

海安會MSC.370（93）號決議

（2014年5月22日通過）

《國際散裝運輸液化氣體船舶構造和設備規則》

（《IGC規則》）修正案

海上安全委員會，

憶及《國際海事組織公約》關於本委員會職能的第28（b）條，

注意到以第MSC.5（48）號決議決議通過的《國際散裝運輸液化氣體船舶構造和設備規則》（以下稱“《IGC規則》”），根據《1974年國際海上人命安全公約》（《SOLAS》）（以下稱“公約”）第VII章已成為強制性文件，

還注意到公約關於《IGC規則》修正程序的第VIII（b）條和第VII/11.1條，

在其第93屆會議上審議了按公約第VIII（b）（i）條提出和分發的《IGC規則》修正案，

1. 按公約第VIII（b）（iv）條規定，通過《IGC規則》的修正案，其文本載於本決議附件；
2. 按公約第VIII（b）（vi）（2）（bb）條規定，決定該修正案於2015年7月1日應視為已被接受，除非在此日期之前，有三分之

一以上的公約締約國政府或擁有商船合計噸位數不少於世界商船總噸數 50%的締約國政府通報其反對該修正案；

3. **提請**各締約國政府注意，按公約第VIII（b）（vii）（2）條規定，該修正案在按上述2被接受後，應於2016年1月1日生效；

4. **要求**秘書長按公約第VIII（b）（v）條規定，將本決議及其附件中修正案的核准無誤副本分發給所有公約締約國政府；

5. **還要求**秘書長將本決議及其附件的副本分發給非公約締約國的本組織成員。

附件

《國際散裝運輸液化氣體船舶構造和設備規則》

（《IGC規則》）修正案

《IGC規則》的完整文本由下列替代：

“目錄

前言

第1章 總則

第2章 船舶殘存能力和液貨艙位置

第3章 船舶佈置

第4章 貨物圍護

第5章 處理用受壓容器及液體、蒸氣和壓力管系

第6章 構造材料和質量控制

第7章 貨物壓力/溫度控制

第8章 貨物圍護的透氣系統

第9章 貨物圍護系統的環境控制

第10章 電氣裝置

第11章 防火與滅火

第12章 貨物區域內的機械通風

第13章 儀錶和自動化系統

第14章 人員保護

第15章 液貨艙的充裝極限

第16章 用貨物作燃料

第17章 特殊要求

第18章 操作要求

第19章 最低要求一覽表

附錄1 《IGC規則》貨品數據報告格式

附錄2 《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》的格式樣本

附錄3 《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》附錄示例

附錄4 非金屬材料

附錄5 新穎形狀的貨物圍護系統設計中極限狀態方法的使用標準

前言

1 本規則的目的是為第19章所列的散裝液化氣體和某些其他物質的海上安全運輸提供一個國際標準；在考慮到所載貨品的情況下，規定了相關船舶的設計和建造標準及其所應裝配的設備，以便使其對船舶、船員和環境所造成的危險減至最少。

2 本規則的基本原則是根據其所涉及貨品的危險性，確定運輸所需的某種船型。每一種貨品可能具有一個或多個危險特性，包括易燃性、毒性、腐蝕性和反應性。由於某些貨品在低溫或者壓力狀態下進行運輸，有可能進一步產生其他危險。

3 嚴重的碰撞或擱淺可能導致液貨艙破損，並導致貨品不受控的排放。此種排放可能引起貨品的蒸發和擴散，在某些情況下可能導致船體的脆性斷裂。本規則的要求是根據現有的知識和技術，儘可能減少這種危險性。

4 在制定本規則的整個過程中，認識到本規則必須基於完善的造船和工程學原理，以及對本規則所涉及的貨品的危險性的徹底了解。液化氣體船舶的設計建造不僅是一門複雜的技術，而且還在迅速發展，故本規則也不應保持不變。本組織持續考慮到經驗和技術的進一步發展，將定期地對本規則進行審核。

5 對新貨品及其運輸條件的要求，在本組織海上安全委員會通過後，將根據1974年國際海上人命安全公約第VIII條的規定，在適當的修正案生效前，暫作建議案進行分發。

6 本規則主要是針對船舶設計和設備的規定。為了確保能安全運

輸貨品，必須對整個系統進行評估。至於保證貨品安全運輸的其他方面，例如培訓、操作、交通控制和港口裝卸等，本組織正在進行或將作進一步審核。

7 本規則的制定得到許多具有諮詢地位的組織的大力協助，例如國際氣體運輸船和碼頭經營者協會（SIGTTO）和其他組織，例如國際船級社協會（IACS）成員。

8 本規則第18章涉及液化氣體運輸船舶的操作，突出了其他章節中屬於操作性質的規則，並提到氣體運輸船安全操作特有的其他重要方面。

9 本規則的編排與海上安全委員會第48屆會議通過的《國際散裝運輸危險化學品船舶構造和設備規則》（IBC規則）相一致。如《IGC規則》所述，氣體運輸船也可散裝運輸IBC規則涉及的液體化學品。

10 設計成裝卸散裝液化氣體的浮式生產儲存和卸貨（FPSO）設施不列入《IGC規則》。但是，在《IGC規則》提供裝置操作最適當的風險減輕措施的範圍內，該裝置的設計者可考慮使用《IGC規則》。如果確定的更適當的風險減輕措施與本規則不一致，這些措施應優先於本規則。

第1章

總則

目的

為散裝液化氣體的海上安全運輸提供一個國際標準；在考慮到貨品性質（包括易燃性、毒性、窒息、腐蝕性、反應性以及低溫和蒸氣壓力）的情況下，規定了這類運輸船舶的設計和建造標準及其所應裝配的設備，以便使其對船舶、船員和環境所造成的危險減至最少。

1.1 適用範圍和實施

1.1.1 本規則適用於各種尺度（包括500總噸以下）從事散裝運輸本規則第19章所列的溫度為37.8℃時其蒸氣壓力超過0.28MPa（絕對壓力）的液化氣體和其他貨品的船舶。

1.1.2.1 除另有規定外，本規則適用於在2016年7月1日或以後安放龍骨或處於類似建造階段的船舶。類似建造階段係指：

- .1 可辨認出船舶建造開始；和
- .2 該船業已開始的裝配量至少為50t，或為所有結構材料估算重量的1%，取其小者。

1.1.2.2 就本規則而言，“建造的船舶”係指安放龍骨或處於類似建造階段的船舶。

1.1.2.3 除另有明文規定外，對於1986年7月1日或以後和2016年7月1日以前建造的船舶，主管機關應確保符合MSC.5（48）決議通過並經MSC.17（58）、MSC.30（61）、MSC.32（63）、MSC.59（67）、

MSC.103 (73)、MSC.177 (79) 和 MSC.220 (82) 決議修正的本規則適用要求。

1.1.3 不論何時建造的船舶，凡在2016年7月1日或以後改建成氣體運輸船後，應視作在開始改建之日建造的氣體運輸船。

1.1.4.1 當液貨艙內裝有本規則要求用1G型船舶載運的貨品時，位於本規則2.4.1.1所述保護區域內的液貨艙內不應裝載閃點為60°C（閉杯試驗）或低於60°C的易燃液體，也不應裝載本規則第19章中所列的易燃貨品。

1.1.4.2 同樣，當液貨艙內裝有本規則要求用2G/2PG型船舶載運的貨品時，則位於本規則2.4.1.2所述保護區域內的液貨艙內不應裝載1.1.4.1中所述易燃液體。

1.1.4.3 當液貨艙內裝有本規則要求用1G或2G/2PG型船舶載運的貨品時，在每一種情況下，上述限制僅適用於貨艙處所的縱向範圍內的保護區域。

1.1.4.4 當液貨艙內裝有本規則要求用1G或2G/2PG型船舶載運的貨品時，如果其數量僅限於供冷卻、循環或作燃料之用，則在這些保護區域內可以載運1.1.4.1中所述易燃液體和貨品。

1.1.5 除1.1.7.1的規定外，擬載運本規則涉及的貨品以及MSC.4 (48) 決議通過、並可能經本組織修正的《國際散裝運輸危險化學品船舶構造和設備規則》（IBC規則）涉及的貨品的船舶，應符合適於所載貨品的兩個規則的要求。

1.1.6.1 如果擬載運的貨品可能被認為是屬於本規則的範圍，但在

本規則第19章中尚未被列出，則主管機關和涉及這種載運的港口主管當局應根據臨時評定制定三方協議並根據本規則的原則制定初步的適當載運條件。

1.1.6.2 對於這類貨品的評估，貨品製造商應向主管機關提交完成的評定表（見附錄1），包括建議的船舶類型和載運要求。

1.1.6.3 如果純的貨品或技術上純的貨品的臨時評定已完成並經其他方同意，主管機關應向本組織的分委會提交評定表和《IGC規則》中新增完整條目的建議（見附錄1）。

1.1.6.4 已按三方協議進行臨時評定並已達成明確的或默認的協議後，可簽發相關船舶證書的附錄（見附錄3）。

1.1.7.1 當船舶設計和建造成載運下列貨品時，首先應滿足本規則的要求：

- .1 本規則第19章中專門列出的貨品；和
- .2 既在本規則中又在IBC規則中列出的一種或幾種貨品。
對這些貨品，在規則第19章中表的“a”欄內用星號予以標記。

1.1.7.2 當船舶擬專門載運1.1.7.1.2所述的一種或幾種貨品時，應符合經修正的IBC規則的要求。

1.1.8 當船舶符合《IGC規則》的要求時，應在本章1.4規定的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》中予以註明。如符合本規則的修正案，適用時，也應在《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》中予以註明。

1.1.9 如果本規則提及某段，該段所有分段的規定應適用。

1.1.10 如果船舶擬在固定場所以再氣化和排氣模式或氣體接收、處理、液化和儲存模式營運一段時間，營運涉及的主管機關和港口主管當局應採取適當的措施確保本規則中適用於其預定任務安排的相關要求的實施。此外，應基於本規則的原則針對其他未涵蓋在本規則原則中的特定風險的公認標準制定附加要求。風險可包括但不限於：

- .1 火災和爆炸；
- .2 撤離；
- .3 危險區域的延伸；
- .4 受壓氣體排放至岸上；
- .5 高壓氣體排放；
- .6 貨物處理中的翻滾狀況；
- .7 易燃制冷氣體的儲存和處理；
- .8 貨物圍護系統外貨物液體和蒸氣的持續存在；
- .9 液貨艙過壓和低壓；
- .10 液體貨物的船至船駁運；和
- .11 停泊期間的碰撞風險。

1.1.11 如在本規則內使用風險評估或類似研究，結果也應包括但不限於下列作為有效證據：

- .1 使用的方法和標準的說明；
- .2 情景分析說明可能存在的變化或研究中錯誤的來源；
- .3 獨立和適當的第三方對風險評估過程的驗證；
- .4 制定風險評估依據的質量系統；
- .5 評估中使用的數據的來源、適合性和有效性；
- .6 評估中相關人員的知識基礎；
- .7 結果與相關方關聯的分佈系統；和
- .8 獨立和適當的第三方對結果的驗證。

1.1.12 儘管根據SOLAS公約，本規則法律上視作強制性文件，但本規則4.28和附錄1、3和4的規定為建議性或資料性。

1.2 定義

除另有明文規定外，下列定義適用於本規則。附加定義見本規則的各章。

1.2.1 *起居處所*係指公共處所、走廊、盥洗室、居住室、辦公室、醫務室、電影室、遊戲和娛樂室、理髮室、沒有炊事用具的配膳室及類似處所。

1.2.2 *A級分隔*係指SOLAS公約第II-2/3.2條中所定義的分隔。

1.2.3 *主管機關*係指船旗國政府。對於主管機關（港口），見港口主管當局。

1.2.4 周年日係指相應於《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》到期日期的每年的月和日。

1.2.5 沸點係指貨品呈現蒸氣壓力等於大氣壓力時的溫度。

1.2.6 船寬(B)係指船舶的最大寬度，對於金屬殼體的船舶，在船中部量至肋骨型線，對於殼體為其他任何材料的船舶，量至殼體外表面。船寬(B)應以m計。

1.2.7 貨物區域係指船上設有貨物圍護系統、貨泵艙和壓縮機艙的部分，並包括在這些處所上方的船上該部分的整個長度和寬度範圍內的甲板區域。對於在最後一個貨艙處所後面或最前一個貨艙處所前面所設的隔離艙，壓載艙或留空處所，不應算作貨物區域。

1.2.8 貨物圍護系統係指用於圍護貨物的裝置，包括所設的主屏壁和次屏壁以及附屬的絕熱層和屏壁間處所，還包括必要時用於支持這些構件的鄰接結構。如果次屏壁是船體結構的一部分，則他可以是貨艙處所的邊界。

1.2.9 貨物控制室係指用於控制貨物裝卸作業的處所。

1.2.10 貨物機器處所係指貨物壓縮機或貨泵、貨物處理裝置所在的處所，包括向機艙提供氣體燃料的裝置所在的處所。

1.2.11 貨泵係指用於輸送液體貨物的泵，包括主泵、增壓泵、噴淋泵等。

1.2.12 貨物係指由符合本規則的船舶散裝運輸的並在第19章中所列的貨品。

1.2.13 *貨物服務處所*係指貨物區域內的工作間、面積大於2m²的儲物間和儲藏室等處所。

1.2.14 *液貨艙*係指被設計成貨物的主容器的液密殼體，包括不管其是否具有絕熱層或/和次屏壁的所有這類圍護系統。

1.2.15 *閉環取樣*係指通過在取樣期間將貨品返回貨艙從而將貨物蒸氣逸入大氣降至最少的貨物取樣系統。

1.2.16 *隔離艙*係指兩相鄰鋼質艙壁或甲板之間的隔離處所。該處所可為留空處所或壓載處所。

1.2.17 *控制站*係指設有船舶無線電、主要航行設備或應急電源的處所，或火警記錄或失火控制設備集中的處所。其中不包括通常在貨物區域內設置的專用失火控制設備。

1.2.18 *易燃貨品*係指本規則第19章的表中“f”欄內標有“F”的貨品。

1.2.19 *可燃性極限*係指在給定的試驗裝置中，對燃料氧化劑混合物施以一個足夠強的着火源後，使其正好能產生燃燒的條件。

1.2.20 *FSS規則*係指消防安全系統規則，即本組織海上安全委員會MSC.98（73）決議通過並經修正的國際消防安全系統規則。

1.2.21 *液化氣體船*係指建造或改建成用於散裝運輸本規則第19章表中所列的任何液化氣體或其他貨品的貨船。

1.2.22 *氣體燃燒裝置（GCU）*係指通過熱氧化處理過量的貨物蒸氣的裝置。

1.2.23 用氣設備係指船上使用貨物蒸氣作為燃料的任何裝置。

1.2.24 危險區域係指爆炸性氣體環境出現或預期可能出現的數量達到足以要求對電氣設備的結構、安裝和使用採取特殊預防措施的區域。如果存在氣體環境，也可能存在下列危險：毒性、窒息、腐蝕性、反應性和低溫。也應考慮到這些危險，並需考慮對處所通風和保護船員的附加預防措施。危險區域包括但不限於下列區域：

- .1 貨物圍護系統內部和液貨艙壓力釋放管路或其他液貨艙透氣系統，以及任何含有貨物的管路和設備；
- .2 屏壁間處所；
- .3 要求次屏壁的貨物圍護系統所在的貨艙處所；
- .4 不要求次屏壁的貨物圍護系統所在的貨艙處所；
- .5 以單層鋼質氣密界限與要求次屏壁的貨物圍護系統所在的貨艙處所相隔離的處所；
- .6 貨物機器處所；
- .7 距離氣體釋放的可能來源（例如貨物閥門、貨物管法蘭、貨物機器處所通風出口）3m以內的開敞甲板區域或開敞甲板上半圍蔽處所；
- .8 距離貨物機器處所入口、貨物機器處所通風入口1.5m以內的開敞甲板區域或開敞甲板上半圍蔽處所；
- .9 在貨物區域內開敞甲板上和在開敞甲板上貨物區域前後3m內、至露天甲板以上2.4m範圍內的區域；

- .10 距該貨物圍護系統露天表面2.4m範圍內的區域；
- .11 內部含有貨物管路的圍蔽或半圍蔽處所，但含有用於蒸發氣體燃料燃燒系統的貨物管路的處所除外；
- .12 其開口直接通向任何危險區域的圍蔽處所或半圍蔽處所；
- .13 鄰近貨物圍護系統或直接在貨物圍護系統之上或之下的留空處所、隔離艙、管隧、通道和圍蔽或半圍蔽處所；
- .14 在垂直通氣管出口向上或附近，以該出口為中心的6m半徑、無限高度的垂直圓柱內；以及自該出口向下，以6m為半徑的半球面內的開敞甲板區域，或開敞甲板上的半圍蔽處所；和
- .15 在貨物集管閥周圍的泄漏承接容器範圍內，以及以該範圍為界向外水平延伸3m，且距甲板以上2.4m範圍內的開敞甲板區域。

1.2.25 非危險區域係指危險區域以外的區域。

1.2.26 貨艙處所係指由船舶結構所圍蔽、其內部設有貨物圍護系統的處所。

1.2.27 《IBC規則》係指本組織海上安全委員會MSC.4（48）決議通過並經修正的國際散裝運輸危險化學品船舶構造和設備規則。

1.2.28 獨立係指不以任何方式與其他系統相連接的如管系或透

氣系統，也不存在任何可能與其他系統連接的設施。

1.2.29 *絕熱處所*係指其全部或部分由絕熱材料所填充的處所，其可以是或可以不是屏壁間處所。

1.2.30 *屏壁間處所*係指不論是其全部還是部分由絕熱材料或其他材料所填充的主屏壁和次屏壁之間的處所。

1.2.31 *船長 (L)* 係指現行的國際載重線公約中定義的船長。

1.2.32 *A類機器處所*係指裝有下列設施的處所以及通往這些處所的圍蔽通道：

- .1 用於主推進的內燃機；或
- .2 作其他用途的合計總輸出功率不小於375kW的內燃機；或
- .3 任何燃油鍋爐或燃油裝置，或鍋爐以外的任何燃油設備，例如惰性氣體發生器、焚燒爐等。

1.2.33 *機器處所*係指A類機器處所和其他有推進機械、鍋爐、燃油裝置、蒸汽機和內燃機、發電機和主要電動機、加油站、製冷機、減搖裝置、通風機和空調機的處所，以及類似處所；並連同通往這些處所的圍蔽通道。

1.2.34 *MARVS*係指液貨艙釋放閥的最大允許調定值（錶壓力）。

1.2.35 *指定的驗船師*係指主管機關指定/任命用於執行SOLAS公約關於檢查和檢驗以及免除規定的驗船師。

1.2.36 燃油裝置係指被用於為燃油鍋爐輸送燃油或被用於為內燃機輸送加熱燃油的設備，並包括被用於處理油壓超過0.18MPa錶壓力的任何油泵、過濾器 and 加熱器。

1.2.37 本組織係指國際海事組織（IMO）。

1.2.38 滲透率係指在某一處所內假定會被水浸佔的容積與該處所總容積之比。

1.2.39 港口主管當局係指船舶裝卸港口的國家有關當局。

1.2.40 主屏壁係指當貨物圍護系統含有2層界限面時被用於裝貨的內層構件。

1.2.41 貨品係指用於包含本規則第19章中所述氣體清單的集合術語。

1.2.42 公共處所係指起居處所中用作大廳、餐室、休息室以及類似的固定圍蔽處所的部分。

1.2.43 被認可組織係指由主管機關按SOLAS公約第XI-1/1條規定授權的組織。

1.2.44 公認標準係指為主管機關所接受的適用的國際或國家標準，或由被認可組織制定和維護的標準。

1.2.45 相對密度係指一定體積貨品的質量與等體積淡水的質量之比。

1.2.46 次屏壁係指貨物圍護系統中被設計成能暫時容納可能從主屏壁泄漏的液貨的液密外層構件，同時也為了防止船體結構的溫度

會下降至不安全的程度。對於次屏壁的类型，在本規則第4章中有更完整的定義。

1.2.47 獨立系統係指不互相連接的貨物管系和透氣系統。

1.2.48 服務處所係用作廚房、配有烹調設備的配膳室、儲物間、郵件間和貴重物品室、儲藏室，不構成機器處所部分的工作間以及類似處所，包括通往這些處所的圍蔽通道。

1.2.49 SOLAS公約係指經修正的1974年國際海上人命安全公約。

1.2.50 液貨艙罩係指用於保護突出於露天甲板以上的貨物圍護系統免受損壞的結構或用來保證甲板的連續性和完整性的防護。

1.2.51 液貨艙氣室係指液貨艙的向上延伸部分。如貨物圍護系統位於甲板以下時，液貨艙氣室應伸出於露天甲板或液貨艙罩之上。

1.2.52 熱氧化措施係指符合第16章規定的使用貨物蒸發氣作為船上燃料的系統或作為一個廢熱回收的系統或符合本規則的不使用貨物蒸發氣作為燃料的系統。

1.2.53 有毒貨品係指本規則第19章表中“f”欄內標有“T”的貨品。

1.2.54 轉塔艙係指包含用於回收和釋放可斷開的轉塔繫泊系統、高壓液壓操作系統、消防裝置和貨物輸送閥的設備和機器的處所和圍蔽通道。

1.2.55 蒸氣壓力係指在規定溫度下液體上方飽和蒸氣的平衡壓

力（絕對壓力），以帕斯卡（Pa）計。

1.2.56 留空處所係指在貨物區域內的貨物圍護系統外部的圍蔽處所，但不包括貨艙處所、壓載艙、燃油艙、貨泵艙、壓縮機艙或人員正常使用的任何處所。

1.3 等效

1.3.1 凡本規則要求船上應裝設或配備的特定的附件、材料、器具、儀器、設備的部件或其型號，或應採取的任何特別措施，或應符合的任何程序或佈置，主管機關可允許在該船上裝設或配備任何其他附件、材料、器具、儀器、設備的部件或其型號，或採取任何其他措施，或符合任何其他程序或佈置，但須通過試驗或其他方法，確認其至少與本規則要求者具有同等效能。然而，主管機關不能允許用操作方法或程序替代本規則規定的特定的附件、材料、器具、儀器、設備的部件或其型號，除非該替代經本規則特別准許。

1.3.2 當主管機關准許以任何的附件、材料、器具、儀器、設備的部件或其型號，或措施、程序或佈置或新穎設計或適用範圍進行替代時，應將其細節連同驗證報告送交給本組織，以便本組織能將這些文件分發給SOLAS公約的其他締約國政府，供其官員參考。

1.4 檢驗和發證

1.4.1 檢驗程序

1.4.1.1 為執行本規則規定和給予免除而對船舶進行的檢驗，應由主管機關的官員進行。但主管機關可將這些檢驗委託給為此目的而指定的驗船師或經其認可的組織。

1.4.1.2 1.2.43中所述的被認可組織應符合SOLAS公約的規定和被認可組織（RO）規則。

1.4.1.3 指定驗船師或認可組織執行檢驗的主管機關，應至少對任何指定的驗船師或被認可組織授權，使其能：

- .1 要求船舶進行修理；和
- .2 應港口國有關當局要求進行檢驗。

主管機關應將授權給指定的驗船師或被認可組織的具體職責和條件通知本組織，以便分發給各締約國政府。

1.4.1.4 當指定的驗船師或被認可組織判定該船舶或其設備的狀況與《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》的內容在實質上不相符或其狀況會對船舶或船上人員產生危險或會對海洋環境造成不當的危害威脅，因而該船舶不適於出海航行時，則驗船師或被認可組織應能立即確保採取糾正措施並及時通知主管機關。如未採取此種糾正措施，應撤回證書並立即通知主管機關。如果船舶係在另一締約國政府的港口內，則亦應立即通知該港口國的有關當局。主管機關的官員在指定的驗船師或被認可組織通知該港口國的有關當局後，有關港口國政府應向該官員、驗船師或被認可組織按本條規定履行義務時向其提供任何所必需的幫助。必要時，有關的港口國政府應採取措施，確保該船在未具備不危及船舶或船上人員、或對海洋環境不造成不當的危害威脅的條件前，不得開航或離港駛往最近的可進行修理的修船廠。

1.4.1.5 在所有情況下，主管機關均應保證檢驗的完整性和有效性，確保為履行這一職責作出必要安排。

1.4.2 檢驗要求

液化氣體船舶的結構、設備、附件、裝置和材料(不包括簽發SOLAS公約要求的貨船構造安全證書、貨船設備安全證書和貨船無線電安全證書或貨船安全證書所需檢驗方面的項目)應進行下述檢驗：

- .1 初次檢驗。應在船舶投入營運前或在第一次簽發《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》前進行此類檢驗。該檢驗應包括對結構、設備、附件、裝置和材料的全面檢查。該檢驗應確保結構、設備、附件、佈置和材料完全符合本規則中適用的規定。
- .2 換證檢驗。對此類檢驗的間隔期，應由主管機關規定，但除1.4.6.2.1、1.4.6.5、1.4.6.6或1.4.6.7的適用者外，不得超過5年。換證檢驗時應確保結構、設備、附件、裝置和材料完全符合本規則中適用的規定。
- .3 中間檢驗。應在證書的第2個周年日前或後的3個月內或在此證書的第3個周年日前或後的3個月內進行此類檢驗，並應取代1.4.2.4中規定的其中一次年度檢驗。中間檢驗應確保安全設備和其他設備以及附屬的泵和管系完全符合本規則中適用的規定並處於良好的工作狀態。對此種檢驗，應在按1.4.4或1.4.5簽發的證書上簽署。
- .4 年度檢驗。應在證書的每個周年日前或後3個月內進行此類檢驗，包括對1.4.2.1中所述的結構、設備、附

件、裝置和材料的總體檢查，以確保按1.4.3的規定進行了維護並滿足船舶的預定用途。對於此種年度檢驗，應在按1.4.4或1.4.5的規定簽發的證書上簽署。

- .5 附加檢驗。在經過1.4.3.3規定的調查後有要求時或在任何重大修理或換新後應根據情況進行全面或部分檢驗。此類檢驗時應確保必要的修理或換新有效，此種修理或換新的材料和工藝應令人滿意，船舶適於出海航行，不會對船舶或船上人員產生危險或不會對海洋環境造成不當的危害威脅。

1.4.3 檢驗後狀況的維持

1.4.3.1 應維持船舶及其設備的狀況，使其符合本規則的規定，確保船舶適於出海航行，不會對船舶或船上人員產生危險或不會對海洋環境造成不當的危害威脅。

1.4.3.2 1.4.2中所述的要求對船舶的任何檢驗完成後，非經主管機關許可，經檢驗的結構、設備、附件、裝置及材料不得作任何改變，但直接更換者除外。

1.4.3.3 每當船舶發生事故或發現缺陷業已影響船舶安全或影響船舶的救生設備或其他設備的有效性或完整性時，該船的船長或船東應儘快向負責簽發證書的主管機關、指定的驗船師或被認可組織報告，此時主管機關、驗船師或被認可組織應着手進行調查，以確定是否需要進行1.4.2.5所要求的檢驗。如果船舶係在另一締約國政府的港口內，則船長或船東亦應立即向港口國有關當局報告，而指定的驗船師或被

認可組織應查明該報告確已提交。

1.4.4 《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》的簽發或簽署

1.4.4.1 符合本規則有關規定從事國際航行的液化氣體船，經初次檢驗或換證檢驗後，應給予簽發《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》。

1.4.4.2 證書應按附錄2所示樣本相一致的格式寫成。如所用語言既不是英文，又不是法文或西班牙文，則其文本應包括其中一種語言的譯文。

1.4.4.3 按本節規定簽發的證書應存放在船上，供隨時檢查。

1.4.4.4 雖有海上安全委員會MSC.17（58）決議通過的本規則修正案的任何其他規定，但對在這些修正案生效時正在使用的任何《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》，在按修正案生效前的本規則規定的證書到期日之前，仍屬有效。

1.4.5 由他國政府簽發或簽署的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》

1.4.5.1 SOLAS公約的締約國政府應另一締約國政府要求，可有權對懸掛該締約國國旗的船舶進行檢驗；如果確認該船符合本規則的要求，可向該船簽發或授權簽發《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》，並在適當時，也可按本規則對船上的證書進行簽署或授權簽署。在如此所簽發的任何證書上應聲明：該證書係應船旗國政府要求簽發的。

1.4.6 《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》的有效期限

1.4.6.1 《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》的有效期限，應由簽

發證書的主管機關規定，但不得超過5年。

1.4.6.2.1 雖有1.4.6.1的規定，但如果換證檢驗在現有證書期滿之日前3個月內完成，則新證書應從換證檢驗完成之日起，至現有證書期滿之日後不超過5年的日期內有效。

1.4.6.2.2 如果換證檢驗在現有證書期滿之日後完成，則新證書應從換證檢驗完成之日起，至現有證書期滿之日後不超過5年的日期內有效。

1.4.6.2.3 如果換證檢驗在現有證書期滿之日的前3個月前完成，則新證書應從換證檢驗完成之日起不超過5年的日期內有效。

1.4.6.3 如果所發證書的有效期限少於5年，主管機關可將證書有效期自期滿日延長至1.4.6.1規定的最長期限，條件是在簽發5年期的證書時進行了1.4.2.3和1.4.2.4所述的相應的檢驗。

1.4.6.4 如果換證檢驗已完成，而新證書在現有證書期滿之日前不能簽發或不能存放船上，主管機關授權的人員或組織可在現有證書上簽署，簽署後的證書自期滿日起不超過5個月的期限內應視為繼續有效。

1.4.6.5 如果證書期滿時船舶不在應進行檢驗的港口，主管機關可延長該證書的有效期，但此項展期僅以能使該船完成其駛抵應進行檢驗的港口的航次為限，並且僅在正當和合理的情況下才能如此辦理。

1.4.6.6 簽發給短程航行船舶的證書未按本條前述之規定展期時，主管機關可給予自該證書所示的期滿之日起至多1個月的寬限期。換證檢驗完成後，新證書的有效期應自現有證書展期前的期滿日起不超

過5年。

1.4.6.7 在特殊情況下(由主管機關確定),新證書無需按1.4.6.2.2、1.4.6.5或1.4.6.6的要求從現有證書的期滿之日起計算日期。在此特殊情況下,新證書的有效期應自換證檢驗完成之日起不超過5年。

1.4.6.8 如果年度檢驗或中間檢驗在1.4.2規定的期限之前完成,則:

- .1 證書上所示的周年日應予以簽署修正,修正後的周年日應不多於檢驗完成之日起3個月;
- .2 按1.4.2要求的其後的年度檢驗或中間檢驗應使用新的周年日按該節規定的間隔期完成;和
- .3 如進行一次或多次相應的年度檢驗或中間檢驗,以使1.4.2規定的最大檢驗間隔期不被超過,則該期滿日可保持不變。

1.4.6.9 對於按1.4.4或1.4.5的規定所簽發的證書,在下列任何情況下應終止有效:

- .1 如果相關檢驗未在1.4.2規定的期限內完成;
- .2 如果證書未按1.4.2.3或1.4.2.4的要求進行簽署;和
- .3 船舶變更船旗國。只有當換發新證書的政府確信該船符合1.4.3.1和1.4.3.2的要求時,才能簽發新的證書。如果變更船旗係在SOLAS公約締約國之間進行,則在變更後的3個月內,前船旗國政府如收到申請,應儘

快將變更船旗前該船所攜證書的副本以及相關的檢驗報告副本（如備有）送交該船新的主管機關。

第2章

船舶殘存能力和液貨艙位置

目的

在發生較小船體破損時，確保液貨艙處於保護位置且船舶能在假定浸水條件下殘存。

2.1 通則

2.1.1 適用本規則的船舶，在船體受到外力作用發生假定破損後引起浸水的靜水力作用下應能殘存。此外，為保護船舶和環境，應將液貨艙佈置於舷內距船舶外板遠於規定的最小距離，以防船舶在與碼頭、拖船等接觸產生較小破損時液貨艙被戳穿，或在碰撞或擱淺時引起液貨艙破壞。對破損的假定和液貨艙與船舶外板間的距離均取決於所載運貨品的危險程度。此外，液貨艙與船舶外板間的距離應取決於液貨艙的容積。

2.1.2 適用本規則的船舶應按下列標準之一進行設計：

- .1 1G型船舶是用於載運本規則第19章所列要求採取最嚴格防漏保護措施的貨品的氣體運輸船。
- .2 2G型船舶是用於載運本規則第19章所列要求採取相當嚴格防漏保護措施的貨品的氣體運輸船。

.3 2PG型船舶係指長度為150m及以下用於載運本規則第19章所列要求採取相當嚴格防漏保護措施的貨品的氣體運輸船，且該類貨品是被載運於其釋放閥最大設定值（MARVS）至少為0.7MPa錶壓力和其貨物圍護系統的設計溫度為-55℃或以上的C型獨立液貨艙內（見本規則4.23）。船長150m以上的此類船舶應視為2G型船舶。

.4 3G型船舶是用於載運本規則第19章中所列要求採取中等防漏保護措施的貨品的氣體運輸船。

因此，1G型船舶是用於載運具有最大綜合危險性的貨品的氣體運輸船。2G/2PG以及3G型船舶所載運貨品的危險程度則依次減小。相應的1G型船舶應能在最嚴重的破損標準下殘存，並且其液貨艙應位於舷內離船體外板具有最大的規定距離之處。

2.1.3 各種貨品所要求的船型已被列於本規則第19章的表中“C”欄內。

2.1.4 當船舶擬載運1種以上的本規則第19章的表列貨品時，其破艙標準應與要求最嚴格船型的該種貨品相一致。但對各個液貨艙位置的要求，則應按所擬載運的各種貨品所要求的船型而定。

2.1.5 就本規則而言，不同圍護系統的型線位置見圖2.5（a）至（e）。

2.2 乾舷和穩性

2.2.1 適用本規則的船舶，可按現行的《國際載重線公約》核定

最小乾舷。但是，核定乾舷的相關吃水應不大於本規則另行規定的最大吃水。

2.2.2 船舶在其所有航行狀態下和裝卸貨期間的穩性應滿足國際完整穩性規則的要求。這包括在海上部分充裝和裝卸貨(如適用)。壓載水操作期間的穩性應滿足穩性衡準。

2.2.3 對各種裝載工況計算消耗液體自由液面的影響時，應對每種液體假定：至少有1對橫向液艙或1個中心線上的液艙存在自由液面，且所考慮的液艙或液艙組合應是自由液面影響最大者。對於未破損液艙內的自由液面影響應按照國際完整穩性規則中的方法計算。

2.2.4 固體壓載通常不應用於貨物區域的雙層底處所。但是，如為滿足穩性要求而必須在這些處所內進行固體壓載時，對其佈置應能保證能進入檢查且不致於使船底破損引起的衝擊負荷直接傳遞到液貨艙結構。

2.2.5 應向船長提供裝載和穩性資料手冊。該手冊應包括典型的營運狀態、裝卸貨和壓載操作、對估算其他裝載工況的規定以及對船舶殘存能力的總結等詳細資料。該手冊也應有充分的資料，使船長能以安全和適航方式裝載貨物和操縱船舶。

2.2.6 所有適用本規則的船舶，應配備能進行完整和破損穩性的符合性驗證、並經主管機關參照本組織建議的性能標準認可的穩性儀：

- .1 2016年7月1日以前建造的船舶應在2016年7月1日以後但不遲於2021年7月1日的初次計劃換證檢驗時符

合本要求；

- .2 儘管有2.2.6.1的要求，對於2016年7月1日以前建造的船上配備的穩性儀，如能進行完整和破損穩性的符合性驗證並使主管機關滿意，則不必替換；和
- .3 就SOLAS公約第XI-1/4條的控制而言，主管機關應簽發一份穩性儀的認可文件。

2.2.7 主管機關可對下列船舶免除2.2.6的要求，只要用於完整和破損穩性驗證的方法與按批准的工況進行的裝載保持同等安全程度。任何此類免除應在1.4.4中所述的國際適裝證書上適當註明：

- .1 按2.2.5提供船長的穩性資料中所有預計的裝載工況已經批准、並且裝載改變量有限的從事專用業務的船舶；
- .2 用主管機關認可的方法進行遠程穩性驗證的船舶；
- .3 在批准的裝載工況範圍內裝載的船舶；或
- .4 2016年7月1日以前建造的、具有滿足所有適用完整和破損穩性要求的批准的極限KG/GM曲線的船舶。

2.2.8 裝載工況

應根據提交給主管機關的裝載資料，並考慮所有預計的裝載工況及吃水和縱傾的變化，對破損殘存能力進行審查。這應包括壓載和貨物橫傾（如適用）。

2.3 破損假定

2.3.1 假定的最大破損範圍：

.1	舷側破損		
.1.1	縱向範圍：	$L^{2/3}/3$ 或14.5m，取小者	
.1.2	橫向範圍： 在夏季水線平面上，從船體 外殼型線沿垂直於船體中 心線方向量取	B/5或11.5m，取小者	
.1.3	垂向範圍： 從船體外殼型線量取	向上無限制	
.2	船底破損：	距船舶首垂線0.3L範圍	船舶的其他部位
.2.1	縱向範圍：	$L^{2/3}/3$ 或14.5m，取小者	$L^{2/3}/3$ 或14.5m，取小者
.2.2	橫向範圍：	B/6或10m，取小者	B/6或5m，取小者
.2.3	垂向範圍：	B/15或2m，取小者， 在中心線的船底外板 型線量起（見2.4.3）	B/15或2m，取小者， 在中心線的 船底外板型線量 起（見2.4.3）

2.3.2 其他破損

2.3.2.1 如任何破損範圍雖小於2.3.1所規定的最大值，但卻將導致更嚴重狀態時，則應考慮此類破損。

2.3.2.2 在貨物區域內任何部位的局部破損延伸到舷內從船體外殼型線垂直量起達2.4.1中規定的距離“ d ”，則應考慮此類破損。當2.6.1的相關要求適用時，應假定艙壁破損。如破損範圍雖小於“ d ”，但卻將導致更嚴重狀態時，則應考慮此類破損。

2.4 液貨艙位置

2.4.1 液貨艙應設在艙內下列位置：

.1 1G型船舶距船體外殼型線應不小於2.3.1.1.2規定的橫向破損範圍和在中心線上距船底板型線不小於2.3.1.2.3規定的垂向破損範圍，其任何部位都應不小於“ d ”，“ d ”如下：

.1 如果 $V_c \leq 1000\text{m}^3$ ， $d = 0.8\text{m}$ ；

.2 如果 $1000\text{m}^3 < V_c < 5000\text{m}^3$ ， $d = 0.75 + V_c \times 0.2/4000\text{m}$ ；

.3 如果 $5000\text{m}^3 \leq V_c < 30000\text{m}^3$ ， $d = 0.8 + V_c/25000\text{m}$ ；
和

.4 如果 $V_c \geq 30000\text{m}^3$ ， $d = 2\text{m}$ ，

式中：

— V_c 相當於20℃時單個液貨艙的總設計容積的100%，包括氣室和附屬物（見圖2.1和2.2）。

就液貨艙保護距離而言，液貨艙容積是具有公共艙壁的液貨艙所有部分的總容積；和

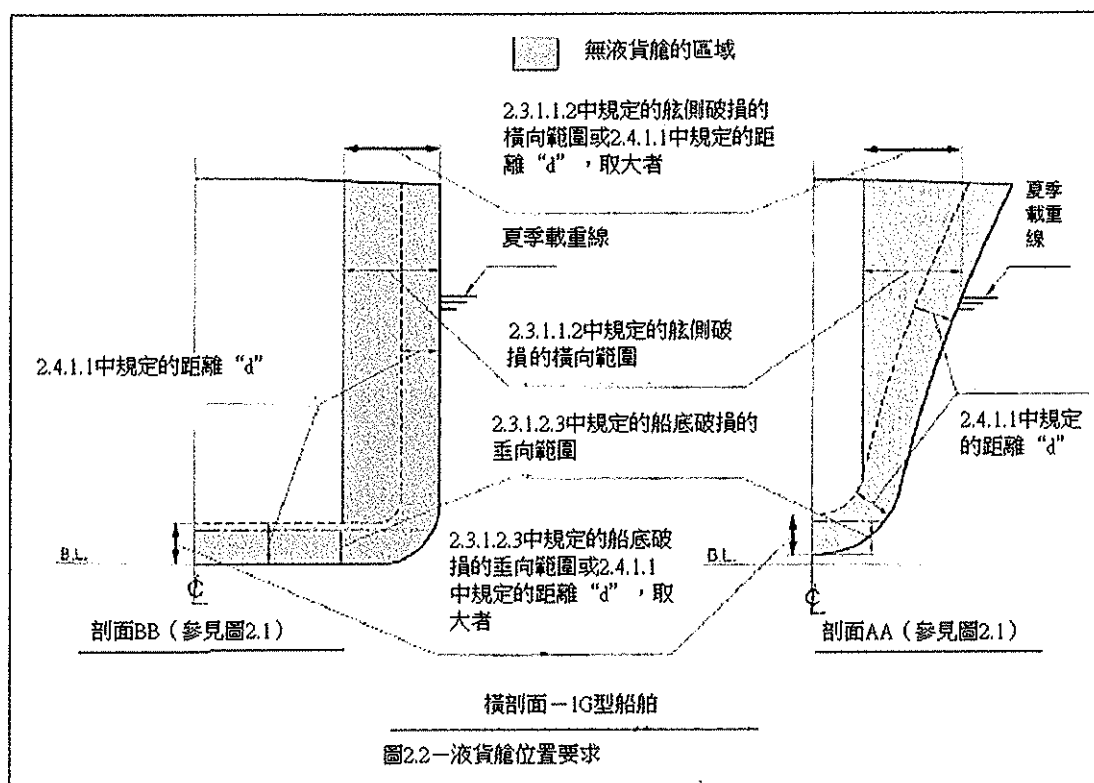
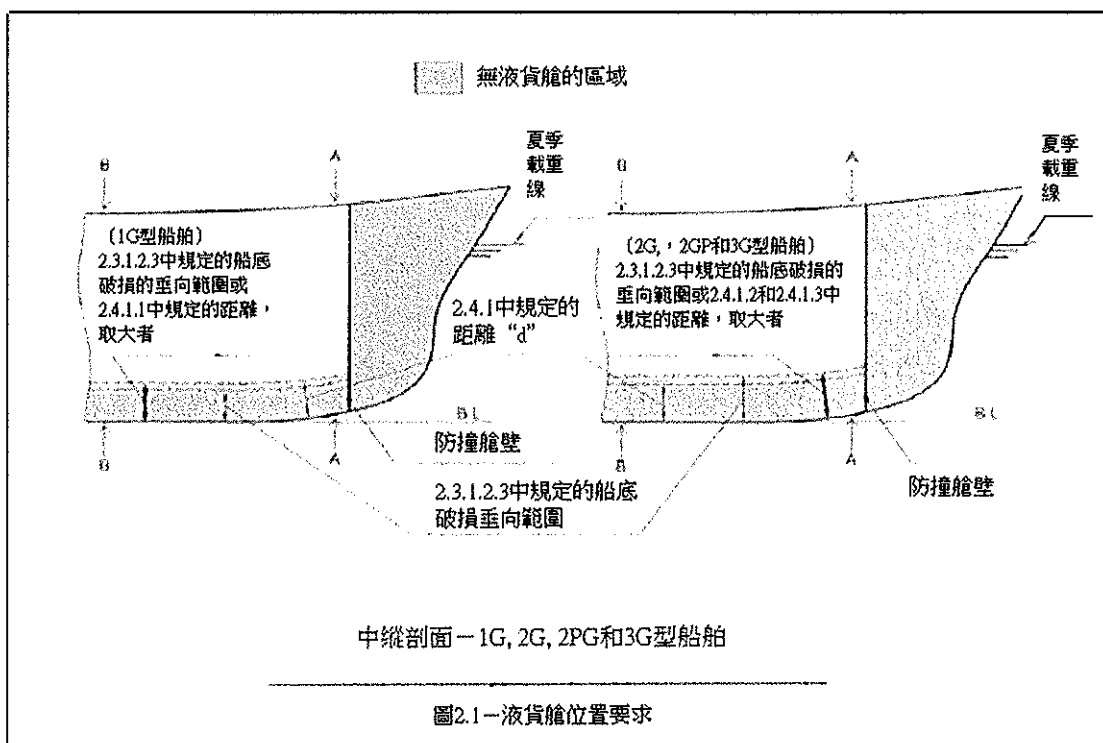
— “ d ”在與船體外殼型線成直角的任何橫截面處測量。

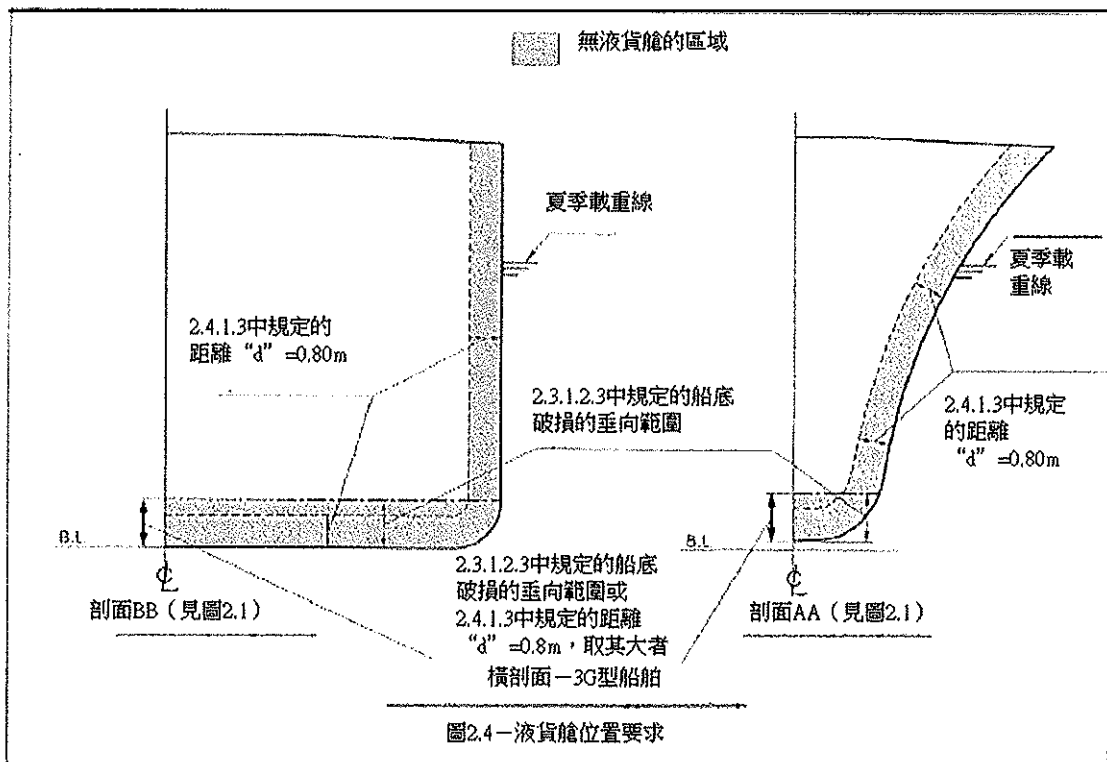
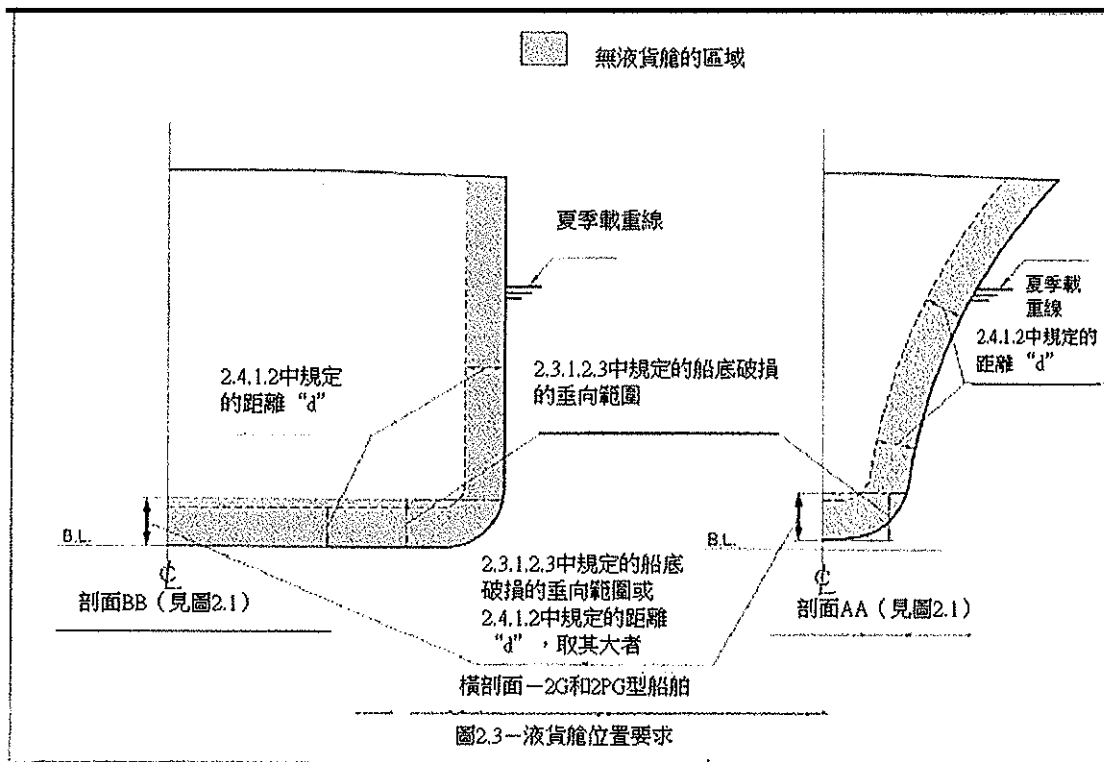
按照第17章，液貨艙大小限制可適用於1G型船舶貨物。

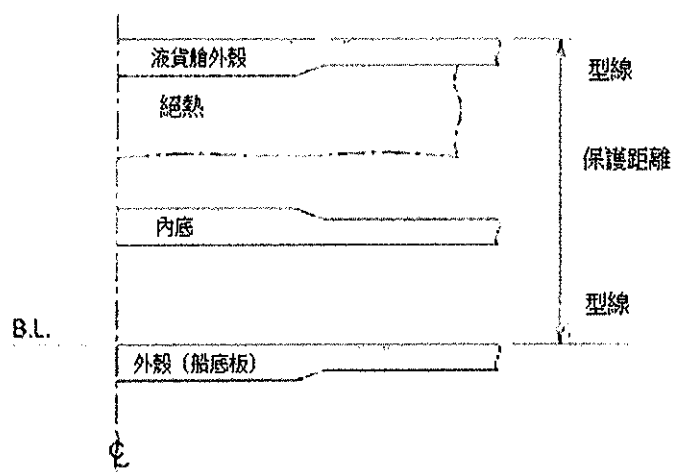
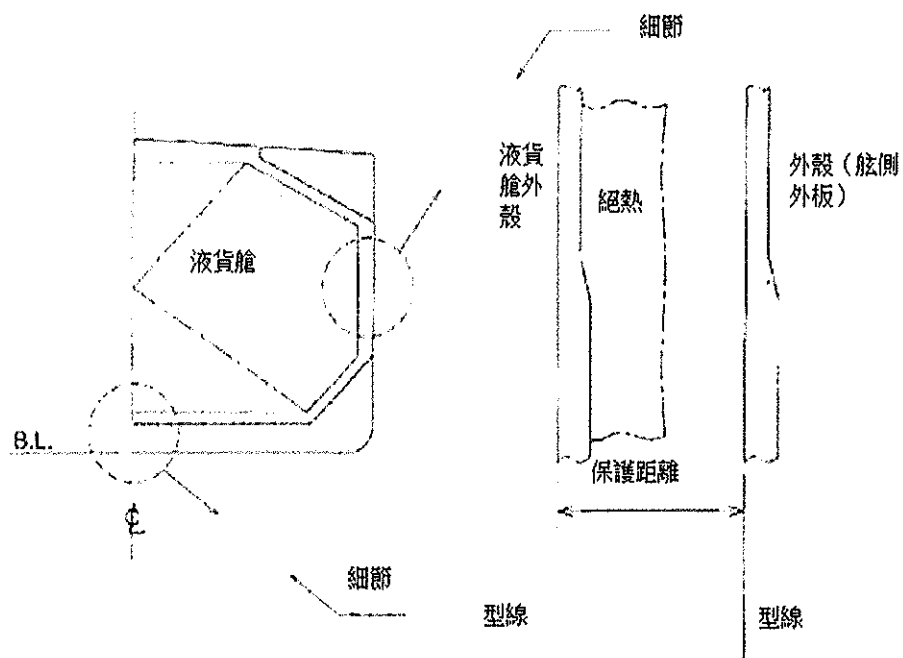
.2 2G/2PG型船舶在中心線上距船底板型線應不小於2.3.1.2.3規定的垂向破損範圍，其任何部位都應不小於2.4.1.1中所述的“d”（見圖2.1和2.3）。

.3 3G型船舶在中心線上距船底板型線應不小於2.3.1.2.3規定的垂向破損範圍，其任何部位都應不小於“d”，
“d” = 0.8m，自船底板型線（見圖2.1和2.4）。

2.4.2 對液貨艙位置而言，如採用薄膜或半薄膜液貨艙，船底破損的垂向範圍應量至內底，其他情況則量至液貨艙底；當採用薄膜或半薄膜液貨艙時，舷側破損的橫向破損範圍應量至縱艙壁，其他種類液貨艙應量至液貨艙側壁。2.3和2.4中所述距離應如圖2.5(a)至(e)使用。這些距離應板至板測量，自型線至型線，不包括絕熱。







獨立棱形液貨艙

2.5 (a) — 保護距離

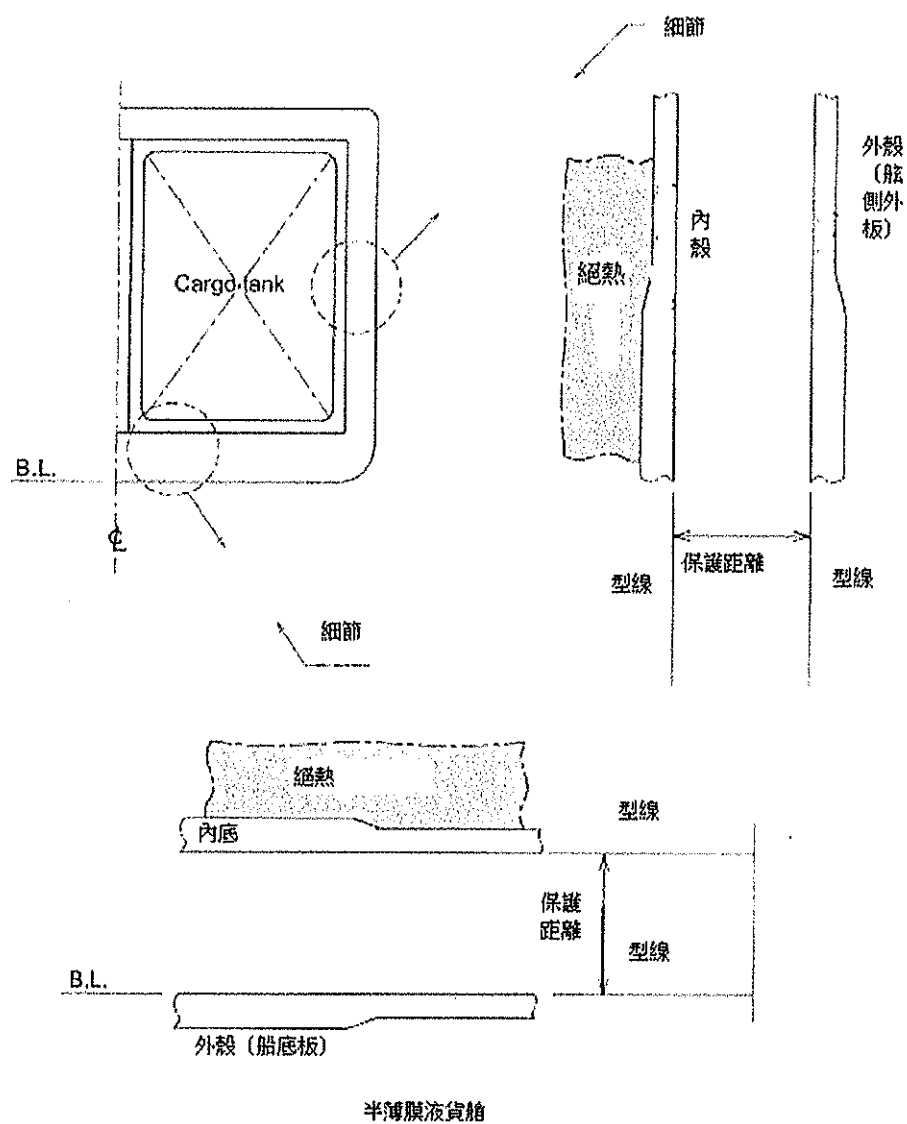


圖2.5 (b) — 保護距離

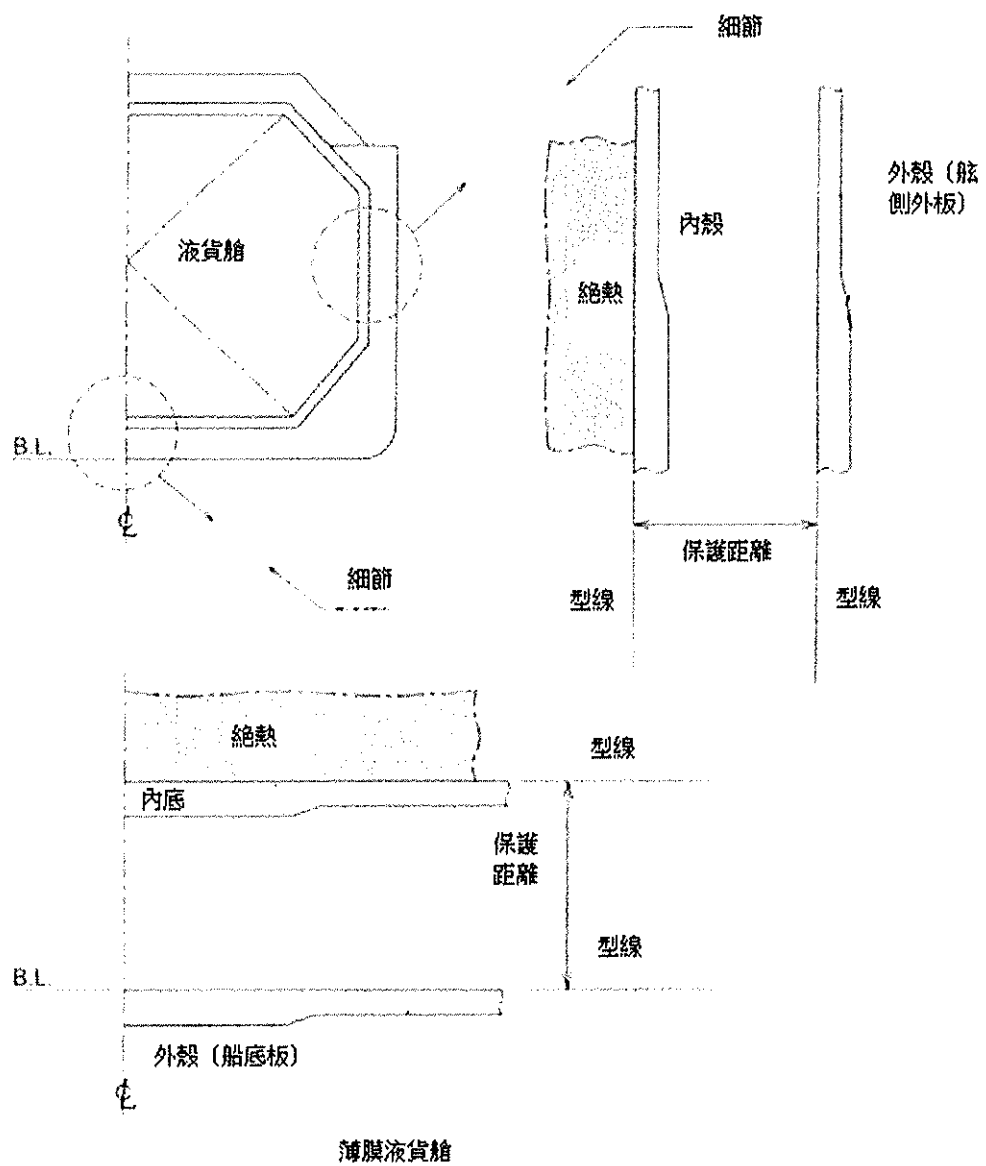


圖2.5 (c) — 保護距離

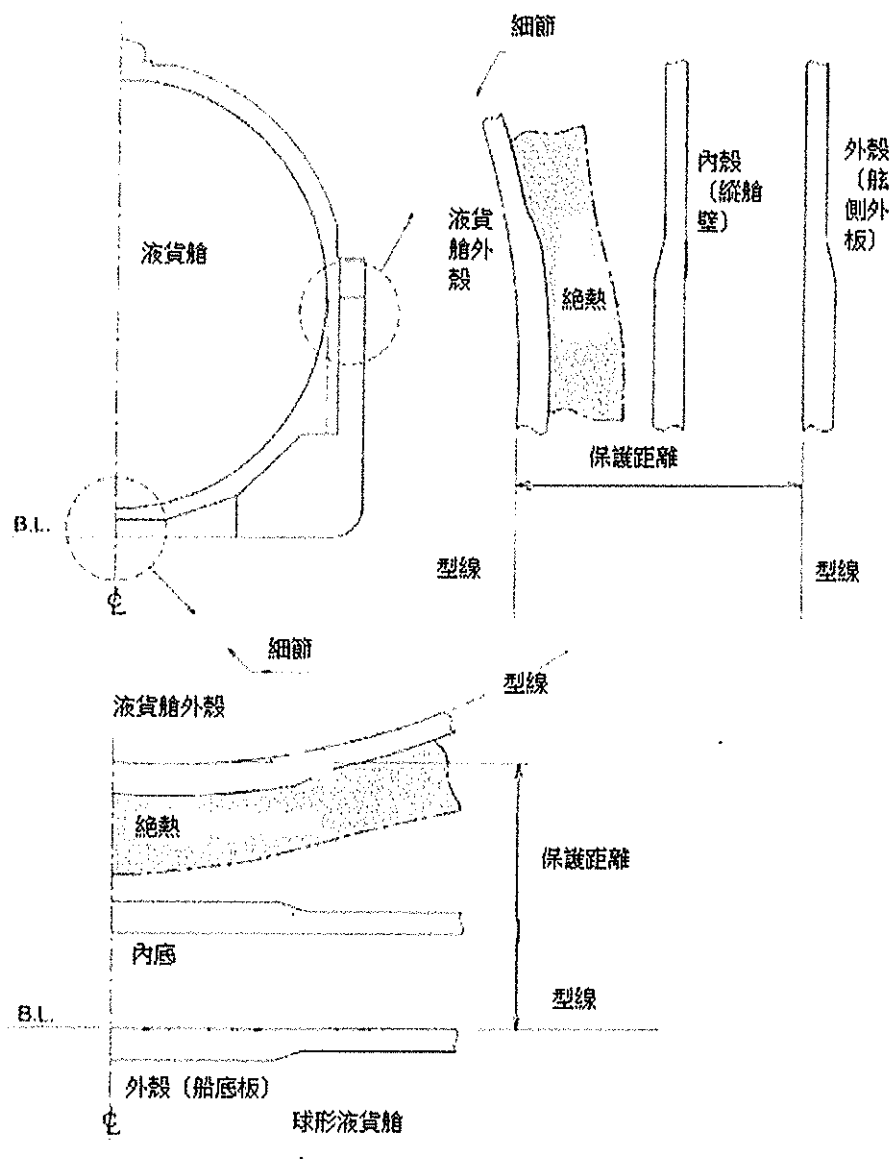


圖2.5 (d) — 保護距離

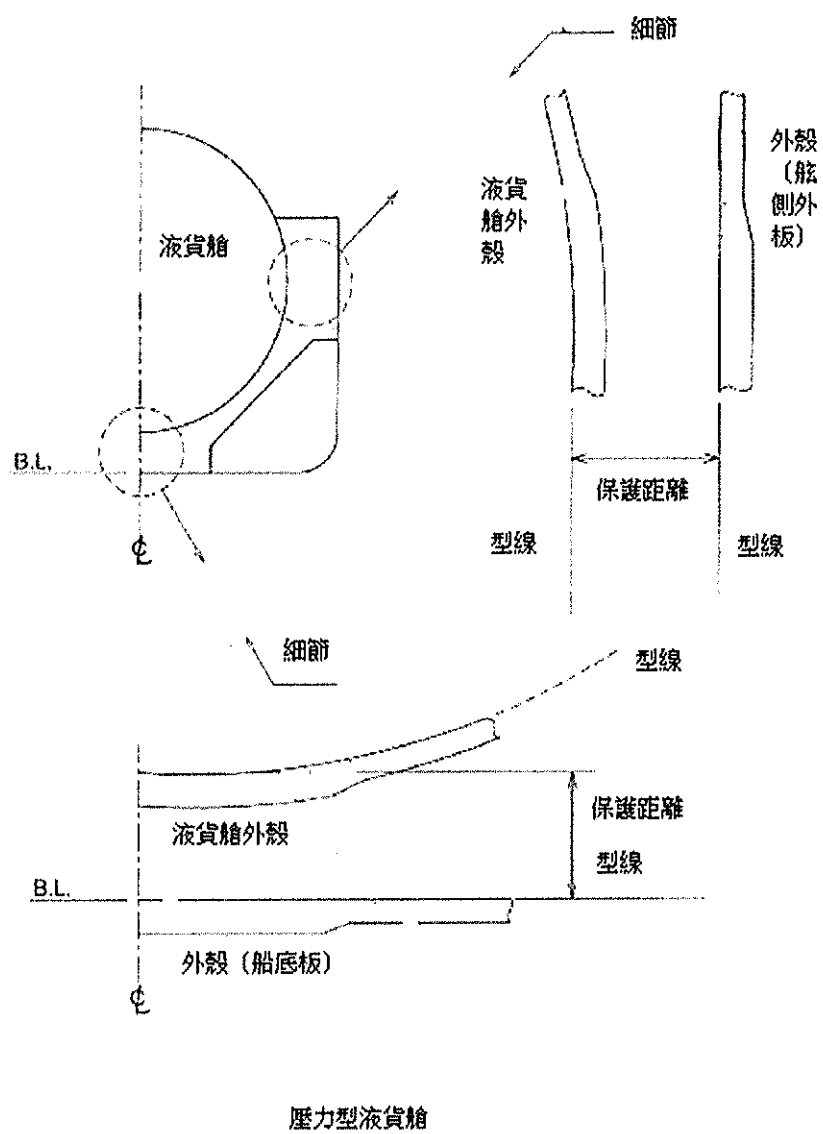


圖2.5 (e) — 保護距離

2.4.3 除1G型船舶外，液貨艙內的吸口阱可以延伸至2.3.1.2.3規定的船底垂向破損範圍內，條件是此種阱儘可能小，且伸入內底板以下部分應不超過雙層底深度的25%或350mm，取小者。如無雙層底時，吸口阱伸入船底破損上限以下的部分不應超過350mm。在確定受破損影響的艙室時，按照本條要求所設置的吸口阱，可忽略不計。

2.4.4 液貨艙不應位於防撞艙壁前面。

2.5 浸水假定

2.5.1 應通過計算證實2.7的要求已被滿足，計算應考慮船舶的設計特徵，破損艙室的佈置、形狀和容量，液體的分佈、相對密度和自由液面影響，以及所有裝載工況下的吃水和縱傾。

2.5.2 假定破損處所的滲透率應如下：

處所	滲透率
物料貯存處所	0.6
起居處所	0.95
機器處所	0.85
留空處所	0.95
貨艙處所	0.95 ¹
消耗液體	0~0.95 ²
其他液體	0~0.95 ²

註1：滲透率的其他值可基於具體計算。參見SOLAS公約第II-1章B-1部分的解釋（MSC/Circ.651通函）。

註2：部分充裝的艙室的滲透率應與艙室所載運的液體量相一致。

2.5.3 當破損穿透裝有液體的液貨艙，應假設艙內液體從該艙完全流失，並由海水替代直至最終的平衡液面。

2.5.4 如水密橫艙壁之間的破損被假定為2.6.1.4、2.6.1.5和2.6.1.6中所指的範圍，則橫艙壁之間的距離至少應等於2.3.1.1.1規定的縱向破損範圍才被認為有效。如橫艙壁之間的距離小於上述值，則對在此破損範圍內的這種艙壁中的一個或幾個，在確定浸水艙室時應假定為不存在。再則，如水密艙壁邊界是在2.3所要求的垂向或水平向穿透範圍內，則邊艙或雙層底艙的水密橫艙壁邊界處的任何部分應被假定破損。如橫艙壁上有長度超過3m的台階或壁龕位於被假定的破損穿透範圍內，則該橫艙壁亦應被假定破損。由尾尖艙艙壁和尾尖艙艙頂形成的台階在此處不應被視為台階。

2.5.5 通過艙有效的佈置將船舶設計成能使不對稱浸水減至最低。

2.5.6 當所設置機械輔助設備（如閥或橫通調平管）作為平衡裝置時，則該裝置不應視為可用於減小橫傾角或達到最小剩餘穩性範圍以滿足2.7.1的要求。如採用平衡裝置，則應在所有階段仍保持有足夠的剩餘穩性。用大截面導管連通的處所可視為連通處所。

2.5.7 如管路、導管、圍蔽通道或隧道位於2.3規定的假定破損穿透範圍內，其佈置應能在每一破損情況下使連續浸水不會擴展到除被假定浸水艙室外的其他艙室。

2.5.8 直接位於舷側破損範圍上方的任何上層建築的浮力應不予考慮。然而破損範圍之外的上層建築未浸水部分的浮力可予以考慮，

條件是：

- .1 其用水密隔壁與破損處所隔開，並滿足2.7.1.1對這些完整處所的要求；和
- .2 這些分隔上的開口能用遙控的滑動水密門予以關閉，且未保護的開口在2.7.2.1所要求的最小剩餘穩性範圍內不被浸沒，但對於能水密關閉的其他開口，可允許被浸沒。

2.6 破損標準

2.6.1 船舶應能在2.5所述的假定浸水情況下經受住2.3所述的破損。對於其假定浸水的範圍，應根據船型應符合下列標準：

- .1 對於1G型船舶，應假定在其船長範圍內的任何部位均能經受破損；
- .2 船長大於150m的2G型船舶，應假定在其船長範圍內的任何部位均能經受破損；
- .3 船長等於或小於150m的2G型船舶，應假定在其船長範圍內的任何部位任一艙壁均能經受破損，但不包括鄰接於尾機型機艙邊界壁；
- .4 對於2PG型船舶，應假定在其船長範圍內的任何部位的均能經受破損，但不包括間距超過2.3.1.1.1規定的縱向破損範圍的橫向艙壁；
- .5 船長等於或大於80m的3G型船舶，應假定在其船長範

圍內的任何部位均能經受破損，但不包括間距超過
2.3.1.1.1規定的縱向破損範圍的橫艙壁；和

- .6 船長小於80m的3G型船舶。應假定在其船長範圍內的任何部位均能經受破損，但不包括間距大於2.3.1.1.1規定的縱向破損範圍的橫艙壁和尾部機器處所的破損。

2.6.2 對於小型的2G/2PG和3G型船舶不是在所有方面都滿足2.6.1.3、2.6.1.4和2.6.1.6的合適要求，可由主管機關考慮予以特別免除，但應提供能保持同等安全程度的替代措施，對此替代措施的性質應進行認可，並清楚地加以說明，且隨時可提交給港口主管當局。對任何的此種免除應在本規則1.4.4所述的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》內加以適當的註明。

2.7 殘存要求

適用本規則的船舶，應按2.6規定的破損標準經受2.3假定的破損，在穩定平衡條件下，殘存能力應能滿足下列衡準。

2.7.1 在浸水任何階段：

- .1 計及下沉、橫傾和縱傾的水線應位於可能產生連續進水或向下（注灌）進水的任何開口的下緣。此類開口應包括空氣管和用風雨密門或艙口蓋關閉的開口，但不包括用水密人孔蓋關閉的開口和水密平艙口、能保持甲板高度完整性的小型水密液貨艙艙口蓋、能遙控操縱的水密滑動門和固定式（非開啟）舷窗；

- .2 不對稱浸水引起的最大橫傾角應不超過 30° ；和
- .3 浸水中間階段的剩餘穩性不應小於2.7.2.1所要求的值。

2.7.2 在浸水後的最終平衡階段：

- .1 復原力臂曲線在平衡位置應有 20° 的最小範圍，在 20° 範圍內最大剩餘復原力臂至少應有0.1m；此範圍內，該曲線下的面積應不小於 $0.0175\text{m} \cdot \text{rad}$ 。 20° 範圍可從平衡位置與 25° 角（或 30° ，如果未發生甲板浸沒）之間開始的任何角度測量。在此範圍內未加保護的開口不應被浸沒，除非這些處所是假定浸水。在此範圍內2.7.1.1所列的任何開口及能以風雨密關閉的其他開口可以允許浸沒；和
- .2 應急電源應能操作。

第3章

船舶佈置

目的

確保貨物圍護和裝卸系統的位置能將任何貨物排放的後果降至最低，並提供安全通道進行操作和檢查。

3.1 貨物區域的分隔

3.1.1 貨艙處所應與機器處所、鍋爐處所、起居處所、服務處所、

控制站、錨鏈艙、生活用水艙以及儲物艙隔開。貨艙處所應位於A類機器處所的前方。基於SOLAS公約第II-2/17條，在進一步考慮到相關風險（包括貨物排放風險和減輕方式）後，可接受替代佈置，包括使A類機器處所在前方。

3.1.2 如在不要求設有完整或部分次屏壁的貨物圍護系統內載運貨物，則貨艙處所與3.1.1所述處所之間，或與其下面或外側的處所之間，可用隔離艙、燃油艙或形成A-60級分隔的全焊接結構的單層氣密艙壁予以分隔。如果相鄰處所內不存在點火源或火災危險，則可接受氣密A-0級分隔。

3.1.3 如在要求設有完整或部分次屏壁的貨物圍護系統內載運貨物，則貨艙處所與3.1.1所述處所之間，或與其下面或外側存在點火源或火災危險的處所之間，應用隔離艙或燃油艙予以分隔。如果相鄰處所內不存在點火源或火災危險，則可接受氣密A-0級分隔。

3.1.4 轉塔艙與3.1.1中所述處所之間，或與其下面或外側存在點火源或火災危險的處所之間，應用隔離艙或A-60級分隔予以分隔。如果相鄰處所內不存在點火源或火災危險，則可接受氣密A-0級分隔。

3.1.5 此外，從轉塔艙至相鄰處所的火災擴展風險應通過風險分析進行評估（見1.1.11），並應在需要時提供預防措施，例如在轉塔艙周圍佈置隔離艙。

3.1.6 如在要求設有完整或部分次屏壁的貨物圍護系統內載運貨物，則應符合下列規定：

.1 當貨物溫度低於-10℃時，貨物艙處所與海水之間應設

置雙層底；和

- .2 當貨物溫度低於-55℃時，貨物艙處所還須設置構成邊艙的縱艙壁。

3.1.7 在露天甲板上貨物圍護系統所設的開口處應設有密封裝置。

3.2 起居、服務和機器處所以及控制站

3.2.1 任何起居處所、服務處所或控制站應不位於貨物區域內。對貨物圍護系統要求設置次屏壁的船舶，應將起居處所、服務處所或控制站面向貨物區域的艙壁佈置成能避免僅因甲板或艙壁的單一破損而使貨物艙的氣體進入這些處所。

3.2.2 為了防止有害蒸氣進入起居處所、服務處所、機器處所和控制站，在確定上述處所的空氣進口/出口和開口的位置時，應考慮貨物管路、貨物透氣系統以及機器處所內氣體燃燒裝置排出的廢氣對上述處所的影響。

3.2.3 非危險區域到危險區域之間，不允許設置氣密或其他型式的門的通道，但當起居處所位於船艙時，通過3.6.1規定的空氣閘而進出貨物區域前面的服務處所所設的通道是允許的。

3.2.4.1 起居處所，服務處所、機器處所和控制站的入口、空氣進口和開口不應面向貨物區域，而應設置在不面向貨物區域的端壁上，或設置在上層建築或甲板室的外側壁上，這些開口離面向貨物區域上層建築或甲板室的端壁之間的距離至少為船長（L）的4%，且不小於3m，但不必超過5m。

3.2.4.2 面向貨物區域和在上述距離內的上層建築或甲板室兩外側壁上的窗和舷窗應是固定(非開啟)型的。駕駛室窗可為非固定型，而駕駛室門可位於上述範圍內，只要其設計能確保駕駛室迅速而有效的氣密和蒸氣密。

3.2.4.3 對於專用於載運既不易燃又無毒性危害貨物的船舶，在執行上述要求時，經主管機關認可後可予以放寬。

3.2.4.4 進入包含點火源的艙樓處所的通道可允許通過面向貨物區域的單扇門，條件是門位於第10章中定義的危險區域外。

3.2.5 面向貨物區域和在3.2.4中規定的限制內的上層建築或甲板室兩外側壁上的窗和舷窗(駕駛室窗除外)應建造成A-60級。駕駛室窗應建造成不小於A-0級(對於外部火載荷)。最上層連續甲板以下外板上的舷窗以及在第1層上層建築或甲板室的舷窗均應為固定(非開啟)型的。

3.2.6 起居處所、服務處所和控制站的所有空氣進口、出口和其他開口均應設置關閉裝置。在載運有毒貨品時，應能從處所內部進行操作。對有毒貨品設置空氣進口和開口從處所內部操作關閉裝置的要求不必適用於非經常有人的處所，例如甲板貯存室、艙樓儲藏室、工作間。此外，本要求不適用於位於貨物區域內的貨物控制室。

3.2.7 轉塔系統的控制室和機器處所可位於具有這類裝置的船上液貨艙前後的貨物區域。進入包含點火源的處所的通道可允許通過面向貨物區域的門，條件是門位於危險區域外或通道通過空氣閘。

3.3 貨物機器處所和轉塔艙

3.3.1 貨物機器處所應位於露天甲板上，且應位於貨物區域內。貨物機器處所和轉塔艙應視作貨泵艙，在防火要求方面按照SOLAS公約第II-2/9.2.4條的要求，而在防止潛在的爆炸方面按照SOLAS公約第II-2/4.5.10條的要求。

3.3.2 當貨物機器處所位於最後貨艙處所的後面或最前貨艙處所的前面時，1.2.7所定義的貨物區域的界限應擴展到包括貨物機器處所在內的整個船寬和船深的範圍以及這些處所上方的甲板區域。

3.3.3 當貨物區域的界限按3.3.2要求擴展時，貨物機器處所與起居處所、服務處所、控制站和A類機器處所之間的分隔艙壁應佈置成能避免氣體通過甲板或艙壁的單一破損進入這些處所。

3.3.4 貨物壓縮機和貨泵可由經艙壁或甲板分隔的相鄰非危險處所中的電動機驅動，條件是艙壁貫穿周圍的密封能確保該兩個處所的有效氣密分隔。作為替代，如果電氣裝置符合第10章的要求，該設備可由相鄰的合格防爆型電動機驅動。

3.3.5 貨物機器處所和轉塔艙的佈置應確保能使穿防護服和帶呼吸器的人員安全無阻地進出，並且在人員受傷時，能及時將昏迷的傷員救出。貨物機器處所內應設有至少2個遠離的脫險通道和門，但至門的最大距離為5m或以下的情況除外，可接受單個脫險通道。

3.3.6 穿防護服的人員應易於接近裝卸貨物所需的所有閥。在貨泵艙和貨物壓縮機艙內應配備合適的排水裝置。

3.3.7 轉塔艙應設計成在發生爆炸或不可控的高壓氣體排放（過壓和/或脆性斷裂）時，保持其結構完整性，其特徵應基於風險評估

予以證明，並適當考慮到壓力釋放設備的性能。

3.4 貨物控制室

3.4.1 任何貨物控制室均應位於露天甲板以上，且可位於貨物區域內。貨物控制室可設於起居處所，服務所處或控制站內，還應滿足下列條件：

- .1 貨物控制室是非危險區域；
- .2 如果貨物控制室的入口符合3.2.4.1的要求，則貨物控制室可以設置到上述處所的通道；和
- .3 如果貨物控制室的入口不符合3.2.4.1的要求，則貨物控制室不得設置到上述處所的通道，且貨物控制室與這些處所之間的界限面應達到“A-60”級分隔完整性。

3.4.2 如果貨物控制室設計成非危險區域，則貨物控制室內的儀錶設備應儘可能採用間接讀出系統，且儀錶設備應設計成在任何情況下能防止氣體逸至貨物控制室內的空氣中。如氣體探測系統按13.6.11規定安裝，則在貨物控制室內的氣體探測系統設置不會導致該控制室成為危險區域。

3.4.3 對於載運易燃貨物的船舶，如果貨物控制室是危險區域，則應排除點火源，且任何電氣設備應按第10章規定安裝。

3.5 通往貨物區域內各處所的通道

3.5.1 在不移動任何固定結構或裝置的情況下，至少對船體內殼

結構的一側應能進行目測檢查，如這種目測檢查只能檢查內殼的外表面（不論其能否與3.5.2、4.6.2.4或4.20.3.7所要求的檢查同時進行），則此內殼不應成為燃油艙界限的艙壁。

3.5.2 應能對貨艙處所內任何絕熱層的一側進行檢驗。如對於絕熱系統的完整性，能在液貨艙處於營運溫度時通過對貨艙處所界限外側的檢驗予以驗證時，則對貨艙處所內一側絕熱層的檢驗可不要求。

3.5.3 對貨艙處所、留空處所、液貨艙和歸為危險區域的其他處所進行佈置時，應考慮身穿防護服和攜帶呼吸器的人員能進入上述任何處所並進行檢驗，且允許受傷和/或昏迷人員撤離。該佈置應符合下列要求：

.1 應設有下列通道：

- .1 直接從露天甲板進入所有液貨艙；
- .2 水平開口、艙口或人孔應具有足夠尺寸，能讓攜帶呼吸器的人員上下梯子無阻礙，且應提供1個無阻礙的開口，以便將受傷人員從處所底向上提升；該開口的最小尺寸應不小於600mm×600mm；
- .3 在艙內沿長度和寬度方向通道的垂直開口或提供出入這些處所人孔的最小淨開口尺寸應不小於600mm×800mm，其下緣距艙底板的高度應不大於600mm，否則應設有格柵或其他踏步；和
- .4 至C型艙的圓形通道開口直徑應不小於600mm。

- .2 如能滿足3.5.3的要求並使主管機關滿意，3.5.3.1.2和3.5.3.1.3所要求尺寸可予以減小。
- .3 如果貨物在要求次屏壁的圍護系統中載運，3.5.3.1.2和3.5.3.1.3的要求不適用於以單層鋼質氣密界限與貨艙處所相隔離的處所；此類處所應設置僅能從露天甲板直接或間接進入的通道，不包括任何圍蔽的非危險區域。
- .4 檢查所需通道應為通過液貨艙上方或下方結構的指定通道，應至少有3.5.3.1.3要求的橫截面。
- .5 就3.5.1或3.5.2而言，下列應適用：
 - .1 如要求通過平的或彎的待檢查表面和結構（例如甲板樑、加強筋、肋骨、縱桁等）之間，該表面與結構件自由邊之間的距離應至少為380mm。待檢查表面和設置上述結構件的表面（例如甲板、艙壁或外殼）之間的距離，對於彎的液貨艙表面（例如C型艙），應至少為450mm，對於平的液貨艙表面（例如A型艙），應至少為600mm（見圖3.1）；
 - .2 如不要求通過待檢查表面和結構的任何部分之間，為便於看到，該結構件的自由邊和待檢查表面之間的距離應至少為50mm或結構面板寬度的一半，取其大者（見圖3.2）；

- .3 如為了檢查曲面，要求通過該表面和另一個未設置結構件的平的或彎的表面之間，2個表面之間的距離應至少為380mm（見圖3.3）。如不要求通過該曲面和另一個表面之間，考慮到曲面的形狀，可接受距離小於380mm；
- .4 如為了檢查大致平的表面，要求通過未設置結構件的2個大致平的和大致平行的表面，這些表面之間的距離應至少為600mm。如設有固定通道梯子，應設有至少450mm的間隙供進入（見圖3.4）；
- .5 液貨艙集液槽和吸口井處相鄰雙層底結構之間的最小距離不應小於圖3.5中所示距離（圖3.5顯示集液槽平面和井之間的距離最小為150mm，內底板和井的垂直邊之間的邊緣以及球形或圓形表面與液貨艙集液槽之間的接合點之間的間隙至少為380mm）。如無吸口井，液貨艙集液槽和內底之間的距離應不小於50mm；
- .6 液貨艙氣室和甲板結構之間的距離應不小於150mm（見圖3.6）；
- .7 應安裝檢查液貨艙、液貨艙支承裝置和固定裝置（例如抗縱搖、抗橫搖和止浮墊塊）、液貨艙絕熱所需的固定式或可攜式腳手架。該腳手架不應減少3.5.3.5.1至3.5.3.5.4中規定的間隙；和

- .8 如應安裝固定式或可攜式通風管道以符合12.1.2，這類管道不應減少3.5.3.5.1至3.5.3.5.4要求的距離。

3.5.4 開敞露天甲板至非危險區域的通道應位於第10章中規定的危險區域外，除非通道按3.6使用空氣閘。

3.5.5 轉塔艙應設有2個獨立的通道/出口。

3.5.6 不允許設置從露天甲板下的危險區域至非危險區域的通道。

3.6 空氣閘

3.6.1 開敞露天甲板上的危險區域與非危險處所之間的通道應依靠空氣閘。空氣閘應由兩扇能確保氣密的鋼質門組成，此類門應為自閉式，無任何門背扣裝置，能保持過壓，其距離至少為1.5m，但不大於2.5m。空氣閘處所應從非危險區域機械通風並相對露天甲板上的危險區域保持過壓狀態。

3.6.2 如果這些處所受到加壓保護，通風應按照公認標準設計和安裝。

3.6.3 空氣閘處所的兩側應配備聽覺和視覺報警系統。當一扇門開啟時，應發出視覺報警。當空氣閘兩側的門從關閉位置開啟時應發出聽覺報警。

3.6.4 載運易燃貨品的船上，受空氣閘所保護處所內的非合格防爆型電氣設備，當處所內的過壓狀態消失時應能切斷其供電電器。

3.6.5 位於空氣閘所保護的處所內用於操縱、錨泊和繫泊的電氣設備以及應急消防泵應為合格防爆型。

3.6.6 空氣閘處所內應監測貨物蒸氣（見13.6.2）。

3.6.7 按照現行《國際載重線公約》的要求，空氣閘的門檻高度應不小於300mm。

3.7 艙底水、壓載和燃油裝置

3.7.1 如貨物載運在不要求設有次屏壁的貨物圍護系統，則在貨艙處所內應配備不與機器處所相連的合適的排水裝置，還應設有探測任何泄漏的裝置。

3.7.2 如設有次屏壁，則應配備適當的排水裝置，用於排水通過相鄰船體結構漏入貨艙處所或絕熱處所的污水。吸口不應引向機器處所內的泵。還應設有能探測此類泄漏的裝置。

3.7.3 A型獨立液貨艙的貨艙處所或保護層處所，應設有適當的排水系統，以處理在液貨艙泄漏或破裂時漏出的液貨，這種裝置還應提供將漏出的液貨返回到液貨艙的管路。

3.7.4 上述3.7.3所述的裝置應提供可拆短管。

3.7.5 壓載處所（包括用作壓載水管路的濕箱形龍骨）、燃油艙和非危險處所可與機器處所內的泵相連接。有壓載水管通過的乾箱形龍骨可與機器處所內的泵相連接，條件是連接管直接同泵連接，並從泵直接排出舷外，且從箱形龍骨至非危險處所的每一連接管不裝設閘門或分配閘箱。泵的透氣管的開口不應通向機器處所。

3.8 船艙或船艙裝卸貨物裝置

3.8.1 符合本節和第5章的要求時，可允許設置船艙或船艙裝卸貨物管系。

3.8.2 通過起居處所、服務處所或控制站旁通過的船艙或船艙裝卸管路不得用於輸送要求1G型船舶載運的貨品。如果設計壓力超過2.5MPa，船艙或船艙裝卸管路也不得用於輸送1.2.53所定義的有毒貨品。

3.8.3 不允許採用可攜式裝置。

3.8.4.1 起居處所、服務處所、機器處所和控制站的進入口、空氣進口及開口不應面向船艙或船艙裝卸裝置的貨物通岸接頭所在位置，而應位於上層建築或甲板室的外側，距上層建築或甲板室面向首和尾裝卸貨物通岸接頭至少為船長（L）的4%，但不小於3m，也不必超過5m。

3.8.4.2 面向通岸接頭以及上述距離範圍內的上層建築或甲板室兩側的窗和舷窗應為固定（非開啟）型。

3.8.4.3 此外，首尾裝卸裝置在使用期間，相應的上層建築或甲板室兩側的所有門、舷門以及其他開口均應保持關閉狀態。

3.8.4.4 對於小型船舶，如不可能滿足3.2.4.1至3.2.4.4和3.8.4.1至3.8.4.3要求時，主管機關可同意予以放寬上述要求。

3.8.5 首尾裝卸裝置在使用期間，離貨物通岸接頭10m範圍內各處所的甲板開口和空氣進口應保持關閉狀態。

3.8.6 首尾裝卸區域的消防設備應符合11.3.1.4和11.4.6的要求。

3.8.7 貨物控制站與通岸接頭處之間應配備用於聯絡的通信設備，並在適用時應採用可在危險區域使用的合格防爆型通信設備。

圖3.1

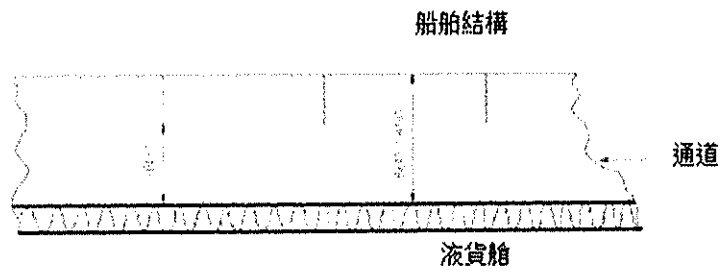


圖3.2

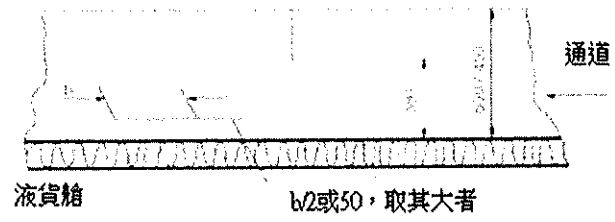


圖3.3

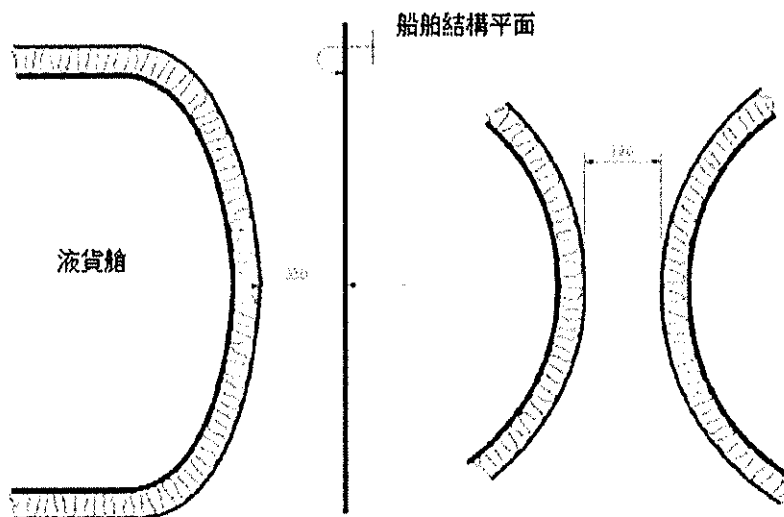


圖3.4

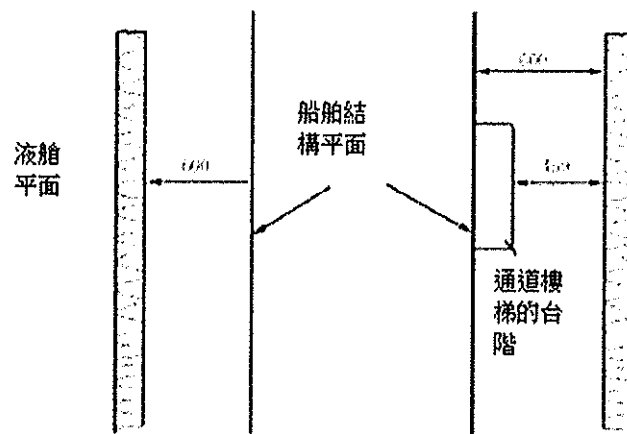


圖3.5

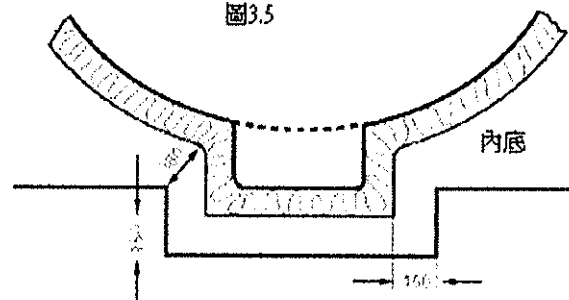
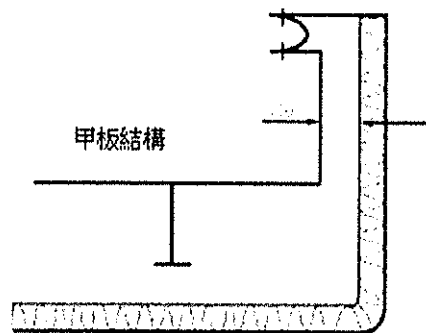


圖3.6



第4章

貨物圍護

目的

確保在所有設計和操作條件下貨物的安全圍護，並考慮到所載貨物的性質。這包括下列措施：

- .1 提供承受規定載荷的強度；
- .2 使貨物處於液體狀態；
- .3 設計成防止船體結構暴露於低溫；和
- .4 防止水或空氣進入貨物圍護系統。

4.1 定義

4.1.1 冷點係指船體或絕熱表面的一部分，對於船體或相鄰船體結構的許用最低溫度或第7章要求的貨物壓力/溫度控制系統的設計能力，其發生局部溫度降低。

4.1.2 設計蒸氣壓力 " P_o " 係指用於液貨艙設計的液貨艙頂部的最大表壓。

4.1.3 供選擇材料用的設計溫度係指可以在液貨艙內裝載或運輸的貨物的最低溫度。

4.1.4 獨立液貨艙係指自身支持的液貨艙，其不構成船體結構的一部分，對船體強度不是必需的。獨立液貨艙分為3類，分別在4.21、4.22和4.23中敘述。

4.1.5 薄膜液貨艙係指非自身支持的液貨艙，由鄰接的船體結構通過絕熱層支持的一層液體氣密薄膜組成。薄膜液貨艙詳見4.24。

4.1.6 整體液貨艙係指構成船體結構的一部分，並且以相同方式與相鄰船體結構一起受到同樣載荷影響的貨艙。整體液貨艙詳見4.25。

4.1.7 半薄膜液貨艙係指裝載工況下非自身支持的液貨艙，由一層薄膜組成，該薄膜的大部分是由相鄰船體結構通過絕熱層所支持。半薄膜液貨艙詳見4.26。

4.1.8 除1.2中的定義外，本章中給出的定義還應在本規則中適用。

4.2 適用範圍

除E部分中另有規定外，A至D部分的要求應適用於所有類型的液貨艙，包括F部分涉及的液貨艙。

A部分

貨物圍護

4.3 功能要求

4.3.1 貨物圍護系統的設計壽命應不小於船舶的設計壽命。

4.3.2 貨物圍護系統應根據無限航行北大西洋環境條件和相關長期海況散佈圖設計。對於專門用於有限航行的貨物圍護系統，主管機關可接受與預期使用相一致的較小環境條件。對於在比北大西洋環境更惡劣的條件下運作的貨物圍護系統，可要求較大環境條件。

4.3.3 貨物圍護系統應設計成具有適當的安全裕度，從而：

- .1 在完整條件下，經受貨物圍護系統設計壽命預期的環境條件及其適當的裝載工況，包括滿載均勻和部分裝載工況，規定限制範圍內的部分充裝和壓載航行載荷；和
- .2 適於載荷、結構建模、疲勞、腐蝕、熱效應、材料可變性、老化和建造公差的不確定性。

4.3.4 應按失效模式評定貨物圍護系統的結構強度，包括但不限於塑性變形、屈曲和疲勞。每個貨物圍護系統設計時應考慮的具體設計條件見4.21至4.26。有3類主要的設計條件：

- .1 極限設計條件－貨物圍護系統結構及其結構件應承受建造、試驗和預期投入使用期間可能發生的載荷，不損害結構完整性。設計應考慮下列載荷的適當組合：
 - .1 內部壓力；
 - .2 外部壓力；
 - .3 船舶運動引起的動載荷；
 - .4 熱載荷；
 - .5 晃蕩載荷；
 - .6 船舶變形引起的載荷；
 - .7 液貨艙和貨物重量在支持構件部位的相應的反作

用力；

.8 絕熱層重量；

.9 作用在塔架和其他附件處的載荷；和

.10 試驗載荷。

.2 疲勞設計條件－貨物圍護系統結構及其結構件不應在累積循環載荷下失效。

.3 貨物圍護系統應滿足下列衡準：

.1 碰撞－貨物圍護系統的保護位置應按照2.4.1，並承受4.15.1中規定的碰撞載荷，且支持構件或支持構件處的液貨艙結構無變形，從而不可能危及液貨艙結構。

.2 失火－貨物圍護系統應在無破裂的情況下，在預期的失火情景時保持8.4.1中規定的內部壓力的增加。

.3 在液貨艙上形成浮力的浸水艙－止浮裝置應保持4.15.2中規定的向上的力，且應無危及船體的塑性變形。

4.3.5 應採取措施確保要求的尺寸滿足結構強度規定並在設計壽命中保持。措施可包括但不限於材料選擇、塗層、腐蝕增量、陰極保護和惰化。除結構分析產生的厚度外，無需要求腐蝕裕量。但是，如果無環境控制（例如液貨艙周圍的惰化），或貨物具有腐蝕性，主

管機關或代表主管機關的被認可組織可要求適當的腐蝕裕量。

4.3.6 應制定貨物圍護系統的檢查/檢驗計劃並由主管機關或代表主管機關的被認可組織認可。檢查/檢驗計劃應確定在貨物圍護系統整個壽命的檢驗期間需要檢查的區域，特別是選擇貨物圍護系統設計參數時假定的所有必需的營運檢驗和維護。貨物圍護系統的設計、建造和配備應提供進入檢查/檢驗計劃中規定的需要檢查區域的適當的通道。貨物圍護系統（包括所有相關內部設備）的設計和建造應確保操作、檢查和維護期間的安全（見3.5）。

4.4 貨物圍護安全原則

4.4.1 圍護系統應設有能安全控制通過主屏壁的所有潛在泄漏的完整的液密次屏壁，並且該次屏壁能與絕熱系統一起防止船舶結構的溫度下降至不安全的程度。

4.4.2 但是，如果按照4.4.3至4.4.5的適用要求證明同等的安全等級，次屏壁的尺寸和形狀或佈置可減小。

4.4.3 已確定結構失效導致臨界狀態的可能性極低但不能排除主屏壁泄漏的可能性的貨物圍護系統應設有能安全處理泄漏的部分次屏壁和小泄漏保護系統。裝置應符合下列要求：

- .1 達到臨界狀態前能可靠探測到的失效形成（例如通過氣體探測或檢查）應有足夠長的形成時間以採取補救措施；和
- .2 達到臨界狀態前不能安全探測到的失效形成應有比液貨艙預計壽命長得多的預計形成時間。

4.4.4 如果主屏壁的結構失效和泄漏的可能性很低且可忽略不計，貨物圍護系統不要求設次屏壁，例如C型獨立液貨艙。

4.4.5 如果大氣壓力下的貨物溫度不低於-10℃，不要求設次屏壁。

4.5 與液貨艙類型相關的次屏壁

與4.21至4.26中規定的液貨艙類型有關的次屏壁應按下表設置。

大氣壓力下的貨物溫度	-10℃及以上	-10℃至-55℃	-55℃以下
基本液貨艙類型	不要求設次屏壁	船體可作為次屏壁	要求設單獨的次屏壁
整體液貨艙		通常不允許採用此類艙型 ¹	
薄膜液貨艙		完整的次屏壁	
半薄膜液貨艙		完整的次屏壁 ²	
獨立液貨艙			
— A型獨立液貨艙		完整的次屏壁	
— B型獨立液貨艙		部分的次屏壁	
— C型獨立液貨艙		不要求次屏壁	
註1：按4.25.1的規定，允許大氣壓力下貨物的溫度低於-10℃，則通常應要求設完整的次屏壁。			
註2：如半薄膜液貨艙在各方面均能符合適用於B型獨立液貨艙的要求（支持方式除外），經主管機關特別考慮，可同意設置部分的次屏壁。			

4.6 次屏壁的設計

4.6.1 如在大氣壓力下貨物溫度不低於-55℃，則基於下列條件船體結構可作為次屏壁：

- .1 按4.19.1.4的要求，在大氣壓力下船體材料應能適應於貨物溫度；和
- .2 設計時應考慮到不會因溫度而產生不能接受的船體應力。

4.6.2 次屏壁應設計成：

- .1 在考慮到4.18.2.6所述的載荷譜後，能使其容納15天時間的任何預計泄漏的貨物。但對航行於特殊航線的船舶可應用不同的衡準；
- .2 液貨艙內能導致主屏壁失效的物理、機械或操作事件不應損害次屏壁的功能，反之亦然；
- .3 船體結構支持構件或附件的失效不會導致主屏壁和次屏壁液密的喪失；
- .4 能以主管機關或代表主管機關的被認可組織接受的方式定期檢查其有效性。這可通過外觀檢查或壓力/真空試驗或按照主管機關或代表主管機關的被認可組織同意的用文件記錄的程序進行的其他合適方式；
- .5 上述.4中要求的方法應經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可，如適用於試驗程序，應包括：
 - .1 在危及液密有效性之前，可接受的缺陷尺寸和次屏壁內位置的詳細情況；

- .2 上述.1中探測缺陷的建議方法的值的精度和範圍；
- .3 確定驗收衡準使用的縮減比例因數（如不進行全尺度模型試驗）；和
- .4 熱和機械循環載荷對建議試驗有效性的影響；和
- .6 應在靜橫傾角為30°時仍能使次屏壁履行其功能要求。

4.7 部分次屏壁和主屏壁小泄漏保護系統

4.7.1 4.4.3中允許的部分次屏壁應與小泄漏保護系統一起使用並滿足4.6.2的要求。小泄漏保護系統應包括探測主屏壁泄漏的裝置，使任何液體貨物向下進入部分次屏壁的防濺屏障以及通過自然蒸發處理液體的裝置。

4.7.2 應根據相當於在最初探測到主屏壁泄漏後，從4.18.2.6所述的載荷譜中得到的破損範圍所泄漏的貨物量確定部分次屏壁的容量。可適當考慮液體蒸發、泄漏率、泵的排量以及其他有關因素。

4.7.3 要求的液體泄漏探測可通過液體傳感器或有效使用壓力、溫度或氣體探測系統或任何組合進行。

4.8 支持裝置

4.8.1 對於液貨艙，應由船體予以支持，在液貨艙受到4.12至4.15中規定的靜、動載荷作用時（如適用），其支持方式應能防止液貨艙本體的移動，可以允許液貨艙在溫度變化和船體變形時收縮和膨脹，但不能使船體和液貨艙出現過大的應力。

4.8.2 應設置用於液貨艙的止浮裝置，其能承受4.15.2中規定的載荷，而不會產生可能危及船體結構的塑性變形。

4.8.3 支持構件和支持裝置應經受4.13.9和4.15中規定的載荷，但這些載荷無需進行相互間的合成，也不必將這些載荷與波浪引起的載荷進行合成。

4.9 相關結構和設備

4.9.1 貨物圍護系統應設計成能承受相關結構和設備施加的載荷。這包括泵塔、貨物氣室、貨泵和管系、清艙泵和管系、氮氣管系、通道艙口、梯子、管系貫穿件、液位錶、獨立液位報警錶、噴嘴和儀錶系統（例如壓力、溫度和應力錶）。

4.10 絕熱

4.10.1 應按要求設置絕熱層以防止船體溫度降至許用值以下（見4.19.1）並將進入液貨艙的熱流限制在第7章使用的壓力和溫度控制系統能維持的水平。

4.10.2 在確定絕熱性能時，應適當注意與船上的再液化裝置、主推進機械或其他溫度控制系統有關的可接受的蒸發量。

B部分

設計載荷

4.11 通則

本節規定與4.16、4.17和4.18要求有關的應考慮的設計載荷。這包括：

- .1 載荷種類（永久、功能、環境和意外的）和載荷描述；
- .2 這些載荷應考慮的範圍取決於液貨艙類型，並在下文中更詳細地描述；和
- .3 液貨艙連同其支持結構和其他固定裝置，其設計時應考慮下述載荷的相關組合。

4.12 永久載荷

4.12.1 重力載荷

應考慮液貨艙、絕熱層、塔架和其他附件產生的載荷的重量。

4.12.2 永久外部載荷

應考慮外部作用在液貨艙上的結構和設備的重力載荷。

4.13 功能載荷

4.13.1 液貨艙系統操作使用產生的載荷應歸類為功能載荷。應考慮確保在所有設計條件下液貨艙系統完整性所必需的所有功能載荷。在確定功能載荷時，至少應考慮下列適用衡準的影響：

- .1 內部壓力；
- .2 外部壓力；
- .3 熱載荷；
- .4 振動；
- .5 相互作用載荷；

- .6 與結構和安裝相關的載荷；
- .7 試驗載荷；
- .8 靜橫傾載荷；和
- .9 貨物重量。

4.13.2 內部壓力

- .1 在任何情況下，包括4.13.2.2， P_o 均不得小於釋放閥的最大調定值（MARVS）。
- .2 對於無溫度控制裝置和其貨物壓力僅由環境溫度支配的液貨艙， P_o 應不得低於在溫度為45°C時的貨物蒸氣表壓，但下列除外：
 - .1 對於航行於限制航區的船舶，主管機關或代表主管機關的被認可組織可以接受更低的环境溫度值。反之，可要求較高的環境溫度值；和
 - .2 對於在限制期限內航行的船舶， P_o 可基於航行期間的實際壓力上升進行計算，並考慮液貨艙的任何絕熱情況。
- .3 如經主管機關特別考慮，並符合4.21至4.26規定對各類液貨艙的限制條件，可接受在動載荷降低的場所特定條件下（港口或其他場所），採用高於 P_o 的蒸氣壓力 P_h 。任何釋放閥設定應記錄在《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》中。

- .4 內部壓力 P_{eq} 源自蒸氣壓力 P_o 或 P_h 加最大相關動態液體壓力 P_{gd} ，但不包括液體晃蕩載荷的影響。對相關動態液體壓力 P_{gd} 的指導公式，見4.28.1。

4.13.3 外部壓力

對於外部壓力載荷，應根據液貨艙的任何部位可被同時承受的最小內部壓力和最大外部壓力之間的差值予以確定。

4.13.4 熱載荷

4.13.4.1 對於擬用於載運溫度低於-55℃的貨物的液貨艙，應考慮冷卻期間的瞬態熱載荷。

4.13.4.2 當所設計的支持裝置或附件和營運溫度可能會引起較大的熱應力時，對於這類貨物圍護系統，應考慮穩態熱載荷（見7.2）。

4.13.5 振動

應考慮振動對貨物圍護系統潛在的破壞影響。

4.13.6 相互作用載荷

應考慮貨物圍護系統和船體結構之間相互作用產生的靜載荷分量以及相關結構和設備產生的載荷。

4.13.7 與結構和安裝相關的載荷

應考慮與結構和安裝相關的載荷或條件，例如起重。

4.13.8 試驗載荷

應考慮對應於4.21至4.26中所述的貨物圍護系統試驗的載荷。

4.13.9 靜橫傾載荷

應考慮對應於在0°到30°範圍內的最不利的靜橫傾角的載荷。

4.13.10 其他載荷

應考慮未特別提及但對貨物圍護系統有影響的任何其他載荷。

4.14 環境載荷

環境載荷定義為貨物圍護系統上由周圍環境產生且未歸類為永久、功能或意外載荷的載荷。

4.14.1 船舶運動產生的載荷

4.14.1.1 在確定動載荷時應考慮船舶在其使用壽命期間在不規則海浪中船舶運動的長期分佈。由於必要的減速和航向的變化，可考慮減小動載荷。

4.14.1.2 船舶運動可包括縱蕩、橫蕩、垂蕩、橫搖、縱搖和首搖。在估算作用於液貨艙的加速度時，其作用點應在液貨艙的重心處，且包括下列分量：

- .1 垂向加速度：垂蕩、縱搖以及可能還有橫搖（垂直於船舶基線）的運動加速度；
- .2 橫向加速度：橫蕩、首搖和橫搖的運動加速度；以及橫搖的重力分量；和
- .3 縱向加速度：縱蕩和縱搖的運動加速度；以及縱搖的重力分量。

4.14.1.3 應建議預測船舶運動引起的加速度的方法並經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可。

4.14.1.4 加速度分量的指導公式見4.28.2。

4.14.1.5 對於限定航區營運的船舶，可給予特別考慮。

4.14.2 **動態相互作用載荷**

應考慮貨物圍護系統和船體結構之間相互作用產生的動載荷分量，包括相關結構和設備產生的載荷。

4.14.3 **晃蕩載荷**

4.14.3.1 貨物圍護系統和內部構件上的晃蕩載荷應基於許用充裝高度進行評估。

4.14.3.2 當預計存在較大的晃蕩引起的載荷時，應要求作專門的試驗和計算，包括預定充裝高度的整個範圍。

4.14.4 **雪和冰載荷**

應考慮雪和結冰（如相關）。

4.14.5 **冰區航行產生的載荷**

對於擬在冰區航行的船舶，應考慮冰區航行產生的載荷。

4.15 **意外載荷**

意外載荷定義為在異常和意外情況下施加在貨物圍護系統及其支持裝置上的載荷。

4.15.1 碰撞載荷

應基於滿載工況下的貨物圍護系統確定碰撞載荷，向前慣性力為0.5g，向後慣性力為0.25g，其中g為重力加速度。

4.15.2 船舶浸水產生的載荷

對於獨立液貨艙，在設計止浮墊塊和支持船體結構時，應考慮浸水至夏季載重吃水的貨艙處所中空艙的浮力產生的載荷。

C部分

結構完整性

4.16 通則

4.16.1 結構設計應確保液貨艙具有足夠的承受所有相關載荷的能力和足夠的安全裕量。應考慮塑性變形、屈曲、疲勞和喪失液密和氣密的可能性。

4.16.2 貨物圍護系統的結構完整性應由符合有關貨物圍護系統類型的4.21至4.26予以證明。

4.16.3 具有新穎設計且與4.21至4.26中所述顯著不同的貨物圍護系統的結構完整性應由符合4.27予以證明以確保保持本章中規定的總體安全等級。

4.17 結構分析

4.17.1 分析

4.17.1.1 設計分析應基於接受的靜力學、動力學和材料強度原則。

4.17.1.2 可使用簡化方法或簡化分析計算載荷影響，只要其是保守的。模型試驗可與理論計算一起使用或代替理論計算。如果理論方法不適當，可要求模型或全尺度試驗。

4.17.1.3 確定對動載荷的響應時，應考慮動力影響（如其可能影響結構完整性）。

4.17.2 載荷情景

4.17.2.1 對於應考慮的貨物圍護系統的每個位置或部分和應分析的每個可能的失效模式，應考慮可能同時作用的所有相關載荷組合。

4.17.2.2 應考慮建造、裝卸、試驗和營運期間所有相關階段最不利的情景和條件。

4.17.3 當分別計算靜應力和動應力時，除有其他計算方法能證明其恰當者外，總應力應按下式計算：

$$\sigma_x = \sigma_{x.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{x.dyn})^2}$$

$$\sigma_y = \sigma_{y.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{y.dyn})^2}$$

$$\sigma_z = \sigma_{z.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{z.dyn})^2}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xy.dyn})^2}$$

$$\tau_{xz} = \tau_{xz.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xz.dyn})^2}$$

$$\tau_{yz} = \tau_{yz.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{yz.dyn})^2}$$

式中：

$\sigma_{x.st}$ 、 $\sigma_{y.st}$ 、 $\sigma_{z.st}$ 、 $\tau_{xy.st}$ 、 $\tau_{xz.st}$ 和 $\tau_{yz.st}$ 為靜應力；和

$\sigma_{x.dyn}$ 、 $\sigma_{y.dyn}$ 、 $\sigma_{z.dyn}$ 、 $\tau_{xy.dyn}$ 、 $\tau_{xz.dyn}$ 和 $\tau_{yz.dyn}$ 為動應力。

上述各值應從加速度分量和因撓曲和扭轉引起的船體應變分量中分別予以確定。

4.18 設計條件

對於所有相關載荷情景和設計條件，設計時應考慮所有相關失效模式。設計條件見本章前面部分，載荷情景見4.17.2。

4.18.1 極限設計條件

考慮到彈性和塑料材料特性，結構能力可通過試驗或分析、簡化線性彈性分析或本規則規定予以確定。

4.18.1.1 應考慮塑性變形和屈曲。

4.18.1.2 分析應基於的特徵載荷值如下：

永久載荷：	預期值
功能載荷：	規定值
環境載荷：	對於波浪載荷：10 ⁸ 波浪遭遇時遇到的最可能最大載荷

4.18.1.3 下列材料參數適用於極限強度評估：

- 1.1 R_e = 標定的室溫下屈服應力下限值（N/mm²）。如在應力—應變曲線上無明顯的屈服應力，則可採用0.2

%條件的驗證應力。

.1.2 R_m = 標定的室溫下抗拉強度下限值 (N/mm^2)。

對鋁合金焊接接頭，如果低匹配焊縫（即焊接金屬的抗拉強度低於母材的抗拉強度）不可避免，應採用熱處理後 Re 或 R_m 的相應值。在這種情況下，橫向焊接抗拉強度應不小於母材的實際屈服強度。如這不能做到，這類材料的焊接結構不應納入貨物圍護系統。

.2 上述性能應與材料標定的機械性能的下限值相一致，包括製造狀態的焊縫金屬。經主管機關或代表主管機關的被認可組織特別考慮後，可考慮提高低溫下的屈服應力和抗拉強度。對於作為材料性能依據的溫度，應在1.4要求的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》內予以註明。

4.18.1.4 相當應力 σ_c (Von Mises, Huber) 應按下式確定：

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_x\sigma_z - \sigma_y\sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$

式中：

σ_x = x方向的總正應力；

σ_y = y方向的總正應力；

σ_z = z方向的總正應力；

τ_{xy} = x-y平面的總剪應力；

τ_{xz} = x-z平面的總剪應力；和

τ_{yz} = y-z平面的總剪應力。

上述值應如4.17.3所述進行計算。

4.18.1.5 除第6章所涉及的材料外，在所有情況下，用於材料的許用應力應得到主管機關或代表主管機關的被認可組織的認可。

4.18.1.6 根據疲勞分析、裂紋擴展分析和屈曲標準，可對應力作進一步的限制。

4.18.2 疲勞設計條件

4.18.2.1 疲勞設計條件是有關累積循環裝載的設計條件。

4.18.2.2 如要求疲勞分析，疲勞載荷的累積效應應符合：

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{n_{Loading}}{N_{Loading}} \leq C_w$$

式中：

n_i = 液貨艙的使用壽命期間每一應力水平的應力循環次數；

N_i = 按照韋勒（S-N）曲線，相應的應力水平在達到斷裂時的循環次數；

$n_{裝載}$ = 液貨艙的使用壽命期間裝卸循環次數，不少於1000。裝卸循環包括完整的壓力和熱循環；

$N_{裝載}$ = 由於裝卸產生的疲勞載荷達到斷裂時的循環次

數；和

C_w = 許用最大累積疲勞破損率。

疲勞破損應基於液貨艙的設計壽命，但不小於 10^8 波浪遭遇。

4.18.2.3 如要求，考慮到貨物圍護系統預期壽命期間所有疲勞載荷及其適當的組合，貨物圍護系統應進行疲勞分析。應考慮到各種充裝工況。

4.18.2.4.1 分析中使用的設計S-N曲線應適用於材料和焊接件、結構細節、製作程序和預期的適用應力狀況。

4.18.2.4.2 S-N曲線應基於對應於至最終失效的相關實驗數據的平均值減去兩倍的標準差曲線的97.6%的殘存概率。使用通過不同方式得到的S-N曲線要求調整4.18.2.7至4.18.2.9中規定的可接受的 C_w 值。

4.18.2.5 分析應基於的特徵載荷值如下：

永久載荷：預期值

功能載荷：規定值或規定的過去值

環境載荷：預期載荷過去值，但不小於 10^8 循環。

如使用簡化動力裝載譜評估疲勞壽命，其應經主管機關或代表主管機關的被認可組織特別考慮。

4.18.2.6.1 如按4.4.3的規定減小次屏壁的尺寸，應進行疲勞裂紋擴大的斷裂力學分析以確定：

.1 結構中的裂紋擴展路徑；

- .2 裂紋擴大速度；
- .3 裂紋擴展導致液貨艙泄漏所要求的時間；
- .4 全厚度裂紋的尺寸和形狀；和
- .5 可探測到的裂紋達到臨界狀態所要求的時間。

斷裂力學通常基於試驗數據的平均值加上兩倍的標準差得到的裂紋擴大數據。

4.18.2.6.2 分析裂紋擴展時，應假定使用的檢查方法不能探測到的最大初始裂紋，並考慮到適用的許用無損探傷和目視檢查衡準。

4.18.2.6.3 在4.18.2.7中規定的條件下進行的裂紋擴展分析：可採用為期15天的簡化載荷分佈和順序。該分佈可由圖4.4所示得到。

4.18.2.8和4.18.2.9中更長時間的載荷分佈和順序應經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可。

4.18.2.6.4 佈置應符合4.18.2.7至4.18.2.9，如適用。

4.18.2.7 能通過泄漏探測可靠探測到的失效：

C_w 應小於或等於0.5。

從泄漏探測點至達到臨界狀態，預計剩餘失效發展時間應不少於15天，但對航行於特殊航線的船舶可實施不同的要求。

4.18.2.8 不能通過泄漏探測到但能在營運檢查時可靠探測到的失效：

C_w 應小於或等於0.5。

從營運檢查方法不能探測到的最大裂紋至達到臨界狀態，預計剩餘失效發展時間應不少於檢查間隔的3倍。

4.18.2.9 在液貨艙的特定位置，如不能確保有效的缺陷或裂紋擴大探測，應至少使用下列更嚴格的疲勞驗收衡準：

C_w 應小於或等於0.1。

從假定的初始缺陷至達到臨界狀態，預計失效發展時間應不少於液貨艙使用壽命的3倍。

4.18.3 意外設計條件

4.18.3.1 意外設計條件是針對發生概率極低的意外載荷的設計條件。

4.18.3.2 分析應基於的特徵值如下：

永久載荷：預期值

功能載荷：規定值

環境載荷：規定值

意外載荷：規定值或預期值

4.18.3.3 不需要將在4.13.9和4.15中所述的載荷進行相互間的合成，也不必將這些載荷與波浪引起的載荷進行合成。

D部分

材料和構造

4.19 材料

目的

確保貨物圍護系統、主屏壁和次屏壁、絕熱層、相鄰船舶結構和貨物圍護系統中的其他材料使用在正常作業和主屏壁失效時(如適用)適於其經受條件的具有適當特性的材料製成。

4.19.1 構成船舶結構的材料

4.19.1.1 為確定船體結構中使用的板和型材的等級，當貨物溫度低於-10℃時，所有液貨艙應進行溫度計算。計算時應進行下列假定：

- .1 應假定所有液貨艙的主屏壁處於貨物溫度；
- .2 除.1外，如要求設置完整的或部分的次屏壁，僅對任一液貨艙假定其處於大氣壓力下的貨物溫度；
- .3 對於環球航行，環境溫度應取空氣為5℃和海水為0℃。對於在限制航區營運的船舶，可允許採用較高的環境溫度。反之，對於在冬季月份預期會有較低溫度的區域航行的船舶，主管機關可規定較低的環境溫度；
- .4 應假定空氣和海水為靜止狀態，即無強制對流調節；
- .5 應假定船舶整個壽命期間由於諸如4.19.3.6和4.19.3.7中規定的熱和機械老化、壓縮、船舶運動和液貨艙振動等因素而使絕熱性能降低；
- .6 應考慮泄漏貨物蒸發所產生的冷卻效應，如適用；
- .7 可按照4.19.1.5進行船體加熱，只要加熱裝置符合4.19.1.6；

.8 除4.19.1.5所述外，對於任何加熱方式，均不予認定；
和

.9 對於連接內外層殼體的構件，在確定其鋼材級別時可
取平均溫度。

本段所述的設計中所選用的環境溫度，應在1.4.4要求的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》內予以註明。

4.19.1.2 船體的外板和甲板以及所有相連的扶強材均應符合公認標準的要求。如果由於貨物溫度的影響使設計條件下的材料計算溫度是在-5℃以下，此時的材料應符合表6.5的規定。

4.19.1.3 由於貨物溫度的影響使設計條件下的計算溫度在0℃以下且未構成次屏壁的所有其他船體結構的材料也應符合表6.5的規定。這包括支持液貨艙的船體結構、內底板、縱艙壁板、橫艙壁板、肋板、強肋骨、桁材以及所有相連的扶強構件。

4.19.1.4 構成次屏壁的船體材料應符合表6.2的要求。如次屏壁是由甲板或舷側外板構成，則表6.2所要求的材料級別應被延伸到鄰接的甲板或舷側外板的適當範圍（如適用時）。

4.19.1.5 可採用對船體結構材料進行加熱的方法，以確保這些材料的溫度不會降到低於表6.5規定的材料等級的最低允許值。在進行4.19.1.1要求的計算時，可按照下列進行加熱：

.1 對於任何橫向船體結構；

.2 如果已規定較低的環境溫度，對於4.19.1.2和4.19.1.3

中所述的縱向船體結構，但要求這些材料在不進行加熱計算時也能適應於空氣為5℃和海水為0℃的溫度條件；和

- .3 作為.2的替代，對於液貨艙之間的縱向艙壁，可進行加熱，只要這些材料適應於最低設計溫度-30℃，或比4.19.1.1中確定的溫度低30℃，取小者。在這種情況下，無論這些艙壁是否視作有效，船舶總縱強度應符合SOLAS公約第II-1/3-1條的要求。

4.19.1.6 4.19.1.5中所述的加熱措施應符合下列要求：

- .1 應將加熱系統佈置成當該系統的任一部分失效時，備用加熱設備仍能保持不低於100%的理論熱載荷；
- .2 應考慮加熱系統是一個必需的輔助設備。至少一個按照4.19.1.5.1設置的系統的所有電氣部件應由應急電源供電；和
- .3 主管機關或代表主管機關的被認可組織進行圍護系統認可時應納入加熱系統的設計和構造。

4.19.2 *主屏壁和次屏壁的材料*

4.19.2.1 用於建造不構成船體的主屏壁和次屏壁的金屬材料應適於其可能經受的設計載荷並按照表6.1、6.2或6.3的規定。

4.19.2.2 主屏壁和次屏壁中使用的、但表6.1、6.2或6.3未涉及的非金屬或金屬材料可經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可，並

考慮到其可能經受的設計載荷、性能和預定的用途。

4.19.2.3 如果非金屬材料（包括複合材料）用於或納入主屏壁或次屏壁，其應進行下列性能試驗（如適用時），以確保其適合於預定的用途：

- .1 與貨物的相容性；
- .2 時效；
- .3 力學性能；
- .4 熱膨脹和收縮；
- .5 耐磨性；
- .6 凝聚性；
- .7 抗振性能；
- .8 防火和阻止火焰傳播；和
- .9 耐疲勞破壞和裂紋擴展。

4.19.2.4 如適用時，應在營運中預計出現的最高溫度和低於最低設計溫度5℃之間的範圍內對上述性能進行試驗，但不必低於-196℃。

4.19.2.5.1 如果非金屬材料（包括複合材料）用於主屏壁和次屏壁，連接過程也應如上述進行試驗。

4.19.2.5.2 使用非金屬材料建造主屏壁和次屏壁的指導見附錄4。

4.19.2.6 可考慮在主屏壁和次屏壁中使用非防火和阻止火焰傳播

的材料，只要其受適當的系統（例如永久惰性氣體環境）保護或設有耐火屏壁。

4.19.3 *貨物圍護系統中使用的絕熱和其他材料*

4.19.3.1 貨物圍護系統中使用的承載絕熱和其他材料應適於設計載荷。

4.19.3.2 貨物圍護系統中使用的絕熱和其他材料應具有下列性能（如適用），以確保其適合於預定的用途：

- .1 與貨物的相容性；
- .2 在貨物中的可溶性；
- .3 貨物的吸收作用；
- .4 收縮量；
- .5 時效；
- .6 封閉氣泡含量；
- .7 密度；
- .8 機械性能，能經受貨物和其他載荷影響，熱膨脹和收縮；
- .9 耐磨性；
- .10 凝聚性；
- .11 熱傳導性；

.12 抗振性能；

.13 防火和阻止火焰傳播；和

.14 耐疲勞破壞和裂紋擴展的性能。

4.19.3.3 如適用時，應在營運中預計出現的最高溫度和低於最低設計溫度5°C之間的範圍內對上述性能進行試驗，但不必低於-196°C。

4.19.3.4 由於所處位置或環境條件的不同，如適用時，絕熱材料應具有適當的防火和阻止火焰傳播的性能，並應受到足夠的保護，以防止水蒸汽的滲透和機械損傷。如果絕熱層位於露天甲板或以上並在液貨艙罩貫穿處，其應有符合公認標準的適當的耐火性能或覆蓋具有低播焰性並形成有效認可蒸氣密封的材料。

4.19.3.5 未永久惰化的貨艙處所可使用不滿足公認的耐火標準的絕熱層，只要其表面覆蓋具有低播焰性並形成有效認可蒸氣密封的材料。

4.19.3.6 應在適當老化的樣品上進行絕熱層的熱傳導性試驗。

4.19.3.7 當採用粉末或顆粒狀絕熱層時，應採取措施減少營運中的材料壓實，保持要求的熱傳導性，同時防止對貨物圍護系統增加任何不適當的壓力。

4.20 建造過程

目的

規定適當的建造過程和試驗程序以儘實際可能確保貨物圍護系統按照設計階段的假定在營運中具有令人滿意的性能。

4.20.1 焊縫設計

4.20.1.1 對獨立液貨艙殼體的所有焊接接頭，均應採用全焊透型的平面內對接焊。僅對於氣室和殼體的連接，可根據焊接工藝認可試驗的結果採用全焊透型T型焊接。除氣室上的小型貫穿件外，一般也應將噴管焊縫設計成全焊透型。

4.20.1.2 C型獨立液貨艙和主要以曲面構成的B型獨立液貨艙液密主屏壁的焊接接頭的細節應滿足以下要求：

- .1 所有縱向和環形接頭均應為對接、全焊透、雙面V型坡口或單面V型坡口形式，對於全焊透的對接焊縫，應採用雙面焊或使用襯墊環。如使用襯墊環，則焊後應除去襯墊環，很小的處理用壓力容器除外。根據對焊接工藝認可試驗的結果，亦可採用其他的坡口形式；和
- .2 對於液貨艙本體和氣室之間以及氣室和有關的附件之間的連接接頭的斜坡口，應按主管機關或代表主管機關的被認可組織可接受的標準進行設計。容器上連接噴管、氣室或其他貫通件的焊縫以及法蘭與容器或噴管連接的所有焊縫均應為全焊透型焊縫。

4.20.1.3 如適用，所有建造過程和試驗（4.20.3中規定的除外）應按照第6章的適用規定進行。

4.20.2 黏合和其他連接過程的設計

黏合（或用除焊接外的一些其他過程連接）接頭的設計應考慮連

接過程的強度特徵。

4.20.3 試驗

4.20.3.1 所有液貨艙和處理用壓力容器應按照適用於液貨艙類型的4.21至4.26進行水壓或水壓-氣動壓力試驗。

4.20.3.2 所有液貨艙應進行密性試驗，該密性試驗可與4.20.3.1中所述的壓力試驗一起進行。

4.20.3.3 關於對次屏壁的檢查要求，在所有情況下，均由主管機關或代表主管機關的被認可組織確定，並考慮到屏壁的可達性（見4.6.2）。

4.20.3.4 對於設有新穎B型獨立液貨艙或按照4.27設計的液貨艙的船舶，主管機關可要求至少應在一個原型液貨艙及其支持結構上使用應變儀或其他適當的設備進行測量，以確認其應力水平。對於C型獨立液貨艙，根據其形狀及其支持構件和附件的佈置，也可要求作類似的測量。

4.20.3.5 應按照檢驗程序和1.4的要求以及主管機關或代表主管機關的被認可組織的要求，在首次滿載及卸貨期間驗證貨物圍護系統的整體性能符合設計參數。對於驗證設計參數所必要的部件和設備性能的記錄，應予以保存，並可供主管機關使用。

4.20.3.6 如果按4.19.1.5和4.19.1.6的規定設有加熱裝置，則應對所要求的熱量輸出和熱量分佈進行試驗。

4.20.3.7 在第1次載貨航行時或之後，應對貨物圍護系統冷點進行

檢查。不能進行目視檢查的絕熱表面的完整性檢查應按照公認標準進行。

E部分

液貨艙類型

4.21 A型獨立液貨艙

4.21.1 設計依據

4.21.1.1 A型獨立液貨艙係指按照公認標準，應用傳統的船舶結構分析程序進行設計的液貨艙。如果這種液貨艙主要是由平面構成，則其設計蒸氣壓力 P_0 應小於0.07MPa。

4.21.1.2 如在大氣壓力下貨物溫度低於-10℃，則應按4.5要求設置完整的次屏壁。次屏壁應按照4.6設計。

4.21.2 結構分析

4.21.2.1 考慮到4.13.2中所述的內部壓力和與支持和鍵固系統以及船體的適當部分相互作用的載荷，應進行結構分析。

4.21.2.2 對於在本規則要求中沒有包括的某些部件，如支持結構，在儘可能計及4.12至4.15所述的載荷和支持結構處的船舶變形後，應採用直接計算法確定其應力。

4.21.2.3 應將具有支持構件的液貨艙設計成能承受4.15中規定的意外載荷。無需將這些載荷進行相互間的合成，也不必將這些載荷與環境載荷進行合成。

4.21.3 極限設計條件

4.21.3.1 對於由平面構成主要結構的液貨艙，主要構件和次要構件（扶強材、強肋骨、縱桁、桁材）的公稱薄膜應力，如按經典的分析方法進行計算，採用鎳鋼、碳錳鋼、奧氏體鋼和鋁合金時，應不超過 $R_m/2.66$ 或 $R_e/1.33$ 的較小值，其中，對於 R_m 和 R_e ，見 4.18.1.3 的定義。然而，如對主要構件進行了詳細計算，4.18.1.4 的等效應力 σ_e 可超過上述數值，增加到主管機關或代表主管機關的被認可組織可接受的應力值；計算時應考慮到彎曲、剪切、軸向和扭轉變形，以及由於雙層底和液貨艙底的變形而引起的船體和液貨艙的相互作用力的影響。

4.21.3.2 液貨艙界限的結構尺寸至少應滿足主管機關或代表主管機關的被認可組織對深艙的要求，並考慮到 4.13.2 規定的內部壓力和 4.3.5 要求的任何腐蝕裕量。

4.21.3.3 液貨艙結構應檢查是否有潛在的屈曲。

4.21.4 意外設計條件

4.21.4.1 液貨艙和液貨艙支持構件應設計成能承受 4.3.4.3 和 4.15 中規定的相關意外載荷和設計條件。

4.21.4.2 經受 4.15 中規定的意外載荷時，在計及其較低的發生概率的同時，應力應符合經修訂的 4.21.3 中規定的驗收衡準。

4.21.5 試驗

應對所有 A 型獨立液貨艙應進行水壓或水壓-氣動試驗。進行這種試驗時，應使其應力儘可能接近設計應力，並使液貨艙頂的壓力至少相當於釋放閥的最大調定值。當進行水壓-氣動試驗時，其試驗條件應儘可能模擬液貨艙及其支持結構的設計載荷情況，包括動態分量，

同時避免應力水平引起永久變形。

4.22 B型獨立液貨艙

4.22.1 設計依據

4.22.1.1 B型獨立液貨艙係指採用模型試驗、精確分析手段和分析方法確定應力水平、疲勞壽命和裂紋擴展特性進行設計的液貨艙。如果這類液貨艙主要由平面構成（棱鏡液貨艙），則其設計蒸氣壓力 P_0 應小於0.07MPa。

4.22.1.2 如在大氣壓力下貨物溫度低於-10℃，則應按4.5要求設置具有小泄漏保護系統的部分次屏壁。小泄漏保護系統應按照4.7設計。

4.22.2 結構分析

4.22.2.1 在確定結構對下列情況的適應性時，應考慮所有動、靜載荷的影響：

- .1 塑性變形；
- .2 屈曲；
- .3 疲勞破壞；和
- .4 裂紋擴展。

應進行有限元分析或類似方法的分析和斷裂力學分析或其他等效的分析。

4.22.2.2 應採用三維分析法評估應力水平，包括與船體的相互作用。

該分析模型應包括液貨艙及其支持和鍵固系統以及船體的適當部分。

4.22.2.3 對在不規則波浪中特定的船舶加速度和運動以及船舶及其液貨艙對這些力和運動的響應均應進行完整的分析，除非這些數據可從類似的船舶中獲得。

4.22.3 極限設計條件

4.22.3.1 塑性變形

4.22.3.1.1 對於由回轉體構成主要結構的B型獨立液貨艙，其許用應力應滿足：

σ_m	$\leq f$
σ_L	$\leq 1.5f$
σ_b	$\leq 1.5F$
$\sigma_L + \sigma_b$	$\leq 1.5F$
$\sigma_m + \sigma_b$	$\leq 1.5F$
$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g$	$\leq 3.0F$
$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g$	$\leq 3.0F$

式中： σ_m = 等效總體主膜應力；
 σ_L = 等效局部主膜應力；
 σ_b = 等效主彎曲應力；

σ_g = 等效二階應力；

f = R_m/A 或 R_e/B ，取其小者；和

F = R_m/C 和 R_e/D ，取其小者。

R_m 和 R_e 見4.18.1.3中的定義。 σ_m 、 σ_L 、 σ_b 和 σ_g 參見4.28.3中應力分類的定義。對於A和B值，應在《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》內予以註明，且至少應為下表中所列的最小值：

	鎳鋼和碳錳鋼	奧氏體鋼	鋁合金
A	3	3.5	4
B	2	1.6	1.5
C	3	3	3
D	1.5	1.5	1.5

上述數字可經修改，並考慮到主管機關接受的設計條件。

4.22.3.1.2 對於由平面構成主要結構的B型獨立液貨艙，用於有限元分析的許用膜等效應力應不超過：

- .1 對於鎳鋼和碳錳鋼， $R_m/2$ 或 $R_e/1.2$ ，取其小者；
- .2 對於奧氏體鋼， $R_m/2.5$ 或 $R_e/1.2$ ，取其小者；和
- .3 對於鋁合金， $R_m/2.5$ 或 $R_e/1.2$ ，取其小者。

上述數字可經修正，並考慮到應力的位置、應力分析方法和主管機關接受的設計條件。

4.22.3.1.3 殼板的厚度和扶強材的尺寸應不小於對A型獨立液貨艙

的要求。

4.22.3.2 屈曲

承受外部壓力和引起壓縮應力的其他載荷的液貨艙應按照公認標準進行屈曲強度分析。方法應充分考慮到理論和實際屈曲應力值之間的差別；此差別是由於板邊對中失誤、缺乏平直、橢圓度以及在規定弧長或弦長範圍內存在的失圓度而引起的。

4.22.4 疲勞設計條件

4.22.4.1 應按照4.18.2進行疲勞和裂紋擴展評估。根據缺陷的可探測性，驗收衡準應符合4.18.2.7、4.18.2.8或4.18.2.9。

4.22.4.2 疲勞分析應考慮建造公差。

4.22.4.3 如主管機關認為有必要，可要求做模型試驗，以確定應力集中係數和結構單元的疲勞壽命。

4.22.5 意外設計條件

4.22.5.1 液貨艙和液貨艙支持構件應設計成能承受4.3.4.3和4.15中規定的適用意外載荷和設計條件。

4.22.5.2 經受4.15中規定的意外載荷時，在計及其較低的發生概率的同時，應力應符合經修訂的4.22.3中規定的驗收衡準。

4.22.6 試驗

B型獨立液貨艙應按下列要求進行水壓或水壓－氣動試驗：

- .1 應按4.21.5中對A型獨立液貨艙的要求進行試驗；和

- .2 此外，在試驗條件下，主要構件中的最大主膜應力或最大彎曲應力應不超過材料（製造狀態）在試驗溫度下的屈服強度的90%。為確保滿足上述條件、當計算表明此應力超過材料屈服強度的75%時，應採用應變儀或其他合適的設備對原型試驗加以監測。

4.22.7 標記

壓力容器作任何標記時，所用的方法應不致於使其產生不能接受的局部應力的升高。

4.23 C型獨立液貨艙

4.23.1 設計依據

4.23.1.1 C型獨立液貨艙的設計依據為經修訂納入斷裂力學和裂紋擴展衡準的壓力容器衡準。4.23.1.2中規定的最小設計壓力旨在確保動應力足夠低，從而在液貨艙使用壽命期間，初始表面裂紋不會擴展超過外殼厚度的一半。

4.23.1.2 設計蒸氣壓力應不小於：

$$P_o = 0.2 + AC (\rho_r)^{1.5} \quad (\text{MPa})$$

式中：

$$A = 0.00185 \left(\frac{\sigma_m}{\Delta\sigma_A} \right)^2$$

其中：

σ_m = 設計主膜應力；

$\Delta\sigma_A$ = 許用動態膜應力（雙振幅，當概率水平為 $Q = 10^{-8}$ ），

— 55N/mm^2 ，對鐵素體（珠光體）/馬氏體和奧氏體鋼。

— 25N/mm^2 ，對鋁合金（5083-0）；

C = 液貨艙的特性尺度，取下列各值中的最大者：

h ， $0.75b$ 或 $0.45I$

其中：

h = 液貨艙高度（沿船舶的垂向量取），m；

b = 液貨艙寬度（沿船舶的橫向量取），m；

I = 液貨艙長度（沿船舶的縱向量取），m；

ρ_r = 設計溫度下貨物的相對密度（淡水： $\rho_r = 1$ ）。

當液貨艙的規定設計壽命長於 10^8 波浪遭遇， $\Delta\sigma_A$ 應予以修改以得出對應於設計壽命的等效裂紋擴展。

4.23.1.3 根據液貨艙的形狀及其支承裝置和附件的佈置，主管機關可將符合4.23.1.2中C型液貨艙最小設計壓力標準的液貨艙歸屬為A型或B型。

4.23.2 殼體厚度

4.23.2.1 殼體厚度應如下：

.1 按4.23.2.4規定計算得到的壓力容器的殼體厚度應視為沒有任何負公差的加工成形後的最小厚度。

.2 加工成形後的壓力容器的殼體和封頭的最小厚度（包括腐蝕裕量）應為：

對於碳錳鋼和鎳鋼，應不小於5mm；對於奧氏體鋼應不小於3mm；對於鋁合金，應不小於7mm。

.3 當進行6.5.6.5所述的檢驗和無損探傷時，按4.23.2.4的規定進行的計算中所用的焊接有效係數應為0.95。如考慮了其他因素，諸如所使用的材料、接頭型式、焊接方法以及載荷類型等，則焊接有效係數可以增大到1。對於處理用壓力容器，主管機關或代表主管機關的被認可組織在考慮了諸如所使用的材料、設計溫度、材料製造時的零韌性轉變溫度，接頭型式和焊接方法等因素，可以接受不小於6.5.6.5規定的局部無損探傷，但在這種情況下，所採用的焊接有效係數應不大於0.85。對於特殊材料，根據焊接接頭的標定機械性能，上述係數應減小。

4.23.2.2 在內部壓力計算中應考慮4.13.2所定義的設計液體壓力。

4.23.2.3 用於驗證壓力容器屈曲的設計外部壓力 P_e 應不小於按下式計算所得值：

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \text{ (MPa) ,}$$

式中：

$P_1 =$ 真空釋放閥的調定壓力，對未配備真空釋放閥的容器，應作特別考慮，但一般應取不小於0.025MPa；

$P_2 =$ 安放壓力容器或壓力容器部件的全封閉處所的壓力釋放閥（PRV）的調定壓力；對其他處所， $P_2 = 0$ ；

$P_3 =$ 由於絕熱層的重量和收縮、殼體重量（包括腐蝕裕量）以及壓力容器可能承受的其他外部載荷所引起的作用在殼體中或殼體上的壓力。這些壓力還包括（但不限於）氣室、塔架和管路的重量、部分充裝工況下的貨品的作用、加速度和船體變形所引起的壓力。此外，還應考慮外部壓力或內部壓力或兩者的局部作用；和

$P_4 =$ 由水壓頭引起的作用於露天甲板上的壓力容器或壓力容器部件的外部壓力；對其他住所， $P_4 = 0$ 。

4.23.2.4 對於液貨艙的結構尺寸，應根據液貨艙的內部壓力按下述規定進行計算：應確定承受4.13.2中定義的內部壓力的壓力容器的受壓部件的厚度和形狀，包括法蘭在內。在所有情況下，應根據公認的壓力容器的設計原理進行這些計算。對於壓力容器中的受壓部件的開口，應按公認標準予以加強。

4.23.2.5 對於靜、動載荷的應力分析，應按下述規定進行：

- .1 對於壓力容器的結構尺寸，應按4.23.2.1至4.23.2.4和4.23.3的規定予以確定。
- .2 應對支持構件及其殼體連接件處的載荷和應力進行計算。如適用時，應採用4.12至4.15所述的載荷，支持結構處的應力應符合主管機關或代表主管機關的被認可組織所接受的公認標準。在特殊情況下，主管機關或代表主管機關的被認可組織可要求作疲勞分析。
- .3 如主管機關或代表主管機關的被認可組織要求，應特別考慮二階應力和熱應力。

4.23.3 極限設計條件

4.23.3.1 塑性變形

對於C型獨立液貨艙，其許用應力應滿足：

$$\sigma_m \leq f$$

$$\sigma_L \leq 1.5f$$

$$\sigma_b \leq 1.5f$$

$$\sigma_L + \sigma_b \leq 1.5f$$

$$\sigma_m + \sigma_b \leq 1.5f$$

$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0f$$

$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0f$$

式中：

σ_m = 等效總體主膜應力；

σ_L = 等效局部主膜應力；

σ_b = 等效主彎曲應力；

σ_g = 等效二階應力；

$f = R_m/A$ 或 R_e/B ，取其小者；

R_m 和 R_e 見 4.18.1.3 中的定義。 σ_m 、 σ_L 、 σ_b 和 σ_g 參見 4.28.3 中應力分類的定義。A 和 B 值應在《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》內予以註明，且至少應為下表中所列的最小值：

	鎳鋼和碳錳鋼	奧氏體鋼	鋁合金
A	3	3.5	4
B	1.5	1.5	1.5

4.23.3.2 屈曲衡準應為如下：對於承受外部壓力和引起壓縮應力的其他載荷的壓力容器，其厚度和形狀應基於使用公認的的壓力容器屈曲理論進行的計算，並應充分考慮到理論和實際屈曲應力值之間的差別；此差別是由於板邊對中失誤、橢圓度以及在規定弧長（或弦長）範圍內存在的失圓度而引起的。

4.23.4 疲勞設計條件

對於大型 C 型獨立液貨艙，如在大氣壓力下貨物溫度低於 -55℃，

主管機關或代表主管機關的被認可組織可要求附加驗證以核查其是否符合4.23.1.1關於靜應力和動應力的要求。

4.23.5 意外設計條件

4.23.5.1 液貨艙和液貨艙支持構件應設計成能承受4.3.4.3和4.15中規定的適用意外載荷和設計條件。

4.23.5.2 經受4.15中規定的意外載荷時，在計及其較低的發生概率的同時，應力應符合經修訂的4.23.3.1中規定的驗收衡準。

4.23.6 試驗

4.23.6.1 每一壓力容器應進行水壓試驗，試驗時在液貨艙頂測得的壓力應不小於 $1.5P_0$ 。在壓力試驗期間的任何情況下，對任意艙計算所得的主膜應力應不超過材料屈服應力的90%。為了確保滿足上述條件，如計算表明主膜應力超過屈服強度的75%，則在原型試驗時，應採用應變儀或其他合適的設備加以監測，但對於簡單的圓柱型或球型的壓力容器，可予以除外。

4.23.6.2 試驗時所採用的水溫至少應比製成的材料的零韌性轉變溫度高出30℃。

4.23.6.3 每25mm厚度，壓力應保持為2小時，但在任何情況下不得少於2小時。

4.23.6.4 如為貨物壓力容器所需要，可在4.23.6.1和4.23.6.3所述的條件下進行水壓氣動試驗。

4.23.6.5 採用較高許用應力液貨艙的試驗，將根據其工作溫度可予

以特別考慮。但4.23.6.1的要求應完全滿足。

4.23.6.6 在裝配和完工後，應對每一壓力容器及其有關的附件進行適當的密性試驗，該試驗可與4.23.6.1中所述的壓力試驗一起進行。

4.23.6.7 對於除液貨艙以外的壓力容器的氣壓試驗，只能根據各種情況分別予以考慮。僅在下述情況時，才允許對那些容器進行氣壓試驗：容器的設計或其支持結構不能使容器被安全地注滿水，或不能對容器進行乾燥，以及在使用容器時不允許在容器內留有試驗介質的痕跡。

4.23.7 標記

壓力容器作標記時，所用的方法應不致於使其產生不能接受的局部應力的升高。

4.24 薄膜液貨艙

4.24.1 設計依據

4.24.1.1 薄膜圍護系統的設計依據為使熱膨脹和其他膨脹或收縮得到補償，以免出現喪失薄膜密性的不當風險。

4.24.1.2 基於分析和試驗的系統方法應用於證明考慮到4.24.2.1中規定的營運中發生的事件，系統會提供預期功能。

4.24.1.3 如在大氣壓力下貨物溫度低於-10℃，應按4.5的要求設置完整的次屏壁。次屏壁應按照4.6進行設計。

4.24.1.4 設計蒸氣壓力 P_o 通常應不超過0.025MPa。如果船體構件尺寸相應加大並適當考慮支持絕熱層的強度， P_o 亦可相應增加到一較高

值，但應小於0.07MPa。

4.24.1.5 薄膜液貨艙的定義並不排除設計非金屬薄膜或其薄膜被包括或被合併在絕熱層中的液貨艙。

4.24.1.6 薄膜厚度一般應不超過10mm。

4.24.1.7 按照9.2.1，惰性氣體在主要絕熱處所和次要絕熱處所中的循環應足以允許有效的氣體探測。

4.24.2 設計考慮

4.24.2.1 應評估能在薄膜的壽命期間導致喪失液密的潛在事件。這包括但不限於：

.1 極限設計事件：

- .1 薄膜的拉力失效；
- .2 絕熱層的壓縮破壞；
- .3 熱時效；
- .4 絕熱層和船體結構之間喪失連接；
- .5 薄膜與絕熱系統喪失連接；
- .6 內部結構及其支持結構的結構完整性；和
- .7 支持船體結構的破損。

.2 疲勞設計事件：

- .1 薄膜疲勞，包括船體結構的接頭和附件；

- .2 絕熱層的疲勞裂紋；
 - .3 內部結構及其支持結構的疲勞；和
 - .4 導致壓載水進入的內殼的疲勞裂紋。
- .3 意外設計事件：
- .1 意外機械破損（例如營運時液貨艙內掉落的物體）；
 - .2 絕熱處所的意外過壓；
 - .3 液貨艙的意外真空；和
 - .4 內殼結構進水。

不接受會導致2個薄膜同時或級聯失效的單個內部事件的設計。

4.24.2.2 按照4.24.1.2進行設計時，應確定建造貨物圍護系統時使用的材料的物理性能（機械的、熱的、化學的等）。

4.24.2.3 **載荷和載荷組合**

對於因屏壁間處所的超壓、液貨艙可能出現真空、液體晃蕩的影響、船體振動的影響或這些事件的組合而可能造成液貨艙完整性的喪失，應給予特別注意。

4.24.4 **結構分析**

4.24.4.1 應進行為確定極限強度而進行的貨物圍護和相關結構（例如4.9中定義的結構）的結構分析和/或試驗以及疲勞評估。結構分析應提供評估已確定對貨物圍護系統而言關鍵的每個失效模式所要求

的數據。

4.24.4.2 船體結構分析應計及4.13.2中所述的內部壓力。應特別注意船體的變形以及船體與薄膜和船體與其相關的絕熱層的相容性。

4.24.4.3 4.24.4.1和4.24.4.2中所述的分析應基於船舶和貨物圍護系統特有的運動、加速度和響應。

4.24.5 極限設計條件

4.24.5.1 應按照4.24.1.2確定在營運條件下各關鍵部件、子系統或組件的結構阻力。

4.24.5.2 貨物圍護系統、船體結構附件和內部液貨艙結構的失效模式的強度驗收衡準的選擇應反映與所考慮的失效模式相關的結果。

4.24.5.3 內殼尺寸應滿足深艙的要求，並考慮到4.13.2中所述的內部壓力和4.14.3中規定的晃蕩載荷的適當要求。

4.24.6 疲勞設計條件

4.24.6.1 如果連續監測不能探測到失效發展，液貨艙內的結構（即泵塔）以及部分薄膜和泵塔附件應進行疲勞分析。

4.24.6.2 應按照4.18.2進行疲勞計算，並根據下列相關要求：

- .1 結構部件關於結構完整性的重要性；和
- .2 檢查的有效性。

4.24.6.3 對於可經試驗和/或分析證明裂紋不會導致2個薄膜同時或級聯失效的結構單元， C_w 應小於或等於0.5。

4.24.6.4 如果無人照看的疲勞裂紋會造成2個薄膜同時或級聯失效，經定期檢查的結構單元應滿足4.18.2.8中所述的疲勞和斷裂力學要求。

4.24.6.5 如果疲勞裂紋會在無預兆的情況下造成2個薄膜同時或級聯失效，不能進行營運檢查的結構單元應滿足4.18.2.9中所述的疲勞和斷裂力學要求。

4.24.7 意外設計條件

4.24.7.1 圍護系統和支持船體結構應設計成能承受4.15中規定的意外載荷。無需將這些載荷進行相互間的合成，也不必將這些載荷與環境載荷進行合成。

4.24.7.2 應基於風險評估確定附加相關意外情景。應特別考慮液貨艙內的繫固設備。

4.24.8 設計開發試驗

4.24.8.1 4.24.1.2中要求的設計開發試驗應包括既有主屏壁又有次屏壁的一系列分析和物理模型（包括角和接頭），經試驗以驗證其能承受由靜、動和熱載荷引起的預期的組合應變。這用於建造完整的貨物圍護系統的原型模型。分析和物理模型中考慮的試驗條件應代表貨物圍護系統在其使用壽命中最可能遇到的最極端的營運狀態。4.6.2中要求的次屏壁的定期試驗的建議驗收衡準可基於原型模型的試驗結果。

4.24.8.2 薄膜材料和薄膜中有代表性的焊接或連接接頭的疲勞性能應通過試驗確定。將絕熱系統繫固至船體結構的裝置的極限強度和

疲勞性能應通過分析或試驗確定。

4.24.9 試驗

4.24.9.1 當船上設有薄膜貨物圍護系統時，所有液貨艙和在正常情況下可能裝有液體並鄰接於支持薄膜的船體結構的其他處所，均應進行水壓試驗。

4.24.9.2 安裝貨物圍護系統前，支持薄膜的所有貨艙結構應進行密性試驗。

4.24.9.3 不必對管隧和在通常情況下不裝液體的其他艙室進行水壓試驗。

4.25 整體液貨艙

4.25.1 設計依據

構成船體結構的一部分並與相鄰船體結構一起受到載荷影響的的整體液貨艙應符合下列要求：

- .1 按 4.1.2 所確定的設計蒸氣壓力 P_0 。通常應不超過 0.025MPa。如果船體構件尺寸相應加大， P_0 亦可相應增加到一較高值，但應小於 0.07MPa；
- .2 整體液貨艙可用於載運沸點不低於 -10℃ 的貨品。經主管機關或代表主管機關的被認可組織特別考慮，也可同意更低的溫度，但在這種情況下，應設有完整的次屏壁；和
- .3 第 19 章要求的 1G 型船舶載運的貨品不應載於整體液

貨艙。

4.25.2 結構分析

整體液貨艙的結構分析應按照公認標準。

4.25.3 極限設計條件

4.25.3.1 液貨艙界限的結構尺寸應滿足對深艙的要求，並考慮到4.13.2規定的內部壓力。

4.25.3.2 對於整體液貨艙，其許用應力通常應為按照主管機關或代表主管機關的被認可組織對船體結構的要求。

4.25.4 意外設計條件

4.25.4.1 液貨艙和液貨艙支持構件應設計成能承受4.3.4.3和4.15中規定的相關意外載荷。

4.25.4.2 經受4.15中規定的意外載荷時，在計及其較低的發生概率的同時，應力應符合經修訂的4.25.3中規定的驗收衡準。

4.25.5 試驗

應對整體液貨艙進行水壓或水壓氣動試驗。對這種試驗，應儘可能使其應力接近設計應力，並使液貨艙頂的壓力至少相當於釋放閥的最大調定值（MARVS）。

4.26 半薄膜液貨艙

4.26.1 設計依據

4.26.1.1 半薄膜液貨艙係指裝載工況下非自身支持的液貨艙，由一

層薄膜組成，該薄膜的大部分是由相鄰船體結構通過絕熱層所支持，但對與上述受支持部分相連接的薄膜層圓形部分應設計成能承受熱膨脹和其他膨脹或收縮。

4.26.1.2 設計蒸氣壓力 P_o 通常應不超過0.025MPa。如船體構件尺寸相應加大，並且對支持絕熱層的強度作了適當考慮，則 P_o 可相應增加到一較高值，但應小於0.07MPa。

4.26.1.3 用於獨立液貨艙或薄膜液貨艙的有關要求，如合適時，亦適用於半薄膜液貨艙。

4.26.1.4 如半薄膜液貨艙在各方面均能符合適用於B型獨立液貨艙的要求（支持方式除外），經主管機關特別考慮，可同意設置部分的次屏壁。

F部分

新穎形狀的貨物圍護系統

4.27 新穎概念的極限狀態設計

4.27.1 不能使用4.21至4.26節進行設計的新穎形狀的貨物圍護系統應使用本節以及本章的A部分和B部分以及適用的C部分和D部分進行設計。按照本節進行的貨物圍護系統的設計應基於極限狀態設計的原則，該結構設計方法可用於確定設計解決方案和新穎設計。該更通用的方法保持的安全等級與使用4.21至4.26進行設計的已知圍護系統達到的安全等級類似。

4.27.2.1 極限狀態設計是系統方法，對每個結構單元進行與4.3.4中確定的設計條件相關的可能的失效模式評估。極限狀態可定義為超

出後結構或部分結構不再滿足要求的狀態。

4.27.2.2 對於每個失效模式，一個或多個極限狀態可能相關。考慮到所有相關極限狀態，結構單元的極限載荷為所有相關極限狀態產生的最小極限載荷。極限狀態分為以下3類：

- .1 最終極限狀態（ULS），在完整（無破損）條件下，對應於最大承載能力或在某些情況下，對應於最大適用應變或變形；
- .2 疲勞極限狀態（FLS），對應於由於隨時間變化（循環）裝載的影響造成的降級；和
- .3 意外極限狀態（ALS），與結構的抗意外狀況能力有關。

4.27.3 極限狀態設計的程序和相關設計參數應符合附錄5中所載的新穎形狀的貨物圍護系統設計中極限狀態方法的使用標準（LSD標準）。

G部分

指導

4.28 第4章的指導性說明

4.28.1 為靜載設計而進行內部壓力詳細計算的指導

4.28.1.1 本節為相關動態液體壓力的計算提供指導以進行靜載設計計算。該壓力可用於確定4.13.2.4中所述的內部壓力，其中：

- .1 $(P_{gd})_{\max}$ 是使用最大設計加速度確定的相關液體壓

力。

.2 $(P_{gd\text{site}})_{\max}$ 是使用場所特定加速度確定的相關液體壓力。

.3 P_{eq} 應為如下計算得出的 P_{eq1} 和 P_{eq2} 的大者：

$$P_{eq1} = P_o + (P_{gd})_{\max} \quad \text{MPa}$$

$$P_{eq2} = P_h + (P_{gd\text{site}})_{\max} \quad \text{MPa}$$

4.28.1.2 內部液體壓力是由於4.14.1所述的船舶運動所引起的貨物重力加速度所產生的壓力。對於由重力和動力加速度的聯合作用所引起的內部液體壓力 P_{gd} ，應按下式計算：

$$P_{gd} = \alpha_{\beta} Z_{\beta} \frac{\rho}{1.02 \times 10^5} \text{ MPa}$$

式中：

α_{β} = 在任意的 β 方向上由重力和動載荷引起的無因次加速度（即相對於重力加速度）（見圖4.1）。

對於大型液貨船，考慮到橫向垂直和縱向加速度，應使用加速度橢球。

Z_{β} = 從所決定的壓力點沿 β 方向向上量至液貨艙殼板的最大液柱高度（見圖4.2）。

在確定 Z_{β} 時，除非液貨艙氣室的總容積 V_d 不超過按下列公式所得值，否則液貨艙氣室應考慮作為所同意的液貨艙總容積的一部分：

$$V_d = V_t \left(\frac{100 - FL}{FL} \right)$$

式中：

V_t = 無任何氣室的液貨艙容積；和

FL = 按第15章規定的充裝極限。

ρ = 設計溫度時的最大貨物密度， kg/m^3 。

應考慮給出最大值 $(P_{gd})_{\max}$ 或 $(P_{gd\text{site}})_{\max}$ 的方向。上述公式僅適用於注滿的液貨艙。

4.28.1.3 也可以採用等效的計算方法。

4.28.2 加速度分量的指導公式

4.28.2.1 下列公式是作為計算由於船舶在北大西洋中以相當於概率水平為 10^{-8} 的運動而產生的加速度分量的指導公式，且適用於船長超過50m並以或接近營運速度航行的船舶。

— 4.14.1中定義的垂向加速度：

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1 + \left(5.3 - \frac{45}{L_0}\right)^2 \left(\frac{x}{L_0} + 0.05\right)^2 \left(\frac{0.6}{C_B}\right)^{1.5} + \left(\frac{0.6yK^{1.5}}{B}\right)^2}$$

— 4.14.1中定義的橫向加速度：

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0.6 + 2.5 \left(\frac{x}{L_0} + 0.05\right)^2 + K \left(1 + 0.6K \frac{z}{B}\right)^2}$$

— 4.14.1中定義的縱向加速度：

$$a_x = \pm a_0 \sqrt{0.06 + A^2 - 0.25A}$$

式中：

$$a_0 = 0.2 \frac{V}{\sqrt{L_0}} + \frac{34 - \left(\frac{600}{L_0} \right)}{L_0}$$

L_0 = 船長按公認標準所定義確定結構尺寸，m；

C_B = 方形係數；

B = 船舶最大型寬，m；

X = 船中到裝貨的液貨艙重心之間的縱向距離，m；船中前， X 為正值，船中後， X 為負值；

Y = 中線到裝貨的液貨艙重心之間的橫向距離，m；

Z = 船舶的實際水線到裝貨的液貨艙重心之間的垂向距離，m；
水線以上， Z 為正值，水線以下， Z 為負值；

K = 通常為1。對於特殊的裝載工況和船型， K 值可按下列式確定：

$K = 13GM/B$ ，此時： $K \geq 1$ 和 GM = 靜穩心高度，m；

$$A = \left(0.7 - \frac{L_0}{1200} + 5 \frac{Z}{L_0} \right) \left(\frac{0.6}{C_B} \right)；和$$

V = 營運速度，kn；

a_x 、 a_y 、 a_z = 為相應方向上的最大無因次加速度（即相對於重力加速度）。計算時可視其為分別作用， a_z 不包括靜重力分量， a_y 包括橫搖在橫方向上引起靜重力分量， a_x 包括縱搖在縱方向上引起靜重力分量。
上述公式得出的加速度只適用於以或接近營運速

度航行的船舶，而不是錨泊或在暴露場所幾乎靜止的船舶。

4.28.3 應力分類

4.28.3.1 就應力評估而言，本節對應力分類作如下定義。

4.28.3.2 正應力係指垂直於基準平面的應力分量。

4.28.3.3 膜應力係指在考慮的截面厚度範圍內，均勻分佈且等於應力平均值的正應力的分量。

4.28.3.4 彎曲應力係指在所考慮的截面厚度範圍內，減去膜應力後的變應力。

4.28.3.5 剪切應力係指作用在基準平面內的應力分量。

4.28.3.6 主應力係指由施加的載荷所產生的應力，需要與外力和外力矩相平衡。主應力的基本特性係呈非自身限制的（自身無平衡能力的）。明顯超過屈服強度的主應力將導致構件破壞或至少出現嚴重變形。

4.28.3.7 總體主膜應力係指這樣一種主膜應力，即當結構發生屈服時，在結構中分佈的主膜應力不會導致載荷的重新分佈。

4.28.3.8 局部主膜應力係指由於壓力或其他機械載荷及有關的初始的或不連續的效應所形成的膜應力的載荷的傳遞中對結構的其他部位所產生的過度變形而引起的應力。這種應力雖具有二階應力的特性，但仍應將其歸類於局部主膜應力。如果滿足下列條件，則可認為應力區域是局部的：

$$S_1 \leq 0.5\sqrt{Rt} \text{ 和}$$

$$S_2 \geq 2.5\sqrt{Rt}$$

式中：

S_1 = 在子午線方向內，等值應力超過 $1.1f$ 的距離；

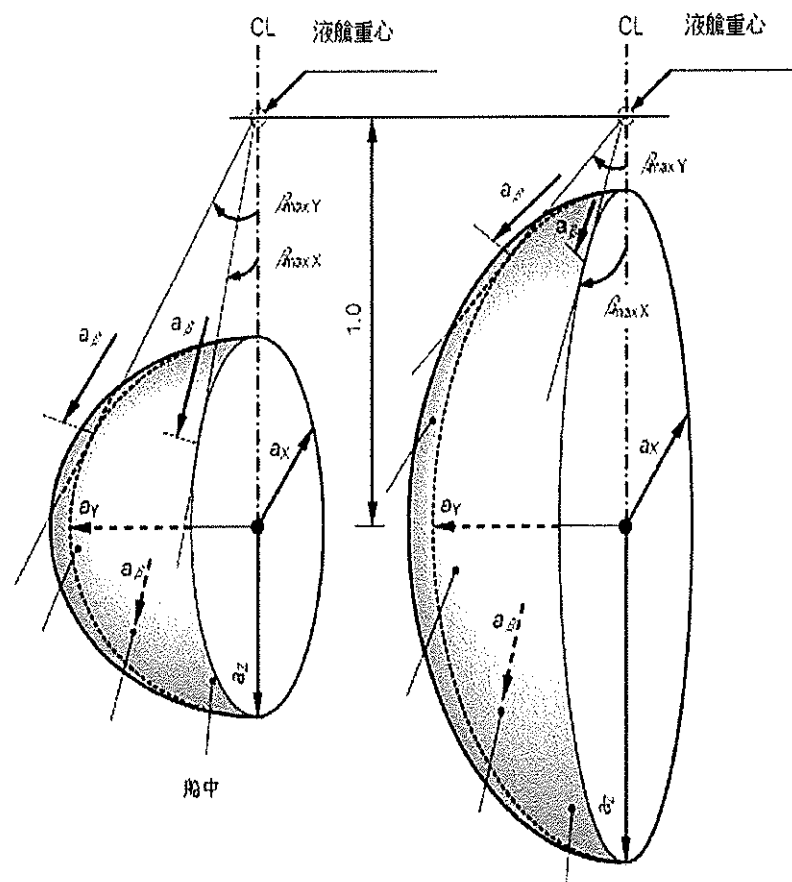
S_2 = 在子午線方向內，到超過總體主膜應力極限的另一區域的距離；

R = 容器的平均直徑；

t = 超過總體主膜應力極限處的容器壁厚；和

f = 許用總體主膜應力。

4.28.3.9 二階應力係指由相鄰部件的約束或由結構自身約束產生的正應力或剪應力。二階應力的基本特性是呈自身限制（自身有平衡能力）。導致產生這種應力的條件是局部屈服和較小的變形。



a_{β} = 在任意 β 方向上的合成加速度（靜載和動載）

a_x = 加速度縱向分量

距首垂線0.05L處：

a_y = 加速度橫向分量

a_z = 加速度垂向分量

圖4.1—加速度橢圓

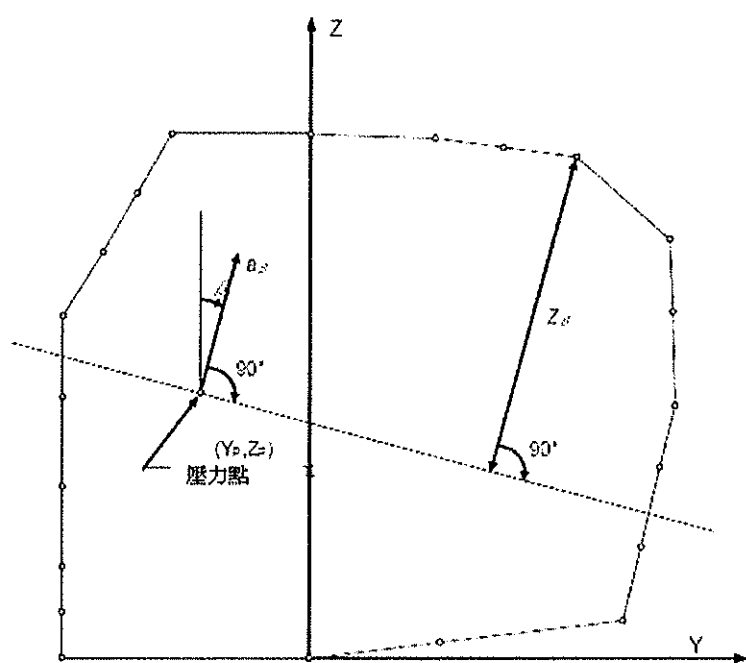


圖4.2—內部壓頭的確定

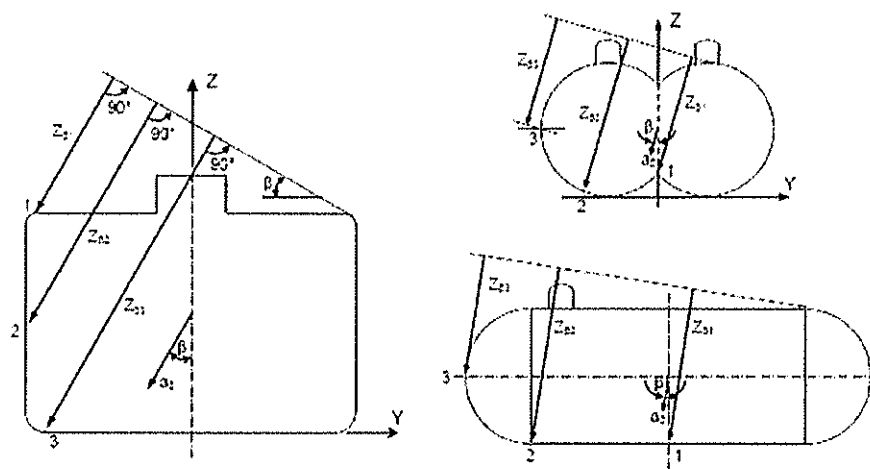
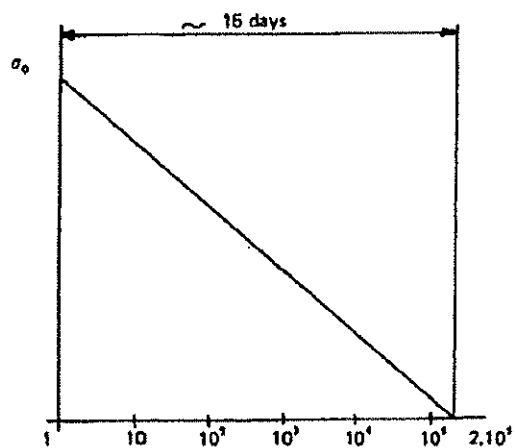


圖4.3—點1、2和3的液體高度 Z_p 的確定



響應循環次數

σ_0 = 船舶使用壽命中最可能出現的最大應力響應循環次數，
以對數計；給出的 2×10^5 值作為一個估算算例

圖4.4—簡化的載荷分佈

第5章

處理用受壓容器及液體、蒸氣和壓力管系

目的

確保所有貨物和處理用液體和蒸氣在所有營運狀態下的安全裝卸，
考慮到所涉及貨品的性質，將對船舶、船員和環境的風險降至最低。

這將：

- .1 確保處理用受壓容器，管系和貨物軟管的完整性；
- .2 防止貨物的不受控駁運；
- .3 確保填充和排空圍護系統的方式可靠；和

- .4 防止貨物圍護系統的壓力或真空偏移在貨物過駁作業中超過設計參數。

5.1 一般要求

5.1.1 本章要求應適用於包括蒸氣管系，氣體燃料管系和安全閥透氣管路或類似管路在內的貨物管系和處理管系。對不含有貨物的輔助管系免除本章的一般要求。

5.1.2 第4章中對C型獨立液貨艙的要求也可適用於處理用受壓容器。按此要求，第4章中所使用的“受壓容器”一詞可包括C型獨立液貨艙和處理用受壓容器。

5.1.3 處理用受壓容器包括收集或處理液體或蒸氣貨物的緩沖罐、熱交換器和蓄能器。

5.2 系統要求

5.2.1 貨物裝卸系統和貨物控制系統的設計應考慮到下列方面：

- .1 防止異常狀態導致液體或蒸氣貨物泄漏；
- .2 泄漏貨物液體的安全回收和處理；
- .3 防止易燃混合物的形成；
- .4 防止泄漏的易燃液體或氣體和蒸氣的點燃；和
- .5 限制人員暴露於火災和其他危險中。

5.2.2 **佈置：一般要求**

5.2.2.1 可能含有貨物液體或蒸氣的任何管系應符合下列規定：

- .1 該類管系應與其他管系隔離，與貨物有關的作業如驅氣、除氣或惰化要求的內部連接管除外。對於防止貨物的回流，應考慮9.4.4的要求。在此情況下，應採取預防措施，確保貨物或貨物蒸氣不會通過內部連接管進入其他管系；
- .2 除第16章中的規定以外，此類管系不得通過任何起居處所、服務處所、控制站或除貨物機器處所以外的機器處所；
- .3 除安裝在垂向圍壁通道或等效裝置內的管路橫穿貨物圍護系統上面的留空處所外，以及除排水、透氣或驅氣用的管路橫穿隔離艙外，該類管系應從露天甲板直接通至貨物圍護系統；
- .4 除3.8規定的船艙或船艙裝卸裝置，5.3.1規定的貨物應急投棄管系，5.3.3規定的轉塔艙系統以及除第16章的規定以外，上述管系應位於貨物區域內露天甲板的上方；和
- .5 除在航行中不受內部壓力的橫向接岸管路或貨物應急投棄管系外，上述管系應位於2.4.1所規定的液貨艙的橫向位置以內。

5.2.2.2 應有適當措施，在斷開連接前，釋放管路中的壓力並排空裝卸的橫向匯管（同樣，最外集管閥和裝卸臂或貨物軟管之間的任何

管路) 中的液貨至液貨艙或其他適當的處所。

5.2.2.3 輸送用於直接加熱或冷卻貨物的液體的管系不應通向貨物區域以外，除非有適當措施用以防止或探測貨物蒸氣向貨物區域外擴散（見13.6.2.6）。

5.2.2.4 應將從管系的釋放閥排出的液貨排入液貨艙內；或者，如設有能探測和處理可能流入透氣系統中的任何液貨的措施，則也可將液貨排入透氣總管內。如要求防止下游管路過壓，貨泵的釋放閥排出的液貨應排至泵的吸口。

5.3 貨物區域外貨物管系的佈置

5.3.1 貨物應急投棄

貨物應急投棄管系（如設置）應符合5.2.2的有關規定，可以引至起居處所、服務處所、控制站或機器處所後部的外面，但不應穿過這些處所。如貨物應急投棄管系為固定設置，則應在貨物區域內設有合適的措施將投棄管系與貨物管系隔離。

5.3.2 船艙或船艙裝載佈置

5.3.2.1 符合3.8、本節和5.10.1的要求時，可允許設置船艙或船艙裝卸貨物管系。

5.3.2.2 應配備能對使用後的管系進行驅氣和除氣的裝置。當不使用時，應拆去可拆短管，管端用盲板法蘭封住。與驅氣管相連接的透氣管應位於貨物區域內。

5.3.3 轉塔艙駁運系統

對於通過位於貨物區域外的內部轉塔裝置駁運的液體或蒸氣貨物，用於該目的的管路應符合5.2.2（如適用），5.10.2和如下規定：

- .1 除與轉塔的連接處，管系應位於露天甲板上方；
- .2 不允許採用可攜式裝置；和
- .3 應配備能對使用後的管系進行驅氣和除氣裝置。當不使用時，應拆去用於隔離貨物管系的可拆短管，管端用盲板法蘭封住。與驅氣管相連接的透氣管應位於貨物區域內。

5.3.4 氣體燃料管系

機器處所內的氣體燃料管路除應符合第16章的要求外，還應符合本章所有適用部分。

5.4 設計壓力

5.4.1 用於確定管路和管系部件最小尺寸的設計壓力 P_0 應不小於系統在工作中可能承受的最大表壓。最小設計壓力應不小於1MPa（表壓），但對管端敞開的管路或壓力釋放閥的排放管路，其設計壓力應不小於0.5MPa（表壓）或壓力閥調定壓力的10倍（取較小者）。

5.4.2 對於管路、管系和部件，根據所載運的貨物，應取下列設計情況中的較大者：

- .1 對於可能與其釋放閥隔離並可能含有一些液體的蒸氣管系或部件，應為設計溫度45℃時的飽和蒸氣壓力。可使用較高或較低的值（參見4.13.2.2）；或

- .2 對於可能與其釋放閥隔離並在任何時候僅含有蒸氣的管系或部件，應為45℃時的過熱蒸氣壓力。可使用較高或較低的值（參見4.13.2.2），此時，假定系統中飽和蒸氣的初始狀態是處於該系統的工作壓力和工作溫度；或
- .3 液貨艙和貨物處理系統的MARVS；或
- .4 相關的泵或壓縮機的釋放閥的調定壓力；或
- .5 考慮到所有可能的泵佈置，在裝卸貨時貨物管系的最大總壓頭，或管路系統的釋放閥的調定壓力。

5.4.3 液體管系中可能承受峰值壓力的部分應設計為能承受這種壓力。

5.4.4 氣體燃料系統的外管或管道的設計壓力應不小於氣體內管的最大工作壓力。或者，對於工作壓力大於1MPa的氣體燃料管系，考慮到破斷處的局部即時峰值壓力和通風佈置，外管道的設計壓力應不小於環形處所內的最大積聚壓力。

5.5 貨物系統閥門要求

5.5.1.1 每一液貨艙和管系應設有本節規定的用於隔離的手動操作閥。

5.5.1.2 此外，還應視情況設置遙控閥作為緊急切斷（ESD）系統的一部分，ESD系統的目的是當貨物液體或蒸氣在駁運時出現緊急情況時，停止貨物流動或泄漏。ESD系統旨在將貨物系統回歸到安全的

靜態狀態，以便可以採取補救行動。ESD系統的設計應對避免貨物駁運管路內產生衝擊壓力予以充分考慮。ESD啟動時切斷的設備包括裝卸貨時的集管閥，任何在船舶內部或外部（如至岸上或另一船舶/駁船）駁運貨物的泵或壓縮機等和液貨艙閥（如MARVS超過0.07MPa）。

5.5.2 液貨艙連接管

5.5.2.1 除安全釋放閥和液位測量裝置以外，在所有液體和蒸氣的連接管上均應設截止閥。應將這些閥儘可能地靠近液貨艙。這些閥應能完全關閉並應能就地手動操作。這些閥還應能遙控。

5.5.2.2 對MARVS超過0.07MPa的液貨艙，上述連接管上還應設有遙控ESD閥。應將這些閥儘可能地靠近液貨艙。如1個單獨的閥符合18.10.2的要求，並能將管路完全關閉，則可用1個單獨的閥代替2個分開的閥。

5.5.3 貨物總管連接管

5.5.3.1 在使用的每一貨物駁運連接管均應設置1個遙控ESD閥，以停止液體和蒸氣駁入或駁出船舶。對於不使用的駁運連接管，應用合適的盲板法蘭予以隔斷。

5.5.3.2 如液貨艙MARVS超過0.07MPa，應為使用的每一駁運連接管設置一1個額外的手動閥，該閥可在ESD閥的內側或外側以適應船舶的設計。

5.5.4 當受保護管路的直徑不超過50mm時，可用超流量閥代替ESD閥。超流量閥在達到製造廠規定的蒸氣或液體的額定關閉流量時應自動關閉。包括附件、閥和由超流量閥保護的附屬設備的管路應具

有比超流量閥的額定關閉流量大的容量。應將超流量閥設計成具有1個直徑不超過1mm的圓形旁通孔，以便在超流量閥關閉後能使壓力保持平衡。

5.5.5 對於儀錶或測量裝置的液貨艙連接管，不必設置超流量閥或ESD閥，但這些裝置的結構應能保證液貨艙內貨物的外流量不超過通過直徑為1.5mm圓孔的流量。

5.5.6 在充滿液體情況下，對能被隔斷的所有管路或部件均應裝設釋放閥以應對熱膨脹和蒸發。

5.5.7 對於可能由於火災被自動隔斷的所有管路或部件，如其內部的液體容積超過 0.05m^3 ，PRV的排量應適應火情。

5.6 貨物駁運佈置

5.6.1 當使用貨泵駁運貨物，且在液貨艙處於營運狀態又不能接近貨泵進行修理時，則至少應設有2套獨立裝置，以便能駁運每個液貨艙的貨物，同時應設計成當1台貨泵或駁運裝置發生故障時，不致妨礙使用另外1台泵或泵組，或其他貨物駁運裝置駁運貨物。

5.6.2 採用氣體加壓駁運貨物時，在駁運過程中應防止釋放閥開啟。氣體加壓可以被作為用於液貨艙駁運貨物的一種方法。但在設計這些液貨艙時，應考慮使其在貨物駁運作業期間不致降低液貨艙的設計安全係數。如為此改變液貨艙釋放閥或設定壓力（8.2.7和8.2.8允許這種作法），新的設定壓力不應超過4.13.2所定義的 P_h 。

5.6.3 蒸氣回路接頭

應設置通向岸上裝置的蒸氣回路接頭。

5.6.4 液貨艙透氣管系

應將壓力釋放系統與透氣管系相連接，對透氣管系的設計應使貨物蒸氣積聚在甲板上或進入居住處所、服務處所和控制站以及機器處所或可能造成危險狀態的其他處所的可能性減少至最低限度。

5.6.5 貨物取樣連接管

5.6.5.1 連接至貨物管系並用於貨物液體取樣的連接管應清晰標記，其設計應將貨物蒸氣的釋放降至最低。對於允許載運有毒貨品的船舶，取樣系統應為閉環設計，以確保貨物液體和蒸氣不揮發至大氣。

5.6.5.2 液體取樣系統應在取樣入口設有兩個閥，其中之一應為多回轉閥門以防止意外開啟，並且兩者之間的距離應足夠遠以確保如遇諸如冰或水合物造成堵塞可隔斷管路。

5.6.5.3 在閉環系統中，回流管上的閥還應符合5.6.5.2。

5.6.5.4 取樣容器的連接管應符合公認標準，並應有支撐，以能承受取樣容器的重量。螺紋接頭應為定位焊，或採用其他方式鎖閉，以防止其在取樣容器的正常連接和斷開時被擰開。取樣連接管應設有封閉塞或法蘭以防止連接管不用時發生泄漏。

5.6.5.5 僅用於蒸氣取樣的取樣連接管可按5.5，5.8和5.13設有單閥，並且還應設有封閉塞或法蘭。

5.6.5.6 取樣作業應按18.9規定的程序進行。

5.6.6 貨物濾器

貨物液體和蒸氣系統應能設置濾器以免受異物損壞。此類濾器可為固定或臨時，過濾標準應與碎片等進入貨物系統的風險相適應。應設有設施能顯示濾器正被堵住，還應設有將濾器隔斷、減壓和安全清潔的措施。

5.7 安裝要求

5.7.1 膨脹和收縮設計

應採取措施保護管路、管系和部件和液貨艙免受由於熱變形及液貨艙和船體構件的移動而引起的過大應力的影響。液貨艙外宜使用補償管、彎管或環形管，但如補償管、彎管或環形管不可行，可使用多層波紋管。

5.7.2 防低溫措施

必要時，應對低溫管路與其鄰接的船體構件進行熱隔離。以防止船體溫度降低到船體材料的設計溫度以下。當液體管路需經常被拆開或預計其可能有液體泄漏時（如通岸接頭處和貨泵軸封處等），則應對其下方的船體部分提供保護措施。

5.7.3 水幕

如貨物溫度低於-110℃，應在通岸接頭下的船體處安裝供水系統，提供低壓水幕為船體鋼材和舷側結構提供額外保護。該系統是對11.3.1.4的要求的補充，並且應在貨物駁運時工作。

5.7.4 電氣連接

當在液貨艙或貨物管路和管路設備與船體結構之間採用熱隔離時，則對管路和液貨艙均需採取電氣接地措施。對所有具有密封墊片的管接頭和軟管接頭也均需作電氣連接。除使用搭接片的情況外，應證明每一接頭或連接處的電阻小於 $1\text{M}\Omega$ 。

5.8 管路製造和連接細節

5.8.1 一般要求

本節要求適用於液貨艙的內、外管路。對於液貨艙內部管路和端部敞開的管路，可按照認可的標準同意放寬這些要求。

5.8.2 直接連接

可以考慮採用下列無法蘭的管段直接連接：

- .1 根部完全焊透的對接焊連接均可被用於各種用途。當設計溫度低於 -10°C 時，對接焊應為雙面焊或與雙面焊等效的對接焊，這可以通過採用在第一焊道上加襯墊、自耗嵌補或惰性氣體封底等方法予以實現，當設計壓力超過 1MPa 及設計溫度為 -10°C 或更低時，焊接後應將襯墊除去；
- .2 具有符合認可標準的尺寸的套筒焊接接頭只能被用於外徑小於或等於 50mm 和設計溫度不低於 -55°C 的設備管路和端部敞開的管路；和
- .3 符合認可標準的螺紋連接只能被用於外徑小於或等於 25mm 的次要管路和儀錶管路。

5.8.3 法蘭接頭

5.8.3.1 對於法蘭接頭中的法蘭焊接，應採用頸焊、套焊或插入焊等型式。

5.8.3.2 法蘭的型式及其製造和試驗均應符合公認標準。對於除端部敞開管路以外的所有管路，均應遵守下列限制：

- .1 設計溫度低於-55℃時，只應採用頸焊法蘭；和
- .2 設計溫度低於-10℃，對於公稱尺寸大於100mm者，不得採用套焊法蘭，而對於公稱尺寸大於50mm者，不得採用插入焊法蘭。

5.8.4 膨脹接頭

如按5.7.1設置波紋管和膨脹接頭，下列要求適用：

- .1 如果需要，應採取措施，防止波紋管結冰；和
- .2 除位於液貨艙內者外，不應採用套筒接頭。

5.8.5 其他接頭

管路接頭應按5.8.2至5.8.4連接，但對於其他特殊情況，主管機關可考慮替代佈置。

5.9 焊接、焊後熱處理和無損探傷

5.9.1 一般要求

應按6.5進行焊接。

5.9.2 焊後熱處理

對碳鋼、碳錳鋼和低合金鋼鋼管的所有對接焊縫均應進行焊後熱處理。主管機關或代表主管機關的被認可組織根據相關管系的設計溫度和設計壓力可以免除對壁厚小於10mm的管子進行消除熱應力的要求。

5.9.3 無損探傷

除在焊接前和焊接期間進行正常控制以及對完工焊縫進行目視檢查外，為證明已按本要求正確地進行焊接，還應進行下列試驗：

- .1 對設計溫度低於-10℃且內徑大於75mm或壁厚大於10mm的管系的對接焊接頭應作100%射線或超聲波檢查；
- .2 當管路截面的此種對接焊接頭係用主管機關或代表主管機關的被認可組織認可的自動焊接工藝焊接時，射線或超聲波檢查的範圍可逐漸減少，但在任何情況下，均不能小於所有接頭的10%。如發現有缺陷，則應進行100%檢查，其中還應包括以前已經被認可的焊縫。只能在具備合適的質量保證程序文件和記錄以評估製造商生產合格的焊接產品的能力時才能授予該許可；和
- .3 對於5.9.3.1和5.9.3.2中未包括的其他管子的對接焊接頭，應根據其用途、位置 and 材料進行抽樣射線或超聲波檢查或其他的無損探傷。通常，至少應對10%的管

子對接焊接頭進行射線或超聲波檢查。

5.10 貨物區域外貨物管系的安裝要求

5.10.1 船艙或船艙裝載裝置

下列要求適用於貨物區域以外的貨物管系及有關的管系設備：

- .1 貨物區域以外的貨物管系及有關的管系設備只准採用焊接連接。貨物區域以外的管系應敷設在露天甲板上，且應位於舷側以內至少為0.8m，但橫貫船寬的通岸連接管系除外。此種管系應能被明顯地識別，並在貨物區域內的貨物管系連接處應設置截止閥。當不使用時，此位置還應採用可拆的短管和盲板法蘭進行隔離；和
- .2 管系應採用全焊透對接焊，不論其管徑和設計溫度如何，均應進行全部射線或超聲波探傷。只允許在貨物區域內以及通岸接頭處的管路採用法蘭連接。

5.10.2 轉塔艙駁運系統

如液體和蒸氣貨物管系位於貨物區域以外，下列要求對其適用：

- .1 貨物區域以外的貨物管系及有關的管系設備只準採用焊接連接；和
- .2 管系應採用全焊透對接焊，不論其管徑和設計溫度如何，均應進行全部射線或超聲波探傷。只允許在貨物區域內以及貨物軟管接頭處和轉塔接頭處的管路採

用法蘭連接。

5.10.3 氣體燃料管路

氣體燃料管路應儘可能採用焊接接頭。對於未被包圍在16.4.3所要求的通風管或管道內的氣體燃料管路，以及位於貨物區域以外的露天甲板上的氣體燃料管路，均應採用全焊透對接焊接頭並應進行全部的射線或超聲波檢查。

5.11 管系部件要求

5.11.1 管路尺寸。管系應按公認標準設計。

5.11.2.1 應使用下列衡準確定管壁厚度。

5.11.2.2 管壁厚度應不小於：

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}} \quad (\text{mm})$$

式中：

t_0 = 理論壁厚，由下式確定：

$$t_0 = \frac{P \cdot D}{2K \cdot e + P} \quad (\text{mm})$$

其中：

P = 設計壓力，MPa，參見5.4的規定；

D = 外徑，mm；

$K \frac{P \cdot D}{2K \cdot e + P}$ = 許用應力，N/mm²，參見5.11.3的

規定；

e = 有效係數。對於無縫鋼管以及由認可的焊接管製造廠供應的縱向焊或螺旋焊焊接管，在按公認標準進行無損探傷後認為等效於無縫鋼管者，則取1；在其他情況下，按公認標準並根據製造工藝，可要求有效係數小於1；

b = 彎曲餘量，mm。對 b 值的選取，應使僅受內壓的彎曲部分的計算應力不超過材料的許用應力。如未做出此種證明，則 b 值應為：

$$b = \frac{D \cdot t_0}{2.5r} (mm) ,$$

其中：

r = 平均彎曲半徑，mm；

c = 腐蝕餘量，mm。如果預計受到腐蝕或浸蝕，則管壁厚度應比其他設計要求的值有所增加。此餘量應與管子的預期壽命相一致；和

a = 用於壁厚的製造負公差，%。

5.11.2.3 最小壁厚應符合公認標準。

5.11.2.4 為防止附加載荷造成管子的損壞、破斷和過度下垂或失穩，而需要一定的機械強度時，管壁厚度應比5.11.2.2要求的值有所增加。如增加管壁厚度不現實或反而會使管子產生過大的局部應力，則應採

取其他的設計方法，以減小、防止或消除上述載荷。此類附加載荷可能是由於支撐結構、船舶變形、駁運作業時的液壓升高、懸掛閥的重量、對裝卸臂連接處的反作用力或其他原因產生的。

5.11.3 許用應力

5.11.3.1 對於管子，5.11.2的公式中的許用應力K是下列值中的較小者：

$$\frac{R_m}{A} \text{ 或 } \frac{R_e}{B}$$

式中：

R_m = 標定的室溫下抗拉強度下限值， N/mm^2 ；和

R_e = 標定的室溫下屈服應力下限值， N/mm^2 。如

在應力—應變曲線上無明顯的屈服應力，則

可採用0.2%條件的驗證應力。

對於A和B的值，應在1.4.4中規定的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》內予以註明，且至少 $A = 2.7$ ， $B = 1.8$ 。

5.11.4 高壓氣體燃料外管或管道尺寸

如燃氣管系的設計壓力大於臨界壓力，當承受5.4規定的設計壓力時，管子或管道筆直段的薄膜切應力應不超過抗拉強度除以1.5（ $R_m/1.5$ ）。所有其他管路部件的額定壓力應反映出與筆直管子同一水平的強度。

5.11.5 應力分析

當設計溫度為-110℃或更低時，對管系的每一分支，應向主管機關提交一份考慮到由於管子的重量，包括加速度載荷（如較大）、內部壓力、熱收縮以及船舶中拱和中垂引起的載荷等所產生的所有應力的完整的應力分析資料。當設計溫度高於-110℃時，主管機關所要求的應力分析資料的內容可為諸如管系的設計或剛度，以及材料的選擇等。在任何情況下，即使不提交計算書，也應考慮熱應力。對上述的應力分析可按主管機關所接受的常用規則進行。

5.11.6 法蘭、閥件和附件

5.11.6.1 對於法蘭、閥件和其他附件，應考慮到所選的材料和5.4規定的設計壓力符合公認標準。對於蒸氣管路中的波紋管膨脹接頭，可同意採用較低的設計壓力。

5.11.6.2 對於不符合認可標準的法蘭，其尺寸和其螺栓的尺寸均應使主管機關或代表主管機關的被認可組織滿意。

5.11.6.3 所有應急截止閥應為“遇火關閉”型（參見5.13.1.1和18.10.2）。

5.11.6.4 波紋管膨脹接頭的設計和安裝應符合公認標準，並設有裝置防止過度拉伸或壓縮造成的損壞。

5.11.7 船用貨物軟管

5.11.7.1 對於貨物駁運的液體和蒸氣軟管，應能與貨物相容並能與貨物溫度相適應。

5.11.7.2 對於承受液貨艙壓力的軟管，或承受貨泵或蒸氣壓縮機排

放壓力的軟管，應按其爆破壓力進行設計，此壓力應不小於貨物駁動期間軟管可能承受的最大壓力的5倍。

5.11.7.3 配有端部附件的每一新型貨物軟管，應進行原型試驗，該試驗應在正常環境溫度和從零到至少兩倍於規定的最大工作壓力下，進行200次壓力循環。經循環壓力試驗後，還應進行爆破試驗以確認爆破壓力在最高和最低極端營運溫度下至少為5倍於規定的最大工作壓力。原型試驗用過的軟管應不再用於輸送貨物。然而，在每段新製成的貨物軟管被投入使用之前，均應在環境溫度下對其進行靜水壓力試驗，試驗壓力應不小於1.5倍的規定的最大工作壓力，但不大於其爆破壓力的2/5。根據適用情況，軟管應用模板噴刷或其他方法標出試驗日期和規定的最大工作壓力。對於不是在環境溫度下使用的軟管，還應標出其最高和最低使用溫度。軟管規定的最大工作壓力應不小於1MPa（表壓）。

5.12 材料

5.12.1 對於管系中所用材料，應按其最低的設計溫度進行選擇和試驗並應符合第6章的要求。但是，當貨物在壓力釋放閥調定值時的溫度為-55℃或更高些時，以及當不會發生液體流至透氣管路的情況時，對於端部敞開的透氣管路的材料質量，可予以放寬。在相同溫度條件下，對於液貨艙內的端部敞開的管路，也可允許予以同樣的放寬，但排放管路及薄膜液貨艙和半薄膜液貨艙內的所有管路除外。

5.12.2 不應將熔點低於925℃的材料用於液貨艙以外的管路，但與液貨艙連接的短管除外。此時，應設置耐火絕熱層。

5.12.3 貨物管系絕熱系統

5.12.3.1 貨物管系應設有要求的絕熱系統以在駁運作業中將泄漏至貨物的熱量降至最低並保護人員避免直接接觸寒冷的表面。

5.12.3.2 由於所處位置或環境條件的不同，如適用時，絕熱材料應具有適當的防火和阻止火焰傳播的性能，並應受到足夠的保護，以防止水蒸氣的滲透和機械損傷。

5.12.4 如貨物管系所用的材料在含鹽大氣易受應力腐蝕開裂，應採取充分措施（選擇材料、避免暴露於鹽水和/或經常檢查）避免此類情況發生。

5.13 試驗要求

5.13.1 管路部件的型式試驗

5.13.1.1 閥

應對擬用於工作溫度低於-55℃的每種型式的閥進行下列型式試驗：

- .1 每種尺寸和每種型式的閥應每隔一段時間雙流向在不超過閥的額定設計壓力的全部作業壓力和溫度範圍下進行閥座密性試驗。允許的泄漏率應滿足主管機關或代表主管機關的被認可組織的要求。在試驗期間，應驗證閥具有良好的工作性能；
- .2 每種尺寸和每種型式的閥應按公認標準對流量進行認證；

- .3 受壓部件應至少按額定壓力的1.5倍進行壓力試驗；和
- .4 對於熔點低於925℃的應急截止閥，型式試驗應包括按主管機關接受的標準進行的防火試驗。

5.13.1.2 波紋管膨脹接頭

對於擬用於液貨艙以外的貨物管路上的每種波紋管膨脹接頭如主管機關或代表主管機關的被認可組織有要求時，應對設置在液貨艙內的波紋管膨脹接頭進行下列型式的試驗：

- .1 未經預先壓縮的波紋管元件應經受不小於5倍設計壓力的壓力試驗而不破裂，試驗持續時間應不少於5min；
- .2 對於帶有所有附件如法蘭、拉杆和鉸接件等的原型膨脹接頭，應在最低設計溫度和製造廠推薦的最大位移條件下，使其經受2倍設計壓力的壓力試驗而不產生永久變形；
- .3 對完整的膨脹接頭應進行循環試驗（熱運動），在壓力、溫度、軸向運動、旋轉運動和橫向運動等條件下，完整的膨脹接頭應能承受至少為與實際使用中所遇到的同樣多的循環次數。當這些試驗與在營運溫度下的試驗一樣嚴格時，則允許在室溫下進行試驗；和
- .4 對完整的膨脹接頭應在無內壓的情況下進行循環疲勞試驗（船體變形），即用模擬相當於補償管段的波紋管運動的方式，在不高於5Hz的頻率下，至少進行

2,000,000次循環。但只有當由於管路的佈置實際上會經受船體變形載荷作用時，才要求進行這種試驗。

5.13.2 系統試驗要求

5.13.2.1 本節要求適用於液貨艙內、外管路。

5.13.2.2 在裝配後，應使用適當的流體對所有貨物管路和處理用的管路進行強度試驗。液體管路的試驗壓力應至少為1.5倍設計壓力（當試驗流體可壓縮時，1.25倍設計壓力），蒸氣管路的試驗壓力應至少為1.5倍系統最大工作壓力（當試驗流體可壓縮時，1.25倍系統最大工作壓力）。當完成對管系或系統部件的製造並對其配齊所有附件時，可在其被裝船之前對其進行試驗。對在船上焊接的接頭應進行至少為1.5倍設計壓力的試驗。

5.13.2.3 對於每一貨物管系和處理用管系，在船上將其安裝完工之後，均應使用空氣或其他適當介質進行泄漏試驗，其試驗壓力取決於所採用的檢測泄漏的方法。

5.13.2.4 在雙層壁氣體燃料管系中，外管或管道也應進行壓力試驗，以證明其可承受氣體管路破斷時預計的最大壓力。

5.13.2.5 在首次裝載作業之前，應按公認標準，對用於貨物或蒸氣操作的所有管系，包括閥、附件及附屬設備進行正常工作狀態下的功能試驗。

5.13.3 應急截止閥

對用於液貨管系的應急截止閥的關閉特性應進行試驗，以證明其

符合18.10.2.1.3。該試驗可在閘門安裝後在船上進行。

第6章

構造材料和質量控制

目的

確定金屬和非金屬材料要求的特性，試驗標準和穩性以及貨物圍護和管路系統建造中使用的製造工藝以確保其具有第4章和第5章中要求的功能。

6.1 定義

6.1.1 本章涉及的A、B、D、E、AH、DH、EH和FH級的船體結構鋼均為公認標準船體結構鋼的等級。

6.1.2 軋製件係指從單板或坯或從單錠軋製而成的產品（如果直接軋製成板、條、型材或塊）。

6.1.3 批係指基於取樣試驗一起接受或拒絕的件數。批的大小見公認標準。

6.1.4 控制軋製（CR）係指在正火溫度範圍內進行最終變形，並導致材料狀況等效於正火獲得的材料狀況的軋製程序。

6.1.5 溫度－形變控制軋製（TMCP）係指包括對鋼的溫度和軋製變形均嚴格控制的程序。與CR不同，TMCP的性能不能通過隨後的正火或其他熱處理進行複製。經主管機關批准，也可接受TMCP完成後加速冷卻。同樣適用於TMCP完成後進行回火。

6.1.6 *加速冷卻 (AcC)* 係指在最終TMCP操作後立即通過以比空氣冷卻更快的速度進行控制冷卻以改善力學性能的過程。加速冷卻不包括直接淬火。經TMCP和AcC後給出的材料性能不能通過隨後的正火或其他熱處理進行複製。

6.2 範圍和一般要求

6.2.1 本章給出用於貨物系統構造的金屬和非金屬材料的要求。這包括連接工藝、生產工藝、人員資格、NDT和檢查和試驗（包括生產試驗）的要求。對軋製材料、鍛件和鑄件的要求見6.4和表6.1至6.5。對焊接件的要求見6.5，非金屬材料的指導見附錄4。應執行質量保證/質量控制計劃以確保符合6.2的要求。

6.2.2 有關製造、試驗、檢查以及文件應按照公認標準和本規則的特殊要求。

6.2.3 如規定或要求作焊後熱處理。其母材性能應在熱處理條件下按照本章適用的表列要求予以確定，而焊縫性能應按照6.5的規定的熱處理條件予以確定。如果採用焊後熱處理，則上述試驗的要求，可由主管機關酌情修改。

6.3 一般試驗要求和說明

6.3.1 *抗拉試驗*

6.3.1.1 抗拉試驗應按照公認標準進行。

6.3.1.2 抗拉強度、屈服應力和伸長率應使主管機關滿意。對具有明顯屈服點的碳錳鋼和其他材料，應考慮其屈強比的限制。

6.3.2 韌性試驗

6.3.2.1 除主管機關另有規定外，金屬材料的驗收試驗應包括夏比V型缺口衝擊韌性試驗。規定的夏比V型缺口衝擊能量值的要求為3個全尺寸（10mm×10mm）試樣的最小平均衝擊能量值和對最小的單個試樣衝擊能量。夏比V型缺口試樣的尺寸和公差應符合公認標準。對尺寸小於5mm的試樣的試驗和要求應符合公認標準。小尺寸試樣的最小平均值見下表：

夏比V型缺口試樣 尺寸（mm）	3個試樣的最小平均 衝擊能量（J）
10×10	KV
10×7.5	5/6KV
10×5	2/3KV

表中：

KV＝表6.1至表6.4中規定的衝擊能量值（J）。

僅允許有個試樣的衝擊能量可低於規定的平均值，但不得低於該平均值的70%。

6.3.2.2 對於母材，應儘可能按材料厚度截取最大尺寸的夏比V型缺口試樣，應儘量使試樣位於材料表面和其厚度中心之間的中點位置，並使缺口的長度方向垂直於材料表面（見圖6.1）。

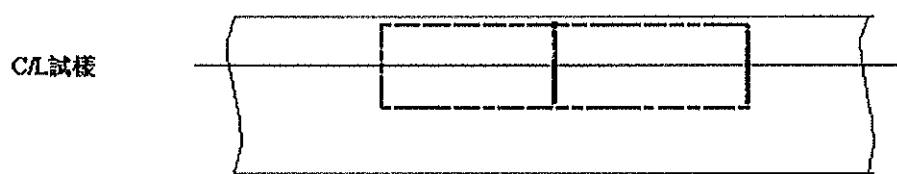


圖6.1—母材試樣的方向性

6.3.2.3 對於焊接試驗試樣，儘可能按材料厚度截取最大尺寸的夏比V型缺口試樣，應儘量使試樣接近材料表面和其厚度中心之間的中點位置，在各種情況下，從材料表面至試樣邊的距離應不小於1mm。此外，對於雙V型坡口的對接焊縫，應在接近於第2個焊接面處截取試樣。試樣一般應取在下列位置，即焊縫的中線上、熔合線上和距離熔合線1mm、3mm和5mm處，見圖6.2。

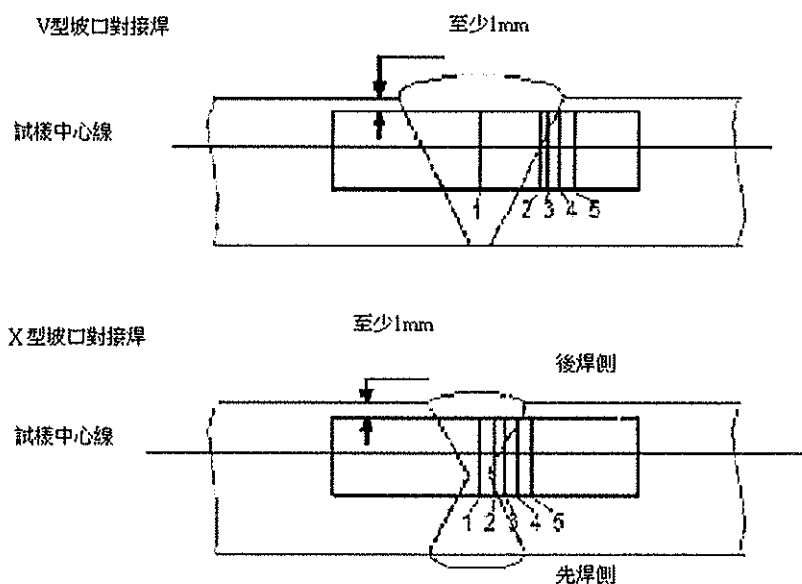


圖6.2—焊接試樣的方向性

圖6.2中的缺口位置：

- .1 位於焊縫中心。
- .2 位於熔合線上。
- .3 在熱影響區（HAZ），距熔合線1mm。
- .4 在熱影響區（HAZ），距熔合線3mm。
- .5 在熱影響區（HAZ），距熔合線5mm。

6.3.2.4 如果3個最初的夏比V型缺口試樣的平均衝擊能量沒有達到規定的要求，或1個以上試樣的衝擊能量低於規定的平均值，或者僅有1個試樣的衝擊能量低於所允許的單個試樣的最小衝擊能量值時，則可以從同一材料中再取3個附加試樣進行試驗。將所得的結果與原先獲得的試驗結果組成1個新的平均值。如果這個新的平均值符合要求，而且，低於要求的平均值的個別結果不多於2個且低於單個試樣要求值的試樣結果不多於1個，則可以接受此件或這批材料。

6.3.3 彎曲試驗

6.3.3.1 作為材料驗收試驗，彎曲試驗可予以免除，但對焊接試驗仍要求彎曲試驗。如進行彎曲試驗，應按照公認標準進行。

6.3.3.2 焊接試驗應為橫向彎曲試驗，主管機關可酌情決定進行正彎、反彎或側彎試驗。如母材和焊縫金屬具有不同的強度級，則可要求以縱向彎曲試驗替代橫向彎曲試驗。

6.3.4 斷面觀察和其他試驗

主管機關也可要求按照公認標準對焊縫做宏觀斷面、微觀斷面觀察以及硬度試驗。

6.4 對金屬材料的要求

6.4.1 對金屬材料的一般要求

6.4.1.1 構造材料要求見下列各表：

- .1 表6.1：適用於設計溫度不低於0℃的液貨艙和處理用壓力容器所用的板材、管材（無縫管和焊接管）、型材和鍛件。
- .2 表6.2：適用於設計溫度低於0℃至-55℃的液貨艙、次屏壁和處理用壓力容器所用板材、型材和鍛件。
- .3 表6.3：適用於設計溫度低於-55℃至-165℃的液貨艙、次屏壁和處理用壓力容器中所用板材、型材和鍛件。
- .4 表6.4：適用設計溫度低於0℃至-165℃的貨物管系和處理用管系所用管材（無縫管和焊接管）、鍛件和鑄件。
- .5 表6.5：適用於4.19.1.2和4.19.1.3要求的船體結構所用板材和型材。

表6.1

設計溫度不低於0℃的液貨艙和處理用壓力容器所用板材、管材 （無縫管和焊接管） ^{見註1和2} 、型材和鍛件		
化學成分和熱處理		
◆ 碳 錳 鋼		
◆ 全鎮靜細晶粒鋼		
◆ 經主管機關同意可添加少量的合金元素		
◆ 化學成分的範圍應經主管機關認可		
◆ 正火或淬火加回火 ^{見註4}		
強度和韌性（衝擊）試驗要求		
取樣頻率		
◆ 板 材	按“軋製件”試驗	
◆ 型材和鍛件	按批試驗	
力學性能		
◆ 抗拉性能	規定最低屈服應力不超過410N/mm ² ^{見註5}	
韌性（夏比V型缺口衝擊試驗）		
◆ 板 材	橫向試樣，最小平均衝擊能量值（KV）為27J	
◆ 型材和鍛件	縱向試樣，最小平均衝擊能量值（KV）為41J	
◆ 試驗溫度	厚度t（mm）	試驗溫度（℃）
	t≤20	0
	20<t≤40 ^{見註3}	-20
註：		
1 無縫管和附件，應採用正常的製造工藝。縱向焊接和螺旋焊接的管材，應經主管機關或代表主管機關的被認可組織特別認可。		
2 管道不要求進行夏比V型缺口衝擊試驗。		

- 3 本表一般適用於厚度不超過40mm的材料。更大厚度的提議應經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可。
- 4 控制軋製工藝或TMCP可用於替代。
- 5 規定的最低屈服應力超過410N/mm²的材料可由主管機關或代表主管機關的被認可組織認可。這些材料的焊縫和熱影響區的硬度應予以特別注意。

表6.2

設計溫度低於0℃和至-55℃的液貨艙，次屏壁和處理用壓力容器所用板材、型 材和鍛件 ^{見註1} 最大厚度為25mm ^{見註2}					
化學成分和熱處理					
◆碳錳鋼					
◆全鎮靜、鋁處理的細晶粒鋼					
◆化學成分（爐罐分析）					
C	Mn	Si	S	P	
≤0.16% ^{見註3}	0.7～1.60%	0.1～0.50%	≤0.025%	≤0.025%	
選擇的添加元素：合金化元素和晶粒細化元素一般按下列要求：					
Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
≤0.8% 最大	≤0.25%最大	≤0.08%最大	≤0.35%最大	≤0.05%最大	≤0.1%最大
Al總含量最少≤0.02%（酸溶性最少0.015%）					
◆正火或淬火加回火 ^{見註4}					
強度和韌性（衝擊）試驗要求					
取樣頻率					
◆板材		按“軋製件”試驗			
◆型材和鍛件		按批試驗			
力學性能					
◆抗拉性能		規定最低屈服應力不超過410N/mm ² ^{見註5}			
韌性（夏比V型缺口衝擊試驗）					
◆板材		橫向試樣，最小平均衝擊能量值（KV）為27J			
◆型材和鍛件		縱向試樣，最小平均衝擊能量值（KV）為41J			

◆ 試驗溫度	比設計溫度低5℃，或-20℃，取其低者										
註： 1 對鍛件的夏比V型缺口衝擊試驗和化學成分的要求，可由主管機關特別考慮。 2 對厚度超過25mm的材料，夏比V型缺口衝擊試驗應按下列要求進行： <table data-bbox="357 463 1273 785"> <tr> <th>材料厚度（mm）</th><th>試驗溫度（℃）</th></tr> <tr> <td>25<t≤30</td><td>比設計溫度低10℃，或-20℃，取其低者</td></tr> <tr> <td>30<t≤35</td><td>比設計溫度低15℃，或-20℃，取其低者</td></tr> <tr> <td>35<t≤40</td><td>比設計溫度低20℃</td></tr> <tr> <td>40<t</td><td>經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可的溫度</td></tr> </table>		材料厚度（mm）	試驗溫度（℃）	25<t≤30	比設計溫度低10℃，或-20℃，取其低者	30<t≤35	比設計溫度低15℃，或-20℃，取其低者	35<t≤40	比設計溫度低20℃	40<t	經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可的溫度
材料厚度（mm）	試驗溫度（℃）										
25<t≤30	比設計溫度低10℃，或-20℃，取其低者										
30<t≤35	比設計溫度低15℃，或-20℃，取其低者										
35<t≤40	比設計溫度低20℃										
40<t	經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可的溫度										
衝擊能量值應按所用試樣種類符合表列的要求。 用於液貨艙和液貨艙部件的材料，如焊後熱應力完全消除，可在比設計溫度低5℃或-20℃（取其低者）的溫度進行試驗。 對於已消除熱應力的加強構件和其他構件，其試驗溫度應與鄰接液貨艙殼體厚度所要求的試驗溫度相同。 3 如設計溫度不低於-40℃，經主管機關特別同意，材料的含碳量最大可增至0.18%。 4 控制軋製工藝或TMCP可用作替代。 5 規定的最低屈服應力超過410N/mm²的材料可由主管機關或代表主管機關的被認可組織認可。這些材料的焊縫和熱影響區的硬度應予以特別注意。 指導： 厚度超過25mm的材料，如其試驗溫度為-60℃或更低者，需採用符合本章表6.3規定鋼材或經特殊處理的鋼材。											

表6.3

設計溫度低於-55℃至-165℃ ^{見註2} 的液貨艙， 次屏壁和處理用受壓容器所用板材、型材和鍛件 ^{見註1} 最大厚度為25mm ^{見註3和4}		
最低設計溫度 (℃)	化學成分 ^{見註5} 和熱處理	衝擊試驗溫度 (℃)
-60	1.5%鎳鋼—正火或正火加回火或淬火加回火或TMCP，見註6	-65
-65	2.25%鎳鋼—正火或正火加回火或淬火加回火或TMCP，見註6和7	-70
-90	3.5%鎳鋼—正火或正火加回火或淬火加回火或TMCP，見註6和7	-95
-105	5%鎳鋼—正火或正火加回火或淬火加回火，見註6、7和8	-110
-165	9%鎳鋼—二次正火加回火或淬火加回火，見註6	-196
-165	奧氏體鋼，如304，304L，316，316L，321和347等，固溶處理，見註9	-196
-165	鋁合金，如5083，退火	不要求
-165	奧氏體鐵—鎳合金（含36%Ni），按經同意的熱處理方法	不要求
抗拉和韌性（衝擊）試驗要求		
取樣頻率		
◆ 板材	按“軋製件”試驗	
◆ 型材和鍛件	按批試驗	
韌性（夏比V型缺口衝擊試驗）		
◆ 板材	橫向試樣，最小平均衝擊能量值（KV）為27J	
◆ 型材和鍛件	縱向試樣，最小平均衝擊能量值（KV）為41J	
註：		
1 使用在臨界條件鍛件的衝擊試驗的要求，須提交主管機關特別考慮。		
2 設計溫度低於-165℃時的要求，應經主管機關特別同意。		
3 含1.5%Ni、2.25%Ni、3.5%Ni和5%Ni的材料厚度超過25mm，應按下述要求進		

行衝擊試驗：

材料厚度 (mm)	試驗溫度 (°C)
$25 < t \leq 30$	比設計溫度低10°C
$30 < t \leq 35$	比設計溫度低15°C
$35 < t \leq 40$	比設計溫度低20°C

衝擊能量值，應根據所用試樣型式按照表列值。對厚度超過40mm的材料，夏比V型缺口衝擊能量值應予以特別考慮。

- 4 可採用厚度超過25mm的9%Ni鋼、奧氏體不鏽鋼和鋁合金。
- 5 化學成分的範圍應按照公認標準。
- 6 TMCP鎳鋼應經主管機關接受。
- 7 淬火加回火的鋼材，經主管機關特別考慮，可用於較低的最低設計溫度。
- 8 經特殊熱處理的5%鎳鋼，例如經三級熱處理的5%鎳鋼，可被用於最低溫度為-165°C的場合，但應在-196°C下對其進行衝擊試驗。
- 9 經主管機關同意，可免除衝擊試驗。

表6.4

設計溫度低於0℃和至-165℃ ^{見註3} 的貨物管系 和處理用管系所用的管子（無縫管和焊接管） ^{見註1} 鍛件 ^{見註2} 和鑄件 ^{見註2} 最大厚度為25mm			
最低設計溫度 (℃)	化學成分 ^{見註5} 和熱處理	衝擊試驗	
		試驗溫度 (℃)	最小平均衝擊能量(KV)
-55	碳錳鋼：應為全鎮靜細晶粒，正火或經同意的熱處理方法 ^{見註6}	見註4	27
-65	2.25%鎳鋼。正火，正火加回火或淬火加回火 ^{見註6}	-70	34
-90	3.5%鎳鋼。正火，正火加回火或淬火加回火 ^{見註6}	-95	34
-165	9%鎳鋼 ^{見註7} 。二次正火加回火或淬火加回火	-196	41
	奧氏體鋼，如304，304L，316，316L、321和347。固溶處理 ^{見註8}	-196	41
	鋁合金，如5083，退火		不要求
抗拉和韌性（衝擊）試驗要求			
取樣頻率			
◆應按批試驗。			
韌性（夏比V型缺口衝擊試驗）			
◆衝擊試驗：縱向試樣			
註： 1 如使用縱向焊接和螺旋焊接的管子，應經主管機關特別認可。 2 對鍛件和鑄件的要求可由主管機關特別考慮。 3 設計溫度低於-165℃的要求應經主管機關特別同意。 4 試驗溫度應比設計溫度低5℃，或為-20℃，取其低者。 5 化學成分的範圍應按照公認標準。 6 對於經淬火加回火的材料，經主管機關特別同意，可採用較低的設計溫度。 7 化學成分不適用於鑄件。			

8 經主管機關同意，可免除衝擊試驗。

表6.5

用於按4.19.1.2和4.19.1.3要求的 船體結構用板材和型材								
船體結構的最低設計溫度（℃）	各鋼級的最大厚度（mm）							
	A	B	D	E	AH	DH	EH	FH
0℃及以上 ^{見註1} -5℃及以上 ^{見註2}	按公認標準							
0至-5℃	15	25	30	50	25	45	50	50
-5至-10℃	x	20	25	50	20	40	50	50
-10至-20℃	x	x	20	50	x	30	50	50
-20至-30℃	x	x	x	40	x	20	40	50
低於-30℃	按表6.2規定，但表6.2及該表註2中所指的厚度範圍不適用							
註：								
“x”係指不應採用的鋼級。								
1 適用於4.19.1.3。								
2 適用於4.19.1.2。								

6.5 金屬材料的焊接和無損探傷

6.5.1 通則

6.5.1.1 本節應僅適用於主屏壁和次屏壁，包括構成次屏壁的內殼。碳鋼、碳錳鋼、鎳合金鋼和不鏽鋼應進行驗收試驗，但這些試驗也可適用於其他材料。主管機關可決定對不鏽鋼和鋁合金的焊接件免做衝擊試驗，也可對任何材料特別要求做其他的試驗。

6.5.2 焊接材料

6.5.2.1 用於液貨艙的焊接材料應符合公認標準。所有焊接材料應

要求進行熔敷金屬試驗和對接焊縫試驗。拉伸試驗和夏比V型缺口衝擊試驗中所得的結果應符合公認標準。熔敷金屬的化學成分應作記錄以供查詢。

6.5.3 液貨艙和處理用壓力容器的焊接工藝試驗

6.5.3.1 所有液貨艙和處理用壓力容器的對接焊縫要求作焊接工藝試驗。

6.5.3.2 焊接試件應能代表：

- .1 每種母材；
- .2 每種焊接材料和焊接方法；和
- .3 每種焊接位置。

6.5.3.3 板材的對接焊試驗，試板的制備應使板材軋製方向平行於焊接方向。每種焊接工藝試驗所規定的材料厚度範圍應符合公認標準。射線檢查或超聲波檢查可由製造廠選擇決定。

6.5.3.4 液貨艙和處理用壓力容器的以下焊接工藝試驗應按6.3進行（從每個試件製作試樣）：

- .1 焊縫橫向拉力試驗；
- .2 公認標準要求的縱向全焊接試驗；
- .3 焊接橫向彎曲試驗，可進行正彎、反彎或側彎試驗。
如母材和焊縫金屬具有不同的強度級，則可要求以縱向彎曲試驗替代橫向彎曲試驗；

- .4 一組3個的夏比V型缺口衝擊試驗，一般應在下列每個位置上截取，如圖6.2所示：
 - .1 焊縫的中心線；
 - .2 熔合線；
 - .3 距熔合線1mm；
 - .4 距熔合線3mm；和
 - .5 距熔合線5mm；和
- .5 也可要求對焊縫做宏觀斷面、微觀斷面以及硬度進行測定的檢驗。

6.5.3.5 每個試驗應滿足下列要求：

- .1 拉力試驗：焊縫橫向抗拉強度應不低於相應母材的最低抗拉強度。對於鋁合金，應參見4.18.1.3關於低匹配焊縫的焊縫金屬強度要求（如焊縫金屬的抗拉強度低於母材的抗拉強度）。在每種情況下，應提供試樣破斷位置報告以供備查；
- .2 彎曲試驗：試樣經直徑為4倍試樣厚度的彎芯彎曲180°後，不應斷裂；和
- .3 夏比V型缺口衝擊試驗：應在對連接母材規定的溫度下進行衝擊試驗。焊縫金屬衝擊試驗的結果，其最小平均衝擊能量（KV）應不低於27J。焊縫金屬小尺寸試樣和單個衝擊能量的要求應按6.3.2的規定。熔合線

和熱影響區的衝擊試驗結果的最小平均衝擊能量(KV)應符合母材橫向或縱向要求(視適用而定)，而小尺寸試樣，最小平均衝擊能量(KV)應符合6.3.2的規定。如果材料的厚度不允許截取全尺寸試樣或標準小尺寸試樣，則試驗方法和驗收標準應符合公認標準。

6.5.3.6 用於填角焊的工藝試驗應符合公認標準。在這種情況下，應選擇具有良好衝擊性能的焊接材料。

6.5.4 管材的焊接工藝試驗

管材焊接工藝試驗應與6.5.3對液貨艙規定的細節相似。

6.5.5 產品焊縫試驗

6.5.5.1 除整體液貨艙和薄膜液貨艙外，所有液貨艙和處理用壓力容器通常按每50m左右的對接焊縫進行一次產品焊縫試驗，並應能代表各個焊接位置。對次屏壁應作相同型式的產品焊縫試驗，但經主管機關同意可減少試驗數量。除6.5.5.2至6.5.5.5規定的試驗外，可要求對液貨艙或次屏壁進行其他試驗。

6.5.5.2 對A型和B型獨立液貨艙以及半薄膜液貨艙的產品焊縫試驗應包括每50m的焊縫進行彎曲試驗，以及當要求時還應進行以一組3個夏比V型缺口的衝擊試驗。夏比V型缺口衝擊試驗試樣的缺口應分別位於焊縫中心或熱影響區(根據焊接工藝試驗的結果來確定的最危險的位置)。對於奧氏體不鏽鋼，所有的缺口應位於焊縫的中心處。

6.5.5.3 對於C型獨立液貨艙和處理用壓力容器，除6.5.5.2所列的試驗外，還要求進行焊縫橫向拉力試驗。拉力試驗應滿足6.5.3.5的要

求。

6.5.5.4 質量保證/質量控制計劃應確保材料製造商的質量手冊中規定的產品焊縫持續符合性。

6.5.5.5 整體液貨艙和薄膜液貨艙的試驗要求與6.5.3中所列的適用試驗要求一致。

6.5.6 無損探傷試驗

6.5.6.1 所有試驗程序和驗收標準應按公認標準，除非設計方規定更高的標準以滿足設計假定。原則上應使用射線檢查發現內部缺陷。但是，認可的超聲波檢查可替代射線檢查，但應增選部分位置進行射線檢查以驗證結果。應保存射線和超聲波檢查結果。

6.5.6.2 設計溫度為-20℃以下的A型獨立液貨艙和半薄膜液貨艙以及不論設計溫度如何的B型獨立液貨艙，所有液貨艙殼板的全焊透對接焊縫應進行適於在其整個長度範圍內發現內部缺陷的無損探傷試驗。可在與6.5.6.1中規定的相同條件下進行替代射線檢查的超聲波檢查。

6.5.6.3 如設計溫度高於-20℃的液貨艙，在結構焊縫交叉處的所有全焊透對接焊縫和剩餘的全焊透對接焊縫至少10%應在與6.5.6.1中規定的相同條件下進行射線檢查或超聲波檢查。

6.5.6.4 在所有情況下，液貨艙結構的其餘焊縫，包括扶強材以及其他附件和連接件的焊縫應在必要時用磁粉或着色滲透法進行檢查。

6.5.6.5 對於C型獨立液貨艙，無損探傷的範圍應按公認標準定其為全部或部分，但檢驗範圍應不少於如下的規定：

.1 有關4.23.2.1.3中的全部無損探傷：

射線檢查：

.1 整個長度範圍內的所有對接焊縫；

用於表面裂紋檢查的無損探傷：

.2 10%長度範圍內的所有焊縫；

.3 整個長度範圍內的開孔和噴管等周圍的加強環。

可以用6.5.6.1中所述的超聲波檢查代替部分射線檢查。此外，主管機關可要求對開孔周圍的加強環和噴嘴焊縫進行全部超聲波檢查。

.2 部分無損探傷按4.23.2.1.3規定：

射線檢查：

.1 所有對接焊交叉處的接頭和對接焊縫全部長度上
均勻選取至少10%的長度；

用於表面裂紋檢查的無損探傷：

.2 整個長度範圍內的開孔和噴管等周圍的加強環；

超聲波檢查

.3 主管機關或代表主管機關的被認可組織可根據每

一具體情況提出要求。

6.5.6.6 質量保證/質量控制計劃應確保材料製造商的質量手冊中規定的焊縫無損探傷的持續符合性。

6.5.6.7 管道檢查應按照第5章的要求進行。

6.5.6.8 當認為必要時，次屏壁應進行無損探傷以發現內部缺陷。如船體外殼為次屏壁部分，則對所有舷側頂列板的對接焊縫以及舷側外板上的所有環縫和縱縫的交叉處應進行射線檢查。

6.6 金屬材料構造的其他要求

6.6.1 通則

6.6.1.1 焊縫的檢查和無損探傷應按照6.5.5和6.5.6的要求。如在設計中假定更高的標準或公差，其也應能滿足。

6.6.2 獨立液貨艙

6.6.2.1 對於由回轉體構成主要結構的C型和B型液貨艙，關於製造的公差，例如失圓、局部偏離正確形狀、焊接接頭的對中以及不同厚度板的削斜等，均應符合公認標準。這些公差都是與4.22.3.2和4.23.3.2所述的屈曲分析有關的。

6.6.2.2 對於用碳鋼和碳錳鋼製造的C型獨立液貨艙，如設計溫度低於-10℃，則應在焊接後進行焊後熱處理。其他各種情況下的焊後處理以及當所用材料不同於上述材料時的焊後熱處理均應符合公認標準。熱處理的加熱溫度和保溫時間也應符合公認標準。

6.6.2.3 對用碳鋼或碳錳鋼製成的C型液貨艙和大型受壓容器進行

熱處理有困難時，在下列條件下，可以採用充壓方法進行機械應力消除，以替代熱處理；

- .1 對於受壓容器的複雜焊接部件，如帶有噴管的貯槽或氣室連同其相鄰的殼板，在將其焊接到受壓容器的更大部件上之前應進行熱處理；
- .2 對於機械應力消除方法，最好應在4.23.6所要求的靜水壓力試驗期間採用施加一個高於4.23.6.1所要求的試驗壓力的方式進行，加壓的介質應是水；
- .3 對於水溫，可採用4.23.6.2的要求；
- .4 當液貨艙由其常規的鞍座或支承結構支持時，應對其進行應力消除。當不能在船上對其進行應力消除時，液貨艙的支持方式應能達到與由常規的鞍座或支承結構支持時同樣的應力和應力分佈；
- .5 每25mm厚度，應保持最大應力消除的壓力為 $2h$ ，但在任何情況下均不能少於 $2h$ ；
- .6 在應力消除期間，計算所得的應力水平上限應為：
 - .1 等效總體主膜應力： $0.9Re$ ；
 - .2 主彎曲應力加上膜應力的合成相同應力： $1.35Re$ ，其中 Re 是在用於液貨艙的鋼材的試驗溫度下標定的最低屈服應力的下限或0.2%條件驗證應力；
- .7 為了驗證這些限度，通常要求至少對相繼建造的一系

列同樣液貨艙中的第一個液貨艙進行應變測量。在按照6.6.2.3的要求需提交的機械應力消除的程度中應包括應變測量儀的位置；

- .8 試驗程度應證明：在應力消除過程結束後，當壓力再次升高到設計壓力時，在壓力和應變之間應達到一種線性關係；
- .9 在進行了機械應力消除後，應採用染色滲透劑或磁粉檢驗對幾何形狀不連續處（如噴管和其他開口）的高應力區域進行有關裂紋的檢查。應特別注意厚度超過30mm的板材；
- .10 對屈服應力與極限抗拉強度之比大於0.8的鋼材，通常不進行機械應力消除。如果採用一種提高鋼材延展性的方法，以提高鋼材屈服應力，則在對具體情況進行考慮後可接受略高的比值；
- .11 如果冷成形度超出要求作熱處理的限度，則不能用對液貨艙冷成形部件的熱處理替代機械應力消除；
- .12 液貨艙的殼板的封頭的厚度不超過40mm。如對部件進行過熱應力消除，則可以接受較高的厚度；
- .13 當液貨艙和氣室的封頭為準球形時，應特別注意防止局部屈曲；和
- .14 機械應力消除程序應符合公認標準。

6.6.3 次屏壁

建造期間，次屏壁的試驗和檢查要求應經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可或接受（見4.6.2.5和4.6.2.6）。

6.6.4 半薄膜液貨艙

6.6中用於獨立液貨艙或薄膜液貨艙的有關要求，如合適時，亦適用於半薄膜液貨艙。

6.6.5 薄膜液貨艙

質量保證/質量控制計劃應確保焊接工藝條件、設計細節、材料、結構、檢驗和部件的生產試驗的持續符合性。這些標準和工藝應在實施原型試驗計劃期間制定。

6.7 非金屬材料

6.7.1 通則

根據目前為止的經驗對這些材料的選擇和使用的指導見附錄4中的信息。

第7章

貨物壓力/溫度控制

目的

使液貨艙壓力和溫度保持在圍護系統設計限制和/或貨物載運要求範圍內。

7.1 控制方法

7.1.1 除設計成在最高設計環境溫度條件下能承受貨物的最大蒸氣錶壓力的液貨艙外，液貨艙的壓力和溫度應通過下列一種或幾種方法一直保持在設計範圍內：

- .1 貨物蒸氣的再液化；
- .2 蒸氣的熱氧化；
- .3 壓力積聚；和
- .4 液貨冷卻。

7.1.2 對於第17章要求的某些貨物，不論是否設有能處理貨物蒸氣的任何系統，其貨物圍護系統應能承受在最高環境設計溫度條件下的貨物最大蒸氣壓力。

7.1.3 除緊急情況外，不應接受排放貨物以保持液貨艙的壓力和溫度。主管機關可允許在海上將貨物蒸氣排放至大氣中以達到控制某些貨物的目的。經港口主管當局准許，此方法也可在港內採用。

7.2 系統設計

對於正常的營運，其最高的環境設計溫度應為：

— 海水：32℃

— 空氣：45℃

對於在特熱或特冷區域營運的船舶，這些設計溫度應作適當的增減並使主管機關滿意。系統的總容量應能在不向大氣排放的情況下將壓力

控制在設計條件內。

7.3 貨物蒸氣的再液化

7.3.1 通則

可以按下列方式之一對再液化系統進行佈置：

- .1 直接冷卻系統：對氣化的貨物進行壓縮、冷凝並將其輸回到液貨艙；
- .2 間接冷卻系統：用製冷劑對貨物或氣化的貨物進行冷卻或冷凝，而不對其壓縮；
- .3 混合系統：將氣化的貨物壓縮後，在貨物/製冷劑的熱交換器中加以冷凝，然後再將其輸回到液貨艙；和
- .4 如果在壓力控制操作期間並在設計條件範圍內，再液化系統產生包含甲烷的污水流，這些廢氣儘實際可行在不向大氣排放的情況下進行處理。

註：

第17和19章的要求可排除使用1個或多個系統或可規定使用特定系統。

7.3.2 相容性

用於再液化的製冷劑應與其相接觸的貨物相容。此外，如使用多種製冷劑應可能接觸，其應彼此相容。

7.4 蒸氣的熱氧化

7.4.1 通則

按1.2.52和16.2的規定通過貨物蒸氣的熱氧化以保持液貨艙壓力和溫度應只適用於LNG貨物。一般來說：

- .1 熱氧化系統應呈現無外部可見火焰，並應保持上煙道排放溫度低於535℃；
- .2 氧化系統所在處所的佈置應符合16.3，供應系統應符合16.4；和
- .3 如果任何其他系統產生的廢氣會燃燒，氧化系統應設計成能承受所有預計的原料氣體成分。

7.4.2 熱氧化系統

熱氧化系統應符合下列要求：

- .1 每個熱氧化系統應具有一個獨立的上煙道；
- .2 每個熱氧化系統應具有專門的強力通風系統；和
- .3 熱氧化系統的燃燒室和上煙道應設計成能防止氣體的任何積聚。

7.4.3 燃燒器

燃燒器應設計成能在所有設計着火條件下保持穩定的燃燒。

7.4.4 安全

7.4.4.1 應裝有適當的設備，對其佈置應確保：在沒有實現和保持良好的點火動作時，能切斷流向燃燒器的氣體。

7.4.4.2 每個氧化系統應能從安全可及的位置手動隔離氣體燃料供應。

7.4.4.3 應設有在燃燒器熄火後能使用惰性氣體清洗燃燒器的供氣管路的裝置。

7.4.4.4 在所有氣體、油類或油和氣燃燒器熄滅的情況下，氧化系統燃料室應能自動進行點火前的驅氣。

7.4.4.5 應採取能對燃燒室進行人工驅氣的措施。

7.5 壓力積聚系統

圍護系統絕熱層、設計壓力或兩者均應為所涉及的操作時間和溫度提供適當的餘量。不要求附加壓力和溫度控制系統。驗收條件應在1.4.4中要求的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》中予以記錄。

7.6 液貨冷卻

散裝貨物液體可由通過液貨艙內部或液貨艙外表面上的盤管流通的冷卻劑製冷。

7.7 隔離

如果同時載運2種或2種以上能起危險化學反應的貨物時，對於每種貨物，均應設有1.2.47中規定的獨立系統，每個系統符合7.8中規定的可用衡準。如果同時載運2種或2種以上不互相反應但由於其蒸氣的特性而需要單獨系統的貨物時，可通過隔離閥進行隔離。

7.8 可用性

系統的可用性及其支持輔助服務應：

- .1 如果機械非靜止部件或控制系統部件發生單項故障，能使液貨艙的壓力和溫度保持在其設計範圍內而不影響其他必需的服務；
- .2 不要求冗餘管系；
- .3 使液貨艙的壓力和溫度保持在其設計範圍內所需的熱交換器應有備用熱交換器，除非其容量超過最大要求的壓力控制容量的25%並能在無外部幫助的條件下在船上進行修理。如液貨艙壓力和溫度控制的附加和單獨方法不依靠單獨的熱交換器，不要求備用熱交換器；和
- .4 對於任何貨物加熱或冷卻介質，應設有按照13.6探測有毒或易燃蒸氣泄漏至非危險區域或舷外的裝置。泄漏探測裝置的任何透氣出口應至非危險區域並設有防火網。

第8章

貨物圍護的透氣系統

目的

使貨物圍護系統一直免受有害過壓或低壓。

8.1 通則

所有液貨艙均應具有與貨物圍護系統的設計以及所裝載的貨物相適應的壓力釋放系統。對於所承受的壓力可能超過其設計能力的貨艙處所和屏壁間處所，也應具有合適的壓力釋放系統。本規則第7章所規定的壓力控制系統應獨立於壓力釋放系統。

8.2 壓力釋放系統

8.2.1 液貨艙（包括甲板液貨艙）應設有最少2個壓力釋放閥（PRV），每個大小相等，在製造商的公差範圍內並適當設計和建造以滿足規定的服務。

8.2.2 屏壁間處所應設有壓力釋放裝置。對於薄膜系統，設計方應證明屏壁間處所壓力釋放閥具有足夠的尺寸。

8.2.3 壓力釋放閥的調定壓力應不高於設計該液貨艙時所採用的最大蒸氣壓力。當安裝兩個以上壓力釋放閥時，具有不超過總釋放能力50%的閥可調到MARVS以上5%的壓力以允許隨後的開啟，並將不必要的蒸氣釋放降至最低。

8.2.4 下列溫度要求適用於安裝至壓力釋放系統的壓力釋放閥：

- .1 將應設計溫度低於0℃的液貨艙上的壓力釋放閥設計和佈置成能防止閥由於結冰而失靈；
- .2 對於壓力釋放閥的結構和佈置，應考慮由於環境溫度結冰的影響；
- .3 壓力釋放閥應由熔點高於925℃的材料構成。可接受

對對內部結構和密封使用低熔點材料，只要不損害壓力釋放閥的自動防故障操作；和

- .4 先導式壓力釋放閥上的感應導管和排氣管應足夠堅固以防止破損。

8.2.5 閥試驗

8.2.5.1 壓力釋放閥應進行型式試驗。型式試驗應包括：

- .1 釋放能力的驗證；
- .2 在設計溫度低於-55℃情況下操作的低溫試驗；
- .3 閥座密性試驗；和
- .4 受壓部件按至少為設計壓力1.5倍的壓力進行壓力試驗。

壓力釋放閥應按照認可標準進行測試。

8.2.5.2 每個壓力釋放閥應經試驗以確保：

- .1 在規定的調定壓力下能開啟。對於0～0.15MPa者，開啟壓力的允許偏差不超過±10%；對於0.15～0.3MPa者，允許偏差不超過±6%；對於0.3MPa及以上者，允許偏差不超過±3%；
- .2 閥座密性可接受；和
- .3 受壓部件能承受至少1.5倍的設計壓力。

8.2.6 對於壓力釋放閥，應由主管機關或代表主管機關的被認可

組織進行調定和鉛封，而此項工作的記錄，包括閥的調定壓力，應被保存在船上。

8.2.7 在下列情況下，允許液貨艙有1個以上的釋放閥調定壓力：

- .1 安裝2個或2個以上經正確調定並被鉛封的壓力釋放閥，並設有必要的裝置，將不用的閥與液貨艙隔離；
或
- .2 安裝可以改變調定壓力的釋放閥。對於其調定壓力，可以通過使用預先認可的不要求進行壓力試驗即能驗證新的調定壓力的設備予以改變。所有其他的閥調節機構均須鉛封。

8.2.8 按8.2.7的規定改變調定壓力和相應地重新設定13.4.2所述的報警，應在船長的監督下，按照認可程序和船舶操作手冊的規定進行。應將改變後的調定壓力記錄在船舶航行日誌內，並在貨物控制室內（如設有時）張貼標記，然後在每個釋放閥上標明其調定壓力。

8.2.9 如果液貨艙安裝的壓力釋放閥發生故障，應有緊急隔離安全裝置：

- .1 應有程序並納入貨物操作手冊（見18.2）。
- .2 程序應只允許隔離1個液貨艙安裝的壓力釋放閥。
- .3 壓力釋放閥的隔離應在船長的監督下進行。該行動應記錄在船舶航行日誌內，並在貨物控制室內（如設有

時)和壓力釋放閥處張貼標記。

.4 在總釋放能力恢復前，液貨艙不應載貨。

8.2.10 安裝在液貨艙上的每個壓力釋放閥應與透氣系統相連接。

.1 此系統的構造應能使氣體排放不受阻礙且垂直引向上方出口；

.2 並佈置成能使水或雪進入透氣系統的可能性減少至最低限度；

.3 透氣管出口的高度應高出露天甲板不小於 $B/3$ 或6m，取其大者；和

.4 高出工作區域和走道6m。

8.2.11.1 應將液貨艙壓力釋放閥排氣管出口佈置成使其與最近的通向起居處所、服務處所和控制站或其他非危險區域空氣進口或開口之間的距離至少為 B 或25m，取其小者。對船長小於90m的船舶，可允許採用較小的距離。

8.2.11.2 應將所有與貨物圍護系統相連的其他透氣管出口佈置成使其與最近的通向起居處所、服務處所和控制站或其他非危險區域的空氣進口、出口或開口之間的距離至少為10m。

8.2.12 對在其他各章中未涉及的所有其他的貨物透氣管出口的佈置均應按照8.2.10、8.2.11.1和8.2.11.2的規定。應設有裝置防止由於相連處所的靜水壓力造成液體從透氣管桅出口溢流。

8.2.13 如果同時載運幾種相互間會起危險反應的貨物，則對所載運的每種貨物均應設置一個獨立的壓力釋放系統。

8.2.14 在透氣管系中，應設有能從可積聚液體的地方排放液體的設施。應將壓力釋放閥和管路佈置成在任何情況下不會使液體積聚在壓力釋放閥內或其附近。

8.2.15 在透氣管出口端，應裝設網孔不大於 13mm^2 的適當的防護網，以防異物進入，並不會對流量造成不利影響。載運特定貨物時，防護網的其他要求適用（見17.9和17.21）。

8.2.16 應將所有透氣管路設計和佈置成不致於因其受到溫度的變化、流產生的力或船體的運動而使其損壞。

8.2.17 應將壓力釋放閥連接至甲板平面以上的液貨艙最高部分。壓力釋放閥在液貨艙上的位置應使得在第15章中規定的充裝極限 FL 下當船舶處於橫傾 15° 和縱傾 $0.015L$ （對於 L 的定義，見1.2.31）的情況下，壓力釋放閥處仍保持蒸氣狀態。

8.2.18 按照15.5.2的要求裝載的液貨艙上的透氣系統，應由主管機關驗證其適用性，並考慮到本組織制定的建議案。有關的證書應永久保留在船上。就本條而言，透氣系統係指：

- .1 液貨艙出口和通向壓力釋放閥的管路；
- .2 壓力釋放閥；和
- .3 從壓力釋放閥到排向大氣部位的管路，並包括於其他液貨艙相通的連接件和管路。

8.3 真空保護系統

8.3.1 對於未設計成能承受最大外壓差為0.025MPa的液貨艙，或不能承受在最大卸貨速率下無蒸氣返回液貨艙時，或由於貨物製冷系統工作時或熱氧化時可能產生的最大外壓差，則均應設置：

- .1 兩個獨立的壓力開關，以能在足以低於液貨艙的最大設計外壓差時的壓力下，採取適當的措施，按順序報警並隨後停止從液貨艙內抽吸貨物液體或蒸氣，同時關閉製冷設備（如設有時）；或
- .2 真空釋放閥，其氣體流量至少等於每個液貨艙的最大卸貨速率，且調定在足以低於液貨艙的設計外壓差時的壓力下能開啟。

8.3.2 按照第17章的要求，真空釋放閥應能允許惰性氣體、貨物蒸氣或空氣進入液貨艙，同時應佈置成使水或雪進入液貨艙的可能性為最小。如果允許貨物蒸氣進入液貨艙，則所進入的貨物蒸氣應為來自除貨物蒸氣管路以外的蒸氣源。

8.3.3 應能對真空保護系統進行試驗，以保證其在達到規定的壓力時能動作。

8.4 壓力釋放系統的排量

8.4.1 壓力釋放閥的排量

每個液貨艙的壓力釋放閥應具有一個聯合的釋放量，以便能排放下列情況中較大數量的蒸氣，使液貨艙中的壓力升高不超過釋放閥的

最大允許調定值（MARVS）的20%：

8.4.1.1 如果液貨艙惰化系統最大可達到的工作壓力超過液貨艙的MARVS，則取液貨艙惰化系統的最大排量；或

8.4.1.2 用下式算得的火災波及時的蒸氣生成量：

$$Q = FGA^{0.82} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

式中：

Q = 在273.15K和0.1013MPa的標準狀態下所要求的空氣最小排放率；

F = 用於不同類型液貨艙的火災波及係數：

- 1，對於甲板上無絕熱層的液貨艙；
- 0.5，對於甲板以上其絕熱層係經主管機關認可的液貨艙。應根據所使用的防火材料、絕熱層的熱傳導性能及其在火災波及時的穩定性進行此項認可；
- 0.5，對於安裝在貨艙處所內非絕熱的獨立液貨艙；
- 0.2，對於安裝在貨物處所內絕熱的獨立液貨艙（或安裝在絕熱貨艙處所內非絕熱獨立液貨艙）；
- 0.1，對於惰化貨艙處所內的絕熱獨立液貨艙（或惰化、絕熱貨艙處所內非絕熱獨立液貨艙）；

— 0.1，對於薄膜或半薄膜液貨艙。對於部分突出於開敞甲板上的獨立液貨艙的火災波及係數，應根據甲板上、下部分的表面積予以決定。

G = 氣體係數：

$$G = \frac{12.4}{LD} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

其中：

T = 在釋放狀態下的絕對溫度（K），即在120%的釋放閥調定壓力下的溫度；

L = 在釋放狀態下，物質被氣化時的潛熱，kJ/kg；

D = 根據比熱 k 決定的常數，用下列公式計算：

$$D = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

式中：

K = 釋放狀態下的比熱率，其值在1和2.2之間。

如果 k 為未知數時，應取 $D = 0.606$ ；

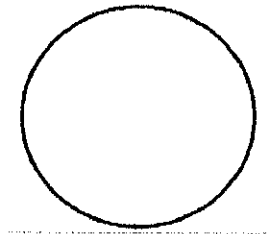
Z = 在釋放狀態下，氣體的壓縮係數；如此係數為未知數，則取 $Z = 1$ ；和

M = 貨品分子量。

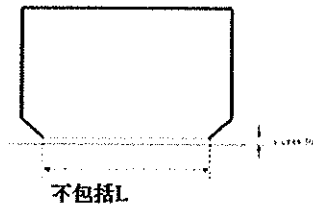
應確定載運的每個貨物的氣體因數，最高值應用於

PRV排量。

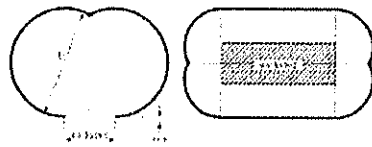
$A = 1.2.14$ 中規定的液貨艙外表面面積（ m^2 ）。對於不同類型的液貨艙，如圖8.1所示。



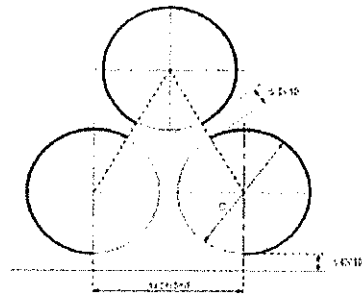
具有球形、半球或半橢圓形封頭的圓柱形液貨艙或球形液貨艙



棱形液貨艙



雙耳式液貨艙



水平圓柱形液貨艙佈置

圖8.1

8.4.1.3 釋放狀態下要求的空氣質量流由下列公式得出：

$$M_{\text{空氣}} = Q \rho_{\text{空氣}} \quad (\text{kg/s})$$

式中：

空氣密度($\rho_{\text{空氣}}$)=1.293kg/m³(空氣273.15K, 0.1013MPa)。

8.4.2 透氣管系統排量

確定壓力釋放閥的排量時，應考慮壓力釋放閥上流和下流的壓力損失以確保8.4.1要求的流量。

8.4.3 上流壓力損失

8.4.3.1 按照8.4.1，透氣管路中從液貨艙到壓力釋放閥入口處的壓降，應不超過計算流速時該閥釋放調定壓力的3%。

8.4.3.2 如果先導式壓力釋放閥感應導管直接引自液貨艙氣室，則壓力釋放閥應不受進入管壓力損失的影響。

8.4.3.3 對於流動型導閥，應考慮感應導管中的壓力損失。

8.4.4 下流壓力損失

8.4.4.1 如設有公用透氣管聯箱和透氣管桅，計算應包括所有相關壓力釋放閥的流量。

8.4.4.2 透氣管中從壓力釋放閥出口至排放至大氣的位置的背壓，

包括與其他液貨艙相連的任何透氣管連接，應不超過下列值：

- .1 對非平衡壓力釋放閥： MARVS的10%；
- .2 對平衡壓力釋放閥： MARVS的30%；和
- .3 先導式壓力釋放閥： MARVS的50%；

可接受壓力釋放閥製造商提供的替代值。

8.4.5 為確保壓力釋放閥的穩定運作，排氣應不少於進口壓力損失和額定排量時0.02MARVS的總和。

第9章

貨物圍護系統的環境控制

目的

監控圍護系統的完整性並確保系統和貨艙處所內的大氣在船舶營運期間一直處於安全狀態。

9.1 貨物圍護系統內的環境控制

9.1.1 應設有一個管路系統，以便能對每個液貨艙安全地除氣以及在除氣後的狀態下用貨物蒸氣安全地充氣。應將系統佈置成能在氣體環境改變後使氣體或空氣存留死角的可能性降至最低限度。

9.1.2 對於易燃貨物，應將系統設計成在利用惰性的介質對液貨艙進行氣體環境改變作業的中間步驟時，消除易燃氣體混合物存在於

液貨艙內的可能性。

9.1.3 可能含有易燃貨物的管路系統應符合9.1.1和9.1.2。

9.1.4 應對每個液貨艙和貨物管路系統設置足夠數量的採樣點，以能充分地監測氣體環境改變的進程。氣體採樣連接管應在主甲板以上設有單個閥，並用適當的蓋板或盲板密封（見5.6.5.5）。

9.1.5 在上述作業過程中所使用的惰性氣體，可由岸上或船上供給。

9.2 貨艙處所（除C型獨立液貨艙以外的貨物圍護系統）內的環境控制

9.2.1 對於要求全部或部分設次屏壁的用於易燃氣體的貨物圍護系統的屏壁間處所和貨艙處所，均應使用適當的乾燥惰性氣體進行惰化，並用船上惰性氣體發生系統或用船上儲存的惰性氣體提供補充的惰性氣體以保持惰化。船上儲存的惰性氣體應至少能滿足30天的正常消耗。

9.2.2 另一方面，因受第17章規定的限制，可用乾燥空氣充填9.2.1所述的只要求部分次屏壁的處所，但船上仍應保持有一定貯量的惰性氣體或在船上設有足以惰化上述處所中最大處所的惰性氣體發生系統。同時，對於上述處所的形狀以及有關的蒸氣探測系統連同惰化裝置的能力，應保證能迅速探測到液貨艙的任何泄漏以及在可能發展成危險狀態之前能完成惰化。應設有能產生足夠的合適質量的乾燥空氣的設備，以滿足預期的需要。

9.2.3 當載運非易燃氣體時，9.2.1和9.2.2所述的處所可用合適的

乾燥空氣或惰性氣體予以保持。

9.3 C型獨立液貨艙周圍處所的環境控制

對於未設置次屏壁的液貨艙周圍處所，應充填適當的乾燥惰性氣體或乾燥空氣，並應用船上惰性氣體發生系統或貯存的惰性氣體提供補充的惰性氣體或用合適的乾燥空氣設備提供的乾燥空氣，以保持上述處所的環境。如果貨物在環境溫度下載運，乾燥空氣或惰性氣體的要求不適用。

9.4 惰化

9.4.1 惰化是指提供一個不燃環境的過程。在處所內所有可能出現的溫度下，此惰性氣體與貨物在化學性質方面和操作方面均應是相容的。並應考慮惰性氣體的露點。

9.4.2 如果船上還儲存用於滅火的惰性氣體，則應將其儲存在獨立的容器內，且不得用於貨物作業。

9.4.3 當惰性氣體在0℃以下儲存時，無論其是液體還是蒸氣，均應將儲存和供應系統設計成使船舶構件的溫度不致下降到其所能承受的極限值以下。

9.4.4 應設有用以防止貨物蒸氣倒流至適合於所載運貨物的惰性氣體系統的佈置。如果將該惰性氣體裝置設於機器處所或貨物區域之外的其他處所時，應在貨物區域內的惰性氣體總管上安裝2個止回閥或等效裝置以及1個可拆短管。除了與貨艙處所或屏壁層處所的連接外，惰性氣體系統在不使用時應與貨物區域的貨物系統分隔開。

9.4.5 所採用的佈置應使每個被惰化的處所都能被隔離，並在這些處所設置必要的壓力控制和釋放閥等，以控制處所內的壓力。

9.4.6 如果絕熱處所持續獲得惰性氣體作為泄漏檢查系統的一部分，應設有裝置監測各處所獲得的氣體數量。

9.5 船上惰性氣體的製造

9.5.1 製造惰性氣體的設備應能產生含氧量（按體積）在任何時間都不超過5%的惰性氣體，且應符合第17章的特殊要求。從惰性氣體製造設備引出的惰性氣體供應管路上應安裝一個能連續讀數的含氧量測定表和一個調定在最高含氧量（按體積）為5%時報警的報警裝置，且也應滿足第17章的要求。

9.5.2 惰性氣體系統應具有適合於貨物圍護系統的壓力控制裝置和探測裝置。

9.5.3 裝有惰性氣體發生裝置的處所不得有通往起居處所、服務處所或控制站的直接通道，但惰性氣體發生裝置可位於機器處所內。惰性氣體管路不得通過起居處所、服務處所或控制站。

9.5.4 製造惰性氣體用的燃燒設備不得位於貨物區域內。對於使用催化燃燒方法的惰性氣體發生設備的安裝位置，可給予特別考慮。

第10章

電氣裝置

目的

確保電氣裝置設計成能使易燃貨品失火和爆炸的危險降至最低程度，且設有與貨物液體和蒸氣的安全載運、裝卸和調節相關的發電和配電系統。

10.1 定義

就本章而言，除另有規定外，下列定義應適用。

10.1.1 危險區域係指爆炸性氣體環境出現或預期可能出現的數量達到足以要求對電氣設備的結構、安裝和使用採取特殊預防措施的區域。

10.1.1.1 0區危險區域係指持續或長期存在爆炸性氣體環境的區域。

10.1.1.2 1區危險區域係指正常運行時可能出現爆炸性氣體環境的區域。

10.1.1.3 2區危險區域係指正常運行時不可能出現爆炸性氣體環境（如出現，也只是偶爾或短時間出現）的區域。

10.1.2 非危機區域係指爆炸性氣體環境預期出現的數量不足以要求對電氣設備的結構、安裝和使用採取特殊預防措施的區域。

10.2 一般要求

10.2.1 所配備的電氣裝置應能使易燃貨品失火和爆炸的危險降至最低程度。

10.2.2 電氣裝置應按照公認標準。

10.2.3 電氣設備或電纜不得安裝在危險區域內，除非為作業目的或提高安全性所必需時。

10.2.4 當電氣設備安裝在10.2.3所規定的危險區域內時，其應按照不低於本組織可接受的標準選擇、安裝和維護。危險區域的設備應由經認證的試驗當局或經主管機關認可的機構進行評估和發證或列舉。不合格易燃氣體探測設備的自動隔離不能替代合格設備的使用。

10.2.5 為便於選擇適當的電氣設備和設計合適的電氣裝置，危險區域按照公認標準分區。

10.2.6 發電和配電系統及相關控制系統應設計成單個故障不會導致7.8.1要求的液貨艙壓力和4.19.1.6要求的船體結構溫度保持在正常營運限制內的能力喪失。應按照不低於主管機關接受的標準對故障模式和影響進行分析和記錄。

10.2.7 危險區域內的照明系統至少應有2個分支線路。所有開關和保護電器均應能分斷全部的極或相，並應位於非危險區域內。

10.2.8 電測深儀或計程儀以及外加電流陰極保護系統的陽極或電極。這些設備均應置於氣密圍阱內。

10.2.9 可將深潛式貨泵電動機及其供電電纜安裝在貨物圍護系統內。應設有能在低液位時自動停止電動機運轉的裝置。這可通過檢測泵的低排放壓力、電動機的低電流或低液位予以實現。電動機停止運轉時，應在貨物控制站進行報警。在除氣作業期間，應能切斷貨泵電動機的供電電源。

第11章

防火與滅火

目的

確保設有合適的系統在貨物區域發生火災時保護船舶和船員。

11.1 防火安全要求

11.1.1 SOLAS公約第II-2章中對液貨船的要求應適用於本規則所涉及的船舶不論其噸位大小，包括小於500總噸的船舶，但是：

- .1 第4.5.1.6條和第4.5.10條的規定不適用；
- .2 第10.4條和第10.5條應適用於2000總噸及以上的液貨船；
- .3 第10.5.6條應適用於2000總噸及以上的船舶；
- .4 SOLAS公約第II-2章中有關對液貨船的下列規定不適用，由本規則的有關章節替代，詳細如下：

公約條文：	由本規則替代的條文號：
10.10	11.6
4.5.1.1和4.5.1.2	第3章
4.5.5	本規則的相關章節
10.8	11.3和11.4
10.9	11.5
10.2	11.2.1至11.2.4

.5 第13.3.4條和第13.4.3條應適用於500總噸及以上的船舶。

11.1.2 除本規則第10章和第16章另有規定外，所有點火源應從可能存在易燃蒸氣的處所排除。

11.1.3 本條規定應與本規則第3章一起適用。

11.1.4 為了滅火，應將在最後面的貨艙處所後端或在最前面的貨艙處所前端處的隔離艙、壓載艙或留空處所上方的任何開敞甲板區域都包括在貨物區域內。

11.2 消防總管和消防栓

11.2.1 對於載運受本規則約束的貨品的船舶，不論其尺度大小，均應滿足SOLAS公約第II-2/10.2條對貨船的要求。但是，當消防泵用於供給本規則11.3.3規定的水霧系統時，則所要求的消防泵的排量以及消防總管和消防水管的直徑應不受SOLAS公約第II-2/10.2.2.4.1條和第II-2/10.2.1.3條規定的限制。消防泵的排量應在具有19mm噴嘴的消防水帶在至少0.5MPa的壓力下同時提供2股水柱時使這些區域得到保護。

11.2.2 對水滅火系統的佈置，應至少使2股水柱能噴射到貨物區域內的甲板的任何部分以及甲板以上的貨物圍護系統和液貨艙艙口蓋等部位。應設置必要數量的消火栓，以滿足上述佈置的需要並滿足SOLAS公約第II-2/10.2.1.5.1條和第II-2/10.2.3.3條的要求，消火栓所配備的消防水帶的長度按第II-2/10.2.3.1.1條的規定。此外，SOLAS公約第II-2/10.2.1.6條所要求的壓力至少應達到0.5MPa（表壓）。

11.2.3 在進入貨物區域前並以確保能隔斷總管上任何損壞的單個管段的間隔，應在所設的任何管路的交叉處和保護位置的消防總管或總管組上設置截止閥，以從最近的消防栓使用不超過2個水帶長度來滿足11.2.2的要求。向服務於貨物區域的消防總管供水應為主消防泵供水的環狀總管或由位於貨物區域前後的消防泵供水的單個總管，其中一個應獨立驅動。

11.2.4 水槍應為經認可的設有關閉裝置的兩用型（水霧/水柱型）。

11.2.5 安裝後，管子、閥、附件和組裝系統應進行密性和功能試驗。

11.3 水霧系統

11.3.1 在載運易燃和/或有毒貨品的船上，應安裝用於冷卻、防火以及船員防護的水霧系統，其範圍應包括：

- .1 裸露的液貨艙氣室、液貨艙的任何裸露部分和含有貨物的相鄰設備着火時暴露於熱的液貨艙蓋的任何部分（例如裸露的增壓泵/加熱器/再氣化或再液化裝置，以下稱為露天甲板上的氣體處理裝置）；
- .2 在甲板上裸露的用於易燃或有毒貨品儲存容器；
- .3 甲板上的氣體處理裝置；
- .4 貨物液體和蒸氣的裝卸連接，包括法蘭及其控制閥所在的區域，其範圍至少等於所設滴盤的區域；

- .5 貨物液體和蒸氣管中所有裸露的應急關閉(ESD)閥，包括向用氣裝置供氣的總閥；
- .6 面向貨物區域的暴露限界面，例如經常有人的上層建築和甲板室的艙壁、貨物機器處所、裝有高度失火危險物品的儲藏室和貨物控制室。這些區域暴露的水平限界面不要求保護，除非在其上面或下面佈置可拆卸的貨物管路連接。對不存放高度失火危險物品或設備的無人首樓結構的限界面，不要求水霧保護；
- .7 面向貨物區域的裸露救生艇、救生筏和集合站，不論至貨物區域的距離；和
- .8 任何半圍蔽貨物機器處所和半圍蔽貨物機艙。

應特別考慮擬按1.1.10所述進行營運的船舶（見11.3.3.2）。

11.3.2.1 水霧系統應能覆蓋11.3.1.1至11.3.1.8所述的所有區域，用於最大水平投影面的噴射率應至少為每分鐘 $10\ell/\text{m}^2$ 的均勻分佈水霧；用於垂直表面，應至少為每分鐘 $4\ell/\text{m}^2$ 。對於不能明確劃分水平面或垂直面的結構，水霧系統的排量應不小於水平投影面積乘以每分鐘 $10\ell/\text{m}^2$ 。

11.3.2.2 在垂直表面上，確定用於保護較低區域的噴嘴的間距時，可估算從較高區域流下的水量。為了隔斷損壞的管段，在水霧系統總管上應每隔不超過40m安裝1個截止閥。或者將系統分成2個或多個區段，可以對每個區段進行獨立操作，但應將必要的控制裝置集中安裝在貨物區域外易於到達的位置。用於保護包括11.3.1.1和.2所述區域的

任何區域的區段應能至少覆蓋該區域的整個橫向液貨艙群。11.3.1.3 中包括的任何氣體處理裝置可由1個獨立的區段服務。

11.3.3 除11.3.1.4至11.3.1.8所述的表面之外。水霧泵排量應能同時保護下列的大者：

- .1 任何2個完整的橫向液貨艙群，包括該區域內的任何氣體處理裝置；或
- .2 對於按1.1.10所述進行營運的船舶，按照11.3.1需特別考慮任何附加失火危險的必要保護和相鄰橫向液貨艙群，

也可將主消防泵用作水霧系統供水泵，但其總排量中應增加水霧系統所需水量。不論在哪種情況下，在貨物區域外的消防總管和水霧系統總管之間，都應設有帶截止閥的連接管。

11.3.4 如果1個艙失火會使2個消防泵失效，經常有人的上層建築和甲板室的限界面和面向貨物區域的救生艇、救生筏和集合區域也應能由1個消防泵或應急消防泵服務。

11.3.5 通常被用作其他用途的水泵也可向水霧系統總管供水。

11.3.6 水霧系統中的所有管子、閥、噴嘴和其他附件均應能耐海水腐蝕。貨物區域內管路、附件和相關構件（襯墊除外）應設計成經受925℃。水霧系統應佈置成具有管線過濾器以防止管道和噴嘴堵塞。此外，應設有裝置用海水反沖系統。

11.3.7 對於水霧系統供水泵的遙控起動裝置和該系統中任何常

閉閥門的遙控操作裝置，應將其佈置在貨物區域外鄰近起居處所的合適位置，並能在被保護區域發生火災時易於進入和對其操作。

11.3.8 安裝後，管道、閥、附件和組裝系統應進行密性和功能試驗。

11.4 化學乾粉滅火系統

11.4.1 對凡擬載運易燃貨品的船舶，均應安裝經主管機關基於本組織制定的指南認可的固定式化學乾粉滅火系統，以使用其撲滅貨物區域甲板上的火災（包括甲板上任何貨物液體和蒸氣排放和裝載連接），如適用時，也可用其撲滅首尾貨物裝卸區域的火災。

11.4.2 該系統具有至少能用2個手持軟管或乾粉炮與手持軟管的聯合裝置將乾粉噴灑到暴露貨物液體和蒸氣管路、裝卸連接和暴露氣體處理裝置的任何部分。

11.4.3 化學乾粉滅火系統應設計成具有不少於2個獨立裝置。11.4.2要求的任何被保護部件應能從不少於2個獨立裝置及其控制裝置、加壓介質固定管路、乾粉炮或手持軟管達到。對於其液貨艙容量小於1000m³的船舶，可設一套上述裝置。乾粉炮應佈置成能保護任何裝卸連接區域，且能對其進行就地和遙控啟動和噴灑。如果乾粉炮能從一個位置將所需的乾粉噴灑到整個覆蓋區域，則不要求乾粉炮具有遙控瞄準的能力。面向起居處所並隨時可進入的貨物區域末端左舷和右舷處應設有1個軟管。

11.4.4 乾粉炮的排量不得小於10kg/s。對於手持軟管，不應被扭曲，並應設有個能夠開和關的噴嘴，其噴射速率不小於3.5kg/s。當噴

嘴以最大噴射速率噴射時，應能允許由人進行操作，手持軟管的長度不應超過33m。如果乾粉容器與手持軟管或乾粉炮之間設有固定管路，則對管路的長度，應以不超過其在持續使用或間斷使用中能使乾粉保持流動狀態所需的長度為限，而且在系統關閉之後，應能驅除管路中的乾粉。對於手持軟管和噴嘴，應為耐風雨結構或儲存在耐風雨的箱子內或罩蓋下，並應易於取用。

11.4.5 應認為手持軟管的最大有效覆蓋距離是等於軟管本身的長度。如果被保護區域顯著地高於乾粉炮或手持軟管捲筒所在位置，則應予以特別考慮。

11.4.6 對於設有首尾裝卸連接的船舶，應在貨物區域前後設有獨立的乾粉裝置，通過符合11.4.1至11.4.5要求的覆蓋船艙/船艙裝卸的軟管和1個乾粉炮保護貨物液體和蒸氣管路。

11.4.7 應特別考慮按1.1.10所述進行營運的船舶。

11.4.8 安裝後，管子、閥、附件和組裝系統應進行遙控和就地釋放釋放站的密性試驗和功能試驗。初次試驗也應包括排放足夠數量的化學乾粉以驗證系統處於適當的工作狀態。所有分配管道應用乾燥空氣輸氣以確保管道無障礙物。

11.5 設有貨物裝卸設備的圍蔽處所

11.5.1 滿足1.2.10中貨物機器處所衡準的圍蔽處所和任何船舶貨物區域內的貨物機艙應設有符合FSS規則規定的固定滅火系統，並考慮到氣體滅火所要求的必要的濃縮/施放比率。

11.5.2 專門從事運載有限數量貨物的船舶的貨物區域內滿足第

3.3章中貨物機器處所衡準的圍蔽處所應由合適的針對所載運貨物的滅火系統予以保護。

11.5.3 任何船舶的轉塔艙應由最大被保護水平面施放率不小於 $10\ell/\text{m}^2/\text{min}$ 的內部水霧予以保護。如果通過轉塔的氣流壓力超過 4MPa ，施放率應增至 $20\ell/\text{m}^2/\text{min}$ 。系統應設計成保護所有內表面。

11.6 消防員裝備

11.6.1 對於載運易燃貨品的每艘船舶，均應按下述規定配備符合SOLAS公約第II-2/10.10條要求的消防員裝備：

貨艙總容量	裝備的數量
5000m^3 及以下	4
5000m^3 以上	5

11.6.2 對於安全設備的附加要求，見第14章的規定。

11.6.3 對於作為消防員裝備組成部分所必需的任何呼吸器，均應為至少具有 1200ℓ 自由空氣容量的自給式壓縮空氣呼吸器。

第12章

貨物區域內的機械通風

目的

確保貨物區域內的圍蔽處所設有控制易燃和/或有毒蒸氣積聚的裝置。

範圍

本章要求替代經修正的SOLAS公約第II-2/4.5.2.6條和第4.5.4.1條的要求。

12.1 正常裝卸貨物作業中需要進入的處所

12.1.1 對於電動機艙、貨物壓縮機艙和貨泵艙、裝有貨物裝卸設備的處所以及貨物蒸氣可能積聚的其他圍蔽處所，均應安裝能在上述處所外面進行控制的固定式機械通風系統。應連續通風以防止有毒和/或易燃蒸氣積聚，並設有主管機關接受的監控設備。在此類艙室外面設有“進入前需要進行通風”的警告牌。

12.1.2 機械通風的進風口和出風口的佈置應能確保有足夠的空氣流經該處所，以避免易燃、有毒或窒息蒸氣的積聚，同時保證有一個安全的工作環境。

12.1.3 根據該處所的總容積，通風系統的換氣次數應不少於30次/h。作為例外，非危險貨物控制室的換氣次數可為8次/h。

12.1.4 如果處所有進入相鄰更危險處所或區域的開口，其應保持在過壓狀態。其可按照公認標準由過壓保護進入較少危險處所或非危險處所。

12.1.5 服務於機械通風系統的通風管道、空氣進口和廢氣出口的位置應按照公認標準。

12.1.6 服務於危險區域的通風管道，除本規則第16章所允許的情況外，均不得通過起居處所、服務處所和機器處所或控制站。

12.1.7 應將驅動風機的電動機安裝在可能含有易燃蒸氣的通風

管之外。不能使風機在通風處所內或與該處所相連的通風系統內產生着火源。對於危險區域，通風機風扇和鄰近風扇的通風管道應為按如下規定的非火花結構：

- .1 非金屬結構的葉輪或機殼，對消除靜電應予以適當注意；
- .2 有色金屬材料的葉輪和機殼；
- .3 奧氏體不鏽鋼葉輪和機殼；和
- .4 鐵質葉輪和機殼，其設計的葉梢間隙不小於13mm。

對於鋁合金或鎂合金的固定或旋轉部件與鐵質的固定或旋轉部件的任何組合，不論其葉梢間隙大小，均視為有產生火花的危險，故不能用於這些處所。

12.1.8 本章要求的風機，應在任何1個風機發生故障後，仍能對每個處所提供本章要求的全部通風量，或應設有由電動機、起動裝置備件和完整的轉動部件（包括各種軸承）組成的備件。

12.1.9 在通風管的外部開口處，應設置其方形網孔不大於13mm的防護網。

12.1.10 如通過增壓保護處所，通風應按照公認標準進行設計和安裝。

12.2 通常不進入的處所

12.2.1 可能積聚貨物蒸氣的圍蔽處所應能進行通風，以確保在需要進入該處所時有一個安全的環境。可在無需人員預先進入的情況下

進行該處所的通風。

12.2.2 對於固定式通風裝置，換氣次數應為8次/h，對於便攜式通風系統，換氣次數應為16次/h。

12.2.3 風扇或風機應遠離人員的通道口，並應符合本章12.1.7的規定。

第13章

儀錶和自動化系統

目的

確保儀錶和自動化系統提供貨物液體和蒸氣的安全載運，裝卸和調節。

13.1 通則

13.1.1 對每個液貨艙都應設有顯示貨物的液位、壓力和溫度的裝置。在液體和蒸氣管系以及貨物製冷裝置中均應裝設壓力錶和溫度指示器。

13.1.2 如果船舶的裝卸貨通過遙控的閥和泵進行，則應將與該液貨艙相關的所有控制裝置和指示器集中在一個控制位置。

13.1.3 對儀錶應進行試驗，以保證其在工作條件下的可靠性，並應對其進行定期校準。儀錶的試驗方法和重新校準的時間間隔應按照製造商的建議。

13.2 用於液貨艙的液位指示器

13.2.1 每個液貨艙應安裝液位測量裝置，其佈置應確保只要液貨艙處於運作狀態，一直能獲得液位讀數。設備應設計成能在液貨艙的設計壓力範圍內以及在貨物操作溫度範圍內的溫度下進行工作。

13.2.2 如果僅安裝1個液位錶，則應將其佈置成能一直處於操作狀態而無需清空液貨艙或對液貨艙進行除氣。

13.2.3 按照第19章表“g”欄中所列特種貨物的任何特殊要求，其液貨艙的液位錶可為下列型式：

- .1 間接式裝置，即用諸如秤重或在線流量測量的方法確定貨物的數量；
- .2 閉式裝置，此種裝置不穿透液貨艙，例如使用放射性同位素的裝置或超聲波裝置等；
- .3 閉式裝置，此種裝置需穿透液貨艙，而且是封閉系統的組成部分，並能防止貨物溢出，如浮筒式系統、電子探頭、磁性探頭和氣泡管式指示器等。如果閉式測量裝置不是直接裝在液貨艙上，則應在儘可能靠近液貨艙的位置設一個截止閥；和
- .4 限制式裝置，此種裝置需穿透液貨艙，而且在使用時允許有少量貨物蒸氣或液體逸入大氣，如固定管式和滑動管式液位錶即屬此類裝置。在不使用時，這種裝置應被保持完全關閉。對此種裝置的設計和安裝，應能保證在打開裝置時，不致發生貨物外溢的危險。除

非設有超流量閥，否則，設計此種裝置時其最大開口的直徑應不超過1.5mm或等量的面積。

13.3 溢流控制

13.3.1 除13.3.4的規定外，每個液貨艙均應裝設一個獨立於其他液位指示器的高液位報警裝置，並在動作時發出聽覺和視覺報警。

13.3.2 對於獨立於高液位報警裝置的附加傳感器，應能自動啟動1個截止閥，以避免裝貨管路中產生過大的液體壓力，及防止液貨艙內被注滿液體。

13.3.3 在5.5和18.10中所述的應急截止閥可用於此目的。如果將另一閥用於此目的，則船上應備有18.10.2.1.3所述的相同資料。在裝貨期間，每當這些閥的使用可能在裝貨系統中產生潛在的過大壓力波動時，應使用諸如限制裝貨速率的替代措施。

13.3.4 當液貨艙屬於下述兩種情況之一時，不要求在液貨艙中設高液位報警裝置和液貨艙充裝的自動關閉裝置：

- .1 容積不超過200m³的壓力艙；或
- .2 將液貨艙設計成能經受在裝貨作業期間可能出現的最大壓力，但該壓力應低於液貨艙釋放閥的設定壓力。

13.3.5 液貨艙中傳感器的位置應能在交付使用前確認。在交船後和每次乾塢後第一次滿載，應通過提升液貨艙中的貨物液位至報警點進行高位報警試驗。

13.3.6 高位報警和溢出報警的所有構件（包括電路和傳感器）應

能進行功能試驗。在按照18.6.2進行貨物操作前應進行系統試驗。

13.3.7 如設有裝置越控溢流控制系統，其應能防止不當操作。如進行越控，應在相關控制站和駕駛室給出連續視覺指示。

13.4 壓力監控

13.4.1 每一液貨艙的蒸氣空間均應設有一個直接讀數壓力錶。此外，在13.1.2要求的控制位置應設有間接指示。應清晰標出最高和最低的允許壓力。

13.4.2 應在駕駛室內設有一個高壓報警裝置，以及如需要真空保護時，在駕駛室和13.1.2要求的控制位置還應設有一個低壓報警裝置。在達到設定壓力之前，應觸發報警。

13.4.3 對裝有按8.2.7可設定一個以上設定壓力的壓力釋放閥的液貨艙，每個設定壓力應設有高壓報警。

13.4.4 在每一貨泵排放管路上和每個液體和蒸氣貨物的集合管上，應至少各設1個壓力指示器。

13.4.5 應設有就地讀數的集合管壓力指示，以指示船舶集管閥和通岸軟管之間的壓力。

13.4.6 未設通向大氣開口的貨艙處所和屏壁間處所均應設置壓力指示。

13.4.7 所有壓力指示應能在操作壓力範圍內進行指示。

13.5 溫度指示裝置

13.5.1 每個液貨艙應至少設2個貨物溫度指示裝置，一個位於液貨艙底部。另一個接近液貨艙頂部且低於最高允許液面。1.4.4要求的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》上顯示的液貨艙的設計最低溫度應通過溫度指示設備上或溫度指示設備附近的標記清晰指示。

13.5.2 溫度指示設備應能提供越過液貨艙預計貨物操作溫度的溫度指示。

13.5.3 如設有熱電偶，其應設計成能將正常作業中的疲勞導致的故障降至最低。

13.6 氣體探測

13.6.1 應按本節要求安裝氣體探測設備以監測貨物圍護、貨物裝卸和輔助系統的完整性。

13.6.2 下列處所內應設有固定的氣體探測系統和聽覺和視覺報警裝置：

- .1 包含氣體管道、氣體設備或用氣設備的所有圍蔽貨物和貨物機器處所（包括轉塔艙）；
- .2 可能積聚貨物蒸氣的其他圍蔽或半圍蔽處所，包括除C型獨立液貨艙之外的獨立液貨艙的屏壁間處所和貨艙處所；
- .3 空氣閘；
- .4 16.7.3.3中所述的氣體燃料內燃機中的處所；
- .5 第16章要求的通風罩和氣體管道；

- .6 7.8.4要求的冷卻/加熱電路；
- .7 惰性氣體發生器供應總管；和
- .8 用於貨物裝卸機械的電動機艙。

13.6.3 氣體探測設備應按照公認標準進行設計、安裝和試驗並應按照第19章表中“f”欄適於所載貨物。

13.6.4 如第19章表中“f”欄中指出船舶適於載運不燃貨品，應在貨物機器處所和液貨艙貨艙處所設有缺氧監控。此外，缺氧監控設備應安裝在含有可能導致缺氧環境的設備（例如氮氣發生器、惰性氣體發生器或氮氣循環製冷系統）的圍蔽或半圍蔽處所。

13.6.5 在載運有毒或既有毒又易燃的貨品的情況下，除第19章表中“i”欄內涉及到17.5.3者以外，在對有毒氣體進行探測時，可以使用可攜式設備以替代固定式安裝的系統。在人員進入13.6.2中所列的處所之前以及人員在處所內停留期間的每隔30min均應使用可攜式設備進行探測。

13.6.6 對於歸為有毒貨品的氣體，應對貨艙處所或屏壁間處所設置能從該類處所得到的氣體樣品的固定安裝的管系。應對這些處所內的氣體進行取樣和分析（對每個取樣點）。

13.6.7 固定安裝的氣體探測應為連續探測型，能立即響應。如不用於啟動13.6.9和第16章要求的安全關閉功能，可接受取樣型探測。

13.6.8 如使用取樣型氣體探測設備，應滿足下列要求：

- .1 氣體探測設備應能在不超過30min的時間間隔期內，

依次從每個取樣點取樣和分析；

- .2 應設置從取樣點通向探測設備的單個取樣管路；和
- .3 除13.6.9所允許者外，從取樣器引出的管子不得穿過非危險處所。

13.6.9 氣體探測設備可位於非危險處所，只要氣體探測設備（例如採樣管路、採樣泵、電磁閥和分析單元）位於一個具有密封門的全封閉鋼質箱中。應連續監測全封閉鋼質箱內的氣體。當該鋼質箱中的可燃氣體的聚集達到最低可燃性極限的30%時，整個可燃氣體分析設備應自動關斷。

13.6.10 如全封閉鋼質箱不能直接安裝在前艙壁上，取樣管應用鋼或等效材料製成，並設定最短路線。不允許可拆連接，但13.6.11中要求的隔離閥的連接點和分析裝置除外。

13.6.11 如氣體取樣設備位於非危險處所，每個氣體取樣管應設置火焰清除器和手動隔離閥。隔離閥應在非危險側。危險和非危險區域之間取樣管的艙壁穿透部位應保持穿透分隔的完整性。廢氣應排至非危險區域的開敞空氣。

13.6.12 對於每套探測設備，在確定探測點的數量和位置時，應適當考慮艙室的大小和佈局、擬載運貨品的成分和密度、由於艙室內換氣或通風所造成的稀釋度以及不流動區域。

13.6.13 本節要求的氣體探測系統內的任何報警狀況應在下列位置發出聽覺和視覺報警：

- .1 駕駛室；
- .2 記錄連續監測氣體水平的相關控制站；和
- .3 氣體探測器的讀數裝置所在的位置。

13.6.14 對於易燃貨品，要求惰化的貨艙處所或屏壁間處所設置的氣體探測設備應能測量從0至100%的氣體濃度（按容積）。

13.6.15 當蒸氣濃度達到在空氣中的可燃下限的30%等效值時，報警裝置應被觸發。

13.6.16 對於薄膜圍護系統，主絕熱處所和次絕熱處所應能惰化並單獨分析其氣體含量。次絕熱處所的報警按照13.6.15設定，主處所設定為主管機關或代表主管機關的被認可組織認可的值。

13.6.17 對於13.6.2所述的其他處所，當蒸氣濃度達到最低可燃性極限的30%時，報警裝置應被觸發，第16章要求的安全功能應在蒸氣濃度達到最低可燃性極限的60%前被觸發。使用氣體燃料的內燃機的曲軸箱應佈置成在達到最低可燃性極限的100%前報警。

13.6.18 氣體探測設備應設計成能易於試驗。應能定期進行試驗和校準。為此，船上應備有適當的設備並按照製造商的建議使用。應對這些設備設固定連接管。

13.6.19 對每艘船舶應至少設有2套滿足13.6.3或可接受的國家或國際標準要求的可攜式氣體探測設備。

13.6.20 應設有一台能測量惰性氣體中含氧量的合適儀器。

13.7 要求次屏壁的圍護系統的附加要求

13.7.1 屏壁的完整性

如果要求設有次屏壁，則應配備固定式安裝的儀錶，以監測主屏壁的任何部位的液密失效或次屏壁的任何部位接觸液貨。這種儀錶應為符合13.6中規定的合適的氣體監測裝置。但是，不要求該儀錶能確定出主屏壁泄露液貨的區域或次屏壁接觸液貨的區域。

13.7.2 溫度指示裝置

13.7.2.1 溫度指示裝置的數量和位置應適合圍護系統的設計和貨物操作要求。

13.7.2.2 當貨物以低於-55℃的溫度裝運在具有次屏壁的貨物圍護系統內，在絕熱層內或貨物圍護系統鄰接船體的結構上應設置溫度指示裝置。此裝置應定期顯示讀數。如合適時，在溫度達到船體鋼材許可的最低溫度時還應發出報警。

13.7.2.3 如應在溫度低於-55℃的狀態下載運貨物且對貨物圍護系統的設計仍為合適時，液貨艙界限面應安裝足夠數量的溫度指示裝置，以核實未出現不良的溫度梯度。

13.7.2.4 為了設計驗證和確定單個或系列船上初始變冷程序的有效性，1個液貨艙應設有超過13.7.2.1要求的設備。這些設備可為臨時設備或固定設備，對於系列船，只需裝在第1艘船上。

13.8 自動化系統

13.8.1 如使用自動化系統進行控制、監控/報警或本規則要求的安全功能，本節要求應適用。

- 13.8.2 自動化系統應按照公認標準進行設計、安裝和試驗。
- 13.8.3 硬件應能經證明通過型式認可或其他方式適合在海上環境使用。
- 13.8.4 軟件應設計成並經證明易於使用，包括試驗、操作和維護。
- 13.8.5 用戶界面應設計成控制的設備能一直以安全有效的方式操作。
- 13.8.6 自動化系統應佈置成硬件故障或操作員的失誤不會導致不安全的狀況。應提供足夠的安全措施防止不正確的操作。
- 13.8.7 控制、監控/報警和安全功能之間應保持適當的分隔以限制單個故障的影響。這應包括要求提供指定功能的自動化系統的所有部分，包括連接設備和供電。
- 13.8.8 自動化系統應佈置成保護軟件配置和參數免受未經授權或非預期的改變。
- 13.8.9 變更過程的管理應用於防護修改未預期的後果。結構變化和認可的記錄應保持在船上。
- 13.8.10 綜合系統的制定和維護過程應按照公認標準。這些過程應包括適當的風險標識和管理。

13.9 系統綜合

- 13.9.1 必要的安全功能應設計成在正常營運和故障情況下，對人員傷害或對設備或環境破壞的風險降至主管機關可接受的程度。功能

應設計成具有故障安全性。系統綜合的作用和職責應清晰定義並經相關方同意。

13.9.2 每個組件子系統的功能要求應清晰定義以確保綜合系統滿足功能和規定的安全要求，並考慮到受控設備的任何限制。

13.9.3 應使用適當的風險技術確定綜合系統關鍵的危險。

13.9.4 綜合系統應有適當的反向控制設備。

13.9.5 綜合系統一部分的故障不應影響其他部分的功能，直接依靠缺陷部分的功能除外。

13.9.6 綜合系統的操作應至少與與單個設備或系統一起使用一樣有效，

13.9.7 應證明正常操作和故障情況下必要的機器或系統的完整性。

第14章

人員保護

目的

確保為船上人員提供保護設備，並考慮到日常操作或緊急情況和裝卸貨品可能的短期或長期影響。

14.1 保護設備

14.1.1 為了保護從事正常貨物作業的船員，在考慮了所載貨品的

特性後，應對船員提供包括符合公認的國家或國際標準的眼睛保護在內的合適的保護設備。

14.1.2 應將本章要求的個人保護和安全設備適當地保存在位於容易接近的處所且具有明顯標誌的櫃子內。

14.1.3 對於壓縮空氣設備，應由負責的高級船員至少每月進行1次檢查。並將檢查結果記錄在航行日誌內。該設備也應由適任人員至少每年進行1次檢查和試驗。

14.2 急救設備

14.2.1 應在易於接近之處放置一副擔架，以便能從甲板以下的處所用其抬起受傷人員。

14.2.2 對於附錄2中所示的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》中所列的貨物，基於醫療急救指南（MFAG）的要求，應在船上配備醫藥急救設備，包括氧氣復甦設備。

14.3 安全設備

14.3.1 除按11.6.1所要求的消防人員的裝備以外，還應提供足夠的且不少於3整套的安全設備。每套應提供足夠的人員保護以允許進入充滿氣體的處所內工作。該設備應考慮到附錄2中所示的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》中所列的貨物的性質。

14.3.2 每整套安全設備應包括：

- .1 1具不用儲存氧氣的自給式正壓空氣呼吸器（包括整個面罩），其容量至少為1200ℓ的自由空氣。每套應

與11.6.1中的要求相容；

- .2 符合公認標準的保護服、長靴和手套；
- .3 配有腰帶的鋼芯援救繩；和
- .4 防爆燈。

14.3.3 應配備能提供足量的壓縮空氣的設施，並應由下列設施組成：

- .1 14.3.1要求的至少1具呼吸器配套充滿空氣的備用空氣瓶；
- .2 1台適於供應所需純度的高壓空氣並具有足夠容量且能連續操作的空氣壓縮機；和
- .3 1個能對被用於14.3.1所要求的呼吸器的備用空氣瓶進行充氣的充氣閥箱。

14.4 用於各種貨品的人員保護要求

14.4.1 本節要求應適用於載運第19章表中“i”欄內所列貨品的船舶。

14.4.2 應對船上每一人員提供適宜於在應急逃生時用的呼吸防毒面具和眼睛保護設備，但需符合下列要求：

- .1 不能接受過濾式呼吸防毒面具；
- .2 自給式呼吸器應具有至少能持續工作15min的能力；和

- .3 應急逃生呼吸防毒面具不應被用作滅火或貨物裝卸，並應將這一要求作出標誌。

14.4.3 應在甲板上設置1個或多個標有適當標誌的洗除污染的噴淋頭和眼睛沖洗設備，並考慮到船舶的大小和佈置。噴淋頭和眼睛沖洗設備應在所有環境條件下均可予以使用。

14.4.4 14.3.2.2要求的保護服應氣密。

第15章

液貨艙的充裝極限

目的

確定能裝載的貨物的最大數量。

15.1 定義

15.1.1 充裝極限 (*FL*) 係指當液體貨物達到基準溫度時，液貨艙的最大液體體積與整個液貨艙體積之比。

15.1.2 裝載極限 (*LL*) 係指最大許可的液體體積與液貨艙可裝載體積之比。

15.1.3 僅在本章範圍內，基準溫度係指：

- .1 當未配備第7章所述的貨物蒸氣壓力/溫度控制設施時，在壓力釋放閥調定壓力下與貨物蒸氣壓力相應的溫度；和

- .2 當配備第7章所述的貨物蒸氣壓力/溫度控制設施時，
可以是在裝貨終止時、運輸期間或卸貨時的溫度，取
最高者。

15.1.4 無限航區的環境設計溫度係指海水溫度32℃和空氣溫度45℃。然而，對於航行於限制航區或在限制期限內航行的船舶，並且在考慮了其液貨艙的任何絕熱情況後，主管機關可接受更低的溫度值。反之，對於一直在較高環境溫度區域航行的船舶，可要求較高的溫度值。

15.2 一般要求

液貨艙的最大充裝極限應確定為蒸氣處所在基準溫度下具有最小體積以允許：

- .1 儀器的公差，例如液位和溫度錶；
- .2 壓力釋放閥調定壓力和8.4中所述的最大允許上升之間貨物的體積膨脹；和
- .3 操作裕量，並考慮到裝載完成後回流至液貨艙的液體、操作員的反應時間和閥的關閉時間，見5.5和18.10.2.1.4。

15.3 默認充裝極限

液貨艙充裝極限（FL）的默認值應為在基準溫度下98%。例外值應符合15.4的要求。

15.4 增加的充裝極限的確定

15.4.1 在8.2.17規定的橫傾和縱傾條件下可允許大於15.3中規定的98%極限的充裝極限，只要：

- .1 在液貨艙內無隔開的蒸氣存留死角；
- .2 壓力釋放閥進口佈置應留在蒸氣處所；和
- .3 下列各項需有裕量：
 - .1 按照8.4.1，液體貨物由於壓力從MARVS增加至全流釋放壓力造成體積膨脹；
 - .2 最小0.1%液貨艙體積的操作裕度；和
 - .3 儀器（例如液位和溫度錶）的公差。

15.4.2 絕不允許在基準溫度下超過99.5%的充裝極限。

15.5 最大裝載極限

15.5.1 對於液貨艙的最大裝載極限 L_L 由下式確定：

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

式中：

LL = 15.1.2中規定的裝載極限，用百分數表示；

FL = 15.3或15.4中規定的充裝極限，用百分數表示；

ρ_R = 在基準溫度下貨物的相對密度；和

ρ_L = 在裝載溫度下貨物的相對密度。

15.5.2 如果液貨艙的透氣系統已按8.2.18批准，則主管機關可允許C型獨立液貨艙按15.5.1中的公式裝載，相對密度 ρ_R 定義如下：

$\rho_R =$ 貨物在裝貨終止、運輸期間或卸貨時，在15.1.4的環境設計溫度狀態下，可能達到的最高溫度下的貨物相對密度。

本條不適用於要求用1G型船舶運輸的貨品。

15.6 向船長提供的資料

15.6.1 應向船舶提供一份文件，規定每個液貨艙和貨品在每種適用的裝載溫度以及最高基準溫度下的最大許可裝載極限。該文件中的信息應經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可。

15.6.2 壓力釋放閥已經調定的壓力也應列於文件中。

15.6.3 上述文件的副本應由船長負責長期保存在船上。

第16章

用貨物作燃料

目的

確保安全使用貨物作燃料。

16.1 通則

除16.9的規定外，甲烷（液化天然氣）是其蒸氣或蒸發氣體可被用於A類機器處所的唯一貨物，且僅限用於這些處所中的系統（例如

鍋爐、惰性氣體發生器、內燃機、氣體燃燒裝置和燃氣輪機)。

16.2 用貨物蒸氣作燃料

本節涉及在系統(例如鍋爐、惰性氣體發生器、內燃機、氣體燃燒裝置和燃氣輪機)中用貨物蒸氣作燃料。

16.2.1 對於氣化的液化天然氣，燃料供應系統應符合16.4.1、16.4.2和16.4.3的要求。

16.2.2 對於氣化的液化天然氣，用氣設備應無可見火焰並應保持上煙道排放溫度低於535℃。

16.3 設有用氣設備的處所的佈置

16.3.1 應對用氣設備所在的處所裝設機械通風系統，其佈置成能避免在該區域氣體積聚，並考慮到蒸氣密度和潛在的着火源。應將通風系統與其他處所的通風系統分開。

16.3.2 在這些處所內，特別在空氣循環較差的區域內，應裝設氣體探測器。氣體探測系統應符合第13章的要求。

16.3.3 位於16.4.3中所述的雙層壁管或管道內的電氣設備應符合第10章的要求。

16.3.4 可能含有氣體燃料或被氣體燃料污染的所有透氣管和抽氣管應通至機器處所外的安全位置並裝設防火網。

16.4 氣體燃料供應

16.4.1 通則

16.4.1.1 本節要求應適用於貨物區域外的氣體燃料供應管路。燃料管路不應通過起居處所、服務處所、電氣設備室或控制站。管線佈置應考慮諸如儲藏室或機器裝卸區域等區域中由於機械破損造成的潛在的危險。

16.4.1.2 應提供能對位於機器處所內的氣體燃料管系進行惰化和除氣的設施。

16.4.2 泄漏探測

應提供連續監測和報警以指示圍蔽處所中管路系統的泄漏並關閉相關氣體燃料供應。

16.4.3 燃料供應管路的佈置

燃料管路可通過或延伸至除16.4.1中所述處所外的圍蔽處所，只要其滿足下列一個條件：

- .1 燃料管應為雙層壁設計，同心管之間的空間用惰性氣體加壓至大於氣體燃料的壓力。惰性氣體壓力下降時，16.4.6要求的主氣體燃料閥自動關閉；或
- .2 燃料管安裝在通風管或管道內，機械抽風的排量至少為30次/h，並佈置成能維持其壓力低於大氣壓力。機械通風按照第12章。當管路內有燃料時，通風系統始終保持運轉，在排風系統不能產生和維持所要求的空氣流量時，16.4.6要求的主氣體燃料閥自動關閉。進口或管道可來自非危險機器處所，通風出口在安全位置。

16.4.4 **壓力大於1MPa的氣體燃料要求**

16.4.4.1 高壓燃料泵/壓縮機和消耗裝置之間的燃料輸送管線應用能控制高壓管線故障的雙層壁管系統保護，並考慮到壓力和低溫的影響。可接受貨物區域內至16.4.6要求的隔離閥的單層壁管。

16.4.4.2 也可接受16.4.3.2中的佈置，只要管道或圍壁通道能按照16.4.7的要求控制高壓管線故障，並考慮到壓力和可能的低溫的影響，且外管或圍壁通道的進口和排氣口位於貨物區域。

16.4.5 **用氣設備的隔離**

每個用氣裝置的供應管路應設有自動雙阻塞和排放的氣體燃料隔離，在正常和緊急操作情況下排放至安全處所。自動閥應佈置成不會在失電時處於關閉位置。在包含多個消耗裝置的處所，一個消耗裝置的關閉不應影響向其他裝置的供氣。

16.4.6 **設有用氣設備的處所**

16.4.6.1 應有可能用貨物區域內的單獨總閥隔離至設有用氣設備或氣體燃料供應管路通過的每個單獨處所的氣體燃料供應。至處所的氣體燃料供應的隔離不應影響至設有用氣設備（如其位於兩個或以上處所內）的其他處所的氣體供應，且不應造成推進或電力喪失。

16.4.6.2 如果供氣系統周圍的雙屏壁由於空氣進口或其他開口而不連續，或如果有任何點會使單個故障導致泄漏至處所，處所的單獨總閥應在下列情況下：

- .1 由以下自動操作：

- .1 處所內的氣體探測；
 - .2 雙層壁管的環形處所中的泄漏探測；
 - .3 處所內其他艙室中的泄漏探測，包含單層壁氣體管道；
 - .4 雙層壁管的環形處所中通風失效；和
 - .5 處所內其他艙室中通風失效，包含單層壁氣體管道；和
- .2 從處所內手動操作，且至少一個遠離的位置。

16.4.6.3 如果供氣系統周圍的雙屏壁連續，可向處所內每個用氣設備提供位於貨物區域內的1個單獨總閥。單獨總閥應在下列情況下：

- .1 由以下自動操作：
 - .1 該單獨總閥服務的雙層壁管的環形處所中的泄漏探測；
 - .2 含有作為由單個總閥服務的供應系統一部分的單層壁氣體管道的其他艙室中的泄漏探測；和
 - .3 雙層壁管的環形處所中通風失效或壓力失效；和
- .2 從處所內手動操作，且至少一個遠離的位置。

16.4.7 管道結構

對於機器處所內的氣體燃料管路，應儘可能符合5.1至5.9中的要求。對於該管路，應儘可能採用焊接接頭。對於在按照16.4.3中要求的通

風管或管道內的氣體燃料管路中的未被封閉部分以及位於貨物區域以外的開敞甲板上的氣體燃料管路，均應採用全焊透對接焊接頭並應進行全部的射線檢查。

16.4.8 氣體探測

按照本章要求設置的氣體探測系統應在氣體濃度達到爆炸下限的30%時發出報警，並在未達到爆炸下限的60%時，關閉16.4.6要求的氣體燃料總閥（見13.6.17）。

16.5 氣體燃料裝置和相關儲存容器

16.5.1 氣體燃料的供應

所有用作燃料的貨物和/或貨物蒸氣的調節設備（加熱器、壓縮機、濾器等）及任何有關的儲存容器均應位於貨物區域內。如果設備是在圍蔽處所內，則應按照12.1對該處所進行通風，按照11.5配備固定滅火系統並按照13.6配備氣體探測系統（如適用）。

16.5.2 遠程制動

16.5.2.1 調節用於燃料的貨物的所有旋轉設備應佈置成從機艙手動遠程制動。附加的遠程制動應位於一直易於接近的區域，特別是貨物控制室、駕駛室和消防控制站。

16.5.2.2 在低吸壓或探火情況下，燃料供應設備應自動停止。除另有明文規定外，18.10的要求無需適用於向用氣設備供氣的氣體燃料壓縮機或泵。

16.5.3 加熱和冷卻介質

如果氣體燃料調節系統的加熱或冷卻介質返回至貨物區域外的處所，應配備能對介質中的貨物/貨物蒸氣進行探測和報警的設施。任何透氣管出口應通至安全位置並裝設有效的經認可的防火網。

16.5.4 管道和壓力容器

氣體燃料供應系統中裝設的管路或壓力容器應符合第5章的規定。

16.6 對主鍋爐的特殊要求

16.6.1 佈置

16.6.1.1 每一鍋爐應具有1個獨立的排氣上煙道。

16.6.1.2 每一鍋爐應具有一個專門的強力通風系統。鍋爐強力通風系統之間的交叉可用於應急使用，只要保持任何相關安全功能。

16.6.1.3 鍋爐燃燒室和鍋爐上煙道應設計成能防止氣體燃料的任何積聚。

16.6.2 燃燒設備

16.6.2.1 燃燒器系統應為雙燃料式，以能適合於單獨燃燒油類或氣體燃料或同時燃燒油和氣燃料。

16.6.2.2 燃燒器應設計成能在所有失火條件下保持穩定的燃燒。

16.6.2.3 如果氣體燃料供應中斷，應設有自動系統在不中斷鍋爐燃燒的情況下從氣體燃料作業轉換到油類燃料作業。

16.6.2.4 氣體噴嘴和燃燒器控制系統應使氣體燃料只能由建立的

燃油火焰點燃，除非鍋爐和燃燒設備設計成由氣體燃料點燃並經被認可組織認可。

16.6.3 安全

16.6.3.1 應有佈置確保在沒有實現和保持良好的點火動作時，能自動切斷流向燃燒器的氣體。

16.6.3.2 在每個氣體燃燒器的管路上應設置1個手動截止閥。

16.6.3.3 應設有在燃燒器熄火後能使用惰性氣體自動清洗燃燒器的供氣管路的裝置。

16.6.3.4 16.6.2.3要求的自動燃料轉換系統應用報警器進行檢測以確保連續可用。

16.6.3.5 應採取措施，以便在所有燃燒器熄滅的情況下，使鍋爐燃料室能自動進行點火前的驅氣。

16.6.3.6 應採取能對鍋爐進行人工驅氣的措施。

16.7 對氣體燃燒的內燃機的特殊要求

雙燃料發動機係指使用氣體燃料（調節油）和燃油的發動機。燃油可包括蒸餾和殘留燃料。只用氣的發動機係指只使用氣體燃料的發動機。

16.7.1 佈置

16.7.1.1 如果氣體以空氣混合物的形式通過公用集管，在每個氣缸頭前應安裝防焰器。

16.7.1.2 每個發動機應有其自身獨立的排氣。

16.7.1.3 排氣應能防止未燃氣體燃料的任何積聚。

16.7.1.4 除非設計成強度能承受由於點燃的氣體泄漏造成的最壞情況的過壓，空氣進氣集管、掃氣處所、排氣系統和曲軸箱應設有合適的壓力釋放系統。壓力釋放系統應通往安全位置，遠離人員。

16.7.1.5 對於曲軸箱、集液槽和冷卻系統，每個發動機應設有獨立於其他發動機的透氣系統。

16.7.2 燃燒設備

16.7.2.1 充裝氣體燃料前，應驗證正確使用每個裝置上的調節油噴射系統。

16.7.2.2 對於火花點火發動機，如果在打開氣體供應閥後，發動機檢測系統未在發動機規定的時間內探測到點燃，應自動關閉發動機並終止起動順序。應確保任何未點燃的氣體混合物從排氣系統驅氣。

16.7.2.3 對於設有調節油噴射系統的雙燃料發動機，應設有自動系統在發動機功率波動最小的情況下從氣體燃料作業轉換到油類燃料作業。

16.7.2.4 如果按照16.7.2.3的佈置在氣體燃燒時發動機操作不穩定，發動機應自動轉換至燃油模式。

16.7.3 安全

16.7.3.1 發動機停止期間，氣體燃料應在着火源前自動關閉。

16.7.3.2 應設有裝置確保在點燃前排放氣體系統中無未燃燒的氣

體燃料。

16.7.3.3 曲軸箱、貯槽、掃氣處所和冷卻系統透氣管應設有氣體探測（見13.6.17）。

16.7.3.4 發動機設計中應規定允許連續監控曲軸箱內可能的着火源。曲軸箱內設置的儀器應按照第10章的要求。

16.7.3.5 應設有裝置監控和探測操作期間可能導致排氣系統中未燃氣體燃料的不良燃燒或未着火。如果探測到該情況，應關閉氣體燃料供應。排氣系統內設置的儀器應按照第10章的要求。

16.8 對燃氣輪機的特殊要求

16.8.1 佈置

16.8.1.1 每個渦輪機應有其自身獨立的排氣。

16.8.1.2 排氣應能防止未燃氣體燃料的任何積聚。

16.8.1.3 除非設計成強度能承受由於點燃的氣體泄漏造成的最壞情況的過壓，壓力釋放系統應適當設計並安裝至排氣系統，並考慮到氣體泄漏引起的爆炸。排氣上煙道內的壓力釋放系統應通往非危險位置，遠離人員。

16.8.2 燃燒設備

應設有自動系統在發動機功率波動最小的情況下方便快速地從氣體燃料作業轉換到油類燃料作業。

16.8.3 安全

16.8.3.1 應設有裝置監控和探測操作期間可能導致排氣系統中未燃氣體燃料的不良燃燒。如果探測到該情況，應關閉氣體燃料供應。

16.8.3.2 每個渦輪機應設有自動關閉設備以防止高排氣溫度。

16.9 替代燃料和技術

16.9.1 如果主管機關接受，其他貨物氣體可用作燃料，只要確保達到與本規則中天然氣相同的安全等級。

16.9.2 不應允許使用標識為有毒貨品的貨物。

16.9.3 對於除液化天然氣外的貨物，燃料供應系統應符合16.4.1、16.4.2、16.4.3和16.5的要求，並應包括防止系統中蒸氣凝聚的設施。

16.9.4 液化氣體燃料供應系統應符合16.4.5。

16.9.5 除16.4.3.2的要求外，通風進口和出口還應在機器處所外的非危險區域內。

第17章

特殊要求

目的

制定關於具體貨物的附加要求。

17.1 通則

本章的要求適用於本規則第19章表中的“i”欄引述到本章的貨物。這些規定是對本規則一般要求的補充。

17.2 結構材料

在正常操作期間，可能與貨物接觸的材料應能抵抗氣體的腐蝕作用。此外，用於液貨艙及其所屬管路、閥、附件和與貨物液體或蒸氣直接接觸的其他設備的下述結構材料不得用於在本規則第19章表中的“i”欄所引述的某些貨品：

- .1 汞、銅和含銅合金及鋅；
- .2 銅、銀、汞、鎂和其他乙炔化合物組成的金屬；
- .3 鋁和含鋁合金；
- .4 銅、銅合金、鋅和鍍鋅鋼；
- .5 鋁、銅和兩者中任何一種合金；和
- .6 銅和含銅量大於1%的銅合金。

17.3 獨立液貨艙

17.3.1 只能在獨立液貨艙內載運貨品。

17.3.2 應採用C型獨立液貨艙載運貨品，且應滿足7.1.2的規定。確定液貨艙的設計壓力時應考慮各種充填壓力或蒸氣卸載壓力。

17.4 製冷系統

17.4.1 只能採用7.3.1.2所述的間接系統。

17.4.2 對於載運易形成危險過氧化物的貨品的船舶，不允許使重新冷凝的貨物形成無法抑制的液體滯積囊，這可用下述任一方法予以實現：

- .1 採用7.3.1.2所述的在液貨艙內裝設冷凝器的間接系統；或
- .2 分別採用7.3.1.1和.3中所述的直接系統或混合系統，或採用7.3.1.2中所述的在液貨艙外設有冷凝器的間接系統。而冷凝系統的設計應避免在任何地方積聚和滯留液體。如不可能，則應在容易積聚和滯留液體的位置的上方添加抑制液體。

17.4.3 如果船舶在連續載運17.4.2所述貨品的航行期間進行次壓載航行，則在進行壓載航行前應除去所有非抑制液體。如果在連續載運這些貨物的航行之間需載運第2種貨物，則在裝載第2種貨物前對再液化系統應進行徹底排放和驅氣，驅氣時應使用惰性氣體或使用第2種貨物的蒸氣（如與原貨物相容時）。應採取切實的步驟確保貨物系統中不積聚聚合物或過氧化物。

17.5 要求1G型船舶的貨物

17.5.1 應對直徑超過75mm的貨物管路上的所有對接接頭進行100%的射線檢查。

17.5.2 不應將氣體取樣管路引至或通過非危險區域。當蒸氣濃度達到限制值時，應能觸發13.6.2所述的報警器。

17.5.3 不允許將13.6.5規定的可攜式設備作為替代裝置。

17.5.4 貨物控制室應位於非危險區域，此外，所有儀器應為間接型。

17.5.5 為防止人員受到主要貨物釋放的影響，應在居住區域內提供一個安全處所，對其設計和配備應使主管機關滿意。

17.5.6 儘管3.2.4.3有規定，不應允許通過面向貨物區域的門進入首樓處所，除非設有按3.6要求的空氣閘。

17.5.7 儘管3.2.7有規定，不應允許通過面向貨物區域的門進入轉塔系統的控制室和機器處所。

17.6 排除蒸氣處所中的空氣

裝載前應除去液貨艙及有關管系中的空氣，隨後依次應用下述方法驅除空氣：

- .1 輸入惰性氣體以保持正壓力。惰性氣體的儲存或生產量應足以滿足正常操作的要求以及補償釋放閥的泄漏。惰性氣體中的含氧量在任何時候均不得超過0.2%（按容積計）；或
- .2 控制貨物溫度，使其在任何時候保持正壓力。

17.7 濕度控制

對不易燃且可能具有腐蝕性或與水會起危險反應的氣體，應進行濕度控制，以確保液貨艙在裝載前乾燥，同時，在卸載期間，應輸入乾燥空氣或貨物蒸氣以防止出現負壓力。就本條而言，乾燥空氣係指在大氣壓力下具有-45℃或更低溫度的露點的空氣。

17.8 抑制

在整個航行期間，為了防止貨物發生自身反應（例如聚合或二聚），

應確保使貨物受到充分的抑制。船上應備有製造廠提供的證書，證書上應表明：

- .1 所加入的抑制劑的名稱和數量；
- .2 加入抑制劑的日期和在正常情況下預計的有效期；
- .3 影響抑制劑的溫度限制；和
- .4 當航行期超過抑制劑的有效期時應採取的措施。

17.9 透氣出口處的防火網

當載運本節所涉及的貨物時，應在液貨艙的透氣出口處配備易於更換的有效防火網或認可型的安全罩。設計防火網和安全罩時，應適當注意其在惡劣氣候條件下由於貨物蒸氣的凝聚或結冰而引起阻塞的可能性。當載運本節未涉及的貨物時，按8.2.15要求，防火網應取下並由保護網替代。

17.10 每個液貨艙的最大允許裝貨量

如載運本節所涉及的貨物時，任一液貨艙的裝貨量應不超過3000m³。

17.11 貨泵和排放裝置

17.11.1 在裝載易燃液體之前以及在載運和卸載期間，應對設有深潛式電動泵的液貨艙的蒸氣處所進行惰化直至其達到正壓力。

17.11.2 二乙醚和乙烷基乙醚貨物只能採用深井泵或由液壓操縱的潛水泵卸貨。這些泵應設計成能避免液壓力作用於軸填料函上的型

式。

17.11.3 如貨物系統按規定壓力設計，則惰性氣體置換法可用於C型獨立液貨艙的卸貨。

17.12 氨

17.12.1 無水氨可能會使用碳錳鋼或鎳鋼製造的容器和處理系統產生應力腐蝕裂紋。為使產生這種危險的可能性降至最小，應採取17.12.2至17.12.8所述的適當措施。

17.12.2 當採用碳錳鋼時，對於液貨艙、處理用壓力容器和貨物管路，應用細晶粒鋼製造，其標定最低屈服強度應不超過 355N/mm^2 ，而其實際屈服強度不超過 440N/mm^2 。還應採取下列之一的有關結構或操作方面的措施：

- .1 應使用標定的最低抗拉強度不超過 40N/mm^2 的較低強度材料；或
- .2 應對液貨艙等進行焊後消除應力的熱處理；或
- .3 運載溫度最好保持在接近貨物的沸點 -33°C ，但決不能高於 -20°C ；或
- .4 氨中應含有不少於0.1%的水（按重量比），並應向船長提供文件證明。

17.12.3 如果使用17.12.2規定的那些鋼材以外的具有更高屈服性能的碳錳鋼，則應對已完工的液貨艙和管路等進行焊後消除應力的熱處理。

17.12.4 對於處理用壓力容器和冷卻泵系統中冷凝部分的管路，如是用17.12.1中所述的材料製造，則應對其進行焊後消除應力的熱處理。

17.12.5 焊接材料的抗拉和屈服性能應超過液貨艙或管路材料的抗拉和屈服性能中一個最小的實際數值。

17.12.6 含有高於5%鎳的鎳鋼和不符合17.12.2和17.12.3的要求的碳錳鋼，因為其特別容易受氨應力腐蝕裂紋的影響，故不應將其作為製造載運此種貨物的容器和管路系統的材料。

17.12.7 當載運溫度符合17.12.2.3中的規定時，可以使用含鎳不超過5%的鎳鋼。

17.12.8 為了使氨應力腐蝕裂紋的危險降至最小，最好能將溶解的氧含量保持在2.5ppm（按重量計）以下。達到這個目的的這個最好辦法是在液態氨被注入前，將液貨艙中的平均含氧量降至下表中根據載運溫度 T 所得到的函數值以下：

T (°C)	O ₂ (%, 按容積計)
-30及以下	0.9
-20	0.5
-10	0.28
0	0.16
10	0.1
20	0.05
30	0.03

對於中間溫度的含氧量，可用內插法直接求得。

17.13 氯

17.13.1 貨物圍護系統

17.13.1.1 每一液貨艙的容積應不超過 600m^3 ，而所有液貨艙的總容積應不超過 1200m^3 。

17.13.1.2 液貨艙的設計蒸氣壓力應不低於 1.35MPa （參見7.1.2和17.3.2）。

17.13.1.3 應對在上甲板以上的液貨艙突出部分配備保護設施，以防在被火焰包圍時所產生的熱輻射。

17.13.1.4 每一液貨艙應配置2隻壓力釋放閥。在液貨艙和壓力釋放閥之間應安裝用合適材料制成的安全膜片。安全膜片的破裂壓力應比壓力釋放閥的開啟壓力低 0.1MPa ，應將釋放閥的開啟壓力定為液貨艙的設計蒸氣壓力，但不低於 1.35MPa （表壓）。應通過超流量閥使安全膜片與釋放閥之間的空隙與壓力錶和氣體探測系統相連接。應採取措施以保持這一空隙的壓力在正常作業時保持或接近大氣壓力。

17.13.1.5 應將壓力釋放閥出口佈置成能使船上以及周圍環境的危險降至最低限度。釋放閥的滲漏應全部引至吸收裝置，以儘可能降低氣體的濃度。應將釋放閥的排放管佈置在船的前端，能在甲板平面上向舷外排放，並設有能選擇向左或右舷排放的裝置，同時還應有一個機械聯鎖裝置，以確保有一根排放管始終是開通的。

17.13.1.6 主管機關和港口主管當局可要求在規定的最大壓力下以冷凍狀態載運氯。

17.13.2 貨物管系

17.13.2.1 進行貨物卸載時應採用岸上的壓縮氯蒸氣、乾燥空氣或其他可接受的氣體或全潛式泵。船上的貨物卸貨壓縮機不應用於此用途。在卸貨期間，液貨艙蒸氣處所內的壓力應不超過1.05MPa錶壓力。

17.13.2.2 貨物管系的設計壓力應不小於2.1MPa錶壓力。貨物管的內徑應不超過100mm。對於管系熱變形的補償只能採用彎管。應儘量限制使用法蘭接頭，如要使用法蘭，則應採用帶有槽和舌片的焊頸型法蘭。

17.13.2.3 應將貨物管系的釋放閥的排放管接至吸收裝置，設計釋放閥系統時，應考慮該裝置產生的流量限制（參見8.4.3和8.4.4）。

17.13.3 材料

17.13.3.1 對於液貨艙和貨物管系，應採用適合於貨物和溫度為-40℃的鋼材進行製造，即使擬採用較高的運輸溫度，也應如此。

17.13.3.2 應消除液貨艙的熱應力，不允許以消除機械應力作為其等效措施。

17.13.4 儀器：安全裝置

17.13.4.1 船上應設有與貨物管系和液貨艙相連接的氯吸收裝置。吸收裝置應具有按合理的吸收率至少能中和貨艙總容量的2%的能力。

17.13.4.2 在對液貨艙進行除氯期間，不應將蒸氣排向大氣。

17.13.4.3 應配備能探測氯濃度至少為1ppm（按容積計）的氣體探測系統。吸氣點應位於：

- .1 接近貨艙處所底部；
- .2 從安全釋放閥引出的管子內；
- .3 氣體吸收裝置的出口處；
- .4 起居、服務和機器處所以及控制站的通風系統的進口處；和
- .5 甲板上貨物區域的前端、船中和後端。僅要求在貨物操作和除氣作業期間使用。

氣體探測系統應配備聽覺和視覺報警器，其調定點為5ppm。

17.13.4.4 每一液貨艙應配備1個高壓報警器，在壓力達到1.05MPa錶壓力時發出聽覺報警。

17.13.5 人員保護

17.5.5 要求的圍蔽處所應滿足下列要求：

- .1 應能從開敞甲板和起居處所通過空氣閘方便而迅速地進入處所，並能快速關閉處所並保證其氣密性；
- .2 在按14.4.3的要求設置的能消除污染的噴淋設備中應有1套位於該處所的空氣閘附近；
- .3 該處所應設計成能容納船上的全部船員，並能提供維持不少於4h的未受污染의空氣源；和
- .4 處所內應配備1套氧氣醫治療設備。

17.13.6 液貨艙充裝極限

17.13.6.1 當擬載運氯氣時，15.1.3.2的要求不適用。

17.13.6.2 裝載後，液貨艙蒸氣處所內中的氯氣含量應大於80%（按容積計）。

17.14 環氧乙烷

17.14.1 載運環氧乙烷時，17.18的要求應適用，並應滿足本節附加和修改要求。

17.14.2 甲板液貨艙不應用於載運環氧乙烷。

17.14.3 環氧乙烷的貨物圍護系統和管系不能使用416型和442型的不鏽鋼及鑄鐵。

17.14.4 裝載前，應對液貨艙進行徹底有效地清洗，以除去液貨艙內及有關管路中前次所裝貨物的痕跡，但前次所裝貨物為環氧乙烷、環氧丙烷或是這些貨品的混合物除外。對非不鏽鋼液貨艙裝載氨的情況應予特別注意。

17.14.5 環氧乙烷只能採用深井泵或惰性氣體置換法卸貨。泵的佈置應符合17.18.15的規定。

17.14.6 環氧乙烷只能在冷卻狀態下載運，並應保持其溫度低於30℃。

17.14.7 壓力釋放閥的調定壓力應不低於0.55MPa錶壓力。最大調定壓力應經主管機關特別批准。

17.14.8 對於17.18.27所要求的氮氣保護氣墊，應能在任何時候使液貨艙蒸氣處所內的氮濃度不低於45%（按容積計）。

17.14.9 在裝載前及當液貨艙內含有環氧乙烷液體或蒸氣的任何時間，應用氮氣對液貨艙進行惰化。

17.14.10 在火焰包圍貨物圍護系統的情況下，17.18.29和11.3所要求的水霧系統應能自動噴灑。

17.14.11 應設有貨物投棄裝置，以便在發生不可控制的環氧乙烷自身反應時，緊急排放環氧乙烷。

17.15 獨立的管路系統

應設置1.2.47規定的獨立的管路系統。

17.16 甲基乙炔-丙二烯混合物

17.16.1 應對甲基乙炔-丙二烯混合物適當地進行穩定性處理以便於運輸。此外，對混合物進行製冷期間，應規定其溫度和壓力的上限。

17.16.2 可接受的具有穩定組合的貨物的舉例如下：

.1 組合1：

- .1 甲基乙炔對丙二烯的最大摩爾比為3：1；
- .2 甲基乙炔對丙二烯的最大組合濃度為65摩爾%；
- .3 丙烷、丁烷和異丁烷的最小組合濃度為24摩爾%，其中，至少1/3（以摩爾為基準）應為丁烷以及1/3為丙烷；
- .4 丙烯和丁二烯的最大組合濃度為10摩爾%。

.2 組合2：

- .1 甲基乙炔和丙二烯的最大組合濃度為30摩爾%；
- .2 甲基乙炔的最大濃度為20摩爾%；
- .3 丙二烯的最大濃度為20摩爾%；
- .4 丙烯的最大濃度為45摩爾%；
- .5 丁二烯和丁烯的最大組合濃度為2摩爾%；
- .6 飽和C4碳氫化合物的最小濃度為4摩爾%；和
- .7 丙烷的最小濃度為25摩爾%。

17.16.3 只要所提供的混合物的穩定性經驗證能使主管機關滿意，也可接受其他的組合。

17.16.4 如果船舶具有直接蒸氣壓縮製冷系統，根據貨物組合成分確定的壓力和溫度的界限，該系統應滿足下列要求。對於17.16.2中所列貨物組合的舉例，應配備下列設備：

- .1 1台蒸氣壓縮機，在其運行期間，溫度的升高不應超過60℃，壓力的增加不應大於1.75MPa錶壓力，且在連續運行期間，不允許蒸氣滯留在壓縮機內；
- .2 壓縮機的每一級排放管路或往復式壓縮機同一級內的每隻氣缸均應具有：
 - .1 2隻被設定在60℃或60℃以下溫度時動作的溫度激勵關閉開關；

- .2 1隻被設定在壓力為1.75MPa或以下錶壓力時動作的壓力激勵關閉開關；和
- .3 1隻被調定在壓力為1.8MPa或以下錶壓力時釋放的安全釋放閥；
- .3 應將.2.3所要求的釋放閥通向至符合8.2.10、8.2.11和8.2.15要求的桅杆處，且不應將氣體釋放至壓縮機的吸入管內；和
- .4 1個報警器，當高壓開關或高溫開關動作時，應能在貨物控制處所和駕駛室發出聲響警報。

17.16.5 對於裝載甲基乙炔-丙二烯混合物的液貨艙，其管路系統包括貨物製冷系統應是獨立的（如1.2.28中的規定）或應與其他液貨艙的管系和製冷系統隔離（如1.2.47中的規定）。此種隔離適用於所有液體和蒸氣的透氣管路以及其他可能的連接管路，諸如公用的惰性氣體供應管路。

17.17 氮

結構材料和附屬設備（諸如絕熱材料）應能承受低溫時由於貨物系統各部分氧冷凝和濃縮而產生的高濃度氧的作用。應適當考慮對這些可能產生冷凝的區域進行通風，以避免形成富氧大氣層。

17.18 環氧丙烷和含有環氧乙烷不超過30%（按重量計）的環氧乙烷－環氧丙烷混合物

17.18.1 按本節規定運輸的貨物不應含有乙炔。

17.18.2 除非液貨艙已經適當清洗，否則不應用曾經儲存已知有催化聚合作用的下列3種貨物之一的液貨艙載運這些貨物：

- .1 無水氨和氨溶液；
- .2 胺和胺溶液；和
- .3 氧化物（例如氯）。

17.18.3 裝載前，應對液貨艙進行徹底有效的清洗，以除去艙內及有關管路中的前次所裝貨物的痕跡，但前次所裝的貨物為環氧丙烷或環氧乙烷－環氧丙烷的混合物除外。對於非不鏽鋼的鋼質液貨艙，在其裝有氨的情況下應予特別注意。

17.18.4 任何情況下，應通過適當的試驗或檢驗，對用於液貨艙及有關管路的清洗方法的有效性進行校核，以查明確無酸性或鹼性物質的痕跡，因由於這些物質的存在，可能會出現危險情況。

17.18.5 初次裝載這些貨物之前，應進入液貨艙進行檢查，以保證液貨艙內無污染物，無大量鐵鏽沉積以及無明顯的結構缺陷。如這些液貨艙連續裝運上述貨物，則此種檢查的間隔期應不超過2年。

17.18.6 載運這些貨物的液貨艙應為鋼質或不鏽鋼結構。

17.18.7 採用沖洗或驅氣方法對裝運過這些貨品的液貨艙及有關管路系統進行徹底的清洗後，該液貨艙仍可載運其他貨物。

17.18.8 所有的閥、法蘭、附件和輔助設備均應為適合於在載運這些貨品中使用的型式，且製造材料應為鋼質或不鏽鋼或符合公認標準。應採用含鉻量不低於11%的不鏽鋼製造閥盤或閥盤面。閥座和閥的其

他易磨損的部件。

17.18.9 對於在閥、法蘭、附件和輔助設備中所用的氣密襯墊，應由不與這些貨品起反應，不溶解於這些貨品，不會降低這些貨品的自燃溫度，且能耐火和具有合適的機械性能的材料予以製造。對於接觸貨物的氣密襯墊的表面，應為聚四氟乙烯（PTFE）或因其惰性而能達到同樣安全程度的其他材料。如經主管機關或代表主管機關的被認可組織批准，可以接受用聚四氟乙烯（PTFE）或類似氟化聚合物的墊料成螺旋形地纏繞的不鏽鋼。

17.18.10 如果使用絕熱材料和填料，則應採用不與這些貨物起反應、不溶解於這些貨品或不會降低這些貨品的自燃溫度的材料。

17.18.11 下列材料通常認為不適用於這些貨品的圍護系統中的氣密襯墊、填料和作類似用途的物件，因此，在取得認可前，要求對這些材料進行試驗：

- .1 氯丁橡膠或天然橡膠（當與這些貨品接觸時）；
- .2 石棉或石棉的黏合劑；和
- .3 含有鎂氧化物的材料，例如礦棉。

17.18.12 裝卸管應延伸至至液貨艙底部或任何集液槽底100mm範圍內。

17.18.13 應以適當方式裝卸貨品，以不致使液貨艙中的氣體排到大氣中去。在液貨艙裝載期間，如由岸上回收貨物蒸氣，則與該貨品的圍護系統相連接的蒸氣回收系統應獨立於所有其他的圍護系統。

17.18.14 在卸貨作業期間，應將液貨艙內的壓力保持在0.007MPa錶壓力以上。

17.18.15 對這種貨物進行卸載時，只能採用深井泵，液壓操作的潛水泵或惰性氣體置換法。應將每台貨物泵佈置成能確保當泵的排放管路被截止或阻塞時，不會使該貨品明顯發熱。

17.18.16 載運這些貨物的液貨艙透氣系統應獨立於載運其他貨物液貨艙透氣系統。應配備能在液貨艙不與空氣相通的情況下對液貨艙內貨物進行取樣的設施。

17.18.17 應在用於駁運這些貨物的軟管上標明：“駁運環氧烷類專用”。

17.18.18 應對載運這些貨品的貨艙處所進行監測。對A型和B型獨立液貨艙周圍的貨艙處所也應進行惰化，並應監測氧的含量，這些處所的含氧量應低於2%。可以採用可攜式的取樣設備。

17.18.19 在拆卸通岸管路之前，應通過安裝在裝載集流管上的合適的閥釋放液體和蒸氣管路中的壓力，不應將這些管路中的液體和蒸氣排到大氣中去。

17.18.20 對於液貨艙，應按其在貨物的裝載、載運或卸載過程中可能遇到的最大壓力進行設計。

17.18.21 對於載運環氧丙烷且設計蒸氣壓力低於0.06MPa的液貨艙以及載運環氧乙烷－環氧丙烷混合物且設計蒸氣壓力低於0.12MPa的液貨艙，均應設有冷卻系統，以保持貨物的溫度能低於基準溫度。對於基準溫度，見15.1.3。

17.18.22 壓力釋放閥的調定值應不小於0.02MPa錶壓力，而對於C型獨立液貨艙，在載運環氧丙烷時，其壓力釋放閥的調定值應不大於0.7MPa錶壓力，在載運環氧乙烷－環氧丙烷混合物時，其壓力釋放閥的調定值應不大於0.53MPa錶壓力。

17.18.23 對裝有這些貨品的液貨艙，其管系應與所有其他液貨艙（包括空載液貨艙）的管系以及所有貨物壓縮機完全隔離。如果裝有這些貨品的液貨艙管系沒有被設計成1.2.28所定義的那種獨立，則應採用拆卸短管、閥或其他管段並在這些位置安裝盲板法蘭的方法，以達到所要求的管系分隔。上述所要求的分隔也適用於所有液體和蒸氣管路、液體和蒸氣的透氣管路以及任何其他可能的連接管路，諸如通用的惰性氣體供應管路。

17.18.24 對於這些貨品，只能按主管機關批准的貨物裝卸設計圖進行運輸。對於所擬定的每一種裝載方案，均應在單獨的裝卸圖中予以表明。在貨物裝卸圖中應標明全部貨物管路系統以及為滿足上述管路分隔要求所需盲板法蘭的安裝位置。經批准的每份貨物裝卸圖的副本應被存放在船上。在對《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》進行簽署時應包括查閱經批准的貨物裝卸圖。

17.18.25 在首次裝載這些貨物及以後每次重新裝載這些貨物之前，應從港口主管當局承認的負責人員處取得證明該船已達到所要求的管系分隔的證書，並應將證書放在船上。盲板法蘭和管路法蘭之間的每一連接處應由負責人員裝上金屬絲並給予鉛封，以保證不致於因疏忽拆卸盲板法蘭。

17.18.26 按照15.5，應註明在所採用的每一裝載溫度下每一液貨艙

的最大許可裝載極限。

17.18.27 載運這些貨物時，應在液貨艙內充以適當的氮氣作為保護氣墊。還應設有氮氣的自動補給系統，以防萬一由於環境條件變化或製冷系統失靈而造成貨物溫度下降致使液貨艙壓力下降至0.007MPa錶壓力以下。船上應配備足量的氮氣以滿足自動壓力控制的需要。應採用商業純度為99.9%（按容積計）的氮氣作為液貨艙的保護氣墊。一組氮氣瓶通過減壓閥與液貨艙連接可以達到有關“自動”的目的。

17.18.28 液貨艙的蒸氣空間在裝載前後應進行試驗，以保證含氧量為2%或以下（按容積計）。

17.18.29 應設置足夠容量的水霧系統，以能有效地覆蓋貨物集管及與裝卸貨物有關的露天甲板管系和液貨艙氣室等周圍的區域。管路和噴嘴應佈置成能使水霧的均勻分佈率達到每分鐘為 10 l/m^2 。佈置應保證能使任何溢出的貨物被沖洗乾淨。

17.18.30 在發生涉及貨物圍護系統的火災時，水霧系統應既能就地人工操作又能遙控操作。遙控人工操作應佈置成能從貨物區域外鄰近居住處所的合適位置遙控啟動水霧系統的供水泵和遙控操作系統中任何通常關閉的閥，並在被保護區域發生火災時能易於進入和操作。

17.18.31 除上述水霧要求外，在裝卸作業期間，如環境溫度許可，應有隨時可用的加壓輸水軟管。

17.19 氯乙烯

在添加抑制劑能防止氯乙烯的聚合反應時，17.8的規定適用。在

未添加抑制劑或抑制劑的添加量不足時，按17.6規定使用的任何惰性氣體的含氧量應不超過0.1%（以體積計）。在開始裝載前，還應對液貨艙和管路的惰性氣體進行取樣分析。當載運氯乙烯時，液貨艙內應始終保持正壓，甚至在連續運載這些貨物之間的壓載航行時，也應如此。

17.20 混合C4貨物

17.20.1 按本規則要求單獨載運的貨物（主要是丁烷、丁烯和丁二烯）可按本節規定作為混合物載運。這些貨物可稱為“原C4”、“原丁二烯”、“原蒸汽開裂C4”、“用盡的蒸汽開裂C4”、“C4流”、“C4殘油”或在不同的說明下載運。在所有情況下，由於混合物的丁二烯含量很重要（其潛在有毒和有反應），應查閱材料安全數據單（MSDS）。如認識到丁二烯的蒸氣壓力相對較低，如果該混合物包含丁二烯，其應視作有毒並應採取適當的預防措施。

17.20.2 如按本節規定載運的混合C4貨物包含50%以上的丁二烯，應採用17.8中的抑制劑預防措施。

17.20.3 除非裝載的具體混合物給出液體膨脹係數的具體數據，否則應將貨物視為包含100%成分並具有最高膨脹率來計算第15章的充裝極限限制。

17.21 二氧化碳：高純度

17.21.1 貨物未受控的壓力喪失會造成“升華”且貨物會從液體變成固體狀態。裝載貨物前，應提供特定二氧化碳貨物的準確“3點”溫度，這取決於貨物純度，並應考慮到何時調節貨物儀器。對於載運

的具體貨物，本節中所述的報警和自動行動的設定壓力應設至至少3點以上0.05MPa。純二氧化碳的“3點”出現在0.5MPa（錶壓）和-54.4℃。

17.21.2 如果按照8.2設置的液貨艙釋放閥在打開位置失效，貨物可能固化。為避免這種情況，應設有隔離液貨艙安全閥的設施，當載運該二氧化碳時，8.2.9.2的要求不適用。自安全釋放閥的排放管道應設計成無導致堵塞的障礙物。防護屏不應設在釋放閥排放管道的出口，所以8.2.15的要求不適用。

17.21.3 自安全釋放閥的排放管道不要求符合8.2.10，但應設計成無導致堵塞的障礙物。防護屏不應設在釋放閥排放管道的出口，所以8.2.15的要求不適用。

17.21.4 載運二氧化碳貨物時，應連續監控液貨艙的低壓。貨物控制位置和駕駛室應發出聽覺和視覺報警。如果液貨艙壓力持續降至特定貨物“3點”的0.05MPa範圍內，監控系統應自動關閉所有貨物總管液體和蒸氣閥並停止所有貨物壓縮機和貨泵。18.10要求的應急關閉系統可用於此目的。

17.21.5 液貨艙和貨物管系使用的所有材料應適於營運期間可能出現的最低溫度，其定義為17.21.1中所述的自動安全系統設定壓力下二氧化碳貨物的飽和溫度。

17.21.6 貨艙處所、貨物壓縮機室和二氧化碳會積聚的其他圍蔽處所應連續監控二氧化碳的形成。該固定氣體探測系統替代13.6的要求，即使船舶有C型貨物圍護，應一直監測貨艙處所。

17.22 二氧化碳：回收的質量

17.22.1 17.21的要求也適用於本貨物。此外，如果回收質量二氧化碳貨物包含雜質（例如水、二氧化硫等），其會造成酸腐蝕或其他問題，貨物系統中使用的構造材料也應考慮到腐蝕的可能性。

第18章 操作要求

目的

確保所有涉及貨物作業的船上人員有足夠的關於貨物性質和操作貨物系統的資料，以使其能安全進行貨物操作。

18.1 通則

18.1.1 涉及液化氣體運輸船舶操作的人員應意識到與其安全操作相關的特殊要求和安全操作必需的預防措施。

18.1.2 適用本規則的每艘船上應備有本規則的副本或納入本規則規定的國家法規。

18.2 貨物操作手冊

18.2.1 船舶應配備經主管機關認可的詳細的貨物系統操作手冊副本，以使經培訓人員能安全操作船舶，並適當考慮到允許載運的貨物的危險和特性。

18.2.2 手冊內容應包括但不限於：

- .1 貨物從乾塢至乾塢的整個操作，包括液貨艙冷卻和加熱、駁運（包括船至船駁運）、貨物取樣、除氣、壓載、清洗液貨艙和更換貨物的程序；
- .2 貨物溫度和壓力控制系統；
- .3 貨物系統限制，包括最低溫度（貨物系統和內殼）、最大壓力、駁運速度、充裝極限和晃蕩限制；
- .4 氮和惰性氣體系統；
- .5 滅火程序：滅火系統的操作和維護以及滅火劑的使用；
- .6 用於特種貨物安全操作所需的特殊設備；
- .7 固定和可攜式氣體探測；
- .8 控制、報警和安全系統；
- .9 緊急關閉系統；
- .10 按照8.2.8和4.13.2.3變更液貨艙壓力釋放閥設定壓力的程序；和
- .11 應急程序，包括液貨艙釋放閥隔離、單艙除氣、進入和應急船至船駁運操作。

18.3 貨物資料

18.3.1 船上應備有供所有有關方面使用並以貨物資料數據單形式的資料，這些資料能為安全載運貨物提供必要的數據。這些資料應

包括所載運的每一種貨品。其具體項目如下：

- .1 一份關於貨物安全載運和圍護所必需的物理和化學性能的詳細說明；
- .2 與能按照《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》在船上載運的其他貨物的反應；
- .3 當發生貨物溢出或泄漏時所需要採取的措施；
- .4 防備人員意外與貨物接觸的防範措施；
- .5 滅火程序和滅火劑；
- .6 用於特種貨物安全操作所需的特殊設備；和
- .7 應急程序。

18.3.2 按照18.3.1.1向船長提供的物理數據應包括關於不同溫度下相對貨物密度的信息以能按照第15章的要求計算液貨艙充裝極限。

18.3.3 按照18.3.1.3應對大氣溫度下載運貨物溢出的應急計劃應考慮潛在的局部溫度降低（例如當逃逸的貨物已降至大氣壓力）和船體鋼冷卻的潛在影響。

18.4 載運的適合性

18.4.1 船長應確認船上所裝載的每一貨品的數量和特性是在1.4規定的《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》和2.2.5規定的《裝載和穩性資料手冊》所述的範圍內，且按《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》

第4項的要求，這些貨品已列入其中。

18.4.2 當貨物被混合時應注意避免發生危險的化學反應，下列方面特別重要：

- .1 在同一液貨艙內連續裝貨之間所需要的液貨艙清洗程序；和
- .2 只有當整個貨物系統，包括(但並不限於)貨物管路、液貨艙、透氣系統和製冷系統，均按1.2.47規定予以隔離時，才能允許同時載運混合時會起化學反應的貨物。

18.4.3 如要求抑制貨物，在離開前應提供17.8要求的證書，否則不得載運貨物。

18.5 在低溫下載運貨物

在低溫下載運貨物時，應注意下列事項：

- .1 應嚴格遵守為特定液貨艙、管系和附屬設備所規定的冷卻程序；
- .2 所採用的裝載方式應能確保在任何液貨艙、管系或其他附屬設備中未超過設計溫度梯度；和
- .3 如設有與貨物圍護系統相關的加熱裝置，對於加熱裝置的操作，應能確保船體結構的溫度不致下降到低於材料的設計溫度。

18.6 貨物駁運操作

18.6.1 船上人員和負責駁運設施的人員應召開貨物操作前的會議。交換的信息應包括擬定貨物駁運操作和應急程序的詳細情況。對於擬定的貨物駁運，應填寫公認的行業清單，並在整個操作期間保持有效的通信聯繫。

18.6.2 貨物駁運操作前，應對必要的貨物裝卸控制和報警裝置進行核查和試驗。

18.7 人員培訓

18.7.1 人員應進行經修正的1978年國際海員培訓、發證和值班標準公約、國際安全管理規則和醫療急救指南（MFAG）要求的液化氣船操作和安全的適當培訓。至少：

- .1 應對所有人員在使用船上備有的保護設備方面進行適當培訓，同時還應對他們進行與其職務相適應的、在緊急情況下所必需的程序的基本培訓；和
- .2 應對高級船員進行應急程序培訓，以處理貨物泄漏、溢出或火災事故，並應對其中足夠數量的人員進行適於所載貨物的主要急救措施的講授和訓練。

18.8 進入圍蔽處所

18.8.1 在正常操作情況下，人員不得進入可能有氣體聚集的液貨艙、貨艙處所、留空處所或其他圍蔽處所，除非用固定式或便攜式設備確定上述處所的空氣中具有足夠的氧氣且不存在有毒氣體。

18.8.2 如果在日常檢查中必須對A類液貨艙周圍的貨艙處所進

行除氣和通氣，且液貨艙載運易燃貨物，當液貨艙只包含最少數量的貨物“橫傾”以保持液貨艙冷卻時，應進行檢查。檢查結束後，貨艙應重新惰化。

18.8.3 人員在進入載有可燃貨物船舶的任何被設計成危險的處所時，均不得帶有任何潛在的着火源，除非經驗證，已對該處所進行除氣並仍保持這種狀態。

18.9 貨物取樣

18.9.1 任何貨物取樣應在高級船員的監督下進行，其應確保操作人員使用適合貨物危險的防護服。

18.9.2 對液體貨物取樣時，高級船員應確保取樣設備適合相關溫度和壓力，包括貨泵排放壓力。

18.9.3 高級船員應確保使用的任何貨物樣品設備適當連接以避免任何貨物泄漏。

18.9.4 如果取樣貨物為有毒貨品，高級船員應確保使用1.2.15中規定的“閉環”取樣系統以使至大氣的任何貨物釋放降至最少。

18.9.5 取樣操作完成後，高級船員應確保使用的任何樣品閥適當關閉，且使用的連接正確隔斷。

18.10 貨物應急關閉（ESD）系統

18.10.1 通則

18.10.1.1 應設有貨物應急關閉系統以在緊急情況下（船舶內部或貨物駁運至船上或岸上時）停止貨物流。ESD系統的設計應避免可能產

生貨物駁運管工作內的壓力波動（見18.10.2.1.4）。

18.10.1.2 就ESD而言，使用有毒或易燃液體或蒸氣調節貨物的輔助系統應視作貨物系統。使用惰性介質（例如氮）的間接製冷系統無需納入ESD功能。

18.10.1.3 ESD系統應由表18.1中所列的手動和自動開始啟動。對於任何附加開始，如表明其納入不降低整個系統的完整性和可靠性，才可納入ESD系統。

18.10.1.4 船舶ESD系統應按照公認標準包含船岸連接。

18.10.1.5 貨物控制室和駕駛室中應有ESD系統和相關系統的功能流程圖。

18.10.2 **ESD閥要求**

18.10.2.1 通則

18.10.2.1.1 ESD閥係指ESD系統操作的任何閥。

18.10.2.1.2 ESD閥應為遙控、故障關閉（動力消失關閉）型、能就地手動關閉並指示實際閥的位置。作為就地手動關閉ESD閥的替代，應允許一系列手動操作關閉閥與ESD閥一起使用。手動閥的位置應鄰近ESD閥。一旦ESD閥關閉，而手動閥也關閉，應能處理截留的液體。

18.10.2.1.3 液體管系中的ESD閥應在啟動30秒內平穩緊閉。船上應備有關於閥關閉時間及其操作特徵的資料，並且關閉時間應能予以驗證和可重複。

18.10.2.1.4 13.3.1至13.3.3中所述的閥的關閉時間（即從開始激發關閉

信號至閥完全關閉的時間）應不大於：

$$\frac{3600U}{L_R} \quad (\text{秒})$$

式中：

U = 發出操作信號時艙內液面以上的容積，（ m^3 ）；

L_R = 船和岸上設備之間相互約定的最大裝載速率，
（ m^3/h ）。

考慮到裝載軟管或吊臂以及船上和岸上的有關管路系統，應對裝載速率進行調整，以使閥關閉時的衝擊壓力被限制在一個可以承受的水平。

18.10.2.2 船岸和船船總管連接

每個總管連接處應設有1個ESD閥。不用於駁運作業的貨物總管連接應用管系設計壓力下的盲板法蘭隔斷。

18.10.2.3 貨物系統閥

如果5.5中規定的貨物系統閥也是18.10中規定的ESD閥，18.10的要求應適用。

18.10.3 **ESD系統控制**

18.10.3.1 ESD系統至少應能通過駕駛室和13.1.2要求的控制位置或貨物控制室（如設有）的單獨控制進行手動操作，且貨物區域中不少於2個位置。

18.10.3.2 探測到貨物區域和/或貨物機器處所的露天甲板失火時，

ESD系統應自動啟動。露天甲板上使用的探測方法應至少覆蓋液貨艙的液體和蒸氣氣室、貨物總管和液體管路經常被拆開的區域。探測可通過設計成在溫度98℃和104℃之間熔化的易熔元件，或通過區域失火探測方法。

18.10.3.3 運作的貨物機器應按照表18.1中的原因和影響矩陣通過啟動ESD系統停止。

18.10.3.4 ESD控制系統應能以安全受控的方式進行13.3.5中要求的高位試驗。就試驗而言，當溢流控制系統越控時，可操作貨泵。液位報警試驗和高位報警試驗結束後ESD系統重新設定的程序應納入18.2.1要求的操作手冊。

表18.1－ESD功能佈置

	泵	壓縮機系統					閥	連接
關閉行動→ 開始↓	貨泵/貨物增壓泵	噴淋/清艙泵	蒸氣返回壓縮機	燃氣壓縮機	再液化裝置***，包括冷凝 返回泵（如有）	氣體燃燒裝置	ESD閥	至船/岸連接的信號連接 ****
應急按鈕（見18.10.3.1）	√	√	√	註2	√	√	√	√
甲板上或壓縮機室中的探火*（見18.10.3.2）	√	√	√	√	√	√	√	√
液貨艙高位（見13.3.2和13.3.3）	√	√	√	註1 註2	註1 註3	註1	註6	√

自船/岸連接的信號 (見18.10.1.4)	√	√	√	註2	註3	n/a	√	n/a
喪失至ESD閥的動力**	√	√	√	註2	註3	n/a	√	√
主電力失效(“斷電”)	註7	註7	註7	註7	註7	註7	√	√
液位報警越控(見13.3.7)	註4	註4 註5	√	註1	註1	註1	√	√

註1：設備的這些項目能從這些具體的自動關閉引發器省略，只要設備進口無貨物液體進入。

註2：如果燃氣壓縮機用於將貨物蒸氣返回岸上，其應納入ESD系統（在該模式操作時）。

註3：如果再液化裝置壓縮機用於蒸氣返回/岸上管線清洗，其應納入ESD系統（在該模式操作時）。

註4：13.3.7允許的越控系統可在海上使用以防止錯誤報警或關閉。當液位報警越控，應禁止貨泵和總管ESD閥開口的操作，按照13.3.5進行高位報警試驗除外（見18.10.3.4）。

註5：只有當在該模式操作時，用於強制噴霧器的貨物噴淋或清艙泵可不包括在ESD系統中。

註6：作為關閉18.10.2.2中所述的ESD閥的替代，13.3.2中所述的傳感器可用於自動關閉安裝傳感器的單個液貨艙的液貨艙充裝閥。如採用該選項，當已啟動應裝載的所有液貨艙的高位傳感器時，應開始啟動整個ESD系統。

註7：設備的這些項目應設計成不在主電源恢復後重新啟動且無需確認安全條件。

- * 可在甲板上使用易熔塞、電子點溫度監測或區域探火。
- ** 遙控操作的ESD閥傳動裝置的液壓、電動或氣壓動力失效。
- *** 構成再液化裝置一部分的間接製冷系統無需納入ESD功能，如果其在製冷循環中使用惰性介質（例如氮）。
- **** 信號無需指示啟動ESD的事項。
- √ 功能要求。

N/A 不適用

18.10.4 附加關閉

18.10.4.1 8.3.11中使液貨艙免受外壓差的要求可通過使用啟動ESD系統或至少停止任何貨泵或壓縮機的獨立低壓跳脫來實現。

18.10.4.2 探測到高液位時，可提供自13.3要求的溢流控制系統至ESD的輸入停止任何貨泵或壓縮機運行，因為該報警可能是疏忽所致的艙至艙內部駁運。

18.10.5 操作前試驗

在貨物裝卸作業開始前，應對貨物駁運中涉及的貨物緊急關閉和報警系統進行檢查和試驗。

18.11 貨物圍護系統上或附近的熱工

18.11.1 在液貨艙附近應採取特殊的防火預防措施，特別是易燃或受碳氫化合物污染或由於燃燒可能發出有毒煙氣的絕熱系統。

18.12 附加操作要求

本規則下列段落為附加的操作要求：

2.2.2，2.2.5，2.2.8，3.8.4，3.8.5，5.3.2，5.3.3.3，5.7.3，7.1，8.2.7，
8.2.8，8.2.9，9.2，9.3，9.4.4，12.1.1，13.1.3，13.3.6，13.6.18，14.3.3，
15.3，15.6，16.6.3，17.4.2，17.6，17.7，17.9，17.10，17.11，17.12，
17.13，17.14，17.16，17.18，17.19，17.21和17.22。

第19章

最低要求一覽表

對最低要求一覽表的註釋：

貨品名稱 (a欄)	任何散裝運輸貨物的裝船文件中應使用貨品名稱。任何附加的名稱可放在貨品名稱後的括號內。貨品名稱有時可能與以前頒發的本規則中所提供的名稱不一致
(b欄)	刪除
船型 (c欄)	1 1G型船舶 (2.1.2.1) 2 2G型船舶 (2.1.2.2) 3 2PG型船舶 (2.1.2.3) 4 3G型船舶 (2.1.2.4)
要求的C型獨立液貨艙 (d欄)	C型獨立液貨艙 (4.23)
液貨艙環境控制 (e欄)	惰性： 惰化 (9.4) 乾： 烘乾 (17.7) -： 本規則無特殊要求
蒸氣探測 (f欄)	F： 易燃蒸氣的探測 T： 有毒蒸氣的探測 F+T： 易燃和有毒蒸氣的探測 A： 窒息
測量 (g欄)	I： 間接型或封閉型 (13.2.3.1和.2) R： 間接型、封閉型或限制型 (13.2.3.1、.2、.3和.4) C： 間接型或封閉型 (13.2.3.1、.2和.3)
(h欄)	刪除
特殊要求 (i欄)	如具體參考第14章和/或第17章，這些要求應作為任何其他欄要求的附加要求
製冷氣體	無毒和不易燃氣體

除另有規定外，對於運輸含乙炔總量低於5%的氣體混合物，除滿足對氣體混合物中主要成分的要求外，無進一步要求。

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
貨品名稱		船型	要求的C型獨立 液貨艙	液貨艙內蒸氣 空間的控制	氣體探測	測量		特殊要求
乙醛		2G/2PG	-	惰化	F+T	C		14.4.2 , 14.3.3.1 , 17.4.1 , 17.6.1
氨－無水的		2G/2PG	-	-	T	C		14.4 , 17.2.1 , 17.12
丁二烯（所有異構體）		2G/2PG	-	-	F+T	C		14.4 , 17.2.2 , 17.4.2 , 17.4.3 , 17.6 , 17.8
丁烷（所有異構體）		2G/2PG	-	-	F	R		
丁烷/丙烷混合物		2G/2PG	-	-	F	R		
丁烯（所有異構體）		2G/2PG	-	-	F	R		
二氧化碳（高純度）		3G	-	-	A	R		17.21
二氧化碳（再生質量）		3G	-	-	A	R		17.22
氯		1G	是	乾燥	T	I		14.4 , 17.3.2 , 17.4.1 , 17.5 , 17.7 , 17.9 , 17.13
二乙醚*		2G/2PG	-	惰化	F+T	C		14.4.1 , 14.4.2 , 17.2.6 , 17.3.1 , 17.6.1 , 17.9 , 17.10 , 17.11.2 , 17.11.3
二甲基胺		2G/2PG	-	-	F+T	C		14.4 , 17.2.1
二甲醚		2G/2PG			F+T	C		
乙烷		2G	-	-	F	R		
氯乙烷		2G/2PG	-	-	F+T	C		
乙烯		2G	-	-	F	R		
環氧乙烷		1G	是	惰化	F+T	C		14.4 , 17.2.2 , 17.3.2 ,

								17.4.1 , 17.5 , 17.6.1 , 17.14
<i>a</i> 貨品名稱	<i>b</i>	<i>c</i> 船型	<i>d</i> 要求的C型獨立 液貨艙	<i>e</i> 液貨艙內蒸氣 空間的控制	<i>f</i> 氣體探測	<i>g</i> 測量	<i>h</i>	<i>i</i> 特殊要求
環氧乙烷/環氧 丙烷混合物，但 環氧乙烷含量 按重量計不超 過30%*		2G/2PG	-	惰化	F+T	C		14.4.2 , 17.3.1 , 17.4.1 , 17.6.1 , 17.9 , 17.10 , 17.18
異戊二烯*（所有異構體）		2G/2PG	-	-	F	R		14.4.2 , 17.8 , 17.9 , 17.11.1
異戊二烯（部分 精煉*）		2G/2PG	-	-	F	R		14.4.2 , 17.8 , 17.9 , 17.11.1
異丙胺*		2G/2PG	-	-	F+T	C		14.4.1 , 14.4.2 , 17.2.4 , 17.9 , 17.10 , 17.11.1 , 17.15
甲烷（液化天然 氣）		2G	-	-	F	C		
甲基乙炔丙二 烯混合物		2G/2PG	-	-	F	R		17.16
溴甲烷		1G	是	-	F+T	C		14.4 , 17.2.3 , 17.3.2 , 17.4.1 , 17.5
氯甲烷		2G/2PG	-	-	F+T	C		17.2.3
混合C4貨物		2G/2PG	-	-	F+T	C		14.4 , 17.2.2 , 17.4.2 , 17.4.3 , 17.6 , 17.20
乙胺*		2G/2PG	-	-	F+T	C		14.4 , 17.2.1 , 17.3.1 , 17.9 , 17.10 , 17.11.1 , 17.15
氫		3G	-	-	A	C		17.17
戊烷（所有異構 體）*		2G/2PG	-	-	F	R		17.9 , 17.11
戊烯（所有異構		2G/2PG	-	-	F	R		17.9 , 17.11

體) *								
丙烷		2G/2PG	-	-	F	R		
<i>a</i> 貨品名稱	<i>b</i>	<i>c</i> 船型	<i>d</i> 要求的C型獨立 液貨艙	<i>e</i> 液貨艙內蒸氣 空間的控制	<i>f</i> 氣體探測	<i>g</i> 測量	<i>h</i>	<i>i</i> 特殊要求
丙烯		2G/2PG	-	-	F	R		
環氧丙烷*		2G/2PG	-	惰化	F+T	C		14.4.2 , 17.3.1 , 17.4.1 , 17.6.1 , 17.9 , 17.10 , 17.18
製冷氣體		3G	-	-	-	R		
二氧化硫		1G	是	乾燥	T	C		14.4 , 17.3.2 , 17.4.1 , 17.5 , 17.7
氯乙烯		2G/2PG	-	-	F+T	C		14.4.1 , 14.4.2 , 17.2.2 , 17.2.3 , 17.3.1 , 17.6 , 17.19
乙烯基乙基醚*		2G/2PG	-	惰化	F+T	C		17.3.1 , 17.6.1 , 17.8 , 17.9 , 17.10 , 17.11.2 , 17.11.3
二氯乙烯*		2G/2PG	-	惰化	F+T	C		14.4.1 , 14.4.2 , 17.2.5 , 17.6.1 , 17.8 , 17.9 , 17.10

* 此貨物也包括在IBC規則內。

附錄 1

IGC規則貨品數據報告格式

建議在IGC規則船舶上載運的貨品的特徵

1 貨品標識

貨品名稱

任何散裝運輸貨物的裝船文件中應使用貨品名稱。任何附加的名稱可放在貨品名稱後的括號內。

1.1 其他名稱和標識號

主要商品名：_____

主要化學名稱：_____

化學公式：_____

C.A.S號 : _____

EHS號 : _____

BMR號 : _____

RTECS號 : _____

1.2 相關同義詞

結構

同義詞名稱	類型
...	...

1.3 成分

成分名稱	%	類型
------	---	----

2 物理特性

參考/備註 單位 質量 低值 高值

分子重量				
20℃時的密度	(kg/m ³)			
閃點 (c.c)	(°C)			
沸點 (°C)				
20℃時的水溶性	(mg/l)			
20℃時的蒸氣壓力	(Pa)			
自燃溫度	(°C)			
爆炸極限	(% v/v)			
MESG	(mm)			

3 相關化學特性

水反應性 (0-2)

0 = 無反應性 詳細情況

1 = 有反應性

2 = 高反應性

貨品是否與空氣反應造成潛在危險狀況 (是/否)

如果是，提供詳細情況

參照

是否需要抑制劑或穩定劑防止危險反應？ (是/否)

如果是，提供詳細情況

參照

4 哺乳動物毒性

4.1 急性毒性		質量	低值	高值	種類	參考/備註
口腔 (mg/kg)	LD ₅₀					
皮膚 (mg/kg)	LD ₅₀					
吸入 (mg/l/4h)	LD ₅₀					

4.2 腐蝕和刺激

	單位	質量	低值	高值	參考/備註
皮膚腐蝕時間	(小時)				
		結果觀察	種類	參考/備註	
皮膚刺激	(4小時暴露)				
眼睛刺激					

無刺激、輕微刺激、適度刺激、中度刺激、嚴重刺激或腐蝕

4.3 過敏

		參考/備註
呼吸過敏源 (人)	(是/否)	
皮膚過敏	(是/否)	

4.4 其他具體長期影響

		參考/備註
致癌物	(是/否)	
誘變因素	(是/否)	
對繁殖有毒	(是/否)	
其他長期	(是/否)	

4.5 其他相關哺乳動物毒性

5 建議的載運要求

《IGC規則》中的欄	特性	值
c	船型	
d	要求的C型獨立液貨艙	
e	液貨艙內蒸氣處所的控制	
f	蒸氣探測	
g	測量	
i	特殊要求	

附錄2

《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》的格式樣本

國際散裝運輸液化氣體適裝證書

(公 章)

本證書由

(國 家 全 名)

政府授權

(主 管 機 關 認 可 的 適 任 人 員 或 組 織 的 全 名)

按國際散裝運輸液化氣體船舶構造和設備規則簽發。

船舶資料¹

船 名

船 舶 編 號 或 呼 號

IMO 編 號²

船 籍 港

貨 艙 容 量 (m³)

船 型³ (規 則 的 2.1.2)

安放龍骨或船舶處於類似建造階
段的日期，或對於改建船舶，改
建成氣體運輸船開始的日期

.....

船舶也完全符合規則的下列修正案：

.....

.

.....

.

船舶免除符合規則的下列規定：
.....
.....

茲證明：

- 1 該船業已按規則1.4的規定進行了檢驗。
- 2 檢驗表明該船構造和設備及其狀況在各方面均屬合格，且該船符合規則的相關規定。
- 3 下列設計衡準已經使用：

- .1 環境氣溫.....℃⁴
- .2 環境水溫.....℃⁴

.3

液貨艙種類 和編號	應力因素				材料 ⁵	MARVS ⁶
	A	B	C	D		
貨物管道						

註

：表中的液貨艙編號見附件2“經簽字和有日期的液貨艙圖”。

- .4 液貨艙材料的力學性能在℃⁷確定。

- 4 該船適合散裝運輸下列貨品，只要遵守規則所有相關操作規定⁸。

貨品	載運狀況 (液貨艙編號等)	最低溫度

在附件1“附加經簽字和有日期的表格”繼續。
本表中的液貨艙編號附件2經簽字和有日期的液貨艙圖”

5 按照1.4/2.6.2^{*}，有關該船的規則規定以下列方式予以修改：

.....

6 該船應：

.1^{*} 僅根據使用按本規則2.2.6配備的認可的穩性儀進行完整和破損穩性要求符合性驗證的裝載工況進行裝載；

.2^{*} 如給予本規則2.2.7允許的免除並且未配備本規則2.2.6要求的認可的穩性儀，應按以下一種或多種認可方法進行裝載：

.i^{*} 根據經批准的裝載手冊所述的裝載工況，蓋章並註明日期.....並由主管機關的負責人或經主管機關認可的組織的負責人簽字；或

.ii^{*} 根據使用認可的方法.....遠程驗證的裝載工況；或

.iii^{*} 根據上述i所述的經批准的裝載手冊所定義的批准的工程範圍內的裝載工況；或

.iv^{*} 根據使用上述i所述的經批准的裝載手冊所定義的批准的臨界KG/GM數據驗證的裝載工況；

.3^{*} 根據本證書所附的裝載限制。

如要求不按上述指導裝載船舶，則應將能證明提議的裝載工況合理性的必要計算資料提交發證主管機關，主管機關可書面授權採

^{*} 不適應者劃去。

^{*} 不適用者劃去。

用所提議的裝載工況**。

本證書有效期限至.....止，在此
期間應按規則1.4規定接受檢驗。

本證書基於的檢驗完成日期：.....

(年/月/日)

簽發於.....

(證書簽發地點)

.....

.....

(簽發日期)

(經授權發證的官員簽字)

(主管當局蓋章或鋼印)

證書填寫註釋：

- 1 船舶資料也可在表格中橫向排列。
- 2 按照本組織A.600(15)決議通過的《IMO船舶編號體系》。
- 3 任何條目應與所有相關建議案有關，例如，條目“2G型”應係指規則規定的2G型。
- 4 插入4.19.1.1要求的環境溫度。
- 5 插入按規則的4.22.3.1和4.23.3.1可接受的應力因數和材料。

** 該文本如經正式簽字和蓋章，可附於本證書後，而不是填入本證書中。

- 6 插入按4.13.2指定的所有釋放閥設定值。
- 7 插入4.18.1.3要求的主管機關或代表主管機關的被認可組織接受的溫度。
- 8 應只列出規則第19章列出的貨品或已按照1.1.6.1經主管機關評估的貨品或其相容的物理比例在液貨艙設計限制內的混合物。對於“新貨品”，按三方協議臨時同意的任何特殊要求應在證書附錄中指出。

年度檢驗和中間檢驗的簽署

茲證明業已按規則1.4.2的要求進行了檢驗，查明該船符合規則的有關規定。

年度檢驗： 簽字：

(經正式授權的官員簽字)

地點：

日期(年/月/日)：

(主管當局蓋章或鋼印)

年度/中間*檢驗： 簽字：

(經正式授權的官員簽字)

地點：

日期(年/月/日)：

(主管當局蓋章或鋼印)

年度/中間*檢驗： 簽字：

(經正式授權的官員簽字)

地點：

日期(年/月/日)：

(主管當局蓋章或鋼印)

年度檢驗： 簽字：

(經正式授權的官員簽字)

地點：

* 不適用者劃去。

日期(年/月/日)：

(主管當局蓋章或鋼印)

按第 1.4.6.8.3 條進行的年度/中間檢驗

茲證明業已按規則第1.4.6.8.3條的要求進行了年度/中間*檢驗，查明該船符合規則的有關規定。

簽字：

(經正式授權的官員簽字)

地點：

日期(年/月/日)：

(主管當局蓋章或鋼印)

在適用第 1.4.6.3 條的情況下，有效期少於 5 年的證書展期簽署

該船符合規則的有關規定，本證書根據規則第1.4.6.3條應視為有效，有效期限至止。

簽字：

(經正式授權的官員簽字)

地點：

日期(年/月/日)：

(主管當局蓋章或鋼印)

在已完成換證檢驗並適用第 1.4.6.4 條情況下的簽署

該船符合規則的有關規定，本證書根據規則第1.4.6.4條應視為有效，有效期限至止。

年度檢驗

簽字：

(經正式授權的官員簽字)

地點：

* 不適應者劃去。

日期（年/月/日）：

（主管當局蓋章或鋼印）

在適用第1.4.6.5條或第1.4.6.6條的情況下，將證書有效期

展期至駛抵進行檢驗的港口或給予寬限期的的簽署

本證書根據規則第1.4.6.5/1.4.6.6*條應視為有效，有效期限至.....
.....止。

簽字：

（經正式授權的官員簽字）

地點：

日期（年/月/日）：

（主管當局蓋章或鋼印）

在適用第1.4.6.8條的情況下，周年日提前的簽署

根據規則第 1.4.6.8 條，新的周年日
為.....。

簽字：

（經正式授權的官員簽字）

地點：

日期（年/月/日）：

（主管當局蓋章或鋼印）

根據第 1.4.6.8 條，新的周年日
為.....。

* 不適應者劃去。

簽字：

（經正式授權的官員簽字）

地點：

日期（年/月/日）：

（主管當局蓋章或鋼印）

《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》附件1

證書第4項中規定貨品的後續清單及其載運條件。

[illegible]

日期：.....

(簽發日期)

(經授權發證的官員簽字)

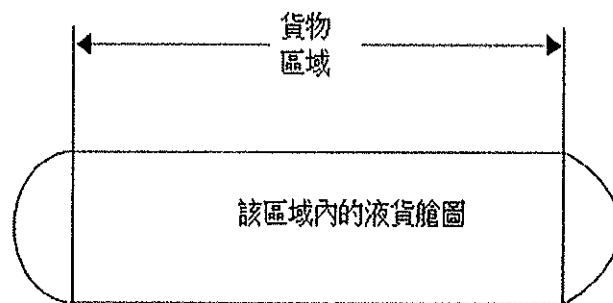
附件2

《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》

液貨艙圖（試樣）

船名：

船舶編號或呼號：



日期：

（簽發日期）

（經授權發證的官員簽字）

附錄3

《國際散裝運輸液化氣體適裝證書》附錄示例

證書附錄編號：			簽發日期：（年/月/日）		
由.....政府授權， 按照經修正的國際散裝運輸液化氣體船舶構造和設備規則簽發					
船名	船舶編號 或呼號	IMO編號	船籍港	貨艙容量 （ m ³ ）	船型

茲證明：

船舶滿足散裝運輸下列貨品的要求，只要遵守規則的所有相關操作規定：

貨品	載運條件 （液貨艙編號等）	最低溫度	MARVS

允許在下列國家之間載運該貨品：

本附錄的簽發基於文件：

該貨品的三方協議有效期至：（年/月/日）.....

本附錄有效期至：（年/月/日）

簽發地點和日期：（年/月/日）

簽字：

（經正式授權的官員簽字）

附錄4

非金屬材料

1 通則

1.1 本附錄中的指導作為 4.19 要求的補充，適用於非金屬材料。

1.2 非金屬材料的製造、試驗、檢查和文件記錄通常應符合公認標準和本規則的具體要求（如適用）。

1.3 選擇非金屬材料時，設計方應確保材料特性適合系統要求的分析和說明。可選擇材料滿足一個或多個要求。

1.4 可考慮大範圍的非金屬材料。因此，有關材料選擇衡準的下節不能包括每種可能性且應視作指導。

2 材料選擇衡準

2.1 考慮到下列基本特性，非金屬材料可用於液化氣體船舶貨物系統的不同部分：

- .1 絕熱－限制熱流的能力；
- .2 承載－維持圍護系統強度的能力；
- .3 密性－提供液體和蒸氣密性屏壁的能力；

.4 連接－連接能力（例如通過黏接、焊接或緊固）。

2.2 根據具體系統設計，附加考慮可適用。

3 材料特性

3.1 絕熱材料的柔性係指絕熱材料易於彎曲或成形而無破損或斷裂的能力。

3.2 鬆散填充材料係指均質固體，通常以細顆粒的形式，例如粉或珠，一般用於填充不能接近處所中的空隙以提供有效絕熱。

3.3 納米材料係指特性源自其具體細微結構的材料。

3.4 微孔材料係指含有開式、閉式或兩者兼具的微孔並在其質量中散開的材料。

3.5 黏性材料係指通過黏合工藝連接或黏接兩個相鄰表面的產品。

3.6 其他材料係指本規則的本節中未描述並應標識和列出的材料。用於評估材料是否適於在貨物系統中使用的相關試驗應標識並用文件記錄。

4 材料選擇和試驗要求

4.1 材料說明

4.1.1 如已進行材料的初始選擇，應進行試驗以證明該材料適於擬定用途。

4.1.2 使用的材料清晰標識，相關試驗應用文件完整記錄。

4.1.3 應按照擬定用途選擇材料。材料應：

- .1 與所載運的所有貨品相容；
- .2 不被任何貨物污染也不與其反應；
- .3 不具有受到貨物影響的特徵或特性；和
- .4 能在操作溫度範圍內經受熱衝擊。

4.2 材料試驗

特定材料要求的試驗取決於設計分析，說明和擬定功能。下列試驗清單用於說明。要求的任何附加試驗（例如關於滑動、制動和電絕熱）應清晰標識並用文件記錄。按本附錄的 4.1 選擇的材料應進一步按照下表進行試驗：

功能	絕熱	承載結構	密性	連接
力學試驗		x		x
密性試驗			x	
熱試驗	x			

熱衝擊試驗應提交材料和/或組件至操作期間會經歷的最極端熱梯度。

4.2.1 材料的固有特性

4.2.1.1 應進行試驗以確保所選材料的固有特性對擬定用途無任何負面影響。

4.2.1.2 對所有所選材料，應評估下列特性：

- .1 密度；舉例標準 ISO845；和
- .2 熱膨脹的線性係數（LCTE）：舉例標準 ISO11359，
在規定的最廣泛操作溫度範圍內。但是，對於鬆散填充材料，應評估熱膨脹的體積係數（VCTE），因為這更恰當。

4.2.1.3 無論其固有特性和擬定功能，當設計服務溫度範圍降至最低設計溫度以下 5℃ 但不低於 -196℃，所選的所有材料應進行試驗。

4.2.1.4 每個特性評估試驗應按照公認標準進行。如無這類標準，建議的試驗程序應詳述並提交主管機關認可。取樣應足以確保所選材料性能的真實體現。

4.2.2 力學試驗

4.2.2.1 力學試驗應按照下表進行：

力學試驗	承載結構
抗拉	ISO 527
	ISO 1421
	ISO 3346
	ISO 1926
剪切	ISO 4587
	ISO 3347
	ISO 1922
	ISO 6237
壓縮	ISO 604
	ISO 844

	ISO 3132
彎曲	ISO 3133 ISO 14679
蠕變	ISO 7850

4.2.2.2 如果所選材料功能取決於特定性能，例如抗拉、壓縮和剪切強度、屈服應力、模量或延伸，這些特性應按照公認標準進行試驗。如果要求的性能按照高階行為定律通過數字模擬進行評估，試驗應使主管機關滿意。

4.2.2.3 蠕變可由持續載荷造成，例如貨物壓力或結構載荷。蠕變試驗應基於圍護系統設計壽命期間預期會遇到的載荷。

4.2.3 密性試驗

4.2.3.1 材料密性要求應與其操作功能有關。

4.2.3.2 應進行密性試驗以通過使用留存液體（例如貨物、水蒸氣或追蹤氣體）在對應於預計用途的佈置（例如厚度和應力條件）中測量的材料的滲透率

4.2.3.3 密性試驗應基於下表中所述的試驗：

密性試驗	密性
孔積率/滲透率	ISO 15106
	ISO 2528
	ISO 2782

4.2.4 熱傳導性試驗

4.2.4.1 熱傳導性試驗應代表絕熱材料的生命週期，以能評估貨物系統設計壽命期間的特性。如果這些特性可能隨時間退化，材料應儘可能在對應於其生命週期的環境下老化，例如操作溫度、光、蒸氣和安裝（例如包裝、袋、箱等）。

4.2.4.2 應選擇熱傳導性和熱容量的絕對值和可接受範圍的要求，並考慮到對貨物圍護系統操作效率的影響。還應特別注意相關貨物裝卸系統和部件（如安全釋放閥以及蒸氣回流和處理設備）的排量。

4.2.4.3 熱試驗應基於下表所述的試驗或等效試驗：

熱試驗	絕熱
熱傳導性	ISO 8301 ISO 8302
熱容量	x

4.2.5 物理試驗

4.2.5.1 除 4.19.2.3 和 4.19.3.2 的要求外，下表還提供關於可考慮的一些附加物理試驗的指導和信息。

物理試驗	彈性絕熱	鬆散填充	納米材料	微孔	黏合劑
顆粒大小		x			
閉式微孔容量				ISO 4590	
吸收/解吸	ISO 12571	x	x	ISO 2896	
黏性					ISO 2555 ISO 2431
開放時間					ISO 10364
觸變性					x
硬度					ISO 868

4.2.5.2 應選擇鬆散填充材料分隔要求，並考慮到其在環境變化（例如熱循環和振動）時對材料性能（密度、熱傳導性）潛在的不利影響

4.2.5.3 對具有閉式微孔結構的材料的要求應基於其在瞬態熱相期間對氣流和緩衝量的最終影響。

4.2.5.4 同樣，吸附和吸收要求應考慮到不受控的液體或氣體緩衝可能對系統存在的潛在的不利影響。

5 質量保證和質量控制（QA/QC）

5.1 通則

5.1.1 一旦選擇材料，在進行本附錄 4 中所述的試驗後，應使用詳細的質量保證/質量控制（QA/QC）計劃以確保在安裝和服務期間材料持續符合要求。該計劃應從製造商的質量手冊（QM）開始考慮材料，然後在貨物系統建造期間遵循手冊

5.1.2 QA/QC 計劃應包括加工、貯存、處理和採取預防措施防止材料暴露於有害結果的程序。這可包括，例如，陽光對某些絕熱材料的影響或與個人產品（例如護手霜）接觸造成材料表面污染。應規定 QA/QC 計劃中的取樣方法和試驗頻率以確保所選材料在其生產和安裝期間持續符合要求。

5.1.3 當產生粉末或顆粒狀絕熱材料時，應將其佈置成能防止由於振動而使材料壓實。

5.2 部件製造期間的 QA/QC

關於部件製造的 QA/QC 計劃應至少包括但不限於下列各項。

5.2.1 部件標識

5.2.1.1 對於每種材料，製造商應實施標記系統以清晰標識生產批號。標記系統決不能妨礙產品的特性。

5.2.1.2 標記系統應確保部件的可追溯性並應包括：

- .1 生產日期和可能的失效日期；
- .2 製造商的說明；
- .3 參考說明；
- .4 參考指令；和
- .5 如必需，運輸和儲存期間應保存的任何可能的環境參數。

5.2.2 生產取樣和審核方法

5.2.2.1 生產期間要求定期取樣以確保所選材料的質量水準和持續符合性。

5.2.2.2 在 QA/QC 計劃中應規定頻率、方法和應進行的試驗，例如，這些試驗通常包括原材料、過程參數和部件校核。

5.2.2.3 對於所選材料，生產 QC 試驗的過程參數和結果應嚴格按照 QM 中的具體要求。

5.2.2.4 QM 中所述的審核方法的目的是控制過程反覆性和 QA/QC 計劃的效力。

5.2.2.5 審核期間，審核員應能自由出入所有生產和 QC 區域。審核結果應按照相關 QM 中所述的值和公差。

6 黏接和連接過程要求的試驗

6.1 黏接程序資格

6.1.1 黏接程序說明和資格試驗應按照公認標準規定。

6.1.2 工作開始前，應完整記錄黏接程序以確保黏接特性可接受。

6.1.3 制定黏接程序說明時，應考慮下列參數：

- .1 表面處理；
- .2 安裝前材料的儲存和處理；
- .3 覆蓋時間；
- .4 開放時間；
- .5 混合率，熔敷量；
- .6 環境參數（溫度、濕度）；和
- .7 固化壓力、溫度和時間。

6.1.4 必要時可納入附加要求以確保可接受的結果。

6.1.5 黏接程序說明應通過適當程序資格試驗計劃驗證。

6.2 人員資格

6.2.1 黏接過程涉及的人員應經培訓並符合公認標準的要求。

6.2.2 應定期進行試驗以確保進行黏接作業的人員連續工作以確保黏接質量一致。

7 生產黏接試驗和控制

7.1 有損檢測

生產期間，應選取有代表性的樣品並進行試驗以核查其符合設計要求的強度水平。

7.2 無損檢測

7.2.1 生產期間，應進行對黏接完整性無害的試驗，並使用適當的方法，例如：

- .1 目視檢查；
- .2 內部缺陷探測（例如聲音、超音波或剪切試驗）；和
- .3 局部密性試驗。

7.2.2 如果黏接必須提供密性作為其設計功能的一部分，按照設計方計劃和 QA/QC 計劃，安裝結束後應完成貨物圍護系統整體密性試驗。

7.2.3 QA/QC 標準應包括建成並在圍護系統生命周期內的黏接部件的密性驗收標準。

附錄 5

新穎形狀的貨物圍護系統設計中極限狀態方法的使用標準

1. 通則

1.1 本標準的目的是按照本規則的4.27提供新穎形狀的貨物圍護系統的極限狀態設計的程序和相關設計參數。

1.2 極限狀態設計是一種系統方法，對每個結構件按與本規則4.3.4中標識的設計條件相關的可能失效模式進行評估。極限狀態可定義為超出後結構或部分結構不再滿足要求的狀態。

1.3 極限狀態分為以下3類：

- .1 最終極限狀態（ULS），在完整（無破損）條件下，對應於最大承載能力，或在某些情況下，對應於最大適用應變、變形或屈曲和塑性破壞引起的結構不穩定；
- .2 疲勞極限狀態（FLS），對應於由於循環裝載的影響造成的降級；和
- .3 意外極限狀態（ALS），與結構的抗意外狀況能力有關。

1.4 根據貨物圍護系統概念，應符合本規則第4章A部分至D部分（如適用）。

2 設計格式

2.1 本標準中的設計格式基於載荷和阻力因數設計格式。載荷和阻力因數設計格式的基本原則是驗證在任何情景下，對於任何所考慮的失效模式，設計載荷作用 L_d 不超過設計阻力 R_d ：

$$L_d \leq R_d$$

設計載荷 F_{dk} 通過特徵載荷乘以與給出的載荷種類相關的載荷因數獲得：

$$F_{dk} = \gamma_f F_k$$

式中：

γ_f 是載荷因數；和

F_k 是本規則第4章的B部分和C部分中規定的特徵載荷。

設計載荷作用 L_d （例如應力、應變、位移和振動）是從設計載荷導出的最不利組合載荷作用，可從下列公式獲得：

$$L_d = q (F_{d1}, F_{d2}, \dots, F_{dN})$$

式中： q 表示結構分析確定的載荷和載荷作用之間的功能關係。

設計阻力 R_d 由下式獲得：

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R \cdot \gamma_C}$$

式中：

- R_k 是特性阻力。對於本規則第 6 章涉及的材料，其可為但不限於規定的最小屈服應力、規定的最小抗拉強度、橫截面的塑性阻力和極限屈曲強度；
- γ_R 是阻力因數， $\gamma_R = \gamma_m \gamma_s$ ；
- γ_m 是部分阻力因數，考慮到材料特性的概率分佈（材料因數）；
- γ_s 是部分阻力因數，考慮到結構能力的不確定性，例如結構質量，確定性能的方法，包括分析的準確性；和
- γ_c 是結果等級因數，說明故障可能造成的後果，包括貨物泄放和可能的人員受傷。

2.2 貨物圍護設計應考慮到可能的失效結果。結果等級見表 1，當失效模式與最終極限狀態、疲勞極限狀態或意外極限狀態有關時，規定失效結果。

表 1：結果等級

結果等級	定義
低	失效意味着較少貨物泄放。
中	失效意味着貨物泄放和人員受傷的可能性。
高	失效意味着大量貨物泄放和極有可能造成人員傷亡。

3 要求的分析

3.1 三維有限元分析應作為液貨艙和船體的組合模型進行，包括適用的支持件和鍵固系統。應確定所有失效模式以避免意想不到的失效。應進行水動力分析確定在不規則波中的特定船舶加速度和運動，以及船舶及其貨物圍護系統對這些力和運動的響應。

3.2 承受外部壓力和引起壓縮應力的其他載荷的液貨艙應按照公認標準進行屈曲強度分析。方法應充分考慮到理論和實際屈曲應力值之間的差別；此差別是由於板不平、板邊對中失誤、平直、橢圓度以及在規定弧長或弦長範圍內存在的失圓度而引起的。

3.3 疲勞和裂紋擴展分析應按照本標準的 5.1 進行。

4 最終極限狀態

4.1 結構阻力可通過試驗或完整的分析確定，並考慮到彈性和塑性材料特性。極限強度的安全裕量應根據部分安全因數，並考慮到載荷和阻力的隨機性（動載荷、壓力載荷、重力載荷、材料強度和屈曲能力）。

4.2 分析中應考慮永久載荷、功能載荷和環境載荷（包括晃蕩載荷）的適當組合。至少 2 個具有表 2 中給出的部分載荷因數的載荷組合應用於評估最終極限狀態。

表 2：部分載荷因數

載荷組合	永久載荷	功能載荷	環境載荷
'a'	1.1	1.1	0.7
'b'	1.0	1.0	1.3

載荷組合 'a' 中的永久和功能載荷的載荷因數與適用於貨物圍護系統的通常良好受控和/或規定的載荷有關，例如蒸氣壓力、貨物重量、系統自重等。如預測模型中固有可變性和/或不確定性更高，高載荷因數可能與永久和功能載荷有關。

4.3 對於晃蕩載荷、根據估算方法的可靠性，主管機關或代表主管機關的被認可組織可要求較大的載荷因數。

4.4 如果貨物圍護系統的結構失效視作極有可能造成人員受傷和大量貨物泄放，結果等級因數應取作 $\gamma_c = 1.2$ 。如果通過風險評估證明並經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可，該值可降低。風險評估應考慮的因素包括但不限於設有完整或部分次屏壁以保護船體結構免於遭受與擬載運貨物相關的泄漏和較小的危險。相反，主管機關或代表主管機關的被認可組織可確定較高值，例如，對於載運更危險或更高壓力貨物的船舶。結果等級因數決不能小於 1.0。

4.5 使用的載荷因數和阻力因數應使安全等級等於本規則 4.21 至 4.26 中所述的貨物圍護系統的安全等級。這可通過按已知成功設計校準因數來進行。

4.6 材料因數 γ_m 一般應反映材料力學性能的統計分佈，並需要與規定的特有力學性能一起解釋。對於本規則第 6 章中規定的材料，材料因數 γ_m 可取作：

- 1.1 當被認可組織規定的特有力學性能在力學性能的統計分佈中代表較低的 2.5% 分位數；或

1.0 當被認可組織規定的特有力學性能代表足夠小的分位數以使力學性能比規定值低的概率極低並可忽略不計。

4.7 部分阻力因數 γ_{si} 的確定一般應基於結構能力的不確定性，並考慮到建造公差、建造質量、使用的分析方法的準確性。

4.7.1 對於使用本標準 4.8 中給出的極限狀態衡準針對過度塑性變形的設計，部分阻力因數 γ_{si} 應取：

$$\gamma_{s1} = 0.76 \cdot \frac{B}{k_1}$$

$$\gamma_{s2} = 0.76 \cdot \frac{D}{k_2}$$

$$k_1 = \text{Min} \left(\frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{B}{A} ; 1.0 \right)$$

$$k_2 = \text{Min} \left(\frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{D}{C} ; 1.0 \right)$$

因數 A、B、C 和 D 的定義見本規則的 4.22.3.1。 R_m 和 R_e 的定義見本規則的 4.18.1.3。

上述給出的部分阻力因數是校準至傳統 B 型獨立液貨艙的結果。

4.8 針對過度塑性變形的設計

4.8.1 下列給出的應力驗收衡準參見彈性應力分析。

4.8.2 主要由結構中的薄膜響應承載的貨物圍護系統部分應滿足下列極限狀態衡準：

$$\sigma_m \leq f$$

$$\sigma_L \leq 1.5f$$

$$\sigma_b \leq 1.5F$$

$$\sigma_L + \sigma_b \leq 1.5F$$

$$\sigma_m + \sigma_b \leq 1.5F$$

$$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0F$$

$$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g \leq 3.0F$$

式中：

σ_m = 等效總體主膜應力

σ_L = 等效局部主膜應力

σ_b = 等效主彎曲應力

σ_g = 等效二階應力

$$f = \frac{R_e}{\gamma_{s1} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{s2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

σ_m 、 σ_L 、 σ_b 和 σ_g 參見本規則 4.28.3 中應力分類的定義。

指導性說明：

上述應力總和應通過將每個應力分量（ σ_x 、 σ_y 、 τ_{xy} ）相加，隨後應基於下列所示的合成應力分量計算等效應力。

$$\sigma_L + \sigma_b = \sqrt{(\sigma_L + \sigma_b)^2 + (\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})(\sigma_{Ly} + \sigma_{by}) + (\sigma_{Ly} + \sigma_{by})^2 + 3(\tau_{Lxy} + \tau_{bxy})^2}$$

4.8.3 主要由縱桁、扶強材和板彎曲承載的貨物圍護系統部分應滿足下列極限狀態衡準：

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} \leq 1.25F \text{ (見註 1 和 2)}$$

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} \leq 1.25F \text{ (見註 2)}$$

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} + \sigma_{bt} + \sigma_g \leq 3.0F$$

註 1：等效截面膜應力和主結構等效膜應力之和（ $\sigma_{ms} + \sigma_{bp}$ ）通常可直接從三維有限元分析獲得。

註 2：考慮到設計概念、結構形狀和應力計算所使用的方法，主管機關或代表主管機關的被認可組織可修改係數 1.25。

式中：

σ_{ms} = 主結構的等效截面膜應力；

σ_{bp} = 主結構的等效膜應力以及主結構彎曲造成的次結構和第三級結構中的應力；

σ_{bs} = 次結構中的截面彎曲應力和次結構彎曲造成的第三級結構中的應力；

σ_{bt} = 第三級結構中的截面彎曲應力；

σ_g = 等效二階應力。

$$f = \frac{R_e}{\gamma_{s1} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{s2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

應力 σ_{ms} 、

σ_{bp} 、 σ_{bs}

和 σ_{bt} 的

定義見

4.8.4。 σ_g

的定義見本規則 4.28.3。

指導性說明：

上述應力總和應通過將每個應力分量（ σ_x 、 σ_y 、 τ_{xy} ）相加，隨後應基於合成應力分量計算等效應力。

殼板應按照主管機關或代表主管機關的被認可組織的要求進行設計。

當膜應力較大，應另外適當考慮膜應力對板彎曲能力的影響。

4.8.4 截面應力種類

正應力是垂直於基準平面的應力分量。

等效截面膜應力是在考慮的結構橫截面範圍內，均勻分佈且等於應力平均值的正應力的分量。如果這是簡單的殼截面，該截面膜應力等於本標準 4.8.2 中規定的膜應力。

截面彎曲應力是線性分佈在暴露於彎曲作用的結構截面上的正應力分量，如圖 1 所示。

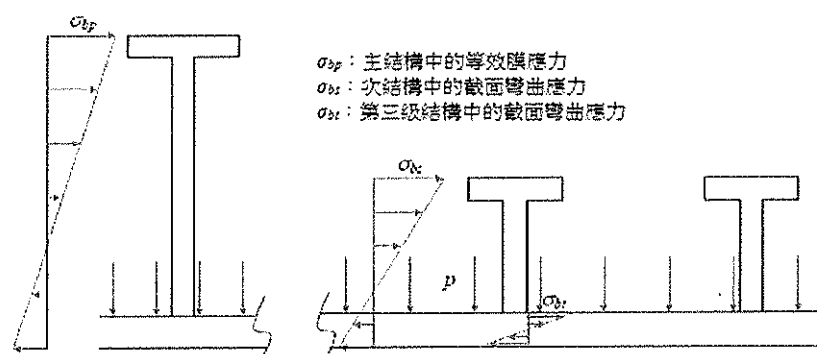


圖1：3種截面應力的定義
 （應力 σ_{bp} 和 σ_{bs} 垂直於所示的橫截面）

4.9 除公認的屈曲標準中另有規定外，相同的因數 γ_c 、 γ_m 、 γ_{si} 應用於防屈曲設計。在任何情況下，整體安全等級應不小於這些因數給出的值。

5 疲勞極限狀態

5.1 按照貨物圍護系統概念，應符合本規則4.18.2中所述的疲勞設計條件（如適用）。對於按本規則4.27和本標準進行設計的貨物圍護系統，要求進行疲勞分析。

5.2 對於所有載荷種類，疲勞極限狀態的載荷因數應取1.0。

5.3 結果等級因數 γ_c 和阻力因數 γ_R 應取1.0。

5.4 疲勞破損應按本規則的4.18.2.2至4.18.2.5所述進行計算。計算的貨物圍護系統的累積疲勞破損率應小於或等於表3中給出的值。

表3：許用最大累積疲勞破損率

C_w	結果等級		
	低	中	高
	1.0	0.5	0.5 [*]

註^{*}：按照缺陷或裂紋的可探測性，應按照本規則的4.18.2.7至4.18.2.9使用低值。

5.5 主管機關或代表主管機關的被認可組織可確定低值，例如對於不能確保有效探測缺陷或裂紋的液貨艙結構或載運更危險貨物的船舶。

5.6 按照本規則的4.18.2.6至4.18.2.9，要求進行裂紋擴展分析。分析應按照經主管機關或代表主管機關的被認可組織認可的標準中規定的方法進行。

6 意外極限狀態

6.1 按照貨物圍護系統概念，應符合本規則的4.18.3中所述的意外設計條件（如適用）。

6.2 考慮到只要破損和變形不使意外情景升級，可接受破損和變形，與最終極限狀態相比，可放寬載荷和阻力因數。

6.3 對於永久載荷、功能載荷和環境載荷，意外極限狀態的載荷因數應取1.0。

6.4 本規則的4.13.9（靜橫傾載荷）和4.15（船舶浸水引起的碰撞和載荷）中所述的載荷無需進行相互間的合成，也無需與本規則

的4.14中規定的環境載荷進行合成。

6.5 阻力因數 γ_R 一般應取1.0。

6.6 結果等級因數 γ_C 一般應按本標準的4.4的規定選取，但考慮到意外情景的性質，可適當放寬。

6.7 阻力 R_k 一般按最終極限狀態選取，但考慮到意外情景的性質，可適當放寬。

6.8 附加相關的意外情景應基於風險評估確定。

7 試驗

7.1 根據貨物圍護系統的概念，按本標準設計的貨物圍護系統的試驗範圍應與本規則4.20.3所述相同。”