

Naval Academy Journal

# 海軍軍官



No.3  
Vol.43

Quarterly  
2024.09

海軍軍官學校編製 季刊 中華民國 113 年 09 月



## 海軍官校第 2 屆領導統御雙語研討會司令唐華上將開幕致詞

Opening Remarks by Chief of Navy, ADM Tang, Hua for Bilingual Leadership Conference 2024

## 一位老老軌的軍旅故事：無懼無悔，微笑前行 / 許智勇

The Naval Journey of a Retired Chief Engineer: Fearless, Without Regrets, and Steadfastly Advancing with a Smile. / Hsu, Chih-Yung

## 淺析海軍防禦性布雷執行作法－以第四作戰區為例 / 陳浩璋、林明治

Brief Analysis on the practice of defensive mine operation of the Navy utilizing the scenario under 4th TO. / Chen, Hao-Wei、Lin, Ming-Chih

## 系統工程應用於水下無人載具之電力規劃 / 陳恩斌、林聖義、蔡渙良、黃俊誠

Application of Systems Engineering to Power Planning for Remotely Operated Underwater Vehicle. / Chen, En-Pin、Lin, Sheng-Yi、Tsai, Huan-Liang、Huang, Chun-Cheng

”  
學生  
專欄

## 從軍事到民間：在美國海軍官校的國際交流體驗 / 蔡芮芬

From Military to Civilian: An International Exchange Experience at the United States Naval Academy / Cai, Ruei-Fen

永不放棄 / 蕭耶瑪 Growth is a process, not an event / Augustine Briton Chaemar

## 113.06.04 正期 113 年班職缺選填

Applying for openings by the 113<sup>th</sup> Class in June 4<sup>th</sup>, 2024



## 113.06.20 士官二專 113 年班職缺選填

Applying for openings by the 113<sup>th</sup> Associate Degree Class in June 20<sup>th</sup>, 2024





### 113.06.25 總教官程永光上校離退座談

Farewell Forum by Chief Instructor of Military Studies, Captain Yong-Guang Cheng in June 25<sup>th</sup>, 2024





# 113.07.04 正期 116 年班風浪板訓練

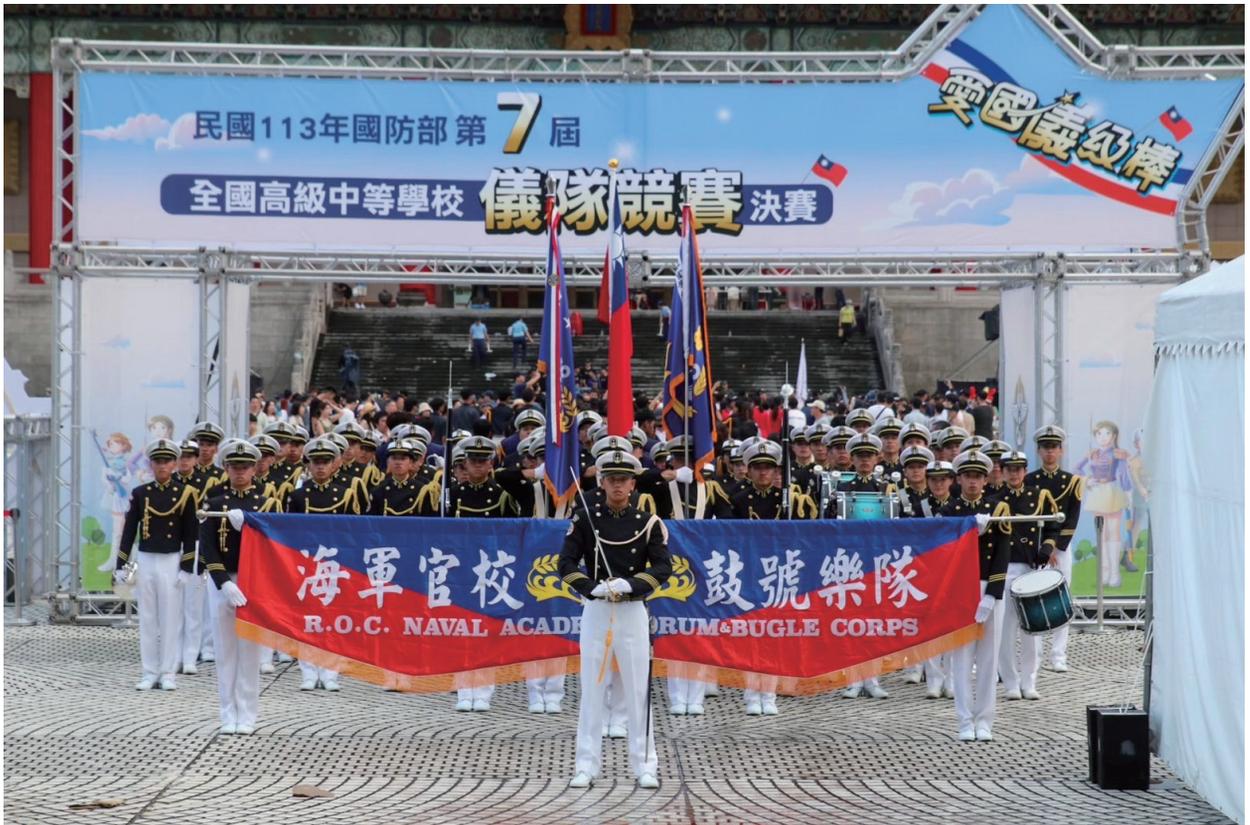
Windsurfing Training for the 116<sup>th</sup> Class in July 4<sup>th</sup>, 2024



113.07.06 正期 114 年班鼓號樂隊

參加國防部第 7 屆全國高級中等學校儀隊競賽演出

Performance by the Marching Band of Class 114<sup>th</sup> in the 7<sup>th</sup> of Senior High Guard of Honor Competition Held by Ministry of National Defense, R.O.C. in July 6<sup>th</sup>, 2024



# 113.08.09 空軍軍官學校交織教育

Intersectional Education Workshop in R.O.C. Air Force Academy, Aug 9<sup>th</sup> 2024



# 正期 117 年班 8/4-8/13 入伍訓練

Boot camp Training from Aug. 4<sup>th</sup> to Aug. 13<sup>th</sup> for the 117<sup>th</sup> Class



113.08.30 正期 117 年班及士官二專 115 年班新生返校歡迎儀式

Welcome for the freshman of Class 117<sup>th</sup> and Associate Degree Class 115<sup>th</sup> in Aug 30<sup>th</sup>, 2024





113.09.23 海軍官校第 2 屆領導統御雙語研討會司令唐華上將開幕致詞  
Opening Remarks by Chief of Navy, ADM Tang, Hua for Bilingual Leadership  
Conference 2024



領導統御雙語研討會 77th Anniversary





No.3  
Vol.43

Quarterly  
2024.09

思維的 | 學術的 | 人文的

CONTENTS

- 10 **海軍官校第 2 屆領導統御雙語研討會司令唐華上將開幕致詞**  
Opening Remarks by Chief of Navy, ADM Tang, Hua for Bilingual Leadership Conference 2024
- 18 **一位老老軌的軍旅故事：無懼無悔，微笑前行 / 許智勇**  
The Naval Journey of a Retired Chief Engineer: Fearless, Without Regrets, and Steadfastly Advancing with a Smile. / Hsu, Chih-Yung
- 26 **淺析海軍防禦性布雷執行作法－以第四作戰區為例**  
**/ 陳浩瑋、林明治**  
Brief Analysis on the practice of defensive mine operation of the Navy utilizing the scenario under 4th TO. / Chen, Hao-Wei、Lin, Ming-Chih



刊名 海軍軍官  
發行人 劉寶文  
總編輯 林育生  
主編 桑哲勳  
審稿委員 雷伯瑞、賴慶鴻、孫毓德、林怡靚  
攝影 廖本聖、郭建勳、朱維傑  
發行單位 海軍軍官學校 [www.cna.edu.tw](http://www.cna.edu.tw)  
發行日期 中華民國 113 年 9 月發行第 43 卷第 3 期  
創刊日期 中華民國 36 年 6 月  
定價 新台幣 250 元  
電話 (07) 581-3141#781806 (07) 585-5493  
社址 813 高雄市左營區軍校路 669 號  
電子信箱 [navalofficer@mail.cna.edu.tw](mailto:navalofficer@mail.cna.edu.tw)  
印刷 美育彩色印刷廠股份有限公司  
GPN 2003600009  
ISSN 1997-6879  
展售處 五南文化廣場及網路書店 04-22260330  
臺中市中山路 6 號  
<http://www.wunanbooks.com.tw>  
國家書店及網路書店 02-25180207  
台北市松江路 209 號 1 樓  
<http://www.govbooks.com.tw/>

\*本校保有所有權利，刊物內容轉載請註明出處。

\*本刊同時刊載於 <http://www.cna.edu.tw/tw/Service.php?progId=SER007&clazzId=SER7003>



本刊保留所有權利，  
欲利用本刊全部或部分內容者，  
須依創用 CC 臺灣授權條款運用。

## 46 海軍資通指管系統備援手段研析 / 武芷芸、陳冠齊

Analysis of Backup Measures for Naval Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Systems. / Wu, Chih-Yun、Chen, Kuan-Qi

## 64 系統工程應用於水下無人載具之電力規劃 / 陳恩斌、林聖義、蔡渙良、黃俊誠

Application of Systems Engineering to Power Planning for Remotely Operated Underwater Vehicle. / Chen, En-Pin、Lin, Sheng-Yi、Tsai, Huan-Liang、Huang, Chun-Cheng

”

學生  
專欄

## 78 從軍事到民間：在美國海軍官校的國際交流體驗 / 蔡芮芬

From Military to Civilian: An International Exchange Experience at the United States Naval Academy / Cai, Ruei-Fen

## 88 泳不放棄 / 蕭耶瑪

Growth is a process, not an event / Augustine Briton Chaemar



# Opening Remarks by Chief of Navy, ADM Tang, Hua for Bilingual Leadership Conference 2024

## 海軍官校第 2 屆領導統御雙語研討會 司令唐華上將開幕致詞

Distinguished guests, Superintendent Rear Admiral Liu, ladies and gentlemen, good morning. It's an honor and a great pleasure to join you today for the 77th anniversary of the R.O.C Naval Academy and the 2nd bilingual leadership conference. As we gather here to celebrate this milestone and explore the future of leadership, I'm thrilled to be part of such a meaningful occasion.

貴賓、校長劉少將、各位女士、先生，早安。非常榮幸今天能與大家一同慶祝中華民國海軍軍官學校成立 77 週年及第二屆領導統御雙語研討會。除了慶祝這個重要的里程碑，同時探索未來的領導統御，能夠參與這樣有意義的盛會，我感到無比興奮。



For the record, this is not an opening remarks of an official speech. It's just me sharing some of my humble thoughts about leadership which are based on the wisdom of the Bible.

在開始之前，我想先說明，這並不是一

篇正式的開幕致詞，而是我受到聖經啟發對領導統御的一些謙卑思考，與大家分享。

When I think of the word "leadership," I cannot help but break it down. It is made of two parts: "leader" and "ship." And what do we do with a ship? We steer it, we guide it, and we navigate it through stormy seas and calm waters. But let's take a step further. Leadership could mean "lead the ship," or "lead the sheep." Yes, sheep—S.H.E.E.P. I'll elaborate on it later.

當我想到「Leadership 領導統御」這個詞，我會將它拆成「Leader 領導者」和「Ship 船」這兩個字來切入。我們對船做什麼呢？不管是暴風雨也好，平靜的水域也好，我們掌舵、航行、前進。更進一步來說，「Leadership」除了意味「Lead the ship 掌舵開船」，也可能是「Lead the sheep 帶領羊群」。沒錯，就是「S.H.E.E.P 羊」。請容我稍後說明。

So, what is a leader? And what personality traits should a leader possess? Well, I'm sure you've heard or read plenty about that. The last thing I want to give you today is a cliché.



So I'll save you some time by giving you just one sentence to remember: Don't be a good guy, but be good.

什麼是領導者？一個領導者應該具備什麼樣的個性特質呢？我相信你們已經聽過或讀過很多關於這方面的內容，我不予贅述，我就用一句話來總結我的看法：不要想當好人，要想如何成為「好的」。

Every book tells you what a leader should be like, but seldom do those books emphasize the importance of knowing who you lead. And that, for me, is the essence of leadership. So now, let's dive into my favorite interpretation—lead the sheep.

訪問很多書籍都告訴你一個領導者應該是什麼樣的人，但很少強調「了解被你領導的人」，也就是「了解部屬」的重要性。對我來說，「了解部屬」才是領導統御的關鍵。接下來，讓我們深入探討我最喜歡



的詮釋—牧羊。

The Bible uses sheep as a metaphor for human beings about 400 times, and refers to God as a shepherd about 100 times. But why so many times, and why sheep and the shepherd? Well, most of us live in urban not countryside, so nowadays modern people seldom realize the nature of sheep. Sheep may look cute, but sheep are, frankly, dumb and weak. They get lost easily and are stubborn—they almost never change their

way once they've started wandering and scattering in all directions. And that's why we need shepherd dogs to force them into one path and go back to the sheepfold. Sheep cannot sense danger. They're nothing more than fast food for predators in the wildness. Sheep could exhaust food, even the grass root, and then sit in the grass field, doing nothing but waiting to die, because they can never find their ways for grass and water by themselves. In sum, sheep are stupid and helpless.



聖經中約有 400 次將羊作為人類的隱喻，並約有 100 次提到上帝是牧羊人。為什麼這麼多次，又為什麼是羊和牧羊人呢？大多數人生活在城市，而非鄉村，因此現代人很少意識到羊的本性。羊看似可愛，但坦白說，羊很愚蠢，也很脆弱。牠們很容易迷路，而且很固執，一旦開始走路，就不會改變方向，四處散開。這就是為什麼我們需要牧羊犬將羊群驅趕回正確的道路，回到羊圈。羊無法感知危險，羊群對於掠食性動物來說，無異於得來速。羊甚至會耗盡食物，連草根都吃掉，然後坐在草地上，什麼也不做，只等待死亡，因為牠們永遠無法自己找到草和水。總之，羊是愚蠢而無助的。

This metaphor is interesting, because it highlights human tendencies: we, too, can be stubborn, easily lost, not only physical but spiritual, and unaware of the dangers around us. Just like sheep, we need guidance, protection, and someone to rescue us when we stray. It's a humiliating realization of our own vulnerability and dependence on higher powers—or on those leaders in our lives who guide us. And this is precisely why the Bible uses this analogy to describe human nature,

reminding us how hopeless we are without proper leadership. But let's not be too harsh on the sheep—after all, they're just doing what comes naturally to them. But a good leader should know that, just as sheep rely on shepherds, we humans, like sheep, are creatures of habit, who may resist change, hesitate at the unfamiliar, or follow the crowd without questioning where we are going, but never reach consensus without the authority. We too, depend on a higher power to lead us through life's challenges.

這個隱喻非常有趣，因為它突顯了人類的缺點：我們也會固執、容易迷失，不僅在肉體上，精神上也是，對周圍的危險缺乏察覺。這樣的隱喻從另一個角度來看，是一種具有侮辱性的真理，企圖讓我們人類理解，我們其實就像羊一樣，也很脆弱，也依賴比自己更強大的力量，也就是「領導者」。這正是聖經為何使用這種類比來描述人性，意在提醒，我們在缺乏適當領導的情況下，是多麼的無助。但我們也不要對羊過於嚴苛，畢竟羊群也只是依照本能行動罷了。一位好的領導者應該知道，正如羊依賴牧羊人一樣，我們人類也是習慣的生物，可能會抗拒改變，對陌生事物感到猶豫，或盲目的隨波逐流，如果



沒有更高階的指導，就無法達成共識。和羊群一樣，我們人類同樣依賴更高的力量來引導我們渡過生活的挑戰。

Now let's go to leaders. Leaders are like shepherds, but your job is not only to guide but to protect. You must anticipate the dangers they might not see, steer them away from paths that could lead to harm, and sometimes use your staff like a shepherd to stab the sheep away from the cliff. It needs patience, persistence, and a deep understanding of your flock—what motivates them, what scares them, and what they truly need, even when they themselves don't realize it. Leadership is far beyond "follow me," because it is not just leading from the front; sometimes it means walking alongside, ensuring no one gets lost or fallen. And sometimes, it means being at the back, quietly watching and ready to step in when needed.

現在讓我們來談談「領導者」。領導者就像牧羊人，但領導者的工作不僅是引導，還要保護被領導的人。你必須預見他們可能看不見的危險，引導他們遠離可能造成傷害的道路，有時甚至需要像牧羊人

一樣，用你的杖去刺羊的身體，趕牠們離開懸崖。這需要耐心、堅持，還有對你的羊群的深刻理解。你必須了解什麼可以激勵他們，什麼讓他們害怕，以及他們真正需要什麼，即便連他們自己都沒有意識到。領導統御遠超過「follow me 跟我來」，因為領導不僅是站在部屬前面，有時你需要和部屬並肩而行，確保沒有人迷失或跌倒，有時你則是站在他們後面，靜靜地觀察他們，只在必要時隨時準備介入。

However, as an officer, you have to be more than just a shepherd who guides the flock and protects the sheep. You must also train your sheep to be clever and strong, to turn them into wolves who can stand firm in the face of adversity. Because in our line of work, we're not just guiding—we're preparing to confront challenges head-on, to defend and protect what we hold dear. It is essential to remember that our role as leaders extends beyond just care and guidance. We're tasked with forging strength, resilience, and a fighting spirit within our ranks. You must inspire confidence and courage, ensuring that when the time comes, your "sheep"

can rise on, not just following the path, but blazing new trails when necessary.

然而，身為一名軍官，光是引導羊群和保護羊群是不夠的，你還必須訓練你的羊，讓他們變得聰明和強大，變成得以克服逆境的狼。因為我們的工作不僅是引導，還會面對許多挑戰，捍衛和保護我們所珍視的事物。作為領導者，我們的角色不僅需要關心和指導部屬，我們的任務是鍛煉我們隊伍的力量、韌性和戰鬥精神，你必須激發隊伍的自信和勇氣，確保在關鍵時刻，你的部屬不僅能跟隨你走正確的道路，更能在必要時開創新的路徑。

You see, the metaphor of sheep and shepherd serve well in understanding leadership. Finally, we return to "leadership" and "leading the ship." Many of you may know C.S. Lewis's *The Chronicles of Narnia* and the character of Aslan quote, "the great



Lion." "Ooh," said Susan. "I'd thought he was a man. Is he quite "safe"? I shall feel rather nervous about meeting a lion." "Safe?" said Mr. Beaver. "Who said anything about safe?" "Course he isn't safe. He is a lion. But he's good. He's the King, I tell you." Now, I hope you can tell the difference between "good guy" and "good" through the story. C.S. Lewis really caught the most fascinating part of leadership.

你看，羊和牧羊人的隱喻很好地幫助我們理解領導統御。最後，我們回到「Leadership 領導統御」和「Lead the ship 掌舵開船」的主題。許多人可能知道 C.S. 路易斯所寫的《納尼亞傳奇》，小說裡面，主角亞斯藍 Aslan 是一隻獅子，他象徵著領袖的力量與威嚴。其中一個角色是人類，叫做蘇珊。蘇珊一開始並不知道亞斯藍是一隻獅子，所以她問水獺先生「我以為亞斯藍是一個人，他『安全』嗎？我對見到一隻獅子，感到有點緊張。」水獺先生反問：「Safe 安全？誰說過亞斯藍安全了？他當然不安全，他是一隻獅子啊！但是，我可以保證，He's good 他是好的，He's the King 他是君王。」我希望你們能夠透過這個故事，分辨出「good man 好人」和「good 好的」的差異。納



尼亞傳奇的作者，真的捕捉到領導統御中最迷人的部分。

I challenge everyone in this room to embrace this: don't strive to be "safe" or just a "good guy," but be "good." A good guy leads with love and tenderness, which is admirable. But to be a good leader, you must force those who you lead to see their vulnerability, weakness, shortfalls and inadequacy, having them gain self-awareness, so they could improve and change. Don't forget when you use staff to stab the sheep, from sheep's view, you seem harsh, mean and even cruel. You become an adversary when you discipline your sheep. However, love without truth, love is blind; truth without love, truth becomes burden. As a leader, you must provide both—"love and truth"—to lead your sheep, even when it exposes terrible reality. It may not make you a "good guy," but it will make you "good." You should not be a tamed lion.

我挑戰在座的每一位，去接受這一點：不要追求「安全」或僅僅成為一個「好人」，而是「好的」。好人以愛與溫柔引導，當然值得讚賞，但要成為一名好的領

導者，你必須強迫部屬，去看到自己的軟弱、弱點、缺陷和不足，使他們有所自覺，從而能夠改進和變化。不要忘記了，當你用杖去戳羊時，從羊的角度看，你是殘忍和冷酷的，在你懲罰你的羊時，你與羊是對立的。然而，沒有真理的愛，是一種盲目；沒有愛的真理，則成為負擔。作為一名領導者，你必須同時提供「愛」與「真理」，即使這會讓人看到殘酷的現實。這可能不會讓你成為一個「好人」，但它會讓你成為「好的」領導者。切記，你不該是一隻溫馴的獅子。

Last but not least, as I stand here and encourage you to be "good," I have to remind you that every one of us is also like sheep as well, not God. That means all leaders often make mistakes. So, we need to listen to those you lead, understand their needs, and even let them correct you. After all, sheep is only metaphor in the Bible. We are human beings and that's the major difference from the sheep.

當我站在這裡鼓勵你們成為一個好領導者時，我同時提醒大家，我們每個人也都是像羊一樣，而不是神。這意味著所有的領導者都有可能犯錯，因此，我們需要傾

聽被我們引導的人，理解他們的需求，甚至讓他們來糾正我們，畢竟，羊只是在聖經中的隱喻。我們是人類，這是與羊最大的區別。

Leadership is not just about you, but the ship and the sheep you lead, that makes "teamwork." You and your team should understand, trust, and respect each other, that's how I lead the ship. One individual cannot be perfect, but together, we can build a perfect team.

領導統御不僅是關於你個人，還關於你所引導的船和羊，這才是「團隊合作」。你和你的團隊應該彼此理解、信任和尊

重，這就是我帶船的方式。單靠一個人無法完美，但全船同心，我們就可以建立一支完美的團隊。

"Learning to lead." Let's embark on this journey together, and may you leave here not just as better leaders, but as leaders who create more leaders. God bless you all. Thank you.

「Learning to lead 學會領導」。讓我們共同踏上這段旅程，願你們在這裡不僅成為更好的領導者，也成為能夠培養更多領導者的領導者。願上帝祝福你們。謝謝大家。🇺🇸





# 一位老老軌的軍旅故事： 無懼無悔，微笑前行。

The Naval Journey of a Retired Chief Engineer: Fearless,  
Without Regrets, and Steadfastly Advancing with a Smile.

著者／許智勇 Hsu, Chih-Yung

經歷 海軍一二四艦隊承德軍艦輪機長

海軍司令部人軍處人管組人事官

海軍左營後勤支援指揮部修護主任

現職 國立高雄科技大學海事學院博士班研究生

場景的最初，將時間推移回到故事的起點，那一年我 15 歲，才剛完成國中學業，就還只是小毛頭的我，一如往常反骨式的選擇進入遠在臺灣南端的中正國防幹部預備學校就讀，好讓自己可以脫離家庭管教束縛、追求自由空氣、自在生活，這樣的情景發生在民國 78 年。

交待完故事的時間，便可以開始細說從頭了，故事的一開始，發生在北部的板橋火車站，沒有大風大雨、沒有前一晚的大吃大喝，更沒有離別的淚眼相視與大聲哭嚎，一切就是如此平淡，平淡到像是要去隔壁街買盒雞蛋。年少青澀的我帶著一份中正國防幹部預備學校的錄取通知報到單，與一群來自各地，彼此未曾謀面的少

年們，共同踏上駛往臺灣另一端，未知又充滿期待與惶恐的列車，彼此的緣分也同時隨著這數百公里的旅途展開。隨著車速緩緩移動，家鄉故里影像逐漸由清晰轉而模糊，心境卻是不由自主的喜悅，多年之後再憶起，一切都彷彿只是昨日，如此清晰卻又那麼遙不可及。

每個人心中都有一個夢想，尤其是年方十五未滿二十之際，對於預校的學生來說，這個夢想可能是成為一名優秀的軍官，保家衛國。然而，當時我心中所想卻只是終於不用一直讀書了，我快要可以自由自在、隨心所欲囉。思緒至此，車窗外景像已由陌生的岡山火車站取代原來熟悉的板橋。隨著目的地的靠近，心中思緒也

更顯雜亂。一股莫名的愁緒與傷悲，在一切都還來不及準備時湧上心頭。伴隨這莫名愁緒而來的正是強烈而濃郁的思念 - 對於過去熟悉的同學、習慣的老師和許多許多。

在惶恐與不安的多重壓力下，偌大的 " 高雄火車站 " 字樣映入眼簾。車隨之停了下來，車裏的人也跟著安靜了下來。帶隊長官的聲音劃破車內的寂靜：" 各位同學大家好，我是各位的帶隊官，現在我們已經抵達高雄，不過因為學校在鳳山，我們還需要換一次車，請各位在原地稍等不要亂跑。"

沒過經過太長的時間，一車的學子一準預校生們，便已來到鳳山火車站。終於到了下車的時候，拖著從來沒有過的沉重行李，下了車走向不曾親眼見過的墨綠色軍中大卡車。對於自小生長在北部的我來說，眼前南臺灣的一切在我的世界顯得特別的新奇。經過大約十分鐘的車程，我們到了目的地。那根本不是個學校呀，或者該說它算是城堡吧，好大！好令人興奮！在帶隊官將隊伍稍稍整理後，這一群毛頭小子一步一步走向那屬於年少的痴狂與執著 - 中正國防幹部預備學校。

軍校的生活多元而嚴厲，生性樂觀的我

一如囚鳥般的受困於缺乏溫度的高大圍牆之內，幸運的是沒有因為這樣得到自閉症的我，順利在三年後進入了不是第一志願的海軍軍官學校就讀，與當時年少背骨、桀傲不馴的我，一心追求速度感的理想 - 飛行員的搖籃，空軍軍官學校 - 相差甚遠。

喜愛上海洋，便也不得不愛上它寂靜而又遼闊的多元，如同愛上海軍，便也註定要享受浪跡天涯的漂泊。夜空之中，繁星點點，海風拂面，這樣海空一色穿透著月光的美麗夜景，讓我憶起多年前和同學們一起求學追夢的日子。每位同學來自不同家庭與文化背景，就像是不同的河流來自不同的源頭，將在於此匯集而成大江大海。正因為有著許多的不同和相同，外在學長的變因促使同學們在極短時間內便成了無所不談的伙伴。一起構建未來夢想，共同書寫洋溢青春。同甘也共苦。那一段分不清汗水和淚水的時光，每每重溫總是既溫柔也倍感溫暖。對曾經一起共度年少歲月的你我而言，軍校生活無疑是一段無可取代的歲月。

命運總是安排好一連串的挑战，自己在茫茫學海中開始接受軍事化養成教育，官校第一年的新生訓練，經歷那一段 " 是、不是、沒有理由 " 以及 " 言談之中沒有你、



我、他”的嚴格紀律的訓練，讓我從外觀上由平民百姓漸次轉化成職業軍人形象，在海軍官校就學四年期間的薰陶教化，訓練我成為重視思考推理，更對因果邏輯關係有了深層瞭解而深化為對自己的言行負責，對團體榮譽的高度重視；同時也奠定學科基礎，此外在學校多元的教育下，培養跨領域探索的興趣，印象較為深刻的則是參加過國際標準舞蹈社，並參加校外研習，與已故舞蹈名師劉真有過短暫的師生情誼。

接受中正預校及海軍官校歷經總計七年的軍事化洗禮，與修習軍事範疇課程後，85年11月畢業任官，開啟了我與海軍輪機的相識相知之旅，尉級軍官期間在當時最精良的陽字型軍艦歷練了損管官、輪機官，因緣牽引下有機會在時下聲名遠播的拉法葉軍艦服務，最終以三級艦輪機長（錦江級後續艦 - 湘江軍艦）職務為另一段軍旅過程揭開序幕。

校級軍官是整個軍旅生涯最重要也最具挑戰的時段，曾任職於後勤支援指揮部的計畫、工程部門，先後擔任過計畫管制官與工程監修官、因而對於艦船的維保作業流程與整體支援架構有了完整的認識，接續派任中字型軍艦、康定級艦等內燃機推

進的船舶擔任輪機長，任期內和士官團隊共同完成讓17年艦齡的船在最大設計速度（OS-250）下持續運行，也包括了順利執行兩艘中字型艦艇的除役整備工作，我大概是少有的擔任過三艘中字號輪機長的人了，命運就是如此美妙、軍旅期間也在艦艇任務派遣的最高指揮單位—艦隊指揮部，後勤保修綜理單位—保修指揮部等單位歷練過參謀、主管等屬性不同的職務。綜觀軍旅生涯全程，從初階軍官執行艦船機械艙間裝備保養、操作訓練維護，到陸岸職務認知後勤支援作戰的無可取代，與運補、營產管理、緊急電力系統、車輛管理及環保消防等不同面向的整備、規劃與管制，累積足夠實務經驗以勝任每一時期的職務

後勤工作的範疇不僅執行艦艇維修保養，更是精研未來新式科技引用的體系，現代化艦艇多數系統均已將自動控制，PLC（Programmable Logic Controller，可程式邏輯控制器）、AI（Artificial Intelligence，人工智能）等智能化產物納列設計之中，未來具有規劃、溝通協調能力是基本要求，能夠正確運用資訊產品、掌握工程節點進度，兼以專案經理人自居進而拓展視野也是基本的態度、如何

整合式運用，想方設法與國際接軌，增進外語能力，善用資源共生共榮的合作精神應是每一位輪機工程的從業、研究等相關人員共同的願景，期待各位學弟妹能夠以加入這樣一個充滿活力、人文關懷的大家庭感到光榮，並發願一起為海洋事務盡一分心、獻一分力。

受階服務海軍逾二十五個寒暑，歷練過參謀、主管等職務，亦曾服務於艦艇作戰與後勤支援等性質迥異的單位，先後分別擔任過各式艦艇輪機長，適逢政府大力推動國艦國造、國防自主等重大海軍建軍政策，深感海軍後勤軍官對維護未來艦艇妥善，提供艦艇銜命奔赴海洋執行任務的角色扮演上具決定性因素，換另一個角度思考，艦船的核心主要即為動力、電力系統，意即輪機工程範疇之列，未來如果能夠結合產業界、學術界、經濟投資效益、應用需求等各界實務經驗，研討最適方案，以發掘潛存發展因子，肆應未來海洋事務載台運用，推動艦船輪機智能化、自動化與現代化、無人化，維持艦船妥善與高度可靠，才不枉費善用搭配當代人工智能發展的良機。

就趨勢走向而言，當今國防預算編列逐年刪減，料配件籌購較以往不易，詢訪商

源難度相對提高，對艦艇後勤維保影響甚鉅，許多裝備遂有性能提升或構型變更需求，試想若能從源頭設計角度精進，或許能有效減緩衝擊程度，整合與協調能力是人類優於人工智能的有利條件，每個人的本職學能都會有上限，鼓勵大家透過繼續進修獲取更多專業知識，從相關領域議題深入研究探討，以提升自我學能，拓展視野，強化多元思考及判斷能力，朝向才學兼備的管理者、領導者自許，進而影響團隊，型塑優質文化，共同為輪機工程發展寫下新頁。

期許每位學弟妹能在未來海軍的服務生涯中，透過經驗分享、深造研究，技術引進等結合個人服務海軍期間經驗、學識，以更優質的學識素養、更嫻熟的技藝職能，回饋貢獻於海軍，期盼有機會將研究成果實際運用於未來的海洋事務。

在我還只是尉級軍官的時候，我就夢想派任康定級艦輪機長，甚至是一二四艦隊的修護科長，我順利完成了在船上服務的夢，也一直在做經驗傳承和分享的工作，在多數歷練過的職務，我都寫下了經驗傳承供後續的學弟妹們參考改進，校級軍官時期整理比較完整的資料有康定級艦與美式軍艦的輪機、損管常識，應該還在艦



隊流傳吧，以及司令部人事官的工作經驗累積，也都還提供後來的工作者節約探索時間，而在短時間可以勝任工作，當然離開海軍前的最後職務 - 左支部修護主任，也是耗費心力的寫下對旗津廠區的所知所思，如果你有機會，建議你也可以參考，並按照遇到的狀況改善後繼續流傳，我想這樣的建設一致性可以為後勤省下不少歸零後的奮鬥，不僅如此，我還幸運的派赴法國受訓及美國後勤觀摩。接下來就和大家分享國外經驗的所思所想，各位也可以當作船上見學的重點學習方向參考：

一、全面通則性瞭解輪機部門與其他單位的關係，例如，在法國海軍拉法葉級軍艦輪機部門分為主機、輔機、電機、損管組，其中主機組負責主推進系統、舵機、穩定翼等液壓系統；輔機組負責日用發電機、舷外輔機、直昇機輔降系統、淡水、燃油、冷卻水系統等；電機組負責電子系統非機械部分維修；損管組負責艦艇安全管制、空調系統、損害管制訓練作為。

二、英文是國際通用語言，但事實上如果考慮地區腔調和人文環境（這個例子是指法國受訓），參訓人員若能具備基礎當地語言能力，可大幅度的提升學習成果，在當地的日常生活亦可相對順利，獲得明

顯改善，英文能力的熟悉度非常重要，我們大多數在閱讀和書寫上都比較沒有問題，但口語表達和聽力訓練則需要針對性加強，主要是不流利，我個人建議解決的方案是用學習母語的方式學習外語，及早養成以目標語言的表達，例如使用英英字典和熟悉母語人士的日常表達，收看和收聽自我有興趣的議題，多聽幾次，確實明白各種用法，避免只能使用教科書式的語言溝通法，而且要能熟悉各種腔調，因為你不只會跟母語人士交流而已，主要的是要能和國際人士互動，不是嗎。

三、各式艦艇輪機長的人才訓練與後勤指揮決策能力的培育是不能間斷的持續性工作，畢業任官後亦可將所見所想，建議技術學校增列相關訓練課程。或是在原有的相關課程中增加後勤組職運作現況與後支部參訪見學行程，搭配艦隊行之有年的軍士官團教育和定期的輪機幹部座談會，分享共同的裝備整備、修護經驗，將可提升艦艇輪機人員所應具備的專業知識，自身的建議即使本身已無法受益，亦可嘉惠後期學弟妹，對整體團隊而言才是進步，談到這也想到一句話跟各位分享，具備「成功受獎不必有我、努力過程一定有我」的思考，將能夠使自我受益。

四、軍事產業民營化或許將會是未來的走向，如果是，那麼軍民雙方的裝備維修作業將以合約為主要依循，所以看懂合約和具備法律素養也就是基本要求，好的合約，除了可以保障民間廠商的合理利潤外，也讓符合資格的民間廠商之間形成競爭，但因利潤合理，競爭也會是良性，那麼，在未來職場的所需，現在開始接觸，可以為自己提早創造有利態勢，爭取發展的願景，才不致在機會來臨時空感嘆，有句話說不怕沒機會、就怕沒準備，因為要用到才開始準備絕對來不及的，你是否也曾有書到用時方恨少的感觸呢，所以，別只是等待，行動吧，有了一開始的起步之後，路就不遠了。

五、人才培育一直是所有團隊的重點，包括了學歷取得與技術證照獲取，或派訓國內外相關機構強化職能素養，人才的培養無疑的是一個長期工作，所以如何讓自己值得被培養，是應該及早規劃、及早行動，不論是語言、電腦程式或專門技術，投資自己永遠不會太晚也絕對值得，為了避免落入空談，計畫當中務必加入時間軸，並經常用目標管理的角度反思，要達到目標的前提條件是什麼，那就是你應該努力投資自己的。

六、隨著女性同仁人數的增加，除了兩性平權外，基於同工同酬前提，對兩性的工作義務和酬勞要求是一致的，國軍目前已有女性將軍，本軍亦有女性輪機長，所以學弟妹們，專業很重要，面子不重要，遇到不明白的，打破砂鍋問到底，對事物存有疑問不解決，將會是未來工作決策隱患，寧可被笑幾次，也不要為了不值錢的面子被笑一輩子，面對那些「面子」與「裏子」的愛恨情仇，請務必選擇後者，因為你可能是下了命令會要了別人的命的人，不可不慎呀。

七、法國海軍將輪機長定位為管理協調角色，其對艦艇輪機長要求主要有六點：包括第一：三思後行，避免衝動行事，第二：值得信任，也就是可靠，第三是嚴格，對自我行為的要求和對輪機工作的態度必須嚴格，第四要具備組織能力，當接受到任務時，能夠短時間組織人員、裝備、物件在適當的分配，以滿足任務需求，第五則是具備預測能力，要有預知技能必須通透事物本質的原理，最後一項是管制掌控，如同支部的修艦管制作業，會有時間節點上的管理，以控制成本、人力、物力等資源，所謂他山之石可以攻錯，透過法國海軍對其特定職務所訂立的條件與要



求，我們要自我檢視，實施優劣分析，我們在那些方面佔了優勢，請繼續保持，又有那些是可以改善的，請及早行動，不是流行一句沒有最好、只有更好嗎，把這句話用在這方面就很適合，不過請記住，所有的人都只會跟你一陣子，只有自己能夠和自己相處一輩子，誠實面對問題，接受他人意見、充分交流討論才能成為比昨日進步的我，如此循環，今天的我比昨天的我更為進步，日子久了，不就是卓越非凡，不就是優秀了嗎。

八、遠赴國外參訓期間的活動包括會議研討、實地參訪、裝備檢修見學，如果能夠在出國前取得實際所需要的資訊乃至於所遇的困境，在當地參予活動時，就能夠及時的將問題和關鍵人物實施第一手交流，把注意力投入真正需要，所以事前的預習工作及問題確認釐清相當重要。另外，因應近年疫情所發展的遠距視訊，可轉化為教學器具外，亦可發展為非機密會議的工具，在節約人員往返差旅的同時，也減少人員在外所可能衍生的意外風險，不是一舉數得嗎，提供各位學弟妹一個不同角度的思考，不要當一個 YES MAN，凡事都說對、都說好，缺少主見，沒有思考的海軍軍官，很少可以為海軍帶來利益。

九、法、美兩軍，無論艦艇或陸岸單位，均於參訪前要求相關人員，無論階級、身分，均在完成配戴安全防護裝具才可入內參訪，對安全防護作為要求之嚴格與落實，是值得我們學習推廣，國內在職安衛領域上也受到相關法規的要求，尤其是後勤工作的工程施作上，登高、粉塵、高溫、吊卸等等作業，我們執行的大多是一些高風險的工作，如果沒有高度的工作安全意識，會把自己帶領的團隊帶入危險而不自知，所以利用時間充實自己在安全上的認識，對你絕對有幫助、將來工作看到潛在安全危機，你才有能力阻止，才具備有預先看見未來的能力。

十、前文提及善用人工智能等科技手段，這種作法適用於廠庫房、艦艇單位及各類決策系統，主動推動智能設備的實際運用，實現以簡馭繁的工程技術與藝術。用最少人力發揮最大效能為改善目標，使得人力、物力、時間等資源均獲得最佳分配。或許尚無艦艇經驗的官校學生還無法真正體會到，但凡經歷過船上服務的伙伴們都知道裝備性能，除了在原廠出品鑑定之良窳外，其重要的決定因素在於操作人員，後勤人員應該全面提升對計畫性工作的重視，甚至想方設法讓所有工作儘可能

計畫化，如前所述，關鍵重點在於人，但人才培養與訓練耗費時日，科技發展一日千里，若缺乏合格的操作和管理人員，可預期的是再優良的系統裝備，也無法發揮其應有的水準。



圖1：少校階赴法受訓時參訪法國海軍的庫房與修造工廠

另外幾個重要的觀念說明，所有的硬體裝備都可以用金錢籌購獲得，但是專業人才的培養，和經驗的累積需要的是時間，分享國外經驗時也提到，法、美兩國海軍在安全與品質要求上、堅持不妥協的作法值得效法，眾所皆知，沒有安全就沒有一切，國外的作法是降低人為失誤的預防



圖2：中校階率隊赴美參訪美國海軍的後勤單位

措施，再者，所有的個人防護裝備都是安全的最後一道防線，如果失守所帶來的將是致命性的傷害，當然，除了需要全體後勤工作伙伴的共同努力之外，更需要具有政策決策權的長官支持，才能夠使相關方案推展的順利，後勤人員要以實際顯示成果為依據而實施評斷，若為了美化數值而錯誤引用相關紀錄，所得結果亦無參考價值，畢竟安全無可取代。著眼未來，因應國艦國造政策，後續的自動化、電子化、無人化和透明化等後勤軟實力的建構上，以及技術面上的自動控制、程式撰寫、機電整合等等，仍有許多可以探索。

追夢的過程充滿挑戰，但只要我們勇敢面對，堅持不懈，就一定能一步一步貼近自己的夢想。希望閱讀這篇文章的每一位都能勇敢追夢，無懼無悔，微笑前行。





# 淺析海軍防禦性布雷執行作法一 以第四作戰區為例

Brief Analysis on the practice of defensive mine operation of the Navy utilizing the scenario under 4th TO.

著者／陳浩瑋、林明治 Chen, Hao-Wei、Lin, Ming-Chih

陳浩瑋 現職 國防部海軍常務次長室中校行政官  
林明治 現職 國防大學海軍學院上校教官

## 壹、前言

因應當前敵情威脅，國軍依「防衛固守，重層嚇阻」的軍事戰略指導，運用重層嚇阻手段，以不對稱作戰思維，利用海峽天塹及地理環境，構築多層次防禦縱深，<sup>1</sup>其中「水雷作戰」亦是這道防禦鏈中不可缺少的類型作戰之一，水雷是一種可有效發揮海上拒止功效的武器，可對敵遂行不對稱攻擊；<sup>2</sup>水雷可用於攻勢亦可用於守勢，而我國屬守勢作戰，故主要以防禦性布雷為主，「防禦性布雷」係指在我方所控之水域實施布雷，<sup>3</sup>以達遲滯敵

行動及打亂其作戰節奏等目的。我國於2014年1月1日成立了布雷作業大隊，隸屬於海軍一九二艦隊，大隊下轄三個布雷作業隊，平時負責水雷的檢整、布雷裝具保養維護及人員訓練，確保布雷戰力維持；戰時則負責對臺灣本島四周海域及近岸，執行防禦性（反登陸）布雷。

近年我國籌建了四艘不對稱戰力之一的快速布雷艇，並於2022年1月14日由蔡英文總統赴海軍左營基地主持「海軍一九二艦隊布雷大隊第一、二布雷艇中隊成軍典禮」，這是海軍史上首次建立布雷艇中隊；「布雷艇中隊」是將原來

1 國防部，《中華民國112年國防報告書》，（臺北市，國防部，2023年9月），頁63。

2 傑佛瑞·提爾 (Geoffrey Till) 作，李永悌譯，《21世紀海權》（臺北市：國防部史政編譯室，2012年11月），頁225。

3 國防部，《國軍軍語辭典 - 九十二年修訂本》，2004年3月，頁6-99。

的「布雷作業隊」加入一艘快速布雷艇（Fast Mine-Laying Boat, FMLB）、一艘通用登陸艇（Landing Craft Utility, LCU）、六艘機械登陸艇（Landing Craft Mechanized, LCM）及一個水雷整修區隊整合併編而成，迄今已成軍 4 個中隊，分駐於左營、蘇澳、基隆及臺中等地，<sup>4</sup> 依令執行各作戰區水雷整備、運輸、裝載及布放等任務。

我國布雷的時機為敵方有明顯犯臺徵候時，<sup>5</sup> 故布雷作戰通常於動員令發佈之前就已經開始，這對於僅依靠「布雷艇中隊」有限的的能力來執行防禦性布雷是一個巨大挑戰。因此，本研究將以「第四作戰區」（以下簡稱四戰區）為例，探討在現有資源和能力條件下，執行防禦性布雷過程中可能面臨的問題，以及如何有效利用作戰區資源來提升布雷戰力，提高防禦性布雷執行的效率，進而為國軍整體防衛作戰爭取更大的勝算。

本研究聚焦於四戰區內的布雷作戰，將區分陸上及海上的執行階段。由於水雷相

關的準則和教範多為機密，因此在資料收集方面存在一定的難度。本研究將主要依賴公開資料，這可能會導致某些分析上的盲點，透過本研究期望能為提升防禦性布雷執行作法提供有價值的建議。

## 貳、布雷能力

### 一、水雷特性與限制

水雷是一種預先布放在水中，在藉由任何（定時、碰觸、感應、人為控制等）方式引爆，以造成附近水域船艦受損、人員傷亡的爆炸性武器，我國為海島型經濟國家，基於國家戰略及成本效益考量，水雷是各類型作戰中投資成本較低，長期有效之待敵武器，<sup>6</sup> 可有效達到海上拒止及遲滯敵行動之效果，符合我軍事戰略目標；水雷的構造大致上由雷體（殼）、雷錨、感應模組、導爆（炸藥）鏈、安全及延時備炸裝置、發火及反掃機構等組成；<sup>7</sup> 另依據水雷的構造（繫留、沉底雷）與感炸方式（觸發、聲、磁、壓或複合式感應

4 吳書緯，〈捍衛海疆 布雷艇中隊成軍〉，《自由時報》，2022 年 1 月 15 日，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1495900>，檢索日期：2023 年 12 月 1 日。

5 倪誌男，〈本軍佈雷時機與運用研析〉，《海軍學術雙月刊》，第 51 卷，第 3 期，2017 年 6 月，頁 101。

6 吳佳蓉、劉博文，〈海軍防禦性布雷兵力整體運用規劃〉，《海軍學術雙月刊》，第 55 卷，第 3 期，2021 年 6 月，頁 75。

7 劉博文，〈海軍布雷作戰運用〉，《海軍學術雙月刊》，第 52 卷，第 4 期，2018 年 8 月，頁 85。



雷)，於水雷整備階段的人力與時間需求將有所不同，故水雷於布放前的整備階段，是需要經歷複雜的程序且極耗費人力及時間，對於整體布雷作戰運用及執行全程，亦是重要的考量因素之一。

本軍目前所使用的水雷計有「萬象一型水雷」、「萬象二型水雷」及「MK6 水雷」等三類五型水雷（如表一），依據水雷布放後在水中的位置，主要區分為繫留雷和沉底雷，其特性與限制，簡要說明如後：

### （一）特性

繫留雷通常被固定在水下的某個深度，雷體本身透過雷錨及繫留索固定於海底，以觸發或感應的方式攻擊或防禦船艦。它們的特點是布設在水下特定深度，可針對特定吃水深度之目標實施定深，對其造成威脅；另沉底雷則是直接布放於海底，以感應觸發（聲、磁、壓）的方式引爆，此種雷的優勢在於它們可以部署在深水區域，對敵潛艦亦可產生威脅。

1. 「MK6 水雷」為美國製造的傳統機械式繫留雷，可由艦艇布放，引爆方式為觸發，攻擊對象為水面艦及潛艦，布深可達

200 公尺以上。

2. 「萬象一型水雷」為中科院自行研製之沉底雷，區分錐形沉底雷及柱形沉底雷兩種形式，感炸方式為磁感應，可由艦艇及飛機空投布放，水雷全重 635 公斤、裝藥量 295 公斤，攻擊對象為水面艦及潛艦，布放深度 10 至 50 公尺。<sup>8</sup>

3. 「萬象二型水雷」亦為中科院自行研製，區分沉底雷及繫留雷兩種形式，繫留雷感炸方式為「聲、磁、壓感應」、布放深度 20 公尺至 300 公尺，布放方式為艦布，水雷全重 1110 公斤、裝藥量 170 公斤；萬象二型沉底雷的感炸方式與繫留雷相同，差異在布放深度 10 至 250 公尺，布放方式可艦布、空投與潛布，水雷全重 615 公斤、裝藥量 400 公斤。<sup>9</sup>

### （二）限制

水雷的限制依照其構造，主要可區分電池電力、海洋環境、整備的人力及時間等，因此，在水雷的整備及布放程序中，需要綜合考慮各種限制因素，以確保水雷的作戰效能和可靠性，各類限制分述如後：

8 游凱翔，〈國造萬象水雷罕見亮相海軍操演秀制海戰力〉，中央社，2021 年 1 月 27 日，<https://www.cna.com.tw/news/aipl/202101270157.aspx>，檢索日期：2024 年 2 月 15 日。

9 同註 6。

表一：海軍五型雷一覽表

形式	MK6 繫留雷	萬象一型水雷		萬象二型系列	
		錐形	柱型	繫留雷	沉底雷
圖示					
感炸方式	機械觸發	磁感應		聲、磁、壓複合感應	
布深	200公尺以上	10至50公尺		10至250公尺	
全重	635公斤	635公斤	635公斤	1,110公斤	615公斤
裝藥量	130公斤	295公斤	295公斤	170公斤	400公斤

資料來源：參考吳佳蓉、劉博文，〈海軍防禦性布雷兵力整體運用規劃〉，《海軍學術雙月刊》，第55卷，第3期，2021年6月，頁76，由作者整理繪製。

1. 電池電力：水雷完成布放後，通常具有一定的效期，受限於感應模組的電量，及長時間的浸泡在水中或暴露在海洋環境中會使得水雷的感應模組、電子元件和機械結構等受到腐蝕，而降低其效能及可靠性。

2. 海洋環境：水雷的運作受到海洋環境的影響，包括水深、海流、海底地形、水溫和水質等因素，這些因素可能會影響水雷的感應、偵測和引爆效能，而影響其作戰效果；另水雷的效能亦受到布放深度的限制，過淺的布放深度可能會導致水雷易被發現及反制，影響其作戰效果；而過深的布放深度則可能降低水雷的感應靈敏度及殺傷力。

3. 整備人力及時間：水雷於布放前需於陸上完成整備、運輸及裝載等程序，以確

保其效能及可靠性。這包括對水雷的電子模組、機械結構和爆炸裝置等進行安裝、設定及品管，需要耗費一定的時間及人、物力資源，限制了水雷的布放的效率；就我海軍所使用之五型水雷，依其構造及感應方式其整備所需的時間及人力為：萬象二型水雷 > MK6 繫留雷 > 萬象一型水雷（水雷整備需求比較如表二）。

## 二、布雷作業能力與限制

完整執行布雷作業須要完備「水雷整備」、「運輸」、「裝載」及「布放」等階段，缺一不可，「布雷艇中隊」作為執行此任務的關鍵單位，故對於其能力與限制之了解對於後續作戰運用有其必要性，就一個「布雷艇中隊」的能量，在執行上述各階段時的能力與限制為本章節所探討的重點，「布雷艇中隊」在部隊的編制

表二：水雷整備需求比較表

水雷整備需求比較表			
雷種	MK6繫留雷	萬象一型水雷	萬象二型系列
整備時間	次之	較短	較長
所需人力	12-14人	8-10人	14-16人
噴印編號	●	●	●
分離雷殼及雷錨	●	—	●
定深設定	●	—	●
安裝火藥鏈	●	●	●
安裝電子(電子)模組	●	●	●
參數設定	—	●	●
水密測試	●	●	●
組合雷殼及雷錨	●	—	●
最終檢查	●	●	●

資料來源：參考劉博文，〈海軍布雷作戰運用〉，《海軍學術雙月刊》，第52卷，第4期，2018年8月，頁85；小水雷，檢自<https://patents.google.com/patent/CN215572494U/zh>，由作者整理繪製。

表三：布雷艇中隊編制概估表

單位	編制人數	備考
中隊部	約10	主官少校編階
快速布雷艇(FMLB)X1	17	艇長為士官長編階
通用登陸艇(LCU) X1	18	
機械登陸艇(LCM) X6	30	每艘5員/艇長為上士編階
整修區隊	約30	負責水雷保養及整備

資料來源：吳書緯，〈捍衛海疆 布雷艇中隊成軍〉，《自由時報》，2022年1月15日，<https://news.ltn.com.tw/news/politics/paper/1495900>，檢索日期：2023年12月3日，由作者整理繪製。

上是屬於「連級」單位，單位主官為少校編制，並由一艘快速布雷艇、一艘 LCU 通用登陸艇、六艘 LCM 機械登陸艇及一

個水雷整修區隊所組成（編制概估如表三），<sup>10</sup> 針對布雷艇中隊執行布雷作業各階段的能力與限制分述如後：

### （一）能力

1. 水雷整備：布雷艇中隊下轄了一個整修區隊（約 30 人），平時負責各型水雷的保養及維修作業，戰時則負責開設水雷整備線執行水雷整備，依各雷區所需之雷種與雷量依序實施檢整，使其布放後可正常作動及備炸；另考量人員工作負荷，水雷整備為採三班輪替執行，整備線上依雷種均保持 8 至 14 人作業，故受限於人員編制，整修區隊同時僅能開設一條水雷整備線執行水雷整備，換言之，同一時間只能整備乙型水雷。

2. 運輸：各中隊配有中型戰術輪車，戰時可載運水雷，將完成整備之水雷依序由水雷整修所運輸至裝載碼頭，惟運輸的效率取決於戰術輪車的數量及運輸的雷種，每一趟車次可載運的雷量，會因各型雷的重量而有所差異。

3. 裝載：一個中隊編製一艘快速布雷艇、一艘 LCU 通用登陸艇及六艘 LCM 機械登陸艇（諸元如表四），戰時依令裝載

10 同註 3。

各型水雷並航渡至各雷區實施布放，結合這些不同類型的載台進行布雷作戰，可滿足不同雷區水雷布放的需求，各型制式載台簡要說明如後：

表四：我國正規布雷載台諸元

艦型	快速布雷艇 (FMLB)	通用登陸艇 (LCU)	機械登陸艇 (LCM)
圖示			
滿載排水量(噸)	347	390	58
最大速率(節)	14	12	10
續航力(浬)	1200	1200	125
長×寬(公尺)	40×8.8	41×9	16×4

資料來源：參考吳佳蓉、劉博文，〈海軍防禦性布雷兵力整體運用規劃〉，《海軍學術雙月刊》，第55卷，第3期，2021年6月，頁79，由作者整理繪製。

(1)快速布雷艇 (FMLB)：為我國國艦國造的一部分，具有快速、靈活及水雷酬載量大等特色，其滿載排水量 347 噸，長 40 公尺、寬 8.8 公尺，最大速率達 14 節，可續航超過 1200 浬，艇上配備一門 20mm 機砲、一挺 7.62mm 機槍用以自衛<sup>11</sup>，並配有自動化布雷系統，可取代傳統人力作業並可攜帶我國現用之五型水雷，提升布雷效率。

(2)通用登陸艇 (LCU)：為本軍傳統制式布雷載具，其滿載排水量 390 噸，長

41 公尺、寬 9 公尺，最大速率達 12 節，續航力 1200 浬，艇上配備一門 20mm 機砲及一挺 7.62mm 機槍用以自衛，於快速布雷艇尚未成軍服役前，於其甲板艙裝雷軌後，可裝載本軍現役五型水雷，惟受限於甲板空間及裝備，通用登陸艇的裝載量及最大速率較不如快速布雷艇，水雷布放亦採用傳統人力推雷方式執行。

(3)機械登陸艇 (LCM)：係將原主要用於近海載運人員或物資的登陸艇，其滿載排水量 58 噸，長 16 公尺、寬 4 公尺，最大速率達 10 節，續航力 125 浬，具有隱密性佳、吃水淺等特特色，於甲板艙裝雷軌後，負責裝載中科院自行研發之新一代智慧型潛水雷，<sup>12</sup> 布放於灘岸淺水區或出海口河床，達重層嚇阻之目的，惟目前潛水雷尚未量產，亦無相關公開資訊，故不納入本專題研究範疇及作戰運用。

4. 布放：在水雷經過整修區隊的整備，經運輸及裝載上艇後，執行布雷作業的最終階段就是依布雷計畫將水雷安全且精確地布放於指定的雷位。這一階段的成功執行依賴於精確的導航、良好的海象預測、

11 李忠衛，〈快速布雷艇與光榮之星進行聯合海試〉，《尖端科技》(臺北：尖端科技軍事雜誌社)，2020年8月4日，<https://www.dtmddatabase.com/News.aspx?id=965>，檢索日期：2024年2月19日。

12 吳佳蓉、劉博文，〈海軍防禦性布雷兵力整體運用規劃〉，《海軍學術雙月刊》，第55卷，第3期，2021年6月，頁79。



以及對布雷海域的詳細瞭解。布雷艇必須在敵方偵察和火力打擊的威脅下，保持隱蔽性，並迅速完成布雷任務。

## （二）限制

布雷艇中隊在執行任務時所面臨的限制，需要從幾個關鍵面向進行分析，包括載台、戰術、人（物）力及環境等方面，水雷都需要靠艦艇、潛艦或飛機等載台進行運輸和布放，於陸上亦須車輛及各類機具（吊車及起重機）執行裝載、運輸作業。這意味著水雷的運用受到載具的數量和運輸能力的限制，同時也受到載具航行範圍及作戰部署的影響，說明如後：

1. 載台限制：布雷艇中隊雖擁有多種載台（快速布雷艇、通用登陸艇及機械登陸艇），但各型艇都有特定的限制，除了各型水雷的酬載量限制外，三型艇中僅有快速布雷艇於艇尾左舷配有液壓吊桿，可自行吊掛裝載水雷（需左靠碼頭），另於布雷甲板前段設有大艙蓋，此設計便於自艇首吊掛裝載水雷（需吊車支援）；通用登陸艇及機械登陸艇則須吊車支援才能實施水雷吊掛裝載作業。

2. 戰術限制：布雷艇受限於自衛武裝薄弱，執行任務期間若遇敵空中或水面武裝力量襲擾，則無法有效反制，故於海上執

行布雷任務全程需要岸置火力掩護或陸戰隊 M96、M109 艇及海巡等艦艇支援伴護的前提下遂行。

3. 人（物）力限制：海軍執行防禦性布雷時機，乃依據敵情威脅與徵候研判，當敵具明顯武力犯臺之早期預警徵候時，聯合作戰指揮中心（JOCC）即可下達布雷命令，然而此時動員令仍未發布，在無動員人（物）力可支援布雷作戰的前提下，僅可靠中隊人力執行水雷整備（只能開設一條水雷整備線）、運輸及裝載等工作，對於一個少則數十顆，多則上百顆水雷的防禦性雷區而言，將需耗費非常多的時間才能完成，進而影響整體作戰進程。

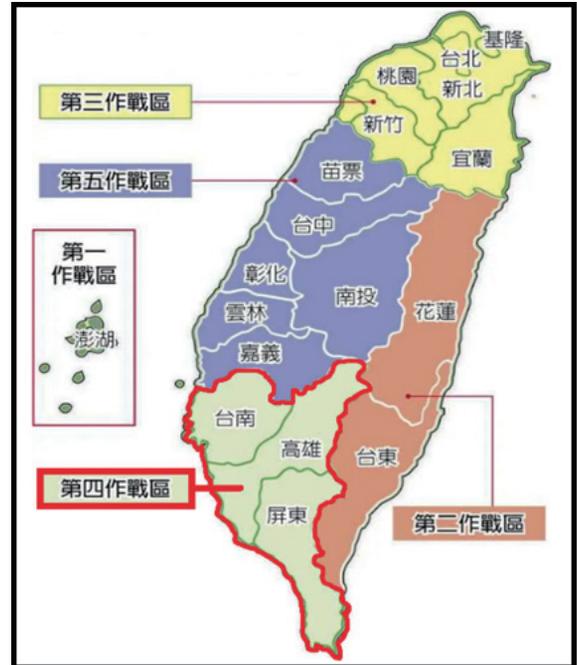
4. 環境限制：惡劣的天氣和海況可能造成布雷艇的航安顧慮及布雷精度，特別是在惡劣天氣條件下，視覺和導航設備的效能可能降低，進而影響布雷作業；另特定的海域地形和水文條件（如深度、潮流、海底結構）亦可能對雷區規劃及雷種的選定造成限制。

## 參、雷區規劃構想

### 一、作戰環境分析

水雷是一種等待中的武器，與其他武器比較之下就像一個設計好的陷阱等著別人去獵除，並形成箝制的力量，<sup>13</sup> 而這個陷阱要布置在哪裡才能不僅成功使敵人踏入且使敵人受傷？因此要執行布雷作戰來阻止共軍登島作戰成功，首先要瞭解臺灣周邊海域對於布雷作戰之影響；另本研究是以四戰區為例，故作戰地區即為四戰區之範圍，其轄區為臺灣南部地區（臺南市、高雄市、屏東縣）（如圖一）；布雷作戰受到水文、港口及彈庫位置等影響極大，所以作戰區布雷海域的每項水文資料及港口、彈庫位置，都將影響水雷壽命及布雷效率，水文部分以水深之影響最大，其次則為海底底質、潮汐、流與其他海洋物理特性之影響；另於陸上亦須考量港口、彈庫及登陸海灘位置，現就影響四戰區周邊布雷作業之作戰環境概略說明如下：

圖一：國軍第四作戰區示意圖



資料來源：呂昭隆，〈國防部重大變革！因應三軍聯合作戰軍團改成作戰區〉，《中國時報》，2021年5月11日，<https://tw.news.yahoo.com/>，檢索日期：2024年3月9日，由作者整理繪製。

### （一）水深

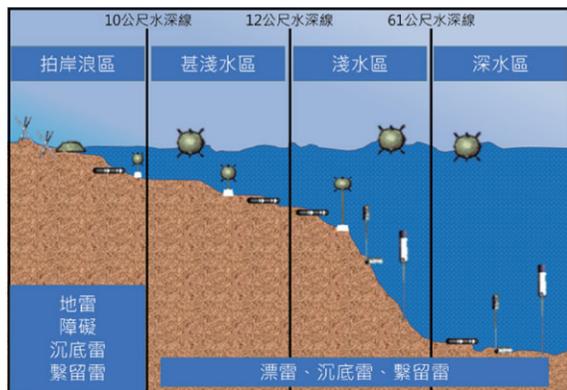
美國海軍在反登陸作戰中，將戰場劃分的標準所示為：拍岸浪區（水深 3 公尺～海水低潮線）、甚淺水區（水深 12 公尺～3 公尺）、淺水區（水深 61 公尺～12 公尺）、深水區（水深 61 公尺以上），在水雷作戰部分，適宜之布設區域從甚淺水區到深水區，各類型水雷布放水深分區（如圖二），一般來說沉底雷不能布放在

<sup>13</sup> Lee M. Hunt 作，江暢譯，〈Mines Remain the Weapons that Wait 水雷 - 等待中的武器〉，《海軍學術月刊》，第三十三卷，第八期，1999 年 8 月 10 日，頁 42-49。

過深的海域，但也不能過淺，水深太深會導致擊發裝置無法作動，水深太淺有可能造成布放時與海底碰撞而損壞，以水面艦為目標之感應沉底雷，最大布放深度不超過 50 公尺效能最佳；繫留雷之布放深度視種類最小布放深度約為 4.5 公尺最大約為 500 公尺，布放深度受到繫留索長度限制，以反制水面艦為目標，所布放之繫留雷，一般布放深度不超過 200 公尺，若以潛艦為目標，所布放之繫留雷，最大深度不超過 500 公尺。

四戰區周邊海域的地形特徵因西臨臺灣灘，地形平坦，平均水深為 60 公尺，對於布雷作戰提供了有利條件，使該海域適合進行布雷。此外，澎湖水道及其以南的海域逐漸變深，直至南海盆地，水深可

圖二：布雷水深分區示意圖



資料來源：林澄貴，〈反登陸作戰佈放水雷之研究〉，《海軍學術月刊》，第三十六卷，第七期，2008年07月01日，頁 32。

達 3000 公尺。這種地形變化為布雷作戰提供了多樣性和靈活性，使得布雷行動能夠根據海域深度和地形特點進行調整和變化，故就水深而言，四戰區周邊海域皆可遂行布雷作戰。

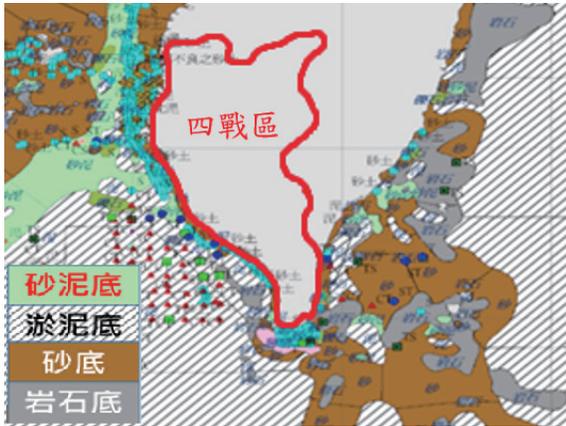
## (二) 海底底質

海底底質對於繫留雷的抓力、沉底雷水下爆炸時的海底反射作用及沉底雷的掩埋過程都有影響，堅硬又平坦的岩質海底適合布放沉底雷，其可以減少水雷地滾動，在水下爆炸時所反射的作用大，而且較不會被泥砂掩埋，但會影響繫留雷之雷錨抓地力；泥質海底在經過一段時間後可能掩埋沉底雷，遭掩蓋的水雷雖然能增加水雷反制下的存活率，且對於磁性感應水雷之靈敏度幾乎沒有影響，但卻對音響及壓力感應之水雷擊發裝置影響極大，且在泥質海底中，繫留雷之雷錨抓地力較佳，但對於沉底雷水下爆炸時所反射的作用較小。四戰區沿海多泥、沙底，適宜水雷之布放，惟須考量泥砂對水雷之覆蓋問題，故就四戰區周邊海底底質而言，可配合底質調整雷種（如圖三）。

## (三) 潮汐

潮汐引起水位週期性的漲落，因此水雷對海面的深度也隨之發生周期性的變化，

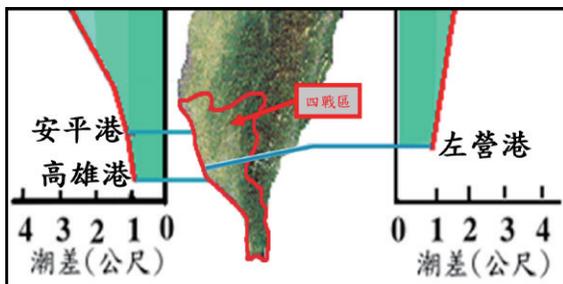
圖三：四戰區周邊海域海底底質圖



資料來源：張元櫻，〈台灣海峽內音傳損耗特性及變動性模擬研究〉，《第 32 屆海洋工程研討會》，2010年11月，頁 755，由作者整理繪製。

水深變化對繫留雷及沉底雷所組成的雷區作戰效能有相當程度的影響，特別是對觸發式繫留雷的作戰效能影響更大。高雄港的平均潮差約 1 公尺左右（如圖四），<sup>14</sup> 所以就潮汐而言四戰區沿岸海域均適合布雷。

圖四：四戰區潮汐潮差變化示意圖



資料來源：大海子，〈潮來潮往-水往那裡流？〉，《PanSci泛科學》(中央氣象局網站)，2012年3月22日，<https://pansci.asia/archives/14181>，檢索日期：2024年1月15日，由作者整理繪製。

#### (四) 洋流

海洋中存在著潮汐流及洋流，潮汐流其流向與流速隨著潮時變化，而洋流的流向及流速雖然較穩定，仍會隨著季節而改變，而流對布雷作戰的影響主要有：

1. 使水雷產生移位：流使水雷移位的狀況有兩種，一種是水雷在布放的過程中，實際雷位與水雷入水點間因為流的影響產生移位，另一種則是布放完成後，在流的沖刷之下使雷體產生移位。

2. 使繫留雷產生傾斜下沉：繫留雷的雷錨固定海床後，雷殼及繫留索會在水流的沖力下，繫留索從原來的垂直海面變成曲斜而產生傾斜下沉，導致雷殼與海面距離增加，如果是感應水雷，可能會因此打擊水面艦艇的水面作用半徑減小，更嚴重的是如果是觸發水雷，可能因此失效不再對艦艇構成威脅，故布繫留雷時，繫留索長度要將雷殼之傾斜下沉之下降率納入考量。

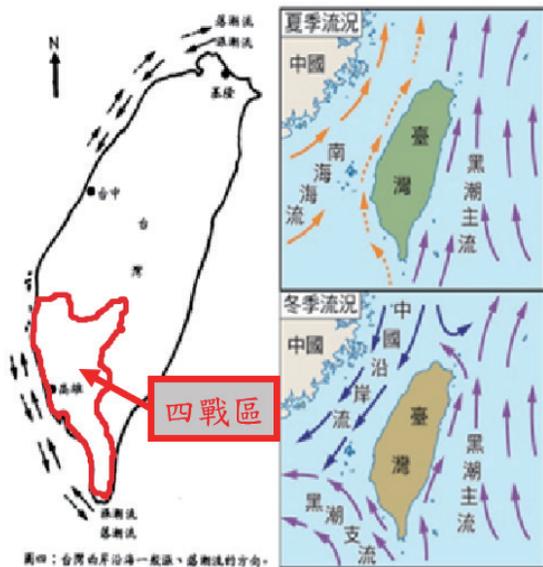
3. 對沉底雷造成泥沙掩埋：在泥質海底中，海流與波浪產生的流動會使水雷的迎流面揚起沙粒，在時間累積下將水雷掩埋。

14 吳旭朕，〈臺灣西海岸潮汐變化特性分析〉，《國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文》，1986年，頁 15。

4. 水流噪音：由水流直接或間接產生的噪音容易成為音響感應水雷的干擾源，導致水雷擊發裝置無法正確判斷水面艦船而失效。

故以流為考量而言，通常水雷在流速高於3節以上之海域，較不適宜布放。臺灣西部因受海峽地形影響，漲潮時南北海流流向往西部匯集，流速大約為2節以下（如圖五），故四戰區海域適宜執行布雷作戰。

圖五：四戰區周邊冬、夏季洋流及西部潮流示意圖



資料來源：國立海洋科技博物館，〈臺灣周圍的洋流介紹〉，<http://mscloud.nmmst.gov.tw/chhtml/opencontenttab.aspx?tdid=156>，檢索日期：2024年1月16日，由作者整理繪製。

### (五) 其他海洋物理特性

除上述四種影響布雷作戰的水文因素

外；另包括溫度、鹽度、海水透明度及海洋生物亦會影響布雷作戰之效益，如溫度及鹽度上升，將縮短水雷電池壽命，且使繫留雷之繫索腐蝕加快，也會增加大量海生物生長，如果這些海生物附著在雷殼或繫索上，將使其重量增加，輕者雷殼下降率增加，重者導致水雷沉沒，如果附著在感應器上，易造成感應器靈敏度下降甚至聲失效；而海水透明度及水色會影響水雷之隱蔽性，透明度高的海水甚至可以可以目視繫留雷。

綜合上述研判，四戰區周邊海域底質、水深、流速及海床斜度之影響，均適合布雷作戰之運用，然最有效布雷之區域則在安平港、左營及高雄港外海（如圖六）。

圖六：研判四戰區周邊最適宜布雷海域



資料來源：由作者整理繪製。

### (六) 港口及彈庫

港口及存放水雷彈庫的位置攸關陸上整備階段水雷運輸的距離及海上航度階段

布雷艇的航程，將影響布雷執行的效率，四戰區內主要港口計有安平、左營及高雄港，安平及高雄港為商（漁）港，左營港則為軍港，亦為布雷艇平日靠泊及裝載水雷的駐地；另戰區內儲放水雷的彈庫為左營彈藥分庫（如圖七），其亦為距離布雷艇駐地距離最近的彈庫，距左營軍港僅約 10 公里，可縮短水雷運輸的路程及時間。

圖七：四戰區港口、彈庫位置示意圖



資料來源：由作者整理繪製。

### （七）登陸海灘

登陸海灘的正面寬度決定登陸部隊的大小（旅、營、連），也會牽連雷區寬度、大小及雷量，中共如要對我發動登島作戰，除了周全縝密的聯合登島作戰計畫

外，不論是使用傳統登陸作戰、兩棲機動作戰、超地平線登陸作戰、甚至海空一體突擊登陸作戰（多層雙超）作戰模式，另一個問題就是中共兩棲部隊，要在哪裡登陸？而臺灣南部地區（四戰區）有哪些海灘適合登陸？華府智庫「2049 計劃研究所」（Project 2049 Institute）研究員易斯安（Ian Easton）在其所著之「中共攻臺大解密」一書中研究指出，依據解放軍內部專業文獻提到，登陸臺灣理想的選擇應該是靠近中國大陸的海灘地區、鄰近港口及機場，<sup>15</sup> 方便其空降及特戰登陸且靠近臺北市等政經軍心集於一身的戰略要地，一旦攻佔便能迅速解放臺灣，書中整理出目前臺灣剩下 14 處海灘適合大量敵軍登陸，四戰區內計 4 處（如圖八），除了東北部四處外，其餘都在臺灣北部及西南部，書中也歸納出共軍最理想之登陸地點以桃園及臺南為最佳登陸地點；另 472 期全球防衛雜誌（2023 年 12 月）內容「共軍登陸的紅色沙灘」專文內，引用了 2023 年 1 月國防部例行記者會的內容，羅列了北部的寶斗厝海灘、海湖海灘、南部的喜樹海灘、中部的甲南海灘等 4 處

15 易思安 LAN EASTON 著，（申安橋譯），《中共攻臺大解密》，（台北市：遠流出版社 2018 年 1 月），頁 183。

「紅色海灘」是共軍可以實施大規模正規登陸的灘岸，<sup>16</sup>文中亦整理出自2023年3月份起，海軍陸戰隊陸續於全臺13處紅色海灘試登陸，四戰區內計3處（如圖九），陸戰隊試登陸的目的，就是驗證這幾處灘岸實際的可登陸性，並與易斯安（Ian Easton）「中共攻臺大解密」中所列灘岸實施比較，四戰區內適合敵實施登陸之紅色沙灘計有「臺南安平」及「高雄西子灣」等2處，其海灘正面寬度分別約為15公里及3公里（如表五），中共若採多層雙超之登島作戰模式，進行全面進犯，除了機載空降及特戰部隊外，大部分兩棲登島部隊仍由兩棲登陸艦船裝載運送，將兩棲登島部隊運送到泊地後實施換乘。因此情報單位若能越早判明共軍登陸地點，我軍越能提早做好防禦工事，尤其是水雷作戰，需要一定的時間先期研判登陸地區後完成水雷整備，直到完成所有雷區之布雷作業，如此一來才能有效遲滯、阻絕及殲滅犯臺之敵，<sup>17</sup>迫使共軍放棄對我登島作戰。

## 二、雷區設計規劃

雷區設計係以防禦中共攻臺為目的來進

圖八：中共攻臺時四戰區內可能選的登陸點



資料來源：易思安著，申安橋、李自軒、柯宗佑、高紫文譯，〈中共攻臺大解密〉，《遠流出版社》（台北），2018年1月，由作者整理繪製。

圖九：海軍陸戰隊四戰區紅色海灘試登陸點



資料來源：陳國銘，〈共軍登陸的紅色沙灘〉，《全球防衛雜誌》，第四七二期，2023年12月，頁30，由作者整理繪製。

行規劃，就中共現行的兩棲登島作戰模式來說，目前主要是以多層雙超的立體登陸方式為主，在這種多元進犯的登島模式中，以多種方式投送兵力，以飛行器及氣墊船取代傳統之登陸艦艇，如此雖有奇襲

16 陳國銘，〈共軍登陸的紅色沙灘〉，《全球防衛雜誌》，第四七二期，2023年12月，頁28。

17 劉博文，〈海軍布雷作戰運用〉，《海軍學術雙月刊》，第五十二卷，第四期，2018年08月01日，頁81-94。

表五：四戰區紅色沙灘一覽表

四戰區紅色沙灘一覽表		
所屬縣市(地區)	沙灘正面寬度(公里)	備考(攻台大解密)
臺南市(安平)	15	臺南北及黃金海岸
高雄市(西子灣)	3	
屏東縣(加祿堂)	3	加祿堂

資料來源：陳國銘，〈共軍登陸的紅色沙灘〉，《全球防衛雜誌》，第四七二期，2023年12月，頁31，由作者整理繪製。

效果，但若要完成全面大量的投入兵力，仍需倚賴傳統的兩棲登陸艦在換乘區將氣墊登陸艇、兩棲登陸艇及兩棲登陸車泛水後突擊上陸，因此孫子兵法行軍篇有云：

「客絕水而來，勿迎之於水內，令半渡而擊之，利。」利用兩棲艦船換乘時最脆弱與混亂之時，進入我布設之雷區。因此，在中共兩棲登島作戰所必經的航線實施布雷作戰，可削弱並阻滯敵登島作戰兵力，同時造成共軍心理上的壓力。<sup>18</sup>

中共登陸作戰的目的是要把部隊往本島運送，其手段可運用海運及空（機）降，故須考量登陸地點，北部是高度城市化的區域，如果開坦克等重裝進來，在所謂的

城鎮戰，勢必無法發揮長處，但在南部地區，幅員夠、地勢寬廣且為工業重鎮，適合敵重裝部隊布署，研判登陸部隊就會是主力，經上述分析，中共登島意圖，北部為空（機）降為主、登島為輔；南部為登島為主、空（機）降為輔。

### （一）雷區位置

根據中共登島作戰方式及四戰區可登陸位置之探討，本文假設共軍主攻在南，且所選定登陸的灘頭在臺南安平海灘，推算其登島作戰所必經航線及所需兩棲船艦數量，藉此實施雷區規劃。

中共兩棲登陸部隊主要有其兩棲及其海軍陸戰旅，而其兩棲合成旅能配合海軍陸戰旅進行大規模搶灘突襲。一個兩棲合成旅建制多個合成營，並編列有 1 個或多個砲兵營、偵察營、防空營、保障支援營及教導營等，19 全旅裝備兩棲坦克 150 餘輛、兩棲裝甲步戰車 200 餘輛，<sup>20</sup> 其總兵力約 4000 至 5000 人。一個兩棲合成旅的登陸地域寬度能夠達到至少 10 至 20 公

18 Lee M. Hunt 作，江暢譯，〈Mines Remain the Weapons that Wait 水雷 - 等待中的武器〉，《海軍學術月刊》，第三十三卷，第八期，1999 年 8 月 10 日，頁 44。

19 大公報，〈陸軍兩棲旅重裝甲大火力掛帥〉，《大公報》，2019/12/9，<http://www.takungpao.com.hk/news/232108/2019/1209/387806.html>。

20 軍聞社，〈變身海軍陸戰隊 陸「台海鐵拳」兩棲機械化步兵師轉型〉，《ETtoday 新聞雲》，2017/02/12，<https://www.ettoday.net/news/20170212/865068.htm#ixzz6wkq4ucin>。



過三分之一，將能達到我布雷作戰之作戰效益；我們假設共軍兩棲登陸之位置為安平海灘為例，共軍派遣一個兩棲合成營，約 20 艘兩棲艦船載運，因此針對這個登陸點我所設置的雷區至少要能使 7 艘以上之兩棲船艦戰損，方能達到該雷區布雷作戰之效果，一般而言防禦性雷區應具有 20% 至 44% 之單程威脅率之雷區才可獲得防禦目的，<sup>24</sup> 故對此雷區之威脅率規劃 44%，我們以區域布雷威脅率公式（如下述）推算，<sup>25</sup> 假設達到 44% 之威脅率，每層雷區至少要布放 232 枚水雷，總計 464 枚水雷，才能達到作戰效益。

$$m = \frac{\log \log (1 - Tdm)}{\log \log (1 - \frac{Wdm \times X}{A})}$$

m：雷量

X：預估艦艇於雷區內航行距離

A：雷區面積

Wdm：造成艦船中度損害之半徑

Tdm：威脅率

其中 X 為 10 公里，A 為 10\*20 公里，Wdm 以 50 呎計算，Tdm 設定為 44%。

## 肆、作戰運用

### 一、執行作法

本章節將依前一章所規劃設計之臺南安平防禦性雷區（計布放 464 枚水雷）研擬執行作法，並由四戰區內之布雷艇中隊負責執行，其兵力計有快速布雷艇乙艘、通用登陸艇乙艘及一個水雷整修區隊，後續將依水雷整備、陸上運輸、水雷裝載及航渡布放等階段實施說明。

#### （一）水雷整備

當收到布雷命令後，布雷艇中隊的水雷整修區隊即於地區彈庫內之水雷整修所開設水雷整備線，並依布雷計畫內雷區所需雷種及布放順序實施水雷整備，惟於動員令尚未發布，或動員人力尚未完成臨戰訓練投入水雷整備工作前，依中隊人力僅能單線作業，且只能同步整備一型水雷，水雷整備單線作業依不同雷種，平均每 14 至 20 分鐘整備乙枚水雷，若人力足夠可採雙線整備作業，則平均每 7 至 10 分鐘整備乙枚，<sup>26</sup> 依此類推，整備線越多，越可縮短水雷整備所需的時間，因此整備安

24 國防部，《國軍軍語辭典 - 九十二年修訂本》，（2004 年 3 月），頁 6-104。

25 張勝凱，〈中共對我東岸海域布雷行動之研析〉，《海軍學術雙月刊》，第四十九卷，第四期，2015 年 08 月 01 日，頁 138。

26 卓緯恩，《在高科技條件下探討水雷作戰之運用》，（國防大學海軍學部，2004 年 2 月）。



平防禦性雷區所需之 464 枚水雷，單線作業需耗時約 131 小時（約 5.5 天）。

## （二）陸上運輸

完成整備之水雷，需由陸上輸具將水雷從整修所運送至指定碼頭裝載上布雷艇，而中隊制式的運雷輸具通常為中型戰術輪車，依中型戰術輪車載重及車斗限制，每趟車次最多可運輸 6 枚水雷，故運輸安平防禦性雷區所需之 464 枚水雷，至少需 78 趟車次的載運；另須考量整修所至裝載碼頭的距離，左營彈庫至軍港路程約 30 分鐘，來回約 1 小時，依此類推，車輛越多、距離越短，越可加快水雷運輸的時間，因此若僅靠中隊的運輸能量（約 2 台中型戰術輪車），要將 464 枚水雷完成運輸每台車需要載運 39 趟次，需耗時約 39 小時（約 1.6 天）。

## （三）水雷裝載

水雷完成整備且運輸至碼頭後，接下來就進入裝載的階段，需依照雷區內水雷布放順序實施裝載上艇，一艘快速布雷艇一船次所能裝載的雷量依裝載之雷種約 32 至 64 枚不等，通用登陸艇約 30 至 46 枚；<sup>27</sup> 若在所需裝載水雷皆已載運至碼頭備便

且有吊車支援的前提下，以每航次平均攜帶 50 枚水雷計算，平均完成一航次水雷裝載所需時間大約為 1.5 小時，464 枚水雷則須 10 航次的裝載，耗時約 15 小時，故吊車越多、水雷整備及運輸的速度越快，越可縮短水雷裝載所需的時間。

## （四）航渡布放

水雷完成裝載上艇後，布雷艇即可啟航駛往指定雷區依計畫雷位執行水雷布放，以四戰區來說快速布雷艇及通用登陸艇通常佈署於左營軍港，左營港至雷區最短航線距離約 22 浬，快速布雷艇最高速度為 14 節，通用登陸艇為 12 節，故快速布雷艇自左營港啟航到雷區開始布雷單程約耗時 1.6 小時（來回航程不含水雷布放耗時約 3.2 小時），通用登陸艇則需要約 1.8 小時（來回航程不含水雷布放耗時約 3.6 小時），若以 464 枚水雷需 10 航次完成布放計算（中隊乙艘艇平均 5 航次），完成安平防禦性雷區水雷布放至少需要 18 小時，故布雷艇越多，完成水雷布放所需的時間越短。

綜上，依前述各階段執行做法，從布雷命令下達開始，僅靠中隊能量以邊整邊布

<sup>27</sup> 張哲偉，〈快速布雷艇首艇建造開工典禮 蔡英文主持〉，《上報》，2019 年 5 月 24 日，[https://www.upmedia.mg/news\\_info.php?Type=71&SerialNo=63929&utm\\_source=latest&utm\\_medium=post](https://www.upmedia.mg/news_info.php?Type=71&SerialNo=63929&utm_source=latest&utm_medium=post)，檢索日期：2024 年 3 月 28 日。

方式執行安平防禦性雷區水雷布放，從水雷整備到第一航次駛抵雷區開始布雷就要 24 小時（約 1 日），雷區 464 枚水雷完成布放至少需 135 小時（約 5.6 日），假設要將四戰區內共軍可能登陸海灘均完成布雷作業（計 2 處），依中共登陸作戰進程及目前我布雷能量來看，尚無法滿足防禦性布雷對中共登島作戰之效益。

## 二、考量因素與支援事項

依中共解放軍對臺「遠戰速勝、首戰決勝」與「戰略欺敵、先制奇襲」的軍事戰略指導；一旦中共決定以武力解決臺灣問題時，共軍的確有能力可在不驚動國際視聽與監偵狀態下，發動無預警或預警時間極短的猝然突擊，趁國軍無備或未及完成戰備時，迅速癱瘓國軍，奪取制三權，因此若能在有徵兆時，提前執行作戰準備，因為許多作戰準備是相當耗時的，就以布雷作戰而言，需要相對較長的準備時間；如可加速防禦性布雷執行的效率，及早完成布雷作業，將有助我提高面對中共登島作戰時扭轉戰局之概率；本章節將針對布雷艇中隊於執行布雷過程中，為達成提升執行效率之目的可運用之方法與手段實施探討，相關考量因素與作戰區（友軍）支援事項概述如下。

### (1) 考量因素

從「布雷作業能力與限制」及「執行作法」章節中，可歸納出中隊於水雷整備、運輸、裝載及布放等階段最主要之限制為「水雷整備人力不足」、「運雷車輛不足」及「布雷載台不足」等三項，考量中共新式兩棲正規登陸艦艇及滾裝貨輪質量不斷提升的狀況下，將可大幅提升其裝載效率並在更短的時間內投送大量的部隊及物資。因此，若防禦性布雷能夠在敵軍兩棲船團發航前迅速完成，將可大幅降低敵艦隊的行動自由度，並增加其登陸作業的難度和風險。為此，提升布雷速度和效率顯得尤為重要，有關提升布雷執行效率的方法及考量因素如下：

1. 增加整雷人力及整備線：依中隊現有整修區隊編制人力執行水雷整備，考量人力負荷須採輪班制度於整備線上執行，且僅能開設乙條整備線，也就是同時只能整備乙型水雷，若需配合雷區規劃變換整備雷種，則需耗時重建水雷整備線，每換一次雷種就需要重新開設該雷種的整備線，故若能一次將五種雷型的整備線一次開設完畢，並以 5 倍的人力（一條整備線一組人）同步整雷，可將原需耗時約 131 小時（約 5.5 天）才能完成整備的 464 枚水雷，

縮短為 26 小時（約 1.1 天）即可全數完成水雷整備工作。

2. 更新運雷載台：中隊建制運雷輸具多以中型戰術輪車為主，因受限於載重（最大載重 7 噸）及車斗空間，其每車次僅可載運 6 枚水雷；因此增加與更新專用運雷車輛，透過採購更先進的輸送設備，例如載重能力強、適應性廣、可靠性高的新型鷗翼型廂型車（具液壓尾門），以提高運輸效率，以目前市面上 17 噸型的鷗翼廂型車（最大載重 14 噸）為例（車型比較如表六），一趟車次即可載運 12 枚水雷，464 枚水雷僅需 39 車次即可完成運輸，且鷗翼型設計亦可發揮偽裝功能，可避免運輸過程暴露我軍布雷動態；同時，這些車輛不僅能運輸水雷，還能進行其他後勤支援任務，提升整體作戰支援能力。

3. 增加布雷載台：考慮到布雷載台不足可能影響布雷作業的速度和效率，擴充布雷載台的數量與改進其功能是必要的，目前中隊制式水面布雷兵力中唯有 1 艘快速布雷艇（FMLB）以及 1 艘加裝雷軌的通用登陸艇（LCU），建議增加快速布雷艇數量外，並檢討後續新造艦艇（含海巡

艦船）造艦時，預留加裝雷軌之空間及設施，以便於獲得預警情資時，兵力能迅速艙裝轉用支援布雷作戰<sup>28</sup>。

表六：水雷運輸車型比較表

車型	最大載重 (噸)	車長×寬×高 (公尺)	各式水雷裝載能量 (顆/車)	
 中型戰術輪車	7	8.1×2.5×3.5	MK6	6
			萬一錐	6
			萬一柱	6
			萬二繫	4
			萬二沉	6
 鷗翼廂型車	10	11.1×2.5×3.7	MK6	12
			萬一錐	12
			萬一柱	12
			萬二繫	8
			萬二沉	12

資料來源：葉智瑤，〈探討中型戰術輪車操作手及維保人員滿意度之研究〉，《陸軍後勤季刊》，2013年11月，頁 72，<https://www.hino.com.tw/car.aspx?33>，檢索日期：2024年3月28日，由作者整理繪製。

## (2) 支援事項

國軍現以作戰區為單位，遂行責任區內作戰指揮和軍事管制，統一指揮作戰區內的三軍力量和警政單位，以聯合作戰的方式執行臺澎防衛作戰的任務，故於動員令尚未發布，相關動員人（物）力無法支援布雷作業前，應由作戰區整合作戰區內資源，全力支持布雷艇中隊遂行防禦性布雷，以發揮聯合作戰機制，相關支援事項

28 劉博文，〈海軍布雷作戰運用〉，《海軍學術雙月刊》，第五十二卷，第四期，2018年08月01日，頁93。

說明如後：

1. 水雷整備人力：為滿足現役五型水雷可同步進行整備，須再增加四個水雷整備線，每個整備線採三班輪替約需 25 人，故作戰區需支援約 100 人，以滿足作戰需求。

2. 運雷載台及戒護兵力：調派作戰區內可用的軍用車輛或民用鷗翼廂型車支援水雷運輸，並派遣戒護排負責雷彈的機動戒護工作，以確保在運輸過程中雷彈的安全和穩定。

3. 雷區警戒及防護：作戰區可依權管調派海巡部隊提供雷區警戒及防護支援，維護雷區周邊海域安全，避免我方或中立國船隻接近布雷區域並確保布雷艇航渡及布雷期間不被敵方干擾和攻擊，確保雷區安全及任務順遂。

## 伍、結語

中共在推動軍改及軍事現代化使其國防預算日益遽增，且未曾放棄武力進犯的中共，近年更強化文攻武嚇力道，為臺海局勢埋下不安定因素，自 2021 年 4 月起，隨著 075 型兩棲攻擊艦成軍、滾裝貨輪的運用及刻正建造中的 076 型兩棲攻擊艦，

中共打著發展遠征作戰能力的名號，不難發現其逐漸擴張兩棲作戰的版圖，在這軍力明顯傾斜的天秤下，我海軍不僅要發展不對稱戰力，並且要能有效的發揮戰力，使敵不敢越雷池一步，是刻不容緩的問題。

依共軍兩棲戰力不斷提升，兵力投射的能力與效率都越來越高的狀況下，本軍實施布雷的時間將非常有限，以四戰區為例，依現有布雷戰力獨立遂行防禦性布雷，極有可能在上級下達布雷命令開始至敵兩棲船團發航後仍未完成布雷作業，導致無法有效發揮布雷戰力及遲滯敵行動，因此作戰區應發揮其功能，依權管整合作戰區內相關兵力（含海巡）及民（物）力資源，提供水雷整備的人力、水雷運輸的車輛（含戒護排派遣）、布放階段的雷區警戒及防護等支援事項，可大幅縮減完成水雷布放的時間，確保在敵兩棲船團發航前完成布雷作業，發揮水雷作戰效益，為整體防衛作戰爭取更大的勝算。👁️



# 海軍資通指管系統備援手段研析

Analysis of Backup Measures for Naval Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Systems.

著者／武芷芸、陳冠齊 Wu, Chih-Yun、Chen, Kuan-Qi

武芷芸 現職 海軍一二四艦隊作訓官

陳冠齊 現職 國防大學海軍學院中校教官

## 壹、前言

112 年度國防報告書提到為強化通資指管系統韌性，以利戰場指揮管制的暢通無虞，國軍正在積極統合指管通資及網路系統，並運用有線、無線電及衛星等多樣化通信手段。此外，結合民間的資源和技術能量，國軍正在籌建多重複式的備援能力，以此提升聯戰指管的效能與韌性。<sup>1</sup> 這種多元化和綜合性的策略不僅提高了系統的冗餘性，也為應對各種突發狀況提供了更多靈活的選擇。

本研究將深入探討海軍現行使用的資通指管系統，包括無線電通信裝備、數據鏈

路和共同圖像系統等裝備使用現況。透過分析系統失效的不同情景，包括遭受攻擊導致的裝備損壞、頻寬不足的挑戰以及技術發展的限制因素，針對這些挑戰予以綜合分析及芻議。此外，軍事通信結合行動網路發展、無人機支援通訊中繼和民用通信設施 - 漁業通訊電臺提升指管系統備援能力亦納入探討範圍，以適應快速變化的戰場環境。

## 貳、海軍現行資通指管系統介紹

現就國軍艦艇使用之通訊指管裝備，主要包含無線電通信裝備、戰術數據鏈路以

1 國防部，《中華民國 112 年國防報告書》，(臺北市：國防部，2023 年 9 月)，頁 79。

及共同圖像系統等，分述如後：

## 一、無線電通信裝備

無線電通信是艦艇與岸臺或其他備臺間最主要通信手段，利用無線電波傳輸電報、語音、數據、圖像資料，具有快速、機動等優點，缺點為傳送之訊息容易遭截獲、干擾與定位。

### (一) CS/PRC-37 特高頻跳頻無線電機

具有定明、定密、跳明、跳密四種通信模式、內建保密器模組、緊急記憶體清除功能、無線電注碼功能、EMI (Electromagnetic Interference) \ EMC (Electromagnetic Compatibility) \ EMP (Electromagnetic Pulse) 防護設計、GPS (Global Positioning System) 定位。配合需求可選擇人員背負、車(艦)載、中繼、長距離、長 / 短距離及長 / 長距離等通信機型運用，具抗干擾 / 偵測功能，可傳輸語音，亦具備 GPS 定位資料接收傳輸功能。其通聯距離一selected功率大小、安裝天線形式不同而有所差異，最遠可達 50 公里。適用於 VHF 頻段，<sup>2</sup> 目前

我國軍使用頻段為 30~87.975MHZ。

### (二) RT-7000 高頻數據通信系統

RT-7000 高頻數據通信系統在戰時主要用來聯繫岸臺與各單位，可以傳達兵力調度、作戰指揮、情報傳遞與災害防救等任務指示，除可以語音通話外，也可收發電子郵件、圖文傳真與數位電子檔案交換等，具部分抗干擾能力。這套系統包括多項設備，如高頻收發機、液晶顯示器、無線電與電話介面器、傳真機、抑制干擾分離器、網管電腦主機、天線與天線耦合器等。<sup>3</sup>

### (三) 維星系統

維星系統係中科院於民國 100 年配合衛星壽期更新，研製第 2 代國軍衛星通信系統，可提供高品質的語音、數據、視訊等功能。我國自民國 80 年代初期，由中科院先期研究衛星技術，直到民國 87 年，「中新一號」同步軌道衛星升空，開啟我國自主衛星通信系統的新紀元，衛星通信大幅突破地形與距離限制，為指揮官提供更完整的戰場即時資訊。<sup>4</sup> 民國 104 年啟

2 國家中山科學研究院，〈產品介紹 > 通訊系統 > 特高頻跳頻無線電機〉，刊登日期：2024 年 1 月 5 日，[https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product\\_id=27&catalog=11](https://www.ncsist.org.tw/csistdup/products/product.aspx?product_id=27&catalog=11)，檢索日期：2023 年 12 月 29 日。

3 自由時報，〈小檔案 / RT-7000 高頻數據通信系統〉，刊登日期：2009 年 12 月 11 日，<https://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/357861>，檢索日期：2023 年 12 月 29 日。

4 yahoo 新聞，〈【武備巡禮】國造衛星通信車 聯戰利器〉，刊登日期：2020 年 5 月 4 日，<https://tw.news.yahoo.com/%E6%AD%A6%E5%82%99%E5%B7%A1%E7%A6%AE-%E5%9C%8B%E9%80%A0%E8%A1%9B%E6%98%9F%E9%80%9A%E>



動「蒼穹專案」，籌建遠程機動雷達車組，以達到機動、不對稱作戰目的，其組成包括飛彈發射車、射控指管車、維星車、通信中繼車等，運作方式先由機動雷達車組的天線裝備車、作業車搜索及整合水面目標，再運用微波車、搭載維星系統的衛星通信車之通信網路，提供高山、外島陣地與海上艦艇語音、數據及視訊的即時資訊，將海上目標傳送各作戰中心運用。

近年於數位微波系統與維星系統等新式通信裝備納入部隊服勤後，透過衛星通信系統及機動數位微波系統建置，可增加戰術區域通信系統鏈路路由，強化延伸節點（節點中心）之系統強度，並可提供作戰區（含）以下至營級（含）於各作戰時期快速機動部署之機動數位通資平台，有效提供資訊化、網路化並具保密性的通資鏈結與指管情傳手段，達成支援作戰任務之目標。<sup>5</sup>

#### （四）迅指系統

具備配合中繼數位式語音 / 數據通信系統特性功能以執行語音，通信機內嵌式硬體加密模組，構聯方式由無線電波連結到

中繼台，再由中繼台與站臺進行通信網路連線，達到全區無線網路通信。通信方式包括個別呼叫、群組呼叫、全區廣播呼叫、緊急呼叫、電話通聯與直接對講，系統裝備由 XTL2500 固定台通信機、通信主機、天線、麥克風、外接喇叭、GPS 顯控模組、GPS 天線、電源供應器、數據傳輸機等組成，數據傳輸率至少 9.6kbs。

#### 二、戰術數據鏈路

2003 年《美軍參謀首長聯席會議備忘錄》（2003 Joint Chiefs Of Staff Memorandum）將數據鏈路（Tactical Digital Information Link, TADIL）定義為「透過單一鏈路或多重鏈路介面，將兩個或兩個以上的指揮管制系統和武器鏈結在一起，是一種傳送標準化數字訊息的通信鏈路」。<sup>6</sup>TADIL 為美國國防部對數據鏈路之簡稱，Link 則是北約成員國與美國海軍對鏈路系統之簡稱，例如 11 號鏈路（以下稱 Link11）、16 號鏈路（以下稱 Link16）。

數據鏈路是採用無線網路的通信系統結合通信協定，提供站台、載臺及各式

4%BF%A1%E8%BB%8A-%E8%81%AF%E6%88%B0%E5%88%A9%E5%99%A8-160000383.html，檢索日期：2023 年 12 月 30 日。

5 郭瀚中、李建鵬，《精進陸軍聯合兵種營野戰交換機指通力研究》，（陸軍通資半年刊第 136 期，2021 年 10 月），頁 26。

6 曾國政，《海軍建置「協同作戰能力」(CEC)之研究》，（海軍學術雙月刊，2022 年 12 月），頁 90。

武器系統間訊息交換之系統，以建立通同作戰圖像（Common Operational Picture, COP）。<sup>7</sup>經由數據鏈路，可使指揮官、作戰人員獲得更快、更準確、更完整之戰術資訊。

### （一）Link-16

Link-16 數據鏈路構連三軍的機動載臺，建構成綿密的數據鏈路網。目前主要指聯合戰術訊息分發系統（JTIDS）與多功能資訊分散系統（MIDS），具備監偵、空管、艦對艦通信、資料加密、通信範圍廣、語音加密、抗干擾、目標識別、導航、中繼等功能。<sup>8</sup>

利用數位信號傳輸、交換及時性之數據資料在各式武器系統間，以提供一套完整且一致性的敵情與狀況圖，給分散在戰場上各級指揮官運用，系統主要目標在強化由監偵系統到射擊系統之指管作業流程，提供更快、更準確、更完整之戰術資訊。<sup>9</sup>

### （二）Link-11

主要配備在具有戰鬥系統的艦艇，於地面設置 Link-11 地面高頻（HF）天線場來傳送資料，採用網路通信技術與標準訊息

格式進行數據交換，半雙工的網路具加密特性，可使用 HF 通信設備來傳遞空中 / 水面 / 水下 / 電戰等訊息，傳輸速率一般不高於 2.5kbps，具有保密傳輸與超視距能力，但抗干擾性的能力較差。<sup>10</sup>

## 三、共同圖像

國軍藉由先進戰術資料鏈路系統將指、管、通、資、情、監、偵做有效之建立與應用，提供決策者一個清晰、準確的戰場態勢，使其能基於當前狀況及訊息做出指揮決策。

### （一）聯成系統

系統概分為資料處理顯示、雷情摘取及通信網路等三大分系統，係以分散處理方式將各偵蒐單位所獲取之雷、截情資料，經初步處理、鑑別，透過系統通信網路傳送集中於中央電腦進行綜合處理、儲存、識別、關聯、編號與評估，再分發各建置聯成系統與迅安系統相關單位顯示使用。

雷達站將海域內掌握之水面目標彙整、分析比對與命名後，再由權責作戰中心將所獲情資廣播顯示於雷達站、雄二陣地之戰情顯示操控台，及作戰區共同作戰圖像

7 曾智修，《Link-16 戰術數據路同步時間源之研究》，（陸軍通資半年刊第 121 期，2014 年 4 月），頁 26。

8 鍾依伶，《海軍戰術數據鏈路運用之研究》，（海軍學術雙月刊，2013 年 12 月），頁 87。

9 同註 8，頁 86。

10 同註 8，頁 87-88。

上。作戰區確認共同圖像情資無誤後，依敵情、計畫排定或重選定攻擊目標，再由權責戰管單位運用聯成系統戰情顯示操控台及聯成指管信文下達攻擊命令。<sup>11</sup>

## (二) 迅安系統

運用 Link-16 為各軍種共同使用的一種戰術訊息傳輸系統，用於戰場情報監偵、電子戰、任務管理、武器協調、空中交通管制、導航及加密式語音通信等，提供戰場情報圖資，以格式化訊息傳輸指管命令，再輔以既有的指管手段，如無線電語音網路、衛星通信等以支援、協調任務兵力之作戰行動方案，協同執行戰場管理，完善「三軍聯合指管通情」能力。<sup>12</sup>

## 參、指管失能態樣與分析

### 一、遭受攻擊導致裝備受損

中共在兩次波灣戰爭的影響之下，其軍事戰略大幅轉變，強調「科技強兵、科技

表一：海軍艦艇通訊指管裝備彙整

類別	系統名稱	功能特點	頻帶
無線電通信裝備	CS/PRC-37特高頻跳頻無線電機	語音	VHF特高頻
	RT-7000高頻數據通信系統	語音、數據、檔案傳輸、傳真	HF高頻
	維星系統	語音、數據、視訊等	SHF極高頻
	迅指系統	語音、數據、檔案傳輸	HF高頻
戰術數據鏈路	Link-16	構連三軍的機動載臺，具備監偵、空管、艦對艦通信、資料加密、通信範圍廣、語音加密、抗干擾、目標識別、導航、中繼等功能。	UHF超高頻
	Link-11	主要配備在具有戰鬥系統的艦艇，於地面設置Link-11地面高頻(HF)天線場來傳送資料，採用網路通信技術與標準訊息格式進行數據交換，半雙工的網路具加密特性，可使用HF通信設備來傳遞空中/水面/水下/電戰等訊息。	HF高頻
共同圖像系統	聯成系統	檔案傳輸、戰場情報監偵、傳輸指管命令	UHF超高頻
	迅安系統	語音通信、戰場情報監偵、傳輸指管命令	HF/UHF高頻/超高頻

資料來源：本研究自行整理製作。

練兵、質量建軍」，轉向所謂的「打贏高科技條件下的局部戰爭」。<sup>13</sup> 網路戰、電子戰、資訊戰到高科技精準制導武器，如遠程火箭、飛彈攻擊、無人載具侵擾，乃至海底電纜的破壞遂成為對我國國家安全最大威脅，除導致裝備受損，嚴重影響本軍作戰能力。

11 李德龍，《精進海上火力支援地面部隊作戰之研究》，(砲兵季刊，2017年11月)，頁50。

12 同註8，頁86，頁88。

13 劉廣華，《論中共犯台模式與我國因應之道》，(全球政治評論，2004年4月)，頁84。

### （一）網路戰與資訊戰

敵方透過網路入侵、病毒攻擊等手段破壞對手指管、通信、情報資訊和防禦機制等軍用網路系統，悄無聲息地破壞、癱瘓、控制敵政府部門到民間的網路系統，形塑另類不戰而屈人之兵的新戰場。例如，2022年8月，美國眾議院議長裴洛西（Nancy Pelosi）來台訪問期間，總統府和國防部等各大公、私部門網頁遭受網軍襲擊，攻擊總流量比平常暴增23倍，外交部及台電更分別被攻擊850萬次及500萬次，網站一度癱瘓，且台鐵和超商電子看板系統，更被駭客留下「老巫婆竄訪台灣」等汙辱性字眼，疑似來自中國大陸的APT27駭客組織聲稱掌握台灣20萬台連網設備，並公布財金資訊公司及台電核電平台部分原始碼，雖未釀成實際危害，但已造成民眾恐慌。<sup>14</sup>

### （二）電子戰

電子戰主要通過電磁波來干擾、欺騙或摧毀敵方電子設備，以獲取作戰優勢，包括對敵方雷達系統的干擾、通信系統的攔截和欺騙等，透過電子戰手段，敵方可有效削弱我方資通指管系統的效能，影響指

揮官的決策能力。

### （三）高科技精準制導武器與無人載具

俄烏戰爭期間，俄羅斯投入大量飛彈和無人機攻擊，造成烏克蘭至少30%的發電廠和水利基礎設施的破壞，導致能源嚴重短缺，關鍵基礎設施已成為軍事攻擊目標。透過飛彈及無人飛行載具攻擊能夠對我政經中心，指管通情中樞，以及軍事重要設施等關鍵目標，造成實體損害，直接影響作戰指揮和控制能力。

無人載具亦成為近年來的新興威脅，也是未來戰爭中不可或缺的重要因素，可集偵察、打擊能力於一體，對資通指管系統構成嚴重威脅。

### （四）海底電纜破壞

2023年2月2日，從馬祖東引連接新北市淡水的台馬2號海纜，被中國籍漁船勾斷；6天後，台馬3號海纜又因中國籍貨輪行經下錨而故障。互為備援系統的兩條台馬海纜，首度在極短時間內相繼遭破壞，導致馬祖對外通訊中斷。作為四面環海的島國，台灣無法藉陸纜外連他國，海纜成為與世界保持聯繫的關鍵要道。海纜一旦遭到破壞，不僅會影響軍事通信，

14 閱政治，〈網路戰爆發 台灣應如何反制〉，刊登日期：2022年8月17日，<https://www.readgov.com/10271/>，檢索日期：2024年2月12日。



還會對經濟造成巨大衝擊。美國華府智庫「新美國安全中心」CSNA 在 2021 年發布兵推報告指出，若臺海衝突爆發，國際海底纜線與登陸站很可能將是共軍首要攻擊的目標設施，意圖切斷台灣對外連網，<sup>15</sup> 造成資訊孤島，影響作戰能力甚鉅。

## 二、頻寬不足無法支應作戰運用

國軍目前通資平臺傳輸骨幹以資通電軍光纖固定站臺為主，並以機動性站臺如載微波機動車、無線電中繼臺、衛星系統及區域通信系統等為輔助通資備援，然上述通資平臺戰時易遭敵鎖定破壞，現有無線電波設備因傳波的方向性、機動中傳輸頻寬低及頻率資源等因素，使得國軍在作戰任務中失去即時傳輸能力而受限制。<sup>16</sup>

近來三軍各用戶資訊、視訊等電路需求量大增，以往支援電路以語音（總機）、資訊及專線 T1（1.544Mbps）型態電路為主，現因新式指管或專用系統建置，所需頻寬為 10Mbps 以上寬頻電路或是 VPN 專用網路，造成網路頻寬使用需求量大增，評估國軍早期建置的 SMOCS

（Synchronous Multiplex Optical Communication System, 環島光纖通信系統）系統，其系統頻寬僅為 OC-12（622.08Mbps），僅能同時支援約 60 條專用網路，明顯已不敷支援當前高速網路運用的環境。<sup>17</sup> 現階段國軍通資指管系統作業隨著各軍種新式建案裝備陸續籌補到位及增加，對於指管資訊傳遞的品質、流量及需求也隨之大增，現有國軍通信骨幹系統頻寬容量、電路交換能力已顯不足，無法確實滿足未來作戰所需。<sup>18</sup>

現代化戰爭朝向立體化、數位化及網狀化等複合作戰模式發展，行動通信系統從第一代演進至第五代，從原本語音發展迄今包含多媒體服務的各式應用，傳輸速度與數據流量日益提升，現階段民間企業投資的規模、速度及運用，遠比國防軍事的調整與反應快，且蘊藏大量即時更新的資通處理能力。<sup>19</sup> 2011 年 11 月 7 日至 10 日在美國的軍事通信會議（MILCOM）中提及，快速發展的商用標準和美國軍事無線電系統在峰值資料速率上的差距，

15 公視新聞網，〈水面下的臺海危機？海底電纜：中國灰色地帶戰略新章〉，刊登日期：2023 年 7 月 30 日，<https://news.pts.org.tw/projects/taiwan-submarine-cable/>，檢索日期：2024 年 2 月 12 日。

16 張堯銘，〈行動通信導入國軍通資平臺之初探〉，（陸軍通資半年刊，2021 年 10 月），頁 17。

17 李建鵬、高仲良，〈運用 5G 行動網路以強化國軍通信骨幹系統效能之研究〉，（國防管理學報，2023 年 5 月），頁 45。

18 同註 17，頁 46。

19 同註 17，頁 33。

於 2020 年民用行動通信系統速率（LTE，最高速率 1Gbps）將是美軍用通信系統（JTRS，最高速率 23Mbps）的 50 倍。<sup>20</sup>

對比民用行動通信科技，發現軍事通信龐大的資訊傳輸需求，可藉由民用行動通信的關鍵技術來加以解決，行動通信技術結合軍事運用，可成為提升海軍作戰指揮與控制系統通信頻寬的有效手段。

### 三、系統功能結合科技發展有限

資通指管系統的功能與科技發展的結合面臨著多重挑戰，以下是幾個原因分析：

#### （一）硬體升級和兼容性問題

各軍種所使用之各式通資電系統架構複雜，國軍通信骨幹系統對於使用單位新增需求及需求單位的特性未能確實規劃，儘管需經過各層級的現地勘查、測試、分析、研討、試機及測評等，惟仍有許多功能無法符合用戶實際需求的問題。現用 SMOCS（環島光纖通信系統）系統建置時，光多工機的電路交換矩陣模組具有當能力可以滿足當時電路交換需求，然而經過多年的通訊技術演進，舊式裝備相較於目前傳輸環境的支援能力受限，無法支援

高承載的電路交換，因此造成電路交換矩陣能力的限制；然而系統管理者在網路頻寬擴充時，如果無法同步規劃提升跨環路的電路矩陣交換能力，而僅規劃擴充終端接取設備，將造成電路流大量匯入單一節點而無法分散配置，因而導致網路遲緩與中斷現象。<sup>21</sup>

#### （二）軟體架構的靈活性不足

國軍通信骨幹系統就像是軍中的電信服務業者，近年來雖致力在加強系統複式配置、備援環路保護及提升系統妥善率等工作已有成效，但使用者仍需在固定的區域或有線的環境下運用，尚無法達到即時傳遞、隨時可用的系統效能，導致影響作戰運用時效。<sup>22</sup>

#### （三）數據整合與處理能力限制

我國國軍通訊器材老舊、技術水準受限，導致所用裝備需佔用大量頻寬，現有系統在數據整合、處理和分析方面的能力往往受限於其設計和技術水平，難以高效處理來自多方的大量數據，這直接影響了指揮決策的時效性和準確性。

20 李建鵬、葛鑑靈，《行動通信技術發展對軍事應用之研究》，（空軍學術雙月刊，2021年8月），頁91。

21 同註17，頁46。

22 同註17，頁33。



#### (四) 網路安全技術與威脅

隨著網路攻擊手段的不斷演進，系統也應具備強大的防禦能力。然而，現有的安全技術往往難以及時跟上威脅的發展，導致系統無法有效防禦網路攻擊。

#### (五) 政府政策的影響

政府制定相關軍事科技發展之政策，可以引導研究機構和民間企業聚焦於對系統發展技術領域，從而加快系統功能的現代化進程。而現階段國軍通信骨幹系統維持網路實體隔離政策，主以避免資料外洩以及阻絕外部駭客攻擊，雖然強化了保密作為，但遲滯了運用先進科技的機會，也封閉及抑止與外界互動與鏈結。<sup>23</sup> 目前中科院仍擔當了國防科技研發與技術轉移的中流砥柱，但民間在此環節反而投入有限。少了由下而上的創新，台灣國防產業只能遵循既定脈絡發展，不但難以突破國外廠商早已掌控的技術與定義的標準，更難以締造新的應用場景。<sup>24</sup>

#### 四、綜合分析與建議

上述失能態樣直接影響到海軍的指揮與控制能力，為了解決遭受攻擊導致裝備

受損的問題，建議加強對系統的硬體安全性進行改進，採用先進的防禦措施，如防火牆、入侵檢測系統和加密技術，以最大程度降低侵入風險，並加強對系統的定期維護和檢測，及時發現潛在問題，進行修復。針對頻寬不足的問題，可藉由行動網路的發展及運用結合軍事通信，以提升通信能力。

系統功能結合科技發展有限的困境，除建議系統更新軟體架構，以實現更好的靈活性和擴展性。另鼓勵民間資源開發參與，引入創新技術和功能。第四章介紹資通指管的備援手段，包括運用行動網路提升指管能量、無人機支援通信中繼，以及民用通信設施的應用，這些手段將為系統提供更多的選擇和支援，增強系統的穩定性和適應性。

### 肆、資通指管備援手段運用

#### 一、運用行動網路提升指管能量

隨著時代科技的演進發展，現代戰爭講求統一指揮、快速反應、機動作戰、隱

<sup>23</sup> 同註 17，頁 49。

<sup>24</sup> 風傳媒，〈觀點投書：半導體強國，為何打造不出世界級國防產業〉，刊登日期：2022 年 5 月 25 日，<https://www.storm.mg/article/4347563?mode=whole>，檢索日期：2024 年 2 月 25 日。

蔽突襲、精準打擊等為主要基本訴求，為強化國軍聯戰指揮管制效能，我國效仿美軍建立 C4ISR (Command、Control、Communications、Computers、Intelligence、Surveillance、Reconnaissance) 系統。<sup>25</sup> 指管系統可提供作戰部隊有效的戰場即時情資，可充分提高作戰指揮與管制的效能。

當前與資訊化作戰相輔相成的 C4ISR 系統在戰爭中的地位和作用變得越來越重要，然而現有軍事通信系統發展緩慢，仍主要依靠高頻、超高頻等窄頻通信技術，已無法有效滿足 C4ISR 系統對戰場大量資訊即時高效可靠傳輸的需求，迫切需要引進新技術以加快實現軍事行動通信系統的高速化、寬頻化與網路化發展，以取代舊有的、受限的有線網路。<sup>26</sup> 國軍目前通資平臺傳輸骨幹以資通電軍光纖固定站臺為主，並以機動性站臺如載微波機動車、無線電中繼臺、衛星系統及區域通信系統等為通資備援，然上述通資平臺戰時易遭敵鎖定破壞，現有無線電波設備因傳波的方向性、機動中傳輸頻寬低及頻率資源等因

素，使得國軍在作戰任務中失去即時傳輸能力而受限制，故瞭解民間行動通訊最新技術發展與應用，運用本島涵蓋綿密且具可攜性及機動性高之民間電信無線網路系統作為備援，<sup>27</sup> 以提高我軍指管效能靈活度。

### (一) 行動通信發展現況

行動通信從最初第一、二代 (1G、2G) 類比、語音簡訊之服務，經第三代 (3G) 應用程式及社群軟體等資訊運用發展，至第四代 (4G) 雲端影音巨量視頻服務，技術漸已成熟，多項應用通訊、社群及影音軟體廣為人們所用，更由於近年智慧型手機普及，改變人們的生活型態，連網流量需求大幅增加，驅使更多電信業者投入智慧物聯網服務研發以藉此開闢新戰場，可知未來行動網路通訊將擴展至人與物、物與物之間的通訊，除了傳輸速度和容量提升外，在可靠度、低延遲等網路品質需求皆須達到一定水準 (如圖一)。

5G 行動通訊運用最新一代蜂巢通信技術，相比於前代移動通信技術，在速率、延遲、連接密度等方面都有質的飛躍，更

25 馬忠義、陳宗恒，《國軍指管系統導入智慧型無線通訊系統之研究》，(空軍學術雙月刊，2023年12月)，頁25。

26 李建鵬、葛鑑霆，《行動通信技術發展對軍事應用之研究》，(空軍學術雙月刊，2021年8月)，頁90-91。

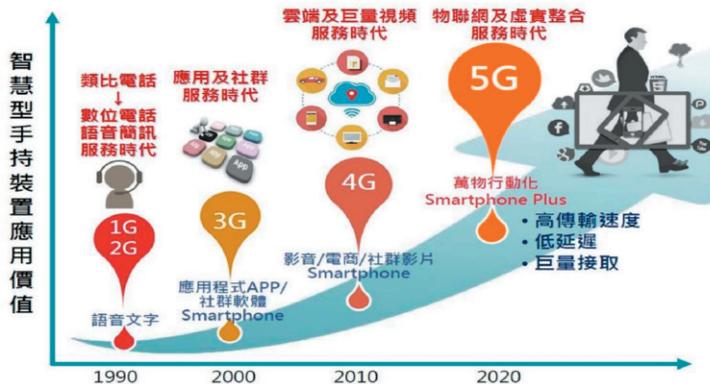
27 同註16，頁17。

強化了「無線傳輸速率」，具有頻寬大、連接性佳之特性，可大幅降低資訊傳輸往返延遲和能耗，且同時對認證授權、隱私保護、資料傳輸安全、網路架構和互通安

全等進行了優化或增強（如表二）。<sup>28</sup>

行動通訊目前已成為世界各國發展重點項目之一，包括中國、美國、日本、韓國、歐洲等國家，中共認為 5G 行動通信具備

圖一：行動通信發展歷程



資料來源：參考行政院《臺灣5G行動計畫(2019-2022年)》〈臺北：行政院，2019年5月〉，頁1。

「強化軍事指管傳遞效能」、「落實通信保密」及「解決通信設備的電源能耗」等 3 項優點。

「強化軍事指管傳遞效能」主要包含作戰全程的語音通聯、圖像及視訊傳輸，5G 行動通信網路的頻寬與速度較 4G 更大、更快，可確保戰場高效的傳輸速度及品質；「落實通信保密」是使軍隊

表二：行動通信發展及差異

行動通信發展演進及差異						
類別	年份	頻率	峰值速率	通信技術	服務運用	特點
1G	1980	800-900MHZ	2Kbs	分頻多工 FDMA	一般語音	1.保密性不佳，系統容量有限 2.類比，無法傳輸數據資料
2G	1990	850-1900MHZ	10Kbs	分時多工 TDMA	簡訊 數據 部分上網	1.保密性較佳 2.系統容量可逐步擴充 3.可傳輸部分數據資料
3G	2000	1.6-2.5GHZ	3.8Mbps	分碼多工 CDMA	高速上網 視訊	支援影像電話及多媒體服務
4G	2010	2-8GHZ	0.1-1Gbps	正多分頻多工 OFDMA	視訊 直播	具體實現高數據傳輸速率
5G	2020	3-300GHZ	1-10Gbps	寬頻分碼多工 WCDMA	物聯網 智慧生活	大數據、大流量、大頻寬、可靠度高、保密性佳

資料來源：參考李建鵬、高仲良，《運用5G 行動網路以強化國軍通信骨幹系統效能之研究》〈國防管理學報，2023年5月〉，頁36。

28 同註 17，頁 35。

能擁有特定頻段，經由專屬軍用特殊頻段傳輸資訊可提高軍事通信的安全性；「解決通信設備的電源能耗」意指未來在 5G 行動通信網路運用的理想狀況下，可提高數據傳輸速率，且大幅降低數據傳輸過程中的能耗，提高無線電通信設備的電源使用時間及效能，確保戰場通信傳遞效率及持續性。

## (二) 軍事應用探討

美國海軍採用先進的行動通信系統，以促進艦艇內部、艦艇間以及艦艇與直升機

之間的行動寬頻通信。此系統融合了軍用無線電、無線網絡和衛星通信技術，形成了一套全面的手持式機動部隊管制系統。該系統不僅支持應急救援操作，還提供了包含地理標記的互動白板、即時聊天和消息傳遞等功能，從而實現了在緊急情況下的即時合作、協調和指揮，確保了共享的作戰圖像和訊息流暢交換，以支持決策制定和作戰行動的高效進行。

## (三) 行動通信發展願景

行政院於 2019 年 12 月就「我國 5G 頻

圖二：5G專網頻譜規劃



# 5G專網頻譜政策規劃



經內政部、經濟部、通傳會與交通部等多次跨部會研商，在確認既有警消通訊業務可持續的前提條件下，同意進行移頻作業，以騰出部分頻譜供 5G 專網與第二階段的商用頻譜釋出。相關規劃如下：

- ☑ **以4.8-4.9GHz頻段(100MHz)供5G專網使用，自即日起供各界申請進行場域實驗，並於民國110-111年間(2-3年內)擇期開放執照申請**
  - 政府相關單位完成移頻前，本頻段以和諧共用方式開放。
  - 5G專網申請者應遵照通傳會所訂之干擾處理規範辦理。
- ☑ **第二階段5G商用頻譜以3年後釋出為原則**
  - 中頻部分以4.4-5GHz頻段為主：規畫釋出300MHz頻寬供商用與專網頻譜分配使用，保留300MHz頻寬續供警消通訊使用。
  - 高頻部分優先評估37-40GHz頻段。
- ☑ **5G專網使用專頻仍應繳交頻率使用費**
  - 請通傳會研議有關5G專網頻譜之申請資格、頻率使用費、資安義務等條件。
  - 頻率使用費收費之計算並應參考相近頻段行動通信拍賣底價，以拉近5G專網頻譜與5G商用頻譜的使用成本為原則。

12

資料來源：參考行政院《5G專網頻譜規劃》2019年12月5日，<https://www.ey.gov.tw/Page/448DE00807A1971/3d06fd55-f6f2-4743-a6f8-fa44476487cc>，檢索日期：2024年2月13日。



譜政策與專網發展」報告案（5G 專網頻譜政策規劃如圖二），決定指配 4.8 ~ 4.9GHz 頻段內 100MHz 的頻寬以「專網專頻」方式獨立運作，作為我國 5G 專網頻譜，提供各界申請各種專網場域實驗。<sup>29</sup>

其運用可將軍事網路和民用網路實體隔離，軍民網分開建立各自獨立，從而不會受到民用行動服務提供商的限制。此種配置方式確保了軍用專網數據在一個與民用網路完全隔離的環境中運行，保障數據傳輸的安全性。

國軍在未來若能完全整合第五代行動通信，就能滿足 C4ISR 運作構想，達到戰力整合、靈活指揮、集中運用之目標。以下幾點為未來發展重點：

（一）增強遠程控制與無人作戰能力：利用 5G 網絡的低延遲和高頻寬，遠程控制無人作戰平台成為可能。這包括無人機、無人艦艇等，在複雜海域環境下進行偵察、監視、甚至執行打擊任務，同時減少人員傷亡和提升作戰靈活性。

（二）戰時固定通信設施易成為摧毀目標，為了提升網路節點在戰場上的生存率，建立可移動的無線電通信平臺尤為重

要。通過利用民用無線網路資源，並整合民間的固定臺和移動基站，可以有效保障戰場上的通信生存率，確保國軍的指揮控制系統暢通無阻。

（三）開發針對國軍專用的雲端技術及客戶端應用程式 APP，從政治戰略、軍事戰略到實際作戰層面，以及情報收集、作戰執行、訓練演練與後勤支援等相關軟硬體的研究與開發。構築一套具備戰場感知、資料鏈接、資訊交換、友敵識別、定位導航、視訊會議、數位地理資訊、模擬演練與數據管理等功能的雲端作業平台，以創新的方式重塑未來戰爭的作戰模式。

（四）以專線構接系統業者機房至國軍光纖資訊網路之間，先透過系統業者設定 MDVPN（Mobile Data Virtual Private Network）安全群組，管控專屬 SIM 卡之 IP 位址、門號，可將智慧型行動裝置序號（如 IMEI）與 SIM 卡序號（如 IMSI）配對並加以綁定，以防止使用者更換私人 SIM 卡，以連接至網際網路。於智慧型行動裝置至資訊網路入口閘道端自行建立 VPN（Virtual Private Network）安全通道，運用符合國際標準規範 FIPS 140-2 及國安局認證之保密裝備，並輔以資安防

<sup>29</sup> 同註 17，頁 39。

護機制，如 PKI 憑證及存取權限管控等，以確保傳輸及通信安全。

(五) 為了滿足戰場環境的特殊需求，採用軍規和工業級別的智能行動設備，具備防水防塵、耐高溫防摔等特性，在設備上安裝了自主研發的指揮控制或災害防護應用程序，並藉助內建的 GPS、相機、數位羅盤和陀螺儀等感測器，快速部署專用的移動寬頻通信通信網；並遵循國際標準 FIPS140-2 和經國家安全局認證的加密技術，保障戰時的生存率和通信安全，通過連接至雲端基礎架構的虛擬化指揮控制系統，能夠動態分配數位地圖資料，為地面部隊提供情報偵查、導航、監視、火力支援、災害預防、航空協調和射擊指導等多項功能。<sup>30</sup>

為達聯合作戰需求，各單位須透過資訊共享，系統裝備必須依賴 IP 基礎建設及軟體化方案，並運用行動通信的高兼容性，整合戰場各種異質通信網路（語音、圖像、數據等），為部隊創建一個覆蓋範圍廣、傳輸速率高、兼容性強共同作戰圖像平臺，以消弭現用聯成系統、迅安系統頻寬不足資訊傳輸有限之問題，有利指揮

控制和情報資訊的傳遞。

## 二、無人機支援通信中繼

鑒於戰時我軍地面之指管通情監偵在遭敵破壞後，面臨戰場通訊的重大挑戰，無人機為不對稱作戰利器，尤其在臺海防衛作戰構想中，對於制海、反登陸、國土防衛作戰之指管通資情監偵之備援，可謂至關緊要。若能充分運用無人機通訊中繼的功能，將有助於增進、維繫或恢復戰場管理效能。

對於無人機飛行控制與訊息傳輸，不外乎透過衛星或者空中、地面通訊進行。控制站與無人機之間進行的即時訊息交換便需要通過通訊鏈路來實現。因此，無人機彼此之間可為通訊中繼，僅需配備通訊裝備，即可擔任無線電通訊中繼站，相當於充當空中基地台，俾利克服陸上地形複雜狀況及海上、空中遠距通訊不繼之狀況，延伸通訊距離，以彌補衛星通訊之不足，故可謂「窮國的衛星」。<sup>31</sup>

與建設固定基地臺相比，無人機可以迅速到達指定地點進行通信中繼部署，特別適合應對緊急通信需求或災後通信恢復。近年所見多為災防時，透過無人機

30 同註 16，頁 27。

31 陳欣倫，《UAV 納入陸戰隊情監偵運用之研究》，〈海軍學術雙月刊，2017 年 4 月 1 日〉，頁 25。



飛到災區，提供 WIFI、LTE (Long Term Evolution, 長期演進技術)、4G 的通訊環境，形成空中網路熱點讓災民可以取得通訊。2021 年河南遭遇嚴重洪災時，中共利用改裝的翼龍 2H 救災無人機，配合地面控制站和攜帶的緊急通訊設備，在完全斷電、斷路和斷網的災區中執行救援任務。該無人機飛越近 1200 公里，建立了一個移動的空中信號中繼台，迅速恢復了公共網路通信，覆蓋範圍約 50 平方公里，在不到兩小時的時間為 2572 名用戶提供服務，並產生了 1089.89M 的數據流量。<sup>32</sup>

無人機於災區建立通訊中繼的概念，是在遭遇敵攻擊導致基地台、基礎網路建設損毀時，無人機隊建立機對機通信連結，可延伸並擴大訊號覆蓋範圍，在空中形成一個「多跳」(multi-hop) 無線中繼骨幹網路，可依布建範圍需求而採多台串接延伸至戰區內，在基礎網路建設被破壞的戰區，達成戰區資訊的即時傳輸。無人機隊將在戰區建立「網狀」(mesh) 的空中無線中繼骨幹網路，若需要連線至對外網路時，無人機將使用捷徑路由技術，以

距離最近的對外通訊之無人機進行數據傳輸。在無人機需緊急迫降或者本來提供對外連線之無人機無法提供網路時，運用容錯轉移技術，自動切換到其他可對外連線的無人機，等待迫降之無人機重新上線之後，將自行恢復無人機之間的通訊鏈路，以增強通訊韌性。<sup>33</sup>

軍用無人機可酬載相關通信設備飛行做通信中繼的節點，與地面(海上)通信節點建立戰術範圍內寬頻網路，可實現節點間的數據、語音、圖像高速傳輸，以完善各級部隊垂直與橫向指管通聯。無人機傳輸應用的主要頻段為 300MHz~3000GHz，因為微波鏈路有更高的頻寬，可傳輸影像，不同的微波波段適用於不同的傳輸類型。VHF，UHF，L 和 S 波段較適合於低成本的短程無人機傳輸；X 和 Ku 波段適用於中程和遠程無人機傳輸和空中中繼；Ku 和 Ka 波段適用於中遠程的衛星中繼。

美海軍於 2023 年 6 月提前從諾斯羅普·格魯曼公司購買了第 4 架 MQ-4C (海神) Triton 高空遠程無人偵察機，MQ-4C 是

32 華西都市報，〈“四川造”翼龍無人機為災區送去手機信號〉，刊登日期：2021 年 7 月 23 日，<https://e.thecover.cn/shtml/hxdsb/20210723/157165.shtml>，檢索日期：2024 年 2 月 25 日。

33 康又升、何承運，〈無人機救災通訊應用〉，(電腦與通訊，2020 年 9 月)，頁 47-48。

由 RQ-4（全球鷹）改良而來，體積大、飛行高、速度快、隱蔽好，機上裝置通信中繼設備與 Link-16 戰術數據鏈路，能夠進行視距內與超視距範圍的情報、監視與偵察資料傳輸，無縫連接海軍空中平台，構建訊息優勢。國家無人機研製雖未達到仿製全球鷹之水準，但工業技術可以慢慢建立，或籌購類似機型以支援本軍通信中繼及鏈路傳輸需求。

無人機在執行通訊中繼任務時，其性能會因為某些限制而受到影響：

### （一）無人機通信中繼面臨的威脅

1. GPS 信號干擾：敵發射與 GPS 同頻的干擾信號或偽冒的 GPS 信號，使得無人機無法獲取準確的位置信息。這種攻擊是通過分析 GPS 信號的公開資料，包括信號格式、通信鏈路和協議，計算出要發送的 GPS 信號的具體位置和時間。利用無人機傾向於選擇信號強度較高的特點，發送大功率的偽冒 GPS 信號，從而達到欺騙的目的。

2. 信網路安全問題：由於無人機依靠無線通信來進行控制，且其信號頻道和網路拓撲（即網路的結構）變化迅速，使得

敵對方能夠通過發射大功率的干擾信號來覆蓋正常的通訊，導致通訊品質下降或通訊中斷。此外，還必須警惕惡意的中繼攻擊和中間人攻擊，這種攻擊手段包括創建假無人機身份識別和偽造信號，以及利用數據路由分配的機制，在兩個惡意節點之間建立數據傳輸隧道，替代原有的通訊渠道，從而控制大部分數據路由和攔截信號。在未加密的通訊管道下操作無人機，可能會使敵方輕易地攔截、修改、偽造影像和數據，甚至完全奪取控制權，導致無人機偏離任務目標或被徹底癱瘓。<sup>34</sup>

### （二）無人機通信中繼限制

無人機在執行通信中繼任務時，主要面臨頻譜限制和酬載與續航力的限制。商用無人機的運作主要依賴於國際電信聯盟無線電通訊部門（ITU）劃定的 ISM（工業、科學及醫療）頻段，這些頻段包括了 13.56 MHz、27.12 MHz、40.68 MHz、433 MHz、915 MHz、2.4 GHz 和 5.8 GHz 等。與此同時，軍用通訊系統通常會被分配到專門的頻段上，但隨著商業通訊需求的增加，這些專用頻段面臨擠壓。軍用無人機在執行任務時，經常需要傳輸距離

34 林俊佑，《論無人機商用服務與整合技術》，（中國工程師學會會刊，2020 年 12 月），頁 90。



遠、資料量大的高解析度影像，這需要充足的頻寬來支持這類數據傳輸。如果頻譜資源限縮，導致更多裝置共享同一頻譜，無人機的通訊就可能面臨更嚴重的干擾問題。儘管透過技術如跳頻和展頻來提高無人機通訊的抗干擾性，但考慮到無人機網路（MANET）的特性，這些技術的效果仍受到頻寬和網路容量的限制，<sup>35</sup> 即便是個別節點具有高度機動性，其通信能力也會受到影響。

當無人機通信中繼時，除了考慮到其攜帶設備的能力（酬載）和持續運作時間（續航力）之外，還需注意通訊設備的電源負載、散熱能力、體積大小及成本等因素。

無人機在臺海防禦作戰中扮演著關鍵角色，能夠在制海、反登陸及國土防禦作戰中作為指揮通信情報監控的重要後備力量考慮到無人機在酬載能力和電池壽命上的限制，以及可能遭受敵方攻擊的風險，建議部署足夠數量的無人機及相關通訊設備，以保證戰場通訊的後備韌性。

### 三、民用通信設施應用—漁業電臺

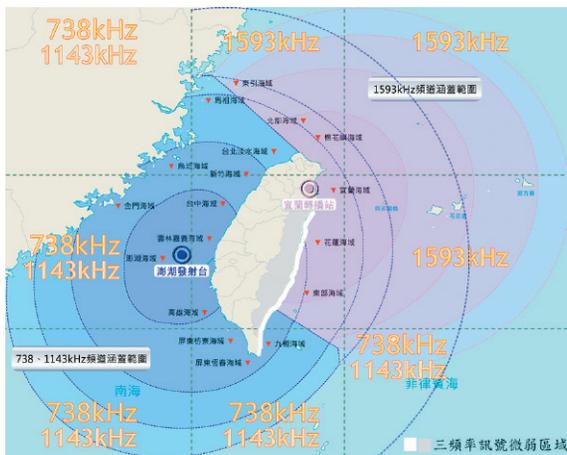
漁業電臺為海上通信的重要組成，其在軍事通信方面的潛在應用價值不容忽視。台灣地區目前有高雄區漁會漁業專用電臺、基隆區漁會漁業電臺、蘇澳、新竹、台中、高雄、東港、花蓮、綠島、澎湖、金門及馬祖區漁會漁業通訊電臺等 12 處。<sup>36</sup> 漁業通訊電臺初期先後設立高雄及基隆漁業專用電臺，其主要目的在於漁船動態之掌握、漁船動員能量之儲備、戰時安全航道之引導及海空情報之蒐集，並滿足漁船通信之需要，當時係以電報通信，其通信範圍涵蓋全球各海域，後續為滿足沿近海作業之漁船通信需求，政府於 69 年間開放無線電對講機（DSB）通訊頻率（通訊距離約 20 浬），民國 76 年解嚴後，政府再開放單邊帶無線電話機（SSB）通訊頻率（通訊距離約 2000 浬）供高雄及基隆漁業專用電臺使用，並從 81 年起開放供台灣地區其他岸台使用，服務範圍由沿近海擴至經濟海域、並延伸至全球三大洋。隨著現代通訊科技發達，遠洋漁船可使用衛星電話，船舶如有裝設特高頻、中

35 曾怡碩，〈無人機與戰場通訊中繼〉，（國防情勢特刊，2022 年 3 月），頁 32。

36 農業部，〈台灣地區漁業通訊電臺營運及漁船救護體系〉，刊登日期：2001 年 9 月，<https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=2179>，檢索日期：2024 年 2 月 12 日。

頻或高頻數位選擇呼叫接收機依「船舶無線電臺設置使用管理辦法」律定之頻率守聽，由於地形影響，臺灣沿近海各海域訊號狀況有所不同（如圖三）。

圖三：漁業電臺收聽範圍



資料來源：參考漁業署《漁廣收聽範圍》，2019年2月，[https://www.frs.gov.tw/view.php?theme=web\\_structure&id=249](https://www.frs.gov.tw/view.php?theme=web_structure&id=249)，檢索日期：2024年2月12日。

另為落實海洋漁業管理措施，國際組織要求漁船安裝結合衛星定位與通訊的「漁船監控系統（Vessel Monitoring System, VMS）」，以隨時掌握其位置動態。

漁業電臺保持 24 小時守值，主要為漁船提供通信支援，包含天氣預報、漁場資訊、緊急救援以及漁船間的日常通信等。這些電臺通常裝備有強大的發射設備和廣覆蓋的接收能力，能夠在廣大的海域範圍內進行有效通信。

由於漁業電臺主要為民用目的設計，其

通信加密和安全防護措施可能無法滿足軍事通信的高安全要求。因此，在利用漁業電臺進行軍事通信時，需採取適當的加密和安全措施，以防訊息洩露或被敵方監聽。

綜上，漁業電臺廣泛的覆蓋範圍和在海上的通信能力，使其成為海上作戰和監控、搜救以及情報蒐集不可或缺的一部分。為了充分利用漁業電臺在軍事應用中的潛力，還需對現有的通信設備和協議進行適當的調整和改進。包括提高通信安全、信號穩定以及優化訊息的處理和傳輸效率，確保在需要時能夠迅速且有效地利用漁業電臺進行通信。

## 伍、結語

隨著科技的不斷進步和戰爭形態的演變，對資通指管系統的要求也會不斷提高。因此，持續的創新和改進，以及對新興威脅的快速響應能力，將是確保資通指管系統能夠有效支持未來海軍作戰任務的關鍵。通過本研究的分析和探討，期望為海軍資通指管系統的未來發展提供有價值的見解和建議。👉



# 系統工程應用於水下無人載具之 電力規劃

Application of Systems Engineering to Power Planning for Remotely Operated Underwater Vehicle.

著者／陳恩斌、林聖義、蔡渙良、黃俊誠

Chen, En-Pin、Lin, Sheng-Yi、Tsai, Huan-Liang、Huang, Chun-Cheng

陳恩斌 大葉大學電機系、林聖義 大葉大學電機系、蔡渙良 大葉大學資工系、黃俊誠 玉豐海洋科儀

## 摘要：

本研究導入系統工程應用於水下遙控載具的電力系統開發，過程從需求確認、概念設計、初步設計到細部設計，逐步規劃完整的電力系統，最後是依據規劃結果加以實現並進行一系列測試驗證。測試的結過證明開發出來的電力系統，能夠滿足之前預設的需求，研究結果非常成功。因為整個開發過程導入系統工程，相關成果也能提供後續專案參考，讓電力系統開發能更有效率地執行。

## Abstract:

This study introduces the application of systems engineering to the development of the power system for underwater remotely operated vehicle (ROV). The process encompasses stages from requirements confirmation, conceptual design, preliminary design, to detailed design, systematically planning a comprehensive power system. Ultimately, the system is realized based on the planned outcomes and undergoes a series of testing and validation. The test results demonstrate that the developed power system meets the pre-established requirements, indicating a highly successful outcome. The incorporation of systems engineering throughout the development process also provides valuable insights for subsequent projects, enhancing the efficiency of power system development.

## 壹、前言

本研究參考海軍軍艦設計建造程序，從需求確認、概念設計、初步設計、細部設計、生產製造以及測試驗證等步驟，導入水下遙控載具（Remotely operated underwater vehicle, ROV）之電力系統規劃與開發，來優化電力系統的開發過程，以提高效率和系統的穩定性。

目前 ROV 電力系統開發沒有既定的法規、規範以及作業程序，導致專案在沒有統一的開發流程之情況下進行作業，後續將會出現各項文件互相干涉，迫使技術文件需要變更與改動，專案執行至組裝過程時，出現返工的情況，進而延長開發時間並增加成本，最嚴重可能導致專案失敗，為了避免這些風險，在專案開發過程中導入系統工程，能夠有效規劃並執行後續作業，減少風險並提高工作效率，以此達成預期目標。

本研究之目標為開發具有清潔離岸風機海底基樁海轎子能力之 ROV，經過需求確認後，決定使用：七顆推進器、兩顆 LED、兩顆 IP Camera 及一顆 PCG（深度計、指南針和陀螺儀），本研究會導入系統工程應用於水下無人載具之電力規劃，

能夠有效地整合各個系統，確保系統的協同運作和高效運行。

## 貳、研究方法

### 1.1 系統工程

系統工程是一個跨學科領域，是為了解決複雜系統面臨的眾多問題，提供了整合的方法，策畫解決設計、開發、整合、驗證和運營，結合了工程、管理和科學的概念，以確保系統能夠符合既定的目標及需求 [1]，需要整合與組成系統相關的人員和流程，執行系統工程需要經驗豐富的系統工程師 [2]，系統工程的過程通常包括需求確認、概念設計、初步設計、細部設計、測試和驗收等階段，確保每個階段滿足他人的需求，在進入下個階段都會有對應的測試與驗證，以確保系統符合需求，互相測試與驗證的方法可以提升各階段的品質。

在系統工程最具有的代表就是 V 模型，V 模型結合了瀑布模型和螺旋模型的主要特點，強調與利益相關者的驗證過程，以及定義出產品開發與生產的各階段 [3]，如圖 1 V 型開發流程圖左側斜線為開發階段，右側斜線為測試階段，V 型流程圖強

調的是在開發過程中，各個不同階段有不同的測試，有助於提早發現並解決問題 [4]。

### ● 運作概念 (Concept of Operations)

操作概念文件是基於利益關係者對正在開發系統操作的看法而產生的，確定系統將如何使用，有助於確保在系統開發過程中考慮到各種利害關係人的需求和觀點，並以清晰的方式記錄和溝通系統的運作方式和特性 [4][5]。

### ● 系統需求 (System Requirements)

確認系統的需求，再根據系統的需求，確定功能、性能和環境條件，對每個系統進行綜合分析並評估相關的可行性，以利後續的設計及開發作業 [4]。

### ● 子系統需求 (Subsystem Requirements Project Arch)

細化系統的功能需求和設計方案，為後續的開發工作奠定基礎，主要目標是確定子系統的整體架構和功能性需求等，為後續的設計打下基礎 [4][6]。

### ● 細部設計 (Component Level Design)

詳細規劃各個組件的功能和操作流程並撰寫從設計開始到結束的開發過程，開發中需考慮性能、安全性、可靠性等方面，確保組件設計符合要求並符合預期目的，同時提供良好的用戶體驗和操作性 [4]。

### ● 軟體編碼與硬體製造 (Software Coding Hardware Fabrication)

確認開發過程中細部設計的文件有符合需求，如果同系統有多個開發正在進行

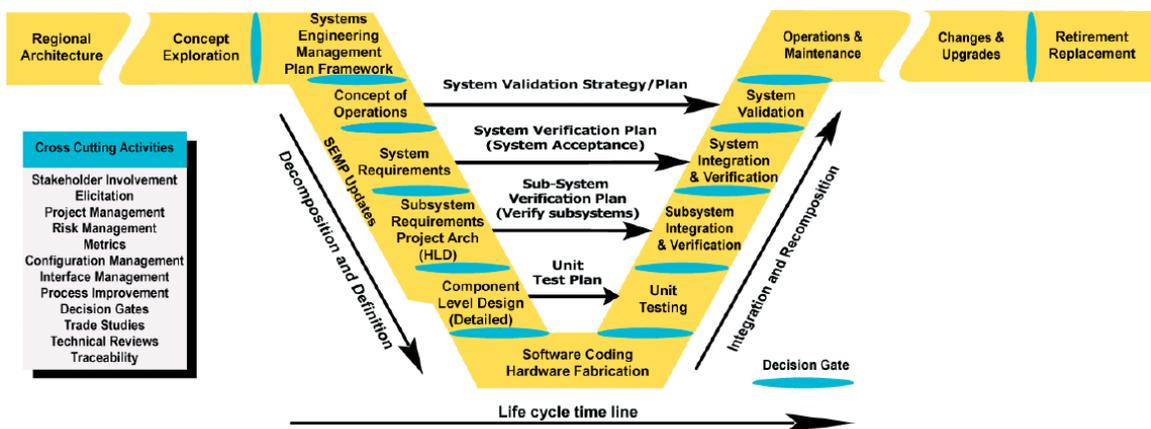


圖1：V型流程圖[4]

中，需要進行協調，以確保項目能夠整合在一起 [4]。

● 單元測試 (Unit Testing)

測試組件是否符合要求，對於設計電路板的人來說，完成電路板的設計、佈局和製造，可以提前發現問題，避免重新評估需求 [4]。

● 子系統整合與驗證 (Subsystem Integration And Verification)

子系統測試並整合，驗證確保子系統是符合到需求 [4]。

● 系統整合與驗證 (System Integration And Verification)

統合所有子系統進行測試，驗證確保系統是符合到需求 [4]。

● 系統驗證 (System Verification)

結束系統與子系統測試，將產品放入預期的還進之中測試，定義測試時的步驟說明以及該誰來執行 [4]。

參、以系統工程導入 ROV 電力規劃

本研究使用 V 型流程圖導入於電力系統的規劃，取 V 型流程圖的精神，規劃出清潔型水下遙控無人載具電力規劃的開發過程有四種，分別為需求確認、概念設計、初步設計和細部設計階段；在測試階段也有四種，分別為零件測試、各部件測試、功能測試和整合測試，詳如下圖 2 本研

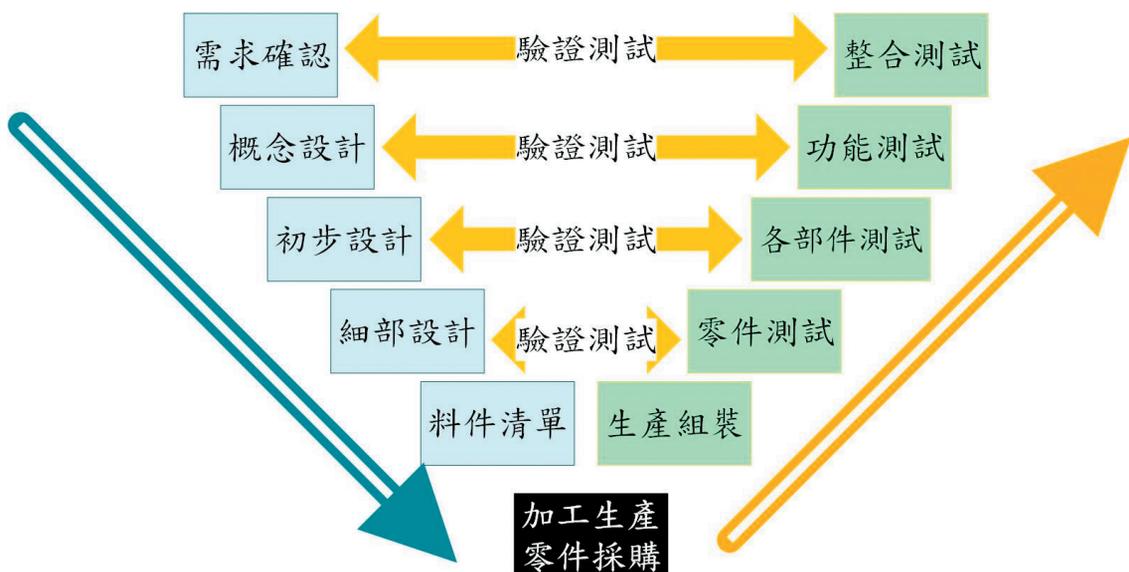


圖2：本研究V型流程圖

究 V 型流程圖。根據圖 2 本研究 V 型流程圖，產生了一系列的文件，製作各階段應該要完成的文件清單，確認規格和料件，規劃各個階段所需的文件和後續組裝與測

試作業流程，各階段分為需求確認、概念設計、初步設計與細部設計和製造與測試階段，每個階段須完成文件，詳如下表 1 全圖說清單。

表1：全圖說清單

各階段		文件名稱	描述
準備階段	需求確認	電力規格清單	各設備電力規格清單
		電力系統需求方塊圖	水上到水下的電力需求系統
設計階段	概念設計	電力負載分析	依照電力系統需求做負載分析
		電力訊號系統圖	電力與訊號的系統圖
	初步設計	電纜總表	各電纜的品號與數量
		電纜功能表	各電纜腳位功能圖
		電纜配置圖	各電纜接置電力系統配置圖
		系統配置圖	各設備連接電纜到電力系統的配置圖
	細部設計	電力系統流程圖	從開始設計到完成組裝TJB和E-pod流程圖
		總材料清單	各材料清單
		24V <sub>DC</sub> to 15V <sub>DC</sub> 電路圖	24V <sub>DC</sub> to 15V <sub>DC</sub> 電路板
		TJB配線圖	TJB的配線圖
		E-Pod 配線圖	E-Pod的配線圖
		TJB配置圖	TJB的配置圖
		E-Pod 配置圖	E-Pod的配置圖
		TJB接線圖	TJB的接線圖
		E-Pod接線圖	E-Pod的接線圖
		測試清單	各測試清單
		零件測試清單	各零件測試項目
		各部件測試清單	各部件測試項目
		TJB功能測試檢驗項目	TJB功能測試清單
		E-pod 功能測試檢驗項目	E-pod功能性測試清單
功能整合測試清單	廠前測試		
製造與測試階段	UCROV 電力開發程序書	從開始設計到結束的電力程序書	
	附錄1-UCROV TJB開發程序書	TJB組裝SOP程序書	
	附錄2UCROV E-Pod開發程序書	E-Pod組裝SOP程序書	
	零件測試結果	零件測試結果	
	各部件測試結果	各部件測試結果	
	TJB功能測試結果	TJB功能測試結果	
	E-Pod功能測試結果	E-Pod功能測試結果	
	功能整合測試結果	功能整合測試結果	

### 3.1 需求確認

根據表 1 全圖說清單，此階段須完成文件為電力規格清單和電力系統需求方塊圖，詳如下表 2 需求確認階段文件清單。

表2：需求確認階段文件清單

各階段		文件名稱	描述
準備階段	需求確認	電力規格清單	各設備電力規格清單
		電力系統需求方塊圖	水上到水下的電力需求系統

#### 3.1.1 電力規格清單的成果展示

確認各部件的功率和電壓，以利後續工程發展，詳如下表 3 電力規格清單。

表3：電力規格清單

各部件	數量	功率(W)	電壓(V <sub>DC</sub> )
300V			
Thruster k14	1	1000	300
Thruster k10	6	500	300
300V to 24V			
IP Camera	2	12	12
LED	2	23	24
PCG	1	5	24
24V <sub>DC</sub> to 15V <sub>DC</sub>	4	7.35	15
Hub	1	5	5
Ethernet to series	1	2.7	30

#### 3.1.2 電力需求方塊圖的成果展示

電力需求方塊圖，經過初步討論的結果，決定出載具的電力需求，電力系統分為水上以及水下，水上的電力系統為艦電，水下的電力系統經過不同的變壓器供電給各部件，使載具能正常工作，詳如下圖 3 電力需求方塊圖。

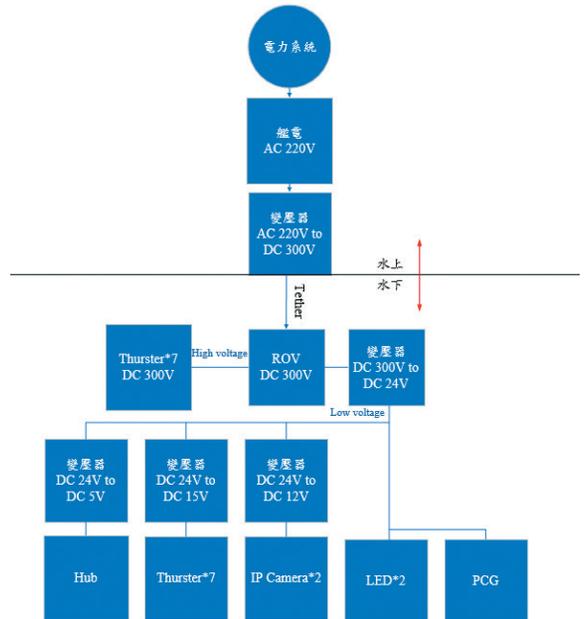


圖3：電力需求方塊圖

### 3.2 概念設計

依據根據表 1 全圖說清單，此階段須完成文件為電力訊號系統圖及電力負載分析，詳如下表 4 概念設計階段文件清單。

表 4：概念設計階段文件清單

各階段		文件名稱	描述
設計階段	概念設計	電力負載分析	依照電力系統需求做負載分析
		電力訊號系統圖	電力與訊號的系統圖

#### 3.2.1 電力負載分析的成果展示

把目前規劃出來的各部件進行負載分析，假設全系統啟動的狀況下，分析設備的各數值，確保載具執行任務時有足夠的電力，根據電力負載分析的結果，電纜在

水中電壓會衰退至 271.28VDC，仍可讓全系統搭載的各設備正常運作，詳如下表 5 電力負載分析。

表5：電力負載分析

各部件	數量	功率(W)	電壓(V <sub>DC</sub> )	負載電流(A)
300V				
Thruster k14	1	1000	300	3.33
Thruster k10	6	500	300	1.67
300V to 24V				
IP Camera	2	12	12	1
LED	2	23	24	0.96
PCG	1	5	24	0.21
24V <sub>DC</sub> to 15V <sub>DC</sub>	4	7.35	15	0.49
Hub	1	5	5	1
Ethernet to series	1	2.7	30	0.09
		總瓦數: 4112.1	電壓: 300	總電流: 13.71

NEC data	Estimated resistance	Other
Wire material	Copper	
Wire size	18 AWG (1.62 kcmil)	
Voltage	300	
Phase	DC	
Number of conductors	2 conductors per phase in parallel	
Distance (one-way)	100 meters	
Load current	13.707 Amps	
<input type="button" value="Calculate"/> <input type="button" value="Clear"/>		
		Voltage drop: 28.72 Voltage drop percentage: 9.57% Voltage at the end: 271.28

壓降(V)	28.72
壓降百分比	9.57%
末端電壓(V)	271.28

### 3.2.2 電力訊號系統圖的成果展示

電力系統分為 (Tether Junction Box ,TJB) 和 (Electric pod ,E-Pod) 系統，設計各部件與 TJB 和 E-Pod 電力及訊號的關聯性，詳如下圖 4 電力訊號系統圖。

### 3.3 初步設計

根據表 1 全圖說清單，初步設計要做的文件有電纜功能表、電纜總表、電纜配置圖和系統配置圖，詳如下表 6 初步設計階段文件清單。

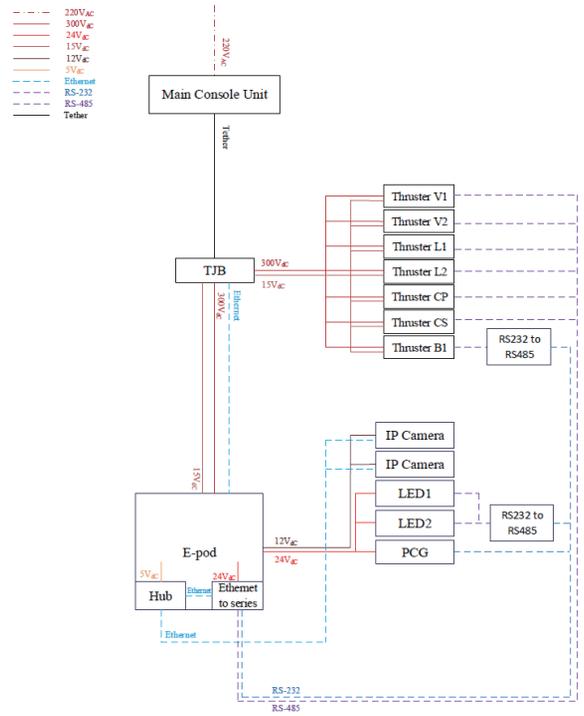


圖4：電力訊號系統圖

表6：初步設計階段文件清單

各階段	文件名稱	描述	
設計階段	初步設計	電纜總表	各電纜的品號與數量
		電纜功能表	各電纜腳位功能圖
		電纜配置圖	各電纜接置電力系統配置圖
		系統配置圖	各設備連接電纜到電力系統的配置圖

### 3.3.1 電纜功能表之技術文件說明

定義出各部件的腳位，以便後續設計電路。

### 3.3.2 電纜總表之技術文件說明

依據上述電纜功能表，規劃各電纜的品號、數量和長度。

表7：細步設計階段文件清單

各階段	文件名稱	描述	
設計階段	細部設計	電力系統流程圖	從開始設計到完成組裝TJB和E-pod 流程圖
		總材料清單	各材料清單
		24V <sub>DC</sub> to 15V <sub>DC</sub> 電路圖	24V <sub>DC</sub> to 15V <sub>DC</sub> 電路板
		TJB配線圖	TJB的配線圖
		E-Pod 配線圖	E-Pod的配線圖
		TJB配置圖	TJB的配置圖
		E-Pod 配置圖	E-Pod的配置圖
		TJB 接線圖	TJB的接線圖
		E-Pod 接線圖	E-Pod的接線圖
		測試清單	各測試清單
		零件測試清單	各零件測試項目
		各部件測試清單	各部件測試項目
		TJB 功能試驗項目	TJB功能測試清單
		E-pod 功能試驗項目	E-pod功能性測試清單
功能整合測試清單	廠前測試		

### 3.3.3 電纜配置圖之技術文件說明

將規劃完成之電纜總表，與電纜功能表結合，規劃出 ROV 電纜和部件的初步配置，設計出電纜配置圖。

### 3.3.4 系統配置圖之技術文件說明

將上述電纜配置圖完成後，考慮 ROV 的空間及各部件擺放之位置，設計出系統配置圖，同時也確認 TJB 及 E-Pod 的開孔位置，以利後續專案執行進度。

## 3.4 細步設計

根據表 1 全圖說清單，細部設計要做

的文件有總材料清單、電力系統流程圖、測試清單、TJB 配線圖、TJB 配置圖、24VDC to 15VDC 電路圖、E-Pod 配線圖、E-Pod 配置圖、零件測試項目及各部件測試項目，詳如下表 7 細步設計階段文件清單。

### 3.4.1 電力系統流程圖的成果展示

製作流程圖來展示目前所做的部分及未來的規劃，清楚地規劃 TJB 及 E-Pod 的組裝步驟該如何進行，這個流程圖將包括組裝及測試過程中的各個步驟和檢查點，

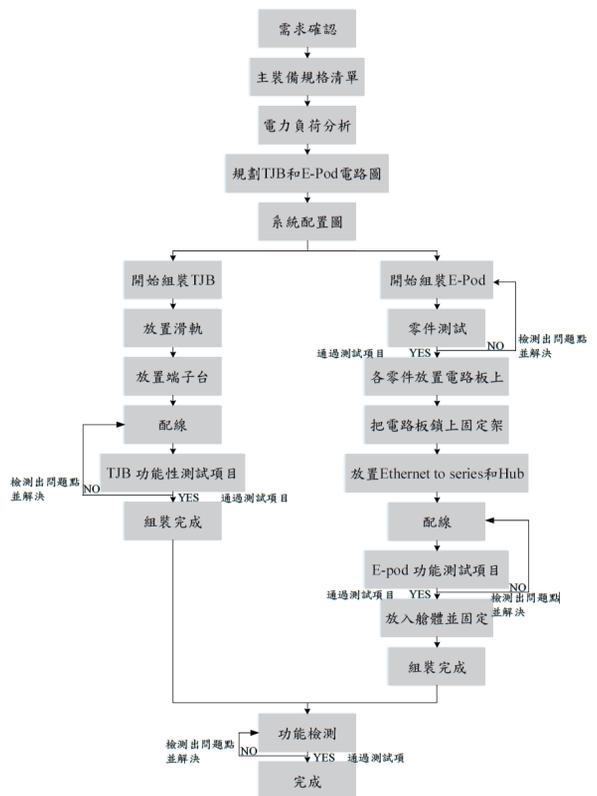


圖5：電力系統流程圖



確認檢查點為通過，繼續進行下一個階段，完成 TJB 及 E-Pod 的組裝，詳如下圖 5 電力系統流程圖。

### 3.4.2 總材料清單之技術文件說明

總材料清單分為 TJB、E-Pod 和 24VDC to 15VDC，把各材料準備好，以利後續的組裝作業。

### 3.4.3 24VDC to 15VDC 電路圖之技術文件說明

設計 E-Pod 內的電路板，加入各零件到 24VDC to 15VDC 的電路板，規劃電路板的電壓、接地和訊號，主要設計 Thruster 的開關。

### 3.4.4 配線圖之技術文件說明

TJB 配線圖參考上述電力訊號系統圖設計出 TJB 的配線圖，規劃出每個所需的端子台，規劃電壓、接地、外殼接地和訊號等。

E-Pod 配線圖參考上述電力訊號系統圖和 24VDC to 15VDC 電路圖，規劃各零件及各部件相關配置，設計出 E-Pod 配線圖。

### 3.4.5 配置圖之技術文件說明

TJB 配置圖參考 TJB 配線圖和系統配置圖，規劃出各部件位置及如何配線，設計出 TJB 配置圖。

E-Pod 配置圖參考 E-Pod 配線圖及系統配置圖，規劃出各部件位置及如何配線，設計出 E-Pod 配置圖。

### 3.4.6 接線圖之技術文件說明

TJB 接線圖參考 TJB 配置圖做出更詳細的接線圖，確定所需的端子台數量，並根據電纜功能表標示每條顏色該接到哪個端子台上，設計出 TJB 接線圖。

E-Pod 接線圖參考 E-Pod 配置圖做出更詳細的接線圖，並根據電纜功能表標示每條的顏色該接到哪個接點上，設計出 E-Pod 接線圖。

### 3.4.7 測試清單之技術文件說明

把各階段所需測試的項目列為清單，分為零件測試清單、各部件測試清單、TJB 功能測試項目和 E-Pod 功能測試項目和功能整合測試清單，後續的測試項目與結果，詳如下一章節製造與測試階段的相關測試結果。

## 3.5 製造與測試階段

根據表 1 全圖說清單，組裝階段要做的文件有 UCROV TJB 開發程序書和 UCROV E-Pod 開發程序書，根據圖 5 電力系統流程圖，依照流程進行後續組裝與測試，詳如下表 8 製造與測試階段文件清單。

表8：製造與測試階段文件清單

各階段	文件名稱	描述
製造與測試階段	UCROV電力開發程序書	從開始設計到結束的電力程序書
	附錄1-UCROV TJB開發程序書	TJB組裝SOP程序書
	附錄2-UCROV E-Pod開發程序書	E-Pod組裝SOP程序書
	零件測試結果	零件測試結果
	各部件測試結果	各部件測試結果
	TJB功能測試結果	TJB功能測試結果
	E-Pod功能測試結果	E-Pod功能測試結果
	功能整合測試結果	功能整合測試結果

### 3.5.1 零件測試清單與結果

電力系統所使用到的變壓器有四種，正式拿來使用前需進行檢測，確保取得的零件沒有問題，詳如下表 9 零件測試清單與結果。

表9：零件測試清單與結果

項目	各測試	品名	數量	功能	測試結果	日期
1	零件測試	DC300V to DC24V	1	輸入DC300V輸出為DC24V	通過	2023/05/24
2		DC24V to DC15V	1	輸入DC24V輸出為DC15V	通過	2023/05/31
3		DC24V to DC12V	1	輸入DC24V輸出為DC12V	通過	2023/05/24
4		DC24V to DC5V	1	輸入DC24V輸出為DC5V	通過	2023/04/26

表10：各部件測試清單與結果

項目	各測試	品名	數量	功能	測試結果	日期
1	各部件測試	Thruster	7	輸入DC300V及輸入DC15V，要能發送訊號	通過	2023/04/24
2		LED	2	輸入DC24V，要能發送訊號	通過	2023/04/10
3		PCG	1	輸入DC24V，要能接收訊號	通過	2023/04/06
4		Ethernet to series	1	輸入DC24V，要能接收訊號	通過	2023/04/06
5		IP Camera	2	輸入DC12V，要有影像	通過	2023/07/24
6		Hub	1	輸入DC5V，要能接收訊號	通過	2023/07/24
7		On/Off Switch	1	輸入DC24V，要能接收訊號	通過	2023/07/24

### 3.5.2 各部件測試清單與結果

電力系統所使用到的各部件，正式拿來使用前需進行檢測，確保取得的各部件沒有問題，詳如下表 10 各部件測試清單與結果。

### 3.5.3 UCROV 電力開發程序書

從需求確認開始到最後的測試，電力系統將會分為兩個子系統，分別為 TJB 及 E-Pod，因此將會產出兩本開發程序書，分別為 UCROV TJB 開發程序書以及 UCROV E-Pod 開發程序書，後續作業人員可以參考流程，以利後續作業。

上述兩本開發程序書將會以附錄，收錄於 UCROV 電力開發程序書中。



3.5.3.1 附錄 1-UCROV TJB 開發程序書

從準備材料到完成組裝 TJB，目的是主要教導組裝 TJB 流程，因內容較多，另以附錄 1 撰寫。

3.5.3.2 附錄 2-UCROV E-Pod 開發程序書

從準備材料到完成組裝 E-Pod，目的是主要教導組裝 TJB 流程，因內容較多，另以附錄 2 撰寫。

表11：TJB功能試檢驗項目清單與結果

	檢驗項目	測試日期
電源設備	<input checked="" type="checkbox"/> AKE-3000	2023/10/24
電路板部件組裝	<input checked="" type="checkbox"/> 確認接地線已連接	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電源線與訊號線已固定	
	<input checked="" type="checkbox"/> 螺絲與銅柱螺絲膠	
電性測試	<input checked="" type="checkbox"/> 標定電壓測試 300 V 5 A	2023/10/24
Network Power Cable	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin 1-Pin3-&Pin12 +Pin13+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/24
ETMCIL13M	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin 1-Pin3-&Pin12 +Pin13+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/18
Thruster V1	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1-&Pin3+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin4+&Pin7-輸出為DC 15V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/18
Thruster V2	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1-&Pin3+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin4+&Pin7-輸出為DC 15V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/18
Thruster L1	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1-&Pin3+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin4+&Pin7-輸出為DC 15V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/18
Thruster L2	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1-&Pin3+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin4+&Pin7-輸出為DC 15V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/18
Thruster SP	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1-&Pin3+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin4+&Pin7-輸出為DC 15V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/18
Thruster CP	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1-&Pin3+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin4+&Pin7-輸出為DC 15V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/18
Thruster B	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1- &Pin3+輸出為DC 300V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin4+ &Pin7-輸出為DC 15V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	2023/10/24

### 3.5.4 TJB 功能測試

TJB 完成組裝後的測試結果，先從電源供應器 300VDC 開始送，經由電纜送至 TJB，測量每個電壓和接地是否正常，詳如下表 11 TJB 功能試檢驗項目。

### 3.5.5 E-Pod 功能測試

E-Pod 完成組裝後的測試結果，先從電

源供應器 300VDC 開始送電至 E-Pod，測量每個電壓和接地是否正常，詳如下表 12 E-Pod 功能測試結果。

### 3.5.6 功能整合測試

ROV 組裝完成後進行功能整合測試，功能整合測試為廠內測試 (Factory Acceptance Test, FAT)，將 TJB 及 E-Pod

表12：E-Pod功能測試清單與結果

	檢驗項目	測試日期
電源設備	<input checked="" type="checkbox"/> AKE-3000	2023/10/18
電路板部件組裝	<input checked="" type="checkbox"/> 電路板編號：_____ ( E-pod-1)	2023/9/26
	<input checked="" type="checkbox"/> 電路板編號：_____ ( E-pod-2)	
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認接地線已連接	
	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電源線與訊號線已固定	
	<input checked="" type="checkbox"/> 螺絲與銅柱螺絲膠	
電性測試	<input checked="" type="checkbox"/> 標定電壓測試 <u>300</u> V <u>5</u> A	2023/10/18
LED1	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1&Pin2輸出為DC 24V	2023/9/26
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	
LED2	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1&Pin2輸出為DC 24V	2023/9/26
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	
PCG	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1&Pin3輸出為DC 24V	2023/10/18
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	
IP Camera1	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin5 or Pin6&Pin7 or Pin8輸出為DC 12V	2023/9/26
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	
IP Camera2	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin5 or Pin6&Pin7 or Pin8輸出為DC 12V	2023/9/26
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	
Ethernet to series	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin8&Pin9(com2)輸出為DC 24V	2023/9/26
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	
Hub	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓輸出為DC 5V	2023/9/26
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	
E-Pod to TJB1	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1&Pin3和Pin2&Pin4輸出為DC 15V	2023/10/18
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	
E-Pod to TJB2	<input checked="" type="checkbox"/> 確認電壓Pin1&Pin3和Pin2&Pin4輸出為DC 15V	2023/10/6
	<input checked="" type="checkbox"/> 訊號測試	

表13：功能整合測試結果

測試項目	測試結果敘述
推進器開關	可以開啟/關閉"垂直"、"水平"、"履帶"、"刷子"的推進器。
各軸向推進器的轉速	可以使用滑桿調節推進器的轉速。
推進器（飛行模式）	1.以人機介面鼠標操控載具前進後退、上升下降、左轉右轉、左翻轉右翻轉之移動方式。 2.控制轉速。 3.鬆開按鍵時，推進器即時停止運動。
推進器（履帶模式）	1.以人機介面鼠標操控前進後退以及左右轉之移動。 2.控制轉速。 3.鬆開按鍵時，推進器即時停止運動。
推進器（清潔模式）	1.以人機介面鼠標操控刷子轉動。 2.控制轉速。
IP CAMERA	按下"啟動"，可以看到畫面，並且具備錄影功能。
23W LED	可以使用滑桿調節燈光的亮度。
介面數值顯示	顯示水下無人載具航向、深度、姿態的相關數值。
載具姿態展示	1.人機介面的螢幕顯示之深度、艏向（heading）、俯仰（pitch）以及左右搖擺（roll）數值。 2.利用3D圖展示即時性的姿態。
Auto Heading定向	水池測試：啟動auto heading功能後，操作ROV轉向，ROV會自動轉回原本設定的方向。
Auto Depth定深	水池測試：啟動 auto depth 功能後，外部推動ROV，會自動移動回原本設定的深度（公差：± 0.2 meter）。
Auto roll自動翻轉	水池測試：啟動auto roll功能後，設定翻轉的角度(+/-45°，ROV會自動轉到設定的角度（公差：± 5）。
吸附	關閉Auto roll功能，並以最大推力吸附結構體。

電路結合，此測試會與專案編組中人機介面的程式控制，測試各項目皆為通過，詳如下表 13 功能整合測試結果。

本專案是完整的 ROV 開發，從無到最後開發出產品，本研究主要負責電力系統的規劃，電力系統的規劃從需求設計開始到後續的 FAT，電力系統開發完後仍需配合整個專案的開發，未來還會有後續的測試岸邊測試（Harbor Acceptance Test,

HAT）以及海上測試（Sea Acceptance Test, SAT），還有後續的精進與總結報告等。

## 肆、結論與未來展望

本文成功將系統工程導入於電力系統的規劃，順利開發出具有清潔功能的 ROV，採用的 V 型流程圖及其精神，為後續類似

開發的項目提供有效的參考模型，不僅減少了返工和成本增加的風險，還能夠提升開發過程的效率和穩定性，實際的測試結果證明，開發出的電力系統完全符合預設需求，開發過程從需求確認到最後組裝完成後的測試，本研究證明了系統工程在電力系統的開發上有重大的影響力。

本研究所使用的系統工程方法，也可以應用於其他領域，隨著技術的不斷進步和應用範圍的擴大，系統工程在更多領域發揮其重要性，通過不斷的探索與應用，使專案提高效率及穩定性。🏆

## 參考文獻

- [1] INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities
- [2] J. Dalman, "The state of systems of systems engineering knowledge sources," 2015 10th System of Systems Engineering Conference (SoSE), San Antonio, TX, USA, 2015, pp. 476
- [3] Luis M. Aristizábal, Carlos A. Zuluaga, Santiago Rúa, Rafael E. Vásquez, "Modular Hardware Architecture for the Development of Underwater Vehicles Based on Systems Engineering," *Journal of Marine Science and Engineering* 9, no. 5: 516.
- [4] Federal Highway Administration California Division. *Systems Engineering Guidebook for Intelligent Transportation Systems*, 3rd ed.; US Department of Transportation: Washington, DC, USA, 2009, pp. 20-73
- [5] ISO/IEC Standard for Systems Engineering - Application and Management of the Systems Engineering Process, In ISO/IEC 26702, 2007, pp.37-52
- [6] Mohammad H. SadraeyA" comprehensive approach to the air vehicle design process using the principles of systems engineering",2012,pp.29-30



學生  
專欄

## 從軍事到民間：在美國海軍官校的國際交流體驗

From Military to Civilian: An International Exchange Experience at the United States Naval Academy.

著者／蔡芮芬 Cai, Ruei-Fen

海軍官校正期 115 年班

美國海軍軍官學校（以下簡稱美國海軍官校）歷年來均會邀請世界各國軍事院校的學生代表，美國內外知名大學人士及相關領域的專業人士參與此次的研討會。

「美國海軍官校國際事務研討會（United

States Navel Academy Foreign Affairs Conference）」至今已舉辦 64 屆，是歷史悠久之研討會，並作為一個討論當今國際議題的論壇而聞名，每年均會有不同的主題，並藉由各方人士從自身經驗及不

## Midshipmen Column

同觀點出發，在會議上發表各自的想法並交流。此研討會主要分成三個部分，其一為主題講演，在講演上會邀請在國際聞名的相關領域專業人士及名人，來分享自身的經驗，並於講演後開放問答，其二為專題訪問，會由該年主題進行深入研究的專家，以三人的方式，由美海官學生進行問答，剖析當今的國際議題，訪談結束後一樣會開放問答，其三為分組討論，13-15人為一組，每組均有各自討論的題目，並由一名美國海軍官校學生帶領討論這個題目，於會議上各自發表自身看法及分享不同國家對於議題上不同的見解。此研討會的最後階段，會舉辦類似模擬聯合國的活動，每組均會有各自要達成的目標，並在最後會由全部人選出一個參與度最高並致力完成聯合國這個統一目標的國家作為最後優勝的組別。本年度研討會由中華民國海軍軍官學校正期 114 年班學生柯竣哲及正期 115 年班學生蔡芮棻代表參加，除平日參與議程的進行，也於借宿於美國海軍官校期間，觀察其學生生活情形；並於參與研討會期間結識美、日、韓及其他國家的代表，期許能以分享自身在台見聞，提升我國在國際上的知名度。

我將本次活動分為三部分介紹並作心得分享，第一部分為專題講演，第二部分為

圓桌討論，第三部分則是模擬遊戲。

Over the years, The United States Naval Academy (hereinafter referred to as the US Naval Academy) has invited student representatives from military academies around the world, renowned university personnel from both within and outside the United States, and professionals in related fields to participate in this symposium. The "United States Naval Academy Foreign Affairs Conference" has been held for 64 sessions and is known as a long-standing symposium and a forum for discussing current international issues. There will be a different theme every year, and participants share their ideas and exchange views based on their own experiences and perspectives during the conference.

This symposium is mainly divided into three parts:

1. Keynote Speech: Internationally renowned professionals and public figures in related fields are invited to share their experiences, followed by a Q&A session.



2. Specialized Interviews: Experts who have conducted in-depth researches on the theme of the year are interviewed by US Naval Academy students in groups of three, analyzing current international issues. A Q&A session follows the interviews.

3. Group Discussions: Groups of 13-15 people discuss specific topics led by a US Naval Academy student, where participants share their views and different national perspectives on the issues.

At the final stage of the symposium, a Model United Nations activity is held. Each group has its own goals to achieve, and in the end, the group that has the highest involvement in participation and is most committed to achieving the unified goal of the United Nations is selected as the final winning group.

This year's symposium was attended by students Ko Jun-Zhe from the 114th class and Cai Ruei-Fen from the 115th class of the Republic of China Naval Academy. In addition to participating

in the agenda, they observed the student life at the US Naval Academy during their stay. They also met representatives from the US, Japan, South Korea, and other countries during the symposium, hoping to share their experiences from Taiwan and enhance the international visibility of our country.

I will introduce and share my thoughts on this event in three parts: the first part is the keynote speech, the second part is the roundtable discussion, and the third part is the simulation game.

## 壹、主題和專題講演

### (Themes and Keynote Speeches)

本次研討會中共有七次演講，除開場演講外，其餘六次的講演主題都大有不同，講者們都是來自西方國家對於社會、民主、政治、科技發展等有極大貢獻的學者。主題講演和專題講演的不同之處在於只有一位講者對於主題去分享他的想法和心得，而專題則是用討論的方式去表達，讓來自不同領域的學者們在講台上各自分享想法後再進行討論，在輕鬆並談笑的過程中獲得共同的結論。主題雖然都不一

# Midshipmen Column

樣，但核心都相同，那就是軍民關係。

除了能透過這些學者了解到政府或者公家機構對於政策運作時的想法外，也能感受到軍和民思考的方向不同，所以彼此更需要人民的想法和建議去磨合出適合現代社會的新走向。



而我覺得透過這些講演除了能聽到學者的分享外，更需要學習的是外國學生願意提出問題的精神。與我們的被動學習模式不同，每一場講演結束後都會有許多來自各校的學生主動提出問題，大部分的人都主動去思考找出自己的疑慮後發問，更棒的是沒有人會對你的問題作出評論，反而是也會自己思考後和學者給出來的答案做對比，這種開放式的學習精神我認為是非常值得效仿的。

There were a total of seven lectures in this symposium. Apart from the opening lecture, the other six lectures covered various topics. The speakers were scholars from Western countries who have made significant contributions to society, democracy, politics, and technological development. The difference between keynote speeches and specialized lectures is that the former involves a single speaker sharing their thoughts and insights on a topic, while the latter involves a discussion format where scholars from different fields share their ideas on stage and then engage in a discussion. Through a relaxed

and humorous process, they reach a common conclusion. Although the topics varied, the core for all was the same - the relationship between the military and civilians.

Through these scholars, we can understand the thoughts of the government or public institutions on policy operations, and also feel that the military and civilians think in different directions. Therefore, it is even more necessary to integrate the ideas and suggestions of the people to develop a new trend suitable for modern society.

Besides listening to the scholars' sharing, through these lectures, what we need to learn more is the willingness to ask questions in public. Unlike our passive learning style, after each lecture, many students from various schools actively asked questions. Most people took the initiative to think and find their doubts before asking questions. The best part was that no one commented on your questions. Instead, they compared the answers given by the scholars with their own

thoughts. I think this open learning spirit is worth emulating.'

## 貳、圓桌討論

### (Roundtable Discussions)



圓桌討論分為十八個小組，每組被分配到的主題都不相同，包含政治、軍事、社會等議題，以時事為主旨出發讓組員們討論，各自發表不同的意見和想法。過程中先由美海官的學生做主題報告，延伸出相關討論的問題後大家會開始表達自己的想法，若彼此的觀點抵觸造成討論的方向錯

## Midshipmen Column

誤時，則是由各組的指導教授提出想法重新導向。

我的組別討論的是兩岸與美國之間的關係，在討論的過程中我就扮演著非常重要的發言角色，剛開始這讓我有些不習慣，畢竟習慣的學習模式就是聽別人講，不太會進行討論。但是我想著絕對不能錯過這種可以練習口說和表達的機會，即使用字遣詞可能不是最精準的，還是流暢的把想法表達出來。除了發言，我覺得懂得傾聽也是很重要的，這個會議室中每個人都可以自由的表達想法和意見，沒有誰對誰錯，這讓我們小組的氣氛融洽，了解彼此的想法後達成共識，能夠順利的結束這個環節。

The roundtable discussions were divided into eighteen groups, each assigned a different topic, including political, military, and social issues. The discussions were based on current events, allowing group members to

express their opinions and ideas.

The process began with a student from the US Naval Academy presenting the topic, followed by related discussion questions. Everyone then started to express their thoughts. If conflicting viewpoints led the discussion in the wrong direction, the group's guiding professor would offer ideas to redirect it.

My group discussed the relationship between the two sides of the Taiwan Strait and the United States. During the discussion, I played a very important role as a speaker. At first, this was a bit uncomfortable for me, as I was used to passive learning style where I listened to others rather than engaging in discussions. However, I realized that I couldn't miss this opportunity to practice speaking and expressing



myself. Even if my choice of words might not be the most precise, I still conveyed my ideas fluently. Besides speaking, I believe that knowing how to listen is also very important. In this conference room, everyone could freely express their thoughts and opinions, and there was no right or wrong. This created a harmonious atmosphere in our group, and after understanding each other's ideas, we reached a consensus and successfully concluded this session.



而我也在這個小組結交了來自不同國家的友好，除了白天在公事上合作，晚上休息時間的時候也由美海官的組員帶我們品嚐安納波利斯的美食、欣賞美景，聊天的過程中也更加的了解對方的興趣以及各自

文化的差別，到現在回國之後，仍透過交換的聯絡方式關心彼此，不只是半面之交而已。

In this group, I also made friends from different countries. Besides collaborating on official matters during the day, the US Naval Academy members took us to taste the delicacies of Annapolis and enjoy the beautiful scenery during our free time in the evenings. Through our conversations, we have a better understanding of each other's interests and cultural differences. Even after returning to our respective countries, we still keep in touch through the contact information we exchanged, maintaining more than just a casual acquaintance.

### 參、模擬遊戲 (Simulation Game)

模擬聯合國則是依據各小組為一個代表的機構，舉例來說，遊戲中若是擔任紅十字會的角色，就需要在傷亡最低的情況下，協調伊拉克、白宮、美國當局及洛克希德馬丁（軍火商）等機構進行協商，讓各國停止戰爭，此次的活動中主要分成四個環節，每個環節都會因為各機構協商後所做的決定而產生不同的結果，除了溝通

## Midshipmen Column



上最基本的語言能力以外，更需要的是危機處理的能力，在過程中，總能感受到緊張刺激的氣氛，貌似有一種牽一髮動全身的感覺，很有可能因為自己在協商的過程中不經意的一句話或是行為，進而改變整個活動進行的情勢。

模擬遊戲的環節對我來說最大的困難就是要離開原本的組別到教室外頭去和其他組別的人協商，且內容是無法預知的，他們可能帶著許多條件要來協商，對於當下的情況我需要完全的了解才有辦法進行溝通。除了訓練溝通和隨機應變的能力外，

也需要對於國際事務有著基本的概念，若平時從新聞中看到的相關內容此時此刻也能夠運用在其中，讓整個過程更加順利。

The Model United Nations simulation is based on each group representing an organization. For example, if you play the role of the Red Cross in the game, you need to coordinate with Iraq, the White House, the US authorities, and Lockheed Martin (a defense contractor) to negotiate and stop the war with minimal casualties. This activity is divided into four stages, and each stage's outcome depends on the decisions made by the organizations during negotiations. Besides the basic language skills required for communication, crisis management skills are also essential. Throughout the process, you can feel the tense and exciting atmosphere, as a single word or action during negotiations can potentially change the entire course of the activity.

The biggest challenge for me in the simulation game was leaving my original group to negotiate with



members of other groups outside the classroom. The content of these negotiations was unpredictable, and they might come with many conditions for negotiation. I needed to fully understand the current situation to communicate effectively. Besides training communication and adaptability skills, having a basic understanding of international affairs was also necessary. If I could apply the relevant content seen in the news during the game, it would make the entire process smoother.

#### 肆、心得 (Reflection)

很榮幸能代表學校參加本次的研討會，讓我第一次赴美的經驗充滿了許多既嶄新又有趣及前所未有的豐富體驗。世界各地優秀的人們聚集在一地，他們都非常的熱情且充滿了好奇心，這樣的環境使我也開始主動去認識他人，與他人分享台灣有趣的事務，同時也結交了許多來自韓國、斯里蘭卡等其他國家的朋友。

圓桌討論是我在這次研討會中最喜歡的部分，大家聚集在一起各自表達對於某個議題或主題的意見或看法，更強調的是沒有人能夠評判你的意見，大幅提升每個人

主動表達的意願。另外，主動的精神值得也我們效仿，他國學生對於自身的要求標準都非常的高，不管是學習、生活亦或是體能方面，都非常的自律，利用自身零碎的時間來提升自己。我透過這次的研討會除了英文能力有所提升，認識了各國的朋友，更主動表達自己的想法，同時也希望未來有更多能夠到國外交流的機會，不僅限於美國，能夠透過交流的方式到世界各地拓展眼界是非常重要的。

親自赴美後我看到這些來自世界各地的優秀的人們對於學習新的事物有著極大的熱情，當他們發自內心提出問題想與你討論的時候，眼神都散發著強烈的光芒，就是因為能感受到這份積極的心，同時也能激勵到身旁的人一起去找出答案的所在，讓整個氣氛都沉浸在學習的愉悅中，我想這就是主動學習的力量吧，在這樣的環境下也更容易發現自己不足的地方去檢討及改進，讓自己成為一個進步的人，希望未來還能夠再參加相似的活動！

It was an honor to represent my academy at this seminar, making my first experience in the United States filled with many new, interesting, and unprecedentedly rich experiences. Outstanding people from all over the

## Midshipmen Column

world gathered in one place, and they were all very enthusiastic and curious. This environment encouraged me to actively get to know others, share interesting things about Taiwan, and make friends from countries like South Korea and Sri Lanka.

The roundtable discussions were my favorite part of the seminar. Everyone gathered to express their opinions or views on a particular topic or issue, emphasizing that no one could judge your opinion, which greatly increased everyone's willingness to express themselves. Additionally, the proactive spirit is worth emulating. Students from other countries have very high standards for themselves, whether in learning, in life, or physical fitness, and they use their fragmented time to improve themselves. Through this seminar, not only did my English skills improved, but I also made friends from various countries, expressed my ideas more actively, and hoped for more opportunities to exchange abroad in the future. It is very important

to expand one's horizons through exchanges, not limited to the United States, but to the world.

After visiting the United States, I saw that these outstanding people from all over the world have great enthusiasm for learning new things. When they sincerely ask questions and want to discuss with you, their eyes sparkled. It is because of this positive attitude that they can inspire those around them to find answers together, immersing the whole atmosphere in the joy of learning. I think this is the power of proactive learning. In such an environment, it is easier to discover one's limitations, and to review them, to improve them, and become a better person. I look forward to participating in similar activities again in the future! 🇺🇸



”

學生  
專欄



## 泳不放棄

Growth is a process, not an event.

著者／蕭耶瑪 Augustine Briton Chaemar

海軍官校正期 116 年班貝里斯外籍生

游泳是所有年齡層的人在夏季都喜歡的典型活動，但在海軍官校，我很榮幸能夠成為大家庭的一員，尤其是 116 年班。我們在泳池的一端排成一排，從這一端到另一端進行蛙泳技術訓練，然後教練會分發不同的帽子，假設技術高於平均水平，會收到一頂黃帽子，平均水平是藍色，低於平均水平是紅色。

我們四個人入水，進行蛙泳技術練習。

我害怕和第一組一起進去並做錯，所以我在等待兩組後建立了信心。當我完成任務時，得到了黃帽子，但我誤解了帽子之間的差異，坐在那裡想知道我做錯了什麼而沒有得到藍帽子，因為我認為藍帽子是給那些盡力而為的學生。所以我站著，看著他們一組接著一組地進行，有人得到了黃帽子，他的技術對我來說是他們之中最好的。然後我請「馬克」解釋一下帽子之間

的區別，他告訴我藍色帽子是最好的，不幸的是他錯了，這對我來說是個好消息，因為我總是想成為最好的。

我們分組給不同的教練授課，幾天過去了，聽到有關週五進行測試的消息。我知道自己還沒準備好，但別無選擇，只能盡力做好準備。週五到了，我們的確做好了準備。聽同學說，這一天過關的學生提前去參加救生員培訓。我非常有信心能通過這次考試，而且做到了，時間是二十三分鐘，不是吹牛，但這對所有外國人來說是最好的，我們大多數人都通過了，但令我驚訝的是我的同學游十七分鐘，接下來一週，另一個女孩還在十五分鐘內做到了，我不敢相信，所以她帶我去找教練，給我看了她的紀錄，當時心裡滿是敬佩。

休閒游泳與學習如何專業游泳有很大的不同，作為救生員，需要了解不同泳姿以及練習操縱它們，我們在每個項目中都

投入了艱苦的練習。這次經歷很棒，我很享受，儘管過程中有舊傷導致疼痛。雖然不太懂中文，但非常感謝我的教練，我們有時會用英語進行交流。另外，我的同學也幫助我了解在做什麼以及如何做，但最重要的是教練的耐心，能使我感覺自己有進入狀況，深入訓練後，我就能理解其中的大部分內容，而且儘管我的腳接受了手術，表現並不會太差，我很榮幸能成為海軍官校的一員。

Swimming is a typical activity that people of all ages enjoy in the summer, but at R.O.C.N.A., it's a privilege to be part of the NAVY family, especially the class of 116. We started our course by issuing hats to different individuals. We lined up on one end of the pool and swam to the other. We were supposed to use the breaststroke technique,



and then the coach would distribute the respective hat. If your technique was above average, you could receive a yellow hat; average was blue, and below average was red.

We entered the water in groups of four and practiced the breaststroke technique. I was afraid of being in the first group and making mistakes, so I waited for two sets to build my confidence. When I completed the task, I was given a yellow hat. However, I misunderstood the meaning of the hats. I wondered what I had done wrong to not receive a blue hat, as I thought the blue hat was for those who did their best. I watched others receive yellow hats, and one person from that group had the best technique in my opinion.

I asked Mark to explain the difference between the hats. He mistakenly told me that the blue hat was the best, which was actually good news for me because I always wanted to be part of the best group.

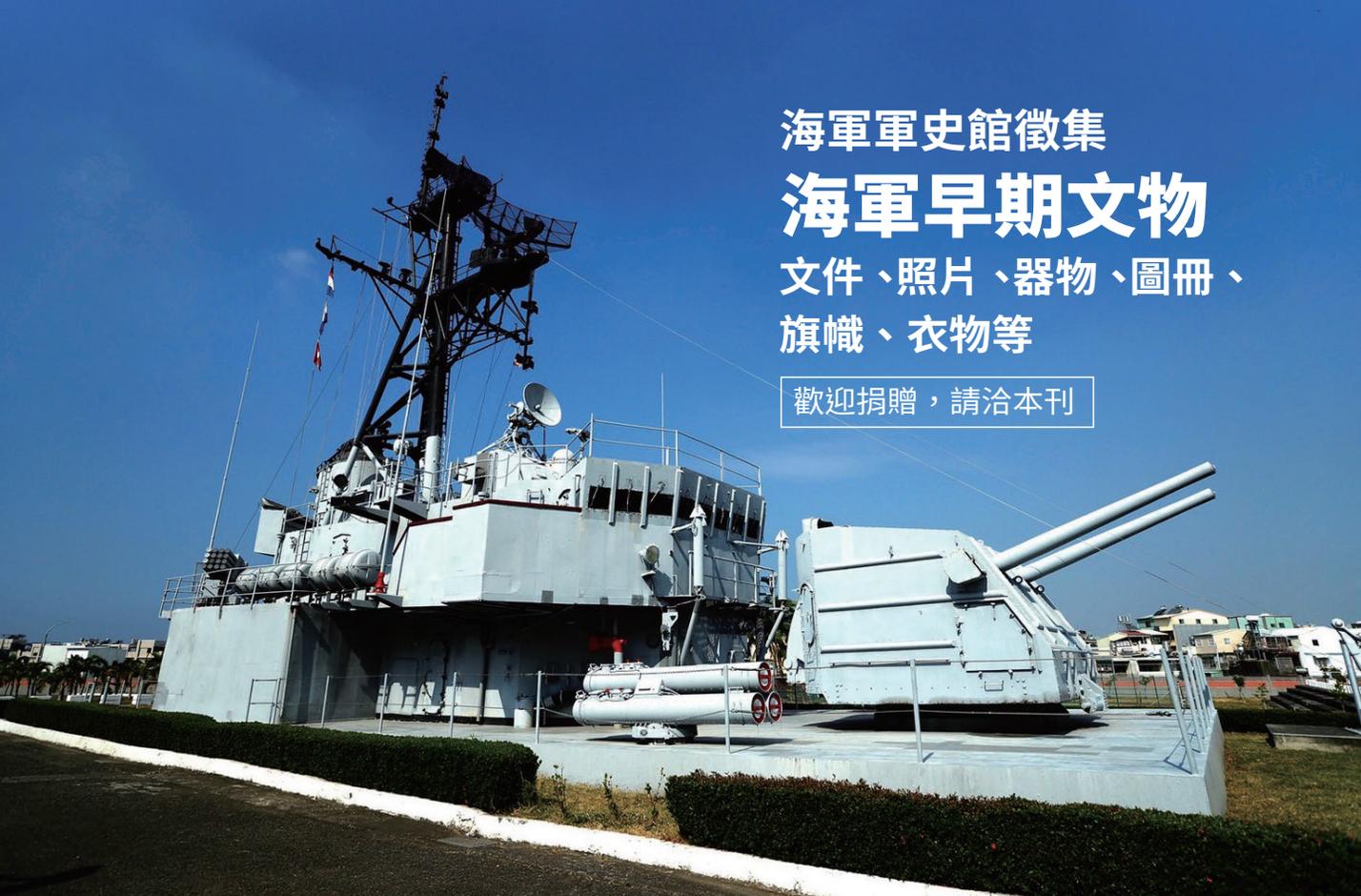
We were then assigned to different coaches. Days passed, and I heard a rumor about a test on Friday. I knew I wasn't fully prepared but had no choice but to get ready. On Friday, I prepared and learned from a classmate that those who passed the test would advance to lifeguard training. I was highly motivated to pass, and I did. My time was twenty-three minutes, and not to brag, but it was the best among all the foreigners. Most of us passed, but I was surprised when one classmate

## Midshipmen Column

completed it in seventeen minutes, and the following week, a girl did it in fifteen minutes. I didn't believe her, so she took me to the coach and showed me her record. I was speechless and had to agree.

Swimming for leisure is very different from learning how to swim professionally. Lifeguard training requires knowledge of different strokes and how to use them for drills. Despite the hard days of practice, the experience was wonderful. I enjoyed it, even though I experienced some pain along the way. The coach was knowledgeable and helpful in many ways. I appreciated him despite not understanding Chinese. We communicated in English, and the

coach helped me get into training quickly. My classmates also played a significant role in helping me understand the techniques. My performance was good despite my foot surgery. I'm honored to be part of the R.O.C.N.A. 🏆



海軍軍史館徵集

# 海軍早期文物

文件、照片、器物、圖冊、  
旗幟、衣物等

歡迎捐贈，請洽本刊

## 徵稿簡則

- 一、本刊為海軍綜合性刊物，提供本校教官(師)、學生及本軍學術研究寫作園地，藉以促進研究風氣，培養術德兼備及具發展潛力之海軍軍官，達成本校教育使命，其宗旨如下：
  - (一)研究自然科學、管理科學與人文科學等科學新知，啟發人文哲學思想與建軍理念。
  - (二)研究海軍科學、作戰、戰術與戰具等海軍知識，提升國防科技，切合海軍「建軍備戰」、「教育訓練」之目標。
  - (三)報導海軍學校教育政策、活動、典型人物介紹及生活資訊報導等。
  - (四)砥礪學生品德與忠貞節操，培養並推廣本軍寫作與研究之風氣。
- 二、來稿以創作為主，且優先選登，或譯作以不超過每期篇幅50%為限，來稿內容應慎防涉及軍事機密，並恪遵保密規定；請勿一稿兩投或抄襲。
- 三、來稿以五千字至八千字為度，如原文過長，得由本社考量分期刊出。
- 四、來稿請以稿紙橫寫或A4紙張直式橫書印製，字跡務請繕寫清楚或附電子檔案，如附圖片請以清晰為要，電子圖檔解析度300dpi以上以利印刷，稿末請加註姓名、身分證號、學歷、經歷、現職、聯絡電話及地址；譯作請另附原文影本。
- 五、本刊對文稿有刪改權，投稿一律不退還，稿酬從優，每千字680元至1020元，圖片一幀270元，以不超過每期預算為原則，一經採用，未經本社同意，不得翻印、抄襲或挪作其他運用（請自行至本校全球資訊網／行政單位／教務處／著作權授權書，下載「海軍軍官季刊著作授權書」後，併同稿件寄達本校。）
- 六、來稿請寄左營郵政90175號信箱「海軍軍官季刊」收，或逕送本社。
- 七、凡學術型稿件請依以下“註釋體例”纂稿：
  - (一)所有引註均需詳列來源，如引註係轉引其他論文、著作，須另行註明，不得逕自錄引。
  - (二)專著須依次列出作者、(譯者)、書名、出版書局、出版年份、(版次)、頁碼。格式如下：  
中、日文專書：作者，《書名》，(出版地：書局，年月)，頁X-X。  
西文專書：Author's full name，Complete title of the book，(Place of publication：Publisher，Year)，P.X or PP.X-X
  - (三)論文、雜誌、期刊等須依次列出作者、篇名、編輯者、書名、出版地、出版書局、出版年份、(版次)、頁碼。(期刊出版地、出版者可省略)格式如下：  
中、日文論文：作者，〈篇名〉，編輯者，《書名》，(出版地：書局，年月)，頁X-X。  
西文論文：Author's full name，Title of the redactor，Complete title of the book，(Place of publication:Publisher，Year)，P.X or PP.X-X。
  - (四)第一次引註須注明完整之資料來源，第二次以後得採一般學術論文之省略方式，為全文使用方式應相同。

813

左營郵政 90175 號信箱

海軍軍官學校 (海軍軍官季刊編輯) 收

郵票黏貼處



## 海軍軍官 讀者意見調查

A. 本期刊物哪些文章或題材合乎您的興趣且內容令您滿意？

\_\_\_\_\_

B. 您希望本刊後續選擇以哪些題材為主題？

\_\_\_\_\_

C. 您覺得本刊全新改版之之整體編輯設計、編排方式是否令您滿意？

滿意 尚可 不滿意

意見：\_\_\_\_\_

D. 本刊吸引您閱讀的原因是（可複選）

可增進新知 可供資料蒐整 與本身職務相關 文章內容引人入勝

其他原因：\_\_\_\_\_

基本資料（本欄僅為統計之參考，請放心填寫）

姓名 \_\_\_\_\_ 職業 \_\_\_\_\_ 職務 \_\_\_\_\_ 電話 \_\_\_\_\_



# 海軍官校

## 限量打造將才



每年只有兩百位海軍官校的畢業生，  
能同時擁合理學士、少尉軍官、半個外交官的身分。

### 軍官正期班

修業4年，畢業授予學士學位，少尉任官。

### 招生對象

■ 高中(職)畢業或同等學力之17歲至22歲社會青年及役畢人員。

### 採計科目

- 學測：國文、英文、數學及自然。
- 統測：採計全部科目。

海軍軍官學校 R.O.C. Naval Academy

招生專線：07-5817366

地址：高雄市左營區軍校路669號



海軍軍官學校編製 定價 250 元  
GPN 200360009