止移动式起重机操作:

- 信号不清楚
- 移动式起重机操作员收到固定信号以外的信号
- 移动式起重机操作员收到来自两名或多名信号员的信号
- 非指定信号员发出信号

第 5 章

适用的法律法规（概述）

5.1 适用的法律法规

第 4 章 防止危及工人和损害工人健康的措施

（雇主采取的措施）

第 20 条

雇主必须采取必要措施，防止机械和其他设备因爆炸性、可燃性和易燃性物质以及电、热和其他能源造成的危险。

[工业安全与健康条例]

（使用符合标准的机械和其他设备）

第 27 条

雇主不得使用未达到厚生劳动省部长法令所规定标准的机械和其他设备。

（安全装置的有效维护）

第 28 条

雇主必须检查和维护安全装置，确保它们得到有效使用。

（防止触电）

第 349 条

如果工人在作业或经过时存在触电风险，雇主必须根据需要采取下列一项或多项措施。

1. 重新布置通电回路。
2. 安装外壳以防止触电危险。
3. 在通电回路上安装绝缘防护设备。
4. 如果上述工作难以实施，请指派监督员监控作业。

第 21 条

1. 雇主必须采取必要措施，防止因挖掘、采石、货物装卸或采伐等操作的作业方式所引发的危险。
2. 雇主必须采取必要措施，防止现场出现工人坠落或滑坡的风险。

第 24 条

雇主必须采取必要措施，防止工人因作业活动导致事故。

第 25 条

如果存在事故紧急危险，雇主必须立即停止作业，并采取必要措施从工地撤离工人。

[工业安全与健康条例]

第 29 条

工人不得移除安全装置或禁用其功能。如果必须执行此操作，工人必须提前征求雇主的许可。当不再需要此类操作后，须立即将安全装置恢复原状。如果工人发现安全装置被移除/禁用，必须通知雇主。

(机械与其他设备出租方应采取的措施)

第 33 条

1. 机械出租方必须采取必要措施，防止在雇主的工作场所发生机械造成的事故。
2. 从出租方承租机械的雇主必须采取必要措施，防止非雇员操作员因操作机械而造成事故。
3. 操作机械的工人必须根据承租此机械的雇主所采取的措施遵守要求的规定。

[工业安全与健康法执行令]

(本法令第 33 条第 (1) 款中所述之内阁令规定的机械)

第10条

本法令第 33 条第 (1) 款中所述之内阁令规定的机械应为提升能力为 0.5 吨或以上的移动式起重机。

[工业安全与健康条例]

(统一操作起重机的信号)

第 639 条

若指定的主要雇主和相关承包商的工人都在同一地点使用起重机进行作业，则主要雇主必须设立统一的起重机操作信号。指定的主要雇主必须告知相关承包商统一的信号。

(机械与其他设备出租方应采取的措施)

第 666 条

机械出租方将相关机械租赁给其他雇主时必须采取下列措施。

1. 提前检查相关机械，如果发现异常情况，则进行维修和其他必需的维护。
2. 向承租雇主发函说明相关机械的性能、特点和注意事项。

第 5 章 关于机械和有害物质的规定

(签发检验证书)

第 39 条

移动式起重机（提升能力为三吨或以上）在制造、进口、重新安装或重复使用后，必须接受注册机构的完工检验。如果检验合格，该机构会签发一份检验证书。当移动式起重机的主要结构部件发生更改时，这些机器必须接受劳工标准检验局的检验。如果检验合格，当局会签发一份检验证书，或者背书已签发的检验证书。

(使用限制)

第 40 条

未被签发检验证书的移动式起重机（吊升荷载为三吨或以上）不得进行使用。除非附上检验证书，否则这些起重机不得进行转让或出租。

(检验证书的有效期)

第 41 条

如要延长检验证书的有效期，则起重机必须接受性能检验注册机构的性能检验。

(转让限制)

第 42 条

本法令第 37 条第 (1) 款中所述之内阁令未指定的，但须从事危险或有害作业，用于危险场所或用于防止危及工人和损害工人健康的机械。根据内阁令的规定，除非配备了安全装置或符合厚生劳动省部长颁发的标准，否则不得转让、出租或安装。

[工业安全与健康法执行令]

(须符合标准或配备了厚生劳动省部长指定安全装置的机械)

第 13 条

本法令第 42 条中所述之内阁令规定的机械应为吊升荷载在 0.5 吨或以上但不超过 3 吨的移动式起重机。

(定期自检)

第 45 条

雇主必须遵守内阁令，按照内阁令的规定对机械和其他设备（如锅炉）进行检验并记录结果。厚生劳动省部长应颁布自检的必备指南，并且在需要时可就这些自检指南向雇主、注册的检验机构及其协会提供必要的指导。

[工业安全与健康法执行令]

(须执行定期自检的机械和其他设备)

第 15 条

移动式起重机和荷载力矩限制器必须执行自检，并且必须记录自检结果。

第 6 章 聘用工人时的措施

(安全和健康教育)

第 59 条

在聘用新工人时，雇主必须根据厚生劳动省的条例，就工人所要从事的作业进行安全或健康方面的教育。

[工业安全与健康条例]

(需要专业培训的工作)

第 36 条

本法令第 59 条规定的危险或有害作业如下：

16.提升能力一吨以下的移动式起重机的操作（不包括道路行驶相关的操作）

第 60 条

雇主必须对新上岗的领班和新上岗直接指导或监督工人作业的其他工人（施工主管除外）进行安全或健康教育。

[目前进行危险或有害作业之工人的安全和健康教育指南]

移动式起重机操作员的安全和健康教育

对于所从事作业需要移动式起重机操作员执照或者需要完成轻型移动式起重机操作技能培训课程或移动式起重机操作专业培训的工人，必须定期或在更换新机器和设备时接受安全和健康教育。此外，最好对下列人员进行安全健康教育：取得从业资格 3 年以上但是首次从事相关工作的工人；5 年以上未从事相关工作但即将重新从事相关工作的工人。

(附录：起重机操作员安全与健康教育课程，共 6 小时)

主题	内容	时间
最近的起重机和安全装置	结构和控制机构	2.0 小时
起重机操作和维护	操作方法、工作计划、检验和维护	2.5 小时
意外事故案例和相关法规	预防措施和《工业安全与健康法执行令》	1.5 小时

(从业限制)

第 61 条

除非工人已获得府劳动局局长颁发的许可、已完成技能培训课程或具备内阁令指定的其他资格，否则雇主不得指派工人进行起重机作业或内阁令规定的任何其他作业。在进行这些作业时，工人必须携带其资格证件。

[工业安全与健康法执行令]

(与从业限制有关的操作)

第 20 条

本法令第 61 条规定之操作应为下列内容：

- 7. 提升能力为一吨或以上的移动式起重机的操作（不包括道路行驶相关的操作）
- 16. 提升能力为一吨或以上的起重机和移动式起重机相关的 tamagake（索具）作业

[工业安全与健康条例]

(从业限制相关的资格)

第 41 条

对于《工业安全与健康法执行令》第 20 条第 7 项中规定的操作，工人必须获取移动式起重机操作员的执照或者完成轻型移动式起重机操作技能培训课程，才可以从事提升能力为五吨以下的移动式起重机的操作。

第 1 章 总则

(适用豁免)

第 2 条

此款条例不适用于起重机、移动式起重机或提升能力小于 0.5 吨的吊杆式起重机。

第 3 章 移动式起重机

第 1 节 制造和安装

(完工检验)

第 55 条

1. 制造提升能力为三吨或以上的移动式起重机的雇主必须接受府劳动局主管局长要求的移动式起重机检验（完工检验）。
2. 完工检验需要测试移动式起重机各部分的结构和功能以及执行荷载和稳定性测试。
3. 荷载测试需要在提升 1.25 倍额定荷载的同时执行吊升、回转、驱动和其他操作。
4. 稳定性测试需要在提升 1.27 倍额定荷载的同时，在极不利于稳定的条件下执行“jigiri”（吊升）。

(移动式起重机的检验证书)

第 59 条

1. 府劳动局主管局长或府劳动局局长对通过完工检验或使用检验的移动式起重机分别签发检验证书。
2. 如果移动式起重机的检验证书受损或丢失，必须申请补发。
3. 如果重新分配移动式起重机的安装工人，那么必须在重新分配后 10 日内换发移动式起重机的检验证书。

(检验证书的有效期限)

第 60 条

移动式起重机的检验证书有效期为两年。但是，根据完工检验或使用检验的结果，相关有效期可以限制在两年以下。

(安装报告)

第 61 条

计划安装移动式起重机的雇主须提前向主管劳工标准检验局局长提交移动式起重机安装报告，并随附移动式起重机的规格和检验证书。这一规定并不适用于已获得认证的雇主。

(荷载测试等)

第 62 条

已安装移动式起重机的雇主须执行荷载测试和起重机稳定性测试。

第 2 节 使用和操作

(出具检验证书)

第 63 条

使用移动式起重机执行作业时，雇主必须出具移动式起重机的检验证书。

(使用限制)

第 64 条

雇主不得使用不符合厚生劳动省部长规定标准的移动式起重机。

(作为设计依据的荷载条件)

第 64-2 条

雇主应考虑移动式起重机设计所依据的荷载条件。

(有关防过卷装置的调整)

第 65 条

必须对移动式起重机防过卷装置进行相应调整，确保距离吊具上表面的距离为 0.25 米或更远（直驱式防过卷装置为 0.05 米或更远）。

(泄压阀的调整)

第 66 条

必须对泄压阀进行相应调整，确保其运作时不会超过最大额定荷载。

第 66-2 条

为了防止危及工人安全，雇主必须制定移动式起重机作业方法、移动式起重机防翻倒方法、工人配置以及与移动式起重机作业有关的工作指引系统。

(安全门的使用)

第 66-3 条

使用移动式起重机吊升荷载时，必须使用安全门。

(从业限制)

第 68 条

对于提升能力在 1 吨或以上到 5 吨以下（轻型移动式起重机）的移动式起重机的操作，工人须完成轻型移动式起重机操作技能培训课程才能从事相关作业。

(过载限制)

第 69 条

雇主不得使用移动式起重机超过其额定荷载。

(悬臂倾角的限制)

第 70 条

雇主不得使用移动式起重机超过移动式起重机规范中规定的悬臂倾角范围。

(额定能力指示)

第 70-2 条

雇主必须采取措施指示额定荷载，确保移动式起重机操作员和 tamagake 操作员可以随时确认。

(禁止使用)

第 70-3 条

雇主不得使用移动式起重机在有翻倒风险的位置（软土地面或存在埋藏物）进行作业。但是，这不适用于在有关地方已采取防翻倒措施（楼板、钢板等）的情况。

(外伸支架的位置)

第 70-4 条

使用带有外伸支架的移动式起重机进行作业时，雇主必须在不会发生翻倒危险的位置将外伸支架安装在外伸支架地垫板（如钢板）上。

(外伸支架的伸展)

第 70-5 条

当雇主使用装有外伸支架的移动式起重机进行作业时，必须将外伸支架完全伸展。但是，这并不适用于外伸支架无法完全伸展的情况，而且施加到移动式起重机的荷载显然不能超过外伸支架伸展宽度所对应的额定荷载。

(操作信号)

第 71 条

雇主在使用移动式起重机进行作业时，必须确立用于移动式起重机操作的固定信号，指定发出这些信号的工人并让该工人发出固定信号。但是，这不适用于移动式起重机操作员单独进行作业的情况。

(乘人限制)

第 72 条

雇主不得使用移动式起重机运载工人，也不得允许工人悬挂在移动式起重机上工作。

第 73 条

如工作性质无法避免要搭载工人，或安全作业需要安装乘坐设备的情况下，雇主可以在吊具上提供专用的乘坐设备并且允许工人乘坐在移动式起重机上。

(禁止进入)

第 74 条

雇主不得允许工人进入可能与移动式起重机的回转上部结构发生接触而存在安全危险的区域。

第 74-2 条

在下列任何情况下，雇主不得允许工人在吊升荷载降下时从其下面通过：

1. 当荷载使用吊钩提升时。
2. 当荷载使用单个夹具提升时。
3. 当荷载使用单点单腿吊索钢丝绳提升时
4. 当多个荷载被提升并且未进行固定时，如捆在一起装入盒子。
5. 当使用通过磁力或负压附着的吊具或 tamagake 设备提升荷载时。
6. 当使用降低功率以外的方式降下荷载或吊具时。

(强风下暂停作业)

第 74-3 条

在预计强风会使有关作业存在危险时，雇主必须暂停移动式起重机的相关作业。

(强风下的翻倒预防)

第 74-4 条

当因为强风而暂停作业时，雇主必须采取措施（如固定悬臂），防止移动式起重机翻倒而危及工人安全。

(严禁在无人看管情况下离开移动式起重机)

第 75 条

提升荷载时，移动式起重机操作员不得离开操作位置。

(悬臂装配工作)

第 75-2 条

第 (1) 款

装配或拆卸移动式起重机悬臂时，雇主必须采取下列措施：

1. 指定专人监督作业，并安排工人在监督员的监督下进行作业。
2. 禁止与该作业无关的人员进入工地并出示此禁令的通知。
3. 预计恶劣天气会对作业造成危险时，不得允许工人进行作业。

第 (2) 款

雇主必须安排监工执行下列事项：

1. 确定工作方法和工人配置，并监督工作。
2. 检查材料缺陷以及仪器和工具的功能缺陷，并且清除缺陷项目。
3. 工作期间监督使用具备所需性能的防坠落装备和安全帽。

第 3 节 定期自检

(定期自检)

第 76 条

1. 雇主必须在移动式起重机安装完毕后，对移动式起重机进行一年一次的定期自检。
3. 雇主必须在每年定期自检中执行一次荷载测试。但是，这并不适用于检验证书有效期将到期的移动式起重机。
4. 荷载测试是指在吊升一个相当于额定荷载质量的荷载时以额定速度进行吊升、回转和驱动等操作。

第 77 条

雇主必须每月对移动式起重机的下列项目进行一次定期自检。

1. 安全装置、报警装置、制动器和离合器的异常情况
2. 钢丝绳和吊升链条的损坏。
3. 吊钩和抓斗等吊具的损坏。
4. 接线、总机和控制器的损坏。

(开始作业前的查验)

第 78 条

雇主在使用移动式起重机开始当天作业前，必须检查防过卷装置、额定荷载指示器以及其他报警装置、制动器、离合器和控制器的功能。

(自检记录)

第 79 条

雇主必须记录自检结果并存档三年。

(维修)

第 80 条

如果自检或查验中发现任何异常，雇主必须立即开展维修工作。

第 4 节 性能检验

(性能检验)

第 81 条

移动式起重机的性能检验除了检查移动式起重机各部分的结构和功能外，还要进行一项荷载测试。

(检验证书有效期续期)

第 84 条

当移动式起重机通过性能检验合格后，注册性能检验机构会延长移动式起重机检验证书的有效期。

第 5 节 变更、暂停使用和停用

(变更通知)

第 85 条

雇主如要变更下列项目中列出的任何部件，必须向主管劳工标准检验局局长提交一份移动式起重机变更通知及图纸。

1. 悬臂或其他结构部件
2. 原动机
3. 制动器
4. 升降机构
5. 钢丝绳或起重链
6. 吊钩和抓斗等吊具
7. 底架

第 8 章 Tamagake

第 1 节 tamagake 设备

(tamagake 钢丝绳的安全系数)

第 213 条

雇主不得使用钢丝绳作为起重机、移动式起重机或吊杆式起重机的 tamagake 设备，除非安全系数为 6 或以上。

(tamagake 链条的安全系数)

第 213-2 条

除非链条的安全系数等于或大于下列各类链条的值，否则雇主不得使用链条。

1. 链条的抗张强度值达到 400 N/mm^2 或更高：4
2. 链条的抗张强度值低于 400 N/mm^2 ：5

(禁止使用不合格的钢丝绳)

第 215 条

雇主不得在起重机、移动式起重机或吊杆式起重机的 tamagake 设备上使用属于下列任一情况的钢丝绳：

1. 断裂的钢丝：如果每捻钢丝绳中钢丝(不含充填钢丝)断裂总数超过 10%。
2. 直径减小：钢丝直径减小了标称直径的 7% 以上。
3. 变形：存在纽结的钢丝。
4. 腐蚀：钢丝严重变形和/或腐蚀。

第 2 节 从业限制

(从业限制)

第 221 条

除非工人符合下列一项或多项情况，否则雇主不得让工人从事吊升荷载为 1 吨或以上的起重机的 tamagake 工作。

1. 工人已完成 tamagake 技能培训课程
2. 工人已完成《人力资源开发与促进法》中规定的 tamagake 培训课程
3. 厚生劳动省部长规定的其他人员

轻型移动式起重机操作 技能培训课程

练习册

zh

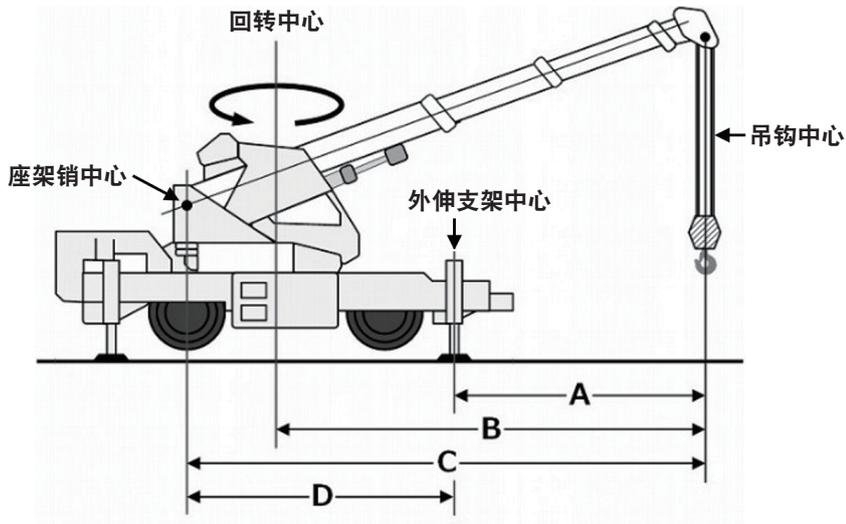
请在问题部分后查阅每个问题的正确答案。
练习册的最后几页也提供了日文的答案和解释。

« I. 轻型移动式起重机相关知识 »

[问题 1]

下列哪一项正确表示了图中移动式起重机的工作半径？

- (1) A
- (2) B
- (3) C
- (4) D

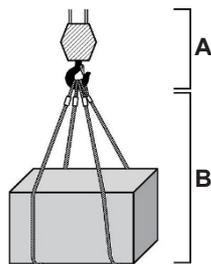


zh

[问题 2]

下列哪一项正确表示了图中的总额定荷载？

- (1) A
- (2) B
- (3) A+B
- (4) B-A



[问题 3]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

[] 是仅用于卡车装载起重机的术语。其根据货厢空载时的起重机稳定性来确定。

- | | |
|-----------|------------------|
| (1) 额定荷载 | (2) 吊升荷载 |
| (3) 总额定荷载 | (4) 非荷载条件下的总额定荷载 |

[问题 4]

以下关于移动式起重机术语的描述中哪一项是错误的？

- (1) 卷起和降下是指吊钩的卷起或降下操作。
- (2) 驾驶是指用移动式起重机自身的动力驱动移动式起重机的行为。
- (3) 悬臂倾角是指悬臂轴与水平面的夹角。
- (4) 悬臂变幅是指改变悬臂长度的操作。

[问题 5]

以下关于移动式起重机结构和功能的描述中哪一项是错误的？

- (1) 吊升高度是指上下限之间的垂直距离，在该距离内，吊具能够顺利吊升或降下。
- (2) 吊升荷载指的是移动式起重机按其结构和构件材料所能承受的最大荷载。
- (3) Jigiri（启动）指的是将荷载吊离地面约 2 米然后悬停的操作。
- (4) 悬臂变幅指的是改变悬臂倾角的操作。

[问题 6]

以下关于移动式起重机定义的描述中哪一项是正确的？

- (1) 只能利用动力吊升或降下荷载的机械。
- (2) 能够手动吊升荷载并水平运输的机械。
- (3) 能够利用动力吊升荷载并水平运输的机械。它安装了内置的原动机，可被移动到非特定位置。
- (4) 能够利用动力吊升荷载但不能水平运输的机械。

[问题 7]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

大多数卡车装载起重机的起重机设备安置在货厢和驾驶室之间，其 [] 小于 3 公吨。

- (1) 吊升荷载
- (2) 总额定荷载
- (3) 额定荷载
- (4) 承载能力

[问题 8]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

越野起重机可以在崎岖和软土地面上 []。

- (1) 行驶
- (2) 急停
- (3) 高速行驶
- (4) 迅速启动

[问题 9]

以下关于移动式起重机或下部行走部分特性的描述中哪一项是错误的？

- (1) 铁路起重机的下部行走部分配备有底盘框架，其轮子在铁路轨道上行驶。
- (2) 越野起重机的下部行走部分是专门为越野起重机制造的。
- (3) 卡车装载起重机的特点是具有装卸用起重机设备和装载货物的货厢。
- (4) 卡车装载起重机的起重机操作一般在用于驾驶的驾驶室内进行。

[问题 10]

以下描述的是某种类型的移动式起重机。描述的是下面哪种起重机？

这种起重机的行驶速度比卡车起重机慢。它可以在一种特殊的转向模式下行驶，如蟹行转向，并且转弯半径小。因此，它可以进入狭窄区域，如市区。

- (1) 履带式起重机
- (2) 水上浮式起重机
- (3) 铁路起重机
- (4) 越野起重机

[问题 11]

在安置移动式起重机外伸支架时，以下哪项不重要？

- (1) 在坚硬的平地上安置外伸支架，使起重机机身水平放置。
- (2) 由于施加在一个外伸支架浮板上的最大荷载相当于起重机机身和实际吊升荷载的质量总和的 70% 到 80%，因此应铺设宽大坚固的外伸支架地垫板。
- (3) 安置卡车装载起重机外伸支架时，将前轮轮胎抬离地面。
- (4) 安置外伸支架时，将外伸支架梁在左右两侧均匀地完全伸展，然后插入锁销固定。

[问题 12]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

悬臂伸缩可以仅通过液压油缸或者液压油缸与伸缩 [] 的组合来完成，从而使悬臂的空载重量更轻。

- | | |
|----------|---------|
| (1) 液压马达 | (2) 钢丝绳 |
| (3) 弹簧 | (4) 齿轮 |

[问题 13]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

如果每捻钢丝绳中钢丝（充填钢丝除外）的断裂总数超过 []%，则禁止使用该钢丝绳。

- | | |
|-------|--------|
| (1) 3 | (2) 5 |
| (3) 7 | (4) 10 |

[问题 14]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

当起重钢丝绳降至最大限度时，要在起吊滚筒上留有 [] 预备卷绕。

- | | |
|---------------|---------------|
| (1) 至少 1 个或更多 | (2) 至少 2 个或更多 |
| (3) 至少 3 个或更多 | (4) 至少 4 个或更多 |

[问题 15]

以下关于移动式起重机起重机构或吊钩的描述中哪一项是错误的？

- (1) 起重机构由液压马达、起重速度减速器、起吊滚筒、离合器、制动器等部件组成。
- (2) 起重机吊钩包括单钩和双钩。大多数轻型移动式起重机采用双钩。
- (3) 卷起和降下是指吊钩的卷起或降下操作。
- (4) 起重速度由起重机构卷起起重钢丝绳的速度和钢丝绳的根数决定。

[问题 16]

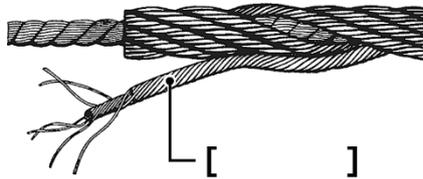
以下关于移动式起重机悬臂的描述中哪一项是错误的？

- (1) 吊升荷载时，悬臂相当于一个机臂。
- (2) 悬臂倾角增大时，工作半径增大。
- (3) 悬臂伸缩指的是通过伸缩悬臂来改变悬臂长度。
- (4) 桁架臂通常用于相对大型的履带式起重机。

[问题 17]

选择正确答案，并将其序号填在下面钢丝绳图示中的括号内。

- (1) 铰合线
- (2) 纽结
- (3) 吊钩
- (4) 滑轮



[问题 18]

以下关于钢丝绳的描述中哪一项是错误的？

- (1) 定期检查钢丝绳并根据其状况对其进行润滑很重要。
- (2) 钢丝绳搓捻可以是“钢丝绳普通搓捻”或“顺捻”。
- (3) 不得使用存在纽结或腐蚀的钢丝绳。
- (4) 钢丝绳直径用内切圆直径表示，由给定横截面上两个方向上测量结果的平均值确定。

zh

[问题 19]

以下关于外伸支架的描述中哪一项是错误的？

- (1) 外伸支架是在进行装载作业时提高起重机机身稳定性的装置。
- (2) 外伸支架是起重机机身即将倾覆时起作用的安全装置。
- (3) 施加在外伸支架浮板上的荷载随悬臂方向变化。
- (4) 滑坡防护墙或路肩附近的地面并不牢固，必须远离这些位置安置外伸支架。

[问题 20]

以下关于移动式起重机安全装置的描述中哪一项是错误的？

- (1) 荷载力矩限制器是防止冲击荷载施加到起重钢丝绳上的装置。
- (2) 悬臂倾角指示器和荷载指示器是不仅能表示悬臂倾角，而且还能表示总额定荷载和悬臂长度之间关系的装置。
- (3) 水准仪是用来检测起重机机身水平度的测量仪器。
- (4) 泄压阀可在液压回路中防止异常压力增高。

[问题 21]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

2019 年 3 月 1 日之前制造的吊升荷载小于 3 公吨的移动式起重机配备有 [] 而不是防止过载的装置。

- (1) 荷载计
- (2) 流量计
- (3) 重量指示器
- (4) 测试仪

[问题 22]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

[] 是在吊升荷载时防止 tamagake（索具）钢丝绳从吊钩滑脱的装置。

- (1) 泄压阀
- (2) 报警装置
- (3) 检测器
- (4) 安全门

[问题 23]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

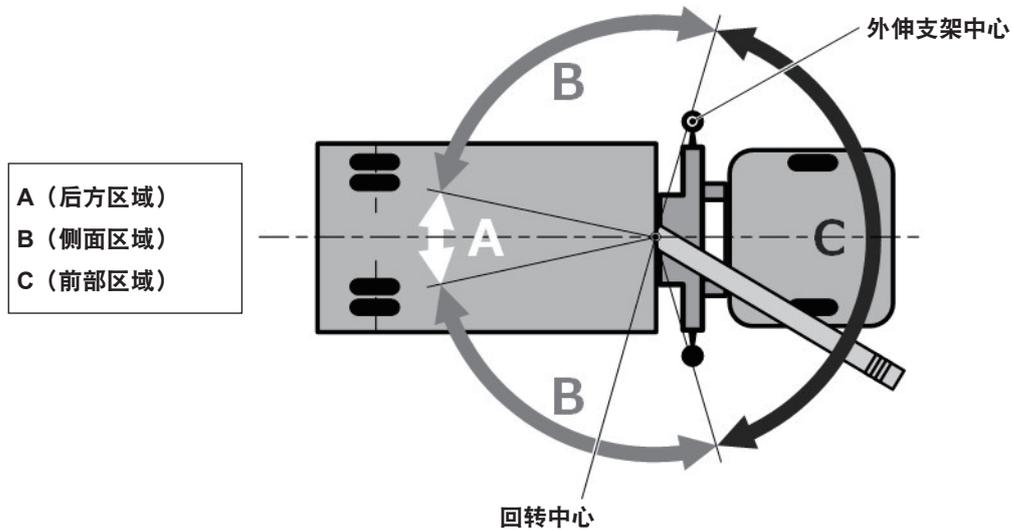
[] 是防止悬臂端或钢丝绳因起重钢丝绳过卷而损坏的装置。

- (1) 防过卷装置
- (2) 泄压阀
- (3) 外伸支架
- (4) 水准仪

[问题 24]

下图显示了卡车装载起重机的工作区。以下哪个区域最稳定？

- (1) A (后方区域)
- (2) B (侧面区域)
- (3) C (前部区域)
- (4) A 和 B (后方/侧面区域)



[问题 25]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

起重机操作通常在未铺砌的地面上进行。安装移动式起重机时，检查 [] 的状况，确保外伸支架不会下沉。

- (1) 起重机机身
- (2) 轮胎
- (3) 地面
- (4) 水平度

[问题 26]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

移动式起重机的总额定荷载取决于外伸支架 []、工作半径和悬臂长度等条件。

- (1) 浮板
- (2) 伸展宽度
- (3) 伸缩宽度
- (4) 安装地面

[问题 27]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

对于卡车装载起重机，在前部区域的起重机操作最不稳定。因此，必须在后方区域和侧面区域吊升性能不超过 []% 的情况下开展作业。

- | | |
|--------|---------|
| (1) 10 | (2) 15 |
| (3) 25 | (4) 100 |

[问题 28]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

起重机稳定性表明移动式起重机 [] 与否的概率。

- | | |
|--------|--------|
| (1) 翻倒 | (2) 稳定 |
| (3) 振动 | (4) 自立 |

[问题 29]

以下哪项注意事项不适用于移动式起重机操作员？

- (1) 在起重机操作期间未进行清洁、加油或维修。
- (2) 根据信号员发出的信号操作起重机。
- (3) 如果在操作过程中发现异常噪音、振动、发热、异味或其他异常情况，应立即停止作业并查明原因。
- (4) 如果需要开展超出移动式起重机吊升性能的作业，则短暂禁用安全装置功能。

[问题 30]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

移动式起重机的吊升性能由起重功率、起重机稳定性和 [] 决定。

- | | |
|----------|-----------|
| (1) 吊升高度 | (2) 工作半径 |
| (3) 伸缩速度 | (4) 起重机强度 |

[问题 31]

以下哪项一般注意事项不适用于移动式起重机操作？

- (1) 充分的准备工作，如服装、安全帽、安全鞋等。
- (2) 检查工地条件，以及工地是否有障碍物。
- (3) 即使要求您执行不安全的操作，也要遵守指示。
- (4) 确认随身携带操作执照。

[问题 32]

以下哪项不适合移动式起重机的性能或在操作过程中不重要？

- (1) 确定移动式起重机的吊升性能至关重要。
- (2) 总额定荷载表中所示的值是待吊升荷载的实际质量和吊具质量的总和。因此，必须计算待吊升的实际荷载质量。
- (3) 卡车装载起重机的总额定荷载值是根据起重机强度（主要是悬臂强度）确定的，而不考虑工作半径。
- (4) 卡车装载起重机的吊升性能根据货厢上荷载的存在情况而变化。

[问题 33]

以下关于移动式起重机性能的描述中哪一项是正确的？

- (1) 如果回转速度过快，荷载就会在回转过程中因离心力而向外摆动，工作半径会增大。
- (2) 介绍了移动式起重机在空载状态下，发动机低速时的荷载起重、悬臂上升、悬臂伸展和回转的操作速度。
- (3) 使用卡车起重机吊升和回转荷载时，吊升性能不会因工作区域的不同而变化。
- (4) 当移动式起重机水平安置时，吊升性能不会因外伸支架伸展宽度而变化。

[问题 34]

以下哪项注意事项不适用于移动式起重机操作？

- (1) 在执行 jigiri（启动）之前，不要侧方、垂直或倾斜地提拉荷载。
- (2) 将 tamagake（索具）钢丝绳从荷载中拉出时，将 tamagake（索具）钢丝绳的绳眼连接到起重机吊钩上，并通过卷起来拉动钢丝绳。
- (3) 在起重机操作期间回转时，遵循信号员发出的信号。
- (4) 荷载因离心力而向外摆动可能会导致倾覆，因此要在低速下进行回转操作。

[问题 35]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

移动式起重机操作员必须在开始当天工作之前 [] 他们将要操作的起重机。

- | | |
|------------|------------|
| (1) 拆卸 | (2) 进行完工检验 |
| (3) 进行性能检验 | (4) 检查 |

[问题 36]

以下哪项注意事项不适用于移动式起重机操作？

- (1) 低速下进行回转。
- (2) 伸缩悬臂时要注意吊钩的位置，因为吊钩是根据悬臂伸缩而卷起或降下的。
- (3) 切勿通过突然制动或突然操作操纵杆来制动移动式起重机，因为这可能导致起重机倾覆、悬臂损坏或钢丝绳断裂。
- (4) 在 jigiri（启动）或降下重型荷载之前，通过突然操作操纵杆来吊升和降下荷载。

[问题 37]

以下关于移动式起重机作业或完成作业的描述中哪一项是错误的？

- (1) 完成作业后，一定要把吊钩放在 jigiri（启动）高度。
- (2) 请勿在手托举荷载时进行运输。
- (3) 不要通过吊升或伸长悬臂来执行 jigiri（启动）操作。
- (4) 完成作业后，收起悬臂和外伸支架，并将起重机置于行驶位置。

[问题 38]

以下关于电力线附近移动式起重机操作的描述中哪一项是错误的？

- (1) 高压电力线的结构可以防止电流流动，即使悬臂或钢丝绳与其接触。
- (2) 即使悬臂或钢丝绳未直接接触高压电力线，高压电力线也可能放电。
- (3) 在电力线附近作业时，应确认是否采取了线路防护等防触电措施，或是否指定了监测监督员。
- (4) 在卡车装载起重机操作过程中，如果允许悬臂或钢丝绳不当接触到电力线，操作员或 tamagake（索具）工人将会有触电风险。

[问题 39]

以下哪项不是恶劣天气时操作移动式起重机的关注点？

- (1) 即使作业时附近打雷，悬臂也会起到避雷针的作用。因此，不必担心雷击。
- (2) 强降雨使能见度下降，地面容易坍塌，因此外伸支架安装位置可能下沉。
- (3) 在荷载较大或起重高度较高或悬臂较长时，移动式起重机易受风影响。
- (4) 如果 10 分钟内的平均风速为 10 米/秒或更高，则必须暂停起重机操作。

[问题 40]

以下哪项注意事项不适用于移动式起重机检查，或不适用于在电力线附近或恶劣天气下作业？

- (1) 允许任何人进入检修区。
- (2) 当雷声接近时，停止操作，将悬臂置于行驶位置，并撤离。
- (3) 检查时，将起重机停放在安全处坚硬的平地上。
- (4) 充分理解待检查的移动式起重机的说明手册。

« II.原动机和电力相关知识»

[问题 1]

以下关于发动机机油功能的描述中哪一项是错误的？

- (1) 冷却
- (2) 清洁
- (3) 干燥
- (4) 润滑

[问题 2]

以下描述的是某种装置。描述的是下面哪种装置？

该装置储存电力，并向其他装置（如启动马达和照明系统）供电。

- (1) 风扇皮带
- (2) 电池
- (3) 散热器
- (4) 空气滤清器

[问题 3]

以下关于柴油发动机特点的描述中哪一项是错误的？

- (1) 运行成本低
- (2) 噪音和振动大
- (3) 使用汽油作为燃油
- (4) 热效率高

[问题 4]

以下哪项注意事项适用于发动机操作？

- (1) 发动机和液压油冷却后，高速运转发动机直到达到适当温度。
- (2) 起重机操作完成后，关闭 PTO 开关并保持发动机钥匙处于插入状态，以便起重机可以随时启动。
- (3) 起重机操作完成后，行驶前务必关闭 PTO 开关。
- (4) 在移动式起重机检查期间，启动发动机进行清洁、加油或维修。

[问题 5]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

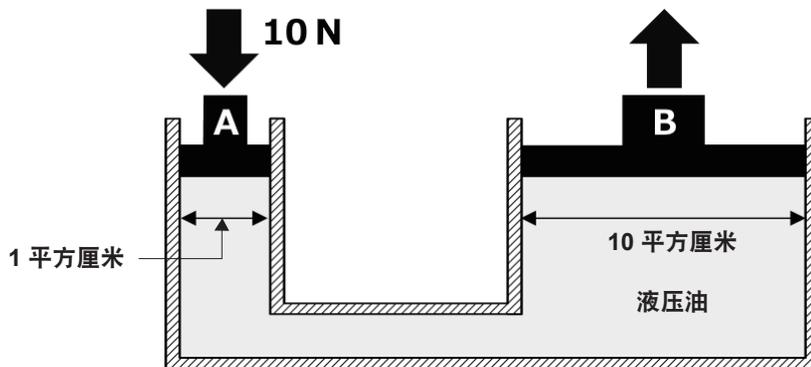
在液压系统中，传递到较小面积的 [] 的力与较大面积的成比例放大。

- (1) 阀
- (2) 电动机
- (3) 液压油箱
- (4) 活塞

[问题 6]

在图示液压系统中，当向活塞 A 施加 10N 的力时，下列哪种力会传递到活塞 B？此问题无需考虑活塞质量。

- (1) 10N
- (2) 50N
- (3) 100N
- (4) 200N



[问题 7]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

液压原理基于帕斯卡定律，即“施加在封闭 [] 的部件上的压力会按原样在整个 [] 中传递。”

- (1) 气体
- (2) 液体
- (3) 固体
- (4) 粘性体

zh

[问题 8]

以下关于液压系统优点和缺点的描述中哪一项是错误的？

- (1) 它们紧凑且轻便。
- (2) 根本不必担心液压油泄漏，而且很容易远程控制。
- (3) 它们的管道很难铺设。
- (4) 机器效率取决于液压油的温度。

[问题 9]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

液压控制阀控制液压油、压力和流速的 []。

- (1) 大小
- (2) 管道
- (3) 方向
- (4) 时间

[问题 10]

以下描述的是液压控制阀。描述的是下面哪种液压控制阀？

此阀允许液压油在一个方向自由流动，但是禁止其反向流动。

- (1) 选择器阀
- (2) 止回阀
- (3) 顺序阀
- (4) 泄压阀

[问题 11]

以下关于液压系统的描述中哪一项是错误的？

- (1) 液压油缸是一种机械装置，把输送来的压力油转换成直线运动。
- (2) 液压油箱是储存油的设备。
- (3) 液压马达是产生液压的装置。
- (4) 液压控制阀控制液压油、压力和流速的方向。

[问题 12]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

[] 依靠发动机驱动，从液压油箱吸出油，将其作为压力油排出并输送到液压执行机构。

- | | |
|-----------|------------|
| (1) 液压发生器 | (2) 液压控制装置 |
| (3) 配件 | (4) 压力控制装置 |

[问题 13]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

过滤器清洁液压油并除去 []。

- | | |
|---------|--------|
| (1) 含盐量 | (2) 热量 |
| (3) 污染物 | (4) 电力 |

[问题 14]

以下描述的是液压控制阀。描述的是下面哪种液压控制阀？

在液压回路中用来降低部分压力的阀门。

- | | |
|---------|---------|
| (1) 止回阀 | (2) 减压阀 |
| (3) 泄压阀 | (4) 顺序阀 |

[问题 15]

以下关于液压系统维护的描述中哪一项是正确的？

- (1) 大多数液压系统故障与液压油污染和导管线路的油液泄漏有关。
- (2) 液压系统导管线路是密封的，因此不会混入污染物和水分。
- (3) 如果油脂与液压油混合，会变成乳白色。这对起重机操作没有影响，因此无需更换液压油。
- (4) 即使液压油明显变脏，也无需更换滤芯。

[问题 16]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

为了保持液压系统处于最佳状态，在适当温度和 [] 下使用液压油至关重要。

- (1) 空气
- (2) 水分
- (3) 起泡沫
- (4) 维护

[问题 17]

以下关于混入气泡或水分的液压油的外观中哪一项是正确的？

- (1) 变为深棕色
- (2) 起泡沫
- (3) 变成乳白色
- (4) 透明，有可见小黑点

[问题 18]

以下关于触电危险的描述中哪一项是错误的？

- (1) 触电造成的人身伤害是流经人体的电流使神经系统瘫痪的直接结果。
- (2) 50mA 的交流电流经人体，虽然很危险，但不会造成死亡。
- (3) 触电程度取决于以下因素：例如触电的身体部位、触电持续时间、电流类型、电流大小、触电者的体质和健康状况。
- (4) 电烧伤很危险，因为其可能会破坏体内细胞并深入皮肤。

[问题 19]

以下关于电力线附近移动式起重机作业的描述中哪一项是错误的？

- (1) 操纵卡车装载起重机操纵杆的操作员不会触电，即使悬臂或钢丝绳接触到电力线。
- (2) 即使悬臂或钢丝绳未直接接触电力线，高压输电线路也可能放电。
- (3) 在城市电力线（配电线路）附近作业时，必须保持 2 米或以上的最小接近距离。
- (4) 在电力线附近工作时，必须根据劳工标准局局长的通知，事先与电力线运营者（如当地电力公司）协商。

[问题 20]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

计算电力的公式是 []。

- (1) 电力 = 电阻 x 电压
- (2) 电力 = 电阻 x 电流
- (3) 电力 = 电压 x 电流
- (4) 电力 = 电流 x 电量

« III.动力学相关知识 »

[问题 1]

以下关于力的描述中哪一项是错误的？

- (1) 即使在相同的荷载质量下，悬臂越低，翻倒的风险就越大。
- (2) 用扳手拧紧螺母时，将扳手靠近手柄末端时需要较小的力。
- (3) 力的大小与力臂长度的乘积所表示的量称为“力的合成”。
- (4) 如果有多个力作用在物体上，但是该物体没有移动，那么我们说这些力达到“平衡”。

[问题 2]

力由三个要素组成。以下哪个组合正确？

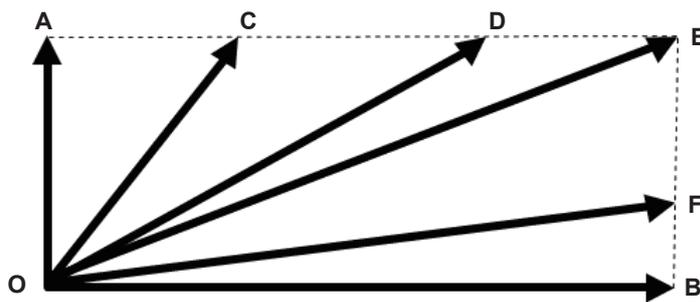
- (1) 大小、方向、速度
- (2) 大小、方向、作用点
- (3) 速度、方向、作用点
- (4) 速度、大小、作用点

[问题 3]

zh

如图所示，当力 OA 和 OB 作用于 O 点时，下列哪项是正确的合力？

- (1) 力 OC
- (2) 力 OD
- (3) 力 OE
- (4) 力 OF



[问题 4]

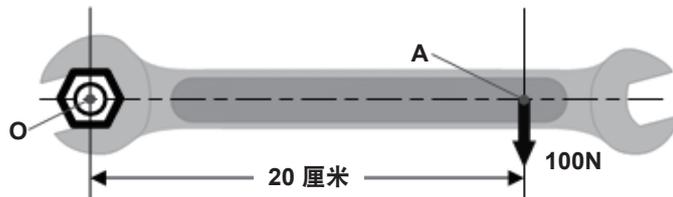
以下关于力矩的描述中哪一项是正确的？

- (1) 力矩是指力试图使物体转动的功。
- (2) 用操纵杆吊升物体时，握力越靠近支点，所需的力就越小。
- (3) 在悬臂长度相同的情况下，当悬臂下降，同时吊升荷载质量等于额定荷载时，倾翻力矩值保持不变。
- (4) 力矩只由力的大小决定。

[问题 5]

如图所示，当用扳手以 100N 的力拧紧螺母时，下列哪项对于力矩大小是正确的？注意：从 O 点到 A 点的距离为 20 厘米。

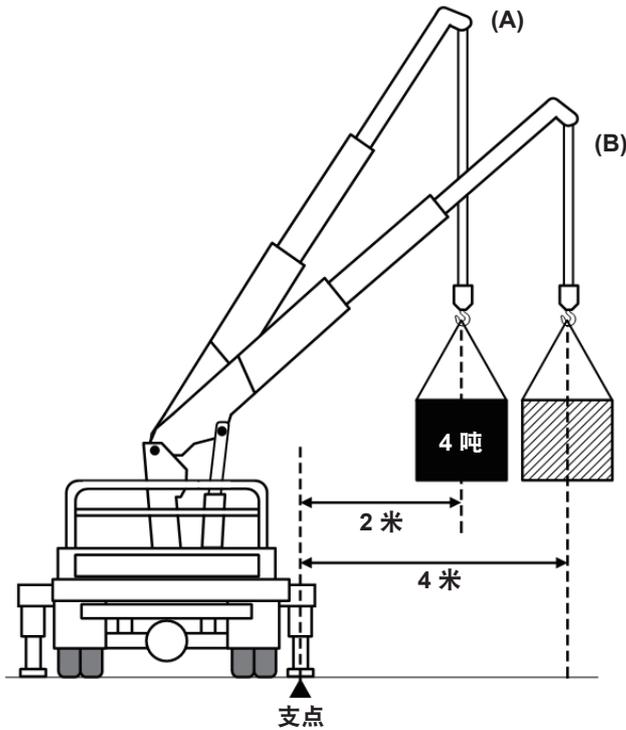
- (1) $10\text{N} \cdot \text{m}$
- (2) $20\text{N} \cdot \text{m}$
- (3) $100\text{N} \cdot \text{m}$
- (4) $200\text{N} \cdot \text{m}$



[问题 6]

在下图中，当悬臂处于位置 (A) 时，可以吊升高达 4 公吨的荷载。当悬臂降到位置 (B) 时，以下哪项对于可以吊升的最大荷载是正确的？此问题无需考虑悬臂质量。

- (1) 1 吨
- (2) 2 吨
- (3) 3 吨
- (4) 4 吨

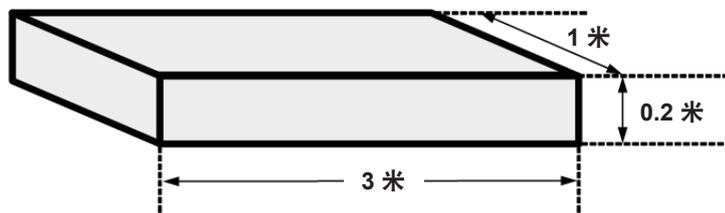


zh

[问题 7]

对于长度为 1 米、宽度为 3 米、高度为 0.2 米的混凝土板的质量（重量），下列哪项是正确的？注意：每立方米混凝土板的质量为 2.3 吨。

- (1) 0.6 吨
- (2) 1.38 吨
- (3) 6 吨
- (4) 138 吨



[问题 8]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

即使荷载质量相同，悬臂下降时，起重机倾覆力矩 []，从而导致起重机倾覆。

- | | |
|--------|--------|
| (1) 增大 | (2) 变长 |
| (3) 减小 | (4) 变短 |

[问题 9]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

根据荷载材料，将荷载的 [] 乘以每立方米的质量，即可得出待吊升的荷载的质量。

- | | |
|--------|--------|
| (1) 面积 | (2) 大小 |
| (3) 体积 | (4) 重量 |

[问题 10]

以下关于物体重心的描述中哪一项是正确的？

- (1) 更改物体（固体）的位置或摆放会更改物体的重心。
- (2) 不管物体的形状如何，重心总是位于物体内部。
- (3) 物体（固体）的重心是一个恒定点，即使物体的位置或摆放发生变化也不会改变。
- (4) 平行四边形的重心不在对角线的交点处。

zh

[问题 11]

以下关于重心的描述中哪一项是错误的？

- (1) 底面较宽的物体更稳定。
- (2) 重心较高的物体更稳定。
- (3) 即使物体的位置或摆放发生变化，重心也不会改变。
- (4) 重心是物体重量的中心。

[问题 12]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

除非受到某种外力的影响，否则物体在静止时，就倾向于保持静止，当它运动时，就倾向于一直进行直线运动。这种倾向称之为“[]”。

- (1) 惯性
- (2) 离心力
- (3) 加速度
- (4) 向心力

[问题 13]

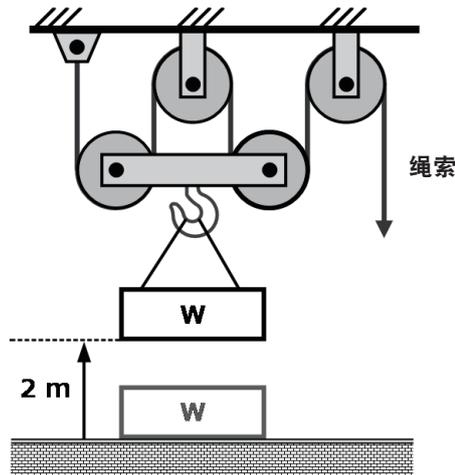
以下关于圆周运动的描述中哪一项是错误的？

- (1) 随着荷载转速的增加，离心力增大，导致起重机倾覆。
- (2) 使物体做圆周运动的力称为摩擦力。
- (3) 当物体做圆周运动时，施加一个力，使物体不断地朝向旋转轴。
- (4) 使物体做圆周运动向外飞的力称为离心力。

[问题 14]

如图所示，用滑轮将荷载 (W) 吊升到离地面 2 米的地方。以下哪一项是正确的拉绳量？

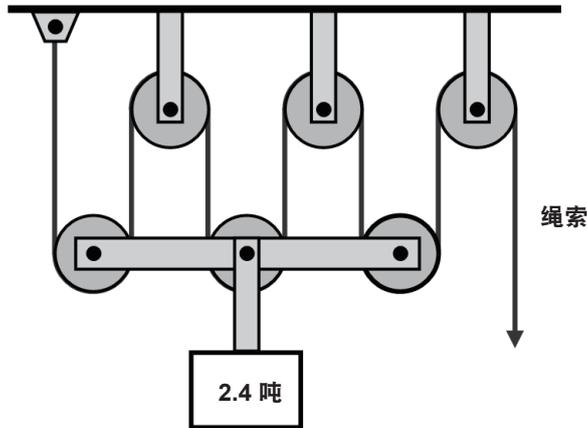
- (1) 4 米
- (2) 8 米
- (3) 10 米
- (4) 12 米



[问题 15]

如图所示，当用滑轮吊升荷载时，以下哪项是平衡荷载的正确质量？此问题无需考虑滑轮摩擦或质量。

- (1) 0.3 吨
- (2) 0.4 吨
- (3) 0.5 吨
- (4) 0.8 吨



[问题 16]

当移动式起重机吊升荷载时，以下哪项对于施加在起重钢丝绳上的荷载是正确的？

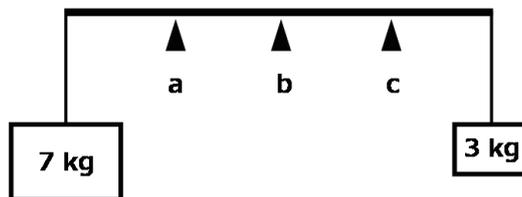
- (1) 扭转荷载
- (2) 剪切荷载
- (3) 拉伸荷载
- (4) 压缩荷载

zh

[问题 17]

在下图中，一个 7 公斤的荷载挂在扁担左侧，一个 3 公斤的荷载挂在右侧。对于平衡这些荷载的支点，下列哪项是正确的？此问题无需考虑扁担质量。

- (1) a (扁担左侧)
- (2) b (扁担中心)
- (3) c (扁担右侧)
- (4) 比 c 更靠右



[问题 18]

下列哪一项对于纵向拉伸圆柱形物体的外力（荷载）是正确的？

- (1) 扭转荷载
- (2) 拉伸荷载
- (3) 弯曲荷载
- (4) 剪切荷载

[问题 19]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

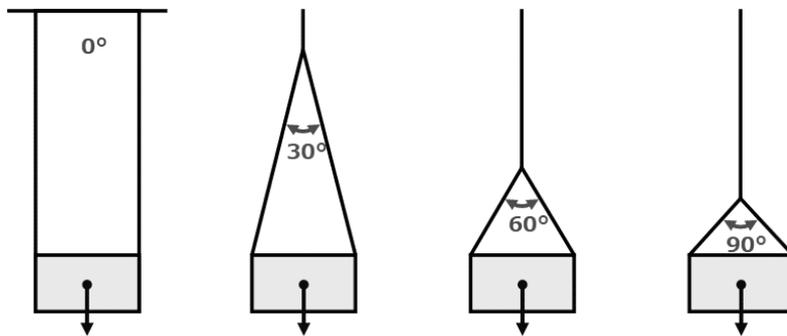
对一物体施加荷载会在物体内部产生抵抗荷载的“内力”。内力除以物体横截面积得到单位面积的力大小，称为 []。

- (1) 扭转荷载
- (2) 应变力
- (3) 应力
- (4) 弯曲荷载

[问题 20]

如图所示，当用 tamagake（索具）方法吊升荷载时，以下哪种吊升方法对 tamagake 钢丝绳施加最大荷载？

- (1) 0°
- (2) 30°
- (3) 60°
- (4) 90°



zh

« IV.适用法律法规»

[问题 1]

下列哪种类型的事故不需要向劳工标准检验局主任报告?

- (1) 悬臂断裂
- (2) 钢丝绳断裂
- (3) 防过卷装置故障
- (4) 翻倒

[问题 2]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

在进行移动式起重机操作时,必须注明 [] 或采取其他措施,以便移动式起重机操作员和 tamagake(索具) 操作员能够确认 []。

- (1) 额定速度
- (2) 荷载质量
- (3) 额定荷载
- (4) 液压油压力

[问题 3]

以下关于移动式起重机操作的描述中哪一项是错误的?

- (1) 原则上,外伸支架必须完全伸展。
- (2) 对于提升能力为 3 公吨或以上的移动式起重机,雇主不得使用悬臂倾角超过规范规定的角度范围的移动式起重机。
- (3) 雇主不得允许工人进入可能与移动式起重机的回转上部结构发生接触而存在安全危险的区域。
- (4) 当吊升荷载离开操作位置时,必须启动起重机构制动器和安全锁。

[问题 4]

以下关于移动式起重机操作的描述中哪一项不是法律强制要求的?

- (1) 必须始终使用安全门。
- (2) 当预计强风会使有关作业存在危险时,停止操作。
- (3) 离开操作位置时,将荷载吊升至离地 10 厘米的位置。
- (4) 将外伸支架放在坚硬平地上。

[问题 5]

以下关于移动式起重机操作的描述中哪一项不是法律强制要求的？

- (1) 在不可避免的情况下，允许吊升超过额定荷载的荷载
- (2) 不得用起重机搬运工人也不得将工人吊在起重机上作业。
- (3) 不得允许工人进入存在安全危险的区域。
- (4) 离开操作位置时，必须始终降低荷载，使其位于地面上。

[问题 6]

根据法律，以下哪一项是正确的 tamagake（索具）钢丝绳安全系数？

- (1) 10 或以上
- (2) 3 或以上
- (3) 6 或以上
- (4) 5 或以上

[问题 7]

下列哪种工人有资格使用吊升荷载为 1 公吨或以上但小于 5 公吨的移动式起重机进行 tamagake(索具)作业？

- (1) 完成轻型移动式起重机操作技能培训课程的工人
- (2) 完成 tamagake（索具）作业专业培训的工人
- (3) 完成 tamagake（索具）作业技能培训课程的工人
- (4) 完成移动式起重机操作专业培训的工人

zh

[问题 8]

下列哪种工人有资格从事吊升荷载为 1 公吨或以上但小于 5 公吨的移动式起重机操作？

- (1) 完成轻型移动式起重机操作技能培训课程的工人
- (2) 完成移动式起重机操作专业培训的工人
- (3) 完成 tamagake（索具）作业专业培训的工人
- (4) 完成 tamagake（索具）作业技能培训课程的工人

[问题 9]

以下关于移动式起重机检查和定期自检的描述中哪一项是正确的？

- (1) 移动式起重机安装后必须每年进行一次定期自检。
- (2) 在年度定期自检中，通过吊升相当于移动式起重机额定荷载 1.25 倍的荷载质量来进行荷载测试。
- (3) 对于吊升荷载小于 5 公吨的移动式起重机，在年度定期自检中可免进行荷载测试。
- (4) 对于每天运行的移动式起重机，可免除开始操作前的作业前检查。

[问题 10]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

所有拥有移动式起重机的 [] 必须每年定期进行自检。

- (1) 车辆管理员
- (2) 操作员
- (3) 雇主
- (4) 安全监督员

[问题 11]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

当移动式起重机通过 [] 合格后，注册 [] 机构会延长移动式起重机检验证书的有效期。

- (1) 性能检验
- (2) 自检
- (3) 专业培训
- (4) 安全和健康教育

[问题 12]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

雇主不得使用荷载超过 [] 的移动式起重机。

- (1) 起重机稳定性
- (2) 额定荷载
- (3) 起重机起重量
- (4) 吊升荷载

[问题 13]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

必须对移动式起重机防过卷装置进行相应调整，使其与吊具（例如吊钩和抓斗）上表面、或起吊滑轮上表面和悬臂端滑轮的下表面或其他任何可能与上述上表面接触的物体之间的距离为 [] 或以上。

- | | |
|------------|------------|
| (1) 0.45 米 | (2) 0.25 米 |
| (3) 0.35 米 | (4) 0.15 米 |

[问题 14]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

雇主在使用移动式起重机开始当天作业前，必须检查 []、额定荷载指示器以及其他报警装置、制动器、离合器和控制器的功能。

- | | |
|-----------|----------|
| (1) 钢丝绳 | (2) 吊钩总成 |
| (3) 防过卷装置 | (4) 总机 |

[问题 15]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

移动式起重机检验证书的有效期为 []，适用于吊升荷载为 3 公吨或以上的移动式起重机。

- | | |
|---------|---------|
| (1) 2 年 | (2) 3 年 |
| (3) 4 年 | (4) 5 年 |

[问题 16]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

雇主必须记录自检结果并存档 []。

- | | |
|---------|---------|
| (1) 3 年 | (2) 2 年 |
| (3) 1 年 | (4) 8 年 |

[问题 17]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

如果自检或查验中发现任何异常，雇主必须立即 []。

- | | |
|------------|------------|
| (1) 提交报告 | (2) 联系相关人员 |
| (3) 开展维修工作 | (4) 咨询相关人员 |

[问题 18]

选择正确答案并将其序号填在括号中。

当使用吊升荷载为 3 公吨或以上的移动式起重机进行作业时，雇主必须提供移动式起重机 []。

- | | |
|----------|---------|
| (1) 执照 | (2) 检查表 |
| (3) 检验证书 | (4) 证书 |

[问题 19]

以下哪项适用于移动式起重机完工检验期间稳定性测试中施加的荷载？

- (1) 相当于吊升荷载 1.25 倍的荷载
- (2) 相当于额定荷载 1.27 倍的荷载
- (3) 相当于吊升荷载 1.27 倍的荷载
- (4) 相当于额定荷载 1.25 倍的荷载

zh

[问题 20]

以下哪项关于移动式起重机操作信号的描述不是法律强制要求的？

- (1) 只有指定信号员才可以发出信号。
- (2) 执行 tamagake（索具）作业的工人必须发出信号。
- (3) 移动式起重机操作员必须遵守信号。
- (4) 必须设置固定信号。

试题到此结束。

« I. 轻型移动式起重机相关知识 » 答案

问题序号	答案	相关页面*	问题序号	答案	相关页面*	问题序号	答案	相关页面*
1	(2)	第 4 页	16	(2)	第 4 页	31	(3)	第 73 页
2	(3)	第 5 页	17	(1)	第 22 页	32	(3)	第 83 页
3	(4)	第 6 页	18	(4)	第 23 页	33	(1)	第 74 页、 第 85 页、 第 88 页
4	(4)	第 2 页	19	(2)	第 20 页			
5	(3)	第 6 页	20	(1)	第 43 页	34	(2)	第 109 页
6	(3)	第 1 页	21	(1)	第 46 页	35	(4)	第 122 页
7	(1)	第 8 页	22	(4)	第 49 页	36	(4)	第 6 页、 第 108 页
8	(1)	第 9 页	23	(1)	第 41 页			
9	(4)	第 59 页	24	(1)	第 88 页	37	(1)	第 114 页
10	(4)	第 9 页	25	(3)	第 99 页	38	(1)	第 162 页
11	(3)	第 97 页	26	(2)	第 81 页	39	(1)	第 120 页
12	(2)	第 37 页	27	(3)	第 89 页	40	(1)	第 95 页
13	(4)	第 24 页	28	(1)	第 90 页			
14	(2)	第 112 页	29	(4)	第 40 页			
15	(2)	第 38 页	30	(4)	第 74 页			

* 请参阅日本起重机协会出版的“技能培训课程：轻型移动式起重机操作”（2019年8月1日修订，第2版）中的相关页面。

zh

« II. 原动机和电力相关知识 » 答案

问题序号	答案	相关页面*	问题序号	答案	相关页面*
1	(3)	第 139 页	11	(3)	第 148 页
2	(2)	第 140 页	12	(1)	第 147 页
3	(3)	第 136 页	13	(3)	第 160 页
4	(3)	第 113 页 第 143 页	14	(2)	第 152 页
			15	(1)	第 157 页
5	(4)	第 145 页	16	(4)	第 157 页
6	(3)	第 145 页	17	(3)	第 158 页
7	(2)	第 145 页	18	(2)	第 160 页
8	(2)	第 157 页	19	(1)	第 162 页
9	(3)	第 149 页	20	(3)	第 162 页
10	(2)	第 150 页			

* 请参阅日本起重机协会出版的“技能培训课程：轻型移动式起重机操作”（2019年8月1日修订，第2版）中的相关页面。

« III.动力学相关知识» 答案

问题序号	答案	相关页面*	问题序号	答案	相关页面*
1	(3)	第 175 页	11	(2)	第 185 页
2	(2)	第 171 页	12	(1)	第 188 页
3	(3)	第 173 页	13	(2)	第 189 页
4	(1)	第 175 页、 第 178 页、 第 179 页	14	(2)	第 193 页
5	(2)	第 175 页	15	(2)	第 193 页
6	(2)	第 179 页	16	(3)	第 194 页
7	(2)	第 180 页	17	(1)	第 177 页
8	(1)	第 178 页、 第 179 页	18	(2)	第 194 页
9	(3)	第 180 页	19	(3)	第 196 页
10	(3)	第 182 页、 第 183 页	20	(4)	第 204 页

* 请参阅日本起重机协会出版的“技能培训课程：轻型移动式起重机操作”（2019年8月1日修订，第2版）中的相关页面。

« IV.适用法律法规» 答案

问题序号	答案	相关页面*	问题序号	答案	相关页面*
1	(3)	第 225 页	11	(1)	第 234 页
2	(3)	第 230 页	12	(2)	第 230 页
3	(4)	第 232 页	13	(2)	第 229 页
4	(3)	第 232 页	14	(3)	第 234 页
5	(1)	第 230 页	15	(1)	第 228 页
6	(3)	第 236 页	16	(1)	第 234 页
7	(3)	第 239 页	17	(3)	第 234 页
8	(1)	第 222 页	18	(3)	第 228 页
9	(1)	第 233 页 第 234 页	19	(2)	第 227 页
10	(3)	第 233 页	20	(2)	第 231 页

* 请参阅日本起重机协会出版的“技能培训课程：轻型移动式起重机操作”（2019年8月1日修订，第2版）中的相关页面。

