



起重吊装培训

讲师

目 录

- 01 起重机械的基本知识
- 02 物体重量的估算法
- 03 吊点的选择及绑扎
- 04 吊索吊具
- 05 起重吊装指挥信号
- 06 常见的安全隐患
- 07 典型案例分析及防范措施



1

起重机械的基本知识

1、起重机械的分类



单动作的

卷扬机：手动卷扬机、电动卷扬机、机动卷扬机

升降机：施工电梯、快速提升机

起重机：千斤顶、链条葫芦
手动起重机



复杂动作的

桥式类起重机：桥式起重机、门式起重机、缆绳起重机、装卸桥

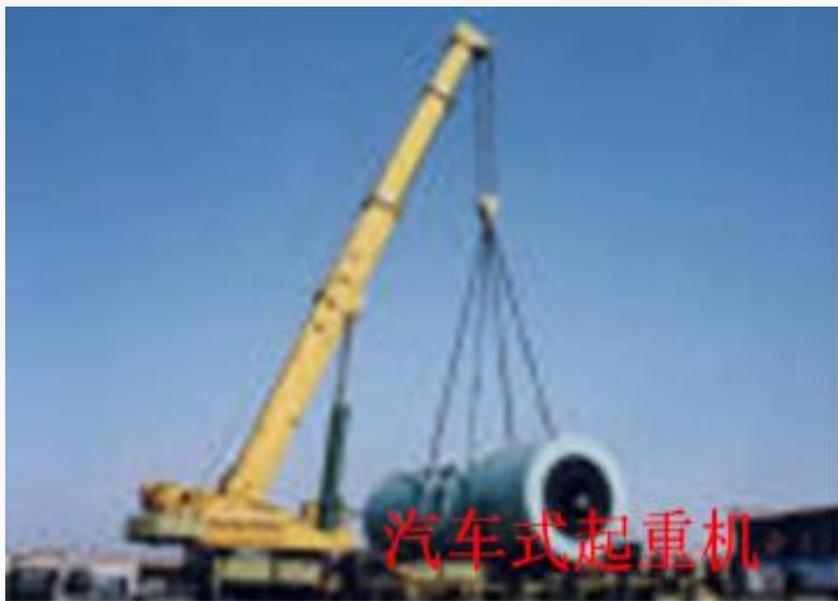
旋转类型起重机：履带式起重机、轮胎式起重机、汽车式起重机、塔式起重机、浮船式起重机、桅杆是起重机、轨道式起重机



2、起重机械常见图例



塔式起重机



汽车式起重机

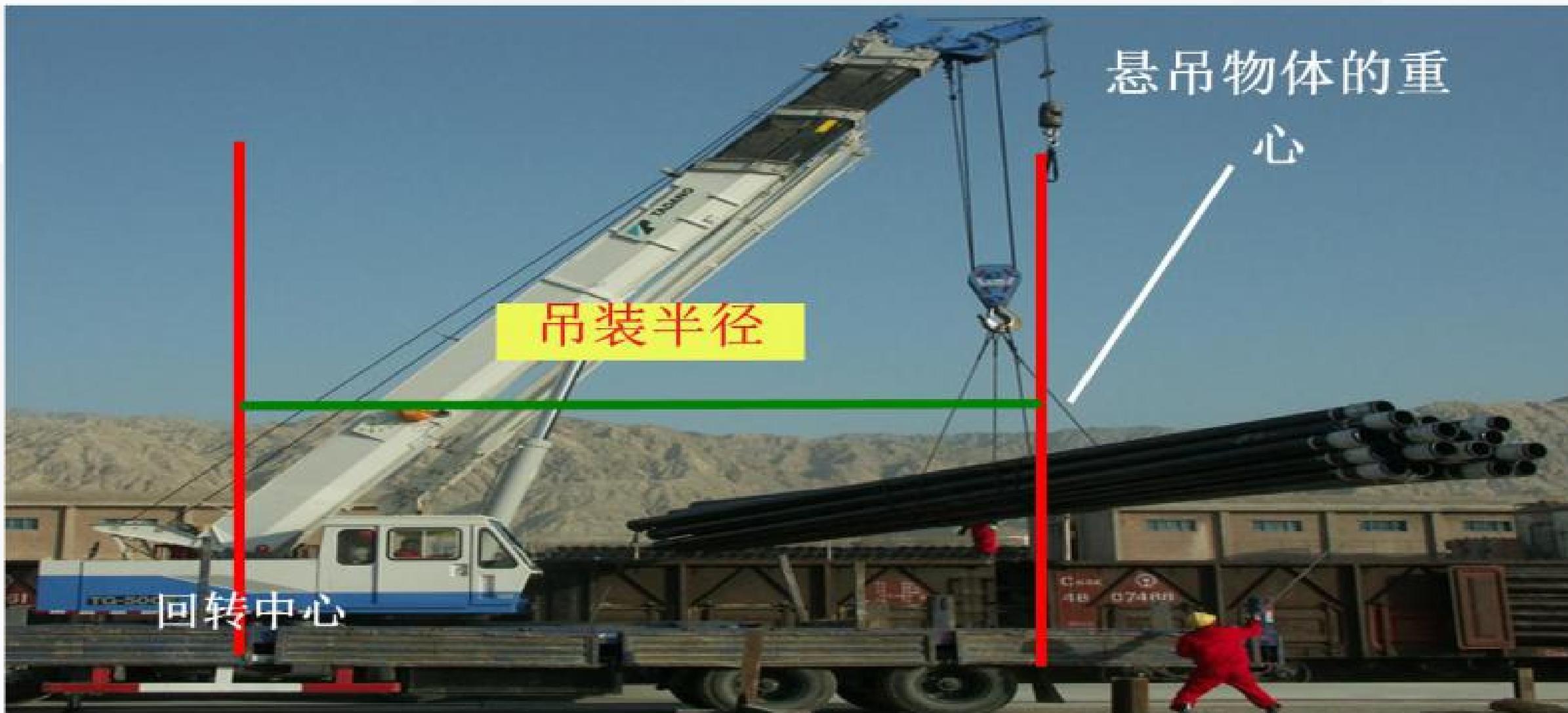


自生式塔式起重机



履带式起重机

3、作业半径



4、其中涉及的标准负载能力

由制造商标明的最大吊升能力，与调敞的长度及半径有关。

如：标定的为50T的吊车，是指作业半径在3米以内时的起重能力

5、额定起重量

在各种臂杆长度和工作半径的条件下，以额定起重量表中规定的吊重区和支腿伸出状态能允许起吊的最大载荷值。

如：标定为50T的吊车，在臂全伸，作业半径为20米时的起重能力仅为3.2T



[2]

物体重量的估算法

1、钢板质量的估算

在估算钢板质量时，只须记住每平方米钢板1mm厚时的质量为7.8kg，就可方便地进行计算，其具体估算步骤如下：

- 1、先估算钢板的面积。
- 2、在将估算出钢板的面积乘以7.8kg，得到该钢板每毫米的质量。
- 3、然后在乘以该钢板的厚度，得到该钢板的质量

$$G = 7.8 \times \text{铁板面积 (m}^2\text{)} \times \text{铁板厚度 (mm)}$$



2、钢管质量的估算

1、先求每米长的钢管质量：

公式： $P=2.46 \times \text{钢管壁厚} \times (\text{钢管外径} - \text{钢管壁厚})$ ， p --每米长钢管的质量，单位千克KG

2、再求钢管全长的质量

$$Q=2.46 \times \text{壁厚 (cm)} \times \text{内径 (cm)} \times \text{长度 (m)}$$



3、圆钢质量的估算

1、每米长圆钢质量估算公式： $P=0.6123dd$

式中： P 代表每米长圆钢质量

d 代表圆钢直径

2、用每米长圆钢质量乘以圆钢长度，得出圆钢的总质量

$$Q=0.6123 \times \text{直径的平方 (cm}^2\text{)} \times \text{长度 (m)}$$



4、等边角钢质量的估算

1、每米长等边角钢质量的估算公式：

$P=1.5 \times \text{角钢边长} \times \text{角钢厚度}$

P代表每米长等边角钢的质量

$$Q = 1.5 \times \text{角钢边长 (cm)} \times \text{角钢厚度 (cm)} \times \text{长度 (m)}$$





[3]

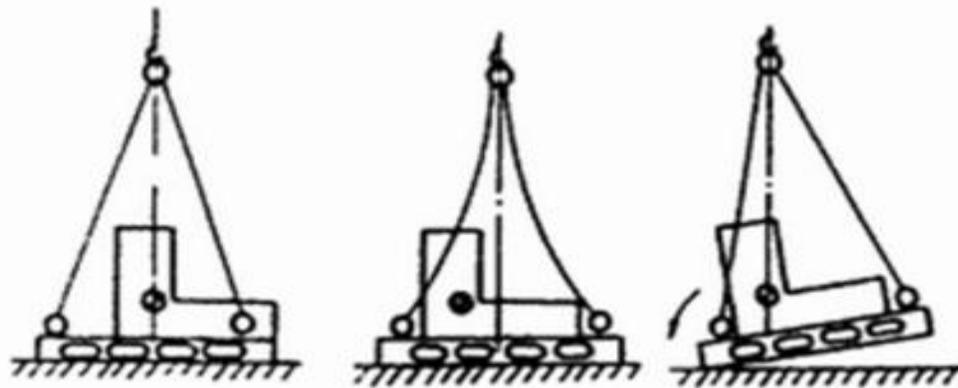
吊点的选择及绑扎

1、物体吊点选择原则

1、物体的稳定

起重吊运司索作业中吊钩体的稳定应从两方面考虑，一是物体吊运过程中，应有可靠的稳定性；二是物体放置时应保证有可靠的稳定性。

吊运物体时，为防止提升、运输中发生翻转、摆动、倾斜，应使吊点与被吊物体中心在一条铅垂线上

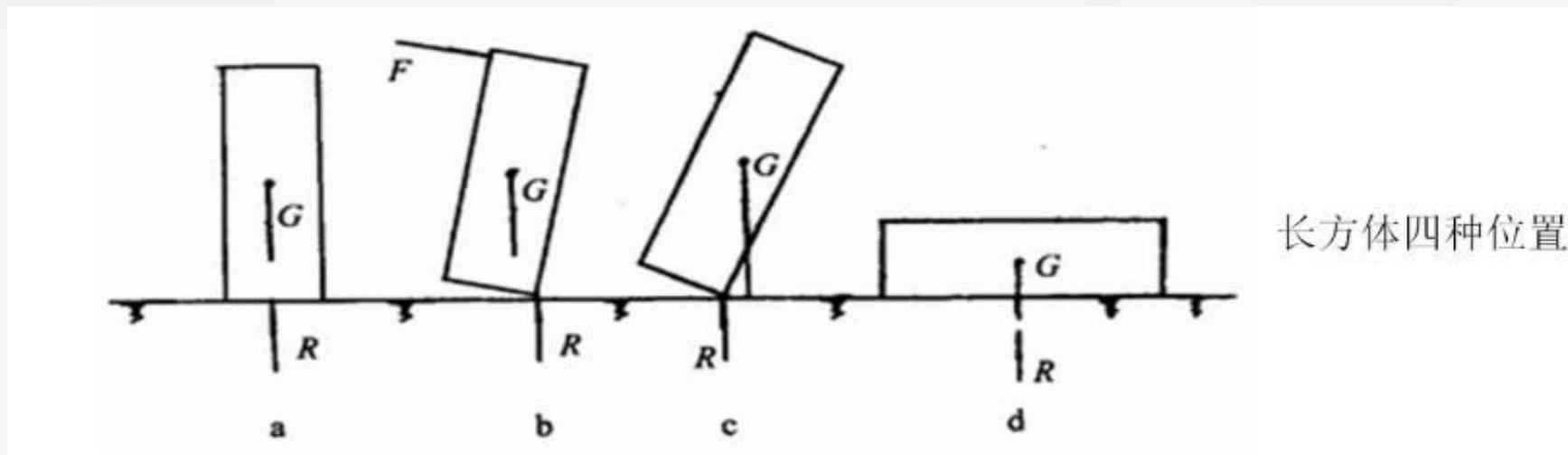


吊钩的吊点应与被吊物重心在同一条铅垂线上



1、物体吊点选择原则

放置物体时存在支撑面的平衡稳定问题，物体中心高，支撑面小，其稳定性差；而平放的物体重心低，支撑面大，稳定性好，因此在司索吊运过程中，应观察了解物体的形状和重心位置，提高物体防治的稳定性。



1、物体吊点的选择

➤ 试吊法选择吊点

在一般吊装工作中，多数起重作业并不需要计算法来准确计算物体重心位置，而是估计物体重心位置，采用低位试吊的方法来逐步找到重心，确定吊点的绑扎位置。

➤ 有起吊耳环的物件

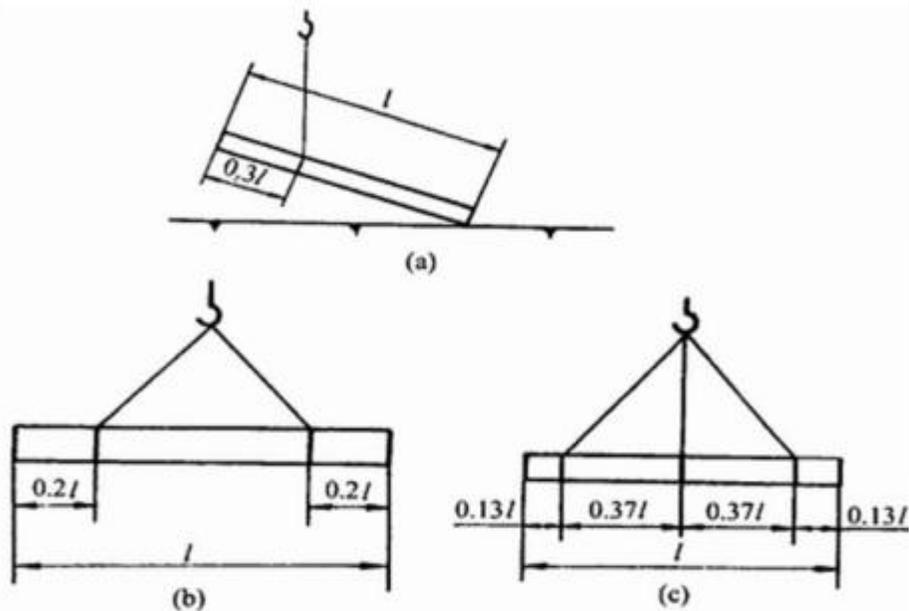
对有起吊耳环的物件，其耳环的位置和强度是经过精确计算确定的，因此在吊装过程中，应使用耳环作为吊点，在吊装前应检查耳环是否完好，必要时可加保护性辅助吊索



1、物体吊点的选择

➤ 长形物体吊点的选择

对于长形物体，若采用竖吊，则吊点应在中心之上。用一个吊点时，吊点位置应在距离起吊位置 $0.3L$ 处。起吊时，吊钩应向长形物体下支撑点方向移动，以保持吊点垂直，避免形成拖拽，产生碰撞，如果有两个吊点时，吊点距物体两端的距离为 $0.2L$ 处，采用三个吊点时，其中两端的吊点距离两端的距离为 $0.13L$ ，而中间吊点的位置应在物体重心。



(a)一个吊点起吊位置 (b)两个吊点起吊位置 (c)三个吊点起吊位置



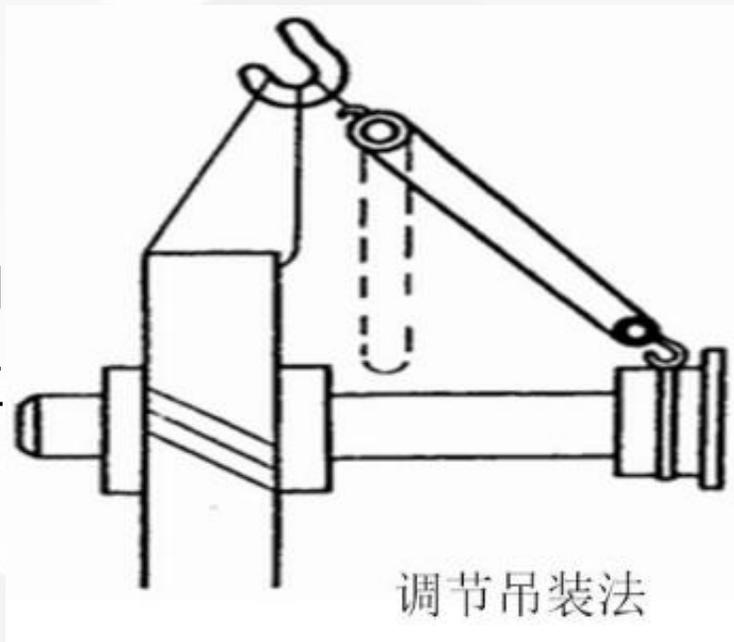
1、物体吊点的选择

➤ 方形物体吊点选择

吊装方形物体一般选择四个吊点，四个吊点位置应选择在四边对称的位置上。

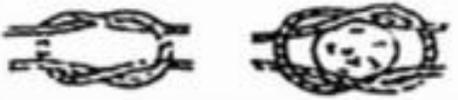
➤ 机械设备安装平衡辅助吊点

在机械设备安装精度要求较高时，为了保证安全顺利地装配，可采用辅助吊点配合简易吊具调节机件所需位置的吊装法，通常多采用环链手拉葫芦来调节机体的位置。



2、吊装物体的绑扎方法

◆ 常用的绳索打结法

序号	绳结名称	简 图	用途及特点
1	直结(又称平结、交叉结、果子扣)		用于白棕绳两端的连接,连接牢固,中间放一短木棒易解
2	活结		用于白棕绳需要迅速解开时
3	组合法(又称单帆索结,三角扣及单绕式双插法)		用于白棕绳或钢丝绳的连接。比直结易结、易解
4	双重组合结(又称双帆结、多绕式双插结)		用于白棕绳或钢丝绳两端有拉力时的连接及钢丝绳端与套环相连接。绳结牢靠
5	套连环结		将钢丝绳(或白棕绳)与吊环连接在一起时用



2、吊装物体的绑扎方法

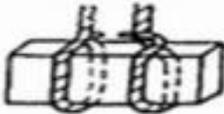
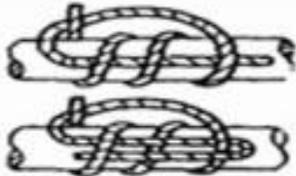
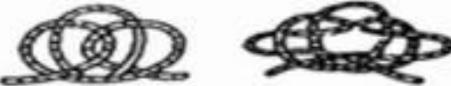
◆ 常用的绳索打结法

6	海员结(又称琵琶结、航海结、滑子扣)		用于白棕绳绳头的固定,系结杆件或拖拉物件。绳结牢靠,易解,拉紧后不出死结
7	双套结(又称锁圈结)		用途同上,也可做吊索用。结绳牢固可靠,结绳迅速,解开方便
8	梯形结(又称八字扣、猪蹄扣、环扣)		在人字及三角桅杆拴拖拉绳,可在绳中段打结,也可抬吊重物。绳圈易扩大和缩小。绳结牢靠又易解
9	拴住结(锚桩结)		(1)用于缆风绳固定端绳结 (2)用于溜松绳结,可以在受力后慢慢放松,且活头应放在下面
10	双梯形结(又称鲁班结)		主要用于拔桩及桅杆绑扎缆风绳等,绳结紧且不易松脱
11	单套结(又称十字结)		用于钢丝绳的两端或固定绳套用
12	双套结(又称双十字结、对结)		用于钢丝绳的两端,也可用于绳端固定



2、吊装物体的绑扎方法

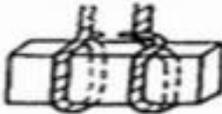
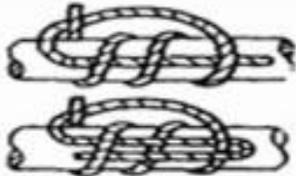
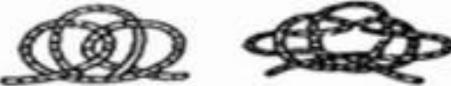
◆ 常用的绳索打结法

13	抬扣(又称杠棒结)		以白棕绳搬运轻量物件时用, 拾起重物时绳自然缩紧。结绳、解绳迅速
14	死结(又称死圈扣)		用于重物吊装捆绑, 方便牢固安全
15	水手结		用于吊索直接系结杆件起吊。可自动勒紧, 容易解开绳索
16	瓶口结		用于拴绑起吊圆柱形杆件, 特点是愈拉愈紧
17	桅杆结		用于竖立桅杆, 牢固可靠
18	抬缸结		用于抬缸或吊运圆物件



2、吊装物体的绑扎方法

◆ 常用的绳索打结法

13	抬扣(又称杠棒结)		以白棕绳搬运轻量物件时用, 抬起重物时绳自然缩紧。结绳、解绳迅速
14	死结(又称死圈扣)		用于重物吊装捆绑, 方便牢固安全
15	水手结		用于吊索直接系结杆件起吊。可自动勒紧, 容易解开绳索
16	瓶口结		用于拴绑起吊圆柱形杆件, 特点是愈拉愈紧
17	桅杆结		用于竖立桅杆, 牢固可靠
18	抬缸结		用于抬缸或吊运圆物件

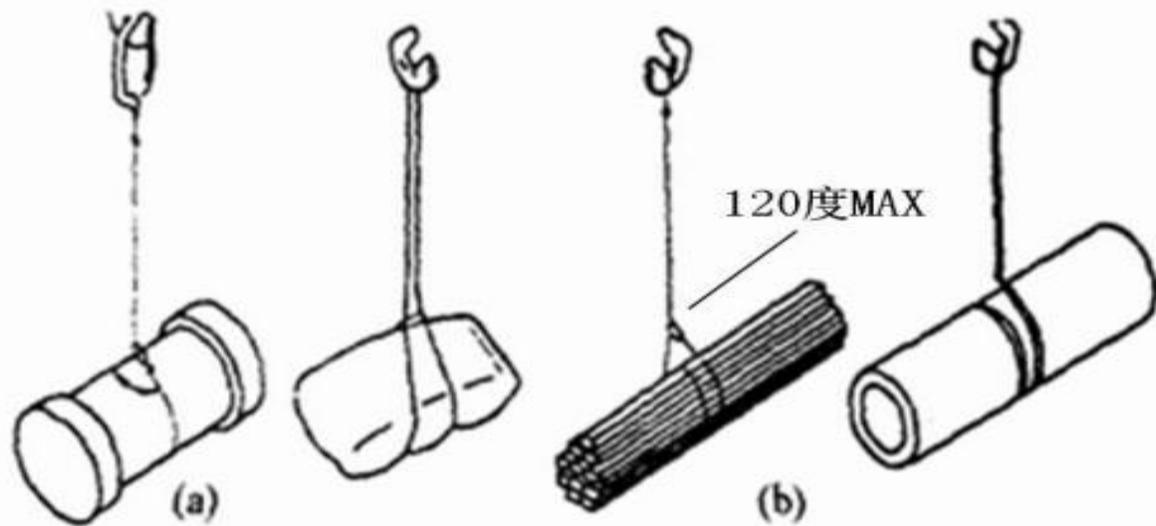


2、吊装物体的绑扎方法

◆ 柱形物体的绑扎法

1、平行吊装绑扎法

一个吊点



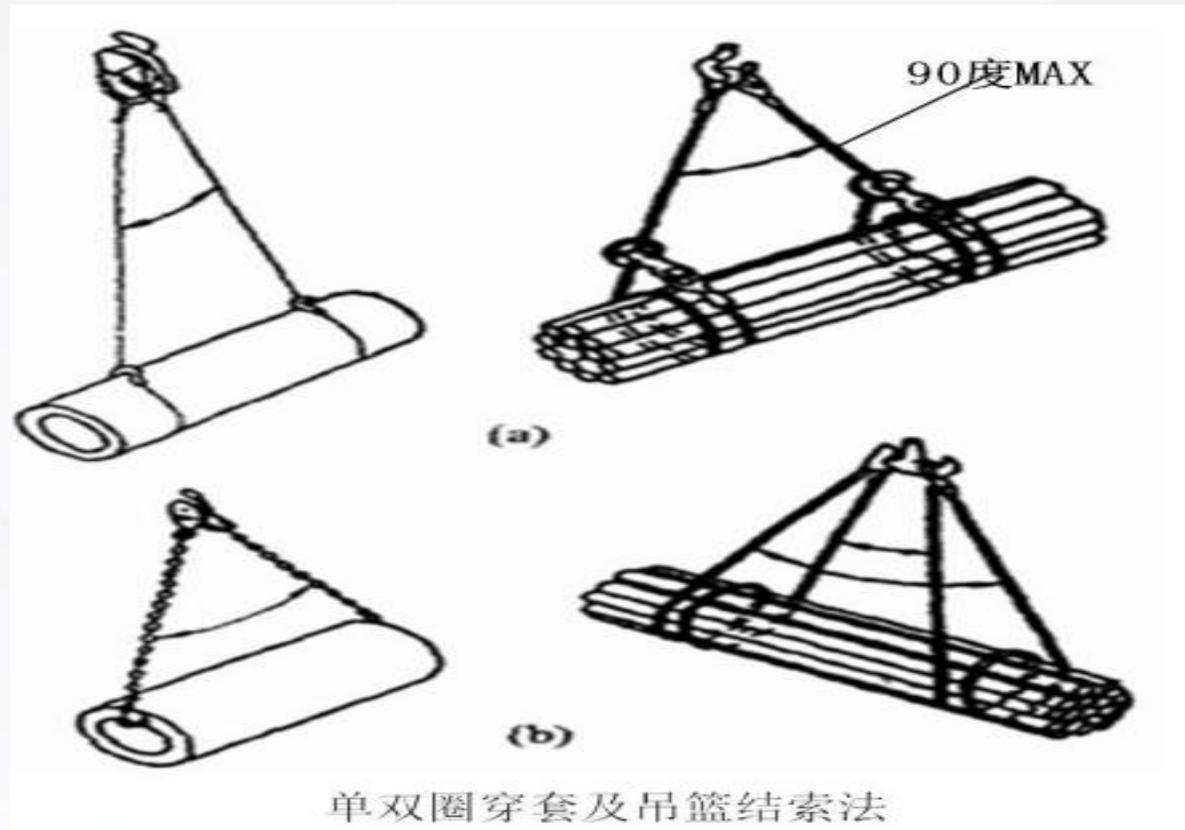
单双圈穿套结索法
(a)单圈 (b)双圈



2、吊装物体的绑扎方法

◆ 柱形物体的绑扎法

两个吊点



单双圈穿套及吊篮结索法

(a)双支单双圈穿套结索法 (b)吊篮式结索法

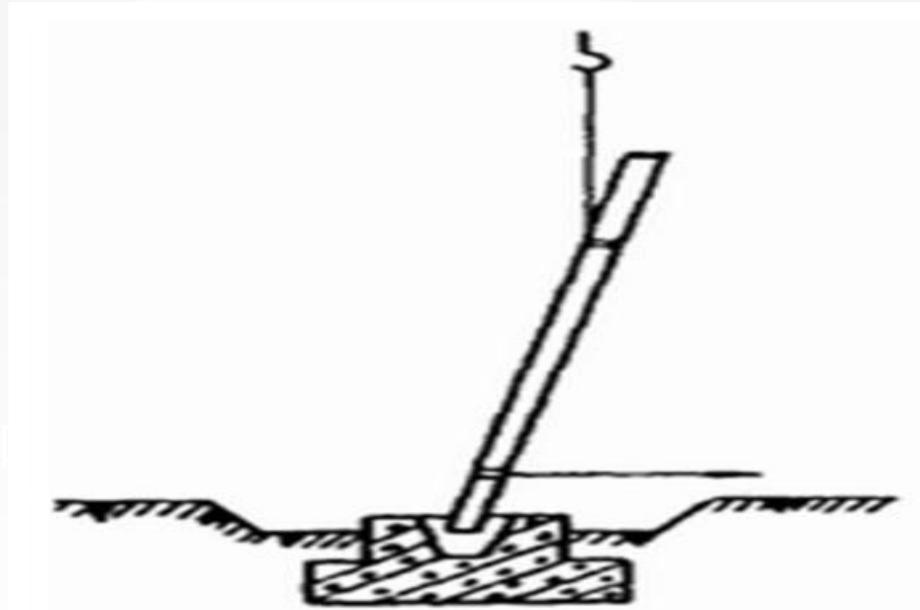


2、吊装物体的绑扎方法

◆ 柱形物体的绑扎法

2、垂直斜形吊装绑扎法

垂直斜形吊装绑扎法多用于物件外形尺寸较长、对物件安装有特殊要求的场合，其绑扎点多为一点绑法

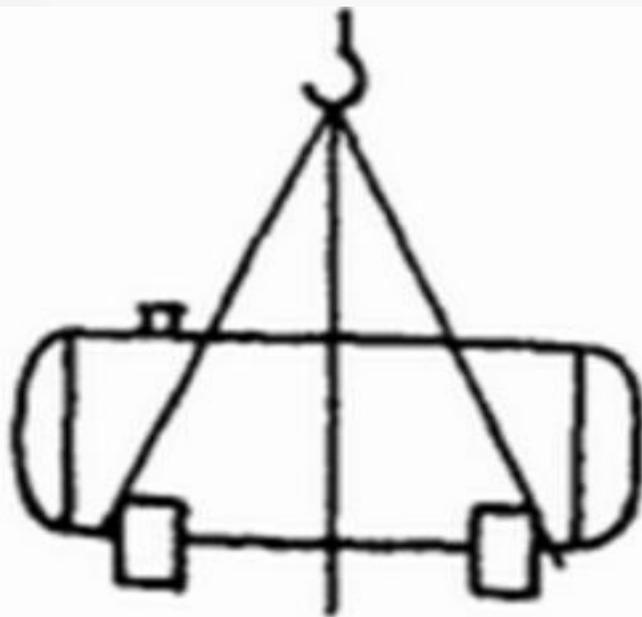
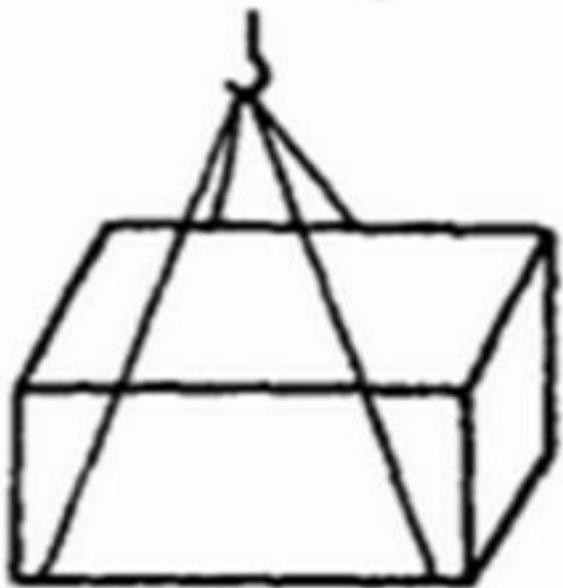


垂直吊装绑扎



2、吊装物体的绑扎方法

◆ 长方形物体的绑扎法



兜挂法



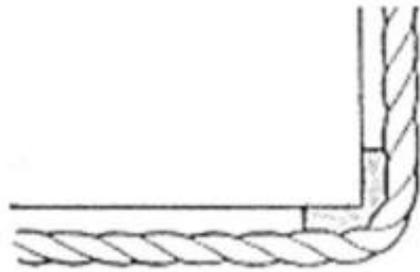
2、吊装物体的绑扎方法

◆ 绑扎安全要求

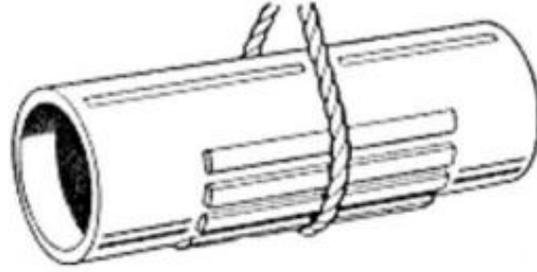
- ✓ 用于绑扎的钢丝绳吊索不得用插接、打结或绳卡固定连接的方法缩短加长。绑扎时锐角处应加防护衬垫，以防钢丝绳损坏。
- ✓ 采用穿套结索法，应选用足够长的吊索，以确保挡套处角度不超过120度且在挡套处不得向下事假损坏吊索的压紧力
- ✓ 吊索绕过吊重的曲率半径应不小于该绳经的2倍
- ✓ 绑扎吊运大型或薄壁物件时，应采取加固措施
- ✓ 注意风载荷对物体引起的受力变化
- ✓ 绑扎用钢丝绳卸扣要选用适当，尤其是钢丝绳的安全系数一定达到十倍以上



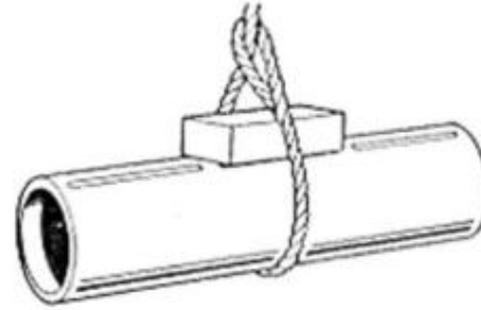
2、吊装物体的绑扎方法



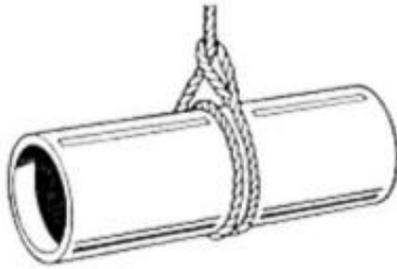
尖棱利角部位加垫物



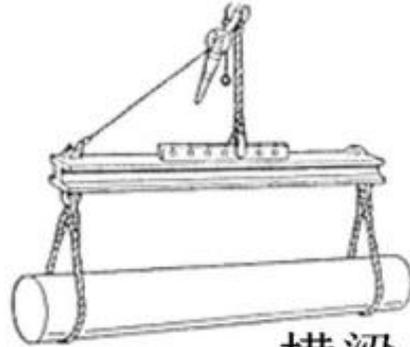
光滑部位加垫物



单圈穿套结索

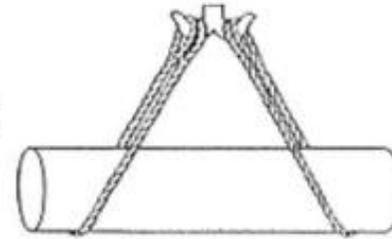


双圈穿套结索



横梁

夹角 < 90度



双支穿套式结索





[4]

吊索吊具

1、常用的起重工具设备

1

白棕绳及尼龙绳

2

钢丝绳

3

短环链

4

滑车及滑车组

5

吊钩吊环

6

卸扣

7

其他索具工具设备



白棕绳及尼龙绳

白棕绳以剑麻为原料，具有滤水、耐磨和富有弹性的特点，可承受一定的冲击荷载。由聚酰胺、聚酯、聚丙烯为原料制成的绳和带，因具有高强度和吸收冲击力的特性，已广泛的使用于起重作业中。

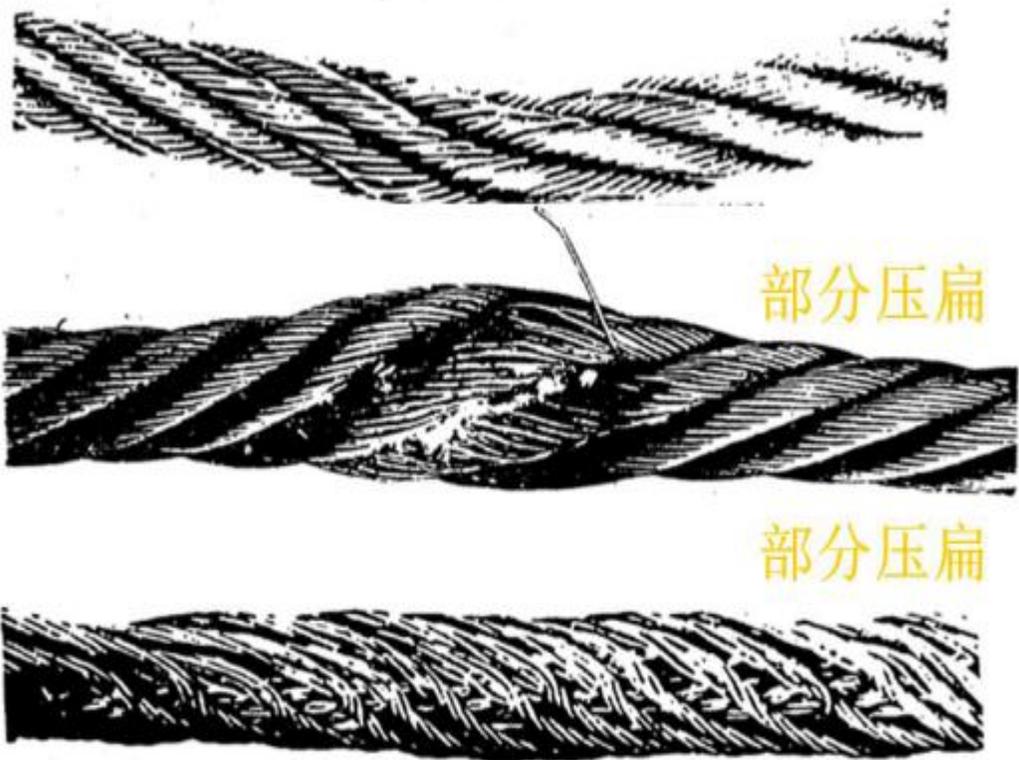


钢丝绳

钢丝绳一般是由数十根高强度碳素钢丝先绕捻成股，再由股围绕特制绳芯绕捻而成。钢丝绳具有强度高、耐磨损、抗冲击、类似绳索的挠性，是起重作业中使用最广泛的工具之一



钢丝绳的报废



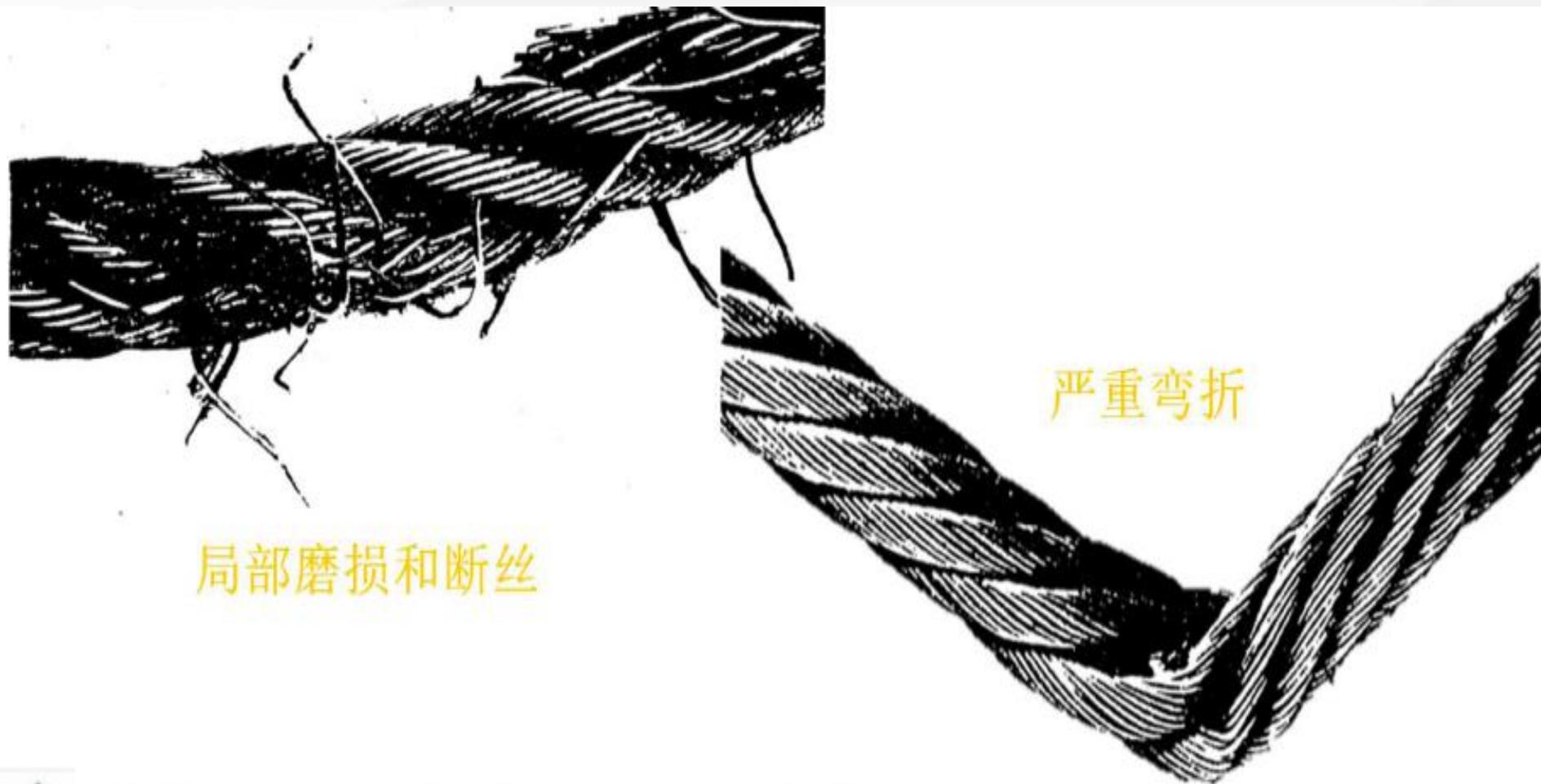
钢丝绳在安装时已遭到扭结但仍装让使用，以致产生局部磨损及钢丝松弛——理应报废

部分被压扁：是由于局部压裂造成绳股间不平衡加之断丝而引起的——理应报废

多股绳的部分被压扁：由于卷筒上卷绕不当而造成。注意外层绳股的捻距增加程度，在载荷状态下应力将处于不平衡——理应报废



钢丝绳的报废



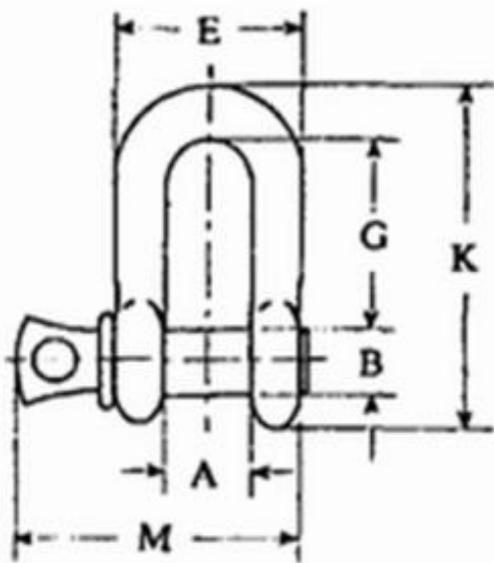
局部磨损和断丝

严重弯折

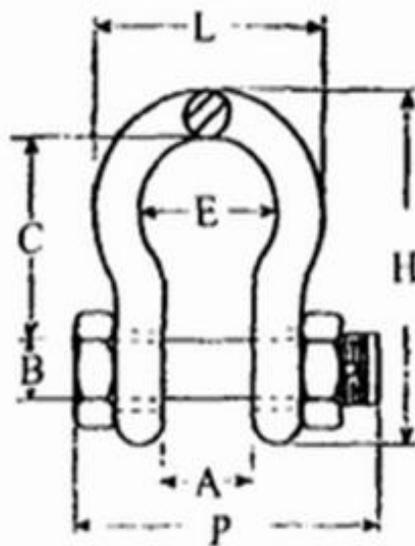
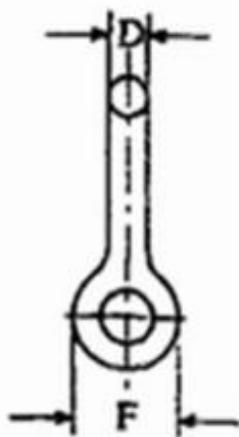


卸扣

卸扣分D型和弓型两种，可作为端部配件直接吊装品或构成挠性索具连接件



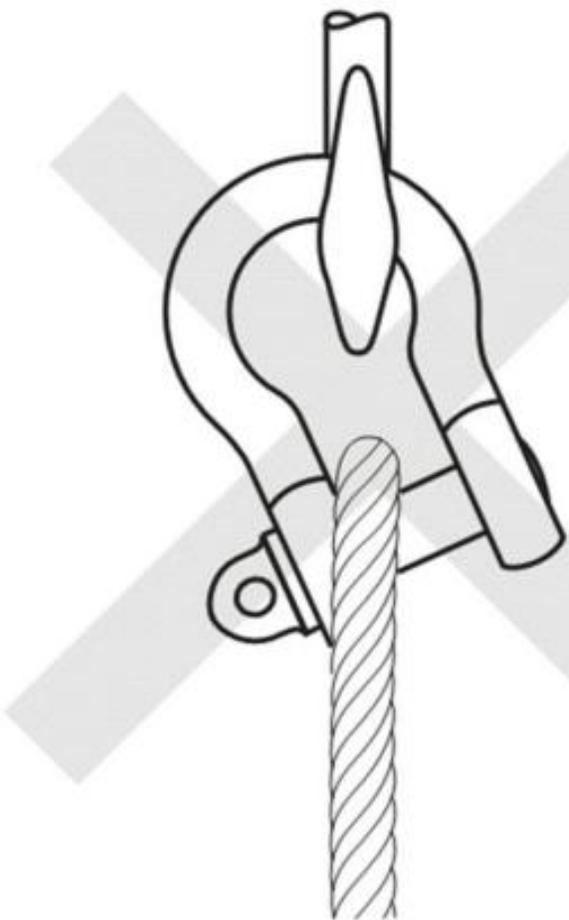
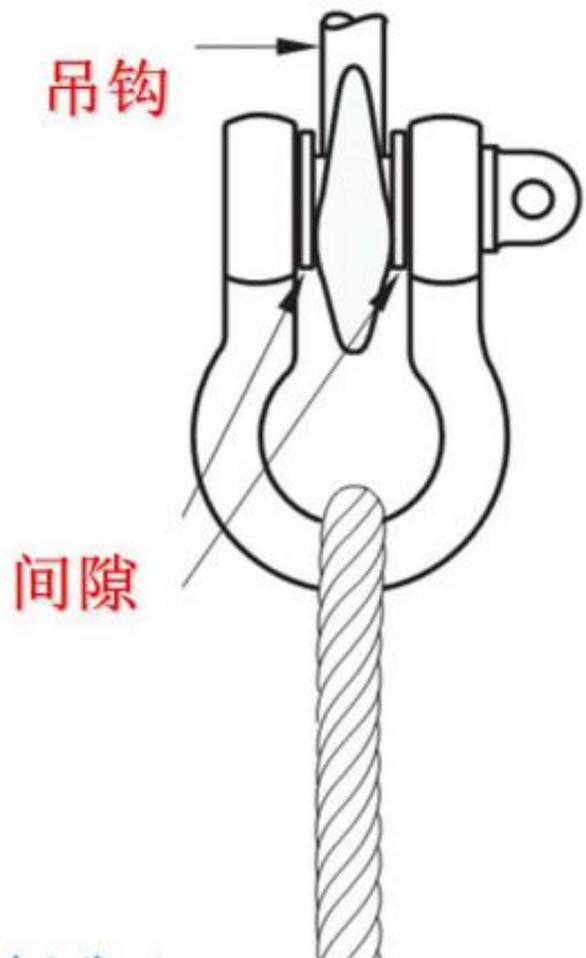
D型卸扣



弓型卸扣



卸扣



错误

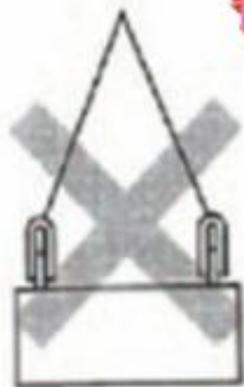


卸扣

正确



错误



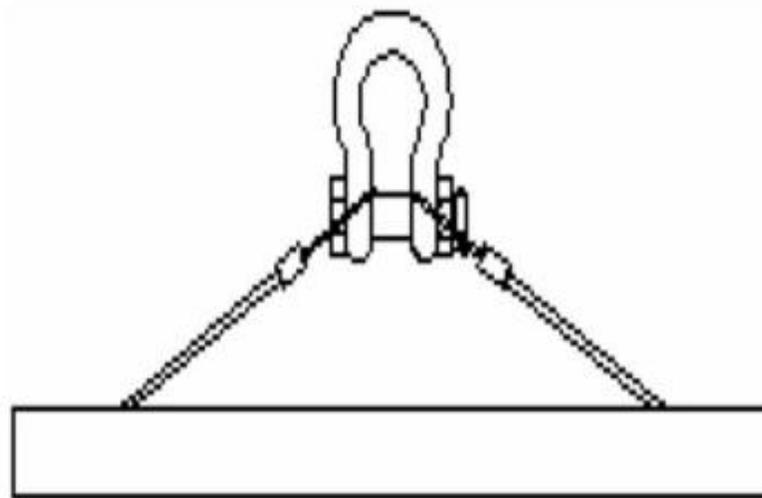
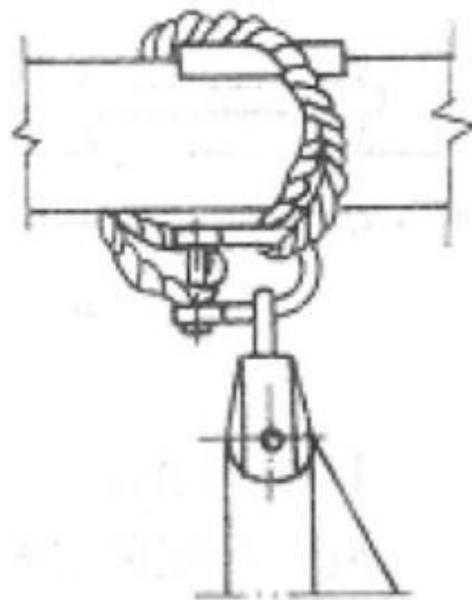
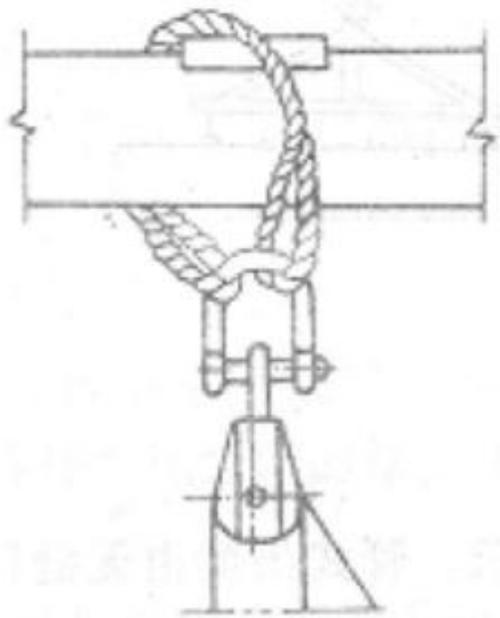
正确



错误



卸扣



卸扣的报废标准

01

卸扣扣体扭曲超过10度，应更换部件或报废

02

锈蚀和磨损超过名义尺寸10%时，应更换部件或报废

03

卸扣扣体和销轴经探伤有裂纹时，应更换部件或报废

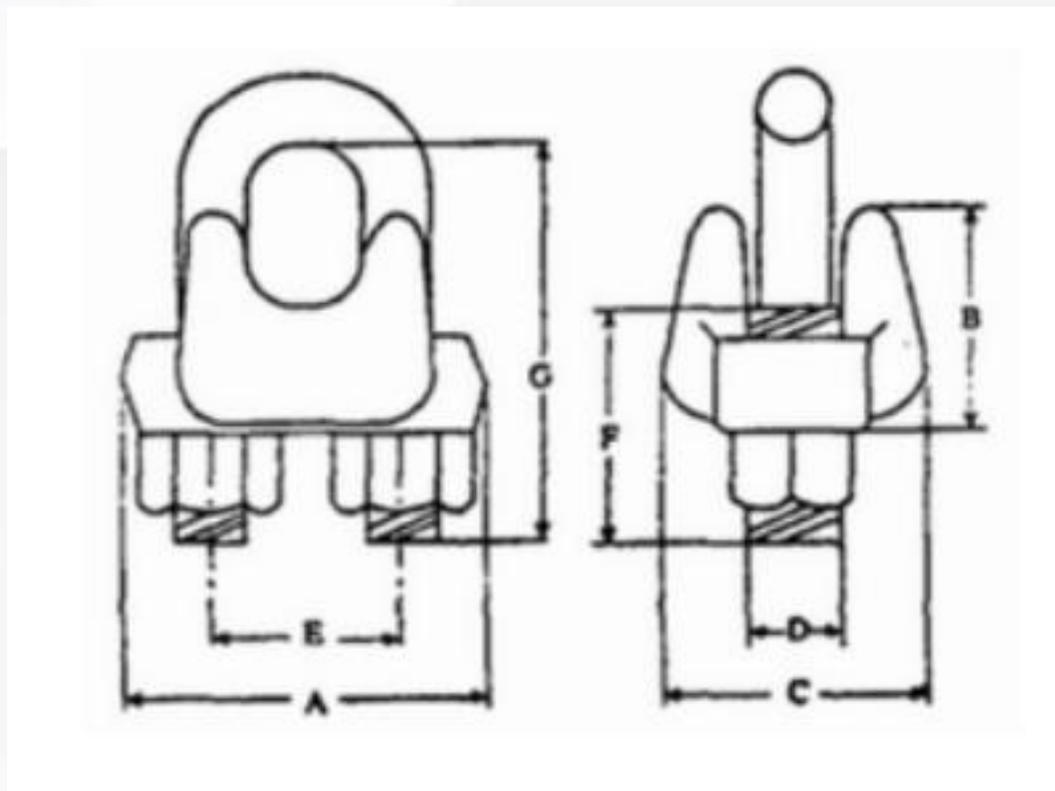
04

卸扣扣体和销轴发生明显变形时，应报废

05

肉眼看出有裂纹和裂痕时，应更换部件或报废

钢丝绳夹



钢丝绳夹是制作索扣的快捷工具，如操作正确，强度可为钢丝绳自身强度的80%

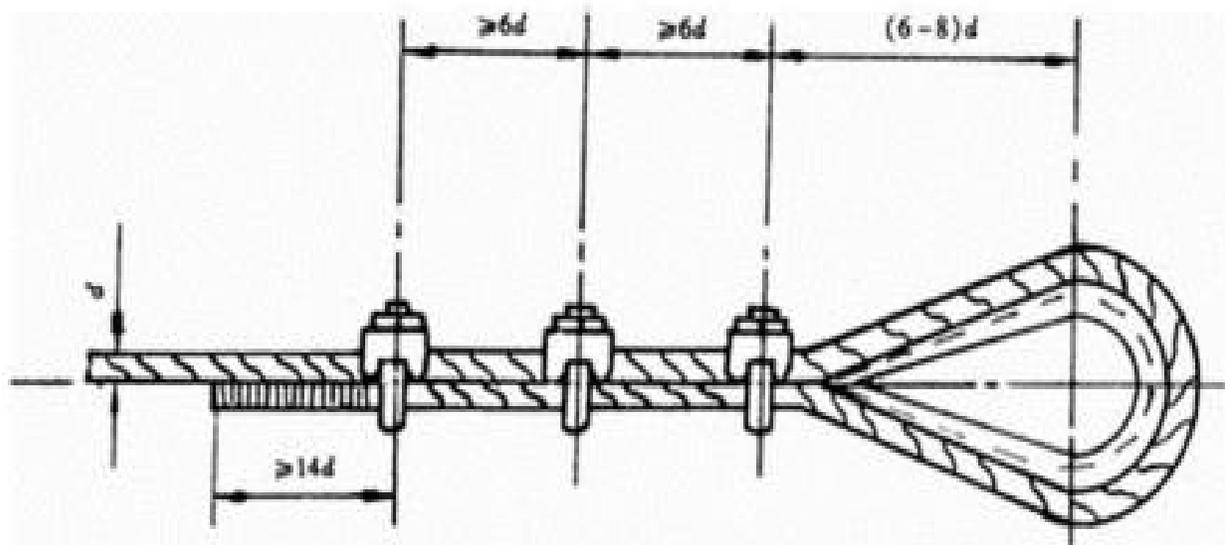


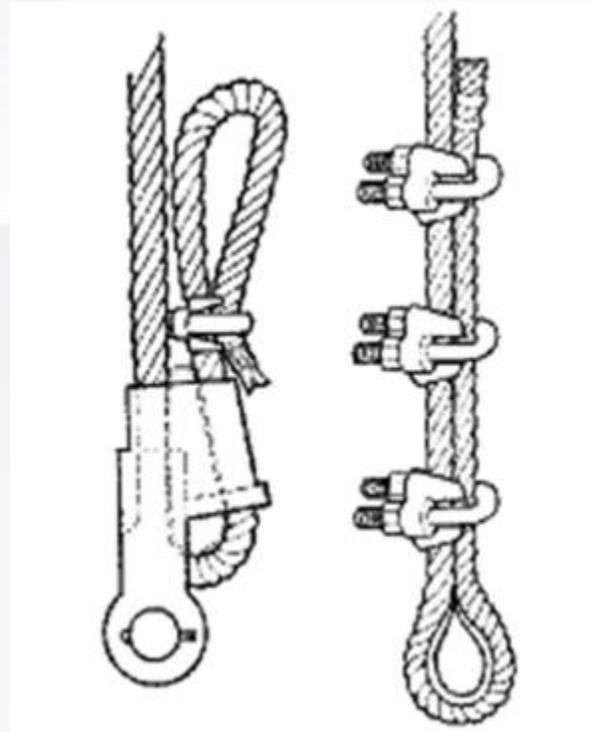
绳夹连接是的要求

钢丝绳直径 (mm)	7 ~ 16	19 ~ 27	28 ~ 37	38 ~ 45
绳卡数量 (个)	3	4	5	6

绳卡压板应在钢丝绳长头一边；绳卡间距不应小于钢丝绳直径的 6 倍

为减小主受力端
钢丝绳的夹持损坏





钢丝绳夹注意事项

01

钢丝绳夹决不能当卸扣用

02

选择与钢丝绳尺寸相匹配的钢丝绳夹，包括配套螺栓

03

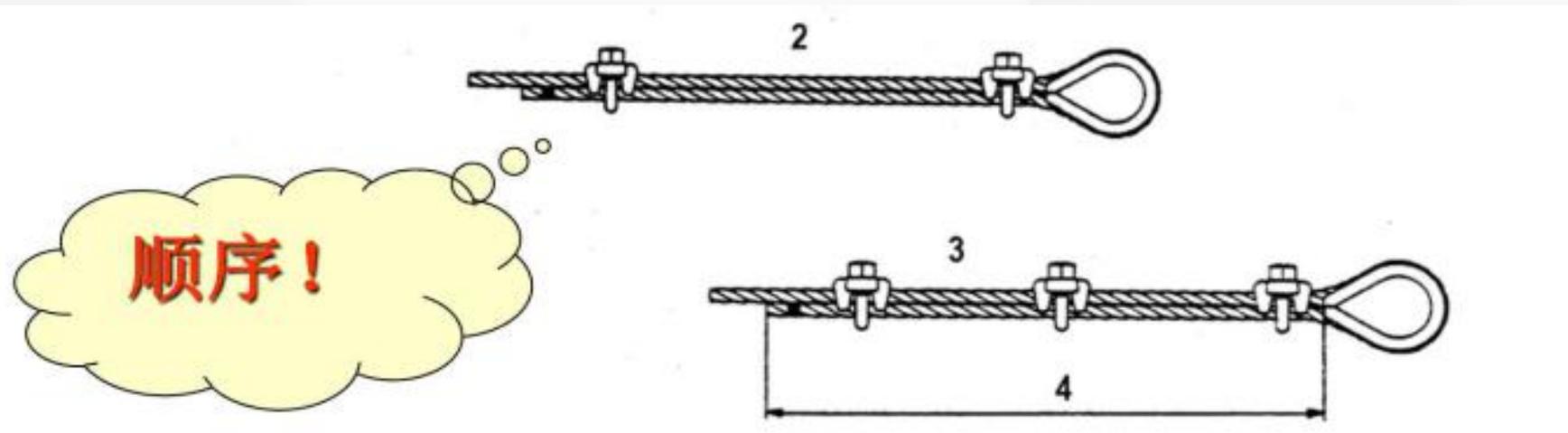
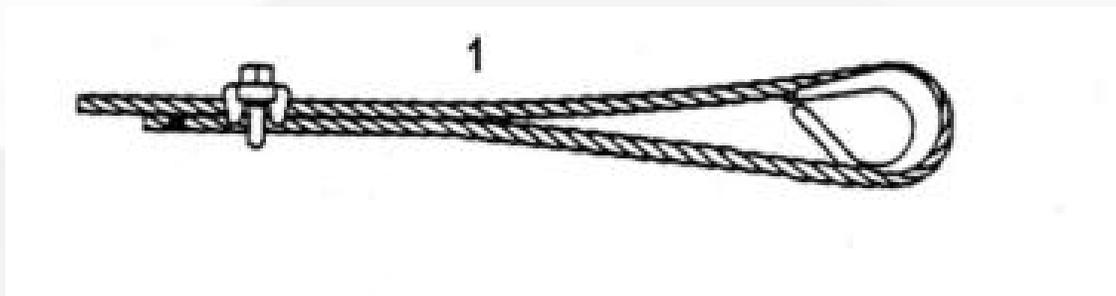
钢丝绳夹只能用来卡两股钢丝绳，不能卡多股钢丝绳，更不允许夹塞螺栓。

04

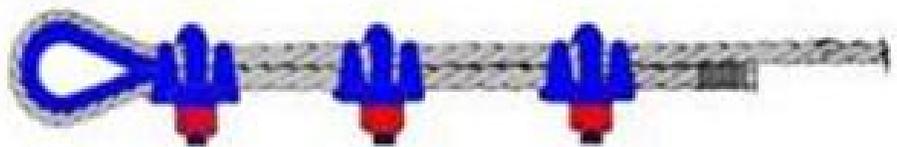
钢丝绳夹受载1-2次后，螺母需更进一步拧紧



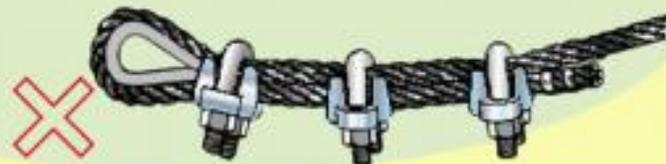
钢丝绳夹顺序



钢丝绳夹图例



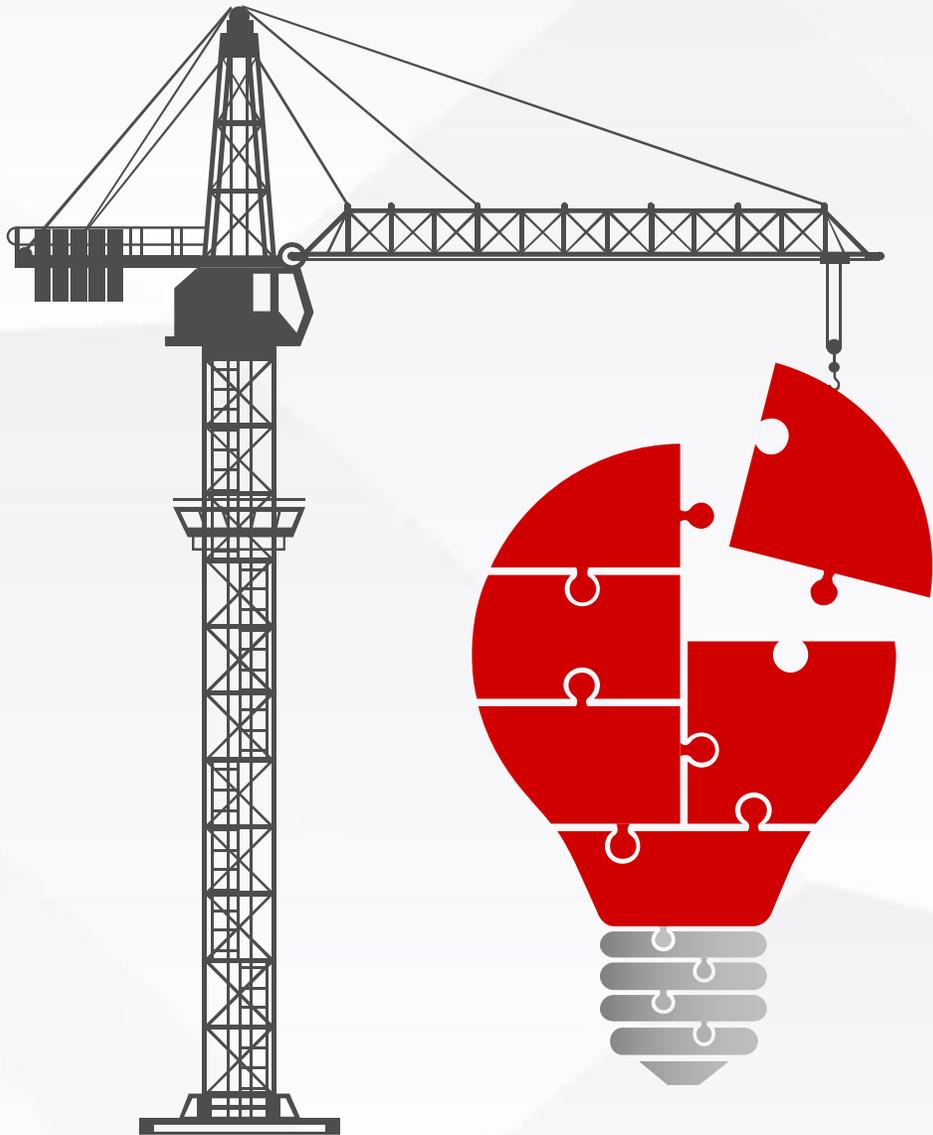
正确





[5]

起重吊装指挥信号



通用手势信号

指各种类型的起重机在起重吊运中普遍用的指挥。

专用手势信号

指具体特殊的起升、变幅、回转机构的起重机单独作用的指挥手势。

通用手势信号

一、预备（注意）

手臂伸直至于头上方五指自然伸开，手心朝向保持不动



二、要主钩

单手自然提拳，置于头上，轻触头顶



1

通用手势信号

三、要副钩

一只手握拳，小臂向上不动，另一只手伸出，手心轻触前只手的肘关节



四、吊钩上升

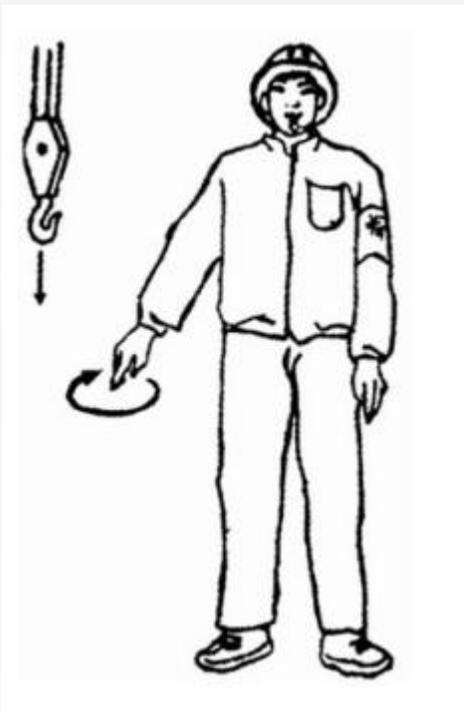
小臂向侧上方伸直，五指自然伸开，高于肩部，以腕部为轴转动



通用手势信号

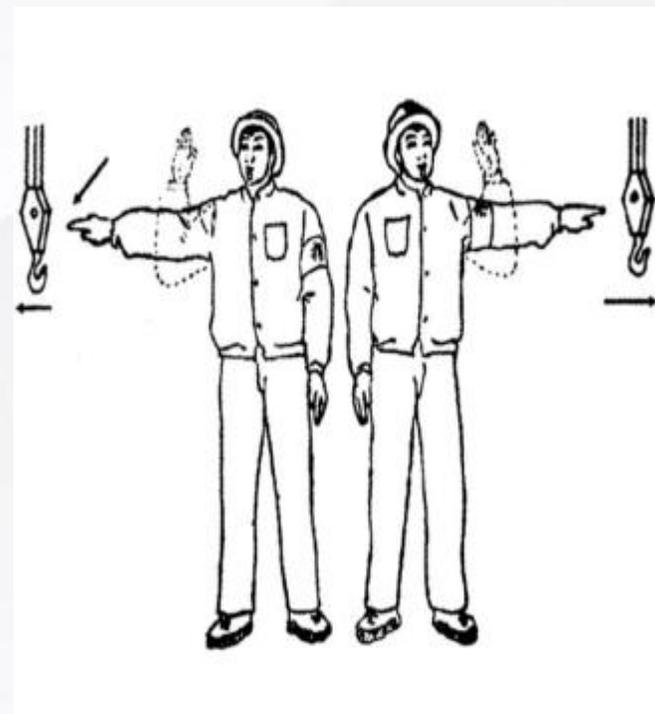
五、吊钩下降

手臂伸向前下方，与身体夹角约为30度，五指自然伸开，以腕部为轴转动



六、吊钩水平移动

小臂向侧上方伸直，五指并拢手心朝外，朝负载应运行的方向，向下挥动与肩相平的位置



通用手势信号

七、吊钩微微上升

小臂伸向侧前上方，手心朝上高于肩部，以腕部为轴，重复向上摆手掌。



八、吊钩微微下降

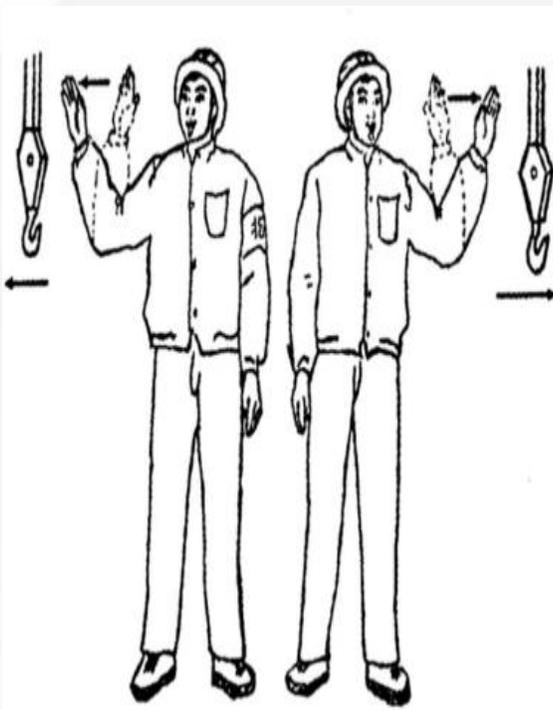
手臂伸向侧前下方，与身体夹角30度，手心朝下，以腕部为轴，重复向下摆动手掌。



通用手势信号

九、吊钩水平微
微移动

小臂向侧前上方自然伸出，五指并拢手心朝外，朝负载应运行的方向，重复做缓慢的水平运动。



十、微动范围

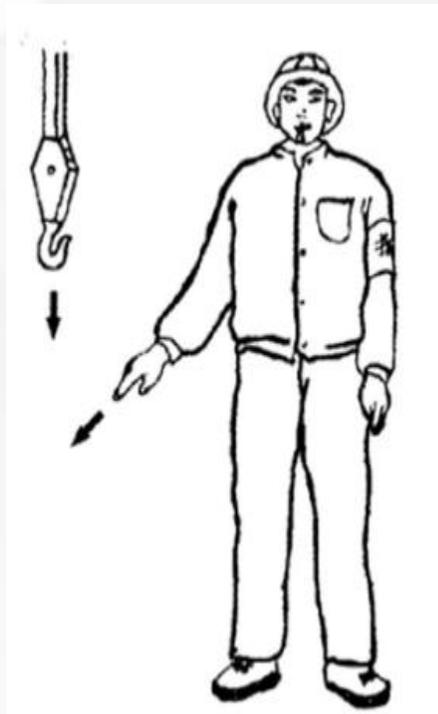
双小臂曲起，伸向一侧，五指伸直，手心相对，其间距与负载所要移动的距离接近



通用手势信号

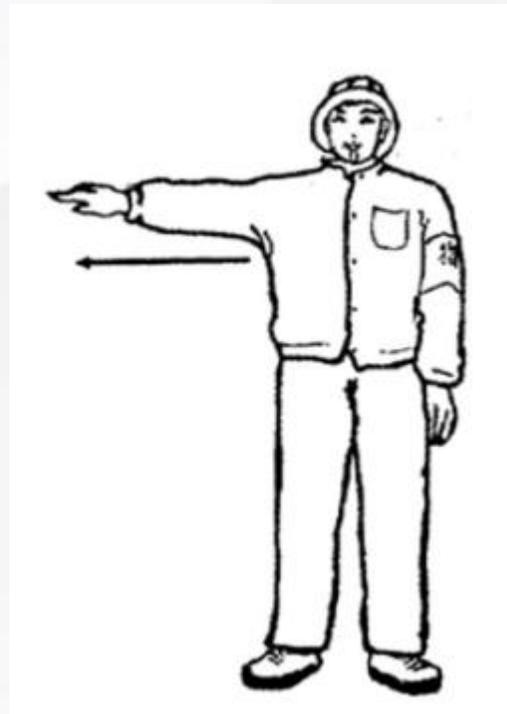
十一、指示降落方位

五指伸直，指出负载应降落的位置



十二、停止

小臂水平置于胸前，五指伸直，手心朝下，水平挥向一侧



通用手势信号

十三、紧急停止

两小臂水平置于前胸，五指伸开，手心朝下，同时水平挥向两侧



十四、工作结束

手上五指伸开，在前额交叉



2

专用手势信号

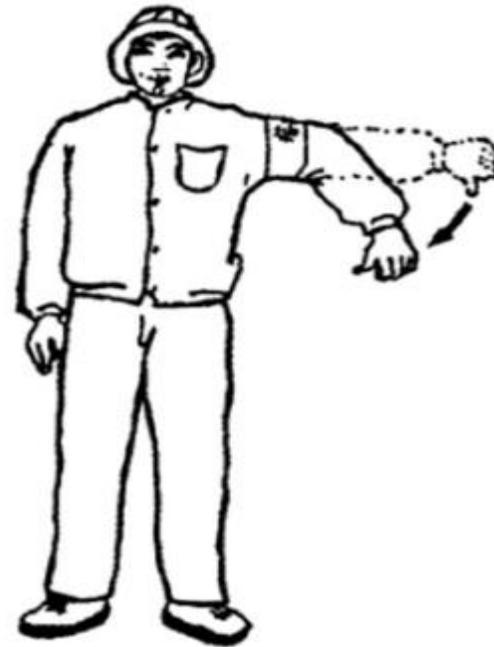
一、伸臂

手臂向一侧水平伸直，拇指朝上，余指握拢，小臂向上摆动



二、降臂

手臂向一侧水平伸直，拇指朝下，余指握拢，小臂向下摆动

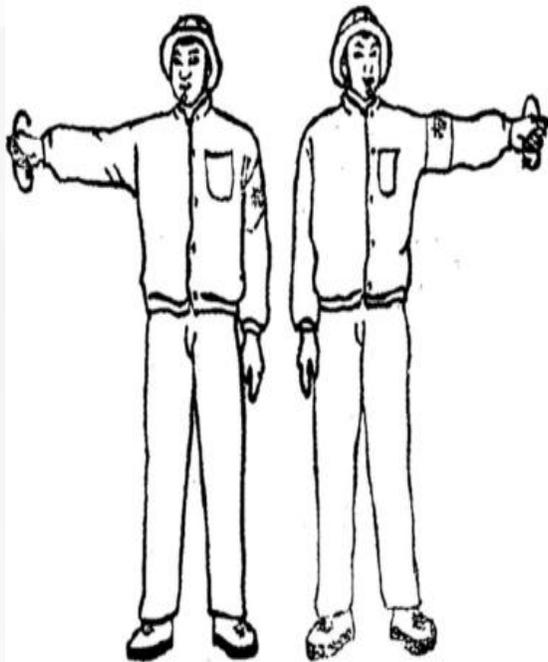


2

专用手势信号

三、转臂

手臂水平伸直，指向应转臂的方向，拇指伸出，余指握拢，以腕部为轴转动。



四、微微升臂

一只小臂置于胸前一侧，手心朝下，保持不动。另一只手的拇指对着前手手心，余指握拢，做上下移动



2

专用手势信号

五、微微降臂

一只小臂置于胸前一侧，五指伸直，手心朝上，保持不动。另一只手的拇指对着前手手心，余指握拢，做上下移动



六、微微转臂

一只手臂向前伸，手心自然朝向内侧，另一只手的拇指指向前只手的手心，余指握拢转动。

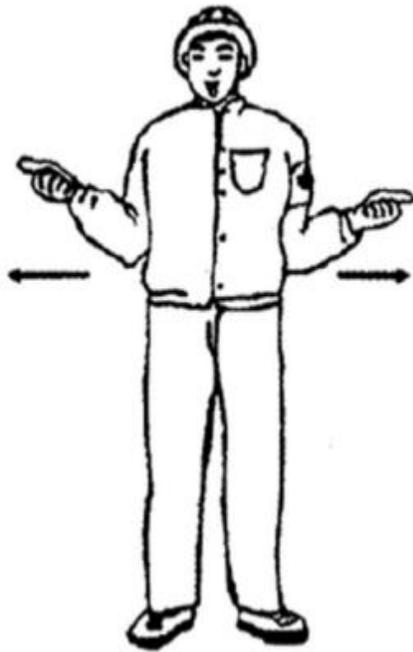


2

专用手势信号

七、伸臂

两手分别握拳，拳心朝上，拇指分别指向两侧，做相斥运动



八、微微转臂

两手分别握拳，拳心朝下，拇指对指，做相向运动

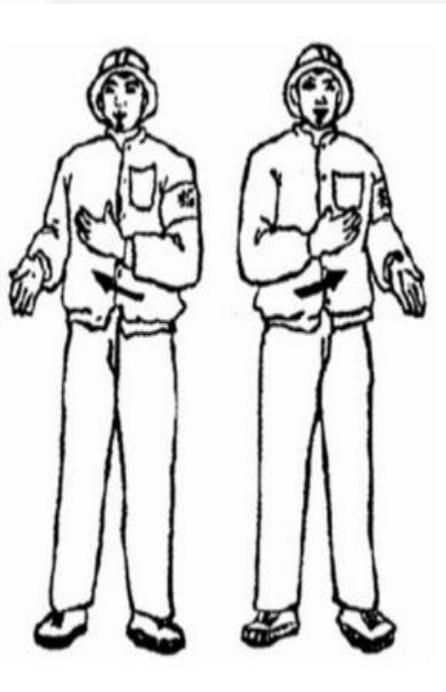


2

专用手势信号

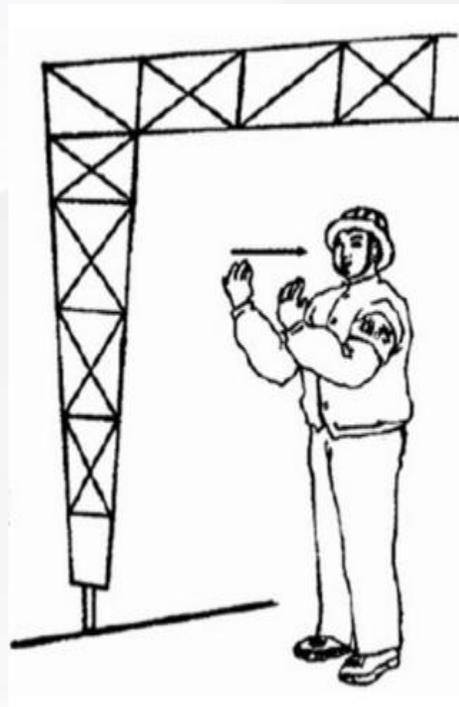
九、履带起重机回转

一只小臂水平前伸，五指自然伸出不动，另一只手小臂在前胸前做水平重复摆动



十、起重机前进

双手臂先向前伸，小臂曲起，五指并拢，手心对着自己做前后运动

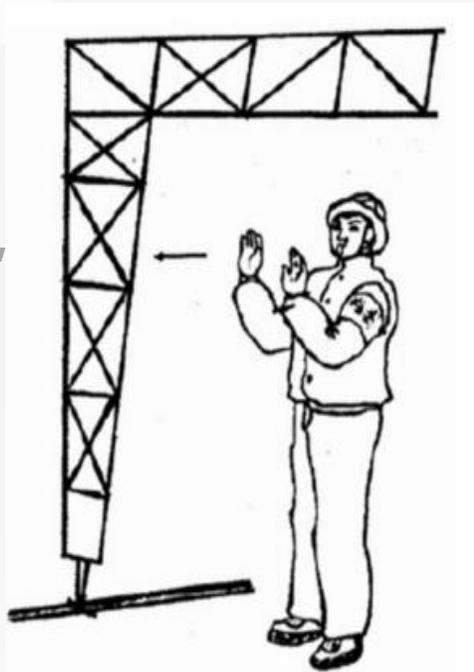


2

专用手势信号

十一、起重机后退

双手臂先向前伸，小臂曲起，五指并拢，手心朝向起重机做前后运动



十二、抓取

两小臂分别置于侧前方，手心相对，有两侧向中间摆动



2

专用手势信号

十三、释放

两小臂分别置于侧前方，手心朝外，两小臂分别向两侧摆动



十四、翻转

一小臂向前曲起，手心朝上，另一只手小臂向前伸出，手心朝下，双手同时进行翻转



十不吊原则

01

超过稳定荷载不吊；

02

指挥信号不明，重量不明不吊；

03

吊索和附件捆绑不牢，不符合安全要求不吊；

04

吊车吊重物直接进行加工的不吊；

05

歪拉、斜拉不吊；

十不吊原则

06

工件上站人或工件上浮放有活动物不吊；

07

氧气瓶、乙炔瓶发生器等危险物品无安全措施不吊；

08

带棱角、刃口物件未垫好（防止钢丝绳磨段）不吊；

09

埋在底下的物件不拔、不吊；

10

非起重指挥人员指挥时不吊；



[6]

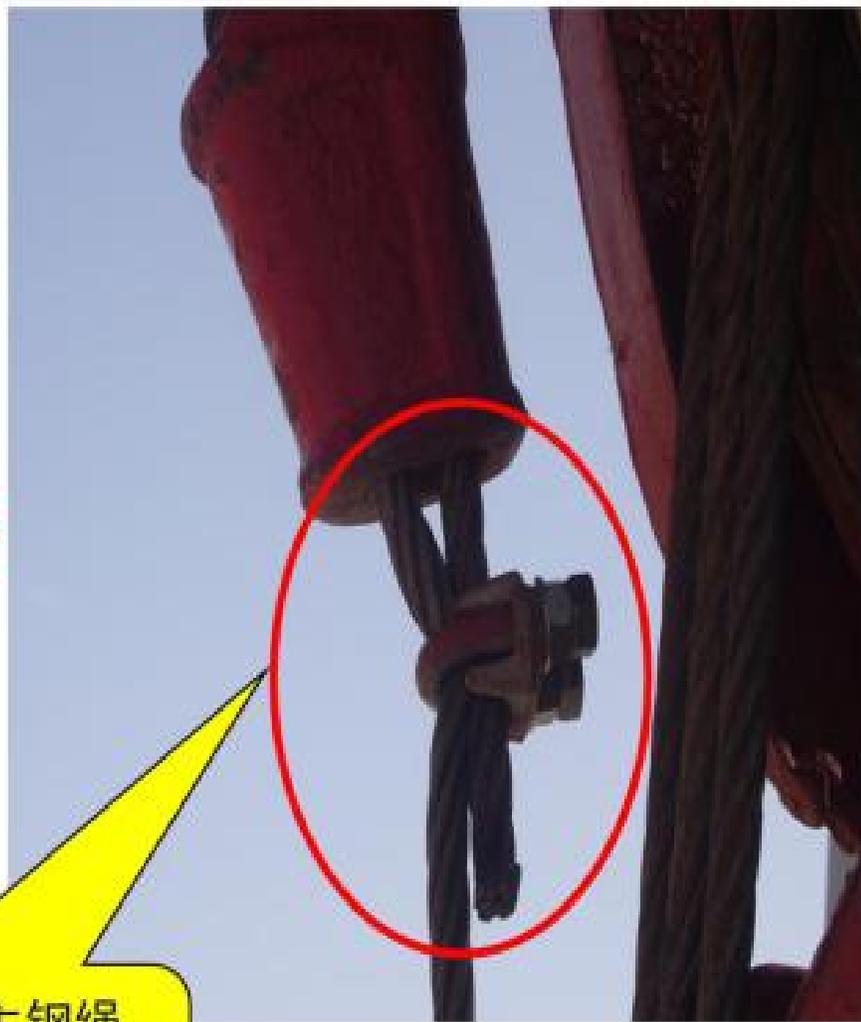
常见的安全隐患

普遍存在的共性问题及状况对比



吊腔张开





钢丝绳卡扣反装，主钢绳
受力变形，降低了承载能
力，同时缺少一个卡扣。





标准的钢丝绳
卡法, 主钢绳
保持平直



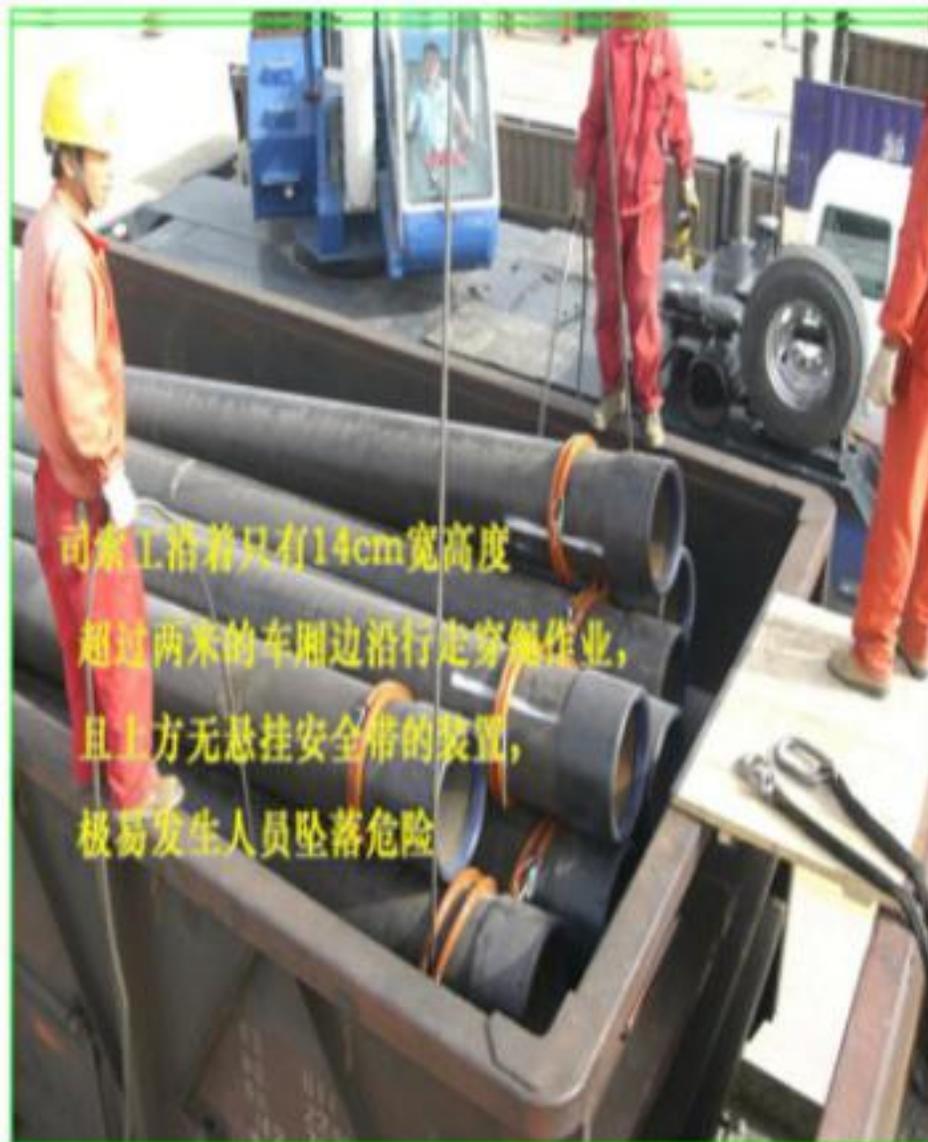


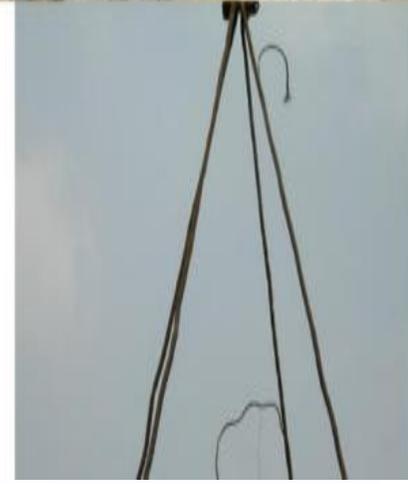
吊运散装物品

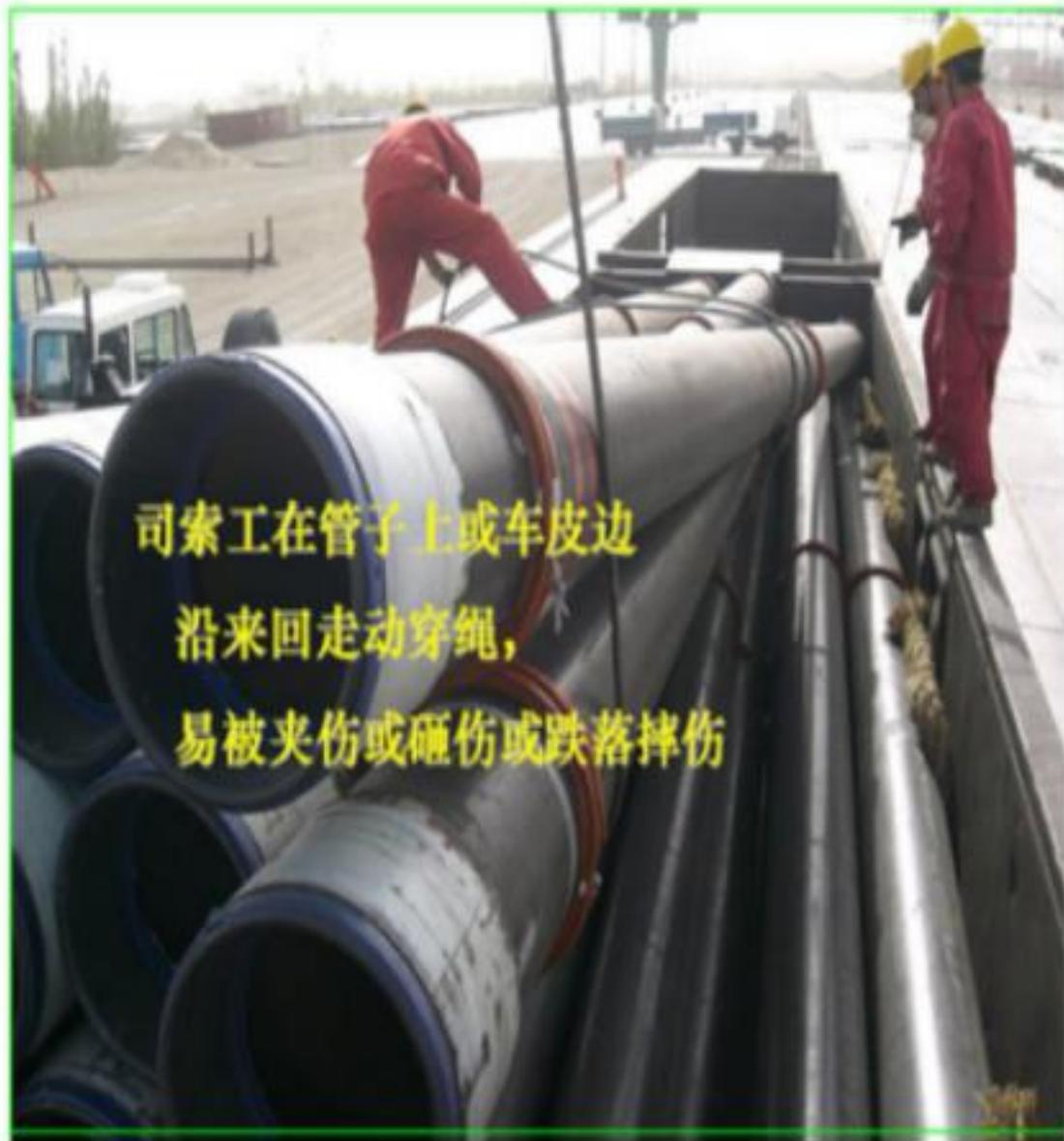


吊物上站人









绳索不得打结



需要卸扣





支点不稳

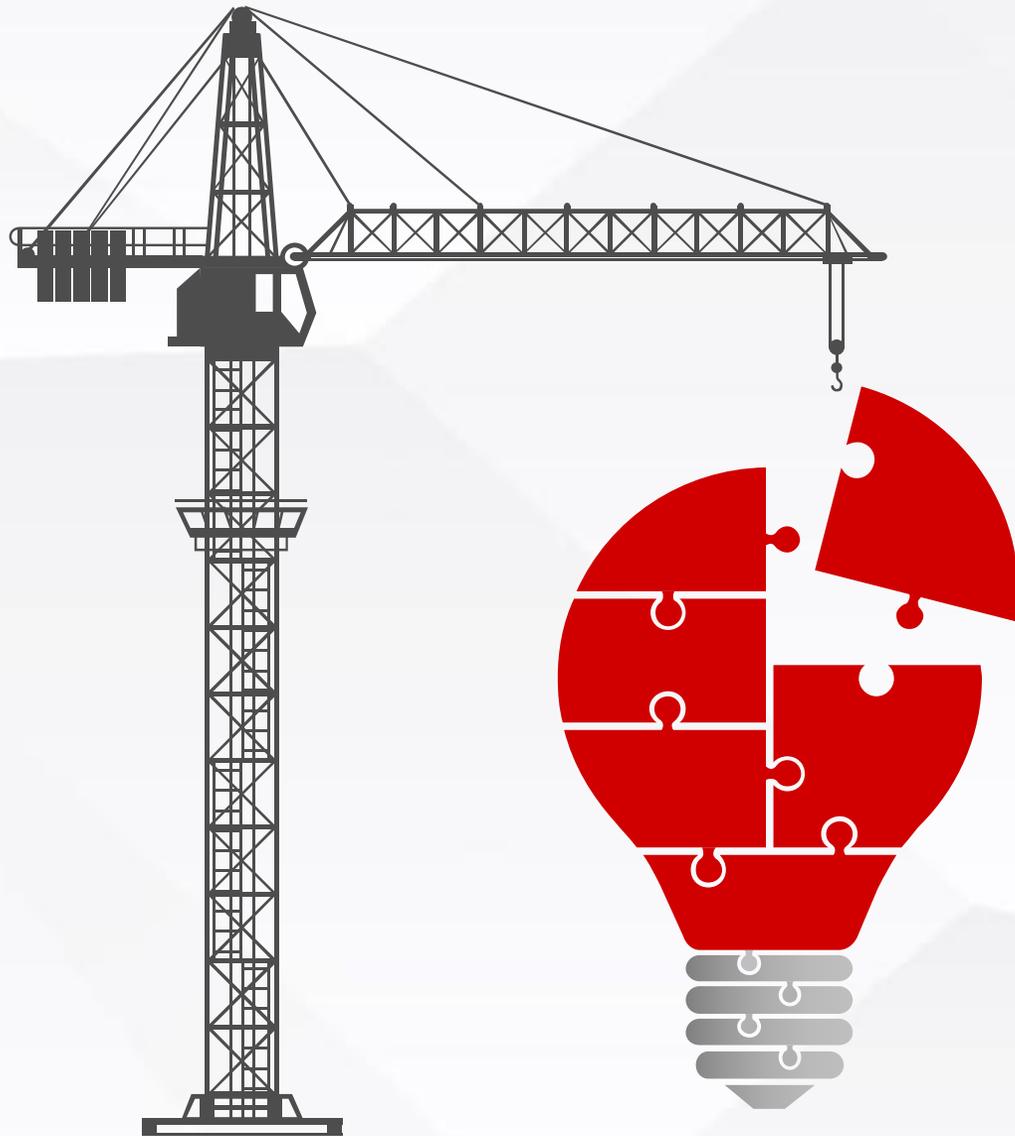
支点不稳





[7]

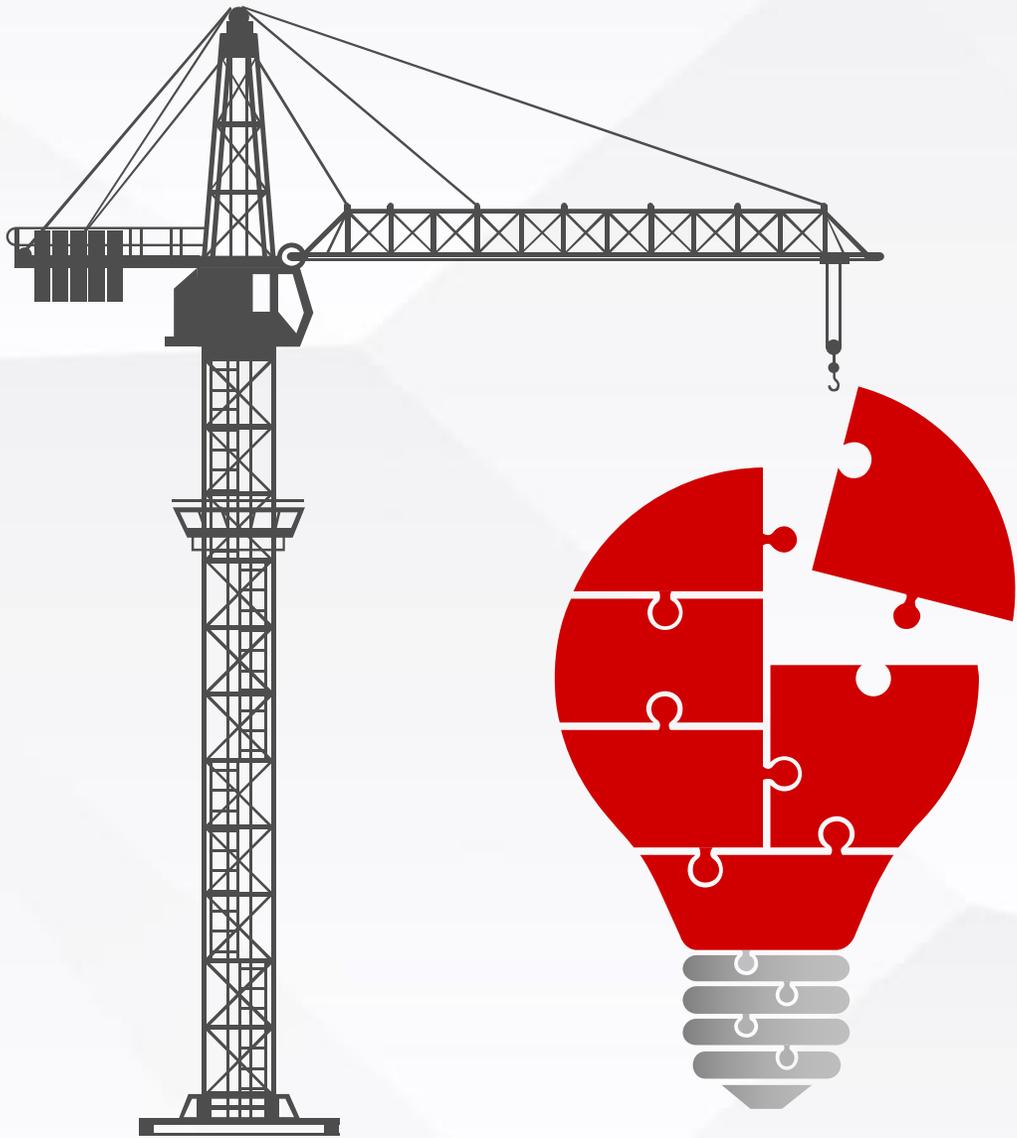
典型案例分析及防范措施



事故原因分析

起重司索、指挥作业人员在生产过程中，因各种原因造成的货物、机械或人员的伤害事故，称之为起重司索、指挥作业事故。

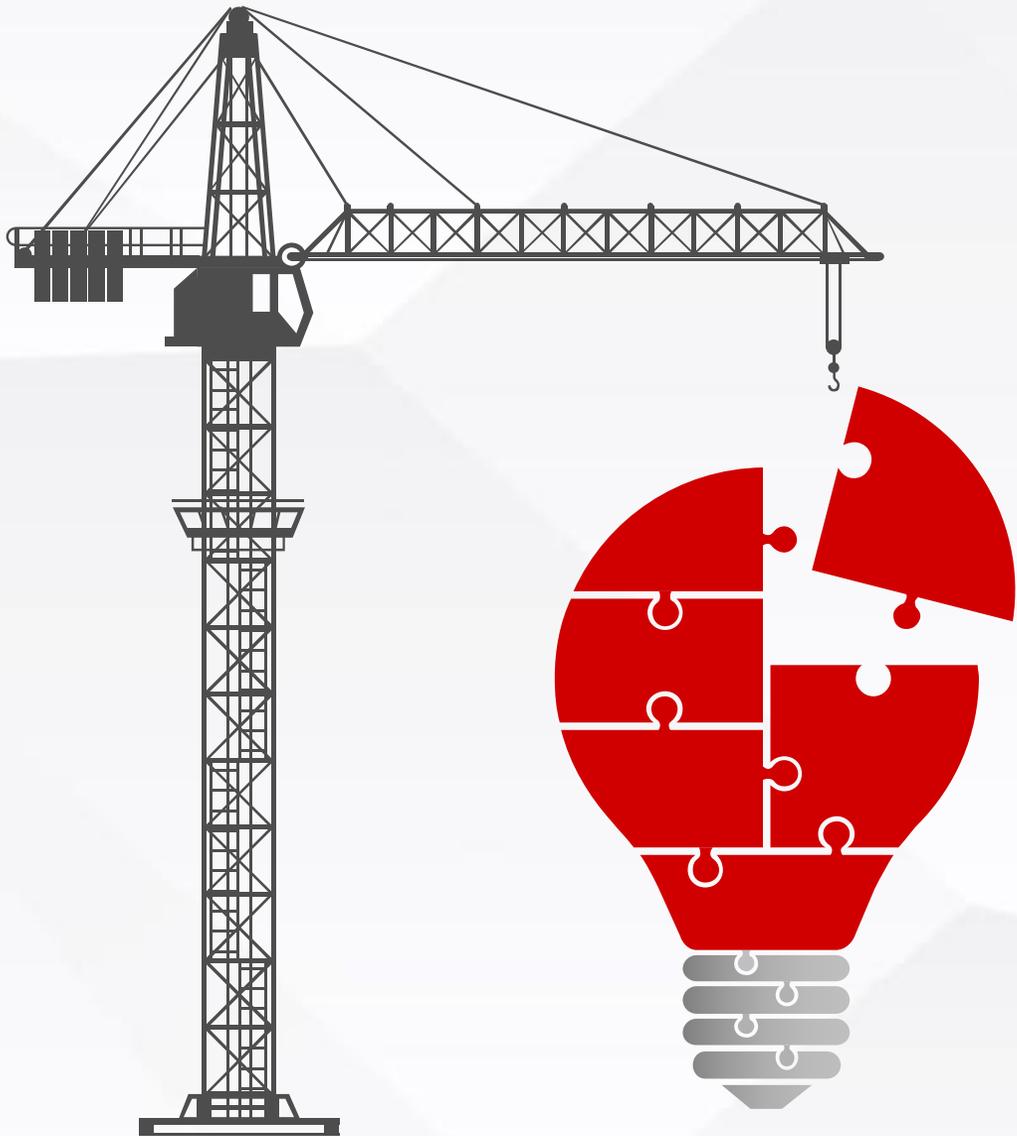




事故原因

- 货物重心选择不当；
- 货物重量判断失误；
- 绑扎不牢；
- 索具、吊具缺陷；
- 起重作业机械安全保护装置不齐全或失灵；
- 作业人员安全技术素质差；
- 作业相互配合出现失误；
- 作业人员指挥失误；
- 作业人员违反安全操作规程；
- 自然环境变化。

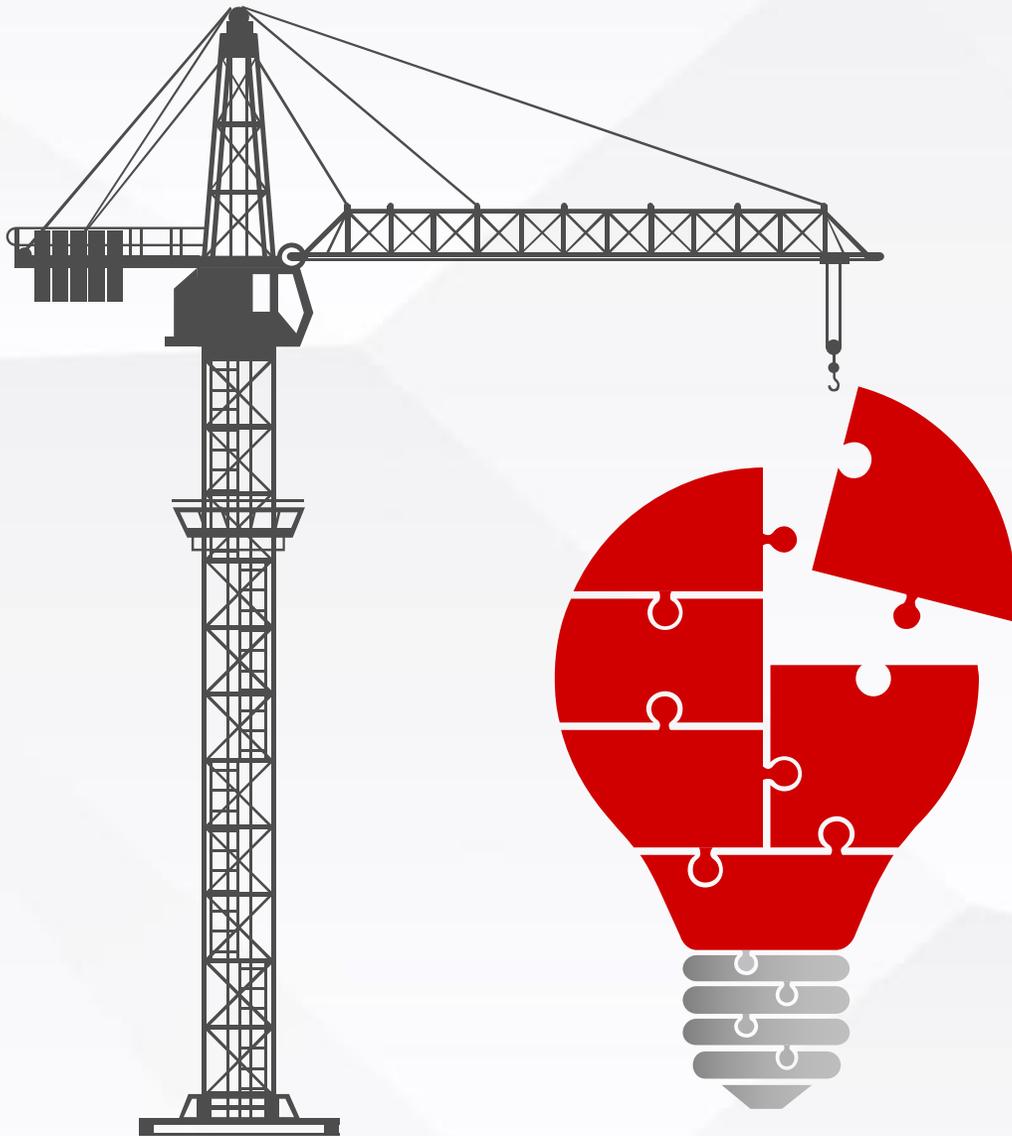




司索指挥常见原因

- 人身伤害事故：在事故发生的过程中所出现人身伤害或死亡的事故；
- 货物损坏事故：在事故发生的过程中造成所吊的货物收到损坏的事故；
- 起重作业机械损坏事故：在事故过程中造成作业机械受到损坏的事故。





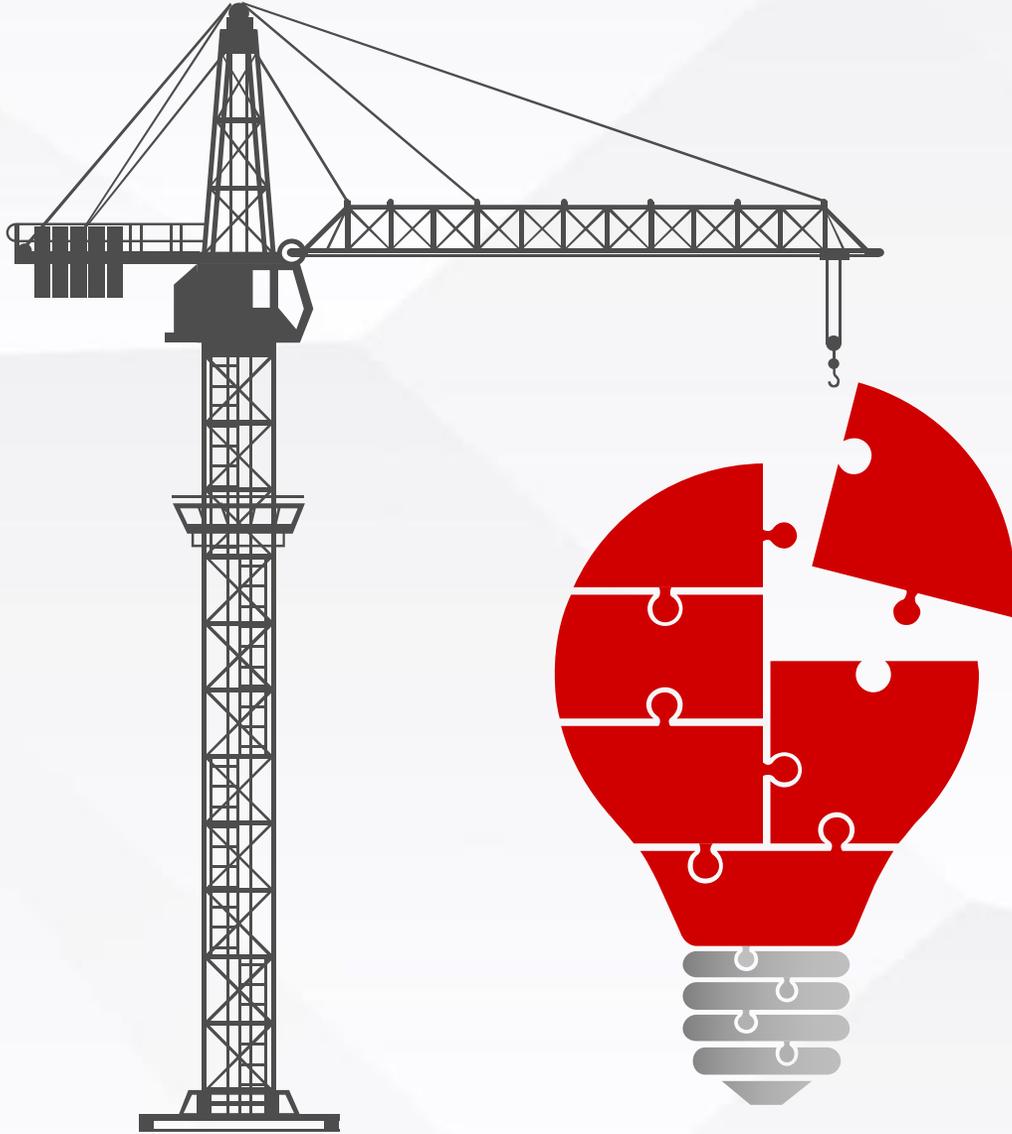
起重司索作业事故规律特点

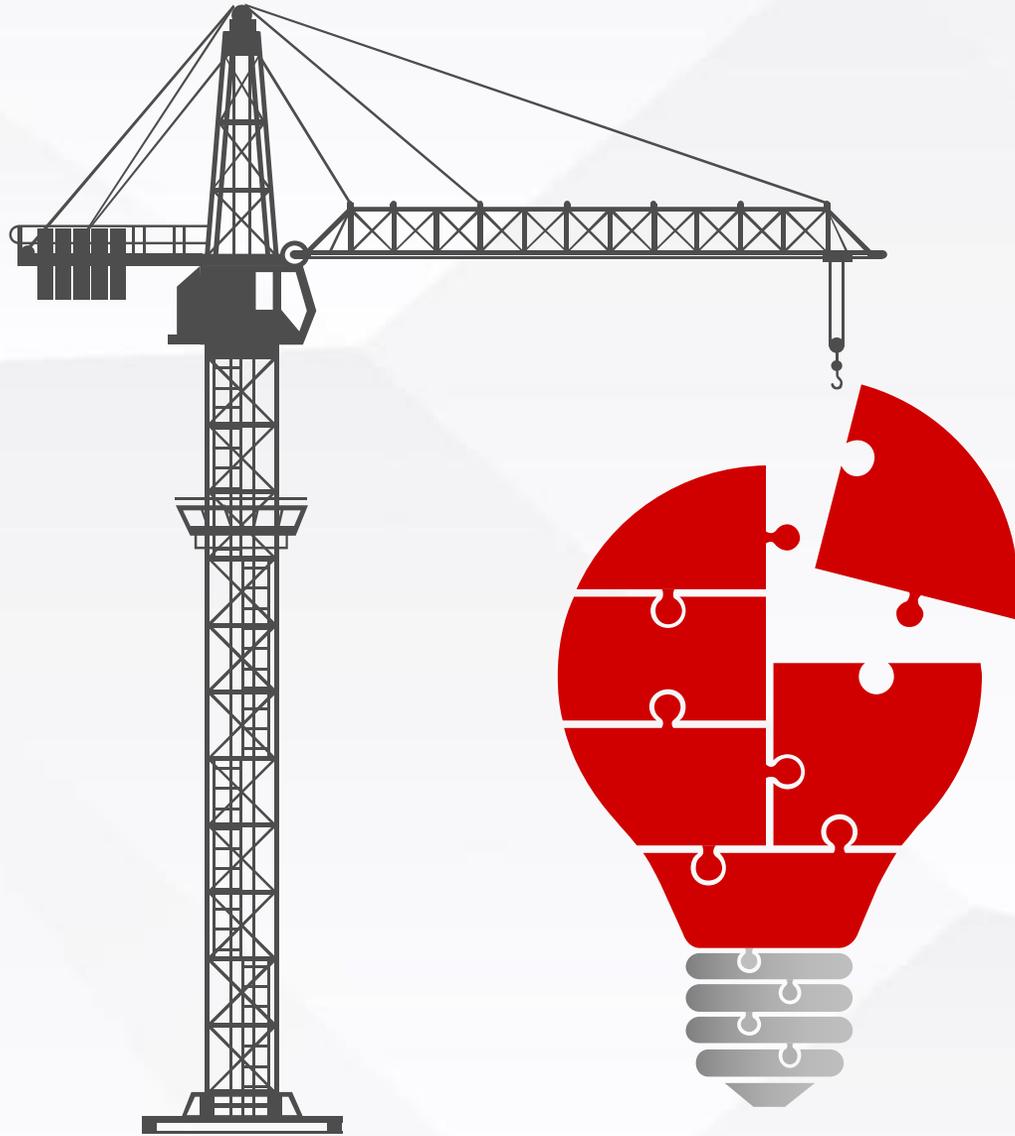
- 生产任务繁重；
- 生产现场狭窄混乱；
- 作业刚刚开始时；
- 临近作业结束下班时；
- 工作计划不周详或临时增添新任务时；
- 作业中出了差错徐要重新做的时候。



案例一起重机侧翻事故

劳务协作单位作业人员夏某、周某、龚某、金某、宋某等5人进行桥墩上部第二节墩身内模板安装施工，由设备服务单位吊车司机李某操作五十吨液压履带式起重机配合内模板的安装，在金某的指挥下，李某操作起重机起内模板，在起重机的主臂伸展已达52M时，李某采取向下放吊臂的方式以保证模板中心与桥墩中心对齐，当吊起的模板距离桥墩的钢筋约50CM时，李某停下放吊臂，准备下落钩时，李某感觉起重机的尾部向上翘起，慌忙中操作起重机向上提升主臂，随机起重机失去平衡发生侧翻，长约52M的主臂砸向下方桥墩，导致站在桥墩钢筋架上配合起重作业的5名作业人员的4人被摔下作业平台，一人被卡在倒塌的钢筋内，造成2死，3伤。

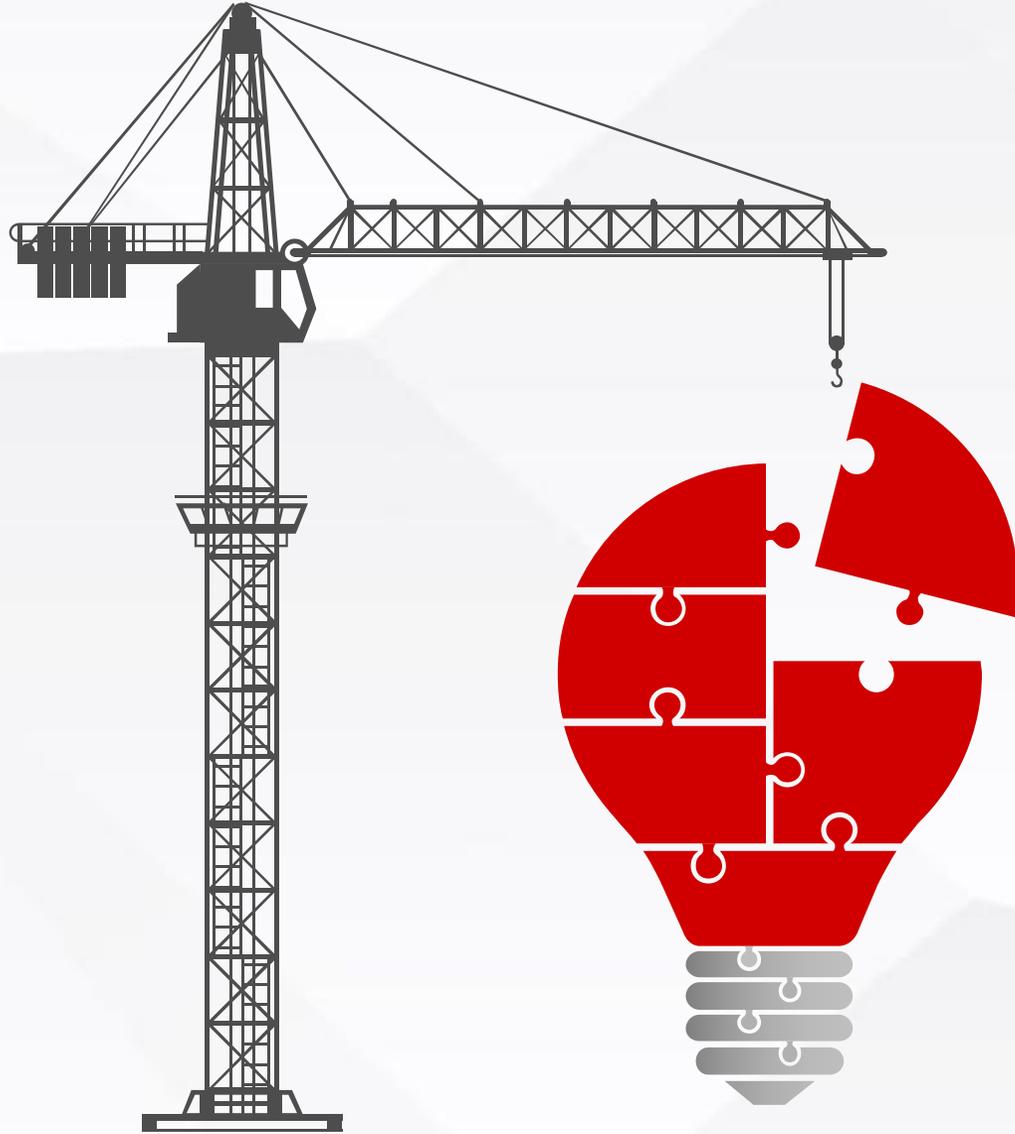




事故案例一

- 1、直接原因：**司机李某在起重量力矩限制器发生故障情况下，在施工中采取错误的作业方法，导致起重机超负荷作业，是发生此次事故的直接原因。
- 2、主要原因：**模板工金某未取得起重工资格证，且对起重机性能及吊装物重量不清楚，擅自违规指挥起重作业，是事故发生的主要原因。
- 3、间接原因：**事故总包单位没有及时发现，制止作业单位模板吊装作业为安排专职起重工指挥作业，是导致事故发生的间接原因。





案例二脱钩事故

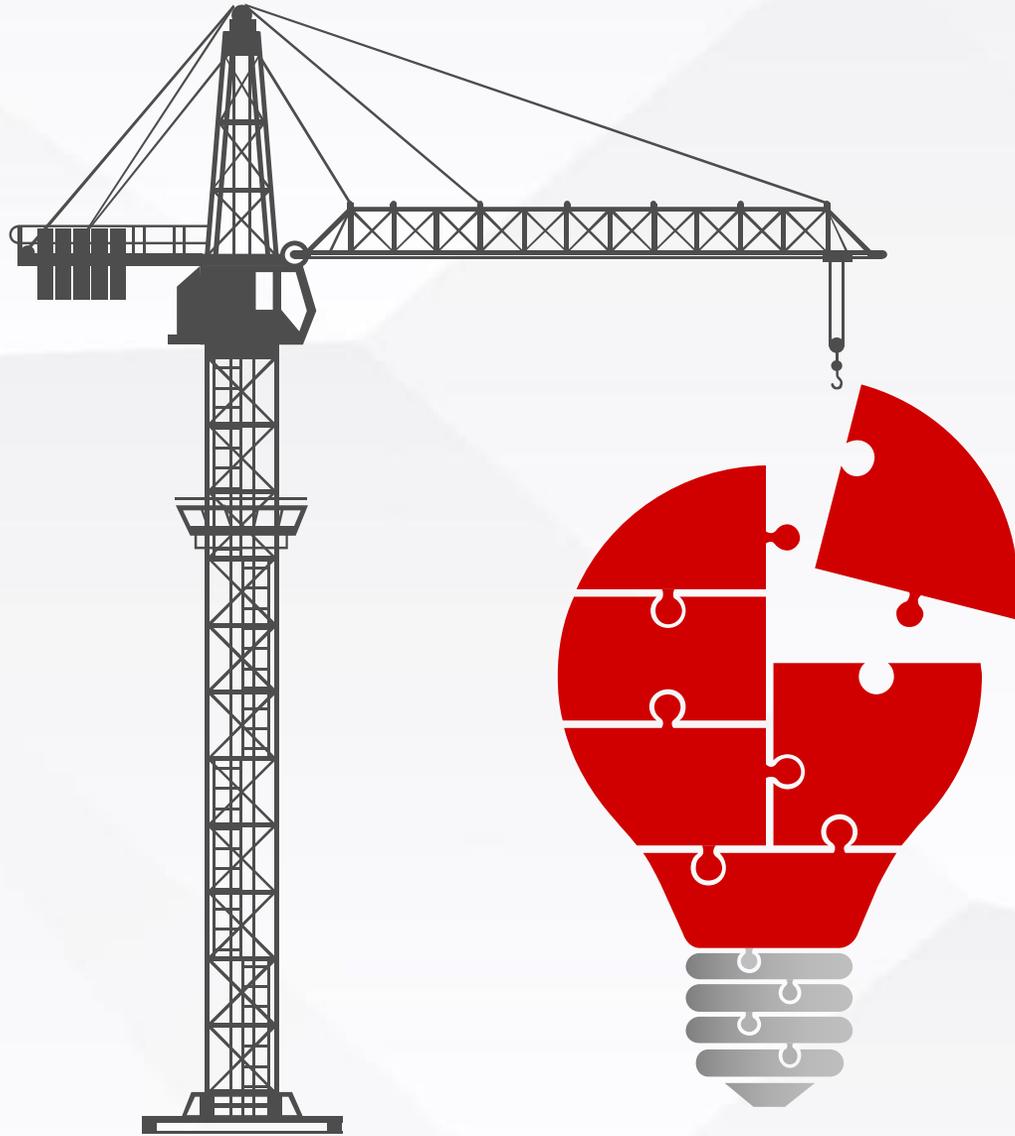
某市烟厂发酵室使用桥式起重机吊叶包进行发酵，为挂劳，在吊高至3米时脱钩，将技术员砸伤后死亡。

直接原因：未挂牢脱钩

主要原因：司索工安全意识比较单薄，工作态度不够端正，其次受害者自我保护意识差；

预防措施：加强对司索工的安全思想教育，管理部门应切实掌握工人生理、心里状况，以便合理安排工作，最重要加强管理工作，如吊运区内，禁止无关人员工作和逗留



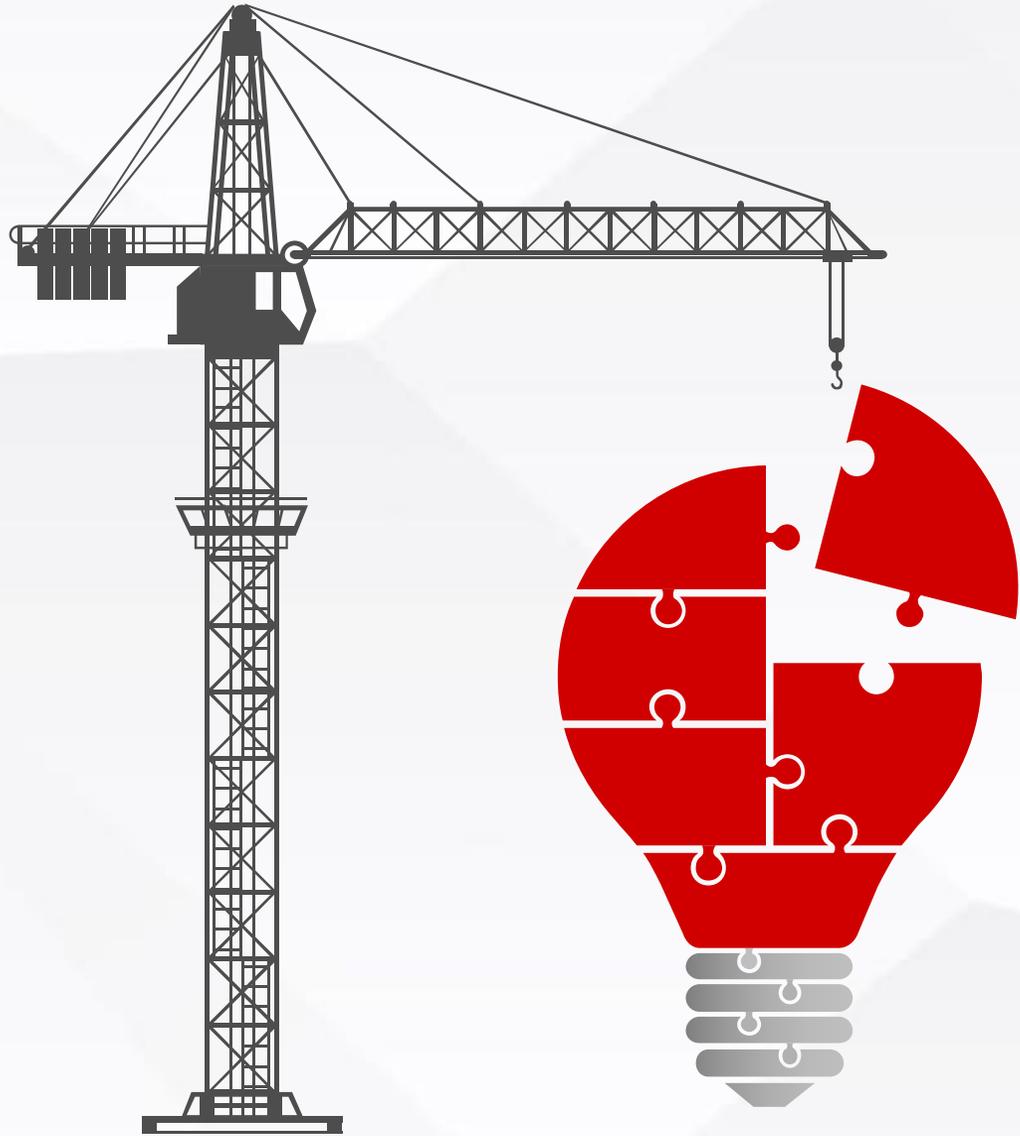


案例三

捆绑不牢，吊物滑落伤人

2005年7月4日，新洲阳光雅居工程现场，破桩组工人正将已捶打到位的管桩多出部位锯断，并进行吊运、清理。约9时40分，由破桩工人彭某绑扎的桩头（外径60mm，长2.1m，重约1T）在吊离地面约1.5米时未捆绑牢固突然滑落，本已立场的彭某返回取工具时被砸中，经抢救无效死亡。





案例三

捆绑不牢，吊物滑落伤人

直接原因：1、吊运桩头的绳索未捆绑牢固脱落掉下，2、起吊时工人未远离危险区域；

间接原因：1、使用未经专业培训的杂工进行司索，2、工人安全意识淡薄，撤离后又返回危险区域；

事故教训：1、起重吊装时司索工必须按规定进行绑扎，2、作业时必须严格左手安全作业规章制度，严禁违章作业，3、特殊工种必须持证上岗。





一次次人为的事故造成的深重灾难，击碎了一个又一个的家庭，父母妻儿在失去亲人的痛苦中煎熬，为了你和家人的安全，请时时刻刻注意安全





谢谢

起重吊装培训

讲师