

ICS 53.020.01

P 72

备案号: J334-2004

SH

中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3515-2003

代替SH/T 3515-1990

大型设备吊装工程施工工艺标准

Construction standard for large-size equipment hoisting engineering

2004-03-10 发布

2004-07-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

中华人民共和国国家发展和改革委员会

公 告

2004年 第14号

国家发展改革委批准《石油化工安全仪表系统设计规范》等19项石油化工行业标准，现予公布，自2004年7月1日起实施。

以上标准由中国石化出版社出版。

附件：19项石油化工行业标准名称及编号。

中华人民共和国国家发展和改革委员会

二〇〇四年三月十日

附件：

19项石油化工行业标准名称及编号

序号	标准名称	标准编号	替代标准编号	采标编号
1	石油化工安全仪表系统设计规范	SH/T3018-2003	SH3018-1990	
2	石油化工仪表管道线路设计规范	SH/T3019-2003	SH3019-1997	
3	石油化工企业照度设计标准	SH/T3027-2003	SH3027-1990	
4	一般炼油装置用火焰加热炉	SH/T3036-2003	SH3036-1991	ISO 13705
5	石油化工非埋地管道抗震设计通则	SH/T3039-2003	SH3039-1991	
6	石油化工设备管道钢结构表面色和标志规定	SH3043-2003	SH3043-1991	
7	石油化工管式炉热效率设计计算	SH/T3045-2003	SH/T3045-1992	
8	石油化工钢制通用阀门选用、检验及验收	SH/T3064-2003	SH3064-1994	
9	石油化工给水排水系统设计规范	SH3015-2003	SH3015-2000	
10	石油化工仪表接地设计规范	SH/T3081-2003	SH3081-1997	
11	石油化工仪表供电设计规范	SH/T3082-2003	SH/T3082-1997	
12	石油化工工程地震破坏鉴定标准	SH/T3135-2003		
13	石油化工液化烃球形储罐安全设计规范	SH3136-2003		
14	石油化工钢结构防火保护技术规范	SH3137-2003		
15	球形储罐整体补强凸缘	SH/T3138-2003		
16	大型设备吊装工程施工工艺标准	SH/T3515-2003	SH/T3515-1990	
17	石油化工隔热工程施工工艺标准	SH/T3522-2003	SH/T3522-1991	
18	隔热耐磨衬里技术规范	SH3531-2003	SH3531-1999	
19	石油化工给水排水管道工程施工及验收规范	SH3533-2003	SHT3533-1995	

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	1
5 吊装技术管理	2
5.1 吊装技术责任制	2
5.2 安全质量规定	3
6 施工准备	4
6.1 技术准备	4
6.2 机具准备	7
6.3 现场准备	7
7 装卸运输工艺	8
7.1 工艺要求	8
7.2 设备装卸运输支吊点	9
7.3 超限设备运输	9
8 桅杆安装工艺	9
8.1 桅杆的安装与拆除	9
8.2 桅杆滑移法吊装	14
8.3 桅杆扳转法吊装	17
8.4 吊装安全技术措施	26
9 吊车吊装工艺	27
9.1 工艺要求	27
9.2 吊装选择	28
9.3 吊装方案	30
9.4 安全技术规定	30
附录 A (资料性附录) 工艺表格	31
附录 B (资料性附录) 桅杆吊装计算	44
附录 C (资料性附录) 常用索具	51
附录 D (资料性附录) 管式吊耳	64
附录 E (资料性附录) 吊梁与尾排	68
附录 F (资料性附录) 设备裙座内环支承形式	75
附录 G (资料性附录) 地锚	76
附录 H (资料性附录) 抬尾吊耳	78
用词说明	79

前 言

本标准是按照原国家经贸委《关于下达 2002 年石化行业标准制修订项目计划的通知》(国经贸厅行业[2002]36 号), 由中国石化集团第十建设公司对原《大型设备吊装工程施工工艺标准》SH/T 3515-1990 进行修订。由中国石油化工集团公司工程建设管理部组织审定。

本标准共分 9 章和 8 个附录, 8 个附录均为资料性附录。

本标准与《大型设备吊装工程施工工艺标准》SH/T 3515-1990 相比, 主要变化如下:

- 将原第五章、第六章和第七章合并为桅杆安装工艺一章;
- 增加单门式桅杆提升滑移法和双门式桅杆提升滑移法;
- 增加门式桅杆推举法;
- 取消方案级别划分, 统称大型设备吊装;
- 设备运输取消坡道法和火车、船舶的运输内容;
- 取消夺吊法;
- 取消设备吊点常用结构形式的内容;
- 将地锚的内容放入附录;
- 附录 A 为原附录一;
- 附录 B 为原附录三, 删去了格构式桅杆强度与稳定验算内容;
- 附录 D 为原附录二, 只保留吊耳的内容;
- 增加了附录 C 常用索具;
- 增加了附录 E 吊梁与尾排;
- 增加了附录 F 设备裙座内环支承形式;
- 增加了附录 G 地锚;
- 增加了附录 H 抬尾吊耳;
- 取消原附录四、附录五、附录六、附录八;
- 原附录七移入正文。

本标准以黑体字标志的条文为强制性条文, 必须严格执行。

本标准由中国石化集团施工规范管理站淄博分站管理, 由中国石化集团第十建设公司负责解释。

本标准在实施过程中, 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。

管理单位: 中国石化集团施工规范管理站淄博分站

通讯地址: 山东省淄博市 132 信箱

邮政编码: 255438

主编单位: 中国石化集团第十建设公司

通讯地址: 山东省淄博市 132 信箱

邮政编码: 255438

参编单位: 中国石化集团北京燕山石化建安公司
巨力集团有限公司

主要起草人: 王孟祥 戴 杰 马俊达 杨 晓

本标准 1990 年首次发布, 本次为第一次修订。

大型设备吊装工程施工工艺标准

1 范围

本标准制订了石油化工大型设备吊装的施工工艺及其安全技术要求。适用于石油化工工程建设大型设备吊装的施工。一般型及小型工件的吊装施工可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准，然而，鼓励根据本标准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，其最新版适用于本标准。

GB 6067 起重机械安全规程

GB 50825 起重指挥信号

SH/T 3536 石油化工工程起重技术规范

SH 3505 石油化工施工安全技术规程

3 术语和定义

SH/T 3536 确立的以及下列术语和定义适用于标准。

3.1

大型设备 over-squipment

起重施工作业工件重量大于 100t 或工件安装高度大于 60m 的塔类设备和塔式构架的统称。

3.2

压制钢丝绳绳索 press steel wire rope

钢丝绳的环套用铝合金套管通过压套机压制固结的钢丝绳绳索。

3.3

无接头钢丝绳索 endless sling

以一根一定直径的钢丝绳为子绳按所需周长绕成的只有一个子绳接头的多股绳圈，是一种特种形式的钢丝绳索具，也叫无端头钢丝绳索。

3.4

合成纤维吊装带 synthetic fibre lifting belt

由高韧性的合成纤维连续多丝编织而成的柔性吊装用的索具。

3.5

吊梁 lifting beam

起重施工作业用于平衡负载的吊装工具。

4 总则

4.1 本标准中的大型设备吊装工程符合 SH/T 3536 大型起重施工作业等级的规定。

- 4.2 对具体的大型设备吊装工程，施工单位可根据技术装备、技术素质、现场环境等方面的条件，从本标准中选择适用的吊装工艺。在有计算依据并采取有效安全措施的情况下，也可采取其他吊装工艺。
- 4.3 所有吊索具必须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。
- 4.4 大型设备吊装工程必须编制吊装方案，并符合本标准 5.1.2 条规定。方案在实施过程中必须接受安全质量部门的监督检查。
- 4.5 参加吊装工程的施工人员，应取得“特种作业操作证”。

5 吊装技术管理

5.1 吊装技术责任制

- 5.1.1 吊装工程施工应建立完善的“吊装施工安全质量保证体系”。
- 5.1.2 吊装方案应由专业吊装技术人员负责编制，并按文件管理程序审核、批准。
- 5.1.3 吊装方案编制和审批人员的资格和职责见表 1。

表 1 吊装方案编制和审批人员的资格与职责

岗 位	资 格	职 责
编制	工程师	现场调查和吊装机具调查、选用； 编制吊装方案和吊装计算书； 吊装方案交底； 吊装方案的实施； 提出补充方案。
校核	工程师	校核吊装工艺； 校核吊装计算书。
审核	高级工程师	审查吊装工艺； 审查吊装机具选择及布置合理性； 审查吊装安全技术措施； 审查进度计划、交叉作业计划； 审查劳动力组织。
批准	公司总工程师	吊装方案的最终确认、批准。

- 5.1.4 吊装方案的内容应符合 SH/T 3536 中的有关规定，编制吊装方案时应进行下列计算：

- a) 吊装工艺计算；
- b) 吊装机索具、吊耳的强度及稳定性验算；
- c) 设备（局部）吊装强度及稳定性验算。

编制吊装方案常用表格参见附录 A，桅杆吊装计算参见附录 B，常用索具参见附录 C，吊耳的结构形式参见附录 D，常用吊梁及尾排结构形式参见附录 E。

- 5.1.5 吊装计算书应包括下列内容：

- a) 选用计算公式依据；
- b) 原始数据选用依据；
- c) 计算结果及结论。

- 5.1.6 大型设备吊装工程，建设/监理或施工单位可邀请有关专家对吊装方案进行审查。

- 5.1.7 吊装方案应向有关施工人员进行交底并记录，吊装方案交底内容应包括：

- a) 多台设备吊装顺序；
- b) 单台设备吊装方案和吊装工艺；
- c) 机具安装工艺及机具试验方法和要求；
- d) 吊装作业工序及质量要求；

e) 安全技术措施。

5.1.8 吊装方案编制人应负责方案的实施，包括：

- a) 指导和监督作业人员正确执行方案；
- b) 提出正确的施工作业方法；
- c) 处理吊装施工过程中出现的技术问题；
- d) 对方案中不完善之处提出修改方案或编制补充方案。

5.1.9 吊装方案、吊装计算书及修改或补充方案和方案实施的实测记录均应存档。

5.2 安全质量规定

5.2.1 大型设备吊装工程安全技术与劳动保护应执行 SH3505 和 GB6067 的规定。

5.2.2 吊装施工准备和实施过程中，“吊装施工安全质量保证体系”应运转正常，以确保吊装施工安全。“吊装施工安全质量保证体系”岗位职责应符合表 2 的规定。

表 2 吊装施工安全质量保证体系岗位职责

层次	岗 位	职 责
决策层	正、副总指挥	全面负责吊装施工
管理层	吊装责任工程师	方案实施过程的监督与技术指导
	机械责任人员	起重机械保养运行的技术指导
	安全责任人员	安全检查和监督
	质量责任人员	吊装工程施工质量检查
	材料责任人员	吊装工程所需原材料的检查确认
指挥层	起重队长（施工负责人）	负责劳动力组织、进度计划、施工安全质量
	方案编制人	吊装方案编制及方案实施中的技术工作
	专职安全员	吊装作业安全质量检查
	吊装指挥	试吊和正式吊装作业指挥
	吊装副指挥	试吊和正式吊装作业副指挥
作业层	组长或岗长	组织岗位作业
	起重工	岗位作业
	吊车司机	吊车操作
	电工、钳工	起重机械维护保养
	监测员	规定部位监测

5.2.3 大型设备正式吊装前必须进行试吊。

5.2.4 试吊和正式吊装前应依据吊装方案进行安全质量检查，检查方式和检查内容为：

- a) 班组自检：
 - 1) 吊钩、吊具、钢丝绳的选用和设置及其质量；
 - 2) 电气装置、液压装置、离合器、制动器、限位器、防碰撞装置、警报器等操纵装置和安全装置安全使用技术条件，并进行无负荷试验；
 - 3) 地面附着物情况、起重机械与地面的固定（包括地锚、缆风绳等）或垫木的设置；
 - 4) 确认起重机具作业空间范围内的障碍物及其预防措施；
 - 5) 设备吊耳及加固措施；
 - 6) 设备内、外部坠落物和杂物的清理情况；

b) 队级复检:

- 1) 复查吊装机具、索具及起重机械;
- 2) 设备基础及回填土夯实情况;
- 3) 随设备一起吊装的管线、钢结构及设备内件的安装情况;
- 4) 确认班组自检结论及自检整改结果;

c) 联合检查:

- 1) 吊装方案及其实施情况;
- 2) 吊装安全质量保证体系及施工作业人员资格;
- 3) 安全质量保证措施的落实情况;
- 4) 核查的关键部位及预防措施;
- 5) 施工用电;
- 6) 确认队级复检结论。

- 5.2.5 在检查中发现的问题由各级责任人员组织整改和落实。安全质量部门应对整改结果进行确认。
- 5.2.6 自制、改造和修复的吊具、索具, 必须有设计文件(包括图纸、计算书等), 设计文件应存档。
- 5.2.7 经过大修或首次投入使用的桅杆、卷扬机、滑车和自制吊具在使用前应进行试验, 试验按产品说明书或设计文件规定进行, 桅杆及自制吊具试验时宜实测规定部位的应力。
- 5.2.8 起重机械、机具及工件与输电线路间的最小安全距离应符合表3的规定。

表3 输电线路与设备和起重机具间的最小安全距离

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

- 5.2.9 风速大于 10.8 m/s 的大风或大雾、大雪、雷雨等恶劣天气时, 不得进行吊装作业。
- 5.2.10 正式吊装前, 责任人员应在《吊装命令书》中签字, 现场总指挥下达吊装命令后方可实施正式吊装。《吊装命令书》格式参见附表 A。
- 5.2.11 试吊和正式吊装施工应执行下列规定:
- a) 对吊点处和变径、变厚处等设备及塔架的危险截面, 宜实测其应力, 细长设备应观察其挠度;
 - b) 对卷扬机应实测传动机构温升和电动机的电流、电压及温升;
 - c) 吊车吊装时应观测吊装安全距离及吊车支腿处地基变化情况;
 - d) 机索具的受力情况观测。
- 5.2.12 总指挥应及时果断处理吊装施工过程中出现的紧急情况。

6 施工准备

6.1 技术准备

6.1.1 吊装工程的技术准备应包括下列内容:

- a) 在工程项目的投标阶段提出大型设备的吊装规划;
- b) 工程项目中标后, 大型设备吊装规划的具体内容应列入施工组织设计中;
- c) 吊装工程开工前, 完成大型设备吊装方案的编制及审批工作。

6.1.2 吊装规划编制依据:

- a) 工程项目的招标文件;

- b) 大型设备条件图和平面布置图;
- c) 施工现场地质资料、气象资料及吊装环境;
- d) 施工机具装备条件及吊装技术能力;
- e) 工期要求与经济指标;
- f) 建设单位对大型设备吊装的有关要求。

6.1.3 吊装规划应包括下列内容:

- a) 设备吊装工艺的经济分析(包括可行性和可靠性分析);
- b) 大型设备吊装参数汇总表;
- c) 吊装工艺;
- d) 主要机具选用计划;
- e) 吊装顺序;
- f) 吊装进度(包括交叉作业进度);
- h) 吊点位置及其结构;
- i) 设备的供货条件;
- j) 吊装平面的布置;
- k) 劳动力组织;
- l) 主要安全技术措施。

6.1.4 吊装工艺有特殊要求时,应以书面形式提出,包括下列内容:

- a) 管式吊耳或板式吊耳(统称吊耳)的结构型式及关键尺寸、焊接或连接的位置及其使用条件;
- b) 塔架底部扳转铰链的结构形式,所在的基础位置及高度;
- c) 设备装卸车要求及运入吊装现场的次序及卸车位置;
- d) 设备裙座处的支撑加固措施,在裙座内环支承加固形式参见附录 F。

6.1.5 吊装平面图中应注明大型设备运抵吊装现场的运输道路及卸车场地。大型设备运输应一次到位,卸车位置应符合吊装的方位要求。

6.1.6 吊装方案的编制依据:

- a) 有关施工标准、规范;
- b) 施工组织设计;
- c) 施工技术资料:
 - 1) 设备制造图;
 - 2) 设备基础施工图;
 - 3) 设备及工艺管道平、立面布置图;
 - 4) 地下工程图;
 - 5) 架空电缆图;
 - 6) 梯子平台等相关专业施工图;
 - 7) 设计审查会文件;
- d) 设备吊装计算书;
- e) 现场施工条件;
- f) 作业计划。

6.1.7 吊装方案宜包括下列内容:

- a) 编制说明及依据;
- b) 工程概况;

- 1) 工程特点;
- 2) 吊装参数表;
- c) 工艺设计:
 - 1) 设备吊装工艺要求;
 - 2) 吊装计算结果;
 - 3) 起重机具安装拆除工艺要求;
 - 4) 设备支、吊点位置及结构图和局部加固图;
 - 5) 吊装平立面布置图;
 - 6) 地锚施工图;
 - 7) 设备地面组装深度规定;
 - 8) 地下工程和架空电缆施工规定;
 - 9) 起重机具汇总表;
 - 10) 吊装进度计划;
 - 11) 相关专业交叉作业计划;
- d) 技术要求:
 - 1) 工艺岗位分工;
 - 2) 安全技术措施;
 - 3) 机具试验;
- e) 作业要求:
 - 1) 吊装机具安装程序与工艺要点及作业质量标准;
 - 2) 设备装卸运输施工程序与工艺要点及作业质量标准;
 - 3) 试吊前准备、检查的项目与要求;
 - 4) 正式吊装的施工程序与工艺要点及作业质量标准。

6.1.8 吊装平面布置图宜包括下列内容:

- a) 吊装环境;
- b) 地下工程;
- c) 设备运输路线;
- d) 设备组装、吊装位置;
- e) 吊装过程中机具与设备的相对位置;
- f) 桅杆站立位置及其拖拉绳、主后背绳的平面分布;
- g) 主吊车和抬尾吊车的站车位置及移动路线;
- h) 滑移尾排及牵引和后溜滑车组的设置位置;
- i) 吊装工程所用的各台卷扬机现场摆放位置及其主走绳的走向;
- j) 吊装工程所用的各个地锚的平面坐标位置;
- k) 需要做特殊处理的吊装场地范围;
- l) 吊装指挥的位置;
- m) 监测人员的位置;
- n) 电源及吊装工程的最大负荷用电量;
- o) 吊装警戒区。

6.1.9 大型设备吊装工程有下列情况之一时, 应绘制施工图:

- a) 对钢丝绳穿绕有特殊要求;

- b) 对索具系统布置有特殊要求;
- c) 被吊设备的主吊点及尾部连接形式;
- d) 对吊装场地承压地面及现场设备运输道路的处理有特殊要求;
- e) 吊装配套使用的平衡梁、抬架等专用吊具。

6.1.10 对吊装方案实施前或实施过程中所发现的具体问题,应及时采取相应的改进措施,并填写吊装方案修改意见单。当吊装方案实施过程中有较大变更时,应编制补充方案,并按原程序审批。

6.2 机具准备

6.2.1 起重机具出库前,机械责任人员应核查机具员提交的机具维修、使用检验记录,确认其技术性能。必要时应进行解体检查,合格后方可出库。

6.2.2 进入吊装现场的吊装机具、索具及材料应指定存放位置并由专人验收和保管。对每件机具、索具及材料应及时作出标识,注明其规格、型号及使用部位。

6.2.3 大型起重机具的运输路线、卸车位置应符合本标准 6.1.8 条的要求。

6.3 现场准备

6.3.1 吊装现场的场地、道路、施工用电应符合本标准 6.1.8 条、6.3.2 条、6.3.3 条的要求。

6.3.2 设备运输线路、桅杆安装位置、吊车工作位置、行车路线及地耐力应按本标准 6.1.5 条、6.1.8 条、6.1.9 条的要求进行加固处理。

6.3.3 起重机具及设备存放场地应有排水措施。

6.3.4 吊装指挥应根据吊装方案的要求,进行起重机具的设置。

6.3.5 起重机具安装时,应认真填写吊装工艺卡。

6.3.6 钢丝绳的设置应符合下列规定:

- a) 钢丝绳置于地面时,应采取过路套管或垫木等防护措施;
- b) 钢丝绳绳扣各股受力应均匀;
- c) 钢丝绳应避免与设备的锐角和带电体直接接触,必要时应加垫保护层;
- d) 绕结的钢丝绳或钢丝绳搭接时,绳卡的使用应符合 SH/T 3536 的规定;
- e) 钢丝绳在弯曲使用时,应按 SH/T 3536 的规定进行核算。

6.3.7 卷扬机的设置应符合下列规定:

- a) 同一工艺岗位的卷扬机宜集中设置,且有防雨棚、垫木等防护设施;
- b) 卷扬机设置地点应便于观察吊装过程及指挥联络,且有足够的安全距离;
- c) 桅杆的走绳宜直接进入卷扬机,尽量减少走绳的变向次数;
- d) 卷扬机出绳的俯、仰角度不得大于 5° ;
- e) 卷扬机卷筒到最近一个导向滑车的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;
- f) 卷筒上的走绳应均匀缠紧,防止吊装时走绳嵌入绳层;
- g) 卷扬机的设置应避免出现下列情况:
 - 1) 走绳与设备进向交叉;
 - 2) 走绳与地面索具交叉;
 - 3) 妨碍设备尾排运行至规定位置。

6.3.8 施工单位应根据现场的土质情况和吊装工艺要求选用地锚结构形式。地锚的常用结构形式参见附录 G。

6.3.9 拖拉绳地锚设置应符合下列要求:

- a) 除特殊要求外,地锚与桅杆的距离应使拖拉绳仰角符合本标准 8.1.2 d) 项的规定;

b) 地锚的埋设要求参见附录 G。

6.3.10 吊耳的结构形式应根据设备的特点及吊装工艺确定，重型反应器顶部单吊点宜选用顶板式吊耳（见图 1）；塔类设备的吊点，宜选用管式吊耳（参见附录 D）。

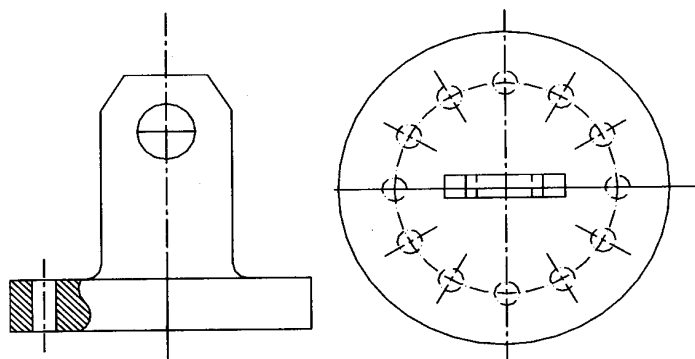


图 1 顶板式吊耳

6.3.11 管式吊耳的焊接宜按附录 D 给出的顺序进行，且吊耳与设备连接焊缝应进行着色检查。

6.3.12 不锈钢和有色金属设备吊耳加强板应与设备材质相同，并防止油污和铁质污染设备。热处理的设备应在热处理前采取加固措施。

6.3.13 设备吊点处的局部应力超过规定时，宜选用下述方法进行加固或重新设计吊耳型式：

- a) 吊点在底座环上宜采用内部“十字形”或“三角形”支撑法；
- b) 吊点在设备筒体上宜采用外部加强环梁的方法。

6.3.14 管式吊耳设计与使用应符合下列要求：

- a) 吊耳设计计算中的动载系数不小于 1.2，吊装过程中不得有冲击现象；
- b) 吊耳设计计算中，主吊滑车组的受力张角宜设定为 15° ，在吊耳的使用过程中应控制滑车组的吊装张角不得大于设定条件，且吊耳应有防止钢丝绳脱落的挡圈；
- c) 吊耳管的选用长度，应考虑钢丝绳的排列股数和设备绝热层的厚度；
- d) 吊耳的加强板，应通过吊装最大受力状态下塔壁的强度和局部稳定性计算来确定；
- e) 吊耳的管轴外表面应圆整光滑，与钢丝绳的接触面之间应加注润滑剂，必要时，可增加润滑套管，使吊装钢丝绳通过润滑套管转动；
- f) 吊耳挡圈的设置位置应考虑到钢丝绳受力张角的影响，并应采取保护钢丝绳的措施；
- g) 吊耳管上的钢丝绳排列应整齐有序，不得相互挤压，并保持各股钢丝绳受力均衡；
- h) 对整体供货的塔类设备，吊耳的制作及焊接应在制造厂完成；对在现场组装的大型设备吊耳的制作及焊接可在现场完成。

6.3.15 在有充分计算依据的条件下，吊耳可根据吊装工程的实际情况，选用其他类型的吊耳。

6.3.16 抬尾吊耳的结构形式参见附录 H。

7 装卸运输工艺

7.1 工艺要求

7.1.1 设备装卸可采用下列方法：

- a) 顶升法；
- b) 吊升法；

- 1) 流动式起重机（以下简称吊车）装卸；
- 2) 桅杆装卸，包括单桅杆、双桅杆和龙门桅杆装卸；
- 3) 龙门起重机和桥式起重机装卸；
- 4) 浮吊装卸。

7.1.2 顶升法装卸至少应使用两台顶升机械，各项升机械应同步作业。

7.1.3 吊升法装卸应计算出设备重心位置，根据设备重心位置选择设备吊点位置。吊升过程中应保持设备平衡。

7.1.4 拖排的结构和强度应满足设备运输载荷的要求；单拖排运输时，拖排长度宜为设备长度的 $1/10\sim 1/6$ ，拖排的宽度应大于或等于设备直径的 $2/3$ 。

7.1.5 拖车运输使用尾车时，重车应设置转盘。尾车支点的设置应使重车和尾车所受载荷合理分配，同时满足拖车转弯半径和道路坡度的要求。

7.1.6 设备装卸车时，其方位应符合吊装方案所规定的方位。

7.2 设备装卸运输支吊点

7.2.1 设备装卸运输支吊点数量不宜少于两点，设备外悬长度宜为设备长度的 $1/5$ ，必要时，通过计算确定。

7.2.2 支吊点的设置应避开设备外部短管、保温支撑圈、加强圈和筋板等部位，支吊点宜设置在设备内部有支撑圈处。

7.2.3 设备运输宜使用木制或钢制鞍式支座，支座包角应大于 90° ，支座高度宜尽量降低。

7.2.4 应校核设备支吊点处的局部应力，对有衬里的设备、大直径或薄壁设备可采取以下降低局部应力的措施：

- a) 设备内部设置支撑；
- b) 捆绑绳与设备之间垫方木；
- c) 增大支座包角或宽度；
- d) 增加支点数量。

7.2.5 设备运输时，鞍式支座、设备与运输机具间的连接和固定必须安全可靠，拖车运输时应对称平衡封车。

7.2.6 不锈钢、有色金属的设备和钢制支座之间应加垫非金属隔离层。

7.3 超限设备运输

7.3.1 超限设备运输前应实地勘察沿途路况，包括：

- a) 沿途跨路架空电缆、电线或管廊到地面的距离；
- b) 运输道路的转弯半径；
- c) 沿途桥涵的承载能力或桥涵的限高；
- d) 其他障碍物和特殊环境要求。

7.3.2 超限设备运输应办理运输车辆通行证，拖车要按规定路线和时间行驶，且应限制行驶速度。

7.3.3 超限设备运输应设置安全信号装置，夜间运输时还应设置安全灯。

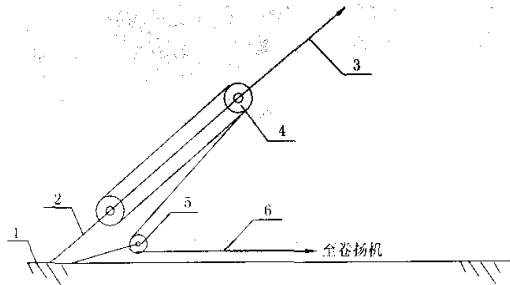
7.3.4 当路面返浆、路况不明或路障未排除时，不得进行超限设备运输。

8 桅杆安装工艺

8.1 桅杆的安装与拆除

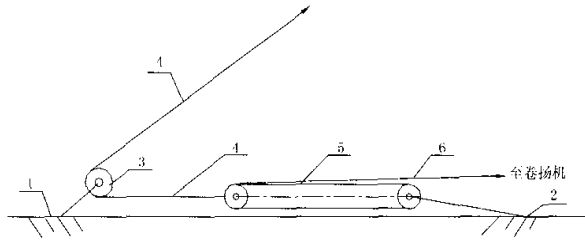
8.1.1 桅杆的组对应符合下列规定：

- a) 在组对位置放出纵向中心线，以桅杆底座位置为基准，确定各节支承的位置，支承的设置应避免使桅杆接口错位；
 - b) 桅杆支承结构应满足工艺要求；
 - c) 桅杆应按其节号与规定方位组对；
 - d) 桅杆直线度偏差应不大于桅杆高度的 1/1000，且总偏差不得大于 20mm；
 - e) 门式桅杆组合的平面度偏差应不大于桅杆高度的 1/1000，且不得大于 50mm；
 - f) 桅杆节点连接螺栓把紧应均匀对称进行，其把紧力应符合桅杆使用说明书中的规定值。
- 8.1.2 桅杆拖拉绳的设置应符合下列规定：
- a) 直立单桅杆顶部拖拉绳的设置数量宜为 6 根~8 根；
 - b) 门式桅杆顶部拖拉绳的设置数量不得少于 6 根；
 - c) 对倾斜吊装的桅杆应加设主后背绳，主后背绳的设置数量不得少于 2 根；
 - d) 拖拉绳与地面的夹角宜小于 30°，最大不得超过 45°；
 - e) 直立单桅杆各相邻拖拉绳之间的水平夹角，在任何情况下不得大于 90°；
 - f) 拖拉绳和主后背绳的下端与地锚相连接的松紧调节滑车组应满足其最大拉力要求，并采取防止滑车组受力后产生扭转的措施；
 - g) 需要移动的桅杆，在竖立前应考虑增加一定数量的备用拖拉绳；
 - h) 拖拉绳使用的安全系数不得小于 3.5 倍；
 - i) 拖拉绳使用长度应按拖拉绳完全松弛的状态加上不小于 10m 余量；
 - j) 拖拉绳不宜采用接绳的方式来增加拖拉绳的使用长度；
 - k) 主后背绳宜采用长绳套的连接方式，且在其两端连接点处加设护绳轮；
 - l) 桅杆竖立时，各条拖拉绳的调整应根据桅杆的倾斜方向，采用对称方式进行相关拖拉绳松紧度调整；
 - m) 拖拉绳进行松紧度调整时，应随时观测拖拉绳的下垂挠度；
 - n) 拖拉绳松紧度调整完毕，应及时采取加设保险绳的安全措施；
 - o) 用于拖拉绳收紧或放松的滑车组，可采用以下形式：
 - 1) 天滑车形式（见图 2）；
 - 2) 地滑车形式（见图 3）。



1—地锚；2—地锚绳；3—拖拉绳；4—滑车组；5—导向轮；6—走绳

图 2 天滑车形式



1—主地锚；2—地锚；3—导向轮；4—拖拉绳；5—滑车组；6—走绳

图3 地滑车形式

8.1.3 桅杆主提升滑车组的设置与使用应符合下列规定：

- 上部定滑车组与桅杆顶部吊梁的连接，应采用捆绑钢丝绳进行柔性连接；
- 捆绑钢丝绳的受力股数不得多于 8 弯 16 股，各股钢丝绳的长度相等、排列有序，不得出现钢丝绳相互挤压现象；
- 捆绑钢丝绳使用的安全系数不得小于 6 倍，大于 6 股的捆绑钢丝绳使用的安全系数不得小于 8 倍；
- 上部定滑车组捆绑完成后，其滑车横轴的中心线水平度不得大于 3° ；
- 桅杆的主提升滑车组宜采用双抽头顺穿方式，有效收紧长度应满足设备的最大提升高度要求；
- 在桅杆竖立前，对主提升滑车组可先用细钢丝绳穿绕，并将主提升滑车组贴紧桅杆绑牢；
- 应桅杆竖立后，拆除绑绳，使主提升滑车组处于自由悬垂状态，再通过主卷扬机将细钢丝绳抽出，同时把主走绳带入主提升滑车组。

8.1.4 桅杆吊装的主牵引卷扬机的设置应符合本标准 6.3.7 条、6.3.8 条规定，并符合下列要求：

- 各台卷扬机的规格、型号宜相同；
- 各台卷扬机的卷筒上的钢丝绳缠绕层数宜相同；
- 卷扬机在后侧进行两点封溜后，必要时尚应在卷扬机的两侧进行封溜。

8.1.5 滑移法竖立桅杆有下列方法：

- 单吊车提升滑移法；
- 双吊车抬吊滑移法；
- 辅助桅杆提升滑移法；
- 利用设备或构筑物作辅助提升滑移法；
- 门式桅杆的双吊车滑移法；
- 门式桅杆的单吊车滑移法。

8.1.6 提升滑移法竖立桅杆应符合下列要求：

- 待立桅杆底部使用尾排移送或由另一台辅助吊车抬吊下端移送；
- 抬尾移送的吊车应首选具有荷重行走功能的履带式吊车；
- 采用尾排移送时，应设置牵引和后溜滑车组；
- 尾排的移动有下列方式：
 - 底面为木质的尾排，使用滚杠在道木铺设的路面上滚动；
 - 底面为钢板或型钢结构的尾排，可在钢板或型钢铺设的路面上加注润滑剂后进行滑动；
- 待立桅杆的吊点位置应选择在桅杆最小弯矩的部位，如吊点采用捆绑法时，应选择刚性较大的节点处或两节桅杆的接口处；

- f) 利用辅助桅杆或构筑物进行竖立时, 应在待立桅杆的吊点上设置一套外夺系统;
 - g) 采用尾排移送时, 桅杆下端与排子的连接应设置回转铰链。在将待立桅杆吊装到与地面夹角大于 80° 时, 再把尾排底部封牢, 并通过对桅杆顶部相关拖拉绳的调整逐步使待立桅杆转至直立状态;
 - h) 采用双吊车抬吊竖立桅杆时, 在吊点上应设置平衡吊梁;
 - i) 在竖立提升过程中, 待立桅杆顶盘上的拖拉绳应始终保持松弛状态;
 - j) 门式桅杆竖立前, 应在两滑移尾排之间加设临时支撑杆件;
 - k) 采用一台吊车滑移法竖立门式桅杆时, 主吊点宜设置在门式桅杆的顶梁上部, 并采用单吊点的形式。
- 8.1.7 扳转法竖立桅杆有下列方法:
- a) 吊车抬头单转法;
 - b) 辅助桅杆单转法;
 - c) 门式桅杆的扳转法。
- 8.1.8 吊车抬头扳转竖立单桅杆应符合下列要求:
- a) 吊车的有效提升高度应使待立桅杆与地面夹角大于 30° ;
 - b) 主地锚出绳点与桅杆底座铰链中心的水平距离应不小于待立桅杆高度的 1.5 倍, 且主地锚的出绳点应设在桅杆摆放时的纵向中心线上;
 - c) 桅杆底座的封底滑车组不得少于 4 套, 且与桅杆纵向中心线对称布置;
 - d) 桅杆的吊点两侧应设置耳绳;
 - e) 吊车脱钩前应具备下列条件:
 - 1) 扳转滑车组完全受力、主扳地锚稳定, 吊钩处于非受力状态;
 - 2) 两侧耳绳对称收紧;
 - 3) 桅杆底座铰链及封底滑车组工作正常, 且封底地锚稳定;
 - f) 主扳转滑车组应用双抽头顺穿方式, 且采取防扭转措施;
 - g) 桅杆在扳转到临界角前, 后溜绳应处于受力状态, 调整桅杆顶部的各条拖拉绳开始受力;
 - h) 吊车的选择及使用应符合本标准第 9 章的规定。
- 8.1.9 辅助桅杆单转法竖立单桅杆应符合下列工艺要求:
- a) 辅助桅杆的高度宜不小于待立桅杆高度的 $1/2$;
 - b) 辅助桅杆应设置后背主绳;
 - c) 待立桅杆扳转过程中, 两侧耳绳应处于受控状态;
 - d) 其他相关工艺要求应符合本标准 8.1.8 条的规定。
- 8.1.10 门式桅杆扳转法应符合下列要求:
- a) 扳转前应对门式桅杆底部进行刚性联接或支撑;
 - b) 吊车的有效提升高度宜使门式桅杆与地面夹角大于 40° ;
 - c) 门式桅杆的吊点宜设在顶梁上, 且桅杆应满足其强度和稳定性要求;
 - d) 门式桅杆扳转时应设置后溜绳;
 - e) 门式桅杆拖拉绳的布置应相互对称, 且拖拉绳预紧力应均衡, 以确保门式桅杆的平面度;
 - f) 其他相关工艺要求应符合本标准 8.1.8 条的规定。
- 8.1.11 桅杆找正应符合下列要求:
- a) 桅杆和底排按方案要求调整到位;
 - b) 直立桅杆垂直度偏差宜不大于其高度的 $1/1000$;

- c) 组合式桅杆平面度偏差宜不大于其高度的 1/1000;
 - d) 倾斜桅杆的直线度和倾角应符合方案要求;
 - e) 桅杆顶部的各条拖拉绳应受力均匀;
 - f) 桅杆底排的四周宜用契木塞紧, 必要时应封底;
 - g) 桅杆底部的导向滑车和走绳应满足设备就位的空间要求。
- 8.1.12 桅杆连续法移动应符合下列要求:
- a) 移动路线及路面应平整, 且满足其承载要求;
 - b) 在桅杆底部设置牵引滑车组;
 - c) 在弯路上移动时, 应及时改变牵引和后溜滑车组的受力方向;
 - d) 桅杆在拖拉绳的控制下, 应保持前倾 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 的状态, 移动中桅杆的侧向倾角不得大于 2° 。
- 8.1.13 桅杆间歇法移动应符合下列要求:
- a) 桅杆先前倾 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 后, 各条拖拉绳停止动作, 再开始移动桅杆, 使桅杆逐渐进入直立状态, 重复该项操作, 使桅杆移动到规定位置;
 - b) 桅杆在移动时的侧向偏角不得大于 3° ;
 - c) 其他工艺要求应符合本标准 8.1.12 条的规定。
- 8.1.14 门式桅杆采用间歇法移动时, 其前倾角不得大于 5° 。平面度偏差应小于其高度的 1/1000, 且底部的两个底排应同步移动, 并在门式桅杆下部两支腿间设置刚性横梁连接。
- 8.1.15 桅杆拆除主要有下列方法:
- a) 利用已吊装就位的高大设备滑移法拆除直立单桅杆;
 - b) 利用大型吊车整体拆除门式桅杆或直立单桅杆;
 - c) 利用已吊装就位的高大设备扳转法拆除单桅杆;
 - d) 顶部提升分段抽底法拆除直立单桅杆。
- 8.1.16 利用已吊装就位的高大设备滑移法拆除直立单桅杆应符合下列要求:
- a) 在设备顶部封头或原设备吊耳上设置提升滑车组, 提升滑车组与桅杆吊点联接;
 - b) 在桅杆吊点处设置外夺滑车组;
 - c) 在提升滑车组和外夺滑车组完全受力后对影响桅杆拆除的相关拖拉绳可对称拆除;
 - d) 桅杆底座或移动尾排的设置与其滑移竖立的方法相同;
 - e) 桅杆底部的移动速度应保持桅杆吊点垂直匀速下落, 桅杆底端不得与尾排脱离;
 - f) 利用的高大设备强度和稳定性应满足系统受力要求。
- 8.1.17 大型吊车整体拆除门式桅杆或直立单桅杆应符合下列要求:
- a) 吊点位置应设在门式桅杆的顶梁上部;
 - b) 门式桅杆两支腿下部应设置滑移尾排;
 - c) 在主吊车受力后, 回松或拆除门式桅杆的拖拉绳;
 - d) 过程控制见本标准 8.1.16 条的规定。
- 8.1.18 利用已吊装就位的高大设备扳转法拆除单桅杆应符合下列要求:
- a) 其拆除方法与桅杆的扳转法竖立(带辅助单桅杆)的方法相同, 工序相反;
 - b) 对所拆除桅杆的有关底排封溜、耳绳设置、吊点位置及其他要求与辅助桅杆单转法竖立桅杆的工况基本相同;
 - c) 所利用高大设备的强度和稳定性应满足桅杆扳转拆除的受力要求。
- 8.1.19 顶部提升分段抽底法拆除直立单桅杆应符合下列要求:
- a) 其提升系统可设置提升滑车组或用大型吊车提升;

- b) 桅杆顶盘上的拖拉绳应随时调整其松紧程度;
- c) 待拆除的桅杆下段(节)用吊车或滑车组进行拆除;
- d) 依次将桅杆提升并抽去底节, 最后将桅杆完全拆除;
- e) 桅杆上的吊点位置应随下节的拆除及时上移, 使被吊上端桅杆的重心处在吊点以下位置。

8.2 桅杆滑移法吊装

8.2.1 桅杆滑移法吊装工艺流程见图 4, 其主要特征如下:

- a) 主吊点在设备重心以上;
- b) 提升系统主要由系挂在桅杆顶部的滑车组承担;
- c) 在设备裙座以下设置一个用于滑移的尾排, 使之能在滑移路面上做水平移动;
- d) 在设备裙座上设置牵引和后溜滑车组来控制尾排的行进速度;
- e) 设备在吊装过程中, 在主提升滑车组提升力的作用下使设备抬头, 通过牵引和后溜滑车组的控制, 使尾排开始移动, 将设备由原来的平卧状态逐步转变成倾斜状态, 在尾排移动到最终位置后, 使设备脱排、回落就位。

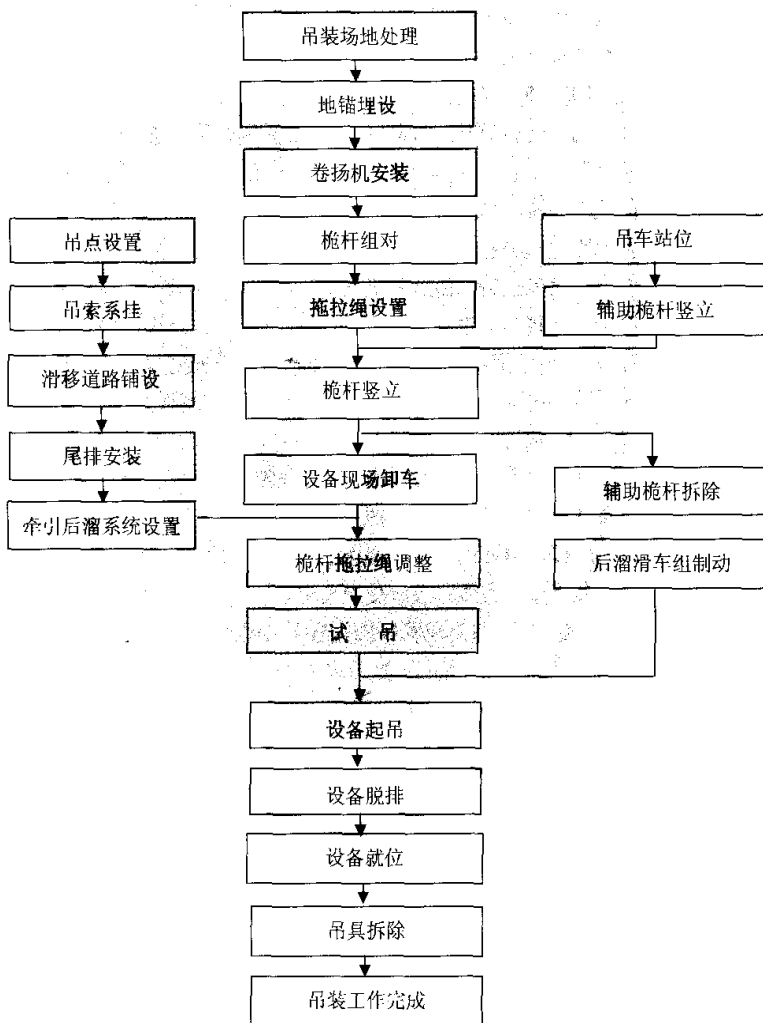


图 4 滑移法吊装工艺流程

8.2.2 桅杆滑移法吊装大型设备有下列方法:

- a) 倾斜单桅杆滑移法;
- b) 双桅杆抬吊滑移法:
 - 1) 高设备低桅杆抬吊滑移法;
 - 2) 低设备高桅杆抬吊滑移法;
 - 3) 高基础双桅杆抬吊滑移法;
- c) 门式桅杆滑移法。

8.2.3 倾斜单桅杆滑移法吊装应符合下列要求:

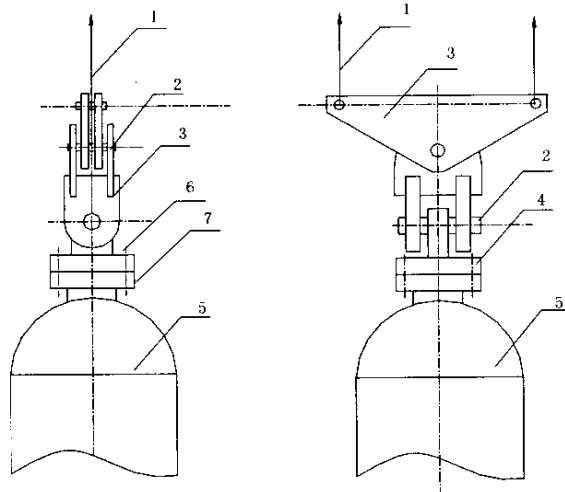
- a) 桅杆倾斜角宜不大于 10° , 桅杆底座上应设置封底滑车组, 桅杆的起重能力应能满足吊装工艺和空间的要求;
- b) 吊点不在设备封头中心时, 应设置吊装支撑梁;
- c) 设备完全离开支座后应停止抬头, 检查提升系统的导向滑车与溜引索具、地锚、桅杆倾斜度及设备进向;
- d) 尾排溜引速度应与设备提升速度相匹配, 不得使提升滑车组形成过大的侧偏角;
- e) 设备脱排时, 其仰角应小于临界角, 且吊装系统索具应同时处于受力状态;
- f) 设置设备就位的辅助机械索具, 设备就位时, 提升滑车组应对准基础中心。

8.2.4 双桅杆抬吊滑移法(桅杆低于设备高度)吊装应符合下列要求:

- a) 桅杆高度和起重能力应符合设备吊装高度和吊装计算重量要求;
- b) 两台桅杆站立位置应与待吊设备基础中心点对称;
- c) 桅杆与待吊设备外边缘之间的净距以使设备能顺利通过为准;
- d) 桅杆底座上应设置封底滑车组, 一台桅杆底座的封底滑车组不得少于 4 套, 且应在底座的相互正交的四个方向设置;
- e) 待吊设备的吊点位置及吊耳应符合下列要求:
 - 1) 两个吊耳应在设备的重心以上位置, 吊耳型式宜选用管轴式;
 - 2) 吊点位置的设备本体应满足强度和稳定性要求;
 - 3) 吊装就位前, 提升滑车组应留有不小于 2.0m 的净距;
 - 4) 吊耳位置的设置应使管孔、人孔、管架及平台等不妨碍吊装工作, 且便于吊后索具的拆除作业;
- f) 对上部为平面的滑移尾排其宽度应大于设备裙座最大外径的 $1/2$, 且尾排刚度应满足承载受力要求;
- g) 设备裙座上滑移尾排时, 应与尾排对中, 并沿裙座两侧加设木质弧面垫层, 避免设备裙座与尾排上平面出现点接触;
- h) 必要时, 应在设备裙座底部内环加设刚性支撑;
- i) 设在裙座上的牵引和后溜滑车组, 其纵向中心连线应通过待吊设备的基础中心;
- j) 在设备裙座环板的上部设置两个管轴式吊耳, 用于后溜滑车组的栓挂点;
- k) 起吊过程中, 两桅杆提升滑车组的提升速度应同步, 设备应在临界角前脱排;
- l) 对影响设备吊装的两桅杆内侧的相关拖拉绳, 在设备吊装初始(抬头状态)应缓慢回松, 再移送到塔体下部, 并随着设备的提升及时将回松的拖拉绳收紧;
- m) 必要时, 可采取在设备顶封头处另外加设辅助提升措施;
- n) 尾排的移动可采用滑动式或滚动式, 并首选带有回转铰链的钢结构尾排;
- o) 使用履带式吊车进行设备的抬尾递送, 吊车的最大荷载宜不大于吊车额定负荷的 80%。

8.2.5 双桅杆抬吊滑移法（桅杆高于设备高度）应符合下列要求：

- a) 单吊点设在设备顶部中心法兰上时，应设置专用吊盖和配套的平衡吊梁，其连接方式见图 5；
- b) 设在设备筒体上的双吊点吊耳可采用管轴式或板式吊耳；
- c) 设在封头部位的板式吊耳，两台桅杆上的起吊滑车组，其吊装夹角（就位状态下）应符合板式吊耳的设计要求；
- d) 对单吊点形式，起吊滑车组的吊装夹角宜不大于 15° ；
- e) 其他工艺要求应符合本标准 8.2.4 条的规定。



1—吊绳；2—吊轴；3—吊梁；4—吊盖；5—设备；6—连接螺栓；7—设备法兰

图 5 吊盖及平衡吊梁连接示意

8.2.6 高基础时，双桅杆抬吊滑移法应符合下列要求：

- a) 设备在吊装前地面摆放位置应符合下列要求：
 - 1) 设备纵向中心线（设备进向）与两桅杆之间的中心连线垂直；
 - 2) 设备最前端与基础外边缘之间的净距不小于 500mm；
 - 3) 两吊耳之间的纵向中心线应处于水平状态；
- b) 吊装初始，应在后溜滑车组的制动下开始收紧起吊滑车组；
- c) 设备的脱排应符合下列要求：
 - 1) 尽量减少起吊滑车组的侧向偏角；
 - 2) 尾排至基础间保持最小距离；
 - 3) 设备外边缘与基础保持 200mm 的最小距离；
 - 4) 后溜滑车组处于受力状态；
 - 5) 吊装系统各受力部位处于正常的工作状态；
- d) 其他工艺要求应符合本标准 8.2.4 条的规定。

8.2.7 单门式桅杆提升滑移法应符合下列要求：

- a) 单门式桅杆的高度宜为待吊设备高度的 1.3 倍，门式桅杆宽度应使待吊设备顺利进入；
- b) 设备脱排应符合下列条件：
 - 1) 滑移尾排应移动到设备基础之上位置；
 - 2) 两起吊滑车组应保持在门式桅杆平面内；

3) 设备的脱排应对裙座采取制动措施;

4) 两起吊滑车组的吊装夹角应相同;

c) 对细长比较小的短粗设备吊装, 应有控制自由回的措施;

d) 其他工艺要求应符合本标准 8.2.4 条的规定。

8.2.8 双门式桅杆提升滑移法应符合下列要求:

a) 双门式桅杆应与设备基础对称站位, 设备吊装前在地面摆放位置应符合本标准 8.2.4 条规定;

b) 应配置四吊点平衡受力吊梁。如设置四套起吊滑车组, 其两套起吊滑车组之间保持受力平衡;

c) 滑移尾排运行的终止位置应靠近设备基础的外边缘, 在有条件的情况下, 尾排运行的最终位置宜在设备基础之上;

d) 其他工艺要求应符合本标准 8.2.5 条的规定。

8.3 桅杆扳转法吊装

8.3.1 扳转法工艺特征是在设备自身结构强度和基础的承载能力满足吊装要求的条件下, 以设备底铰为支点并通过设备上的吊点施加扳转力, 使待吊设备由平卧状态逐步回转到临界自转状态, 再由后溜滑车组将其溜放到直立就位状态。

8.3.2 桅杆扳转法吊装有下列方法:

a) 单桅杆单转法, 其工艺流程见图 6;

b) A 型桅杆双转法, 其工艺流程见图 7;

c) 门式桅杆推举法, 其工艺流程见图 8。

8.3.3 桅杆扳转法吊装工艺适用于下列情况:

a) 低基础立式圆筒形设备;

b) 大型构架式塔架;

c) 桅杆。

8.3.4 单桅杆单转法竖立塔架应符合下列要求:

a) 在塔架两下弦主肢底部与基础之间加设回转铰链, 成为扳转的回转支点;

b) 桅杆高度宜不小于塔架高度的 1/2, 桅杆站立中心应在塔架纵向中心线上;

c) 桅杆底座的封底滑车组不得少于四套;

d) 必要时应在桅杆上加设后背绳;

e) 塔架吊点设置应符合下列要求:

1) 吊点位置高于塔架组合重心, 且塔架在扳转过程中其弯曲应力小于许用应力值;

2) 吊耳形式宜为管轴式吊耳, 可设在两下弦主肢的节点外侧;

3) 塔架的两吊耳同时可用作后溜绳的系挂点;

f) 扳转滑车组应采用一个上滑车和两个下滑车构成扳转滑车组, 其穿绕形式见图 9;

g) 扳转滑车组的穿绕长度以使塔架扳至临界角为宜。扳转滑车组的对称中心应与塔架纵向中心线及后溜滑车组纵向中心线保持在同一平面内;

h) 扳转前期, 后溜滑车组应保持自由松垂状态, 在将塔架扳转至临界角前 10° 时, 该滑车组应处于受力状态;

i) 扳转至临界角时, 扳转滑车组停止工作, 塔架应在后溜滑车组控制下持续转动, 扳转滑车组处于自由松垂状态, 直至塔架就位;

j) 在塔架转过临界角度后, 应及时放松桅杆上的主拖拉绳或后背主绳。

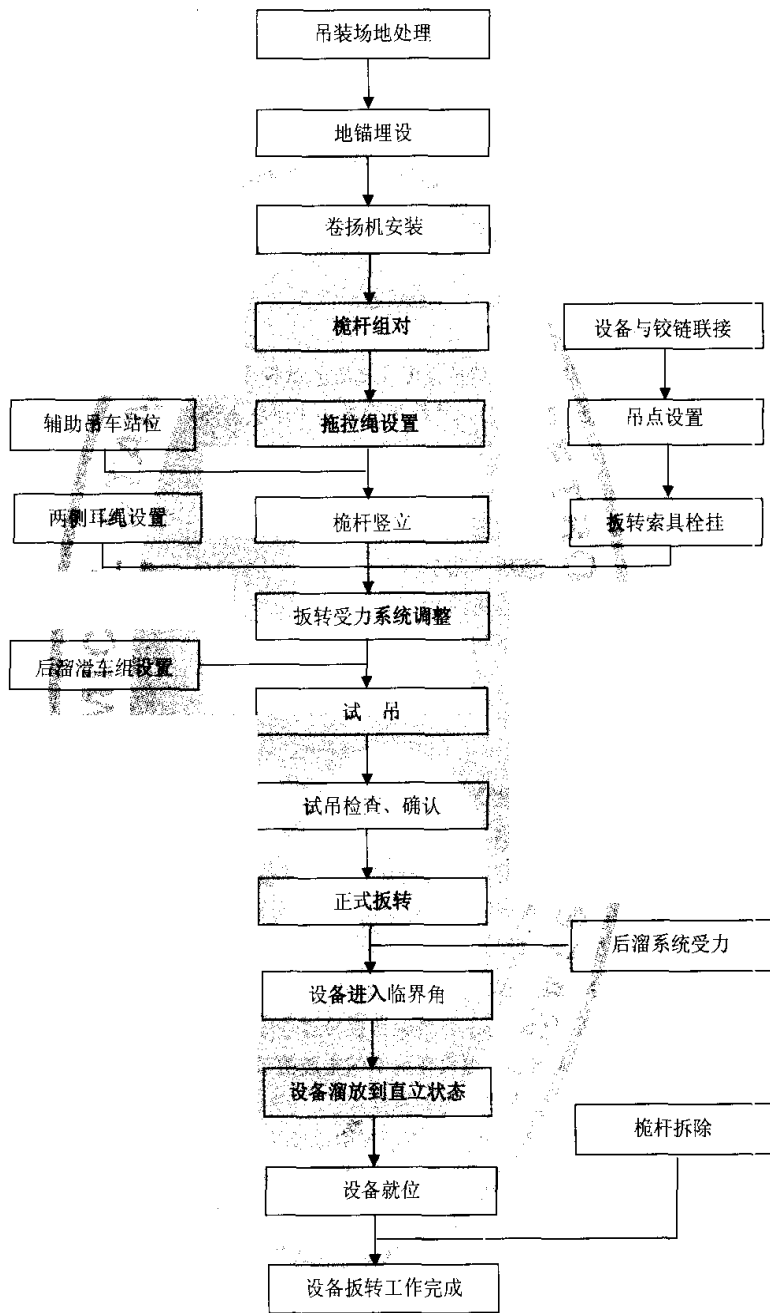


图 6 单桅杆单转法吊装工艺流程

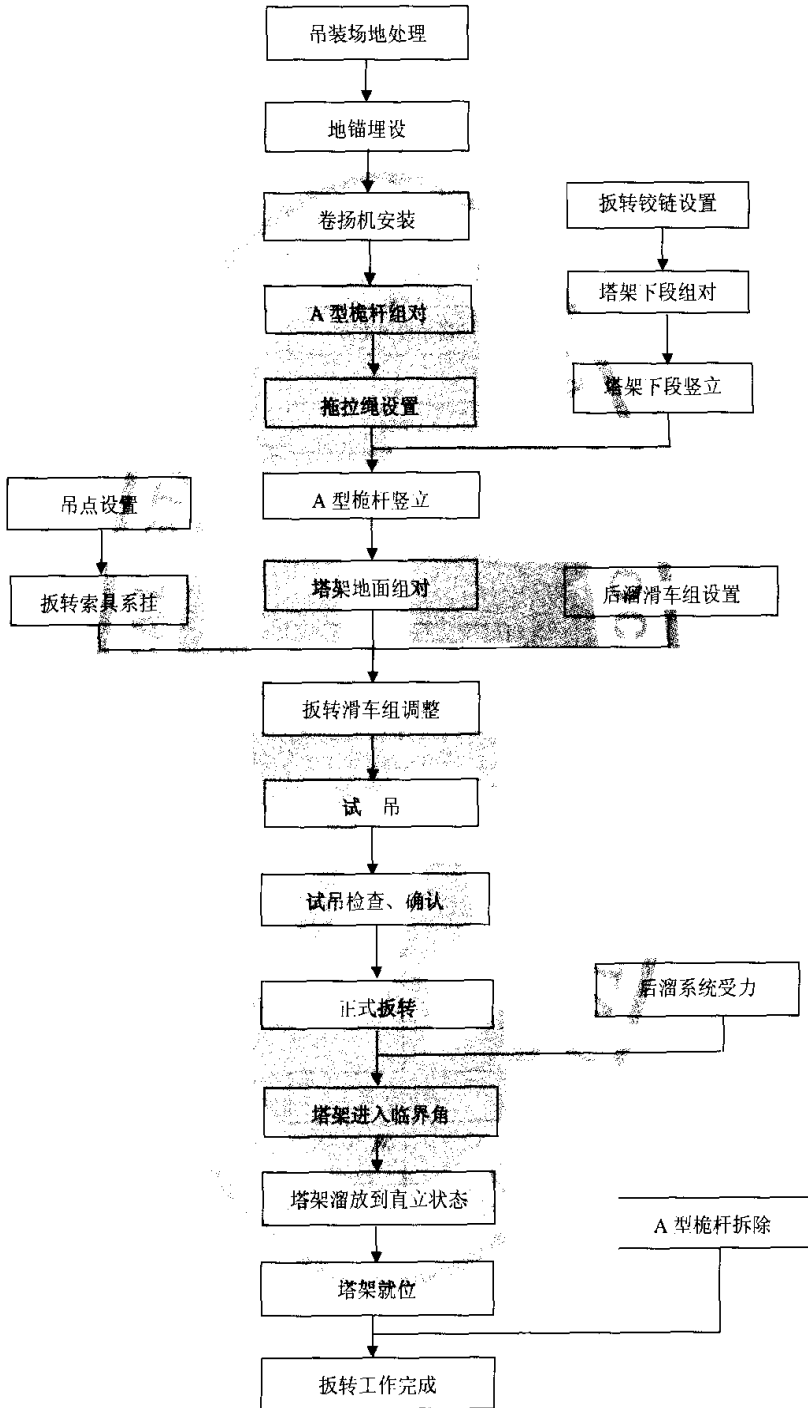


图 7 A 型桅杆扳转塔架吊装工艺流程

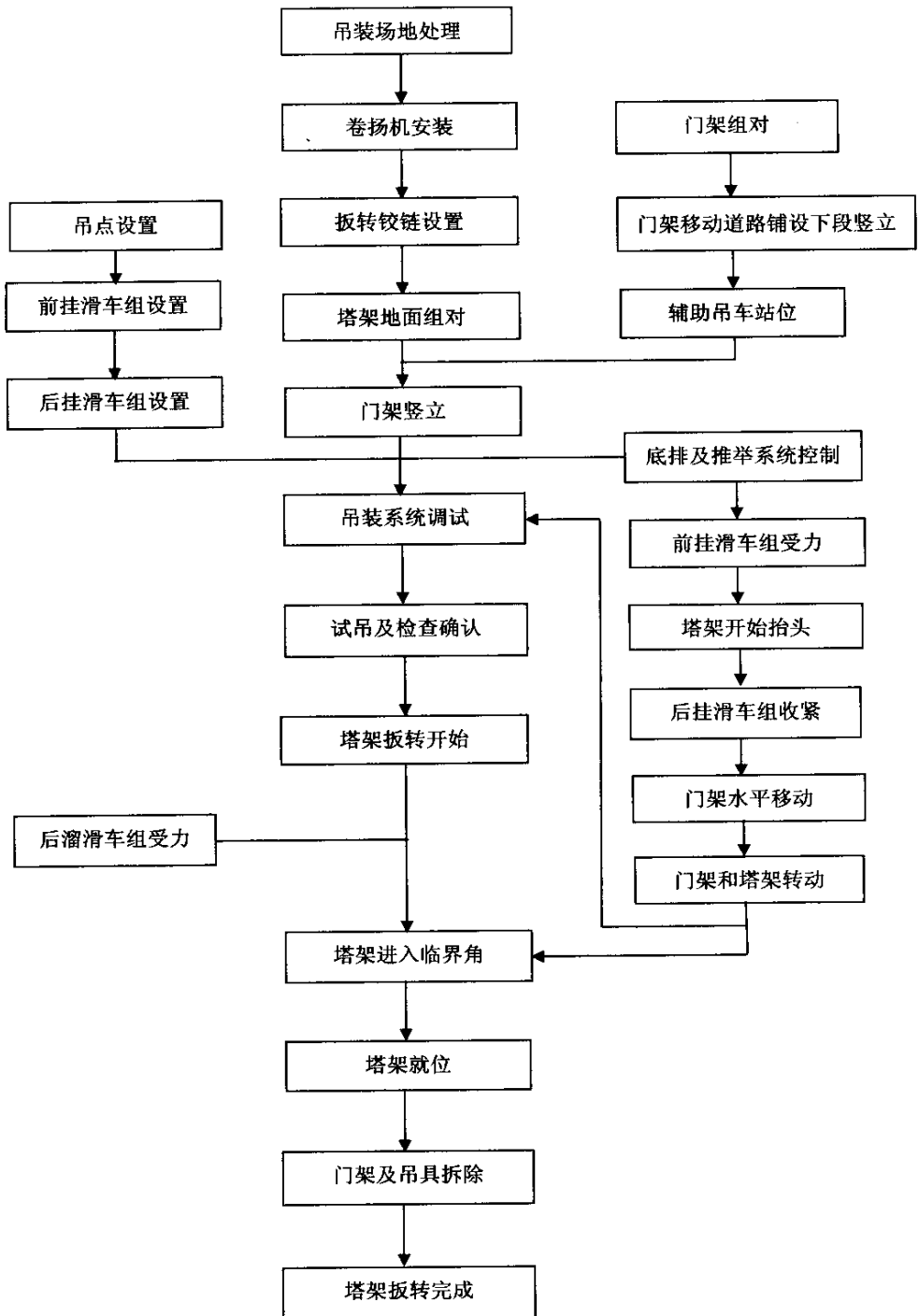


图 8 门式桅杆推举法吊装工艺流程

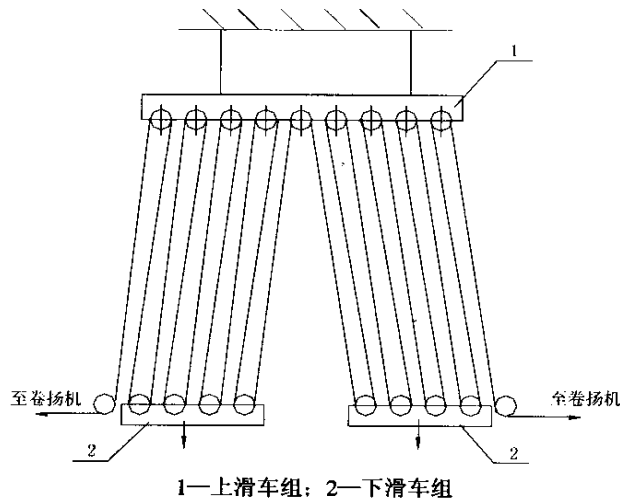
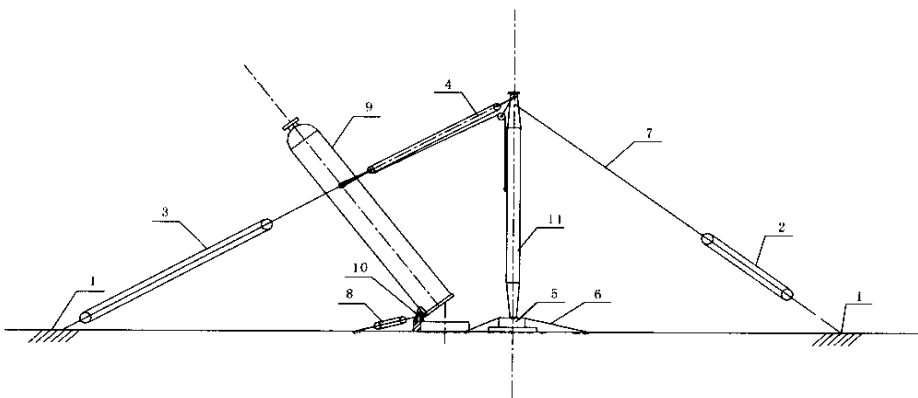


图9 滑车组穿绕示意

8.3.5 单桅杆单转法竖立设备应符合下列要求:

- a) 设备的扳转工况及桅杆的站立位置见图10;
- b) 设备底座与设备基础之间加设回转铰链, 并应符合下列条件:
 - 1) 铰链转动灵活, 易于装配, 并满足承载力要求;
 - 2) 设备扳转到直立状态后, 便于设备对中就位;
 - 3) 与铰链联接的设备保持局部稳定, 基础具有抵抗扳转过程中产生的水平推力的强度;
- c) 吊点位置应在设备的重心以上;
- d) 在设备吊点位置处的两侧向设置耳绳;
- e) 在设备本体上加设角度指示器;
- f) 其他相关工艺要求应符合本标准 8.3.4 条规定。

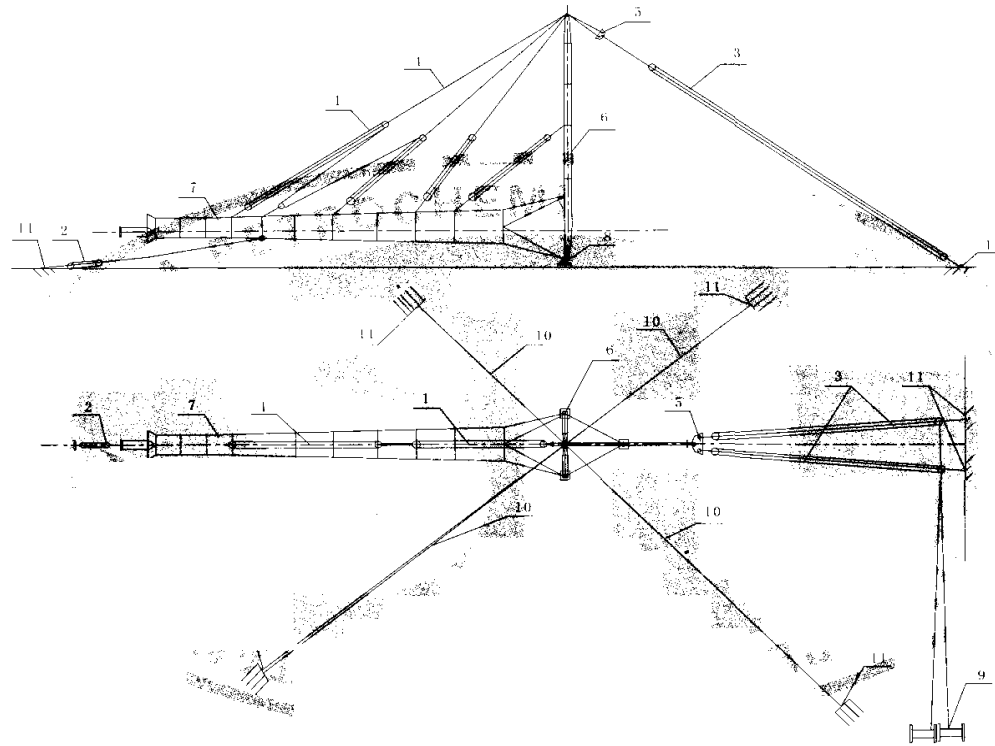


1—地锚; 2—滑车组; 3—后溜滑车组; 4—扳转滑车组; 5—底座; 6—封绳;
7—主背绳; 8—制动滑车组; 9—设备; 10—回转铰链; 11—桅杆

图10 单桅杆单转法吊装示意

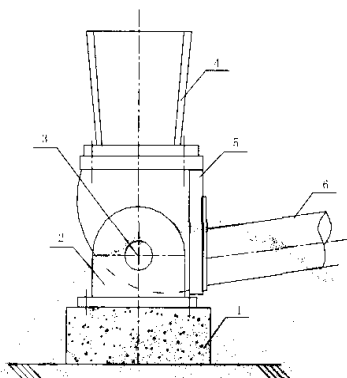
8.3.6 A型桅杆双转法扳立塔架应符合下列要求:

- a) A型桅杆高度不低于待立塔架高度的1/2, 桅杆的站立位置和塔架地面组对位置见图11;
- b) A型桅杆下端与塔架两主肢下弦底端应为共用回转铰链, 其连接形式见图12;



1—滑车组；2—后溜滑车组；3—扳转滑车组；4—吊索；5—平衡梁；6—A型桅杆；7—塔架；8—回转铰链；9—卷扬机；10—拖拉绳；11—地锚

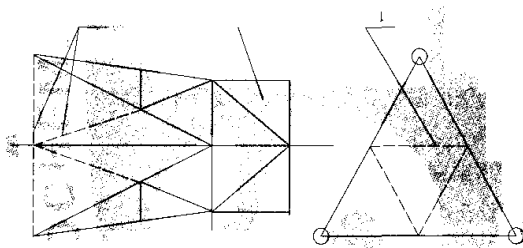
图 11 A 型桅杆双转法吊装示意



1—塔架基础；2—下铰链；3—铰轴；4—A型桅杆底座；5—上铰链；6—塔架下弦主肢

图 12 铰链连接形式

- c) 两铰链的铰轴纵向中心线应与塔架纵向中心线成正交，对铰链底板上的螺栓孔与基础螺栓之间的间隙浇铸铜、锰、锌合金；
- d) 带有铰链的两个塔架基础应满足扳转所产生的正压力和水平推力的载荷要求，与其他基础之间加设水平支撑地梁；
- e) 塔架下端应采取支撑加固措施（见图13）；



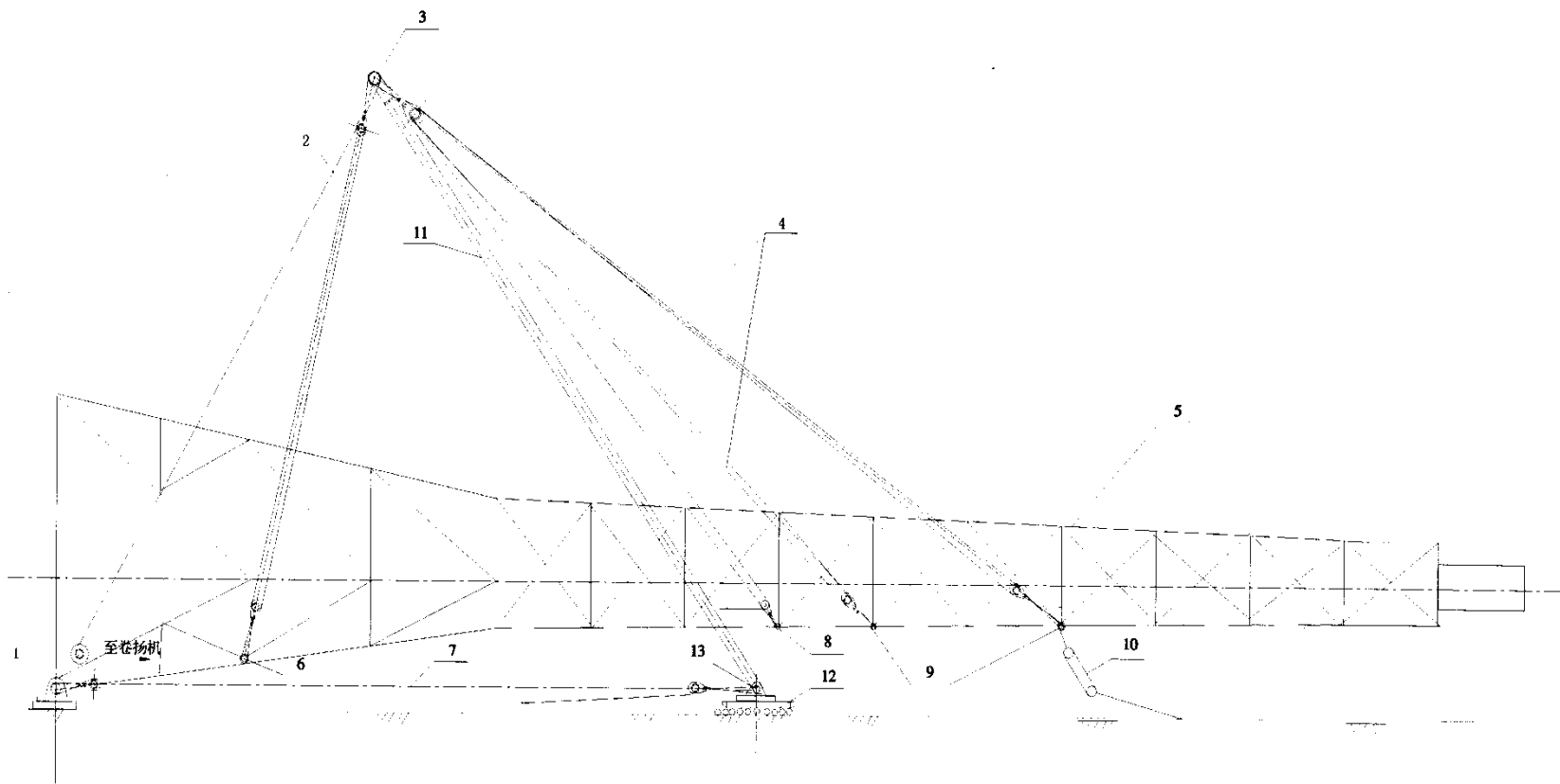
1—加固杆件；2—塔架底段

图 13 塔架支撑加固示意

- f) 板式吊耳宜设置在塔架的上弦，主吊耳数量不少于 2 个，其设置位置应在塔架组合重心位置以上；
- g) 扳转索具在桅杆顶部的连接方式如下：
 - 1) 固接，前后扳转索具分别系挂在桅杆旋转方向的两侧；
 - 2) 跨接，扳转索具连成一体，其连接绳索跨于桅杆顶梁；
- h) 主扳转滑车组宜设置两套，通过一个受力平衡吊梁与主吊索连接，具体设置方法见图 11；
- i) 在塔架和桅杆顶部之间设置两套连接滑车组，两套连接滑车组应用同一走绳穿绕，并且要求至少有一个平衡轮，使两走绳能相互串动，以均衡的传递扳转受力。两套连接滑车组通过扳起索具与主扳转滑车组相连；
- j) 在桅杆顶端与塔架上弦主肢节点之间和在桅杆上弦主肢节点之间各加设连接滑车组一套。两套滑车组在双转中主要控制桅杆与塔架同步转动。利用塔架将桅杆放回地面位置；
- k) 主扳转地锚距铰链的直线距离不小于 A 型桅杆的 2 倍高度；
 - 1) 在塔架重心以上部位的两下弦主肢节点上，设置两个管轴式吊耳，用作系挂后溜滑车组。在扳转塔架初始，后溜滑车组应处于松垂状态，当塔架转至临界角之前 10° 时，后溜滑车组开始处

于受控状态，后溜滑车组与地面最大夹角不大于 30° ；

- m) 塔架上的各套连接滑车组应与主扳转滑车组及后溜滑车组保持在同一平面内；
 - n) A 型桅杆的竖立，宜利用已提前竖立起下段塔架来进行，以桅杆底部和塔架下弦底部的两个共用铰链为支点，在将下段塔架扳倒的同时，将 A 型桅杆扳转到直立状态；
 - o) 采用固接双转法后侧的扳转滑车组与桅杆之间的夹角应大于前侧连接滑车组与桅杆的夹角；
 - p) 采用跨接双转法 A 型桅杆两侧的扳转滑车组和连接滑车组与桅杆夹角应接近；
 - q) 吊装初始，A 型桅杆与塔架之间的夹角应保持在 $89^\circ \pm 0.5^\circ$ 范围内；
 - r) 两个铰链的安装应符合下列要求：
 - 1) 水平度应小于或等于 2.0mm/m ；
 - 2) 同轴度应小于或等于 1.0mm ；
 - 3) 垂直度应小于或等于 0.5mm ；
 - 4) 按设计规定的把紧力距紧固螺栓。
- 8.3.7 门式桅杆推举法竖立塔架工艺特点：**
- a) 门式桅杆有两根立柱和一根顶梁组成，门式桅杆柱脚和滑移排子间设置铰链；
 - b) 门式桅杆工作时，既可作变幅动作，又可通过滑移排子进行水平位移；
 - c) 以门式桅杆前侧起吊、后侧扳转构成推举法的主要特征，其吊装立面示意图 14。
- 8.3.8 门式桅杆的竖立应符合下列要求：**
- a) 门式桅杆的使用高度宜为塔架高度的 $1/2$ ，门式桅杆的净宽度不小于塔架底边的宽度；
 - b) 吊装初始，门式桅杆站立位置宜在塔架重心位置以上的截面处，并以后倾斜形式定位，门式桅杆平面与地面夹角宜为 $50^\circ \sim 60^\circ$ ；
 - c) 门式桅杆柱脚两铰链同轴度偏差不大于 10mm ，铰座中心连线与塔架中心线的垂直度偏差不大于 0.1° 。
- 8.3.9 门式桅杆推举法竖立塔架应符合下列要求：**
- a) 塔架上的吊点位置应设在两下弦主肢上，每侧的主吊点不少于两处，其吊点位置应在塔架组合重心以上，且塔架吊装时所产生的弯曲应力小于杆件许用应力值；
 - b) 连接门式桅杆顶梁节点和塔架前后两个主吊点的前挂滑车组，应在塔架两侧各设置两套，其滑车组的穿绕方式见图 15；
 - c) 两套后挂滑车组的上部与门式桅杆顶梁连接，下部系挂在塔架下段主肢的节点上（见图 14）；
 - d) 塔架底部加固措施及塔架底部的两个共用铰链的安装，应符合本标准 8.3.6 条的规定；
 - e) 门式桅杆底部两个排子的规格应相同，排子的移动速度应同步；
 - f) 门式桅杆底部排子滑移道路的铺设应符合下列要求：
 - 1) 两条滑移道路应平行于塔架纵向中心线；
 - 2) 滑移道路的路基应夯实，地耐力不小于 0.3MPa ，两路面水平度偏差不大于 50mm/m ；
 - 3) 对排子的移动路线应标出中心线，移动过程应用测量仪器监测排子的下沉及门式桅杆的平面度变化；
 - 4) 两个排子下面加垫的滚杠数量应相同，牵引排子移动的滑车组的规格、穿绕轮数及卷扬速度应相同；
 - g) 塔架正式吊装前，应进行不少于 2 次的试吊，在确认吊装系统正常后，方可进行正式吊装工作；
 - h) 吊装初始，先启动前挂滑车组的提升，使塔架抬头，再启动后挂滑车组，使门式桅杆后倾，将塔架与地面夹角增大，然后水平移动门式桅杆底排，使门式桅杆产生推举塔架的作用；
 - i) 在塔架上前挂滑车组的上吊点位置，设置一套后溜滑车组；



1—回转铰链；2—后挂滑车；3—门式桅杆顶梁；4—前挂滑车组；5—塔架；6—后挂吊耳；7—推举滑车组；

8—走绳导向滑车；9—前挂吊耳；10—后溜滑车组；11—门式桅杆；12—滑移排子；13—铰链

图 14 门式桅杆推举法吊装示意

- j) 在门式桅杆和塔架底节加设扳转角度指示器;
- k) 塔架推举竖立过程中, 对门式桅杆的控制要求如下:
- 1) 在门式桅杆的横梁中心划出标记, 用经纬仪监测门式桅杆侧向的移动量;
 - 2) 门式桅杆平面度偏差由设在两立柱上的角度表监测;
 - 3) 在门式桅杆底部排子的移动道路上标出移动的距离刻度;
- l) 在塔架推举过程中, 塔架顶部侧向偏差不大于塔架高度的 1/1000;
- m) 对塔架上的吊点位置应进行补强, 并利于起吊索具的系挂。

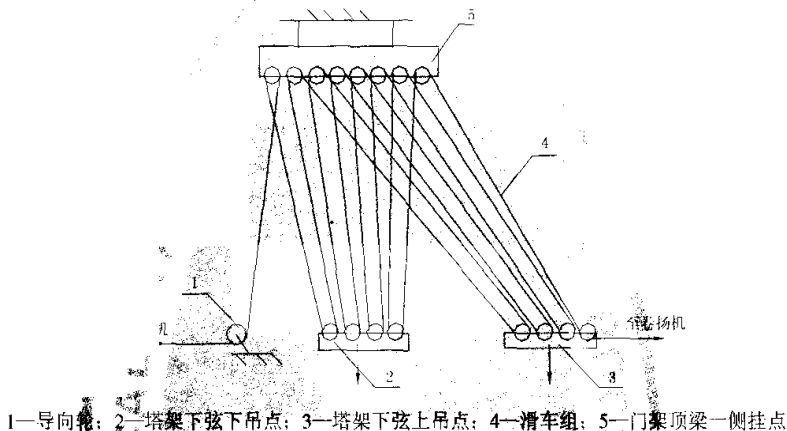


图 15 推举法滑车组连接示意

8.4 吊装安全技术措施

8.4.1 设备的运输路线、现场摆放位置、尾排移动线路和桅杆安装位置的场地应平整, 地耐力应满足使用要求。

8.4.2 桅杆竖立后, 应及时进行封底工作, 每台桅杆的封底滑车组或封底索具不少于四套。

8.4.3 直立桅杆采用无锚点封底时, 垫板设置的数量、方位应符合吊装方案的要求。

8.4.4 拖拉绳、溜引索具、扳起索具、推举索具等地锚应用经纬仪进行精确定位, 并使相关索具与吊装系统处于合理的受力状态。

8.4.5 桅杆竖立后, 应设置可靠的避雷措施。

8.4.6 设备试吊过程中, 发现有下列情况之一时应立即停止试吊, 并查明原因进行妥善处理, 经有关人员确认安全后, 方可恢复试吊:

- a) 地锚冒顶、位移;
- b) 走绳抖动;
- c) 设备或机具有异常声响或变形;
- d) 桅杆地基下沉;
- e) 其他异常情况。

8.4.7 吊装过程应对桅杆垂直度、平面度和重点部位(主拖拉绳及地锚、后侧拖拉绳及地锚、吊点处设备壳体、提升索具、走绳、导向滑车、主卷扬机等)进行监测。

8.4.8 滑移法吊装时, 尾排走向应及时调整以防止走偏。在尾排滑移到终点位置后, 应暂停吊装工作, 对吊装系统各受力部位进行全面检查、确认后, 方可开始脱排作业。

8.4.9 设备超越基础时, 设备底部与基础(或地脚螺栓顶部)应保持 200mm 以上的安全距离。

8.4.10 双桅杆抬吊高塔时, 对影响设备就位的相关拖拉绳, 应在主提升滑车组受力后进行回松, 当

设备吊装就位后，及时对其进行收紧。

8.4.11 扳转法吊装时，应在扳转主轴线上设置经纬仪，监测侧向偏移和转动情况。侧向偏差不得大于设备高度的 1/1000，且不大于 60mm。

8.4.12 单转法吊装时，桅杆宜保持前倾 $1^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 的工作状态。双转法吊装时，桅杆与设备之间宜保持 $89^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 的工作状态。推举法吊装时，门式桅杆初始工作仰角宜为 85° 。

8.4.13 扳转法竖立塔架和设备，应在塔架和设备扳转至临界角之前 10° 时，后溜滑车组应开始受力，进入临界角之后，主扳转滑车组应处在松弛状态，由后溜滑车组控制，将塔架和设备溜放到直立状态。

8.4.14 双转法吊装时，前扳起滑车组预拉力与后扳起索具预拉力（或主拖拉绳预拉力）应同时进行调整。

8.4.15 双转法吊装，在设备扳转至脱杆角之后，宜先放倒桅杆，以减少溜放索具的受力。

8.4.16 采用吊车滑移法整体竖立门式桅杆时，桅杆底部应设刚性支撑梁进行加固。

8.4.17 门式桅杆的拖拉绳预紧力调整时，应采用经纬仪配合测力计进行监测，同时完成预紧力调整和门式桅杆平面度与垂直度的找正，主拖拉绳预紧力应比单桅杆时酌情加大，拖拉绳预紧完成后，其调整滑车组绳末端应卡固。

8.4.18 大型设备吊装时，严禁任何人员随同被吊设备或吊装机具升降。

8.4.19 大型设备吊装前，在桅杆工作面范围内，应设置警戒线，并设置明显的警告标志，非工作人员不得穿行和停留。

8.4.20 起重作业人员应熟悉和执行 GB 50825 的统一规定。哨音必须清楚、响亮，旗语、手势应准确。作业人员不得凭估计、猜想进行操作。

8.4.21 吊装工程全过程实施安全、环境与健康因素（危险源）控制，保障吊装工程安全、可靠。

9 吊车吊装工艺

9.1 工艺要求

9.1.1 采用吊车吊装大型设备有下列方法：

- a) 吊车滑移法；
- b) 吊车抬吊法。

吊车滑移法和吊车抬吊法吊装工艺流程见图 16。

9.1.2 吊车滑移法吊装工艺是采用单主吊车或双主吊车提升卧置设备上部，同时采用尾排移送设备底部。当尾排对设备的支撑力为零时，设备脱离尾排，待设备竖直稳定后，主吊车继续提升或回转，将设备吊运到安装位置就位。

9.1.3 吊车抬吊法吊装工艺是采用单主吊车或双主吊车提升卧置设备上部，同时采用单辅助吊车或双辅助吊车抬送设备下部。当设备仰角达到 $70^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 时，辅助吊车松吊钩，待设备竖直稳定后，主吊车继续提升或回转，将设备吊运到安装位置就位。

9.1.4 吊车吊装工艺应符合下列规定：

- a) 设备吊装重量应小于吊车在该工况下的额定起重量；
- b) 设备与吊臂之间的安全距离应大于 200mm；
- c) 吊钩与设备及吊臂之间的安全距离应大于 100mm；
- d) 吊装过程中，吊车、设备与周围设施的安全距离应大于 200mm；
- e) 双主吊车吊装时，两台吊车起重能力宜相同，若不同时应按起重能力较小的吊车计算起重量，且每台吊车只能按在该工况 75% 的承载能力使用；

- f) 吊装过程中，吊钩偏角应小于 3° ；
- g) 吊车滑移法吊装工艺时，尾排移送应符合本标准第 8 章的有关规定。

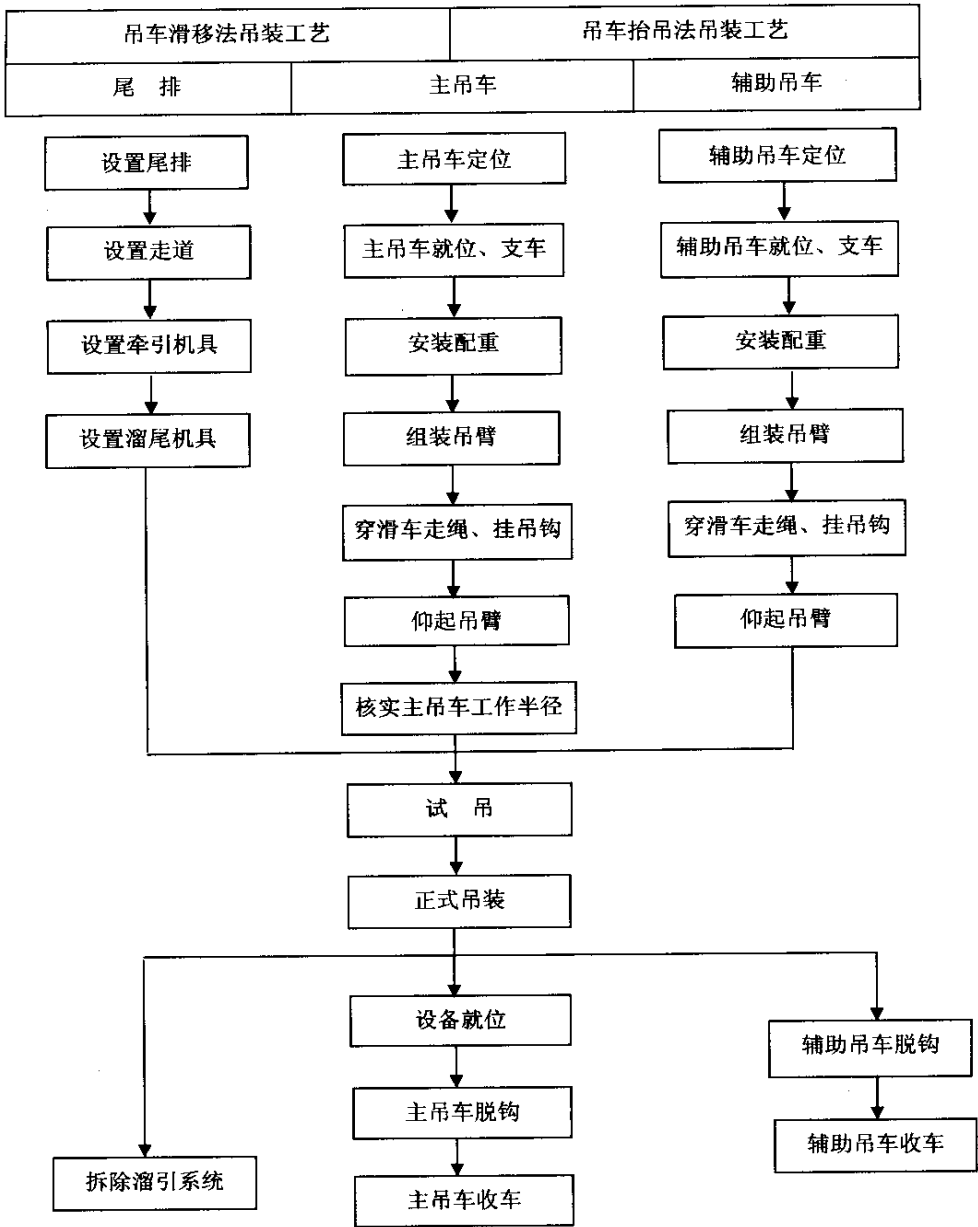


图 16 吊车吊装工艺流程

9.2 吊车选择

9.2.1 吊车选择应综合考虑以下因素：

- a) 吊车性能数据：
 - 1) 额定起重量；
 - 2) 吊车起重性能；
 - 3) 吊车外形尺寸；

- 4) 吊臂长度及截面尺寸 (包括主臂、延伸臂、变幅臂、超起臂);
 - 5) 吊车工作半径;
 - 6) 吊车行车回转半径及作业回交界限;
 - 7) 吊钩重量及其起重能力;
 - 8) 配重 (包括主车配重、超起配重);
 - b) 设备技术数据:
 - 1) 设备结构尺寸 (直径、高度、壁厚等);
 - 2) 主体材质;
 - 3) 设备吊装重量 (包括方案中规定的随设备吊装的附件重量, 如梯子、平台、保温及附属管线等);
 - 4) 设备重心位置;
 - 5) 设备整体稳定性;
 - 6) 吊耳形式及位置;
 - 7) 设备吊点处局部强度;
 - c) 吊装环境:
 - 1) 设备平面安装位置及设备起吊前的平面布置;
 - 2) 设备安装标高;
 - 3) 吊车在施工现场的行进道路状况 (包括高空和地下);
 - 4) 吊车站位处空间、地下设施及地耐力;
 - 5) 吊车装、拆吊臂所需的空间及安装配重所需的空间;
 - 6) 吊车上车 (包括配重或超起配重) 回转所需要的最大空间;
 - 7) 设备起吊后的空中吊运路线;
 - d) 安全技术要求:
 - 1) 与吊装工艺有关的要求;
 - 2) 与设备结构有关的要求;
 - 3) 与吊车性能有关的要求;
 - 4) 与吊装机具有关的要求;
 - 5) 与吊装环境有关的要求;
 - 6) 与施工现场有关的特殊要求;
 - e) 施工技术装备;
 - f) 施工人员技术素质 ;
 - g) 施工工期及施工进度;
 - h) 施工成本及经济效益。
- 9.2.2 选择主吊车工况程序如下:
- a) 确定设备主、辅吊点位置;
 - b) 初选主吊车型号和数量;
 - c) 初拟主吊车平面位置;
 - d) 初拟主吊车使用工况及其性能数据 (包括额定起重重量、吊车工作半径、吊臂长度和仰角等);
 - f) 计算设备与吊臂之间、吊钩与设备及吊臂之间的安全距离;
 - g) 经过优选后最终选定主吊车型号、数量、工况。
- 9.2.3 选择辅助吊车工况程序如下:

- a) 计算吊装过程中辅助吊车最大负荷;
- b) 初选辅助吊车型号和数量;
- c) 初选辅助吊车松吊钩时的设备仰角;
- d) 初拟辅助吊车起吊及移车平面位置;
- e) 初拟辅助吊车使用工况及其性能数据(包括额定起重量、吊车工作半径、吊臂长度和仰角等);
- f) 计算设备与吊臂之间、吊钩与设备及吊臂之间的安全距离;
- g) 优选后, 最终确定辅助吊车型号、数量及工况。

9.3 吊装方案

9.3.1 吊车布置应符合下列要求:

- a) 吊车行车路线和站位处不得有地下管线等地下隐蔽设施, 否则应采取加固和保护措施;
- b) 吊车布置时应综合考虑设备安装顺序, 宜在同一位置吊装多台设备;
- c) 现场应有吊车接杆场地(包括主臂、延伸臂、变幅臂、超起臂), 必要时, 也可在空中接杆;
- d) 吊车作业及行走的地面坚实或经处理满足吊车对地耐力的要求, 可在吊车支腿(或履带板)下加垫路基板扩大支撑面;
- e) 双主吊车吊装时, 两台主吊车宜对称布置在设备两侧。

9.3.2 设备吊点设置应符合下列要求:

- a) 主吊点应设置在设备重心以上;
- b) 主吊点的纵向位置应使吊装索具受力及辅助吊车的载荷分配合理, 并使索具具有足够的工作空间;
- c) 主吊点的周向位置不得使设备重心偏离设备中心线, 且便于设备就位后主吊钩脱钩;
- d) 核算设备吊点局部强度和稳定性, 必要时, 应设置支撑梁或采取局部加固措施。

9.3.3 吊车吊装工艺计算应包括:

- a) 主吊车和辅助吊车受力计算;
- b) 吊装安全距离核算;
- c) 吊耳强度及设备局部刚度和稳定性核算;
- d) 吊索安全系数计算;
- e) 地基处理设计及计算。

9.3.4 吊车吊装工艺应充分考虑吊车负载后, 吊臂挠度对吊装工艺的影响。

9.3.5 吊车吊装方案的内容应符合本标准第6章的规定。

9.4 安全技术规定

9.4.1 采用吊车滑移法吊装工艺时, 设备底部尾排移送速度应与吊车提升速度相匹配, 设备宜垂直脱离尾排。

9.4.2 采用吊车抬吊法吊装工艺时, 辅助吊车抬送速度应与主吊车提升速度相匹配, 双主吊车吊装时宜选择机型相同、起重性能相同的吊车。

9.4.3 吊装指挥和副指挥的职责应明确, 并统一指挥信号。

9.4.4 吊车司机必须按吊车操作规程进行操作。

9.4.5 吊车负载后, 不宜同时进行两种运动(提升、变幅、回转)。

9.4.6 不得使用吊车在地面上直接拖拉设备。

附录 A
 (资料性附录)
 工艺表格

表 A.1~A.13 给出了编制设备吊装方案常用的工艺表格样表。字体、字号可按本单位文件管理规定执行。

表 A.1 吊装方案封面

方案级别	
<p>建设工程项目名称</p> <p>吊装方案名称</p> <p>方案编号</p> <p>编 制</p> <p>校 核</p> <p>审 核</p> <p>批 准</p> <p>施工单位名称</p> <p>年 月</p>	

表 A.3 设备吊装结构参数

序号	设备位号	设备名称	规格	质量 t				组合重心 m		主吊点			辅助吊点			地面不组 装平台		地面不组 装管 线号	基础 高度 m
				组 合	其 中			Zc	Yc	标高 m	方位 °	结构 型式	标高 m	方位 °	结构 型式	标高 m	方位 °		
					本 体	钢 结 构	管 线												

注 1: Zc—设备重心距底座纵向的尺寸。

注 2: Yc—设备重心距中心线的尺寸。

表 A.7 桅杆吊装受力计算结果汇总表

单位: KN

计算结果	扳转法										滑移法				
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	抬头	脱排前	脱排	超越基础	就位
桅杆底部正压力															
提升(扳起)滑车组															
提升(扳起)卷扬机走绳															
主吊装绳扣															
后溜(溜放)滑车组															
后溜(溜放)卷扬机走绳															
牵引(扳放)滑车组															
牵引(扳放)卷扬机走绳															
夺吊(挠度调整)滑车组															
夺吊(挠度调整)卷扬机走绳															
调整(制动)滑车组															
调整(制动)卷扬机走绳															
耳绳滑车组															
拖拉绳地锚															

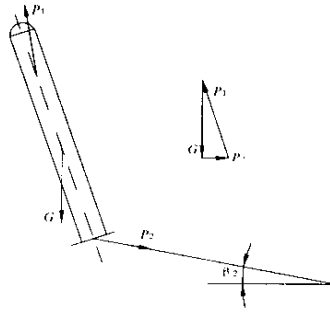
表 A.11 地锚隐蔽工程记录

编号			规格				
土质			回填情况				
简图							
类型	基坑		埋件				
	代码	几何尺寸 mm	件号	名称	规格	单位	数量
全埋式	A		1	地锚管			
	A		2	地锚 索具	绳扣		
	B ₁				绳卡		
	B ₂				钢丝绳		
	C		3	压木			
	H		4	档木			
	h			其他			
混凝土 地梁式	A		1	混凝土梁			
	B ₁		2	地锚 索具	绳扣		
	B ₂				绳卡		
	H				钢丝绳		
埋设人	年 月 日		班 长	年 月 日		安 全 员	年 月 日

注：简图按附录 G 绘制，基坑代码与埋件名称见图 G.1、图 G.3。

表 A.12 吊装命令书

建设工程 项目名称		设备名称	
方案编号		执行单位	
责 任 人 员			
起重队长 (施工主任)		安全责任人员	
方案编制人		机械责任人员	
吊装责任工程师		质量责任人员	
_____ 吊装			
现场准备工作完毕，起重施工作业人员已上岗待命，请总指挥下达吊装命令。			
吊装指挥签字			
年 月 日			
吊 装 命 令			
_____ 吊装			
施工准备工作经联合检查确认符合吊装方案要求，岗位责任人员资格审查合格，安全质量措施落实，准予试吊，试吊过程由安全质量体系责任人员检查确认后，进行正式吊装，请吊装指挥执行命令。			
总指挥签字			
年 月 日			



b) 设备脱排后

图 B.1 滑移法吊装工艺计算

B.2.2 提升索具对于桅杆吊点沿铅垂线在非吊装平面内的偏角（即侧偏角，外角）按公式（式 B.2～式 B.8）计算；后溜索具与地面夹角按公式（式 B.9）计算；始吊时、脱排时及超越设备基础时，设备仰角分别按公式（式 B.10、式 B.11、式 B.12）计算；始吊时，底排与设备基础净距按公式（式 B.13、式 B.14）计算；脱排时，底排子与设备基础净距按公式（式 B.15、式 B.16）计算。

$$\gamma = \operatorname{tg}^{-1} \frac{Y_1}{H_1 - Z_1} \dots\dots\dots (\text{式B.2})$$

$$Y_1 = Y_2 - Y_{10} \cos \theta \dots\dots\dots (\text{式B.3})$$

排脱瞬间以前

$$Y_2 = R_2 + l_s + l_w / 2 + R_1 \sin \theta \dots\dots\dots (\text{式B.4})$$

超越基础瞬间以后

$$Y_2 = R_2 + C_0 + R_1 \sin \theta \dots\dots\dots (\text{式B.5})$$

$$Z_1 = Z_2 + Y_{10} \sin \theta \dots\dots\dots (\text{式B.6})$$

排脱瞬间以前

$$Z_2 = R_1 \cos \theta \dots\dots\dots (\text{式B.7})$$

超越基础瞬间以后

$$Z_2 = h - h_w + C_0 \dots\dots\dots (\text{式B.8})$$

$$\beta_2 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{Z_2 + h_w}{L_2 - Y_2} \dots\dots\dots (\text{式B.9})$$

始吊时

$$\theta = 0 \dots\dots\dots (\text{式B.10})$$

脱排时

$$\theta = \theta_1 - 5^\circ \dots\dots\dots (\text{式B.11})$$

超载设备基础时

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{Y_{10} - Y_{C0}}{Y_{10}} \operatorname{ctg} \gamma + \frac{Y_{C0}}{Y_{10}} \operatorname{tg} \beta_2 \right) \dots\dots\dots (\text{式B.12})$$

始吊时：

高基础

$$l_s = L + C_0 - \frac{l_w}{2} \dots\dots\dots (\text{式B.13})$$

低基础

$$l_s = Y_{10} - R_2 - \frac{l_w}{2} \dots\dots\dots (\text{式B.14})$$

脱排时：

高基础 $l_s = R_2 + C_0 - (R_1 - R) \sqrt{1 + ctg^2 \theta} + (h - h_w) ctg \theta \dots\dots\dots$ (式B.15)

低基础 $l_s = Y_{10} \cos \theta - R_1 \sin \theta \dots\dots\dots$ (式B.16)

上列式中:

- L ——设备长度, m;
- R ——设备半径, m;
- C_0 ——设备与基础净距 (C_0 大于或等于0.2m), m;
- H_1 ——提升索具系点至桅杆支点距离, m;
- L_2 ——后溜 (或溜放) 索具地锚至桅杆支点距离, m;
- R_1 ——设备基础环半径或最大轮廓半径, m;
- R_2 ——设备基础半径, m;
- Y_1 ——计算因子;
- Y_2 ——计算因子;
- Z_1 ——计算因子;
- Z_2 ——计算因子;
- Y_{10} ——提升索具系点至设备底面的纵向距离, m;
- Y_{c0} ——设备重心至设备底面的纵向距离, m;
- h ——设备基础 (包括地脚螺栓) 高度, m;
- l_w ——尾排长度, m;
- h_w ——设备支点高度, m;
- l_s ——底排与设备基础净距, m;
- γ ——提升索具对于桅杆吊点铅垂线在非吊装平面内的偏角 (即侧偏角, 简称外角), °;
- θ ——设备仰角, °;
- θ_1 ——临界角, °;
- β_2 ——后溜索具与地面夹角, °。

B.2.3 尾排正压力按公式 (式 B.17) 计算; 提升力按公式 (式 B.18) 计算; 后溜力按公式 (式 B.19) 计算; 牵引力按公式 (式 B.20) 计算。

$$N = G \left[1 - \frac{Y_{c0} / Y_{10} (ctg \gamma - tg \beta_2)}{ctg \gamma - tg \theta} \right] \dots\dots\dots$$
 (式B.17)

$$P_1 = \frac{G - N}{\cos \gamma - tg \beta_2 \sin \gamma} \dots\dots\dots$$
 (式B.18)

$$P_2 = \frac{G - N}{ctg \gamma \cos \beta_2 - \sin \beta_2} \dots\dots\dots$$
 (式B.19)

$$P_3 = k_3 (N + G_w) \left(\frac{f_1 + f_2}{2\gamma} \right) - P_1 \sin \gamma \dots\dots\dots$$
 (式B.20)

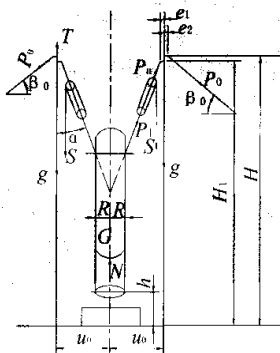
上列式中:

- N ——尾排正压力, t;
- G_w ——尾排质量, t;

- P_1 ——提升索具的提升力（有后溜力时），t；
 P_2 ——后溜索具的后溜力，t；
 P_3 ——牵引索具的牵引力，t；
 f_1 ——滚杠与走道的摩擦系数，走道为木轨时取1、为钢轨时取0.5；
 f_2 ——滚杠与尾排的摩擦系数，取1；
 k_3 ——起动系数，取1.5~2.0。

B.3 双桅杆抬吊工艺计算

提升力按公式（式 B.21）计算；卷扬机所需牵引力按公式（式 B.22）计算；滑车组上部捆绑绳索受力按公式（式 B.23）计算；主拖拉绳受力按公式（式 B.24）计算；桅杆支座所受的垂直压力按公式（式 B.25）计算，提升索具对于桅杆吊点铅垂线在吊装平面内的偏角（简称内角）按公式（式 B.26）计算。计算参数简图见图 B.2。



图B.2 双桅杆抬吊法吊装提升力计算

$$P_1' = \frac{K_1 K_2 G_0}{2 \cos \alpha} \quad \text{(式B.21)}$$

$$S = \frac{G}{2K \cos \alpha} \quad \text{(式B.22)}$$

$$P_a = \sqrt{P_1'^2 + (S + g_0)^2 + 2P_1'(S + g_0) \cos \alpha} \quad \text{(式B.23)}$$

$$P_0 = \frac{P_1'(H_1 \sin \alpha + e_1 \cos \alpha)}{h \cos \beta_0 + e_2 \sin \beta_0} \quad \text{(式B.24)}$$

$$P_c = \frac{G}{2} + P_0 \sin \beta_0 + T + g \quad \text{(式B.25)}$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1} \frac{u_0 - R - e_1}{H - (Y_{10} + h)} \quad \text{(式B.26)}$$

上列式中：

H ——拖拉绳系点至桅杆底的长度，m；

K ——滑车机械利益系数见表 B.1；

S ——卷扬机所需牵引力，t；

- P_a ——滑车组上部绑绳受力, t;
- P_c ——桅杆支座所受的垂直压力, t;
- P'_1 ——提升索具的提升力, t;
- P_0 ——主拖拉绳受力, t;
- g ——桅杆质量, t;
- T ——拖拉绳预张力给桅杆头总的垂直压力, t;
- e_1 ——提升吊装索具系点至桅杆纵轴线距离, m;
- e_2 ——拖拉绳系点至桅杆纵轴线距离, m;
- u_0 ——设备基础中心至桅杆中心线距离, m;
- α ——提升索具对桅杆吊点铅垂线在吊装平面内的偏角, 简称内角, °;
- β_0 ——拖拉绳与地平面间的夹角, °。

B.4 倾斜单桅杆吊装工艺计算

滑车组出绳端受力按公式(式 B.27) 计算; 卷扬机所需牵引力按公式(式 B.28) 计算; 滑车组上部捆绑绳受力按公式(式 B.29) 计算; 主拖拉绳受力按公式(式 B.30) 计算; 桅杆支座的垂直压力按公式(式 B.31) 计算; 桅杆支座的水平推力按公式(式 B.32) 计算(卷扬机抽力未计)。计算参数简图见图 B.3。

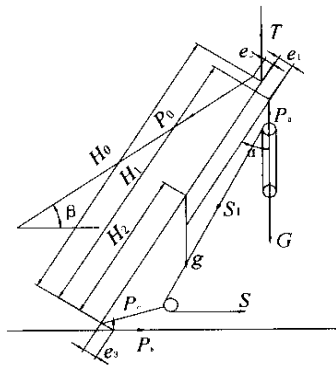


图 B.3 倾斜单桅杆吊装工艺计算

$$S_1 = \frac{G}{K} \dots\dots\dots \text{(式B.27)}$$

$$S = n \cdot f \cdot S_1 \dots\dots\dots \text{(式 B.28)}$$

$$P_a = \sqrt{G^2 + S^2 + 2GS \cos \alpha} \dots\dots\dots \text{(式B.29)}$$

$$P_0 = \frac{G[H_1 \sin \alpha + (e_1 - e_3) \cos \alpha] + g(H_2 \sin \alpha - e_3 \cos \alpha) + T(H_0 \sin \alpha - e_3 \cos \alpha)}{H_0 \cos(\alpha + \beta) + (e_2 + e_3) \sin(\alpha + \beta)} \dots \text{(式B.30)}$$

$$P_c = g + G + T + P_0 \sin \beta \dots\dots\dots \text{(式B.31)}$$

$$P_s = P_0 \cos \beta \dots\dots\dots \text{(式B.32)}$$

式中:

H_0 ——桅杆上部捆绑绳系点至桅杆底的距离, m;

H_2 ——桅杆重心至桅杆底的长度, m;

P_s ——桅杆桅脚支座的水平推力, t;

S_1 ——滑车组出绳端受力, t;

f ——导向滑车的阻力系数见表 B.2;

n ——导向滑车数, 个;

g ——桅杆的质量, t;

e_3 ——桅杆支点至桅杆中心线的距离, m;

β ——主拖拉绳与水平面的夹角, °。

表 B.2 滑轮阻力系数 f

衬套类型	滚珠轴承	钢套	含油轴承	铸铁管
f	1.02	1.04	1.05	1.06

B.5 扳转法吊装工艺计算

设备支点对铰链的压力按公式(式 B.33)计算; 主拖拉绳受力按公式(式 B.34)计算; 主扳转力按公式(式 B.35)计算; 后溜力按公式(式 B.36)计算。计算参数简图见图 B.4。

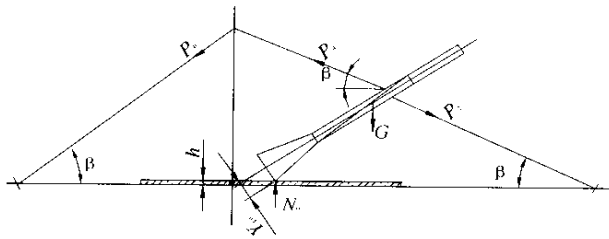


图 B.4 桅杆扳转法吊装工艺计算(单转法吊装)

$$N_0 = G + P_2 \sin \beta_2 \dots\dots\dots(\text{式 B.33})$$

$$P_0 = P_4 \frac{\cos \beta_1}{\cos \beta} \dots\dots\dots(\text{式 B.34})$$

$$P_4 = \frac{GY_{C0}}{Y_{10} \sin \beta_1} \dots\dots\dots(\text{式 B.35})$$

$$P_2 = \frac{GY_{L0}}{Y_{10} \cos \beta_2} \dots\dots\dots(\text{式 B.36})$$

式中:

N_0 ——设备支点对铰链的压力, t;

P_4 ——扳转索具的主扳转力, t;

β_1 ——提升拖拉绳对水平的夹角, °;

Y_{L0} ——设备纵向重心线与铰支点距离, m。

表 B.1 滑车组的机械利益系数K值

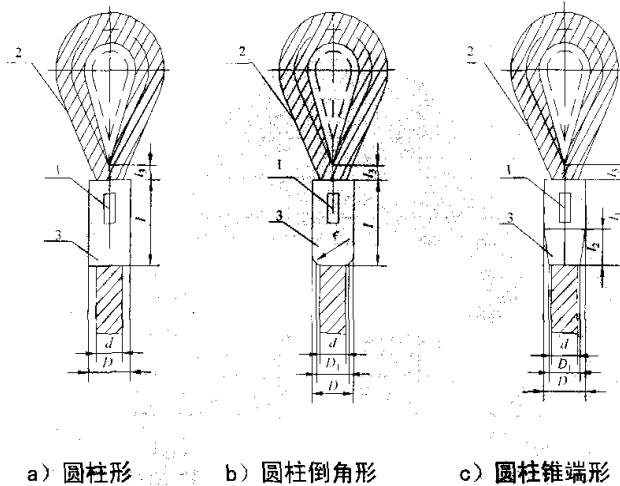
有效绳数 Z	有效轮数 m	导向滑车数 n																			
		0				1				2				3				4			
		滚珠轴承	铜套	含油轴承	铸铁套	滚珠轴承	铜套	含油轴承	铸铁套	滚珠轴承	铜套	含油轴承	铸铁套	滚珠轴承	铜套	含油轴承	铸铁套	滚珠轴承	铜套	含油轴承	铸铁套
2	1	1.98	1.96	1.95	1.94	1.94	1.88	1.86	1.83	1.90	1.81	1.77	1.73	1.86	1.74	1.69	1.63	1.82	1.67	1.61	1.54
3	2	2.94	2.89	2.86	2.81	2.88	2.78	2.72	2.65	2.82	2.67	2.59	2.50	2.14	2.57	2.47	2.36	2.10	2.47	2.35	2.23
4	3	3.88	3.78	3.72	3.67	3.80	3.63	3.54	3.46	3.73	3.49	3.37	3.26	3.66	3.36	3.21	3.08	3.50	3.23	3.06	2.91
5	4	4.80	4.63	4.55	4.47	4.71	4.45	4.33	4.22	4.62	4.28	4.12	3.98	4.53	4.12	3.92	3.75	4.44	3.96	3.73	3.54
6	5	5.71	5.45	5.33	5.21	5.60	5.24	5.08	4.92	5.49	5.04	4.84	4.64	5.38	4.85	4.61	4.38	5.27	4.66	4.39	4.13
7	6	6.60	6.24	6.08	5.92	6.47	6.00	5.79	5.58	6.34	5.77	5.51	5.26	6.22	5.55	5.25	4.96	6.10	5.34	5.00	4.68
8	7	7.47	7.00	6.79	6.58	7.32	6.73	6.47	6.21	7.18	6.47	6.16	5.86	7.04	6.22	5.87	5.53	6.90	5.98	5.59	5.22
9	8	8.32	7.73	7.46	7.21	8.16	7.43	7.10	6.80	8.00	7.14	6.76	6.42	7.84	6.87	6.44	6.06	7.69	6.61	6.13	5.72
10	9	9.16	8.43	8.11	7.80	8.98	8.11	7.72	7.36	8.80	7.80	7.35	6.94	8.63	7.50	7.00	6.55	8.46	7.21	6.67	6.18
11	10	9.98	9.11	8.72	8.36	9.78	8.76	8.30	7.89	9.59	8.42	7.90	7.44	9.40	8.10	7.52	7.02	9.22	7.79	7.16	6.62
12	11	10.77	9.76	9.31	8.89	10.56	9.38	8.87	8.39	10.34	9.02	8.45	7.92	10.14	8.67	8.05	7.47	9.94	8.34	7.67	7.05
13	12	11.58	10.38	9.86	9.38	11.35	9.98	9.39	8.85	11.13	9.60	8.94	8.35	10.91	9.23	8.51	7.88	10.70	8.87	8.10	7.43
14	13	12.35	10.98	10.38	9.85	12.11	10.56	9.89	9.29	11.87	10.15	9.42	8.76	11.64	9.76	8.97	8.26	11.41	9.38	8.54	7.79
15	14	13.11	11.56	10.90	10.30	12.85	11.11	10.38	9.72	12.60	10.68	9.90	9.17	12.35	10.27	9.53	8.65	12.11	9.87	9.08	8.16
16	15	13.85	12.12	11.38	10.71	13.58	11.65	10.84	10.10	13.31	10.20	10.32	9.53	13.05	10.77	9.83	8.99	12.79	10.36	9.36	8.48
17	16	14.58	12.65	11.84	11.11	14.29	12.16	11.28	10.48	14.01	11.69	10.74	9.89	13.74	11.24	10.23	9.33	13.47	10.31	9.47	8.80
18	17	15.29	13.16	12.27	11.48	14.99	12.65	11.69	10.83	14.70	12.16	11.13	10.22	14.41	11.69	10.60	9.64	14.13	11.24	10.10	9.90
19	18	15.99	13.66	12.69	11.83	15.68	13.13	12.09	11.16	15.37	12.62	11.51	10.53	15.07	12.13	10.96	9.93	14.77	11.66	10.44	9.37
20	19	16.68	14.13	13.09	12.16	16.35	13.59	12.47	11.47	16.03	13.07	11.88	10.82	15.72	12.57	11.31	10.21	15.41	12.09	10.77	9.63

注1: 绕出绳端的那个定滑轮应算为导向滑车。
注2: 滑车组为两端出绳时, 平衡轮两边视为两组滑车组。

附录 C
(资料性附录)
常用索具*

C.1 压制钢丝绳绳索

C.1.1 压制钢丝绳接头结构形式(见图 C.1)分为圆柱形接头(WAF)、圆柱倒角形接头(WBF)和圆柱锥端形接头(WCF)。



a) 圆柱形 b) 圆柱倒角形 c) 圆柱锥端形

1—标记; 2—绳套; 3—钢丝绳接头

图 C.1 压制钢丝绳接头结构示意图

C.1.2 压制钢丝绳索具见图 C.2, 压制钢丝绳绳索用的钢丝绳级别为 1670 级, 即 1670 N/mm^2 。

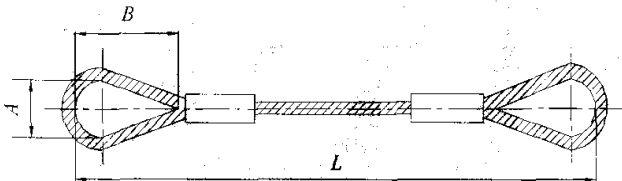


图 C.2 压制钢丝绳索示意图

C.1.3 压制钢丝绳绳索性能参数参见表 C.1、表 C.2。

C.1.4 压制的钢丝绳索不得超载使用。

C.1.5 压制钢丝绳索的钢丝绳报废应符合 SH/T 3536 的规定。

C.1.6 压制钢丝绳接头出现下列情况之一时, 应报废:

- a) 接头有滑移、变形和裂纹;
- b) 接头附近出现集中断丝或断丝在根部附近;
- c) 压制的钢丝绳绳索接头的固结力达不到钢丝绳最小破断拉力的 90%。

C.1.7 压制钢丝绳绳索宜在室内存放, 并应符合下列规定:

- a) 压制钢丝绳绳索应有专人保养, 存放过程中防止打结、扭曲;
- b) 定期涂刷防锈油, 每年最少一次;

c) 保持干燥、清洁和通风, 防止潮湿和化学药品的腐蚀。

表 C.1 压制钢丝绳索具(麻芯)性能参数表

绳套规格 A×B mm	钢丝绳直径 <i>d</i> mm	工作载荷 kN	单位重量 kg/m			增加一米重量 kg
			WAF	WBF	WCF	
50×100	5	2.2	0.12	0.13	0.12	0.08
60×120	6	3.1	0.17	0.19	0.17	0.12
70×140	7	4.3	0.25	0.27	0.25	0.17
80×160	8	5.6	0.33	0.37	0.33	0.22
90×180	9	7.1	0.44	0.51	0.46	0.27
100×200	10	8.8	0.57	0.62	0.59	0.34
110×220	11	10	0.72	0.80	0.74	0.41
120×240	12	12.5	0.89	0.94	0.92	0.49
130×260	13	15	1.08	1.19	1.12	0.57
140×280	14	17	1.30	1.40	1.34	0.66
160×320	16	22	1.82	2.02	1.88	0.86
180×360	18	28	2.45	2.84	2.54	1.09
200×400	20	35	3.22	3.92	3.35	1.35
220×440	22	42	4.12	5.05	4.27	1.63
240×480	24	50	5.21	6.54	5.38	1.94
260×520	26	60	6.40	8.02	6.64	2.28
280×560	28	70	8.78	9.63	9.08	2.64
300×600	30	80	10.01	11.79	10.47	3.03
320×640	32	90	11.12	13.77	11.62	3.45
360×720	36	110	15.29	18.99	15.91	4.37
400×800	40	140	20.33	25.86	21.17	5.39
440×880	44	170	27.73	31.32	27.92	6.52
480×960	48	200	35.16	40.21	35.56	7.76
520×1 040	52	240	41.54	47.63	42.11	9.11
560×1 120	56	275	42.95	49.12	43.52	10.6
600×1 200	60	300	65.39	71.98	66.89	12.1
640×1 280	63	335	76.98	83.42	77.43	13.8
660×1 320	67	380	83.96	90.11	85.69	14.7

注 1: 本表工作载荷与破断载荷之比为 1: 5。

注 2: 索具绳套可加套环, 也可不加套环。

表 C.2 压制钢丝绳索具（钢芯）性能参数表

绳套规格 $A \times B$ mm	钢丝绳直径 d mm	工作载荷 kN	单位重量 kg/m			增加一米重量 kg
			WAF	WBW	WCF	
50×100	5	2.4	0.14	0.15	0.14	0.09
60×120	6	3.4	0.22	0.23	0.22	0.14
70×140	7	4.7	0.31	0.33	0.31	0.19
80×160	8	6.1	0.36	0.40	0.36	0.24
100×200	10	9.5	0.65	0.70	0.63	0.38
120×240	12	13	1.01	1.00	0.98	0.55
140×280	14	18	1.50	1.60	1.50	0.75
160×320	16	24	2.10	2.20	2.00	0.98
180×360	18	30	2.80	3.10	2.70	1.23
200×400	20	38	3.70	4.30	3.60	1.52
220×440	22	46	4.70	5.50	4.60	1.84
240×480	24	55	5.50	7.10	5.80	2.19
260×520	26	65	7.30	8.70	7.10	2.58
280×560	28	75	9.95	10.50	9.70	2.99
320×640	32	98	12.80	15.00	12.30	3.90
360×720	36	125	17.60	20.60	16.90	4.94
400×800	40	150	23.50	28.10	22.60	6.10
440×880	44	185	31.00	34.40	30.80	7.38
480×960	48	220	39.50	44.20	39.10	8.78
520×1 040	52	260	47.10	52.60	46.50	10.30
560×1 120	56	300	49.50	55.10	48.90	11.90
600×1 200	60	330	74.70	79.80	73.20	13.70
640×1 280	63	365	86.80	92.70	86.30	15.60
60×1 320	67	414	95.80	100.2	94.10	16.60

注 1: 本表工作载荷与破断载荷之比为 1: 5。

注 2: 索具绳套可加套环, 也可不加套环。

C.2 无接头钢丝绳索

C.2.1 无接头钢丝绳索红色禁吊点区域（见图 C.3）不得弯曲受力，即不得挂在吊钩、卸扣及吊耳上。

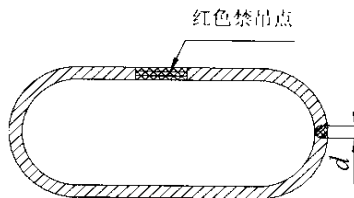


图 C.3 无接头钢丝绳索示意

C.2.2 无接头钢丝绳索的长度是绳中心的展开长度，即绳圈周长。

C.2.3 无接头钢丝绳索的安全系数为6。

C.2.4 无接头钢丝绳索的性能参数参见表C.3。

表 C.3 无接头绳索性能参数

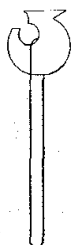
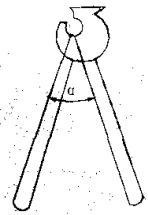
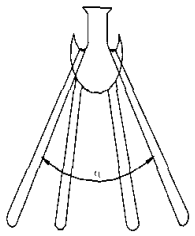

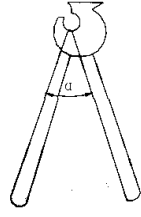
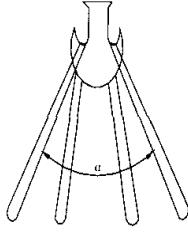
项 目			单只工作载荷 kg	双只工作载荷 kg		四只工作载荷 kg	
钢丝绳 直径 d mm	单位 重量 kg/m	最 小 破断力 kN					
			$\alpha=0^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=90^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=90^\circ$
10	0.21	60	1000	1800	1400	3700	2800
12	0.35	100	1600	3000	2000	5800	4000
16	0.59	180	3000	5600	4000	11200	8000
19	0.84	240	4000	7400	5600	14800	11200
23	1.51	380	6300	11700	8800	23400	17600
29	2.36	480	8000	14800	11300	29600	22600
34	2.86	600	10000	18500	14100	37000	28200
40	3.99	900	15000	27800	21200	55600	42400
46	6.02	1200	20000	37000	28200	74000	56400
54	7.63	1500	25000	46300	35300	92600	70600
60	9.45	2000	32000	59200	45100	118400	90200
67	11.41	2400	40000	74000	56400	148000	112800
75	13.58	3000	50000	92500	70500	185000	141000
80	15.96	3600	60000	111000	85000	222000	170000
87	18.48	4200	70000	130000	99000	260000	198000
95	24.15	4800	80000	148000	113000	296000	226000
100	27.30	5880	98000	181000	138000	362000	276000
110	30.59	6900	115000	213000	162000	426000	324000
118	41.58	7800	130000	241000	183000	482000	366000
135	46.9	10200	170000	310000	240000	610000	470000
148	55.79	12000	200000	370000	280000	720000	560000
160	65.52	11400	240000	440000	340000	860000	670000
172	76.3	16800	280000	520000	400000	1000000	780000

表 C.3 无接头钢丝绳索性能参数 (续)

项 目			单只工作载荷 kg	双只工作载荷 kg		四只工作载荷 kg	
钢丝绳 直径 d mm	单位 重量 kg/m	最 小 破断力 kN					
			$\alpha=0^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=90^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=90^\circ$
184	89.6	18 000	300 000	550 000	420 000	1 080 000	840 000
196	102.2	20 400	340 000	630 000	480 000	1 220 000	950 000
208	115.5	22 800	380 000	700 000	537 000	1 360 000	1 060 000
220	129.5	25 200	420 000	770 000	594 000	1 500 000	1 170 000
234	144.2	28 200	470 000	870 000	660 000	1 690 000	1 310 000
246	159.6	31 200	520 000	960 000	735 000	1 870 000	1 450 000
258	175.7	34 200	570 000	1 050 000	800 000	2 050 000	1 600 000
276	201.6	39 600	660 000	1 220 000	930 000	2 370 000	1 840 000
295	229.6	45 000	750 000	1 380 000	1 060 000	2 700 000	2 100 000
306	249.2	49 200	820 000	1 520 000	1 160 000	2 950 000	2 290 000
324	280.0	55 200	920 000	1 700 000	1 300 000	3 310 000	2 570 000
336	301.7	59 400	990 000	1 800 000	1 400 000	3 560 000	2 770 000
356	335.3	66 000	1 100 000	2 030 000	1 550 000	3 960 000	3 080 000
368	359.1	72 000	1 200 000	2 220 000	1 700 000	4 320 000	3 360 000

注: α 为绳索受力时, 两绳索内夹角。

C.2.5 无接头钢丝绳索出现下列情况之一时, 应报废:

- 钢丝绳表面和绳股磨损超过名义直径的 10%;
- 整绳内外腐蚀总面积超过 10%;
- 绳芯连接点区域的红色禁吊点标志弯曲变形;
- 当绳股严重分离后, 绳股受力不均匀, 不能形成合力;
- 钢丝绳绳股出现抽脱现象。

C.3 卸扣

C.3.1 高强度卸扣由扣体和销轴装配而成, 在吊装作业时, 用于各类索具与索具或索具与被吊工件的快速连接。卸扣不得超载使用。

C.3.2 卸扣出现下列情况之一时, 应报废:

- 卸扣扣体扭曲超过 10° ;
- 卸扣扣体或销轴变形超过名义尺寸 15%;

- c) 卸扣锈蚀和磨损超过名义尺寸 10%；
- d) 卸扣扣体或销轴经目视检查或无损检测有裂纹。

C.3.3 卸扣结构见图 C.4、图 C.5，按其形状分为：

- a) D 型卸扣 (DW)；
- b) D 型卸扣带螺母 (DX)；
- c) 弓形卸扣 (BW)；
- d) 弓形卸扣带螺母 (BX)。

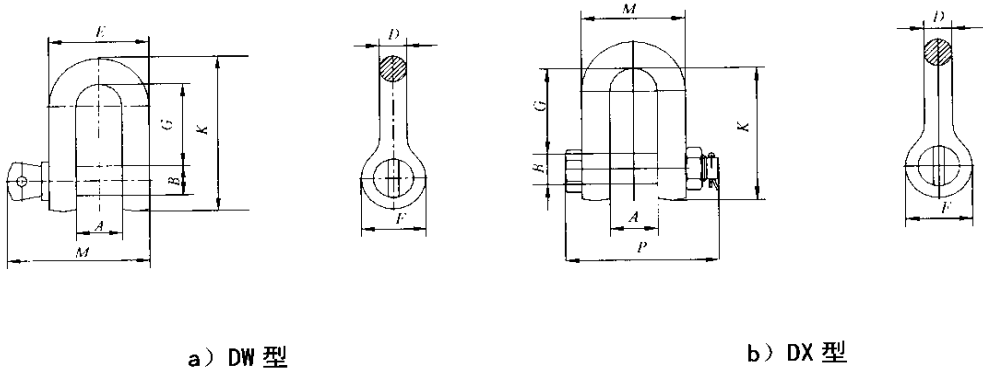


图 C.4 D 形卸扣结构示意图

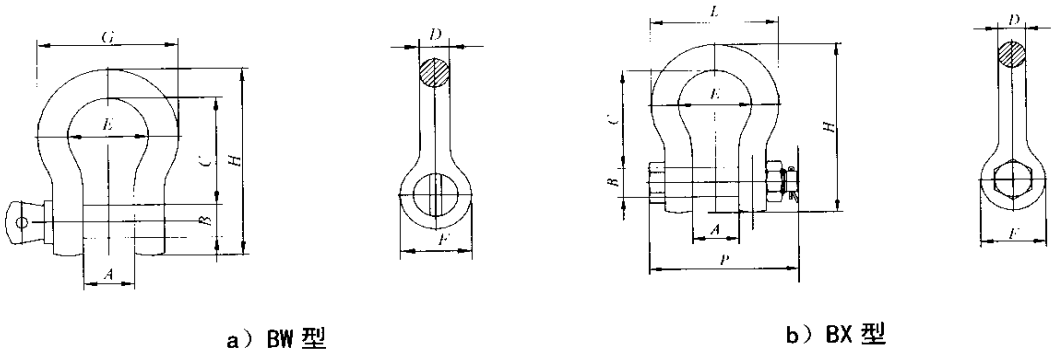
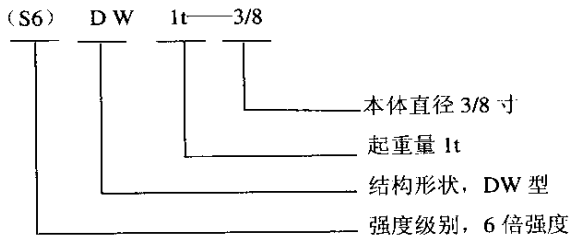


图 C.5 弓形卸扣结构示意图

C.3.4 卸扣规格型号表示方法由四组符号组成：

- a) 第一组为一位拼音字母和一位阿拉伯数字加圆括号，表示强度等级；
- b) 第二组为二位拼音字母，表示结构形状；
- c) 第三组为阿拉伯数字和重量单位 t，表示起重量，单位为吨；
- d) 第四组为阿拉伯数字，表示本体直径，单位为英寸。

示例：



C.3.5 卸扣性能参数参见表 C.4、表 C.5、表 C.6、表 C.7。

表 C.4 D 型卸扣 (DW) 参数

本体直径 in	额定载荷 kN	破断载荷 kN	A mm	B mm	D mm	E mm	F mm	G mm	K mm	M mm	重量 kg
1/4	5	20	12.0	7.9	6.4	23.9	15.5	22.4	40.4	35.1	0.05
5/16	7.5	30	13.5	9.7	7.9	29.5	19.1	26.2	48.5	42.2	0.08
3/8	10	40	16.8	11.2	9.7	35.8	23.1	31.8	58.4	51.6	0.13
7/16	15	60	19.1	12.7	11.2	41.4	26.9	36.6	67.6	60.5	0.20
1/2	20	80	20.6	16.0	12.7	45.0	30.2	41.4	77.0	68.3	0.27
5/8	32.5	130	27.0	19.1	16.0	58.7	38.1	50.8	95.3	84.8	0.57
3/4	47.5	190	31.8	22.4	19.1	69.9	46.0	60.5	115.1	100.8	1.19
7/8	65	260	36.6	25.4	22.4	81.0	53.1	71.4	135.4	114.3	1.43
1	85	340	43.0	28.7	25.4	93.7	60.5	81.0	150.9	128.8	2.15
1 1/8	95	380	46.0	31.8	28.7	103.1	68.3	90.9	172.2	142.0	3.06
1 1/4	120	480	51.6	35.1	31.8	115.1	76.2	100.1	190.5	156.5	4.11
1 3/8	135	540	57.2	38.1	35.1	127.0	94.1	111.3	210.3	173.7	5.28
1 1/2	170	680	60.5	41.4	38.1	136.6	91.9	122.2	230.1	186.7	7.23
1 3/4	250	1000	73.2	50.8	44.5	162.1	106.4	146.1	278.6	230.6	12.13
2	350	1400	82.6	57.2	50.8	184.0	122.2	171.5	311.9	262.6	19.19
2 1/2	550	2200	105.0	69.9	66.5	238.3	144.5	203.2	376.9	330.2	32.55

表 C.5 D 型卸扣 (DX) 参数

本体直径 in	额定载荷 kN	破断载荷 kN	A mm	B mm	D mm	F mm	G mm	K mm	M mm	P mm	重量 kg
5/8	32.5	130	26.9	19.1	16.0	38.1	50.8	95.3	58.7	89.7	0.67
3/4	47.5	190	31.8	22.4	19.1	45.0	60.5	115.1	70.0	103.4	1.14
7/8	65	260	36.6	25.4	22.4	53.1	71.4	135.4	81.0	119.6	1.75
1	85	340	42.9	28.7	25.4	60.5	81.0	150.9	93.7	134.9	2.52
1 1/8	95	380	46.0	31.8	28.7	68.6	90.9	172.2	103.1	149.9	3.45
1 1/4	120	480	51.6	35.1	31.8	76.2	100.0	190.5	115.1	165.4	4.90
1 3/8	135	540	57.2	38.1	35.1	84.1	111.3	210.3	127.0	183.1	6.24
1 1/2	170	680	60.5	41.4	38.1	92.2	122.2	230.1	136.7	196.3	8.39
1 3/4	250	1000	73.2	50.8	44.5	106.4	146.1	278.6	162.1	229.8	14.24
2	350	1400	82.6	57.2	50.8	122.2	171.5	311.9	184.2	264.4	21.20
2 1/2	550	2200	104.9	70.0	66.5	144.5	203.2	377.0	238.3	344.4	38.56
3	850	3400	127.0	82.6	76.2	165.1	215.9	428.8	279.4	419.1	56.36
3 1/2	1200	4800	133.4	95.3	91.9	203.2	240	481	317	482.6	91
4	1500	6000	139.7	108.0	104.1	228.6	265	537.5	348	501.7	141.4
5	3000	12000	200	150	130	320	380	745	460	644	341

表 C.5 D型卸扣 (DX) 参数 (续)

本体直径 in	额定载荷 kN	破断载荷 kN	A mm	B mm	D mm	F mm	G mm	K mm	M mm	P mm	重量 kg
6 1/2	5000	20000	240	185	165	390	450.5	903	570	779	634
8	8000	32000	300	234	207	493	550	1120.5	714	952	1228
9 1/2	10000	40000	390	265	240	556	640.5	1291	870	1138	1308
10 1/2	15000	60000	450	325	270	680	820.5	1593	990	1295	3133

表 C.6 弓型卸扣 (BW) 参数

本体直径 in	额定载荷 kN	破断载荷 kN	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	重量 kg
1/4	5	20	11.9	7.9	28.7	6.4	19.8	15.5	32.5	46.7	0.05
5/16	7.5	30	13.5	9.7	30.9	7.9	21.3	19.1	37.3	53.1	0.09
3/8	10	40	16.8	11.2	36.6	9.7	26.2	23.1	45.2	63.2	0.14
7/16	15	60	19.1	12.7	42.9	11.2	29.5	26.9	51.6	73.9	0.17
1/2	20	80	20.6	16.0	47.8	12.7	33.3	30.2	58.7	83.3	0.33
5/8	32.5	130	26.9	19.1	60.5	16.0	42.9	38.1	74.7	106.4	0.62
3/4	47.5	190	31.8	22.4	71.4	19.1	50.8	46.0	88.9	126.2	1.07
7/8	65	260	36.6	25.4	84.1	22.4	57.9	53.1	102.4	148.1	1.64
1	85	340	42.9	28.7	95.3	25.4	68.3	60.5	119.1	166.6	2.28
1 1/8	95	380	45.0	31.8	108.0	29.5	73.9	68.3	131.1	189.7	3.36
1 1/4	120	480	51.6	35.1	119.1	32.8	82.6	76.2	146.1	209.6	4.31
1 3/8	135	540	57.2	38.1	133.4	36.1	92.2	84.1	162.1	232.7	6.14
1 1/2	170	680	60.5	41.4	146.1	39.1	98.6	92.2	174.8	254.0	7.80
1 3/4	250	1000	73.2	50.8	177.8	46.7	127.0	106.4	225.0	314.4	12.60
2	350	1400	82.6	57.2	196.9	52.8	146.1	122.2	253.2	347.5	20.41
2 1/2	550	2200	104.9	69.9	266.7	68.8	184.2	144.5	326.9	453.1	38.90

表 C.7 弓型卸扣 (BX) 参数

本体直径 in	额定载荷 kN	破断载荷 kN	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	H mm	L mm	P mm	重量 kg
5/8	32.5	130	26.9	19.1	60.5	16.0	42.9	38.1	106.4	74.7	89.7	0.76
3/4	47.5	190	31.8	22.4	71.4	19.1	50.8	45.0	126.2	88.9	103.4	1.23
7/8	65	260	36.6	25.4	84.1	22.4	57.9	53.1	148.1	102.4	119.6	1.79
1	85	340	42.9	28.7	95.3	25.4	68.3	60.5	166.6	119.1	134.9	2.57
1 1/8	95	380	46.0	31.8	108.0	28.7	73.9	68.3	189.7	131.1	149.9	3.75
1 1/4	120	480	51.6	35.1	119.1	31.8	82.6	76.2	209.6	146.1	165.4	5.31
1 3/8	135	540	57.2	38.1	133.4	35.1	92.2	84.1	232.7	162.1	183.1	7.18
1 1/2	170	680	60.5	41.4	140.1	38.1	98.6	92.2	254.0	174.8	196.3	9.43
1 3/4	250	1000	73.2	50.8	177.8	44.5	127.0	106.4	313.4	225.0	229.8	15.38
2	350	1400	82.6	57.2	196.9	50.8	146.1	122.2	347.5	253.2	264.4	23.70

表 C.7 弓型卸扣 (BX) 参数 (续)

本体直径 in	额定载荷 kN	破断载荷 kN	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	H mm	L mm	P mm	重量 kg
2 1/2	550	2200	104.9	70.0	266.7	66.5	184.2	144.5	453.1	326.9	344.4	44.57
3	850	3400	127.0	82.6	330.2	76.2	200.2	165.1	546.1	364.7	419.1	69.85
3 1/2	1200	4800	133.4	95.3	371.6	91.9	228.6	203.2	625.6	419.1	482.6	120.20
4	1500	6000	139.7	108.0	368.3	104.1	254.0	228.6	652.5	467.9	501.7	153.32
5	3000	12000	200	150	450	130	300	320	815	560	644	363
6 1/2	5000	20000	240	185	557.5	165	360	390	1010	690	779	684
8	8000	32000	300	234	660	207	440	493	1230.5	854	952	1313
9 1/2	10000	40000	390	265	780.5	240	560	556	1431	1040	1138	2040

C.4 合成纤维吊装带

C.4.1 合成纤维吊装带适用于表面有保护要求工件的吊装作业。合成纤维吊装带分为扁平带、圆形带两种类型，吊装带承载载荷见表 C.8。

C.4.2 合成纤维吊装带使用应符合下列规定：

- 不得受到锐器或被吊工件的割伤及磨损；
- 在移动吊装带和工件时不得拖拽；
- 在承载时不得使吊装带打结和扭曲；
- 吊装带不得长时间悬挂使用，也不得将吊装带从承载状态下抽出；
- 吊装带工作温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，如在特殊环境下使用，应在制造商或销售商指导下进行；
- 扁平吊装带软环套眼张开角度 α 不得超过 20° （见图 C.6）；

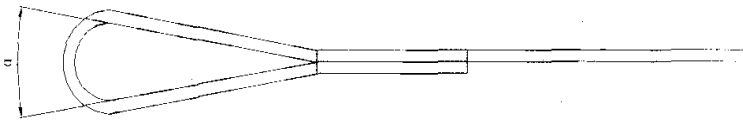


图 C.6 扁平吊装软环套示意

- 受污染的吊装带或在腐蚀性环境中使用后，应立即用中性洗涤剂清洗，并冲刷干净；
- 损坏的吊装带不得修补使用；
- 吊装带承受载荷后，发生超载报警标志飞出，应立即停止吊装作业。

C.4.3 吊装带出现下列情况之一时，应报废：

- 割坏、断股和局部破裂；
- 合成纤维软化或老化，表面粗糙和剥落；
- 严重扭曲、变形、起毛和缝合处变质；
- 霉变、酸碱灼伤、热熔化或烧焦；
- 表面过多点状疏松和腐蚀；
- 保护套破损显露出内芯合成纤维。

表 C.8 吊装带最大载荷 (一)











吊装带与铅垂线的外角	—	—	—	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$
圆形吊装带							
扁平吊装带						—	
成套软吊索		—	—	—		—	
吊装方式系数	1.0	0.8	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5
公称级别	单根吊装工作载荷 kg						
500kg	500	400	1000	700	500	350	250
1000kg	1000	800	2000	1400	1000	700	500
2000kg	2000	1600	4000	2800	2000	1400	1000
3000kg	3000	2400	6000	4200	3000	2100	1500
4000kg	4000	3200	8000	5600	4000	2800	2000
5000kg	5000	4000	10000	7000	5000	3500	2500
6000kg	6000	4800	12000	8400	6000	4200	3000
8000kg	8000	6400	16000	11200	8000	5600	4000
10000kg	10000	8000	20000	14000	10000	7000	5000
12000kg	12000	9600	24000	16800	12000	8400	6000
15000kg	15000	12000	30000	21000	15000	10500	7500
20000kg	20000	16000	40000	28000	20000	14000	10000
25000kg	25000	20000	50000	35000	25000	17500	12500
30000kg	30000	24000	60000	42000	30000	21000	15000

表 C.8 吊装带最大载荷 (一) (续)







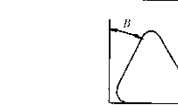

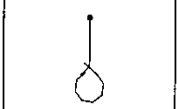




吊装带与铅垂线的外角	—	—	—	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$
圆形吊装带							
扁平吊装带						—	—
成套软吊索		—	—	—	—	—	—
吊装方式系数	1.0	0.8	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5
公称级别	单根吊装工作载荷 kg						
40 000 kg	40 000	32 000	80 000	56 000	40 000	28 000	20 000
50 000 kg	50 000	40 000	100 000	70 000	50 000	35 000	25 000
60 000 kg	60 000	48 000	120 000	84 000	60 000	42 000	30 000
80 000 kg	80 000	64 000	160 000	112 000	80 000	56 000	40 000
100 000 kg	100 000	80 000	200 000	140 000	100 000	70 000	50 000
200 000 kg	200 000	160 000	400 000	280 000	200 000	140 000	100 000
300 000 kg	300 000	240 000	600 000	420 000	300 000	210 000	150 000
400 000 kg	400 000	320 000	800 000	560 000	400 000	280 000	200 000
500 000 kg	500 000	400 000	1 000 000	700 000	500 000	350 000	250 000
600 000 kg	600 000	480 000	1 200 000	840 000	600 000	420 000	300 000
700 000 kg	700 000	560 000	1 400 000	980 000	700 000	490 000	350 000
800 000 kg	800 000	640 000	1 600 000	1 120 000	800 000	560 000	400 000
900 000 kg	900 000	720 000	1 800 000	1 260 000	900 000	630 000	450 000
1 000 000 kg	1 000 000	800 000	2 000 000	1 400 000	1 000 000	700 000	500 000

表 C.8 吊装带最大载荷 (二)

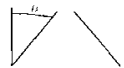
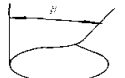

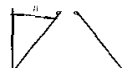
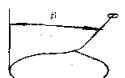
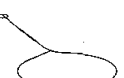
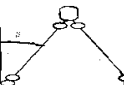
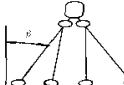
吊装带与铅垂线的外角	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$
圆形吊装带					-	-
扁平吊装带					-	-
成套软吊索			-			
吊装方式系数	1.4	1.0	1.12	0.8	2.1	1.5
公称级别	双根吊装工作载荷 kg				四根吊装工作载荷 kg	
500 kg	700	500	560	400	1050	750
1000 kg	1400	1000	1120	800	2100	1500
2000 kg	2800	2000	2240	1600	4200	3000
3000 kg	4200	3000	3360	2400	6300	4500
4000 kg	5600	4000	4480	3200	8400	6000
5000 kg	7000	5000	5600	4000	10500	7500
6000 kg	8400	6000	6720	4800	12600	9000
8000 kg	11200	8000	8960	6400	16800	12000
10000 kg	14000	10000	11200	8000	21000	15000
12000 kg	16800	12000	13440	9600	25200	18000
15000 kg	21000	15000	16800	12000	31500	22500
20000 kg	28000	20000	22400	16000	42000	30000
25000 kg	35000	25000	28000	20000	52500	37500
30000 kg	42000	30000	33600	24000	63000	45000

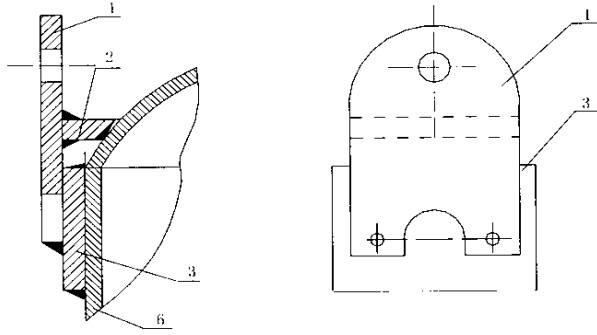
表 C.8 吊装带最大载荷 (二) (续)

吊装带与铅垂线的外角	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$	$7^\circ < \beta < 45^\circ$	$45^\circ < \beta < 60^\circ$
圆形吊装带					-	-
扁平吊装带					-	-
成套软吊索						
吊装方式系数	1.4	1.0	1.12	0.8	2.1	1.5
公称级别	双根吊装工作载荷 kg				四根吊装工作载荷 kg	
40 000 kg	56 000	40 000	44 800	32 000		
50 000 kg	70 000	50 000	56 000	40 000		
60 000 kg	84 000	60 000	67 200	48 000		
80 000 kg	112 000	80 000	89 600	64 000		
100 000 kg	140 000	100 000	112 000	80 000		
200 000 kg	280 000	200 000	224 000	160 000		
300 000 kg	420 000	300 000	336 000	240 000		
400 000 kg	560 000	400 000	448 000	320 000		
500 000 kg	700 000	500 000	560 000	400 000		
600 000 kg	840 000	600 000	672 000	480 000		
700 000 kg	980 000	700 000	784 000	560 000		
800 000 kg	1 120 000	800 000	896 000	640 000		
900 000 kg	1 260 000	900 000	1 008 000	720 000		
1 000 000 kg	1 400 000	1 000 000	1 120 000	800 000		

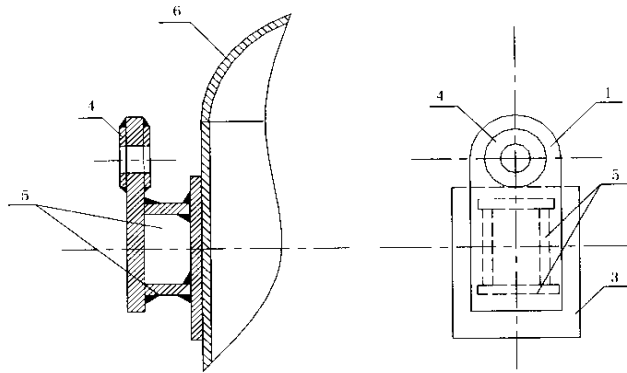
附录 D
(资料性附录)
设备吊耳

D.1 设备吊耳设计

D.1.1 吊耳的结构应满足自身强度和连接强度要求。常用板式吊耳结构形式见图 D.1；管式吊耳结构形式见图 D.2。



a) 单板型



1—吊耳板；2—支撑板；3—垫板；4—补强圈；5—箱型梁；6—设备筒体

b) 增强型

图D.1 板式吊耳结构型式示意

D.1.2 吊耳材质应与设备材质相同或接近，其屈服强度下限值应不低于235MPa，并有出厂质量证明文件，且不得有裂纹、重皮、夹层等缺陷。

D.1.3 编制焊接工艺，明确质量检验要求。

D.1.4 吊耳位置与数量应满足吊装工艺要求。

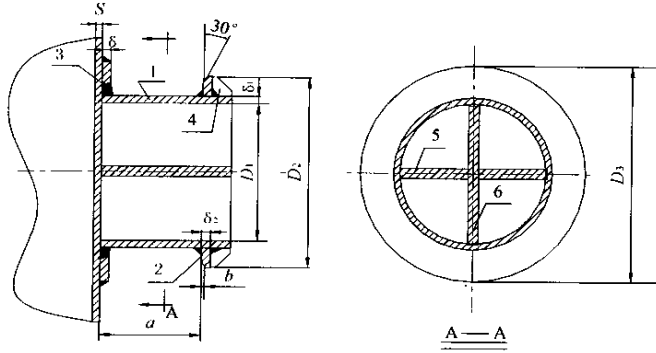
D.1.5 设备吊点位置应符合下列规定：

- a) 有利于设备就位，且使吊装机具处于合理的工作状态；
- b) 满足设备强度与稳定的要求，且主吊点应设置在设备重心之上；
- c) 使吊装索具有足够的空间，并便于吊后索具的拆除作业。

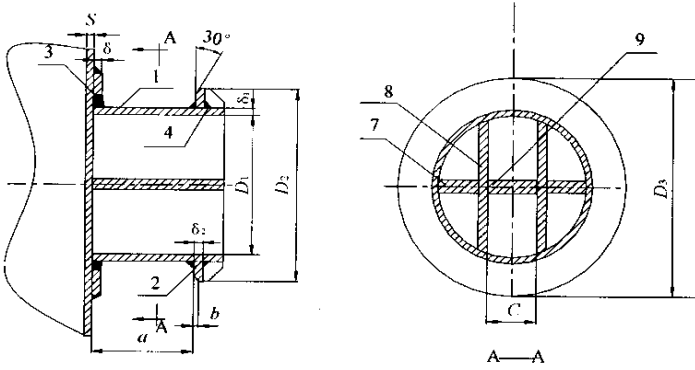
D.2 管式吊耳

D.2.1 常用管式吊耳有下列类型（见图 D.2），其各部件尺寸见表 D.1。

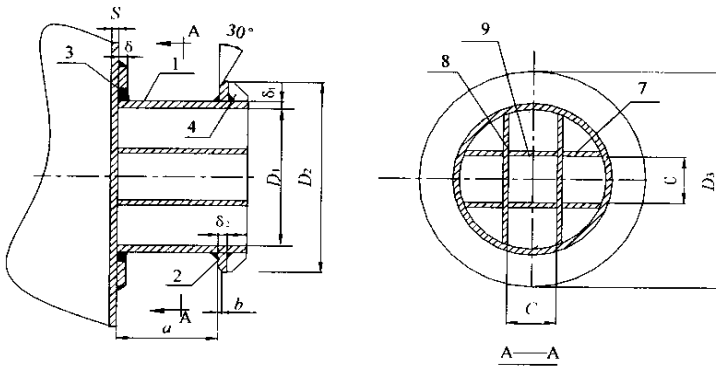
- a) I 型管式吊耳，吊耳管采用十字形主筋板加强；
- b) II 型管式吊耳，吊耳管采用双十字形主筋板加强；
- c) III 型管式吊耳，吊耳管采用井字形主筋板加强；
- d) IV 型管式吊耳，吊耳管采用双井字主筋板加强。



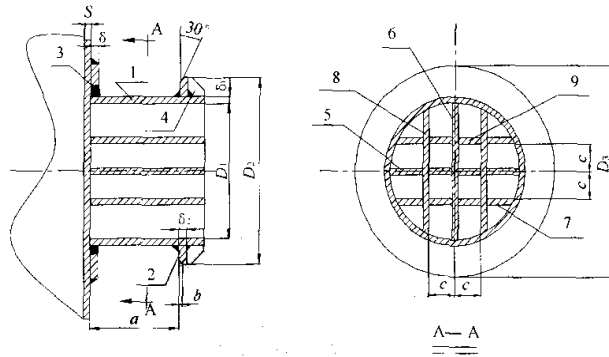
a) I 型



b) II 型



c) III 型



d) IV型

1—吊耳管；2—挡圈；3—补强圈；4—加强筋；5—横主筋板；6—立主筋板；
7—边横主筋板；8—边立主筋板；9—中横主筋板

图 D.2 管式吊耳结构型式

D.2.2 管式吊耳焊接顺序与要求应符合下列规定：

- a) 主筋板与设备本体；
- b) 吊耳管与设备本体；
- c) 补强圈与吊耳管及设备本体；
- d) 挡圈与吊耳管；
- e) 加强筋与挡圈及吊耳管；
- f) 各主筋板之间的焊接采用双面交错间断焊；
- g) 吊耳管与主筋板焊缝应大于管长的 1/3；
- h) 补强圈拼接时，拼接板数量不得多于三块；
- i) 角焊缝高度为两焊件薄板厚度。

表 D.1 管式吊耳结构尺寸

吊耳型式	设备计算重力 KN	各 部 件 尺 寸 mm													自重 N	
		部 件 编 号														
		1		2		3 ^a	4 ^b	5	6	7	8	9	a	b		c
		D ₁	δ ₁	D ₂	δ ₂	D ₃	δ ₄	长×宽×厚								
I	400	245	10	395	20	370	10	235×106×12	235×224×12	—	—	—	140	5	—	377
	500	273	10	425	20	410	10	235×120×12	235×252×12	—	—	—	140	5	—	419
II	600	299	10	450	24	450	12	—	—	270×84×12	270×258×12	270×90×12	170	5	90	597
	750	351	10	500	30	530	16	—	—	360×108×14	360×295×14	360×110×12	180	5	110	940
	1000	478	10	630	30	720	16	—	—	365×135×16	365×410×16	365×150×16	260	5	150	1538
III	1250	529	14	680	30	800	16	—	—	405×165×12	405×478×12	405×120×12	300	10	120	1856
	1500	630	14	750	32	950	16	—	—	410×185×14	565×410×14	410×170×14	300	10	170	2288
	1750	720	14	870	32	1080	16	—	—	430×198×16	645×430×16	430×220×16	320	10	220	3007
	2000	820	14	970	32	1230	18	—	—	460×215×16	730×460×16	460×270×16	340	10	270	5626
IV	2300	920	14	1070	34	1330	18	470×175×16	890×470×16	470×230×16	760×470×16	470×190×16	360	10	190	5050
	2600	1020	14	1170	34	1530	18	510×175×18	990×510×18	510×245×18	855×510×18	510×225×18	400	10	225	6460
	3000	1220	14	1370	34	1830	20	550×250×18	1190×550×18	550×270×18	1060×550×18	550×250×18	440	10	250	8296

^a 件号 3 补强圈可取其厚度 δ 等于设备壁厚 S, 应经核算确定。

^b δ₄ 为件号 4 加强筋的厚度, 其边长 75mm。

附录 E
(资料性附录)
吊梁与尾排

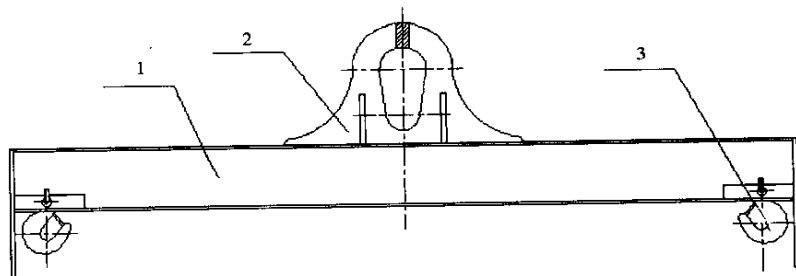
E.1 吊梁

E.1.1 起重吊梁结构形式有定型和异型之分，定型吊梁按其性能参数选用，异型吊梁可按吊装方案要求设计。

E.1.2 吊梁出现下列情况之一时，应报废：

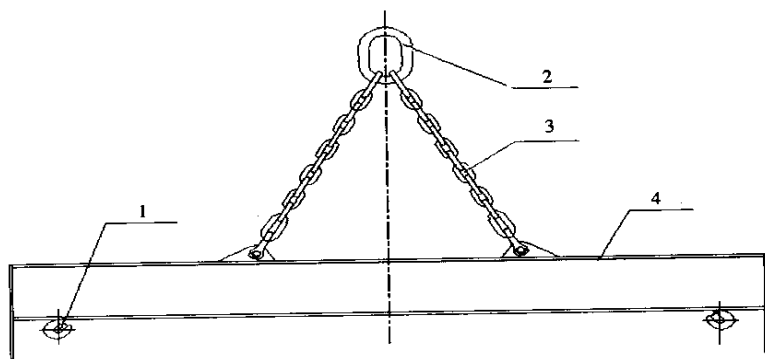
- a) 主要受力构件失去整体稳定性；
- b) 主要受力构件产生裂纹，不可修复；
- c) 主要受力构件产生永久变形超过原状态 10%；
- d) 吊具出现不能正常安全作业的异常情况。

E.1.3 常用轻型吊梁结构形式见图 E.1~图 E.5；重型吊梁结构形式见图 E.6；反应器专用吊梁结构形式见图 E.7~图 E.10。



1—梁体；2—吊耳；3—吊钩

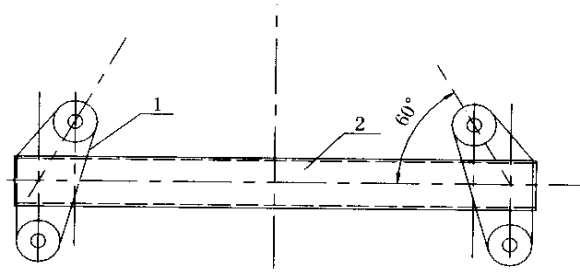
a) 单吊耳型



1—吊钩；2—长吊环；3—吊索；4—梁体

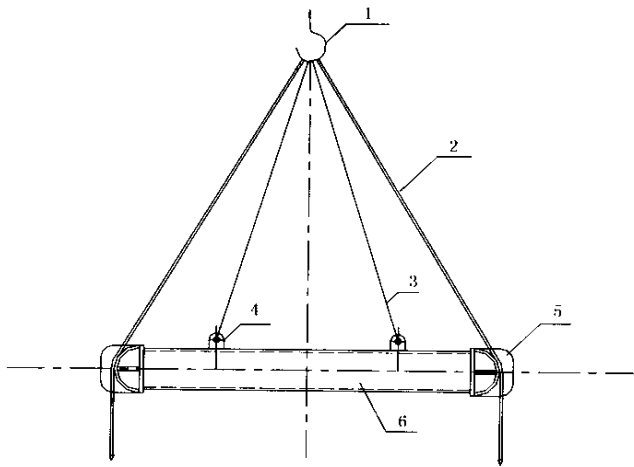
b) 双吊耳型

图 E.1 轻型吊梁示意



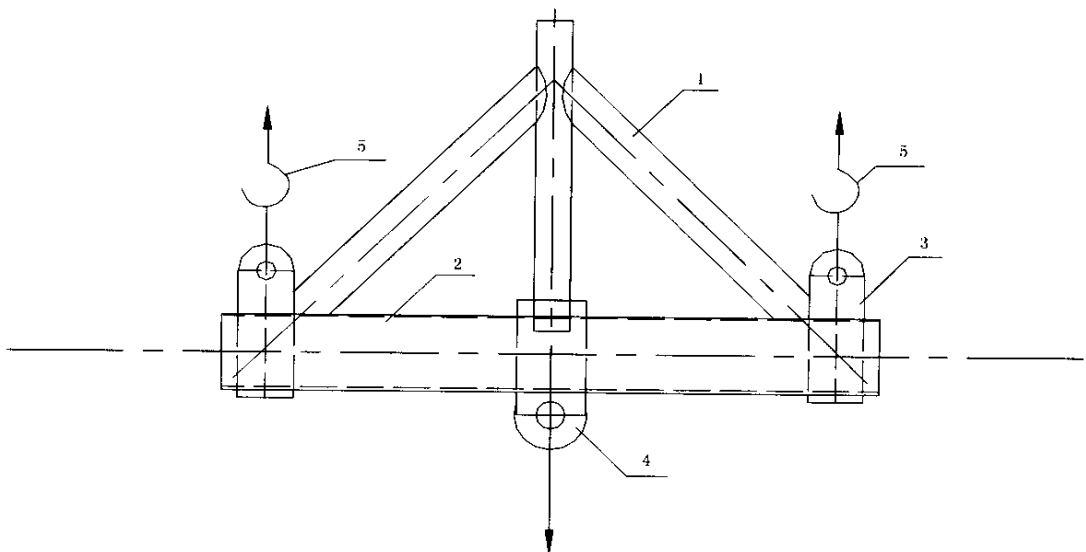
1—吊耳板；2—支撑梁

图 E. 2 管板式吊梁示意



1—吊钩；2—吊索；3—绳扣；4—板耳；5—挡板；6—吊架

图 E. 3 支撑式吊梁示意



1—斜支撑；2—主梁；3—吊耳板；4—主吊耳板；5—吊钩

图 E. 4 构架式吊梁示意

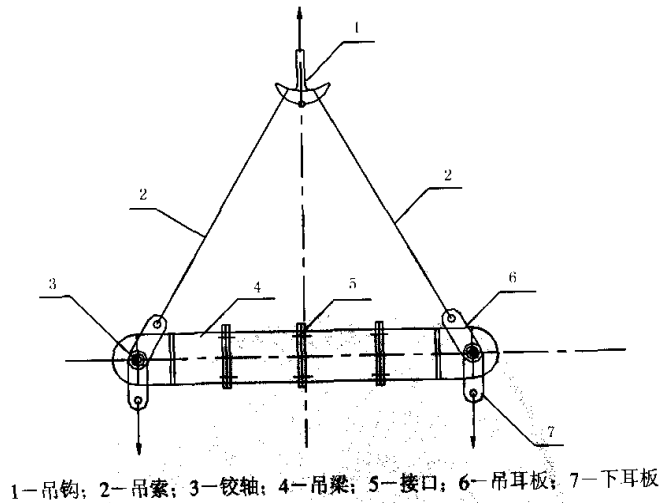
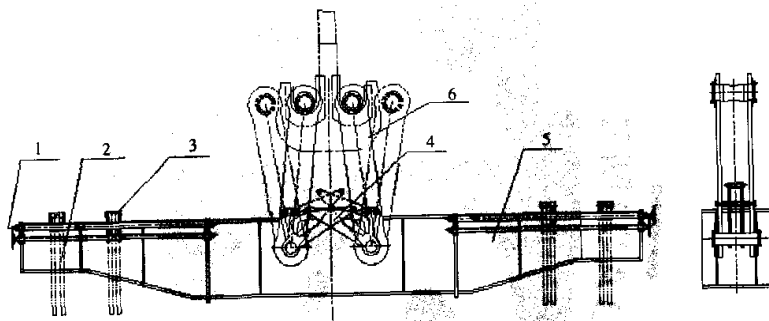
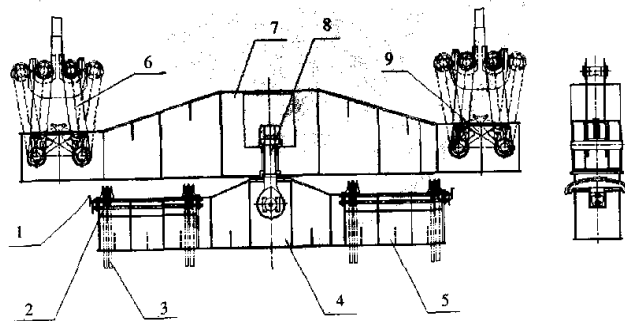


图 E.5 可调长度吊梁示意

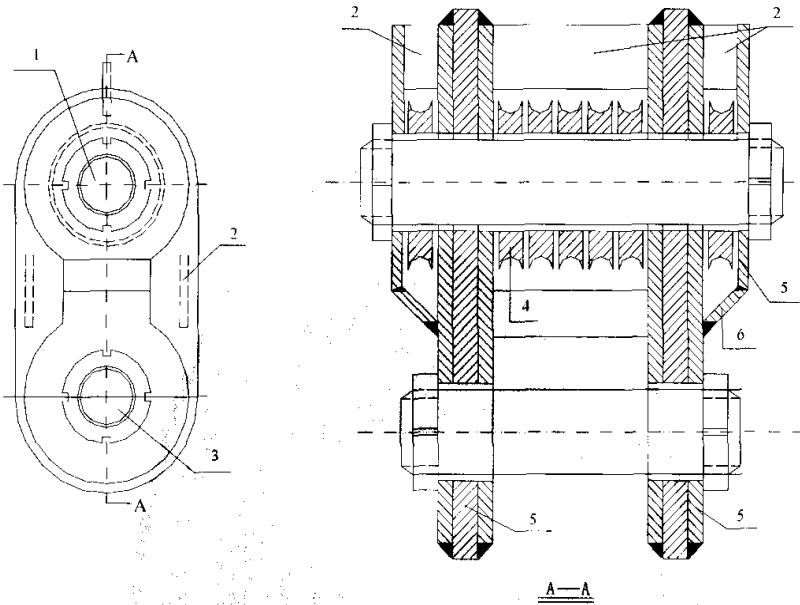


a) 单梁型



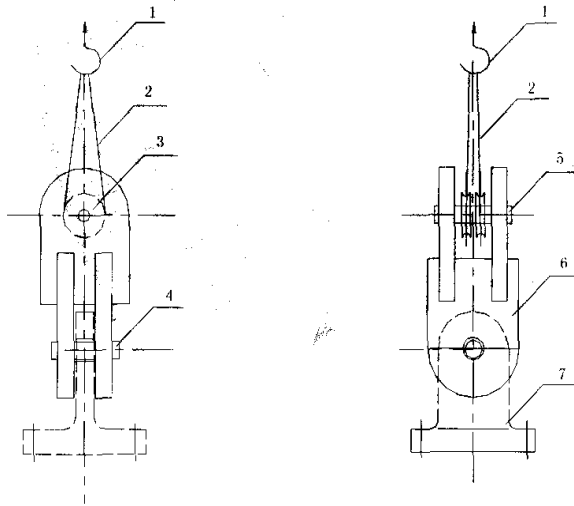
b) 双梁型

图 E.6 重型吊梁示意



1—滑轮和螺母；2—加强板；3—销轴和螺母；4—滑轮；5—夹板；6—连接板

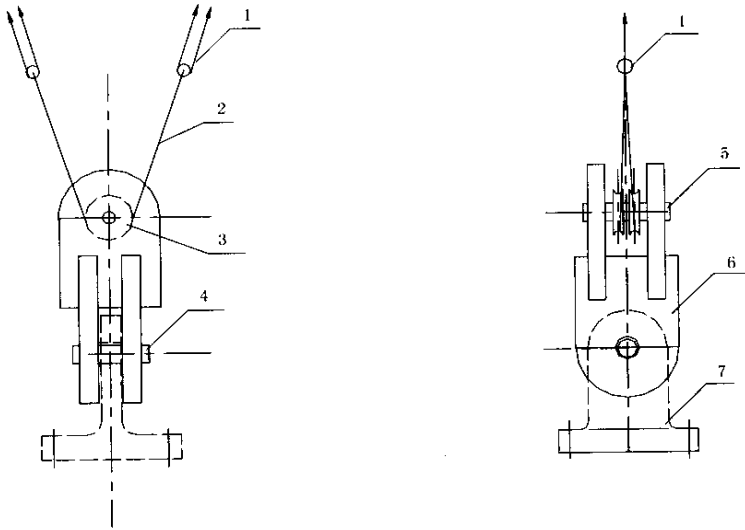
a) I 型



1—吊钩；2—吊索；3—护绳轮；4—下吊轴；5—吊轴；6—吊梁；7—吊盖

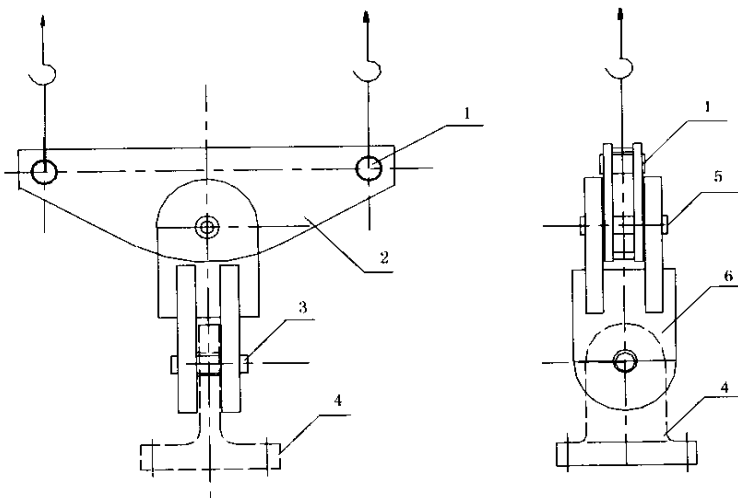
b) II 型

图 E.7 单吊点吊梁



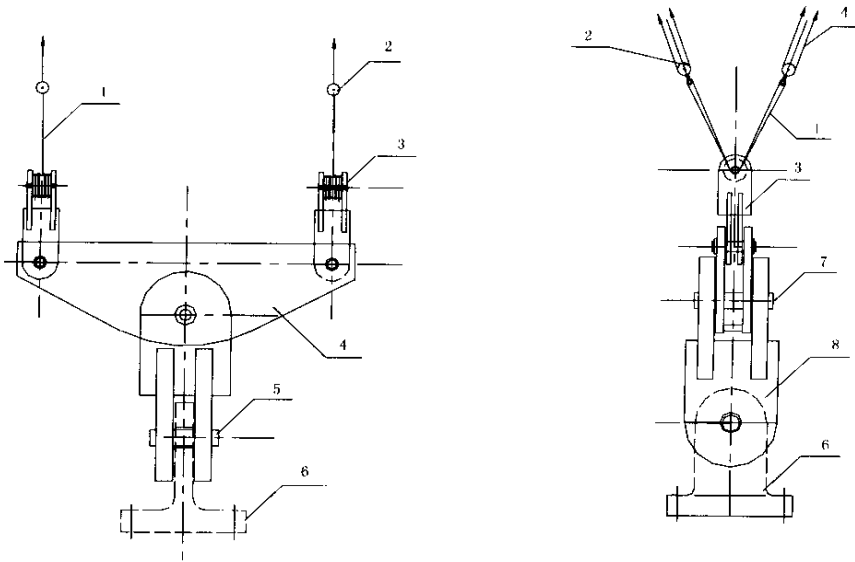
1—滑车组；2—吊索；3—护绳轮；4—下吊轴；5—吊轴；6—吊梁；7—吊盖

图 E. 8 双桅杆抬吊形式



1—吊耳；2—横梁；3—下吊轴；4—吊盖；5—吊轴；6—吊梁

图 E. 9 双吊点吊梁

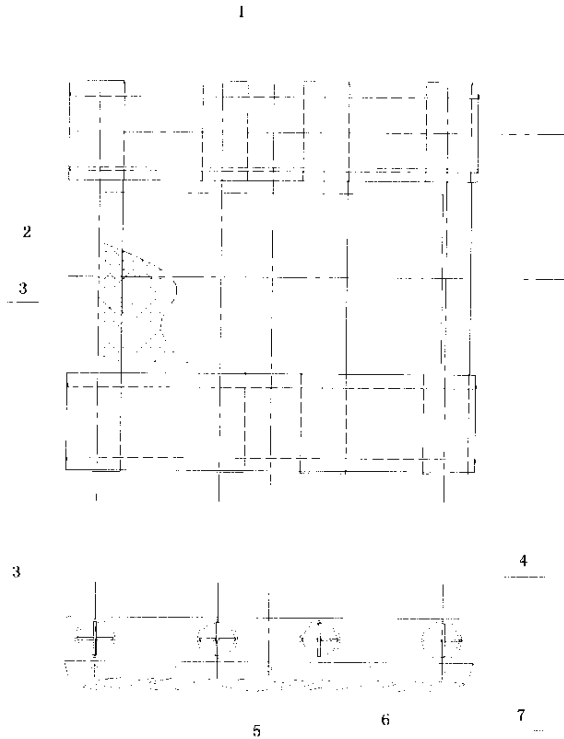


1—吊索；2—滑车组；3—连接梁；4—横梁；5—下吊轴；6—吊盖；7—吊轴；8—吊梁

图 E.10 四吊点吊梁

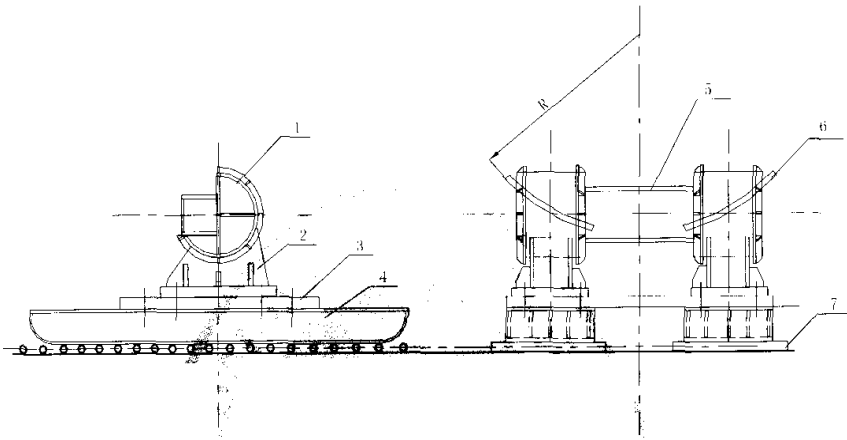
E.2 滑移尾排

图 E.11~图 E.13 给出了双滑道钢木结构尾排、带有回转铰链的双滑道钢排、单滑道钢木结构尾排。



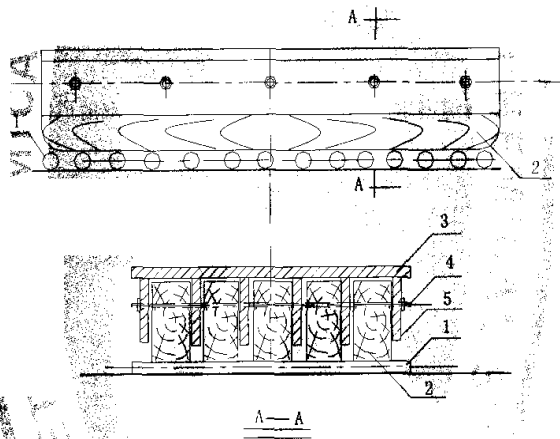
1—箱型梁；2—钢板；3—钢管；4—筋板；5—硬质排木；6—挡板；7—连接螺栓

图 E.11 双滑道钢木结构尾排



1—回转轴；2—支座；3—连接板；4—底排；5—连接梁；6—弧板；7—滚杠

图 E.12 带有回转铰链的双滑道钢排

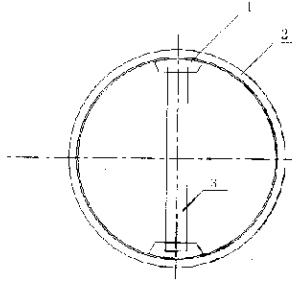


1—滚杠；2—硬质排木；3—顶面钢板；4—连接螺栓；5—立筋钢板

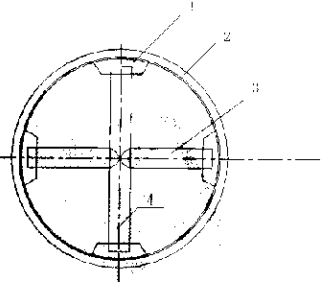
图 E.13 单滑道钢木结构尾排

附录 F
(资料性附录)
设备裙座内环支承形式

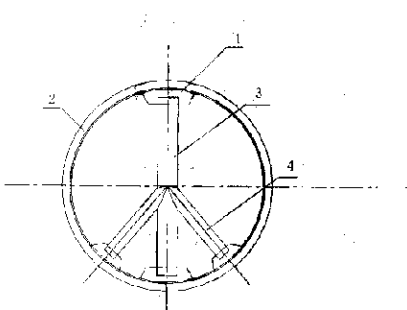
图 F.1~图 F.4 给出了设备裙座内环单立柱支承形式、十字支承形式、带有斜支承形式、三角支承形式的加强结构。



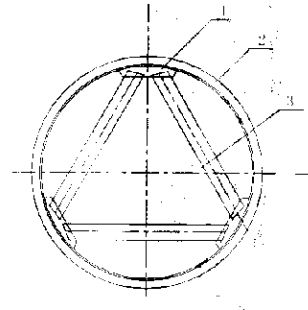
1—连接板；2—裙座；3—支撑杆件
图 F.1 单立柱支撑形式示意



1—连接板；2 裙座；3—支撑平杆；4—支撑立杆
图 F.2 十字支承形式示意



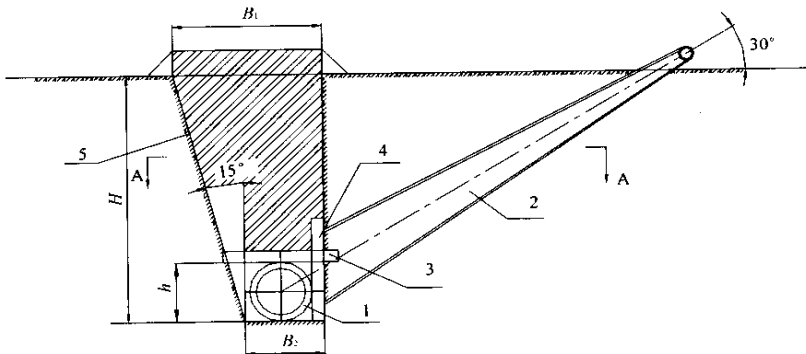
1—连接板；2—裙座；3—支撑立杆；4—斜支撑杆
图 F.3 带有斜支承形式示意

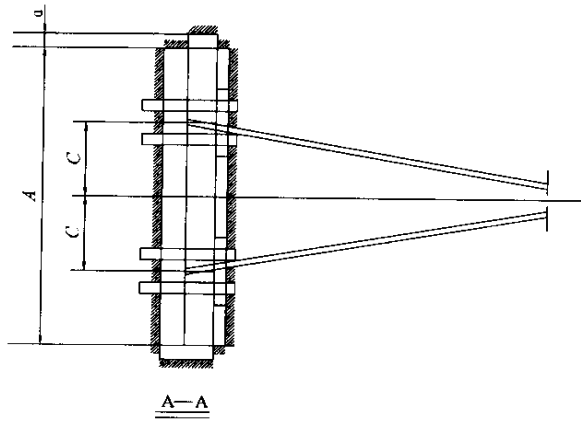


1—连接板；2—裙座；3—支撑杆件
图 F.4 三角支承

附录 G
(资料性附录)
地 锚

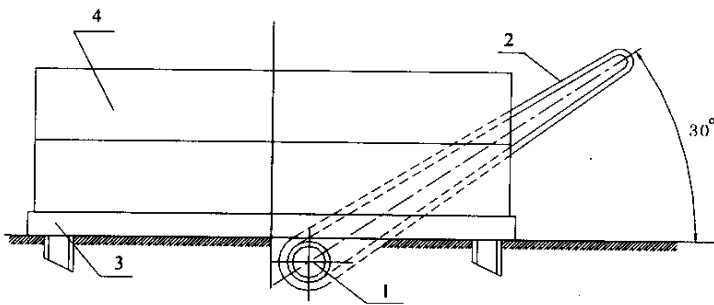
- G.1** 压重式地锚适用于地下水位较高和土质较软、易塌方以及土层较薄或有地下障碍物的场地。全埋式地锚及混凝土地梁式地锚适用于有开挖条件的场地。地锚应按吊装方案规定的位置、型式和规格进行设置。
- G.2** 压重式地锚的钢架及压重数量应按地锚承受的最大拉力进行设计制作或选用，压重式地锚的设置应符合下列规定：
- a) 钢架与地面附着牢固可靠且水平放置；
 - b) 压重物的组合重心应与钢架平面中心重合；
 - c) 不得侧向承受拉力。
- G.3** 全埋式地锚应按下列要求施工：
- a) 地锚基坑开挖时，应校准其方位与上口尺寸、坑深及倾斜方向；
 - b) 埋件规格、材料、数量与防腐应符合方案规定，绳扣连接绳卡应外露，经有关人员检查确认并做好隐蔽工程记录后方可回填。全埋式地锚的隐蔽工程记录内容应符合表 A.11 的规定；
 - c) 地锚基坑应用净土分层（每层 250mm~300mm）回填并夯实，回填土应高出地面 400mm。回填后应用标牌注明地锚的编号及其承载能力；
 - d) 地锚基坑前方，坑深 2.5 倍的范围内和基坑两侧 2.0m 的范围内，不得有地沟、电缆、地下管道等构筑物和设施以及临时开挖沟渠等；
 - e) 地锚位于山坡的前坡时，坑底前的挡土距离不得小于基坑深度的 3.0 倍，且该距离内挡土厚度不得小于坑深。
- G.4** 卷扬机地锚和重要的导向滑车地锚，应按其使用负荷进行预拉；主受力地锚（主受力拖拉绳地锚）应按 1.1 倍的使用负荷进行预拉，预拉应经有关人员确认并记录。
- G.5** 利用设备基础或构筑物作为地锚时，应进行强度验算并采取可靠的防护措施，且应征得有关单位同意。
- G.6** 管架和电柱的基础不得用作地锚。
- G.7** 不得沿埋件顺向使用地锚。
- G.8** 常用地锚结构形式见图 G.1~图 G.3。





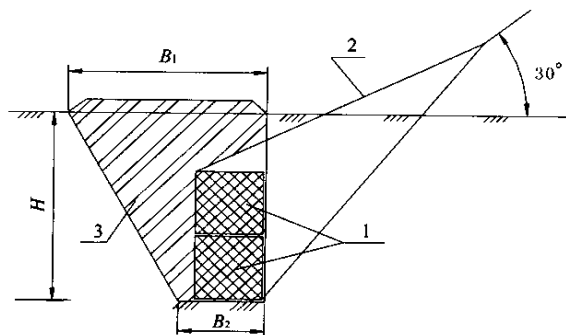
1—地锚管；2—地锚索具；3—压木；4—挡木；5—回填土

图 G.1 全埋式地锚



1—钢结构架；2—压重块；3—地锚索具 4—地锚管

图 G.2 压重式地锚

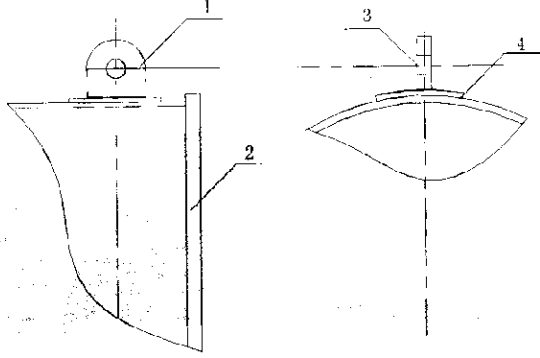


1—地锚索具；2—混凝土梁；3—回填土

图 G.3 混凝土梁式地锚

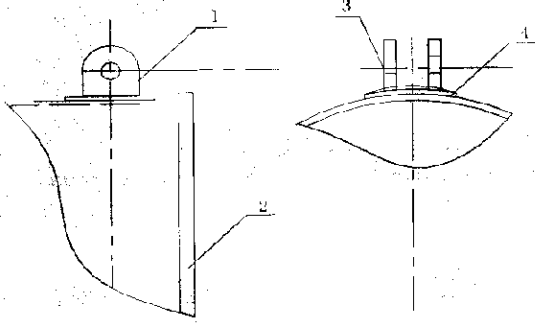
附录 H
(资料性附录)
抬尾吊耳

图 H.1~图 H.3 给出了单板式抬尾吊耳、双板轴式抬尾吊耳、对称管式抬尾吊耳的结构形式。



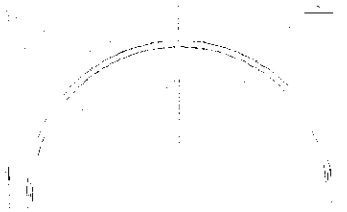
1—吊耳板；2—裙座；3 轴孔；4—附板

图 H.1 单板式吊耳



1—吊耳板；2—裙座；3—轴孔；4—附板

图 H.2 双板轴式吊耳示意



1—设备裙座；2—管式吊耳

图 H.3 对称管式吊耳

用词说明

对本标准条文中要求执行严格程度不同的用词,说明如下:

(一) 表示很严格、非这样做不可并具有法定责任时,用词为“必须”(must);

(二) 表示要准确地符合标准而应严格遵守时,用词为:

正面词采用“应”(shall);

反面词采用“不应”或“不得”(shall not)。

(三) 表示在几种可能性中推荐特别合适的一种,不提及也不排除其他可能性,或表示是首选的但未必是所要求的,或表示不赞成但也不禁止某种可能性时,用词为:

正面词采用“宜”(should);

反面词采用“不宜”(should not)。

(四) 表示在标准的界限内所允许的行动步骤时,用词为:

正面词采用“可”(may);

反面词采用“不必”(need not)。