



GUIDELINES FOR UNMANNED SURFACE VEHICLES

水面無人載具準則

CR CLASSIFICATION SOCIETY

June 2026

修訂歷史

(此版本取代所有先前之版本)

修訂編號	編輯者	日期(西元年-月)
001	規範組	2026-06

水面無人載具準則

目錄

第 1 章	通則	1
1.1	適用範圍	1
1.2	定義	1
1.3	目標	2
1.4	一般規定	2
1.5	功能要求	5
第 2 章	入級與檢驗	8
2.1	通則	8
2.2	入級符號與註解	8
2.3	圖說審核	9
2.4	產品檢驗	12
2.5	建造中入級檢驗	14
2.6	非建造中檢驗之水面無人載具入級.....	16
2.7	定期檢驗	16
2.8	入級證書	21
2.9	級位的授予、保持、暫停、取消與恢復.....	21
第 3 章	載具結構與穩度	22
3.1	功能目標	22
3.2	通則	22
3.3	載具結構	23
3.4	浮力與穩度	41
3.5	開口保護與密性	42
3.6	舵	43
3.7	收放系統	43
第 4 章	機器	44
4.1	功能目標	44
4.2	通則	44
4.3	泵與管系	45

4.4	柴油機	47
4.5	軸系與推進器	49
4.6	操舵裝置	51

第 5 章 電機設備 53

5.1	功能目標	53
5.2	通則	53
5.3	系統設計	55
5.4	主電源	56
5.5	緊急電源	57
5.6	蓄電池	57
5.7	配電盤	58
5.8	電動機	59
5.9	照明	59
5.10	電纜	59
5.11	蓄電池組電力推進無人載具之附加要求	60
5.12	磷酸鐵鋰電池系統應用之附加規定	62

第 6 章 場景感知系統 64

6.1	一般規定	64
6.2	場景感知系統要求	64
6.3	設備要求	65
6.4	設備布置與安裝	66

第 7 章 通訊系統 68

7.1	系統目標	68
7.2	一般規定	68
7.3	通訊設備	70
7.4	通訊軟體	70

第 8 章 操控系統 72

8.1	系統目標	72
8.2	一般規定	73
8.3	操控設備	75
8.4	操控軟體	77

第 9 章	消防	82
9.1	消防	82
附錄 1	繫泊設備	84
A1.1	繫泊設備	84
附錄 2	燈號設備	85
A2.1	功能目標	85
A2.2	燈號設備配備與安裝	85

第 1 章 通則

1.1 適用範圍

1.1.1 水面無人載具準則(以下簡稱本準則)適用於最大長度未滿 24 m 的水面無人載具之設計、建造和檢驗。超出該尺度範圍之水面無人載具亦可參照本準則執行。

1.1.2 本準則不包括水面無人載具為完成指定任務而設置之任務負載及功能要求。

1.2 定義

1.2.1 水面無人載具(Unmanned Surface Vehicle, USV), 係指無裝載人員或貨物, 在水面可移動且具推進動力, 並可以遠端操作或自主方式運行, 以實現正常航行、操縱及搭載各種任務負載執行指定任務之載具。水面無人載具包括平台、任務負載、場景感知系統、通訊系統以及操控系統。

1.2.2 平台, 係指由載具構造、輪機、電機、信號、消防設備等組成之組合。

1.2.3 任務負載, 係指為完成指定任務而配置之設備。

1.2.4 遠端控制模式, 係指在遠端控制站(母船/岸基/空基)上對平台推進裝置與各種設備及系統進行遠端操控之航行模式。

1.2.5 自主航行模式, 係指依據目標任務, 由平台按照預設航路進行安全航行之航行模式。

1.2.6 場景感知系統, 係指利用感測器和資訊融合技術等獲取外部場景(如自然環境、通航密度、通航設施等)資訊與平台航行狀態(如定位、吃水、航速、航向等)資訊之系統。

1.2.7 遠端控制系統, 係指整合場景感知及平台狀態監測資訊, 進行分析與處理, 以產生遠端控制模式相關決策指令之系統。

1.2.8 自主航行系統, 係指整合場景感知及平台狀態監測資訊, 進行分析與處理, 以產生自主航行模式相關決策指令之系統。

1.2.9 自主靠離泊系統, 係指整合場景感知及平台狀態監測資訊, 進行分析與處理, 以產生自主靠離泊相關決策指令之系統。

1.2.10 通訊系統, 係指用於平台內部與外部通訊之設備與軟體系統。外部通訊係指用於平台與外界(如遠端控制站等)之間傳遞各種指令、資訊、數據之傳輸系統; 內部通訊係指底層設備網路與高層操控系統網路資訊交換之執行系統。

1.2.11 操控系統, 係指接收遠端控制系統或自主航行系統或自主靠離泊系統相關決策指令, 進行分析並向被操控設備與系統發送操作執行信號之系統。

CR Classification Society

水面無人載具準則

GD-USV-202606

第 1 章 通則

1.3 目標

1.2.12 載具殼體全長 $L_H(m)$ ，係指載具的結構長度，指載具最前端至最後端，與載具結構完整性相關部分之水平距離。對於雙體與三體之結構型式，應各別測量每一單獨結構體之長度，取其中最長者為載具殼體全長。

1.2.13 最大長度(m)，係指為包含載具殼體全長 L_H 及延伸至載具前後端外等通常固定於載具上部件之水平最大距離。

1.3 目標

1.3.1 整體目標

在水面無人載具使用生命週期內，各系統應能在所有合理可預見的條件下安全、可靠地運行與維護。

1.3.2 功能目標

- (a) 水面無人載具設備、系統、軟體之配備，應滿足遠端控制、自主航行功能之要求。
- (b) 在遠端控制模式下，應能感知場景資訊、航行狀態資訊，並進行分析和輔助決策，將感知資訊與輔助決策建議傳輸至遠端控制站，由遠端控制站人員決策、控制，以確保水面無人載具航行之安全與環保。
- (c) 在自主航行模式下，應能感知場景資訊、航行狀態資訊，並進行分析和自主決策，自主操作和控制水面無人載具之相關設備、系統，並將感知資訊與決策傳輸至遠端控制站，當遠端操作人員認為必要時，可由遠端操作人員介入並接管水面無人載具之航行操作。
- (d) 具備自主靠離泊功能之水面無人載具，應能於自主靠離泊期間，感知場景資訊、航行狀態資訊，並進行分析和自主決策，自主操作和控制水面無人載具之相關設備、系統，並將感知資訊與決策傳輸至遠端控制站，當遠端操作人員認為必要時，可由遠端操作人員介入並接管水面無人載具之航行操作。
- (e) 具備自主航行或自主靠離泊功能之水面無人載具應確定設計操作條件(Operational Design Condition, ODC)，自主航行功能應於符合設計操作條件(ODC)時才可允許操作。

1.4 一般規定

1.4.1 通則

- (a) 本準則未直接涵蓋之附加系統或設備不得影響水面無人載具通訊與操控系統之有效性與安全性，以及載具之結構完整性。
- (b) 水面無人載具之電腦系統、人員要求、網路安全要求、保全系統、操作手冊除符合本準則明確提出之要求外，還應滿足本中心鋼船建造與人級規範(以下簡稱鋼船規範)第 VIII 篇 3.7 第 III 類電腦系統之相關要求。
- (c) 水面無人載具之結構設計與布置，應能裝載其指定任務之設備或系統。

1.4.2 環境條件

- (a) 主推進機械與重要用途之機器設備，應設計於下列情況之所有位置與運動下，機器都能完全可靠的
操作：
- (i) 正浮狀態；
 - (ii) 靜態橫傾不大於 15°；
 - (iii) 靜態縱傾不大於 5°。
- (b) 柴油機之額定功率一般係指於絕對大氣壓 0.1 MPa、環境溫度 45°C、相對濕度 60%以及海水溫度 32°C
之環境條件下，柴油機所能連續輸出之最大功率。
- (c) 電機設備應能於下列環境條件下正常運行：
- (i) 環境空氣溫度應符合表 1-1 的規定；

**表 1-1
環境溫度**

位置	溫度 ⁽¹⁾
封閉空間內	0~40°C
溫度超過 40°C與低於 0°C之空間內	依據該空間之溫度
開敞甲板	-25~40°C

附註：

- (1) 適用於電子設備之環境空氣溫度之上限為 55°C。
- (ii) 潮濕空氣與鹽霧；
- (iii) 載具正常航行中所產生之振動和衝擊；
- (iv) 傾斜與搖擺，如表 1-2 所列。

**表 1-2
傾斜與搖擺**

設備組件	傾斜角(度) ⁽¹⁾			
	橫向		縱向	
	橫傾	橫搖	縱傾	縱搖
緊急電源設備、開關設備、電器及電子設備	22.5	22.5	10	10
上列以外的設備、組件	15	22.5	5	7.5

附註：

- (1) 橫向和縱向傾斜可能同時發生。

1.4.3 自主航行系統、自主靠離泊系統設計操作條件(ODC)

- (a) 設計操作條件(Operational Design Condition, ODC)係指自主航行系統或自主靠離泊系統設計時確認適
用於其功能操作之各類條件總稱，包括設計操作範圍、載具自身狀態、遠端操作人員狀態及其他必
要條件。
- (b) 自主航行系統或自主靠離泊系統製造廠，應識別並界定合理之設計操作條件參數集合，透過合理之
建構方法，制定易理解且無歧義之設計操作條件表達方案，詳盡描述參數及其交互關聯性，使各利
益相關者清楚瞭解自主航行系統之啟動與操作條件。

第 1 章 通則

1.4 一般規定

- (c) 自主航行期間或自主靠離泊期間，應由遠端操作人員或其他有效措施，持續監測當前之設計操作條件狀態，以確保系統維持在設計和定義之操作範圍內。當自然環境、周圍障礙物等條件不利於自主航行模式、自主靠離泊模式或可能超過設計操作條件時，應由遠端操作人員切換至安全可控之控制模式狀態，以確保載具之安全，避免對水域環境、其他船舶及設施等造成危害。

1.4.4 遠端控制站

(a) 遠端控制站之功能

- (i) 應能接收水面無人載具之狀態資訊、環境資訊，以及海圖、氣象、港口等第三方支援資訊，對水面無人載具實施遠端控制；
- (ii) 擬定航行計畫，核可航路規劃；
- (iii) 不間斷即時獲取水面無人載具場景感知資訊並予以顯示；
- (iv) 針對水面無人載具及系統之安全狀態進行監測，基於載具之狀態提供維護建議，以確保其具有足夠之可靠度，進而提升後續航次之航行安全；
- (v) 應能對水面無人載具推進和操縱、通訊、信號、輪機、電機、載具構造與安全、消防等系統進行遠端控制，實現於各航行場景下之遠端控制；
- (vi) 實現與碼頭、周圍有人船舶等相關單位進行通訊；
- (vii) 應能以標準化之內容與格式向水面無人載具發送航行支援資訊；
- (viii) 應能針對水面無人載具之歷史控制命令及操作進行重播。

(b) 遠端控制站之布置

- (i) 遠端控制站之布置應便於人員對載具實施控制，控制台之布置應符合人因工程之原則；
- (ii) 應能顯示載具控制狀態、航路資訊、所處水域之航行環境與氣象資訊、周圍場景資訊，以及載具推進、通訊等系統之狀態資訊，當發生警報時，應自動產生視覺和聽覺警報；
- (iii) 遠端控制站應依據其工作環境條件所適用之技術標準進行設計、布置，並能在其工作環境條件下維持良好之性能。遠端控制站之消防應滿足其所在地區/國家針對相應場所之適用要求；
- (iv) 遠端控制站相關設備應至少由 2 條電路供電，在一路斷電之情況下，應自動轉至另一路供電，或設有備用電源(如柴油發電機組、蓄電池組等)。備用電源之容量應能符合遠端控制站 12 小時或執行單次航行任務所必需時間之用電需求，並應經本中心同意及認可；
- (v) 為保持遠端控制站之連續工作，針對必要保持連續運行與操作之系統，應提供不斷電系統(Uninterruptible Power Supply, UPS)供電，供電時間不低於 30 分鐘。

1.4.5 電磁相容性

- (a) 應採取適當之措施，以減少因電磁能量所產生之干擾，進而確保遠端控制系統、自主航行系統、自主靠離泊系統、場景感知系統、通訊系統、操控系統以及所有電機電子設備於載具之電磁環境中能正常運行。

1.4.6 其他

- (a) 水面無人載具及遠端控制站上應設置數據伺服器，儲存無人載具上航行相關設備和系統之狀態資訊、操作資訊，以及遠端控制站遠端控制載具相關設備與系統之操作資訊。
- (i) 水面無人載具上之伺服器，應依據實際需求，並至少能儲存單航次任務時間內所產生之數據，但不得少於 1 天。
 - (ii) 遠端控制站上之伺服器，應至少能儲存 7 天所產生之數據。

- (iii) 當儲存量到達伺服器容量上限時，最新之數據可覆蓋最早期之歷史數據。
- (b) 若水面無人載具之場景感知、自主航行、自主靠離泊系統其功能設計或設備之選用無法符合本準則之規定，本中心仍可接受替代或等效設計，惟申請方應透過風險評估方法(如故障模式及影響分析，Failure Mode & Effect Analysis, FMEA)，識別各類場景下之系統風險，並提出相應之控制措施。經驗證確認其有效性後，進而完善整體系統設計。
- (c) 水面無人載具應於人員可能登載處、露天甲板、主推進裝置及其控制站設置有效之即時影像監視措施，以防止人員入侵、盜用或未經授權對設備與系統進行操作。

1.4.7 防止環境污染要求

- (a) 無人載具之防止環境污染措施，除應符合本部分規定外，亦應符合主管機關相關法令與規定。
- (b) 無人載具之油污(水)應留存於無人載具內部或其配置之專用儲存設施，禁止向水域排放。
- (c) 艙尖艙或防碰艙壁前方之艙間，不得用於裝載油類。
- (d) 載具殼體外板所使用之塗層與油漆，不得含有作為生物殺滅劑之有機錫化合物。
- (e) 無人載具之防止環境污染要求，還應遵守作業所在地政府之相關法令與規定。

1.5 功能要求

1.5.1 遠端控制水面無人載具

- (a) 應具備場景感知功能，並將感知資訊傳輸至遠端控制站。
- (b) 應對設備與系統運行進行監測，並將監測、警報資訊傳輸至遠端控制站。
- (c) 應能在遠端控制站規劃設計航路，人員能夠在遠端控制站對無人載具的設備與系統進行遠端控制。
- (d) 遠端控制系統之設計應符合下列要求：
 - (i) 遠端控制系統應能通過備援的網路(或等效措施)與場景感知系統、通訊系統、操控系統等相連，實現至少控制推進及操縱系統、通訊系統、信號系統、輪機、電機、載具構造與安全、消防等系統的功能；
 - (ii) 遠端控制系統應由主配電盤設立兩路獨立饋電線路直接供電，若水面無人載具設有緊急配電盤，其中一路應通過緊急配電盤供電。當一路饋電線路供電故障時，應自動轉換；
 - (iii) 遠端控制系統之設備與部件應具有充分之可靠性，以最大程度降低故障發生之機率，系統之配備與布置應確保在設備發生單一故障時，載具感知、通訊與遠端控制能力不受影響或能儘快恢復；
 - (iv) 遠端控制系統應滿足第 III 類電腦系統之要求，並符合本中心鋼船規範第 VIII 篇 3.7 之適用規定。

第 1 章 通則

1.5 功能要求

- (e) 水面無人載具應具備故障安全模式。因設備、系統故障或通訊設施故障等導致載具適航性受到嚴重影響時，應儘可能地確保載具不致失控而導致碰撞、擱淺、傾覆等安全風險，或對航行水域造成污染。應考量水面無人載具之故障模式、預定功能、位置、周邊情況、天氣與海況、水深、剩餘航行能力等因素，分析與評估適合之故障安全模式。

1.5.2 部分航程自主航行水面無人載具

- (a) 除符合 1.5.1 之相關規定外，還應符合 1.5.2(b)與 1.5.2(c)之規定。
- (b) 水面無人載具應具備航路設計功能，在自主航行場景下，水面無人載具應能依據感知與獲取之場景資訊進行分析和決策，按照預定航路，在遠端操作人員監視下，實現自主航行。應能依照載具實際航行水域相應之避碰規則或主管機關之要求實施避碰決策與操作。必要時，由遠端操作人員對水面無人載具實施遠端控制。
- (c) 自主航行系統之設計應符合下列要求：
 - (i) 自主航行系統應能通過備援的網路(或等效措施)與場景感知系統、通訊系統、操控系統等相連，以接收輪機、電機、載具構造與安全以及消防等系統之運行狀態資訊，並進行綜合分析決策，自主操作與控制主推進裝置及操縱系統、通訊系統、信號系統。在接收到故障資訊時，能對載具之適航性進行評估，以決定下一步之控制策略。備援配置之系統與設備連接至自主航行系統時，其通訊介面與數據傳輸鏈路應維持相互獨立；
 - (ii) 自主航行系統應具有自檢及警報功能，於設備正常運行期間持續監測。當偵測到系統故障時，應能向遠端控制站發送警報與故障資訊，並生成紀錄；
 - (iii) 自主航行系統之設備與部件應具有充分之可靠性，以最大程度降低故障發生之機率，系統之配備與布置應確保在設備發生單一故障時，載具之感知、通訊與航行控制能力不受影響或能儘快恢復；
 - (iv) 當設備或系統發生任一可能導致自主航行能力受損之故障時，自主航行系統應發送警報並傳輸至遠端控制站，由遠端操作人員介入並接管水面無人載具航行操作；
 - (v) 自主航行系統應由主配電盤設立兩路獨立饋電線路直接供電，若水面無人載具設有緊急配電盤，其中一路應通過緊急配電盤供電。當一路饋電線路供電故障時，應自動轉換；
 - (vi) 自主航行系統應滿足第 III 類電腦系統之要求，並符合本中心鋼船規範第 VIII 篇 3.7 之適用規定。

1.5.3 全航程自主航行水面無人載具

- (a) 除符合 1.5.2 之相關規定外，還應符合 1.5.3(b)與 1.5.3(c)之規定。
- (b) 在所有航行場景下，水面無人載具應能依據感知與獲取之場景資訊進行分析和決策，按照預定航路，自主操作和控制輪機、電機、載具構造與安全以及消防等系統，實現全航程自主航行與自主靠離泊操作。應能依照載具實際航行水域相應之避碰規則或主管機關之要求實施避碰決策與操作。必要時，由遠端操作人員對水面無人載具實施遠端控制。
- (c) 自主航行系統之設計應符合下列要求：

當設備或系統發生任一可能導致自主航行能力受損之故障時，應能有效恢復以確保載具按照預定航路航行，或有效隔離故障以維持載具安全航行。

1.5.4 自主靠離泊水面無人載具

- (a) 除符合 1.5.1 之相關規定外，還應符合 1.5.4(b)與 1.5.4(c)之規定。
- (b) 水面無人載具應能依據感知與獲取之場景資訊進行分析和決策，在遠端操作人員監視下，實現自主靠離泊。必要時，由遠端操作人員對水面無人載具實施遠端控制。
- (c) 自主靠離泊系統之設計應符合下列要求：
- (i) 自主靠離泊系統應能通過備援的網路(或等效措施)與場景感知系統、通訊系統、操控系統等相連，接收輪機、電機、載具構造與安全以及消防等系統之運行狀態資訊，並進行綜合分析決策。在自主靠離泊期間，自主操作與控制主推進裝置及操縱系統、通訊系統、信號系統。在接收到故障資訊時，能對載具之適航性進行評估，以決定下一步之控制策略。備援配置之系統與設備連接至自主靠離泊系統時，其通訊介面與數據傳輸鏈路應維持相互獨立；
 - (ii) 自主靠離泊系統應具有自檢及警報功能，於設備正常運行期間持續監測。當偵測系統故障時，應能向遠端控制站發送警報與故障資訊，並生成紀錄；
 - (iii) 自主靠離泊系統之設備與部件應具有充分之可靠性，以最大程度降低故障發生之機率，系統之配備與布置應確保在設備發生單一故障時，載具之感知、通訊與航行控制能力不受影響或能儘快恢復；
 - (iv) 當設備或系統發生任一可能導致自主靠離泊能力受損之故障時，應能有效恢復或有效隔離故障以維持載具安全靠離泊；
 - (v) 自主靠離泊系統應由主配電盤設立兩路獨立饋電線路直接供電，若水面無人載具設有緊急配電盤，其中一路應通過緊急配電盤供電。當一路饋電線路供電故障時，應自動轉換；
 - (vi) 自主靠離泊系統應滿足第 III 類電腦系統之要求，並符合本中心鋼船規範第 VIII 篇 3.7 之適用規定。

第 2 章 入級與檢驗

2.1 通則

2.1.1 申請

水面無人載具之入級與檢驗申請應由建造廠或所有人向本中心以書面、電子郵件或傳真等方式提出。

2.1.2 凡依照本準則之規定，或依照其他本中心認為具同等整體安全標準之規定進行設計、建造及檢驗之水面無人載具，經本中心驗證後可入級並登錄。其後如經定期檢查，並認為其保持良好及有效，得繼續保有本中心之級位。

2.1.3 任何海損、缺陷、損壞或擱淺等會影響入級簽發條件失效之情況，應立即通知本中心。

2.1.4 申請者可指定依據本準則之部分要求申請獨立公證檢驗，依據申請者指定要求完成檢驗之水面無人載具，本中心將簽發「水面無人載具獨立公證報告」，並於報告中註明試驗與檢驗範圍。

2.2 入級符號與註解

2.2.1 入級符號與檢驗符號

(a) 入級符號 **CRV100** 係指水面無人載具各部分符合本準則之規定者。

(b) 檢驗符號

- (i) ✖ 此項符號置於入級符號之後時，係指水面無人載具之圖說業經本中心依據本準則審核認可，並於建造中經本中心驗船師檢驗合格。
- (ii) ✖ 此種符號之核定，係指水面無人載具於建造中未經本中心檢驗，但業經本中心認可之其他船級協會在建造中檢驗合格。另外，所有載具結構及機器之安裝與測試，應經本中心驗船師依據本中心準則檢驗合格。
- (iii) 凡水面無人載具之結構及機器，於建造中未經本中心或本中心認可之其他船級協會檢驗者，均不給予檢驗符號。但既有之設備及布置應經本中心檢驗與測試及認可接受。

2.2.2 入級註解係水面無人載具不同特徵之分級表述，當水面無人載具申請入級時，本中心將依照載具之航行區域、控制模式等特徵予以核定，並授予對應之註解。

2.2.3 依據水面無人載具建造廠或所有人申請，並經本中心審圖與檢驗，確認載具於平台安全、通訊安全與操控安全等方面符合本準則之要求，可授予下列註解，並置於入級符號與檢驗符號之後。

USV(X), DR, AD, 航行限制註解

其中：

USV : 表示水面無人載具。

X 為控制模式，分類如下：

RC : 遠端控制；由遠端控制站規劃設計航路，人員能於遠端控制站對載具之設備與系統進行遠端控制。

- AO1** : 部分航程自主航行；載具具有按照設計航路自主航行之能力。必要時由遠端操作人員對載具實施遠端控制。
- AO2** : 全航程自主航行；載具具有從泊位到泊位自主航行之能力。必要時由遠端操作人員對載具實施遠端控制。
- DR** : 表示具有收放功能。無人載具及其收放系統應符合 3.7 之規定。
- AD** : 表示具有自主靠離泊功能。

航行限制註解為表示該載具入級係基於其適合或設計航行之地區，分類如下：

- Coastal Service** : 沿岸航行，指沿著海岸航行，其地理限制將註明在登記簿，出海距離一般不超出海岸 30 海浬，除非該載具登記之主管機關或所航行沿海之主管機關另有距離之規定。設計有義波高為 2 m。
操作/航行限制，例如有義波高，或最大航程等，可以在此註解後面的括號中註明。
- Greater Coastal Service** : 外海航行，指航行在距安全港口或避難地 200 海浬以內的限制區域，且一般為超出沿岸區域之國內區域，或者經本中心接受預期航行的地理限制，其地理限制將註明在登記簿。設計有義波高為 4 m。
操作/航行限制，例如有義波高，或最大航程等，可以在此註解後面的括號中註明。
- Protected Waters Service** : 保護水域航行，指於接近沙岸、暗礁、防波堤或其他沿岸特徵的遮蔽水域，及島嶼之間的遮蔽水域航行，其將註明在登記簿。設計有義波高為 0.5 m。

附註：

當水面無人載具係由母船運輸至某特定水域，且僅於母船附近執行任務時，應以其設計有義波高為操作限制，得不受航行限制註解之距離限制。惟所有人應依據任務水域之風浪資料，選擇合適之無人載具，並應對其所提供的風浪資料負責。

2.2.4 當其中一註解已涵蓋其他註解之功能時，不重複授予。例如：**AO2** 註解已涵蓋 **AO1** 與 **AD** 註解之功能，故不重複授予 **AD** 註解。

2.3 圖說審核

2.3.1 通則

- (a) 水面無人載具開工前應將 2.3.2 所列之圖說資料提交本中心審核或參考。本中心可依據載具之具體情況要求增加送審之圖說資料。
- (b) 經審核之圖說資料，若有涉及水面無人載具結構強度與設備性能之修改或補充，申請者應將修改或補充部分重新提交審核。

2.3.2 圖說資料

- (a) 應提交下列載具之基本設計、結構及穩度相關圖說資料供審核(包含但不限於)：
- (i) 一般布置圖；
- (ii) 主結構圖(包括甲板、橫向剖面、縱向剖面及艙壁等)；
- (iii) 結構強度計算書；

第 2 章 入級與檢驗

2.3 圖說審核

- (iv) 載具外板結構圖(包括積層規格)；
 - (v) 艙櫃結構圖；
 - (vi) 主機基座結構圖；
 - (vii) 舵結構圖(包括舵葉、舵桿等結構)；
 - (viii) 繫泊設備布置(如有時)；
 - (ix) 完整穩度計算書；
 - (x) 材料規格；
 - (xi) 載具之允許航速與波高關係圖(高速型適用)；
 - (xii) 水密及風雨密關閉裝置；
 - (xiii) 布放、回收裝置(如有時)；
 - (xiv) 防火結構圖。
- (b) 應提交下列載具之基本設計、結構及穩度相關圖說資料供參考(包含但不限於)：
- (i) 總說明書；
 - (ii) 線型圖；
 - (iii) 設備要目表；
 - (iv) 平台吊裝圖、坐墩圖(如有時)。
- (c) 應提交下列輪機相關圖說資料供審核(包含但不限於)：
- (i) 機艙布置圖；
 - (ii) 艙底水管路圖；
 - (iii) 空氣、溢流和注入管路圖；
 - (iv) 燃油、滑油管路圖(如適用)；
 - (v) 冷卻水管路圖(如適用)；
 - (vi) 排氣管路圖(如適用)；
 - (vii) 機艙通風管路圖；
 - (viii) 軸系布置圖；
 - (ix) 推進器圖(螺槳或噴水推進器及等效裝置)；
 - (x) 軸系強度計算書；
 - (xi) 推進器葉片強度計算書；
 - (xii) 舵裝置之液壓動力系統圖或等效之操縱系統圖；
 - (xiii) 滅火系統圖及布置圖；
 - (xiv) 機艙設備監測和警報清單。
- (d) 應提交下列輪機相關圖說資料供參考(包含但不限於)：
- (i) 輪機說明書；
 - (ii) 機械設備要目表；
 - (iii) 機械設備計算書。
- (e) 應提交下列電機相關圖說資料供審核(包含但不限於)：
- (i) 電力負載計算書；
 - (ii) 緊急電源蓄電池組容量計算書；

- (iii) 電力系統圖(包括電纜型式、截面積、額定電流及其保護裝置)；
- (iv) 電機設備布置圖；
- (v) 照明系統圖；
- (vi) 通訊系統圖；
- (vii) 操控系統圖；
- (viii) 火災偵測和警報系統圖；
- (ix) 航行與信號設備布置及系統圖；
- (x) 除上述要求外，蓄電池組電力推進之水面無人載具，應補充下列圖說資料：
 - (1) 電力推進系統單線圖，圖中應標明：
 - a) 電機、蓄電池及電力電子設備之主要額定參數；
 - b) 電纜型式、規格與負載電流；
 - c) 斷路器與保險絲之型式和主要額定參數；
 - d) 電池管理系統(Battery Management System, BMS)(如適用)及控制電路系統圖；
 - e) 配電盤布置圖等。
 - (2) 電力推進裝置監測與警報清單；
 - (3) 電池管理系統(BMS)(如適用)警報項目表；
 - (4) 電力推進系統半導體轉換器布置圖(如設有)；
 - (5) 蓄電池及蓄電池艙布置圖；
 - (6) 蓄電池艙通風系統圖及計算書(如適用)；
 - (7) 蓄電池艙防火結構圖；
 - (8) 蓄電池艙溫度偵測與警報系統圖、布置圖；
 - (9) 蓄電池艙滅火設備布置圖與滅火劑容量計算書；
 - (10) 電力推進控制站與控制裝置布置圖；
 - (11) 蓄電池充放電裝置系統圖，應包括：電纜、電線或匯流排之型式及規格，保護裝置之型式、規格及設定值，測量儀表，接地故障監測與警報；
 - (12) 短路計算書與保護協調分析文件(適用於半導體轉換器功率大於 200 kW)；
 - (13) 可燃氣體偵測與警報系統圖、布置圖(磷酸鐵鋰電池適用)；
 - (14) 水面無人載具使用電池動力之風險評估報告(磷酸鐵鋰電池適用)。
- (f) 應提交下列電機相關圖說供參考(包含但不限於)：
 - (i) 電機說明書；
 - (ii) 電機設備要目表；
 - (iii) 操控系統可靠性分析報告。
- (g) 對遠端控制之水面無人載具，應提交下列圖說與資料供審核：
 - (i) 場景感知設備布置和系統圖；
 - (ii) 通訊設備布置和系統圖；
 - (iii) 信號設備布置和系統圖；
 - (iv) 遠端控制功能實現方案及詳細設計說明，包括：場景感知系統設計方案、通訊系統設計方案、信號系統設計方案、遠端控制系統設計方案；
 - (v) 遠端控制功能失效故障緊急應變程序；
 - (vi) 遠端控制站相關圖說資料；

- (vii) 載具結構安全感測器布置圖(如適用)；
 - (viii) 本中心認為必要之其他補充圖說和資料。
- (h) 對遠端控制之水面無人載具，應提交下列圖說與資料供參考：
- (i) 遠端控制系統產品說明書；
 - (ii) 風險評估報告；
 - (iii) 系統的安全設計原則，包括備援、功能限制等；
 - (iv) 人員接管之邏輯說明；
 - (v) 資料儲存之類型、格式、位置、容量、存取及保護措施說明；
 - (vi) 網路安全相關說明；
 - (vii) 軟體安全證明文件；
 - (viii) 系統操作手冊；
 - (ix) 設備維護保養計畫。
- (i) 對部分航程自主航行之水面無人載具，除了 2.3.2(g)外，還應提交下列圖說與資料供審核：
- (i) 自主航行功能實現方案及詳細設計說明，包括：感知系統設計方案、通訊系統設計方案、信號系統設計方案、自主航行系統設計方案、操控系統設計方案等；
 - (ii) 自主航行功能失效故障緊急應變程序；
 - (iii) 自主航行系統之設計操作條件(ODC)說明。
- (j) 對部分航程自主航行之水面無人載具，除了 2.3.2(h)外，還應提交下列圖說與資料供參考：
- (i) 自主航行系統產品說明書；
 - (ii) 自主航行系統模擬測試報告。
- (k) 對全航程自主航行之水面無人載具，除了 2.3.2(i)外，還應提交自主靠離泊系統設計方案及詳細設計說明供審核。自主靠離泊系統設計方案及詳細設計說明，應包括感知系統設計方案、通訊系統設計方案、信號系統設計方案、自主靠離泊系統設計方案、操控系統設計方案等。
- (l) 對全航程自主航行之水面無人載具，除了 2.3.2(j)外，還應提交自主靠離泊系統產品說明書供本中心參考。
- (m) 對自主靠離泊功能之水面無人載具，除滿足 2.3.2(g)外，還應提交自主靠離泊系統設計方案及詳細設計說明供審核。自主靠離泊系統設計方案及詳細設計說明應包括：感知系統設計方案、通訊系統設計方案、信號系統設計方案、自主靠離泊系統設計方案、操控系統設計方案等。
- (n) 對自主靠離泊功能之水面無人載具，除滿足 2.3.2(h)外，還應提交自主靠離泊系統產品說明書供參考。
- (o) 本中心認為必要時，得要求增加送審圖說與資料之範圍。

2.4 產品檢驗

2.4.1 用於已入級或欲入級之水面無人載具之產品，包括設備、部件、系統及材料，除本準則另有明確規定外，應符合本中心海事產品檢驗準則之相關規定。

2.4.2 自主航行與遠端控制之產品認證要求，應符合表 2-1 之規定。

表 2-1
水面無人載具海事產品之認證要求清單

序號	產品名稱	文件		認可模式		審圖 PA	註記
		C/E	W	PTA	PWA		
遠端控制系統							
1.1	遠端控制系統	X	-	X	-	X	
.1	電腦/伺服器 ⁽²⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.2	顯示器 ⁽²⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.3	不斷電系統(UPS)	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.4	可程式邏輯控制器	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.5	數據中繼組件 ⁽³⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
自主航行系統							
1.2	自主航行系統	X	-	X	-	X	
.1	電腦/伺服器 ⁽²⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.2	顯示器 ⁽²⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.3	不斷電系統(UPS)	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.4	可程式邏輯控制器	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.5	數據中繼組件 ⁽³⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
自主靠離泊系統							
1.3	自主靠離泊系統	X	-	X	-	X	
.1	電腦/伺服器 ⁽²⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.2	顯示器 ⁽²⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.3	不斷電系統(UPS)	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.4	可程式邏輯控制器	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.5	數據中繼組件 ⁽³⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
操控系統							
1.4	操控系統	X	-	X	-	X	
.1	電腦/伺服器 ⁽²⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.2	顯示器 ⁽²⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.3	不斷電系統(UPS)	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.4	可程式邏輯控制器	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
.5	數據中繼組件 ⁽³⁾	-	X	X ⁽¹⁾	-	X	
場景感知系統 ⁽¹⁾							
.1	具備自動雷達測繪助航裝置(Automatic Radar Plotting Aid, ARPA)功能之船用雷達或等效設備 ⁽⁴⁾	-	-	X	-	X	
.2	自動識別系統	-	-	X	-	X	
.3	定位導航與授時系統或等效設備/系統 ⁽⁴⁾	-	-	X	-	X	
.4	適用於航行水域之航道圖系統 ⁽⁴⁾	-	-	X	-	X	
.5	獨立電羅經或其他載具艙向系統 ⁽⁴⁾	-	-	X	-	X	
.6	風速風向儀	-	X	X	-	X	
.7	載具運動感測器	-	X	X	-	X	
.8	近距離感測設備(如雷射雷達等)	-	X	X	-	X	
.9	增強視覺系統(如紅外線攝影機等)	-	X	X	-	X	

符號：

1. C：海事產品證書(Marine products certificate)
- E：同等效力文件(Equivalent document)
- W：製造廠證明(Manufacturer's document)
- X：適用(Applicable)

CR Classification Society

水面無人載具準則

GD-USV-202606

第 2 章 入級與檢驗

2.5 建造中入級檢驗

O：有條件適用(Applicable under conditions)

—：不適用，但製造廠仍可申請個案考量(Not applicable; however, the manufacturer may still apply for case-by-case consideration.)

2. PTA：產品型式認可(Product type approval)
PWA：產品工廠認可(Product works approval)
PA：圖面認可(Plan approval)

附註：

- (1) 若組件無法符合認證要求，應與整體產品(如遠端控制系統、自主航行系統、自主靠離泊系統或操控系統)進行整套型式試驗。
- (2) 當同時配置遠端控制系統、自主航行系統、自主靠離泊系統及操控系統中之 2 套或多套系統時，用於相同位置(平台端或遠端控制端)之電腦/伺服器或顯示器得共用。
- (3) 係指重要之載具數據中繼組件，如序列設備伺服器、協定轉換器、彙整交換器、核心交換器、路由器及防火牆等設備。
- (4) 若採用等效設備或系統替代時，得與整體產品(如遠端控制系統、自主航行系統、自主靠離泊系統或操控系統)進行整套型式試驗。

2.4.3 上述產品若無法符合 2.4.1 與 2.4.2 之認證要求，經本中心特別考量者，得依據審核之圖說執行檢驗。

2.5 建造中入級檢驗

2.5.1 通則

- (a) 無人載具設計單位與建造廠應建立完善之品質管理體系，以確保無人載具及其產品之設計與建造品質。
- (b) 凡作為檢驗依據之無人載具測量、試驗等相關服務，應於驗船師監督下執行。
- (c) 建造檢驗完成後，應依據 2.8 之規定簽發入級證書。

2.5.2 開工前檢查

- (a) 開工前，驗船師應對建造廠之開工建造準備及檢驗規劃進行檢查與確認，項目包含：建造無人載具之準備工作計畫、施工及銲接工藝、電銲技術士與非破壞檢測人員資格、海事產品持證清單、銲接程序書、非破壞檢測圖、密性試驗圖、檢驗與試驗清單、材料證明(鋼板、銲接材料等)、建造公差標準、分包商情況(適用時)以及開工前必要之圖說文件等技術資料。若個別項目不影響實際開工，驗船師得視情況於相應之建造階段前予以檢查與確認。
- (b) 驗船師應對建造廠所提供之建造準備工作及相關資料進行審查或確認。其內容應包含：機械、設備與系統之安裝程序文件(軸系校中除外)、傾斜試驗計畫、繫泊試驗及航行試驗計畫等現場試驗與施工規範文件。
- (c) 驗船師應確認量測及試驗設備均具備有效之校正證書；設備操作人員及提供檢驗服務之人員，應具備有效之公認資格證書，或經本中心認可或接受之資格證明文件。

(d) 驗船師應依據認可之圖說資料進行檢驗，並確認建造廠之執行情形。

2.5.3 檢驗項目

(a) 載具結構部分之檢驗內容如下：

- (i) 材料審查，確認相關產品證書；
- (ii) 結構檢查；
- (iii) 結構試驗與洩漏試驗；
- (iv) 開口關閉裝置確認性試驗，包括遙控裝置；
- (v) 舵機與錨機檢驗(如有時)；
- (vi) 輕船重量之測定；
- (vii) 傾斜試驗(或同等效力試驗)；
- (viii) 繫泊與航行試驗；
- (ix) 本中心認為必要之其他檢查與試驗項目。

(b) 機器部分之檢驗內容如下：

- (i) 相關設備產品證書之確認；
- (ii) 機械主要零組件材料之確認；
- (iii) 管路系統緊密試驗；
- (iv) 重要機械之安裝與試驗，如主機、軸系、螺槳、發電機組、噴水推進裝置、重要用途泵、舵機等；
- (v) 系統安裝與試驗，如燃油、滑油、艙底水、消防、通風、冷卻、通氣系統等；
- (vi) 繫泊與航行試驗；
- (vii) 本中心認為必要之其他檢查與試驗項目。

(c) 電機設備部分之檢驗內容如下：

- (i) 相關設備產品證書之確認；
- (ii) 主電源、緊急電源、主配電盤、緊急配電盤及主要分電箱之安裝與試驗；
- (iii) 電纜規格查核與安裝檢查；
- (iv) 供電設備自動切換及遠端控制切換功能；
- (v) 火災偵測與警報系統功能；
- (vi) 防爆設備等級與規格確認，以及其安裝與試驗(如有時)；
- (vii) 照明系統之檢查和試驗；
- (viii) 無人載具通訊系統之安裝與試驗；
- (ix) 無人載具操控系統之安裝與試驗；
- (x) 電力推進相關項目試驗(如有時)；
- (xi) 發電機並聯負載功能性檢驗(如有時)；
- (xii) 繫泊與航行試驗；
- (xiii) 本中心認為必要之其他檢查與試驗項目。

(d) 針對遠端控制之無人載具，檢驗內容如下：

- (i) 確認相關系統持有相應之產品證書；

第 2 章 入級與檢驗

2.6 非建造中檢驗之水面無人載具入級

- (ii) 遠端控制系統應採用實際載具試驗方式檢驗，應充分驗證無人載具之場景感知能力、資訊傳輸顯示功能及警報正常；驗證對主推進裝置及操縱系統、通訊系統、信號系統、輪機、電機、載具構造與安全、消防等系統之控制功能正常；驗證不同控制位置間之切換功能正常。
- (e) 針對部分航程自主航行之無人載具，除應符合 2.5.3(d)之要求，另須檢查無人載具於自主航行模式下，場景感知能力、避碰功能、航路設計功能正常；驗證自主航行系統對主推進裝置及操縱系統、通訊系統及信號系統之控制功能正常。
- (f) 針對全航程自主航行之無人載具，除應符合 2.5.3(e)之要求，另須檢查無人載具於自主航行模式下，自主航行系統對輪機、電機、載具構造與安全、消防等系統之控制功能正常；驗證無人載具之自主靠離泊功能正常。
- (g) 針對具備自主靠離泊功能之無人載具，應驗證無人載具自主靠離泊功能正常。

2.6 非建造中檢驗之水面無人載具入級

2.6.1 非建造中檢驗之水面無人載具之入級檢驗，所有人應儘可能依據 2.3 入級所需之圖說及文件要求，提交本中心審核或參考。

2.6.2 非建造中檢驗之水面無人載具執行入級檢驗時：

- (a) 所有人應提交原建造過程中的相關試驗、測量紀錄、報告、主要產品的相關證書與試驗報告，以及其他船級協會簽發之證書與檢驗文件(如有)等資料。
- (b) 初次入級檢驗的範圍應依據特別檢驗之規定執行。如持有其他認可船級協會有效之入級與足夠的檢驗狀態資料，驗船師得視水面無人載具狀況而予減免特別檢驗之某些項目。

2.7 定期檢驗

2.7.1 通則

- (a) 為保持證書之有效性，應依照本節規定施行下列定期檢驗：
 - (i) 年度檢驗。
 - (ii) 載具底部外部檢驗。
 - (iii) 中期檢驗。
 - (iv) 特別檢驗。
 - (v) 螺槳軸檢驗。
- (b) 於檢驗過程中，驗船師若發現無人載具存在損壞或缺陷，並認為必要時，應及時將處理意見通知所有人或其代理人。若上述意見未獲改善或處理，驗船師應立即將該情況報告本中心。
- (c) 所有人有責任主動向本中心申請維持證書有效性之各種檢驗，並預先做好受檢項目之準備工作，以及為檢驗提供安全措施。

2.7.2 檢驗種類和週期

- (a) 年度檢驗應於入級初次檢驗日期或最近特驗完成日期的各周年日期前後 3 個月內實施，檢驗內容見 2.7.3 至 2.7.5 之相關要求。
- (b) 中期檢驗應於第 2 次年度檢驗或第 3 次年度檢驗或此 2 次年度檢驗之間實施。檢驗內容見 2.7.3 至 2.7.5 之相關要求。
- (c) 特別檢驗
 - (i) 特別檢驗應於不超過 5 年固定期限內施行之。第 1 次特別檢驗應於入級初次檢驗日期後 5 年內完成，後續每次特別檢驗之到期期限，應從上次特別檢驗到期日起算，不超過 5 年。
 - (ii) 如某一次特別檢驗提前在到期日之前 3 個月內完成，則下一次特別檢驗到期期限，應從目前特別檢驗到期日起算，不超過 5 年。如某一次特別檢驗在到期日之前 3 個月前完成，則下一次特別檢驗之到期日，應從此次特別檢驗完成日起算，不超過 5 年。
 - (iii) 若無人載具之特別檢驗到期，於特別情況下，本中心得應所有人事先書面之申請予以延期，每次不超過 3 個月。若某一次特別檢驗在到期以後完成，則下一次特別檢驗到期期限，應從特別檢驗原到期日起算，不超過 5 年。
 - (iv) 特別檢驗之檢驗內容見 2.7.3 至 2.7.5 之相關要求。
- (d) 載具底部外部檢驗
 - (i) 載具底部外部及相關項目檢驗得於塢內或架上執行。除另有規定外，載具底部外部檢驗於每 5 年特驗週期內應至少實施 2 次，其中 1 次應與特別檢驗同時實施。在任何情況下任何 2 次載具底部外部檢驗之間隔不得超過 36 個月。檢驗內容見 2.7.6 之相關要求。
 - (ii) 非與特別檢驗同時實施之載具底部外部檢驗，得以水中檢驗代替塢內或架上檢驗。
- (e) 螺槳軸檢驗之間隔時間應不超過 5 年。檢驗內容見 2.7.7 之規定。
- (f) 凡涉及級位之載具結構、設備及機械(含電機設備)之結構尺寸、裝置或操控系統進行任何改裝或更換前，應將相關圖說資料提交本中心審核。改裝或更換部分應符合本準則或原建造時之適用要求。
- (g) 損壞和修理檢驗應符合下列要求：
 - (i) 針對涉及級位之各種損壞導致載具結構、設備及機械(含電機設備)等部件無法符合本準則之要求時，應立即通知本中心並予安排臨時檢驗，其檢驗範圍應由驗船師查明損壞程度和原因後決定；
 - (ii) 針對涉及證書有效性之載具結構、設備及機械(含電機設備)作任何修理時，修理工作應能適時在本中心驗船師之監督下施行。

2.7.3 載具結構檢驗項目

- (a) 載具結構年度檢驗。驗船師應針對下列適用項目進行現場檢查，並確認其維持有效之技術狀態。
 - (i) 水線以上載具殼體及上層建築、甲板室、升降口、開口、艙口及其配置之露天風雨密關閉裝置(如適用)；
 - (ii) 載具內部水密艙壁及水密門之完整性，以及水密門關閉指示器功能；
 - (iii) 排水舷口；
 - (iv) 通風筒、空氣管及其關閉裝置；

第 2 章 入級與檢驗

2.7 定期檢驗

- (v) 載具結構易承受波浪衝擊影響之部位，確認其結構完整性；
 - (vi) 防碰艙壁檢查(如有時)；
 - (vii) 月池(Moonpool)密性及結構檢查(如有時)；
- (b) 載具結構中期檢驗。除完成 2.7.3(a)所列之項目外，驗船師還應對下列適用項目進行檢查，並確認其維持有效之技術狀態。
- (i) 機艙內之海水吸入口等部位進行一般性檢查；
 - (ii) 若驗船師認為必要時，得要求對金屬材質載具之結構進行板厚測量。若有必要，應換板，並作換板紀錄。
- (c) 載具結構特別檢驗。除完成 2.7.3(b)所列之項目外，驗船師還應對下列適用項目進行檢查：
- (i) 機艙及其他處所等均應予以清潔，並進行詳細檢查，應特別注意易受腐蝕、碰撞或磨損而受損之部位；
 - (ii) 應特別注意結構不連續處與強度甲板開口處。若為雙體或三體型式之載具，應加強檢查各分體與橫跨結構結合處之高應力區域；
 - (iii) 裝載燃油或滑油之液體艙(櫃)，應實施液壓測試，測試水頭至使用情況下液體會上升的最高點；
 - (iv) 針對玻璃纖維強化塑膠材質載具，應特別檢查殼板之龜裂與老化情況，評估其續用性或提出維修建議；
 - (v) 針對金屬材質無人載具，自第 2 次特別檢驗起，應對局部耗蝕處，以及艙部 0.5L 範圍內 1 道橫剖面之強度甲板進行測厚。如有必要，應換板，並作換板紀錄；
 - (vi) 若對無人載具之穩度產生疑慮(例如，無人載具之吃水或浮態超出完工穩度資料之範圍等)，應進行傾斜試驗或等效試驗。若已有該載具建造、改裝或修理時之傾斜試驗報告，得先進行輕船重量調查，並將輕船重量調查之結果與無人載具傾斜試驗資料比較，當輕船排水量偏差大於 2%或縱向重心位置偏差大於 1%載具長度 L 時，則應重作傾斜試驗。

2.7.4 輪機檢驗項目

- (a) 輪機部分之年度及中期檢驗時，驗船師應確認下列項目維持於有效之技術狀態：
- (i) 針對推進機械、軸系裝置及重要用途輔機進行一般性檢查；驗船師認為必要時，得要求機器之某些項目作打開檢驗(To be opened up)，以確定其處於良好之工作狀況；
 - (ii) 針對機艙空間進行一般性檢查，確認空間內無失火或爆炸之危險；
 - (iii) 操縱(或方向控制)系統應於運作狀態下進行功能檢驗；
 - (iv) 按實際可行範圍內檢查艙底水系統；若設有水位警報，應進行作動試驗；
 - (v) 針對滅火系統進行一般性檢查。
- (b) 輪機部分之特別檢驗，除完成 2.7.4(a)所列項目外，還應執行下列項目：
- (i) 內燃機
 - (1) 應測量曲柄軸臂距差；拆卸起動空氣系統之部分管路進行內部檢查(若為電力起動系統則進行相應之電氣檢查)；
 - (2) 氣缸、氣缸蓋、閥及其驅動裝置、活塞、連桿、曲柄軸與所有軸承、曲柄軸箱、機座、機架、曲柄軸箱門之鎖緊固件及其冷卻器、燃油噴射泵及其附件、凸輪軸與其驅動裝置及平衡組件、振動消除器或調諧器、倒俾裝置、附屬泵及冷卻裝置等，應打開檢查；
 - (3) 對於缸徑 300 mm 或以下之內燃機，得接受依製造商之定期維護計畫進行維護。該維護計畫之紀錄，包含滑油更換紀錄，應提供予驗船師。依製造商之定期維護計畫，所要求的定期拆檢應由驗船師見證。

- (ii) 所有軸與軸承檢查。如其中線校準及磨損在可接受的情況，軸承之下半部得免打開檢查；
- (iii) 所有重要用途之空氣瓶連同其附件、閥及安全裝置，其內部應清理乾淨，並應進行內、外部檢查與查核安全閥之設定壓力。若空氣瓶無法作內部檢查時，應施行液壓試驗，試驗壓力為 1.25 倍之工作壓力；
- (iv) 檢查操縱(或方向控制)系統及其附屬設備與控制系統，確認其維持良好之運作狀態；
- (v) 驗船師認為必要時，燃油、滑油及冷卻水系統應拆開進行檢查或試驗；
- (vi) 推進機械應於工作狀況下予以試驗。針對重要機械之控制系統應進行功能試驗，確保其維持良好狀態；
- (vii) 燃油獨立櫃，應進行內外部檢查。於第 1 次特別檢驗時，若外部檢查結果滿意，得免除內部檢查。
- (viii) 載具若配置全向推進器(如 SRP、VSP 等)、噴水推進裝置、舷外機或其他新穎推進系統，應依原廠說明書或手冊執行定期維護保養。檢驗時，驗船師應查核其維護保養紀錄並確認設備功能運轉正常；驗船師認為必要時，得要求拆開檢查。

2.7.5 電機設備檢驗項目

- (a) 電機設備之年度及中期檢驗時，驗船師應確認下列項目維持於有效之技術狀態：
 - (i) 對電動機械、配電盤、開關裝置及其他電機設備進行一般性檢查。於實際可行情況下，應於運轉狀態下進行檢查；
 - (ii) 全面檢查是否已採取防止觸電、電氣火災及其他因電氣事故引起災害之預防措施；
 - (iii) 針對緊急電源進行效能與負載試驗；
 - (iv) 針對操舵裝置進行運轉試驗，並確認操舵裝置失去電力、交流電欠相等故障警報裝置之可靠性；
 - (v) 航行燈指示器應於工作狀態下進行試驗，並確認供電故障與航行燈故障時，能正確發出指示與警報；
 - (vi) 應於實際可行範圍內檢查敷設之電纜，確認電氣裝置或護罩無受損。應量測電纜及主要電機設備之絕緣電阻(量測時得視需要依照迴路分段執行)；
 - (vii) 應儘實際可能對通訊設備進行功能試驗；
 - (viii) 應儘實際可能對無人載具操控設備進行功能試驗。
- (b) 電機設備之特別檢驗，除完成 2.7.5(a)所列項目外，還應執行下列項目：
 - (i) 應檢查主配電盤、分電盤及分路保護裝置上之附件。過電流保護與保險絲規格應作檢查，確認能對各別電路提供適當保護；
 - (ii) 應於實際可行範圍內對發電機之各項保護裝置進行試驗，確認其動作狀態正常；
 - (iii) 主發電機於負載狀態下進行單機運轉試驗，並檢查原動機調速器與負載分配之功能；
 - (iv) 應檢查重要用途之電動機及其控制器；驗船師認為必要時，應儘實際可能於工作狀態下進行運轉試驗。

2.7.6 載具底部外部檢驗

- (a) 載具外殼體應予以清潔，並提供能檢查之必要條件。具體檢驗項目如下：
 - (i) 載具殼板，尤應仔細檢查載具艙部螺槳上方及舵周圍之載具殼板腐蝕情況。針對腐蝕嚴重部位應進行測厚，必要時應換板，並作換板紀錄；
 - (ii) 螺槳與舵板腐蝕情況；

第 2 章 入級與檢驗

2.7 定期檢驗

- (iii) 橫跨結構下方之內舷側壁殼板；
- (iv) 檢查舵裝置，確認舵桿與舵板之螺帽、銷及螺栓等均緊固且無鬆動；
- (v) 應檢查螺槳、噴水推進器及其他輔助推進裝置，並確認螺槳軸封裝置之有效性；針對噴水推進器，應檢查倒俾導流罩及進水口格柵；
- (vi) 檢查載具外殼防腐蝕設施及塗料；
- (vii) 檢查接地情況；
- (viii) 針對玻璃纖維強化塑膠材質無人載具，應詳細檢查其外殼有無擦損或破裂，並應確認艙部承受波浪拍擊區域之殼體有無損壞。

2.7.7 螺槳軸檢驗

- (a) 螺槳軸抽出後，應詳細檢查下列項目：
 - (i) 軸、襯套(尤應注意對接接頭與端部)、軸承、鍵槽、錐體及法蘭圓角；
 - (ii) 以整體法蘭連接之軸後端，其法蘭圓角處應執行磁粉探傷；
 - (iii) 軸抽出前與安裝後，應量測軸承間隙與磨耗，並作紀錄；
 - (iv) 螺槳與軸錐體之配合情況檢查。
- (b) 油潤滑軸承之油櫃低油位警報裝置及溫度監測裝置(如設有時)，應確認其功能運作正常。
- (c) 載具若配置全向推進器(如 SRP、VSP 等)、噴水推進裝置、舷外機或其他新穎推進系統，其軸、軸封、軸承、推進器、傳動裝置及控制裝置等之檢驗間隔與檢查項目，依 2.7.4(b)(viii)之規定辦理。

2.7.8 遠端控制檢驗

- (a) 凡具備遠端控制附加註解 **RC** 之無人載具，應結合年度檢驗、中期檢驗及特別檢驗，查核系統歷次運作紀錄及軟體版本編號，確認系統處於正常狀態；另外，應檢查無人載具之場景感知能力、資訊傳輸顯示功能及警報正常；檢查對主推進裝置及操縱系統、通訊系統、信號系統、輪機、電機、載具構造與安全、消防等系統之控制功能正常；檢查控制位置間之切換功能正常。
- (b) 當設備或系統進行維修或更新時，應重新驗證其各項功能，必要時應重新執行遠端控制航行試驗。

2.7.9 部分航程自主航行檢驗

- (a) 凡具備部分航程自主航行附加註解 **AO1** 之無人載具，除應符合 2.7.8 之要求，還應檢查無人載具在自主航行模式下，場景感知能力、避碰功能、航路設計功能正常；驗證自主航行系統對主推進裝置及操縱系統、通訊系統及信號系統之控制功能正常。
- (b) 當設備或系統進行維修或更新時，應重新驗證其各項功能，必要時應重新執行自主航行試驗。

2.7.10 全航程自主航行檢驗

- (a) 凡具備全航程自主航行附加註解 **AO2** 之無人載具，除應符合 2.7.9 之要求，還應檢查無人載具在自主航行模式下，自主航行系統對輪機、電機、載具構造與安全、消防等系統之控制功能正常，驗證無人載具之自主靠離泊功能正常。

- (b) 當設備或系統進行維修或更新時，應重新驗證其各項功能，必要時應重新執行自主航行試驗。

2.7.11 自主靠離泊功能檢驗

- (a) 凡具備自主靠離泊功能附加註解 **AD** 之無人載具，應檢查無人載具之自主靠離泊功能正常。
- (b) 當設備或系統進行維修或更新時，應重新驗證其各項功能，必要時應重新執行自主靠離泊試驗。

2.8 入級證書

2.8.1 入級證書之簽發

- (a) 臨時入級證書
 - (i) 入級檢驗完畢，驗船師之意見認為該載具之狀況適宜，且功能良好，並符合給予級位者，本中心允許該驗船師簽發臨時入級證書，證書中必須闡明他已建議船級委員會，該載具狀況適宜，且功能良好，並適合給予級位。
 - (ii) 臨時入級證書之有效期限為 6 個月。
- (b) 最後之入級證書
 - (i) 新造載具之建造中入級首次檢驗或非建造中檢驗之現成載具入級檢驗完成時，由驗船師檢送入級所需之報告及臨時入級證書，經船級委員會核可後，由董事長、執行長及總驗船師簽署最後之入級證書發行予建造廠或載具所有人。
 - (ii) 最後之入級證書之有效期應不超過 5 年。
 - (iii) 若特別檢驗在原證書到期日前 3 個月之內完成，新入級證書有效期自原證書到期日起不超過 5 年。

2.9 級位的授予、保持、暫停、取消與恢復

級位的授予、保持、暫停、取消與恢復應符合本中心鋼船規範之相關要求。

第 3 章 載具結構與穩度

3.1 功能目標

3.1.1 載具結構之設計與構造應符合其於可預見條件下之強度、密性及穩度要求，確保水面無人載具之航行與作業安全。

3.1.2 在無人載具使用生命週期內，其設計與建造應符合下列要求：

- (a) 使結構符合其於可預見負載情況下之結構應力與應變；
- (b) 符合水密、風雨密及防火完整性之要求。

3.1.3 水面無人載具於所有合理可預見之操作條件下應具有足夠的預備浮力。

3.1.4 無人載具於所有合理可預見之操作條件下應具有足夠的穩度，以避免其於航行之環境中傾覆。

3.1.5 應能防止意外進水。

3.1.6 若無人載具有回收之需求，應具備回收之方案與措施。

3.2 通則

3.2.1 適用範圍

本章適用於採用鋼材、鋁合金以及玻璃纖維強化塑膠為結構材料之水面無人載具，包括非高速型與高速型。對於載具殼體全長 L_H 小於 6 m 之水面無人載具，其構件尺寸得依據實際載具投落試驗進行驗證*。

*註：投落試驗具體作法可參見 ISO 12215-5:2019 附錄 D。

3.2.2 對於新穎結構或特殊用途之無人載具，如應用本章之任何規定會嚴重妨礙航行時，其結構尺寸經本中心認可後可另行考慮。

3.2.3 無人載具之材料與建造工藝，應符合本中心鋼船規範第 XI 篇與第 XII 篇之適用要求或本中心接受之公認標準。

3.2.4 若對本章之計算方法、評定標準、建造程序與工藝、材料、檢驗及試驗方法，能提供相應之試驗、理論依據、使用經驗或 ISO 等其他公認標準，經本中心同意，可接受作為等效之替代方法。

3.2.5 定義

(a) 除另有規定外，本章有關定義如下：

- (i) 載具長度 $L(m)$ ：係指載具於滿載排水量條件下，靜浮於水面時，其剛性水密結構位於水線處之結構長度。

- (ii) 滿載排水量 $\Delta(t)$ ：係指載具對應滿載情況之模排水量。
- (iii) 設計最大吃水線：係指對應滿載情況之水線。
- (iv) 設計最大吃水 $d(m)$ ：係指於滿載排水量條件下靜浮水面時，於載具長度 L 之中點，自龍骨板頂端(若為玻璃纖維強化塑膠結構，則為龍骨板下緣)量至設計最大吃水線之垂直距離。
- (v) 載具寬度 $B(m)$ ：係指於載具結構之最寬處，兩側外板肋骨外緣間之水平距離；若為玻璃纖維強化塑膠結構，則為結構兩側外表面之間的最大寬度，不包括護舷材等突出物；
- (vi) 型深 $D(m)$ ：係指在載具長度 L 中點，沿舷側自龍骨板頂端量至最上層露天全通甲板樑頂端(若無甲板，則為舷側板頂端)之垂直距離；若為玻璃纖維強化塑膠結構，自龍骨板下緣量至最上層露天全通甲板舷邊板上緣(若無甲板，則為舷側板頂端)之垂直距離。
- (vii) 最大航速：係指載具於滿載排水量條件及靜水情況下，以核定之最大連續推進功率航行能達到之航速。
- (viii) 高速型水面無人載具：係指於滿載排水量條件下，其最大航速 V 同時符合下列兩式之載具：

$$V \geq 7.19\nabla^{0.1667} \quad \text{knot}$$
$$V \geq 10 \quad \text{knot}$$

式中：

∇ ：對應於設計最大吃水線之排水體積， m^3

V ：載具於滿載排水量條件下，並以最大連續推進功率於靜水中航行能達到之航速， knot 。

3.2.6 艙壁布置

無人載具應合理地設置艙壁，以保護設備、強度、浮態及穩度等安全。

3.3 載具結構

3.3.1 通則

- (a) 玻璃纖維強化塑膠材質之載具結構要求，應符合 3.3.4 之規定。
- (b) 鋼質之載具結構要求，應符合 3.3.5 之規定。
- (c) 鋁合金材質之載具結構要求，應符合 3.3.6 之規定。
- (d) 除本章另有規定外，雙體或三體型式之載具結構要求，應符合本中心高速船建造與人級規範(以下簡稱高速船規範)之相關規定。

3.3.2 結構設計原則

- (a) 載具結構之設計，應確保載具能承受整個生命週期內預期可能遭遇之最大外力負荷。
- (b) 結構之縱向構件應儘可能於全載具範圍內保持連續。
- (c) 結構之主要橫向構件，包含底部肋板、舷側肋骨與甲板橫樑，應布置於同一橫剖面內並有效連接，以構成連續且封閉之橫向框架。

- (d) 針對型深小於 0.9 m 之無人載具，若其底板或舷側外板未配置縱向加強材，則應於載具底部或舷側採取折角或折邊等措施加強，並依 3.3.3 之要求確認結構之縱向強度。
- (e) 採縱肋系結構之縱材間距，或橫肋系結構之肋骨間距，原則上應不大於 500 mm。
- (f) 除機艙區域外，底部實體肋板之間距應符合下列要求：
 - (i) 針對橫肋系，應不大於 2 個肋位；
 - (ii) 針對縱肋系，應不大於 4 個肋位。
- (g) 除另有規定外，載具底部龍骨之間距，以及龍骨至舳部折角線或舳部圓弧中點之間距，應不大於 2 m。
- (h) 玻璃纖維強化塑膠載具結構之平板龍骨寬度或帽型龍骨之圍長應不小於 0.1B，其厚度應不小於相鄰底板厚度之 1.5 倍；金屬載具結構之平板龍骨寬度應不小於 600 mm，其厚度應於該位置處之底板厚度基礎上，額外增加至少 1.2 mm，且於整個載具長度 L 範圍內保持不變。
- (i) 載具外板應盡量避免開設孔口。若需開口時，則其角隅應儘可能為圓角；若需採用直角開口，則應進行足夠之結構補強。
- (j) 載具結構得採用直接計算法進行評估與確認，惟其結構板厚仍應符合本章所規定之最小板厚要求。
- (k) 玻璃纖維強化塑膠載具結構之結構設計原則除應符合本章 3.3.2(a)至 3.3.2(j)之要求外，還應符合下列要求：
 - (i) 載具殼板結構原則上應設置縱向及橫向之加強材予以加強。惟採用夾層結構且載具長度 L 為 8 m 以下之無人載具，若其殼板厚度已超過其強度要求且載具結構形狀已具備加強作用者除外；
 - (ii) 載具結構得採用直接計算法進行設計，惟其相關結構計算書應提送本中心審核；
 - (iii) 對於未設置加強材之殼板，凡載具結構橫剖面線型夾角小於 130°之硬點區域(如底部中心線處、甲板與舷側板交接處、舷側折角處以及舷側連續平台等)，均得視為具備加強材之支撐。於計算該處板厚時，若為曲面板，短邊長度(s)則應取其曲面之舷長進行計算；
 - (iv) 具備足夠強度與剛性，且與載具結構結合為一體之雙層底結構、固定液體櫃、艙壁及內部構件等，均得視為有效加強材；
 - (v) 玻璃纖維強化塑膠層板之計算厚度，應以結構層本身為準，不得計入膠、修整複合物或其他非強化材料之厚度。

3.3.3 載具結構縱向強度、橫向強度及扭轉強度

- (a) 對於 $L \geq 15$ m，且 $L/D \geq 12$ 之金屬材質高速型水面無人載具，應依據本中心高速船規範之相關規定確認其縱向載具結構樑強度。
- (b) 對於 $L \geq 15$ m，且 $L/D \geq 12$ 之玻璃纖維強化塑膠材質水面無人載具，應確認載具之艄部剖面模數 W，應不小於依據下式計算所得之最小艄部剖面模數 W_0 值：

$$W_0 = fL^2 B_{WL} (C_b + 0.7) \quad \text{cm}^3$$

式中：

- f = 0.25L+24 ;
L = 載具長度，m；
B_{wL} = 滿載情況水線處之載具寬度，m；
C_b = 載具於滿載情況水線下之方塊係數。

- (c) 上述 3.3.3(b)規定之最小舢部剖面模數 W₀，係以「玻璃纖維無撚粗紗正交布」鋪層成型之標準鋪層設計所得之層板力學性能為基準。若採用其他纖維或鋪層設計，使其層板強度與上述標準鋪層具顯著差異時，其最小舢部剖面模數 W₀可乘上下列規定之係數 K 進行修正：

$$K = \frac{180}{\sigma_t}$$

式中：

σ_t = 層板之極限拉伸強度，N/mm²。

- (d) 玻璃纖維強化塑膠材質載具之舢部剖面模數 W 計算：

- (i) 凡位於載具舢部 0.4L 範圍內且具結構連續性之縱向構件，均得計入舢部剖面模數之計算。但上述構件若設有開孔，於計算剖面模數時，應扣除其開孔面積；
(ii) 針對採用夾層結構作為部分載具結構構件之無人載具，得引入等效剖面模數 W_e之概念。縱向載具結構樑彎曲時，由夾層結構構件組成之舢部等效剖面模數 W_e，應依下式計算：

$$W_e = \frac{\sum(E_i I_i)}{EY} \quad \text{cm}^3$$

式中：

- E = 計算點處材料之彈性模數，N/mm²；
Y = 計算點至舢部剖面中性軸之垂向距離，cm；
E_i、I_i = 分別為舢部剖面之各個構件材料之彈性模數(N/mm²)與各個構件對舢部剖面中性軸之慣性矩(cm⁴)。

若夾層結構芯材採用發泡塑膠、巴沙木等不具結構強度之材料時，於計算舢部剖面模數時，所有此類夾層構件之芯材不予計入。

- (e) 對於 L≥15 m，且 L/D≥12 之玻璃纖維強化塑膠材質水面無人載具，還應確認載具結構之剛性，其舢部橫剖面對其中性軸之慣性矩 I，應不小於下式計算所得之值：

$$I = 4W_0L \quad \text{cm}^4$$

式中：

- W₀ = 依 3.3.3(b)計算所得之舢部剖面模數值，cm³；
L = 載具長度，m。

- (f) 凡雙體或三體型式之無人載具，均應確認其橫跨結構之橫向強度與扭轉強度。強度標準與計算方法，應參照本中心高速船規範之相關規定。

3.3.4 玻璃纖維強化塑膠材質載具

- (a) 一般要求

- (i) 本部分規定適用於結構材質採玻璃纖維強化塑膠建造之無人載具。
(ii) 建造廠應對建造施工品質進行嚴格控制。

- (iii) 玻璃纖維強化塑膠層板試件之力學性能，應符合本中心玻璃纖維強化塑膠船舶建造與入級規範(以下簡稱 **FRP** 規範)之相關規定。
- (iv) 採用玻璃纖維強化之層板，其厚度得依下式求得：

$$t = \left(\frac{1}{\gamma_R G} + \frac{1}{\gamma_G} - \frac{1}{\gamma_R} \right) W \quad \text{mm}$$

式中：

- W = 層板單位面積中之玻璃纖維氈或/與纖維布之纖維總重量， kg/m^2 ；
- G = 層板中總標稱玻璃纖維含量比，得依本中心 **FRP** 規範第 I 篇第 2 章相關規定確定；
- γ_R = 經固化後之樹脂比重， g/cm^3 ，若無實測資料，得取 1.2；
- γ_G = 玻璃纖維氈或纖維布之比重， g/cm^3 。若無實測資料，得取 2.5。

- (v) 玻璃纖維強化塑膠層板之板厚，應為不計膠及修整複合物或其他非強化材料時之厚度。
- (vi) 不同區域的載具結構層板厚度應緩慢變化，過渡區之寬度應至少為兩者厚度差之 30 倍。
- (vii) 加強材之幾何尺寸，應符合：
 - (1) 針對帽型加強材，其腹板高度與其單側腹板厚度之比應不超過 30，面板(帽冠)寬度與其厚度之比應不超過 20；
 - (2) 針對 T 型剖面之加強材，其腹板高度與厚度之比應不超過 20，其面板寬度與其厚度之比應不超過 10；
 - (3) 針對其他剖面型式之加強材則另行考慮。
- (viii) 加強材帶板之有效寬度 b_e ，應依下述規定決定：
 - (1) 帶板為單層板時，取下式計算值之較小者：

$$\begin{aligned} b_e &= s && \text{mm} \\ b_e &= 23t + b_s && \text{mm} \end{aligned}$$

- (2) 帶板為夾層板時：
 - 若芯材為發泡塑膠、巴沙木等無效芯材時，取下式計算值之較小者：

$$\begin{aligned} b_e &= s && \text{mm} \\ b_e &= 11d && \text{mm} \end{aligned}$$

若芯材為膠合板等有效芯材時，取下式計算值之較小者：

$$\begin{aligned} b_e &= s && \text{mm} \\ b_e &= 35d && \text{mm} \end{aligned}$$

式中：

- t = 帶板為單層板時，帶板之厚度， mm ；
- d = 帶板為夾層板時，帶板內、外面板厚度中心線之距離， mm ；
- b_s = 加強材之淨寬度， mm 。

- (ix) 加強材或其夾層板帶板之芯材，若採用松木、膠合板等有效材料時，其剖面模數計算得計入芯材之影響。但在計算芯材之剖面積時，應乘上芯材之彎曲彈性模數與層板材料之彎曲彈性模數之比值。
- (x) 若載具結構肋骨或縱材間距無法符合 3.3.2(e)之規定時，其間距得准予超過 500 mm ，惟在此情況下，構件尺寸仍應滿足局部強度、載具結構縱向強度及剛性之要求。

- (b) 玻璃纖維強化塑膠材質載具之主機基座、機艙結構構件及艙封板之附加要求
- (i) 主機基座結構應具備足夠之強度和剛性。主機基座之縱桁板原則上應於每個肋位設置橫肋板及橫腋板，以確保結構之有效支撐。
 - (ii) 為增加主機基座縱桁板抗壓及抗彎曲之剛性，得採用木材或鋁合金型材作主機基座縱桁之芯材，但該芯材應與表層玻璃纖維強化塑膠以及載具底板有效連接。
 - (iii) 機艙內之結構構件應保持結構連續性，避免應力集中。
 - (iv) 載具底部為橫肋系時，機艙內之每個肋位應設置實體肋板；載具底部為縱肋系時，機艙內得每隔一個肋位設置實體肋板。上述實體肋板應與主機基座桁材有效連接。若為非高速型載具，上述實體肋板之剖面模數應較 3.3.4(e)(vi)(1) 要求之剖面模數增加 10%。
 - (v) 機艙之舷側應設置大肋骨，大肋骨應設置於實體肋板處，其間距應不大於 4 個肋位。若為非高速型載具，機艙處肋骨與大肋骨之剖面模數應較 3.3.4(e)(vi)(4) 要求之剖面模數增加 10%。
 - (vi) 艙封板應符合下列要求：
 - (1) 艙封板之厚度應不小於舷側板厚度之 1.2 倍，其加強材之要求應與舷側加強材相同。
 - (2) 艙封板之設計應確保安裝於其上方之推進裝置所產生之彎矩與推力，在傳遞至載具結構時，不致產生過大之應力。
 - (3) 安裝舷外機或艙推進裝置之艙封板，原則上應採用膠合板或類似剛性材料為芯材之夾層板構造。該艙封板之總厚度，原則上應不小於表 3-1 之規定。

表 3-1
艙封板厚度要求

舷外機或艙推進裝置之功率(kW)	艙封板總厚度(舷外機)(mm)	艙封板總厚度(艙推進裝置)(mm)
18≤功率<30	30	35
30≤功率<60	35	40
60≤功率<150	40	45
150≤功率<250	45	50
250≤功率	依具體情況特別考量	依具體情況特別考量

- (c) 玻璃纖維強化塑膠材質載具之局部加強
- (i) 針對高速型無人載具易受波浪拍擊之嚴重區域(一般係指距艏端 $\frac{1}{3}L$ 處之前後各 0.15L 範圍內)，應採取適當之結構加強措施。
 - (ii) 針對艙軸架、舵柱及相關附屬物等貫穿殼體處之外板，或繫泊、拖帶之強力點部位之板材，應設置預埋件，並予以適當加強。
- (d) 高速型載具結構之構件尺寸，應符合本中心高速船規範之相關規定。
- (e) 非高速型載具結構之構件尺寸
- (i) 一般規定
 - (1) 本部分規定之載具結構尺寸，係以「玻璃纖維無撚粗紗正交布」鋪層成型之標準鋪層設計所得之層板力學性能為基準。
 - (2) 若層板採非標準鋪層設計，致其力學性能與前述基準不同時，本部分規定之構件尺寸可乘上下列修正係數 K 進行修正：
 - a) 針對板厚度之修正：

$$K = \sqrt{\frac{180}{\sigma_b}}$$

式中：

σ_b = 非標準鋪層設計層板之極限彎曲強度，N/mm²；

b) 針對加強材剖面模數之修正：

$$K = \frac{180}{\sigma_t}$$

式中：

σ_t = 非標準鋪層設計層板之極限抗拉強度，N/mm²；

c) 針對極限彎曲強度與/或抗拉強度大於 400 N/mm² 之層板，除應依前述規定進行修正外，還應針對由該層板構成之載具結構之剛性進行確認。

(ii) 外板

(1) 若外板採用單層板，其最小板厚應符合下式計算要求：

$$t_{\min} = K_0 \sqrt{L} \quad \text{mm}$$

式中：

K_0 = 係數，依據表 3-2 決定；

L = 載具長度，m。

表 3-2
係數 K_0

係數	載具底部外板； 橫跨結構底板	舷側板
K_0	1.30	1.15

(2) 採單層板結構之載具底部外板厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 13.4s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：

s = 板之短邊長度，取該板長邊上兩相鄰加強材之間距。若為帽型加強材，則應扣除帽型加強材之底邊寬度 w ，如圖 3-1 所示，m；

h = 從載具底部外板最低處之下緣至舷側處最上層露天全通甲板上緣（若無甲板，則為舷側板頂端上緣）之垂直距離，m。

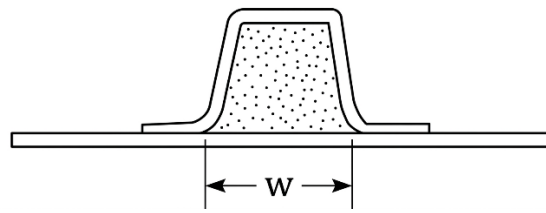


圖3-1
帽型加強材之底邊寬度

- (3) 針對航行範圍限制於保護水域之無人載具，若其設計最大吃水小於型深之 0.35 倍時，其底部外板之單層板厚度，得採 3.3.4(e)(ii)(2)計算所得之值的 0.9 倍。
- (4) 採單層板結構之舷側板厚度 t ，於載具舳部 0.4L 區域內，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 12.4s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 板之短邊長度，見 3.3.4(e)(ii)(2)，m；
 h = 從舷側板最低點至舷側處最上層露天全通甲板上緣之垂直距離，m。

- (5) 單層板結構之舷側板厚度 t ，於載具舳部 0.4L 區域以外得向船艏兩端逐漸減薄，船艏端處之厚度得為載具舳部區域厚度之 0.85 倍。
- (6) 若外板採夾層板結構，夾層板面板之最小厚度(單面) t_{\min} ，應符合下列要求：

$$t_{\min} = K_0\sqrt{L} \quad \text{mm，且不小於2 mm，針對外面板}^1)$$

$$t_{\min} = K_0\sqrt{L} - 0.5 \quad \text{mm，且不小於1.5 mm，針對內面板}^2)$$

式中：

- K_0 = 係數，依據表 3-3 決定；
 L = 載具長度，m。

註記：

- 1) 外面板，係指板之一側持續浸沒於液體，或可能受局部機械磨損或衝擊負荷者。
 2) 內面板，係指板不承受上述負荷之另一側面。

表 3-3
係數 K_0

係數	載具底部外板； 橫跨結構底板	舷側板
K_0	0.6	0.5

- (7) 夾層板外板之總厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = \frac{11hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 板之短邊長度，見 3.3.4(e)(ii)(2)，m；

h = 針對載具底部外板，見 3.3.4(e)(ii)(2)；針對舷側板，見 3.3.4(e)(ii)(4)；
 τ_c = 夾層板芯材之極限剪切強度， N/mm^2 。

(8) 艙艙部分之外板(艙封板除外)，若採用夾層板，其厚度應不小於載具舳部之外板厚度。

(iii) 甲板

(1) 甲板之計算水頭 h ，依下列之計算值決定：

a) 露天甲板及 0.25L 前方之上層建築與甲板室甲板，甲板計算水頭 h 依下式計算值，且不少於 0.36 m：

$$h = C(0.025L + 0.2) \quad m$$

式中：

C 為係數，說明如下：

$C = 0.95$ ，航行限制為外海

$C = 0.9$ ，航行限制為沿岸

$C = 0.8$ ，航行限制為保護水域

b) 0.25L 後方之上層建築與甲板室甲板，甲板計算水頭 h 依下式計算值，且不少於 0.36 m：

$$h = C(0.01L + 0.2) \quad m$$

式中：

C 為係數，說明如下：

$C = 0.95$ ，航行限制為外海

$C = 0.9$ ，航行限制為沿岸

$C = 0.8$ ，航行限制為保護水域

(2) 採單層板結構之甲板，於載具舳部 0.4L 區域內之厚度 t ，應不少於依下式計算所得之值：

$$t = 16.2s\sqrt{h} \quad mm$$

式中：

s = 板之短邊長度，見 3.3.4(e)(ii)(2)，m；

h = 甲板之計算水頭，m；依 3.3.4(e)(iii)(1)決定。

(3) 採單層板結構之露天甲板，於載具舳部 0.4L 區域以外之厚度，得向載具端部逐漸減薄，但其厚度應不少於載具舳部露天甲板厚度之 0.85 倍。

(4) 若甲板採夾層板結構，則甲板之總厚度 t ，應不少於依下式計算所得之值：

$$t = \frac{11hs}{\tau_c} \quad mm$$

式中：

s = 板之短邊長度，見 3.3.4(e)(ii)(2)，m；

h = 甲板計算水頭，m；依 3.3.4(e)(iii)(1)決定；

τ_c = 夾層板芯材之極限剪切強度， N/mm^2 。

(iv) 艙壁板

- (1) 採單層板結構之艙壁板厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 12.2s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 板之短邊長度，見 3.3.4(e)(ii)(2)，m；
 h = 計算水頭，m；自艙壁板下緣量至艙頂之垂直距離。

- (2) 若艙壁板採夾層板結構，則夾層板之總厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = \frac{11hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 板之短邊長度，見 3.3.4(e)(ii)(2)，m；
 h = 計算水頭，m；自艙壁板下緣量至艙頂之垂直距離；
 τ_c = 夾層板芯材之極限剪切強度，N/mm²。

- (3) 計算防碰艙壁之構件尺寸時，其計算水頭 h ，應為其相應規定高度之 1.25 倍。

(v) 上層建築與甲板室壁板

- (1) 上層建築或甲板室前端壁、側壁、後端壁及頂板之計算水頭 h ，應依下式計算：

- 前端壁 : $h = C(0.025L+0.2)$ ，m，且不少於 0.36 m
側壁與後端壁 : $h = C(0.01L+0.2)$ ，m，且不少於 0.36 m
頂板 : $h = 0.3$ ，m

式中：

C 為係數，說明如下：

- $C = 0.95$ ，航行限制為外海
 $C = 0.9$ ，航行限制為沿岸
 $C = 0.8$ ，航行限制為保護水域

- (2) 採單層板結構之上層建築壁板或甲板室壁板之厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 11.7s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 板之短邊長度，見 3.3.4(e)(ii)(2)，m；
 h = 計算水頭，m；依 3.3.4(e)(v)(1)之相關規定決定。

- (3) 若上層建築壁板或甲板室壁板採夾層板結構，夾層板的總厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = \frac{11hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 板之短邊長度，見 3.3.4(e)(ii)(2)，m；
 h = 計算水頭，m；依 3.3.4(e)(v)(1)決定；
 τ_c = 夾層板芯材之極限剪切強度，N/mm²。

(vi) 加強材

- (1) 實體肋板之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 15.4sDl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 實體肋板間距，m；
- D = 型深，m；
- l = 實體肋板跨距，m；若設有縱艙壁，應取縱艙壁與舷側間，或兩縱艙壁之間跨距之較大者。

斜底載具實體肋板之腹板高度，得自縱舳剖面向舷側逐漸遞減。針對載具長度 L 大於 6 m 者，於距離縱舳剖面 $\frac{3}{8}B$ 處之實體肋板腹板高度，不得小於縱舳剖面處實體肋板腹板高度之二分之一。

- (2) 單底載具中線內龍骨之腹板高度，應不小於該處實體肋板之高度，其剖面模數至少應為該處實體肋板剖面模數之 1.5 倍。側內龍骨之剖面模數，則應與該處實體肋板之剖面模數相當。
- (3) 載具底部縱材之剖面模數 W，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 25.7shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 縱材間距，m；
- h = 計算水頭，m；於縱材跨距中點處自載具底板下緣量至舷側處最上層露天全通甲板上緣之垂直距離；
- l = 縱材跨距，m；實體肋板之間或實體肋板與艙壁之間的距離，取大者。

- (4) 肋骨：
 - a) 肋骨之剖面模數 W，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 24shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 肋骨間距，m；
- h = 計算水頭，m；針對載具底部肋骨，取肋骨跨距中點處自載具底板下緣量至舷側處最上層露天全通甲板上緣之垂直距離；針對舷側肋骨，取肋骨跨距中點至最上層露天全通甲板邊線之垂直距離。
- l = 肋骨跨距，m；針對載具底部肋骨，取龍骨之間或龍骨至舷側之間的距離，取大者；針對舷側肋骨，取載具底板上表面至甲板間之垂直距離；

- b) 大肋骨之剖面模數 W，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 22.6shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 大肋骨間距，m；
- h = 計算水頭，m，自大肋骨跨距中點至最上層露天全通甲板邊線之距離；
- l = 大肋骨之跨距，m。

- (5) 舷側縱材之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 22.6shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 縱材間距，m；
- h = 計算水頭，m；載具舳部舷側處自縱材至最上層露天全通甲板邊線之距離；
- l = 縱材跨距，m；大肋骨之間或大肋骨與艙壁之間的距離，取大者。

- (6) 甲板橫樑

- a) 甲板橫樑之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 19.6shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 橫樑間距，m；
- h = 甲板計算水頭，m；依 3.3.4(e)(iii)(1)決定；
- l = 橫樑跨距，m；舷側與縱桁(縱艙壁)或縱桁與縱桁之間的距離，取大者。

- b) 甲板橫桁之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 17shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 甲板橫桁間距，m；
- h = 甲板計算水頭，m；依 3.3.4(e)(iii)(1)決定；
- l = 甲板橫桁跨距，m；舷側與舷側之間，舷側與支柱之間或支柱與支柱之間的距離，取大者。

- (7) 甲板縱材之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 21shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 縱材間距，m；
- h = 甲板計算水頭，m；依 3.3.4(e)(iii)(1)決定；
- l = 縱材跨距，m；橫桁之間或橫桁與艙壁之間的距離，取大者。

- (8) 甲板縱桁：

- a) 甲板縱桁與龍骨應儘可能設置於同一平面內。
- b) 甲板縱桁之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 17.1bh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- b = 甲板縱桁支撐面積之平均寬度，m；
- h = 甲板計算水頭，m；依 3.3.4(e)(iii)(1)決定。
- l = 縱桁跨距，m；支柱之間或支柱與艙壁之間的距離，取大者；

- c) 若甲板縱桁上有集中負荷作用時，其剖面模數 W ，除應符合 3.3.4(e)(vi)(8)b)之要求外，還應符合依下式計算所得之值：

第 3 章 載具結構與穩度
3.3 載具結構

$$W = 0.102cPl \quad \text{cm}^3$$

式中：

- P = 集中負荷，kN；
 l = 縱桁跨距，m，同 3.3.4(e)(vi)(8)b)；
 c = 係數，依表 3-4 決定。表中 a 係指集中負荷 P 之作用點，至縱桁兩端支點中較遠者之距離，m。

表 3-4
係數 c

a/l	0.94	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.6	0.5
c	3.56	8.32	14.06	18.22	21.39	22.77	23.73	24.75

(9) 艙壁加強材之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = Kshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 加強材間距，m；
 l = 加強材跨距，m；
 h = 計算水頭，m；自加強材跨距中點量至艙頂之垂直距離；
 K = 係數，依下列情況決定：
 加強材兩端用腋板連接， $K=21.67$ ；
 加強材一端用腋板連接， $K=28.87$ ；
 加強材兩端切角端， $K=34.61$ 。

(10) 上層建築或甲板室之結構構件

- a) 上層建築或甲板室之甲板結構構件尺寸，應符合 3.3.4(e)(vi)(6)~(8)之相關規定。
 b) 上層建築或甲板室之圍壁加強材之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 20.3shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 加強材間距，m；
 l = 加強材跨距，m，取加強材之實際長度；
 h = 計算水頭，m；依 3.3.4(e)(v)(1)決定。

3.3.5 鋼質載具

(a) 一般要求

- (i) 本部分規定適用於結構材質採鋼材建造之無人載具。
 (ii) 載具結構設計與布置原則，除應滿足本章 3.3.2 要求外，還應滿足下列要求：
 (1) 計入縱向強度之載具底部龍骨之腹板應穿過水密橫向隔艙壁，或保持等效連續。
 (2) 機艙之每個肋位應設置實體肋板，在推力軸承處須另行加強。對於縱肋系非高速型無人載具之機艙區域，得允許每隔一個肋位設置實體肋板。
 (3) 機艙內之主機基座前後端須設置實體肋板。

- (4) 艙封板之厚度，應不小於舷側板之厚度，惟當艙封板上安裝推進裝置時，艙封板之厚度應不小於舷側板厚度之 1.2 倍。
- (iii) 鋼質載具之結構縱向強度、橫向強度及扭轉強度，應滿足 3.3.3(a)與 3.3.3(f)之規定。
- (iv) 計算板厚之取整規定如下：計算所得之板厚，其小數部分等於或小於 0.25 mm 者，得予以不計；大於 0.25 mm 且小於 0.75 mm 者，應取為 0.5 mm；等於或大於 0.75 mm 者，應進位至 1.0 mm。
- (v) 計算加強材之剖面模數時，加強材帶板之有效寬度 b_e ，應依下述規定決定：

針對次要加強材： $b_e = s$ ；

針對主要加強材： $b_e = 0.3s \left(\frac{l}{s}\right)^{2/3}$ ，但不大於 $l/5$

(b) 高速型載具結構之構件尺寸，應符合本中心高速船規範之相關規定。

(c) 非高速型載具結構之構件尺寸

(i) 一般規定

(1) 本部分規定適用於橫肋系之常規鋼質載具。

(2) 依本部分規定計算所得構件尺寸，係針對外海航行限制載具之要求；針對沿岸航行限制及保護水域航行限制之載具，得依下述 a)至 c)之規定予以折減：

- a) 載具底板、舷側板及強度甲板之厚度，得准予依本規定計算厚度折減 8%；惟折減後之最小厚度，對於載具長度 L 為 10 m 以上者不得小於 4 mm；對於載具長度 L 未滿 10 m 者不得小於 3.5 mm。
- b) 載具結構構件之剖面模數，得准予依本規定計算值折減 10%；惟實體肋板與內龍骨之腹板厚度，僅允許折減 0.5 mm。
- c) 上層建築與甲板室之圍壁與甲板，得准予依本規定計算厚度折減 0.5 mm，但其最小厚度均不得小於 3 mm。上層建築與甲板室結構構件之剖面模數，得准予折減 10%。

(ii) 載具結構外板與甲板

(1) 載具底板之厚度 t ，應不小於依下列兩式計算所得之值，且不小於 4 mm：

$$t = 0.062s(L + 170) \quad \text{mm}$$

$$t = 6.5s\sqrt{d} + 1 \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 肋骨間距，m；
 L = 載具長度，m；
 d = 吃水，m。

(2) 舷側板之厚度 t ，應不小於依下列兩式計算所得之值，且不小於 4 mm：

$$t = 0.07s(L + 115) \quad \text{mm}$$

$$t = 6s\sqrt{d} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 肋骨間距，m；
 L = 載具長度，m；
 d = 吃水，m。

(3) 強度甲板之厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值，且不小於 4 mm：

$$t = 1.05s\sqrt{L + 75} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 橫樑間距，m；
L = 載具長度，m。

- (4) 下層甲板之厚度 t，應不小於依下式計算所得之值，且不小於 4 mm：

$$t = 10s \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 橫樑間距，m。

(iii) 載具結構構件

- (1) 實體肋板於中縱剖面處，腹板高度 h，腹板厚度 t 及面板剖面面積 A，應不小於依下式計算所得之值：

$$\begin{aligned} h &= 42(B + d) - 70 \quad \text{mm} \\ t &= 0.01h + 3 \quad \text{mm} \\ A &= 4.8d - 3 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

式中：

- B = 載具寬度，針對多體型式為單個分體之寬度，m；
d = 吃水，m。

- (2) 肋板之面板厚度不得小於其腹板厚度；面板寬度應不小於面板厚度之 10 倍，但無須超過 15 倍。
(3) 機艙內肋板腹板之厚度，不得小於中線內龍骨腹板之厚度。
(4) 中線內龍骨之高度應與實體肋板高度相同，其腹板厚度 t 與面板剖面面積 A，應不小於依下式計算所得之值：

$$\begin{aligned} \text{載具舳部 } 0.4L \text{ 區域內：} &t=0.06L+6.2 \quad \text{mm} \\ \text{載具端部 } 0.075L \text{ 區域內：} &t=0.05L+5.5 \quad \text{mm} \\ &A = 0.65L + 2 \quad \text{cm}^2 \end{aligned}$$

式中：

- L = 載具長度，m。

- (5) 艏尖艙內之中線內龍骨得與肋板等高、等厚以及具有相同之面板剖面面積。
(6) 側內龍骨之尺寸應與該處實體肋板之尺寸相同。於機艙內，側內龍骨腹板之厚度，應不小於中線內龍骨腹板之厚度。側內龍骨之間距應不大於 2.5 m。
(7) 肋骨之剖面模數 W，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = Csd l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 肋骨間距，m；
d = 吃水，m；
l = 肋骨跨距，m，但取值應不小於 \sqrt{D} ，其中 D 為型深；
C = 係數，依下式計算確定：

$$C = \frac{2+0.65\frac{d}{D}}{1.45-\frac{\sqrt{D}}{l}}, \text{ 其中 } D \text{ 為型深，m。}$$

- (8) 當舷側設置縱桁支撐肋骨時，依上述(7)計算之肋骨剖面模數得減少一半。
- (9) 機艙內應設置間距不大於 4 個肋距之大肋骨，大肋骨應從內底延伸至上甲板。其剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 大肋骨間距，m；
 l = 大肋骨跨距，m；
 h = 大肋骨跨距中點至上甲板邊線之垂直距離，m。

- (10) 舷側縱桁之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 7.8bhl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- b = 舷側縱桁支撐之寬度，m；
 l = 舷側縱桁跨距，m；
 h = 舷側縱桁跨距中點至載具舳部上甲板邊線之垂直距離，m。

- (11) 舷側縱桁之剖面慣性矩 I ，應不小於依下式計算所得之值：

$$I = 2.5Wl \quad \text{cm}^4$$

式中：

- W = 舷側縱桁之剖面模數， cm^3 ；
 l = 舷側縱桁跨距，m。

(iv) 甲板結構構件

- (1) 甲板結構構件之計算水頭 h ，依下列之計算值決定：

- a) 露天甲板及 0.25L 前方之上層建築與甲板室甲板，甲板計算水頭 h 依下式計算值，且不少於 0.36 m：

$$h = C(0.025L + 0.2) \quad \text{m}$$

式中：

C 為係數，說明如下：

- $C = 0.95$ ，航行限制為外海
 $C = 0.9$ ，航行限制為沿岸
 $C = 0.8$ ，航行限制為保護水域

- b) 0.25L 後方之上層建築與甲板室甲板，甲板計算水頭 h 依下式計算值，且不少於 0.36 m：

$$h = C(0.01L + 0.2) \quad \text{m}$$

式中：

C 為係數，說明如下：

- $C = 0.95$ ，航行限制為外海
 $C = 0.9$ ，航行限制為沿岸
 $C = 0.8$ ，航行限制為保護水域

- (2) 甲板橫樑之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 3.5C_1shl^2 + C_2Dd \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 橫樑間距，m；
- l = 橫樑跨距，m；但取值不小於 2 m；
- h = 甲板加強材之計算水頭，m；依 3.3.5(c)(iv)(1)決定；
- D = 型深，m；
- d = 吃水，m；
- C_1 = 係數，針對露天強度甲板 $C_1=0.0065L+0.61$ ，其餘甲板 $C_1=1$ ；
- C_2 = 係數，針對單甲板載具之強度甲板 $C_2=0.8$ ，其餘甲板 $C_2=0.5$ 。

- (3) 甲板橫桁之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s = 橫桁間距，m；
- l = 橫桁跨距，m；
- h = 甲板加強材之計算水頭，m；依 3.3.5(c)(iv)(1)決定。

- (4) 甲板縱桁之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 4.75bhl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- b = 甲板縱桁支撐面積之平均寬度，m；
- l = 甲板縱桁跨距，m；
- h = 甲板加強材之計算水頭，m；依 3.3.5(c)(iv)(1)決定。

- (5) 甲板縱桁之剖面慣性矩 I ，應不小於依下式計算所得之值：

$$I = 2Wl \quad \text{cm}^4$$

式中：

- W = 甲板縱桁剖面模數， cm^3 ；
- l = 甲板縱桁跨距，m。

(v) 艙壁

- (1) 水密艙壁板之厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值，且不小於 4.5 mm：

$$t = 4.2s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：

- s = 加強材間距，m；
- h = 於舷側處，自列板下緣量至艙壁甲板之垂直距離，m；但取值不小於 2.5 m。

- (2) 防碰艙壁板之厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值，且不小於 4.5 mm：

$$t = 4.7s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：

s 、 h = 見 3.3.5(c)(v)(1)。

- (3) 艙壁最下緣列板之厚度，應較計算值增加 0.5 mm。位於艙底水井處之板厚，應增加 1.5 mm。艙軸管通過處之艙壁板厚度，應增加一倍。
- (4) 水密艙壁加強材之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = Cshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

s = 加強材間距，m；

h = 自加強材跨距中點量至舷側處艙壁甲板之垂直距離，m，但取值不小於 2 m；

l = 加強材跨距，m，當設有桁材時，為加強材末端與桁材之間或桁材與桁材之間的距離，取大者；

C = 係數，依下列情況決定：

$C=6$ ：加強材端部不連接或與無加強之板直接連接；

$C=3$ ：加強材端部採用腋板連接；加強材端部直接同縱向構件搭接；加強材端部與甲板或桁材腹板直接連接，但甲板或桁材之相對側應設置與該加強材位於同一直線上，且剖面尺寸至少相同之對應構件。

- (5) 防碰艙壁加強材之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 1.25Cshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

s 、 h 、 l 、 C = 見 3.3.5(c)(v)(4)。

(vi) 上層建築與甲板室

- (1) 本部分規定適用於上層建築與甲板室之圍壁加強材及其甲板加強材之標準間距 s_0 為 500 mm。若實際間距 s 大於標準間距 s_0 ，則下述規定涉及之上層建築與甲板室之各板厚要求值應乘上 $\sqrt{s/s_0}$ 。
- (2) 上層建築前端壁板厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 0.025L + 4 \quad \text{mm, } L \geq 10 \text{ m 時}$$

$$t = 0.025L + 3.5 \quad \text{mm, } L < 10 \text{ m 時}$$

式中：

L = 載具長度，m。

- (3) 上層建築後端壁之板厚，得較上述(2)計算所得之值折減 0.5 mm。
- (4) 上層建築端壁加強材之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 3.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

第 3 章 載具結構與穩度
3.3 載具結構

- s = 加強材間距，m；
 l = 加強材跨距，m，但取值不小於 2 m；
 h = 加強材計算水頭，m，依下列決定：
前端壁取 $C(0.025L+0.2)$ ，m，且不低於 0.36 m；
後端壁取 $C(0.01L+0.2)$ ，m，且不低於 0.36 m；

C 為係數，說明如下：

- C = 0.95，航行限制為外海
C = 0.9，航行限制為沿岸
C = 0.8，航行限制為保護水域

- (5) 上層建築舷側板厚度，應符合下列要求：
a) 橋艙舷側板厚度與載具艙部舷側板厚度相同；
b) 艙艙與艙艙舷側板厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 0.04L + 4 \quad \text{mm, } L \geq 10 \text{ m 時}$$
$$t = 0.04L + 3.5 \quad \text{mm, } L < 10 \text{ m 時}$$

式中：

L = 載具長度，m。

- (6) 上層建築舷側加強材，應符合 3.3.5(c)(iii)(7)之相關要求。
(7) 上層建築甲板厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 0.035L + 4 \quad \text{mm, } L \geq 10 \text{ m 時}$$
$$t = 0.035L + 3.5 \quad \text{mm, } L < 10 \text{ m 時}$$

式中：

L = 載具長度，m。

- (8) 上層建築甲板加強材應符合 3.3.5(c)(iv)之相關要求。
(9) 甲板室圍壁板厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 0.025L + 3.5 \quad \text{mm}$$

式中：

L = 載具長度，m。

- (10) 甲板室圍壁加強材之剖面模數 W ，應不小於依下式計算所得之值：

$$W = 3.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：

- s 、 l = 見 3.3.5(c)(vi)(4)；
 h = 加強材之計算水頭，m，依下列決定：
甲板室前端壁取 $C(0.025L+0.2)$ ，m，且不低於 0.36 m；
甲板室側壁、後端壁取 $C(0.01L+0.2)$ ，m，且不低於 0.36 m。

C 為係數，說明如下：

- C = 0.95，航行限制為外海
C = 0.9，航行限制為沿岸

$C = 0.8$ ，航行限制為保護水域

(11) 甲板室甲板之厚度 t ，應不小於依下式計算所得之值：

$$t = 0.04L + 3 \text{ mm}$$

式中：

L = 載具長度，m。

3.3.6 鋁合金材質載具

(a) 一般要求

- (i) 本部分規定適用於結構材質採鋁合金建造之無人載具。
- (ii) 載具結構設計與布置原則應符合 3.3.2 與 3.3.5(a)(ii)之規定。
- (iii) 載具結構縱向強度、橫向強度及扭轉強度，應滿足 3.3.3(a)與 3.3.3(f)之規定。
- (iv) 計算板厚之取整規定，與 3.3.5(a)(iv)規定相同。
- (v) 加強材帶板有效寬度 b_e 之決定，與 3.3.5(a)(v)規定相同。

(b) 鋁合金材質載具結構之構件尺寸，應符合本中心高速船規範之相關規定。

3.4 浮力與穩度

3.4.1 無人載具之浮力與穩度要求，應符合本中心下列規定或主管機關及航行水域之相關規定。

3.4.2 無人載具之穩度計算雖已符合本節之要求，但遠端控制站人員仍應隨時監控載具之裝載、氣象及海況變化，並保持謹慎操作。於無人載具遭遇特殊環境或緊急情況而採取應變措施時，應注意載具之穩度，以防止發生傾覆之危險。

3.4.3 本中心接受其他公認之標準(例如 ISO 12217)作為符合本節之等效要求。

3.4.4 穩度

(a) 一般要求

- (i) 永久性壓載之配置應與經審核之圖說一致。配置時應考量其對載具結構局部強度或總強度之影響，並採取有效之防移位措施。未經本中心同意，不得將永久性壓載自載具內移出或變更其位置。永久性壓載之相關資訊應於穩度文件中載明。

(b) 輕船重量與重心位置確認

- (i) 輕船重量係指載具未裝載消耗性備品、物料，以及除機械與管路系統內之液體(如潤滑油、液壓油等工作狀態油位)外，未裝載任何液體時之重量。此外，載具上固定式滅火系統之滅火劑重量(如淡水、CO₂、乾粉、泡沫原液等)應計入輕船重量。
- (ii) 每艘載具建造完工時，應執行傾斜試驗。若進行傾斜試驗有困難者，其輕船重量與重心位置應由精確計算確定，並於完工時進行輕船重量調查。對於同型載具，在確認其設計特徵、設備及材料與首艘載具一致之情況下，得免除傾斜試驗，惟完工時仍應進行輕船重量調查。若輕船重

第 3 章 載具結構與穩度

3.5 開口保護與密性

量調查所得之輕船排水量偏差大於 2% 或縱向重心位置偏差大於 1% 載具長度 L 時，則應重作傾斜試驗。

- (iii) 若載具因改裝而對穩度文件有實質影響時，應提供經修正之穩度文件。必要時應重做傾斜試驗。凡預計偏差超過上述(ii)規定者，應重做傾斜試驗。若累計偏差未超過上述(ii)規定者，應將變動後之輕船重量與重心位置等資料於穩度文件中進行更新，無需重新驗證穩度。
- (iv) 傾斜試驗應依據經認可之標準執行，並據以製作傾斜試驗報告；該報告應於完工穩度計算前，提交本中心審核。

3.4.5 完整穩度

(a) 一般要求

- (i) 應計算滿載出港、滿載到港裝載情況時之完整穩度。若有特定裝載情況之穩度較前述規定更為嚴苛時，應額外補充計算該狀況下之穩度。
- (ii) 應計算的基本裝載情況如下：
 - (1) 滿載出港：載有 100% 備品和燃油；
 - (2) 滿載到港：載有 10% 備品和燃油。
- (iii) 穩度計算中，凡已計入預備浮力之艙室，其非風雨密之通風口、空氣管及其他類似開口，應視為泛水點(Downflooding points)。

(b) 完整穩度標準

(i) 單體型式

- (1) 穩度曲線下 0° 至 30° 之面積應不少於 $0.055 \text{ m}\cdot\text{rad}$ ， 0° 至 40° 或泛水角(取其較小者)之面積應不少於 $0.09 \text{ m}\cdot\text{rad}$ ；
- (2) 穩度曲線下 30° 至 40° 或泛水角(取其較小者)之面積應不少於 $0.03 \text{ m}\cdot\text{rad}$ ；
- (3) 扶正力臂值(GZ)在傾側角 30° 以上時至少為 0.2 m ；
- (4) 最大扶正力臂(GZ)所對應之傾側角，原則上應大於 30° ，但應不少於 25° ；
- (5) 經自由液面效應修正之初始定傾中心高度(G_0M)，應不少於 0.15 m 。
- (6) 應依據 IMO MSC.267(85)決議案之 2008 年國際完整穩度章程(2008 IS Code)之強風與橫搖之穩度準則進行計算。

(ii) 雙體或三體型式

- (1) 多體船之完整穩度，應符合國際高速船安全章程(2000 HSC Code)附錄 7 之相關規定。

3.5 開口保護與密性

3.5.1 露天甲板上之開口應設置風雨密關閉裝置。風雨密門與艙口蓋之強度，應與周圍結構之強度相當。

3.5.2 最上層露天全通甲板以下之舷側部位，原則上不得設置窗戶。

3.5.3 水密艙壁上的門應為水密門，且航行時應保持關閉。

3.5.4 通風筒與空氣管之設計與布置，應確保於設計操作條件範圍內，能有效防止海水或雨水進入載具內部。

3.6 舵

3.6.1 舵

- (a) 設有舵與舵桿之無人載具，其結構材料、設計及連接構造，應符合本中心相關規範或本中心接受之公認標準。
- (b) 操舵裝置應符合 4.6 之相關規定。

3.7 收放系統

3.7.1 採用轉出式起放無人載具時，母船在任何一舷橫傾 5°、縱傾 2°之情況下能布放與回收載具；採用其他形式起放無人載具時，母船在任何一舷橫傾 10°與縱傾 5°之情況下能布放與回收載具。

3.7.2 吊臂式布放回收系統於起吊過程中，應對無人載具有止蕩措施，防止無人載具撞擊母船。母船甲板應設有無人載具儲存架，其儲存架應能固定於母船甲板上；無人載具或母船應具備自動脫鉤能力。

3.7.3 滑道式布放回收系統之無人載具艏部應設有掛鉤，以連接母船滑道牽引機構。無人載具或母船應具備自動脫鉤能力。無人載具底部應無突出物，以順利進入母船滑道。

3.7.4 吊籠式布放回收系統之吊籠應與無人載具外形吻合，且具有導引裝置，以利於無人載具進入吊籠。無人載具外部應有防護裝置，以防止進入吊籠時撞擊損壞，無人載具應有固定裝置或措施使其固定於吊籠，無人載具進入吊籠後須能確實鎖固，防止其滑出；無人載具外觀應無突出物，以防進入吊籠時因撞擊導致設備受損；吊籠應配置固定於母船甲板之措施，且具備可於甲板上轉移之能力。

3.7.5 動力起吊或手動起吊載具時，於任何失去動力之情況下均不得出現載具下落現象。

3.7.6 無人載具及其收放系統應能滿足抗衝擊要求。

第 4 章 機器

4.1 功能目標

4.1.1 載具上所有機械設備及其相關管系與附件，應符合下列規定：

- (a) 其設計與構造應確保適用其預定用途；
- (b) 設計時應充分考量結構材料、設備用途，以及預期之操作與環境條件。
- (c) 設備之設計與製造，應符合自動化控制之要求。

4.1.2 應儘實際可能降低火災與爆炸之風險。

4.1.3 應確保人員與無人載具之安全，使其免受機械設備或系統事故之危害。

4.1.4 應確保機械設備或系統之設計，按照既定程序進行維護與修理。

4.1.5 載具設備原則上應採用整套一體化設備，並儘量減少附屬設備或零組件；如因設計或布置需要配置附屬設備或零組件時，應於安裝前，與主體設備完成連動調校試驗，以確保各項互鎖控制功能符合自動化設計要求。

4.1.6 機艙應確保具備足夠之通風。

4.1.7 設備之布置與安裝，不應損及艙壁或甲板原有之防護性能及強度。各類管路或傳動桿貫穿水密艙壁時，應確保其水密完整性。

4.1.8 艙室積水應能有效排出。

4.1.9 應具備有效之防火、火災偵測及滅火功能。

4.1.10 涉及無人載具航行安全之重要設備或系統，應設置警報裝置及安全保障措施。

4.1.11 機械設備或系統應具備監測與顯示維持續航能力所需參數(如燃油容量、電池容量等)之功能。當出現影響正常續航能力之情況時(如主機燃油不足、潤滑油不足、起動/控制空氣量不足或起動蓄電池容量不足等)，應設有警報裝置及安全保障措施。此外，原則上應於露天甲板或易於進行自動化操作之位置設置補給裝置，以便快速進行燃油加注、潤滑油補給或電池充電等作業。補給管路之閥件或電氣開關，應具備遠端控制功能。

4.2 通則

4.2.1 無人載具之主推進裝置與輔助機械裝置的設計、製造、安裝及試驗應符合本章之相關規定。本章未規定之其他裝置或設備，應符合本中心認可之公認標準。

- 4.2.2 應設置有效措施，以防止無人載具於航行或維護期間，因機械設備、管路系統等之洩漏或操作不當而造成油類污染。
- 4.2.3 推進裝置應具備改變推進方向之能力，以確保在所有正常情況下皆能精確控制無人載具。
- 4.2.4 機艙或其他可能積聚可燃氣體之空間應具備良好通風，以確保機器在任何氣候條件下全功率運轉時，機艙內仍有充足空氣供機器正常運作。
- 4.2.5 對於有連續通風要求之機器處所，應確保具備不間斷且充足之通風。
- 4.2.6 機艙各項設備之布置，原則上應設置便於操作(如適用)與維修之防滑通道；若布置確有困難，經本中心同意後，得免除本條要求。
- 4.2.7 軸系貫穿水密艙壁處應設置填料箱，其設置位置應便於接近與維修。
- 4.2.8 機械裝置安裝完畢後，應依照經認可之試驗大綱，執行繫泊試驗與航行試驗。

4.3 泵與管系

4.3.1 通則

- (a) 針對無人載具與安全相關之各種管系、閥件及配件所用之材料應適合於該管路預定之用途及介質。
- (b) 管系設計應儘量減少閥件、配件之使用，如有必要應儘量採用遙控閥件、配件。對於非重要管系且在航行過程中無需操作的閥件、配件可不採用遙控閥件。

4.3.2 燃油櫃

- (a) 燃油櫃之結構與布置，應符合下列規定：
- (i) 置放燃油櫃之處所應能確保有效通風；
 - (ii) 燃油櫃安裝前應執行水壓試驗，試驗水頭應達到櫃頂上方 2.4 m，水壓試驗時不允許出現洩漏；
 - (iii) 燃油櫃及燃油管法蘭接頭不應位於柴油機排氣管之正上方，且其間距應不小於 450 mm 或具有適當之遮蔽方式；
 - (iv) 燃油櫃應裝有洩水裝置、液位測量裝置、空氣管。空氣管內徑應不小於注入管內徑。液位計禁止使用塑膠管。燃油櫃下方應設置滴油盤或採用等效之簡易裝置；
 - (v) 燃油櫃不應布置於防碰艙壁之前，若無防碰艙壁，則應儘量靠後設置。
- (b) 燃油櫃應有足夠的強度，其櫃體之最小板厚應符合表 4-1 之規定或本中心認可之公認標準。

表 4-1
燃油櫃之最小板厚

材料	最小板厚(mm)
沃斯田鉻鎳合金鋼	1
含銅量不大於0.1%之鋁合金	2
經防腐處理之鋼板	1.5
玻璃纖維強化塑膠	4
聚乙烯	5

4.3.3 燃油管路

- (a) 燃油管路應採用無縫退火銅管、銅鎳合金管或等效性能之金屬管。柴油管路亦可採用鋁合金管。
- (b) 燃油管路採用軟管時，應採用有保護之耐火耐油軟管，並應具備相應之證書。

4.3.4 排氣管路

- (a) 主機排氣管路應包覆絕熱材料，並採取相應之冷卻措施(如適用時)，絕熱層表面溫度一般應不高於 60°C。
- (b) 排氣管路一般應向上排出，若須經舷側或艙部排出時，應防止海水倒灌。
- (c) 排氣管與載具結構之連接應確保水密，且應有防止排氣管熱量傳導至載具結構之措施。

4.3.5 艙底水系統

- (a) 應設置有效之艙底水系統。艙底水管系之布置應能抽取任何水密艙之水並排出，並應防止艙底水從一艙流至另一艙。
- (b) 艙底水泵(如適用)之設置，應能於艙底水高位警報時及時抽取艙底水並排至艙底水艙或留存於無人載具上，但應確保其不影響載具之穩度與安全。
- (c) 艙底水吸入管路應儘量減少，一般應每一吸入口布置一台自動艙底水泵。如因設計、布置需求，需多個吸入口共用一台艙底水泵，則每個吸口應設置自動或遠端控制之閥件。
- (d) 艙底水泵
 - (i) 艙底水泵一般為自吸式。
 - (ii) 最大長度未滿 7m 者，應至少設置 1 台動力艙底水泵。最大長度 7m 以上者，應至少設置 2 台動力艙底水泵。
 - (iii) 動力驅動之艙底水泵可兼作其他用途，但不可作為油泵。
 - (iv) 每一艙底水泵之排量應不小於表 4-2 之規定。

表 4-2
艙底水泵排量要求

最大長度(m)	動力艙底水泵排量(m ³ /h)
最大長度 < 7	6.0
7 ≤ 最大長度 < 15	7.5
15 ≤ 最大長度 < 24	9.0

- (e) 為了保護艙底水管系，如認為必要，吸入管路應安裝有效濾器，濾器應便於拆裝和清洗，且其流通面積應不小於其管路截面的 2 倍。
- (f) 如通過計算或必要的驗證，表明該載具之安全不會因該艙室的排水而受影響，則該艙室可免設排水裝置。
- (g) 為了防止海水倒灌，如認為必要，艙底水吸口閥應為止回型。
- (h) 艙底水的排放應符合主管機關之防污染要求。
- (i) 排水口
所有舷外的排水口均應安裝止回閥。一般位於水線 350 mm 以上且航行中不會因載具橫搖而可能導致進水之排水口，得免裝此止回閥。

4.3.6 警報裝置

- (a) 日用燃油櫃應有足夠的容量，以維持無人載具最長連續工作時間的燃油消耗，或依據設計需求，設置日用燃油櫃高、低位警報裝置，應能在低液位警報時及時自燃油儲存櫃自動補給燃油，在高液位警報時自動停止補給燃油。
- (b) 下列艙室（空艙除外）應裝設艙底水高位警報裝置：設有推進機械之水密艙室、易積聚艙底水且不易察覺之空間，以及其他對載具安全至關重要之艙室。
- (c) 遠端控制站操控處應能以聲光顯示上述警報信號。
- (d) 在自主航行模式下，針對上述警報應有適用之應對措施。

4.4 柴油機

4.4.1 通則

- (a) 驅動推進裝置或發電機之柴油機，應符合本中心海事產品檢驗準則之相關規定。
- (b) 主機應具有良好之低速工作性能。
- (c) 驅動推進裝置的每部柴油機應裝置調速器與超速保護裝置，並符合下列規定：

第 4 章 機器

4.4 柴油機

- (i) 調速器應使其轉速不超過額定轉速的 115%；
 - (ii) 超速保護裝置應獨立於調速器，並能防止柴油機轉速超過額定轉速的 120%。
- (d) 驅動發電機的每部柴油機應裝置調速器與超速保護裝置，並符合下列規定：
- (i) 當驟然移去發電機額定負荷時，瞬間轉速變化應在最大額定轉速 10% 內。
 - (ii) 發電機驟然加入 50% 額定負荷，俟轉速穩定後再加入剩餘的 50% 則其瞬間轉速變化應在最大額定轉速 10% 以內，其轉速回復到最後穩定轉速 1% 以內之時間應不超過 5 秒。
 - (iii) 在無負荷及額定負荷間之所有負荷，其永久轉速變化應不超過最大額定轉速 5%。
 - (iv) 柴油機額定功率 220 kW 以上時，應裝設獨立於調速器之超速保護裝置，並能防止柴油機轉速超過額定轉速的 115%。
- (e) 在遠端控制站操控處，應設置能迅速切斷燃油或其他有效之緊急停俾裝置，緊急停俾裝置應設有防止誤操作之措施。緊急停俾後，應經遠端控制站操控處確認符合恢復條件後，由遠端控制站操控處遙控起動柴油機。
- (f) 柴油機應裝設轉速表與其他必要之測量儀表。
- (g) 電控柴油機之電控系統，應具備穩定調速與超速保護之功能。
- (h) 主機遙控操縱之調速最大值應不超過額定轉速的 1.03 倍，並應能維持主機最低工作穩定轉速。
- (i) 載具上所設置之起動裝置容量在不補充能源之情況下，應能對處於冷機狀態之主機連續起動不少於 6 次；對輔機連續起動不少於 3 次。
- (j) 設置在機艙內之氣冷式柴油機，其進、排氣管道及冷卻風道應合理布置。

4.4.2 柴油機安裝

柴油機之安裝應符合下列要求：

- (a) 應依照製造廠或產品說明書之要求安裝。主機的機座應為堅實之結構，且與載具結構適當的連接。主機應確實緊固於機座上，以防止因載具運動產生的位移。

4.4.3 舷外機之特殊要求

- (a) 舷外機應使用貫穿螺栓或等效設施穩固地固定在載具之艙封板上。
- (b) 安裝舷外機之艙部凹槽應有足夠之尺寸，以符合舷外機各種運轉條件之需求。
- (c) 舷外機之操縱電纜與燃油軟管應有效密封；油、氣軟管之連接處不應有洩漏。若穿越載具結構應有效密封。
- (d) 舷外機之使用還應符合主管機關之相關規定。

4.4.4 參數顯示及警報裝置

- (a) 主機應設有下列警報裝置：
- (i) 滑油低壓警報裝置；
 - (ii) 冷卻水或柴油機(僅針對氣冷式柴油機)高溫警報裝置；
 - (iii) 超速警報裝置；
 - (iv) 連續 3 次起動失敗之警報裝置，並停止起動；
 - (v) 遙控系統故障之警報裝置。
- (b) 輸出功率超過 37 kW 驅動發電機之柴油機，應設有滑油低壓警報裝置。
- (c) 遠端控制站操控處應能顯示主機或螺槳之轉速、轉向及起動空氣壓力(或起動蓄電池電壓)。
- (d) 遠端控制站操控處應能以聲光顯示上述警報信號。
- (e) 無人載具在自主航行模式下，針對上述警報應有適用之應對措施。

4.5 軸系與推進器

4.5.1 通則

- (a) 軸系材料之抗拉強度一般應介於下列範圍內選取：
- (i) 碳鋼和碳錳鋼為 410 ~ 760 N/mm²；
 - (ii) 合金鋼不得超過 800 N/mm²。
- (b) 主推進軸系及其傳動裝置應能承受足夠之倒俥功率。針對設有減速齒輪、可控螺距推進器或電力推進裝置等之主推進軸系，其倒俥運轉時不應導致主機過載。相關證明計算書應提交本中心審核。

4.5.2 軸系強度

- (a) 軸系直徑不得小於下列公式所得之值：

$$d = 100K \sqrt[3]{\frac{H}{N} \left(\frac{560}{S + 160} \right)} \quad \text{mm}$$

式中：

K = 係數，按下列規定取值：

有整體聯軸器法蘭之中間軸、推力軸(無鍵安裝時)，取 **K** = 1.00；

有整體聯軸器法蘭之中間軸、推力軸(有鍵安裝時)，取 **K** = 1.10；

無鍵安裝之螺槳軸(自螺槳轂前端至相鄰軸承前端)，取 **K** = 1.22；

有鍵安裝之螺槳軸(自螺槳轂前端至相鄰軸承前端)，取 **K** = 1.26；

其餘部分之螺槳軸，取 **K** = 1.15；

H = 軸傳送之額定功率，kW；

N = 於額定功率時，軸之轉速，r/min；

第 4 章 機器

4.5 軸系與推進器

S = 軸設計使用材料之最低抗拉強度。
對於中間軸：若 $S > 760 \text{ N/mm}^2$ 時，取 760 N/mm^2 ；
對於螺槳軸，若 $S > 600 \text{ N/mm}^2$ 時，取 600 N/mm^2 。
當採用合金鋼或不銹鋼時，對於中間軸與螺槳軸，若 $S > 800 \text{ N/mm}^2$ 時，取 800 N/mm^2 。

(b) 軸材料為合金鋼或不銹鋼時，軸的直徑可取上式計算值之 0.9 倍。

4.5.3 聯軸器與螺栓

(a) 聯軸器用鍵安裝到軸上時，鍵材料之抗拉強度應等於或高於軸材料，鍵受剪切之有效面積應不小於依下式計算所得之值：

$$A = \frac{d^3}{2.6d_m} \quad \text{mm}^2$$

式中：

A = 鍵之剪切面積， mm^2 ；
d = 中間軸直徑， mm ，由 4.5.2(a) 決定；
d_m = 鍵長度中間處之軸直徑， mm 。

(b) 聯軸器法蘭連接之緊配螺栓其直徑 d_b 不得小於下列公式所得之值：

$$d_b = 0.65 \sqrt{\frac{d^3(S_s + 160)}{ZDS_b}} \quad \text{mm}$$

式中：

d = 中間軸直徑， mm ，由 4.5.2(a) 決定；
Z = 一個聯軸器上的螺栓數目，應不少於螺栓總數的 50%；
D = 聯軸器螺孔的節圓直徑， mm ；
S_s = 中間軸材料之抗拉強度， N/mm^2 ；
S_b = 聯軸器螺栓材料之抗拉強度，通常 $S_s \leq S_b \leq 1.7 S_s$ ，另計算時 S_b 值之上限應為 1000 N/mm^2 。

(c) 如採用普通螺栓連接時，則螺栓的螺紋根部直徑 d_n 不得小於下列公式所得之值：

$$d_n = 25 \sqrt{\frac{H \times 10^6}{NDZS_b}} \quad \text{mm}$$

式中：

H = 軸傳送之額定功率， kW ；
N = 於額定功率時，軸之轉速， r/min ；
Z = 普通螺栓數。

4.5.4 螺槳

- (a) 螺槳應穩固地固定於螺槳軸，其緊固螺帽之螺紋旋向，應與螺槳軸順傳轉向相反。
螺槳及其附件之固定螺栓、螺帽等，均應具備適當之防鬆脫措施。若採用環氧樹脂黏固時，應經本中心認可。
- (b) 鑄造螺槳不得有損害強度之裂紋、氣孔、縮孔、夾渣或澆鑄不全等缺陷；鋼板銲接之螺槳不得有裂紋、捲邊、漏銲等缺陷。
- (c) 對於鋼板銲接之螺槳，其板厚應不低於 5 mm。
- (d) 螺槳加工完成後，一般應作靜平衡試驗。
- (e) 對於用鍵安裝之螺槳，應符合下列要求：
 - (i) 鍵受剪切之有效面積應符合 4.5.3(a)之要求；
 - (ii) 若用鍵安裝之螺槳進行緊配壓入時，鍵的尺寸可適當縮減，但應提供試驗結果或使用經驗之相關資料，經本中心同意後採用；
 - (iii) 螺槳軸之圓柱體部與錐體部交界處，不得有階梯狀段差或凸出的圓角；
 - (iv) 軸上鍵槽的前端到錐體部大端之距離應不少於 0.2 倍錐體部大端之直徑。
 - (v) 螺槳轂與鍵之頂端一般應有 0.3~1.0 mm 之間隙，鍵槽底部應有足夠之圓角，鍵應與鍵槽緊密配合，使用 0.03 mm 塞尺檢查時不得插入。

4.5.5 噴水推進器

- (a) 噴水推進器應能承受所有運轉條件下的負荷。
- (b) 噴水推進器泵軸之直徑應符合 4.5.2(a)之相關規定。
- (c) 噴水推進器之安裝，包括軸系校中，應使推進系統在所有運轉條件下安全工作。
- (d) 噴水推進器的泵殼體應執行 1.5 倍設計壓力之液壓試驗。
- (e) 噴水推進器若採用油潤滑軸承，其軸封裝置應為認可型，以防海水滲入泵浦之油潤滑部位。
- (f) 噴水推進器之轉向控制裝置，應能於遠端控制站操控處進行操控。
- (g) 遠端控制站操控處應設有顯示噴水泵轉速與倒傳導流罩位置之指示裝置。

4.6 操舵裝置

4.6.1 通則

- (a) 操舵系統應確保無人載具在航行過程中，具備可靠的航向操縱能力。

第 4 章 機器

4.6 操舵裝置

- (b) 無人載具應設有動力緊急操舵裝置，且應能由遠端控制站操控處遙控操作。若已設有 2 組以上獨立之舵機動力單元，則得免設緊急操舵裝置。
- (c) 操舵裝置應裝設舵角限位器，其限位角度應較最大操舵角度額外增加 1.5° 。

4.6.2 操舵時間要求

- (a) 應符合無人載具在最大正俾航速*時，轉動舵角由一舷之 35° 至另一舷之 30° 其所需時間不得超過下列規定：
 - (i) 航行限制為保護水域者：20 秒；
 - (ii) 航行限制為外海或沿岸者：28 秒。

*註：最大正俾航速：係指載具於最大吃水情況下，主機為最大連續功率且螺槳達到最大轉速時，所能保持之設計最高航速。
- (b) 操舵裝置動力設備的緊急能源，應能符合無人載具於最大正俾航速之 60% 時，轉動舵角由一舷之 15° 至另一舷之 15° 其所需時間不得超過 15 秒。

4.6.3 警報裝置

- (a) 動力操舵系統之每個液壓油櫃，應設置低位警報裝置，且能在遠端控制站操控處發出聲光警報信號。
- (b) 應設有動力操舵系統動力源故障之警報裝置。
- (c) 遠端控制站操控處應能顯示上述聲光警報信號。
- (d) 無人載具在自主航行模式下，對上述警報應有適用之安全應對措施。

第 5 章 電機設備

5.1 功能目標

5.1.1 通則

- (a) 電力系統之設計與建造應能確保：
- (i) 在正常的情況下，確保對所有為無人載具正常操縱和正常作業所必需之電機設備供電；
 - (ii) 在緊急情況下，確保對安全所需之電機設備供電；
 - (iii) 在所有可預見的操作條件下正常操作；
 - (iv) 儘實際可能降低發生火災和爆炸的風險；
 - (v) 人員及無人載具的安全，免受電氣事故之危害；
 - (vi) 能夠按照既定的原則進行維護和修理。
- (b) 在正常及緊急情況下，應確保重要電機設備之供電。
- (c) 電機設備與系統應具有防觸電與防火措施。
- (d) 電力系統與線路應具有適當的保護措施。
- (e) 無人載具應具有防止雷擊之措施。

5.2 通則

5.2.1 電機設備之設計、製造、試驗與安裝，應符合本章之相關規定或公認之國家或國際標準要求。

5.2.2 電壓與頻率變動

- (a) 電機設備應能於表 5-1 規定之電源電壓與頻率偏離額定值之穩態與瞬態情況下滿意地運轉。

表 5-1
電源電壓與頻率偏離額定值之穩態與瞬態情況

電機設備	電源參數	穩態	瞬態	
		(%)	(%)	恢復時間(秒)
交流電機設備	電壓	+6 ~ -10	±20	1.5
	頻率	±5	±10	5
直流電機設備	電壓	+6 ~ -10		

- (b) 對於由蓄電池供電的電機設備，其電壓偏離額定值+20% ~ -25%時，應能滿意地運轉。對於蓄電池充電期間有連接之電機設備，則應考慮因充放電特性引起之電源電壓偏離額定值±30%之影響。

第 5 章 電機設備
5.2 通則

5.2.3 電機設備外殼之保護

(a) 依據工作場所選擇之電機設備，其最小防護等級應符合表 5-2 的要求。

表 5-2
外殼之最小防護等級

處所	環境條件	防護等級	設備					
			配電盤、控制設備、電動機起動器	發電機	電動機	變壓器、半導體轉換器	照明設備	附屬設備 (例如開關、接線盒)
乾燥的處所	僅觸及帶電部分之危險	IP20	X	-	X	X	X	X
機艙(防滑鐵板以上)	液體滴落及/或中等機械損傷之危險	IP22	X	X	X	X	X	IP44
舵機房			X	X	X	X	X	IP44
機艙(防滑鐵板以下)	液體及/或機械損傷更高之危險	IP34	-	-	-	-	-	-
露天甲板	接觸大量液體之危險	IP56	X	-	X	-	IP55	X

附註：
 (1) 表中“X”表示應依照防護等級要求，“-”表示不建議安裝此設備。
 (2) 設備本身無法達到防護要求時，應採用其他措施或改善安裝場所條件以確保符合本表要求。

5.2.4 電機設備之安裝

- (a) 電機設備不得直接安裝於燃油艙、油櫃或雙層底儲油艙等艙壁上。若電機設備必須安裝於此類艙壁附近時，該設備與艙壁表面之距離至少應保持 50 mm 以上。
- (b) 系統與線路設計，應確保電機設備於開關或控制器切斷電源後，不得經由系統與本身控制電路或指示燈而保持帶電。但額定電壓為 24 V 之蓄電池線路，則可除外。
- (c) 裝設於有爆炸氣體可能存在場所之各電機設備，應採用適用於該類爆炸性氣體環境之合格防爆型設備。
- (d) 於水密或防火之艙壁、甲板及甲板室圍壁上，不得以鑽孔或螺釘緊固之方式安裝電機設備及電纜，以避免破壞艙壁或甲板原有之防護性能與強度。
- (e) 電機設備與電纜，不應直接安裝於載具結構外板上。
- (f) 發電機及電動機之安裝，宜使其機軸與載具之前後向平行。立式之電動機，其轉軸應與無人載具水線面垂直安裝。

5.2.5 接地

- (a) 電機設備的金屬外殼及帶電部件以外的所有可接近金屬部件、電纜金屬護套及安裝電纜的管子或管道均應予以有效接地。
- (b) 載具結構為非金屬材質時，其電機設備之接地應符合下列要求：
 - (i) 電機設備的金屬外殼及帶電部件以外的所有可接近的金屬部件，應採用連接導體相互連結，構成一連續且完整之接地系統，並連接至面積不小於 0.2 m^2 、厚度不小於 2 mm 的金屬接地板上；該接地板之安裝位置應確保在任何航行條件下均能完全浸沒於水中，且應具有防腐蝕性能；
 - (ii) 各接地系統之連接導線，不得兼作配電系統之導電迴路；
 - (iii) 載具上所有金屬部件（如管路、欄杆、油櫃等）應儘可能透過連接導體，與 5.2.5(b)(i) 所述之金屬接地板連結。特別是當主機或輔機採用閃點低於 60°C 之燃油時，其油櫃及燃油管路須設置專用導體連接至該接地板；
 - (iv) 接地系統的所有連接點，應充分考量不同金屬間之電化學效應，或採取相應之措施。

5.2.6 雷擊保護

針對載具結構為非金屬材質之無人載具，應設置避雷裝置，其避雷針應高出桅杆頂端至少 150 mm 。避雷裝置之引下線應連接至永久浸沒於水中之專用接地板；該接地板應採用耐腐蝕金屬材料製成，其面積不小於 0.1 m^2 ，且厚度不小於 1 mm 。

5.3 系統設計

5.3.1 配電系統

- (a) 載具用配電之標準系統如下：
 - (i) 直流二線式；
 - (ii) 直流三線式（三線絕緣系統或三線中線接地系統）；
 - (iii) 交流單相二線式；
 - (iv) 交流三相三線式；
 - (v) 交流三相四線式；
- (b) 對採用交流三相配電系統，應在最後分路上將用電設備加以組合，以便在正常情況下，使主電源(包括發電機與變壓器)之各相負載儘可能平衡於其各自額定負載之 15% 以內，且各相負載應不超過其額定值。

5.3.2 系統保護

- (a) 電機設備應備有保護，以免受包括短路之意外過電流損害。各保護裝置應能給予電機設備完整及協調保護以確保：
 - (i) 系統在有故障情況下，經由保護裝置選擇性跳脫動作後，仍能繼續使用，以維持供電予健全電路；
 - (ii) 故障排除以減低系統損害及火災危險；

- (iii) 對系統允許的非正常工作狀態，如電動機的起動電流和變極電機的換接電流等，保護裝置應具有合理的延時。
- (b) 除中線及均壓線路外，其他所有絕緣線路之各極及各相應有短路保護。
- (c) 有可能過負荷之線路，應設有過負荷保護如下：
 - (i) 直流二線式或交流單相系統：至少一線或一相；
 - (ii) 直流三線式：二外導線；
 - (iii) 交流三相三線式：各相；
 - (iv) 交流三相四線式：各相。
- (d) 保險絲、非鏈接開關或非鏈接斷路器，不應插接於接地線及中線。
- (e) 功率小於 24 kW 之發電機，得選用下列合適之保護型式：
 - (i) 多極鏈接開關，並於每一絕緣極上設置保險絲；
 - (ii) 接觸器*配合保險絲(或熱脫扣器)；
 - (iii) 裝置式自動開關。*註：接觸器之接點容量應至少為發電機額定電流之 2 倍。
- (f) 每一饋電線路均應設置能同時分斷所有絕緣極之斷路器，或採用多極開關附裝保險絲，以具備過負荷與短路保護之功能。惟操舵裝置之饋電線路，應僅設置短路保護。
- (g) 電力與照明變壓器之一次側電路，應設置斷路器或多極開關附裝保險絲，以作為短路與過負荷保護。
- (h) 每一照明電路應設置過負荷與短路保護裝置。
- (i) 除起動專用蓄電池外，蓄電池組均應設置短路保護裝置，且該裝置應儘可能靠近蓄電池組安裝。
- (j) 發電機若需與蓄電池組採取並聯供電(浮充)模式時，應設置逆電流保護裝置。

5.4 主電源

5.4.1 無人載具應至少設置兩套主電源裝置，當其中一套失效時，另一套電源裝置能自動起動並投入運行，且能確保為保持無人載具處於正常航行狀態及專用設備所必需之所有電機設備供電。電源裝置得採用：

- (a) 由獨立原動機驅動之發電機；
- (b) 由推進主機驅動之發電機；
- (c) 蓄電池組。

5.4.2 若其中一套主電源採用主機軸帶發電機作為無人載具電源時，則另一套應採用發電機或蓄電池。

5.4.3 採用主機軸帶發電機作為無人載具電源時，於主機轉速變化範圍內，應能透過機械、液壓或電機之自動調整裝置，使發電機組之輸出電壓與頻率偏差符合本章 5.2.2(a)要求之範圍內。

5.5 緊急電源

5.5.1 無人載具應設置獨立蓄電池組組成之緊急電源。但若無人載具採用蓄電池作為主電源時，得免設。

5.5.2 當主電源失效時，緊急電源應能自動投入運行，並至少向下列設備供電 1 小時：

- (a) 通訊設備；
- (b) 操控系統；
- (c) 場景感知設備；
- (d) 信號設備；
- (e) 火災偵測和警報系統。

5.6 蓄電池

5.6.1 通則

- (a) 本節規定適用於固定安裝之蓄電池，不適用於移動式蓄電池。
- (b) 本節所指蓄電池僅限於酸性鉛板型或鹼性鎳板型蓄電池。
- (c) 蓄電池之設計與結構，應確保於傾角 40°時無電解液溢出。
- (d) 蓄電池應能承受無人載具之搖擺與振動。

5.6.2 蓄電池安裝

- (a) 起動柴油機用之蓄電池組，應儘可能安裝於柴油機附近，以減小電纜壓降。
- (b) 蓄電池組之布置應便於更換、檢查、補充電解液及清理。在蓄電池組之上方應至少留有 300 mm 的空間。
- (c) 鉛酸蓄電池與鹼性蓄電池不應安裝於同一艙間。
- (d) 蓄電池組應安裝在不受高溫、低溫、水濺、蒸汽或其他損害其性能或加速其性能惡化之位置。

第 5 章 電機設備

5.7 配電盤

- (e) 蓄電池不應安裝在燃油櫃或燃油濾器之正上方或正下方。
- (f) 蓄電池組之托盤、箱、架等內部結構，均應具有防止電解液腐蝕之防護措施，並應有防止漏出的電解液與載具結構接觸之有效措施。
- (g) 於布置蓄電池時，應考慮到各組蓄電池充電裝置的充電功率(充電功率為蓄電池標稱電壓值與最大充電電流值的乘積)。
- (h) 連接到充電設備的蓄電池的功率輸出超過 2 kW，從最大可獲得的充電電流和電池的標稱電壓計算，應裝置於專屬艙內，或在露天甲板上一個具適當通風的合適箱子裡。
- (i) 連接到充電設備的蓄電池的功率輸出在 0.2 kW 到 2 kW 範圍內，從最大可獲得的充電電流和電池的標稱電壓計算，應安裝在符合 5.6.2(h)的位置，或者在通風良好的機械艙間或類似的空間內。
- (j) 連接到充電設備的蓄電池的功率輸出小於 0.2 kW，從最大可獲得的充電電流和電池的標稱電壓計算，應安裝在符合 5.6.2(h)或 5.6.2(i)的位置，或者，在任何適當空間之開放位置或一個電池盒中。
- (k) 蓄電池的專用艙室內，除蓄電池外，不得安裝非防爆型之電機設備。

5.6.3 蓄電池之保護與通風

- (a) 裝置蓄電池之艙間應有排除有害氣體之獨立通風裝置，其出風口在頂部，進風口在底部，並有防止水和火焰進入的措施，出風管應直通開敞甲板外。
- (b) 裝置蓄電池之艙間採用機械通風裝置時，應有防止扇葉意外觸及外殼產生火花之措施。當採用軸流式通風裝置時，應為符合要求之防爆型軸流通風機。機械通風裝置電動機之控制設備與開關應設置於蓄電池艙間外之非危險處所。
- (c) 用於電力推進的蓄電池組除滿足 5.3.2(i)與 5.6.3(a)~(b)要求外，還應符合下列要求：
 - (i) 若所需之換氣量較小，出風管道能從蓄電池艙間之頂部直接向上通至開敞處所，且出風管道之任何部分與垂直線之夾角均不超過 45°，則得採用自然通風。出風管道的截面積應不低於 80 cm²；
 - (ii) 蓄電池組之專用艙室，若蓄電池組之總充電功率超過 2 kW 時，則應設有機械通風裝置。機械通風裝置之排氣量 Q 應不低於下式所得：

$$Q = 0.11In \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中：

- I = 產生氣體期間的最大充電電流，且不低於充電設備可輸出之最大充電電流之 25%，A；
- n = 蓄電池數量。

5.7 配電盤

- 5.7.1 配電盤應具備足夠之機械強度，並應具備防水、防油及防振動之措施。

5.7.2 配電盤應採用耐燃及防潮材料製成，並應具備確保工作人員操作安全之絕緣防護措施(工作電源小於 50 V 者，得不設置)。

5.7.3 配電盤應設置於容易接近、通風良好及無可燃性氣體聚集的場所，並應具備防止水滲入與機械損傷的防護措施，且提供足夠照明與便於維修的條件。

5.7.4 配電盤附近應設置配電盤電路原理圖。

5.7.5 無人載具可依據主電源配置和電機設備之實際情況，在配電盤上設置適用且安全的配電組件與保護元件。在配電盤或充放電盤上應至少設置電流表、電壓表及電源指示燈。

5.7.6 配電組件與保護元件之規格選用，應與載具電源配置及用電負載相適應，並應符合電路保護及電機設備用電之相關規定。

5.8 電動機

5.8.1 每一重要用途之電動機及額定功率 1 kW 以上之電動機須由個別之最終分路供電，且應設置獨立之過負荷、短路及欠電壓保護。

5.8.2 每部電動機均應設置有效的起動與停止裝置，並能透過遙控裝置進行控制。

5.8.3 若無人載具設有電動或電動液壓操舵裝置，其電動機應由主配電盤設單獨饋電線路供電。電動機應設置短路和欠電壓保護，不應設置過負荷保護。

5.8.4 應設置電動通風機及燃油泵之遙控切斷裝置。

5.9 照明

5.9.1 航行燈與信號燈的供電

- (a) 航行燈控制箱應由兩路電源供電。其中一路應由主配電盤供電，兩路電源之切換開關應設置於控制箱上。但若主電源採用蓄電池組供電者，得僅設置一路電源。
- (b) 每具航行燈與信號燈應由航行燈控制箱或信號燈控制箱引出之獨立分路供電。當航行燈發生故障時，應具備自動警報裝置，且該警報信號應傳輸至遠端控制站。
- (c) 每具航行燈與信號燈應設置單獨之遙控控制開關與保險絲，用以執行個別控制與電路保護。控制箱上應設有對應之銘牌或標誌以利識別。

5.10 電纜

5.10.1 載具應採用船用耐燃型電纜或電線。

第 5 章 電機設備

5.11 蓄電池組電力推進無人載具之附加要求

5.10.2 電纜或電線之規格選定，應依據其佈設場所之環境條件、佈設方法、額定電流、運轉模式、需用係數及容許電壓降等因素決定。

5.10.3 電纜線道應儘可能直線佈設並容易接近。

5.10.4 電纜或電線應有效地加以支承與緊固。若採穿管佈設，其管路應以夾箍適當固定。

5.10.5 電纜或電線不得直接包埋於玻璃纖維強化塑膠層板內。

5.10.6 電纜或電線之佈設應使其免受機械損傷，並具備防止水、油腐蝕之措施。若採穿管佈設時，應具備適當措施防止水於管內聚集。

5.11 蓄電池組電力推進無人載具之附加要求

5.11.1 通則

- (a) 本節規定適用於採用電動機驅動螺槳或推進器，且採用蓄電池組作為供電電源的無人載具。
- (b) 推進用蓄電池組除應符合本節規定外，還應符合 5.6 之相關要求。若該蓄電池組兼作無人載具之主電源時，還應符合 5.4 之相關要求。
- (c) 推進用蓄電池組之設計容量，應足以滿足無人載具達成預期航程所需之總電力需求。
- (d) 在規定之供電時間內，推進蓄電池組之放電終止電壓，不得低於其標稱電壓之 88%。
- (e) 蓄電池組進行充電時，應避免各電芯或電池單元充電不均勻。
- (f) 不得自蓄電池組中之部分蓄電池引接電源供應機電設備。
- (g) 蓄電池之維護與保養，應依照製造廠提供之技術資料與規定辦理。

5.11.2 蓄電池充放電裝置

- (a) 蓄電池可透過設置於載具上之充放電裝置進行充電與放電作業，亦得由外部設置於其他船上或岸上之充電裝置進行充電作業。
- (b) 所設置之充放電裝置應具備足夠容量，以滿足推進蓄電池組之充、放電需求。
- (c) 若載具設置蓄電池充放電裝置時，其設計與安裝應符合 5.11.2(d)至 5.11.2(h)之要求。
- (d) 充放電裝置應設置短路及過負荷等保護裝置。
- (e) 充放電裝置應設置絕緣監測裝置、電壓表、電流表及顯示充放電狀態之指示燈。

- (f) 充放電裝置應能於 10 小時內將推進蓄電池由完全放電狀態充電至額定容量。
- (g) 充放電裝置應具備防止蓄電池過充及過放之保護功能與故障警報系統。
- (h) 充放電裝置應儘可能靠近蓄電池組安裝。

5.11.3 推進設備的控制與保護

- (a) 採變速控制且內置風扇之推進電機，應確保於額定轉矩、額定電流、額定勵磁或類似條件下，在低於額定轉速之狀態運行時，應有良好之散熱。
- (b) 推進電機之集電環與換向器配置應妥適並易於檢修。繞組與軸承應確保易於接近，以便執行檢查、修理或更換勵磁繞組。
- (c) 推進電機在額定條件下，應能承受電機接線端子或系統端在保護裝置作動前之突發短路電流而不損壞。
- (d) 推進電動機應能在規定之運行條件下，連續驅動螺槳正、倒俾運轉，並能於換向過渡期間維持良好性能。針對可反轉推進電動機，應能依技術規格書規定之條件正常運行。
- (e) 由半導體轉換器變頻供電之交流推進電動機，其定子繞組應能承受逆變器高頻開關作用引起之電壓變化率。
- (f) 直流推進電機的轉子，應能承受超速保護裝置依據正常運行所設定之極限轉速。
- (g) 控制站應設置一組獨立於正常操縱桿之外的緊急停止裝置。
- (h) 推進主電路應設有過負荷與短路保護，且不得使用保險絲作為保護裝置。
- (i) 應針對推進電動機可能發生之過度超速(如螺槳脫落)情況，設置適當之超速保護裝置。
- (j) 應具備安全互鎖措施，確保僅於操縱桿處於零位，且系統處於備俾狀態時，方可啟動推進控制。
- (k) 勵磁電路中，不得設置會導致電路開路之過負荷保護。
- (l) 推進電機勵磁系統之任何單一故障，不應導致載具推進動力完全喪失。

5.11.4 監測儀表和警報

- (a) 遠端控制站應設置必要之監控儀表與指示裝置。如適用時，控制站之設計應涵蓋表 5-3 所列之各項指示、顯示功能及警報信號。

表 5-3
電力推進系統監測與警報要求

系統	監測參數	警報	顯示	備註
蓄電池	電壓	X	X	高/低電壓警報
	電流		X	
	充放電指示		X	
推進電動機(交流與直流)	電樞電流		X	讀取所有相
	勵磁電流		X	針對同步電動機
	電動機運行		X	
推進半導體轉換器	電壓(輸入)		X	
	電流(輸入)		X	
	過負荷(大電流)	X		在保護裝置動作前警報
	轉換器冷卻泵或風機故障	X		

- (b) 所有固定安裝儀表之金屬外殼，應維持永久且牢固之接地連接。
- (c) 測量、指示及監測設備之故障，應不導致控制與調節之功能失效。

5.12 磷酸鐵鋰電池系統應用之附加規定

5.12.1 通則

- (a) 磷酸鐵鋰電池系統得用於載具之動力蓄電池、起動蓄電池及通用蓄電池。
- (b) 除另有規定外，本節涉及到的磷酸鐵鋰電池基本定義與術語如下：
- (i) 電池管理系統(Battery Management System, BMS)係指控制或管理電池系統電氣或熱性能之電子裝置。
- (c) 磷酸鐵鋰電池應配備電池管理系統(BMS)。
- (d) 以磷酸鐵鋰電池作為推進動力的無人載具，應設置電力管理系統(Power Management System, PMS)。
- (e) 磷酸鐵鋰電池應配備足夠容量之充電裝置，且該裝置應與電池管理系統(BMS)整合並受其控制。
- (f) 磷酸鐵鋰電池應安裝於環境受控之蓄電池艙間內；為確保電池使用壽命與效率，建議工作溫度範圍為：充電 0 °C 至 45 °C，放電 -20 °C 至 55 °C。
- (g) 電池管理系統(BMS)與電力管理系統(PMS)應設有信號輸出介面，確保能將各項警報信號傳送至遠端控制站。

5.12.2 磷酸鐵鋰電池系統設計要求

- (a) 磷酸鐵鋰電池系統應符合本中心應用於船舶系統/設備之鋰離子電池準則(以下簡稱鋰電池準則)中之第 2 章之相關要求。

- (b) 以磷酸鐵鋰電池作為推進動力的無人載具，還應符合本中心鋰電池準則第 4 章之相關要求。

5.12.3 布置要求

- (a) 無人載具上磷酸鐵鋰電池之布置，應符合本中心鋰電池準則第 3 章之相關要求。
- (b) 蓄電池艙間內之可燃氣體偵測與溫度監測警報，應能傳送至遠端控制站。

5.12.4 總容量小於 20 kWh 磷酸鐵鋰電池系統之要求

配備總容量小於 20 kWh 磷酸鐵鋰電池系統之載具，其電池系統與電池艙布置應符合本中心鋰電池準則第 6 章之相關要求。

5.12.5 防火、火災偵測與滅火要求

- (a) 針對鋼質結構之無人載具，蓄電池艙與其他相鄰艙室之間應採用 A-60 級防火分隔。若與空艙或開敞處所或失火風險極低之處所相鄰時，上述分隔可為 A-0 級。若載具結構材料為鋁合金、玻璃纖維強化塑膠，或上述材料與鋼材之混合結構者，其蓄電池艙與相鄰艙室之艙壁及甲板，應至少通過 30 分鐘之標準耐火試驗；或於面向失火危險高之限界面一側的表面，敷設經認可之不燃礦物棉(厚度至少 25 mm 且密度至少 100 kg/m³)進行隔熱保護。
- (b) 通風系統應符合本中心鋰電池準則第 2 及 3 章之相關要求。
- (c) 火災偵測與警報系統應滿足本中心鋰電池準則第 3 及 4 章之相關適用要求。火災偵測警報應能傳送至遠端控制站。
- (d) 蓄電池艙內應配置固定式滅火系統，該系統應能提供持續冷卻，並適用於所選用之電池化學特性。

5.12.6 電力管理系統(PMS)要求

以磷酸鐵鋰電池作為推進動力的無人載具，其電力管理系統(PMS)應符合本中心鋰電池準則第 4 章之相關要求。

5.12.7 電池管理系統(BMS)要求

電池管理系統(BMS)應符合本中心鋰電池準則第 2.3 節之相關要求。

第 6 章 場景感知系統

6.1 一般規定

6.1.1 場景感知系統應具備自檢及警報功能，於設備正常運行期間持續監測。當偵測到設備故障時，應即時向遠端控制站發送警報與故障資訊，並自動生成紀錄。

6.1.2 場景感知系統應具備高度可靠性，以降低設備故障機率。系統之配置與布置應確保於設備發生單一故障時，不影響無人載具之感知、通訊及遠端控制能力，或能於最短時間內恢復功能。

6.1.3 場景感知系統應具備數據融合能力，對各感知設備所採集之數據與資訊進行融合處理，以消除單一來源可能產生之感知錯誤或偏差。

6.1.4 場景感知系統應由主配電盤設立兩路獨立饋電線直接供電。若無人載具設有緊急配電盤，其中一路應經由緊急配電盤供電。當任一路饋電線供電發生故障時，系統應自動切換。

6.1.5 場景感知系統應滿足第 III 類電腦系統之要求，並符合本中心鋼船規範第 VIII 篇 3.7 之適用規定。

6.1.6 遠端控制站應具備與平台同步獲取並顯示場景感知資訊之能力。

6.2 場景感知系統要求

6.2.1 遠端控制及部分航程自主航行無人載具

- (a) 遠端控制及部分航程自主航行無人載具，應能依據其設計操作條件，即時感知並獲取下列場景資訊：
 - (i) 航行中即時環境氣象數據：
 - (1) 風速、風向(如適用)；
 - (2) 海面能見度(如適用)；
 - (3) 水流流速(若無法即時測量，得採歷史資料替代)；
 - (ii) 載具本體即時資訊：
 - (1) 載具位置、航速及航向資訊；
 - (2) 載具運動響應，至少應包含：橫搖、縱搖、平擺(如適用)；
 - (3) 動力裝置主要狀態(如轉速、功率)、舵角資訊等；
 - (iii) 水上目標物之自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)數據；
 - (iv) 電子海圖系統或適用於航行水域之航道圖系統數據及更新；
 - (v) 水上目標物之即時資訊：
 - (1) 其他船舶之位置、航向、航速、尺寸、實際距離、相對角度及航行狀態；
 - (2) 水面固定障礙物及其他移動物之資訊；
 - (vi) 無人載具所在位置之實測水深(若因設計航程內無擱淺風險，得免除實測水深或採歷史資料替代，惟須提供相關說明文件)；
 - (vii) 即時影像資訊；

- (1) 應不間斷獲取水平方向自正前方至左右舷各 112.5° 視角範圍內之即時影像；
- (2) 若必要時，應能隨時獲取水平各個方位之即時影像；
- (3) 若必要時，應能隨時獲取兩舷側俯視角度自載具艏部至艉部 180° 之即時影像。

6.2.2 自主靠離泊無人載具

- (a) 具備自主靠離泊功能的無人載具，除應符合 6.2.1 之要求外，還應獲取下列資訊以供操作決策使用：
 - (i) 即時感知載具艏部、艉部與岸之間距及相對角度；
 - (ii) 若必要時，應獲得港口航道之潮汐、流速、流向變化及其他相關環境資訊。
- (b) 具備自主靠離泊功能的無人載具，應能獲取下列即時影像資訊：
 - (i) 應能隨時獲取水平各個方位之即時影像；
 - (ii) 應能隨時獲取兩舷側俯視角度自載具艏部至艉部 180° 之即時影像。
- (c) 具備自主靠離泊功能的無人載具，應於遠端控制站即時顯示載具與泊位岸側、其他船舶或設施間之實際距離與相對角度。上述標示距離之量測點應沿載具縱向分布，每舷不得少於 5 處，至少須涵蓋艏、舳及艉部等關鍵位置，且應即時顯示當前之最短距離值及其位置。

6.2.3 全航程自主航行無人載具

全航程自主航行無人載具，應符合 6.2.2 之場景感知要求，用於航行操作決策。

6.3 設備要求

6.3.1 遠端控制無人載具

- (a) 遠端控制無人載具應配置遠端控制系統，得依據設計功能需求，配置下列設備或採取其他等效措施，以獲取 6.2.1 所規定之參數和資訊：
 - (i) 具備自動雷達測繪(ARPA)功能之船用雷達或等效設備；
 - (ii) 自動識別系統(AIS)；
 - (iii) 定位導航與授時系統或等效設備/系統；
 - (iv) 適用於航行水域之電子海圖或航道圖系統；
 - (v) 測深儀(若因設計航程內無擱淺風險，得免除實測水深或採歷史資料替代，惟須提供相關說明文件)；
 - (vi) 航速及航程測量裝置或等效設備/系統；
 - (vii) 風速風向儀(如適用)；
 - (viii) 流速感測器或等效設備/系統(若無法即時測量，得採歷史資料替代)；
 - (ix) 獨立電羅經或其他艏向測定系統；
 - (x) 載具運動感測器(如適用)；
 - (xi) 吃水測量裝置(如適用)；
 - (xii) 增強視覺系統；
 - (xiii) 其他必要之設備或系統。

第 6 章 場景感知系統

6.4 設備布置與安裝

6.3.2 部分航程自主航行無人載具

- (a) 部分航程自主航行無人載具應符合 6.3.1 之要求。
- (b) 部分航程自主航行無人載具應配置自主航行系統。

6.3.3 全航程自主航行無人載具

- (a) 全航程自主航行無人載具應符合 6.3.2 之要求。
- (b) 全航程自主航行無人載具應配置下列設備或採取其他等效措施，以獲取 6.2.2(a)所規定之參數與資訊：
 - (i) 近距離感測設備，如雷射雷達；
 - (ii) 近距離感測設備之量測範圍、精度以及資料延遲，應能滿足載具之靠離泊決策要求，並具備連續監視之功能。

6.3.4 具備自主靠離泊功能之無人載具

- (a) 具備自主靠離泊功能之無人載具，應符合 6.3.1 與 6.3.3(b)之要求。
- (b) 具備自主靠離泊功能之無人載具，應配置自主靠離泊系統。

6.4 設備布置與安裝

6.4.1 一般要求

- (a) 場景感知設備之設計、製造、試驗與安裝，應符合本章之相關規定或公認之國家或國際標準要求。
- (b) 場景感知設備之結構與安裝應便於操作及檢修，於操作或拆卸機殼進行檢修試驗時，應具備防觸電措施。
- (c) 場景感知設備之外殼防護等級應與其安裝場所環境相適應。
- (d) 設備外殼應設置有效之接地裝置，惟該接地裝置不得與內部電源迴路連通，以避免導致供電系統發生接地故障。
- (e) 場景感知設備操縱機構應標記通用符號及清晰之耐久性識別標誌，以標明其用途與功能。
- (f) 除天線及機殼接地端點外，設備之所有帶電部分均應配置於設備殼體之內。
- (g) 設備應設有固定外部連接電纜之緊固設施。
- (h) 設備之線路設計與結構，應具備防止誤操作而導致設備損壞之措施。

- (i) 場景感知設備於熱態下之最低絕緣電阻允許值，不得低於表 6-1 之規定。

表 6-1
最低絕緣電阻允許值

設備名稱	設備項目	絕緣電阻值(MΩ) ⁽¹⁾
雷達	電源系統	1
	高頻線路	10
回聲測深儀	整體系統	1
	換能器	10 ⁽²⁾
其他設備		1

附註：

- (1) 除另有說明外，測量時應採用電壓不低於 500 V 之絕緣電阻測試計。
(2) 測量時，應採用電壓不低於 1000 V 之絕緣電阻測試計。

- (j) 場景感知設備應附有銘牌，並載明製造廠名稱、型號、出廠編號及產品檢驗合格標誌。
- (k) 雷達設備應由主配電盤設立獨立饋電線供電。採用直流 24 V 電源供電之雷達設備，得由蓄電池充放電盤設立獨立饋電線供電。
- (l) 應設置場景感知設備之分配電盤，針對每項場景感知設備設立獨立饋電線供電。

6.4.2 場景感知設備之布置與安裝

- (a) 場景感知設備之布置與安裝，應考量所在處所水密、風雨密及防火要求，並應考量設備本身之防護及其對艙壁結構之影響。
- (b) 場景感知設備之布置，不得增加無人載具起火或爆炸之風險。
- (c) 場景感知設備之安裝，應便於日常維護與維修。
- (d) 雷達天線之安裝：
- (i) 雷達天線應安裝於桅杆或專用支架上，並應配置便於維修天線組件之作業空間；
 - (ii) 雷達天線之安裝高度，應依據具體情況決定，並須兼顧遠距離目標偵測與最小感測距離之平衡；
 - (iii) 雷達天線之安裝位置，應確保其顯示效果不致受周邊結構物干擾，尤應保持載具艏向具備最佳視野。
- (e) 電子海圖系統或等效之航道圖系統應安裝於遠端控制站。

第 7 章 通訊系統

7.1 系統目標

7.1.1 目標

無人載具平台與遠端控制站之間，應設置適當之通訊方式，確保於所有合理可預見之條件下，其資訊與控制指令能達成即時、穩定及準確之傳輸。

7.1.2 功能要求

- (a) 平台與遠端控制站應配置適用之通訊設備。
- (b) 平台與遠端控制站之間，應具備有效之通訊方式。
- (c) 平台與遠端控制站之間，應能執行數據與控制指令傳輸。
- (d) 通訊設施之通訊容量，應依據無人載具之設計功能滿足其資訊傳輸量之需求。
- (e) 通訊系統應具有自檢功能，以及於通訊發生故障時，應設有相應之通訊保障措施。
- (f) 應採取有效之安全措施，以保障無人載具之通訊安全。
- (g) 通訊系統之供電，於所有操作條件下，均應獲得有效保障。

7.2 一般規定

7.2.1 通則

- (a) 通訊系統之設計、製造、試驗與安裝，均應符合本章之相關規定或公認之國家或國際標準要求。
- (b) 無人載具通訊系統包含平台通訊系統與遠端控制站通訊系統。
- (c) 通訊系統包含通訊設備與通訊軟體。
- (d) 通訊設備包含通訊模組與天線及饋線系統。
- (e) 通訊軟體應具備資訊整合處理能力。
- (f) 通訊功率與頻率應符合所在地無線電管理機關及國家相關法令之規定。
- (g) 通訊距離應滿足無人載具作業範圍之需求。

- (h) 通訊頻寬應滿足無人載具執行既定任務時，最大頻寬之需求。
- (i) 無人載具上使用與通訊相關之電腦系統硬體與軟體，應滿足第 III 類電腦系統之要求，並符合本中心鋼船規範第 VIII 篇 3.7 之適用規定。
- (j) 通訊天線之安裝，應儘可能確保四周無遮擋，視距內通訊天線應儘可能設置於全載具最高處(須低於避雷針)。
- (k) 通訊設備應具備防雷擊功能，以避免雷擊導致設備損壞。
- (l) 通訊設備應由主配電盤設立兩路獨立饋電線直接供電。若載具設有緊急配電盤，其中一路應經由緊急配電盤供電。當任一路饋電線供電發生故障時，應具備自動切換功能。

7.2.2 定義

通訊模組係指專門用於集中管理數據、語音及影像通訊資訊，並執行數據與資訊發送、接收及交換功能之設備。

7.2.3 平台通訊系統應具備下列基本功能：

- (a) 平台通訊系統至少應能：
 - (i) 接收遠端控制站系統之即時控制指令；
 - (ii) 傳送平台本體設備之即時狀態資訊與任務採集數據；
 - (iii) 對外發送求救訊號，並維持與遠端控制站之通訊聯繫。
- (b) 平台通訊系統應能與平台操控系統進行數據傳輸。

7.2.4 遠端控制站通訊系統應具備下列基本功能：

- (a) 遠端控制站通訊系統至少應能：
 - (i) 發送遠端控制站系統之即時控制指令；
 - (ii) 接收平台本體設備之即時狀態資訊與任務採集數據；
 - (iii) 接收平台求救訊號，並維持與平台之通訊聯繫。
- (b) 遠端控制站通訊系統應能與遠端控制站操控系統進行數據傳輸。

7.2.5 通訊方式

- (a) 無人載具平台與遠端控制站之間，得採用公共行動通訊、衛星通訊或專用設備通訊等方式。
- (b) 通訊方式之選擇，應能達到預定之目標，且不得對其他通訊造成干擾。
- (c) 系統應至少具備兩路採不同通訊方式之數據通訊鏈路。當任一鏈路發生故障時，系統應發出警報資訊並自動切換至另一條通訊鏈路。其配置要求如下：
 - (i) 應設置至少一條通訊鏈路，負責傳輸全部運行數據；

- (ii) 應設置至少一條通訊鏈路，專用於傳輸重要狀態資訊、警報資訊及操控指令數據，並應採取相應措施，防止數據於傳輸過程中遺失。

7.3 通訊設備

7.3.1 平台通訊設備

- (a) 應配備足夠之收發設備與天線，以滿足至少 2 種通訊方式之需求。
- (b) 若涉及不同建造廠之無人載具協同作業時，應配置具備整合功能之通訊閘道（Gateway）或相關對接設備。
- (c) 得配置儲存媒介以記錄通訊資訊，該媒介得與平台操控系統共用。

7.3.2 遠端控制站通訊設備

- (a) 應配備與平台通訊設備互相匹配之收發設備。
- (b) 應配置顯示裝置，以顯示通訊方式與通訊狀態。
- (c) 若必要時，應配置列印設備。

7.3.3 平台通訊設備的安裝

- (a) 通訊模組應安裝於防護等級不低於 IP56 之箱(櫃)或艙內。
- (b) 設備箱體之安裝，應與載具結構艙壁保持適當距離，以防止因意外撞擊導致通訊設備受損。

7.4 通訊軟體

7.4.1 通則

- (a) 資訊整合處理系統應具備下列功能：
 - (i) 執行底層設備網路與高層操控系統網路間之資訊傳遞與整合，即時顯示底層設備資訊，並將控制指令傳遞至各種底層設備之執行機構；
 - (ii) 作為資訊中繼站，分別與遠端控制站及平台操控系統進行通訊。
- (b) 資訊整合處理系統應具備多種通訊協定間之轉換能力。

7.4.2 數據管理

- (a) 應對系統中處理、儲存及傳輸之數據採取有效措施，確保其可用性、保密性及完整性。

- (b) 若涉及第三方使用數據，應制定相應之數據使用要求與權限控制規則。
- (c) 若使用第三方提供之服務或數據，應確保其服務與數據之安全性。
- (d) 採用非安全網路進行通訊時，應對通訊路徑及關鍵系統或功能之數據進行加密。

7.4.3 數據傳輸

- (a) 作為數據傳輸之通訊線路，應具備對線路本體及網路連接點進行連續自檢之功能，發生異常時應立即發出警報。
- (b) 通訊數據遺失時，不應影響採取替代措施操作關鍵設備之能力。
- (c) 數據傳輸之最大延遲時間，應確保無人載具於最高設計航速下仍能滿足避碰之需求。
- (d) 應採取必要措施，以確保數據之有效性。
- (e) 數據通訊線路應具備足夠容量，確保於系統指定時間內完成所有必要資訊之傳輸，並避免出現壅塞情況。
- (f) 重要設備之連續運行需依賴無線通訊時，應具備替代控制措施，且該措施須於系統可接受之時間內完成切換並投入使用。

7.4.4 通訊安全

- (a) 無線數據通訊應採用國際公認之通訊協定或經本中心認可之專用通訊協定，並符合下列要求：
 - (i) 資訊完整性：具備故障預防、檢查、診斷與修正功能，確保接收資訊與發送資訊一致，未遭破壞或竄改；
 - (ii) 設備驗證：僅允許系統設計核可之授權設備進行連線；
 - (iii) 資訊加密：針對機密與/或關鍵數據進行加密保護；
 - (iv) 安全管理：保護網路資產，防止未經授權之非法存取。
- (b) 無線通訊應符合國際電信聯盟及主管機關對於頻率與功率之規定。

7.4.5 通訊介面及標準

為確保數據於各種系統之間之正常交換，通訊設備應採用統一之標準介面。

第 8 章 操控系統

8.1 系統目標

8.1.1 目標

- (a) 操控系統應具備監測與控制功能，以執行無人載具航行任務及作業操作所需之所有設備與系統，並應確保達成下列目標：
 - (i) 在預定情況下，確保無人載具能依規定之航行模式安全運作；
 - (ii) 針對影響無人載具安全之關鍵設備或系統，執行監測、警報及保護；
 - (iii) 在緊急情況下，應具備確保無人載具安全之應對策略；
 - (iv) 系統功能應與無人載具自動化等級相符；
 - (v) 儘可能地降低誤操作對於無人載具之損害；
 - (vi) 應具備防止未經授權入侵操控系統網路之能力；
 - (vii) 依既定之原則進行維護與修理。
- (b) 操控系統應能監測航行任務及作業任務所需之組件、設備與系統之運行狀態。於確認組件、設備及系統處於待命狀態後，始得啟動航行或作業任務。若設有備援設計，應確保其組件、設備或系統維持於即時備援狀態。
- (c) 操控系統之任何單一故障，不應導致推進與操舵系統之遠端控制或自主航行或自動靠離泊功能失效。
- (d) 部分航程自主航行無人載具之操控系統，應具備至少能自主操作與控制主推進裝置、操縱系統、通訊系統及信號系統之能力，以確保自主航行期間能依預定航路運作。
- (e) 全航程自主航行無人載具之操控系統，應具備能自主操作與控制主推進裝置、操縱系統、通訊系統、信號系統，以及輪機、電機、載具構造與安全、消防等自主航行必需之設備與系統，以確保自主航行期間能依預定航路運作。主推進裝置、操舵裝置及控制系統之控制模組應採備援設計，並由主配電盤設立兩路獨立饋電線直接供電。若載具設有緊急配電盤，其中一路應經由緊急配電盤供電。當任一路饋電線供電發生故障時，系統應具備自動切換功能。
- (f) 具備自主靠離泊功能無人載具之操控系統，應具備能在自主靠離泊期間自主操作與控制主推進裝置、操縱系統、通訊系統及信號系統之能力。

8.1.2 功能要求

- (a) 應具備監測與控制無人載具推進、操縱及航行所需之所有系統之能力。
- (b) 應能針對影響無人載具安全之關鍵參數進行顯示與警報(若需要時)。監測項目包含但不限於：
 - (i) 場景感知參數；
 - (ii) 通訊系統與設備之運行狀態資訊；
 - (iii) 避碰、防止擱淺、載具內部意外進水、火災等安全資訊；
 - (iv) 無人載具機艙設備系統運行狀態及參數資訊；

- (v) 對於具備自主航行功能之無人載具，遠端控制站應至少顯示下列消防及安全設備/系統之狀態、主要參數及警報信號：
 - (1) 固定式火災偵測與警報系統；
 - (2) 可燃氣體偵測系統(如適用)；
 - (3) 機械通風系統(如適用)；
 - (4) 水密門狀態(如適用)；
 - (5) 防火門狀態(如適用)；
 - (6) 擋火閘、擋煙閘狀態(如適用)。
- (c) 當機電設備及其供電、控制或通訊系統發生危及載具安全之嚴重故障時，操控系統應能自主或遙控執行保護性動作。
- (d) 應具備適當之應對策略，以處理自主航行或遠端控制模式下之各類故障。
- (e) 應具備適當之保護措施，以防止人員誤操作或未經授權修改控制程式。
- (f) 感測器應能長期穩定運作，其量測範圍及頻率特性應與被測參數之最大變化範圍及變化速率相匹配，並應具備適當之精度與靈敏度。
- (g) 操控系統之供電於任何情況下均應獲得有效保障。
- (h) 當操控系統接收到通訊系統故障警報時，無人載具應具備自動轉換工作模式之功能，使無人載具處於最低危險狀態。

8.2 一般規定

8.2.1 通則

- (a) 操控系統之設計、製造、試驗與安裝，應符合本章之相關規定或公認之國家或國際標準要求。
- (b) 無人載具操控系統應包含平台操控系統與遠端控制站操控系統。
- (c) 操控系統應包含操控設備與操控軟體。
- (d) 操控設備應包含感測器、控制模組、操控台和操控資訊顯示裝置。其中控制模組應包含智慧感知介面、主控制器、執行器。
- (e) 操控系統包含與操控相關之所有程式與軟體系統，如場景感知系統、導航系統、資訊管理與處理系統、協作控制系統、任務執行系統、監測系統、警報系統及安全系統等。
- (f) 操控、監測、警報與保護功能之設計應具備相互獨立性。當任一或多個功能發生故障時，不得影響其他功能之正常運作。其獨立性要求包含：

第 8 章 操控系統

8.2 一般規定

- (i) 在任何情況下，導致重要機電設備立即停止運轉之安全系統(如主柴油機緊急停俾，電機設備緊急切斷電源等)，應獨立於控制系統與警報系統，確保不受其他系統故障之干擾；
 - (ii) 各機電設備單元之安全系統應各自獨立。當局部安全系統發生故障時，應不影響其他單元安全系統之正常運作。
- (g) 感知系統應能有效利用感知設備達成環境識別。於作業水域中，其感知精度應符合當前航行狀態下之操控系統控制需求。若以視訊收集為主要方式，應確保影像清晰度與即時性。
- (h) 無人載具得具備兩種航行模式：遠端控制與自主航行。
- (i) 操控系統及其受控設備於全部運行條件範圍內，應展現良好之控制品質。系統應確保穩定運作，避免使設備產生異常之機械負荷或熱負荷，並維持必要之操控精度。
- (j) 於各水域航行期間，操控系統應能依照航行水域之避碰規則或主管機關規定，實施避碰決策與操縱。
- (k) 操控系統之設計應具備直覺化介面，確保不具專業電腦知識之人員亦能安全操作；應對操作人員進行相關專業培訓。
- (l) 遠端控制站操控台應設置緊急停俾按鈕。該按鈕應獨立於操控系統，確保於緊急情況下能一鍵停俾。

8.2.2 定義

安全系統係指當發生危及平台主推進裝置、電力系統或其他重要機電設備之嚴重故障時，能自動執行保護性動作之系統。其保護措施包含：立即停止運作、切換至降級運轉模式以及起動並投入備用設備以恢復正常運行狀態等。

8.2.3 平台操控系統基本功能要求

- (a) 平台操控系統至少應具備下列功能：
- (i) 經由通訊鏈路與遠端控制站及平台連結；
 - (ii) 實現對平台各項功能之控制；
 - (iii) 解析與執行遠端控制站發送之操控指令；
 - (iv) 監控平台航行任務、航行狀態、平台設備狀態，並執行電源管理；
 - (v) 與執行既定用途之專用設備連結，並對相關設備數據進行處理與管理；
 - (vi) 確保水面無人載具於特定水域之安全航行；
 - (vii) 應至少與主推進裝置、電力系統(如適用)、操舵裝置及其控制系統、通訊系統、消防設備及場景感知系統等進行資訊交互連結。系統應整合上述資訊進行綜合分析與決策，並將決策建議傳輸至遠端控制站，視作業需求，由遠端控制站決策由遠端控制站操控系統或平台操控系統執行操作指令；
 - (viii) 應具備經由通訊系統與遠端控制站進行圖像、視訊及數據資訊傳輸之功能；
 - (ix) 應具備儲存航行紀錄及其他重要數據之能力。
- (b) 平台操控系統應由主配電盤設立兩路獨立饋電線直接供電。若無人載具設有緊急配電盤，其中一路應經由緊急配電盤供電。當任一饋電線供電發生故障時，應具備自動切換功能。

8.2.4 遠端控制站操控系統基本功能要求

- (a) 遠端控制站操控系統至少應具備下列功能：
 - (i) 經由無線鏈路與平台連結；
 - (ii) 提供操作人員監控與操作介面；
 - (iii) 具備對平台之遠端操控能力(包含提供自主航行任務規劃，如適用)；
 - (iv) 具備遙控與自主控制模式之切換功能(如適用)；
 - (v) 顯示平台航行任務、航行狀態、平台設備與電源運轉狀態及監測警報資訊；
 - (vi) 應能接收平台感知系統收集之資訊(如視訊資訊等)，並具備必要資訊重播功能；
 - (vii) 遠端控制站對設備、系統之操作與控制能力，應與平台操控系統功能一致。

8.3 操控設備

8.3.1 平台操控設備

- (a) 應配置充足之感測器與航行設備輸入介面，用以擷取即時時間、位置、航向、運動狀態及其他關鍵資訊，以確保無人載具之航行安全。
- (b) 應配置適當之感測器與處理設備，用以評估、顯示並記錄固定或移動目標之環境威脅行為。
- (c) 平台控制模組應預留充足之智慧感知介面，對既定用途之專用設備進行監控與數據擷取。
- (d) 平台上應配置足夠容量之儲存媒介，用以記錄操控系統之重要資訊。該系統應具備防護機制，防止未經授權之入侵或篡改資訊。重要資訊包含但不限於：
 - (i) 機電設備重要之警報與決策動作資訊；
 - (ii) 航行狀態資訊，如與外部時間同步之航行狀態資訊、航行設備監控與警報資訊、音訊資訊等，應包含但不限於以下資訊：
 - (1) 進入自主航行模式(如適用)；
 - (2) 退出自主航行模式(如適用)；
 - (3) 系統向遠端操作人員發出接管請求；
 - (4) 緊急處置措施開始；
 - (5) 緊急處置措施結束；
 - (6) 系統對主推進裝置、電力系統、操舵裝置、通訊裝置、消防裝置及感知系統等之操作紀錄；
 - (7) 系統動作後之平台狀態；
 - (8) 偵測到具碰撞風險之目標物；
 - (9) 感測器偵測事件；
 - (10) 認知事件；
 - (11) 決策事件；
 - (12) 控制事件；
 - (13) 系統故障；
 - (14) 平台其他系統或設備故障；
 - (15) 進入、退出遠端控制航行模式(如適用)；

(16) 當前掌控載具之遠端控制站狀態、位置及控制優先權等級。

(e) 平台上用於儲存 8.3.1(d)所述重要資訊之儲存媒介，應安裝於防護等級 IP56 之箱(櫃)內。

8.3.2 遠端控制站操控設備

(a) 遠端控制站控制模組應預留充足之介面，以滿足預設功能需求，並實現對指定任務設備數據之監控與即時顯示。

(b) 遠端控制站操控台應至少設置兩套相互備援之操控裝置，其中一套得採用遙控搖桿裝置。

(c) 具備自主航行功能之無人載具，其遠端控制站操控台應設置遙控操控裝置，該裝置可強制中斷自主航行模式，並切換為遠端控制模式。

(d) 遠端控制站應設置操控資訊顯示裝置，並具備同時呈現下列資訊之功能：

- (i) 無人載具之設備健康狀態、環境參數(溫度與濕度)及電源管理狀態；
- (ii) 無人載具之基本操縱狀態；
- (iii) 無人載具周邊之即時環境；
- (iv) 無人載具之感知系統狀態；
- (v) 無人載具之通訊資訊狀態。

(e) 若系統配置多組遠端控制站操控台，應明確顯示各操控台之所在位置及其控制優先等級。操控台間之控制權轉移應具備一致性，且於轉移前應發出警報信號。

(f) 針對同一艘無人載具，於任何時間內僅允許由單一操控台進行控制。

(g) 單一遠端控制站操控台若具備控制多艘無人載具之能力，於遠端控制模式下，同一時間僅允許操控一艘無人載具。若系統具備對應之群體操作策略，且經評估確認安全者，則不受此限。

8.3.3 平台操控系統之安裝與保護

(a) 感測器之布置應能精確反映監測參數，且須考量易於接近及檢修之便利性。於難以更換感測器之位置，應額外加裝一備援感測器。

(b) 感測器應具備堅固耐用之結構或完善之機械防護，並應具備良好之電氣絕緣性能及可靠之接線端子。

(c) 平台控制模組之安裝處所應考量防撞、防水、防風雨及防火之完整性。若設有防碰艙壁，則須安裝於防碰艙壁之後方。

(d) 平台控制模組之布置與安裝，應便於拆卸、檢測及維護。

(e) 應提供文字與格式易於識別之系統架構圖及相關指引，以供操控系統維護用。

(f) 平台控制模組應具備防止固體、粉塵、液體及有害氣體進入之防護機制。

- (g) 平台控制模組安裝處所應設有環境監控系統。當環境參數超出模組作業極限時，應具備自動調節功能並同步發出警報。若環境條件已威脅控制模組正常運作時，應具備相應之保護措施。

8.3.4 遠端控制站操控系統之安裝和保護

- (a) 遠端控制站操控系統不限安裝形式。若採用可攜式控制箱，其箱體應具備必要之防護措施，以保護內置儀器免受撞擊、摔落、振動及腐蝕等。
- (b) 遠端控制站操控系統應具備必要之防水、防火及抗振措施。

8.4 操控軟體

8.4.1 通則

- (a) 本節規定適用於安裝在無人載具及遠端控制站控制模組，提供符合入級要求之控制、警報、監測或安全功能之電腦系統(含可程式化電子系統)；惟不適用於國際海事組織(IMO)已具備具體性能標準之無線電通訊、航行設備等。
- (b) 操控軟體應具備讀取、記錄及顯示感測器收集數據，以及無人載具關鍵設備狀態與監控數據之功能。上述資訊應以適當時間間隔進行儲存，並應具備防護機制以防止遺失或損壞。
- (c) 應採用認可之格式進行航行數據之接收、傳輸、記錄與分析。航行數據包含但不限於：即時時間、位置、載具艙向、運動狀態(速度、傾角等)及風向等資訊。於任務執行期間，應確保航行安全並防止未經授權之存取。
- (d) 操控軟體應針對無人載具之實行航路與預設航路進行分析比對，若產生偏差時應發出警報(如適用)。
- (e) 系統應能識別聲光警報信號，並將相關信號顯示於操控資訊顯示裝置。操控軟體須識別與顯示之警報項目如表 8-1 所示。
- (f) 航行模式相互切換前，應於各操控站點之顯眼處發出警報信號。各運行模式切換時，不得導致推力方向與大小、設備運作狀態及載具運動狀態產生劇烈變化。
- (g) 應具備於遠端控制站操控台進行無人載具自主航行路徑規劃之功能(如適用)。
- (h) 操控軟體之響應，應具備即時性與準確性，其控制邏輯應符合無人載具之設備運轉極限及操縱性能。

8.4.2 系統設計

- (a) 操控系統之設計應考量人機介面，得參照 IEC 60073:2002、IEC 60445:2021 以及 IEC 60447:2004 之相關要求進行設計。
- (b) 系統應確保於各種處理情境下，能提供足以完成所有功能之響應時間，其中須考量最大系統負載、同時要求之最大工作量，以及網路之通訊速度。

- (c) 操控系統發生故障或重新開機時，不得導致系統進入未定義或具危險性之狀態。當電源故障後重新恢復供電時，操控系統應依照預定程序於短時間內重新開機，並迅速恢復運作功能。
- (d) 系統設計應確保系統發生單一故障不會引起系統其他部分或整體系統失效；該故障範圍應侷限於發生異常之模組內。必要時，得採用備援設計，確保備用設備能及時接管並恢復其功能。
- (e) 硬體應採模組化設計以利維修與更換，並儘可能達成標準化與組件化。應減少模組種類以降低備品數量。每一可替換組件之構造，應設計為易於安全操作之形式。插入式模組與接頭(包含電氣連接方式)應具備識別標記，並具備防呆設計以防止誤插。
- (f) 執行重要功能之系統程式、特性曲線及極限值，應採用能永久儲存之組件進行保存，以確保不因斷電而遺失或產生錯誤。
- (g) 操控軟體設計應符合下列要求：
 - (i) 軟體應具備保密性與封閉性；
 - (ii) 作業系統程式應能彈性適應軟體使用期間內之開發、安裝及後續版本更新；
 - (iii) 應進行系統化測試，並予以文件化。測試須涵蓋各種操作模式下(包含緊急與故障情況)之所有軟體功能、功能組合、運行特性、關聯性以及使用要求等。若軟體變更時，測試程序亦須同步更新；
 - (iv) 軟體設計應限制權限，防止操作人員未經授權修改程式及與載具相關之固定參數；
 - (v) 軟體應落實版本管理，確保更新程序穩定且具備可追溯性。
- (h) 操控系統應具備自檢功能。所有導致關鍵功能喪失之故障，均應發出視覺與聽覺警報信號。
- (i) 針對影響操控系統關鍵功能且系統本身無法顯示之故障，應由獨立於電腦系統外之設備顯示。
- (j) 操控系統外部供電電源應設有故障監測，當發生故障時應發出視覺與聽覺警報。若採備援(如有時)系統時，每一組系統應由獨立之最終分路供電。

8.4.3 警報與安全系統

- (a) 針對受監控之機電設備及監控系統本身之所有故障，應於遠端控制站即時顯示並發出警報信號，以確保操作人員能明確掌握故障狀態。
- (b) 凡導致重要機電設備立即停止運作之保護動作警報，應同時發出視覺與聽覺警報。
- (c) 嚴重故障之警報燈號原則上採用紅色，一般故障採用黃色。聽覺信號應具備足夠之響度，並應與火警及其他聽覺信號(如釋放 CO₂)有明顯區別。
- (d) 警報系統應具備同時處理多項故障之能力。針對單一故障之警報發布或復歸，不得影響對其他同時發生之故障警報發布或復歸功能。
- (e) 警報設備得設有消除(消音)聽覺警報信號之裝置，惟視覺警報信號應持續保留至故障排除為止。故障排除後，該警報通道應能自動恢復至待命狀態。

- (f) 當發生危及主推進裝置、電力系統或其他重要機電設備之嚴重故障時，安全系統應自動執行保護性動作並發出警報。
- (g) 若因安全系統動作導致機電設備停止運轉，非經人工重設，該設備不得自動重起投入運行。
- (h) 為避免機電設備發生不必要之運轉中斷，安全系統應於警報系統觸發後，依下列方式執行動作以降低危害：
- (i) 起動並投入備用設備；
 - (ii) 降低負載或停止運轉。
- (i) 安全系統動作後，應於控制站發出聽覺與視覺警報，並明確標示安全系統動作之原因。
- (j) 設備狀態監測
- (i) 無人載具須監測之參數及其對應之保護策略，見表 8-1。

表 8-1
水面無人載具監測參數、警報項目與安全保護策略

系統/設備		監測參數	顯示	警報	保護策略
通訊系統		通訊方式	V		
		通訊狀態	V	V	故障警報
		供電線路故障		V	外部通訊系統應由獨立之最終分路供電，且由備援設計，切換線路。
		弱鏈路狀態*		V	
操控系統	感知系統	即時環境資訊(數據、視訊、音訊等)	V		
	導航系統	航行狀態(當前時間、位置、載具艏向、運動狀態、風向等)	V		
		航行設備故障(各項設備獨立顯示)		V	
	控制系統	系統啟動	V		全系統自檢
		操縱狀態	V		
		航行模式轉換	V	V	
		控制位置轉換	V	V	8.3.2(e)與 8.3.2(f)
		航路偏離參數	V	V	
		供電線路故障		V	由獨立之最終分路供電，且由備援設計，切換線路。
安全系統	動作監控	V	V	顯示安全系統動作原因	
機器	泵與管系	燃油櫃低位	V	V	回航或停機
		艙底水高位		V	排出艙底水(如適用)
	柴油機裝置	滑油低壓	V	V	停機
		冷卻水或柴油機(僅針對氣冷式)高溫	V	V	停機

第 8 章 操控系統
8.4 操控軟體

		主機超速	V	V	降速或停機
		主機連續三次起動失敗	V	V	停止起動
		主機控制系統故障	V	V	停機
	噴水推進器 (如有時)	噴水泵轉速與噴水推進器倒俾導 流罩位置	V		
	操舵裝置	操舵裝置故障(失去電力、欠相 等)	V	V	主推進裝置緊急停俾 (自主航行模式下)
		操舵裝置饋電線路過負荷		V	
		液壓系統迴路油櫃低油位		V	加注
	消防	燃油管故障		V	停機
		火災偵測系統電源故障	V	V	自動切換至緊急電源
		火警		V	遙控或自動啟動滅火 系統進行滅火
電機	配電系統	過電流		V	過電流保護
		故障電路		V	選擇性保護
		過負荷/短路		V	過負荷/短路保護
	主電源	主電源故障	V	V	自動切換至緊急電源
	緊急電源	緊急電源故障		V	
	蓄電池	短路		V	短路保護
		電壓超限		V	斷開蓄電池連接
	蓄電池電力 推進(如有 時)	蓄電池、推進電動機及推進半導 體轉換器相關參數	V	V	詳見表 5-3
磷酸鐵鋰電 池系統(如 有時)	電池管理系統	V	V	詳見 5.12.7	
航行與信號設備	航行燈及信號燈故障	V	V	遠端控制站聲光警報	
*註記：係指無人載具即將超出操控信號覆蓋範圍，或信號因障礙物遮蔽而突然轉弱之情況等。					

8.4.4 介面

- (a) 控制人機介面之設計應遵循人因工程，控制功能應便於識別。介面布局應依據功能屬性、操作方式及重要性進行編排，並符合直覺化操作邏輯。
- (b) 顯示資訊應依功能之重要性與關聯性進行分類，確保內容清晰且易於理解。人機介面應具備使用者友善(User-friendly)特性，螢幕編排應合理化，僅顯示與當前任務相關之數據，以提升操作便利性。
- (c) 於各項操作模式下，系統應能輸出警報資訊、量測數值、信號異常及健康評估(Health Assessment)等統計資料。警報訊號之權限應優先於一般資訊，並以顯著之視覺與聽覺警報與其他資訊明確區別，且應具備警報分級設定功能。
- (d) 當無人載具搭載任務設備時，應具備與任務設備指揮控制系統進行資訊交換之能力。

- (e) 得採用儀表或顯示器等呈現參數，支援單獨、選擇性、文字或圖形化顯示，且應確保影像清晰。指示燈號之光色原則上採用綠色或白色。針對與電腦配用之顯示器，其要求如下：
 - (i) 在高亮度環境下應能保持清晰，操作人員於正常操作位置應能方便讀取數據與資訊；
 - (ii) 應能明確顯示所有發出之警報資訊；
 - (iii) 應能清楚區分故障警報於復歸前後之差異，且不得僅以顏色作為唯一區別方式；
 - (iv) 應具備儲存裝置與輸出介面，以記錄與匯出故障內容及發生時間；
 - (v) 應至少配置一台備用顯示器(或燈板)，或配備印表機以記錄故障歷程；
 - (vi) 當正常供電失去電力時，顯示器應仍維持正常運作；
 - (vii) 若顯示器同時負責參數顯示與警報告知，其顯示內容不得妨礙警報信號之呈現。

8.4.5 安全要求

- (a) 操控系統應具備開機時之全載具自檢功能。
- (b) 操控系統應具備異常偵測與自動修正能力，將潛在風險降至最低。
- (c) 操控系統應具備隔離功能，以確保檢查與維護作業安全執行。
- (d) 操控系統應具備自我保護功能，當偵測到潛在操控危險時，應能自動降低自動化等級以規避風險。若發生全載具失效之情況，系統應立即發出警報並釋放求救信號。
- (e) 操控系統應建立安全預設機制，當操作人員涉及程序錯誤、硬體錯誤、感測器異常、通訊安全與數據安全時，應即時給予提示，並依自動化等級給予相應對策。
- (f) 操控系統應預設操控範圍，當載具接近操控範圍邊界或超出限制範圍時，應即時向操作人員發出警報。
- (g) 應採取相關措施，避免因軟體操作錯誤導致事件風險升級。
- (h) 對於設備修改或配置變更應執行控制，防止非預期之變更造成影響。
- (i) 系統或模組之升級或更新，必須經過充分驗證測試。若更新失敗，應具備恢復至安全狀態之能力。
- (j) 操控系統應設置必要之權限控管與存取限制，以防止非法入侵或無意識之參數變更。

8.4.6 試驗與驗證

- (a) 電腦系統之試驗與驗證，應遵循本中心鋼船規範第 VIII 篇 3.7 之適用要求。

第 9 章 消防

9.1 消防

9.1.1 通則

- (a) 滅火設備應保持良好運作狀態，並確保能隨時啟用。
- (b) 載具所採用之防火結構材料、火災偵測設備、滅火裝置及消防用品之性能，應符合本中心相關規範之規定或公認之國家或國際標準要求。

9.1.2 結構防火

- (a) 機艙等易失火處所，應採用不燃材料、阻燃材料或等效材料製成之防火結構進行圍蔽。若機艙等易失火處所之分隔採用阻燃材料製成，其面向失火危險高之限界面一側的表面，應敷設經認可之不燃礦物棉(厚度至少 25mm 且密度至少 100kg/m³)進行隔熱保護，以防止阻燃材料與火焰直接接觸；或敷設經認可之不燃礦物棉(不限厚度與密度)進行隔熱保護，並依照耐火試驗程序章程第 11 部分之要求進行試驗，至少具有 30 分鐘之結構防火時間，並能通過 30 分鐘之標準耐火試驗。
- (b) 機艙等易失火處所限界面一側之表面(包含隔熱材料表面)，應採取適當措施防止油類吸附。
- (c) 遠端控制站操控處應具備能及時關閉機艙燃油櫃、停止燃油泵及通風機運轉之功能。
- (d) 機艙等易失火處所之通風口，應能於該處所失火時自動關閉，或由遠端控制站遙控關閉。

9.1.3 柴油機高壓油管保護措施

- (a) 位於高壓燃油泵與噴油器間之所有外露高壓輸油管路，應以套管防護高壓管損壞時之漏油。套管與內有高壓油之外露油管結合成一永久性的組合體。此種加套之管路系統應包括收集漏油之設施，同時具有油管損壞之警報裝置。
- (b) 若針對高壓燃油泵、噴油器及兩者之間高壓輸油管路採取適當之圍蔽防護(如防護外殼或防濺擋板)，則不強制要求滿足 9.1.3(a)之規定。

9.1.4 火災偵測

- (a) 機艙應設置自動火災偵測警報系統。
- (b) 火災偵測系統之正常供電電源發生故障時，應能自動切換至緊急電源，並於遠端控制站操控處顯示視覺與聽覺警報信號。
- (c) 火災偵測系統本身之故障警報，應與火警警報有所區別。

- (d) 火警偵測器於機艙內之安裝位置，應能偵測所有可能之起火點。機艙內設置之偵測器，其型式應具備抗干擾能力，不因機艙內常態性之灰塵、氣流、油霧或熱氣而產生誤警報。

9.1.5 滅火

- (a) 無人載具滅火系統應符合下列要求：
 - (i) 滅火劑應適用於撲滅機艙火災，且釋放後應能有效覆蓋整個保護空間；
 - (ii) 滅火系統應具備足以涵蓋機艙總容積之滅火能力。若使用二氧化碳(CO₂)滅火系統，其最小容量不得小於機艙總容積之 40%。若採用壓力水霧、氣膠或七氟丙烷(FM-200)等滅火系統，應符合相關規範與法令之規定。
- (b) 遠端控制站操控處應具備遙控操作機艙滅火系統之功能。
- (c) 於自主航行模式下，機艙失火時應能自動啟動滅火系統進行滅火。

附錄 1 繫泊設備

本附錄之繫泊設備為非強制性要求，僅供設計參考使用。

A1.1 繫泊設備

A1.1.1 繫泊設備

- (a) 無人載具繫泊設備之配備，得依照其預期之航行條件與結構形式進行配置。
- (b) 繫泊索之數量、長度及斷裂負荷，可參考表 A1-1 確定。繫泊索之直徑，原則上不小於 15 mm。載具殼體全長 L_H 小於 10 m 者，繫泊索之直徑，原則上不小於 12 mm。
- (c) 載具之艏、艉及兩舷原則上應設置適量之繫纜樁或羊角。最大長度為 7 m 以上者，艏、艉原則上應至少各設置 1 個繫纜樁或羊角。
- (d) 載具兩舷宜設置護舷或防碰墊等保護設施，以避免靠泊碼頭或繫泊時，舷側與碼頭反覆碰撞導致結構損傷。
- (e) 無人載具若涉及拖帶作業，其拖纜樁之布置、強度及配備，得參照本中心相關規範辦理。

A1.1.2 結構加強

- (a) 繫泊屬具(如繫纜樁、羊角)之安裝處，其下方之結構應予以加強，以承載所受之拉力負荷。
- (b) 若繫泊屬具係採用螺母與螺栓緊固安裝，則安裝處應加設適當之墊圈或貼板(Doubler plate)。

表 A1-1
繫泊索

屬具數		繫泊索		
		數目	每索 長度 m	設計最小 斷裂負荷 kN
超過	至			
0	5	2	15	26
5	10	2	15	26
10	15	2	25	26
15	20	2	25	26
20	25	2	35	26
25	30	2	35	26
30	35	2	40	26
35	40	2	45	31
40	45	2	50	31
45	50	2	55	31

附錄 2 燈號設備

本附錄之燈號設備為非強制性要求，僅供設計參考使用。無人載具之燈號設備應滿足主管機關及當地水域之要求。

A2.1 功能目標

A2.1.1 燈號設備的配備應能顯示無人載具的外形、方向和活動狀態。應能在無人載具與其他船舶交會時，降低無人載具被碰撞的危險。

A2.1.2 燈號設備除本附錄明確規定外，應能滿足相應水域避碰規則的要求。

A2.1.3 燈號設備的技術要求需滿足所在航行水域法規的要求。

A2.2 燈號設備配備與安裝

A2.2.1 燈號設備配備

(a) 基本燈號依據表 A2-1 配備。

表 A2-1
燈號配備表

燈號	紅舷燈	綠舷燈	白光艙燈	白環照燈	紅環照燈 (最大長度 ≥ 12 m)	黃旋轉閃光燈	桅燈
數量	1	1	1	1	2	1	1

(b) 配備黃旋轉閃光燈 1 盞，作為無人載具之識別標誌。

(c) 配備桅燈 1 盞。

(d) 配備紅舷燈、綠舷燈及白光艙燈各 1 盞，以顯示載具之外形輪廓。

(e) 配備紅環照燈 2 盞，作為失去控制之顯示。

(f) 配備可自動發聲之小型號笛或號鐘或其他聲響信號設備 1 具。該設備能在任何時間與氣候環境下，依需要發出指示載具失控狀態之信號。

A2.2.2 燈號設備之安裝

(a) 旋轉閃光燈應安裝於從任何角度都能看到之位置。

- (b) 桅燈應安裝於無人載具縱舢剖面上，其高度應距最高連續甲板上方至少 1 m，且應高於並避開除燈號外之所有燈光與遮蔽物。
- (c) 舷燈應對稱安裝於最高甲板左右兩側，不得超出舷外，並應避開遮蔽物及甲板燈光之干擾。
- (d) 艏燈應安裝於載具艏部縱舢剖面上，且其安裝高度不得高於舷燈。
- (e) 2 盞紅環照燈應設置於同一垂直線上，其間距不得小於 0.6 m；其中較低 1 盞之高度應距載具結構上方至少 1 m。