



指导性文件
GUIDANCE NOTES
GD012-2025

中 国 船 级 社

船载液态二氧化碳装卸作 业指南

2025

2025年7月1日生效

北 京

出版说明

随着国际航运减排压力的提升，船舶将在能源端和后处理两个方向解决碳排放问题。能源端采用低碳零碳替代燃料，包括由二氧化碳加氢合成的碳循环燃料；后处理主要采用船载碳捕集技术，分离收集尾气排放中的二氧化碳来实现船端的碳减排。因此，在碳循环燃料的生产过程和船载碳捕集技术的利用过程，都将促进二氧化碳运输、装卸及存储等业务的发展。为提升二氧化碳的储运效率、降低营运成本，二氧化碳多采用液态方式来储运。液态二氧化碳具有高密度、无色无味、三相点及窒息性等特性，其装卸作业涉及低温冻伤、固化堵塞、超压爆炸和窒息伤害等风险，需对装卸设备、管系布置、压力控制、防护设备及作业流程等内容进行充分研究和风险分析，确定适合不同作业场景下的技术要求与操作规程，以尽可能避免潜在的风险。

当前国内外行业尚无针对船载散装液态二氧化碳装卸作业的技术标准及指南。为积极应对船载液态二氧化碳储运装卸市场需求，助力航运业减排，中国船级社组织开展船载液态二氧化碳装卸作业技术研究，编制《船载液态二氧化碳装卸作业指南》，涵盖船与船，船与岸，船与槽罐车，以及船与趸船等全场景装卸作业模式，为船载散装液态二氧化碳的装卸作业提供技术指导。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <http://www.ccs.org.cn> 发布，本指南使用相关方对于本指南如有意见可反馈至 ig@ccs.org.cn。

目 录

| | |
|-----------------------|-----------|
| 第1章 通则 | 1 |
| 第1节 一般规定..... | 1 |
| 第2节 装卸要求..... | 2 |
| 第2章 装卸模式 | 4 |
| 第1节 装卸方式..... | 4 |
| 第2节 同步作业..... | 6 |
| 第3章 设备操作 | 8 |
| 第1节 一般规定..... | 8 |
| 第2节 连接设备..... | 8 |
| 第3节 安全设备..... | 9 |
| 第4节 驳运设备..... | 9 |
| 第5节 辅助设备..... | 10 |
| 第4章 安全防护 | 12 |
| 第1节 人员防护..... | 12 |
| 第2节 结构防护..... | 12 |
| 第3节 泄漏防护..... | 13 |
| 第4节 超压爆炸防护..... | 13 |
| 第5章 风险评估 | 14 |
| 第1节 评估方法..... | 14 |
| 第2节 评估内容..... | 14 |
| 第3节 评估衡准..... | 15 |
| 第6章 操作程序 | 17 |
| 第1节 准备阶段..... | 17 |
| 第2节 装卸阶段..... | 18 |
| 第3节 完成阶段..... | 19 |
| 第7章 应急响应 | 21 |
| 第1节 应急响应程序..... | 21 |
| 第2节 应急响应处理..... | 21 |
| 附录1 检查表 | 23 |

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.1 目的

1.1.1.1 本指南旨在为船载液态二氧化碳的装卸作业提供技术指导，以使船载液态二氧化碳的装卸作业能规范、高效、安全地开展。

1.1.2 适用范围

1.1.2.1 本指南适用于停泊在沿海和内河的锚地、码头或主管机关指定水域进行的散装液态二氧化碳装卸作业，采用的装卸方式包括船与船、船与二氧化碳岸基存储站、船与二氧化碳槽罐运输车以及船与二氧化碳存储趸船。当采用船与船装卸方式时，纵向串联相连除外。

1.1.2.2 船载液态二氧化碳装卸作业还应满足主管机关的要求。

1.1.3 定义

1.1.3.1 装卸作业：系指在水上通过装卸系统进行液态二氧化碳装载/卸载作业的过程。

1.1.3.2 装卸设施：系指具有液态二氧化碳存储和对外卸载/接收能力的设施，如二氧化碳岸基存储站、二氧化碳存储趸船、二氧化碳运输船、安装碳捕集系统的船舶和二氧化碳槽罐运输车等。其中，对外卸载二氧化碳的称为“卸载方”，接收装载二氧化碳的称为“接收方”。

1.1.3.3 船载碳捕集系统（Onboard Carbon Capture System，以下简称 OCCS）：系指采用脱碳剂从船舶燃烧装置废气中捕集二氧化碳的整套系统。

1.1.3.4 装卸系统：系指由连接设备、装卸作业泵（如设有）及相关管系等组成用于液态二氧化碳装卸的系统。

1.1.3.5 二氧化碳岸基存储站（以下简称“岸站”）：系指具有岸上液态二氧化碳存储设施、装卸系统和计量设备（如设有），可与船舶进行液态二氧化碳装卸作业的陆上设施。

1.1.3.6 二氧化碳槽罐运输车（以下简称“槽罐车”）：系指具有车载二氧化碳储罐，通过自身或外接装卸系统和计量设备（如设有），在码头上可直接与船舶进行液态二氧化碳装卸作业的车辆。

1.1.3.7 二氧化碳存储趸船（以下简称“趸船”）：系指用于液态二氧化碳装卸的趸船。

1.1.3.8 紧急脱离系统（Emergency Release System，以下简称 ERS）：系指能够实现快速脱离且使卸载方与接收方所有连接管路安全分离的系统。

1.1.3.9 紧急切断系统（Emergency shut down system，以下简称 ESD）：系指在紧急情况下能够按顺序地执行切断泵和阀，对装卸作业进行安全、有效关断的系统。

1.1.3.10 紧急脱离装置（Emergency Release Coupling，以下简称 ERC）：系指在紧急情况下手动/自动激活，或在预设截面施加外力以实现装卸臂或软管与船舶连接管路快速脱离的装置。该装置为 ERS 的主要部件。

1.1.3.11 干式拉断阀：系指当受到一定的外力作用下和/或遥控驱动下能够安全断开，并且两端自动封闭的安全装置。

1.1.3.12 干式快速接头：系指可在不使用螺栓的情况下，以安全的方式将装卸设施的软管装卸系统与接收方的汇管快速连接和断开的一种机械装置。该接头由卸载端和接收端两部分组成。

1.1.3.13 碰垫：系指能够吸收靠泊时的冲击能的大型碰垫，其具有足够宽度以防船舶靠泊时发生接触。

1.1.3.14 总负责人：系指对装卸作业进行总体控制的人员，一般由接收方指定。

1.1.3.15 作业区域：系指装卸作业活动的区域。作业区域应选择安全的水域。在沿海区域，作业区域还需经沿海主管机关认可，并遵守相应法规要求。

1.1.3.16 限制区域：装卸设施的装卸站和装卸系统周围的三维区域，在作业期间该区域不允许无关人员进入。该区域应经风险评估确定。

1.1.3.17 警戒区域：系指为防止无关船舶、其它活动进入或靠近作业区域而设置的区域。

第 2 节 装卸要求

1.2.1 装卸设施

1.2.1.1 装卸设施应满足国家相关法律法规和行业标准，其使用应符合监管部门的有关规定（如有时）。

1.2.1.2 装卸设施在装卸作业期间应处于适用状态，且相关证书有效。

1.2.1.3 在进行装卸作业时，装卸设施应处于稳定状态（如船舶的锚泊、系泊等），并考虑外界条件对装卸作业的影响。

1.2.1.4 装卸作业的记录文件保存期限至少为三个月，且不少于主管机关要求的时限。

1.2.2 人员培训

1.2.2.1 装卸操作人员应接受相应的培训，未经培训的人员，在装卸作业期间不能进入作业区域。

1.2.2.2 装卸操作人员至少应接受以下内容的相关培训：

- (1) 人员的应急救援；
- (2) 二氧化碳的特性和危害；
- (3) 二氧化碳装卸的风险减轻原则；
- (4) 二氧化碳装卸的应急响应程序；
- (5) 杂质的影响及其控制措施；
- (6) 装卸系统的布置与操作程序；
- (7) 船上限制区域开口布置及安全操作要求；
- (8) 二氧化碳存储舱的压力、温度控制范围。

1.2.2.3 应对装卸作业总负责人进行培训，确保其：

- (1) 具有液态二氧化碳装卸作业经验；
- (2) 熟悉作业区域及周围的地理情况；
- (3) 熟悉二氧化碳装卸作业操作程序；
- (4) 掌握二氧化碳装卸事故应急处理技术，包括熟悉用于应急响应程序的设备和资源。

1.2.3 责任

1.2.3.1 装卸双方应为装卸设施制定操作人员组织结构图，明确所有操作人员的角色和职责。

1.2.3.2 船长/经营人均应对装卸设施负责，包括人员管理和整个装卸过程中的安全及其他的问题。在装卸双方对装卸作业达成共识之后方可进行与装卸有关的操作。

1.2.3.3 总负责人应确保装卸作业按照适用要求和流程进行，其职责应包括：

- (1) 确保根据装卸作业计划、操作程序的要求进行装卸、系泊和解缆等操作；
- (2) 在装卸操作期间向船长提供建议；
- (3) 在发生二氧化碳泄漏时，应确保各种紧急情况下应急预案的实施；
- (4) 确保已按照主管机关的要求进行报告；
- (5) 确保参与装卸作业各个环节的人员已清楚自身职责；
- (6) 确保在装卸作业之前装卸双方之间已建立有效的通信并完成相应的检查；
- (7) 确保已按照本指南进行装卸作业前后的各项安全检查；

(8) 提出中止或者结束二氧化碳装卸作业的要求，或针对某些具体的操作修改装卸作业计划。

1.2.4 装卸作业计划

1.2.4.1 相关方应在装卸作业开始之前制定装卸作业计划，并确认液态二氧化碳的装卸速率、压力、温度和纯度等。装卸双方应对作业计划内容达成一致。

1.2.4.2 装卸作业计划应包含确保高效、安全进行装卸作业所必需的信息，包括兼容性评估、作业流程、安全检查表、安全间距和应急响应程序等。

1.2.4.3 应提供液态二氧化碳装卸系统图（含部件说明）。

1.2.5 资料信息准备、报批和报备

1.2.5.1 装卸双方在进行装卸作业前，应核查当地和主管机关的有关规定，并按其规定进行资料信息的准备、报批和报备。

1.2.6 装卸作业限制

1.2.6.1 装卸作业区域的选取应符合有关主管机关的规定，选择安全的区域。选址前应进行风险评估（如主管机关有规定，从其规定）。选址时应考虑以下因素：

- (1) 水文条件（如风、浪、流等）
- (2) 当前气象条件和气象预报；
- (3) 与近岸设施的距离；
- (4) 指定作业区域的可用性；
- (5) 具有足够的水域活动范围和水深以满足靠离泊时船舶的操纵；
- (6) 避开水下管道、光纤、人工礁或者历史遗址等位置；
- (7) 锚地具有良好抓力；
- (8) 通航密度；
- (9) 可能发生的紧急情况和应急响应能力；
- (10) 其它可能存在的安全隐患。

1.2.6.2 装卸作业宜在白天进行。如在夜间进行装卸作业，装卸双方进行装卸作业的设备区域和人员活动区域应有良好照明。装卸作业期间使用的设施、人员操作地点以及人员通道的照明应满足表 1.2.6.2 要求。

装卸作业期间的照度要求

表 1.2.6.2

| 地点 | 参考位置 | 照度标准值 (lx) |
|-----------------------------|---------|------------|
| 经常有人操作处，如泵、压缩机、阀门、装卸设备、带缆桩处 | 操作位置的高度 | 100 |
| 仪表显示位置，如液位计 | 测控点的高度 | 150 |
| 二氧化碳相关设备，如二氧化碳存储舱 | 顶部 | 30 |
| 人员通道 | 地面 | 30 |

1.2.6.3 装卸的开始速率须保持一段时间，接收方接近装载极限时，应适当控制装卸速率，以防止过充或溢流。

1.2.7 停止作业要求

1.2.7.1 出现以下情况时，应停止装卸作业：

- (1) 系泊缆松弛或过紧；
- (2) 装卸双方通讯中断；
- (3) 二氧化碳存储舱和/或管路监测的压力和/或温度在控制范围之外；
- (4) 装卸作业发生泄漏；
- (5) 码头、锚地或指定的作业区域发生火灾或爆炸；
- (6) 发生其它影响装卸作业安全的情况。

第 2 章 装卸模式

第 1 节 装卸方式

2.1.1 船与船

2.1.1.1 一般由卸载船与接收船中主尺度较小者向较大者靠泊，较大者进行相应的系泊、解缆配合。同时，应考虑二氧化碳装卸及同步作业导致船舶干舷变化而对系泊缆绳产生的影响。

2.1.1.2 卸载船与接收船之间应能在紧急情况下实现紧急脱开管路连接及通信连接装置等，必要时两船应尽快脱离靠泊。

2.1.1.3 在正式装卸作业开始前，应对装卸作业有关安全装置进行测试。

2.1.1.4 船与船液态二氧化碳装卸示意图见图 2.1.1.5。

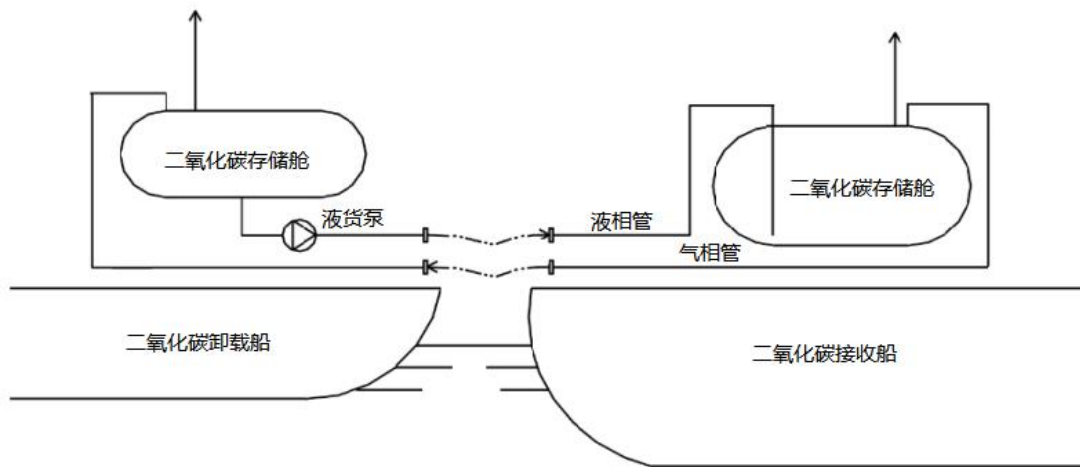


图 2.1.1.5 船与船液态二氧化碳装卸示意图

2.1.2 船与岸站

2.1.2.1 岸站可接收船载液态二氧化碳的卸载（如图 2.1.2.1（1）所示），也可为船舶提供液态二氧化碳的装载服务（如图 2.1.2.1（2）所示）。

2.1.2.2 船与岸站之间可采用软管或加注臂进行液态二氧化碳装卸作业。

2.1.2.3 对于有人值守岸站，操作人员可在紧急情况下手动关闭岸站侧的紧急截止阀以终止装载/卸载。无人值守岸站应通过风险评估以证实其安全性。

2.1.2.4 在正式装卸作业开始前，应对装卸作业有关安全装置进行测试。

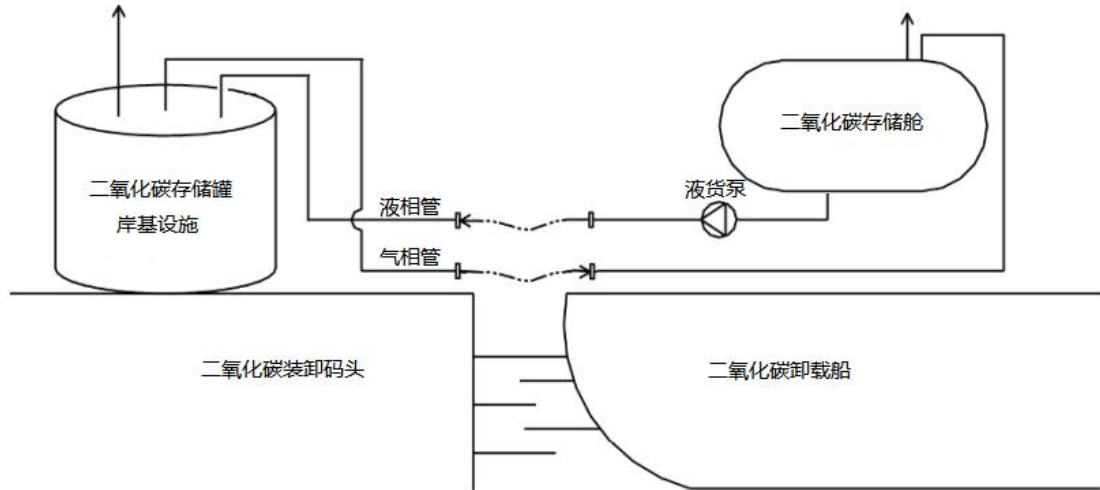


图 2.1.2.1(1) 船载液态二氧化碳卸载至岸站示意图

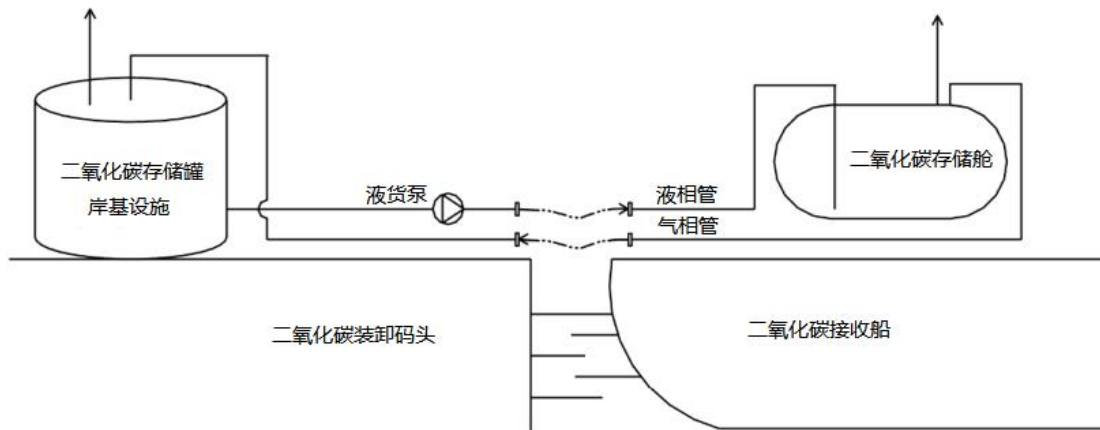


图 2.1.2.1(2) 岸站对船舶进行液态二氧化碳装载示意图

2.1.3 船与槽罐车

2.1.3.1 符合要求的槽罐车可在批准的码头为船舶提供液态二氧化碳装卸服务。

2.1.3.2 装卸作业时，槽罐车应安全停放在指定位置，发动机处于熄火状态，并设有防止槽罐车被无意起动的措施。

2.1.3.3 在正式装卸作业开始前，应对槽罐车装卸作业有关安全装置进行测试。

2.1.3.4 卸载船与槽罐车之间应能在紧急情况下实现紧急脱开。码头作业区域应设有槽罐车驶进和驶离路径的标识，使所有槽罐车在紧急情况下能够安全撤离现场。槽罐车驶离的方向尽量为常年风向的上游。

2.1.3.5 应在码头醒目位置设置风向袋或类似装置以显示实时风向，槽罐车尽可能面向实时风向的上游停放。

2.1.3.6 应考虑槽罐车装卸的特点，并增加相应风险点的识别和控制。例如：

- (1) 换车时易产生泄漏；
- (2) 安全设施布置；
- (3) 码头装卸环境；
- (4) 临时装置较多，易造成泄漏等。

2.1.3.7 船与槽罐车进行装卸作业示例见图 2.1.3.7 (1) 和 2.1.3.7 (2)。

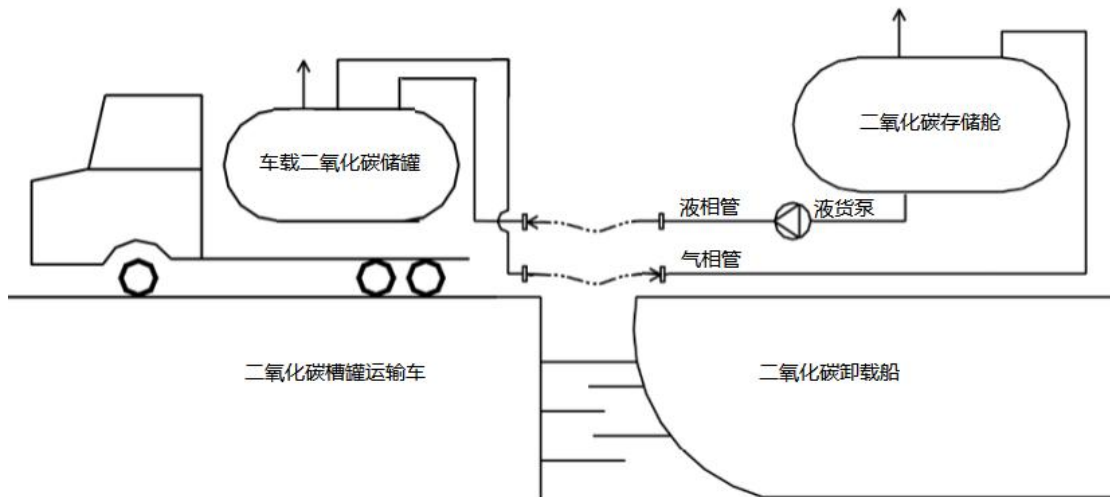


图 2.1.3.7(1) 船载液态二氧化碳卸载至槽车示意图

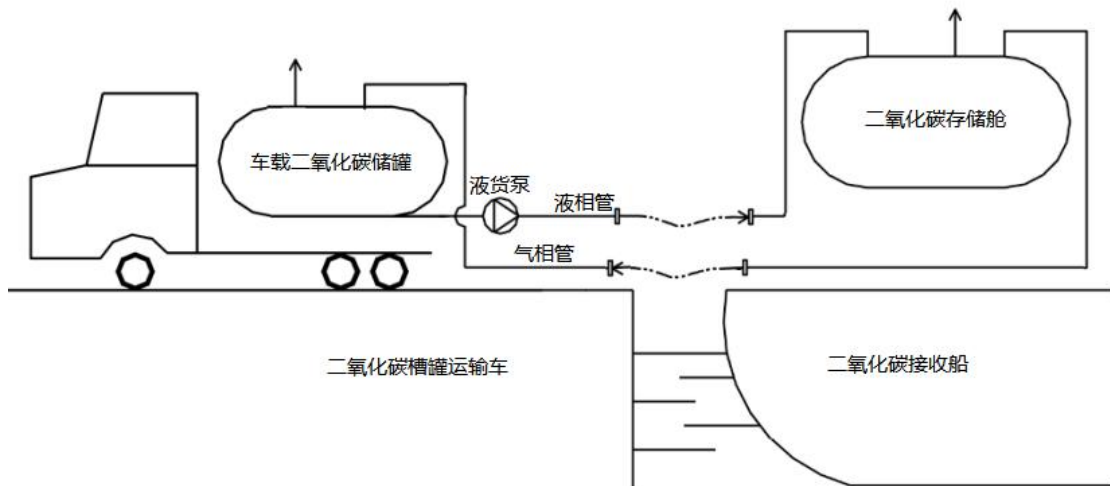


图 2.1.3.7(2) 槽车对船舶进行液态二氧化碳装载示意图

2.1.4 船与趸船

2.1.4.1 趸船可在码头沿岸或水中某位置为船舶提供液态二氧化碳装卸服务。

2.1.4.2 应由船舶出具缆绳，趸船负责系缆解缆等操作配合。同时，应考虑二氧化碳装卸导致船舶干舷变化和恶劣风浪对系泊缆绳产生的影响。

2.1.4.3 趸船与船舶之间应能在紧急情况下实现紧急脱开系泊缆绳、管路连接及通信连接装置等，使船舶尽快撤离危险现场。

2.1.4.4 在正式装卸作业开始前，应对装卸作业有关安全装置进行测试。

第 2 节 同步作业

2.2.1 一般规定

2.2.1.1 同步作业系指在船载液态二氧化碳装卸作业时进行的如下操作：

- (1) 货物操作；
- (2) 燃料加注；
- (3) 乘客上下船；

(4) 除上述之外，其他任何可能对装卸作业造成影响的活动。

2.2.1.2 在装卸作业期间，非必要，不应进行任何影响装卸作业安全或削弱应急能力的操作和试验（如改变船舶的系泊状态、发电系统和压载系统的试验）。

2.2.2 作业要求

2.2.2.1 同步作业一般不允许在限制区域内进行，除非经风险评估其风险可被接受。

2.2.2.2 限制区域内不允许乘客同步上下船。

2.2.2.3 风险评估应包括但不限于以下方面：

- (1) 风险评估适用范围（包括同步作业类型、船型等）；
- (2) 地理环境、气象、水文、航道条件；
- (3) 液态和气态二氧化碳泄漏的概率；
- (4) 通道和出口布置；
- (5) 人员撤离路径和时间；
- (6) 物体坠落；
- (7) 危险货物处理和限制；
- (8) 现有风险控制和减缓措施；
- (9) 同步作业区域。

2.2.2.4 同步作业的限制，尚应遵守当地主管机关的相应规定。

2.2.2.5 存在同步作业需求时，装卸双方均应配备同步作业操作规程和应急响应程序。

第3章 设备操作

第1节 一般规定

3.1.1 一般规定

3.1.1.1 液态二氧化碳装卸设备包括连接设备、安全设备、驳运设备和辅助设备，所有设备都应满足装卸用途，且适用于液态二氧化碳。

3.1.1.2 装卸系统的紧急脱离可采用 ERC 或干式拉断阀。

3.1.1.3 装卸系统可采用柔性连接设备或装卸臂连接。

3.1.1.4 装卸双方应在装卸作业前商定装卸设备清单及性能参数，至少应包括：

- (1) 连接设备；
- (2) ESD（如设有）；
- (3) 泵的排量和压头；
- (4) 装卸系统的最大工作压力；
- (5) ERC/干式拉断阀。

第2节 连接设备

3.2.1 柔性连接设备

3.2.1.1 用于装卸液态二氧化碳和保持压力平衡的柔性连接设备通常由软管、软管操作设备（吊臂/托架）及连接接头等部件组成。

3.2.1.2 使用软管操作前，应核查下列信息：

- (1) 软管合格证有效期/软管测试报告；
- (2) 生产商的技术标准规格识别码；
- (3) 工厂测试压力（相当于额定工作压力、最大工作压力、最大允许工作压力）；
- (4) 软管内径、工作温度范围及最小弯曲半径等参数；
- (5) 生产日期和生产商的系列号；
- (6) 设计服务对象类型。

3.2.1.3 软管在用于装卸作业之前，应确认其测试报告在有效期内。

3.2.1.4 应根据流量和装卸接头尺寸选用液相软管的直径；应根据二氧化碳存储舱压力平衡所需选用气相软管的直径。

3.2.1.5 软管长度应在不同情况下具体分析，通常可取卸载方与接收方总管接头高度差最大值的两倍。

3.2.1.6 在柔性连接设备连接前，应对每一个软管组件进行目视检查，判定其是否完好。

3.2.1.7 在使用软管时，应有足够的支撑以防止软管过度弯曲。

3.2.1.8 应严格遵守软管制造商关于软管使用寿命、检查和维护的相关要求。

3.2.1.9 应避免软管在发生紧急脱离后造成人员受伤或机械损伤。

3.2.2 装卸臂

3.2.2.1 使用装卸臂前应检查其整体情况，并对装卸臂上管路、旋转接头等进行外观检查，确认装卸臂上各种液压油管无泄漏现象。

3.2.2.2 装卸臂操作前，应确认装卸总管在装卸臂的工作包络范围内，当其处于极限位置时应调整至合适的位置。

3.2.2.3 装卸臂接头必须与对接的装卸设施匹配。

3.2.2.4 装卸臂连接前，应检查装卸臂内是否有异物存在，如有，必须进行清除，在确

认臂内无异物后方可进行连接操作。

3.2.3 装卸接头

3.2.3.1 对于使用软管进行装卸作业的，建议采用干式快速接头。

3.2.3.2 干式快速接头应满足相关公认标准的适用要求。

3.2.3.3 装卸接头如采用法兰接头型式，应妥善保存，保持清洁，且在使用前确保所有法兰面都是干燥的。

3.2.3.4 使用装卸接头前，应进行必要的检查，确认其密封性能良好，处于正常工作状态。

第 3 节 安全设备

3.3.1 ERS

3.3.1.1 ERS 系统应能正常使用，其控制、报警和脱离功能均处于工作状态。装卸作业前应检查其完好性。

3.3.2 ERC

3.3.2.1 应按照制造商要求对 ERC 进行日常检查和测试，测试记录应留存备查。

3.3.3 干式拉断阀

3.3.3.1 被动式干式拉断阀应在一定外力作用下能够实现脱离功能；主动式干式拉断阀应能通过遥控信号实现脱离功能。

3.3.3.2 干式拉断阀拉断后溢出的二氧化碳应尽可能的少，且不应周围船体结构造成低温伤害。干式拉断阀使用前应检查其完好性。

3.3.3.3 干式拉断阀应满足相关公认标准的适用要求。

3.3.3.4 应按照制造商要求对干式拉断阀进行日常检查和测试，测试记录应留存备查。

3.3.4 ESD

3.3.4.1 ESD 应能关闭装卸泵并关闭 ESD 阀门。ESD 至少应在发生以下情况时被激活：

- (1) 探测到二氧化碳（液体或气体）泄漏；
- (2) 接收方的二氧化碳存储舱发出高高液位报警；
- (3) 装卸臂或软管脱落；
- (4) 装卸管路内的压力偏离工作压力范围（高或低）。

3.3.4.2 在装卸作业前，如设有 ESD，应正确连接，并确认其有效性和兼容性。

3.3.4.3 ESD 的激活会导致液态二氧化碳滞留在两个关闭的阀门之间的管道中时，此段管路需设置压力释放阀或其他泄放措施。

3.3.4.4 ESD 激活后，直至装卸系统和相关的安全系统都恢复到正常运行状态之前，不应恢复装卸作业。

3.3.5 压力监测报警

3.3.5.1 二氧化碳装卸期间，应连续监控装卸管路内的压力，并在船舶驾驶室/货控室和装卸操作位置设有压力显示以及高低压报警。高压报警值应低于安全阀设定压力，低压报警值一般应高于二氧化碳三相点以上 0.05MPa。

第 4 节 驳运设备

3.4.1 泵

3.4.1.1 用于装卸作业的泵一般应由卸载方提供。

3.4.1.2 泵的选择应充分考虑液态二氧化碳的流量、压力和温度等因素。

3.4.1.3 用于装卸作业的泵可以是固定连接到卸载方二氧化碳存储舱上的泵，也可以是移动式的临时泵，该泵作业时应有有效固定。

第 5 节 辅助设备

3.5.1 系泊设备

3.5.1.1 船舶应有布置合理、强度足够的导缆器。船上应使用经认可的闭式导缆装置。系泊设备需要遵从相关标准(如 IMO MSC.1/Circ.1175)。系泊布置示意图见图 3.5.1.1 所示。

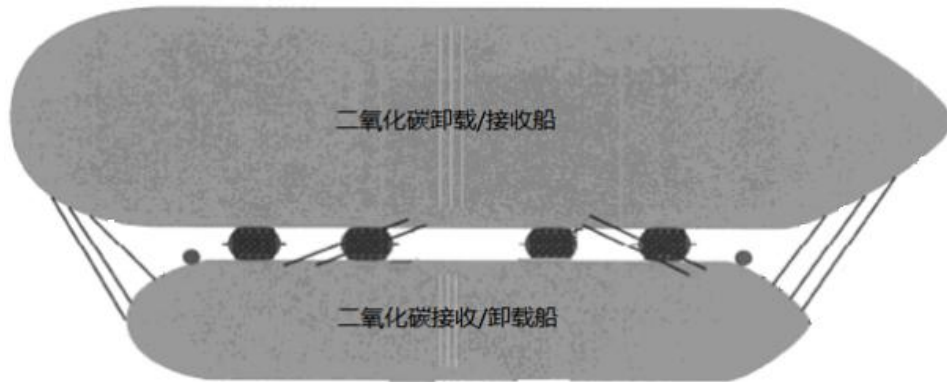


图 3.5.1.1 系泊布置示意图

3.5.1.2 系泊设备布置应确保整个作业过程中系泊缆不会因为船舶运动和干舷变化而承受过大张力。

3.5.2 碰垫

3.5.2.1 船舶或二氧化碳装卸码头（趸船）应配有碰垫。碰垫布置应有利于船舶的靠泊作业，并将预期最大冲击负荷分散到与碰垫接触的结构上。碰垫布置示意图见图 3.5.2.1。

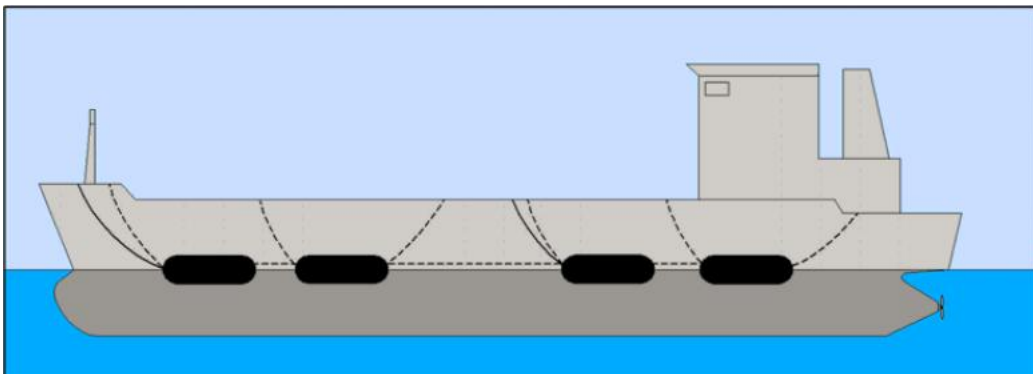


图 3.5.2.1 碰垫布置示意图

3.5.2.2 应经常监控碰垫并对其进行必要的调整，以确保碰垫不会太松或太紧，不易移位。

3.5.3 通讯系统

3.5.3.1 在系泊和装卸的整个过程中，应保持通讯畅通。在装卸双方建立有效通讯前，不能进行系泊和装卸的操作。

3.5.3.2 装卸双方应设有有效的语音通讯方式，包括 VHF 对讲机、手持无线电、有线电话等。

3.5.3.3 装卸双方之间可以通过电气、光纤、气动及其组合的方式实现数据、ESD 信息和 ERS 信息的传输。

3.5.4 计量设备

3.5.4.1 应考虑液态二氧化碳计量设备对装卸系统安全产生的影响。所选择的测量方法和所使用的设备（流量计等）应尽量减小对液态二氧化碳流量的干扰，以防引起压力波动或导致装卸系统压力损失。

第4章 安全防护

第1节 人员保护

4.1.1 一般规定

4.1.1.1 船上配备的以下人员保护设备可以兼做用于二氧化碳装卸作业时使用。

4.1.2 操作人员保护

4.1.2.1 进行二氧化碳装卸作业的人员均应配备个人防护装备，至少应包括：

- (1) 防护服；
- (2) 防护面罩；
- (3) 保护手套；
- (4) 短靴；
- (5) 自给式正压呼吸器（存放位置应能随时取戴）。

4.1.2.2 进入二氧化碳泄漏围蔽/半围蔽处所的人员应穿戴耐低温的安全设备，每套安全设备应包括：

- (1) 防护服；
- (2) 防护面罩；
- (3) 保护手套；
- (4) 长靴；
- (5) 配有腰带的钢芯援救绳；
- (6) 自给式正压呼吸器。

4.1.2.3 装卸双方均应配备必要的应急处理设备和医疗急救设备：

- (1) 自给式正压空气呼吸器和防护用品；
- (2) 处理窒息的氧气复苏设备、医用氧气等设施；
- (3) 防冻伤的药品和医疗用品。

4.1.2.4 存放个人防护装备的场所应清楚标示。

4.1.2.5 作业区域和人行走道宜配备防滑层或防滑格栅。

4.1.2.6 在作业区域操作的人员提供适宜于在应急逃生时用的应急逃生呼吸装置和眼睛保护设备。

4.1.3 船舶生活区开口

4.1.3.1 起居处所面向作业区域的门和窗，在二氧化碳卸载作业期间，应保持关闭。

4.1.3.2 用作人员通道的门应保持常闭状态，在人员通过以后立即关闭。

4.1.4 船上限制区域控制

4.1.4.1 装卸作业期间限制区域内应采取但不限于以下措施：

- (1) 仅限作业人员进入；
- (2) 限制区域内门、窗及其他开口及空气进口应保持关闭状态；
- (3) 设置装卸作业警示牌。

第2节 结构防护

4.2.1 二氧化碳存储舱

4.2.1.1 在装卸货过程中应采取有效措施防止空气中的水份进入二氧化碳存储舱，以最大限度地减少腐蚀。

4.2.2 装卸管路

4.2.2.1 装卸管路应能承受高压和低温，并采用绝热保护以确保温度变化不会超出控制范围。

4.2.2.2 二氧化碳装卸管路应采取必要的机械保护措施。

第 3 节 泄漏防护

4.3.1 泄露防护

4.3.1.1 泄漏承接的设备应使用耐低温耐腐蚀的材料。

4.3.1.2 管路接头应能承受干冰造成的低温和变形损害。

4.3.2 泄漏处理

4.3.2.1 在装卸过程中因二氧化碳泄漏形成的干冰，可采用加热等方式进行缓解，同时采取有效措施确保二氧化碳存储舱及相关管路的温度和压力不能超过设计极限。

4.3.2.2 二氧化碳装卸作业区域应配备消防水带，用于在泄漏区域喷洒水，防止干冰与船体直接接触产生低温脆化损坏。

第 4 节 超压爆炸防护

4.4.1 压力释放

4.4.1.1 在装卸作业时，二氧化碳存储舱透气桅出口的网罩（如设有）应移开。

4.4.1.2 对于可能存在全封闭状态的输送液体二氧化碳的管路应设置压力释放阀或其他泄放措施。

4.4.2 压力控制

4.4.2.1 在二氧化碳装卸货时应考虑大气温度和地理位置的影响，采取适当的预冷措施以防液态二氧化碳蒸发而产生超压的情况。

第5章 风险评估

第1节 评估方法

5.1.1 一般规定

5.1.1.1 船载液态二氧化碳装卸作业的风险评估应按照 CCS 可接受的标准^①进行。风险评估的目的是消除或减轻二氧化碳装卸可能给人员、船舶和环境带来的风险，必要时应提出风险控制措施。

5.1.1.2 若假设和作业条件发生变更，则应针对变更及其受影响部分重新进行风险评估。

5.1.1.3 根据装卸作业的形式，风险评估可采用定性或定量的评估方法，所采用的方法应经 CCS 同意。

5.1.1.4 风险评估应由具有合适资质和丰富经验成员构成的小组进行，成员应是风险评估应用、工程设计、二氧化碳装卸作业和应急响应等方面的专家。

5.1.2 定性风险评估

5.1.2.1 装卸方式符合本指南要求且无同步作业时，则仅需进行定性风险评估。

5.1.2.2 在制定一个新的装卸作业程序之前应进行定性风险评估。

5.1.3 定量风险评估

5.1.3.1 在以下情况时应进行定量风险评估，包括：

- (1) 装卸方式与本指南不同；
- (2) 设计、布置和操作与本指南不同；
- (3) 同步作业；
- (4) 主管机关要求。

5.1.3.2 装卸作业定量风险评估是对作业活动中发生事故频率和后果进行定量分析，并与风险可接受准则进行比较的系统方法。

5.1.3.3 定量风险评估应能够计算分析灾害的影响波及范围，通常至少应包括以下灾害类型和灾害程度计算：

- (1) 二氧化碳扩散；
- (2) 热辐射；
- (3) 爆炸冲击波。

第2节 评估内容

5.2.1 风险评估场景

5.2.1.1 装卸作业风险评估场景至少应包括：

- (1) 船舶抵达前的准备、靠泊和系泊；
- (2) 设备的准备、测试和连接；
- (3) 二氧化碳装卸；
- (4) 完成后设备的拆除。

5.2.2 风险评估要求

5.2.2.1 定性或定量风险评估的最低要求应包括：

(1) 对装卸作业可能造成人员伤亡的事件或对装卸设施及环境造成损害的潜在事故/事件进行系统识辨；

^① “CCS 可接受的标准”系指 CCS《油气定量风险评估指南》(2020)、《船舶综合安全评估应用指南》(2015)、ISO 31010 Risk management -- Risk assessment techniques 等工业标准和/或相关规范要求。

- (2) 分析事故/事件造成最坏后果发生的可能性或概率；
- (3) 根据分析结果，提出风险控制措施建议。

5.2.3 主要风险点

5.2.3.1 液态二氧化碳装卸作业存在的主要风险点：

- (1) 人员窒息；
- (2) 人员低温冻伤；
- (3) 低温对结构的损伤；
- (4) 固化堵塞；
- (5) 超压爆炸。

5.2.4 风险评估报告

5.2.4.1 风险评估报告至少应包括：

- (1) 装卸系统原理图及布置图；
- (2) 风险识别；
- (3) 事故场景的说明；
- (4) 采用的评估准则；
- (5) 风险模型和评估方法；
- (6) 评估结果及控制风险的措施；
- (7) 风险评估小组成员的信息。

第 3 节 评估衡准

5.3.1 定性风险评估衡准

5.3.1.1 定性风险评估由专家组给出变量（风险发生概率及后果严重程度）的判断，可参考以下风险矩阵：

(1) 发生概率划分：

| 概率等级 | 定义 | 概率 |
|------|--------|-----------------|
| 1 | 绝少的 | 每年少于等于百万分之一次 |
| 2 | 极不可能的 | 每年百万分之一次至十万分之一次 |
| 3 | 非常不可能的 | 每年十万分之一次至万分分之一次 |
| 4 | 不太可能的 | 每年万分分之一次至千分之一次 |
| 5 | 可能的 | 每年千分之一次至百分之一次 |

(2) 后果严重等级划分：

| 后果等级 | 装卸设施 | 人员 |
|------|--------|-----------|
| D | 全部灭失 | 多个死亡 |
| C | 严重损坏 | 单一死亡或多个严重 |
| B | 一般损坏 | 多个或严重伤害 |
| A | 局部设备损坏 | 单一或轻微伤害 |

(3) 风险矩阵：

| D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | 风险等级 | 颜色 |
|----|----|----|----|----|------|----|
| C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | 高 | 红色 |
| B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | 中 | 黄色 |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | 低 | 绿色 |

5.3.2 定量风险评估衡准

5.3.2.1 事故频率一般需要在行业标准数据基础上确定，数据源包括：

- (1) 适用于二氧化碳行业的失效数据库；

- (2) 历史统计数据，包括主管机关、行业组织或航运企业以往的失效/事故统计数据；
- (3) 基于可靠性的失效概率模型；
- (4) 其他数据来源。

5.3.2.2 事故频率的计算可参照 CCS《油气定量风险评估指南》第 4 章相关内容。

5.3.2.3 灾害可接受准则的确定可参照 CCS《油气定量风险评估指南》第 5 章相关内容。

5.3.2.4 风险可接受准则可参照 CCS《油气定量风险评估指南》第 6 章相关内容。

第 6 章 操作程序

第 1 节 准备阶段

6.1.1 一般规定

6.1.1.1 准备阶段从装卸双方第一次装卸交流开始，直到装卸管路连接完成结束。

6.1.1.2 准备阶段旨在准备并完成装卸设施之间的安全连接。

6.1.1.3 确认限制区域及警戒区域已完成布置。

6.1.2 兼容性评估

6.1.2.1 兼容性评估包含多个在装卸前需要特别确认的项目，如无特殊情况，每次装卸作业只需进行一次兼容性评估。在每次装卸作业前至少应确认以下项目：

- (1) 装卸控制和安全系统、接头等的兼容性；
- (2) 装卸双方的应急响应程序是否协调一致；
- (3) 装卸双方对既定的装卸作业程序是否存疑；
- (4) 通过风险评估提出的风险控制措施建议是否已封闭；
- (5) 装卸作业期间船舶的浮态变化情况是否会影响正常装卸作业；
- (6) 各种作业条件下，装卸双方之间的高度差是否在装卸软管/装卸臂可操作范围内；
- (7) 通讯系统/信号是否一致；
- (8) 装卸系统自身各部件是否匹配；
- (9) 装卸双方的 ESD（如设有）是否兼容；
- (10) 装卸开始前是否对装卸系统进行泄漏试验；
- (11) 确认液相管路与气相管路之间安装有隔断设备，如截止阀等；
- (12) 是否在装卸前确认双方二氧化碳存储舱的容积、压力和温度等信息；
- (13) 接收方是否接受拟装卸液态二氧化碳的特性参数。

6.1.3 装卸作业条件确认

6.1.3.1 在液态二氧化碳装卸作业开始之前，装卸双方均应按照本指南附录 1 中装卸准备阶段检查表进行检查，并且装卸双方签字认可。

6.1.3.2 如存在同步作业，则应按照本指南附录 1 中同步作业检查表进行检查，并且装卸双方签字认可。

6.1.3.3 预测和实际的水文气象条件都应在装卸系统的操作限制范围内，可能影响装卸作业的气象条件包括但不限于下列因素：

- (1) 能见度；
- (2) 风向和风速；
- (3) 波高、周期和方向；
- (4) 流向、流速和潮汐；
- (5) 雷暴。

6.1.3.4 为了避免误操作，在装卸作业之前应先约定交流的语言。如发现交流中存在语言障碍，应采取有效的措施予以解决。例如：使用所有参与人员均认可的清晰视觉信号。如采用 VHF/UHF 对讲机、手持无线电等通讯设备进行交流，在装卸前需对设备及工作频段进行测试。在通讯失效的情况下，不应进行装卸作业。

6.1.3.5 照明设备至少应覆盖以下区域：

- (1) 液态二氧化碳装卸系统；
- (2) ESD 触发终端（如设有）；
- (3) 通讯设备的布置位置；

- (4) 个人防护设备的存放位置；
- (5) 装卸操作人员使用的通道/舷梯；
- (6) 二氧化碳存储舱透气桅。

6.1.3.6 确保已按照批准的系泊计划对船舶进行系泊，同时需注意以下事项：

- (1) 水文条件（如风、浪、流等）；
- (2) 结冰；
- (3) 吃水、纵倾和横倾的变化；
- (4) 系泊设备是否存在过度磨损或损坏。

6.1.3.7 船舶与槽罐车间进行装卸作业前，应注意以下事项：

- (1) 装卸场地及环境条件（如道路结冰）应能保证槽罐车安全作业；
- (2) 槽罐车应使用可靠的驻车系统及辅助设备泊车，防止装卸过程中发生位移；
- (3) 应急计划应考虑到多辆槽罐车同时出现在装卸作业区域的情况。

6.1.3.8 装卸双方之间应设置提供操作人员使用的安全通道并设置标志，通道尽可能远离液态二氧化碳装卸总管。安全通道应确保畅通。

6.1.4 装卸作业程序

6.1.4.1 应有经装卸双方同意的装卸作业程序，至少应包括如下信息：

- (1) 二氧化碳装卸量；
- (2) 装卸系统的详细信息，如泵的数量和最大压力、泵的加压能力和装卸系统压力释放装置的减压能力等；
- (3) 装卸速率（开始、最大和补足时）及速率变化期间的注意事项；
- (4) 接收方二氧化碳存储舱的最大装载极限；
- (5) 常规停止及 ESD 程序（如适用）；
- (6) 紧急及泄漏操作程序；
- (7) 值班安排；
- (8) 操作的关键阶段；
- (9) 装卸系统的连接、吹扫、拆除等的协调计划。

6.1.5 装卸设施装卸管路的干燥

6.1.5.1 在装卸连接前，需对装卸设施装卸管路提前进行干燥，确保管路中无水分残留。

6.1.6 装卸系统连接

6.1.6.1 应按本指南 3.2.1 和 3.2.2 的要求对柔性连接设备和装卸臂进行检查。

6.1.7 ERS（如设有）

6.1.7.1 应对 ERS 控制信号和驱动器进行检测和测试，并保持随时可用。

6.1.7.2 应确保 ERS 的 ERC 在装卸作业正式开始前随时可用。

6.1.8 干式拉断阀（如设有）

6.1.8.1 干式拉断阀应进行检查，确认其具备可操作的条件。

6.1.9 ESD（如设有）的连接测试

6.1.9.1 应确保相关联的 ESD 可被连接、测试并随时可用。

6.1.9.2 在完成装卸系统连接和 ESD 关联后应对 ESD 进行测试。测试应在操作正式开始之前在装卸双方之间进行，以确认系统是否兼容并正确连接。

第 2 节 装卸阶段

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 装卸阶段从装卸管路安全完成连接、气相管路阀门开启并平衡装卸双方的二氧化碳存储舱压力后、开启液相管路装卸阀门、启动装卸泵（如有），直到装卸作业结束，装

卸双方液态二氧化碳装卸阀门关闭终止。

6.2.1.2 如实际装卸作业模式与本指南适用的装卸方式不同，应确保所有必要作业操作等效于本指南的相关要求。

6.2.2 装卸管路的吹扫

6.2.2.1 装卸作业前应对装卸管路进行吹扫，吹扫介质一般是气相管路中的二氧化碳气体。如使用其他惰性气体，应由装卸双方进行评估后使用。

6.2.3 装卸作业

6.2.3.1 卸载方操作人员应先后缓慢打开气相管路和液相管路阀门，确认装卸管路无泄漏现象且双方装卸压力一致时，卸载方通过约定的通讯方式发出准备就绪的信号。

6.2.3.2 气相管路压力稳定后，接收方操作人员打开气相管路阀门。

6.2.3.3 待接收方二氧化碳存储舱压力和卸载方二氧化碳存储舱压力平衡后，接收方打开液相管路阀门，然后启动装卸泵或采用差压卸载。

6.2.3.4 装卸速率逐步增加，直到达到双方商定的装卸速率。

6.2.3.5 装卸过程中，双方都要对系统压力、温度、液位和设备运行情况进行监控。如有异常，装卸作业需要立刻停止，直至恢复正常后才能重新启动装卸作业。

6.2.3.6 发生通讯失效时，应停止装卸作业，直到重新建立有效通讯方可恢复作业。

6.2.4 装卸补足

6.2.4.1 当接收方液态二氧化碳液位接近商定的装载极限时，装卸速率应降至商定的补足速率。当商定的装卸量完成时，接收方的操作人员需要通过约定的通讯方式通知卸载方的操作人员。

6.2.4.2 接收方二氧化碳存储舱达到高液位水平时，如设有 ESD，则操作人员应先于 ESD 自动工作前采取相应动作停止装卸。

6.2.5 监测

6.2.5.1 应持续监测装卸泵或差压装卸的运行状况。

6.2.5.2 应持续监测二氧化碳存储舱的压力、温度及液位等。

6.2.5.3 在装卸作业期间应进行泄漏监测。

第 3 节 完成阶段

6.3.1 一般规定

6.3.1.1 完成阶段从液态二氧化碳装卸阀门关闭开始，直到装卸双方安全脱离、所有相关文件全部签署完成。

6.3.2 装卸管路的吹扫

6.3.2.1 在装卸完成后，关闭所有阀件和拆除连接管路之前，为避免液体/气体残留在管路内可能带来的危害，需对管路进行吹扫处理。建议使用气相管路中的二氧化碳气体进行吹扫以清理装卸管路。如采用其他惰性气体进行吹扫，应由装卸双方进行评估后使用。

6.3.3 装卸后检查

6.3.3.1 当装卸管路吹扫结束后，双方管路上的阀件都应关闭。

6.3.3.2 装卸双方在装卸作业结束后都需要填写装卸后检查表，并签字认可。详见本指南附录 1 中装卸后检查表。

6.3.4 连接管路断开

6.3.4.1 在确认本指南 6.3.3.2 中的装卸后检查表之后，操作人员可断开接收方的连接管系（液相管和气相管），并进行有效盲断。

6.3.4.2 若装卸设备采用软管，则应将装卸软管从支撑上撤下，并放置在规定的存放位置。

6.3.5 通讯断开

6.3.5.1 若双方存在有线的通讯连接，在装卸完成之后应断开连接，然后收回。

6.3.6 解除警戒

6.3.6.1 断开管路和通讯连接，检查确认安全后，解除限制区域及警戒区域，撤除标志。

6.3.7 文件交接和报告

6.3.7.1 二氧化碳装卸完成后，装卸双方应进行相关文件交接，至少应包括液态二氧化碳装卸交付单或类似文件，装卸双方各留存一份。

6.3.7.2 报告主管机关（如适用）液态二氧化碳装卸作业已完成。

第 7 章 应急响应

第 1 节 应急响应程序

7.1.1 一般规定

7.1.1.1 应急响应程序应涵盖所有可能的紧急情况，至少应考虑以下内容：

- (1) 发出警报的程序和紧急信号；
- (2) 紧急情况期间停止操作；
- (3) 通知报告程序；
- (4) 人员采取行动；
- (5) 人员防护；
- (6) 相关人员职责；
- (7) 外部救援信息表。

7.1.1.2 在可行的情况下，装卸双方尽可能在开始装卸作业前 24 小时内（任何情况下不得超过 7 天）进行适当的演习，使相关人员了解应急响应程序。

第 2 节 应急响应处理

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 事故发生后，应立即进行事故处理，做好人员和设备的安全防护。

7.2.1.2 总负责人应组织迅速疏散无关人员，对周围区域发出示警信号，并组织相关人员抢险。

7.2.2 二氧化碳泄漏应急响应

7.2.2.1 如装有 ESD，应立即启动 ESD 停止作业，并确定泄漏点的具体位置。

7.2.2.2 如未装有 ESD，应立即关闭与泄漏管段相连通的所有阀门，并做好人员保护措施。

7.2.2.3 待管内无压力，方可对泄漏点进行抢修。抢修时必须使用防护工具，严禁用手直接接触。

7.2.2.4 应在二氧化碳泄漏点的上风位进行抢险操作。

7.2.2.5 查明原因并进行修复，待装卸系统恢复正常后方可进行装卸作业。

7.2.3 超压爆炸应急响应

7.2.3.1 如装有 ESD，应立即启动 ESD 停止作业，确定爆炸位置并对其进行隔离。

7.2.3.2 如未装有 ESD，应立即关闭与爆炸源管段相连通的所有阀门，对爆炸位置进行隔离，并做好人员保护措施。

7.2.3.3 负责人应立即组织搜救队伍，并疏散人员至爆炸位置上风位的安全区域，同时判断事件性质和等级（或状态）。如需外部救援，应根据应急响应程序请求应急救援。

7.2.3.4 应在爆炸源的上风位进行抢险操作。

7.2.3.5 查明原因并进行修复，待装卸系统恢复正常后方可进行装卸作业。

7.2.4 人员保护和现场急救

7.2.4.1 抢险人员应穿戴本指南 4.1.2.2 规定的安全设备。

7.2.4.2 如发生人员冻伤，现场可采取以下措施：

(1) 将伤者移到暖和的地方，并将衣服解开，用毛巾、毛毯让全身保温，不可搓揉冻伤部位；

(2) 将冻伤部位浸入 37~40℃ 的温水中，不可用热水浸泡或火来取暖；

(3) 根据人员伤害情况采取有针对性的救治措施，必要时尽快送医救治。

7.2.4.3 如发生人员窒息，现场可采取以下措施：

(1) 将窒息人员快速从高浓度二氧化碳环境中移至通风良好、空气新鲜的地方，并松开窒息者的衣领、腰带等束缚物，保持呼吸道通畅；

(2) 应清除窒息者鼻腔、口腔内的异物和分泌物，确保呼吸道畅通；

(3) 根据人员窒息情况采取有针对性的救治措施，必要时尽快送医救治。

7.2.4.4 人员发生其他受伤情况时，现场可采取以下措施：

(1) 根据人员受伤情况采取有针对性的救治措施，如止血、包扎、心肺复苏等；

(2) 必要时，应尽快送医救治。

附录 1 检查表

A 部分 装卸准备阶段检查表

计划日期和时间:

装卸地点:

卸载方 (二氧化碳运输船 / 安装 OCCS 的船舶 / 二氧化碳岸基存储站 / 二氧化碳存储趸船 / 二氧化碳槽罐运输车):

接收方 (二氧化碳运输船 / 二氧化碳岸基存储站 / 二氧化碳存储趸船 / 二氧化碳槽罐运输车):

| | 检查 | 卸载方 | 接收方 | 备注 |
|-------|--------------------------------|------|-----|-------|
| 1. | 所有强制性应急设备立即可用。 | | | |
| 2. | 二氧化碳探测设备均经过测试和校准,处于良好的状态且工作正常。 | | | |
| 3. | 操作人员已穿戴个人防护装备。 | | | |
| 4. | 仪表、控制、切断和安全设备工作正常。 | | | |
| 5. | 已配备装卸作业计划、装卸操作程序和应急响应程序。 | | | |
| 6. | 操作人员经过专业的培训,熟悉相关设备的操作程序。 | | | |
| 7. | 装卸双方已就系泊和碰垫布置达成协议。 | | | |
| 8. | 作业区域具有充分的照明。 | | | |
| 9. | 装卸双方已议定传输和吹扫的操作程序。 | | | |
| 10. | 已商定并指定限制区域。 | | | 限制区域: |
| 补充说明: | | | | |
| 签字 | | | | |
| 卸载方: | | 接收方: | | |
| 日期: | | 日期: | | |

B 部分 液态二氧化碳传输数据表（如适用）

（本部分应在装卸作业开始前完成）

计划日期和时间：

装卸地点：

卸载方：

接收方：

约定的物理量单位（PQU）：m³ 吨

| 商定的开始压力 | | | | |
|-------------|-----|------|---------------|---------------|
| | 卸载方 | 接收方 | 单位 | |
| 开始压力 | | | bar/psi*（rel） | |
| 有效（剩余）舱容 | | | PQU | |
| 商定的装卸作业 | | | | |
| 商定的装卸量 | | | PQU | |
| 总管的开始压力 | | | bar/psi*（rel） | |
| 开始速率 | | | PQU per hour | |
| 最大装卸速率 | | | PQU per hour | |
| 补足速率 | | | PQU per hour | |
| 总管中最大压力 | | | bar/psi*（rel） | |
| 商定的最大值和最小值 | | | | |
| | | 最大值 | 最小值 | |
| 装卸过程压力 | —— | | | bar/psi*（rel） |
| 二氧化碳存储舱压力 | —— | | | bar/psi*（rel） |
| 二氧化碳存储舱装载极限 | —— | | | % |
| 商定的结束压力 | | | | |
| | 卸载方 | 接收方 | 单位 | |
| 结束压力 | | | bar/psi*（rel） | |
| 有效（剩余）舱容 | | | PQU | |
| 签字 | | | | |
| 卸载方： | | 接收方： | | |
| 日期： | | 日期： | | |

*：如适用。

C 部分 同步作业检查表（如适用）

计划日期和时间：

装卸地点：

卸载方（二氧化碳运输船/安装 OCCS 的船舶/二氧化碳岸基存储站/二氧化碳存储趸船/二氧化碳槽罐运输车）：

接收方（二氧化碳运输船/二氧化碳岸基存储站/二氧化碳存储趸船/二氧化碳槽罐运输车）：

| | 检查 | 卸载方 | 接收方 | 备注 |
|---|--|-----|-----|-----|
| 1. | 在液态二氧化碳装卸期间，燃料的同步加注操作计划满足经认可的二氧化碳装卸与燃料加注同步作业手册 | | | 如适用 |
| 2. | 在液态二氧化碳装卸期间，货物的同步操作计划满足经认可的二氧化碳装卸与货物操作同步作业手册 | | | 如适用 |
| 3. | 在液态二氧化碳装卸期间，乘客上下船的同步操作计划满足经认可的二氧化碳装卸与乘客上下船同步作业手册 | | | 如适用 |
| 4. | 在液态二氧化碳装卸期间，其他同步操作计划满足经认可的同步作业手册 | | | 如适用 |
| 5. | 主管机关已同意在液态二氧化碳装卸的同时进行燃料加注和/或货物操作和/或乘客上下船 | | | 如适用 |
| 6. | 参与各方达成一致并遵守经认可的同步操作安全规程和风险管理措施 | | | 如适用 |
| <p>签字</p> <p>卸载方： _____ 接收方： _____</p> <p>日期： _____ 日期： _____</p> | | | | |

D 部分 装卸后检查表

(该部分应在装卸作业完成后完成)

计划日期和时间:

装卸地点:

卸载方:

接收方:

| | 检查 | 卸载方 | 接收方 | 备注 |
|-------|--------------------------------|------|-----|----|
| 1. | 管汇阀门已关闭并准备断开 | | | |
| 2. | 液态二氧化碳装卸软管/装卸臂和管路已吹扫完毕, 准备断开连接 | | | |
| 3. | 远程控制和手动阀关闭且准备好断开连接。 | | | |
| 补充说明: | | | | |
| 签字 | | | | |
| 卸载方: | | 接收方: | | |
| 日期: | | 日期: | | |