

中 国 船 级 社

船舶与海上设施起重设备规范

RULES FOR LIFTING APPLIANCES OF SHIPS AND OFFSHORE INSTALLATIONS

2007

人民交通出版社
China Communications Press



中　国　船　级　社

船舶与海上设施起重设备规范

RULES FOR LIFTING APPLIANCES OF SHIPS AND OFFSHORE INSTALLATIONS

2007

2008 年 4 月 1 日生效
Effective from April 1 2008

北　京
Beijing

目　录

第1章　检验与发证.....1
1.1　适用范围.....1
1.2　定义.....1
1.3　图纸资料.....2
1.4　附加标志.....4
1.5　检验.....4
1.6　发证.....9

第2章　吊杆装置.....12
2.1　计算工况与计算载荷.....12
2.2　摆动吊杆与双杆系统.....13
2.3　吊货杆.....15
2.4　桅与起重柱.....17

第3章　起重机、升降机与跳板.....19
3.1　一般规定.....19
3.2　普通起重机.....19
3.3　近海用起重机.....35
3.4　潜水器吊放系统.....37
3.5　重型起重机.....38
3.6　起重机基座.....38
3.7　货物与车辆升降机.....39
3.8　车辆跳板.....47
3.9　乘客与船员升降机.....50
3.10 起重机基座的支撑结构强度.....55

第4章　机械、电气与控制系统.....60
4.1　一般规定.....60
4.2　乘客与船员升降机的控制与保安装置.....60
4.3　装卸货物用的起重设备的控制与保安装置.....61

第5章　零部件与绳索.....64
5.1　一般规定.....64
5.2　固定零部件.....64
5.3　可卸零部件.....65
5.4　绳索.....65

第6章　材料与焊接.....67
6.1　一般规定.....67
6.2　轧制钢.....67
6.3　锻钢件.....69

6.4 铸钢件.....70
6.5 焊接.....70

第7章 试验.....72
7.1 一般规定.....72
7.2 可卸零部件的试验.....72
7.3 绳索的破断试验.....73
7.4 起重设备的试验.....73
7.5 起重设备的重复试验.....75

第8章 标记.....76
8.1 可卸零部件的标记.....76
8.2 起重设备的标记.....76

附录1 各种受压缩构件的临界压应力σ_{cr}.....78

附录2 吊杆装置固定零部件.....84

附录3 起重和起货设备检验簿.....97

附录4 港口国当局接受IL032及IL0152号公约的情况.....108

第1章　检验与发证

1.1　适 用 范 围

1.1.1　本规范适用于船舶和海上设施用的下列起重设备:

(1)　吊杆装置,包括吊杆式起重机;

(2)　起重机;

(3)　潜水器吊放系统;

(4)　乘客与船员用升降机;

(5)　货物、车辆升降机(需要签发起重设备证书时)与车辆跳板(需要签发起重设备证书时)。

1.1.2　1.1.1中未述及的起重设备,可按本规范的原则考虑。

1.1.3　起重设备所用材料与焊接，应符合CCS《材料与焊接规范》的适用要求。

1.1.4　CCS接受的有关标准，可作为本规范的等效标准使用，但应考虑到起重设备每种工况的运行方式所产生的力。

1.1.5　CCS承认的有关零部件标准一般可作为CCS的等效标准。

1.1.6　可采用等效于本规范要求的替代设施或零部件。

1.1.7　新颖或具有特殊性能的起重设备送审时，需同时送审补充图纸资料。

1.2　定　　义

1.2.1　本规范的有关定义如下：

(1)　起重设备：系指安装于船上或海上设施上的吊杆装置、吊杆式起重机、起重机以及升降机和跳板、用以吊运或载运货物、设备、物品及人员等的设备。

(2)　轻型吊杆：系指安全工作负荷等于和小于98kN的吊杆装置和吊杆式起重机。

(3)　重型吊杆：系指安全工作负荷大于98kN的吊杆装置和吊杆式起重机。

(4)　吊杆式起重机：系指具有双千斤索的吊杆装置,能在带载情况下由1人即可进行回转和变幅操作。

(5)　可卸零部件：系指非永久性附连于起重设备上的零部件,如链条、三角眼板、吊钩、滑车、卸扣、转环、钢索索节、有节定位索和松紧螺旋扣等。吊梁、吊架、吊框与类似设备亦称为可卸零部件。

(6)　固定零部件：系指永久连接于吊货杆、桅或起重柱、甲板、上层建筑和船舶其他结构件上的起重设备零部件,如眼板、吊货杆叉头、吊货杆承座包括转轴、箍环与嵌入滑轮等。

(7)　安全工作负荷(SWL)：

①　起重设备的安全工作负荷：系指经正确安装的起重设备在设计作业工况下证明能吊运的最大静载荷。

②　可卸零部件的安全工作负荷：系指可卸零部件经设计和试验证明能承受的最大载荷。此最大载荷应不小于起重设备在安全工作负荷下,可卸零部件会受到的最大负荷。

(8) 标准作业工况：系指起重设备在确定安全工作负荷时所处的作业工况,包括:

① 起重设备工作时,船舶处于横倾5°、纵倾2°；

② 在港内作业；

③ 起重设备工作时风速不超过20m/s,相应风压不超过250Pa；

④ 起重荷重的运动不受外力的制约；

⑤ 起重作业的性质,即作业的频次与动载特性与本篇规定的因素载荷相一致。

(9) 特殊作业工况：系指起重设备设计时所考虑的作业工况超过标准作业工况,包括:

① 船舶横倾与/或纵倾大于标准作业工况规定；

② 作业于无遮蔽的海域；

③ 起重设备工作时的风速超过20m/s,相应风压超过250Pa；

④ 起重时,起重荷重不是处于静止状态；

⑤ 起重荷重的运动受到外力的制约；

⑥ 起重作业的性质,即作业的频次和动载特性与本篇规定的因素载荷不相一致。

(10) 因素载荷：系指设计起重设备时应考虑的载荷,但未包括风载荷,此载荷可用下式表示:

因素载荷=起升载荷×作业系数×动载系数

(11) 起升载荷：系指起重设备安全工作负荷与起重设备运动部件自重之和。这些部件与安全工作负荷直接相连,起重中,与安全工作负荷作相同的运动。

(12) 作业系数：系指考虑起重设备作业频次与载荷状态所给的余度系数。

(13) 动载系数：系指在起重设备工作时,考虑所有动载效应的一个系数。此系数乘以起升载荷后,代表包括所有动载效应作用于系统上的载荷。

(14) 自重载荷：系指不包括在起升载荷中的起重设备部件的质量。

(15) 设计应力：系指起重设备在安全工作负荷作用下,本篇规定起重设备部件允许承受的最大应力。即应考虑起重设备在因素载荷作用下,同时受到侧向载荷与风载荷。

(16) 全面检查：用目测检查，必要时辅之以其他方法，并尽条件仔细地进行，以使对所检查的部件得出安全可靠的结论。为此目的，必要时应将部件或机件拆开检查。

(17) 外部检查：用目测检查、查明部件是否有变形和其他缺陷，如裂纹或过度磨损和锈蚀等。

1.3 图 纸 资 料

1.3.1 应将吊杆装置的下列图纸与资料提交批准:

(1) 吊杆装置(包括吊杆式起重机)布置图,表明轻型吊杆、重型吊杆或双杆系统的布置和各个可卸零部件的具体位置；

(2) 吊杆装置的受力图解以及在双杆操作时的工作范围与数据；

(3) 桅、起重柱和支索(如设有时)的结构图；

(4) 吊杆结构图,包括头部、根部附件；

(5) 吊杆承座和转轴、千斤滑车眼板、稳索眼板以及类似零部件；若采用认可的适合此用途的国际标准与国家标准， 可仅送交明细表,并说明其材料、安全工作负荷与所采用的标准；

(6) 上述(3)、(4)、(5)均应表明所使用的钢材等级、焊接材料与焊缝规格；

(7) 桅、起重柱和支索(如设有时)以及吊货杆的强度与/或稳定性计算。

1.3.2 应将吊杆装置的下列图纸与资料提交备查:

(1) 滑车、链条、卸扣、吊钩、转环与其他可卸零部件的明细表,并说明其材料、安全工作负荷、验证负荷与所应用的标准；

(2) 所用钢索、纤维索的构造、尺寸、涂层与破断负荷明细表,钢索应表明钢丝的公称拉力强度。

1.3.3 应将起重机的下列图纸与资料提交批准:

(1) 起重机布置总图,包括主要工作参数说明；

(2) 起重机系统受力分析；

(3) 起重机起升、变幅、回转与行走机构布置图,包括超负荷保护、超力矩保护与各限位器的布置和功能说明；

(4) 主要部件强度计算,并应明确设计基础、作业衡准、工作参数、起重机部件的质量和重心以及所应用的国家标准；

(5) 起重机的稳定性计算(如适用时)。

(6) 主要结构部件的结构、尺寸、钢材等级以及焊接材料与焊缝规格,这些部件包括臂架、塔架、平台、门架、轮架,回转支承环、基座、栏杆与存放设施等；

1.3.4 应将起重机的下列图纸与资料提交备查:

(1) 滑轮和轴、枢轴、轮子、横撑梁、回转支承环及其螺钉和类似项目的详图,并说明所使用的钢材等级；

(2) 滑车、吊钩、转环、吊梁、吊架与其他可卸零部件的详图,并说明其材料、安全工作负荷、验证负荷与所采用的标准；

(3) 所使用钢索的构造、尺寸、涂层、破断负荷与钢丝的公称拉力强度。

1.3.5 应将升降机和跳板的下列图纸与资料提交批准：

(1) 设计说明书包括所使用的材料；

(2) 所有主要结构图；

(3) 滑轮与滑轮支承详图；

(4) 表明额定能力、车辆载荷、车轮中心、轮胎印、工作范围与角度以及部件的质量与重心的计算；

(5) 卷绕装置图；

(6) 钢索与链条的尺寸、构造、涂层与破断负荷；

(7) 布置总图包括轿厢构造和导架详图（如适用时）；

(8) 进出门图（如适用时）；

(9) 升降道登乘门耐火试验说明（如适用时）；

(10) 升降机通道布置图和详图包括安全设施（如适用时）。

1.3.6 应将机械、电气和控制系统的下列图纸与资料提交批准：

(1) 控制室或控制站布置图；

(2) 配电板布置图与线路图；

(3) 电气线路系统图，并表明设备与电缆的规格、绝缘等级、正常工作电流与各种电气保护的型号、容量与制造厂；

(4) 主、辅配电板汇流排与变压器输出端的短路电流计算书；

(5) 控制线路、联锁与报警系统原理图,包括液力、气力与电力;

(6) 安全设施详图， 包括固定与锁紧装置;

(7) 液压油缸与工作系统详图(如设有时)。

1.3.7 应将机械、电气和控制系统的下列图纸与资料提交备查:

(1) 使用与操作说明书;

(2) 机房布置图,包括动力机组及其说明;

(3) 起升、变幅、回转与行走机构布置图及其设备与部件的技术说明书。

1.3.8 应将起重设备与船体结构连接处加强图提交批准。

1.4 附 加 标 志

1.4.1 验船师按照本规范的要求在满意地完成了申请入级的起重设备的全部试验和检验，并颁发了全部必需的试验和检验证书、起重和起货设备检验簿后，向总部建议授予起货设备入级附加标记：Lifting Appliance，并载入临时船体入级证书。

1.4.2 使用检验报告（格式：CG）向总部报告检验情况，同时附上所发的全部证书和文件副本。

1.4.3 经CCS审核同意后，由CCS正式授予起重设备入级附加标记，并标记在船体入级证书以及相关的文件中。

1.5 检 验

1.5.1 一般要求

1.5.1.1 起重设备在投入使用前应进行初次检验。起重设备投入使用后应进行定期试验和检验。

1.5.1.2 起重设备可卸零部件在首次使用前，以及在使用中更换或修理影响其强度的部件，应进行验证试验和全面检查。

1.5.1.3 当起重设备发生重大事故或发现重大缺陷，更换或修理影响其强度的部件时，船长或船东应及时报告CCS，以便能及时对起重设备进行检验。

1.5.1.4 本章所述的试验、验证试验、检验和检查，应按CCS规范或认可的等效规定进行。

1.5.1.5 可卸零部件和钢索在每次使用前，应由船上职能人员进行检查，但在最近3个月内通过检查者可例外。对发现有断丝的钢索，每月至少应检查1次。

1.5.1.6 起重设备的检验种类:

(1) 初次检验

(2) 年度检验

(3) 换证检验（即：4年度全面检验）

(4) 损坏及修理检验

(5) 展期检验

1.5.1.7 上述各种检验应按1.5的规定进行。

1.5.1.8 其他要求如下:

(1) 若起重设备搁置或修理时间为12个月以上时，在重新投入使用之前应进行一次检查。试验和检验的范围根据搁置和修理期间应进行的检验种类而定，如：换证检验和负荷试验到期，则应按规定完成试验和检验，并签发证书，新的换证检验周期应从此次试验和检验完成的日期开始。

(2) 对某些主管当局接受有资格和独立的人员进行检验如高级船员；建议在不延误船期和使船方不便的情况下，应由CCS验船师进行检验和签发证书。

(3) 船东申请的其他检验要求，CCS将给予特别考虑，但申请方应提供检验要求的细节。

(4) 任何零件如永久固定在船体结构上并设计来支承起重设备的大桅或起重机基座，都必须作为入级船体的一部分并满足相应的入级条件，即使这些设备本身并未在CCS入级或办理证书。

1.5.2 初次检验

1.5.2.1 初次检验应包括：

(1) 申请单位应按1.3规定提供图纸资料一式三份供批准和备查（已经CCS批准的产品除外）；

(2) 核查业经批准的起重设备设计图纸、技术文件；

(3) 检查起重设备的布置、构件、尺寸、装置、材料、焊接和制造工艺应符合认可的图纸和资料；

(4) 逐个检查起重设备的零件，并检查证件，核对标记；

(5) 起重设备安装过程中应进行全面检查，安装完毕后，应按第6章的要求进行试验，确认整个设备有效地和安全地工作，任何停车、控制和类似装置的功能应正确。试验后，装置及其支承结构均应经检验确信无变形或扭曲。

起重机的产品出厂试验不能代替船上安装后的试验。

1.5.2.2 初次检验合格后应签发1.6规定的相应证书，尚应在“起重和起货设备检验簿”上签署。

1.5.2.3 现有船上起重设备的初次检验可按如下要求进行：

(1) 应向CCS提交设备的布置图、构件尺寸图、计算书和说明书以及相关的资料供核查；

(2) 检查全部可卸零部件并核对证明文件，如果证书遗失，则零件应作验证试验，并重新打标记；

(3) 按照换证检验的要求对其设备和支承结构进行全面检查；并按第6章的要求进行负荷试验；

(4) 检验合格后，签发1.6规定的相应证书，尚应在“起重和起货设备检验簿”上签署。

1.5.2.4 对具有IACS成员船级船舶的起重设备申请转入CCS船级时，起重设备的检验和发证原则如下：

(1) 如时逢原船换证检验，则应按本章换证检验的规定进行试验和检验，合格后签发试验和检验证书，并同时在新发的“起重和起货设备检验簿”上做换证检验签署。

(2) 如时逢原船年度检验，则应按本章年度检验的规定进行试验和检验，合格后换发“起重和起货设备检验簿”并做年度签署，原船的各类试验和检验证书应附在新发的“起重和起货设备检验簿”上。

(3) 对于原船持有的有关港口国当局要求的起重设备“检验簿”，如符合船旗国当局的规定，应船东申请，经检验合格，也可在原“检验簿”上签署。

1.5.2.5　对非IACS成员船级船舶起重设备申请加入CCS船级时，其检验办理一般应按1.5.2.3检验要求办理。

1.5.2.6　申请入级的起重设备，经初次检验符合上述要求，CCS可以授予相应的船级附加标志Lifting Appliance。为保持船级船东应按1.5的规定申请CCS验船师进行定期检验并签发证书。

1.5.3　年度检验

1.5.3.1　在初次检验或换证检验后，应进行下列项目的年度检验，年度检验的时间间隔不超过12个月：

(1)　吊杆装置的吊杆和附连于吊杆、桅或起重柱和甲板上的固定零部件应进行外部检查，其检查项目和内容详见表1.5.3.1-a；

(2)　可卸零部件应进行全面检查，其检查项目和内容详见表1.5.3.1-a；

(3)　钢索应进行外部检查，其检查项目和内容详见表1.5.3.1-a；

(4)　绞车、起重机、货物升降机、车辆跳板，应进行全面检查，其检查项目和内容详见表1.5.3.1-b。

吊杆装置的检查项目和内容　　表 1.5.3.1-a

序号	项目	吊杆装置
1	吊杆和桅上的零部件	(1)　检查吊杆和桅头部的眼板等。 (2)　检查鹅颈轴和根部销轴的变形、磨损、刻痕或其他缺陷。 (3)　检查吊杆根部滑车的系牢情况。
2	甲板上的零件	检查甲板上的眼板，钢丝绳制止器等。
3	吊杆和桅	(1)　检查腐蚀情况（如有怀疑，必要时可清除油漆），特别应注意吊杆和撑架接触的部分，必要时可要求测厚。 (2)　检查刻痕或凹陷和吊杆是否弯曲（有怀疑时拆下测量）。 (3)　吊杆头部和根部的附件应保证处于良好工作状态。当认为必要时吊杆应在所有工作位置进行操作检查。
4	滑车（包括稳索滑车）	(1)　检查滑车，特别应注意滑轮的转动、有效的润滑和有无严重的磨损。必要时可拆下检查。 (2)　检查滑车的安装位置、绳索穿法及其安全工作负荷。
5	卸扣（包括稳索卸扣）、链环、环、吊钩、三角板	(1)　各种零件应清除油漆、油污、污垢后，检查磨损、变形或其他缺陷。 (2)　核查零件的安装位置和安全工作负荷。
6	钢索	检查钢索，注意端头连接以及断丝和内部腐蚀。
7	千斤链条	链条应清除油漆、油污，并应拆下，检查变形、磨损或其他缺陷。
8	试验	(1)修理或新换的零件若没有试验证明，吊杆装置应作试验。 (2)吊杆装置进行了影响强度的修理，应作负荷试验。

起重机、升降机和跳板的检查项目和内容　　表 1.5.3.1-b

序号	项目	起重机、升降机和跳板
1	布置	按照起货设备布置图和制造手册检查钢索布置和各类滑车的装配。
2	固定的滑轮、滑车、轴销和罩壳	(1)检查轮盘有无裂纹，必要时应拆去有碍检查的部件。 (2)检查索槽的磨损情况。 (3)检查全部滑油装置处于工作状态。 (4)检查轴销的固定情况。 (5)检查轮盘在轴销上的转动情况。 (6)检查轴销和轮盘衬套的磨损，必要时拆开检查。 (7)检查罩壳和隔离板内的状况。
3	起重臂根部轴销、跳板的铰链	检查润滑和确认无磨损伤害。
4	转盘	(1)检查润滑和螺栓的紧密性、确保无磨损伤害和过渡移动。 (2)注意内圈和外圈过渡宽松和轨道过渡的磨损。 (3)当起重机或转盘制造者有特别要求时，应按要求进行。
5	钢索	(1)沿钢索的全长作检查。 (2)检查断丝、扭曲和腐蚀，若断丝、扭曲和腐蚀的钢丝超过表2.5.2限制应更换。 (3)检查末端固定和插接，应注意在连接过渡处的断丝，任何插接处的附件检查时应移去。 (4)钢索重新装配前应全面润滑。
6	结构	(1)检查全部螺栓紧固情况，被更换的螺栓其形式和材质以及固定应同前一样。 (2)检查螺栓基座腐蚀情况。 (3)检查焊缝情况。 (4)检查结构的腐蚀，必要时除去油污作锤击检查。 (5)检查起重臂、塔架、基座和门式起重架、跳板、升降机导轨等的局部缺陷或变形。
7	卸扣、环、吊钩等	(1)检查有无裂纹、变形、磨损或其他缺陷。检查时应将油污、油漆和锈皮等应清除。 (2)若卸扣变形应校正、热处理并重新试验。 (3)若卸扣销子换新，该卸扣应重新试验。
8	链	(1)清除油漆、油污等，检查变形、磨损或其他缺陷。 (2)换新的链环应与原链材料和强度相当，并作热处理和重新试验。
9	钢索、滚筒	(1)确认在全部操作位置上钢索在滚筒上至少留有2圈。 (2)检查全部钢索的固定是有效的。 (3)检查滚筒有无裂纹和损害钢索的缺陷。 (4)检查排缆装置工作的有效性（如有时）。
10	液压缸、绞车等及其附件	(1)检查液压管路状况。 (2)检查活塞、枢轴销和轴承等的过量磨损和变形。 (3)检查座架及其肘板的变形和损坏情况。
11	主枢轴、回转轴承等	(1)检查主枢轴和轴承的工作状况，应无过分的自由窜动，确认枢轴销没有超量磨损或变形。 (2)确认润滑装置工作正常。
12	试验	(1)修理或换新的零件若没有试验证明，则吊杆装置应做试验。 (2)若装置进行了影响强度的修理，则应做负荷试验。 (3)检查时应操作机械装置，验证其工作安全、有效、并校核升降、旋转、变幅和行走运动，以及在超限时升降、旋转、变幅和行走时限位开关的工作状态。

1.5.3.2　检查起重机械、绞车等装置的使用、保养和修理记录，以确认其装置处于正常的维修保养状态。

1.5.3.3　对与潜水器吊放系统的组成部件可参照1.5.3中适用的要求进行检验。

1.5.3.4　年度检验合格后应在“起重和起货设备检验簿”上签署。

1.5.4　换证检验

1.5.4.1　在初次检验或换证检验后，每隔4周年，应进行下列项目的换证检验：

(1)　吊杆装置的吊货杆和附连吊货杆、桅或起重柱和甲板上的固定零部件应进行全面检查，检查项目和内容详见表1.5.4.1。吊杆装置应按第6章的要求进行负荷试验。

吊杆装置的检查项目和内容　　**表 1.5.4.1**

序号	项目	吊杆装置
1	吊杆和桅杆上的零部件	(1)检查吊杆和桅杆头部的眼板。 (2)鹅颈、转动枢轴销等连带其横轴拔出，作全面检查。 (3)拔出所有其余的销轴和对桅顶千斤转动件，转动舌头等作全面检查。 (4)检查销轴的变形、磨损、刻痕或其他缺陷。 (5)检查根部滑车的系牢情况。
2	甲板上的零件	检查甲板上的眼板，系索枕，钢丝绳固定器等。
3	吊杆和桅	(1)检查腐蚀情况（如有怀疑，必要时可清除油漆），特别应注意吊杆与撑架接触处。 (2)吊杆以锤击检查，必要时可要求测厚。 (3)检查碰伤痕迹和凹陷和检查吊杆是否弯曲（如有怀疑时拆下测量挠度）。
4	滑车（包括稳索滑车）	检查时应将滑轮和销轴拆出。所有受力部分包括头部附件应作全面清洁（必要时清除油漆）并作全面检查。杆件或头部转动件的螺母和凸环应检查以保证可靠的系固和无可见的缺陷。杆件应转动灵活，并不应过渡磨损。必要时应将杆件拆出。检查颊板和夹板以确保无翘曲、无边缘磨损。
5	卸扣（包括稳索卸扣）、链环、环、吊钩、三甲板	(1)每个零件应清除油漆、油污、污垢等，检查裂纹、变形、磨损或其他缺陷。 (2)卸扣变形，应进行校正，校正后卸扣应作热处理。 (3)卸扣销子更新，则整个卸扣应重新试验和签发试验证书。 (4)检查零件安装位置和安全工作负荷。
6	钢索	(1)沿全长作检查，必要时进行清洁。 (2)检查断丝和腐蚀。 (3)检查所有插接处。 (4)新装钢索，应全面擦油。
7	千斤链	(1)在清除油漆、油污、污垢等后，作全面检查。 (2)检查变形、磨损或其他缺陷，若链环需换新，链环应作热处理和重新试验（所换链环的材料和强度应与原链相当）。
8	试验	吊杆装置在各次4年度全面检验时重作负荷试验。

(2) 起重机、升降机、车辆跳板及可卸零部件应进行全面检查，其检查项目和内容应按1.5.3的相关要求进行。起重机、升降机、车辆跳板应按第6章的要求做负荷试验，确认在试验负荷下操作状况是满意的，超负荷和负荷指示器及限位开关工作有效。

1.5.4.2 换证检验合格后应签发起重设备检验与试验证书或双杆检验与试验证书（如适用时。）并应在“起重和起货设备检验簿”上作相应的签署。

1.5.5 损坏和修理检验

1.5.5.1 起重设备的损坏和修理，应及时通知CCS进行检验，其检验范围应为验船师能查明损坏程度和原因所必需的范围。

1.5.5.2 起重设备检验时，发现显著磨损或锈蚀超过下述规定时，应立即予以更换或修理：

(1) 起重设备的金属结构件与固定零部件的最大蚀耗在原尺寸10%以上或有裂纹、显著残余变形者；

(2) 可卸零部件的耳环、链环、环栓、拉板与吊钩等的最大蚀耗在原尺寸10%以上，销轴的最大蚀耗在原直径的6%以上，或有裂纹、显著残余变形者，以及滑轮轮缘有裂纹或折断者；

(3) 钢索有过度磨损、严重腐蚀或钢索在10倍直径长度范围内有5%的钢丝折断者①；

(4) 起重设备的制动器衬垫有显著磨损，在摩擦面上露出固定衬垫的铆钉者；

(5) 传动齿轮牙齿损坏或轮缘、轮辐与轮壳上有裂纹者。

1.5.5.3 修理中更换的零件应附有试验证明，更换的构件材料应与原构件材料相当。

1.5.5.4 修理完成后应按规定进行负荷试验，合格后签发起重设备试验和检验证书，并在“起重与起货设备簿”上签署。对尚未完成修理的设备应签注，该设备直到完成满意地修理和试验前不能使用。

1.5.5.5 损坏和修理检验完成后，可签发检验情况报告，其内容应清楚地阐明如下方面：

(1) 出席损坏检验人员；

(2) 说明损坏原因；（附船方海事报告）

(3) 发现的损坏程度和特征；

(4) 进行过修理的范围和性质以及是否修复；

(5) 试验负荷。

1.5.6 展期检验

1.5.6.1 应船东申请，换证检验可推迟进行，但两次换证检验的间隔期不超过5年。这类展期检验应是船旗国当局同意并授权CCS进行。

1.5.6.2 展期检验范围应不少于1.5.3规定的年度检验范围，以确认其适合于预定用途并处于正常工作状态。

1.5.6.3 展期检验合格后应在“起重和起货设备检验簿”上作相应的签署。

1.6 发　　证

1.6.1 证书

1.6.1.1 CCS签发的起重设备证书格式系以国际劳工组织（ILO）认可的国际标准证书格式为基础制定的，其证书在本规范规定范围内使用时，为国际上公认的。其主要格式如下：

---

① 参见ISO4309《起重设备钢索－检验与报废标准》。

(1) 起重和起货设备检验簿（以下简称“检验簿”），格式：RLA－2；

(2) 起重设备试验和检验证书，格式：CLA－2；

(3) 双杆试验和检验证书，格式：CUD－2；

(4) 可卸零部件试验和检验证书，格式：CLG－2；

(5) 铁制可卸零部件热处理证书，格式：CHT－2；

(6) 钢索试验和检验证书，格式：CWR－2；

(7) 起重设备检验报告，格式：CG；

(8) 起重设备入级附加标志：Lifting Appliace。

1.6.1.2 当主管当局要求使用他自己的证书格式，应船东的请求，CCS被授权时，CCS可以安排使用这种格式的证书并与CCS证书一起使用。

1.6.2 证书的签发和签署

1.6.2.1 起重和起货设备检验簿

起重设备经初次检验发证的全部要求都满意地完成，应签发“检验簿”和起重设备试验和检验证书及相应的主管当局格式的证书（如适用时）。各类可卸零部件、绳索和设备的试验证书应附在“检验簿”上。

(1) “检验簿”第一部分（PART I）适用于吊杆装置的换证检验（即4年度全面检验）和年度检验完成后的签署。其中，第（3）栏：备注。一般为换证检验展期时使用。第（4）栏：备注。专用于记录固定部件的损坏、修理、重新试验和检验的情况。

(2) “检验簿”第二部分（PART II）适用于吊杆装置的绞车和起重机的年度全面检验完成后的签署。其中，第（3）栏：备注。专用于记录起重机、绞车及其附属设备的损坏、修理及重新试验和检验的情况。起重机每隔4年1次的负荷试验展期时也在此栏签署。

(3) “检验簿”第三部分（PART III）适用于钢制可卸零部件的年度全面检验完成后的签署。铁制零部件不适用这一部分。其中，第（3）栏：备注。专用于记录钢制可卸零部件的损坏、修理、重新试验和检验的情况。

(4) “检验簿”第四部分（PART IV）适用于铁制可卸零部件的热处理完成后的签署。现在多不采用铁制可卸活动零部件，此栏多不填写。

(5) 由船东申请停止起重设备使用时，应在“检验簿”第一部分或第二部分备注栏内说明停用的设备的位置和编号，并作签署。

(6) 在检验中，如发现某些结构、设备和布置影响起重设备安全工作时，应在“检验簿”相应部分的备注栏内简要写出建议和要求、并作签署。

1.6.2.2 起重设备试验和检验证书

本证书适用于所有的起重设备，包括吊杆装置、起重机、升降机和跳板等，经检验和负荷试验完成后签发。一般为每4年度一次的负荷试验完成后签发，但对经损坏、修理、改造和恢复使用的试验和检验完成后也应签发本证书。

1.6.2.3 双杆试验和检验证书

本证书适用于双杆操作的吊杆装置，按规定经检验和双杆试验完成后签发。并应与起重设备试验和检验证书一起保存和使用。本证书背面的双杆联合操作的各双杆眼板固定位置的H、X、Y值应按设计填写。

1.6.2.4 可卸零部件试验和检验证书

本证书适用于所有起重设备的可卸零部件，经检验和验证试验完成后签发，其技术参数可参照认可的制造者试验证书；若所有的可卸零部件均由普通钢制成，则不需定期热处理，并在证书“零部件名称和规格”栏内做备注。

1.6.2.5　铁制可卸零部件热处理证书

本证书适用于所有起重设备由熟铁制成的可卸零部件，定期进行热处理后签发。建议用钢制零部件更换此类部件。

1.6.2.6　钢索试验和检验证书

本证书适用于起重设备的钢索，经试验和检验后签发，其技术参数可参照认可的制造者试验证书。

1.6.2.7　纤维索试验和检验证书

本证书适用于所有起重设备的纤维索，经试验和检验后签发。其技术参数可参照认可的制造者试验证书。

1.6.2.8　起重设备检验报告

用于在起重设备检验中，CCS验船师通告总部的报告，报告时同时附上本次检验所发的全部证书的副本。

1.6.2.9　其他

更换任何可卸零部件或绳索都应附有认可的制造厂的试验证书，经核查或验证试验签发“可卸零部件试验和检验证书”或“钢索试验和检验证书”。

第2章　吊 杆 装 置

2.1　计算工况与计算载荷

2.1.1　适用范围

本章要求适用于摆动吊杆、双杆系统与吊杆式起重机,对特殊设计的吊杆装置可在本章要求的基础上予以考虑。

2.1.2　吊杆仰角

2.1.2.1　确定吊杆装置受力时,所取吊杆与水平的仰角,对轻型吊杆为15°,对重型吊杆为25°,如吊杆不可能在此仰角下工作时,则吊杆仰角可取为实际工作的最小仰角。但任何情况下,对轻型吊杆不得超过30°,对重型吊杆不得超过45°。

2.1.2.2　确定起货滑车与嵌入滑轮(如设有时)受力时,吊杆仰角应取实际工作中的最大仰角,一般不小于70°。

2.1.3　船舶倾斜

(1)　船舶横倾5°与纵倾2°为假定吊杆装置工作时的船舶基本状态;

(2)　轻型摆动吊杆与双杆系统可忽略上述(1)所述船舶倾斜状态的影响;

(3)　重型吊杆和吊杆式起重机应计及上述(1)所述船舶倾斜状态的影响。如实际工作产生的船舶倾斜大于横倾5°或纵倾2°时,则应计及实际倾斜角度产生的影响。

2.1.4　吊杆装置的基本载荷

2.1.4.1　计算摆动吊杆与吊杆式起重机的基本载荷为安全工作负荷及吊货杆与吊钩及以上有关属具的自重。

2.1.4.2　双杆系统的基本载荷为安全工作负荷。

2.1.5　摩擦系数

2.1.5.1　钢索通过滑车或滑轮,应考虑滑轮的摩擦系数和钢索的僵性损失:此数值对滑动轴承取5%,对滚动轴承取2%。此要求也适用于其他所有起重设备。

2.1.6　绳索安全系数

2.1.6.1　相对于钢索和纤维索破断负荷的安全系数n,应不小于表2.1.1.6的规定。

安全系数n　　表2.1.6.1

绳索种类与用途		安全系数n
钢　索	动索:吊货索、千斤索、摆动稳索	$n=\dfrac{10^4}{0.9\times SWL+1910}$ 但不大于5也不小于3
	静索:桅支索 保险稳索	与动索同,但不必大于3.5 4
纤维索		8

注:SWL为吊杆装置的安全工作负荷(kN)。

2.2　摆动吊杆与双杆系统

2.2.1　计算或图解吊杆装置受力时的计算工况与计算载荷应符合2.1的规定。

2.2.2　重型吊杆的千斤索与起货索出现平行布置时,千斤索上的张力为千斤索总力减去起货索张力,并按起货索处于下降状态算得。

2.2.3　摆动稳索的工作负荷按表2.2.3算得，摆动稳索不能由保险稳索替代。

摆动稳索工作负荷　　表2.2.3

吊杆安全工作负荷（kN）	摆动稳索工作负荷(kN)
SWL≤49	0.5SWL+4.9
49＜SWL≤147	0.1SWL+24.5
147＜SWL≤588	0.25SWL
SWL≥735	0.2SWL

注:SWL为588～735kN之间时,摆动稳索工作负荷按线性内插法求得。

2.2.4　对双杆操作,舷内、外吊货杆处于同一实际工作中的最小仰角下,吊货杆的工作范围与长度应满足如下要求(见图2.2.4):

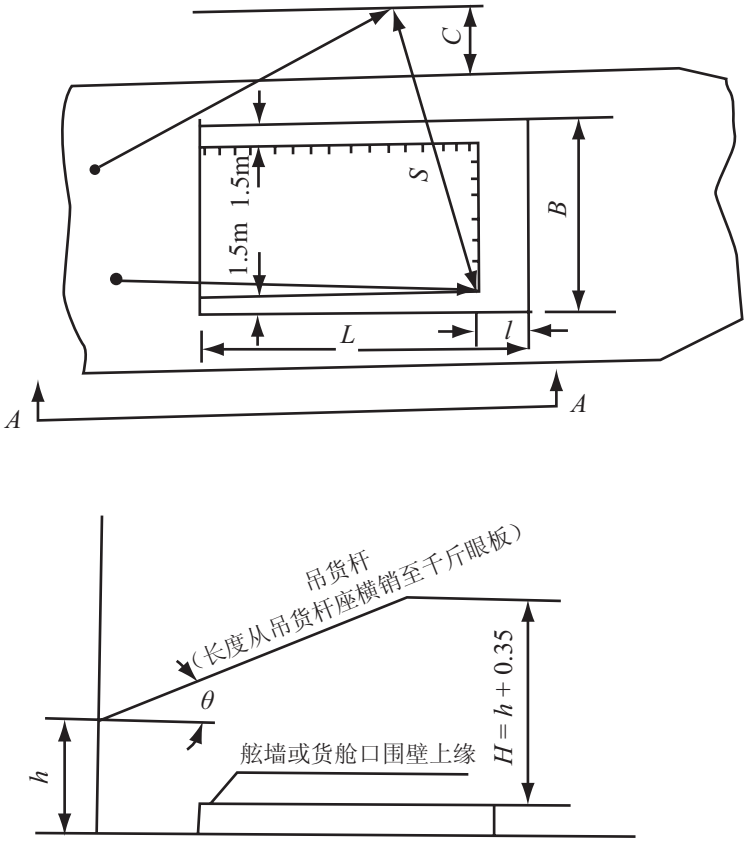


图2.2.4　双杆操作位置

θ—吊杆仰角,双杆相等；*L*—货舱口长度(m)；*B*—货舱口宽度(m)；
C—舷外跨距(m)；*S* —吊货杆头水平投影距离(m)；
b—吊货杆承座至甲板的高度(m)；*l*—见2.2.4.2；*h*—见2.2.4.3。

2.2.4.1　舷外吊货杆的舷外跨距C应不小于中部船宽舷外3.5m,或船舶所有人要求的舷外跨距。

2.2.4.2　舷内吊货杆头部在货舱口内的投影位置应位于:

(1)　货舱口配有1对吊杆时,离货舱口对边距离1不大于$L/5$(L—— 货舱口长度见图2.2.4;

(2)　货舱口配有2对吊杆时,离货舱口对边距离1不大于$L/3$;

(3)　离货舱口边的距离为1.5m。

2.2.4.3　在起货索夹角为120°时,其连接点(三角眼板)距舷墙或货舱口围板上缘的高度h应不少于:

5m,　当SWL≤19.6kN时;

6m,　当SWL＞19.6kN时;

式中:SWL——双杆安全工作负荷,kN。

在某些情况下,如上述高度h尚不能适应使用情况时应作适当增加。

2.2.5　吊杆装置双杆操作的受力计算,应根据实际工作范围中,使吊货杆和保险稳索计算所得的力为最大的位置下进行计算(包括图解计算)。一般情况下,可按图2.2.5(a)所示的吊杆工作位置进行计算,此时,起货索间的夹角取120°,连接两吊货索的三角眼板位于最低位置,见图2.2.5(b)所示。

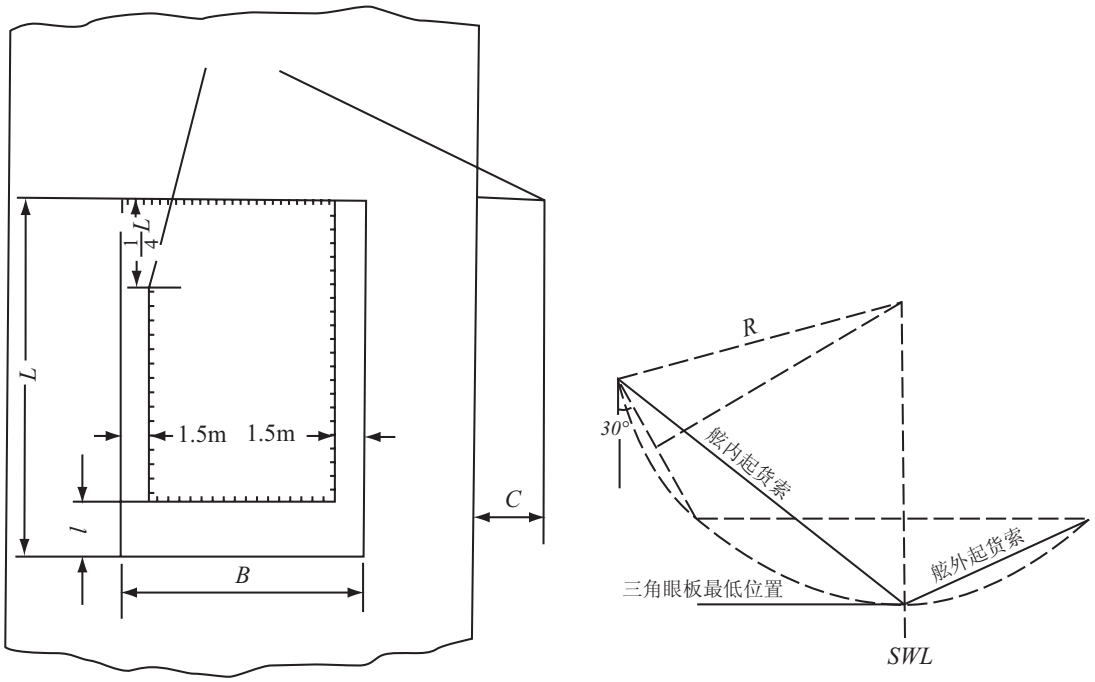


图　2.2.5　（符号L、l、B、C同图2.4说明）

(a) 吊杆装置双杆操作位置;(b)　起货索与三角眼板

2.2.6　双杆操作的吊杆,应使吊货杆在任何工作位置不发生倾翻情况,为满足此要求,一般应使千斤索上受力的减轻量f_h(起货索和保险稳索水平分力的合力)乘以tgθ(θ—吊杆仰角)所得之值不大于起货索和保险稳索垂直分力之和f_r(见图2.2.6)。

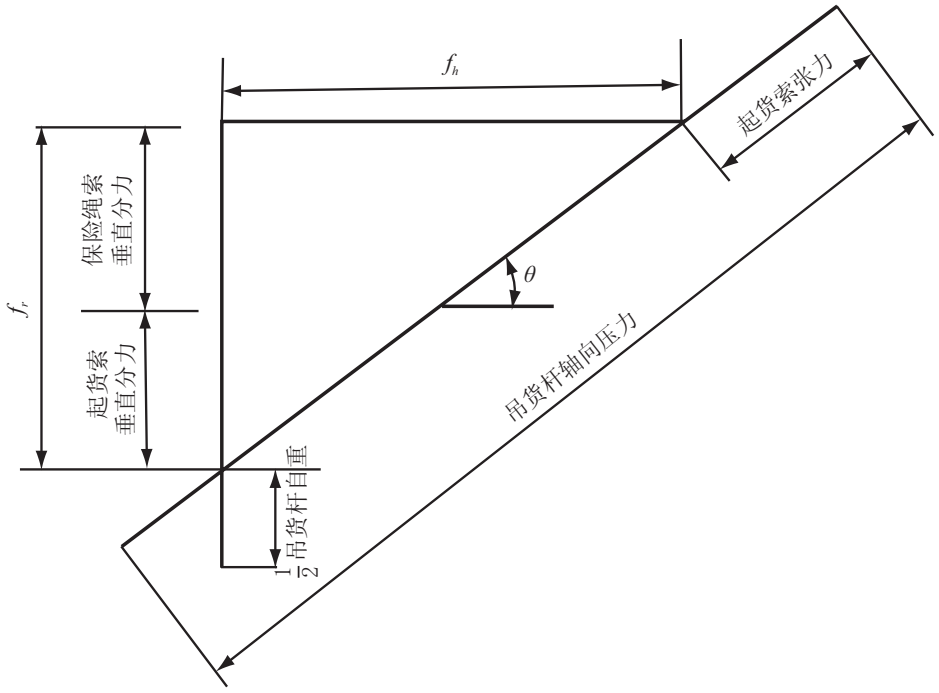


图　2.2.6　吊货杆、起货索与保险稳索受力

2.2.7　双杆系统中连接两根吊货杆头部的内牵索工作负荷,应取为双杆系统安全工作负荷的20%,但不小于9.8kN。

2.3　吊　货　杆

2.3.1　吊货杆的构造:

(1)　吊货杆可为在全长范围内直径与厚度保持不变的圆筒形等截面杆件,或中段的直径与厚度保持一定长度不变,而中段到两端直径逐渐减小的变截面杆件;

(2)　变截面吊货杆的中段直径应至少保持1/3吊货杆长度不变,而后向两端逐渐减小至中段直径的70%;

(3)　钢质吊货杆的壁厚应不小于吊货杆中段外径的1/50亦不必大于1/30,但任何情况下不得小于4mm;

(4)　吊货杆的长细比λ（吊货杆长度/吊货杆的有效回转半径）一般应不大于150;

(5)　吊货杆头部在千斤索眼板、起货滑车眼板、保险稳索眼板等部位应作适当加强,或增加该处的板厚。

2.3.2　吊货杆及其附件的材料应符合表2.3.2的规定或符合CCS认为适合于此用途的国家标准。

吊货杆及其附件的钢材等级　　**表2.3.2**

厚度(mm)	$t\leqslant 20$	$20<t\leqslant 25$	$25<t\leqslant 40$	$t>40$
钢材等级	A32,A36	A32,A36	D32,D36	E32,E36

2.3.3　吊货杆相对于轴向欧拉临界压力的稳定性安全系数n,应不小于表2.3.3(a)规定,其轴向压力p按下式算得:

$$p = \frac{mEJ_0}{nL^2} \times 10^{-5} \quad \text{kN}$$

式中：m ——系数，按表2.3.3(b)选取，中间值用线性内插法求得；

E ——钢材弹性模量,2.06×10^5 MPa；

L ——吊货杆长度,m；量自起货滑车眼板中心至吊货杆根部销孔中心止；

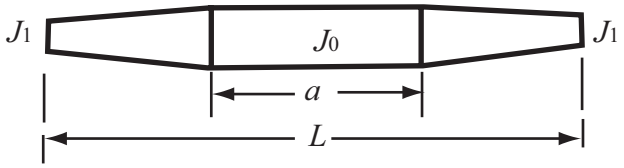
J_0——吊货杆中部剖面惯性矩,cm^4；

n ——稳定性安全系数,按表2.3.3(a)选取,中间值按线性内插法求得。

吊杆稳定性安全系数n 表2.3.3(a)

吊杆安全工作负荷(kN)	≤98	294	≥588
稳定性安全系数n	5	4.5	4

注:应用表内安全系数时,吊货杆长细比λ应小于145。



系数m 表2.3.3(b)

a/L J_1/J_0	0	0.2	0.4	0.6	0.8
	系数m				
0.01	2.55	3.65	5.42	7.99	9.63
0.1	5.01	6.32	7.84	9.14	9.77
0.2	6.14	7.31	8.49	9.39	9.81
0.4	7.52	8.38	9.10	9.62	9.84
0.6	8.50	9.02	9.46	9.74	9.85
0.8	9.23	9.50	9.69	9.81	9.86

注：① a为吊货杆中部一段的长度；

② J_1为吊货杆端部断面的惯性矩。

2.3.4 吊货杆轴向压力亦可按弹性稳定理论计算。计算时应计及吊货杆的自重弯矩与头部弯矩的作用。吊货杆承受轴向压力进行稳定性校核时,稳定性安全系数n应不小于表2.3.4规定。中间值用线性内插法求得。

吊杆轴向压力稳定性安全系数n 表2.3.4

吊货杆安全工作负荷(kN)	≤98	≥588
稳定性安全系数n	2.5	2

2.3.5 钢材的屈服强度σ_s大于抗拉强度σ_b的70%时,屈服强度σ_s应除以系数β进行修正,系数β按表2.3.5选取,中间值用线性内插法求得:

系数β　　表2.3.5

屈强比σ_s/σ_b	≤0.7	0.75	0.80	0.85	0.90
系数β	1.0	1.045	1.084	1.120	1.155

注：屈强比超过0.9时，按0.9计算。

2.3.6　传统式吊杆装置的吊货杆头部弯矩，系指由千斤索张力与起货滑车受力相应作用于其眼板时，在吊货杆头部轴线上所产生的垂向弯矩代数和，摆动稳索或保险稳索产生的水平向头部弯矩可以忽略不计。

2.3.7　吊杆式起重机的吊货杆头部由两根千斤索连接，当吊货杆不在船中纵剖面位置时，两根千斤索上的张力出现不相等。为此，此类吊货杆在按2.3.4计算稳定性时，尚应计及吊货杆头部产生的扭矩。

2.4　桅与起重柱

2.4.1　桅与起重柱应至少有两层甲板作为支点，并与船体主结构作有效连接，甲板室如具有足够强度可考虑作为1个支点。连接处的船体结构或甲板室甲板应作加强。

其他支持桅或起重柱的有效方法，将予以特别考虑。

2.4.2　桅或起重柱上受集中载荷的部位，如吊货杆承座、千斤索滑车眼板和桅支索眼板等部位，均应作适当加强。肘板的趾端和附件的角偶均不应位于未作加强的板上。加强方法应采用板的加厚方法。

2.4.3　结构应有连续性，应避免任何截面的突然变化。人孔与减轻孔等均应避免开设在集中载荷的部位与剪切力大的部位。

2.4.4　桅或起重柱的外径D应不大于按下式计算所得的值：

当t≤15mm时，$D=\dfrac{1000t}{25-t}$　　mm；

当t＞15mm时，$D = 100t$　　mm；

式中：t——桅或起重柱的壁厚，mm。

桅或起重柱的最小壁厚应不小于6mm；如桅或起重柱兼作通风筒时，应不小于7mm。

2.4.5　桅或起重柱在千斤索眼板处的外径，建议不小于其根部外径的85%。

2.4.6　由起货索、千斤索和吊货杆承座等作用于桅或起重柱上的力均应按2.2有关规定由计算求得(包括图解计算)，由这些力计算桅或起重柱各个截面的复合应力。

2.4.7　计算桅或起重柱强度时，尚应考虑由吊货杆所产生的最不利的载荷组合如下：

(1)　装有1根吊货杆的桅或起重柱：

①　将吊货杆以最小仰角悬吊于1个货舱口上；

②　将吊货杆回转至舷外最大工作位置。

(2)　装有2根或2根以上吊货杆的桅或起重柱：

①　将2根吊货杆以最小仰角悬吊于1个货舱口上；

②　将2根吊货杆(1根位于前货舱，1根位于后货舱)，回转至同一舷的舷外最大工作位置。

(3)　同一桅或起重柱上装有重型或轻型吊杆时，一般不考虑两者同时工作的载荷组合。

(4)　吊杆在其他工作位置如能使桅或起重柱(包括支索桅)产生大于上述受力的计算工况。

2.4.8　桅或起重柱在某一截面上的复合应力σ_t按下式算得：

$$\sigma_t = \sqrt{(\sigma_b + \sigma_c)^2 + 3\tau^2} \qquad \text{MPa}$$

式中：σ_b——弯曲应力，MPa；

σ_c——压缩应力，MPa；桅或起重柱本身的重量载荷可以忽略不计；

τ——由扭矩引起的剪应力，MPa。

2.4.9　桅与起重柱包括桅肩和悬伸结构，相对于钢材屈服强度σ_s的安全系数，应不小于表2.4.9的规定。

桅与起重柱钢材的安全系数　　**表2.4.9**

吊杆安全工作负荷 (kN)	安全系数	
	支索桅	无支索桅、桅肩和悬伸结构
SWL≤98	2.20	2.0
SWL≥588	1.76	1.6
98＜SWL＜588	用线性内插法	

2.4.10　钢材屈服强度σ_s大于抗拉强度σ_b的70%时，屈服强度应按2.3.5规定进行修正。

2.4.11　制造桅、起重柱及其附属件的钢材等级应不低于本章表2.3.2规定。

2.4.12　桅支索的布置应不妨碍吊杆的工作。支索的末端应装有松紧螺旋扣与甲板、舷墙或甲板室上的眼板连接。

支索安装应预紧。

用于计算支索伸长的弹性模量取1.1×10^5 MPa，其剖面积取支索公称直径的剖面积。如有试验依据，则可取用较大的弹性模数值。

第3章　起重机、升降机与跳板

3.1　一 般 规 定

3.1.1　本章适用于下列各类起重机：

(1)　安装在船上用于在港口条件下装卸货物和集装箱的甲板起重机；

(2)　安装在驳船上或囤船上用于在港口条件下作业的浮式起重机或抓斗式起重机；

(3)　安装在船上(包括浮船坞)用于在港口条件下吊运设备和物料等的机舱或物料起重机；

(4)　安装在固定或移动式平台上用于吊运设备和物料的起重机或吊放有人潜水器和潜水系统的装置；

(5)　安装在船上用于在近海环境条件下吊放无人设施的起重机，诸如敷管起重机。

3.1.2　吊杆式起重机不包括在本章范围内，其设计应按第2章规定。

3.1.3　安装在船上的起重机一般可按标准作业工况进行设计；平台上的起重机应按特殊作业工况进行设计。

3.1.4　吊运人员用的起重机可参照本章3.2、3.3、3.5的要求设计，人员防护方面应符合本规范第4章的有关规定。

3.1.5　不包括在3.1.1所述范围或环境条件内的起重机或升降机将予以特别考虑。

3.2　普通起重机

3.2.1　一般要求

3.2.1.1　3.2的要求一般适用于3.1.1(1)～(3)所述的起重机作业于港区或遮蔽水域，在此水域内船舶在波浪作用下无显著的运动，以及风力不大于蒲氏2级所定义的海况。

3.2.1.2　作用于起重机结构上的力与载荷由相应的作业与环境条件确定。在设计起重机时，应明确规定起重机的性能，诸如：安全工作负荷、起升载荷、工作幅度、起升高度、起重机的各种运动速度和制动次数等。

3.2.2　起重机在工作时应考虑的力和载荷

3.2.2.1　根据起重机的用途、作业特性，应考虑如下几种力和载荷：

(1)　自重载荷(见1.2.1.(14))；

(2)　起升载荷(见1.2.1.(11))；

(3)　由起重机的各种运动所产生的惯性力；

(4)　由船舶倾斜所产生的力；

(5)　荷重非垂直吊运时，因荷重摆动所产生的力；

(6)　风力与环境的影响；

(7)　通道与平台上的载荷。

3.2.2.2　起重机的结构与放置设施对下述状态亦应进行核算：

(1)　由船舶运动与倾斜所产生的力；

(2)　风力与环境的影响。

3.2.3　基本载荷

3.2.3.1　作用在起重机上的基本载荷为自重载荷与起升载荷。

3.2.4　作业系数

3.2.4.1　起重机根据其作业性质分类，每一类起重机的作业系数φ_d按表3.2.4.1选取。此系数按作业频次与吊运的繁重程度决定，并假定在正常船用条件下的工作寿命(工作循环次数)不超过6×10^5次。对工作特别繁重的起重机，表列作业系数应作适当提高。

3.2.4.2　起升载荷与自重载荷均应考虑作业系数φ_d的影响。

作业系数φ_d　　表3.2.4.1

起重机的形式和用途	作业系数φ_d
物料起重机、机舱用起重机	1.0
甲板起重机、集装箱起重机龙门式起重机、浮式起重机	1.05
抓斗式起重机	1.20

3.2.5　起升动载力和起升系数φ_h

3.2.5.1　吊运起升载荷时，由于加速度和冲击的影响，在起重机的结构上增加了起升动载力。起升系数φ_h按下式算得：

$$\varphi_h = 1 + CV$$

式中：V——起升速度，m/s；　当起升速度超过1m/s时，仍按1m/s计算；

C——决定于起重机刚度的系数。对臂架式起重机取0.3，对龙门式起重机取0.6。

但在任何情况下臂架式起重机的φ_h应不小于1.10，龙门式起重机的φ_h应不小于1.15。

3.2.6　起重机行走时的惯性力

3.2.6.1　起重机行走时，应考虑的惯性力如下：

(1)　起重机在平整铺设的轨道上行走时所产生的垂直反作用力，垂直加速度通常很小，而且该力与在起重负荷时的最大动力并不同时发生，所以一般可以忽略不计。

(2)　水平运动惯性力为起升载荷与起重机自身质量与行走机构起动或制动时产生的加速度或减速度的乘积。

加速度或减速度可按工厂提供的实际数据；如无实际数据时，则可根据已知的行走速度与工作条件按下述规定算得：

①　低速行走的起重机，行走速度V为0.4～1.5m/s，加速度较小，其加速度可取：

$$a = 0.15\sqrt{V} \quad \text{m/s}^2$$

②　中高速行走的起重机，行走速度V为1.5～4m/s，加速度中等，其加速度可取：

$$a = 0.25\sqrt{V} \quad \text{m/s}^2$$

③　行走速度V为1.5～4m/s，　加速度大的起重机，其加速度可取：

$$a = 0.33\sqrt{V} \quad \text{m/s}^2$$

3.2.7 起重机行走运动时的侧向力

3.2.7.1 起重机行走时应考虑两对轮子在轨道上产生的力偶，此力偶由垂直于轨道的水平力组成，力偶的水平侧向力F_1按下式算得：

$$F_1 = \lambda P \quad \text{N}$$

式中：P——垂直于轮子上的载荷，N；

λ——系数，按轨距和前后轮距之比由图3.2.7.1(a)查得。轮距按图3.2.7.1(b)，图3.2.7.1(c)规定处理。

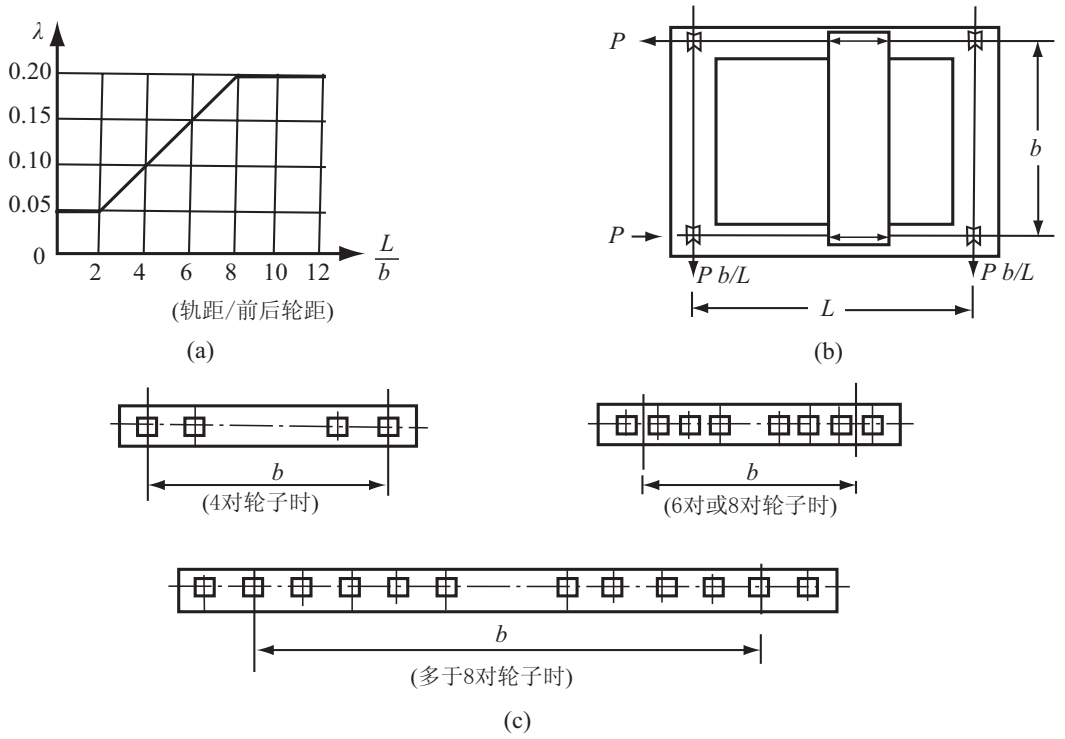


图 3.2.7.1

(a) 系数λ；(b)、(c)轨距和轮距

3.2.8 缓冲器和碰撞力

3.2.8.1 对行走式起重机应考虑碰撞缓冲器时作用在起重机结构上的碰撞力。

3.2.8.2 计算作用在起重机结构上的碰撞力时，应假定缓冲器能吸收起重机在空载状态下以70%额定速度行走时产生的部分动能，碰撞力可按此时受缓冲器阻挡后的减慢速度进行计算。

3.2.8.3 对设有减速装置并在起重机到达缓冲器之前能自动动作进行有效减速的起重机，则可由减速后的速度计算碰撞力。

3.2.8.4 对起升载荷可自由摆动的起重机，计算起重机与缓冲器的碰撞力时，起升载荷不需计入起重机的自重内；对起升载荷受坚固导架限制不能自由摆动的起重机，则起升载荷应计入起重机的自重内。

3.2.9 回转与变幅运动惯性力

3.2.9.1 由于起重机回转、变幅而作用于起升载荷与起重机结构上的惯性力应予考虑。

3.2.9.2　臂架式起重机在回转与变幅运动时，作用在起升载荷上的水平惯性力按起升钢索(垂直部分)的摆幅所产生的水平力计算。

3.2.9.3　回转与变幅机构加速与减速时，作用在运动部件与起升载荷上的水平惯性力，应为该质量与加速度乘积的1.5倍。

3.2.9.4　作用在起重机结构上的离心力可以忽略不计。

3.2.10　船舶倾斜载荷

3.2.10.1　船舶起重机设计时应考虑表3.2.10.1规定的倾斜情况下，能在港区或对海浪有良好遮蔽的海域内安全而有效地作业。如设计的起重机拟适用于大于上述船倾角情况下作业时，此种状态应予考虑。如需考虑小于规定的横倾和纵倾，应提交计算书，证明在实地操作时不会超过减小了的角度。

最小横倾和纵倾角度　　**表3.2.10.1**

船舶类型	横倾（°）	纵倾（°）
常规船舶（规范尺度比要求的船舶）	5	2
船长小于4倍船宽的驳船，及双体船	3	2
半潜船	3	3
半潜式平台	2	2
自升式平台	1	1

3.2.11　船舶运动载荷

3.2.11.1　起重机在放置状态下，起重机、起重机的放置设施和该处的结构在设计中应考虑能承受下列两种情况的组合力：

(1)　垂直于甲板的加速度为±1.0g；
　　前后方向平行于甲板的加速度为±0.5g；
　　静横倾30°；
　　风速55m/s，作用于前后方向。

(2)　垂直于甲板的加速度为±1.0g；
　　横向平行于甲板的加速度为±0.5g；
　　静横倾30°；
　　风速55m/s，作用于横向。

3.2.11.2　上述3.2.11.1亦可按船舶运动加速度产生的力、构件的静载力和55m/s风速作用在最不利方向的载荷进行考虑。

对常规船舶，船舶各种运动形式的参数(幅值和运动周期)可按表3.2.11.2(a)计算，由船舶运动形式所产生的分力可按表3.2.11.2(b)计算。

上述静载力与惯性力应按下述方式进行组合：

(1)　横摇运动：
　　静横摇＋动横摇＋动垂荡（横摇角φ时）。

(2)　纵摇运动：
　　静纵摇＋动纵摇＋动垂荡（纵摇角ψ时）

(3)　组合运动：
　　静合成力＋0.8（动横摇＋动纵摇）

可接受通过使用公认的软件，按可能遭遇的最严重海况进行船舶耐波性分析和准静力分析方法求得船舶运动载荷。

船舶运动的参数表　　3.2.11.2(a)

运动形式	最大单幅值	周期(s)
横摇	$\varphi = 30^0$	$T_r = \dfrac{0.7B}{\sqrt{GM}}$
纵摇	$\psi = 12e^{\frac{-L_{pp}}{300}}$	$T_p = 0.5\sqrt{L_{pp}}$
垂荡	$\dfrac{L_{pp}}{80}$	$T_h = 0.5\sqrt{L_{pp}}$

表中：L_{pp}——垂线间长，m；

GM——装载船舶的初稳性高度，m；

B——型宽，m；

ψ——取不大于8°；

e——自然对数。

船舶运动的分力　　表3.2.11.2(b)

运动		分力(N)		
		垂直于甲板	平行于甲板	
			横向	纵向
静载荷	横摇	$W\cos\varphi$	$W\sin\varphi$	
	纵摇	$W\cos\psi$		$W\sin\psi$
	合成	$W\cos(0.8\varphi)\cos(0.8\psi)$	$W\sin(0.8\varphi)$	$W\sin(0.8\psi)$
动载荷	横摇	$\pm 0.07\dfrac{\varphi y}{T_r^2}W$	$\pm 0.07\dfrac{\varphi Z_r}{T_r^2}W$	
	纵摇	$\pm 0.07\dfrac{\psi x}{T_p^2}W$		$\pm 0.07\dfrac{\psi Z_p}{T_p^2}W$
	垂荡	$\pm 0.05\dfrac{L_{pp}}{T_h^2}W\cos\varphi$ $\pm 0.05\dfrac{L_{pp}}{T_h^2}W\cos\psi$	$\pm 0.05\dfrac{L_{pp}}{T_h^2}W\sin\varphi$	$\pm 0.05\dfrac{L_{pp}}{T_h^2}W\sin\psi$

注：静载荷指船舶由于横摇角和纵摇角引起的重力分力，动载荷指由于船舶运动（横摇、纵摇、垂荡）引起的惯性力。

表中：y——自船中心线至起重机中心线平行于甲板的横向距离，m；

x——自纵摇运动中心即纵向漂心至起重机中心线平行于甲板的纵向距离，m；

Z_r——自横摇运动中心即船舶的垂向重心至起重机重心的垂直距离，m；

Z_p——自纵摇运动中心至起重机重心的垂直距离，m；

W——起重机或其部件的重力，N。

3.2.12　风载荷

3.2.12.1　由风速产生的风压q按下式算得：

$$q = 0.613V^2 \quad \text{Pa}$$

式中：V——风速（2分钟时段平均风速），m/s；　起重机工作时的风速应取20m/s，起重机在放置状态下的风速应取55m/s，如预计有更大风速时，则应取更大的风速。

3.2.12.2　作用在起升载荷上的风力F_n，一般按下式计算：

当安全工作负荷SWL不超过490kN时：

$$F_n = 37 \times SWL \quad \text{N}$$

当安全工作负荷SWL超过490kN时：

$$F_n = 815 \times \sqrt{SWL} \quad \text{N}$$

式中：SWL——安全工作负荷，kN。

对起升载荷的形状和尺度为特殊者，亦可按其外形和尺度来考虑风的作用力。

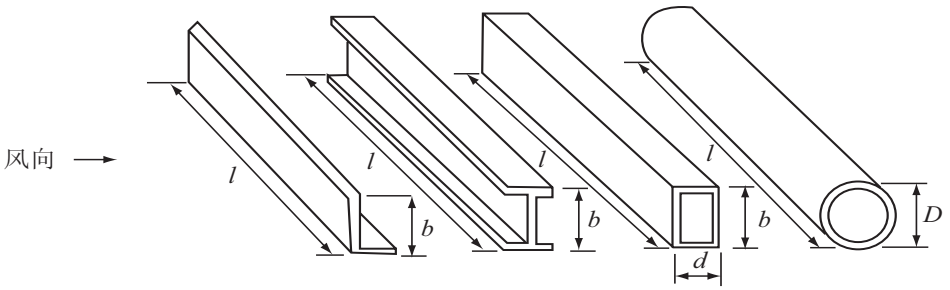
3.2.12.3　作用在起重机结构上或单个构件上的风力F_w按下式算得：

$$F_w = CqA \quad \text{N}$$

式中：C——风力系数，方向与风向同，见表3.2.12.3和图3.2.12.3；

q——作用风压，Pa

A——构件的投影面积，方向与风向垂直，m²。组合结构的投影面积为结构上每个构件的投影面积之和。



$$\text{空气动力长细比} = \frac{\text{构件的长度}}{\text{截面（垂直于风向）的宽度}} = \frac{l}{b} \text{或} \frac{l}{D}$$

$$\text{截面比（箱形）} = \frac{\text{截面（垂直于风向）的宽度}}{\text{截面（平行于风向）的深度}} = \frac{b}{d}$$

图　3.2.12.3　空气动力长细比和截面比

风力系数C　　**表3.2.12.3**

类别	说明		空气动力长细比l/b或l/D					
			5	10	20	30	40	50
单根构件	型钢、矩形型材、空心型材、板材		1.3	1.35	1.6	1.65	1.7	1.8
	圆形型材	DV<6 m²/s	0.75	0.80	0.90	0.95	1.0	1.1
		DV≥6 m²/s	0.60	0.65	0.70	0.70	0.75	0.80
	箱形构件： 正方形：350×350 mm²以上 矩　形：250×450 mm²以上	b/d ≥2	1.55	1.75	1.95	2.1	2.2	-
		1	1.40	1.55	1.75	1.85	1.9	-
		0.5	1.0	1.2	1.3	1.35	1.4	-
		0.25	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	-
单个构件	平侧面型材		1.7					
	圆形型材DV<6 m²/s		1.2					
	DV≥6 m²/s		0.8					
机房等	安装在地面或满实底层上的长方建筑，底部空气不能流通		1.1					

注：D为圆形型材直径，m；V为风速，m/s。

3.2.12.4　遮挡折减系数与有遮挡的构架或构件的风载荷：

(1)　如1个结构由构架或构件组成并发生风力遮挡情况时，迎风面的构架或构件和在迎风面后受遮挡的构架或构件，仍应根据风力系数C来计算风载荷，但对有遮挡的部分尚应乘上1个遮挡折减系数η，见表3.2.12.4。遮挡折减系数随着构架的满实率与布置间距比而变化，满实率与间距比见图3.2.12.4说明。

$$\text{满实率} = \frac{A}{A_0} = \frac{\sum A_m}{b \times l}$$

$$\text{间距比} = \frac{a}{b}$$

式中：A——构架实际面积，m²；

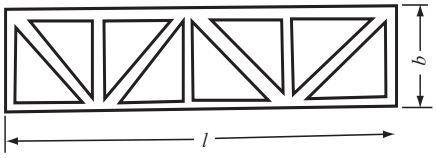
A_0——构架外框面积，m²；即图3.2.12.4中的$b \times l$；

m——构架或构件的序数；

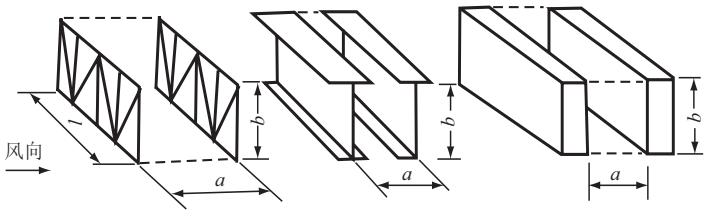
a——相邻两个构架或构件间的距离，m；

b——构架或构件迎风面的宽度，m；

l——构架或构件迎风面的长度，m。



$$\text{满实率} = \frac{A}{Ao} = \frac{\text{构架实际面积}}{\text{构架外框面积}} = \frac{\Sigma Am}{b \cdot l}$$



$$\text{间距比} = \frac{\text{相邻两个构架或构件间的距离}}{\text{构架或构件迎风面宽度}} = \frac{a}{b}$$

图　3.2.12.4　满实率和间距比

(2)　如1个结构由几个相同的构架或构件组成，彼此相隔间距相等且每个构架或构件遮挡其后的1个，则所有这些构架或构件上的风载荷F_w按下式算得：

当构架或构件数少于或等于9时($n \leqslant 9$)：

$$F_w = CqA\left(\frac{1-\eta^n}{1-\eta}\right) \quad \text{N}$$

当构架或构件数大于9时(n＞9)：

$$F_w = CqA\left[\frac{1-\eta^n}{1-\eta} + (n-9)\eta^8\right] \quad \text{N}$$

式中：C、q、A同本章3.2.12.3；

η——遮挡折减系数，见表3.2.12.4，　但不应取小于0.1；

n——构架或构件的数量。

遮挡折减系数η　　表3.2.12.4

间距比a/b	满实率A/A_0					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.5	0.75	0.40	0.32	0.21	0.15	0.1
1.0	0.92	0.75	0.59	0.43	0.25	0.1
2.0	0.95	0.80	0.63	0.50	0.33	0.2
4.0	1	0.88	0.76	0.66	0.55	0.45
5.0	1	0.95	0.88	0.81	0.75	0.68
6.0	1	1	1	1	1	1

3.2.12.5　格条式塔架风载荷的计算：

计算塔架风载荷时，应将迎风面的实际面积根据结构组成情况，乘上1个相应的系数如下：

(1)　塔架由平侧面型材组成时，取用$1.7q(1+\eta)$；

(2)　塔架由圆形型材组成时：

当$DV<6.0$ ㎡/s时，取用$1.2q(1+\eta)$；

当$DV\geqslant 6.0$ ㎡/s时，取用$1.4q(1+\eta)$；

式中：　D和V见表3.2.12.3注的说明，系数η由表3.2.12.4查取，查表时应按迎风面的实际满实率和间距比$a/b=$ 1时取值。

正方形截面的塔架，最大风载荷出现在风向对准角隅，此时的风载荷取1.2倍迎风面的载荷。

3.2.13　平台和走道上的载荷

平台和走道的设计应能承受均布载荷为5000N，与在单个构件上应能承受的集中载荷为3000N。

3.2.14　载荷工况和载荷组合

3.2.14.1　起重机设计应考虑下述4种工况所产生的组合载荷。

3.2.14.2　工况1：起重机工作于无风状态，应考虑的载荷如下：

(1)　自重载荷；

(2)　(起升载荷+船舶倾斜(横倾与纵倾)所产生的起升载荷水平分力)×起升系数φ_h；

(3)　其他最不利的水平力(通常由回转加速度产生)；

(4)　由船舶倾斜(横倾与纵倾)产生的自重载荷水平分力。

组合载荷可用下述方式表示：

〔(1)+(2)+(3)+(4)〕×作业系数φ_d

3.2.14.3　工况2：　起重机工作于有风状态，应取的组合载荷为：

按3.2.14.2所表示的组合载荷加上最不利的风载荷。

3.2.14.4　工况3：　起重机处于放置状态，应取下述各载荷的组合：

船舶倾斜、船舶运动所产生的力和风的作用力。如有锚定、锁紧和绑扎等情况时，亦应考虑在内。

3.2.14.5　工况4：起重机承受特殊载荷，这些载荷为：

(1)　碰撞缓冲器的作用力；

(2)　起升钢索破断或带平衡重的起重机平衡重突然跌落；

(3)　起重机进行试验时的试验负荷。

3.2.15　抗倾覆稳定性

3.2.15.1　能带载荷行走的起重机应校核下述4种工况的抗倾覆稳定性：

(1)　起重机工作于无风状态；

(2)　起重机工作于有风状态；

(3)　起重机处于放置状态受暴风侵袭；

(4)　起重机承受3.2.14.5所述的特殊载荷。

上述4种工况的载荷和力应分别乘以表3.2.15.1中所规定的载荷系数作为计算相对于某边的倾覆力矩，每种工况的倾覆力矩总和如小于或等于扶正力矩时，则认为起重机是稳定的。

4种工况的载荷系数　　表3.2.15.1

起重机类别	工况	自重载荷	起升载荷	惯性力(包括起升载荷)	风力	备　注
桥式类型起重机	1 2 3 4	0.95 0.95 0.95 0.95	1.4 1.2 0 -	0 1 0 -	0 1 1.15 -	带悬臂起重机核算： (1)纵向(悬臂平面)稳定性(工况1、2)； (2)横向(行走方向)稳定性(工况3)。 无悬臂起重机核算：横向稳定性(工况3)。
臂架式起重机	1 2 3 4	0.95 0.95 0.95 0.95	1.50 1.35 0 -0.20	0 1 0 0	0 1.0 1.1 1.0	

3.2.15.2　起重机作业时如用锚定系固件(反滚轮、锚钩等)以保证其稳定性时，锚定系固件的承载力可参与扶正力矩的计算。

3.3.3.3　需要考虑船舶倾斜产生的倾覆载荷。

3.3.3.4　浮式起重机应校核整体抗倾覆稳定性。

3.2.16　许用应力

3.2.16.1　起重机结构件的许用应力［σ］按下式算得：

$$[\sigma]=\frac{\sigma_s}{\beta\cdot n}\qquad \text{MPa}$$

式中：σ_s——钢材屈服强度，MPa；

n——安全系数，根据本章2.14所述的4种工况，按表3.2.16.1选取；

β——系数，根据钢材的屈强比，按表2.3.5选取。

安全系数n　　表3.2.16.1

工况	1	2	3	4
安全系数 n	1.5	1.33	1.15	1.15

3.2.16.2　钢材在弹性应力形式下，各种应力状态的失效应力σ应按表3.2.16.2选取。

失效应力σ　　表3.2.16.2

应力状态	符号	失效应力σ(MPa)
拉伸应力	σ_t	$1.0\sigma_s$
压缩应力	σ_c	$1.0\sigma_s$
剪切应力	τ	$0.58\sigma_s$
承压应力	σ_{br}	$1.0\sigma_s$

3.2.16.3　承受复合应力的结构件，许用应力衡准应符合下式要求：

$$\sigma_{cp}=\left(\sigma_x^2+\sigma_y^2-\sigma_x\sigma_y+3\tau^2\right)^{\frac{1}{2}} \leqslant 1.1[\sigma] \quad \text{MPa}$$

式中：σ_{cp}——合成后的复合应力，MPa；

σ_x—— x轴方向的正应力，MPa；σ_x＜［σ］；

σ_y—— y轴方向的正应力，MPa；σ_y＜［σ］；

τ—— 剪切应力，MPa，τ＜0.58［σ］；

［σ］——同上述3.2.16.1。

3.2.17　受压和受弯曲构件的稳定性许用应力

3.2.17.1　受压构件的稳定性许用应力是相对于构件的临界压应力除以表3.2.16.1规定的安全系数n所得的应力。校核起重机臂架的稳定性，除应校核臂架中单个构件的局部稳定性外，尚应校核臂架的整体稳定性。

只受压应力的构件，稳定性许用应力可按下式计算：

$$[\sigma_{st}]=\frac{\sigma_{cr}}{n} \quad \text{MPa}$$

式中：［σ_{st}］——稳定性许用应力，MPa；

［σ_{cr}］——构件的临界压应力，MPa；根据构件的长细比和截面形状决定， 按本规范附录1查取；

n ——安全系数，见表3.2.16.1。

3.2.17.2　同时承受压力和弯曲的构件，应按下列应力衡准校核稳定性：

$$\frac{\sigma_m}{\sigma_s}+\frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}} \leqslant \frac{1}{n}$$

式中：σ_m——构件承受的弯曲应力，MPa；

σ_c——构件承受的压应力，MPa；

σ_s——钢材屈服强度，MPa；

σ_{cr}和n同上述3.2.17.1。

构件在x轴和y轴两个方向同时承受弯曲应力时，式中的σ_m应以x轴向的弯曲应力σ_{mx}和y轴向的弯曲应力σ_{my}之和代替之。

3.2.18　起重机臂架整体稳定性校核

3.2.18.1　校核起重机臂架整体稳定性，应校核在臂架平面与垂直面内的稳定性。

3.2.18.2　计算起重机臂架的长细比，应以臂架的有效长度除以有效回转半径。有效回转半径的计算见3.2.19.2。

3.2.18.3　臂架的有效长度取决于臂架端部受限制的条件和支持的形式。由钢索支持的常规形式臂架，其有效长度按下式算得：

$$l_e = kL \quad \text{mm}$$

式中：l_e——臂架有效长度，mm；

L——臂架实际长度，mm；

k——系数，根据下述两种情况算得：

(1)　在臂架垂直面内，臂架可作为两端铰支k = 1，即有效长度等于实际长度。

(2)　在臂架平面内，臂架可作为根部固定，头部的移动受到起升钢索和变幅钢索的部分限制，系数k按下式算得：

$$k = 2 - \left[\frac{R(D + CH)}{R_H D + C R_l H} \right]$$

式中： C——作用于臂架头部的变幅钢索受力与起升钢索受力(非垂直部分)之比；

R、R_H、R_l、D与H见图3.2.18.3表示，mm。

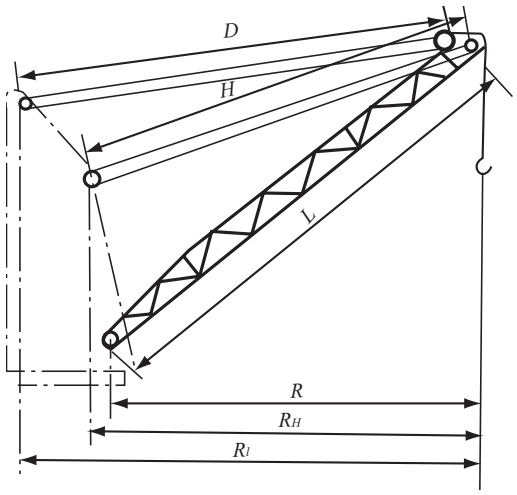


图　3.2.18.3　臂架尺寸代号

3.2.18.4　对于长细比大于表3.2.19.3规定的臂架或采用甚高强度钢制造的臂架，其计算结果应提交供特别考虑。

3.2.19　长细比λ

3.2.19.1　回转半径不变的构件的长细比λ按下式算得：

$$\lambda = \frac{kL}{r}$$

式中：L——构件的长度，mm；

r——构件的回转半径，mm；

k——构件的长度系数，根据支点受限制的程度而定，见表3.2.19.1

构件长度系数k　　表3.2.19.1

支点受限制程度	长度系数k
两端固定	0.7
一端固定，一端铰支	0.85
两端铰支	1
一端固定，一端自由，但旋转受约束	1.5
一端固定，一端自由	2

3.2.19.2　截面积不变，面积矩成二次均匀变化的构件长细比计算公式按上述3.2.19.1，但其回转半径r应以有效回转半径r_e代替。有效回转半径r_e按下式算得：

$$r_e = \sqrt{\frac{I_e}{A}} \quad \text{mm}$$

式中：A——构件截面积，mm^2；

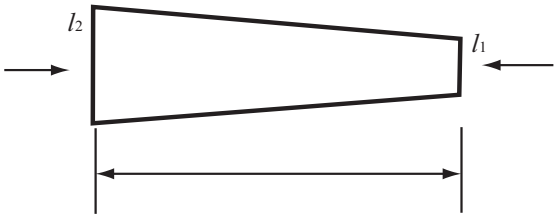
I_e——有效惯性矩，以mI_2代入，mm^4；

I_2——构件截面的最大惯性矩，mm^4；

m——系数根据结构件形式分别按表3.2.19.2(a)、3.2.19.2(b)和3.2.19.2(c)查取。

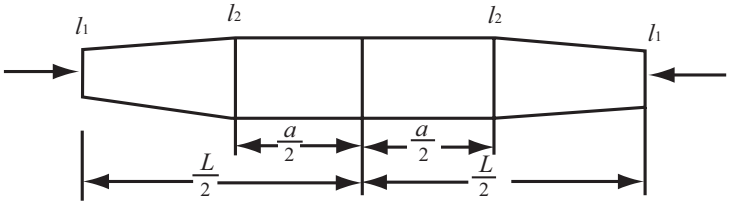
系数m　　表3.2.19.2(a)

I_1/I_2	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
m	0.294	0.372	0.474	0.559	0.634	0.704	0.769	0.831	0.889	0.946	1.0



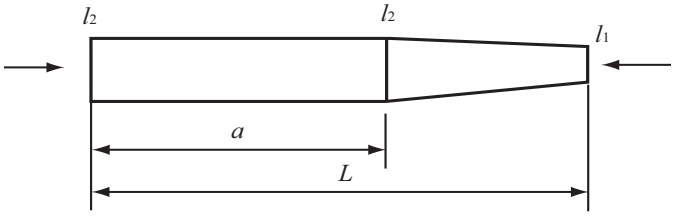
系数m　　表3.2.19.2(b)

I_1/I_2	a/L					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	0.555	0.622	0.689	0.756	0.823	0.891
0.2	0.652	0.708	0.765	0.821	0.877	0.934
0.4	0.776	0.815	0.854	0.894	0.933	0.972
0.6	0.866	0.890	0.915	0.940	0.964	0.988
0.8	0.938	0.950	0.961	0.973	0.985	0.996
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0



系数m　　表3.2.19.2(c)

I_1/I_2	a/L					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	0.372	0.373	0.418	0.479	0.563	0.671
0.2	0.474	0.500	0.532	0.586	0.660	0.756
0.4	0.634	0.667	0.691	0.729	0.783	0.852
0.6	0.769	0.795	0.810	0.836	0.869	0.913
0.8	0.889	0.902	0.910	0.938	0.940	0.960
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0



3.2.19.3　受压构件的长细比λ应不大于表3.2.19.3的规定。

受压构件的长细比λ　　**表3.2.19.3**

构件种类		长细比λ
主要受压构件	主桁架的弦杆	120
	整体构件	150
次要受压构件 （主桁架的其他杆件、辅助桁架的弦杆等）		150

3.2.20　板的局部屈曲稳定性

3.2.20.1　板在承受压缩或剪切时的局部压缩或剪切屈曲临界应力σ_{cr}^{c}与τ_{cr}分别按下列各式算得：

$$\sigma_{cr}^{c}=k_c E\left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad \text{MPa}$$

$$\tau_{cr}=k_\tau E\left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad \text{MPa}$$

式中：E——钢的弹性模量，2.06×10^5 MPa；

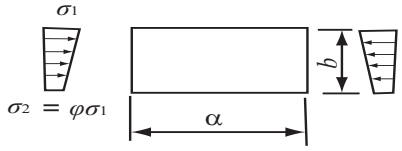
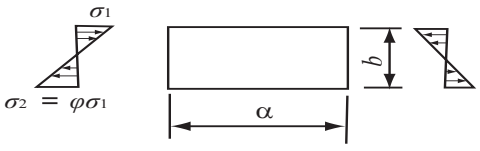
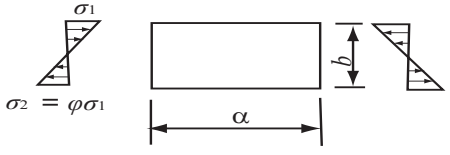
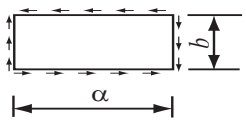
t——板的厚度，mm；

b——板的宽度，mm；

k_c——压缩屈曲系数，见表3.2.20.1；

k_τ——剪切屈曲系数，见表3.2.20.1。

屈曲系数φ　　**表3.2.20.1**

序号	应力状态	$\alpha=\frac{a}{b}$	屈曲系数
1	均匀或不均匀压缩，$0<\varphi\leqslant1$ 	α ⩾1 α <1	$k_c=\frac{7.59}{\varphi+1.1}$ $k_c=\frac{1.9}{\varphi+1.1}\left(\alpha+\frac{1}{\alpha}\right)^2$
2	纯弯曲或以拉伸为主的弯曲，$\varphi\leqslant-1$ 	α ⩾ 2/3 α < 2/3	$k_c=21.6$ $k_c=14.3+\frac{1.69}{\alpha^2}+7.77\alpha^2$
3	以压缩为主的弯曲，$-1<\varphi<0$ 		$k_c=(1+\varphi)k_c^{'}-\varphi k_c^{''}+10\varphi(1+\varphi)$ $k_c^{'}$——Φ=0时的屈曲系数（序号1） $k_c^{''}$——Φ=-1时的屈曲系数（序号2）
4	纯剪切 	α ⩾1 α <1	$k_\tau=4.82+\frac{3.6}{\alpha^2}$ $k_\tau=3.6+\frac{4.82}{\alpha^2}$

3.2.20.2　板在承受压缩与剪切应力联合作用时，板的复合临界应力σ_{cr}^{p}按下式算得：

$$\sigma_{cr}^{p}=\frac{\sqrt{\sigma_c^2+3\tau^2}}{\frac{1+\varphi}{4}\cdot\frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}^{c}}+\sqrt{\left(\frac{3-\varphi}{4}\cdot\frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}^{c}}\right)^2+\left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}}\qquad \text{MPa}$$

式中：σ_c——压缩应力，MPa；

τ—— 剪切应力，MPa；

φ——见表3.2.20.1应力状态说明；

σ_{cr}^{c}、τ_{cr}——同上述3.2.20.1。

3.2.20.3　上述3.2.20.1和3.2.20.2所算得的$\sigma^{c}{}_{cr}$、$\sqrt{3}\,\tau_{cr}$或$\sigma^{p}{}_{cr}$数值大于钢材的比例极限(假定比例极限为0.75σ_s)时，应分别按下式算得的压缩、剪切与复合折减屈曲临界应力σ_{cr1}^{c}、τ_{r1}^{c}和σ_{cr1}^{p}替代之：

$$\sigma_{cr_1}^{c}=\sigma_s\left(1-\frac{\sigma_s}{5.35\sigma_{cr}^{c}}\right)\qquad \text{MPa}$$

$$\tau_{cr_1}=\frac{\sigma_s}{\sqrt{3}}\left(1-\frac{\sigma_s}{5.35\tau_{cr}}\right)\qquad \text{MPa}$$

$$\sigma_{cr_1}^{p}=\sigma_s\left(1-\frac{\sigma_s}{5.35\sigma_{cr}^{p}}\right)\qquad \text{MPa}$$

式中：σ_{cr}^{c}、τ_{cr}和σ_{cr}^{p}——见上述3.2.20.1，3.2.20.2；

σ_s——钢材屈服强度，MPa。

3.2.20.4　相对于板屈曲的许用应力，应取上述3.2.20.1、3.2.20.2或3.2.20.3算得的屈曲临界应力或折减屈曲临界应力除以表3.2.16.1规定的安全系数n算得。

3.2.20.5　本计算不包括由扶强材加强的板的屈曲临界应力。由扶强材加强的板的屈曲临界应力计算，应予另行考虑。

3.2.21　薄壁圆筒体的屈曲稳定性

3.2.21.1　承受轴向压力、或压力与弯曲联合作用的薄壁圆筒体，如筒体的尺寸符合下述关系式时，应进行稳定性计算：

$$\frac{t}{R}\leqslant 25\frac{\sigma_s}{E}$$

式中：t—— 圆筒体壁厚， mm；

R—— 圆筒体中面半径， mm；

σ_s—— 钢材屈服强度，MPa；

E——钢材弹性模量，2.06×10^{5} MPa。

3.2.21.2　承受中心或偏心轴向压力的薄壁圆筒体的屈曲临界应力 σ_{cr}^{c}按下式算得：

$$\sigma_{cr}^{c}=\frac{0.2Et}{R}\qquad \text{MPa}$$

式中：E、t和R见上述3.2.21.1。

3.2.21.3　如按上述3.2.21.2算得的屈曲临界应力大于材料的比例极限时(假定比例极限为0.75σ_s)，则应取按下式算得的折减屈曲临界应力σ_{cr1}^{c}替代之：

$$\sigma_{cr_1}^{c}=\sigma_s\left(1-\frac{\sigma_s}{5.35\sigma_{cr}^{c}}\right)\qquad \text{MPa}$$

式中：σ_s、σ_{cr}^{c}见上述3.2.21.1、3.2.21.2。

3.2.21.4　相对于屈曲的许用应力，应取上述3.2.21.2或3.2.21.3算得的屈曲临界应力或折减屈曲临界应力除以表3.2.16.1规定的安全系数n算得。

3.2.21.5　如薄壁圆筒体的长度大于10R时，则应设置中间加强环，加强环之间的距离应不大于10R。加强环的截面惯性矩I应不小于按下式算得的值：

$$I\ \geqslant\ \frac{Rt^3}{2}\sqrt{\frac{R}{t}}\qquad \text{mm}^4$$

式中：R、t见上述3.2.21.1。

3.2.22　接头和连接件的许用应力

3.2.22.1　焊接缝

焊接缝的许用应力根据焊缝的形式按表3.2.22.1选取，焊接材料的物理性能应不低于母材。 角焊缝的实际应力应根据焊喉尺寸计算。

焊缝的许用应力　　表3.2.22.1

焊缝形式	许用应力(MPa)	
	拉伸和压缩	剪切
对接全焊透	σ_s/n	$0.58\sigma_s/n$
填角	$0.7\sigma_s/n$	$0.58\sigma_s/n$

注：σ_s——母材屈服强度，MPa；n——安全系数，见表3.2.16.1。

3.2.22.2　螺栓连接

松配螺栓不得用于重要接头或承受交变载荷的接头的连接。

接头用铰孔螺栓连接时，按外载荷计算的螺栓许用应力不得超过表3.2.22.2的规定。

承受交变载荷的接头，连接螺栓应有控制地预紧至屈服强度的70%～80%。

螺栓许用应力　　表3.2.22.2

载荷形式	许用应力(MPa)	
	工况 1 和 2	工况 3 和 4
拉伸	$\sigma_s/2.5$	$\sigma_s/1.85$
单剪	$\sigma_s/2.6$	$\sigma_s/\ 2.0$
双剪	$\sigma_s/1.75$	$\sigma_s/1.30$
拉伸剪切复合$\sqrt{\sigma^2+3\tau^2}$	$\sigma_s/2.1$	$\sigma_s/1.56$
承压	$\sigma_s/1.1$	$\sigma_s/0.83$

注：σ_s——螺栓材料屈服强度，MPa。所述工况见3.2.14。

3.2.23 回转支承环和连接螺栓

3.2.23.1 回转支承环和连接螺栓应进行静强度与疲劳强度计算。

3.2.23.2 支承环的连接法兰应具有足够的刚度，支承环与起重机基座法兰的连接应为钢对钢的连接，中间不得置有填片或填料。支承环材料的性能要求应符合6.3.2的规定。

3.2.23.3 支承环与基座法兰的连接螺栓应使用符合ISO 898/1钢级为8.8(σ_b≥800 MPa，σ_s=0.8σ_b)、10.9(σ_b≥1000 MPa，σ_s=0.9σ_b)或12.9(σ_b≥1200 MPa，σ_s=0.9σ_b)或相同等级的材料，并应有控制地预紧至屈服强度的70%～90%，连接螺栓材料的性能应符合6.3.2的规定。

3.2.23.4 受外载荷作用的最大螺栓载荷P应按下式算得：

$$P=\frac{4M}{\bar{n}D}-\frac{Q}{n} \qquad \text{N}$$

式中：M——设计倾覆力矩，N·mm；

Q——设计轴向载荷，N；

D——螺栓节圆直径，mm；

n——螺栓数。

3.2.24 材料

3.2.24.1 制造起重机的材料应符合CCS《材料与焊接规范》的适用要求或CCS接受的标准。

3.2.24.2 选用钢材的等级应考虑其强度、厚度与起重机工作的环境，夏比V型缺口冲击试验的要求一般应符合表6.2.2.1及表6.2.2.2的规定。

3.2.25 钢索安全系数、破断负荷与轮径比

3.2.25.1 钢索安全系数n(用于动索或静索)应不小于按下式计算所得的值，但任何情况下不必大于5也不得小于3：

$$n=\frac{10^4}{0.9SWL+1910}$$

式中：SWL——起重机的安全工作负荷，kN。

3.2.25.2 钢索的最小破断负荷Q_b应按下式算得：

$$Q_b = nW \qquad \text{N}$$

式中：n——钢索安全系数，按上述3.2.25.1算得；

W——钢索上的静载荷，包括钢索通过滑车组的摩擦力，N。

3.2.25.3 滑轮槽底直径与钢索直径之比，应不小于19∶1。

3.2.26 制动安全系数

3.2.26.1 起重机各机构制动器的制动安全系数， 系指制动力矩与换算到制动器轴上可能产生的最大静力矩(包括风和船舶倾斜载荷所产生的力矩)之比。起升、变幅机构设有1套制动器时，制动安全系数应不低于1.5，如设有2套制动器时，每套制动器的制动安全系数应不低于1.25。

3.3 近海用起重机

3.3.1 适用范围

3.3.1.1 3.3适用于安装在船舶或平台上作业于近海开敞水域的起重机。这些水域的海况会使船舶或平台产生显著的运动，海上风力通常大于蒲氏2级。

上述起重机包括臂架式起重机与用于吊重作业的A形架与固定结构。

3.3.1.2 3.2的要求亦适用于3.3规定的起重机。

3.3.1.3 仅从事于平台本身吊重作业的起重机可按3.2规定办理。

3.3.1.4 行走式龙门起重机在3.3规定的基础上将予以特别考虑。

3.3.2 工况类别和作业系数

3.3.2.1 除另有规定者外，近海用起重机应按特殊工况进行设计，作业系数φ_d应取为1.20。

3.3.3 动载力

3.3.3.1 近海用起重机的起升动载力除通常的起升冲击与动载效应外，尚应包括起重机与载荷相对运动的效应。

3.3.3.2 考虑起升动载力的起升系数φ_h，应根据设计工作海况(蒲氏风级、海况或波高和波浪周期)按下式算得：

$$\varphi_h = 0.83 + \varphi_w\sqrt{\frac{K}{Q_l}}$$

式中：φ_w——波浪系数，按表3.3.3.2选取；

K——起重机系统的刚度，N/mm；

Q_l——起升载荷，N；

初步设计计算时，$\sqrt{\frac{K}{Q_l}}$值可取为0.057。

各种海况下的最小起升速度、波浪系数和起升索偏斜角　　表3.3.3.2

蒲氏风级	海况等级	有义波高$H^{\frac{1}{3}}$(m)	最小起升速度V_h(m/s)	波浪系数φ_w	起升索偏斜角			
					工况1		工况2	
					$\alpha°$	$\beta°$	$\alpha°$	$\beta°$
2	1	0.6	0.2	8.1	5	2	2	5
4	2～3	1.6	0.33	13.7	6	3	3	6
6	5～6	3.9	0.46	21.7	8	4	4	8
8	7	7.0	0.64	33.3	12	6	6	12

注：α——在臂架平面内的偏斜角；

β——在垂直于臂架平面内的偏斜角。

工况1、工况2见3.2.14。

3.3.3.3 当设计工作海况已知时，起升系数φ_h可按下式算得，但任何情况下应不小于3.2.5的规定：

$$\varphi_h = 0.83 + 45.4\frac{H^{\frac{1}{3}}}{T}\sqrt{\frac{K}{Q_l}}$$

式中：$H^{\frac{1}{3}}$ ——设计有义波高，m；

T ——设计波浪周期，s；

K、Q_l ——同上述3.3.3.2。

3.3.3.4 计算起重机系统的刚度时，应考虑起升索系统、变幅索系统和臂架部件的组合。

钢索的弹性模量取1.1×10^5 MPa。

3.3.3.5 对装有运动补偿器、缓冲器或类似装置的起重机，如设计选用较小的起升动载系数时，将予特别考虑。

3.3.4 起升钢索偏斜角

3.3.4.1 起升钢索的偏斜角按表3.3.3.2相应海况选取。如装有限制偏斜角的设施，设计选取较小偏斜角时，将予特别考虑。

3.3.5 起升速度

3.3.5.1 起重机的荷重最低起升速度应使荷重吊离船舶后不致发生船与荷重的碰击，各种海况下免受碰击的最低起升速度按表3.3.3.2选取。

3.3.5.2 如浪高和波浪周期已作规定时，最小起升速度V_h可按下式算得：

$$V_h = 0.93\frac{H^{\frac{1}{3}}}{T} \quad \text{m/s}$$

式中：$H^{\frac{1}{3}}$、T同3.3.3.3。

3.3.6 回转支承环

3.3.6.1 回转支承环材料的性能要求应符合6.3.2的规定。

3.3.6.2 回转支承环按静载荷设计的强度安全系数应不低于2.5，最大载荷应取自3.2.14规定的载荷组合工况。 回转支承环按疲劳载荷设计的安全系数应不低于1.5，疲劳载荷应按3.2.14规定的载荷组合工况2乘以载荷谱因素0.7。疲劳破坏应力应由不少于2×10^6次S—N曲线取得。

回转支承环应同时满足静强度与疲劳强度的要求。

3.3.6.3 回转支承环的连接螺栓材料冲击性能应符合6.3.3的规定，钢材的等级一般应不超过ISO 898/1中的10.9。螺栓的强度应考虑在预紧应力状态下能承受上述3.3.6.2规定的静强度与疲劳强度。

3.3.6.4 回转支承环的加工面应进行磁粉检查。

3.3.7 材料

3.3.7.1 制造起重机的材料应符合CCS《材料与焊接规范》的适用要求或CCS接受的标准。

3.3.7.2 选用的钢材等级应具有适当的抗脆断性， 夏比V型缺口冲击试验的要求，按照钢材的厚度与抗拉强度，应符合表6.2.2.1及表6.2.2.2的规定。

3.3.7.3 工作温度如低于-10℃时，钢材夏比V型缺口冲击试验的要求将予以特别的考虑。

3.3.8 钢索安全系数和破断负荷

3.3.8.1 近海起重机钢索安全系数n_o应按下述公式算得，但应不小于按照3.2.25.1所规定的安全系n：

$$n_o = 0.625\varphi_h \times n$$

式中：n——按照3.2.25.1所算得的安全系数，

φ_h——起升系数，按3.3.3.2算得。

3.3.8.2 钢索所要求的最小破断负荷， 按3.2.25.2的规定算得，但该式中的n应将上述3.3.8.1规定n_o代入。

3.4 潜水器吊放系统

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 3.4适用在近海开敞水域吊放有人潜水器的吊放系统，海况等级不超过蒲式风级5级。吊放系统如需在超过蒲式风级5级海况工作时，将予以特殊考虑。

3.4.1.2 除有特殊规定者，本章3.2的要求也适用于3.4规定的吊放系统。

3.4.1.3 3.4所述的潜水器包括潜水钟在内。

3.4.2 作业系数φ_d

3.4.2.1 潜水器吊放系统的作业系数φ_d应取为1.20。

3.4.3 基本载荷

3.4.3.1 潜水器吊放系统的起升载荷Q_1，应按下列两者算得之大者：

(1) 潜水器和起升钢索外露段在空气中的最大重量；

(2) 起升钢索外露段的最大重量以及潜水器和起升钢索淹没段在水中的重量之和。

3.4.3.2 吊放潜水器作业中如不需穿过空气/水界面者，吊放系统的起升载荷只需按3.4.3.1(2)规定计算。

3.4.4 起升系数

3.4.4.1 潜水器吊放系统的起升系数φ_h，计入潜水器穿过空气/水界面的影响，应取为1.7。

3.4.5 偏斜角

3.4.5.1 作业于近海开敞水域环境的潜水器吊放系统，船舶和（或）潜水器运动较大，设计时所考虑的在臂架平面内和垂直于臂架平面内的偏斜角应不小于10°。

3.4.6 放置设施

3.4.6.1 放置设施应能承受吊放系统放置时可能遇到的最严峻的组合运动。船上的放置设施应考虑承受3.2.11.1规定的载荷。

3.4.6.2 如有可能经受巨浪载荷时，还需考虑相当于8400N/m2的附加载荷。

3.4.7 材料

3.4.7.1 潜水器吊放系统的材料应符合3.3.7的要求。

3.4.8 绳索安全系数

3.4.8.1 吊放有人潜水器的绳索安全系数如下：

(1) 使用钢索时为8；

(2) 使用人造纤维索时为10。

3.4.8.2 吊放无人潜水器的绳索安全系数如下：

(1) 使用钢索时按3.3.8规定计算，但应不小于6.0；

(2) 使用人造纤维索时为3.4.8.2(1)规定的1.25倍。

3.4.8.3 除主起升索外还有回收系统作为第二起升索时，第二起升索的安全系数应不小于5。

3.5 重型起重机

3.5.1 一般要求

3.5.1.1 3.5适用在港口或遮蔽水域环境条件或相当上述环境条件时的近海区域，安装在驳船、半潜船或其他船舶上用于结构物和救助操作的起重机。主钩的安全工作负荷不小于1600kN。

3.5.1.2 应提供重型起重机设计的操作和环境条件的说明。

3.5.1.3 除有特殊规定者，本章3.2的要求也适用于3.5规定的重型起重机。

3.5.1.4 副钩的安全工作负荷小于1600kN时，其结构部件应按3.2设计。

3.5.2 起升系数

3.5.2.1 重型起重机的起升系数φ_h，应取为1.1。

3.5.3 起升钢索偏斜角

3.5.3.1 应提供作业时起升钢索偏斜角（臂架平面和垂直于臂架平面）限制，偏斜角可包括船舶的横倾和纵倾。

3.6 起重机基座

3.6.1 一般要求

3.6.1.1 起重机的基座应按3.2、3.3、3.4规定的载荷条件进行强度计算，许用应力应按3.6.2规定。

3.6.1.2 起重机基座一般应穿过甲板与船体主结构进行有效连接，采用其他支撑结构将予以特别考虑。安装回转环的基座法兰应牢固、平整。基座法兰用肘板加固时，肘板间距应不大于2个连接螺栓间距。

3.6.2 许用应力

3.6.2.1 基座的许用应力［σ］应按下式算得：

$$[\sigma]=\frac{\sigma_s}{\beta\cdot n} \qquad \text{MPa}$$

式中：σ_s——钢材屈服强度，MPa；

n——安全系数，根据3.2.14所述的4种载荷工况，按表3.6.2.1选取；

β——系数，根据钢材屈强比，按表2.3.5选取。

安全系数n　　表3.6.2.1

载荷工况	1	2	3	4
安全系数n	2.0	1.75	1.6	1.6

3.6.2.2　钢材在弹性应力形式下各种应力状态的失效应力，应按表3.2.16.2规定选取。

3.6.3　材料

3.6.3.1　起重机基座材料应符合表6.2.2.1的规定。基座与船体支承座由螺栓连接时，螺栓的要求应与回转支承螺栓相当。

3.7　货物与车辆升降机

3.7.1　一般要求

3.7.1.1　3.7所述的货物与车辆升降机适用于作业在港口与遮蔽水域环境，以及货物与车辆升降机在船舶航行时处于放置位置且货物与车辆能存放于其上面。此类升降机可按标准工况设计，　否则需按特殊工况设计。

3.7.1.2　升降机作业与放置时的载荷状态应在送审的资料与文件中详细说明，　包括起升速度与制动的次数。

3.7.1.3　升降机作业时，应予以考虑的载荷与力如下：

(1)　升降机的自重载荷；

(2)　升降机的载荷量；

(3)　由于升降运动引起的动载力；

(4)　由于船舶倾斜引起的静力。

3.7.1.4　升降机的结构与锁紧机构应按适合于船舶性能的下述衡准，　并校核其放置状态：

(1)　升降机的自重载荷；

(2)　装载车辆或货物的外加载荷；

(3)　船舶运动力与静倾力；

(4)　气候载荷(如适用时)。

3.7.2　基本载荷

3.7.2.1　自重载荷L_m，　系指作用于起升机构的升降机结构与机械的自重载荷。

3.7.2.2　外加载荷L_c，　系指外加于升降机结构上的货物或车辆的载荷。

3.7.2.3　升降机的安全工作负荷(*SWL*)，　系指升降机证书证明允许使用的最大载荷，即等于L_c的最大值。

3.7.3　动载力与系数

3.7.3.1　计及加速度和冲击载荷的影响，升降机的自重载荷L_m与外加载荷L_c，应乘以动力系数1.2。

3.7.4　船舶运动力

3.7.4.1　升降机应能在船舶横倾5°、纵倾2°状态下安全和有效地工作。如升降机拟作业的角度大于上述倾斜角时，则升降机应按此角度进行设计，并在证书上加以注明。

3.7.4.2　除上述条件外，升降机及其锁紧机构处于放置状态时，　还应能承受下述情况的力：

(1)　垂直于甲板的加速度±1.0g；前后向平行于甲板的加速度±0.5g；静横倾30°；

(2)　垂直于甲板的加速度±1.0g；横向平行于甲板的加速度±0.5g；静横倾30°。

3.7.4.3　如属常规型船舶且船舶的特性为已知时，则升降机承受船舶运动力与静力的组合与计算，亦可按照3.2.11.2规定进行。

3.7.5　设计载荷

3.7.5.1　升降机的设计载荷应与船舶装载手册一致，其内容应包括放置在升降机上的车辆数和车辆间距、车辆的类型、质量、轴上的载荷、轮胎印尺寸以及轮子和支撑的数、量、间距等细节。典型的载重资料见图3.7.5.1(a)-(d)，20英尺集装箱拖车的最大轴上载荷175kN,40英尺集装箱拖车的最大轴上载荷159kN。如适用时，还应考虑不对称的载荷状态。

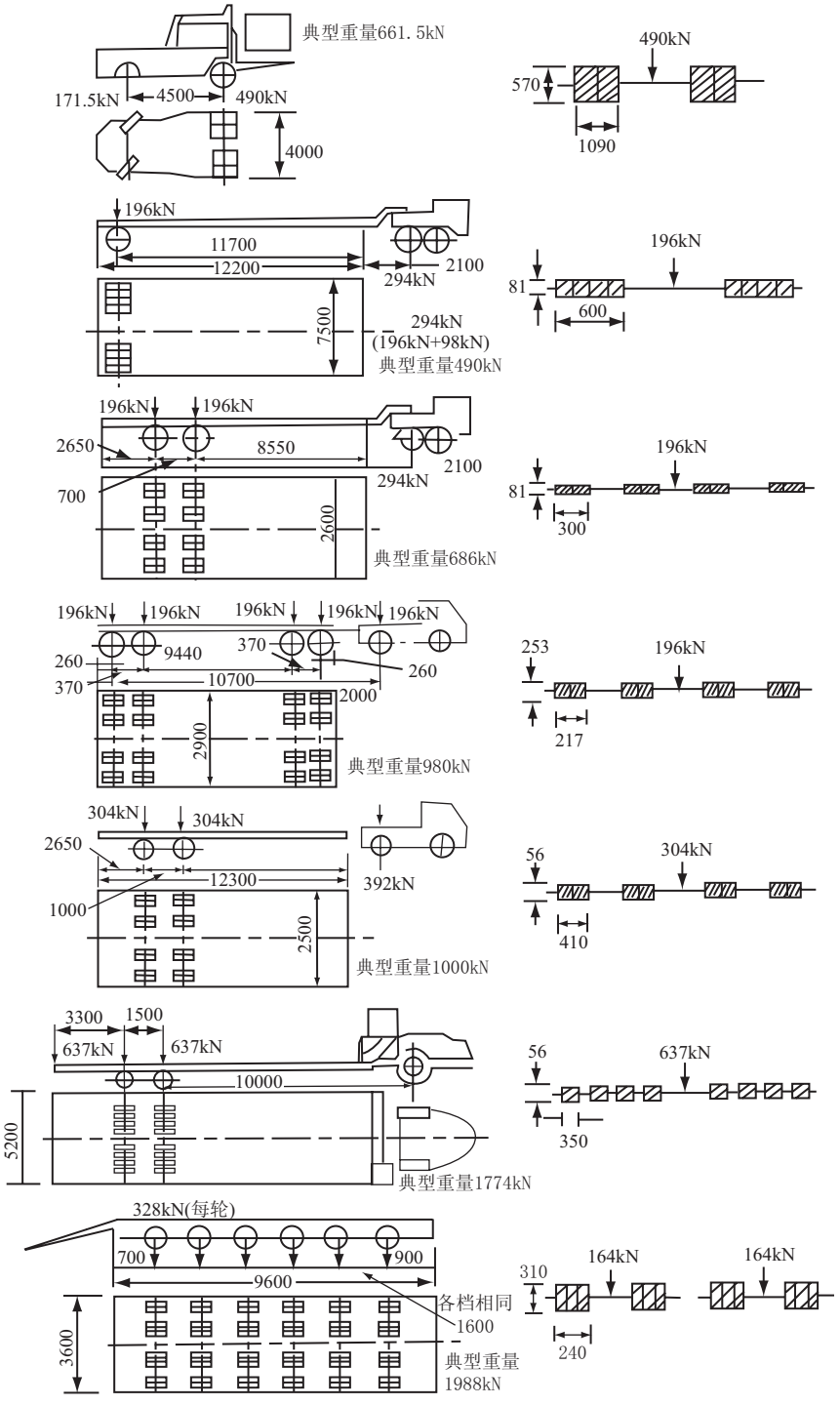
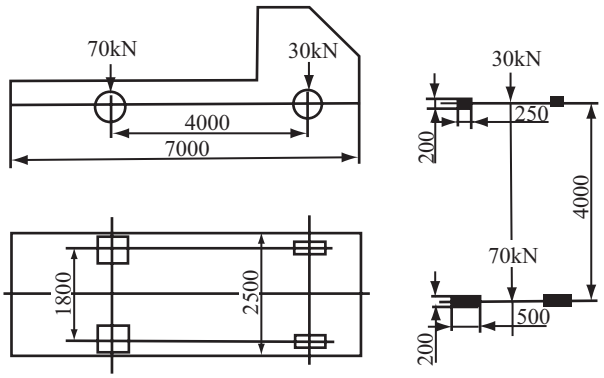
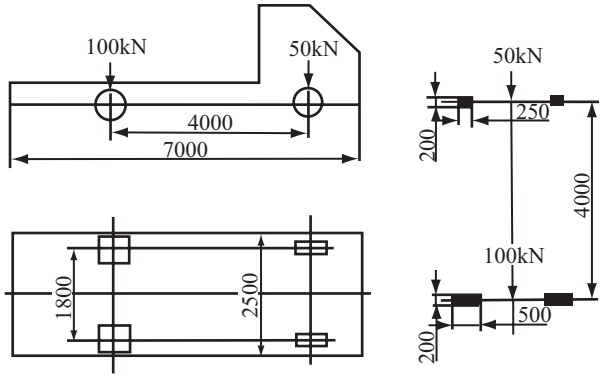


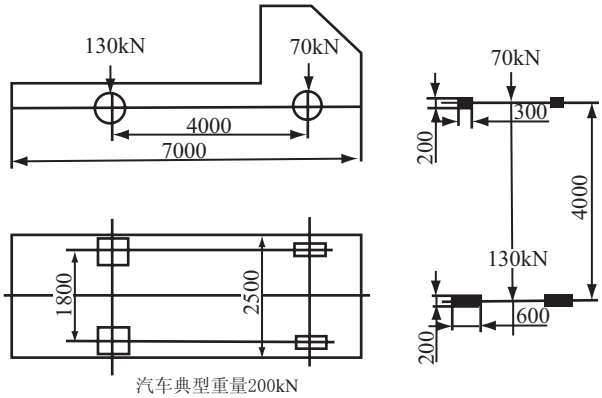
图　3.7.5.1(a)　典型的载重资料



汽车典型重量100kN

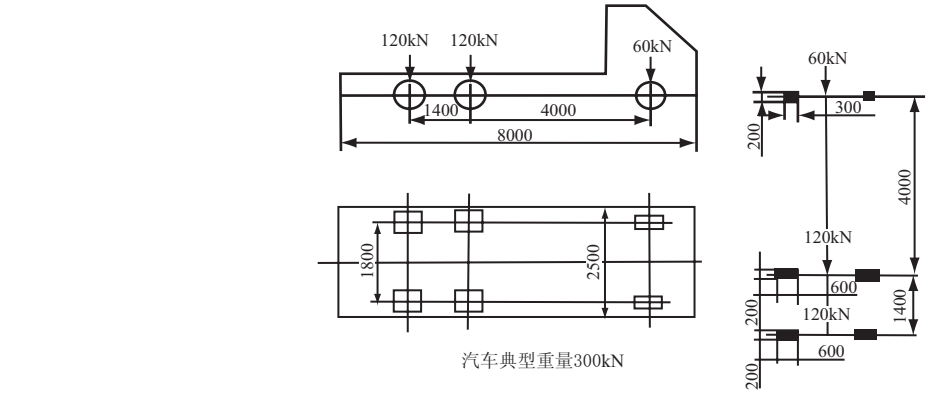


汽车典型重量150kN



汽车典型重量200kN

图　3.7.5.1(b)　典型的载重资料



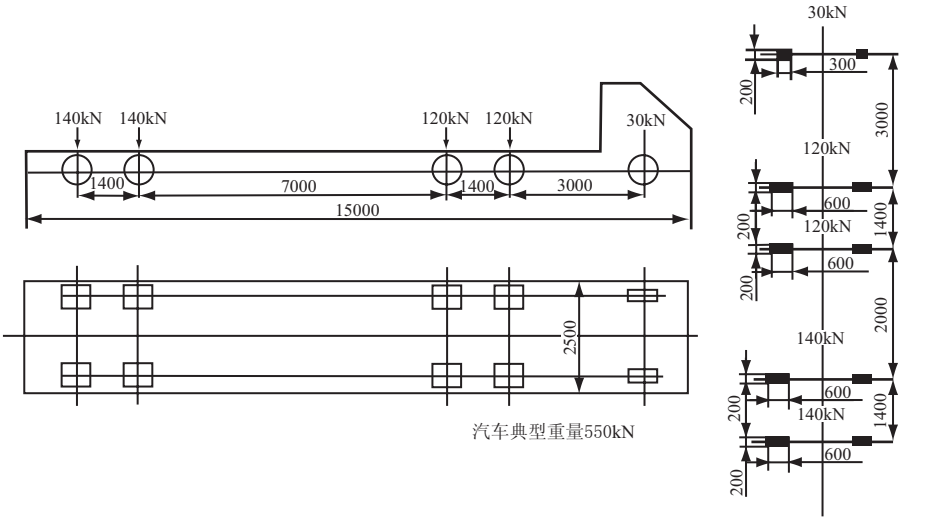
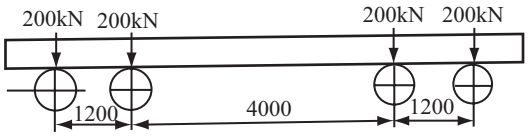
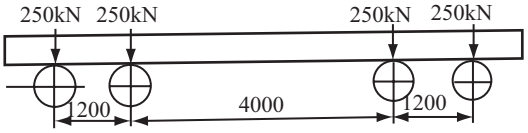


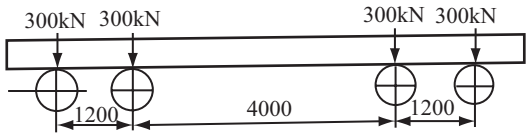
图　3.7.5.1(c)　典型的载重资料



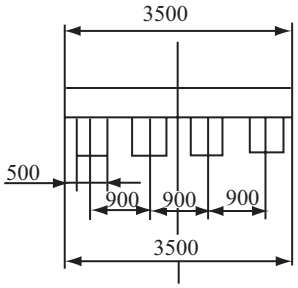
挂车典型重量800kN

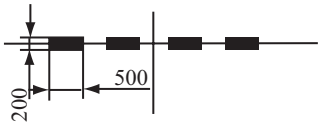


挂车典型重量1000kN



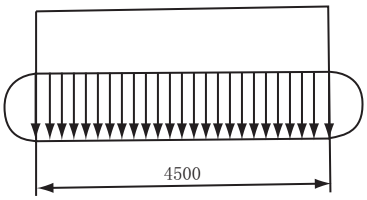
挂车典型重量1200kN





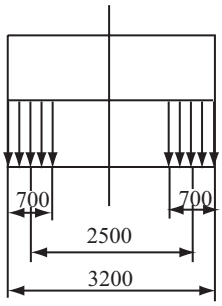
横向布置

每条腹带单位压力56kN/m



履带车典型重量500kN

总重力500kN



横向布置

图　3.7.5.1(d)　典型的载重资料

3.7.5.2　除车辆装载外，还应考虑升降机放置于诸甲板上的甲板均匀载荷。

3.7.5.3　如升降机组成船体水密结构的部分，应同样满足水密要求。

3.7.6　各工况的载荷组合

3.7.6.1　工况1——升降机处于工作状态。此时的载荷组合为：

$$1.2(L_m + L_c) + L_{h1} + L_{h2}$$

式中：L_m——升降机的自重载荷；

L_c——升降机上的外加载荷；

L_{h1}——船舶横倾5°时的水平力；

L_{h2}——船舶纵倾2°时的水平力。

3.7.6.2　工况2——升降机处于放置状态。此时，升降机应考虑船舶运动与静纵、横倾所产生的力的组合，见3.7.4。

3.7.6.3　工况3——升降机处于负荷试验状态。此时，升降机应考虑的力的组合为：

$$1.2(L_m + L_t)$$

式中：L_t——试验负荷，按表3.7.6.3选取。

试验负荷L_t（kN）　　**表3.7.6.3**

安全工作负荷SWL	试验负荷　L_t
≤196	1.25×SWL
196～490	SWL + 49
＞490	1.1×SWL

3.7.7　许用应力

3.7.7.1　构件在弹性模式下失效的许用应力［σ］按下式计算：

$$[\sigma] = \sigma/(n\beta) \qquad \text{MPa}$$

式中：σ——失效应力，MPa；　按3.2.16.2规定选取；

n——安全系数，按表3.7.7.1选取；

β——折减系数，按2.3.5规定选取。

安全系数n　　**表3.7.7.1**

工　况	1	2	3
安全系数n	1.67	1.33	1.18

3.7.7.2　承受复合应力的结构件，许用应力衡准应符合下列要求：

$$\sigma_{cp} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau^2} \leqslant 1.1[\sigma]$$

式中：σ_{cp}——合成后的应力，MPa；

σ_x——x轴方向的正应力，MPa；σ_x＜［σ］；

σ_y——y轴方向的正应力，MPa；σ_y＜［σ］；

τ——剪切应力，MPa；τ＜0.58［σ］；

［σ］——同3.7.2.1。

3.7.8　板屈曲失效许用应力

3.7.8.1　板承受压缩或剪切或压缩、剪切复合时的局部屈曲临界应力，应分别按3.2.20.1、3.2.20.2、3.2.20.3算得。

3.7.8.2　相对于板屈曲失效的许用应力，应取3.2.20算得屈曲临界应力除以表3.7.7.1规定的安全系数算得。

3.7.8.3　本计算不包括由扶强材加强的板的屈曲临界应力。由扶强材加强的板的屈曲临界应力的计算，将予另行考虑。

3.7.9　甲板板厚度

3.7.9.1甲板板厚度t应不小于下式算得之值：

$$t = 1.47\sqrt{AL_w} + 1.5 \qquad \text{mm}$$

式中：A——应力系数，按图3.7.9.1根据轮胎印与板的尺寸查得；

L_w——轮胎印上的载荷，kN；对轮距紧靠的轮子，图3.7.9.1中的阴影面积可取组合在一起的轮胎印。

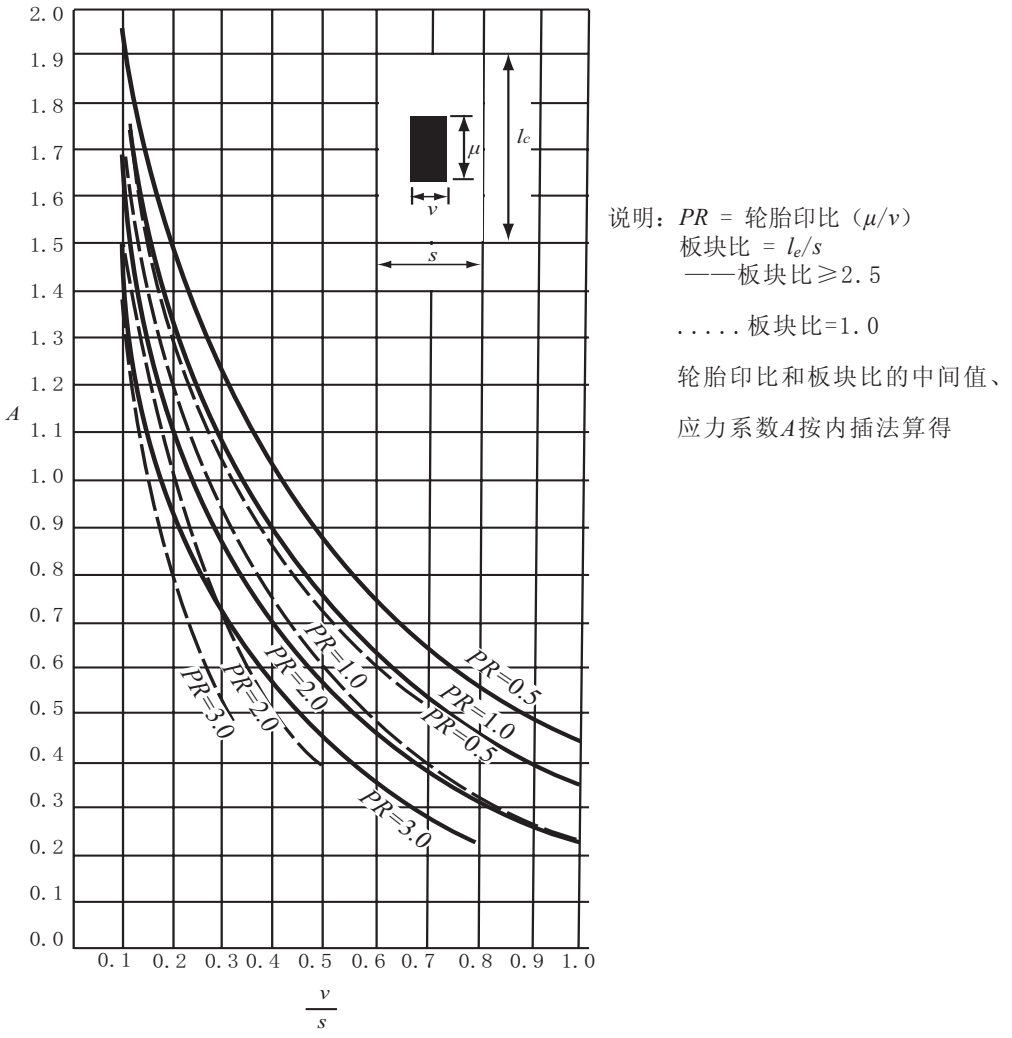


图　3.7.9.1 应力系数A

3.7.10 变形衡准

3.7.10.1 升降机处于3.7.6所述的载荷工况1与2时，其结构或单个构件的最大变形量应不大于$l/400$(l为支承间的距离，mm)。

3.7.10.2 如适用时，最大变形应予限制，使能保持船舶水密完整性。

3.7.11 导架

3.7.11.1 为限制升降机运动时水平方向的运动，应设置导架或其他装置。

3.7.11.2 如设置导架时，由载荷水平分力产生的最大变形量应不大于6mm。

3.7.11.3 升降机与导架间的工作间隙应使升降机能自由地垂直运动。

3.7.12 放置状态的锁紧装置

3.7.12.1 升降机应设有放置状态的锁紧装置，该装置应能承受3.7.6.2中的工况2定义的垂向、纵向和侧向载荷，并不致工作松动和损害船舶水密完整性。

3.7.13 起升装置

3.7.13.1 如用链条作为起升装置的组成部分，链条的安全系数应不低于4.0。

3.7.13.2 如用钢索作为起升装置的组成部分，钢索的安全系数n应不低于按下式计算所得的值，但任何情况下应不小于4.0，也不必大于5.0：

$$n = \frac{10^4}{0.9L_{mc} + 1910}$$

式中：L_{mc}——升降机载有额定载荷的质量，kN。

3.7.14 材料

3.7.14.1 制造升降机所选用的钢材应具有足够的抗脆性断裂性能，计及材料的抗拉强度、厚度和工作环境，所选用的钢材等级其夏比V型缺口冲击试验要求，一般应不低于表6.2.2.1和表6.2.2.2的规定。

3.8 车 辆 跳 板

3.8.1 一般要求

3.8.1.1 3.8适用于安装在船上、港口或遮蔽水域装卸作业的可活动车辆跳板，其设计按标准工况规定。如跳板的作业不属于上述定义的条件时，则其设计应按特殊工况办理。

3.8.1.2 跳板的载重和放置状态应在送审的文件中作详细说明，包括：起升速度、制动次数与跳板中间的作业角度。

3.8.1.3 跳板在载重状态时，应考虑可能出现的最不利的角度和支承布置(由码头与/或起升机构支承)组合，此时应考虑的载荷与力为：

(1) 自重载荷；

(2) 作用在跳板上的载荷；

(3) 车辆运动力。

3.8.1.4 跳板在提升与回转时，应考虑的载荷与力为：

(1) 自重载荷；

(2) 作用在跳板上的载荷(如适用时)；

(3) 起升与回转时的动载力；

(4) 船舶静倾力。

3.8.1.5 跳板及其锁紧机构处于放置状态时，应考虑的载荷与力为：

(1) 自重载荷；

(2) 作用在跳板上的载荷(如适用时)；

(3) 船舶运动力与静倾力；

(4) 气候载荷(如适用时)。

3.8.2 基本载荷

3.8.2.1 跳板的自重载荷L_m乘系数1.2作为考虑操纵跳板时的动载力。

3.8.2.2 作用在跳板上的静载荷L_c乘系数1.1作为考虑车辆的运动力。

3.8.2.3 当跳板操纵时，同时有跳板上的自重载荷L_m与作用在跳板上的静载荷L_c，则L_m与L_c均应乘系数1.2。

3.8.3 船舶运动力

3.8.3.1 跳板的设计是假定作业于港口或遮蔽水域的环境条件，船舶受到浪的作用不会产生明显的运动。

3.8.3.2 跳板在放下的位置与操纵情况下，应能在船舶处于横倾5°、纵倾2°时安全与有效地工作。

3.8.3.3 跳板的坡度应符合表3.8.3.3的规定，以及如跳板用于船与岸间工作时，此坡度应包括船舶上述纵、横倾的影响。

跳板的坡度　　表3.8.3.3

车辆类型 / 坡度	小汽车	拖车	重型拖车	集装箱拖车
最大坡度	1：5	1：6	1：9	1：9
一般选用坡度	1：6	1：7	1：10	1：10

3.8.3.4 跳板及其锁紧机构在放置位置时应能承受下述要求：

(1) 垂直于甲板的加速度±1.0g； 纵向平行于甲板的加速度±0.5g；静横倾30°。

(2) 垂直于甲板的加速度±1.0g； 横向平行于甲板的加速度±0.5g； 静横倾30°。

3.8.3.5 如属常规型船舶且船舶的特性为已知时，跳板承受船舶运动力与静力的计算与组合可按3.2.11.2中的表3.2.11.2(a)与表3.2.11.2(b)计算船舶运动与加速度。

3.8.4 设计载荷

3.8.4.1 跳板的设计载荷应与船舶装载手册相一致，其具体内容应包括跳板上所载的车辆与车辆间距、车辆的类型、质量、轴上的载荷、轮胎印的尺寸、车轮与支承的数量与间距等，典型的载重资料见图3.7.5.1。

3.8.4.2　除车辆载荷外，如跳板在放置位置时，形成甲板的一部分，则亦应考虑与甲板相适应的甲板均匀载荷；同样，如跳板形成船舶水密结构的一部分，则亦应相应符合这些要求(如适用时)。

3.8.5　载荷组合

3.8.5.1　工况1——跳板处于放下状态。此时的载荷与力的组合为：

$$L_m + 1.1L_c + L_{h1} + L_{h2} + L_{h3}$$

式中：L_m——跳板的自重载荷；

L_c——作用在跳板上的静载荷；

L_{h1}——船舶横倾5°时的水平力；

L_{h2}——船舶纵倾2°时的水平力；

L_{h3}——由于跳板角度引起的载荷。

3.8.5.2　工况2——跳板处于放置状态。此时，跳板及其锁紧机构应考虑由于船舶运动与静纵、横倾引起作用于跳板与载荷(如适用时)上的力， 以及适用于放置状态的气候载荷。

3.8.5.3　工况3——跳板处于操纵状态。此时，跳板的载荷与力的组合为：

(1)　跳板在操纵时，跳板处于无载荷状态：

$$1.2L_m + L_{h1} + L_{h2}$$

(2)　跳板在操纵时，跳板处于有载荷状态：

$$1.2(L_m + L_c) + L_{h1} + L_{h2}$$

式中：L_m、L_c、L_{h1}和L_{h2}与上述3.8.5.1相同。

3.8.6　许用应力与变形衡准

3.8.6.1　许用应力：跳板结构的许用应力按3.7.7与3.7.8规定。

3.8.6.2　变形衡准：跳板在工况1与2状态下，在支承间的变形量应限制在$l/400$(l为支承间的距离，mm)以内。

如适用时，在放置状态下(工况2)，变形量应予限制，以保证船舶水密完整性。

3.8.7　起升与回转装置

3.8.7.1　用于起升与回转装置的链条，其安全系数应不小于4。

3.8.7.2　用于起升与回转装置的钢索，其安全系数n应不小于下式算得的值，但任何情况下应不小于4， 亦不必大于5：

$$n = \frac{10^4}{0.9L + 1910}$$

式中：L——跳板的质量(操纵跳板时，跳板上为无载荷状态)；或跳板的质量与作用在跳板上的载荷(操纵跳板时，跳板上为有载荷状态)，kN。

3.8.8　材料

3.8.8.1　制造跳板所选用的材料钢级应符合表6.2.2.1的规定。

3.8.8.2　跳板材料也应具有足够的抗脆性断裂的性能，计及材料的抗拉强度、厚度与工作环境，所选用的钢材等级其夏比V型缺口冲击试验要求，一般应不低于表6.2.2.1和表6.2.2.2的规定。

3.9 乘客与船员升降机

3.9.1 一般要求

3.9.1.1 3.9适用于符合下列条件的升降机：

(1) 动力为电力或液力；

(2) 永久性装于船上的封闭式轿厢；

(3) 由钢索悬吊；

(4) 在牢固的导架间运行于各层甲板间；

(5) 载运人员或人员与货物；

(6) 额定升降速度不超过1m/s。升降机额定升降速度大于1m/s时，将予以特别考虑。

3.9.1.2 升降机除应按本章规定外，尚应符合政府主管当局的有关要求(如有时)。

3.9.1.3 升降机的送审文件中应详细规定额定载荷、最小停止距离、缓冲器行程、起升驱动的类型、安全机构与缓冲器的型式等。

3.9.1.4 升降机在超过规定的运行条件的情况下，应能以手动或自动方式使之置于放置状态。

3.9.1.5 升降机在运行情况下，应予考虑如下的力：

(1) 轿厢自重载荷；

(2) 额定载荷；

(3) 提升运动的动载力；

(4) 船舶运动力与静倾力。

3.9.1.6 升降机处于放置状态应予考虑如下的力：

(1) 轿厢自重载荷；

(2) 船舶运动力与静倾力。

3.9.2 基本载荷

3.9.2.1 自重载荷L_m，系指作用于起升机构上并属于固定在轿厢上的结构与机械的质量。

3.9.2.2 额定载荷L_c，系指加在轿厢上的人员载荷并应不小于表3.9.2.2规定的数值。

轿厢的额定载荷(N) **表3.9.2.2**

额定载荷(N)	轿厢最大可用面积(m^2)	最大乘员数(员)
980	0.40	1
1764	0.50	2
2205	0.70	3
2940	0.90	4
3675	1.10	5
3920	1.17	5
4410	1.30	6
5145	1.45	7
5880	1.60	8
6174	1.66	8
6615	1.75	9
7350	1.90	10
7840	2.00	10
8085	2.05	11
8820	2.20	12

注：① 中间载荷的面积用线性内插法算得。

② 最大乘员数以L_c/735计算向下取最近的乘员整数。

③ 如额定载荷超过表列可用面积所定的15%时，最大允许乘员数应按面积决定。

3.9.3 由安全设施动作或轿厢碰撞缓冲器产生的动载力

3.9.3.1 由安全设施动作或轿厢碰撞缓冲器产生的动载力F应予考虑并按下式算得：

$$F = \varphi_s(L_m + L_c) \qquad \text{N}$$

式中：$\varphi_s = 2 + 0.135V^2/s$；

V——额定速度，m/s；

s——最小停止距离或缓冲器行程，取较小值；

L_m、L_c——见3.9.2.1和3.9.2.2的说明。

3.9.3.2 额定速度、最小停止距离与缓冲器行程应取自制造厂的升降机说明书。

常用的限速器动作速度与停止距离见表3.9.3.2，常用的缓冲器行程见图3.9.3.2。

轿厢的额定速度与停止距离　　表3.9.3.2

额定速度 (m/s)	限速器动作速度 (m/s)	停止距离(m)	
		最小	最大
0～0.62	0.88	0.15	0.38
0.75	1.05	0.15	0.41
1.00	1.40	0.23	0.56

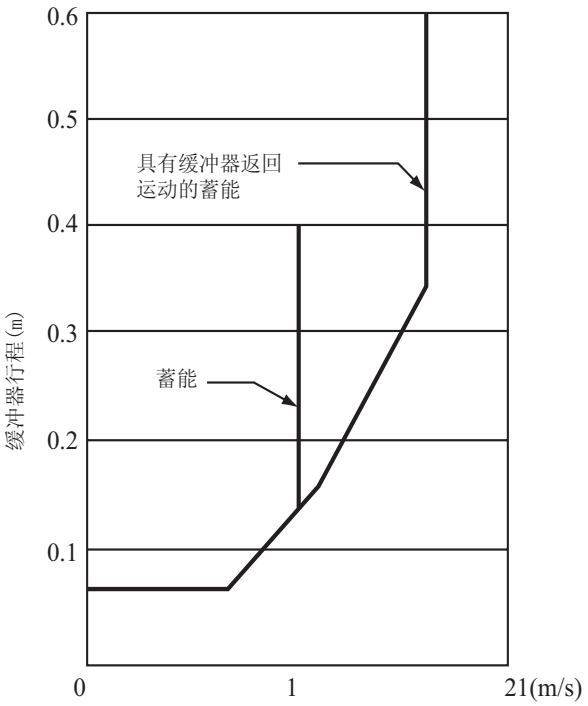


图　3.9.3.2　缓冲器行程

3.9.4 船舶运动力

3.9.4.1 乘客升降机及其机械与结构应能在下述条件下在海上运行：

(1) 横摇：±10°，周期10s；

(2) 纵摇：±7.5°，周期7s。

3.9.4.2　除上述运行条件外，升降机及其机械与结构还处于放置状态下，还应能承受考虑到下述条件所产生的力：

(1)　横摇：±22.5°，周期10s；

(2)　纵摇：±7.5°，周期7s；

(3) 垂荡：幅值 = 0.0125L(L为规范船长)，周期10s。

3.9.5　载荷组合

3.9.5.1　升降机及其机械与结构应考虑的设计载荷如下：

(1)　工况1：按下式算得的载荷：

$$(L_m + L_c)\varphi_s + L_{h1} + L_{h2}$$

式中：L_m——升降机的自重载荷；

L_c——额定载荷；

φ_s——由安全设施动作或轿厢碰撞缓冲器的动载系数，见3.9.3.1；

L_{h1}——由横摇产生的水平力；

L_{h2}——由纵摇产生的水平力。

(2)　工况2：升降机自重载荷应考虑由船舶运动加速度所产生的力，见3.9.4.2。

3.9.6　许用应力

3.9.6.1　安全系数与许用应力应按3.7.7与3.7.8规定。

3.9.7　变形衡准

3.9.7.1　轿厢的结构件的变形量应不超过l/600mm(l为支承间的距离mm)。

3.9.7.2　导架的变形量应不超过l/400mm或3mm，取较小值(l为支承间的距离mm)。

3.9.7.3　轿厢围壁或在关闭位置的门，应能承受在500mm^{2}圆的或方的面积上作用着均匀分布的、由轿厢内侧向外且平行于甲板方向的300N的力，而不产生永久变形或15mm的弹性变形。门在承受此载荷后，应能正常工作。

3.9.7.4　轿厢顶盖应能在任何位置承受垂直于甲板的2000N力，而不产生永久变形。

3.9.8　导架

3.9.8.1　应至少设置表面加工光顺的2个钢质导架，使轿厢或平衡重能自由行走。

3.9.8.2　导架应能承受安全设施动作所产生的力，并按下式算得：

$$(L_m + L_c)\varphi_{s1}$$

式中：φ_{s1} ——系数，按表3.9.8.2选取；

L_m、L_c——同3.9.5.1(1)中的说明。

系数φ_{s1}　　**表3.9.8.2**

安全设施形式	系数φ_{s1}
瞬时式安全装置	25
栓住滚轮式安全装置	14
无级式安全装置	10

3.9.8.3　导架的许用应力应按3.2.17规定方法计算，所涉及的长细比按3.2.19.1计算。

3.9.9　安全装置

3.9.9.1　轿厢与平衡重应配有仅在下降时能夹住导架的安全装置，它必须能在限速器达到动作的速度下，甚至悬挂装置发生破断时刹住全部满载的轿厢或平衡重块。安全装置应由限速器予以动作，但平衡重的安全装置可由悬挂装置破断或由安全索予以动作。

3.9.9.2　安全装置可以是具有缓冲效应的瞬时型；或如额定速度不超过0.63m/s时，可为瞬时型。

3.9.9.3　平衡重的安全装置可为瞬时型。

3.9.9.4　安全装置的夹紧器不应用作导架的导块。

3.9.10　限速器

3.9.10.1　限速器应在超过115%额定速度时动作，但应不大于：

(1)　0.8m/s，用于瞬时型安全装置(栓住滚轴式安全装置除外)；

(2)　1.0m/s，用于栓柱滚轴式安全装置；

(3)　1.5m/s，用于具有缓冲作用的瞬时安全装置。

3.9.10.2　平衡重块限速器动作时的速度，应大于轿厢的安全装置，但应不超过10%。

3.9.10.3　由限速器动作时的作用力应不小于下述二者中较大值：

(1)　300N；

(2)　拉动安全装置所需力的2倍。

3.9.10.4　限速器拉动索的破断负荷，相对于拉动安全装置的力，应具有8倍安全系数；拉动索的直径应不小于6mm；拉动索滑轮的绳索槽底直径与绳索直径之比应不小于30∶1。

3.9.11　缓冲器

3.9.11.1　轿厢与平衡重在行程的底部极限位置应配置缓冲器。如缓冲器是与轿厢或平衡重一起移动时，缓冲器碰底座应高出行程终端不少于0.5m。

3.9.11.2　如缓冲器为储能型时，缓冲器总的可达到的行程应至少等于相当于115%额定速度重力停止距离的2倍，但不小于0.065m，即：

$$s = 0.135V^2 \quad \text{m}$$

式中：s——行程，　m；

V——额定速度，　m/s。

缓冲器的设计应在静载荷为轿厢质量的4倍加额定载荷或平衡重质量的4倍(如适用时)所具有上述的行程。

3.9.11.3　由于缓冲器作用于自由落体降落的轿厢且其载有额定载荷，其平均减速度应不大于1.0g，最大减速度应不大于2.5g。

3.9.12　起升装置

3.9.12.1　起升装置可为：

(1)　用钢索与滑轮牵引驱动，或

(2)　强制驱动(如额定速度不大于0.63m/s)，可为：

①　卷筒与钢索，无平衡重；或

②　链轮与链条。

3.9.12.2　滑轮轮槽直径或卷筒直径与钢索直径之比应不小于40∶1，如用卷筒驱动时，卷筒上应有绳槽，绳槽的排绳角应不大于4°。

3.9.12.3　卷绕在卷筒上的钢索应不多于1层，当轿厢停于压缩全部行程的缓冲器上时，留存在卷筒上的钢索应不少于1.5圈。

3.9.12.4　钢索的安全系数，即钢索破断负荷与钢索上的最大负荷(当轿厢载有额定负荷并位于最低位置时)之比，应不小于表3.9.12.4的规定。

钢索的安全系数　　表3.9.12.4

驱动方式	安全系数
由3根或更多钢索摩擦驱动	12
由2根钢索牵引驱动	16
由卷筒驱动	12

3.9.12.5　在起升装置的一端应有平衡钢索或链条张力的设施。

3.9.12.6　如使用补偿钢索时，滑轮轮槽直径与钢索直径之比应不小于30∶1。

3.9.13　升降机通道与机房

3.9.13.1　所有升降机通道与机房应全部围闭，适当通风，　并应符合国际海上人命安全公约(SOLAS)有关结构防火的要求。

3.9.13.2　轿厢四周的空隙应予防护或布置成能防止人员从轿厢与升降机通道间跌落。

3.9.13.3　只有属于升降机的管子与电缆可装设在升降机通道内。应设有内面光滑的金属电缆槽，以保护移动的电缆。该槽应具有圆滑边缘的开口使离开轿厢的电缆能顺利通过，并具有足够宽度，使移动电缆的自由悬挂线环通过。

3.9.13.4　如有2部或更多的轿厢安装于同一升降机通道内时，每一轿厢及其附连的平衡重应在升降机通道的整个高度的范围内以钢板分隔。

3.9.13.5　升降机通道的通风应为独立的通风系统，不得成为船舶通风管道的一部分。

3.9.13.6　升降机通道进口的位置应能防止水或货进入。进口处的甲板面应为防滑，其材料应为认可的不易着火材料。

3.9.13.7　船员用的升降机，其通道的净空档(轿厢在最高位置时的轿厢顶上空间)应装有最小尺度不小于500 mm × 500 mm的逃生口。

3.9.14　轿厢与平衡重

3.9.14.1　轿厢应以钢或与之相当的不燃材料制造，设有防滑地板与至少配有1根适当的扶手，其位置便于进出人员使用。厢内设有永久性显示乘员数与安全工作负荷的铭牌。

3.9.14.2　轿厢入口应配有防止不适时宜的开启与防止碰击装置的无孔型门。轿厢与其门的间隙应不大于6mm。

3.9.14.3　轿厢与平衡重应为全程导向，包括超程在内，若使用铸铁靴或导靴放入铸铁箱内，则应设有一独立的制导装置，以备铸件损坏时，限制轿厢幌动。

3.9.14.4　平衡重应由钢或等同材料制造，填重应在钢架中牢固夹住在位，水泥不得作为填重使用。应装有适当的装置用于在平衡重钢索破断时，刹住与支撑平衡重。

3.9.14.5　牵引驱动的升降机，应设置在下列情况下能刹住与支撑轿厢的联动设施：

(1)　当启动时，升降机器不转动；

(2)　轿厢或平衡重块在下降运动因障碍物停止，使钢索在驱动滑轮上滑动时。

3.9.14.6　3.9.14.5所述的设备起作用的时间不大于下列较小值：

(1) 45s；

(2) 轿厢在全滑程内滑行时间加上10s，如全滑程时间小于10s，则取20s。

3.9.14.7 上述设备应不影响检查也不影响电气重新运转。

3.9.15 应急脱逃设施

3.9.15.1 船员用的升降机，其通道全长范围内，应设扶梯通至逃生口。

3.9.15.2 仅供乘客用的升降机应备有适当的扶梯，便于可从登乘门到达轿厢的厢顶，以及用同样的措施或其他措施，以轿厢的厢顶上的应急开口进到轿厢内。这些扶梯应保存在值班室或专职人员能进入的舱室。

3.9.15.3 轿厢的厢顶应设有活门并在厢内备有能到达活门的设施。如升降机仅供乘客使用，活门上应装设只能从外边开启的机械锁；如升降机仅供船员使用，则活门上装设的机械锁应能从轿厢的内外均可开启。

3.9.15.4 船员用的升降机，其通道应设置逃生口。从外面打开逃生口只能使用特别的钥匙，此钥匙应存放在逃生口旁的盒内。

3.9.15.5 应在下列位置张贴用中文、英文或图像(如需要时)的布告牌说明逃生的方法：

(1) 轿厢内；

(2) 轿厢顶上；

(3) 升降机通道内每一出口附近。

3.10 起重机基座的支撑结构强度

3.10.1 一般要求

3.10.1.1 3.10适用于起重机基座与船体结构连接部位处的支撑结构设计与强度分析。3.10中未规定者，应满足CCS《钢质海船入级规范》第2篇的有关规定。

3.10.1.2 支撑结构系指上部或内部安装起重设备基座、眼板、销轴座、锚定及防倾覆构件等并直接承受作用在上述构件上的力的部分船体结构。支撑结构应能经受最不利的设计载荷，具有足够的强度确保起重机的正常作业和设备安全。

3.10.1.3 支撑结构除满足3.10要求外，尚应不小于相同位置上对船体结构的规范要求。

3.10.2 图纸资料

3.10.2.1 应提交批准的图纸资料如下：

（1） 涵盖支撑结构区域所有构件的结构布置图、局部结构加强图、基座与甲板、支撑结构以及支撑结构之间的结点连接详图（结点细部图）。

3.10.2.2 以下图纸资料应提交备查：

（1） 起重机吊臂（吊杆）和起重柱布置图；

（2） 起重机基座载荷作用描述详图；

（3） 强度计算书，包括：

a. 载荷工况及其载荷组合说明；

b. 最严重的作业海况和放置工况的风、浪、流环境参数；

c. 船舶耐波性分析及运动响应计算报告或模型试验报告（适用时）；

d. 计算模型描述，包括单元、边界条件；

e. 计算结果，包括位移/变形结果和屈服、屈曲校核结果；

3.10.2.3　除3.10.2.1和3.10.2.2之外，可要求提供计算模型的电子数据文件。

3.10.3　构件材料及焊接

3.10.3.1　支撑结构的材料与焊接要求按第6章中定义的主要结构考虑。其中，与起重机基座(起重柱)直接相连的结点焊接检验要求按表6.5.3.3中的特殊结构考虑。

3.10.4　结构细节

3.10.4.1　结点连接的细部设计应确保所连接构件之间的应力能合理传递。可采用对结点的扩大、增厚（不得采用复板的方式）、平缓过渡、采用高强度钢等措施，以降低应力水平和/或尽量减少应力集中的影响。

3.10.4.2　尽量避免在与起重机基座、起重柱等结构直接相连的构件及其端部处开孔。如无法避免，应采取偏于安全的补偿措施。

3.10.4.3　起重柱应连续通过上（主）甲板伸至船体内，且在终止处应设有较强的垂向支撑结构。起重柱与甲板相连处应设肘板、肋板、短桁等构件，将水平面内各个方向的载荷作用有效传递至支撑结构。设计时，应避免与基座和起重柱相连的甲板板承受过大的应力作用。必要时，可按3.10.4.4规定，在结点交汇处1m的局部范围内设置Z向钢。

3.10.4.4　为防止板材可能产生的层状撕裂，应尽量避免在板厚方向传递较大的拉应力。如无法避免，应采用符合CCS《材料与焊接规范》中规定的Z向钢材。

3.10.4.5　除此之外，结构细节的设计和制造尚应满足CCS《钢质海船入级规范》第2篇的适用要求。

3.10.5　设计载荷

3.10.5.1　设计载荷一般应基于3.2至3.5中规定的载荷工况及组合。其中，应至少包括以下最大载荷作用：

（1）　垂向载荷；

（2）　水平载荷；

（3）　倾覆力矩；

（4）　扭矩。

3.10.5.2　对于船舶运动响应及诱导的起重机设备的惯性力，除按3.2.11.2得出外，也接受通过使用公认的软件，按可能遭遇的最严重海况进行船舶耐波性分析和准静力分析方法求得。

3.10.5.3　对于风载荷、水平惯性力和其他水平载荷及倾覆力矩，应通过搜索试算方法得到对支撑结构最不利的作用方位角，也可按经验及作业实际情况选取纵向、横向、不同斜向等几个典型的作用方位角。

3.10.6　计算模型

3.10.6.1　在支撑结构的强度校核中，为较好地描述区域中的结构部件在各个方向上的受力分布情况，应尽可能采用三维有限元模型进行分析。如用交叉梁系或板梁组合模型，则模型的简化应合理且趋于保守。分析应基于线弹性理论。模型中的构件尺度一般不考虑扣除腐蚀裕量。

3.10.6.2　对于三维有限元模型，模型范围、单元及边界条件的取用原则如下：

（1） 模型范围：一般采用局部立体结构模型（以下简称局部模型），以基座有效作用平面矩形（$a\times b$）形心为中心，向四周分别扩展至少一倍的该矩形相对应的长、宽距离（$3a\times 3b$）。垂向从基座面扩展至甲板之下的第一个平台甲板或至少$D/4$处（D为型深）。如按上述方法框取的模型边界上未设置结构的主要支撑构件，则模型应再延伸直至边界落在结构的主要支撑构件上，见图3.10.6.2（1）。对于在船宽方向上占据较大比例的重型起重机基座，其支撑结构的计算模型应视基座范围大小作适当延扩，直至取包含船壳外板的一个完整的纵向立体分段，见图3.10.6.2（2）。为计及起重柱和支撑结构的相互作用影响，模型之中应考虑计入一段伸出甲板以上的起重柱，见图3.10.6.2。模型的单元选取、特性及其建模网格划分等原则按CCS《油船结构强度直接计算指南》。为了较好地观察高应力部位的开孔影响，建议将开孔处边缘局部区域的网格进行适当细化。细化精度一般应取原网格尺度的1/3至1/4；

（2） 边界条件：边界条件的假定应以不影响模型中心所考察单元的计算结果为原则。一般可考虑设置自由支持或固支，或可采用表3.10.6.2的方法：

局部模型的边界条件 表3.10.6.2

边界条件 / 位置	线位移			角位移		
	U_x	U_y	U_z	θ_x	θ_y	θ_z
模型前、后端面A、A1	约束	自由	自由	自由	约束	约束
模型左/右端面B	约束	约束	约束	自由	自由	自由
模型下端面C	自由	约束	自由	约束	自由	自由

表中： x、y、z——分别代表船长、船宽和型深的轴向；
端面符号——见图3.10.6.2（1）。

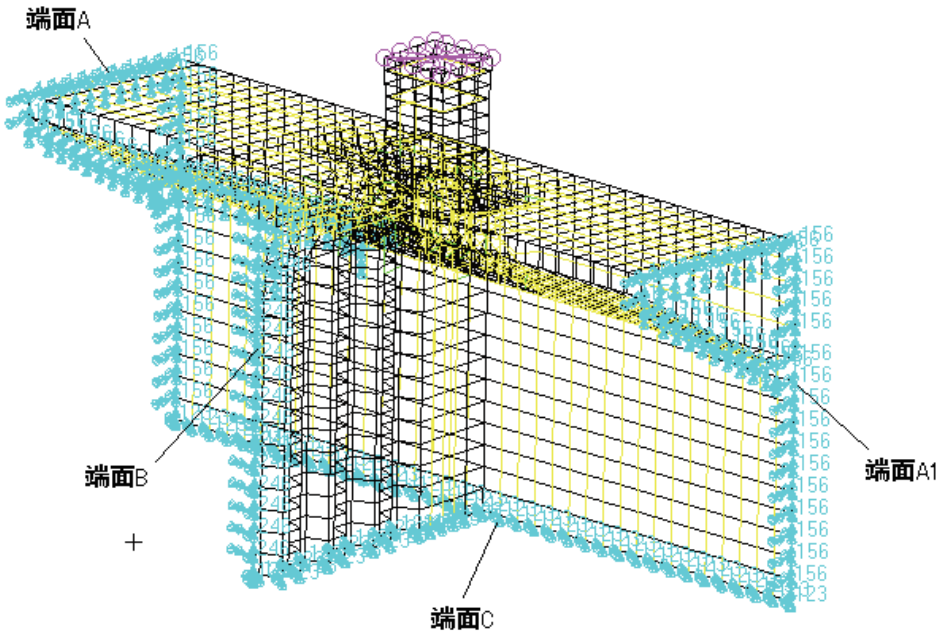


图3.10.6.2（1）

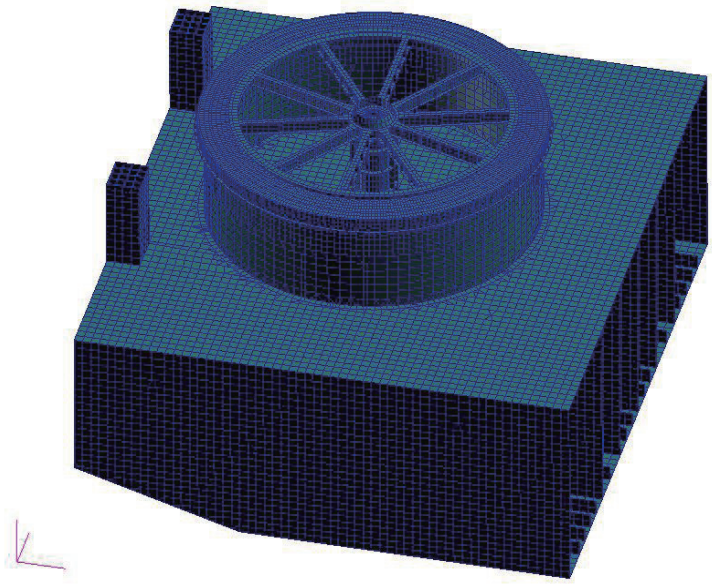


图3.10.6.2（2）

3.10.6.3　加载时，一般应将计算载荷加在起重柱（如有时）或基座构件模型的最顶端，且合力的作用位置应设在加载端面的几何形心处。建议采用MPC（多点约束/主从节点）方式进行加载，见图3.10.6.3.。

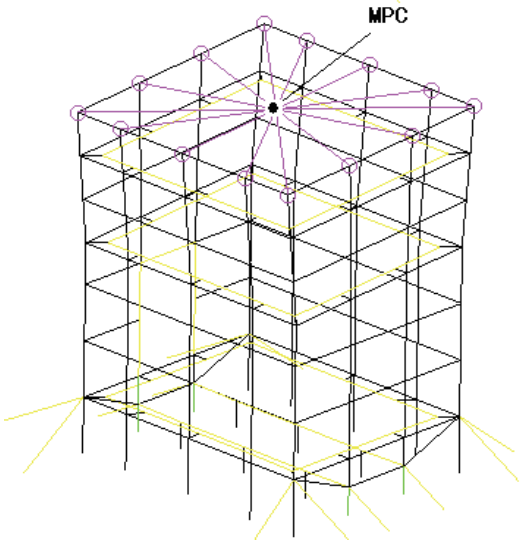


图3.10.6.3

3.10.6.4　对于大型旋转式起重机，适用时，应对施加在支撑结构上的载荷（如起重机基座轮压等）进行合理分布。

3.10.7　强度衡准

3.10.7.1　各种工况下，构件的计算应力应不大于其许用应力值。其中，构件的许用应力值为材料的屈服强度除以表3.10.7.1中的相应安全系数。

安 全 系 数　　表3.10.7.1

工况 / 应力种类	1	2、3和4
正应力	1.67	1.50
剪应力	2.50	2.25
板单元的Von Mises相当应力	1.43	1.33

注：① 工况1～4——见3.2.14；

② Von Mises相当应力——同3.2.16.3的σ_{cp}。对于板单元，仅校核单元形心处的中面（膜）相当应力值，且对于由于形状很差而产生高应力的单元可不予考虑；

③ 与起重机基座、起重柱等结构直接相连,且位于三面相交角隅位置上的板单元，其安全系数可适当减少，但不得小于1.1。如该位置处实施细化网格分析，则该单元的应力值可按折减5％计及；

④ 如开孔处的网格作细化处理，则安全系数可适当减少，但不得小于0.8（即许用应力为1.25倍的屈服强度）；

⑤ 对于安全工作负荷小于196kN的起重机支撑结构，安全系数可基于表中之值乘以0.89；

⑥ 对于3.2.11.1条规定的两个不同的工况组合，安全系数可基于按表3.10.7.1中对2、3和4工况的数据，再乘以0.89得到。

3.10.7.2　对于船中0.4L内参与船体梁总纵强度的纵向支撑构件，除满足3.10.7.1规定的局部强度要求外，也应校核在局部载荷（起重机载荷）和船体梁总纵弯矩共同作用下的强度。船体梁总纵弯矩值应取模型中心所对应横剖面位置处的某一工况下的弯矩目标值M_{longi_target}。总合成应力可采用局部应力结果与基于M_{longi_target}得出的船体梁总纵弯矩应力进行叠加得出，或将船体梁总纵弯矩直接施加在模型两端（详见CCS《油船船体结构直接计算指南》），由模型分析得出合成应力。如该模型中已计入垂向力（如浮力、压载水等）的作用，则实际施加在模型两端的船体梁总纵弯矩值M_{longi_app}应调整到使模型中心处的总纵合成弯矩值尽量接近M_{longi_target}。叠加后的合成相当应力的安全系数应不小于1.1。

3.10.7.3　若支撑结构的受力变形妨碍了起重机的使用功能，则可要求基于使用方面提出挠度衡准，对支撑结构系统的变形情况加以有效控制。

第 4 章　机械、电气与控制系统

4.1　一 般 规 定

4.1.1　一般要求

4.1.1.1　本章适用于下述起重设备的机械、电气与控制系统：

(1)　吊杆装置与吊杆式起重机；

(2)　起重机；

(3)　货物、车辆升降机与跳板；

(4)　乘客与船员升降机。

4.1.1.2　起重设备的起升、变幅、回转与行走机构应按认可的标准或成熟的经验进行设计。

4.1.1.3　起重设备的机械应能承受工作中产生的静、动载荷与受环境影响的附加载荷。

绞车的制动器应能停住绞车额定载荷1.5倍的静载荷。

4.1.1.4　电气设备应符合有关的国家标准或国际标准，并计及可能遇到的环境条件。

4.1.1.5　电气装置应按认可的有关规范或标准的有关规定进行设计。

4.1.1.6　起重设备应设有控制系统确保起重设备的安全运行并符合安全保护、报警、联锁与控制的有关要求。

4.1.1.7　控制起重设备作业的操纵手柄或手轮的运动方向应与吊钩或起重设备的运动方向相适应。操纵手柄拉向操纵人员或向上扳动时，相应于吊钩上升或臂架升起；操纵手柄向右扳动时，相应于起重机向右回转；当操纵手轮顺时针方向操纵时，相应于吊钩上升、臂架升起或起重机向右旋转，以此类推。

操纵器上应具有表明其用途、零位及运动方向的标志牌。

4.1.2　图纸资料

4.1.2.1　机械、电气与控制系统应提交的图纸与资料见本规范1.3.6的规定。

4.1.3　检查与试验

4.1.3.1　机械设备应在检验下进行制造、安装与试验。

4.1.3.2　电气设备应按有关的国家标准或国际标准进行检查与试验，包括绝缘电阻测量、保护设施与联锁装置的动作。

4.1.3.3　控制系统包括报警与保安装置应进行试验，证明处于良好工作状态。

4.2　乘客和船员升降机的控制与保安装置

4.2.1　一般要求

4.2.1.1　控制设备在升降机运行时应能在纵倾或横倾10°情况下可靠地工作。当升降机停止时，控制设备应能在任何位置承受22.5°的倾斜。

4.2.1.2　应设有能确保安全与有效控制轿厢速度、运转方向与停止的设施。

4.2.2　保安装置

4.2.2.1　应设有在下述情况下防止控制与驱动线路动作的联锁装置：

(1)　轿厢门或其部分未关闭；或

(2)　升降机通道的进出门或其部分未关闭。

4.2.2.2　力操作的对开式门的进口应设有防止伤人或乘客的保护设施，并符合下述要求：

(1)　装设在轿厢与登乘口门板的前缘；

(2)　装设在门口高出地板25mm起至门的全部高度；

(3)　启动保护装置的力不超过14.7N；

(4)　门板的前缘受阻碍时，保护装置应立即动作。

4.2.2.3　除正常的上下登乘停止控制外，尚应设有在超越顶部或底部时停止升降机的独立设施。

4.2.2.4　客船升降机的布置在主动力发生故障时，应能自动降至甲板并开门。允许乘客轿厢有序的降至应急甲板。

4.2.2.5　轿厢与平衡重上应设有安全设施，　在超速或悬吊钢索或紧固装置失效时，刹住与保持在位。

4.2.2.6　应设有在悬吊钢索松弛时，能刹住与保持住轿厢在位的安全设施。

4.2.2.7　升降机应设有在升降机通道的应急逃生口开启时，升降机不能运行的联锁装置。

4.2.2.8　轿厢内应设有报警、电话或类似的通信设施。

4.2.2.9　在轿厢内与在每一进口处外面应设有升降层次指示器。

4.2.2.10　在轿厢、升降机、机房与升降机通道内以及在升降机通道进口处，应设有应急照明。此应急照明在正常电源发生故障时应能自动接通。

4.3　装卸货物用的起重设备的控制与保安装置

4.3.1　一般要求

4.3.1.1　起重设备应设有效控制速度、运转方向与停止运转确保作业安全的控制系统。

4.3.1.2　控制站的位置应布置在使操作人员能观察到作业场所与吊运的载荷。

4.3.1.3　控制站应设有应急切断装置。用于在应急情况下停止起重设备工作。此应急切断装置应独立于4.3.1.1所述的控制系统，并应具有清楚的标志与适当的保护以防止发生意外动作。

4.3.1.4　起重设备发生运转动力故障时，应发出报警，同时应使起重设备与所吊运的载荷自动保持在位。

如动力为电力时，供电恢复后，操纵机构应复位后才能继续进行起重设备的操作运转。

4.3.1.5　每一控制站应设有运转或备用机械(如设有时)状态的指示器。

4.3.2　起重机

4.3.2.1　应设有起升、回转、变幅与行走(如适用时)机构的控制系统。

4.3.2.2　起重机应设有：

(1)　起升高度限位器；

(2)　最大与最小臂幅限位器；

(3)　回转角度限位器，适用于回转角度有限制的起重机；

(4)　行程限位器，适用于行走式起重机与桥式起重机的行走吊车。

上述限位器动作后，应发出报警、切断运转动力并应能将吊运的载荷与起重机保持在限位器动作时的位置上，辅助起重机（如食物吊等）除外。

4.3.2.3　如起重机某机构需要越过限位器所限制的位置(如需将臂架放倒)，　则可设有停止限位器动作的越控开关，此开关应适当保护，防止发生意外动作。

行走式起重机与行走式吊车在行程限位器后应设有缓冲器与缓冲档座。

4.3.2.4　起重机应设有超负荷保护或负荷指示器。超负荷保护应调整在不超过110%安全工作负荷时动作。

4.3.2.5　具有不同安全工作负荷相应不同臂幅的起重机，应设有在给定臂幅能自动显示最大安全工作负荷的载荷指示器，并在载荷到达95%安全工作负荷时应发出报警，到达110%安全工作负荷时能自动切断运转动力。

4.3.2.6　起重机的各机构应设有制动器。　起升与变幅机构的制动器应为常闭式，并应具有应急释放的装置以使任何载荷能下降与就位，　制动器的安全系数(制动力矩与额定力矩之比)应不小于1.5。

4.3.2.7　行走式起重机应装有夹轨装置，以防止起重机在风力或船倾作用下自动滑行。

4.3.2.8　行走式起重机应设有锚定装置，以供起重机停用时予以固定。

4.3.2.9　起重机应设有声光信号装置。行走式起重机在轨道上行走时，应同时发出声光信号。

4.3.2.10　具有不同安全工作负荷相应不同臂幅的起重机，应设有臂幅指示器。

4.3.2.11　近海平台与浮式起重机的控制室内尚应设有：

(1)　到达预定值报警的风速仪；

(2)　标有设计规定的限值标志的起重机水平仪；

(3)　司机与指挥人员联系的通信设备；

(4)　载荷指示仪。

4.3.2.12　吊运人员用的起重机所使用的工作篮（吊框），其结构应使人员进出无危险，工作篮（吊框）的门上应设有锁紧机构并应能防止无意打开，且工作览（吊框）应涂有醒目的颜色。安全工作负荷应为起重机标定安全工作负荷的1/3。

4.3.3　升降机与跳板

4.3.3.1　应设有在下述情况时能防止控制与驱动线路动作的装置：

(1)　任何可能阻碍升降机或跳板运动的遮盖物未取下；

(2)　升降机超载；

(3)　车辆围栏未关闭。

4.3.3.2　升降机与跳板在运行时应发出连续的声光信号。

4.3.3.3　升降机与跳板由可伸缩的锁紧装置固定时，应设有在锁紧装置合上时确保动力不中断的设施。以及在锁紧装置未脱开前不可能予以降落。

4.3.3.4　除尾门外，如另设有码头边出入的跳板，在尾门开启或关闭前，跳板相对于水平的角应小于10°。

4.3.3.5　出入的跳板在工作时与水平的最大倾斜应不大于预定角度，如超越所允许的角度，应发出报警。

4.3.3.6　如使用遥控锁紧的装置时，则应设有在锁紧控制或锁住机构失效时，锁紧升降机或跳板的替代设施。

4.3.3.7　在升降机平台与甲板开口的两端与两侧之下，应装有连续的安全脱扣牵索或等效装置。并应设有在断开器动作后立即停住升降机并保持在位的装置。

4.3.4　绞车

4.3.4.1　绞车卷筒上的钢索应能排列整齐，　必要时应设置排绳器。建议卷筒的长度能单层绕完所需收进的钢索；　如钢索单层卷绕布置为不现实时，则卷筒上所绕的钢索一般不应多于3层，如果符合下列任一要求，所绕钢索可多于3层。

(1)　设置有排绳器；

(2)　卷筒上有绳槽；

(3)　排绳角限制在20以下。

4.3.4.2　绞车卷筒上的钢索长度，应适合于设计范围内的任何位置使用，并在卷筒上留存的钢索在任何情况下应不少于3圈。

4.3.4.3　当所需收进的钢索全部绕上卷筒后，绞车卷筒凸缘应高出最上层钢索不少于2.5倍钢索直径。

4.3.4.4　非动力驱动的千斤索绞车应设有棘轮。棘轮应能承受千斤索上传递的最大载荷。

4.3.4.5　动力绞车应设置制动器，在运转动力故障时，应能使载荷保持在位。绞车制动器的有效制动力矩应不少于绞车额定值的1.5倍。

第 5 章　零部件与绳索

5.1　一 般 规 定

5.1.1　固定零部件、可卸零部件以及钢索与纤维索，一般均应按认可的标准制造，未按上述标准设计的固定零部件或可卸零部件均应经同意。

5.1.2　上述5.1.1中的零部件的安全工作负荷， 应不小于其所在部位上按本规范相应要求的载荷。

5.1.3　5.2中所述的眼板与焊接组合件所选用的钢材等级，一般应符合规范表6.2.2.1的规定。用于其他零部件的钢材一般亦应符合认可的相应标准。

5.1.4　5.3中所述的吊钩、吊环、转环与卸扣等可卸零部件， 均不得使用铸铁或铸钢件。

5.1.5　铸钢件或锻钢件应进行正火处理、正火加回火处理或与材料性能相适应的热处理。

5.2　固定零部件

5.2.1　连接起货滑车、千斤索滑车与稳索的眼板，应穿过吊货杆的头部，并应沿眼板的四周焊透，采用其他结构的眼板，应经同意。轻型吊杆牵索用的眼板可不穿过吊货杆头部，直接焊上。

5.2.2　重型吊杆的嵌入滑轮直径，应满足表5.3.4的规定，同时亦不应小于吊杆该处外径的1.2倍。

5.2.3　吊货杆根部的叉头可采用锻造、焊接组合件或铸钢件，叉头的销轴应配有螺母与开口销。

5.2.4　吊货杆承座可采用焊接组合件或铸钢件，承座的转轴须装有挡圈并配有贯通的销轴与开口销，以防止转轴跳出承座。

5.2.5　装于桅或起重柱上的千斤索眼板座架可采用锻造、焊接组合件或铸钢件，并应设有合适的装置以防止销轴转动或脱出座架。

5.2.6　各眼板的布置应尽可能使之在工作中不受横向弯曲力。眼板或座架的形式应与相连接的部件相配合。眼板设置的部位应具有足够的强度，必要时应作局部加强。

5.2.7　吊杆装置固定零部件的结构尺寸， 按其设计负荷应符合本规范附录2的规定。 不符合此规定的固定零部件应经同意。 附录2包括如下固定零部件：

(1)　吊杆转轴与座架总成；

(2)　千斤索回转眼板与座架总成；

(3)　吊杆头部眼板布置；

(4)　吊杆跟部叉头与横销；

(5)　吊杆转轴；

(6)　吊杆转轴座架；

(7)　起货导索滑车拉攀；

(8)　转轴挡圈与定位销；

(9)　千斤索回转眼板与轴销；

(10)　千斤索回转眼板座架；

(11)　索具眼板。

不在附录2规定的其他固定零部件，如设有时，将根据在5.1与5.2中的有关规定的基础上给予特殊考虑。

5.3 可卸零部件

5.3.1 “C”型吊钩的设计应使钩尖有遮挡，以防止在起吊时钩住船上构件或其他物件。

吊运集装箱的特殊用途的吊具，应符合有关国际标准的统一规定。

5.3.2 在吊钩与吊货短链之间应设有转环或使用转钩。转环应能自由旋转并能防止松脱。

5.3.3 卸扣横销的端部应带有螺纹，横销一般应设有防止松脱的装置。用于连接吊具系统零件(如吊钩、重块与吊货短链等)的卸扣应带有半埋头的横销。

5.3.4 滑车的构造应使滑轮与外壳隔板之间保持较小的间隙，以免卡住绳索。

滑车应具有有效的润滑，并能在不拆卸情况下对所有轴承与头部吊环加注润滑剂。

钢索滑轮应为钢制，采用铸铁材料应经特别同意。

开口滑车不得使用于起重设备系统。

滑轮直径(量自索槽底部)与绳索直径之比， 应不小于表5.3.4的规定：

滑轮直径与索径之比 **表5.3.4**

滑轮用途		滑轮直径/绳索直径	
		动索	静索
钢索	吊杆装置(包括吊杆式起重机)	13	8
	起重机、潜水器吊放系统	19	8
纤维索		6	

5.3.5 连接吊货短链与起货索用的三角眼板的厚度，应与其相连接的卸扣相配合，尽量保持较小的间隙。

5.3.6 松紧螺旋扣的构造应能防止螺栓松动，两端眼环应与螺栓锻成整体，带钩子的松紧螺旋扣不得用于起重设备系统。

5.3.7 在吊钩的上方宜附有重物(如平衡锤)，或装设一段短链， 使绞车在空钩运转时不致发生钢索缠绕。

5.3.8 千斤链及双杆操作中使用的保险稳索链均应为无挡长环链。用有节定位索代替保险稳索时，有节定位索的末端应具有防滑装置，定位节与防滑装置间的距离应尽量缩短，一般不大于1个定位节距。

5.4 绳 索

5.4.1 钢索制造厂应为认可的制造厂，采用未经认可的钢索制造厂制造的钢索将特别考虑。

5.4.2 钢丝的公称抗拉强度应不小于1420 MPa亦不大于2200MPa。钢索一般应不少于6股组成。钢索的主芯可为纤维芯或钢丝芯。

5.4.3 动索用的钢索应具有柔性，每股中的钢丝不得少于19丝， 股芯可为纤维芯或钢丝芯。

静索用的钢索，股芯通常应为钢丝芯。

5.4.4 钢索末端的绳眼或套圈用插接方法做成时，插接应按下列方法之一做成：

(1)　每一整股穿绕3次，剖开半股再穿绕1次，并在任何情况下，钢索每股(含半股)的穿绕应依次进行；

(2)　每一整股穿绕4次，以后每相隔1股穿绕1次，每股的穿绕应依次进行；

(3)　采用其他插接方法，如在各方面都能与上述两种插接方法同样有效时，亦可同意使用。

5.4.5　钢索末端的连接，根据不同的用途，可采用索节、索夹等连接件。

5.4.6　钢索不得用插接法接长使用。

5.4.7　纤维索可由天然纤维或人造纤维制造。

人造纤维性能应具有适当稳定性，不因受紫外光线的影响而老化。

天然纤维一般应为麻、马尼拉麻或剑麻等制造。

纤维索一般应由3股组成。其他构造将予以特别考虑。

5.4.8　在起重设备系统中，纤维索一般仅允许使用于：

5.4.8.1　吊杆系统：

通过滑车组的摆动稳索或双杆操作时吊货杆头的内牵索。

5.4.8.2　潜水器吊放系统:

人造纤维索可考虑用作起吊目的。

5.4.9　纤维索末端绳眼的插接应符合下列要求。

(1)　天然纤维索：每1整股穿绕3次，剖开半股再穿绕2次；

(2)　人造纤维索：每一整股穿绕4次，剖开半股再穿绕2次，每股的端部均应予以熔合。

5.4.10　纤维索不得用插接法接长使用。

第6章　材料与焊接

6.1　一 般 规 定

6.1.1　适用范围

6.1.1.1　本章适用于设计温度TD不低于-20℃的船舶与海上设施起重机构件与设备使用的轧制钢材、铸钢件和锻钢件的制造、结构焊接及检验。

6.1.1.2　起重设备的设计温度用于钢材等级的选择，设计温度定义为最低平均日温，该值根据年度气象资料确定。应向CCS申明起重设备安装的船舶或平台，设计温度应与船舶或平台一致。

6.1.1.3　除另有规定者外，设计温度应符合表6.1.1.3的规定。

起重设备的设计温度　　**表6.1.1.3**

起重设备类型	设计温度	相应极端低温
普通起重机	-10℃	（-30℃）
近海起重机	-20℃	（-40℃）

6.1.1.4　当使用不同于本章规定的钢材时，应将其化学成分、脱氧方法、交货状态、力学性能和热处理规程等资料提交CCS认可。

6.1.2　提交资料

6.1.2.1　起重机制造厂应将用于起重机构件与设备的材料等级的说明书提交CCS认可。

6.1.3　钢材制造

6.1.3.1　所有钢材均应由CCS认可的工厂制造。

6.1.3.2　所有钢材应采用平炉、电炉或碱性吹氧转炉冶炼。如采用其他冶炼方法，应经CCS认可。

6.1.4　证书和标记

6.1.4.1　所有钢材应提交具有化学成分和力学性能的证书。试验值应符合本章规定或公认的标准。试样应取自交付的产品。

6.1.4.2　材料标记应易于辨认。标记至少包含制造厂厂名或商标、材料等级、炉号以及CCS标志。

6.1.5　试验

6.1.5.1　应根据钢材的种类，以单件取样试验或按批取样试验进行验收。

6.2 轧　制　钢

6.2.1　一般规定

6.2.1.1　轧制钢按强度级别可分为一般强度钢、高强度钢和高强度淬火回火钢。强度和韧性的划分方法见CCS《材料焊接与规范》第1篇第3章2～4节。

6.2.1.2　本节的厚度适用范围规定为：一般强度钢、高强度钢钢板不超过100mm，型材和棒材不超过50mm；高强度淬火回火钢不超过70mm。如使用钢材超过规定厚度范围，应得到CCS同意。

6.2.1.3　钢材的脱氧方法和化学成分、交货状态、力学性能、取样方法和数量均应符合CCS《材料焊接与规范》第1篇第3章第2～4节要求。

6.2.2　冲击性能

6.2.2.1　冲击试验温度要求取决于设计温度TD和材料的厚度。对焊接结构用钢主要结构和次要结构的冲击试验温度见表6.2.2.1。

冲击试验温度要求　　**表6.2.2.1**

材料厚度（mm）	冲击试验温度①℃			
	主要结构②		次要结构	
	近海起重机	普通起重机	近海起重机	普通起重机
$t\leqslant12$	$T_D+10$③	$T_D+20$④	不要求	不要求
$12<t\leqslant25$	T_D	T_D+10	不要求	不要求
$25<t\leqslant50$	T_D-20	T_D-10	T_D	T_D+10
$t>50$	T_D-30	T_D-30	T_D-10	T_D

注：① 对屈服强度≤355 N/mm²的一般强度钢和高强钢，试验温度不必低于-40℃；对屈服强度＞355 N/mm2的钢种，试验温度应不高于0℃。

② 主要结构：起重机结构整体安全及安全操作评估相关的构件，包括：臂架、人字架、起重柱、基座、承载梁、眼板、回转支承、销轴等。

③ T_D为设计温度。

④ 设计温度不低于－10℃时，试验温度为常温。

6.2.2.2　冲击能量值仅与材料最小屈服强度有关，见表6.2.2.2。

冲击能量值要求　　**表6.2.2.2**

最小屈服强度（N/mm²）		235	315	355	390	420-690
冲击能量（J）	纵向	27	31	34	39	42
	横向	20	22	24	26	28

6.2.2.3　对于承受压应力和/或低拉应力的结构件，可以考虑修正要求，如将较厚的法兰连接到较薄的支撑结构，若法兰不含对接焊时，法兰选用的试验温度可取t_1或0.25t_2所对应的冲击温度的较低值（其中：t_1为支撑结构板厚，t_2为法兰厚度），但不应高于t_2要求的试验温度加30℃。

6.2.3　厚度方向性能（Z向钢）

6.2.3.1　对厚度方向承受较大应力的主要构件应使用具有厚度方向延性的钢（简称Z向钢）。可根据结构的实际承载情况来选用Z25或Z35。

6.2.3.2　对Z向钢的化学成分、力学性能、无损检验的特殊要求和试验方法及指标见CCS《材料与焊接规范》第1篇第3章第10节。

6.3 锻　钢　件

6.3.1　一般规定

6.3.1.1　6.3规定的所有锻钢件均应由镇静钢锻制。

6.3.1.2　所有锻钢件的热处理、材料试验、无损检测、缺陷修整等均应符合CCS《材料与焊接规范》第1篇第5章第1、2节的相关要求。

6.3.2　回转支承环

6.3.2.1　对回转支承环的技术规程应经CCS单独认可。应详细说明所有相关细节，如化学成分、力学性能、热处理、表面硬化层的深度和硬度以及内圆角的表面加工。应标明试样的位置。应详细说明无损检测试验的方法、范围和试验程序。

6.3.2.2　回转支承环材料性能要求见表6.3.2.2。当轧制钢用于制作回转支承环时，也应符合锻钢的要求。

回转支承环材料性能要求　　**表6.3.2.2**

要求		近海起重机	普通起重机
热处理		按照认可的技术规程	
冲击试验温度（℃）		-20℃或T_D－10中较低值	-10℃或T_D中较低值
冲击能量值（J）	平均值	≥42	≥25
	单个最小值	≥27	≥20
延伸率（%）		14	
疲劳性能		当需要在锻件上取样试验时应提交文件	
断裂韧性		同上	

6.3.3　回转支承环的连接螺栓

6.3.3.1　回转支承环的连接螺栓应具有ISO898-1等级为8.8、10.9或12.9的性能，见表6.3.3.1。

回转支承环的连接螺栓性能　　**表6.3.3.1**

等级	冲击能量值		延伸率（%）
	平均值（J）	最小单个值（J）	
8.8	≥42	≥27	≥14
10.9	≥42	≥27	≥12
12.9	≥42	≥27	≥10

注：冲击试验温度应符合表6.3.2.2的规定。

6.3.3.2　回转支承环的连接螺栓强度等级应考虑在预紧应力状态下承受规定的静强度和疲劳强度。

6.3.3.3　回转支承环的连接螺栓应在淬火回火后至少48小时后按公认的标准进行目检和磁粉探伤检验表面裂纹。

6.3.4　轴、销、卸扣，货物吊钩，转环，承座和链条等锻钢件

6.3.4.1　轴、销、卸扣，货物吊钩，转环，承座和链条等锻钢件应由镇静细晶处理的非时效钢制成。

6.3.4.2　碳钢和碳锰钢的化学成分参照CCS《材料焊接与规范》第1篇第5章第2节；低合金钢的化学成分应符合认可的说明书要求。

6.3.4.3　此类锻钢件的力学性能要求见表6.3.4.3。

对轴、销、卸扣，货物吊钩，转环，承座和链条等锻钢件的要求　　表6.3.4.3

屈服强度（N/mm²）		235≤R_{eH}<300	300≤R_{eH}<355	355≤R_{eH}<500	500≤R_{eH}<690	R_{eH}≥690
抗拉强度（N/mm²）		400-560	≤620	≤770	≤940	>940
屈强比			≤0.85	≤0.85	≤0.90	符合认可的说明书
延伸率（%）		≥22	≥20	≥16	≥14	
断面收缩率（%）		≥40	≥35	≥35	≥35	
冲击能量值（J）	平均值	≥42	≥42	≥42	≥42	≥42
	单个最小值	≥27	≥27	≥27	≥27	≥27

注：表中冲击能量值为纵向值，横向值为纵向值的2/3。

6.3.4.4　要求的冲击温度见表6.3.4.4。

对轴、销、卸扣，货物吊钩，转环，承座和链条等锻钢件的冲击试验温度要求　　表6.3.4.4

材料厚度/直径（mm）	冲击试验温度（℃）	
	近海起重机	普通起重机
t≤50	T_D+10	T_D+20
50<t≤100	T_D	T_D
t>100	T_D−10	T_D

注：T_D为设计温度。

6.4　铸　钢　件

6.4.1　一般规定

6.4.1.1　6.4规定的铸钢件均应由镇静钢制成。

6.4.1.2　所有铸钢件的热处理、材料试验、无损检测、缺陷修整等均应符合CCS《材料与焊接规范》第1篇第6章第1、2节的相关要求。

6.5　焊　　接

6.5.1　一般规定

6.5.1.1　在开工建造前，工厂应对使用的焊接工艺进行焊接工艺认可，焊接工艺规程经CCS批准后方可使用。具体要求见CCS《材料焊接与规范》第3篇第3章。

6.5.1.2　经培训考核合格，并持有CCS颁发或承认的《焊工合格证书》的焊工方可从事与证书相应的焊接工作。

6.5.1.3　无损检测人员应持有CCS颁发或承认的《无损检测人员资格证书》，从事与证书的种类和等级相符的无损检测工作。

6.5.1.4　选用的焊接材料应符合CCS《材料焊接与规范》第3篇第2章的有关要求，并得到CCS认可。

6.5.2 结构焊接

6.5.2.1 船用起重机结构焊接的施焊条件、焊前准备、预热和道间温度、焊接、焊后热处理和缺陷修补等参照CCS《材料焊接与规范》第3篇第6章第2节。

6.5.2.2 对板厚差大于4mm的对接接头，应将厚板的边缘削斜：经受动载荷的对接接头削斜宽度应不小于厚度差的4倍；其他对接接头削斜宽度应不小于厚度差的3倍。

6.5.2.3 焊接材料的选用应满足结构性能的要求。高强钢和淬火回火钢的焊接应使用低氢焊材。

6.5.3 焊接检验

6.5.3.1 所有焊缝表面应进行目检。焊缝边缘应平顺过渡到母材，焊缝外形尺寸应符合设计图纸要求。

6.5.3.2 对于屈服强度大于或等于420 N/mm^2的淬火回火钢，其焊缝的无损检测一般应在焊后48小时以后进行。当焊件要作焊后热处理时，无损检测应在热处理后进行。

6.5.3.3 无损检测的种类和范围取决于构件的重要性和承载情况。无损检测的范围见表6.5.3.3。

焊接结构无损检测的范围 （%） 表6.5.3.3

结构类型①	接头形式	目检	检验方法		
			RT	UT	MT②
特殊结构③	对接	100	10~20	100	100
	十字/T，全焊透	100	-	100	100
	十字/T，填角/深熔焊	100	-	-	100
主要结构	对接	100	5～10	50～80	20～50
	十字/T，全焊透	100	-	50～80	20～50
	十字/T，填角/深熔焊	100	-	-	20～50
次要结构	对接	100	-	2～5	2～5
	十字/T，全焊透	100	-	2～5	2～5
	十字/T，填角/深熔焊	100	-	-	2～5

注： ① 不同类型构件连接的焊缝的检验应按要求高的类型。

② MT可用液体渗透检验代替。

③ 特殊结构：应力不允许考虑重新分布和/或没有冗余的结构，包括：臂架横联与臂架的交接处、臂架与臂架头部的交接处、承受集中载荷的滑轮与臂架交接处等。

④ 对仅按某一百分比检测的焊缝，应将相对重要的构件和结点包含在内。

⑤ RT、UT、MT分别表示射线检验、超声波检验和磁粉检验。

第 7 章　试　　验

7.1　一 般 规 定

7.1.1　起重设备在首次使用前应进行试验。起重设备投入使用后应定期地进行重复试验。

7.1.2　起重设备投入使用后，如有影响强度的部件进行更换或修理，应按7.5的规定进行重复试验。

7.1.3　可卸零部件在首次使用前以及进行更换或修理影响强度的部件，应按7.2规定进行验证试验。

7.1.4　作为试验负荷的测力机应由法定单位进行计量，误差应在2%以内，计量周期不超过2年。如用重物作为试验负荷时， 此重物应经计量，其正确度应在±2%以内。

7.1.5　在各项试验中，如发现起重设备有不符合本篇规定或技术状况不良时，应停止该设备继续使用或试验。

7.1.6　有关对起重设备规定的各种检验见第1章规定。

7.2　可卸零部件的试验

7.2.1　每个可卸零部件应进行验证试验，验证负荷应按表7.2.1及其附注的要求。验证负荷可用试验机或悬重法进行，保持验证负荷的时间应不少于5min。

可卸零部件的验证负荷　　**表7.2.1**

序号	名　称	验证负荷(kN)
1	单饼滑车① SWL≤122.5kN SWL＞122.5kN	 4×SWL 2.44×SWL+196
2	多饼滑车②	
	SWL≤245kN	2×SWL
	245kN＜SWL≤1568kN	0.933×SWL+265
	SWL＞1568kN	1.1×SWL
3	链条、吊钩、环、卸扣、转环等	
	SWL≤245kN	2×SWL
	SWL＞245kN	1.22×SWL+196
4	吊梁、吊框、吊架与类似设备	
	SWL≤98kN	2×SWL
	98kN＜SWL≤1568kN	1.04×SWL+94
	SWL＞1568kN	1.1×SWL

注：① 单饼滑车的安全工作负荷，包括有绳眼的单饼滑车，应取吊环上载荷的一半。

② 多饼滑车的安全工作负荷应取吊环载荷。

7.2.2　可卸零部件验证试验后，应进行全面检查， 不允许存在残余变形、裂纹或其他缺陷； 对能转动的部件，应检查其是否能自由转动。

7.2.3　近海用起重机的可卸零部件的验证负荷应为表7.2.1中相应项目的值乘以(φ_h/1.6)倍，φ_h为起升动载力的起升系数按3.3.3.2算得。潜水器吊放系统的可卸零部件的验证负荷应为表7.2.1中相应项目的1.5倍。

7.2.4　山字型吊钩的验证试验可按图7.2.4(a)或图7.2.4(b)所示方法进行，但对后者尚应按图7.2.4(c)所示方法做附加试验，试验负荷为验证负荷的一半。

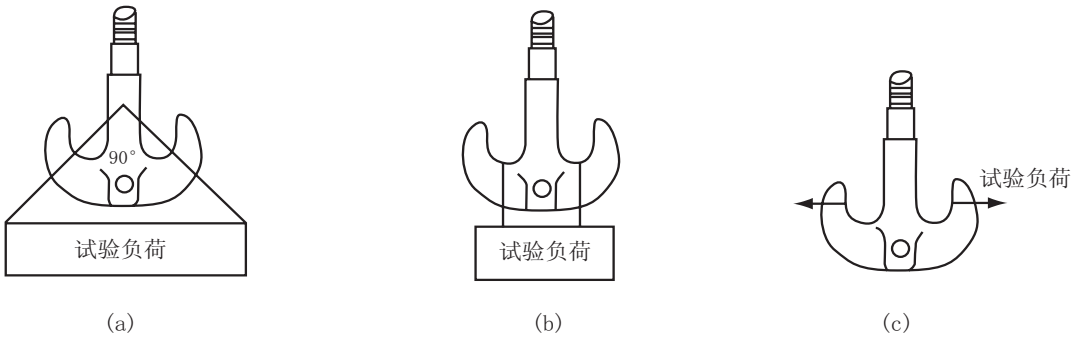


图　7.2.4　山字型吊钩的验证试验

7.2.5　链条(长环或短环)除按表7.2.1规定进行验证试验外，尚应进行破断试验，通常每55m链条长度割取一段5环试样做破断试验，破断负荷应不小于4倍链条的安全工作负荷。

7.2.6　吊梁或类似设备的设计，如能承受几种起吊与支撑方式时，每种受力方式均须单独进行验证试验。

7.3　绳索的破断试验

7.3.1　钢索的破断负荷应按下述两种方法之一取得：

(1)　从整根钢索上割取试样进行破断试验。试样割取前，　将其两端扎紧，不使试样在试验长度内的钢丝松弛。试样的试验长度为36倍钢索直径。试验机的加载速度，在到达公称破断负荷80%之前可较快加载，此后应慢慢地平稳加载，直至到达最大负荷。试样破断位置如出现在夹具附近，则此项试验可以弃去，允许取样复试。

(2)　钢索的破断负荷可以单丝钢丝的破断拉力总和乘以换算系数确定。换算系数可按国际标准或认可的标准选取。

7.3.2　纤维索的破断负荷应从整根纤维索上割取试样进行破断试验取得。试样的试验长度、试验机的加载速度以及初始载荷按表7.3.2规定。试样破断位置如出现在离夹具150mm范围以内时，此项试验弃去，允许取样复试。

纤维索的破断试验参数　　**表7.3.2**

材料	试样试验长度 (mm)	初始载荷(%)	加载速度(mm/min)
天然纤维	1800	2	150±50
人造纤维	900	1	75±25

7.4　起重设备的试验

7.4.1　吊杆装置与吊杆式起重机的试验

7.4.1.1　每根吊杆应按表7.4.1.1规定的试验负荷进行试验，试验程序应经同意。吊货杆应放置在经审查批准的设计图纸所规定的仰角位置。试验应使用具有质量证明的重物悬挂于吊钩或吊具上进行。重物吊离甲板后保持悬挂时间不少于5min。

起重设备或货物或车辆升降机的试验负荷(kN)　　表7.4.1.1

安全工作负荷SWL (kN)	试验负荷 (kN)
SWL≤196	1.25×SWL
196＜SWL≤490	SWL+49
SWL＞490	1.1×SWL

7.4.1.2　试验时，尚应进行慢速升降重物，并进行绞车的制动试验；吊杆应向左右两舷摆动并尽可能使摆幅增大。

7.4.1.3　吊杆装置或吊杆式起重机有负荷指示器或超负荷保护器时，应进行校核或进行动作试验。对绞车应作紧急制动试验，以检查重物是否能保持在原来位置。

7.4.1.4　需作双杆操作的吊杆装置经7.4.1.1～7.4.1.3规定的试验后，应进行双杆试验，试验负荷按表7.4.1.1规定。试验时应检查2根起货索连接点的净空高度、起货索夹角与保险稳索位置是否符合经批准的图纸要求。

7.4.1.5　吊杆式起重机除应按7.4.1.1～7.4.1.3进行试验外，还应在带试验负荷情况下进行慢速变幅试验与回转试验。变幅角度按设计的工作角度。回转试验应在最低设计变幅角度下进行，回转极限角度按批准的设计图纸规定。

7.4.1.6　吊杆装置或吊杆式起重机按7.4.1.1～7.4.1.5试验完毕后，应进行全面检查，核实是否有变形或其他缺陷存在。

7.4.2　起重机的试验

7.4.2.1　每台起重机应按表7.4.1.1规定的试验负荷进行试验，试验程序应经同意。臂架应放置在经审查批准的设计图纸所规定的最大臂幅位置。试验应使用具有质量证明的重物悬挂于吊钩或吊具上进行，重物吊离甲板后保持悬挂时间不少于5min。

7.4.2.2　试验时，起重机应在试验负荷下进行慢速起升、回转与变幅试验，同时还应进行起升、回转与变幅机构的制动试验。可行走的起重机尚应在试验负荷下进行慢速全程行走试验。

7.4.2.3　对具有不同臂幅相应不同安全工作负荷的起重机，一般应在各个不同臂幅相应各个试验负荷下进行试验，对要求减少中间臂幅试验负荷的试验，将予以特别考虑。

7.4.2.4　对超负荷保护装置、超力矩保护装置应进行动作试验。

7.4.2.5　液力起重机如起升全部试验负荷为不现实时，可减少试验负荷进行试验，但在任何情况下所采用的试验负荷，应不少于1.1倍安全工作负荷。

7.4.2.6　对于浮船坞上的起重机，考虑到抗倾覆稳定性的需要，试验时臂架的垂直投影应与轨道成一定夹角，该角度应经计算校核，并应经认可。

7.4.2.7　起重机经超负荷试验后，应进行安全工作负荷下的操作试验，试验起升、回转与变幅的各档运转速度以表明运转情况、超负荷效能、负荷指示器与限位器等均处于良好工作状态。

7.4.2.8　起重机试验后应进行全面检查，核实是否有变形或其他缺陷存在。

7.4.3　升降机与跳板的试验

7.4.3.1　每一升降机应在载有额定载荷的情况下进行试验，表明升降机、所有控制系统与安全系统运转情况良好。

7.4.3.2　此外，每一升降机在安装和任何重大修理、更换或改建后，应进行如下试验：

(1)　制动器应能停住载有1.25倍外加载荷或额定载荷的升降机。

(2)　升降机在载有如下验证负荷情况下操作运行一个完整的行程：

乘客升降机：　以1.1倍的外加载荷或额定载荷作为试验负荷；

货物或车辆升降机：试验负荷按表7.4.1.1规定。

7.4.3.3　带有载荷升降的车辆跳板，应按车辆升降机的规定进行试验。

7.4.3.4　只能在无载荷情况下升降的车辆跳板，在安装与重大修理、更换或改建后应作如下试验：

(1)　当跳板承受1.25倍安全工作负荷的载荷时，制动器在跳板处于最不利位置时将其刹住；

(2)　跳板放在工作位置承受表7.4.1.1规定的试验负荷，试验时间应不少于5min；

(3)　跳板在无载荷情况下，操纵运转一完整的工作循环。

7.4.3.5　升降机与跳板试验后，应进行全面检查，是否有变形与其他缺陷，跳板在作验证负荷试验时，其最大弹性变形不得超过$L/400$(L为两端测量点间的长度)。

7.4.4　潜水器吊放系统的试验

7.4.4.1　单个部件进行负荷试验后，潜水器吊放系统应j进行下列试验：

（1）　在其全部工作范围内经受住1.5SWL的静负荷试验。

（2）　应试验证明制动装置能够刹住以最大速度下降的1.1SWL的动负荷，本试验是用来模拟动力故障的。

（3）　在起重设备所有作业范围内进行1.25SWL的作业载荷试验。

7.4.4.2　当潜水系统被批准在超过3.4.1.1规定的蒲氏风级5级海况作业时，7.4.4.1规定的试验载荷应增加$\varphi_h/1.7$倍，φ_h根据3.3.3.2确定。

7.4.4.3　为此，设备的安全工作负荷SWL应取下列中之大者：

（1）　深潜装置、吊梁和绳索在水面上的空气最大重量；或

（2）　深潜装置、吊梁和绳索在其最大工作深度中的水中总重量。

7.4.4.4　在超负荷试验后，起重设备应以其安全工作负荷在其全部速度范围内操作，以证明其操作良好、超负荷和负荷指示器有效、限位开关起作用等等。

7.4.4.5　试验后，应彻底检查起重设备是否有变形和其他缺陷。

7.5　起重设备的重复试验

7.5.1　吊杆装置、吊杆式起重机、起重机以及升降机与跳板，如遇有7.1.1与7.1.2所规定的情况时，应进行重复试验。

7.5.2　吊杆装置、吊杆式起重机与起重机的试验负荷与吊杆仰角或臂幅，应按7.4.1.1与7.4.2.1规定。

7.5.3　吊杆装置、吊杆式起重机与起重机应进行慢速升降试验，同时进行制动试验。吊杆式起重机与起重机尚应作变幅与回转试验，试验方法见7.4.1.5与7.4.2.2，但亦可根据验船师的意见免做变幅与回转试验。

7.5.4　轻型吊杆的重复试验可用弹簧或液力测力计进行，测力计误差应符合7.1.4规定。用测力计试验时，测力计上的试验负荷应保持5min不变。

7.5.5　升降机与跳板每隔4年或在进行影响项目强度修理或改建后应进行重复试验。 重复试验应按7.4.3.2规定进行。

7.5.6　起重设备在更换或修理影响强度的结构件或部件后的重复试验，可按更换或修理结构或部件的具体项目，根据验船师的意见作能反映强度情况的单项试验。

7.5.7　重复试验完毕后应进行检查，是否有残余变形或其他缺陷。

第 8 章　标　　记

8.1　可卸零部件的标记

8.1.1　按照第7章7.2规定进行试验与检查合格的可卸零部件，应由制造厂或试验单位打上标记并提供试验证明书。

8.1.2　标记应包括下列各项：

(1)　可卸零部件的安全工作负荷，kN；

(2)　试验年月；

(3)　可卸零部件的编号；

(4)　制造厂或试验单位的标记。

8.1.3　标记应打在明显的部位，以便检查，但应避免打在高应力区或应力集中的部位。标记的部位规定如下：

(1)　吊钩：打在吊钩本体宽阔处，但不打在弯曲处；

(2)　滑车：打在滑车的拉条或夹板上；

(3)　卸扣：打在销孔附近的侧臂上；

(4)　转环：打在耳环的两个侧面上；

(5)　链条：打在链条两端的链环两侧；

(6)　有节定位索：打在每个定位节上。

对于小尺寸的可卸零部件，打标记的位置受限制时，允许不打零件编号与日期。

8.2　起重设备的标记

8.2.1　起重设备经初次试验与检验完毕后，应在吊货杆、臂架或相应的部件上离根部约50cm处打上试验标记。营运中的起重设备经改建或变更安全工作负荷，并经试验与检查完毕后，应在上述位置打上新的标记。

8.2.2　标记应包括下列各项：

(1)　安全工作负荷，kN；

(2)　试验年月；

(3)　试验时吊货杆与水平所成的仰角或臂架幅度；

(4)　CCS检验单位钢印标记。

吊杆装置的标记格式见图8.2.2(a)。

起重机标记格式见图8.2.2(b)。



图　8.2.2　标记格式

8.2.3　除上述标记外，　还应将安全工作负荷(可用SWL表示)及仰角或臂幅用色漆写在吊货杆或臂架的醒目处。举例如下：

(1)　单杆安全工作负荷98kN、仰角30°：SWL98kN(30°)；

(2)　双杆操作安全工作负荷49kN：SWL(U)49kN；

(3)　起重机安全工作负荷主钩490kN，副钩98kN，臂幅主钩4～12m，副钩5～20m：

SWL　490kN(4～12m)；

SWL　98kN(5～20m)。

(4)　起重机主钩有不同臂幅相应不同安全工作负荷时，如主钩安全工作负荷3432kN，臂幅8～16m；安全工作负荷2451kN，臂幅8～20m；副钩安全工作负荷294kN，臂幅10～40m；

SWL　3432kN(8～16m)；

SWL　2451kN(8～20m)；

SWL　294kN(10～40m)。

附　录 1
各种受压缩构件的临界压应力

1　本规范3.2.17规定的中心压杆临界压应力σ_{cr}，可按下列程序查取。

2　根据承受压缩构件的截面形状与构造，应用附表1查取相应截面的罗伯逊（Robertson）常数α。

3　查得罗伯逊常数α后，对照附表2至附表5根据所使用的材料强度等级查取相应的临界压应力σ_{cr}，当长细比λ小于极限长细比S_o时，临界压应力σ_{cr}取屈服应力。

4　中间值可用内插法求得。中间值包括屈服应力与长细比的中间值。

5　本附录的附表为：

附表1　各种截面的罗伯逊常数α；

附表2　临界压应力值σ_{cr}（罗伯逊常数α = 2.0）；

附表3　临界压应力值σ_{cr}（罗伯逊常数α = 3.5）；

附表4　临界压应力值σ_{cr}（罗伯逊常数α = 5.5）；

附表5　临界压应力值σ_{cr}（罗伯逊常数α = 8.0）。

6　当材料的屈服应力超过附表2～5的屈服应力范围时可按下式计算临界压应力值σ_{cr}：

$$\text{当}\lambda \leqslant \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_s - \sigma_{rc}}}\text{时，构件的临界压应力值}\quad \sigma_{cr} = \sigma_s - \frac{\sigma_p \sigma_{rc} \lambda^2}{\pi^2 E}\quad \text{MPa}$$

$$\text{当}\lambda > \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_s - \sigma_{rc}}}\text{时，构件的临界压应力值}\quad \sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}\quad \text{MPa}$$

式中：λ———长细比；

E———钢的弹性模量，2.06×10^5 MPa；

σ_s———钢材屈服应力，MPa；

σ_{rc}———最大残余压应力，MPa；

σ_p———比例极限，MPa；

$\sigma_p = \sigma_s - \sigma_{rc}$。

对于下列钢材，可取σ_{rc} = 105 MPa：

①　滚压热整形型钢；

②　经淬火、回火和消除应力热处理的型钢；

③　冷拉并经消除应力热处理的型钢；

④　焊接型钢，并经消除应力热处理。

对于其他钢材，可取σ_{rc} = 0.5σ_s。

各种截面的罗伯逊常数α **附表1**

截面形式	翼或板的厚度	屈曲轴	α
轧制I截面（通用梁）		XX YY	2.0 3.5
轧制H截面（通用柱）①	40 mm及以下	XX YY	3.5 5.5
	40 mm及以上	XX YY	5.5 8.0
焊接组合I或H截面①②③	40 mm及以下	XX YY	3.5 5.5
	40 mm及以上	XX YY	3.5 8.0
具有焊接翼盖板的I或H截面①④		XX YY	3.5 2.0
焊接箱截面①③⑤	40 mm及以下 40 mm及以上	任意轴	3.5 5.5
轧制槽纲、角纲或T形截面 （轧制成或由通用梁、柱切开）		任意轴	5.5
热轧结构空心截面		任意轴	2.0
圆、方与扁平截面①	40 mm及以下 40 mm及以上	任意轴	3.5 5.5
复合的轧制截面（2个及以上的I、H或槽形截面，I形截面上加槽形截面等等）		任意轴	5.5
2个轧制角钢、槽钢或T形钢，截面背向		任意轴	5.5
2个轧制型钢，截面面向		任意轴	5.5
组合构架结构		任意轴	2.0

注：① 当厚度在40～50mm之间时，σ_{cr}可取厚度小于40mm与大于40mm的数值的平均值。

② 当用板焊接成的Ⅰ与H截面型材且能保证翼的边缘使用火焰切割时，如翼的厚度不大于40mm，相对于Y-Y轴的屈曲，可取用$\alpha=3.5$；翼的厚度大于40mm时，应取用$\alpha=5.5$。

③ 由钢板焊接制成的型材屈服点应降低25MPa。

④ 为了保证“具有焊接翼盖板的Ⅰ或H截面”这类构件的质量，翼与板的宽度应取25mm或较大宽度的25%其中之大者。如较小的宽度少于较大宽度的25%，则应取用“焊接组合Ⅰ或H截面”一类。不然，应看作“轧制Ⅰ截面”或“轧制H截面”视何者合适。

⑤ “焊接箱形截面”包括由4块钢板制成，由2根角钢或由1根Ⅰ钢（或H钢）与2块钢板制成的箱截面；但不应由2根槽钢，也不应由焊接纵向加强材组成的箱形截面。

临界压应力值σ_{cr}（罗伯逊常数α = 2.0）　　附表2

屈服应力 / 极限长细比 S_o / 长细比 λ	普通强度钢 (MPa)				高强度钢 (MPa)			超高强度钢 (MPa)			
	215	230	245	280	325	340	355	400	415	430	450
	19	19	18	17	16	15	15	14	14	14	13
＜ 20	215	230	245	280	325	340	355	400	415	430	450
20	213	228	243	277	322	337	350	394	409	424	444
30	208	223	237	271	314	329	342	385	399	413	432
40	203	217	231	264	305	319	331	372	386	399	417
50	197	210	224	254	293	306	317	354	366	378	394
60	190	202	214	242	276	288	297	327	337	346	358
70	180	191	202	226	253	262	268	290	296	302	310
80	168	178	186	205	225	230	234	248	251	255	259
90	155	162	168	181	194	198	200	208	210	212	215
100	139	145	149	158	166	169	170	175	176	178	179
110	124	128	131	137	143	144	145	148	149	150	151
120	110	112	115	119	123	124	124	127	127	128	129
130	97	99	101	104	106	107	108	109	110	110	111
140	86	87	89	91	93	93	94	95	95	96	96
150	77	78	79	80	82	82	83	83	84	84	84
160	68	69	70	71	72	73	73	74	74	74	74
170	61	62	63	64	65	65	65	66	66	66	66
180	55	56	56	57	58	58	58	59	59	59	59
190	50	51	51	52	52	52	53	53	53	53	53
200	46	46	46	47	47	48	48	48	48	48	48
210	42	42	42	43	43	43	43	44	44	44	44
220	38	38	39	39	39	40	40	40	40	40	40
230	35	35	35	36	36	36	36	37	37	37	37
240	32	33	33	33	33	33	33	34	34	34	34

临界压应力值σ_{cr}（罗伯逊常数α = 3.5）　　附表3

屈服应力 / 极限长细比 S_o / 长细比 λ	普通强度钢 (MPa)				高强度钢 (MPa)			超高强度钢 (MPa)			
	215	230	245	280	325	340	355	400	415	430	450
	19	19	18	17	16	15	15	14	14	14	13
＜20	215	230	245	280	325	340	355	400	415	430	450
20	211	226	241	275	320	334	346	390	405	419	439
30	204	218	232	265	307	321	332	374	388	402	420
40	195	209	222	253	292	305	316	354	367	380	396
50	186	198	211	239	275	286	295	329	340	351	365
60	175	186	198	223	253	263	270	297	306	314	325
70	163	173	183	203	228	235	241	260	266	272	279
80	150	158	166	182	201	206	210	223	227	231	235
90	136	143	149	161	174	178	181	190	192	195	197
100	123	128	132	141	151	153	155	161	163	164	166
110	110	113	117	124	130	132	133	138	139	140	141
120	98	101	103	108	113	114	115	118	119	120	121
130	87	89	91	95	99	100	100	103	104	104	105
140	78	79	81	84	87	88	88	90	90	91	92
150	70	71	72	75	77	77	78	79	80	80	81
160	63	64	65	67	68	69	69	70	71	71	71
170	57	57	58	60	61	62	62	63	63	63	64
180	51	52	53	54	55	55	56	56	57	57	57
190	47	47	48	49	50	50	50	51	51	51	52
200	43	43	44	44	45	46	46	46	47	47	47
210	39	39	40	41	41	42	42	42	42	42	43
220	36	36	37	37	38	38	38	39	39	39	39
230	33	33	34	34	35	35	35	35	36	36	36
240	31	31	31	32	32	32	32	32	33	33	33

临界压应力值σ_{cr}（罗伯逊常数α = 5.5）　　附表4

屈服应力 / 极限长细比 S_o / 长细比 λ	普通强度钢 (MPa)				高强度钢 (MPa)			超高强度钢 (MPa)			
	215	230	245	280	325	340	355	400	415	430	450
	19	19	18	17	16	15	15	14	14	14	13
＜ 20	215	230	245	280	325	340	355	400	415	430	450
20	210	224	239	273	317	331	342	385	399	414	433
30	198	211	225	257	298	311	321	361	374	387	405
40	186	198	211	240	277	289	298	334	345	357	373
50	173	185	196	222	254	265	272	303	313	322	335
60	160	170	180	202	230	238	244	268	276	233	293
70	147	155	164	182	204	211	215	233	239	244	251
80	133	140	147	162	179	184	187	200	204	208	213
90	120	126	131	143	156	159	162	171	174	177	180
100	108	112	117	126	135	138	140	147	149	150	153
110	96	100	104	111	118	120	121	126	128	129	131
120	86	89	92	97	103	105	106	109	111	112	113
130	77	80	82	86	91	92	93	96	96	97	98
140	69	71	73	77	80	81	82	84	85	85	86
150	63	64	66	68	71	72	73	74	75	76	76
160	57	58	59	61	64	64	65	66	67	67	68
170	51	52	53	55	57	58	58	59	60	60	61
180	47	48	49	50	52	52	53	54	54	54	55
190	43	44	44	46	47	47	48	49	49	49	49
200	39	40	40	42	43	43	43	44	44	45	45
210	36	37	37	38	39	39	40	40	41	41	41
220	33	34	34	35	36	36	36	37	37	37	37
230	31	31	32	32	33	33	34	34	34	34	34
240	29	29	29	30	31	31	31	31	32	32	32

临界压应力值σ_{cr}（罗伯逊常数α = 8.0）　　附表5

屈服应力 / 极限长细比 S_o / 长细比 λ	普通强度钢 (MPa)				高强度钢 (MPa)			超高强度钢 (MPa)			
	215	230	245	280	325	340	355	400	415	430	450
	19	19	18	17	16	15	15	14	14	14	13
＜ 20	215	230	245	280	325	340	355	400	415	430	450
20	207	222	236	270	313	327	336	378	393	407	426
30	191	204	217	248	287	300	308	346	358	371	388
40	175	187	199	226	261	272	279	312	323	334	348
50	160	170	181	204	234	244	249	277	286	295	306
60	145	154	163	183	208	215	220	242	249	255	264
70	131	139	146	163	182	189	192	209	214	219	225
80	118	124	130	144	159	164	167	179	183	187	191
90	106	111	116	127	139	142	145	154	157	160	163
100	95	99	103	112	121	124	126	133	135	137	139
110	85	88	92	99	106	108	110	115	117	118	120
120	76	79	82	87	93	95	96	100	102	103	104
130	68	71	73	78	82	84	85	88	89	90	91
140	62	64	66	69	73	74	75	78	79	80	80
150	56	58	59	62	66	66	67	69	70	71	71
160	51	52	54	56	59	60	60	62	63	63	64
170	46	47	49	51	53	54	54	56	56	57	57
180	42	43	44	46	48	49	49	50	51	51	52
190	39	40	41	42	44	44	45	46	46	46	47
200	36	37	37	39	40	40	41	42	42	42	43
210	33	34	34	36	37	37	37	38	39	39	39
220	31	31	32	33	34	34	34	35	35	36	36
230	28	29	29	30	31	32	32	32	33	33	33
240	26	27	27	28	29	29	29	30	30	30	31

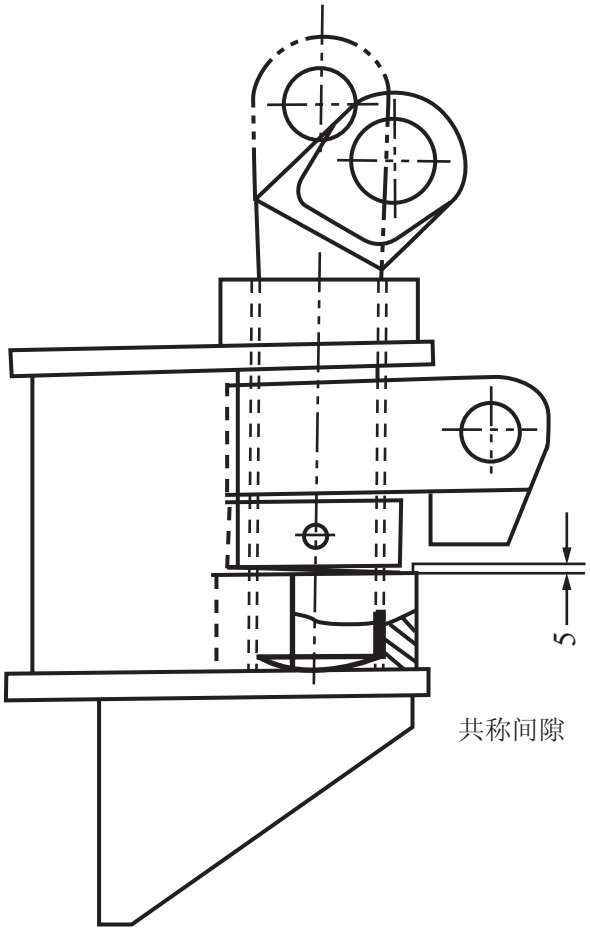
附　录 2
吊杆装置固定零部件

1.　吊杆转轴与座架总成

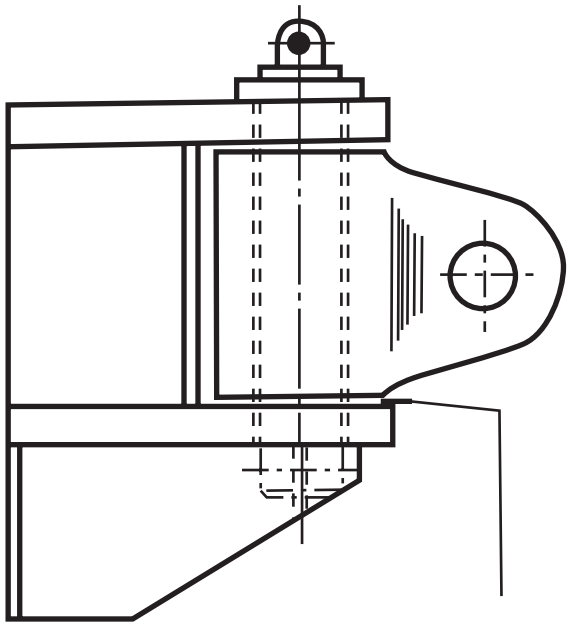
1.1　吊杆转轴与座架总成见附图1.1。

2.　千斤索回转眼板与座架总成

2.1　千斤索回转眼板与座架总成见附图2.1。



附图1.1　吊杆转轴与座架总成布置

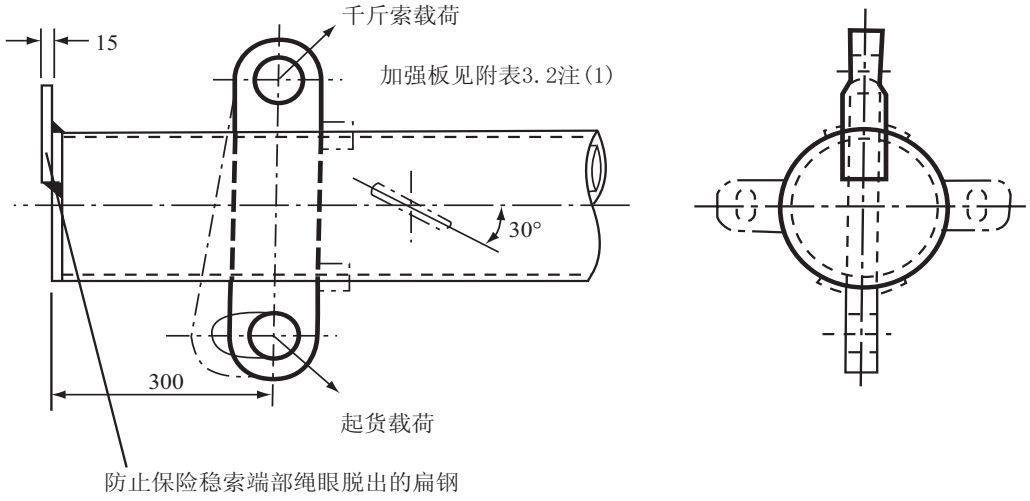


回始眼板与座架间的公称间隙:
16 kN ≤ *DL* ≤ 120 kN 为5 mm
120 kN≤ *DL* ≤ 400 kN 为8 mm
式中: *DL* 为设计载荷, kN

附图2.1　千斤索回转眼板与座架总成布置

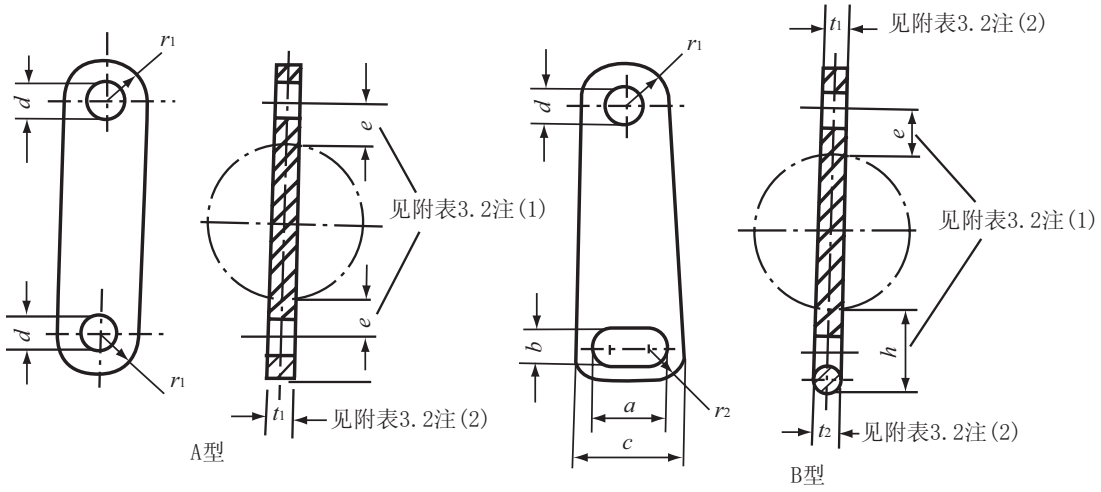
3.　吊杆头部眼板

3.1　吊杆头部眼板典型布置见附图3.1。



附图3.1　吊杆头部眼板布置

3.2　千斤索滑车眼板与起货索滑车的眼板的结构尺寸见附图3.2与附表3.2。



附图3.2　吊杆头部眼板结构

吊杆头部眼板尺寸（mm）　　附表3.2

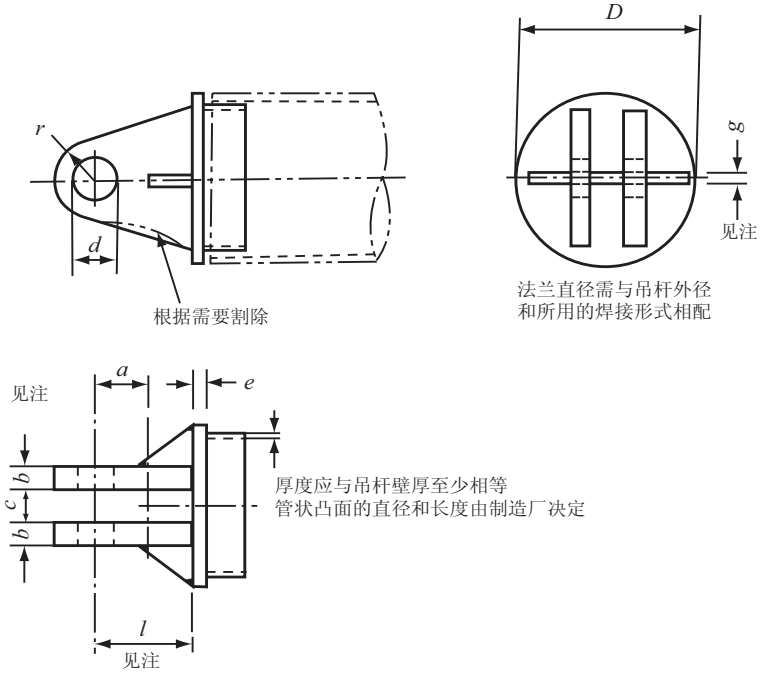
公称规格	许用载荷（kN）	椭圆型眼		c	d	e	h	r_1	r_2	t_1	t_2
		a	b								
2	20	50	27	100	25	40	88	25	38.5	22	25
2.5	25	55	29	105	27	40	93	28	39.5	25	25
3	32	66	33	126	30	45	103	30	46.5	28	30
4	40	77	36	147	33	50	118	33	53	30	35
5	50	87	41	167	39	55	123	38	60.5	35	40
6	63	91	45	171	42	60	132.5	43	62.5	40	40
8	80	101	51	201	48	70	148.5	48	75.5	45	50
10	100	117	56	217	52	75	163	55	78	50	50
12	125	128	61	248	56	80	177.5	60	90.5	55	60
16	160	145	67	265	65	85	193.5	65	93.5	60	60
20	200	157	73	297	74	95	211.5	70	106.5	65	70
25	250	170	80	331	78	100	240	75	120	70	80
32	320	194	88	374	86	110	279	85	134	80	90
40	400	220	98	420	96	120	309	95	149	90	100

注：（1） 有复板加强时，e应从复板外表量得。

（2） 千斤索与起货索上眼板的厚度，可根据千斤索载荷与起货索载荷而不同，取用相同厚度时应取其大者。

4. 吊杆跟部叉头与横销

4.1 吊杆跟部叉头结构布置见附图4.1。



附图4.1 吊杆跟部叉头结构与布置

注：横销的长度l与垫圈的厚度有关，使用较厚垫圈时，长度l应作相应增加。

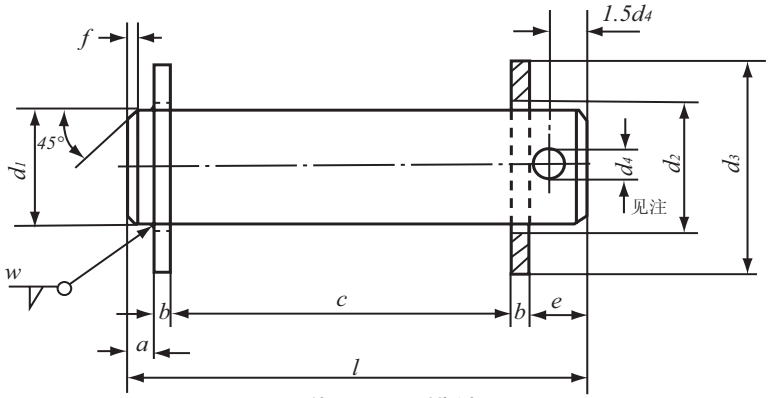
4.2 吊杆轴向力与吊杆根部叉头结构尺寸见附表4.2。

吊杆许用轴向力与吊杆根部叉头尺寸（mm）　　附表4.2

公称规格	吊杆许用轴向力，kN	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*(min)	*g*	*l*(max)	*r*
1.6	16	32	16	28	24	10	15	80	25
2	20	35	16	30	26	10	15	90	28
2.5	25	45	22	32	29	10	15	107	30
3	32	50	22	35	32	10	15	112	32
4	40	50	25	38	35	12	22	120	35
5	50	55	25	42	41	15	22	135	42
6	63	60	32	47	44	15	22	145	45
8	80	65	32	53	47	18	22	153	48
10	100	70	40	60	54	18	25	173	55
12	125	75	40	67	58	22	25	188	60
16	160	85	45	76	67	22	25	208	68
20	200	95	50	85	75	25	30	235	75
25	250	100	60	95	79	25	30	260	80
32	320	105	70	105	83	25	40	270	85
40	400	115	70	93	25	40	300	95	

注：表中*a*、*e*、*g*和*l*的尺寸与加强筋有关，根据制造厂设计的意想与责任，*l*的尺寸可以减小并省去加强筋。

4.3　吊杆叉头的横销见附图4.3，吊杆轴向力与横销的结构尺寸见附表4.3。



附图4.3　横销

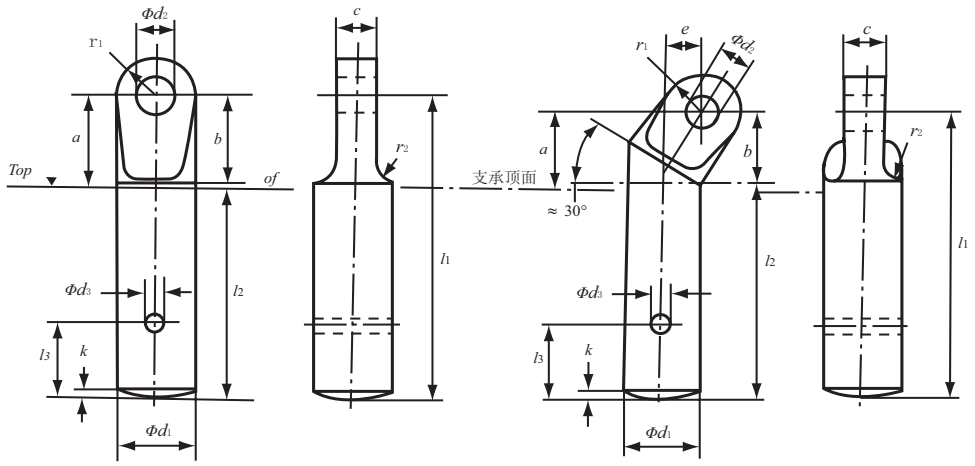
孔径d_4应与所使用开口销的公称直径配合

吊杆许用轴向力与横销尺寸（mm）　　附表4.3

公称规格	吊杆许用轴向力，kN	*a*	*b*(min)	*c*	d_1(min)	d_2	d_3	d_4	*e*	*f*	*l*	*W*
1.6	16	10	6	62	22	24	44	8	16	3	100	3
2	20	10	6	64	24	26	56	8	16	4	105	3
2.5	25	11	6	79	27	30	56	8	16	4	120	3
3	32	11	6	82	30	33	60	10	20	4	125	3
4	40	12	6	91	33	39	66	10	20	4	135	3
5	50	12	6	96	39	42	77	10	20	4	140	3
6	63	12	6	115	42	45	78	13	26	5	165	3
8	80	12	8	121	45	48	85	13	26	5	175	3.5
10	100	14	8	144	52	56	98	13	26	5	200	4
12	125	14	9	152	56	62	105	13	26	5	210	4.5
16	160	19	9	171	64	70	115	16	32	6	240	5
20	200	18	10	190	72	78	125	16	32	6	260	5.5
25	250	18	10	220	76	82	135	16	32	6	290	6.5
32	320	18	12	251	80	86	140	16	32	6	325	8
40	400	25	12	261	90	96	160	20	40	7	350	9

5. 吊杆转轴

5.1 吊杆转轴结构见附图5.1。



A型
公称规格1.6至16

B型
公称规格2.5至40

附图5.1 吊杆转轴结构

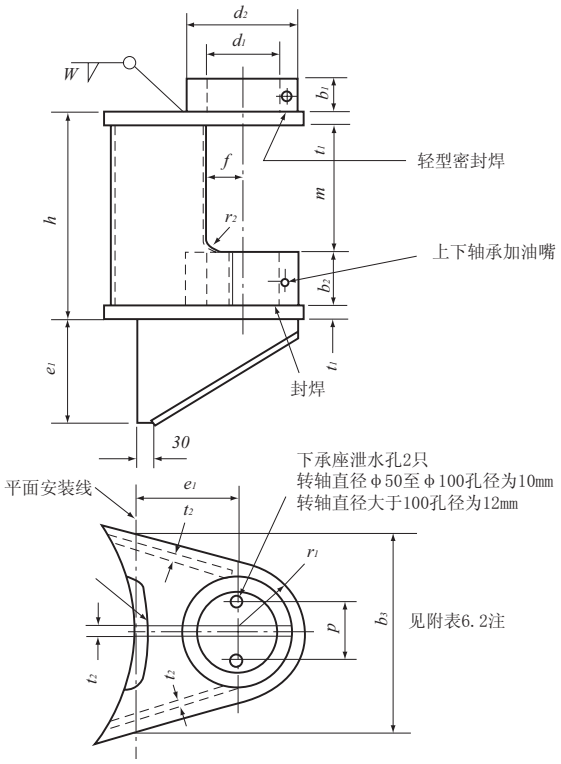
5.2 吊杆转轴、许用轴向力与结构尺寸见附表5.2。

吊杆许用轴向力与吊杆转轴尺寸（mm） 附表5.2

公称规格	吊杆许用轴向力，kN	型式	a	b	c	d_1	d_2	d_3	e	K (approx.)	l_1	l_2	l_3	r_1	r_2
1.6	16	A	60	55	26	50	24	13	—	3	245	190	70	25	5
2	20	A	60	55	28	50	26	13	—	3	245	190	70	25	5
2.5	25	A	60	55	30	60	29	13	—	3	255	200	75	30	6
		B	60	55	30	55	29	13	35	3	245	190	70	30	6
3	32	A	65	59	33	70	32	17	—	4	325	246	90	35	6
		B	65	60	33	60	32	13	38	3	260	200	75	32	6
4	40	A	70	64	36	70	35	17	—	4	310	246	90	35	6
		B	70	65	36	65	35	13	40	3	290	225	80	35	6
5	50	A	85	77	40	80	41	17	—	4	345	268	90	40	8
		B	80	75	40	70	41	17	46	4	320	245	90	42	8
6	63	A	100	92	45	90	44	17	—	5	380	288	100	45	8
		B	85	80	45	80	44	17	49	4	345	265	90	45	8
8	80	A	105	97	50	100	47	21	—	5	420	323	105	50	8
		B	90	85	50	90	47	17	52	5	370	285	100	48	8
10	100	A	120	110	57	110	54	21	—	6	455	345	115	55	10
		B	100	95	57	100	54	21	58	5	415	320	105	55	10
12	125	A	125	115	64	120	58	21	—	6	500	385	125	60	10
		B	105	100	64	110	58	21	61	6	440	340	115	60	10
16	160	B	150	138	73	140	67	21	—	7	545	407	135	70	12
		B	110	105	73	120	67	21	64	6	485	380	125	68	12
20	200	B	115	110	82	130	75	21	67	7	510	400	135	75	12
25	250	B	125	115	92	140	79	21	72	7	520	405	135	80	15
32	320	B	140	125	102	155	83	27	78	8	575	450	145	85	15
40	400	B	155	140	112	170	93	27	85	8	590	450	145	95	15

6. 吊杆转轴座架

6.1 吊杆转轴座架结构见附图6.1。



附图6.1　吊杆转轴座架结构

6.2　吊杆许用轴向力与吊杆转轴座架结构尺寸见附表6.2。

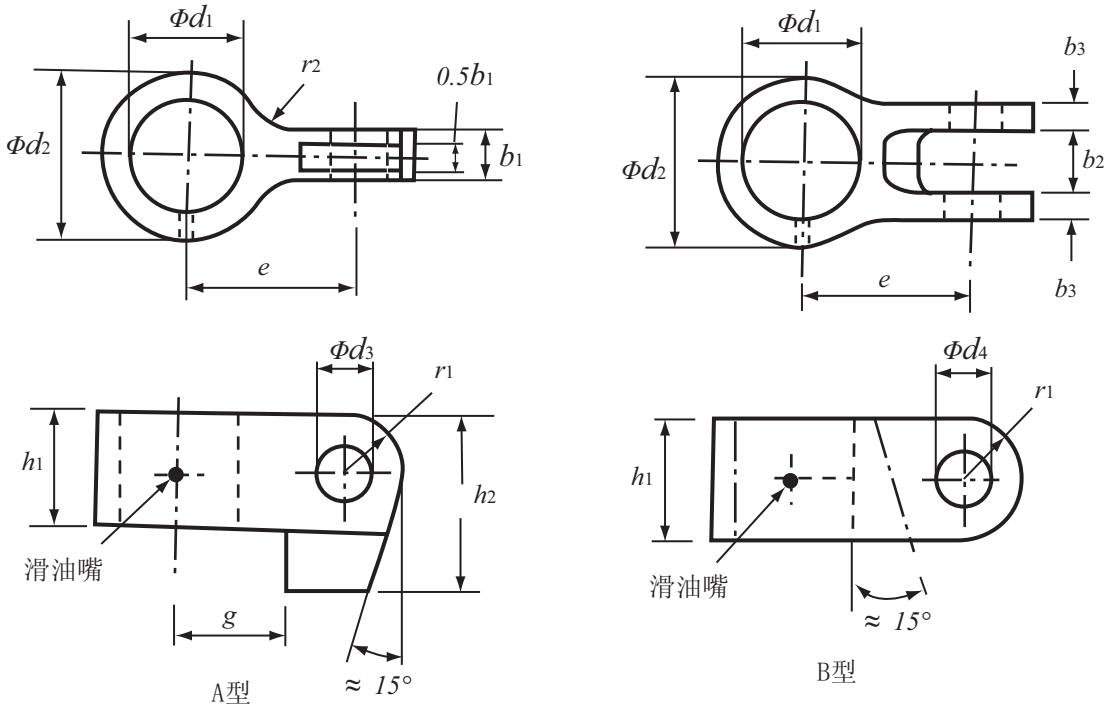
吊杆许用轴向力与吊杆转轴座架结构尺寸（mm）　　附表6.2

转轴轴销		吊杆许用轴向力，kN	b_1	b_2	b_3	d_1	d_2	e_1	f	h	m	p	r_1	r_2	t_1	t_2	焊喉尺寸
d_1	型号																
50	A	16	33	45	150	52	85	70	30	164	95	32	47	15	12	10	4
50	A	20															
55	B	25	33	45	170	57	90	80	30	164	95	37	50	15	12	10	4
60	A	25	38	50	180	62	100	90	30	169	95	42	55	15	12	10	4
60	B	32															
65	B	40	38	50	200	68	110	100	40	194	120	48	60	20	12	10	4
70	A	32	48	60	210	73	120	115	40	204	120	53	65	20	12	10	4
70	A	40															
70	B	50															
80	A	50	48	60	230	83	130	130	50	224	140	63	70	20	12	10	4
80	B	63															
90	A	63	55	70	270	93	140	145	50	234	140	73	75	20	12	10	4
90	B	80															
100	A	80	55	70	270	103	160	160	60	275	175	83	85	20	15	10	5
100	B	100															
110	A	100	60	80	290	113	170	175	60	295	175	90	92	20	20	10	5
110	B	125															
120	A	125	60	80	320	123	190	190	70	335	215	100	102	25	20	12	6
120	B	160															
130	B	200	68	90	350	134	200	205	70	349	215	110	107	25	22	12	6
140	A	160	68	90	370	144	210	220	70	355	215	122	115	25	25	12	6
140	B	250															
155	B	320	70	100	400	159	230	235	70	395	235	137	125	30	30	15	6
170	B	400	70	100	450	174	250	250	70	395	235	152	135	30	30	15	6

注：当安装于桅或起重柱上时，尺寸b_3应不小于该处桅或起重柱的直径的2/3。

7. 起货导索滑车拉攀

7.1 导索滑车拉攀结构见附图7.1。



附图7.1 起货导索滑车拉攀结构

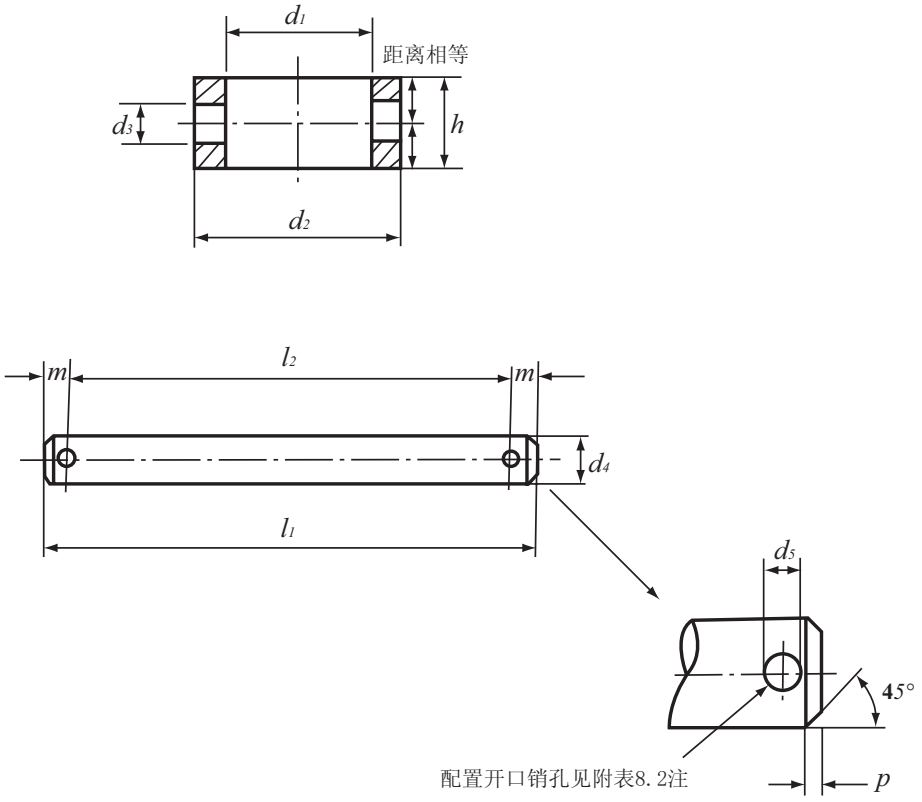
7.2 导索滑车拉攀许用载荷与结构尺寸见附表7.2。

起货导索滑车拉攀许用载荷与拉攀结构尺寸（mm）　　附表7.2

转轴直径（见附图）	导索滑车拉攀许用载荷（kN）	b_1	b_2	b_3	d_1	d_2	d_3	d_4	e	g	h_1	h_2	r_1	r_2
50	20	22	26	12	52	80	25	23	75	55	50	75	25	12
55	20	22	26	12	57	85	25	23	78	60	50	75	25	12
60	20	22	26	12	62	90	25	23	80	62	50	75	25	12
65	20	22	26	12	68	95	25	23	83	65	65	75	25	12
	40	30	35	15	68	100	33	31	95	65	65	100	32.5	15
70	20	22	26	12	73	100	25	23	85	70	65	75	25	12
	40	30	35	15	73	105	33	31	98	70	65	100	32.5	15
80	20	22	26	12	83	110	25	23	90	—	85	85	25	12
	40	30	35	15	83	115	33	31	102	75	85	100	32.5	15
	63	40	45	20	83	120	42	40	115	75	85	130	42.5	20
90	40	30	35	15	93	125	33	31	108	80	85	100	32.5	15
	63	40	45	20	93	130	42	40	120	80	85	130	42.5	20
100	40	30	35	15	103	135	33	31	112	—	110	—	32.5	15
	63	40	45	20	103	140	42	40	130	95	110	130	42.5	20
	100	50	58	26	103	145	52	50	145	95	110	165	55	25
110	40	30	35	15	113	145	33	31	118	—	110	—	32.5	15
	63	40	45	20	113	150	42	40	135	100	110	130	42.5	20
	100	50	58	26	113	155	52	50	150	100	110	165	55	25
120	40	30	35	15	123	155	33	31	122	—	130	—	32.5	15
	63	40	45	20	123	160	42	40	140	—	130	—	42.5	20
	100	50	58	26	123	170	52	50	155	110	130	165	55	25
	160	60	70	30	123	180	65	62	175	110	130	195	65	30
130	63	40	45	20	134	170	42	40	145	—	130	—	42.5	20
	100	50	58	26	134	180	52	50	165	115	130	165	55	25
	160	60	70	30	134	190	65	62	185	115	130	195	65	30
140	63	40	45	20	144	180	42	40	150	—	130	—	42.5	20
	100	50	58	26	144	190	52	50	170	120	130	165	55	25
	160	60	70	30	144	200	65	62	190	120	130	195	65	30
155	63	40	45	20	159	195	42	40	160	—	150	—	42.5	20
	100	50	58	26	159	205	52	50	178	130	150	165	55	25
	160	60	70	30	159	215	65	62	198	130	150	195	65	30
170	63	40	45	20	174	210	42	40	170	—	150	—	42.5	20
	100	50	58	26	174	220	52	50	185	145	150	165	55	25
	160	60	70	30	174	230	65	62	205	145	150	195	65	30

8. 转轴挡圈与定位销

8.1 转轴挡圈与定位销结构见附图8.1。



附图8.1 转轴挡圈与定位销

8.2 转轴直径、转轴挡圈与定位销尺寸见附表8.2。

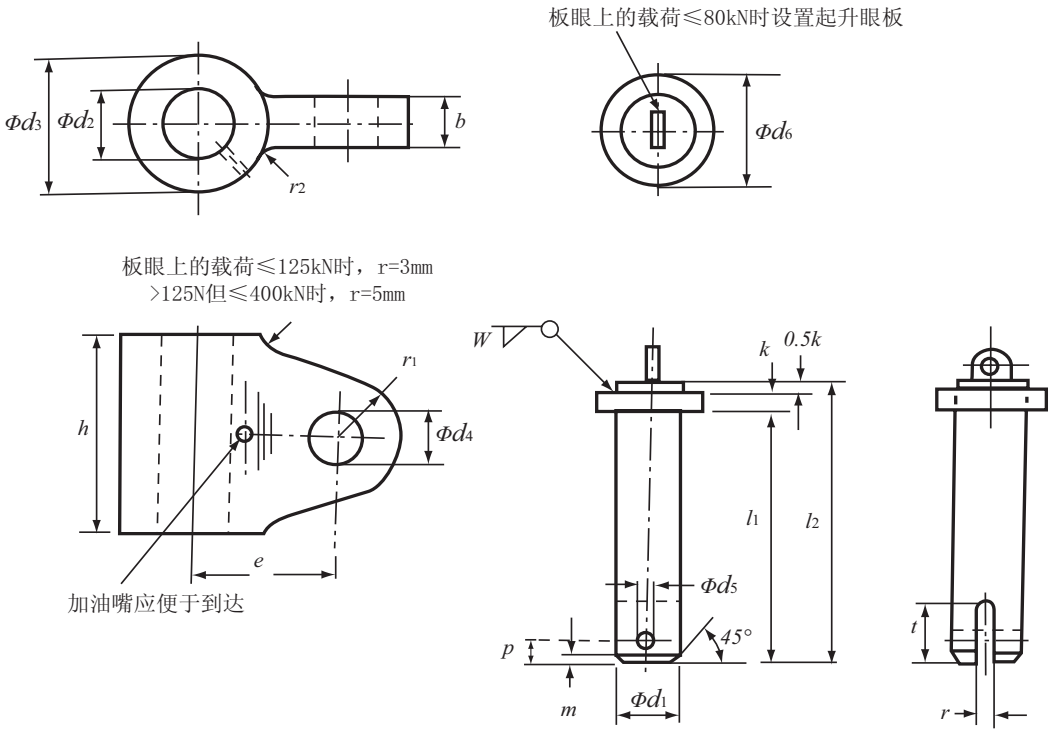
转轴直径、转轴挡圈与定位销尺寸（mm） 附表8.2

始轴直径 d_1 (见附图5.1)	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	h	l_1	l_2	m	p
50	52	75	13	12	4	40	95	82	6.5	2.5
55	57	85	13	12	4	40	105	92		
60	62	90	13	12	4	40	110	97		
65	68	95	13	12	4	50	115	102		
70	73	100	17	16	4	50	120	107		
80	83	110	17	16	4	50	130	117		
90	93	120	17	16	4	50	140	127		
100	103	140	21	20	5	60	165	149	8	3
110	113	150	21	20	5	60	175	159		
120	123	170	21	20	5	80	195	179		
130	134	180	21	20	5	80	205	189		
140	144	190	21	20	5	80	215	199		
155	159	205	27	25	6	80	235	215	10	4
170	174	220	27	25	6	80	250	230		

注：孔径d_5应与所使用的开口销公称直径配合。

9. 千斤索回转眼板与轴销

9.1 千斤索回转眼板与轴销结构见附图9.1。



附图9.1 千斤索回转眼板与轴销尺寸

9.2 千斤索回转眼板与轴销许用载荷和结构尺寸见附表9.2。

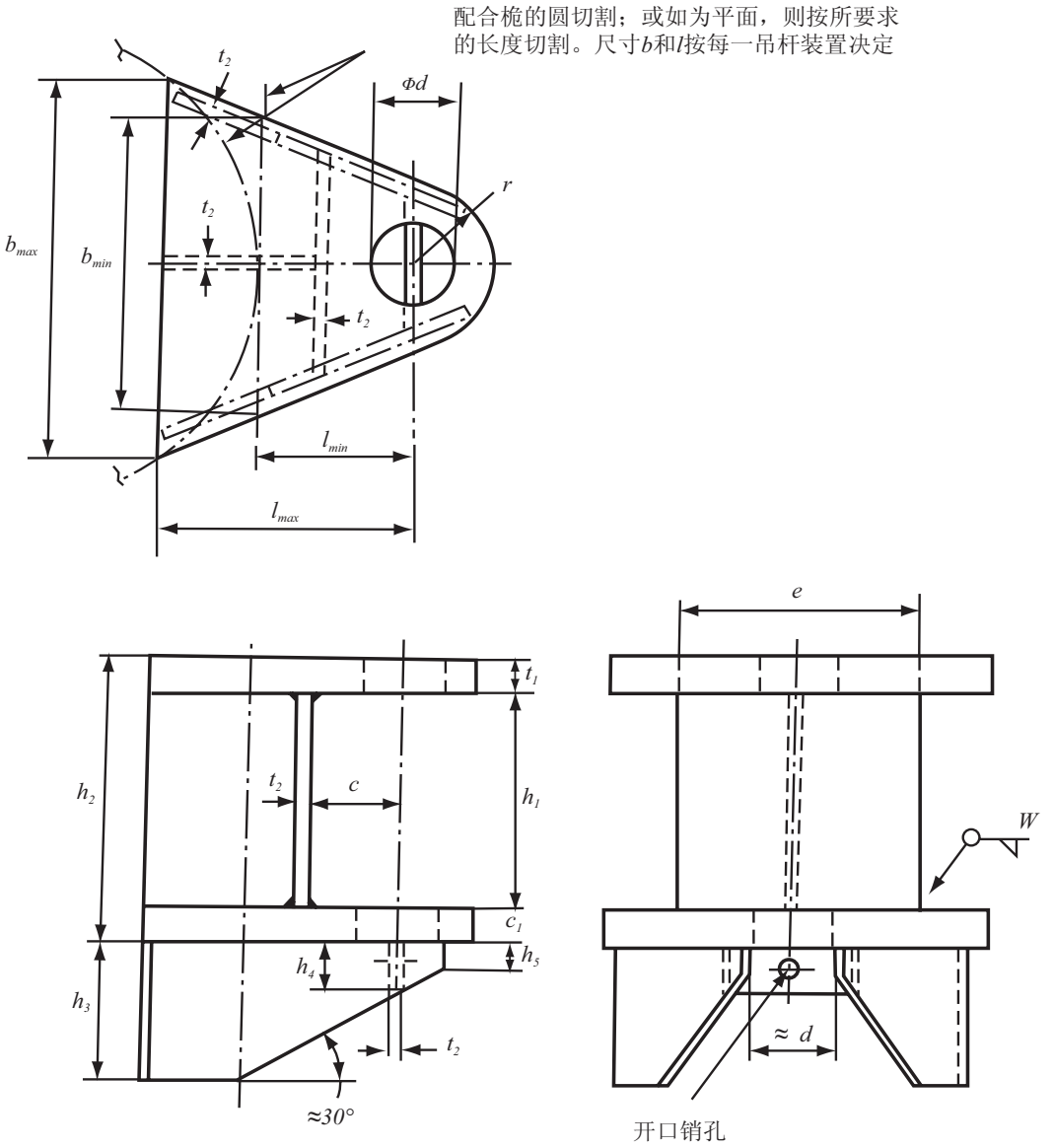
千斤索回转眼板许用载荷与轴销尺寸（mm） 附表9.2

眼板上许用载荷	b	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	e	h	k	l_1	l_2	m	p	r_1	r_2	s	t	焊喉尺寸
20	22	32	34	65	25	10	60	75	90	10	149	165	4	15	2	55	38	12	3.5
40	30	40	42	80	33	10	70	95	110	12	175	193	4	15	25	5	38	12	3.5
63	40	45	47	90	42	13	80	110	130	12	215	233	5	20	43	8	47	12	4
80	45	50	52	100	48	13	90	120	150	12	245	263	5	20	48	8	47	12	4.5
100	50	55	57	110	52	13	100	130	170	15	265	287	5	20	55	10	50	15	5
125	55	60	62	120	56	13	110	140	190	15	295	317	6	20	60	10	50	15	6
160	60	65	68	130	65	13	115	150	215	15	323	345	6	20	65	12	50	15	7
200	65	75	78	150	74	16	125	170	240	20	367	397	6	25	70	12	60	19	7.5
250	70	80	83	160	78	16	130	180	270	20	397	427	6	25	75	15	60	19	9
320	80	90	93	180	86	20	150	190	300	25	448	485	7	30	85	15	72	19	10
400	90	100	103	200	96	20	160	210	330	25	488	525	7	30	95	18	72	19	12

注：孔径d_5应与使用的开口销配合。

10. 千斤索回转眼板座架

10.1 千斤索回转眼板座架结构见附图10.1。



附图10.1 千斤索回转眼板座架结构

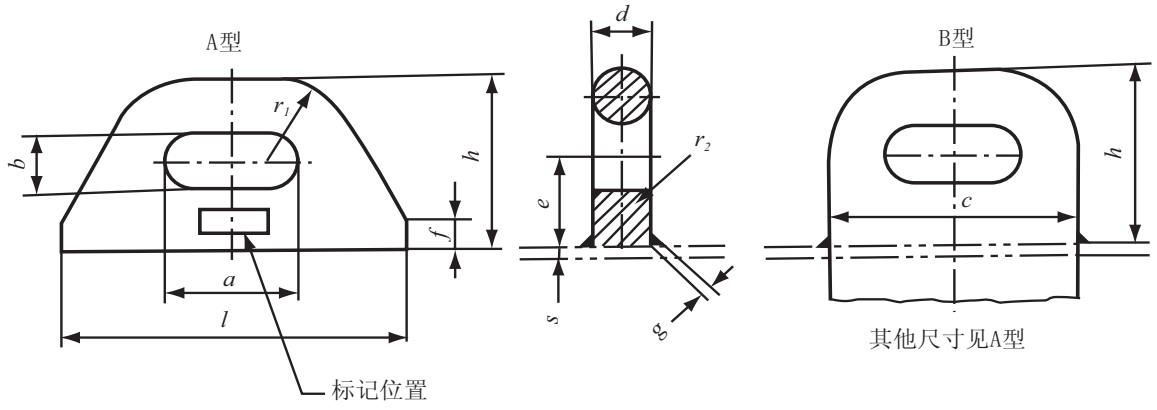
10.2 千斤索回转眼板许用载荷与回转眼板座架结构尺寸见附表10.2。

千斤索回转眼板许用载荷与座架尺寸（mm）　　附表10.2

眼板上许用载荷 kN	b		c	d	e (近似)	h_1	h_2	h_3	h_4 (近似)	h_5 (近似)	l		r	t_1	t_2	焊喉尺寸
	(max.)	(min.)									(max.)	(min.)				
20	170	140	50	34	100	95	119	75	30	20	110	75	35	12	10	4
40	200	160	60	42	110	115	145	80	30	20	140	95	43	15	10	4
63	230	180	65	47	120	135	175	90	40	25	175	115	48	20	10	4
80	260	200	70	52	140	155	205	110	40	25	200	140	55	25	10	5
100	290	230	75	57	160	175	225	125	50	30	220	160	60	25	12	5
120	325	260	80	62	170	195	255	140	50	30	240	175	65	30	12	5
160	360	290	85	68	190	223	283	150	60	30	260	190	70	30	12	6
200	410	320	95	78	220	248	318	170	60	30	280	205	80	35	15	6
250	450	370	100	83	240	278	348	190	70	40	300	220	85	35	15	6
320	490	370	110	93	270	308	388	190	70	40	320	220	95	40	15	6
400	520	410	120	103	290	338	428	190	70	40	340	245	105	45	15	6

11.　索具眼板

11.1　索具眼板结构见附图11.1。



附图11.1　索具眼板结构

11.2　索具眼板许用载荷与眼板结构尺寸见附表11.2。

索具眼板许用载荷与眼板尺寸（mm）　　附表11.2

公称规格	许用载荷（kN）	尺寸										A型安装	
												焊缝	
		a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*h*	*l*	r_1	r_2	*s* (min.)	*g* (min.)
0.4	4	22	15	42	10	15	8	32.5	65	17.5	3	6	4
0.6	6.3	28	19	52	12	19	8	40.5	80	21.5	4	6	4
1	10	35	22	67	16	25	8	52	95	27	5	6	4
1.6	16	42	24	82	20	33	8	65	120	32	5	7	4
2	20	50	27	100	25	35	12	73.5	132	38.5	5	9	6
2.5	25	55	29	105	25	39	12	78.5	140	39.5	6	9	6
3	31.5	66	33	126	30	42	12	88.5	180	46.5	7	10	6
4	40	77	36	147	35	48	15	101	210	53	7	12	7
5	50	87	41	167	40	57	18	117.5	225	60.5	8	14	9
6	63	91	45	171	40	66	18	128.5	240	62.5	8	14	9
8	80	101	51	201	50	73	20	148.5	270	75.5	10	17	10
10	100	117	56	217	50	80	22	158	300	78	10	17	11
12	125	128	61	248	60	87	24	177.5	335	90.5	12	20	12
16	160	145	67	265	60	95	26	188.5	370	93.5	12	20	13
20	200	157	73	297	70	105	28	211.5	420	106.5	14	25	14
25	250	170	80	331	80	120	32	240	470	120	16	30	16
32	315	194	88	374	90	130	36	264	530	134	18	30	18
40	400	220	98	420	100	145	40	294	570	149	20	35	20
50	500	240	108	460	110	155	45	319	630	164	22	35	22

注：表中载荷可与作用拉力成任何角度。

附 录 3

起重和起货设备检验簿



格式 RLA-2
Form

中 国 船 级 社
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

编号
No._____

起 重 和 起 货 设 备 检 验 簿
REGISTER OF LIFTING APPLIANCES AND CARGO HANDLING GEAR

本检验簿系以国际劳工组织认可的国际标准格式检验簿为基础，用于装、卸的船舶起重设备的试验和检验。

This Register is based on the standard international form of register approved by the International Labour Office in respect of the test and examination of lifting machinery and gear used in the loading and unloading of ships.

船名
Name of Ship _____

船籍港
Port of Registry _____

船舶登记号
Official Number _____

发证日期
Date of Issue _____

签发港
Port of Issue _____

说　　明

1　所有吊货杆及连接于吊货杆、桅和甲板的固定零部件和起重机、绞车及其附属设备，在使用前应按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》的规定进行试验和检验并取得相应证书（格式CLA－2，CUD－2）。上述证书应与本起重和起货设备检验簿保存在一起。

2　所有吊货杆及连接于吊货杆、桅和甲板的固定零部件，每12个月应进行1次检查和每4年进行全面检验①，并将必要的情况记入本检验簿第1部分的表格内。

3　所有起重机、绞车及其附属设备12个月应进行1次全面检验①，并将必要的情况记入本检验簿第2部分的表格内。

4　起重设备的可卸零部件，在使用前应按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》的规定进行试验和检验并取得相应证书（格式CLG－2）。

5　所有可卸零部件每年应进行年度全面检验①，并将必要的情况记入本检验簿第3部分的表格内。

6　所有起重机械的铁制可卸零部件应按下列情况进行热处理，并将相应的证书（格式CHT－2）附于本检验簿内或将必要的情况记入本检验簿的第4部分。

所有12.5mm及以下的起重机械铁制通用可卸零部件（指链、环、钩子、卸扣和转环），如承受动力作用者，应在职能人员监督下每6个月至少进行1次热处理，其他此类可卸零部件每12个月至少进行1次。对只承受人力作用的上述可卸零部件，上述热处理期限分别为12个月和2年。

---

① 全面检验系指用目力检查，必要时辅之以其他方法如锤击试验，并尽条件许可仔细地进行以使对所检查的部件得出安全可靠的结论，为此目的，必要时应将部件或机件拆开。

第 1 部分　吊货杆及连接于吊货杆、桅和甲板的固定零部件的换证检验（4 年度全面检验）和年度检验

PART 1　Renewal Survey (Quadrennial Thorough Examination) and Annual Inspection of Derricks and Permanent Attachments to the Derricks, Masts and Decks

如所有吊货杆和上述零部件系在同一日期内进行检验，则第（1）栏内只需填上“所有吊货杆和上述零部件”。否则所指日期内所检验的零部件应分别填明之。

If all the derrick booms and above-named gear are thoroughly examined or inspected on the same date, it will be sufficient to enter in col. (1) “All derrick booms and above-named gear”. If not, the parts which have been thoroughly examined or inspected on the dates stated must be clearly indicated.

(1) 所检验的部件位置和说明（及其号码或标记，如有时） Situation and description of gear examined or inspected (with distinguishing number or mark, if any)	(2) 试验和检验证书编号 Number of certificate of test and examination	换证检验（4 年度全面检验） Renewal Survey (Quadrennial Thorough Examination) 兹证明第（1）栏所述部件业已按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》规定进行了换证检验（4 年度全面检验），并未发现影响安全工作的情况，但第（3）栏所注明的除外 This is to certify that the gear shown in col. (1) was thoroughly examined in accordance with the provisions of the “Rules for Lifting Appliances of Ships and Offshore Installations” promulgated by China Classification Society and that no defects affecting its safe working condition were found other than those shown in col. (3)		年度检验 Annual Inspection 兹证明第(1)栏所述部件业已按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》规定进行年度检验，并未发现影响安全工作的情况，但第(4)栏所注明的除外 This is to certify that the gear shown in col. (1) was inspected in accordance with the provisions of the “Rules for Lifting Appliances of Ships and Offshore Installations” promulgated by China Classification Society and that no defects affecting its safe working condition were found other than those shown in col. (4).					
		日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	(3) 备注（注明日期并签章） Remarks（To be initialed and dated）	日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	(4) 备注（注明日期并签章） Remarks (To be initialed and dated)

第2部分　起重机、绞车及其附属设备的年度全面检验
PART 2　Annual Thorough Examination of Cranes, Winches and Accessory Gear

第(1)栏内应将经检验的机械和设备详细填明。如所有绞车及其附属设备均经全部检验者，只需填明“所有绞车及其附属设备”。

Col. (1) should show clearly the machines and gear which have been thoroughly examined. If all the winches with their accessory gear have been thoroughly examined, it will be sufficient to enter “All winches and accessory gear”.

(1) 所检验的机械及其附属设备的位置和说明（及其号码或标记，如有时） Situation and description of machinery and gear examined (with distinguishing number or mark, if any)	(2) 试验和检验证书编号 Number of certificate of test and examination	兹证明第(1)栏所述起重机/绞车及其附属设备业已按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》规定进行年度全面检验，并未发现影响安全工作的情况，但第(3)栏所注明的除外 This is to certify that the machinery and gear shown in col. (1) was thoroughly examined in accordance with the provisions of the “Rules for Lifting Appliances of Ships and Offshore Installations” promulgated by China Classification Society and that no defects affecting its safe working condition were found other than those shown in col.(3).		
		日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	(3) 备注（注明日期并签章） Remarks (To be initialed and dated)

第3部分　免除热处理的可卸零部件的年度全面检验
PART 3　Annual Thorough Examination of Loose Gear Exempt From Heat Treatment

这部分可卸零部件系指：
Loose gear of this part indicates:
(1) 可锻铸铁链；
Chains made of malleable cast iron;
(2) 镀环链；
Plate link chains;
(3) 钢制链条、环、钩子、卸扣和转环；
Chains, rings, hooks, shackles and swivels made of steel;
(4) 调节链；
Pitched chains;
(5) 永久附连于调节链、滑车组或称重机上的环、钩子、卸扣和转环；
Rings, hooks, shackles and swivels permanently attached to pitched chains, pulley blocks or weighing machines;
(6) 带有螺纹或滚筒轴承或表面硬化部分的钩子或转环；
Hooks and swivels having screw-threaded parts or ball bearings or other case-hardened parts;
(7) 索环连接件。
Bordeaux connections.

(1) 标记或号码 Distinguishing number or mark	(2) 所检验的可卸零部件的名称和规格 Description of loose gear thoroughly examined including dimensions	(3) 试验和检验证书编号 Number of certificate of test and examination	兹证明第(1)和(2)栏所述可卸零部件业已按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》规定进行年度全面检验，并未发现影响安全工作的情况，但第(4)栏所注明的除外 This is to certify that the gear described in col. (1) and (2) was thoroughly examined in accordance with the provisions of the "Rules for Lifting Appliances of Ships and Offshore Installations" promulgated by China Classification Society and that no defects affecting its safe working condition were found other than those shown in col. (4).		
			日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	(3) 备注（注明日期并签章） Remarks (To be initialed and dated)

第4部分　铁制可卸零部件的热处理
PART 4　Heat Treatment of Loose Gear Made of Iron

12.5 ㎜及以下普通用链、环、钩子、卸扣和转环，如用于动力起重机械者，每6个月1次。如用于人力起重，每12个月1次。
12.5 mm and smaller chains, rings, hooks, shackles, and swivels in general use. If used with lifting machinery driven by power, 6 months. If used solely with lifting machinery worked by hand, 12 months.
其他普通用链、环、钩子、卸扣和转环，用于动力起重机械者，每12个月1次。如用于人力起重，每2年1次。
Other chains, rings, hooks, shackles and swivels in general use. If used with lifting machinery driven by power, 12 months. If used solely with lifting machinery worked by hand, 2 years.

本部分亦可以铁制可卸零部件热处理证书（格式CHT－2）附于本检验簿内代替之。
Certificate of Heat Treatment of Loose Gear Made of Iron (form CHT-2) may be as an alternative to this Part of the Register when attached therein.

(1) 标记或号码 distinguishing number or mark	(2) 热处理零部件的名称和规格 Description of gear heat treated	(3) 试验和检验证书编号 Number of certificate of test and examination	兹证明第(1)和(2)栏所述零部件在职能人员监督下业已进行热处理，热处理后对每个零部件进行了详细检查，并未发现影响安全工作的情况，但第（4）栏所注明的除外 This is to certify that the gear described in col. (1) and (2) was effectually heat treated under the supervision of a competent person, that after being treated every article was carefully inspected and that no defects affecting its safe working condition were found other than those shown in col. (4).		
			日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	日期、检验人员的职务和签章 Signature and position of responsible person and date	(3) 备注（注明日期并签章） Remarks (To be initialed and dated)

格式
Form CUD-2

中 国 船 级 社
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

编号
No._____

双 杆 试 验 和 检 验 证 书
CERTIFICATE OF TEST AND EXAMINATION OF DERRICKS USED IN UNION PURCHASE

船名 船籍港
Name of ship_____Port of Registry_____

兹证明下列双杆使用的吊杆业已按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》规定于年____月___日在____港进行了试验；试验后经详细检查并未发现损伤和变形；双杆安全工作负荷列于下表第(4)栏。

THIS IS TO CERTIFY that the following derricks used in union purchase were tested on _____20__at__harbour in accordance with the provisions of the "Rules for Lifting Appliances of Ships and Offshore Installations" promulgated by the China Classification Society; that no injury or permanent deformation was found upon a careful examination after the test and that the safe working load when operating in union purchase is as shown in col. (4) of the Table below.

(1) 双杆的位置和说明（及其编号或标记，如有时） Situation and description of derricks used in union purchase (with distinguishing number or marks, if any)	(2) 三角眼板离货舱口围板的最大高度或吊货钢索间的最大夹角 Maximum height of triangle plate above hatch coaming (m) or maximum angle between runners	(3) 试验负荷 (t) Test load applied (tonnes)	(4) 双杆安全工作负荷(t) Safe working load when operating in union purchase (tonnes)

吊杆在使用上述安全工作负荷时，起货索之间夹角应不超过120°；舷内、舷外吊杆的保险稳索（或保险稳索链）的连接眼板位置见背页附表说明。

When the above safe working loads are applied for the derricks operating in union purchase, the angle between the runners is not to exceed 120 degrees; The preventer guys (or preventer guy chains) of the outboard and inboard derrick booms are to be attached to the eyeplates in positions as specified in the Table overleaf.

发证地点
Issued at_____ 中 国 船 级 社

发证日期
Issued on_____ CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

本格式系以国际劳工组织认可的国际标准证书格式为基础，用于船舶和海上设施起重和装、卸设备的试验和检验。

This form is based on the standard international form of certificate approved by the International Labour Office for the test and examination of ship's lifting appliances and cargo handling gear.

格式 Form CLA-2

中 国 船 级 社
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

编号 No._____

起 重 设 备 试 验 和 检 验 证 书
CERTIFICATE OF TEST AND EXAMINATION OF LIFTING APPLIANCES

船名 Name of ship_____ 船籍港 Port of Registry_____

兹证明下列起重设备已按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》规定于_____年____月___日在_____港进行了试验；试验后经详细检查并未发现损伤和变形；安全工作负荷列于下表第(4)栏。

THIS IS TO CERTIFY that the following gear was tested on __ 20___at___Harbour in accordance with the provisions of the "Rules for Lifting Appliances of Ships and Offshore Installations" promulgated by the China Classification Society; that no injury or permanent deformation was found upon a careful examination after the test and that the safe working load is as shown in col. (4) of the Table below.

(1) 起重设备的位置和说明（及其编号或标记，如有时） Situation and description of lifting appliances(with distinguishing number or marks, if any)	(2) 负荷试验时与臂架水平线的角度或幅度 Angle to the horizontal or radius at which test load applied	(3) 试验负荷(t) Test load applied (tonnes)	(4) 安全工作负荷（第二栏所指角度或臂架幅度下）(t) Safe working load at angle or radius shown in col. (2) (tonnes)

发证地点
Issued at_____ 中 国 船 级 社

发证日期
Issued on_____ **CHINA CLASSIFICATION SOCIETY**

本格式系以国际劳工组织认可的国际标准证书格式为基础，用于船舶和海上设施起重和装、卸设备的试验和检验。

This form is based on the standard international form of certificate approved by the International Labour Office for the test and examination of ship's lifting appliances and cargo handling gear.

格式 Form CHT-2

中 国 船 级 社
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

编号 No._____

铁 制 可 卸 零 部 件 热 处 理 证 书
CERTIFICATE OF HEAT TREATMENT OF LOOSE GEAR MADE OF IRON

船名 Name of ship_____ 船籍港 Port of Registry_____

兹证明下列可卸零部件业进行有效热处理，热处理后对每个零部件进行了详细检查，并未发现影响安全工作的情况，但第(6)栏所注明的除外。

THIS IS TO CERTIFY that the under-mentioned loose gear was effectually heat treated; that after being so heat treated every article was carefully inspected, and that no defects affecting its safe working condition were found other than those indicated in column (6).

(1) 标记或号码 Distinguishing number or mark	(2) 零部件的名称和规格 Description of gear	(3) 试验和检验证书编号 Number of certificate of test and examination	(4) 热处理日期 Date of heat treatment	(5) 热处理种类 Nature of heat treatment given	(6) 热处理检查发现的缺陷 Defects found at inspection after heat treatment

进行热处理和检查的单位
Name of company carrying out the heat treatment and inspection _____

职能人员的职务
Position of competent person _____

发证地点
Issued at_____ 中 国 船 级 社

发证日期
Issued on_____ CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

本格式系以国际劳工组织认可的国际标准证书格式为基础，用于船舶和海上设施起重和装、卸设备的试验和检验。

This form is based on the standard international form of certificate approved by the International Labour Office for the test and examination of ship's lifting appliances and cargo handling gear.

格式 CLG-2
Form

中 国 船 级 社
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

编号
No._____

可 卸 零 部 件 试 验 和 检 验 证 书
CERTIFICATE OF TEST AND EXAMINATION OF LOOSE GEAR

船名 船籍港
Name of ship_____Port of Registry_____

兹证明下列可卸零部件已按照中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》规定进行试验；试验后经详细检查并未发现损伤和变形；各可卸零部件的安全工作负荷见下表。
THIS IS TO CERTIFY that the following loose gear was tested in accordance with the provisions of the "Rules for Lifting Appliances of Ships and Offshore Installations" promulgated by the China Classification Society; that no injury or permanent deformation was found upon a careful examination after the test and that the safe working load of the said loose gear is as shown in the Table below.

(1) 标记或号码 Distinguishing number or mark	(2) 零部件的名称和规格 Description of gear	(3) 数量 Number tested	(4) 试验日期 Date of test	(5) 验证负荷(t) Proof load applied (tonnes)	(6) 安全工作负荷(t) Safe working load (tonnes)

发证地点
Issued at_____ 中 国 船 级 社

发证日期
Issued on_____ **CHINA CLASSIFICATION SOCIETY**

本格式系以国际劳工组织认可的国际标准证书格式为基础，用于船舶和海上设施起重和装、卸设备的试验和检验。
This form is based on the standard international form of certificate approved by the International Labour Office for the test and examination of ship's lifting appliances and cargo handling gear.

格式
Form CWR-2

中 国 船 级 社
CHINA CLASSIFICATION SOCIETY

编号
No._____

钢 索 试 验 和 检 验 证 书
CERTIFICATE OF TEST AND EXAMINATION OF WIRE ROPE

船名 船籍港
Name of ship_____ Port of Registry_____

兹证明钢索的下列项目系属正确以及此钢索已由职能人员进行了试验和检验。
THIS IS TO CERTIFY that the under-mentioned rope particulars are correct and that the ropes were tested and examined by a competent person.

钢索制造厂名
Name of maker of rope _____

钢索名义直径
Nominal diameter of rope _____

股数
Number of strands _____

钢丝强度等级
Grade of wire strength _____

钢索绳芯
Core _____

捻向
Lay _____

试样试验日期
Date of test of sample _____

用途
Intended use _____

代理试验和检验单位
Name of agency making the test and examination _____

试验和检验的职能人员的职务
Position of the competent person making the test and examination _____

发证地点
Issued at_____ 中 国 船 级 社

发证日期
Issued on_____ **CHINA CLASSIFICATION SOCIETY**

本格式系以国际劳工组织认可的国际标准证书格式为基础，用于船舶和海上设施起重和装、卸设备的试验和检验。

This form is based on the standard international form of certificate approved by the International Labour Office for the test and examination of ship's lifting appliances and cargo handling gear.

附　录 4
港口国当局接受IL032及IL0152公约的情况(截至1999年底)

1. 接受IL032号公约（船舶装卸工人伤害防护公约）的国家：

阿尔及利亚、阿根廷、阿塞拜疆、孟加拉国、白俄罗斯、比利时、波黑、保加利亚、加拿大、智利、中国、克罗地亚、古巴①、丹麦①、芬兰①、法国①、洪都拉斯、印度、爱尔兰、意大利、肯尼亚、吉尔吉斯斯坦、前南联盟、马尔他、毛里求斯、墨西哥①、荷兰①、新西兰、尼日利亚、挪威①、巴基斯坦、巴拿马、秘鲁①、俄罗斯联邦、塞拉利昂、新加坡、斯洛文尼亚、西班牙①、瑞典①、塔吉克斯坦、坦桑尼亚①、乌克兰、英国、乌拉圭、南斯拉夫

2. 经受IL0152号公约（职业安全与健康（码头工作）公约）的国家：

巴西、刚果、古巴、塞浦路斯、丹麦、厄瓜多尔、埃及、芬兰、法国、德国、几内亚、伊拉克、墨西哥、荷兰、挪威、秘鲁、西班牙、瑞典、坦桑尼亚联合共和国。

① 由于批准了152号公约，解除本公约。