



GUIDELINES FOR UNMANNED UNDERWATER VEHICLES

水下無人載具準則

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	2025-10
002	規範組	2026-06

水下無人載具準則

目錄

第 1 章 通則	1
1.1 適用	1
1.2 定義	1
第 2 章 入級與檢驗	2
2.1 通則	2
2.2 入級檢驗	3
2.3 圖說審核	6
2.4 年度檢驗、特別檢驗以及臨時檢驗	7
2.5 試驗與試航	9
第 2A 章 型式認可與產品檢驗	10
2A.1 通則	10
2A.2 型式認可	10
2A.3 產品檢驗	11
2A.4 證書簽發	11
2A.5 試驗與檢驗	12
第 3 章 材料	14
3.1 通則	14
3.2 鋁合金	14
3.3 合成浮性材料	14
第 4 章 結構	16
4.1 主要結構	16
4.2 吊掛與拖曳裝置	16

第 5 章 穩度	18
5.1 穩度要求	18
第 6 章 機器	19
6.1 通則	19
6.2 耐壓殼體與壓力容器	19
6.3 推進系統	20
6.4 操舵系統	20
6.5 緊急回收/上浮系統	21
第 7 章 電力系統	22
7.1 通則	22
7.2 配電及保護之系統設計	22
7.3 主電源	23
7.4 緊急電源	23
7.5 蓄電池	23
第 8 章 航行與定位通信設備	25
8.1 通則	25
8.2 設備要求	25
第 9 章 資訊安全	27
9.1 通則	27
9.2 一般要求	27

第 1 章 通則

1.1 適用

1.1.1 水下無人載具準則(以下簡稱本準則)，旨在提供水下無人載具檢驗與認可之規定，以符合海洋產業發展需求，並促進水下無人載具運作安全。

1.1.2 本準則適用於申請財團法人驗船中心(以下簡稱本中心)入級檢驗、型式認可或產品檢驗之水下無人載具。

1.1.3 本準則不包含水下無人載具布放與回收系統，有關布放與回收系統之要求，請參閱本中心「[起重設備構造與檢驗規範](#)」或公認之國家或國際標準。

1.2 定義

1.2.1 「水下無人載具(Unmanned Underwater Vehicle, UUV)」係指不載任何人員，以遠端操控或自主航行之水下載具，可經由搭載特定負載執行指定之任務。水下無人載具包含遙控水下無人載具(Remote Operated Vehicle, ROV)、自主水下無人載具(Autonomous Underwater Vehicle, AUV)、混合式自主水下無人載具(Hybrid-Autonomous Underwater Vehicle, H-AUV)。

1.2.2 「遙控水下無人載具(Remote Operated Vehicle, ROV)」係指不載任何人員，具有臍帶電纜連接並以遠端操控之水下無人載具。

1.2.3 「自主水下無人載具(Autonomous Underwater Vehicle, AUV)」係指不載任何人員，無需臍帶電纜連接並具備自主航行能力之水下無人載具。

1.2.4 「混合式自主水下無人載具(Hybrid-Autonomous Underwater Vehicle, H-AUV)」係指結合 AUV 與 ROV 特性之混合式水下無人載具，具備 AUV 模式或 ROV 模式間切換操作之能力。

1.2.5 「設計深度」係指水下無人載具設計並核可運作之最大深度。

1.2.6 「設計壓力」係指水下無人載具設計並核可運作之最大壓力，最大壓力應依據設計深度決定。

1.2.7 「耐壓殼體」係指能承受經設計並核可之外壓力與/或內壓力之水下無人載具殼體結構。

第 2 章 入級與檢驗

2.1 通則

水下無人載具若其代表性尺寸*大於 500mm 者，得依本章規定辦理入級。其入級之尺寸判斷條件若屬特殊情形，應由本中心決定。此外，代表性尺寸為 500mm 以下者，得依第 2A 章規定向本中心申請型式認可或產品檢驗。然而，任何尺寸之水下無人載具均可依第 2A 章規定申請型式認可或產品檢驗。

*註：代表性尺寸之判別，水下無人載具若具有明顯之殼體直徑特徵，代表性尺寸應以殼體直徑為準。若無明顯殼體直徑特徵者，代表性尺寸應以長、寬及高三者中之最大值為準。

2.1.1 申請

水下無人載具之入級與檢驗申請應由申請者提出，並以書面或電子郵件或傳真提送。

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、建造及檢驗之水下無人載具，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之情況，且符合本準則之規定者，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之簽發條件失效之情況，應立即通知本中心。

2.1.4 入級符號與註解

(a) 入級符號與檢驗符號

所有入級之水下無人載具，將授予下列適用之水下無人載具入級特性。

(i) 入級符號

(1) **CRV100** 此種符號之核定，係指水下無人載具各部分符合本準則之規定者。

(ii) 檢驗符號

(1) **✱**此項符號置於入級符號之後時，係指水下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。

(2) **✱**此種符號之核定，係指水下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。

(3) 凡水下無人載具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。

(b) 水下無人載具型式註解

(i) 凡經本中心批准入級的水下無人載具，依據其具體條件，對應之水下無人載具型式註解將附於檢驗符號之後，例如：**CRV100✱ ROV**。

(1) 水下無人載具型式註解

註解	說明
ROV	遙控水下無人載具，定義見 1.2.2。
AUV	自主水下無人載具，定義見 1.2.3。

H-AUV	混合式自主水下無人載具， 定義見 1.2.4。
--------------	----------------------------

2.1.5 圖說審核

- (a) 於本中心檢驗下建造之水下無人載具，應由設計者或建造廠依據本準則 2.2.2 與 2.3 之相關規定提交圖說與文件供本中心審核或參考。
- (b) 於建造中未經本中心檢驗之現成水下無人載具，應由船東或所有人依據本準則 2.2.3 之相關規定提交圖說與文件供本中心審核或參考。
- (c) 入級之水下無人載具如遇改裝或更換設備之圖說審核，應依據本準則 2.4 之相關規定執行。

2.1.6 檢驗

- (a) 於本中心檢驗下建造之水下無人載具，入級檢驗應符合本準則 2.2.1 與 2.2.2 之規定。
- (b) 於建造中未經本中心檢驗之水下無人載具，入級檢驗應符合本準則 2.2.3 之規定。
- (c) 水下無人載具之定期檢驗應符合本準則 2.4 之規定。

2.2 入級檢驗

2.2.1 建造廠與產品製造廠要求

- (a) 水下無人載具建造廠應具備之生產設施、技術條件、品質管理系統與流程，應符合本中心「鋼船建造與入級規範」(以下簡稱鋼船規範)第 I 篇 1.6.2 適用規定。
- (b) 有關水下無人載具所採用之材料、部件、產品、設備等之製造廠，可向本中心申請工廠認可或型式認可。

2.2.2 建造中水下無人載具入級初次檢驗

- (a) 水下無人載具於建造工程開始之前應將相關圖說提交本中心審核。
- (b) 水下無人載具之檢驗、試驗及試航項目之相關計畫應提交本中心審核。
- (c) 用於欲入級水下無人載具之產品，包括設備、部件、系統及材料，若屬於表 2-1 所列之項目，則應符合表 2-1 對應之認證要求，未列於表 2-1 之材料則應符合本中心「海事產品檢驗準則」第 4 章之要求。建造過程中所需之程序，包括銲接程序、非破壞檢查等，應符合本中心之相關規定或認可文件。
- (d) 水下無人載具應依據本中心認可之試驗及試航計畫執行相關試驗，試驗應於驗船師在場之情況下執行，試驗結果應符合試驗及試航計畫之要求。建造完成後，應執行一次達到設計深度之潛航試驗，以驗證水下無人載具之操作與功能符合設計要求。

2.2.3 非建造中檢驗之水下無人載具入級

- (a) 非建造中檢驗之水下無人載具，包含已完工但尚未投入營運之水下無人載具與已投入營運之現成水下無人載具。
- (b) 非建造中檢驗之水下無人載具之入級檢驗，船東/所有人應儘可能依據下列入級所需之圖說及文件要求，提交本中心審核或參考。
 - (i) 主結構與殼體
 - (1) 一般布置圖。
 - (2) 耐壓殼體、承重框架、支撐構件以及底座之布置圖。
 - (3) 結構材料規格。
 - (4) 耐壓殼體、承重框架、支撐構件以及底座之結構圖。
 - (5) 結構強度計算書。
 - (6) 耐壓殼體強度計算書。
 - (7) 浮性材料性能規格。
 - (8) 穩度分析。
 - (9) 水下無人載具上布放與回收裝置之結構與強度計算。
 - (10) 水下無人載具說明與操作維護手冊，包括水下無人載具的主要尺寸、設計壓力、設計深度、使用條件、最大可承受之布放海況、正常與緊急之操作程序等。
 - (ii) 機器與電力設備
 - (1) 機器要目表。
 - (2) 機器設備布置圖。
 - (3) 壓力容器結構圖及強度計算書。
 - (4) 推進系統布置圖。
 - (5) 推進與操縱系統之控制系統布置圖。
 - (6) 緊急回收/上浮系統布置圖。
 - (7) 電力設備項目表。
 - (8) 電力設備之一般布置圖。
 - (9) 電力推進系統之控制系統布置圖。
 - (10) 電力系統圖。
 - (11) 電力負荷計算書。
 - (12) 機器與電力設備等相關說明書。
 - (iii) 資訊安全
 - (1) 資訊安全設計說明書，應包括系統之安全設計原則、功能限制、安全防護原則、身份鑑別、權限管理、存取控制、通訊傳輸防護，以及偵測資訊安全異常時之應變、警示、紀錄及拒絕執行邏輯等。
 - (2) 資料儲存之類型、格式、位置、容量、保存期間、存取及保護措施說明，應包括任務資料、系統狀態、操作指令、事件紀錄、警示紀錄及其他安全相關資訊之保護方式。
 - (3) 任務資料管理及驗證說明，其內容應說明任務設定、任務修改、任務載入、版本確認、核准狀態確認及完整性驗證之程序，並說明未經授權、未經核准或未通過完整性驗證之任務資料不得載入或執行之機制。(適用於 AUV 或 H-AUV)
- (c) 非建造中檢驗之水下無人載具執行入級檢驗時：

第2章 入級與檢驗

2.2 入級檢驗

- (i) 船東或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。
- (ii) 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，驗船師得視水下無人載具狀況而予減免特別檢驗之某些項目。

2.2.4 用於已入級或欲入級水下無人載具之產品檢驗

用於已入級或欲入級水下無人載具之產品，包括設備、部件、系統及材料，若屬於表 2-1 所列之項目，則應符合表 2-1 對應之認證要求，未列於表 2-1 之材料則應符合本中心「海事產品檢驗準則」第 4 章之要求。

表 2-1
水下無人載具海事產品之認證要求清單

編號	產品名稱	文件	認可模式	PA	註記
		C/E	PTA		
1	壓力容器	X		X	
2	主、輔推進系統	X		X	
3	螺槳	X		X	
4	側推力器	X		X	
5	操舵系統	X		X	
6	緊急回收/上浮系統	X		X	
7	電動機	X		X	適用電動機75 kW及以上
8	20 kWh以上鋰電池系統	X	X	X	
9	未滿20 kWh鋰電池系統			X	
10	電纜	X	X	X	
11	電纜貫穿裝置		X		
12	航行控制單元 (包含避碰等)	X		X	
13	定位通信控制單元	X		X	
14	定位設備 (包含全球定位系統(Global Positioning System, GPS)、 示位燈等)		X	X	
15	衛星通信設備		X	X	
16	速度與距離衡量設備		X	X	
17	深度計、高度計		X	X	

編號	產品名稱	文件	認可模式	PA	註記
		C/E	PTA		
18	慣性導航系統		X	X	
19	姿態感測器		X	X	
20	浮性材料	X		X	
21	吊耳、吊掛或拖曳裝置	X		X	

註記：

1. X：適用。
C：海事產品證書(Marine Products Certificate)。
E：同等效力文件(Equivalent document)。
PTA：產品型式認可(Product type approval)。
PA：圖說認可(Plan approval)。
2. 上述產品若無法符合表 2-1 之認證要求，經本中心特別考量者，應依據審核之圖說執行檢驗。

2.3 圖說審核

2.3.1 應依據下述規定準備圖說與相關文件並提交本中心審核或參考：

- (a) 主結構與殼體
 - (i) 一般布置圖。
 - (ii) 耐壓殼體、承重框架、支撐構件以及底座之布置圖。
 - (iii) 結構材料規格。
 - (iv) 耐壓殼體、承重框架、支撐構件以及底座之結構圖。
 - (v) 結構強度計算書。
 - (vi) 耐壓殼體強度計算書。
 - (vii) 浮性材料性能規格。
 - (viii) 穩度分析。
 - (ix) 水下無人載具上布放與回收裝置之結構與強度計算。
 - (x) 水下無人載具說明與操作維護手冊，包括水下無人載具的主要尺寸、設計壓力、設計深度、使用條件、最大可承受之布放海況、正常與緊急之操作程序等。
- (b) 機器與電力設備
 - (i) 機器要目表。
 - (ii) 機器設備布置圖。
 - (iii) 壓力容器結構圖及強度計算書。
 - (iv) 推進系統布置圖及螺槳葉片強度計算書。
 - (v) 軸系布置圖及強度計算書。
 - (vi) 操縱與定位裝置布置圖。
 - (vii) 推進與操縱系統之控制系統布置圖。
 - (viii) 緊急回收/上浮系統布置圖。

- (ix) 浮力均衡系統布置圖。
- (x) 機械手臂布置圖(如適用)。
- (xi) 電力設備項目表。
- (xii) 電力設備之一般布置圖。
- (xiii) 電力推進系統之控制系統布置圖。
- (xiv) 電力系統圖。
- (xv) 電力負荷計算書。
- (xvi) 航行、通信及聲納系統與布置圖。
- (xvii) 電腦系統的架構、安裝布置與功能示意圖。
- (xviii) 機器與電力設備等相關說明書。

(c) 資訊安全

- (i) 資訊安全設計說明書，應包括系統之安全設計原則、功能限制、安全防護原則、身份鑑別、權限管理、存取控制、通訊傳輸防護，以及偵測資訊安全異常時之應變、警示、紀錄及拒絕執行邏輯等。
- (ii) 資料儲存之類型、格式、位置、容量、保存期間、存取及保護措施說明，應包括任務資料、系統狀態、操作指令、事件紀錄、警示紀錄及其他安全相關資訊之保護方式。
- (iii) 任務資料管理及驗證說明，其內容應說明任務設定、任務修改、任務載入、版本確認、核准狀態確認及完整性驗證之程序，並說明未經授權、未經核准或未通過完整性驗證之任務資料不得載入或執行之機制。(適用於 AUV 或 H-AUV)

2.4 年度檢驗、特別檢驗以及臨時檢驗

2.4.1 水下無人載具入級本中心者，必須施行下列定期檢驗：

- (a) 年度檢驗。
- (b) 特別檢驗。

2.4.2 年度檢驗

- (a) 年度檢驗應於入級初次檢驗日期或最近特別檢驗完成日期的各週年日期前後 3 個月內實施。週年日期係指每一年中與入級證書到期日相對應的月和日。如年度檢驗於前述期間之前完成時，其週年日應予變更之。
 - (i) 應於證書上簽註更新之週年日，該日應為年度檢驗完成後 3 個月內之指定日。
 - (ii) 下次年度檢驗應依新週年日，在上述期間內完成。
 - (iii) 特別檢驗之到期日得保持不變，但於需要時應實施 1 次或多次年度檢驗，使各次檢驗之間之最大期間不超過規定。
- (b) 年度檢驗應包括下列檢驗項目：
 - (i) 耐壓殼體之外觀檢查。
 - (ii) 結構、防腐塗層、吊掛與拖曳裝置以及浮性材料之外觀檢查。
 - (iii) 壓力容器之外觀檢查。
 - (iv) 機器、電力、航行、定位以及通信等設備之外觀檢查。

- (v) 下潛與航行功能試驗，執行下潛至設計深度(最大工作深度)，並執行定深與定向等航行試驗，以及所有設備與系統之功能試驗。
- (vi) 避碰功能試驗(如適用)。
- (vii) 緊急回收/上浮系統功能試驗(如適用)，確認緊急回收/上浮功能，或依據設計要求作動。
- (viii) 查核系統歷次運作紀錄、資訊安全相關事件紀錄及軟體版本，確認資訊安全相關功能及設定維持有效。
- (ix) 本中心認為必要之其他試驗。

2.4.3 特別檢驗

- (a) 特別檢驗應於不超過 5 年固定期限內施行之。第一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。
- (b) 特別檢驗之開始、提前、延期
 - (i) 特別檢驗可在第 4 年歲驗開始施行至第 5 週年日完成。
 - (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，應從原特別檢驗到期日起算，不超過 5 年。如某一次特別檢驗在其到期日之前 3 個月以前完成，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) 如水下無人載具之特別檢驗到期，於特別情況下，本中心得應船東/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。
- (c) 特別檢驗除應執行年度檢驗的所有規定項目之外，亦應執行下列檢驗項目：
 - (i) 耐壓殼體與壓力容器依據第 6 章 6.2.3(c)執行耐壓試驗。
 - (ii) 吊掛與拖曳裝置依據第 4 章 4.2.2 執行拉力試驗。
 - (iii) 依實際可行範圍
 - (1) 確認身份鑑別、權限管理、存取控制、通訊傳輸防護、資料完整性驗證、事件記錄及警示功能正常；
 - (2) 模擬資訊安全異常、資料完整性異常、控制權限異常或通訊安全異常，確認系統能依預定邏輯拒絕執行、發出警示、記錄事件或進入安全狀態。

2.4.4 臨時檢驗

水下無人載具遭受損害，進行重大修理或改裝，或停航及復航時，應施行臨時檢驗。

- (a) 海損、重大修理、改裝或更換設備
 - (i) 水下無人載具遭受任何海事或損壞涉及其級者，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) 水下無人載具船東/所有人應負責保證為維持其級所需之修理工作與檢驗能適時在本中心驗船師之監督下施行。
 - (iii) 水下無人載具若執行任何改裝或更換設備涉及其級者，改裝或更換項目之圖說應於開工前提送本中心審核，改裝或更換項目應向本中心申請臨時檢驗。

2.5 試驗與試航

2.5.1 水下無人載具之入級初次檢驗，應實施試航試驗。試航試驗應依據本中心認可之試驗及試航計畫執行下列項目，並應於驗船師在場之情況下執行，試驗結果應符合試驗及試航計畫之要求。

(a) 試航前檢查與所有設備、儀器及系統之功能性試驗

- (i) 外觀檢查，確認耐壓殼體與壓力容器密性，以及確認浮性材料表面完整並穩固安裝。
- (ii) 確認配載用之壓載重塊重量重心、位置以及穩固安裝。
- (iii) 電力設備之絕緣電阻試驗。
- (iv) 確認所有機器、電力、航行、定位、通信、水面控制等相關之各項設備、儀器及系統之操作狀況與功能均無異常，並執行必要之功能性試驗，以驗證其運作正常。

(b) 試航試驗

- (i) 下潛與航行功能試驗，執行下潛至設計深度(最大工作深度)，並執行定深與定向等航行試驗，以及所有設備與系統之功能試驗。
- (ii) 避碰功能試驗(如適用)。
- (iii) 緊急回收/上浮系統功能試驗(如適用)，確認緊急回收/上浮功能，或依據設計要求作動。
- (iv) 本中心認為必要之其他試驗。

2.5.2 非屬本中心建造中檢驗水下無人載具之入級初次檢驗，若具備以前試驗之充分資料，且無足以影響先前試驗結果之改裝，則上述試驗得免除。

第 2A 章 型式認可與產品檢驗

2A.1 通則

任何尺寸之水下無人載具得依本章規定申請型式認可或產品檢驗。然而，水下無人載具若其代表性尺寸*大於 500 mm 者，建議依第 2 章規定辦理入級。

*註：代表性尺寸之判別，水下無人載具若具有明顯之殼體直徑特徵，代表性尺寸應以殼體直徑為準。若無明顯殼體直徑特徵者，代表性尺寸應以長、寬及高三者中之最大值為準。

2A.1.1 申請

- (a) 水下無人載具之型式認可與產品檢驗，應由申請者提出申請。型式認可與產品檢驗，可依申請者需求分別申請與獨立辦理。
- (b) 凡申請本中心水下無人載具有關 2A.2 與 2A.3 規定之相關認證，並確認符合本準則要求，本中心將依下列情況簽發水下無人載具之符合性證明：
 - (i) 依據本準則 2A.2 型式認可規定完成之原型或首艘水下無人載具，本中心將簽發「水下無人載具型式認可證書」。
 - (ii) 依據本準則 2A.3 產品檢驗規定完成之水下無人載具，本中心將簽發「水下無人載具產品證書」。
- (c) 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下無人載具，本中心將簽發「水下無人載具獨立公證報告」，並於報告中註明試驗與檢驗範圍。

2A.1.2 依本章規定申請型式認可或產品檢驗之水下無人載具，應視為完整產品，其所採用或安裝之設備、部件、系統及材料，應符合公認之國家或國際標準，並應提供適當之證書或測試報告供本中心參考。

2A.2 型式認可

2A.2.1 型式認可包含下列要求：

- (a) 設計評估，包含：圖說審核以及型式認可試驗。
 - (i) 圖說審核應符合 2.3 之適用要求。申請者應依據 2.3 之規定準備圖說與相關文件並提交本中心審核或參考。
 - (ii) 型式認可試驗須依本中心認可之試驗計畫執行。針對試驗計畫，申請者可參考 2A.5.1 所列之適用項目規劃與制訂。
- (b) 製造評估，包含：品質管理系統稽核以及製造流程審核。
 - (i) 品質管理系統稽核：應評估製造廠之品保及品管系統，以衡量及驗證廠家之產品品質達到指定水準且一致符合本中心規範或準則要求之能力。製造廠之品保及品管系統須由國家認可之認證機構認證，至少須符合 ISO 9001 或同等之品質管理標準。
 - (ii) 製造流程審核：需評估製造廠之特定製造流程以確認及驗證指定之生產技術及生產檢驗達到製造廠要求之品質控制水準，且符合本中心規範或準則之要求。

2A.2.2 型式認可應符合本中心「海事產品檢驗準則」第 3 章之相關要求。

2A.2.3 水下無人載具依型式認可規定完成後，本中心簽發「水下無人載具型式認可證書」。

2A.3 產品檢驗

2A.3.1 水下無人載具產品檢驗程序應符合下列流程與要求：

- (a) 為確認其符合本準則或其他認可之標準，應提送圖說及技術文件或持有相關文件以供審核或參考，圖說審核應符合 2.3 之適用要求。若已取得本中心核發之水下無人載具型式認可證書，則不需送審相關圖說及文件。
- (b) 申請並執行製造中或成品之檢驗與試驗以確保其符合認可之設計圖說。

2A.3.2 於製造過程中，製造廠需支援驗船師到達檢驗相關之所有地點並確認下列各項：

- (a) 生產技術有效執行；
- (b) 製造符合認可圖說與技術要求；
- (c) 正確使用材料與銲接材料；及
- (d) 正確取樣與測試。

2A.3.3 產品最終檢驗與試驗須依據實際使用之認可設計文件與本準則載明之適用要求於驗船師見證下執行。

2A.3.4 水下無人載具製造完成後應執行本準則 2A.5.1 要求之產品檢驗項目。

2A.3.5 水下無人載具依產品檢驗規定完成後，本中心簽發「水下無人載具產品證書」。

2A.4 證書簽發

2A.4.1 水下無人載具型式認可證書之有效期為 5 年，並應至少標註以下內容：

- (a) 水下無人載具之型號。
- (b) 製造廠名稱/地址。
- (c) 水下無人載具類別。
- (d) 試驗範圍。

2A.4.2 水下無人載具產品證書應至少標註以下內容：

- (a) 水下無人載具之型號與序號。
- (b) 製造廠名稱/地址。
- (c) 製造日期。
- (d) 水下無人載具類別。
- (e) 檢驗與試驗範圍。
- (f) 水下無人載具型式認可證書編號(如有)。

2A.5 試驗與檢驗

2A.5.1 型式認可試驗須依本中心認可之試驗計畫執行，申請者制訂試驗計畫內容可參照下列適用項目，以驗證水下無人載具的製造、操作和功能達到設計要求。產品檢驗項目應參照下列適用項目制訂：

- (a) 耐壓殼體之外觀檢查。
- (b) 結構、防腐塗層、吊掛與拖曳裝置以及浮性材料之外觀檢查。
- (c) 壓力容器之外觀檢查。
- (d) 機器、電力、航行、定位以及通信等設備之外觀檢查。
- (e) 耐壓殼體與壓力容器依據第 6 章 6.2.3(c)執行耐壓試驗。
- (f) 吊掛與拖曳裝置依據第 4 章 4.2.2 執行拉力試驗。
- (g) 電力設備之絕緣電阻試驗。
- (h) 下潛與航行功能試驗，執行下潛至設計深度(最大工作深度)，並執行定深與定向等航行試驗，以及所有設備與系統之功能試驗。
- (i) 避碰功能試驗(如適用)。
- (j) 緊急回收/上浮系統功能試驗(如適用)，確認緊急回收/上浮功能，或依據設計要求作動。
- (k) 資訊安全功能確認
 - (i) 應確認資訊安全相關系統已依經審核之圖說及資料配置
 - (ii) 依實際可行範圍
 - (1) 確認身份鑑別、權限管理、存取控制、通訊傳輸防護、資料完整性驗證、事件記錄及警示功能正常；

- (2) 模擬資訊安全異常、資料完整性異常、控制權限異常或通訊安全異常，確認系統能依預定邏輯拒絕執行、發出警示、記錄事件或進入安全狀態。
- (l) 本中心認為必要之其他試驗。

第3章 材料

3.1 通則

3.1.1 水下無人載具結構、耐壓殼體、壓力容器以及機器等採用的鋼材、鑄鋼件、鍛鋼件、鋼管、鋁合金及玻璃纖維強化塑膠等材料的製造、試驗及檢驗，除本章另有規定外，應符合本中心鋼船規範第 XI 篇或「玻璃纖維強化塑膠船舶建造與入級規範」之相關規定。

3.1.2 如採用之材料，係屬於未列入本章或本中心相關規範的品種，或其性質與本章或本中心相關規範之規定相異時，應將製造過程、化學成分及機械性質等詳細書面資料提交認可，本中心可依認可之個案規格或公認標準予以認可。

3.1.3 符合國家或國際標準或特有規格之材料，其規格與本章或本中心相關規範之規定相當者，本中心可同意採用。

3.2 鋁合金

3.2.1 採用鋁合金材料，應符合本中心鋼船規範第 XI 篇第 11 章之相關要求。鋁合金銲接程序認可應參照本中心鋼船規範第 XII 篇第 2 章之相關要求執行。

3.2.2 鋁合金材料應有適當之防海水腐蝕處理措施以確保其抵抗海水腐蝕性能。若進行陽極氧化處理，鋁合金出廠前應執行陽極氧化膜厚度檢查並記錄於材料證書。

3.3 合成浮性材料

3.3.1 通則

- (a) 本節規定適用於水下無人載具所採用之合成浮性材料，係由樹脂與中空玻璃微珠經混合製成之樹脂型材料，應具有良好抗靜水壓性能與低密度之特性。若採用本節規定以外之其他型式浮性材料，應將製造過程、組成及機械性質等相關性能資料提交認可，本中心可依認可之個案規格或公認標準予以認可。
- (b) 剛性浮力體所採用之材料應適用於預期之壓力與溫度範圍，且須具有低吸水率。用於提供額外浮力之合成浮性構件應妥善保護，以防止外部損壞，並須證明其具有足夠之抗壓性能與低吸水性。

3.3.2 認可與文件要求

所採用之合成浮性材料應經本中心審核與認可。應提供合成浮性材料之型式認可證書或試驗報告，其應包含下列要求之性能資訊，並證明其適用於預期之外部壓力與溫度範圍。

- (a) 密度測試(例如：依據 EN ISO 845)。
- (b) 吸水率。
- (c) 抗拉強度。

(d) 單軸抗壓縮強度(例如：依據 ASTM D695-15)。

(e) 靜水壓潰壓力。

(f) 在設計壓力條件下之浮力變化。

第 4 章 結構

4.1 主要結構

4.1.1 通則

- (a) 水下無人載具之主要結構一般係由耐壓殼體(如適用)、承重框架、支撐構件及吊掛裝置等部件所組成。
- (b) 水下無人載具主要結構，應具有足夠之結構強度，外觀應無影響強度之缺陷，並應考量可能承受之設計負荷如下：
 - (i) 水下無人載具之自重。
 - (ii) 水下無人載具夾帶水與泥之附加負荷。
 - (iii) 水下無人載具出水時因附加質量與阻力所造成之附加負荷。
 - (iv) 有關下水與回收作業，吊放水下無人載具容許之最大加速度所造成之負荷。
- (c) 水下無人載具之耐壓殼體結構強度應符合 6.2 之規定。
- (d) 為避免浮力之不利影響，所有可自由進水之外部結構應設計為其內部空間可完全進水與可排氣，並確保水流自由流通。浮性材料應有效地固定於承重框架與支撐構件上，並應有適當防護措施或布置以避免浮性材料碰撞損壞。

4.1.2 防腐蝕保護

水下無人載具之金屬外部結構應設置適當措施，以控制或減輕腐蝕、海洋生物附著及電偶作用之影響。

4.1.3 機械防護

水下無人載具應設置適當之機械防護，以在吊放作業及其他正常或緊急作業期間保護關鍵部件。

4.1.4 試驗與檢驗

- (a) 主要結構若採用銲接連結，銲道處應執行非破壞檢查。
- (b) 整體之主要結構應執行設計負荷之強度試驗，試驗負荷應考量 4.1.1(b)適用之負荷並符合設計要求，試驗總負荷應不低於水下無人載具自重之 2 倍。若採用拖曳方式布放與回收之水下無人載具，主要結構之試驗負荷應考量布放與回收等過程中可能承受之最大負荷，並符合設計要求。

4.2 吊掛與拖曳裝置

4.2.1 通則

- (a) 對於採用吊放型式布放與回收之水下無人載具，應設置吊耳或吊掛裝置；對於被拖曳之水下無人載具，應設置拖曳連接裝置。吊耳、吊掛或拖曳裝置之尺寸與強度應符合預期之操作條件，並應與水下無人載具之主要結構穩固連接。

第 4 章 結構

4.2 吊掛與拖曳裝置

- (b) 吊耳、吊掛或拖曳裝置用之材料，應為金屬材料，並應具備相關證明文件或試驗報告，以確認其適用於預期之最低設計溫度。

4.2.2 拉力試驗

水下無人載具之吊耳、吊掛或拖曳裝置安裝或連接於主要結構後，應針對吊耳、吊掛或拖曳裝置，連同整體結構執行靜態拉力試驗，試驗負荷應不低於安全工作負荷(Safe Working Load)之 2 倍。

第 5 章 穩度

5.1 穩度要求

5.1.1 水下無人載具於水下或水面運行時，應具備足夠之穩度，穩度計算或分析應考慮水下無人載具所能承載之最大負載。

第 6 章 機器

6.1 通則

- 6.1.1 水下無人載具機器與設備之設計與製造，應考量其預定用途、設計深度、設計壓力以及使用環境，以確保水下無人載具運作安全。
- 6.1.2 水下無人載具機器與設備，將與海水直接接觸之組件，應採取適當之防腐蝕措施。
- 6.1.3 機器與設備應有效固定於水下無人載具之主要結構或耐壓殼體內，以防止航行中發生移動或鬆脫之情形。

6.2 耐壓殼體與壓力容器

6.2.1 設計要求

- (a) 承受外壓力與/或內壓力之耐壓殼體設計應符合 6.2.2 或公認之國家或國際標準規定之要求。
- (b) 將承受外壓力又承受內壓力之耐壓殼體，應依據本章有關承受內、外壓力之各別規定分別執行計算與檢查。
- (c) 承受內壓力之壓力容器設計應符合本中心鋼船規範第 V 篇壓力容器之相關規定。

6.2.2 耐壓殼體結構強度評估

- (a) 承受外壓力之耐壓殼體應依據其設計壓力之 1.5 倍進行強度計算。
- (b) 承受內壓力之耐壓殼體應依據其內部最大工作壓力作為設計壓力進行強度計算。
- (c) 決定耐壓殼體主要構件寸法之結構強度計算書、設計圖說及相關設計標準，應提交本中心審核。
- (d) 若經本中心認可，可使用直接計算來決定耐壓殼體其主要構件之寸法。使用直接計算時，應檢送計算所需資料至本中心，包含但不限於以下內容：
 - (i) 經本中心同意的直接計算程序。
 - (ii) 計算所使用的軟體。
 - (iii) 對於結構模型的描述。
 - (iv) 相關分析參數的總表，包含屬性及邊界條件。
 - (v) 負荷條件與施加負荷方式的細節。
 - (vi) 計算結果總整。

6.2.3 試驗與檢驗

- (a) 耐壓殼體與壓力容器之製造，應由具備合格設備與銲接能力之建造廠或製造廠執行。
- (b) 耐壓殼體與壓力容器之銲接程序認可應符合本中心鋼船規範第 XII 篇第 2 章或公認之國家或國際標準相關要求，電銲技術士資格應符合本中心鋼船規範第 XII 篇第 3 章或公認之國家或國際標準相關要求。
- (c) 耐壓試驗
 - (i) 承受內壓力之耐壓殼體與壓力容器於建造或製造完成後，應執行內壓試驗，試驗壓力為其內部最大工作壓力乘上 1.5 倍。
 - (ii) 承受外壓力之耐壓殼體，於建造完成後，應執行外壓試驗，試驗壓力為設計壓力乘上 1.25 倍。
 - (iii) 針對將承受外壓力又承受內壓力之耐壓殼體，應分別執行上述(i)與(ii)規定之內壓與外壓試驗。對於有配置水密貫穿件之耐壓殼體，應安裝水密貫穿件後再執行外壓試驗。

6.3 推進系統

6.3.1 通則

推進系統一般係由推進電動機、傳動軸、螺槳等部件所組成，其布置、數量及功率等應依據水下無人載具設計之預定用途與航速決定。

6.3.2 設計要求

- (a) 推進系統之傳動軸應能抵抗海水腐蝕，若採用無法抵抗海水腐蝕之材料製造，須作適當之防護。
- (b) 推進系統傳動軸之強度應依據本中心鋼船規範第 IV 篇第 6 章有關之適用規定或公認之國家或國際標準相關要求進行計算。
- (c) 推進系統之傳動軸應安裝有效之軸封裝置。
- (d) 螺槳應採用能抵抗海水腐蝕之材料。
- (e) 螺槳之葉片強度設計應符合本中心鋼船規範第 IV 篇第 7 章有關之適用規定或公認之國家或國際標準相關要求，若廠家提供相對應設計標準之強度計算書經本中心認可亦可接受。

6.3.3 試驗與檢驗

推進系統相關組件應於製造廠內執行檢查與試驗。推進系統安裝於水下無人載具後，應先確認其操作狀況與功能並於航行試驗時執行各項性能測試。

6.4 操舵系統

6.4.1 通則

操舵系統一般係由操舵電動機、傳動軸等部件所組成，其布置應依據水下無人載具設計之預定用途決定。

6.4.2 設計要求

- (a) 操舵系統之傳動軸應能抵抗海水腐蝕，若採用無法抵抗海水腐蝕之材料製造，須作適當之防護。
- (b) 操舵系統之傳動軸與舵葉應有效連接。水下無人載具主要結構與舵葉之間，應設置有效之連接機構。
- (c) 操舵系統之傳動軸應安裝有效之軸封裝置。

6.4.3 試驗與檢驗

操舵系統相關組件應於製造廠內執行檢查與試驗，若實際可行，應於整體組裝完成後執行運轉試驗。操舵系統安裝於水下無人載具後，應先確認其操作狀況與功能並於航行試驗時執行各項性能測試。

6.5 緊急回收/上浮系統

6.5.1 緊急回收系統

遙控水下無人載具(ROV)應配置永久性安裝之回收連接結構，用於連接回收設備。應透過適當之分析或證明文件，確認回收連接結構能於緊急情況下，承受吊掛並將載具提升至水面，該分析應包括載具可能夾帶水、泥及砂之考量。

6.5.2 緊急上浮系統

自主水下無人載具(AUV)應配置緊急上浮系統，或具備設計上固有之正浮力。當設有緊急上浮系統時，其應獨立於正常之上浮方式，並應能於主電源失效之情況下運作。

6.5.3 緊急回收/上浮系統相關組件應於製造廠內執行檢查與試驗。緊急回收/上浮系統安裝於水下無人載具後，應先確認其操作狀況與功能並於航行試驗時執行功能試驗。

第 7 章 電力系統

7.1 通則

7.1.1 水下無人載具電力系統之設計與配置，應考量其預定用途、設計深度、設計壓力以及使用環境，以確保水下無人載具運作安全。電力系統之設計與配置應能於正常與緊急情況下，供電予水下無人載具於操縱、作業及安全等所需之電力設備。

7.1.2 電力設備之設計、製造、試驗及安裝，應符合本準則相關規定或公認之國家或國際標準要求。

7.1.3 電力設備應具備產品證書或本中心接受之認可證書或測試報告，以證明個別設備之適用性。上述電力設備若屬於表 2-1 所列之產品項目，則應符合表 2-1 對應之認證要求，其他電力設備應具備適當之證書或測試報告。

7.1.4 電力設備應有效固定於水下無人載具之主要結構或耐壓殼體內，以防止航行中發生移動或鬆脫之情形。

7.1.5 由蓄電池供應電力之電力設備，應在其用電輸入端測量之數值自正常值作下列之同時變動可滿足地運轉：

電壓公差：+20%, -25%

7.1.6 電力設備不帶電金屬暴露部份在故障情況會變成帶電者應予以有效接地。

7.1.7 電力設備布置應使其設備之間之水密電纜長度盡可能短，電纜貫穿件數量盡可能減少。水密電纜應有保護措施，以防止遭受外部或機械損壞。

7.1.8 針對遙控水下無人載具(ROV)配有臍帶電纜以提供電源與傳輸控制指令者，其臍帶電纜之水密與耐壓性能應符合設計深度之要求。

7.1.9 當水下無人載具與潛水員支援作業共同運行時，使用於水中之電力設備，應採取適當措施，使潛水員可能暴露之故障電流降低至無害水準。

7.2 配電及保護之系統設計

7.2.1 所有電力配電系統均應採用不接地且絕緣之設計，以降低可能產生之故障與雜散電流，並避免引發電化學腐蝕。耐壓殼體不得作為電力系統之導體使用。

7.2.2 系統設計-保護

(a) 電力設備應備有保護，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力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。

- (b) 電路應由能切斷所有導體之保護裝置加以保護，以防止過負荷與短路。
- (c) 針對絕緣配電系統，應具備絕緣監測保護裝置。
- (d) 電力設備外殼，若有進水之可能而導致設備功能喪失、控制失效或影響載具安全運行時，應設置進水監測保護裝置，以確保設備運作之可靠性。
- (e) 蓄電池組應配置電池管理系統，並具備短路與過負荷保護裝置。
- (f) 遙控水下無人載具(ROV)之電源配電櫃，其高壓與低壓元件應隔離配置，且應至少具備過負荷、短路、欠電壓、欠相運轉、漏電保護之功能。

7.3 主電源

7.3.1 水下無人載具作業或任務安全完成所必需之電力設備，應由相互獨立之主電源與緊急電源供電。

7.3.2 主電源應具有足夠之容量，以支持整個作業或任務之持續時間。

7.4 緊急電源

7.4.1 水下無人載具應設置獨立於主電源之緊急電源。

7.4.2 緊急電源應盡可能與主電源分隔設置，以確保其運行不受火災或其他導致主電力系統失效之危害影響。

7.4.3 當主電源失效中斷時，緊急電源應能自動投入供電，並至少供電予下列設備：

- (a) 定位系統。
- (b) 緊急上浮系統。
- (c) 安全回收水下無人載具相關之必要設備。

7.4.4 緊急電源應具有足夠之容量，以支持緊急作業之持續時間。

7.5 蓄電池

7.5.1 蓄電池之構造與設計，應能防止其電解液因水下無人載具之傾斜搖擺而溢出。

7.5.2 電池應於電池艙間中穩固安裝。電池艙間應具備適當之防腐蝕保護。

7.5.3 壓力補償

當採用壓力補償系統時，系統內應具備足夠體積之補償液體，使其能在設計深度所對應之極端壓力、溫度及夾帶氣體體積變化條件下，持續為電池提供補償。應考慮補償液體之體積模量及膨脹特性，以確保液體量充足。

壓力補償系統應設置洩壓裝置，使電池氣體捕集器所產生之氣體得以排放至外部。洩壓裝置之規格應符合載具於緊急上浮速率下所產生氣體膨脹之釋放需求。洩壓裝置之容量及相關計算文件應於安裝前提交供審核。

第 8 章 航行與定位通信設備

8.1 通則

8.1.1 水下無人載具航行與定位通信設備之設計、製造及配置，應考量其預定用途、設計深度、設計壓力以及使用環境，以確保水下無人載具運作安全。

8.1.2 航行設備

航行設備之配置應符合水下無人載具航行系統之設計需求，至少包含控制水下無人載具航向、深度、高度、速度，以及具備避碰(若適用)等功能。自主水下無人載具(AUV)或混合式自主水下無人載具(H-AUV)應配備適當設備，以符合於設計要求下實現載具之自主航行。

8.1.3 定位通信設備

定位通信設備之配置，應使水下無人載具於回收時能將載具本身之位置資訊傳送至支援船/離岸平台。

8.1.4 航行與定位通信設備之設計、製造、試驗及安裝，應符合本準則相關規定或公認之國家或國際標準要求。

8.1.5 航行與定位通信設備應具備產品證書或本中心接受之認可證書或測試報告，以證明個別設備之適用性。上述航行與定位通信設備若屬於表 2-1 所列之產品項目，則應符合表 2-1 對應之認證要求，其他設備應具備適當之證書或測試報告。

8.1.6 遙控水下無人載具(ROV)應設置控制箱或控制站，其控制箱或控制站內應具備足夠之控制裝置及顯示器，以有效控制與監測載具之操作。

8.2 設備要求

8.2.1 遙控水下無人載具(ROV)應至少配置下列航行與定位之設備/系統：

- (a) 外部照明設備。
- (b) 用於導航之攝影機。
- (c) 用於確定水面下深度之設備。
- (d) 緊急定位設備
應配置水面定位設備與水下定位設備。

8.2.2 自主水下無人載具(AUV)應配置適當之設備/系統，使載具能於水面或水下確定其三維位置。應至少配置下列航行與定位通信之設備/系統：

- (a) 用於確定航向與位置之設備。

- (b) 用於確定橫搖角與俯仰角之設備。
- (c) 衛星通信設備或其他可傳送定位資訊之通信設備。
- (d) 緊急定位設備
應配置水面定位設備與水下定位設備。

8.2.3 若配置之其他設備能取得與上述航行/定位通信設備等效之資訊，並符合本準則之相關規定，經本中心同意者，其配置得不拘限於上述航行與定位通信設備之項目。

8.2.4 水下無人載具可依據其作業或指定任務之需求額外配置航行與定位通信相關設備。

第9章 資訊安全

9.1 通則

9.1.1 載具應具備防止未經授權存取、侵入或干擾其控制系統、任務資料及相關通訊或維護介面之能力。

9.1.2 對於系統所處理、儲存或傳輸之任務、安全及操作相關資料，應採取適當保護措施，以確保其機密性、完整性及可用性。

9.1.3 載具應具備降低未經授權侵入或誤操作所造成風險之能力。於發生緊急狀況、控制權異常或疑似遭未經授權接管時，應具備使載具維持或回復至安全狀態之應對策略。

9.2 一般要求

9.2.1 系統應具備身份鑑別、權限管理及存取控制機制，以防止未經授權者存取或修改控制程式、遙控指令、任務資料、作業範圍、深度限制、安全限制參數及其他與載具安全相關之設定。

9.2.2 載具應具備適當之資料儲存能力，以保存任務資料、系統狀態、操作指令、事件紀錄、警示紀錄及其他安全相關資訊。該等資料應採取適當保護措施，以防止未經授權存取、刪除或竄改。

9.2.3 當採用公眾網路、衛星通訊、無線網路、第三方通訊服務或其他不可信任通訊路徑進行通訊時，應對關鍵指令、任務資料及安全相關資料採取適當之加密、身份鑑別或完整性保護措施，以防止資料遭未經授權存取、竄改、偽造或重送。對於聲學通訊、光學通訊或其他水下通訊方式，應依其技術特性及實際可行範圍，對關鍵指令、任務資料及安全相關資料採取適當之身份鑑別、完整性保護、加密或其他等效保護措施。

9.2.4 當系統偵測到通訊安全、資料安全、任務資料完整性或控制權限異常時，應拒絕執行未經確認之指令或資料，並將相關異常事件及處置結果予以記錄。於可行時，向操作人員發出提示或警示。

9.2.5 與載具安全、控制、通訊、任務執行或資訊安全相關之軟體、韌體、控制程式及安全限制參數，應落實版本管理，確保更新程序穩定且具備可追溯性。對於系統或模組的升級與更新，應經過充分驗證測試；若更新失敗，還應具備恢復至安全狀態之能力。

9.2.6 AUV 或 H-AUV 之任務設定、任務修改及任務載入，應由經授權之人員執行。系統應能確認所載入任務資料之版本、核准狀態及完整性，並記錄任務設定、修改、載入及驗證結果。未經授權、未經核准或未通過完整性驗證之任務資料，不得載入或執行。

9.2.7 AUV 或 H-AUV 應於任務前設定作業範圍、最大深度、最大任務時間、能源安全門檻、失聯或逾時處置及緊急回收程序。於發生定位異常、導航異常、能源不足、資訊安全異常、通訊狀態與任務設計不符、未能依預定條件回報，或其他影響安全之情形時，應依預先定義之安全策略進入安全狀態，例如暫停任務、停止推進、返航、緊急上浮、釋放定位信標或等待回收，並於可行時發出警示或求救信號。