中华人民共和国国家标准

石油化工大型设备吊装工程规范

Code for large-size equipment hoisting engineering in petrochemical industry

GB 50798 - 2012

主编部门：中国石油化工集团公司
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2012年12月1日

中国计划出版社

2012 北京

中华人民共和国国家标准

石油化工大型设备吊装工程规范

GB 50798-2012

☆

中国计划出版社出版

网址：www.jhpress.com

地址：北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层

邮政编码：100038　电话：（010）63906433（发行部）

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850mm×1168mm　1/32　2.75印张　66千字

2012年12月第1版　2012年12月第1次印刷

☆

统一书号：1580177·975

定价：17.00元

版权所有　侵权必究

侵权举报电话：（010）63906404

如有印装质量问题，请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1491 号

住房城乡建设部关于发布国家标准《石油化工大型设备吊装工程规范》的公告

现批准《石油化工大型设备吊装工程规范》为国家标准，编号为GB 50798—2012，自 2012 年 12 月 1 日起实施。其中，第3.0.4、3.0.5、3.0.6 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2012 年 10 月 11 日

前　言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007年工程建设标准规范制订、修订计划（第二批）〉的通知》（建标函〔2007〕126号）的要求，由中石化宁波工程有限公司和中石化第十建设有限公司会同有关单位共同编制完成。

本规范在编制过程中，编制组开展了专题研究，进行了广泛的调研，总结了近几年来石油化工工程建设的实践经验，并以多种形式征求了有关设计、施工、监理等方面的意见，对其中主要问题进行了多次讨论，最后经审查定稿。

本规范共分12章，主要内容包括总则、术语、基本规定、施工准备、吊耳、地基处理、吊装绳索、吊装机具、起重机吊装、液压装置吊装、桅杆吊装、设备平移。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国石油化工集团公司负责日常管理工作，由中石化宁波工程有限公司负责具体技术内容的解释。为了提高规范质量，请各单位在执行过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中石化宁波工程有限公司（地址：浙江省宁波市国家高新区院士路660号，邮政编码：315103），以供今后修订时参考。

本规范主编单位：中石化宁波工程有限公司
中石化第十建设有限公司

本规范参编单位：中石化第四建设有限公司
北京燕华建筑安装工程有限责任公司
中国石油天然气第六建设公司
中国石化工程建设有限公司

巨力索具股份有限公司

本规范主要起草人员：石　飞　江坚平　孙吉产　蒋利强
张信基　陈文春　关则新　李玉磊
陈贺军　田　英

本规范主要审查人员：吴兆武　贾桂军　葛春玉　孙建军
刘小平　程　志　刘广根　岳　敏
罗　斌　李廷树　郎恩威

目　次

1　总　　则 …… (1)
2　术　　语 …… (2)
3　基本规定 …… (5)
4　施工准备 …… (8)
4.1　技术准备 …… (8)
4.2　起重机械、吊索、吊具准备 …… (11)
4.3　施工现场准备 …… (11)
4.4　设备现场调整 …… (11)
5　吊　　耳 …… (13)
5.1　一般规定 …… (13)
5.2　吊盖式吊耳 …… (14)
5.3　板式吊耳 …… (16)
5.4　管轴式吊耳 …… (16)
5.5　吊耳安装位置加固 …… (19)
6　地基处理 …… (21)
7　吊装绳索 …… (22)
7.1　麻绳 …… (22)
7.2　钢丝绳 …… (22)
7.3　钢丝绳绳扣 …… (24)
7.4　无接头钢丝绳绳圈 …… (25)
7.5　合成纤维吊装带 …… (26)
8　吊装机具 …… (28)
8.1　滑轮(组) …… (28)
8.2　手拉葫芦 …… (28)
8.3　卷扬机 …… (29)

8.4 千斤顶 …… (29)
8.5 钢丝绳绳夹 …… (30)
8.6 卸扣 …… (32)
8.7 平衡梁 …… (32)
8.8 地锚 …… (33)
9 起重机吊装 …… (35)
9.1 一般规定 …… (35)
9.2 吊装方法 …… (35)
9.3 起重机选择与布置 …… (36)
9.4 安全规定 …… (38)
10 液压装置吊装 …… (39)
10.1 一般规定 …… (39)
10.2 液压设备 …… (39)
10.3 钢绞线与方钢 …… (40)
10.4 吊装方法 …… (41)
10.5 安全规定 …… (41)
11 桅杆吊装 …… (43)
11.1 一般规定 …… (43)
11.2 桅杆的竖立、移动与拆除 …… (44)
11.3 吊装方法 …… (46)
11.4 安全规定 …… (47)
12 设备平移 …… (49)
12.1 一般规定 …… (49)
12.2 平移设施安装 …… (49)
12.3 平移方法 …… (50)
12.4 安全规定 …… (51)
本规范用词说明 …… (52)
引用标准名录 …… (53)
附:条文说明 …… (55)

Contents

1 General provisions ····· (1)
2 Terms ····· (2)
3 Basic requirement ····· (5)
4 Construction preparation ····· (8)
4.1 Technical preparation ····· (8)
4.2 Preparation for lifting machines, slings, lifting attachments ····· (11)
4.3 Preparation on construction site ····· (11)
4.4 Equipment adjustment on site ····· (11)
5 Lifting lug ····· (13)
5.1 General requirement ····· (13)
5.2 Lifting-lid type lifting lug ····· (14)
5.3 Plate type lifting lug ····· (16)
5.4 Pipe-axis type lifting lug ····· (16)
5.5 Reinforce on lifting lug installing position ····· (19)
6 Foundation treatment ····· (21)
7 Hoisting ropes ····· (22)
7.1 Hemp rope ····· (22)
7.2 Steel wire rope ····· (22)
7.3 Steel wire rope buckle ····· (24)
7.4 Jointless steel wire rope bight ····· (25)
7.5 Synthetic fibre lifting strip ····· (26)
8 Lifting machines and tools ····· (28)
8.1 Block (or block group) ····· (28)
8.2 Hand-drawing chain block ····· (28)

8.3 Windlass ····· (29)
8.4 Jack ····· (29)
8.5 Steel cable clamp ····· (30)
8.6 Shackle ····· (32)
8.7 Balance girder ····· (32)
8.8 Ground anchor ····· (33)
9 Crane lifting ····· (35)
9.1 General requirement ····· (35)
9.2 Lifting method ····· (35)
9.3 Crane selection and arrangement ····· (36)
9.4 Safety stipulation ····· (38)
10 Hydraulic unit lifting ····· (39)
10.1 General requirement ····· (39)
10.2 Hydraulic device ····· (39)
10.3 Cable and square steel ····· (40)
10.4 Lifting method ····· (41)
10.5 Safety stipulation ····· (41)
11 Mast lifting ····· (43)
11.1 General requirement ····· (43)
11.2 Setting up, moving and backout for mast ····· (44)
11.3 Lifting method ····· (46)
11.4 Safety stipulation ····· (47)
12 Equipment parallel moving ····· (49)
12.1 General requirement ····· (49)
12.2 Installing of parallel moving establishment ····· (49)
12.3 Parallel moving method ····· (50)
12.4 Safety stipulation ····· (51)
Explanation of wording in this code ····· (52)
List of quoted standards ····· (53)
Addition: Explanation of provisions ····· (55)

1 总　　则

1.0.1 为保证石油化工大型设备吊装安全、应用技术安全可靠、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于石油化工工程项目，设备质量大于或等于100t或设备一次性吊装长度或高度大于或等于60m的吊装工程。

1.0.3 石油化工大型设备吊装工程除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　语

2.0.1 大型设备　large-size equipment

指质量大于或等于100t或一次性吊装长度或高度大于或等于60m的设备，泛指塔器、反应器、反应釜、模块及构件等。

2.0.2 起重机械　lifting machine

各种用来提升设备的机械或装置。包括起重机、卷扬机、提升机系统、手拉葫芦、千斤顶、千斤顶系统、桅杆、吊装架、滑轮系统等。

2.0.3 吊装作业　lifting operation

在起重机械的作用下，设备被提升并安装于规定位置的作业。

2.0.4 吊装荷载　lifting load

设备、吊钩组件、吊索、吊具及其他附件等质量的总和。

2.0.5 吊装高度　lifting height

吊装作业时，设备顶部需起升的最大高度。

2.0.6 桅杆　gin pole

用于吊装作业的柱状结构的统称，本规范特指钢质桅杆。

2.0.7 拖拉绳　tow guy

用于锁定桅杆或设备使其在吊装受力和风载作用下，保持吊装工艺所要求的稳定状态的钢绳索。

2.0.8 走绳　fall lines

用于连接滑轮或滑轮组与起重机械，并承受牵引力的钢丝或麻(棕)绳索。

2.0.9 排子　skid pad

采用牵引机械作为动力，以滚动或滑动方式近距离运输设备的平板运输装置。

2.0.10 尾排　tail skid pad

滑移法吊装立式设备时，承载设备尾部配合设备吊装的排子。

2.0.11 溜尾　tailing

滑移法吊装立式设备时，配合设备的提升所采取的控制设备尾部运行的作业方法。

2.0.12 抬尾　lift tail

立式设备吊装作业中，采用移动式起重机吊起设备尾部，配合主吊起重机械移送的吊装作业。

2.0.13 脱排　take off

滑移法吊装立式设备的吊装作业中，尾排运行至规定位置时，在提升力和溜尾力的作用下，设备尾部离开尾排的工作状态。

2.0.14 移动式起重机　mobile crane

履带式起重机、轮胎式起重机和汽车式起重机等无轨道的可移动起重机械的统称。

2.0.15 超起提升　superlift

移动式起重机在超起配重配置下的起重工作状况。

2.0.16 中孔千斤顶　medium bore jack

由动力装置提供液压动力，通过直接抓持高强度的钢绞线承重的线性液压起重设备，也称绳缆千斤顶。

2.0.17 夹紧千斤顶　gripper jack

由动力装置提供液压动力，通过夹持一定规格方钢等轨道承重的液压起重设备。

2.0.18 推拉千斤顶　pushing and pulling jack

由动力装置提供液压动力，通过直接抓持固定轨道实现设备水平移动的专用千斤顶。

2.0.19 钢绞线　cable

配合中孔千斤顶使用并由多根钢丝捻制而成的丝束。

2.0.20 吊索　slings

用于连接设备与吊钩、承载设施等起吊装置的柔性元件。

2.0.21 吊具　　lifting attachments

用于连接吊钩或承载设施和设备与吊索的刚性元件的统称。

2.0.22 吊耳　　lifting lug

安装在设备上用于提升设备的吊点结构。

2.0.23 试吊　　trial lifting

正式吊装前，将设备起升离开支撑适当距离时，检查各部位受力情况的吊装作业。

2.0.24 地基处理　　foundation.treatment

在吊装施工中，为达到起重机械或设备运行和站位要求，对吊装作业所涉及的原始场地进行处置，改变此场地的组成或结构。

3 基本规定

3.0.1 石油化工工程大型设备吊装应采用专业化管理模式。

3.0.2 在大型设备吊装工程中，施工单位应根据装备资源、人力资源、现场环境等方面的条件选择吊装工艺。

3.0.3 起重机械应有有效的安全检验合格证。

3.0.4 吊索、吊具应有质量证明文件，不得使用无质量证明文件或试验不合格的吊索、吊具。

3.0.5 起重机械和吊索、吊具严禁超负荷使用。

3.0.6 吊装作业人员必须取得特种作业相关证件。

3.0.7 大型设备吊装应编制吊装方案，并应按规定进行审批。方案变更应编制补充方案并按原审批程序进行审批。

3.0.8 对风险较大的设备吊装工程，必要时可邀请有关专家对吊装方案进行审查。

3.0.9 吊装方案应由专业吊装技术人员负责编制，并应按文件管理程序审核和批准，同时应报送监理和建设单位确认。

3.0.10 大型设备吊装方案编制和审批人员的资格和职责应符合表 3.0.10 的要求。

表 3.0.10 吊装方案编制和审批人员的资格和职责

岗位	资格	职责
编制	工程师	1 现场调查和起重机具调查； 2 编制吊装方案； 3 编制吊装计算书； 4 吊装方案修改
审核	高级工程师	1 审查吊装工艺及计算依据； 2 审查起重机具选择及吊装平面布置合理性；

续表 3.0.10

岗位	资　格	职　责
审核	高级工程师	3　审查吊装安全技术措施； 4　审查进度计划、交叉作业计划； 5　审查劳动力组织
批准	企业技术负责人	吊装方案的最终批准

3.0.11　吊装作业前应由吊装方案编制人向所有相关作业人员进行吊装方案交底并记录，作业人员应熟知吊装方案、指挥信号、安全技术要求及应急措施。吊装方案交底应至少包括下列内容：

1　设备吊装顺序。

2　设备吊装方案和吊装工艺。

3　吊装作业工序及要点。

4　安全技术措施。

3.0.12　吊装方案编制人应负责方案的技术实施，应至少包括下列内容：

1　指导并监督作业人员正确执行方案。

2　解决吊装施工过程中出现的技术问题。

3　提出方案修改意见并编制补充方案。

3.0.13　吊装方案、吊装计算书及修改或补充方案、方案交底记录和方案实施的过程记录均应存档。

3.0.14　吊装工程施工应建立完善的吊装安全保证体系。吊装施工准备和实施过程中，吊装施工安全保证体系应正常运转。

3.0.15　大型设备运抵现场，应按吊装方案的要求卸车。

3.0.16　在雷雨、大雪、大雾、沙尘、能见度低、台风、风力等级大于或等于六级等恶劣条件下，不得进行大型设备的吊装作业。

3.0.17　吊装前应根据吊装方案组织包括自检、联合检查等内容的安全质量检查。

3.0.18　检查中发现问题时，应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。

3.0.19 大型设备正式吊装前应进行试吊。

3.0.20 联合检查确认后，设备吊装准备工作应符合吊装方案要求，应由吊装总指挥签署“吊装命令书”后，再进行吊装作业。

3.0.21 吊装作业应设置警戒区域，与吊装作业无关的人员不得进入警戒区域。

3.0.22 吊装过程中设备应设置安全设施。

3.0.23 吊装过程中不得有冲击现象。

3.0.24 被吊装的设备不宜在空中长时间悬空停留。

3.0.25 拖拉绳跨越道路时，离路面高度不宜低于6m，并应悬挂明显标志或警示牌。

3.0.26 立式设备吊装就位后，应立即进行初步找正，并应待固定稳妥后再摘钩。

3.0.27 吊装作业区域应按地基处理方案进行处理，并应做好过程记录和确认。

3.0.28 吊装指挥信号应按现行国家标准《起重吊运指挥信号》GB 5082的有关规定执行。

3.0.29 起重机械、吊索、吊具及设备与架空输电线路间的最小安全距离应符合表3.0.29的规定。钢丝绳从架空输电线路上方经过时，应搭设牢固的竹(木)过线桥架。

表3.0.29 起重机械、吊索、吊具及设备与架空输电线路间的最小安全距离

项目	输电导线电压(kV)						
	<1	10	35	110	220	330	500
安全距离(m)	2.0	3.0	4.0	5.0	6	7.0	8.5

3.0.30 起重机械的烟气或废气排放应符合环保排放标准的要求。废弃的油料应回收集中处理，不得随地倾倒或就地掩埋。

3.0.31 吊装工程应在安全、环境、健康方面实施全过程的控制。

3.0.32 大型设备的吊装还应符合现行国家标准《石油化工建设工程施工安全技术规范》GB 50484的有关规定。

4 施工准备

4.1 技术准备

4.1.1 吊装工程的技术准备应包括吊装规划和方案的编制等。

4.1.2 吊装规划主要编制依据应包括下列内容：

1 工程项目的招标文件。

2 有关的工程设计文件。

3 施工现场地质资料、气象资料及吊装环境。

4 吊装机具装备条件及主要起重机械的资源条件。

5 设备到货计划。

6 工期要求与经济指标。

7 招标方对大型设备吊装的有关要求。

4.1.3 吊装规划应包括下列内容：

1 大型设备吊装参数汇总表。

2 吊装工艺。

3 吊装主要机具选用计划。

4 吊装顺序。

5 吊装进度计划。

6 吊点位置及其结构。

7 设备的供货条件。

8 吊装平面的布置。

9 吊装预留条件。

10 人力资源配置。

11 主要安全技术措施。

4.1.4 吊装工艺对设备的特殊要求应以书面形式提出，应包括下列主要内容：

1 设备吊点的结构形式，焊接或连接的位置及其使用条件。

2 塔架底部扳转铰链的结构形式，所在的基础位置及高度。

3 设备受力部位的支撑加固措施。

4.1.5 吊装方案主要编制依据应包括下列内容：

1 标准规范。

2 吊装规划。

3 工程技术资料，应包括下列内容：

1)设备制造技术文件；

2)工程地质资料；

3)设备及工艺管道平、立面布置图；

4)地下工程布置图；

5)架空电缆布置图；

6)梯子平台、保温等相关专业施工图；

7)设计审查会文件。

4 现场施工条件。

5 设备到货计划。

4.1.6 吊装方案应包括下列主要内容：

1 编制说明及依据。

2 工程概况，应包括下列内容：

1)工程特点；

2)设备参数表。

3 吊装工艺设计，应包括下列内容：

1)设备吊装工艺要求；

2)吊装参数表；

3)吊装机具安装拆除工艺要求；

4)设备支、吊点位置及结构设计图和局部加固图；

5)吊装平、立面布置图；

6)地锚施工图；

7)吊装作业区域地基处理措施

8）地下工程和架空电缆施工规定；

9）吊装机具材料汇总表；

10）吊装进度计划；

11）相关专业交叉作业计划。

4 吊装组织体系。

5 安全保证体系及措施。

6 吊装工作危险性分析表或健康、安全、环境危害分析。

7 质量保证体系及措施。

8 吊装应急预案。

9 吊装计算书。

4.1.7 吊装方案应根据工程特点、起重机性能以及现场条件等具体情况进行优化，并应符合下列规定：

1 大型设备吊装工艺和吊点位置应满足设备的强度、刚度、局部稳定性等相关要求。

2 细长设备和带内衬设备的吊点设置应满足强度和挠度要求。

3 立式设备宜采用整体组合吊装。

4 大型设备拼装工作宜在起吊的位置或靠近起吊的位置。

4.1.8 起重机吊装工艺计算宜包括下列内容：

1 主起重机和辅助起重机受力分配计算。

2 吊装安全距离核算。

3 吊耳强度核算。

4 吊索、吊具安全系数核算。

4.1.9 吊装平面、立面布置图应包括下列主要内容：

1 设备运输路线及摆放位置。

2 设备组装、吊装位置。

3 吊装过程中吊装机械、设备、吊索、吊具及障碍物相互之间的相对距离。

4 桅杆站立位置及其拖拉绳、主后背绳的平面分布。

5 起重机械的组车、拆车、吊装站位及移动路线。

6 滑移尾排及牵引和后溜滑轮组的设置位置。

7 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。

8 吊装工程所用的各个地锚的平面坐标位置。

9 需要做特殊处理的吊装场地范围。

10 吊装警戒区。

4.1.10 下列情况应绘制详细图纸：

1 钢丝绳穿绕有特殊要求。

2 索具系统布置有特殊要求。

3 吊、索具与主吊耳、溜尾吊耳的连接形式。

4 平衡梁等专用吊具。

4.2 起重机械、吊索、吊具准备

4.2.1 吊装用的机械、吊索、吊具出库前，应核查其维修、检验记录，并应确认其技术性能符合安全质量要求。

4.2.2 对进入吊装现场的起重机械、吊索、吊具及其他设施或材料，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，并应注明其规格、型号及使用部位。

4.3 施工现场准备

4.3.1 吊装现场的场地、道路等条件应满足吊装作业要求。

4.3.2 桅杆安装位置、起重机工作位置及行车路线的地基处理应满足吊装方案的要求。

4.3.3 机具设备存放场地应采取防护措施。

4.3.4 起重机具应根据吊装方案的要求设置。

4.3.5 作业场地应符合文明施工要求。

4.4 设备现场调整

4.4.1 大型设备运输时，由于工程现场条件或运输条件的限制使

大型设备卸车位置及方位不能满足吊装的条件要求时，应对设备的位置、方向和方位进行现场调整，并应制定相应的施工措施。

4.4.2 设备的位置调整应符合下列规定：

1 调整方法主要有起重机吊装法、滚杠法和滑道滑移法。

2 起重机吊运设备时，设备离地面或障碍物高度宜为300mm。

3 滚杠法移动设备时，应设置两个以上设备支座且设备应固定牢固；牵引力应经计算确定。

4 作业区域应设警戒，受力绳内侧严禁站人。

4.4.3 设备的方位调整应符合下列规定：

1 调整方法主要有起重机吊装回转法和设备鞍座回转法。

2 起重机吊装回转法，设备离支撑面宜为300mm。

3 鞍座支撑回转法调整设备方位时应检查确认在鞍座与设备接触面间无杂物及卡涩情况并加润滑脂；设备鞍座的包角不应小于120°，鞍座支撑架回转受力侧的地基应满足设备回转时的要求。

5 吊　耳

5.1 一 般 规 定

5.1.1 设备吊耳应包括吊盖式吊耳、管轴式吊耳和板式吊耳。

5.1.2 设备吊耳应由施工单位提出技术条件，并应由设计单位确认。设备吊耳宜与设备制造同步完成。

5.1.3 吊耳的结构形式应根据设备的特点及吊装工艺确定，反应器类设备主吊耳宜选用吊盖式吊耳，塔类设备主吊耳宜选用管轴式吊耳。立式设备溜尾吊耳宜选用板式吊耳。

5.1.4 设备吊耳位置和数量的确定应符合下列规定：

1 应保证设备吊装平稳。

2 应满足设备结构稳定性和强度要求。

3 吊索、吊具等应有足够的空间。

4 负荷分配应满足吊装要求。

5 应利于设备就位及吊索、吊具的拆除。

5.1.5 吊耳应满足最大吊装荷载下吊耳的自身强度和设备局部强度的要求。

5.1.6 制作吊耳所用的钢板应符合现行国家标准《碳素结构钢和低合金结构钢　热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274 的有关规定，钢管应符合现行国家标准《结构用无缝钢管》GB/T 8162 的有关规定。

5.1.7 不锈钢和有色金属设备的吊耳补强板应与设备材质相同，其余材质设备的吊耳补强板的材质应与设备材质相同或接近。

5.1.8 制作吊耳的材料应有质量证明文件，不得有裂纹、重皮、夹层等材料缺陷。

5.1.9 吊耳补强板应与设备壳体紧密贴合，间隙不应大于 1mm。补强板上应设置透气孔。

5.1.10 吊耳与设备的焊接应按设备焊接工艺进行。整体热处理的设备，吊耳应在设备热处理前焊接，并应一同热处理。

5.1.11 吊耳所有焊缝均应进行外观检查，不得存在裂纹与未熔合等焊接缺陷。钢板卷焊成的管轴，其对接焊缝应经过100%的X射线检测，检查结果应符合现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730的有关规定，Ⅱ级应为合格。其余焊缝除管轴式吊耳的内筋板、内加强环板外，还应进行磁粉或渗透检测，检查结果应符合现行行业标准《承压设备无损检测》JB/T 4730的有关规定，Ⅰ级应为合格。

5.1.12 吊耳与设备连接焊缝应按设计文件规定进行检验。

5.1.13 吊耳和吊点加固件切割拆除时，应采取保护措施，不得损伤设备本体。

5.1.14 吊耳设计时应计及动荷载、不均衡等因素的影响，设计系数宜大于或等于1.5。

5.2 吊盖式吊耳

5.2.1 吊盖式吊耳(图5.2.1)可用于顶部中心设置有大法兰类设备吊装的主吊耳。

5.2.2 在吊盖式吊耳的基本结构选定后，应根据设备顶部法兰的结构尺寸、设备重量等条件设计出与设备顶部法兰相匹配的吊盖结构尺寸。

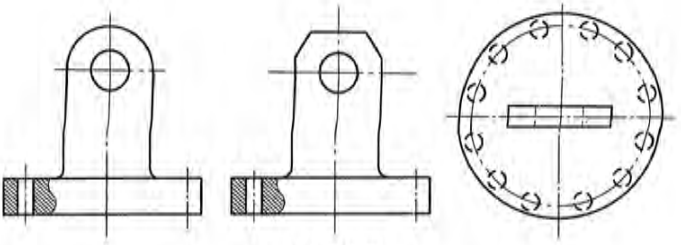
5.2.3 吊盖式吊耳应有设计图纸、安装说明和设计计算书，并应作为设备吊装方案的内容报批。

5.2.4 吊盖式吊耳与设备顶部法兰间的各连接螺栓应施加均匀的预紧力。

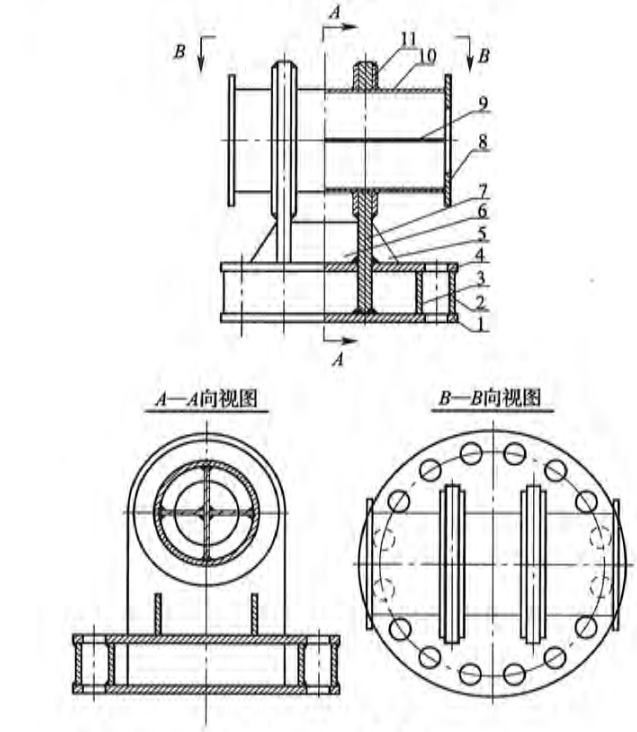
5.2.5 连接螺栓的预紧应采用分级、对称拧紧的方式进行。

5.2.6 组合型吊盖式吊耳管轴中心线应与下盖板平行。

5.2.7 吊盖式吊耳与设备顶部法兰之间的连接螺栓预紧力应进行计算。



(a) 单板型



(b) 组合型

图 5.2.1　吊盖式吊耳典型结构示意

1—下盖板；2—外圈板；3—内圈板；4—上盖板；5、6—外筋板；
7—主耳板；8—挡板；9—内筋板；10—管轴；11—补强板

5.3 板式吊耳

5.3.1 板式吊耳可分为侧壁板式吊耳(图 5.3.1-1)和顶部板式吊耳(图 5.3.1-2)。

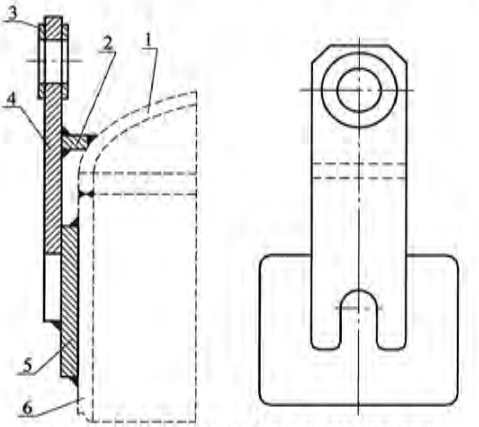


图 5.3.1-1 侧壁板式吊耳典型结构示意

1—设备封头;2—支撑板;3—补强板;4—吊耳板;5—垫板;6—设备壳体

5.3.2 板式吊耳与吊装绳索的连接应采用卸扣,不得将吊装绳索与板式吊耳直接相连。

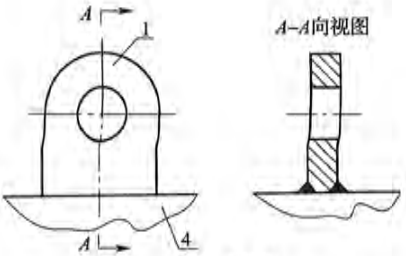
5.3.3 板式吊耳的吊耳板应平直,吊耳板方向应与受力方向一致。设备吊装过程中,对于受力方向会随起升过程变化的吊耳,应在吊耳板的两侧设置筋板。

5.3.4 板式吊耳的孔应采用机械加工成型,不得有局部缺口等缺陷。

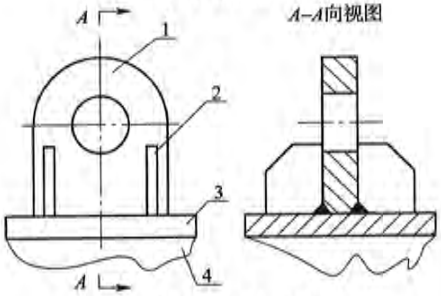
5.4 管轴式吊耳

5.4.1 *立式设备的主吊耳宜采用管轴式吊耳(图 5.4.1)。*

5.4.2 管轴式吊耳的内筋板、外筋板、内挡圈和补强板应根据吊耳的具体使用条件、吊耳的强度及管轴的受压稳定性确定设置。补强板上的塞焊孔直径宜为补强板厚度的 1.5 倍。



（a）无筋板



（b）有筋板、垫板

图 5.3.1-2　顶部板式吊耳结构示意

1—吊耳板；2—筋板；3—垫板；4—设备壳体

5.4.3　管轴式吊耳补强板典型结构形式见图 5.4.3。

5.4.4　设置管轴式吊耳的设备局部应根据设备结构、受力大小及形式与吊耳尺寸等进行补强设计。

5.4.5　管轴式吊耳设计与使用应符合下列规定：

1　吊耳宜垂直受力，其受力张角不得大于 15°，且应有防止钢丝绳脱落的挡圈。

2　吊耳管轴的选用长度应满足钢丝绳的排列股数和设备绝热层厚度的要求。

3　吊耳的管轴外表面应圆整光滑，与钢丝绳的接触面之间应采取润滑措施。

5.4.6　Ⅰ型管轴式吊耳焊接宜按下列顺序和要求进行：

1　内筋板与设备壳体焊接。

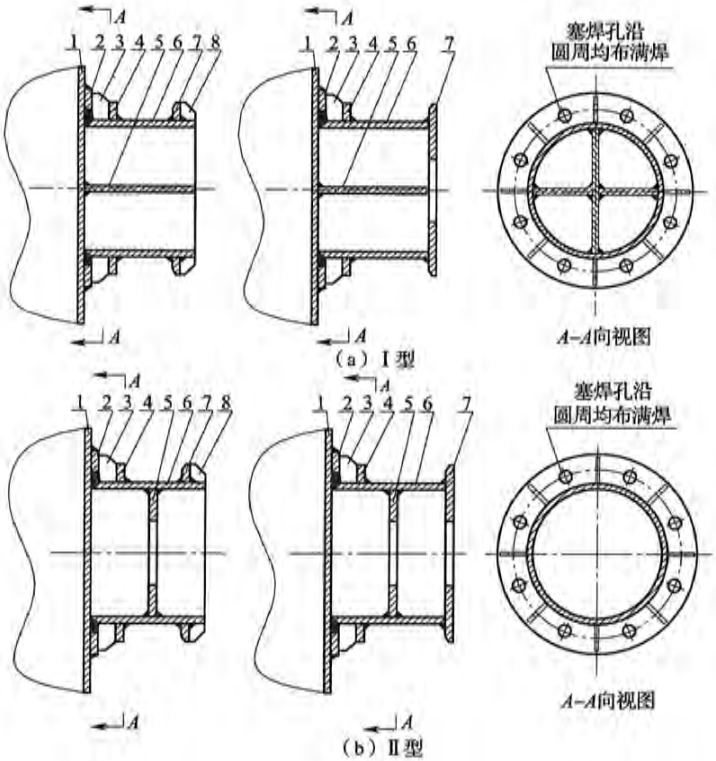


图 5.4.1　管轴式吊耳典型结构形式

1—设备壳体；2—补强板；3—外筋板；4—内挡圈；
5—内筋板；6—管轴；7—外挡圈；8—外筋板

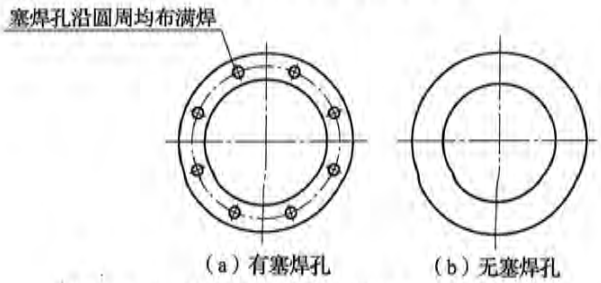


图 5.4.3　管轴式吊耳补强板典型结构形式

2 管轴与设备壳体焊接。

3 补强板与管轴及设备壳体焊接。

4 外筋板与管轴及补强板焊接。

5 内挡圈与管轴及外筋板焊接。

6 外挡圈与管轴焊接。

7 内筋板之间的焊接采用双面交错间断焊。

8 管轴与内筋板焊缝应大于管长的1/3。

9 补强板拼接时，拼接板数量不得多于3块。

10 角焊缝高度不应低于两焊件较薄板的厚度。

5.4.7 Ⅱ型管轴式吊耳焊接宜按下列顺序和要求进行：

1 内筋板与管轴焊接。

2 管轴与设备壳体焊接。

3 补强板与管轴及设备壳体焊接。

4 外筋板与管轴及补强板焊接。

5 内挡圈与管轴及外筋板焊接。

6 外挡圈与管轴焊接。

7 内筋板与管轴内壁的焊接采用连续焊。

8 补强板拼接时，拼接板数量不得多于3块。

9 角焊缝高度不应低于两焊件较薄板的厚度。

5.4.8 管轴式吊耳的管轴宜按现行国家标准《结构用无缝钢管》GB/T 8162的有关规定选用。当吊耳管轴直径过大时，可采用钢板卷焊。

5.4.9 立式设备的管轴式吊耳应与设备轴向中心线垂直。

5.5 吊耳安装位置加固

5.5.1 圆筒形设备主吊耳焊接位置壳体的局部加固宜采用补强板或整周板加厚的形式。

5.5.2 圆筒形设备主吊耳焊接位置应防止壳体及其他结构受力变形，应进行计算确定是否加固。加固的形式应根据设备直径和

重量大小以及吊耳的数量确定。加固材料宜采用工字钢、H 型钢或无缝钢管，加固的位置宜与吊耳在同一个平面内。

5.5.3 设备溜尾吊耳焊接位置防变形的加固材料宜采用工字钢、H 型钢或无缝钢管，加固的位置宜与吊耳在一个平面内。

6 地基处理

6.0.1 在制定吊装地基处理方案前，应完成下列工作：

1 搜集工程所在地的地质勘察资料。

2 根据吊装类型、起重机具、荷载大小及对地接触方式计算其接地压强。

3 了解邻近建筑、地下工程和地下设施等情况。

6.0.2 地基处理应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 等的有关规定。

6.0.3 地基处理应按吊装地基处理方案进行，并应有专人负责质量监控和监测，同时应做好施工记录并检验合格。

6.0.4 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时，应绘制详细图纸。

6.0.5 在进行设备吊装平面规划时，对吊装区域内地下设施应采取保护措施。

6.0.6 对于设备吊装区域内的主要承载区的地下设施宜在设备吊装完毕后进行。

6.0.7 吊装地下设施在设备吊装前施工时，宜与吊装场地处理同时进行。

6.0.8 地下设施保护措施应根据所处位置、地质情况和地下设施的允许承载力确定。

7 吊装绳索

7.1 麻　绳

7.1.1 麻绳适用于在大型设备吊装作业中作为设备的溜绳。

7.1.2 麻绳不得向一个方向连续扭转。

7.1.3 麻绳使用中，不得与锐利的物体直接接触，无法避免时应垫以保护物。

7.1.4 麻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。

7.2 钢 丝 绳

7.2.1 钢丝绳选用应符合下列规定：

1 选用一般用途钢丝绳结构要求与基本参数应符合现行国家标准《一般用途钢丝绳》GB/T 20118 的有关规定。

2 选用重要用途钢丝绳结构要求与基本参数应符合现行国家标准《重要用途钢丝绳》GB 8918 的有关规定。

3 选用粗直径钢丝绳结构要求与基本参数应符合现行国家标准《粗直径钢丝绳》GB/T 20067 的有关规定。

7.2.2 钢丝绳的使用安全系数应符合下列规定：

1 作拖拉绳时，应大于或等于 3.5。

2 作卷扬机走绳时，应大于或等于 5。

3 作捆绑绳扣使用时，应大于或等于 6。

4 作系挂绳扣时，应大于或等于 5。

5 作载人吊篮时，应大于或等于 14。

7.2.3 钢丝绳在绕过不同尺寸的销轴或滑轮时，其强度能力应根据不同的弯曲情况按下列规定确定：

1 绳索的比例系数可按下式计算：

$$R = \frac{D}{d} \tag{7.2.3-1}$$

式中：D——销轴直径；

d——绳索公称直径；

R——绳索比例系数。

2 绳索效率系数 E 可按下列公式计算：

当 $R \leqslant 6$ 时，

$$E = (100 - 50/R^{0.5})\% \tag{7.2.3-2}$$

当 $R > 6$ 时，

$$E = (100 - 76/R^{0.734})\% \tag{7.2.3-3}$$

式中：E——绳索效率系数。

3 绳索的强度能力可按下式计算：

$$P_n = n \cdot P \cdot E \tag{7.2.3-4}$$

式中：n——绳索的弯曲股数；

P——绳索单根破断力；

P_n——绳索弯曲后的破断力。

7.2.4 钢丝绳的使用应符合下列规定：

1 钢丝绳放绳时应防止发生扭结现象。

2 钢丝绳插接长度宜为绳径的 20 倍～30 倍，较粗的绳应用较大的倍数。

3 接长的钢丝绳用于吊装滑轮组上时应符合下列规定：

1)钢丝绳接头的固结力应经试验验证；

2)接头应能安全顺利地通过滑轮绳槽。

4 切断钢丝绳时，应预先用细铁丝扎紧切断处的两端，切断后应立即将断口处的每股钢丝熔合在一起。

5 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 钢丝绳不得与设备或构筑物的棱角直接接触，必需接触时

应采取保护措施。

7 钢丝绳不得折曲、扭结，也不得受夹、受砸而成扁平状。

7.2.5 钢丝绳应根据用途、工作环境和钢丝绳种类进行清洁和保养。

7.2.6 钢丝绳在使用过程中应经常检查、修整，发现磨损、锈蚀、断丝等现象时，应按表 7.2.6-1、表 7.2.6-2 的规定，降低其使用能力，且折断的钢丝应从根部将其剪去。

表 7.2.6-1 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	
	交互捻	同向捻	交互捻	同向捻	交互捻	同向捻
	一个捻丝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	>17	>8	>33	>16	>43	>21

表 7.2.6-2 钢丝绳折减系数的修正系数

磨损量按钢丝直径计(%)	10	15	20	25	30	30 以上
修正系数	0.80	0.70	0.65	0.55	0.50	0

7.2.7 钢丝绳报废应符合现行国家标准《起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废》GB/T 5972 的有关规定。

7.3 钢丝绳绳扣

7.3.1 钢丝绳绳扣使用温度应符合下列规定：

1 钢丝绳为纤维芯时，压制钢丝绳绳扣安全使用温度应为

−40℃～+100℃；钢丝绳为钢芯时，铝合金压制钢丝绳绳扣安全使用温度应为−40℃～+150℃。

2 钢丝绳为纤维芯时，插编钢丝绳绳扣安全使用温度应为−40℃～+100℃；钢丝绳为钢芯时，插编钢丝绳绳扣安全使用温度应为−40℃～+150℃。

7.3.2 钢丝绳绳扣维护保养应符合下列规定：

1 使用后应存放在干燥、通风、清洁的场所内，严禁存放在阳光直射、热气烤、潮湿、有腐蚀的场所。

2 使用后应及时清除绳扣上的泥沙等污物，并应悬挂或放置在指定位置。

7.3.3 钢丝绳绳扣存在下列情况之一时，不得使用：

1 压制的接头有裂纹、变形或严重磨损。

2 钢丝绳扣插编或压制部位有抽脱现象。

3 钢丝绳出现断丝、断股、钢丝挤出、单层股钢丝绳绳芯挤出、钢丝绳直径局部减小、绳股挤出或扭曲、扭结等缺陷。

4 无标牌。

7.4 无接头钢丝绳绳圈

7.4.1 绳圈使用应符合下列规定：

1 绳圈为纤维芯时，其安全使用温度应为−40℃～+100℃；绳圈为钢芯时，其安全使用温度应为−40℃～+150℃。

2 负载时发生异常变化，应立即停止使用。

3 绳圈不应绕任何曲率半径小于2倍钢丝绳圈绳体直径的锐角弯曲，无法避免时，应采取保护措施。

4 绳圈应有明显的荷载能力标志、规格范围，无标志的无接头钢丝绳圈不应使用。

5 绳圈使用时，绳圈上标有禁吊标记的禁吊点应平行于受力方向，不得挂在吊钩或吊点位置。

6 绳圈应在额定承载力范围内使用。

7.4.2 绳圈维护保养应符合下列规定：

1 使用后的钢丝绳绳圈应存放在干燥、通风、清洁的场所内，严禁存放在阳光直射、热气燥烤、潮湿、有腐蚀的场所。

2 使用后应及时清除绳圈上的泥沙等污物，并应悬挂或放置在指定位置。

7.4.3 绳圈存在下列情况之一时，不得使用：

1 禁吊标志处绳端露出且无法修复。

2 绳股产生松弛或分离，且无法修复。

3 钢丝绳出现断丝、断股、钢丝挤出、单层股钢丝绳绳芯挤出、钢丝绳直径局部减小、绳股挤出或扭曲、扭结等缺陷。

4 无标牌。

7.5 合成纤维吊装带

7.5.1 合成纤维吊装带使用应符合下列规定：

1 吊装设备时宜选用圆形截面的圆环吊装带。

2 吊装带的使用环境温度宜为－40℃～＋100℃，丙纶吊装带使用环境温度宜为－40℃～＋80℃，聚酯及聚酰胺合成纤维吊装带使用环境温度宜为－40℃～＋100℃，高分子量聚乙烯合成纤维吊装带使用环境温度宜为－60℃～＋80℃。

3 吊装带不允许叠压或扭转使用。

4 吊装带不允许在地面上拖曳。

5 当接触尖角、棱边时应采取保护措施。

7.5.2 合成纤维吊装带维护保养应符合下列规定：

1 吊装带应避开热源、腐蚀品、日光或紫外线长期辐射。

2 吊装带应存放在干燥、通风、清洁的场所内。

3 对潮湿的吊装带应晾干后保存。

7.5.3 吊装带存在下列情况之一时，不得使用：

1 吊装带本体被损伤、带股松散、局部破裂。

2 合成纤维出现变色、老化、表面粗糙、合成纤维剥落、弹性

变小、强度减弱。

3 吊装带发霉变质、酸碱烧伤、热熔化、表面多处疏松、腐蚀。

4 吊装带有割口或被尖锐的物体划伤。

5 无标牌。

8 吊装机具

8.1 滑轮(组)

8.1.1 吊装所用滑轮组应按出厂铭牌和产品使用说明书选用。

8.1.2 滑轮的轮槽表面应光滑,不得有裂纹、凸凹等缺陷。

8.1.3 滑轮组仅使用其部分滑轮时,其吊装能力应按使用轮数计算。

8.1.4 动滑轮组与定滑轮组间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°。

8.1.5 当滑轮组的轮数超过5个时,走绳宜采用双抽头的方式。采用隔轮花穿的方式时,应适当加大上、下滑轮之间的净距。

8.1.6 滑轮组所有转动部分应动作灵活、润滑良好,并应定期添加润滑脂。

8.1.7 当滑轮组贴着地面或在地面滑行使用时,应采取防止杂物进入轮内的措施。

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

8.1.9 吊钩、吊环及吊梁的缺陷不得用焊接的方法修补。

8.1.10 滑轮组在使用前应检查,并应清理干净,同时应加润滑脂。

8.1.11 滑轮组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,当发现不符合现行行业标准《起重机用铸造滑轮》JB/T 9005的有关规定时不得使用。

8.1.12 滑轮组使用后,应清理干净,应涂以防锈油,并应存放在干燥的库房内。

8.2 手拉葫芦

8.2.1 手拉葫芦使用应符合下列规定:

1 使用时应首先试吊，当被吊物离开支撑物后，应确认手拉葫芦运转正常，并应制动可靠后再继续起吊。

2 作业时使用者不得站在被吊物上面操作，也不得将被吊物吊起后停留在空中时离开现场。

3 使用前应对吊钩、吊装链条、制动装置等部件及润滑进行检查确认。

4 吊装链条不得弯曲或扭结。

8.2.2 手拉葫芦维护保养应符合下列规定：

1 使用完毕后，应将手拉葫芦擦净，并应存放在干燥地点。

2 手拉葫芦机件应用煤油清洗，在齿轮和轴承部位应加润滑脂。

3 手拉葫芦经过清洗检修后，应进行空载和负载试验，并应确认运行正常后再使用。

8.2.3 当手拉葫芦不符合现行行业标准《手拉葫芦安全规则》JB/T 9010 的有关规定时，不得使用。

8.3 卷 扬 机

8.3.1 卷扬机使用应符合下列规定：

1 卷扬机放出钢丝绳时，卷筒上剩余的钢丝绳不应少于 5 圈。

2 吊装用卷扬机不得用于运送人员。

3 工作中发现异常现象时，应立即停机检查。

4 停止工作时，卷扬机提升的被吊物不得悬挂在空中。工作结束应关闭电源、开关柜上锁。

8.3.2 维护保养应按现行国家标准《建筑卷扬机》GB/T 1955 的有关规定执行。

8.4 千 斤 顶

8.4.1 千斤顶使用应符合下列规定：

1 作业人员不得在被顶升的重物下工作。

2 使用时应确定被吊物重心，并应选择好千斤顶的着力点。

3　千斤顶应平稳放置。底部支撑应有足够的承载能力。

4　数台千斤顶同时使用时，起升速度应同步，且每台千斤顶的负荷应均衡。

5　起升时升降套筒上出现红色警告线时，应立即停止起升。

8.4.2　维护保养应按现行行业标准《螺旋千斤顶》JB/T 2592 或《油压千斤顶》JB/T 2104 的有关规定执行。

8.5　钢丝绳绳夹

8.5.1　钢丝绳绳夹应符合现行国家标准《钢丝绳夹》GB/T 5976 的有关规定。

8.5.2　钢丝绳绳夹(图 8.5.2)夹座应扣在钢丝绳的工作段上，U 形螺栓应扣在钢丝绳的尾段上，钢丝绳夹不得在钢丝绳上交替布置。

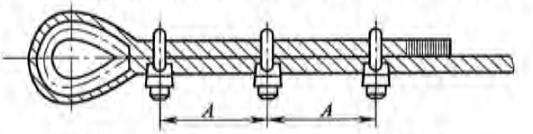


图 8.5.2　钢丝绳绳夹的正确布置方法

8.5.3　钢丝绳绳夹使用规格及每一连接处钢丝绳绳夹的最少数量应符合表 8.5.3 的规定。

表 8.5.3　绳夹使用规格和最少数量

绳夹规格	适用钢丝绳公称直径(mm)	绳夹数(个)/组	相邻两绳夹间的距离 A(mm)
6	6	3	6 倍～7 倍钢丝绳公称直径
8	6～8		
10	8～10		
12	10～12		
14	12～14		
16	14～16		
18	16～18		

续表 8.5.3

绳夹规格	适用钢丝绳公称直径(mm)	绳夹数(个)/组	相邻两绳夹间的距离 A(mm)
20	18～20	4	6倍～7倍钢丝绳公称直径
22	20～22		
24	22～24		
26	24～26		
28	26～28	5	
32	28～32		
36	32～36		
40	36～40	6	
44	40～44		
48	44～48	7	
52	48～52		
56	52～56		
60	56～60		

8.5.4 绳头的长度宜为钢丝绳公称直径的 10 倍，但不得小于 200mm。

8.5.5 钢丝绳搭接使用时，所用绳夹的数量应按表 8.5.3 的数量增加一倍。

8.5.6 安装绳夹时应规则排列，宜使 U 形螺栓弯曲部分在钢丝绳的末端绳股一侧，并应将绳夹拧紧使钢丝绳压扁至绳径的 2/3。

8.5.7 钢丝绳在用绳夹夹紧后，宜在两绳夹间作出观察钢丝绳受力状态的标识。

8.5.8 钢丝绳绳夹的报废应按现行国家标准《钢丝绳夹》GB/T 5976 的有关规定执行。

8.6 卸　　扣

8.6.1 卸扣使用时，应只承受纵向拉力，严禁横向受力。

8.6.2 卸扣维护保养应符合下列规定：

1 当卸扣出现裂纹和变形时，不得采用焊接和弯曲的方法修理卸扣。

2 卸扣表面应防锈保护，不应允许在酸、碱、盐、腐蚀性气体、潮湿、高温环境中存放。

8.6.3 卸扣存在下列情况之一时，不得使用：

1 各部位磨损量超过原尺寸的5%。

2 扣体和销轴发生明显变形，销轴不能取下。

3 扣体和销轴肉眼看出有横向裂纹。

8.7 平　衡　梁

8.7.1 平衡梁可分为板孔式平衡梁、滑轮式平衡梁、支撑式平衡梁、桁架式平衡梁等。

8.7.2 平衡梁使用应符合下列规定：

1 自行设计、制造的平衡梁，其设计图纸与校核计算书应随吊装施工技术方案一同审批。

2 使用前应检查确认。

3 平衡梁使用时应符合设计使用条件。

4 使用中出现异常响声、结构有明显变形等现象应立即停止。

5 使用中应避免碰撞和冲击。

8.7.3 维护保养应符合下列规定：

1 平衡梁使用后应清理干净，应放置在平整坚硬的支垫物上，并应由专人保管。

2 平衡梁不应允许在酸、碱、盐、腐蚀性气体及潮湿环境中存放。

3 不应在高温环境中存放。

4 转动部位应定期加注润滑油或润滑脂。

8.7.4 当存在下列情况之一时，不得使用：

1 主要受力件出现塑性变形或裂纹。

2 吊轴的磨损量达到原件尺寸的5%。

3 转动件转动不灵活或有卡阻现象，经修复达不到吊装技术要求。

4 平衡梁锈蚀严重。

8.8 地　　锚

8.8.1 地锚结构形式应根据受力条件和施工地区的地质条件设计和选用。

8.8.2 每个地锚均应编号，埋入式地锚应以绳扣出土点为基准在吊装施工方案中给出坐标，并应在埋设及回填后进行复核。

8.8.3 埋入式地锚基坑的前方，拖拉绳受力方向坑深2.5倍的范围内，不得有地沟、线缆、地下管道等。

8.8.4 地锚的制作和设置应按吊装施工方案的规定进行。埋入式地锚在回填时，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，且不得浸水，并应做好隐蔽工程记录。

8.8.5 埋入式地锚设置后，受力绳扣应进行预拉紧。

8.8.6 地锚应设置许用工作拉力标志。

8.8.7 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。

8.8.8 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，并应符合下列规定：

1 插座与地面应附着牢固。

2 压重物摆放应稳固，位置应正确。

3 不得侧向承受拉力。

8.8.9 利用混凝土柱或钢柱脚作为地锚使用时，受力方向应水

平，受力点应设在柱子根部，并应根据受力大小核算柱子相关部位的强度。

8.8.10 利用混凝土柱或钢柱脚作为地锚使用时，柱子的棱角应予以保护。

8.8.11 主地锚需经拉力试验符合设计要求后再使用。

9 起重机吊装

9.1 一般规定

9.1.1 起重机使用前应进行安全技术性能检验，检验应按相关的起重机厂家技术文件和国家标准规定进行。

9.1.2 设备吊装荷载不得超过起重机在该工况下的额定起重能力。

9.1.3 设备与起重机臂杆之间的安全距离应大于或等于500mm。

9.1.4 吊钩与设备及起重机臂杆之间的安全距离应大于或等于500mm。

9.1.5 吊装过程中，起重机、设备与周围设施的安全距离应大于500mm。

9.1.6 当采用两台起重机作为主吊抬吊高、细设备，起重机起重能力宜相同。每台起重机的吊装荷载不得超过其额定起重能力的80%。当设有平衡装置或抬吊对偏载不敏感的粗矮或细长卧式设备时，可按所分配的荷载选择起重机。

9.1.7 吊装过程中，吊钩滑轮组侧偏角应小于3°。

9.1.8 设备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。

9.1.9 设备用捆扎法吊装时，应防止压伤或擦伤，宜在系绳处采取保护措施。

9.2 吊装方法

9.2.1 起重机吊装方法可分为滑移法、抬送法和直接提升法等。

9.2.2 滑移法吊装应符合下列程序：

1 主吊起重机提升卧置设备上部，设备底部置于尾排之上，尾排上设置回转装置。

2 设备抬头，主起重机提升，尾排前移，设备由平卧状态逐渐过渡到接近自由回转状态。

3 设备直立脱排。

4 设备吊装就位。

9.2.3 抬送法吊装应符合下列程序：

1 主吊起重机提升卧置设备上部，辅助起重机吊设备下部。

2 设备抬头，主吊起重机提升，辅助起重机抬送。

3 设备直立，辅助起重机松钩。

4 设备吊装就位。

9.2.4 直接提升法吊装应符合下列程序：

1 起重机提升设备至安装高度。

2 设备吊装就位。

9.3 起重机选择与布置

9.3.1 起重机选择应包括下列因素：

1 性能数据应主要包括下列内容：

1)起重性能；

2)起重机外形尺寸；

3)臂杆长度及截面尺寸；

4)工作(作业)半径；

5)作业回转界限；

6)吊钩重量；

7)起重机配重。

2 设备技术数据应主要包括下列内容：

1)设备结构尺寸；

2)设备吊装重量；

3)设备组合重心位置；

4)吊耳位置。

3 吊装现场条件应主要包括下列内容：

1)设备吊装平面、立面布置；

2)设备安装标高；

3)起重机在施工现场的行进道路状况；

4)起重机站位处空间及地下设施情况；

5)起重机站位处地质情况；

6)起重机组装、拆卸所需的空间及起重机回转所需的空间；

7)设备起吊后的吊运路线。

9.3.2 主起重机作业工况选择应符合下列程序：

1 确定设备吊点位置。

2 初选主起重机数量和型号。

3 初拟主起重机平面位置。

4 初选主起重机性能数据。

5 计算设备与臂杆之间、吊钩与设备及臂杆之间的安全距离。

6 最终选定主起重机型号、数量及工况。

9.3.3 辅助起重机作业工况选择应符合下列程序：

1 计算吊装过程中辅助起重机最大负荷。

2 初选辅助起重机数量和型号。

3 初选辅助起重机松吊钩时的设备仰角。

4 初拟辅助起重机起吊及行走平面位置。

5 初选辅助起重机性能数据。

6 计算设备与臂杆之间、吊钩与设备及臂杆之间的安全距离。

7 最终选定辅助起重机型号、数量及工况。

9.3.4 起重机布置应符合下列规定：

1 起重机行车路线和站位处应避开地下隐蔽设施，无法避免时，应采取加固和保护措施。

2 起重机布置时应计及设备安装顺序。

3 起重机工作承压地面应坚实，宜采取加垫路基板等扩大支承面措施。

4 双主起重机吊装时，两台主起重机宜对称布置在设备两侧。

5　现场应有起重机组装及拆卸场地。

9.4　安全规定

9.4.1　滑移法吊装时，设备底部尾排移送速度应与起重机提升速度相匹配。

9.4.2　滑移法吊装时，应计及设备在自重下自转的影响，并应采取使设备垂直脱离尾排的措施。

9.4.3　抬送法吊装时，辅助起重机抬送速度应与主起重机提升速度相匹配。

9.4.4　移动式起重机吊装设备时，应对地基进行核算。

9.4.5　起重机操作人员应按操作规程进行作业，不宜同时进行两种及以上动作。

9.4.6　设备不得使用起重机在地面上拖拉。

9.4.7　履带式起重机行走、作业的场地应坚实平整，并应满足其行走及作业的要求。

9.4.8　起重机工作、行驶或停放时应与沟渠、基坑保持一定的安全距离，且不得停放在斜坡上。

9.4.9　起重机一旦触电，应立即采取紧急断电措施。

9.4.10　起重机拆装及运输时，应按起重机制造单位规定的方法和程序进行。

9.4.11　吊装作业范围内严禁无关人员进入。

10 液压装置吊装

10.1 一般规定

10.1.1 吊装方案应根据设备、机具、人力以及现场条件等不同情况选择。

10.1.2 利用门式塔架作液压设备吊装的支撑时，吊装的最大荷载不得超过门式塔架的设计荷载。

10.1.3 千斤顶的规格和数量应根据设备的吊装荷载配置。

10.1.4 利用工程结构作为液压设备吊装的支撑时，应对承载结构的强度和稳定性进行核算。

10.1.5 被锚固件夹持的承载构件表面不得有油漆、油污、锈皮及污物。

10.1.6 液压设备的维护保养应按制造厂家的技术文件进行。

10.1.7 液压设备使用前，在油路和控制线路连接完毕后应进行检查并调试合格。

10.1.8 用中孔千斤顶作提升吊装时，中孔千斤顶及其构件夹持器应有牢固及可靠的支撑；用夹紧式千斤顶作顶升吊装时，千斤顶的爬行方钢应有牢固及可靠的连接和固定。

10.1.9 液压设备使用前应做全面检查、并应进行试运行和负荷试验。

10.2 液压设备

10.2.1 中孔千斤顶使用时应符合下列规定：

1 中孔千斤顶可用作设备的垂直提升及水平移动作业，每台千斤顶穿入钢绞线的数量应根据荷载确定。

2 中孔千斤顶提升作业时，从千斤顶上抽出的钢绞线应设置

导向支撑，抽出钢绞线的重量不得作用在千斤顶的柱塞杆上。

3 中孔千斤顶提升设备时，抽出钢绞线束的滑出路径宜采用滚动摩擦形式的轨道，发生堵塞隐患应及时排除。

4 提升设备的中孔千斤顶应垂直安装，作业时承载钢绞线与铅垂线的夹角不得大于2°。

10.2.2 夹紧千斤顶使用应符合下列规定：

1 钢夹楔块的夹齿应保持锐利，齿尖应无杂物。

2 各类传感器应处于完好状态。

3 千斤顶的安装方向应与设备运动方向相一致。

10.2.3 动力包工作时应符合下列规定：

1 动力包的选型应与使用的液压设备的规格和数量相匹配。

2 应根据不同的荷载设定动力包的工作压力。

3 动力包使用中应监控压力表、燃料油位、转速表、液压油位、润滑油位等关键部位。

10.2.4 控制系统使用时应符合下列规定：

1 控制系统使用前，应按产品技术文件规定和控制的对象及控制精度设定参数。对于所控制的每一台千斤顶所有的设定值应始终一致。

2 控制系统应配置不间断电源设施。

10.3 钢绞线与方钢

10.3.1 成盘供货的钢绞线应在分配器中展开。展开应在清洁、干燥、无污染物的环境下进行。

10.3.2 钢绞线应使用机械切割，切割后两端应倒角。

10.3.3 钢绞线使用中不得有折弯。

10.3.4 钢绞线在穿入夹持器前，应清理其表面的浮锈及沾染的污物。

10.3.5 上、下锚固件间每根钢绞线应受力均匀。

10.3.6 钢绞线应成单根盘圈，盘圈直径不应小于1.8m，并应存

放于干净、干燥的环境内。

10.3.7 钢绞线有折弯及锈坑时应报废。

10.3.8 夹紧千斤顶的夹持方钢截面尺寸误差以中心线为基准，方钢两侧接头错口偏差不应超过 1mm；安装后的方钢整体直线度偏差不应超过其总长度的 1/1000，且不应大于 50mm；方钢接头错口偏差不应大于 1mm。

10.4 吊装方法

10.4.1 液压装置吊装方法有液压提升法与液压顶升法。

10.4.2 液压设备与门式塔架配合使用吊装立式设备时，吊装工艺应与桅杆吊装相同，在直立设备吊装过程中应保持承重钢绞线与铅垂线的夹角不大于 2°。

10.4.3 液压设备集群组合使用提升设备时，每两台中孔千斤顶及每组中孔千斤顶之间应设置平衡装置。

10.4.4 液压顶升法吊装应符合下列程序：

1 夹紧千斤顶沿方钢爬升顶升吊装梁，吊装梁向上运动提升设备的顶部。

2 设备底部用尾排溜送或起重机抬送。

3 夹紧千斤顶与尾排或起重机共同作用使设备达到直立状态。

4 设备脱排或抬尾起重机摘钩。

5 设备就位。

10.5 安全规定

10.5.1 塔架的基础应满足吊装要求。

10.5.2 塔架拖拉绳的设置应根据塔架的高度、设备和吊装装置的迎风面积等因素进行核算后确定。门式塔架拖拉绳不得少于 6 根。

10.5.3 设备底部的溜尾起重机或尾排的移送速度应与主吊起重

机械起升速度相匹配，主吊索具垂直度应符合要求。

10.5.4 门架两桅杆的中心连线应通过设备基础的中心。

10.5.5 在吊装过程中，应用仪器监测塔架的变化情况。

10.5.6 塔架与设备外部附件的安全距离不得小于200mm。

10.5.7 在安装夹紧千斤顶之前，应检查夹紧方钢的外形尺寸、表面清洁度等情况；对表面有锈蚀或油污等情况的方钢，应进行除锈和清理后使用。

10.5.8 用中孔千斤顶提升吊装时，在加载后其夹持钢绞线的夹持器或称为固定锚块的压板螺栓应进行二次紧固。

10.5.9 中孔千斤顶在使用过程中钢绞线有松弛现象时，应停止提升，并应分析原因，同时应采取调整措施后继续提升。

10.5.10 千斤顶的出拖拉绳端应采取防止钢绞线滑脱坠落的措施。

10.5.11 采用夹紧千斤顶进行顶升吊装时，应使夹紧千斤顶在吊装过程中负载均衡、同步爬升。

10.5.12 监测吊装梁在顶升过程中的水平度，吊装梁的水平度不得超过其跨度的1/200。

10.5.13 在采用中孔千斤顶进行提升吊装时，应监测设备在上升过程中的水平度，吊耳之间的连线的水平度不得超过设备直径的1/200。

11 桅杆吊装

11.1 一般规定

11.1.1 桅杆应具有下列技术文件：

1 制造质量证明书。

2 设计技术文件及制造图。

3 荷载试验报告。

4 使用说明书。

11.1.2 桅杆的使用应执行使用说明书的规定，桅杆的杆节宜编号。

11.1.3 桅杆组装应执行使用说明书的规定；桅杆组装的直线度应小于其长度的1/1000，且总偏差不应超过20mm。

11.1.4 桅杆杆节间的连接螺栓紧固时，应逐次对称交叉进行，且应满足规定的力矩值。

11.1.5 桅杆应定期检查维护，使用前应进行下列项目的检查：

1 主肢及连接螺栓变形、锈蚀情况。

2 结构的焊缝。

3 转动部分的磨损情况。

11.1.6 桅杆基础应根据桅杆荷载及桅杆竖立位置的地质条件及周围地下情况设计。当采用钢筋混凝土基础形式时，宜由施工单位提出基础方位、荷载、承载面积等技术条件，应由设计单位将桅杆基础与设备基础同时设计，并应同时施工。

11.1.7 桅杆的安装位置应准确定位，其坐标位置偏差应小于10mm，当采用门式桅杆时，两桅杆基础间的标高误差应小于10mm。

11.1.8 采用倾斜桅杆吊装法吊装设备时，其倾斜角度不得超

过 15°。

11.1.9 牵引与制动用地锚位置应与基础中心在同一直线上。设备脱排时，应控制溜尾滑轮组的走绳与地面夹角，且应按吊装施工方案规定位置脱排，不得提前脱排。

11.1.10 当两套起吊索、吊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。

11.1.11 滑移尾排宜采用可改善设备裙部的受力状态及保持设备运行中稳定的回转机构。

11.1.12 吊装过程中，应对桅杆结构的直线度进行监测。

11.1.13 直立单桅杆顶部拖拉绳的设置数量宜为 6 根～8 根，门式桅杆顶部拖拉绳的设置数量不得少于 6 根。

11.1.14 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。

11.1.15 拖拉绳与地面的夹角宜为 30°，最大不得超过 45°。

11.1.16 直立单桅杆各相邻拖拉绳之间的水平夹角不得大于 80°。

11.1.17 拖拉绳应有防止滑轮组受力后产生扭转的措施。

11.1.18 需要移动的桅杆应设置备用拖拉绳。

11.2 桅杆的竖立、移动与拆除

11.2.1 桅杆的竖立、移动和拆除应编制施工方案。

11.2.2 桅杆可采用扳转法、滑移法整体竖立，也可利用移动式起重机、高位设施或其他措施分段正装或倒装。

11.2.3 桅杆竖立时，应对称进行拖拉绳松紧度调整。

11.2.4 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。

11.2.5 主提升滑轮组的设置应符合下列规定：

1 上部定滑轮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。

2 桅杆的主提升滑轮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。

3 上部定滑轮组捆绑完成后，其滑轮横轴的中心线水平度不得大于3°。

4 在桅杆竖立前，应将主提升滑轮组贴紧桅杆固定。

11.2.6 主牵引卷扬机的设置应符合下列规定：

1 卷扬机的规格、型号宜相同。

2 卷扬机卷筒上钢丝绳的缠绕层数宜相同。

3 卷扬机在后侧进行两点封固后，还应在卷扬机的两侧增加封固。

11.2.7 桅杆的竖立应符合下列规定：

1 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，其长度应比排子的宽度长500mm～700mm。滚杠间的中心距离应为其直径的2倍。

2 桅杆采用扳转或滑移法竖立时，宜用吊耳作为吊点进行吊装；无吊耳时，应选择刚性较大的节点作为吊点，并应对捆绑绳采取保护措施。

11.2.8 桅杆移动应符合下列规定：

1 移动路线及路面应平整，且应满足其承载要求。

2 桅杆底部应设置牵引滑轮组和制动滑轮组，移动过程中应随时注意其受力情况，在弯道上移动时，应及时改变牵引和制动滑轮组的受力方向。

3 桅杆移动的前倾角度，当采用间歇法时，不应超过15°，当采用连续法时，不应超过5°；桅杆在移动时的侧向偏角不得大于2°。

4 门式桅杆移动时，底部的两个底排应同步移动，宜在门式桅杆下部两支腿间设置刚性横梁连接。

5 调整拖拉绳时，应先放松后收紧，并应对称进行。

6 桅杆移动中暂停时，应将桅杆调整到垂直状态，并应将拖拉绳卡牢，同时应切断卷扬机电源。

11.2.9 桅杆拆除应符合下列规定：

1 拆除桅杆可采用与竖立桅杆相反的顺序进行，可采用整体放倒、分段正拆、分段倒拆等方法。

2 采用扳转法放倒桅杆时，桅杆底部的锚固系统应根据其最大受力设置。

3 用分段正拆的方法拆除桅杆时，待拆除段应用临时拖拉绳固定。

4 用分段倒拆的方法拆除桅杆时，宜利用移动式起重机进行。

11.3 吊装方法

11.3.1 桅杆吊装方法可分为滑移法、抬送法和扳转法。

11.3.2 双桅杆或门式桅杆滑移法吊装应符合下列程序：

1 在提升滑轮组作用下使设备抬头。

2 控制牵引和后溜滑轮组，使尾排开始移动。

3 设备脱排。

4 设备就位。

11.3.3 双桅杆或门式桅杆抬送法吊装应符合下列程序：

1 在提升滑轮组和抬尾起重机的共同作用下使设备抬离支撑。

2 提升滑轮组继续提升，抬尾起重机配合递送。

3 抬尾起重机摘钩。

4 设备就位。

11.3.4 扳转法吊装应符合下列程序：

1 以设备底铰为支点并通过设备上的吊点施加扳转力使设备抬头。

2 在主扳滑轮组作用下使待吊设备由平卧状态逐步回转接近临界自转状态。

3 后溜滑轮组受力并将设备溜放到直立状态。

4 设备就位。

11.4 安全规定

11.4.1 桅杆竖立后应及时进行封底，并应采取防雷措施。

11.4.2 试吊过程中，存在下列现象之一时，应立即停止试吊，消除隐患，并应经有关人员确认安全后，再恢复试吊：

1 地锚移位。

2 走绳抖动。

3 设备或机具有异常声响、变形、裂纹。

4 桅杆地基下沉。

5 其他异常情况。

11.4.3 吊装过程中应对桅杆垂直度、平面度和重点部位进行监测。

11.4.4 滑移法吊装时，应及时调整尾排走向。在尾排滑移到脱排位置后，应对吊装系统各受力部位进行全面检查、确认后再脱排。

11.4.5 两套及以上滑轮组的应同步提升，设备应在自转临界角前脱排。

11.4.6 对影响设备吊装的两桅杆内侧的相关拖拉绳，在设备抬头时应缓慢回松，再移送到塔体下部，并应随着设备的提升及时将回松的拖拉绳收紧。

11.4.7 吊装前应确认提升滑轮组和抬尾起重机吊索的垂直情况。起吊时，提升滑轮组和抬尾起重机应缓慢提升。

11.4.8 抬尾起重机在吊装过程中应保持吊索的垂直，设备底部距离地面宜为200mm。

11.4.9 采用扳转法吊装时，两铰链的铰轴纵向中心线应与设备纵向中心线成正交，两铰链的安装应符合下列规定：

1 水平度应小于或等于2mm/m。

2 同轴度应小于或等于10mm。

3 垂直度应小于或等于1mm/m。

4 应按设计规定的预紧力紧固螺栓。

11.4.10 带有铰链的设备基础应满足扳转所产生的正压力和水平推力的荷载要求，设备下端应采取支撑加固措施。

11.4.11 采用扳转法吊装时，宜在桅杆和塔架底节加设扳转角度指示器，制动滑轮组的锚点应在塔架纵向中心线上，其拖拉绳与地面最大夹角不应大于45°。

11.4.12 经纬仪应设置在扳转主轴线上，应监测设备侧向偏移和转动情况。侧向偏差不得大于设备高度的1/1000，且不应大于60mm。

11.4.13 采用扳转法竖立设备且塔架或设备扳转至临界角之前10°时，制动滑轮组应开始受力，进入临界角之后，主扳转滑轮组应处在松弛状态，应由制动滑轮组控制，并应将塔架或设备溜放到直立状态。

11.4.14 采用起重机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。

11.4.15 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，并应同时完成预紧力调整和门式桅杆平面度与垂直度的找正，拖拉绳预紧完成后，其调整滑轮组绳末端应卡固。

12 设备平移

12.1 一般规定

12.1.1 设备平移可分为水平移动、转向或水平移动加转向。

12.1.2 临时基础宜按正式基础要求进行施工。临时基础与正式基础临近时，宜施工为联合基础。

12.1.3 设备的正式基础宜采用预留孔形式设置地脚螺栓。

12.1.4 设备平移前，宜进行滚排模拟耐压试验及滚排牵引拉力、启动系数、滚动摩擦系数测定试验。

12.1.5 平移过程中，应用专用仪器对平移方向进行监测，当偏离中心线时，应停止平移，并应采取纠偏措施。

12.1.6 平移过程中监测内容应包括牵引系统的受力，每根滚杠的方位、间距，平移设备的垂直度及刚度，风向的检测和预警。

12.2 平移设施安装

12.2.1 平移设施应包括支撑、牵引、纠偏等系统。

12.2.2 支撑系统应符合下列规定：

1 安装应按临时基础设置、下走道布置、行走装置布置、上走道布置和设备摆放的顺序进行。

2 下走道宜用混凝土、钢板、H 型钢或钢轨铺设，并应满足刚度、强度要求。

3 上走道宜与设备底部支座联合设计，可利用设备的支座、构架的底板。

4 走道表面平面度误差应为 3mm。采用钢材拼装时，应有详细的排版图及焊接要求，对口错边量不应大于 0.5mm，所有高

出母材表面的焊缝应进行打磨并与母材平齐。

5 采用滚动形式的行走装置时，滚杠应满足刚度要求；使用前应进行检查。滚杠圆度偏差不应大于1mm，直线度偏差不应大于2mm。

6 采用滚动形式的行走装置时，滚杠放置数量应通过计算确定。

7 采用滚动形式的行走装置时，滚杠应在垂直于临时基础与正式基础中心连线的位置上被切入。

8 采用滚动形式的行走装置时，滚杠放置前应在下滚道上划好定位线，滚杠两端应有标识。

9 采用滑动形式的行走装置时，上、下滑道应配合安装，中间应加润滑剂。

10 设备支座强度应满足平移要求。

12.2.3 牵引系统应符合下列规定：

1 牵引系统可采用前牵、后推、前牵及后推混合等方式。

2 前牵宜采用液压设备，采用多点牵引时，各牵引点应动作同步、受力均匀。

3 后推宜采用有推力显示的卧式千斤顶或自动控制的集群千斤顶。

4 平移水平拉力或推力应计算确定。

12.2.4 纠偏系统应符合下列规定：

1 纠偏系统应设置检测、侧移、溜放及倒行装置。

2 检测装置应包括行进标尺、移动显示指示针和终点限位装置。

3 纠偏宜在发生偏移的初期开始进行，并宜在前行中同时进行。采用滚动形式的行走装置时，应同时调整滚杠的方向。

12.3 平移方法

12.3.1 设备平移可按摩擦方式分为滚动摩擦法和滑动摩擦法，

也可按牵引方式分为后推、前牵、后推及前牵混合法。

12.3.2 设备平移应符合下列程序：

1 按正式基础形式设置临时基础。

2 在临时与正式基础间设置行走走道。

3 安装行走装置。

4 设备吊装到位或现场制造，进行必要的设备支座加固。

6 牵引系统设置。

7 启动牵引系统平移设备。

8 当平移超过牵引系统一个行程时，重新设置牵引系统完成下一个行程，重复此过程，连续平移。

9 平移到位后，宜将行走装置拆除。

10 配合设备安装。

12.4 安全规定

12.4.1 设备平移时的启动加速度、运行速度应满足设备的稳定性要求，必要时应采取防倾覆措施。

12.4.2 上滚道板和下滚道板上、下表面之间不得有异物。

12.4.3 滚杠摆放宜采取限位措施。

12.4.4 移动路线地下设施处理应有专项方案。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《石油化工建设工程施工安全技术规范》GB 50484
《建筑卷扬机》GB/T 1955
《碳素结构钢和低合金结构钢　热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274
《起重吊运指挥信号》GB 5082
《起重机　钢丝绳　保养、维护、安装、检验和报废》GB/T 5972
《钢丝绳夹》GB/T 5976
《结构用无缝钢管》GB/T 8162
《重要用途钢丝绳》GB 8918
《粗直径钢丝绳》GB/T 20067
《一般用途钢丝绳》GB/T 20118
《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
《油压千斤顶》JB/T 2104
《螺旋千斤顶》JB/T 2592
《承压设备无损检测》JB/T 4730
《起重机用铸造滑轮》JB/T 9005
《手拉葫芦安全规则》JB/T 9010

中华人民共和国国家标准

石油化工大型设备吊装工程规范

GB 50798 - 2012

条 文 说 明

制 订 说 明

《石油化工大型设备吊装工程规范》GB 50798—2012，经住房和城乡建设部 2012 年 10 月 11 日以第 1491 号公告批准发布。

本规范制订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国石油化工大型设备吊装的实践经验，并广泛征求了各方面的意见。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《石油化工大型设备吊装工程规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目　次

2　术　　语 …… (61)
3　基本规定 …… (62)
4　施工准备 …… (63)
4.1　技术准备 …… (63)
5　吊　　耳 …… (64)
5.1　一般规定 …… (64)
5.2　吊盖式吊耳 …… (64)
6　地基处理 …… (66)
7　吊装绳索 …… (67)
7.2　钢丝绳 …… (67)
8　吊装机具 …… (68)
8.7　平衡梁 …… (68)
8.8　地锚 …… (70)
9　起重机吊装 …… (72)
9.1　一般规定 …… (72)
9.3　起重机选择与布置 …… (72)
10　液压装置吊装 …… (73)
10.3　钢绞线与方钢 …… (73)
10.4　吊装方法 …… (73)
11　桅杆吊装 …… (74)
11.3　吊装方法 …… (74)
11.4　安全规定 …… (74)
12　设备平移 …… (75)
12.1　一般规定 …… (75)
12.2　平移设施安装 …… (75)

2 术　语

2.0.4　在本规范中，吊装荷载指设备等被吊物、吊钩组件、吊索具及加强措施等质量。采用单吊车作为主吊时，不考虑动荷载、不平衡等系数；采用双吊车作为主吊时，按照本规范第 9.1.6 条的规定；采用桅杆等工具应考虑动荷载、不平衡等系数。

2.0.6　桅杆

桅杆是指立式或倾斜使用的格构式、管式、实体的结构柱体，并用拖拉绳保持其稳定性。桅杆可由方木或圆木制成，亦可用角钢桁架或钢管做成。在石油化工起重施工中常用的吊装机械，其结构特点、工作方式、使用方法等决定其具有特殊性。在大型设备吊装中常用金属桁架桅杆。

2.0.23　设备起升离开支撑的距离根据设备吊装工艺方法确定，以满足可观测、检查各部位的受力状态为条件。

3 基本规定

3.0.1 近年来，随着特大型石油化工联合装置的建设，大型设备数量较多。参加建设单位较多，大型设备吊装作业条块分割，造成了人力、技术、设备等资源浪费。在特大型石油化工联合装置建设中采用大型设备吊装“一体化”管理模式，对项目所需大型吊装机械进行统筹协调，提高设备利用率，能确保大型设备吊装安全顺利完成。

3.0.4 本条为强制性条文。吊索、吊具对吊装安全关系重大，为确保安全，应严格执行。

3.0.5 本条为强制性条文。在吊装作业中，吊具、吊索和起重机械的使用均有限定负荷，负荷值是经过试验验证，并有安全保障的，若超负荷使用，会造成吊装事故。为保障人身和财产安全以及其他公共利益，本条规定禁止超负荷使用。

3.0.6 本条为强制性条文。吊装作业为高风险性作业，吊装作业人员属特种作业人员，若人员未通过相应特种作业上岗培训且考试合格，则未能掌握安全技术要领，将是发生吊装事故的潜在因素。为保障人身和财产安全以及其他公共利益，本条规定吊装作业人员必须取得相应特种作业证件。

4 施工准备

4.1 技术准备

4.1.7 整体组合吊装是指设备上附设的梯子、平台、管线的组装以及保温等作业，在地面完成后一次吊装就位。

5 吊　耳

5.1 一 般 规 定

5.1.14 考虑到吊装安全性，吊耳设计时应考虑一定裕量。本规范中吊耳设计系数取大于或等于 1.5，是将吊装相关文献中提供的吊装动荷载系数 1.1 与吊耳受载时不均衡系数 1.3 的乘积 1.43 保留一位小数并取大值而得出的。该系数不包括吊耳强度校核时应考虑的材料本身的安全系数和焊接焊缝系数。

吊耳设计时应以安全、经济、使用方便、不影响被吊装的设备为基本原则，要综合考虑材料、吊装所使用的机械情况、吊装作业人员的操作水平、吊装作业环境、吊装工艺方法、吊耳制作质量、焊接吊耳位置设备本身的局部强度等因素的影响。

举例：若某设备重量为 100t，设置两个吊耳，则每个吊耳受力为 50t，吊耳设计时应按每个吊耳能承受 50t 的 1.5 倍的荷载（即 75t）进行设计和强度校核，依此类推。

5.2 吊盖式吊耳

5.2.7 吊盖与设备顶部法兰之间的连接螺栓预紧时，拧紧螺母时所需力矩按式(1)计算：

$$T = K_1 F d_c \tag{1}$$

式中：T——螺栓拧紧力矩(N·cm)；

F——预紧力(N)；

K_1——拧紧力矩系数，取 0.2；

d_c——螺纹最小直径(cm)。

螺栓预紧力应满足式(2)的要求：

$$F = \frac{R_A}{K_2 m Z} \tag{2}$$

式中：R_A——设备抬头时设备头部提升力；

K_Z——吊盖式吊耳与设备顶部法兰之间的综合摩擦系数，取值 0.3；

m——接合面数目；

Z——螺栓数目。

6 地基处理

6.0.1 地下设施有：埋地管线、电缆沟、窨井和阀井等。

6.0.2 随着石油化工装置设备大型化和大型起重机械的使用，起重吊装作业场地地基的处理成为吊装施工的重要技术措施之一。地基处理的可行性、安全性和经济性是吊装技术人员在考虑地基处理方案时的重要因素。除采用必要的桩基以外，目前对于使用移动式起重机进行起重吊装作业承载地基的处理常采用换填垫层法。这种方法是先挖去承载板下处理范围内的软弱土，再分层换填强度大、压缩性小、性能稳定的材料，并压实达到要求的密实度，作为地基的持力层。其原理是利用换填材料较大的压力扩散角，降低作用于地基持力层的压强，达到满足地基持力层承载力的要求。

换填垫层法适用于淤泥、淤泥质土、湿陷性黄土、素填土、杂填土地基等浅层处理。因换土的宽深范围有限，采用该方法既安全又经济。经工程实践，换填垫层法效果良好，目前已广泛地用在吊装作业的地基处理中。

针对地基处理，有专门的地基处理技术规范，但那一般都是按永久性地基考虑的，而在吊装工程中，因为荷载是短时间的，所以地基处理按照规范处理显然是偏保守的。所以现在现场的地基处理方式往往是实际经验与理论规范相结合，处理后再用检测手段对地基进行检测，来检验地基是否符合吊装时的承载要求。本规范不详细列出地基处理方法，只作了一些通用性的规定。

7 吊装绳索

7.2 钢丝绳

7.2.4 正确的放绳方法，见图1。

图1 正确的放绳方法

错误的放绳方法，见图2。

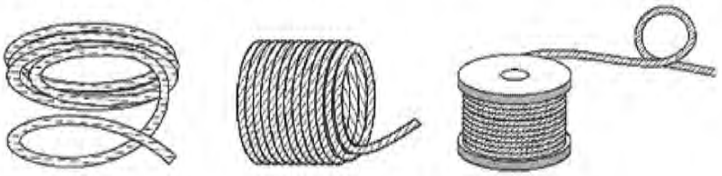


图2 错误的放绳方法

8 吊装机具

8.7 平衡梁

8.7.1 在石油化工工程建设中，吊装作业常用的平衡梁有本规范的四种形式(见图 3～图 6)。实际上，平衡梁的形式还远不止这几种。实际工作中应根据工件特点、起重机械类型和实际需要来选择和设计不同形式的平衡梁。

1 板孔式平衡梁，见图 3。

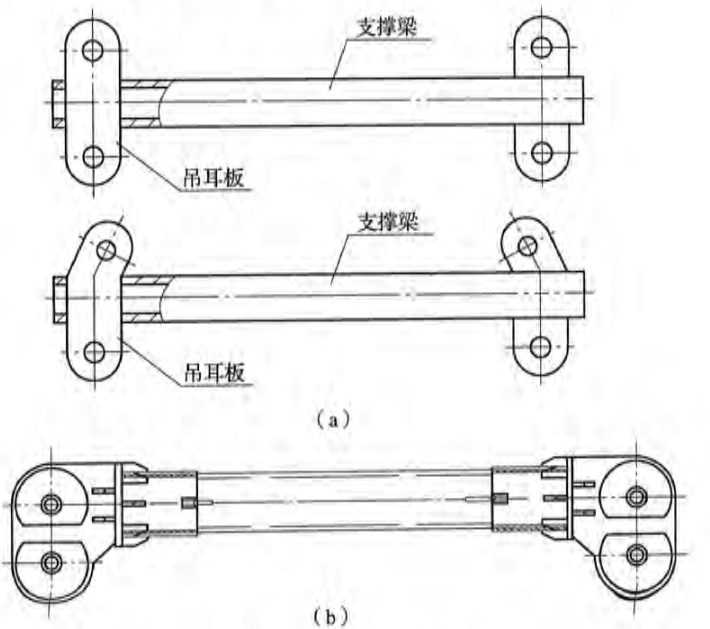


图 3 板孔式平衡梁

2　用滑轮组连接的滑轮式平衡梁，见图 4。

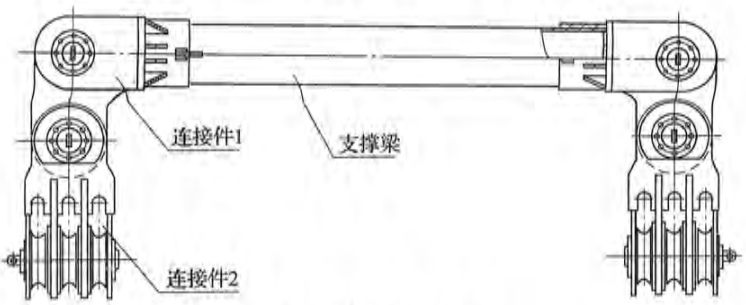


图 4　滑轮式平衡梁

3　支撑式平衡梁，见图 5。

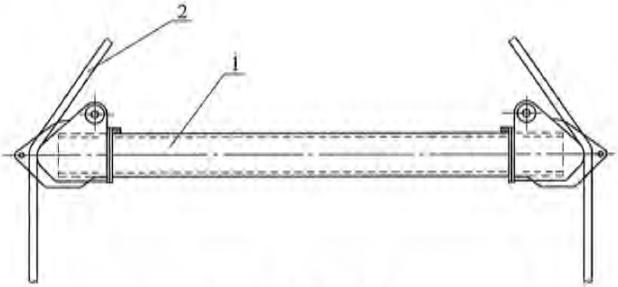


图 5　支撑式平衡梁

1—支撑梁；2—吊索

4　桁架式平衡梁，见图 6。

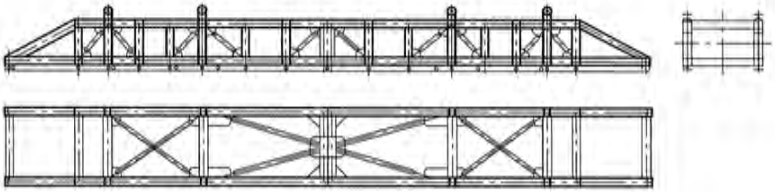


图 6　桁架式平衡梁

8.8 地　　锚

8.8.1　地锚典型的结构形式有：全埋式地锚、压重式地锚和混凝土地梁式地锚（见图 7～图 9）等。

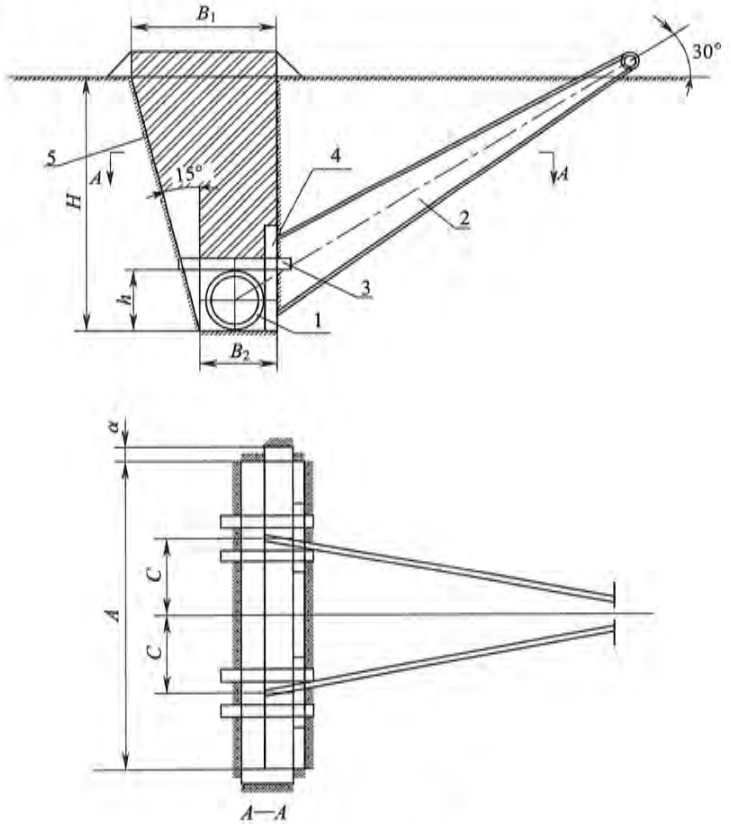


图 7　全埋式地锚

1—地锚管；2—地锚索具；3—压木；4—挡木；5—回填土

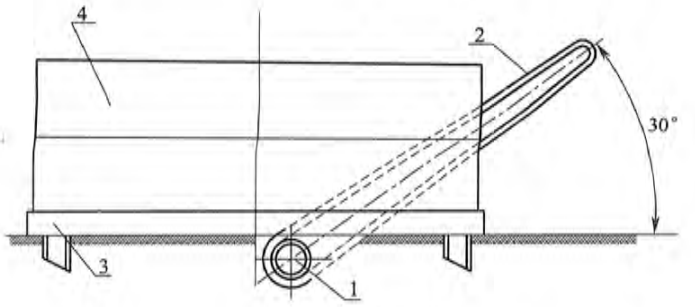


图 8　压重式地锚

1—地锚管；2—地锚索具；3—钢结构架；4—压重块

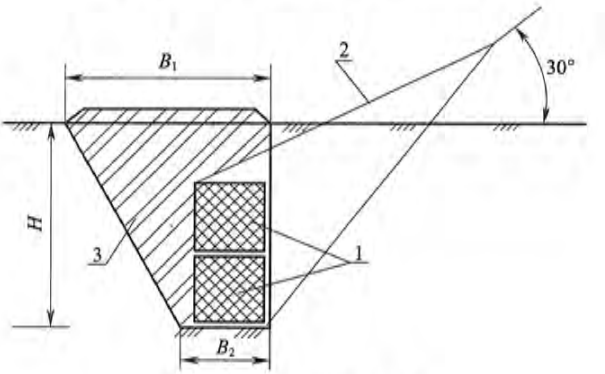


图 9　混凝土地梁式地锚

1—混凝土梁；2—地锚索具；3—回填土

9 起重机吊装

9.1 一般规定

9.1.6 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，国外有些工程管理公司对于双机抬吊作业是持否定态度的。但是在工程现场没有足够大的起重机械能满足单机吊装的情况下，并考虑到合理的吊装机械费用，一般比较多的是采用两台起重机抬吊作业。由于双机抬吊可能出现两台起重机提升速度不同步、起吊能力不同或指挥与司机的不同步等危险因素，所以本条规定了只能用其额定起重能力的80%。

9.3 起重机选择与布置

9.3.1 本条说明如下：

1 起重机臂杆长度及截面尺寸包括主臂、副臂、变幅臂、超起臂。

2 起重机配重包括主车配重、超起提升配重。

3 设备结构尺寸包括直径、高度、壁厚等。

4 设备吊装重量包括设备重量、吊装索具以及随设备一起吊装的梯子、平台、附塔管线、保温、设备内件重量。

5 起重机在施工现场的行进道路状况包括高空和地下。

9.3.2 初选主起重机性能数据包括额定起重能力、起重机工作回转半径、臂杆长度、臂杆仰角等。

9.3.4 起重机组装场地是包括主臂、副臂、变幅臂、超起臂等起重机所有部件的组装场地。

10 液压装置吊装

10.3 钢绞线与方钢

10.3.8 夹紧千斤顶工作特征：夹紧千斤顶是通过夹持设定尺寸的方钢实现其运动，可用作设备的垂直顶升及水平移动。通过顶升吊装梁达到吊装设备的目的，其安装应符合设备运动的方向。

10.4 吊 装 方 法

10.4.1 液压顶升法吊装是用夹紧千斤顶沿方钢向上爬升来顶升吊装梁，通过吊装梁向上运动来提升设备的顶部，设备底部采用尾排或起重机运送，最后将设备安放到预定的位置上。

11 桅杆吊装

11.3 吊装方法

11.3.2 双桅杆和门式桅杆滑移法吊装主要由桅杆系统、提升系统和牵引后溜系统三部分组成。

桅杆系统主要由桅杆本体、封底滑轮组、拖拉绳组成，提升系统主要由系挂在桅杆顶部的滑轮组和主牵引卷扬机组成，牵引后溜系统主要由牵引后溜卷扬机、滑轮组、尾排组成。

11.3.3 双桅杆和门式桅杆抬吊抬送法吊装主要由桅杆系统、提升系统和抬尾起重机三部分组成。

桅杆系统主要由桅杆本体、封底滑轮组、拖拉绳组成，提升系统主要由系挂在桅杆顶部的滑轮组和主牵引卷扬机组成。

11.3.4 扳转法吊装主要由桅杆系统、牵引系统、回转铰链系统和溜放系统四部分组成。

桅杆系统主要由桅杆本体、回转铰腕(或封底滑轮组)、拖拉绳等组成，牵引系统主要由滑轮组、导向滑轮和牵引卷扬机组成，回转铰链系统主要由钢筋混凝土基础、回转铰腕底座及铰腕连接件组成，溜放系统主要由滑轮组和牵引卷扬机组成。

11.4 安全规定

11.4.3 吊装过程中桅杆垂直度、平面度和重点部位包括主拖拉绳及地锚、后侧拖拉绳及地锚、提升索具、走绳、导向滑轮、主卷扬机等。

12 设备平移

12.1 一般规定

12.1.1 设备平移是指当设备需搬迁移位且无法正常装车运输，或装置改造中设备更新按正常工期无法完成，只能在旁边组装好新设备，等旧设备拆除后，采用平移技术使其沿特定路线水平移动一段距离后就位的方法；当设备安装在受限空间内，不能用起重机械直接吊装就位时，也可用起重机械将设备吊装到合适位置后再采用设备平移方法就位。

12.2 平移设施安装

12.2.2 滚杠放置数量计算公式如下：

$$n = Q \cdot \frac{K_1 K_2}{WL} \tag{3}$$

式中：n——应放置的滚杠数量；

Q——计算重量(包括设备本体重量、加固重量、滚杠重量)(t)；

K_1——动荷载系数，取 1.1；

K_2——超载系数，取 1.1；

W——滚杠长度上允许荷载(t/m)，取值见表 1；

L——每根滚杠上有效承压长度(m)。

表 1 滚杠允许荷载

滚杠材质	允许荷载(t/m)	滚杠材质	允许荷载(t/m)
厚壁无缝钢管	3.5D	铸钢	4.2D
厚壁无缝钢管充填混凝土	4.0D	锻钢	5.3D

注：D 为滚杠直径，单位为 cm。

12.2.3 采用滚动形式的行走装置平移时，水平拉力或推力计算公式如下：

$$P = K_q \cdot Q \cdot \frac{(f_1 + f_2)}{D} \cdot g \tag{4}$$

式中：P——水平推或拉力(kN)；

K_q——启动系数(包括变速运动力、滚杠不平行、受力不均等)，钢对钢取 1.5；

Q——计算重量(包括设备本体重量、加固重量、上滚道重量)(t)；

f_1——滚杠与上滚道板间滚动摩擦系数，钢与钢之间取 0.05cm；

f_2——滚杠与下滚道板间滚动摩擦系数，钢与钢之间取 0.05cm；

D——滚杠直径(cm)；

g——重力加速度，取 9.8m/s²。