



中国船级社

内河载货汽车滚装船跳板安全技术指南

人民交通出版社

目 录

第 1 章 通则	1
1.1 适用范围	1
1.2 定义	1
1.3 图纸资料	1
第 2 章 跳板结构	3
2.1 一般规定	3
2.2 折叠跳板	3
2.3 连接铰链	3
第 3 章 跳板收放装置	4
3.1 一般规定	4
3.2 钢索	4
3.3 直立式吊臂	4
第 4 章 跳板直接计算	5
4.1 一般规定	5
4.2 设计载荷	5
4.3 有限元模型	5
4.4 强度校核	5
第 5 章 机械、电气与控制系统	7
5.1 一般规定	7
5.2 跳板液压操纵装置的配置与基本性能	7
5.3 跳板的控制系统	7
5.4 跳板液压系统的设计与结构	7
5.5 液压传动管系	7
5.6 跳板的安全保护装置	8

第 6 章 检验与试验.....	9
6.1 检验.....	9
6.2 试验.....	10

第 1 章 通则

1.1 适用范围

1.1.1 《内河载货汽车滚装船车辆跳板安全技术指南》(以下简称<本指南>)适用于安装在内河载货汽车滚装船上车辆装卸作业用的可活动车辆跳板,包括整体式、液压折叠式及液压与机械组合式等跳板型式的设计、建造与检验。

1.1.2 本指南未作规定者尚应符合本社《船舶与海上设施起重设备规范》和《钢质内河船舶建造规范》(以下简称<内规>)的有关规定。

1.1.3 跳板所用材料及焊接方面的要求,应符合本社《材料与焊接规范》的有关规定。

1.2 定义

1.2.1 除另有规定外,本指南有关名词术语定义如下:

- (1) 整体式跳板:系指安装于船上,用于通过车辆的整体式跳板。
- (2) 液压折叠式跳板:系指安装于船上,用于通过车辆的可折叠跳板,且跳板由主、副跳板组成并均由液压系统操作。
- (3) 液压与机械组合式折叠跳板:系指安装于船上,用于通过车辆的可折叠跳板。跳板由主、副跳板组成,并分别由机械和液压系统操作。
- (4) 主跳板:折叠跳板与船体相连的部分。
- (5) 副跳板:折叠跳板中间铰链之前的部分。
- (6) 端铰链:跳板与船体相连的铰链,由眼板与销轴组成。
- (7) 中间铰链:主跳板与副跳板相连的铰链,由眼板与销轴组成。
- (8) 起升油缸:用于起升主跳板的液压油缸。
- (9) 折叠油缸:用于折叠和展开副跳板的液压油缸。

1.3 图纸资料

1.3.1 应将跳板的下列图纸和资料一式 3 份提交本社批准:

- (1) 跳板设计说明书(含设计所依据的车辆轴载荷、轴间距、轮印间距、轮印尺寸等的说明);
- (2) 跳板基本结构图;
- (3) 跳板主要部件焊接材料与焊接规格;
- (4) 跳板结构强度计算书;
- (5) 端铰链、中间铰链(折叠跳板)结构图;
- (6) 端铰链与主船体连接图及跳板与船体连接处结构加强图;
- (7) 起升油缸与跳板和船体连接铰链及其基座图,折叠油缸与主、副跳板连接铰链及其基座图(如设有时);
- (8) 跳板锁定装置图;
- (9) 跳板最大允许工作角度示意图(含限位器的布置和功能说明);
- (10) 液压油缸详图(如设有时);
- (11) 液压系统强度计算书(如设有时);
- (12) 滑轮与滑轮支承详图(如设有时);
- (13) 钢索的强度计算书(如设有时);
- (14) 卷扬机负荷计算书(如设有时);

- (15) 电动液压泵组装配图（如设有时）；
- (16) 液压动力系统原理图（含安全阀、溢流阀的布置及排量说明等资料）（如设有时）；
- (17) 电气系统原理图和接线图；
- (18) 控制柜布置图和装配图；
- (19) 跳板使用与操作说明书（备查）。

注：凡经本社认可的产品，图纸和资料可不必重复送审。

第 2 章 跳板结构

2.1 一般规定

2.1.1 本章未作规定者，跳板结构强度应满足《内规》第 1 篇第 11 章有关规定。

2.1.2 跳板前端与第一道强横梁间每隔两个纵骨间距应设短纵桁加强。纵桁材的构件尺寸应不小于相邻强横梁的尺寸。

2.1.3 跳板的长度应保证所能承载的各种长度的车辆能顺利上下船。

2.1.4 跳板所选用的材料等级应满足本社《材料与焊接规范》第 1 篇第 3 章的规定。

2.1.5 跳板两侧应设置不低于 200mm 的钢质防护围板。防护围板可以不连续，但其间隔应不大于 150mm。防护围板外侧应设置防倾肘板，防倾肘板间距不大于 500mm。

2.1.6 起升油缸基座与船体连接处的结构应予以局部加强。

2.1.7 跳板与起升油缸连接的眼板应设置防倾肘板，其厚度应不小于眼板厚度的 0.5 倍。

2.2 折叠跳板

2.2.1 折叠油缸与主、副跳板的连接铰链应设置基座，基座应与跳板有效连接。

2.2.2 折叠跳板的车道甲板下至少应设 2 道强纵桁。强纵桁在主跳板和副跳板分别是连续贯通的；且主跳板和副跳板内强纵桁应位于同一平面内。强纵桁的设置要求和剖面模数要求应满足《内规》有关规定。

2.3 连接铰链

2.3.1 端铰链、中间铰链强度应满足《内规》有关规定。

2.3.2 端铰链、中间铰链应设置在纵向桁材平面内。

2.3.3 若铰链强度不满足 2.3.1 要求，则必须提供强度直接计算。

2.3.4 在中间铰链处，主跳板和副跳板强纵桁应设置顶块接触，顶块厚度应不小于 30mm，高度应不小于 50mm，宽度应不小于 150mm。

2.3.5 对跳板端铰链进行强度计算时，贯穿整个跳板长度的跳板纵桁所连接的端铰链作为受力端铰链进行校核。

第 3 章 跳板收放装置

3.1 一般规定

3.1.1 跳板收起角度与水平面夹角应不小于 45° 。

3.1.2 跳板应有角度指示器。达到收起角度后应能保证驾驶室可视范围满足《内河船舶法定检验技术规则》的要求。

3.1.3 跳板收起后应予以锁定。锁定装置应有足够的强度。

3.2 钢索

3.2.1 钢索的安全系数 n 应不小于下式计算所得之值，但任何情况下应不小于 4，亦不必大于 5：

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

式中： W ——跳板的重量，kN。

3.3 直立式吊臂

3.3.1 吊臂至少有一层甲板作为支点，并与船体甲板和船底主结构作有效连接，甲板室如具有足够强度，可以作为一个支点。连接处的船体结构或甲板室甲板应作加强。

3.3.2 吊臂承受集中载荷的部位，如吊臂基座及千斤索滑轮处眼板等部位，均应作适当加强。肘板的趾端和附件的角隅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。

3.3.3 吊臂结构应有连续性，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。

3.3.4 吊臂在千斤索眼板处的外形尺寸，一般不小于其根部尺寸的 85%。

3.3.5 计算吊臂强度时，应考虑跳板位于最小仰角的工况。吊臂结构在某一截面上的复合应力 σ_t 按下式计算：

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

式中： σ_b ——弯曲应力，MPa；

σ_c ——压缩应力，MPa，吊臂本身的重量载荷可以忽略不计；

τ ——由扭矩引起的剪应力，MPa。

3.3.6 吊臂结构相对于钢材屈服强度 σ_s 的安全系数可取 1.6。

第 4 章 跳板直接计算

4.1 一般规定

4.1.1 跳板的计算状态应在送审的文件中作详细说明，包括：收放速度、制动次数及跳板的作业角度。

4.1.2 跳板的坡度应符合表 4.1.2 的规定，因跳板用于船与岸间的工作，此坡度应包括船舶纵、横倾的影响。

4.1.3 进行跳板强度校核时所选载荷应不小于安全装载手册中允许的最大载荷。

跳板的坡度		表 4.1.2	
车辆类型 坡度	货车	拖车	重型拖车
最大坡度	1:6	1:9	1:9
一般选用坡度	1:7	1:10	1:10

4.2 设计载荷

4.2.1 假定跳板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。

4.2.2 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、轮轴负荷、轮印尺寸等。

4.2.3 在考虑跳板的载荷时，分别考虑船舶处于正浮和横倾 3° 两种浮态。

4.2.4 跳板的设计载荷一般包括：

- 1) 跳板的自重；
- 2) 作用在跳板上的静载荷 L_c 乘系数 1.2 作为对车辆的冲击力的考虑。

4.2.5 仅考虑跳板处于放置状态。

4.2.6 车辆在跳板宽度方向上的摆放位置，考虑以下两种情况：

- 1) 车辆中心线与跳板中心线重合；
- 2) 车辆中心线尽可能靠近跳板一侧。

4.2.7 车辆在跳板长度方向上的摆放位置，应使跳板上作用的轮负荷尽可能多，而且尽可能偏于危险的状态。

4.2.8 载荷工况应为以上各种情况的组合。

4.3 有限元模型

4.3.1 应采用板梁组合模型，板材和强构件腹板采用板单元。强构件面板和腹板上的加强筋采用杆单元，纵骨采用梁单元。铰链采用块体单元离散。

4.3.2 跳板在支承处采用简支边界条件。

4.3.3 建议单元网格大小横向不超过纵骨间距，纵向不超过普通横梁间距。单元长宽比应不大于 4:1。

4.3.4 轮印负荷作为均布力处理。相邻的两个轮印分布范围可取长 300mm，宽 400mm 的矩形。

4.4 强度校核

4.4.1 许用应力：跳板纵桁、强横梁结构的许用弯曲应力为 141 MPa，板的许用合成应

力为 235 MPa，纵骨和加强筋等的许用合成应力为 200 MPa。

4.4.2 变形衡准：跳板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。

第 5 章 机械、电气与控制系统

5.1 一般规定

5.1.1 跳板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。

5.1.2 电气设备及其控制装置应符合《内规》第 3 篇、第 4 篇的有关规定。

5.2 跳板液压操纵装置的配置与基本性能

5.2.1 液压式折叠跳板液压传动装置中应设 2 套电动液压泵组，且 2 套电动液压泵组应互为备用。

5.2.2 组合式折叠跳板和整体式跳板液压传动装置中应设 1 套电动液压泵组及必要的备品、备件。

5.2.3 折叠跳板上下车辆时，所有液压油缸均应处于卸压状态。

5.2.4 液压油缸工作时，必须使 2 个起升油缸或 2 个折叠油缸同时动作。

5.3 跳板的控制系统

5.3.1 跳板应设有有效控制收放速度与停止收放、确保作业安全的控制系统。

5.3.2 液压式折叠跳板应设有 2 套控制柜，其中 1 套控制柜应设置在液压泵组处，另 1 套控制柜设置在便于操作和观察的处所。2 套控制柜应相互联锁，且在控制柜上应具有表明其用途、零位及运动方向的标志牌。

5.3.3 组合式折叠跳板和液压整体式跳板应在便于操作和观察的处所设有一套控制柜。控制柜上应具有表明其用途、零位及运动方向的标志牌。

5.3.4 跳板操纵处所应位于不影响车辆上下位置。其布置应使操作人员能观察到跳板的运动状态。

5.4 跳板液压系统的设计与结构

5.4.1 液压动力系统的设计压力应不小于 1.25 倍的最大工作压力。

5.4.2 液压系统中承受内压力的部件，如液压缸体等部件的设计应符合《内规》第 3 篇第 6 章中 1 级压力容器的有关规定。

5.4.3 液压油缸及传递机械负荷到活塞杆的部件，其焊接接头应为全焊透型或应具有相适应的强度。其焊接详图及施焊工艺应经本社同意。

5.4.4 液压系统的部件，如缸体、管路、阀件、法兰及附件，以及将机械力传递到活塞杆的部件应以钢或其他韧性材料制成，并应按本社《材料与焊接规范》的有关规定进行试验。一般此类材料的伸长率应不小于 12%，抗拉强度应不大于 650N/mm^2 。

5.4.5 液压系统的主要受力部件，如活塞、活塞销轴、活塞杆等零部件应进行强度校核，且计算应力应不超过其材料屈服强度的 40%。

5.4.6 液压油缸的密封装置应有可靠的密封性、较长的使用寿命和小的摩擦损失。

5.4.7 应采取可靠措施使折叠跳板同时工作的 2 个折叠油缸和 2 个起升油缸分别保持同步。

5.4.8 应设置压力表以检测各油缸工作压力。

5.5 液压传动管系

5.5.1 液压传动管系中的所有部件，应由不受液压油侵蚀且与其不起化学作用的材料制

成。

5.5.2 液压油应具有良好的化学稳定性和黏温性能。

5.5.3 液压管及配件的强度应考虑系统中可能出现的最高波动压力。

5.5.4 液压传动管系中应装设滤油器和溢流阀，其布置应保证滤油器在清洗时不致妨碍系统的正常工作，溢油应流至循环油箱。

5.5.5 液压式折叠跳板液压管系中应设有隔离阀，以便隔离有故障的系统，使折叠跳板能够持续收起或放下。

5.5.6 液压系统和液压油缸等设备，应在最高部位装设放气装置，管系布置应避免空气积贮。

5.5.7 液压传动管系应装设具有指示开或关标志的控制阀。

5.5.8 液压管系在安装前应按规定进行清洗。管系应有牢固的支架，对易受碰撞的管路，应装防护罩，并距其他结构一定距离。

5.5.9 液压传动管系中的液压油不应用于该系统以外的任何机件的润滑。

5.5.10 液压管系中使用的挠性软管应为认可型。非金属软管内部应至少有一层金属丝织物。软管在安装和使用过程中应避免急弯和扭曲，并远离振源和热源。

5.5.11 液压油箱应设有液位计。

5.5.12 应设置压力表以检测液压管路工作压力。

5.6 跳板的安全保护装置

5.6.1 跳板在收放过程中应发出连续的听觉和视觉信号。

5.6.2 应设有跳板收起后的锁定装置。

5.6.3 折叠跳板的副跳板由可伸缩的锁定装置锁定时，应设有在锁定装置合上时确保动力不中断以及在锁定装置未脱开前防止跳板动作的装置。

5.6.4 跳板在工作时与水平方向的最大倾斜角度应不大于设计角度，如超过所允许的角度，应停止使用。

5.6.5 当折叠跳板的主跳板放下至最大角度时，若主跳板和副跳板之间的顶块没有接触，需调整跳板位置或船舶浮态。在此状态下严禁上下车。

5.6.6 折叠跳板应有保护折叠油缸及其连杆机构的措施，避免其接触码头上的障碍物。

5.6.7 起升油缸和折叠油缸应设置液压自锁装置，当电力供应中断或发生电力故障时，可使跳板保持在原有任意位置。

5.6.8 液压油缸应设置安全阀，安全阀的开启压力应不小于 1.25 倍的最大工作压力，但不大于设计压力。安全阀的最小排量应不小于可能通过安全阀的最大流量的 110%。在此情况下，压力的升高应不超过开启压力的 10%。

第 6 章 检验与试验

6.1 检验

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 载货汽车滚装船的跳板在建造、改装或改建时应进行建造中检验。

6.1.1.2 跳板投入使用后应结合船体检验进行年度检验。

6.1.1.3 跳板在使用中若发生影响跳板使用安全的损坏需进行修理时，应及时通知并申请本社进行损坏和修理检验。

6.1.2 建造中检验

6.1.2.1 检验和试验项目：

(1) 验船师应按批准的图纸资料（含审图意见）进行检验，对船厂采取的措施进行落实确认；对船厂落实审批图纸及其意见的不同意见，应及时向审图部门反馈；

(2) 验船师应确认规范所要求的跳板结构材料（金属材料、焊接材料等）、机械、设备、装置、电气设备及系统等，持有规范所要求的产品证书或证件；

(3) 验船师应检查跳板结构、材料、尺寸、布置和安装，机械设备和系统的布置、安装和工艺，电气设备的布置、安装和工艺等方面符合批准的图纸、说明书、计算书和其他技术文件；

(4) 验船师应参加液压管路的制造、安装检查和试验；包括车间的强度试验和在装船后的密性试验；

(5) 控制系统、报警装置安装后的检查和效用试验；

(6) 电气设备，如电动机、电缆、配电板安装后的检查和试验；

(7) 跳板安装后的检查及试验。

6.1.3 年度检验

6.1.3.1 跳板年度检验的内容及要求：

(1) 对跳板结构进行外观检查，若主要构件有影响使用的变形和损坏应及时修理或更换。

(2) 检查跳板升降卷扬机及其与机座的固定是否处于良好状态，如果卷扬机或机座有影响使用的变形和损坏应及时修理或更换。对液压折叠跳板应检查液压动力系统及液压油缸是否处于良好状态。

(3) 对跳板升降钢索及钢索插接接头进行检查，若钢索有过度磨损、严重腐蚀或钢索在 10 倍直径长度范围内有 5% 的钢丝折断时应更换钢索。

(4) 检查跳板各连接铰链的结构完好性。若铰链眼板磨损超过原尺寸 10%，销轴磨损超过原直径的 6% 或有裂纹、显著残余变形时应及时修理或更换；

(5) 对跳板升降控制系统和限位、锁定装置进行检查，确认其处于正常工作状态。

(6) 对跳板进行至少两次完整的升降和折叠工作循环，以确认系统处于正常工作状态。

6.1.4 损坏和修理检验

6.1.4.1 跳板损坏和修理的内容及要求：

(1) 分析损坏的原因，确认修理范围及修理方案；

(2) 对修理项目进行检查，确认修理已使功能恢复；

(3) 对主要结构件或装置，如跳板主纵桁、升降卷扬机、升降钢索、液压油缸、连接铰链等，修理后应按 6.2 的规定进行相关的试验。

6.2 试验

6.2.1 跳板的试验

6.2.1.1 跳板应在最不利的设计工况下进行试验, 表明跳板、所有控制系统与安全系统运转情况良好。

6.2.1.2 跳板在建造、改建或重大修理后应作如下试验:

- (1) 跳板在无载荷情况下, 操纵运转一个完整的工作循环;
 - (2) 对于折叠跳板, 在收放过程中, 液压油缸在跳板位于最不利位置时能够使跳板停住;
 - (3) 跳板在放置状态下按设计工况进行负荷试验, 试验负荷可以是载重汽车, 其重量误差应在 2% 以内。;
 - (4) 跳板在各设计工况的试验时间应不少于 5min, 并同时测量跳板的最大变形。
 - (5) 在试验中, 如发现跳板有不符合本指南规定或技术状况不良时, 应停止试验。
 - (6) 负荷试验完成后, 跳板在无载荷情况下, 操纵运转一个完整的工作循环。
- 6.2.1.3 跳板试验后, 应进行全面检查, 是否有变形及其他缺陷。跳板在做验证负荷试验时, 其最大弹性变形不得超过 $l/400$ (l 为支承间的长度)。

6.2.2 控制系统与液压系统的试验

6.2.2.1 控制系统试验应本社接受的标准进行。

6.2.2.2 控制系统、报警与安全保护装置应进行试验, 证明其符合设计要求。

6.2.2.3 液压油缸的液压试验压力应为 1.5 倍设计压力, 但不必大于设计压力加 7MPa。

6.2.2.4 所有管路、挠性软管、泵、阀件和附件在装配前均应在车间进行液压试验, 试验压力应为 1.5 倍设计压力, 但不必大于设计压力加 7MPa。

6.2.2.5 当管路液压试验适宜在船上进行时, 可以和装船后的密性试验一起进行, 但试验压力应为 1.5 倍的设计压力, 但不必大于设计压力加 7MPa。

6.2.2.6 安装上船后, 液压系统应进行密性试验, 试验压力应为 1.25 倍设计压力, 但不必大于设计压力加 7MPa。