

指导性文件

GUIDANCE NOTES

GD04-2023



中国船级社

海上可伸缩式登乘栈桥指南

2023

2023年3月1日生效

北京

目 录

第 1 章 总 则	1
第 1 节 一般规定	1
第 2 节 定义	1
第 3 节 接受标准	2
第 4 节 产品图纸审查	3
第 5 节 产品检验与附加标志	4
第 6 节 产品持证要求	4
第 2 章 栈桥结构	6
第 1 节 一般规定	6
第 2 节 材料与防腐	6
第 3 节 结构布置	6
第 4 节 设计载荷与设计工况	7
第 5 节 强度校核	8
第 6 节 焊接与无损检测	9
第 3 章 机械装置与系统	11
第 1 节 一般规定	11
第 2 节 栈桥驱动机构	11
第 3 节 液压系统	12
第 4 节 气动系统	13
第 5 节 运动补偿系统	13
第 4 章 电气装置	14
第 1 节 一般规定	14
第 2 节 电源系统	14
第 3 节 照明系统	14
第 5 章 安全系统	16
第 1 节 一般规定	16
第 2 节 系统保护	17

第 3 节 故障模式与影响分析.....	18
第 6 章 试 验.....	19
第 1 节 一般规定.....	19
第 2 节 功能与性能试验.....	19
第 3 节 栈桥试验后的检查.....	21
第 4 节 证书.....	21
第 7 章 栈桥在船舶或海上设施的安装与调试.....	22
第 1 节 一般规定.....	22
第 2 节 检验和试验.....	22
第 8 章 栈桥附加标志检验.....	26
第 1 节 一般规定.....	26

第 1 章 总 则

第 1 节 一般规定

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 本指南为海上可伸缩式登乘栈桥（以下简称栈桥）的设计、制造、安装、试验和检验提供依据。

1.1.1.2 本指南包含了栈桥涉及的产品检验、栈桥在船舶或海上设施上的安装检验以及申请附加标志后的相关检验要求。

1.1.1.3 除本指南的要求之外，栈桥还应符合其依托设施相应规范中的适用要求以及船旗国、沿岸国海事局的有关规定。

1.1.2 适用范围

1.1.2.1 本指南适用于临时或永久安装在船舶或海上设施上的可伸缩式登乘栈桥。

1.1.3 等效与免除

1.1.3.1 对于与本指南要求不一致的规定，如以书面文件证明或表明其至少与本指南要求具有同等的安全水平，经中国船级社（以下简称“CCS”）同意，可予以接受以替代本指南的相应要求。

1.1.3.2 对于具有新功能、新特性和新颖形式的栈桥，如应用本指南的任何规定将妨碍其安全使用时，经 CCS 同意，可免除该规定。

1.1.4 风险评估

1.1.4.1 如果船东、设计方、制造方或其它机构欲通过风险评估对栈桥进行设计、制造或操作，经 CCS 对其风险评估文件进行审核认为满意之后，则风险评估中采用的风险控制方案及措施可代替本指南的全部或部分规定。

1.1.5 栈桥类型

1.1.5.1 依据不同作业要求，栈桥分为以下类型：

类型 1：长期搭接，不限人员流量，至少一端非永久固定方便脱离。

类型 2：短期搭接，一般不超过 24 小时，限制人员流量，至少一端非永久固定方便脱离。

1.1.5.2 其他类型栈桥或搭接形式，如悬停，可参照本指南适用条款执行，并经 CCS 同意。

第 2 节 定义

1.2.1 定义

1.2.1.1 本指南中所用定义如下：

(1) 海上可伸缩式登乘栈桥：系指安装在船舶或海上设施上用于安全移动人员或货物的临时或永久栈桥。栈桥可通过主动补偿系统或被动补偿系统补偿船舶与海上设施、海上设施之间或船舶之间相对运动。栈桥通常包括基座、栈桥结构及运动补偿系统。

(2) 运动补偿系统：系指当栈桥处于连接状态时，补偿船舶与海上设施、海上设施之间或船舶之间相对运动的装置或系统。

(3) 主动运动补偿：系指通过外部电源供电，利用系统设备主动减少或消除（补偿）船舶与海上设施、海上设施之间或船舶之间相对运动对栈桥结构的影响。

(4) 被动运动补偿：系指在不使用任何外部系统或设备的情况下，栈桥可以调节船舶与海上设施、海上设施之间或船舶之间相对运动。

(5) 栈桥扶手高度：系指当栈桥处于水平位置时，从人员站立平面最高点至栈桥扶手上表面的垂直高度。

(6) 栈桥的净宽度：系指栈桥从左侧趾板到右侧趾板或者从左侧扶手内表面到右侧扶手内表面的宽度，以最小者为准。如果栈桥宽度沿长度方向变化，取最小宽度为净宽度。

(7) 栈桥的名义长度：系指当栈桥水平且处于伸缩幅度的中间位置时，从搭载栈桥的船舶或海上设施连接端中间销（变幅运动水平轴）到目标船舶或海上设施连接端支撑中心的距离。

(8) 栈桥的延伸长度：系指当栈桥伸展到其机械极限时，从搭载栈桥的船舶或海上设施连接端中间销（变幅运动水平轴）到目标船舶或海上设施连接端支撑中心的距离。

(9) 栈桥走道平面：系指人员步行时的平整路径。

(10) 应急情况：系指栈桥自身部件/系统失效或运动超程等故障。

(11) 登陆区：系指人员在栈桥自由端下桥后可站立区域。

(12) 安全位置：系指栈桥在规定操作区域内运行的位置。

1.2.2 设计工况

1.2.2.1 根据栈桥在作业或迁移时进行相关操作或活动的条件或状态，本指南将栈桥的设计工况定义为以下5种：

(1) 正常作业工况：栈桥用于人员或货物安全移动的工况；

(2) 迁移工况：栈桥完全收起并固定后随船舶或海上设施移动或航行的工况；

(3) 展开/回收工况：栈桥从存放位置回转、俯仰、伸展、着陆至正常作业位置/由正常作业位置回收至固定支架的工况；

(4) 应急脱离工况：栈桥超程时在伸展到其机械极限位置应急提升的工况；

(5) 事故工况：栈桥可能由意外载荷造成事故的工况，如：

- 碰撞；
- 落物；
- 火灾；
- 爆炸。

第3节 接受标准

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 除满足本指南要求外, CCS 接受按照国际标准、国家标准和行业标准的适用部分对栈桥进行设计、制造、安装、检验和试验。

1.3.1.2 采用其它标准替代本指南接受的标准时, 应证明该标准与接受的标准具有同等的安全水准, 并经 CCS 同意后方可使用。

1.3.1.3 任何与设计标准之间的不一致, 以及对设计标准要求的免除及更改均应在设计文件中明文说明, 并经业主和 CCS 同意。

1.3.1.4 应采用设计合同生效之日时最新版本的标准, 否则应在合同中予以明确规定。

1.3.2 接受的标准

1.3.2.1 CCS 接受的栈桥主要相关标准如下:

- (1) IMO MSC.98 (73) 《国际消防安全系统规则》
- (2) IMO A.1023 (26) 《海上移动式钻井平台构造和设备规则》
- (3) IMO A.1045 (27) 《引航员登离船装置》
- (4) IMO SOLAS 《国际海上人命安全公约 第 V 章》
- (5) ISO 5488 《船舶与海洋工程技术-舷梯》
- (6) ISO 7061 《船舶与海洋工程技术-海船用铝制舷梯》
- (7) EN 13852-1 《海上起重机》
- (8) EN 1999-1 《铝结构设计》

第 4 节 产品图纸审查

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 申请方向 CCS 提交正式的图纸审核申请和完整的图纸资料。图纸资料可以纸质方式或电子文件 (PDF) 方式提交。如提交纸质图纸资料, 一般申请方应将申请书 (通过网站 <http://www.ccs.org.cn> 下载) 和一式三份图纸资料提交 CCS 指定的审图单位进行审查, 如审图与检验为同一单位时, 则仅需提交两份图纸资料, 如申请方要求退审的数量超过一份时, 应相应增加送审份数; 如提交电子图纸资料, 可通过网站 <https://www.ccs-service.net> 进行注册申请和提交图纸资料。提交图纸技术文件清单见本节 1.4.2。

1.4.1.2 提交图纸和技术文件的名称可与本节 1.4.2 不同, 但图纸和技术文件内容应符合本指南及 CCS 相关规范的适用要求。如有必要, 审图验船师可要求扩大送审图纸和技术文件的范围。

1.4.1.3 图纸和技术文件应以中文或英文提交, 应能清楚地表达产品的设计、构造、材料、尺寸, 及其功能、性能参数。若有必要, 还应包括使用方面的限制或规定。

1.4.1.4 液压和气动系统图纸应注明管子、包括阀在内的控制元件和附件的材料、尺寸、类型、设计压力、设计温度、安全阀调定压力等; 如无另附计算书时, 还应附有必要的规范计算。

1.4.1.5 经批准的图纸技术文件, 其设计、材料、规格尺寸、性能及其他方面作任何重要改动时, 应将修改的图纸技术文件重新送 CCS 批准或备查。凡经 CCS 认可的产品, 如审图规范和标准未进行修改, 其图纸技术文件可不必重复送审。

1.4.2 图纸资料

1.4.2.1 应将下列图纸与资料提交批准,必要时 CCS 可要求扩大送审图纸资料的范围:

- (1) 总布置/装配图,包括主要工作参数说明;
- (2) 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,包括固定桁架、伸缩桁架、回转结构、基座、梯道与存放设施等;
- (3) 主要部件强度计算,并应明确设计基础、工作参数以及部件的质量和重心;
- (4) 防腐控制;
- (5) 液压系统原理图;
- (6) 液压系统管系及设备计算书;
- (7) 电气系统图;
- (8) 电气设备布置图;
- (9) 控制线路、故障模式与报警系统原理图。

1.4.2.2 应将下列图纸与资料提交备查:

- (1) 操作手册;
- (2) 建造说明书;
- (3) 变幅、回转与伸缩驱动机构布置图及其设备与部件的技术说明;
- (4) FMEA 报告(故障模式和影响分析报告)。

1.4.2.3 应将可伸缩式登乘栈桥基座与船舶或海上设施结构连接处加强图提交批准。

第5节 产品检验与附加标志

1.5.1 一般要求

1.5.1.1 凡拟在 CCS 入级的船舶或海上设施上使用的栈桥,其制造厂或使用方应申请 CCS 进行入级产品检验。

1.5.1.2 验船师对栈桥和相关设备在制造前、制造过程中和/或完成后所进行的检验和试验认为满足本指南或 CCS 相关规范的要求,签发船用产品证书。

1.5.1.3 入级船舶的船东或入级海上设施的业可向 CCS 申请可伸缩式登乘栈桥的附加标志: Telescope Gangway。

1.5.1.4 经 CCS 总部审核同意后,在现场验船师完成对栈桥安装检验和试验,并按照本指南的相关检验要求签发相应的检验报告后,由 CCS 总部授予栈桥附加标记,并在船舶或海上设施入级证书中标记。

1.5.1.5 非 CCS 级船舶或海上设施上使用的栈桥,验船师在完成产品鉴证的检验和试验后,可签发船用产品检验证书或符合证书。签发的与检验有关的任何文件,只反映检验当时的状况。

第6节 产品持证要求

1.6.1 一般要求

1.6.1.1 栈桥产品及部件的持证要求应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 3 章附录 1A、1C、2A、2C 的适用要求。

第 2 章 栈桥结构

第 1 节 一般规定

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 除另有规定者外，本章适用于设计温度不低于 -20°C 的钢质焊接结构栈桥。

2.1.1.2 采用铝合金等其他非钢质材料、特殊类型和采用新颖结构型式的栈桥应另行考虑，并取得 CCS 同意。

第 2 节 材料与防腐

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 栈桥的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。申请方应向 CCS 申明栈桥的设计温度与栈桥安装的船舶或海上设施一致。

2.2.1.2 栈桥所用的钢材或铝合金应持有 CCS 船用产品证书。

2.2.1.3 铝合金应具有良好的耐海水腐蚀性和焊接性。

2.2.2 防腐

2.2.2.1 钢结构外表面应采用涂层防腐蚀。对涂装有困难的小型复杂构件，或有特殊要求的钢结构件，可采用镀层防腐蚀。

2.2.2.2 螺栓、螺母和相关构件可以通过热镀锌来进行防护，或者用抗氧化油/油脂完全密封。

第 3 节 结构布置

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 栈桥应布置在安全区域。

2.3.1.2 应确保目标船舶或海上设施具备搭接栈桥适合的空间及局部强度。

2.3.1.3 栈桥通道应有合适的尺寸以使人员携带必要装备迅速的通过及撤离。

2.3.2 梯道及走道

2.3.2.1 1 型栈桥梯道、走道净宽度一般应不小于 900mm，2 型栈桥梯道、走道净宽度一般应不小于 600mm。如净宽度有特殊要求应经 CCS 同意。

2.3.2.2 附连于栈桥筒形结构上的登乘直梯的倾斜角度一般应不大于 45° ，任何情况不得大于 50° 。

2.3.2.3 走道地面、梯道踏板应防滑、易清洁、不易积存液体。

2.3.3 栏杆及扶手

2.3.3.1 栈桥走道的两侧应设置栏杆，栏杆的高度应至少高出走道 1 m。

2.3.3.2 栏杆应至少为 3 档。栏杆的最低一档以下的开口应不超过 230mm，其他各档的间隙应不超过 380mm，如栈桥允许儿童通过，则栏杆间隙应特别考虑。

2.3.3.3 梯道的两侧应安装扶手，扶手支柱的间距不超过 1800mm。

第 4 节 设计载荷与设计工况

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 在结构设计中需要考虑以下载荷：

- (1) 重力及功能载荷；
- (2) 环境载荷；
- (3) 栈桥安装载荷。

2.4.1.2 业主/设计者应规定作为使用基础的各设计工况和相应的环境条件。

2.4.1.3 除 2.4.1.1 提到的载荷外，如有需要还应考虑其他相关载荷。

2.4.1.4 设计者应确保栈桥设计条件与船舶或海上设施的设计条件及规范标准要求一致。与本节条款不一致时，经 CCS 同意，可予以接受以替代本节条款的相应要求。

2.4.2 重力及功能载荷

2.4.2.1 重力及功能载荷系指在静水条件下由栈桥重量、使用及作业引起的载荷，一般由下列载荷组成：

- (1) 栈桥自重；
- (2) 活载荷；
- (3) 作业产生的垂直载荷；
- (4) 作业产生的水平载荷；
- (5) 船舶/海上设施运动产生的惯性载荷。

2.4.2.2 栈桥设计时，正常作业工况均布活载荷一般不应小于 4500N/m^2 ；应急脱离工况 1 型栈桥端部集中活载荷不应小于 6000N ，2 型栈桥端部集中活载荷不应小于 3500N 。

2.4.2.3 作业产生的垂直载荷、惯性力的确定应以给定机械的最大加速度为基础，以给定制动器的最大可能减速确定。通常这类惯性力在变幅运动开始和停止时出现（例如在栈桥展开/回收期间）。

2.4.2.4 作业产生的水平载荷、惯性力的确定应以给定机械的最大加速度为基础，以给定制动器的最大可能减速确定。通常这类惯性力在回转运动开始和停止时出现（例如在栈桥展开/回收期间）。由旋转机构部件的角加速/角减速产生的惯性力影响比较大时，应予以考虑。

2.4.3 环境载荷

2.4.3.1 栈桥正常作业设计风速应不低于 20m/s ；栈桥展开/回收时设计风速应大于正常作业时的设计风速，建议取 36m/s ；迁移工况下的风速应不低于 51.5m/s 。按照 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 2 章第 2 节 2.2.2 条要求计算风载荷。

2.4.3.2 如必要，应考虑由冯一卡门涡列引起的交变力的频率与结构自振频率接近而出

现共振的可能性，计算应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第2篇第2章第6节要求。

2.4.3.3 设计者应根据船舶或海上设施类型和栈桥的实际位置决定是否需要考虑上浪载荷、冰/雪载荷。

2.4.4 设计工况

2.4.4.1 栈桥的强度分析应至少考虑正常作业工况、迁移工况、展开/回收工况和应急脱离工况。必要时，还应对事故工况予以特殊考虑。工况组合见表 2.4.4.1。

设计工况组合

表 2.4.4.1

	正常作业工况	迁移工况	展开/回收工况	应急脱离工况	事故工况
自重	100%	100%	100%	100%	100%
活载荷	100%			100%	
作业产生的垂直载荷	100% ^①		100%	100%	
作业产生的水平载荷	100% ^①		100%	100%	
设施运动产生的惯性载荷		100%			
环境载荷	100%	100%	100%	100%	100%
意外载荷					100%

注：① 仅正常作业工况使用主动补偿的栈桥适用。

第5节 强度校核

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 结构强度校核应满足以下失效准则：

- (1) 屈服失效准则；
- (2) 屈曲失效准则；
- (3) 疲劳失效准则。

2.5.2 屈服失效准则

2.5.2.1 参与结构分析的栈桥主体结构构件应按以下规定确定其许用应力值 $[\sigma]$ ：

$$[\sigma] = \sigma_s / S \quad \text{N/mm}^2$$

式中： σ_s ——材料的屈服强度，N/mm²；

S ——安全系数，按表 2.5.2.1 取用。

安全系数

表 2.5.2.1

正常作业工况	迁移工况	展开/回收工况	应急脱离工况	事故工况
1.5	1.33	1.33	1.15	1.0

2.5.2.2 屈服失效校核其他要求应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 4 节适用要求。

2.5.3 屈曲失效准则

2.5.3.1 只受压应力的构件，稳定性许用应力 $[\sigma_{st}]$ 可按下式计算：

$$[\sigma_{st}] = \sigma_{cr} / S \quad \text{N/mm}^2$$

式中： σ_{cr} ——构件的临界压应力，N/mm²，各种受压缩构件的临界压应力可按 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》附录 1 查取；

S ——安全系数，按表 2.5.2.1 取用。

2.5.3.2 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：

$$\frac{\sigma_m}{\sigma_s} + \frac{\sigma_c}{\sigma_{cr}} \leq \frac{1}{S}$$

式中： σ_m ——构件承受的弯曲应力，N/mm²；

σ_c ——构件承受的压应力，N/mm²；

σ_s ——材料的屈服强度，N/mm²；

σ_{cr} ——构件的临界压应力，N/mm²；

S ——安全系数，按表 2.5.2.1 查取。

2.5.3.3 屈曲失效校核其他要求可参照 CCS《海上移动平台入级规范》第 2 篇第 3 章第 4 节及 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》的适用要求。

2.5.4 疲劳失效准则

2.5.4.1 疲劳失效校核应符合 CCS《海洋工程结构物疲劳强度评估技术指南》的适用要求。

2.5.4.2 疲劳强度安全系数不应低于 2.0。

第 6 节 焊接与无损检测

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 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《材料与焊接规范》第 3 篇第 3 章。

2.6.1.2 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。

2.6.1.3 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。

2.6.1.4 选用的焊接材料应符合 CCS《材料与焊接规范》第3篇第2章的有关要求，并得到 CCS 认可。

2.6.2 焊接

2.6.2.1 栈桥钢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 批准的焊接工艺规程执行。

2.6.2.2 栈桥铝合金结构焊接的焊前准备、焊接等参照 CCS《材料与焊接规范》第3篇第11章第2节。

2.6.3 焊接检验

2.6.3.1 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。

2.6.3.2 无损检测的种类和范围取决于焊接结构接头形式，见表 2.6.3.2。

焊接结构无损检测的范围^① (%)

表 2.6.3.2

接头形式	目检	检验方法		
		RT ^②	UT ^②	MT ^②
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

注：① 对铝合金焊接结构的无损检测应经 CCS 同意。

② RT、UT、MT 分别表示射线检验、超声波检验和磁粉检验。

2.6.3.3 焊缝检测的验收标准应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第1篇第4章第4节 4.4.5 要求。

第3章 机械装置与系统

第1节 一般规定

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 机械装置与系统除符合本章要求外，还应满足 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》第4章及 CCS《海上移动平台入级规范》第4篇的适用规定。机械装置及其系统主要零部件的持证应符合本指南第1章第6节的规定。

3.1.2 图纸资料

3.1.2.1 应将第1章1.4.2中对应本章的图纸资料提交 CCS 审批。

第2节 栈桥驱动机构

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 栈桥驱动机构包括实现变幅、回转、伸缩及应急收回所需的机械设备，应满足各种海况和各设计载荷工况下的性能要求，确保进行人员的安全输送。

3.2.2 变幅机构

3.2.2.1 变幅机构的主要构件为变幅油缸。应根据 CCS 产品检验指南 H-02《液压缸》或本指南接受的有关标准，对变幅机构在各种工况下的受力情况进行计算，基于受力和行程选择合适的变幅油缸，以满足变幅要求。

3.2.2.2 若采用其他非液压方式驱动的变幅机构，应经 CCS 同意。

3.2.3 回转机构

3.2.3.1 回转机构包括电机/液压马达、减速箱、驱动齿轮和内齿式回转支承等。应根据 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第10章或本指南接受的标准，对回转机构在各种工况下的受力和功率需求进行计算。根据计算结果，选择适用的电机/液压马达、减速箱、驱动齿轮和内齿式回转支承，以满足回转要求。

3.2.4 伸缩机构

3.2.4.1 伸缩机构应能满足在各种载荷下的强度要求。伸缩机构包括液压马达、减速箱、齿轮、导向轮、轨道、齿条和车轮等。应根据 CCS《海上移动平台入级规范》第4篇第6章第3节、CCS《钢质海船入级规范》第3篇第10章或本指南接受的标准，对伸缩机构在各种工况下的受力和功率需求进行计算。根据计算结果，选择适用的电机/液压马达、减速箱、驱动齿轮和齿条，采用成熟的齿轮齿条驱动型式，以满足伸缩要求。

3.2.4.2 若采用其他非液压方式驱动的伸缩机构，应经 CCS 同意。

第3节 液压系统

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 液压系统及其布置应满足 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第2、4、6、13章、CCS 产品检验指南 H-01《液压动力装置》的适用要求。本指南接受的相关标准可作为等效标准使用。

3.3.1.2 液压系统所使用材质应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关规定。

3.3.1.3 液压系统及其元件的持证要求及产品检验，应符合本指南第1章和 CCS《海上移动平台入级规范》第1篇第3章的有关规定。

3.3.1.4 设计液压系统回路时，要考虑所有可能的故障类型（包括控制电源故障）。液压系统构件的选用、安装、调试应考虑即使是出现故障也能最大限度的保障人员安全，同时把设备损坏减至最小（故障安全准则）。设计的所有构件均应保证在不超过系统最大工作压力或某一特殊构件额定压力下运行。

3.3.1.5 系统应能承受冲击压力和脉动压力的影响。

3.3.1.6 应采取措施防止液压系统或与液压系统连接的其他机械设备表面温度对人员造成伤害。

3.3.1.7 应采取措施防止液压系统或与液压系统连接的其他机械设备因液压油或润滑油意外漏泄导致周围环境污染。

3.3.2 液压缸

3.3.2.1 承载液压缸（变幅油缸）的材料应符合 CCS《材料与焊接规范》第1篇的适用规定。其设计、审图、制造、检验和试验应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第4篇第6章第2节 6.2.2 的规定及 CCS 产品检验指南 H-02《液压缸》的适用要求。液压缸应持 CCS 产品证书。

3.3.3 蓄能器

3.3.3.1 蓄能器，其设计、审图、制造、检验和试验应符合 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第6章附录4 压力容器强度计算或本指南接受的标准的适用要求。蓄能器应持 CCS 产品证书。

3.3.4 挠性软管

3.3.4.1 挠性软管应符合 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第2章附录2的适用要求。挠性软管应持 CCS 产品证书。

3.3.5 液压试验

3.3.5.1 液压系统应按照 CCS《钢质海船入级规范》第3篇第2章第7节的适用要求进行液压试验。

第4节 气动系统

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 气动系统应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第4篇第3章第17节压缩空气系统的适用要求。

第5节 运动补偿系统

3.5.1 一般要求

3.5.1.1 任何单一故障都不应导致危险，任何失效或故障均应在控制站发出警报。

3.5.2 运动补偿系统

3.5.2.1 可通过变幅、回转和伸缩3个系统实现6维运动补偿，在栈桥搭接前和搭接以后具备主动补偿或被动补偿功能。

3.5.2.2 运动补偿系统应能实现对船舶或海上设施运动和海洋环境的实时监测及数据融合，对栈桥运动补偿系统而言，一般应包括：

- (1) 海洋环境参数的实时监测；
- (2) 船舶或海上设施多自由度运动的实时监测；
- (3) 船舶或海上设施相对位置的实时监测；
- (4) 栈桥姿态的实时监测；
- (5) 监测数据辨识与实时处理分析；
- (6) 多通道数据融合。

第4章 电气装置

第1节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 电气装置除符合本章要求外，还应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第5篇的适用规定。

4.1.2 环境条件和工作条件

4.1.2.1 栈桥电气装置应能够在 2.2.1.1 的设计温度下工作。

4.1.2.2 栈桥电气装置的工作电压和频率应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第5篇第1章第2节 1.2.2 的适用要求。

4.1.3 电气装置的选择

4.1.3.1 电气装置的设计应符合有关的标准、规范。

4.1.3.2 安装在危险区内的电气装置和电缆，应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第5篇第1章第4节 1.4.2 的适用要求。

第2节 电源系统

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 栈桥应设置两路电源，除主电源外，第二路电源应为来自船舶或海上设施的应急电源或栈桥配置的蓄电池。

4.2.1.2 栈桥第二路电源应能在主电源失电的情况下满足下列设备的供电要求：

- (1) 栈桥走道应急照明 18h；
- (2) 栈桥恢复到安全位置的应急控制；
- (3) 栈桥报警系统和与人员安全有关的保护。

4.2.1.3 栈桥配置的蓄电池，应满足 CCS《海上移动平台入级规范》第5篇第2章第10节的适用要求。

第3节 照明系统

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 除符合本节的要求外，照明系统还应符合 CCS《钢质海船入级规范》第4篇第2章第7节的适用要求。

4.3.1.2 栈桥梯道、走道设置的照明的平均照度不应低于 100 lux，设置在两端出入口的

照明照度不应低于 300 lux。

第 5 章 安全系统

第 1 节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 栈桥安全系统除符合本章要求外，还应满足 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》第 4 章 4.3 的适用要求。

5.1.1.2 CCS 可以接受具有相同安全功能的等效替代方案。

5.1.2 停车系固

5.1.2.1 在栈桥停止工作期间，应采用系固等安全方法，将其安全的与停车支架系固在一起，使其保持在“停止工作”状态。

5.1.2.2 系固装置的强度除考虑栈桥自身因素外，还应考虑船舶或海上设施运动和风及阵风的影响。

5.1.3 操纵室

5.1.3.1 操纵室应满足下列要求：

- (1) 操纵室内部应提供舒适的工作环境；
- (2) 操纵室的窗户应设置雨刮器并提供加热装置防止结冰。

5.1.4 操作员控制

5.1.4.1 在紧急情况下，操作员应能手动越控栈桥自动安全系统。

5.1.4.2 类型 2 栈桥只有操作员在操纵室才能进行这种手动越控。

5.1.5 单一故障

5.1.5.1 当栈桥在升起位置时，栈桥支撑和悬挂系统不会因某一故障使栈桥顶端突然跌落。

5.1.5.2 栈桥运动补偿系统和伸缩、回转及变幅系统同样不应因某一故障影响其功能。

5.1.6 脱离系统

5.1.6.1 栈桥顶端与着陆平台（亦称着陆区域、支撑结构）的连接处应有一个合适的脱离系统，便于栈桥与着陆区域脱离。

5.1.6.2 脱离系统的分离力不应超过水平合成载荷的 30%。

5.1.6.3 脱离装置在应急情况下可以自动脱离（可以由操作员或自动保护系统实施）。主电源失电不影响此功能。

5.1.7 自动保护系统

5.1.7.1 当栈桥控制系统检测到已预设的自动脱离条件（比如超载、超程、脱离着陆区等）时，栈桥在自动脱开、起升和/或回缩和/或回转到预定的安全位置前，应自动向用户提供声光报警。自动保护系统应配置成当声光警报被触发时，允许任何穿过栈桥的人在 X、Y

和 Z 轴方向的任何运动开始之前到达安全区域。

5.1.7.2 如果栈桥必需要转到一个安全位置,则栈桥必须具有这种应急回转功能。在进行这种应急回转操作后,要对栈桥的功能进行复位,使其恢复到正常工作状态。主电源失电不影响此功能。

5.1.7.3 对永久有人值守操作的栈桥,无需设置这种保护系统。

5.1.8 人工保护系统

5.1.8.1 栈桥安装手动保护系统,使操作员能够在紧急情况下断开栈桥的连接。操作时,该系统应能自动向用户发出声光报警,然后将栈桥分离、提起、回缩和旋转到预定的安全位置,同时保障栈桥上的人员安全。

5.1.8.2 人工保护系统在所有工况下均能操作,包括主电源失电、主控制系统失灵。人工操作时所有其他功能都能越控。

第2节 系统保护

5.2.1 自动横向过载保护

5.2.1.1 应在回转机构上设置自动横向过载保护装置。

5.2.2 自动垂直过载保护

5.2.2.1 应在悬臂梁结构栈桥的变幅机构上设置自动垂直过载保护装置。

5.2.3 自动轴向过载保护

5.2.3.1 应在伸缩机构上设置自动轴向过载保护装置(沿栈桥长度方向)。

5.2.4 超程保护

5.2.4.1 栈桥超程可能导致产生超过栈桥结构强度的应力以及操作危险。因此,无论是通过限位装置(或限位报警)或物理方式使栈桥的所有运动必须保持在安全范围内。

5.2.4.2 限位装置应选用故障安全型的,能被精准触发,即使是在发生故障(电源故障等)时,也能引导栈桥进入预定的安全状态。限位装置触发后栈桥操作间内应有显示和报警。另外,栈桥的反向移动不应被限止。如果不止一个动作导致超程,那么所有限制超程的限位装置应同时启动。允许安装主动触发和维持动作的手动越控系统,并提供显示和报警。

5.2.5 紧急停止装置

5.2.5.1 由于栈桥控制系统故障,可能导致栈桥的移动失控或出现其他意外风险,因此,栈桥控制系统必须设有手动紧急停止功能,可关闭和停止栈桥的运动。该功能应能立即断开机器执行机构的电源或断开构件与其机器执行机构之间的机械连接,使栈桥动作停止。

5.2.5.2 无论栈桥控制系统发生任何故障,紧急停止装置都应保持其功能。

5.2.5.3 紧急停止按钮应位于控制站的方便位置,以便立即使用。

5.2.6 视线盲区

5.2.6.1 对栈桥操作员的视线盲区应安装影像设备。

5.2.7 通信设备

5.2.7.1 栈桥操作员和与栈桥作业有关的其他工作人员应配备双向通信设备。

5.2.7.2 栈桥操纵室与船舶或海上设施驾驶室/DP 控制站之间应设有固定双向通信设备。

5.2.8 脱离登陆区

5.2.8.1 如果栈桥顶端脱离登陆区，栈桥应自动进入安全状态。

5.2.8.2 栈桥脱离登陆区不应导致栈桥顶端突然下摔。该功能不受主电源失电的影响。

5.2.9 失电保护

5.2.9.1 失电可能导致栈桥停在不利和不安全的位置。

5.2.9.2 失电不应导致栈桥无法操作。在主电源失电的情况下，操纵室、其他控制室和船舶综合自动化系统（IAS）应发出警报。

5.2.9.3 栈桥应与一个独立的应急电源连接。

第 3 节 故障模式与影响分析

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 应按照 CCS《故障模式和影响分析应用指南》的有关规定，对栈桥进行故障模式与影响分析，以证明栈桥安全可靠。

第6章 试验

第1节 一般规定

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 建造完工的栈桥的功能及性能试验除符合本章要求外,还应满足 CCS《船舶与海上设施起重设备规范》第7章的适用要求。

6.1.1.2 栈桥的功能、性能试验和出厂检验,应按 CCS 批准的试验大纲进行。

第2节 功能与性能试验

6.2.1 整机安装检查

6.2.1.1 机械装置的安装与检查:

(1) 栈桥变幅、伸缩和回转机构机械设备的安装与检查除应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第4篇第1章第2节的适用要求外,还应满足 CCS 批准的机械设备装配工艺规程、图纸及技术条件的要求;

(2) 在组装过程中,按规定的过程节点进行检查。

6.2.1.2 液压系统的安装与检查:

(1) 液压系统的安装与检查应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第4篇第2章第6节、第7节、第3章第12节的适用要求,以及 CCS 批准的图纸及相关安装工艺的要求;

(2) 对液压系统进行液压试验,试验压力为设计压力的1.5倍。

6.2.1.3 电气装置的安装与检查:

(1) 电气装置的安装与检查应符合 CCS《海上移动平台入级规范》第5篇第1章第3节的适用要求;

(2) 应按 CCS《钢质海船入级规范》第4篇第3章第3节 3.3.7.5 的要求,对所有绝缘电极和地面之间的输出电路进行绝缘电阻测量,在可行的情况下,电极之间进行绝缘电阻测量;

(3) 当验船师认为有必要时,应在加载条件下对开关设备进行测试,以验证其适用性;

(4) 电气装置和控制系统的试验应按 CCS 批准的试验大纲进行。

6.2.2 监测及控制系统试验

6.2.2.1 安全设备与控制系统试验前应确认或调整各安全保护装置安全可靠。

6.2.2.2 栈桥控制、监测及报警系统的试验及试验结果,应满足批准的图纸及相关工艺文件的要求。

6.2.2.3 应验证在正常载荷下,控制和监测系统是否能够正常运行。在进行相关试验时,应尽实际可能真实地模拟故障或边界条件。

6.2.3 I/O 信号试验

6.2.3.1 I/O 信号应按照“栈桥控制及监测系统试验报告”(含 I/O 信号)和“软件质量

计划”进行试验，验证其符合性。

6.2.4 伸缩机构试验

6.2.4.1 对栈桥伸缩机构进行试验，确认符合设计要求，试验应包括但不限于：

- (1) 水平位置伸缩极限试验；
- (2) 最大变幅角度伸缩极限试验；
- (3) 最小变幅角度伸缩极限试验。

6.2.5 变幅机构试验

6.2.5.1 对变幅机构的控制系统进行试验，确认符合设计要求，试验应包括但不限于：

- (1) 收缩位置变幅极限试验；
- (2) 最大伸缩行程位置变幅极限试验。

6.2.5.2 变幅机构的过载保护装置试验。

6.2.6 回转机构试验

6.2.6.1 对回转机构的回转能力进行试验，确认符合设计要求，试验应包括但不限于：

- (1) 在伸缩动作的基础上，选择最大和最小伸缩长度，完成回转动作。

6.2.7 脱离系统试验

6.2.7.1 在设计载荷（垂直、水平载荷包括风载荷及其组合）的条件下，对脱离系统的自动释放功能进行测试，确认符合设计要求。

6.2.8 应急提升系统试验

6.2.8.2 对应急提升系统进行试验（正常供电、失电），确认符合设计要求。

6.2.9 紧急停止系统试验

6.2.9.1 在启动紧急停止系统前，应确认紧急停止电路和紧急停车开关处于正常工作状态，对紧急停止系统进行测试，确认符合设计要求。

6.2.10 载荷试验

6.2.10.1 栈桥载荷试验：

(1) 1型栈桥：栈桥延伸至最大运行长度并两端受到支撑，载荷试验为 $1.25 \times$ 活载荷，但不小于500kg，试验载荷沿栈桥均布。栈桥总的结构挠度不得超过 $L/200$ 。载荷试验不应造成栈桥永久变形。

(2) 2型栈桥：对于两端z轴方向支撑的栈桥，当延伸至最大运行长度时，应在栈桥中间布置试验载荷，载荷试验为 $1.25 \times$ 活载荷，但不小于300kg。

如果2型栈桥设计承载大于3人，试验荷载沿栈桥分配应视具体情况决定。载荷试验不应造成栈桥永久变形。

6.2.11 栈桥补偿系统试验

6.2.11.1 对栈桥运动补偿系统（主动补偿、被动补偿）进行试验，确认其功能符合设计要求。

第3节 栈桥试验后的检查

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 栈桥所有试验项目完成后，应对栈桥进行全面检查，确认是否有部件因载荷试验造成损坏或变形。如果验船师认为有必要，应对有疑问构件或系统进行拆检，或进行无损检测。

6.3.1.2 试验完成后，断开的过载保护系统应重新连接。安全阀和/或电气断路器应恢复原定的设定值。

第4节 证书

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 在栈桥所有检验项目、试验项目完成，审核确认所有检查、试验资料及出厂文件后，向申请建造方颁发栈桥的船用产品证书或符合证书。

第 7 章 栈桥在船舶或海上设施的安装与调试

第 1 节 一般规定

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 本章对栈桥在船舶或海上设施上的安装与调试做出了规定,适用于具有栈桥附加标志的船舶或海上设施。不申请附加标志的船舶或海上设施也可参照执行。

7.1.2 对动力定位系统的要求

7.1.2.1 船舶或海上设施的动力定位系统应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 8 篇第 11 章的适用要求。

7.1.2.2 如适用,可将船舶或海上设施动力定位系统输出设备的接口与栈桥控制系统输入设备的接口进行连接。确保船舶或海上设施动力定位系统与栈桥控制系统数据共享。

7.1.3 对船舶或海上设施的要求

7.1.3.1 对船舶或海上设施的运动和加速度的要求如下:

(1) 在最恶劣的海况下,应提供栈桥在连接和人员移动阶段重心处的船舶或海上设施运动和局部加速度。除非申请人可以证明基于直接分析得到的其他值的有效性,否则应根据船舶或海上设施的适用规范考虑船舶或海上设施的运动和加速度。

(2) 在移动阶段,应参考船舶或海上设施的适用规范来评估栈桥的加速度。

7.1.3.2 船舶或海上设施上栈桥的基础结构应符合 CCS 批准图纸的要求。

7.1.3.3 当使用中的栈桥出现了明显的倾斜角度时,应按照适用的规范或 CCS 接受的标准进行稳定性验证。

7.1.4 电源

7.1.4.1 当船舶或海上设施向栈桥提供电源时,应能保证如下系统、设备同时运行:

- (1) 栈桥(最大额定载荷和速度时);
- (2) 船舶或海上设施的基本设施;
- (3) 船舶或海上设施的动力定位系统。

7.1.4.2 通过失效模式和影响分析来验证电源的可用性。

第 2 节 检验和试验

7.2.1 一般要求

7.2.1.1 栈桥在船舶或海上设施上安装完毕后首次投入使用之前,应对栈桥进行功能试验和载荷试验,以确认其符合设计或预期使用的要求。

7.2.1.2 应按照本指南第 6 章的有关要求,对栈桥进行全面的功能和性能测试。

7.2.2 设计审查

7.2.2.1 应将栈桥相关的下列图纸资料提交 CCS 批准:

- (1) 基座;
- (2) 栈桥基座与船舶或海上设施结构连接处的加强图;
- (3) 空心圆筒体 (亦称将军柱) 图;
- (4) 着陆锥图;
- (5) 停车支架与船舶或海上设施结构连接处加强图;
- (6) 回转底盘 (回转平台) 图;
- (7) 回转装置安装图;
- (8) 液压系统原理图
- (9) 电气系统图;
- (10) 控制、检测报警系统图及功能说明;
- (11) 电气设备布置图;
- (12) 控制室或控制站布置图。

7.2.2.2 应将栈桥相关的下列数据资料提交 CCS 备查:

- (1) 环境条件;
- (2) 最大有效波高和峰值周期;
- (3) 最大风速;
- (4) 最低和最高环境温度;
- (5) 最恶劣海况下的船舶或海上设施运动和加速度;
- (6) 失效模式及影响分析报告。

7.2.3 栈桥安装过程中的检验

7.2.3.1 按照 7.2.2 批准和备查的图纸资料, 对栈桥安装过程中的下列项目 (包括但不限于) 进行检验和试验:

- (1) 检查基座、空心圆柱体、停车支架与船体结构的焊接, 按本指南表 2.6.3.2 的要求进行无损探伤检查, 确认其符合规定要求;
- (2) 检查回转底盘与空心圆柱体的安装, 确认其符合相关批准图纸的要求;
- (3) 对液压系统进行液压试验和密性试验, 确认其符合规定的要求;
- (4) 对供电线路进行绝缘电阻测量和通电试验, 确认其符合规定要求。

7.2.4 栈桥的联合调试检验

7.2.4.1 栈桥在船舶或海上设施上安装完毕首次投入使用之前, 应按照 CCS 批准的试验大纲或测试程序要求, 进行下列项目的调试和试验:

- (1) 应按照本节表 7.2.5.1 的规定, 对搭载船舶或海上设施动力定位系统与栈桥控制系统共享数据进行调试。
- (2) 空载运行试验
 - ① 动力系统起动试验;
 - ② 回转、变幅、伸缩动作试验;
 - ③ 紧急停止试验;
 - ④ 限位试验。

(3) 变幅试验

检查栈桥从最小机械角度至最大机械角度的变幅时间是否符合设计要求, 变幅时间误差应控制在 $\pm 6s$ 以内, 油压应处于正常范围。

(4) 回转试验

检查栈桥右转及左转的回转速度、油压、并作好记录。回转速度误差应控制在 $\pm 10\%$ 以内。

(5) 伸缩试验

检查栈桥伸缩从最小工作长度至最大工作长度的速度、油压，并作好记录。速度误差应控制在 $\pm 5\%$ 以内。

(6) 试验后的检查

- ① 对回转、伸缩和变幅各机构空载运行试验完成后，对各机械运动部件的温升进行检查，确认回转机构及液压油的温升符合设计要求；
- ② 对液压元件、电动机、液压马达、电气元件的运行情况进行检查，确认其处于良好技术状态。

7.2.4.2 栈桥安装完成后，应按照 CCS 批准的试验大纲在船舶或海上设施上进行功能试验和负荷试验。

7.2.5 共享数据及调试

7.2.5.1 船舶或海上设施上的动力定位 (DP) 系统与栈桥控制系统共享数据及其调试方法 (如适用) 如下：

DP 系统与栈桥控制系统共享数据及技术要求 表 7.2.5.1

序号	实时监测项目/数据融合处理	参数	技术要求
1	海洋环境	风速、风向、流速、流向和波浪周期特性	船舶或海上设施拥有实时的海洋环境监测信息，栈桥控制系统通过与船舶或海上设施共享得到实时的海洋环境信息并将其作为船舶或海上设施运动短期预报模型的关键输入参数。
2	船舶或海上设施多自由度	多自由度位置、速度和加速度	栈桥运动传感器与船舶或海上设施 DP 系统共同完成对左列参数的实时监测并得到实时的数据信息。向栈桥运动预报模块输入数据。
3	船舶或海上设施相对位置	相对三维距离、相对空间位置、诱导速度和加速度	船舶或海上设施间相对三维距离和栈桥两端搭接点之间相对空间位置及其诱导速度和加速度，以栈桥的运动传感器和位置传感器实时输出数据，结合船舶或海上设施 DP 系统的输出信息基础，利用数学模型求得左列参数值，完成对船舶或海上设施相对位置的实时监测，为栈桥运动补偿控制提供直接的输入条件。

DP系统与栈桥控制系统共享数据及技术要求 续表 7.2.5.1

序号	实时监测项目/数据融合处理	参数	技术要求
4	栈桥姿态	长度、角度和海拔高度及栈桥端部搭接点六个自由度的实时坐标	对栈桥姿态和伸缩位置及其转动角度和角加速度进行监测向栈桥的运动补偿控制系统提供准确的输入信息，也为正常作业情况下，人员的移动提供定量的安全指标。
5	监测数据的辨识与处理分析	数据精度和质量	根据各类监测数据及其传感器的特点，针对不同信号数据的精度和质量，分别制定相应的数据辨识和修改策略；另一方面，制定满足栈桥运动控制要求的实时数据监测处理方案。
6	多道数据融合	数据归纳、转换	通过计算机对从多渠道监测到的数据进行梳理、归纳、转换和融合计算，得到直接用于栈桥补偿系统控制和人员、物资安全保障的数据。

7.2.5.2 CCS 验船师应按照表 7.2.5.1 给出的参数和数据辨识与处理分析及对多道数据的融合技术要求，对船舶或海上设施动力定位（DP）系统的输出数据和栈桥控制系统的接收数据进行一致性检查。必要时，由制造厂专职软件技术人员进行调试直至符合要求为止。

第 8 章 栈桥附加标志检验

第 1 节 一般规定

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 本章要求适用于按本指南第 1 章第 5 节授予附加标志的栈桥。

8.1.1.2 对于转入 CCS 级的船舶或海上设施上的栈桥按本指南第 1 章第 4 节适用要求提交图纸资料审核。栈桥结构、机械、电气等设备及系统的检验按本章 8.1.4 特别检验的要求执行。

8.1.2 年度检验

8.1.2.1 年度检验至少包括下列项目：

(1) 对栈桥结构状况进行外观检查，确认其是否存在裂纹、扭曲和腐蚀等缺陷，必要时，应进行无损检测；

(2) 对支撑结构进行外观检查，确认其是否存在裂纹、扭曲和腐蚀等缺陷，必要时，应进行无损检测；

(3) 检查回转系统的运行状况，确认回转轴承及润滑、螺栓及螺栓预紧力等处于正常工作状态；

(4) 检查伸缩系统（包括滑动表面）的运行状况，确认其处于正常工作状态；对变幅系统包括液压缸构件的运行情况进行外观检查，确认其处于正常工作状态；

(5) 功能试验；

(6) 安全系统、报警系统效用试验；

(7) 检查液压系统是否有漏泄，确认安全阀开启压力；

(8) 检查电气系统的状况；

(9) 如适用，检查灭火系统（喷淋）。

8.1.3 中间检验

8.1.3.1 栈桥中间检验要求按年度检验要求执行。

8.1.4 特别检验

8.1.4.1 特别检验除上述年度检验项目外，还应对下列项目进行检验，如验船师认为必要，可增加其他的检验项目：

(1) 按照本指南 6.2.10 负载试验的要求，对栈桥进行负载试验。

(2) 检查确认液压缸固定轴、轴销和轴套的状况。必要时拆检。

(3) 打开回转轴承检查，对轴承内圆角、滚道和螺栓进行磁粉探伤检查；如果轴承满足下列条件，也可以不必打开检查：

① 安装了经认可的固定装置（护圈）或者；

② 回转轴承经过特别改装，由 CCS 认可的无损检测公司对其是否存在裂纹进行了无损检测。

(4) 地脚螺栓检查：

① 首先在栈桥受力最大的区域拆检 20%的地脚螺栓。如发现存在严重缺陷，

再拆检 20%地脚螺栓。如果第 2 次再发现缺陷，则所有螺栓都应拆检；

- ② 如果初次拆检的 20%地脚螺栓状态良好，则进行标记，剩余 80%的地脚螺栓下次特检时拆检；
- ③ 新装地脚螺栓时，应按“栈桥操作手册”或批准图纸规定的预紧力紧固。