

ICS 53.020.01
P 72
备案号: J238-2003



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3536—2002

石油化工工程起重施工规范

Lifting Construction Specification for Petrochemical Engineering

2003-02-09 发布

2003-05-01 实施

国家经济贸易委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
4.1 一般规定	2
4.2 技术准备	3
4.3 起重施工安全保证	4
4.4 起重吊装的指挥	4
5 起重机械的使用	4
5.1 卷扬机	4
5.2 手拉葫芦(倒链)	5
5.3 千斤顶	6
5.4 流动式起重机	6
6 起重吊、索具	7
6.1 麻(棕)绳	7
6.2 合成纤维吊装带	7
6.3 钢丝绳与吊索	7
6.4 滑车与滑车组	10
6.5 卸扣(卡扣、卡环)	11
6.6 绳卡	11
6.7 护绳环与护绳轮	12
6.8 吊具	12
6.9 吊耳	12
6.10 地锚	13
7 桅杆	13
7.1 桅杆的使用要求	13
7.2 桅杆的竖立	14
7.3 桅杆的移动	14
7.4 桅杆的拆除	15
8 工件的装卸与运输	15
8.1 工件的装卸	15
8.2 工件的运输	15
9 工件吊装	16

9.1 一般规定.....	16
9.2 流动式起重机吊装.....	17
9.3 桅杆滑移法吊装.....	17
附：条文说明.....	19

前 言

本规范是根据中国石化[2000]建标字 090 号文的通知，由中国石化集团第四建设公司主编。

本规范共分 9 章，主要内容包括：

- 术语和定义；
- 起重机械的使用；
- 起重吊、索具；
- 桅杆；
- 工件的装卸与运输；
- 工件吊装。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范根据石油化工工程建设的需要，针对石油化工工程建设中起重施工的特点，吸取和总结了近年来石化工程建设起重吊装施工经验而编制。

随着石化工程建设的发展，起重机具和起重吊装技术也将不断地进步，在规范使用过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料提供给我们，以便今后修订时参考。

本规范由中国石化集团施工规范管理站淄博分站管理，由中国石化集团第四建设公司负责解释。

管理单位：中国石化集团公司施工规范管理站淄博分站

通讯地址：山东省淄博市132号信箱

邮政编码：255438

主编单位：中国石化集团第四建设公司

通讯地址：天津市大港区世纪大道180号

邮政编码：300270

主要起草人：吴兆武

石油化工工程起重施工规范

1 范围

本规范规定了起重机械与起重吊索具使用、工件装卸运输与工件吊装的要求。
本规范适用于石油化工工程建设项目的起重施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版适用于本规范。

GB 5082 起重吊运指挥信号

GB 6067 起重机械安全规程

SH 3505 石油化工施工安全技术规程

国家质量技术监督局令 第13号 特种设备质量监督与安全监察规定

国家质量技术监督局（2001版） 特种设备注册登记与使用管理规则

3 术语和定义

3.1

起重施工 lifting construction

安装和拆除中的吊装作业与工件的装卸及场内运输作业的统称。

3.2

工件 work-piece

泛指设备、构件等起重吊装的对象。

3.3

吊装载荷 lifting loading

指工件在吊装状态的实际重量加吊索具重量。

3.4

吊装计算载荷 calculated loading

吊装载荷乘以动载系数。

3.5

吊装高度 height of lifting

工件在吊装状态下，吊点起升的最大高度。

3.6

桅杆 gin pole

用于起重吊装作业的格构式或管式杆件结构的统称，又称抱子、抱杆、扒杆。现常用的为金属格构式桅杆和金属管式桅杆。

3.7

拖拉绳 tow guy

用于锁定桅杆或工件使其保持竖立稳定状态的钢绳索，又称晃绳、缆风绳。

3.8

排子 skid pad

简易的平板运输装置，使用滚杠和牵引滑车组与卷扬机或手拉葫芦起重机械配合，用以近距离运输工件，按采用的材料分木排和钢排两种。

3.9

尾排 tail skid pad

采用滑移法吊装立式工件时，用以承载工件底部并能随设备的起升而直线运行的排子，称为尾排。

3.10

溜尾 tailing

采用滑移法吊装立式工件时，配合工件的提升所采取的控制尾排或用吊车吊起工件尾部向前移动的作业方法，称为溜尾。

3.11

脱排 take off

在滑移法吊装中，尾排运行至规定位置时，控制工件不再向前运行，在提升力的作用下，工件底部离开尾排，称为脱排。

3.12

流动式起重机 mobile crane

为履带式起重机、轮胎起重机和汽车起重机等可移动起重机械的统称。

3.13

试吊 trial lifting

工件正式起吊前，将工件起升，使工件离开支撑一定距离（通常为 100 mm~200mm），检查各部位的运行及受力情况。

4 总则

4.1 一般规定

4.1.1 起重施工作业划分为三个等级见表 1。

表 1 起重施工作业等级

等级	条 件				
	工件重量	吊装工艺	卧式安装长度	立式安装高度	工件结构
大 型	100t 以上	新工艺或多台吊车抬吊同一工件	直线长大于 70m 以上	60m 以上	结构特殊或薄壁、柔性结构
一般型	40t~100t	—	直线长 40m~70m	30m~60m	—
小 型	40t 以下	—	直线长小于 40m	30m 以下	—

4.1.2 起重施工作业应编制起重施工技术文件，并按文件管理程序审核和批准，必要时报送建设/监理单位确认。技术文件编制和审批人员的资格应符合表 2 的规定。

表 2 起重施工技术文件的编制和审批人员条件要求

起重施工作业等级	大 型	一般型/小型
编制	工程师	助理工程师
审核	高级工程师	工程师
批准	单位总工程师	项目总工程师

4.1.3 起重机械的设计与制造、安装、维修保养与改造应执行国家质量技术监督局《特种设备质量监督与安全监察规定》，使用单位应按国家质量技术监督局《特种设备注册登记与使用管理规则》的规定进行注册登记与使用管理。

4.1.4 用起重机械进行起重施工时，除应执行本规范外，尚应执行 GB 6067 的有关规定。

4.1.5 所有吊索具应具有出厂质量证明文件，不得使用无质量证明文件或试验不合格的吊索具。

4.1.6 起重施工安全技术与劳动保护应执行 SH3505 的有关规定。

4.2 技术准备

4.2.1 编制工程建设项目施工组织设计应有起重施工规划的内容。

4.2.2 工件吊装宜按下述内容编制起重施工技术文件，并符合本规范 4.1.2 条规定：

- a) 编制依据；
- b) 工程概况；
- c) 施工方法及主要吊装参数；
- d) 吊装技术措施及主要施工步骤；
- e) 吊装机、索具一览表；
- f) 吊装平、立面布置图；
- g) 安全技术措施，包括吊装前检查确认表；
- h) 吊装计算和说明，包括工件的强度与稳定性和吊具、吊耳、地锚及局部补强设计与核算等设计文件。

4.2.3 起重施工技术文件也可根据本单位的经验、现有机具能力，以及工件的吊运难度与新工艺等具体情况，提高起重施工作业等级，以达到安全施工之目的。

4.2.4 起重施工技术文件的修改应编写补充文件，并按原文件审核和批准程序审批，

4.2.5 审批后的起重施工技术文件应向参加起重施工的作业人员的技术交底，并做好交底记录。

4.3 起重施工安全保证

4.3.1 大型吊装应建立起重施工安全质量保证体系,明确参加吊装各级人员责任范围及作业人员操作岗位。

4.3.2 参加起重施工的作业人员,应取得“特种设备作业人员资格证”和“特种作业人员资格证”证书。

4.3.3 吊装指挥应符合本规范 4.4 条的规定。

4.3.4 大型吊装工程准备工作完成后,应由上级主管部门组织联合检查,主要内容包括:

- a) 施工人员已进行技术交底并熟悉其工作内容;
- b) 起重机械及吊装机具的选用和布置与方案一致;
- c) 起重机械的“安全检验合格”标志和吊索具的质量证明文件以及清洗、检查、试验的记录;
- d) 隐蔽工程(如采用桅杆吊装时的地锚、地基处理等)的记录;
- e) 工件摆放方位的确认;
- f) 备用工具、材料的配置;
- g) 一切妨碍吊装工作的障碍物都已妥善处理;
- h) 起重施工技术文件中所规定的施工道路及场地坚实平整;
- i) 正常供电能力的确认;
- j) 其他必要的检查。

4.3.5 吊装作业不得在下列天气情况下进行:

- a) 风速大于 10.8 m/s;
- b) 雷雨、大雪天气;
- c) 能见度低。

4.3.6 大型吊装实行吊装命令书制度。按照本规范 4.3.4 条规定进行吊装前的检查,并确认符合要求后,吊装作业总指挥应签署“吊装命令书”并下达吊装命令,方可进行试吊或吊装作业。

4.4 起重吊装的指挥

4.4.1 吊装指挥应由有实践经验、技术水平较高、组织能力较强的人担任,吊装指挥应充分了解并严格执行起重起重施工技术文件的规定。

4.4.2 指挥者应站在能直接指挥各个工作岗位的位置上,否则应通过助手及时传递信号,远距离指挥应配备必要的通讯工具。

4.4.3 在某些吊装作业中,为了正确、及时地下达信号,可在吊装指挥之下,设分指挥,分管若干岗位的指挥工作,但应分工明确,紧密配合。

4.4.4 起重作业人员应熟悉和执行 GB 5082《起重吊运指挥信号》的统一规定。哨音应清楚、响亮,旗语、手势应准确。作业人员不得凭估计、猜测进行操作。

4.4.5 吊装过程中,吊装作业人员应坚守岗位,并根据指挥者的命令进行作业,任何人不得擅自操作或离开岗位。

5 起重机械*的使用

5.1 卷扬机

*起重机械还包括桅杆,见第 7 章。

- 5.1.1 卷扬机不得超负荷使用。
- 5.1.2 卷扬机除正常维护、定期检修外，每次使用前还应进行检查并试运转，以保证制动系统灵活可靠，运转正常。
- 5.1.3 为减少钢丝绳在卷筒上固定处的受力，余留在卷筒上的钢丝绳不得少于 5 圈。
- 5.1.4 卷扬机工作时，由卷筒到最近一个导向滑车的水平直线距离，不得小于卷筒长度的 20 倍，且导向滑车的位置应在卷筒的垂直平分线上。如受场地限制不能满足上述要求时，则应调整卷扬机的出绳方向。
- 5.1.5 卷筒上缠绕多层钢丝绳时，应保证钢丝绳始终顺序地逐层紧缠在卷筒上，钢丝绳的最外层应低于卷筒两端凸缘高度一个绳径。
- 5.1.6 卷扬机应固定牢靠，受力时不得向横向偏移。地锚埋设后应按其使用负荷进行预拉，必要时应采取加固措施。
- 5.1.7 卷扬机的电气部分应保证正常工作，并符合 SH 3505 施工用电安全技术规定。
- 5.1.8 卷扬机的卷筒及其零部件有下列情况之一时应更换：
- 卷筒壁厚较原壁厚减薄 10%；
 - 卷筒圆柱面上或壳上出现裂纹；
 - 卷筒的衬套磨损间隙超过公差允许值一倍；
 - 卷筒轴磨损超过名义直径的 5%。
- 5.1.9 制动器的零件出现下列情况之一时，应报废：
- 裂纹；
 - 制动带摩擦垫片厚度磨损达原厚度的 50%；
 - 弹簧出现塑性变形；
 - 轴或轴孔直径磨损达原直径的 5%。
- 5.2 手拉葫芦（倒链）
- 5.2.1 手拉葫芦使用前应进行检查，并符合下列规定：
- 转动部分灵活，不得有卡链现象；
 - 链条应完好无损，销子要牢固；
 - 制动器有效。
- 5.2.2 手拉葫芦的吊钩出现下列情况之一时，应报废：
- 表面有裂纹；
 - 危险断面磨损达原尺寸的 10%；
 - 扭转变形超过 10° ；
 - 危险断面或吊钩颈部产生塑性变形；
 - 开口度比原尺寸增加 15%。
- 5.2.3 手拉葫芦在使用时，受力应合理，保证两吊钩受力在一条轴线上，不得多人强拉和超负荷使用。装链时，应将链条摆顺。
- 5.2.4 吊钩挂绳扣时，应将绳扣挂至钩底。吊钩直接挂在工件的吊环或板孔式吊耳上时，不得使用吊钩别劲和歪扭。不得将吊钩直接挂在工件上吊装。

- 5.2.5 手拉葫芦如需工作暂停或将工件悬吊空中时,应将拉链封好。
- 5.2.6 设置手拉葫芦时,应注意周围环境,不得有泥沙、水及杂物进入转动部位。
- 5.2.7 手拉葫芦放松时,起重链条不得放尽,至少应留3个扣环以上。
- 5.2.8 使用手拉葫芦吊装时,应逐渐拉紧,经检查确认无问题后再行起吊。
- 5.2.9 手拉葫芦吊挂点应牢固可靠,其承载能力不得低于手拉葫芦额定载荷。
- 5.2.10 采用多个手拉葫芦操作时,应取一定的安全系数,对额定载荷进行折减,操作应同步。
- 5.3 千斤顶
- 5.3.1 千斤顶应定期维护保养,并在使用前进行检查,以保证性能良好。
- 5.3.2 螺旋千斤顶及齿条千斤顶的螺杆、螺母的螺纹及齿条磨损超过20%时,不得继续使用。
- 5.3.3 液压千斤顶用油应清洁、充足。气温在-5℃以上时,应采用10号机油,气温在-5℃及以下时,应采用锭子油或变压器油。
- 5.3.4 千斤顶底部应有足够的支承面积,以防受力后千斤顶发生倾斜。顶部应有足够的工作面积,以防工件受损。
- 5.3.5 使用千斤顶时,应随着工件的升降,随时调整保险垫块的高度。
- 5.3.6 用多台千斤顶同时工作时,应采用规格型号一致的千斤顶,且需采取相应措施使载荷合理分布,每台千斤顶的荷载应为其额定起重量的80%。千斤顶的动作应相互协调,以保证升降平稳、无倾斜及局部过载现象。
- 5.3.7 千斤顶应垂直使用,并使作用力通过承压中心。当水平使用时,应采取可靠的支撑措施。
- 5.3.8 特殊作业的千斤顶应按其产品使用说明书的规定使用。
- 5.4 流动式起重机
- 5.4.1 使用流动式起重机进行起重作业,应严格按照该型起重机的起重性能选用作业参数,遵守操作规程,不得违规作业。所使用的起重机应具有“安全检验合格”标志,并处于完好状态。
- 5.4.2 流动式起重机作业场地应平整坚实,起重机支腿或履带板下地基应有足够的承压能力,同时查清起重机就位行驶道路的地下情况,必要时应铺设路基板,并合理选择路基板的材料或采取适当的地基处理措施。
- 5.4.3 在易燃、易爆区工作时,按规定办理必要手续,并对起重机的动力装置、电气设备等采取可靠的防火、防爆措施。
- 5.4.4 流动式起重机作业区域应设置明显的警戒标志。起重机吊臂下及起重机部件旋转范围内不得有人员停留。
- 5.4.5 使用流动式起重机起吊工件时,吊钩偏角不应超过3°,不得起吊埋在地下及重量不明的重物。为了避免工件在空中摆动,所吊工件应设置溜绳。
- 5.4.6 流动式起重机不得靠近架空输电线路作业,当必须在线路近旁作业时,应采取有效的安全措施。起重机吊臂及吊物与架空输电导线的最小安全距离应符合表3的规定:

表3 吊车及吊物与架空输电导线的安全距离

项目	输电导线电压 kV				
	1以内	1~15	20~40	60~110	220以内
安全距离, m	1.5	3	4	5	6

6 起重吊、索具

6.1 麻（棕）绳

- 6.1.1 麻（棕）绳只适用于手动吊装中绳扣和走绳以及在吊装作业中做工件的手拉溜绳，不得在机械驱动的吊装作业中作为起吊索具使用。
- 6.1.2 麻（棕）绳不得向一个方向连续扭转，以免松散或扭劲。发现上述现象时，应及时消除。
- 6.1.3 麻（棕）绳使用中，不得与锐利的物体直接接触，如无法避免时应垫以保护物。
- 6.1.4 麻（棕）绳在作走绳使用时，安全系数不得小于 10，作绳扣使用时，不得小于 12。
- 6.1.5 麻（棕）绳应存放在通风干燥的地方，不得受热、受潮，且不得与酸、碱等腐蚀性介质接触。

6.2 合成纤维吊装带

- 6.2.1 合成纤维吊装带使用时，应避免电火花和火焰灼伤，且不得与工件表面的锐利部分直接接触，必要时，应垫以保护物。
- 6.2.2 合成纤维吊装带应按产品使用说明规定的技术参数使用，吊装带使用前应对外观进行检查，若发现破损即行作废。

6.3 钢丝绳与吊索

- 6.3.1 钢丝绳的使用安全系数 K 应符合下列要求：

- a) 作拖拉绳时， $K \geq 3.5$ ；
- b) 作卷扬机走绳时， $K \geq 5$ ；
- c) 作捆绑绳扣使用应符合下列规定：
 - 1) 工件重量小于或等于 50t 时， $K \geq 8$ ；
 - 2) 工件重量大于 50t 时， $K \geq 6$ ；
- d) 作系挂绳扣时， $K \geq 5$ ；
- e) 作载人吊篮时， $K \geq 14$ 。

- 6.3.2 钢丝绳在绕过不同尺寸的销轴或滑轮时，应根据不同的弯曲情况按下述程序确定其强度能力：

- a) 按公式（1）计算绳索的比例系数

$$R = \frac{D}{d} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- D ——销轴或滑轴直径；
 d ——绳索、公称直径；
 R ——绳索比例系数。

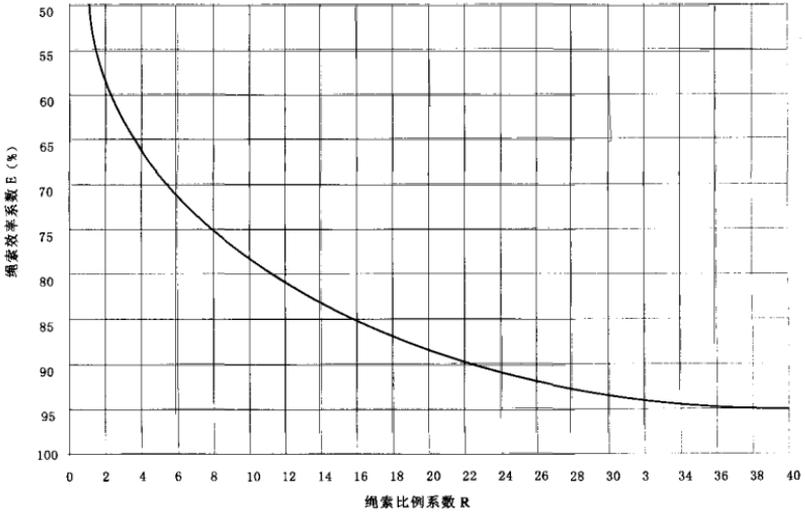


图 1

b) 按图 1 查出或按公式 (2)、(3) 计算绳索效率系数 E ;

当 $R \leq 6$ 时

$$E = (100 - 50/R^{0.5}) \% \quad \dots\dots\dots (2)$$

当 $R > 6$ 时

$$E = (100 - 60/R^{0.734}) \% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

E ——绳索效率系数。

c) 按公式 (4) 计算绳索的强度能力。

$$P_n = n \times P \times E \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

n ——绳索经弯曲股数;

P ——绳索单股破断力;

P_n ——绳索弯曲后的破断力。

示 例:

如图 2 所示, $\Phi 25$ 的钢丝绳扣绕过 $\Phi 100$ 的轴后, 确定绳扣经弯曲后其两股的有效破断力, 设 $\Phi 25$ 钢绳单股的破断力为 $35t$ 。

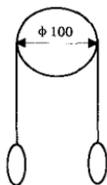


图 2

- a) 按公式 (1) 计算绳索比例系数: $R=100/25=4$;
- b) 从图 1 的横坐标 4 往上查到与曲线的交点, 向左看纵坐标得绳索效率系数: $E=0.75$; 或由公式 (2) 计算绳索效率系数: $E=(100-50/4^{0.5})\%=0.75$;
- c) 绳扣经弯曲后其两股有效破断力按公式 (4) 计算为: $2 \times 0.75 \times 35=52.5 t$
- 6.3.3 钢丝绳插接长度一般为绳径的 20 倍~30 倍, 较粗的绳应用较大的倍数。
- 6.3.4 接长的钢丝绳不宜用于起重滑车组上, 否则应保证下列要求:
- a) 绳接头的连接, 经试拉证明确实可靠;
- b) 绳接头能安全顺利地通过滑轮绳槽。
- 6.3.5 切断钢丝绳时, 为避免绳头松散, 应预先用细铁丝扎紧切断处的两端, 切断后立即将断口处的每股钢丝熔合在一起。
- 6.3.6 钢丝绳不得与电焊导线或其他电线接触, 当可能相碰时, 应采取防护措施。
- 6.3.7 钢丝绳经过架空输电线上方时, 应搭设牢固的竹(木)过线桥架; 在架空输电线的一侧或下方工作时, 钢丝绳与架空输电线的安全距离应符合表 3 的规定。
- 6.3.8 履带式车辆行驶越过钢丝绳时, 应对钢丝绳采取有效的保护措施, 不得直接压在钢丝绳上。
- 6.3.9 钢丝绳不得与工件或构筑物的棱角直接接触, 否则应采取保护措施。
- 6.3.10 钢丝绳不得成锐角折曲、扭结, 也不得受夹、受砸而成扁平状。当钢丝绳发现有断股、松散及严重扭结时, 应停止使用并报废。
- 6.3.11 钢丝绳在使用过程中应经常检查、修整, 如发现磨损、锈蚀、断丝等现象时, 应按表 4、表 5 的规定, 降低其使用能力, 且折断之钢丝应从根部将其剪去, 以免刮伤邻近钢丝。

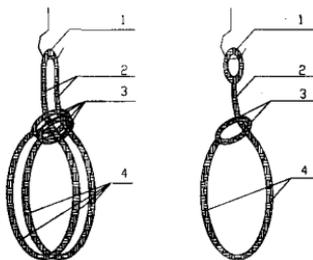
表 4 钢丝绳的折减系数

钢丝绳破断力的 折减系数	钢 丝 绳 的 构 造					
	6×19+1		6×37+1		6×61+1	
	交捻	顺捻	交捻	顺捻	交捻	顺捻
	一个捻节距内钢丝绳断丝数					
0.95	5	3	11	6	18	9
0.90	10	5	19	9	29	14
0.85	14	7	28	14	40	20
0.80	17	8	33	16	43	21
0.00	>17	>8	>33	>16	>43	>21

表 5 钢丝绳折减系数的修正系数表

磨损量按钢丝绳直径计, %	10	15	20	25	30	30 以上
修正系数	0.80	0.70	0.65	0.55	0.50	0

- 6.3.12 钢丝绳应经常保持清洁、干燥、含油, 长期不用的宜存放在库房内, 露天存放时, 应上盖下垫。现场暂时不用的钢丝绳或过长的钢丝绳应盘卷整齐, 放在垫物上。
- 6.3.13 吊索两端插接索眼之间的最小净长度不得小于该吊索公称直径的 40 倍。
- 6.3.14 吊索的使用可采用单支, 双支或多支的形式。
- 6.3.15 吊索分支与水平面的夹角宜为 60° 。当不能满足时, 也不得小于 30° 。
- 6.3.16 吊装作业时, 除计算吊索分支的受力外, 还应核算由于吊索受力对工件变形的影响。
- 6.3.17 采用捆绑绳扣时, 各部位(参见图 3) 绳索的强度能力, 应符合表 6 的规定。



1—挂在吊钩上的绳索/索眼绳; 2—绳扣悬挂垂段绳索; 3—与绳索相连的索眼绳; 4—捆绑工件的绳索

图 3

表 6 捆绑绳扣各部位绳索强度能力

受力部位	强度能力	
挂在吊钩上的绳索/索眼绳	折合 1.5 根绳受拉	
绳扣悬挂垂段绳索	双股	两根绳受拉
	单股	1 根绳受拉
与绳索相连的索眼绳	双股	折合 2.8 根绳受拉
	单股	折合 1.4 根绳受拉
捆绑工件的绳索	双股	4 根绳受拉
	单股	两根绳受拉

6.4 滑车与滑车组

- 6.4.1 滑车滑轮的轮槽表面应光滑, 不得有裂纹、凸凹等缺陷。
- 6.4.2 起重施工所用滑车载荷按滑车出厂铭牌和产品使用说明书选用, 不得超负荷使用。
- 6.4.3 多轮滑车仅使用其部分滑轮时, 滑车的起重能力应按使用轮数计算。
- 6.4.4 当滑车的轮数超过 5 个时, 走绳应采用双抽头的方式, 如采用隔轮花穿的方式, 应适当加

大上、下滑轮之间的净距。

6.4.5 滑车在使用时应经常检查，必要时，滑轮轴、吊环或吊钩应进行无损检测，当发现有下列情况之一时不得使用：

- a) 轮、轴、吊环、吊钩有裂纹或永久变形；
- b) 轮槽面磨损深度达到 3 mm；
- c) 轮槽壁磨损达到原壁厚的 20%；
- d) 轮轴磨损量超过轴径的 2%；
- e) 吊钩的危险断面磨损量超过 10%；
- f) 轴套磨损量超过壁厚的 10%。

6.4.6 滑车所有转动部分应动作灵活、润滑良好，并定期添加润滑剂。

6.4.7 滑车组动滑车与定滑车的最小距离不得小于滑轮轮径的 5 倍，走绳进入滑轮的侧偏角不宜大于 5°。

6.4.8 当滑车贴着地面或在地面滑行使用时，应采取防止泥沙进入轮内的措施。

6.4.9 吊钩上的防止脱钩装置应齐全完好，若无防止脱钩装置，应将钩头加封。

6.4.10 不得用焊接的方法修补吊钩、吊环及吊梁的缺陷。

6.4.11 滑车使用后，应清洗干净，涂以防锈油，存放在干燥的库房内。

6.4.12 用于吊装大型工件的轮数较多的滑车组，使用前应拆卸检查，清洗干净，加够润滑油，保证他们处于完好的使用状态。

6.5 卸扣（卡扣、卡环）

6.5.1 起重施工中使用的卸扣应按额定负荷标记选用，不得超载使用，无标记的卸扣不得使用。

6.5.2 卸扣表面应光滑，不得有毛刺、裂纹、尖角、夹层等缺陷。不得利用焊接的方法修补卸扣的缺陷。卸扣使用前应进行外观检查，必要时应进行无损检测，发现有永久变形或裂纹，应立即报废。

6.5.3 使用卸扣时，只应承受纵向拉力，螺纹应满扣并预先润滑。

6.6 绳卡

6.6.1 应优先选用马鞍型的绳卡。绳卡的螺纹应是半精制的，螺母可以用手自由拧入，但不得松动。上螺母时，应将螺纹预先润滑。

6.6.2 绕结的钢丝绳在不受力状态下固定时，安装绳卡的顺序从近护绳环处开始，即第一个绳卡应靠近护绳环，使护绳环能充分夹紧；烧结的钢丝绳在受力的状态下固定时，安装绳卡的顺序应从近绳头处开始，即第一个绳卡应靠近绳头，绳头的长度宜为绳径的 10 倍，但不得小于 200 mm。

绳卡的使用标准应符合表 7 的规定。

表 7 绳卡使用标准

绳卡型号	适用绳径 mm	卡杆直径 mm	绳卡数量 个	绳卡间距 mm
Y1-6	7.4~8	M6	3	70
Y2-8	8.7~9.3	M8	3	80
Y3-10	11	M10	3	100

表 7 绳卡使用标准 (续)

绳卡型号	适用绳径 mm	卡杆直径 mm	绳卡数量 个	绳卡间距 mm
Y4-12	12.5~14	M12	3	100
Y5-15	15~17.5	M14	3	120
Y6-20	18.8~20	M16	4	120
Y7-22	21.5~23.5	M18	4	140
Y8-25	24~26.5	M20	5	160
Y9-28	28~31	M22	5	180
Y10-32	32.5~37	M24	6	200
Y11-40	39~44.5	M24	8	250
Y12-45	46.5~50.5	M27	8	300
Y13-50	52~56	M30	9	300

6.6.3 钢丝绳搭接使用时,所用绳卡的数量应按表 7 的数量增加一倍。

6.6.4 卡绳松紧程度要适当,宜将绳卡拧紧使钢丝绳压扁至绳径的 2/3 为合适。

6.6.5 安装绳卡时应规则排列,宜使 U 形螺栓弯曲部分在钢丝绳的末端绳股一侧,使马鞍座与主绳接触。

6.6.6 关键部位的钢丝绳在用绳卡夹紧后,宜在两绳卡间做出标识,或于最后一绳卡前将尾绳留长一些,以便观察钢丝绳在受力后有无滑动。

6.7 护绳环与护绳轮

6.7.1 在钢丝绳急剧弯曲的部位应安装护绳环或护绳轮。

6.7.2 护绳环和护绳轮的表面应光洁平滑,不得有毛刺、尖角、裂纹等缺陷。

6.7.3 护绳轮宜采用低碳铸钢或钢板制造,绳槽根径宜为绳径的 3 倍~5 倍。

6.8 吊 具

6.8.1 自行设计的吊具,应满足其特定的使用要求,设计文件应随起重施工技术文件同时审批。

6.8.2 吊具应根据其最大受力进行各构件的设计,并保证所有部件具有必要的强度、刚度、安全系数,且应绘制零件图和装配图。

6.8.3 吊具的设计应结构合理、连接可靠、运转灵活,且装卸方便。

6.8.4 制作吊具的材料包括焊接材料、连接件等应有质量证明文件,吊具的焊接接头应经焊接工艺评定合格。

6.8.5 吊具制作完成后,应按设计文件要求进行外观质量检验和焊接接头的检验,有焊后热处理要求时,应及时进行热处理。

6.8.6 吊具必须按设计文件要求进行试验,合格后方可使用。

6.9 吊 耳

6.9.1 工件吊耳的设计应符合下列规定:

- 吊耳应满足自身强度和工件局部强度要求;
- 吊耳材质应与工件材质相同或接近;

c) 不锈钢和有色金属设备吊耳加强板应与设备材质相同;

d) 吊耳形式、方位及数量应满足吊装工艺要求。

6.9.2 制作吊耳与吊耳加强板的材料必须有质量证明文件,且不得有裂纹、重皮、夹层等缺陷。

6.9.3 吊耳焊接应按设备本体焊接工艺进行,且应在设备制造时焊接,需整体热处理的设备,应一同热处理。

6.9.4 吊耳与筒体连接焊缝应按设计文件规定进行检验。

6.10 地 锚

6.10.1 地锚应根据受力条件和施工地区的地质条件,设计适合当地使用的地锚结构。

6.10.2 起重施工技术文件中每个地锚均应编号,对于位置要求准确的地锚,应以绳扣出土点为基准在图上给出坐标。埋设及回填时应保持位置、方向正确无误。

6.10.3 确定地锚位置时,基坑的前方,即缆绳受力方向,坑深 2.5 倍的范围内,不得有地沟、线缆、地下管道等。

6.10.4 地锚的设置应符合起重施工技术文件的要求,必要时地锚埋入部分应进行防腐处理(除混凝土构件外),埋入式地锚在回填时,不得使用冻土回填,应使用净土分层夯实或压实,回填高度应高出基坑周围地面 400mm 以上,并做好隐蔽工程记录。

6.10.5 地锚设置后,受力绳扣应以不小于 10t 的力进行予拉伸。

6.10.6 地锚的四周不得挖掘沟槽,且不得浸水,以免降低承载能力。

6.10.7 在山区施工中,地锚的位置在前坡时,应选在自然或人工开出的局部小平地上。坑口前方的挡土厚度不得小于基坑深度的 3 倍。

6.10.8 旧地锚使用前,应掌握其参数,如吨位大小、受力方向、埋设日期、部件材质、现状等情况,不得盲目使用。

6.10.9 在软土层地区,可采用插座式压重地锚。地锚的插座钢架及压重量均应按地锚承受的最大拉力进行设计、制作和选用,并符合以下规定:

- a) 插座与地面附着牢固可靠;
- b) 压重物摆放稳固,位置正确;
- c) 不得侧向承受拉力。

7 桅杆

7.1 桅杆的使用要求

7.1.1 金属桅杆使用应具备下列技术文件:

- a) 制造质量证明书;
- b) 制造图,使用说明书;
- c) 载荷试验报告;
- d) “安全检验合格”标志。

7.1.2 桅杆的使用应严格执行使用说明书的规定,若不在使用说明书规定的性能范围内使用,则应根据使用条件对桅杆进行全面核算。

7.1.3 桅杆的使用长度应根据吊装工件的高度经计算确定,组对中心线偏差不得大于长度的

1/1 000, 且总偏差不得大于 20 mm。

7.1.4 使用连接螺栓紧固时, 螺栓不得有不满扣现象, 不得使用材质不清或质量不合格的螺栓。

7.1.5 安装螺栓时, 应对螺纹部分预先加润滑脂润滑。

7.1.6 拧紧螺栓时, 应逐次对称交叉进行。

7.1.7 桅杆应定期进行下列项目的检查维护, 不得有影响使用功能的缺陷, 缺陷无法消除时, 应对桅杆的使用能力做出鉴定, 并将检查情况及处理结果记入档案:

a) 主肢及连接件变形、锈蚀情况;

b) 结构的焊缝或连接铆钉;

c) 转动部分的磨损情况。

7.2 桅杆的竖立

7.2.1 桅杆可采用扳转法、滑移法整体竖立, 也可利用高位设施、流动式起重机械或其他措施分段正装或倒装, 并应有批准的起重施工技术文件。

7.2.2 桅杆地基应坚实平整, 有条件的工程, 宜将桅杆基础与设备基础同时设计, 并同时施工。

7.2.3 桅杆地基应根据桅杆载荷进行设计, 并查明桅杆竖立位置的土质以及周围地下情况, 必要时应采取适当的安全措施, 保证桅杆地基面的压强不超过该处土壤的地耐力。

7.2.4 需要移动的桅杆, 在桅杆底座(排子)下面宜安放滚杠, 滚杠可选用圆钢或厚壁钢管, 选用钢管时应核算其承载能力, 其长度应较排子的宽度长 500 mm~700 mm。受力较大的桅杆, 滚杠应排列得密一些, 一般滚杠的中心距离为其直径的 2 倍, 并在滚杠间打入楔木, 桅杆移动时先将楔木打出, 并将滚杠间距逐渐加大。

7.2.5 桅杆采用扳转或滑移法竖立时, 可用吊耳进行吊装, 不带吊耳者, 应选择刚性较大的节点, 并对捆绑绳采取保护措施。

7.2.6 桅杆的拖拉绳应按起重施工技术文件规定位置设置, 且宜均匀分布。单根直立桅杆的拖拉绳应不少于 6 根, 任何情况下, 两相邻的拖拉绳之间的水平投影夹角不得大于 90°。

7.2.7 拖拉绳与地面的夹角宜为 30°, 最大不超过 45°。

7.2.8 桅杆竖立的位置应准确, 并应调整各拖拉绳的张力, 使其符合要求, 以便工件顺利就位。

7.3 桅杆的移动

7.3.1 桅杆移动时, 所经道路应坚实平整。用滚杠移动时, 走道铺设的上层枕木, 应沿移动方向平整排列, 并把接头错开以滚杠移动。用钢排直接拖拽时, 应根据地耐力确定钢排的大小。如需加铺钢轨时轨面上应涂润滑脂。

7.3.2 采用连续法移动桅杆时, 桅杆的前倾幅度, 应为桅杆高度的 1/20~1/15。

7.3.3 桅杆移动时, 侧向倾斜幅度不得超过桅杆高度的 1/30。桅杆侧向偏斜情况, 应指定专人监视, 及时向指挥报告, 以便调整。

7.3.4 桅杆移动时, 其底部应设置制动索具, 并随时注意其受力情况。

7.3.5 桅杆移动距离较大时, 要注意某些拖拉绳由于受力方向的逐渐改变, 而起不到稳定桅杆的作用, 此时应由事先准备的另一拖拉绳代替。

7.3.6 调整拖拉绳时, 应先放松后收紧, 对称地进行, 勿使拖拉绳受力过大。

7.3.7 在桅杆移动的全过程中, 应事先采取措施不得使拖拉绳与障碍物碰刮。

7.3.8 移动中的桅杆暂停时间较长时，应先将其调整到垂直状态，并将所有拖拉绳调到受力状态，将绳索卡牢，将电源切断。当桅杆达到终点时，应将所有拖拉绳调至受力状态、把紧绳卡、封牢底排、切断卷扬机电源。

7.4 桅杆的拆除

7.4.1 拆除桅杆通常采用与竖立桅杆相反的顺序进行，可采用整体放倒后拆除，也可根据具体情况采取分段正拆或倒拆的拆除方法。

7.4.2 采用扳转法放倒桅杆时，工件底部的推力是逐渐增大的，应根据起重施工技术文件要求提前检查制动系统的工作能力。

7.4.3 用滑移法拆除桅杆时，底座的牵引应在吊装滑车受力的情况下进行。

7.4.4 拆除桅杆时，为了减轻附件的重量及降低重心高度，可先把有碍操作的或不再使用的拖拉绳拆去。

7.4.5 用分段正拆方法拆除桅杆时，逐段应用临时拖拉绳稳定，保证拆除中桅杆的垂直度。

7.4.6 用分段倒拆方法拆除桅杆时，宜利用有起重能力的高位设施或流动式起重机械进行，其施工应按本规范工件吊装的有关规定执行。

当无高位设施可利用时，桅杆的拆除也可使用低位设施高重心倒拆，拆除过程中要通过调整拖拉绳严格控制桅杆的垂直度。

8 工件的装卸与运输

8.1 工件的装卸

8.1.1 工件的装卸，应按下述要求进行：

- a) 核实工件的结构、重量、重心位置等情况，合理选用起重机械和吊索具；
- b) 装卸用的绳扣或绑绳应符合安全系数的要求，正确选取吊点或绑点位置，并应优先选用工件原吊点；
- c) 对工件受力部位进行核算，对于工件不能承受绳扣挤压的薄弱易变形的部位采取加强措施，对工件的棱角与绳扣接触处，应加垫方木和半圆钢管，以免损坏绳扣；
- d) 装卸时应采用溜绳溜住重物，不得用手推扶工件；
- e) 装卸工件放在地面或车厢板上时，下面应垫上方木，以便于抽取绳扣。方木应垫实，以防止工件倾倒。

8.1.2 大型工件宜利用大型平板拖车自顶升装卸，当采用顶升法装卸工件时，选用有足够强度的钢梁配以必要的千斤顶，操作时应防止工件在钢梁上滚动，待工件顶起后移走车辆。

8.1.3 装车时，应使工件的重心处于载体的指定位置上，并用绳索封牢，防止偏移或滚动。

8.2 工件的运输

8.2.1 大型工件运输，宜按下述内容编制起重施工技术文件，并符合本规范 4.1.2 条规定：

- a) 途经路面宽度、弯道半径及路面承压载荷；
- b) 途经桥涵高度及桥梁的承压载荷；
- c) 途经地面及空中障碍的分布情况；

- d) 地面障碍清除措施;
- e) 空中障碍处理措施;
- f) 超载路面及桥梁的加固措施;
- g) 弯道半径不能满足时的拓宽措施;
- h) 运输的组织及采取的安全保证措施。

8.2.2 工件运输时,路面受压部分距路边不宜小于 1.5 m,与带电线路的距离应符合本规范表 2 的规定,否则应采取停电或其他安全措施。

8.2.3 细长或薄壁的工件在运输时,应采用适当的胎具或其他的加固措施,以防止工件产生永久变形。

8.2.4 大型工件运输时,为防止工件在载体上移动或晃动,应用钢丝绳、手拉葫芦或滑车组等封车。运输路途较远时,钢丝绳应采用绳卡紧固。

8.2.5 大型工件采用排子运输时,排子尺寸大小和承载力应满足运输的要求,运输路面应坚实平整,工件重心应落在排子中心稍后一点,以利滚杠进入。遇有下坡时,排子应有溜绳。

8.2.6 无论采用拖车或排子运输,都应备有尺寸合适、数量足够的楔木。

8.2.7 在采用两个排子运输且沿途有弯道的情况下,应采用转盘排子或在排子上加旋转装置。

8.2.8 添加滚杠时,应放正且间距均匀,两滚杠间的中心距以 300mm 为宜,排子拐弯时,宜尽量加大其转弯半径,必要时应采取防滑措施。

9 工件吊装

9.1 一般规定

9.1.1 根据工程特点、起重机械性能以及现场条件等具体情况,应优化方案,确保安全施工,并符合下列规定:

- a) 结合工件的强度、刚度、局部稳定性等选择最有利的受力条件、最佳的吊装状态和吊点位置,并对工件进行受力计算,必要时应采取补强加固措施;
- b) 细长工件在吊装状态下,其危险截面计算应力不得大于材料的许用应力,必要时核算其挠度;
- c) 立式工件宜采用整体组合吊装,即工件上附设的梯子、平台、管线的组装以及保温和刷油等作业,在地面完成后一次吊装就位;
- d) 为避免大型工件拼装后不便移动,其拼装工作宜在或靠近起吊的位置;
- e) 大型立式工件的吊点应优先采用吊耳形式。

9.1.2 大型立式工件吊装应由建设单位组织设计、施工单位共同确定工件的吊点高度、方位、吊耳型式等技术条件,在工件制造时将吊耳及加固措施等一次完成。

9.1.3 利用工件本身的开孔(如管口、人孔等)作为受力点进行吊装时,应对受力部位进行应力核算,必要时应采取保护措施。

9.1.4 工件用捆扎或其他兜系的方法吊装时,应做到绳扣出头位置合理,保证起吊过程中绳扣受力均匀。

9.1.5 工件用捆扎法吊装时,应防止压伤或擦伤工件,可在系绳处整齐地缠以用坚硬的垫木连

成的护带，以分散绳扣对工件的压力，并增加其间的摩擦力。垫木的规格根据工件重量、壁厚等要素确定。

9.1.6 利用钢框架或设备系结吊索进行工件吊装时，应对他们的强度、刚度进行核算。必要时应采取有效措施消除其顶部所受水平力，并经建设/监理单位同意。

9.1.7 大型工件正式吊装前，应进行试吊。

9.2 流动式起重机吊装

9.2.1 流动式起重机吊装应符合下列规定：

- a) 单机吊装工件，吊装载荷应小于起重机规定工况下的额定起重量；
- b) 吊臂与工件及吊钩滑车三者间应有足够的安全净距。

9.2.2 流动式起重机滑移法吊装立式工件，工件上部可采用单机或双机提升，工件下部宜采用单机抬送。当工件下部采用尾排送进时，应考虑工件脱排时自转角的影响，并采取妥当的技术措施使之平稳地达到直立状态。

9.2.3 采用两台流动式起重机抬吊工件时，两台起重机起重能力宜相同，若不同时应按起重能力较小的起重机计算起重量，且每台起重机只能按在该工况 75% 的承载能力使用。

9.2.4 两台起重机抬吊工件的两吊点距离过小或使用同一吊点时，吊点上方应加平衡轮或平衡梁等平衡装置，以使两机受力均衡。

9.2.5 使用 300t 及以上的大型流动式起重机吊装工件，应按作业工况条件下起重机支腿或履带板对地面的压力要求，进行作业地面的地基处理。

9.3 桅杆滑移法吊装

9.3.1 桅杆滑移法吊装立式工件有单桅杆、双桅杆、门式桅杆、人字桅杆等吊装工艺。

9.3.2 桅杆的使用应根据起重施工任务、工期、现场条件等进行全面考虑，其原则为：

- a) 满足最大工件的吊装要求；
- b) 桅杆竖立的位置应满足吊装顺序的要求；
- c) 优化桅杆移动的路线，并为其他工程施工创造条件；
- d) 对于某些妨碍桅杆竖立、移动或工作的基础或建、构筑物，在制定起重施工规划时，应安排综合进度计划；
- e) 施工平面布置，应为桅杆竖立和拆除留有必要的场地。

9.3.3 用双桅杆吊装工件时，两桅杆应按吊装方位竖立，其底部中心连线宜通过基础中心，且两桅杆距基础中心宜相等。

9.3.4 用双桅杆吊装工件时，两桅杆应调整到同一平面内。

9.3.5 被吊工件的进向轴线应与两桅杆底部中心连线垂直。

9.3.6 当工件较高，两桅杆间的某些拖拉绳妨碍工件竖立时，在工件抬头后可暂时回松，待工件通过后将其张紧。当采用门式桅杆吊装时，其顶部横梁可设计为 U 形，以利工件上部通过。

9.3.7 牵引和后溜滑车组的操作应配合良好，以使主吊索具随时保持在方案所规定的平面内。

9.3.8 尾排宜采用可旋转尾排，以改善工件裙部的受力状态及保持工件运行中的稳定。

9.3.9 为了防止滑车组工作时产生扭转，应对滑车组采取防转措施。

9.3.10 工件脱排时，溜尾滑车组的走绳与地面夹角应尽量小，以免增加工件脱排时各部位的受

力。

9.3.11 工件应按方案规定位置脱排，不得强行提前脱排。

9.3.12 牵引与制用地锚位置，应与基础中心在同一直线上，以利排子沿直线前进，并防止脱排时工件摆动。

9.3.13 当两套起吊索具共同作用于一个吊点时，应加平衡装置并进行受力平衡监测。

9.3.14 当利用桅杆倾斜吊装时，其倾斜角度不应超过 15° ，且在倾斜方向应用索具将底部封牢，防止桅杆底部在起吊中向后滑动。

9.3.15 桅杆倾斜起吊工件的倾斜角度应使桅杆主吊索具位于设备基础的中心上方，但有时由于工件的形态和重量的限制，桅杆倾斜角度不能使主吊索具达到基础中心时，可在桅杆的对面加上一套或两套平衡夺绳，便于工件的就位。平衡走绳底部应设置调整拉力的索具，平衡夺绳的着力点宜选择在主吊滑车组动滑轮的绳扣上。

9.3.16 大型工件吊装时，宜对桅杆的弯曲度进行观测。

中华人民共和国石油化工有限公司行业标准

石油化工工程起重施工规范

SH/T 3536-2002

条 文 说 明

2002 北 京

目 次

4 总则	21
4.1 一般规定	21
4.2 技术准备	21
4.3 起重施工安全保证	21
4.4 起重吊装的指挥	21
5 起重机械的使用	21
5.4 流动式起重机	21
6 起重吊、索具	22
6.2 合成纤维吊装带	22
6.3 钢丝绳与吊索	22
6.8 吊具	23
6.9 吊耳	23
6.10 地锚	23
7 桅杆	23
7.1 桅杆的使用要求	23
7.2 桅杆的竖立	23
9 工件吊装	24
9.1 一般规定	24
9.2 流动式起重机吊装	24
9.3 桅杆滑移法吊装	24

4 总则

4.1 一般规定

4.1.2 实际工作中，往往有这类情况，即工件重量并不大，起重施工作业难度却很大或者对安全的要求很严格。这类的起重施工也应认真对待，本规范将这类作业列入大型起重施工作业等级，其属性判定及审批等级应由各单位技术负责人决定。

起重施工的重要性不应只以工件的重量作为依据，而应考虑到作业的具体情况决定，对于小型工件的吊装可采取编制吊装工艺卡的形式。

吊装工艺卡一般包括以下内容：

- a) 工件概况；
- b) 吊装机械及作业参数；
- c) 索具选择及捆绑方法；
- d) 安全注意事项。

4.1.3 本条为强制性条文，为保障人身和财产安全以及其他公共利益应严格执行。

4.2 技术准备

4.2.2 在起重吊装作业的有关计算中，各施工单位依据自己的习惯和理解采用的计算公式和依据不尽相同，就是在同一单位也出现不同的计算方法，不利于方案的讨论和审查。各单位宜按国家有关标准，统一计算方法、计算公式和采用的基本数据。

4.3 起重施工安全保证

4.3.4 起重吊装作业准备工作完成后，在作业前都应进行检查。本条规定为大型吊装作业应由上级部门组织联合检查。小型的起重吊装作业的检查，按“吊装作业检查确认分级制度”的规定，由作业层的管理人员，如队长、施工员或班长进行。

4.4 起重吊装的指挥

4.4.4 尽管 GB 5082 已发布多年，但实际上很多起重作业人员在工作中仍然沿用各单位的习惯和传统的指挥方法，所以有必要对此作出规定。

5 起重机械的使用

5.4 流动式起重机

5.4.2 汽车或轮胎式吊车作业时应将支腿全部伸出，并在支腿下垫以路基板，增大地面的承载能力。而履带式起重机则靠履带板的支承，当地面承载力不足时，会造成起重机械倾覆的危险。所以起重机的站立以及行驶场地一定要坚实平整，有一定的承载能力。

5.4.4 工程中，对警戒标志要求是严格的，凡有流动式起重机作业的地方应设置用一种叫“老虎带”的红白相间的塑料带子围起来的警戒区域，否则，安全监察人员有权责令停止作业。

5.4.5 考虑到大型吊装作业中大而重的工件起吊时是无法使用溜绳的，需要使用溜绳的工件往往是一些吊起在空中易打转、摆动的工件，如钢结构杆件、管线等，本条款针对这种情况作出规定，而不是要求所有工件起吊都应使用溜绳。

采用流动式起重机吊装作业中，我们不希望出现“斜吊”的情况，但在实际工作中，并不是

所有的“斜吊”都能避免的，例如，用起重机溜尾配合吊装工件时，当工件上升到一定角度时，辅助起重机开始溜放，这种状态就是斜吊，但是这种状态对吊装指挥人员及起重机司机有着一定的素质要求，并对该状态下起重机的受力情况有着清醒的认识。为此，本条款中仅规定了吊物时，起重机吊钩的允许偏角，没有规定“不得斜吊”。

6 起重吊、索具

6.2 合成纤维吊装带

6.2.1~6.2.2 合成纤维吊装带是钢丝绳的换代产品，与钢丝绳相比，使用起来有轻便、弹性小、减震、不腐蚀、不导电等特点，越来越广泛地用于工件捆绑和吊装作业中。有的吊装带带有外套，吊带外套仅对吊带丝束起保护作用，在超载或经长期使用承载芯可能有局部损伤时，外套管会首先断裂示警。

6.3 钢丝绳与吊索

6.3.1 钢丝绳作绳扣的使用方法有两种，一种是用来作缠绕捆绑，例如，用作无吊耳的工件的捆绑，另一种是用得较多的作系挂用。前一种方法是考虑到绳扣经缠绕后有可能出现受力不均的现象，不能每股都达到平均受力状态，只有提高其安全系数来保证吊装作业的安全性。后一种方法绳扣呈单向受力状态，所以其安全系数没必要规定的过高。本条分两种情况作出规定。

6.3.2 对于通过不同尺寸的轴、销或滑轮时，钢丝绳强度能力的折减系数的计算方法，施工单位各有不同，本条编入的这种计算方法，资料来源于 Dorman long Technology 《Rigging Supervisor's training manual》(英)。

6.3.13 吊索又称作绳扣，是以钢丝绳为挠性原件配以端部刚性部件或用该钢丝绳端部直接插接成索眼而成。在目前广泛采用流动式起重机吊装作业的情况下，吊索是钢丝绳中应用最广泛的一种吊索具。

6.3.17 在起重吊装作业中，绳扣用于捆绑非常普遍。在绳扣弯曲处同时受到拉剪力作用，因此，在选择绳扣时，应找出其中的薄弱点来选择绳扣的规格。

6.8 吊具

6.8.1~6.8.6 吊具可直接或配用索具吊起工件，如吊钩、抓斗、夹钳、吸盘和平衡梁或扁担等。本条所说的吊具主要是指结合工程设计制造的如夹钳、平衡梁等专用吊具。

6.9 吊耳

6.9.3 本条款与本规范第9.1.2条的内容都是考虑到有利于保证设备和吊耳的制作质量，有利于吊装工程的安全，实现吊耳制作与焊接的规范化，也符合国际上的习惯做法。

6.10 地锚

6.10.4 关于地锚的回填，一般资料都是要求“每填高300mm要夯实一遍”，但在实际作业中很难作到，特别是在地下水位较高的地区，是根本做不到的，在此，仅规定为“压实”。

7 桅杆

7.1 桅杆的使用要求

桅杆又名抱杆、抱子、扒杆，是一种传统的起重机械。它应用面广、起重吨位大、成本低廉，多年来，在石油化工装置建设的吊装工程中起到了重大的作用。

按制造材料分有金属桅杆和木质桅杆；按使用方法分有单桅杆、双桅杆、人字桅杆、回转桅杆和门式桅杆等组合使用方式，在使用桅杆吊装的基础上又发展了扳转法，吊推法等吊装方法。

近年来，随着石油化工建设的发展，流动式起重机械的起重能力越来越大，使用也越来越广泛，使用的吊装作业方法相比较，原来的桅杆吊装方法暴露出许多弱点，各种形式的桅杆吊装已被流动式起重机械所替代。但是，由于起重能力和施工单位的承受能力所限，至少在目前还解决不了千吨左右的重型设备的单车或双车吊装，因此，在一定程度上，还离不了采用桅杆进行吊装，而且，发展了门式、双门式的桅杆吊装方法。在提升方法方面，也出现了采用液压绳缆千斤顶提升来代替传统的滑车组、卷扬机，使得起重吨位及重型设备吊装作业的安全性大大提高，这无疑为吊装技术的一大进步。目前，我们在石油化工特重型设备的的吊装技术方面也正朝着这个方向努力。

本规范在“桅杆”一节，只编制了“金属桅杆”及相关的内容，在“桅杆吊装”一节，只编制了“滑移法”的内容。有关采用门式桅杆液压绳缆千斤顶提升吊装技术的内容，本规范将在其广泛实施后予以总结和补充。

7.2 桅杆的竖立

7.2.2 施工实践证明，由设计按施工的技术条件将桅杆基础与设备基础设计为一体，并同时施工，对保证桅杆地基的承载能力和文明施工都有着较重要的意义。

7.2.6 每根直立桅杆应设置 6 根拖拉绳，其水平投影夹角以 60° 为宜。这样，可以保证在吊装过程中的各种状态至少有两根拖拉绳受力。

7.2.7 地锚承受水平力的能力比重力要大，特别在地耐力较大的地区。从受力计算来说，拖拉绳越长即与地面的夹角越小，其受力越小。但又考虑到平面布置中拖拉绳不宜太长，所以，一般以 30° 为宜。若受场地限制，对于不是主要受力的拖拉绳，与地面的夹角可适当放大，但不宜超过 45° 。

9 工件吊装

9.1 一般规定

9.1.1 近年来，一些较大的工件，如火炬塔架和一些高塔的吊装已较多地采用了大型流动式起重机械分段正装。事实说明，类似工件的吊装比传统的用桅杆吊装减轻了劳动强度，减少了场地的占用，明显地提高了经济效益。

9.1.7 有的情况下，工件起吊时，并不是起重机械的最大受力状态，如用流动式起重机起吊立式工件。这种情况，如何作好试吊，由起重起重施工技术文件决定。

9.2 流动式起重机吊装

9.2.1 采用流动式起重机吊装越来越普遍地使用在石油化工装置的吊装作业中。由于它具有机动灵活和起重能力较大等特点，而且国内、国外的流动式起重机都在向大型化发展，大有代替桅杆吊装之势。流动式起重机吊装工艺比较简单，最重要的是要掌握以下要点：第一是起重能力；第二是起升高度（包括臂杆与被吊工件之间的净距）；第三是支腿的稳定。本条对前两项作出了

规定，第三项在第 9.2.5 条作出规定。

根据多年来使用起重机械作业的经验，不乏有不满以上条件而发生事故的案例。因此在选用起重机械吊装前一定要根据被吊工件的重量、外形尺寸、安装高度及工作环境等选用作业参数并符合本规范 9.2.3 条的规定。

9.2.2 当用流动式起重机吊装立式工件时，一般应采用另一台流动式起重机（称为辅机）抬送工件尾部，使工件直立。这种方法，我们也称之为“溜尾”。

9.2.3 双机抬吊是比较危险的作业，对吊装指挥及司机的要求都比较高。国外有些工程管理人员对于双机抬吊作业是持否定态度的，但是在国内，由于目前尚没有足够大的起重机械能满足单机吊装的需要，另一方面也由于起重机械的费用较高，在可能的情况下，还比较多的因地制宜地采用两台起重机抬吊作业。

因为双机抬吊可能出现速度不同步，起吊能力不同步或指挥与司机的不同步等危险因素，所以，规定了只能用其能力的 75%，留有一定的安全余量。

9.3 桅杆滑移法吊装

9.3.15 桅杆倾斜使用，底部应加封绳，以防止受力后发生移动、严重时会发生桅杆倒塌的事故。桅杆的倾斜度若太大会使桅杆的自重弯矩明显增大，轻则降低起重能力，重则发生弯曲，失去稳定。实际使用中应按方案需要的倾斜角度对桅杆的稳定性进行核算。