

สงคราม ใต้น้ำยุคใหม่

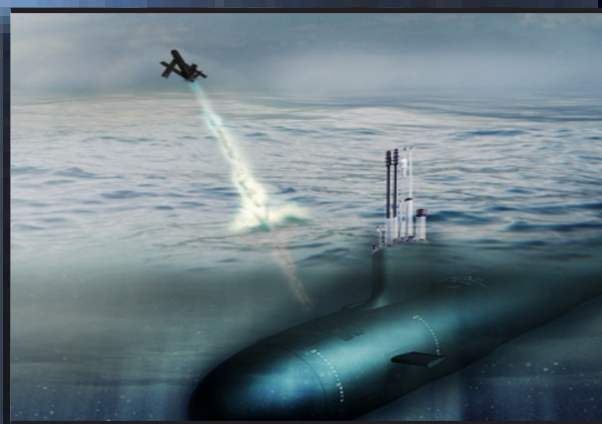
กองศึกษาการสงครามทางเรือ^{*}



* กองศึกษาการสงครามทางเรือ ศูนย์ศึกษายุทธศาสตร์ทางเรือ กรมยุทธศึกษาทหารเรือ



สงครามใต้น้ำยุคใหม่เป็นโอกาสและสิ่งท้าทายต่อกองทัพเรือ ในขณะที่การปฏิบัติการทางเรือของประเทศต่าง ๆ ในอาเซียนกำลังเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะสาขาการปราบเรือดำน้ำกำลังก้าวไปสู่การทำสงครามใต้น้ำ กองทัพเรือในฐานะหน่วยงานด้านความมั่นคงของรัฐที่ต้องแบกรับภาระในการรักษาอธิปไตยของชาติทางทะเล จึงต้องเตรียมการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในอนาคตภายใต้สภาวะที่ขีดความสามารถในการทำสงครามใต้น้ำของกองทัพเรือมีข้อจำกัด โดยจำเป็นต้องมีการวางรากฐานกำหนดโครงสร้างของหน่วยให้สามารถสนับสนุนการทำสงครามใต้น้ำของกองทัพเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งการปฏิบัติการเชิงรุกและปฏิบัติการเชิงรับ สำหรับพื้นที่อ่าวไทยอันเป็นเส้นทางคมนาคมทางทะเลที่สำคัญของประเทศ และด้วยลักษณะทางกายภาพของอ่าวไทย กองทัพเรือสามารถประยุกต์ใช้แนวความคิด การปฏิเธรพื้นที่ใต้น้ำในอ่าวไทย (Undersea AD in The Gulf of Thailand) “เข้าได้ แต่ออกไม่ได้” เพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับภัยคุกคามใต้น้ำในอนาคต ทำให้ฝ่ายตรงข้ามต้องยับยั้งชั่งใจในการส่งเรือดำน้ำเข้ามาในพื้นที่อ่าวไทย เพราะเมื่อเข้ามาแล้วยากที่จะคาดหวังว่าจะได้ออกไป



การจัดหาเรือดำน้ำจากสาธารณรัฐประชาชนจีนของกองทัพเรือเป็นการเพิ่มโมเมนตัมในการรักษาความมั่นคงของประเทศทั้งในระดับยุทธศาสตร์ ยุทธการ และยุทธวิธี นอกจากนี้ยังจะส่งผลต่อการใช้กำลังทางเรือของกองทัพเรือในอนาคต ซึ่งในช่วงเวลาที่ผ่านมา แนวความคิดการใช้กำลังทางเรือของกองทัพเรือ รวมถึงการฝึกทางยุทธวิธีและการศึกษาในหลักสูตรต่าง ๆ ครอบคลุมสามสาขาหลักของการปฏิบัติการทางเรือ ได้แก่ การรบผิวน้ำ (Anti Surface Warfare) การป้องกันภัยทางอากาศ (Anti Air Warfare) และการปราบเรือดำน้ำ (Anti Submarine Warfare) แต่การจัดหาเรือดำน้ำดังกล่าวทำให้แนวความคิดการใช้กำลังทางเรือ การฝึกทางยุทธวิธีและการศึกษาในหลักสูตรต่าง ๆ ของกองทัพเรือต้องเปลี่ยนแปลงจากแนวคิดสงครามปราบเรือดำน้ำไปสู่การทำสงครามใต้น้ำ (Undersea Warfare) ซึ่งในบทความนี้จะได้อธิบายถึงจุดเริ่มต้นของสงครามใต้น้ำ นั่นคือ ความเป็นมาของเรือดำน้ำในฐานะตัวแสดงหลักในสงครามใต้น้ำ และวิวัฒนาการของสงครามใต้น้ำตั้งแต่ยุคสงครามโลกจนถึงปัจจุบัน เพื่อที่ท่านผู้อ่านจะได้เข้าใจแนวโน้มของสงครามใต้ทะเลในอนาคต อันมีข้อพิจารณาที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ และสุดท้ายเป็นการตอบคำถามว่า “กองทัพเรือจะเข้าสู่ยุคแห่งสงครามใต้น้ำอย่างไร และมีแนวทางการทำสงครามใต้น้ำในอ่าวไทยอย่างไร”

ความสำคัญของเรือดำน้ำ

เรือดำน้ำเป็นยุทธโศปกรณ์ที่ทรงพลังอำนาจมากที่สุดเท่าที่มนุษย์ได้สร้างขึ้น ขีปนาวุธทางยุทธศาสตร์ข้ามทวีป (Ballistic Missile) ที่ติดตั้งในเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ สามารถให้อำนาจการยิง (Fire Power) เหนือกว่าอำนาจการยิงโดยรวมของกำลังรบต่าง ๆ ในยุคสงครามโลกครั้งที่ ๒ รวมกัน เรือดำน้ำได้แสดงบทบาทสำคัญในช่วงสงครามโลกครั้งที่ ๑ และ ๒ สงครามเย็น และในช่วงยุคโลกาภิวัตน์ ถ้าหากพิจารณาการก่อกำเนิดของมหาอำนาจในภูมิภาคต่าง ๆ แล้ว จะเห็นได้ชัดเจนว่าล้วนมีพลังแห่งความเงียบคือเรือดำน้ำเป็นยุทธโศปกรณ์ทางทหารที่แสดงบทบาทที่สำคัญยิ่ง



คุณลักษณะเด่นของเรือดำน้ำคือล่องหนซึ่งสัมพันธ์กับเป้าหมายการสร้างเรือดำน้ำในครั้งแรกคือความต้องการซ่อนพราง การปฏิบัติการที่ไม่ต้องการเปิดเผย การเดินทางไปในที่ที่เรือผิวน้ำ



ไม่สามารถไปได้ และการโจมตีโดยปราศจากการแจ้งเตือน เรือดำน้ำถือว่าเป็นศัตรูกับเรือผิวน้ำ อาศัยการไม่ถูกตรวจพบจากฝ่ายตรงข้าม (การซ่อนพรางใต้น้ำ) มาสร้างความแข็งแกร่งให้แก่ตน ในขณะที่เรือบรรทุกเครื่องบินสร้างความแข็งแกร่งจากระยะสายตาที่กว้างไกล การมองเห็นการพิสูจน์ทราบ (การใช้อากาศยานลาดตระเวนค้นหา โจมตี) เรือบรรทุกเครื่องบินสามารถแสดง



แสนยานุภาพในน่านน้ำที่มีความขัดแย้ง การแสดงกำลังหรือการแสดงออกโดยมีความหมายในเชิงสัญลักษณ์ เพื่อให้การสนับสนุนฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง เช่น การจอดเรือแวะเยี่ยมเมืองท่าต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งสวนทางกับการปฏิบัติการกิจของเรือดำน้ำอันเป็นสิ่งที่มีความลึกซึ้งมากกว่า เรือดำน้ำสามารถซ่อนพรางอยู่ในพื้นที่ที่มีสถานการณ์ไม่ปกติ เพื่อเฝ้าสังเกตการณ์ หรือสร้างแรงกดดันโดยไม่จำเป็นต้องปรากฏตัว และในความเป็นจริงการไม่ปรากฏตัวของเรือดำน้ำสามารถบอกเป็นนัยว่าเรือดำน้ำอยู่ในพื้นที่นั้นหรือไม่อยู่ในพื้นที่นั้นก็ได้ แต่ให้ผลกระทบทางจิตวิทยาต่อฝ่ายตรงข้าม เช่น กรณีสื่อรัสเซียเปิดเผยว่าเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ชั้นอาคุลา (Akula Class) ไปปรากฏตัวใกล้ ๆ ชายหาดฐานทัพของสหรัฐฯ โดยที่ไม่ถูกตรวจพบจากกองทัพสหรัฐฯ^๑ ทำให้เรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ของสหรัฐฯ และอังกฤษ ต้องมีการฝึกซ้อมร่วมกันที่มหาสมุทรอาร์กติกในเวลาต่อมา^๒ ทั้งหมดนี้ล้วนแสดงให้เห็นผลกระทบทางจิตวิทยาที่เกิดขึ้นจากเรือดำน้ำ

ความสามารถในการซ่อนพรางของเรือดำน้ำดังกล่าวได้สร้างความหวาดหวั่นแฝงไว้ด้วยความไม่มั่นใจในหัวใจของฝ่ายตรงข้าม ทำให้ฝ่ายตรงข้ามต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมากเพื่อที่จะไล่ล่าเรือดำน้ำซึ่งตนเองไม่แน่ใจว่าเรือดำน้ำนั้นอยู่ในพื้นที่ปฏิบัติการหรือไม่ หรือบางครั้งเป็นเหตุให้ฝ่ายตรงข้ามต้องละทิ้งพื้นที่ปฏิบัติการเพื่อความปลอดภัย ตัวอย่างเช่น กรณีสงครามพอล์คแลนด์ในปี ค.ศ.๑๙๘๒ เมื่อเรือดำน้ำ HMS Conqueror ของราชนาวีอังกฤษ ได้จมเรือลาดตระเวน ARA General Belgrano ของกองทัพเรืออาร์เจนตินา ผลที่ตามมาจากเหตุการณ์ดังกล่าว ทำให้กองเรือของอาร์เจนตินาเกือบทั้งหมดไม่ได้ออกจากท่า^๓



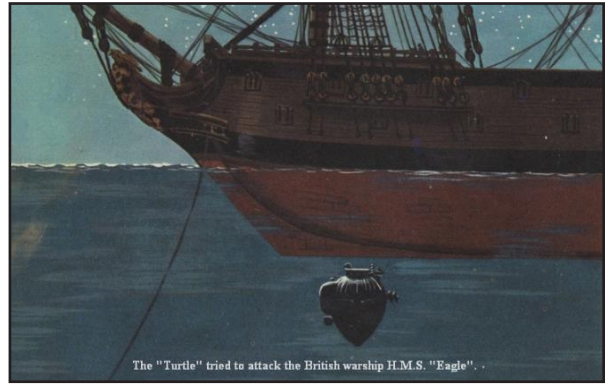
ในยุคปัจจุบันมหาอำนาจในภูมิภาคต่าง ๆ โดยเฉพาะประเทศที่มีความเจริญทางเศรษฐกิจได้เสริมสร้างกำลังรบรวดเร็ว ทำให้เกิดการพัฒนาอาวุธ เทคโนโลยีทางทหาร และสะสมอาวุธมากขึ้น เพื่อเป็นหลักประกันด้านความมั่นคงของประเทศ จึงเป็นเหตุให้การเผชิญหน้ากับภัยคุกคามจากการปฏิเสธพื้นที่ การต่อต้านการเข้าถึง (Anti-Access/Area-Denial (A2/AD)) เพิ่มขึ้น สหรัฐฯ ได้ใช้จุดเด่นคือความเงียบของเรือดำน้ำในการปฏิบัติการทั้งระดับยุทธการและยุทธวิธี โดยทำการรวบรวมข่าวกรอง การขยายอำนาจจากทะเลสู่ฝั่งซึ่งเรือดำน้ำสามารถขดเชยความเสียหายทั้งทางภูมิศาสตร์และจำนวนกำลังรบได้^๔ ส่วนในระดับยุทธศาสตร์ขีดความสามารถในการซ่อนพรางหรือความเงียบของเรือดำน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญของการป้องปรามอาวุธนิวเคลียร์ (Nuclear Deterrence) ศัตรูสามารถที่จะกำหนดตำบลที่เป้าหมายสำคัญเพื่อการโจมตีด้วยอาวุธนิวเคลียร์ระลอกแรก (Nuclear First Strike) เช่น ฐานปล่อยขีปนาวุธบนบกหรือสนามบิน ในขณะที่เรือดำน้ำติดตั้งขีปนาวุธติดหัวรบนิวเคลียร์ยังคงเป็นภัยคุกคามแห่งความหายนะในการตอบโต้การโจมตี และเป็นภัยคุกคามที่ไม่ปรากฏตัวให้เห็น^๕ สิ่งนี้จึงเป็นคำตอบว่า ทำไมสหรัฐฯ และสหราชอาณาจักร จึงได้ติดตั้งขีปนาวุธติดหัวรบนิวเคลียร์ไว้ในเรือดำน้ำ



การปรากฏตัวของเรือดำน้ำ

เรือดำน้ำเป็นยุทธโศปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ได้ถูกสร้างและปรับปรุงมาหลายครั้ง ย้อนหลังไปสมัยอเล็กซานเดอร์มหาราชที่ย้อนตัวเองลงไปโนทะเลโดยใช้ถังแก้วขนาดใหญ่เพื่อที่จะศึกษาระดับความลึก แต่เรือดำน้ำลำแรกที่ปฏิบัติการทางทหารคือเรือ Turtle สร้างในปี ค.ศ. ๑๗๗๕ โดยชาวอเมริกันชื่อ David Bushnell ใช้เรือลากเข้าสู่พื้นที่เป้าหมายเพื่อทำการตีกระเบิดใต้ท้องเรือฝ่ายตรงข้ามที่จอดอยู่ในท่าเรือ Turtle ถูกนำไปใช้ในสงครามปฏิวัติอเมริกาในปี ค.ศ. ๑๗๗๖ โดยพยายามนำระเบิดไปติดกับเรือรบอังกฤษที่ชื่อ HMS Eagle ที่ New York Harbor แต่การปฏิบัติดังกล่าวไม่ประสบความสำเร็จเพราะไม่สามารถเจาะท้องเรือรบอังกฤษได้ เนื่องจากท้องเรือทำด้วยโลหะ จึงไม่สามารถยึดตึ๊งระเบิดติดเข้ากับท้องเรือเป้าหมายได้ อีกทั้งประสบปัญหาอากาศที่หายใจเรือ Turtle ได้จมพร้อมเรือบรรทุกในปีเดียวกัน

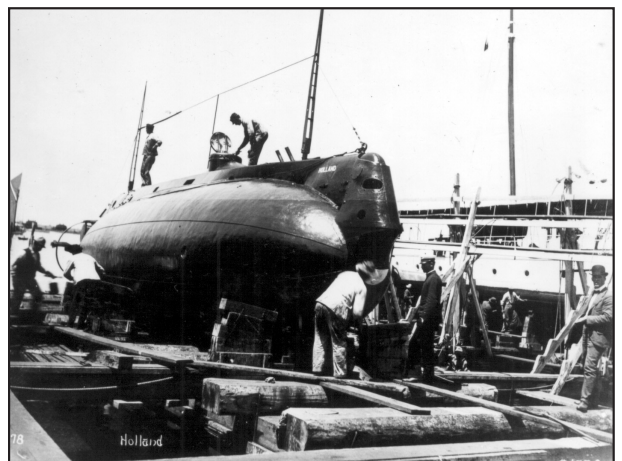
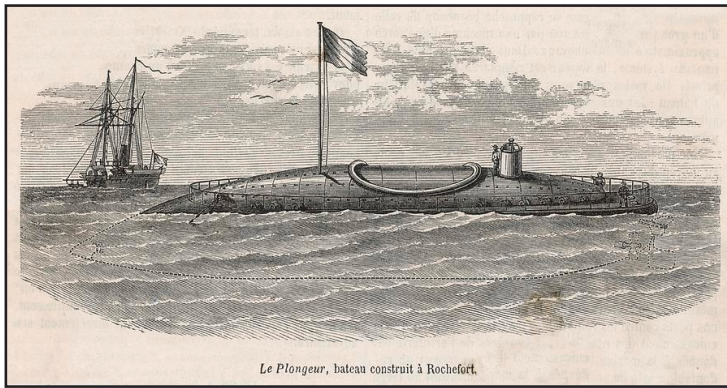
เรือดำน้ำมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยที่ผ่านมาใช้การขับเคลื่อนด้วยแรงงานคนเป็นหลัก จนกระทั่งในปี ค.ศ. ๑๘๖๓ ฝรั่งเศสได้ปล่อยเรือดำน้ำ Plongeur ซึ่งเป็นเรือดำน้ำที่มีการพัฒนาระบบขับเคลื่อนเป็นระบบแมคคานิค



โดยการใช้อากาศอัด และมีการติดตั้งตอร์ปิโดขมุกเป็นอาวุธ ในปี ค.ศ. ๑๘๖๔ สเปนได้สร้างเรือดำน้ำลำแรกที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องจักรไอน้ำ โดยใช้พลังงานจากถ่านหินเมื่ออยู่บนผิวน้ำ และปฏิกิริยาเคมี Zinc Manganese Dioxide and Potassium Chlorate ในขณะที่อยู่ใต้น้ำ และในปี ค.ศ. ๑๘๗๙ George Garrett

[UK] ได้สร้างเรือดำน้ำ Resurgam โดยระบบขับเคลื่อนบนผิวน้ำใช้เครื่องไอน้ำและใต้น้ำใช้ไอน้ำอัด

ระบบขับเคลื่อนของเรือดำน้ำที่ใช้ไฟฟ้าเริ่มต้นเมื่อสเปนได้ต่อเรือดำน้ำ Peral ในปี ค.ศ. ๑๘๘๖ ซึ่งเป็นเรือดำน้ำลำแรกที่ใช้แบตเตอรี่ สามารถยิงตอร์ปิโดขณะอยู่ใต้น้ำ และเป็นเรือดำน้ำลำแรกที่มีระบบการเดินเรือขณะใต้น้ำที่เชื่อถือได้ และในปี ค.ศ. ๑๘๘๘ ฝรั่งเศสได้ต่อเรือ Narval สามารถปฏิบัติงานในทะเลได้จริง ๆ ใช้ได้ทั้งการปฏิบัติการเชิงรุกและรับ บนแนวความคิดที่เป็นพื้นฐานของเรือดำน้ำคือ “เรือตอร์ปิโดที่ดำน้ำได้” โดยใช้เครื่องไอน้ำเป็นระบบขับเคลื่อนบนผิวน้ำ (ใช้เวลาเตรียมตัว ๑๐ - ๑๕ นาที) และการเคลื่อนที่ใต้น้ำ

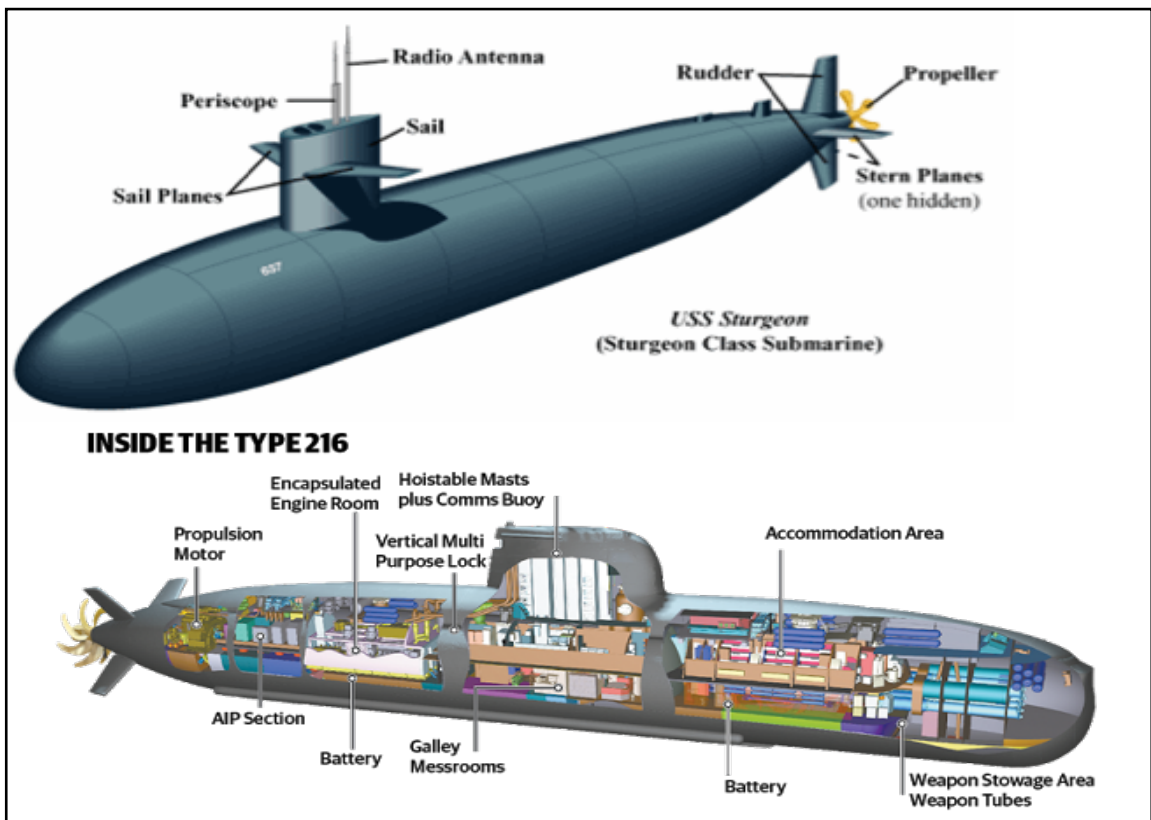


ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า^{๑๑} จนกระทั่งราว ๆ ปี ค.ศ.๑๙๐๐ สหรัฐฯ อังกฤษ และญี่ปุ่น ได้ขึ้นประจำการเรือดำน้ำของตนโดยใช้รูปลักษณะที่มีพื้นฐานการออกแบบจากวิศวกรชาวไอริชชื่อ John Holland ซึ่งใช้เครื่องยนต์ Gasoline เป็นระบบขับเคลื่อนในขณะที่เคลื่อนที่บนผิวน้ำและเมื่อดำน้ำจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า^{๑๒} เรือดำน้ำตามแบบของ John Holland เป็นสิ่งที่ทำให้มนุษย์ได้ประจักษ์ว่าเรือดำน้ำได้ปรากฏขึ้นมาแล้ว

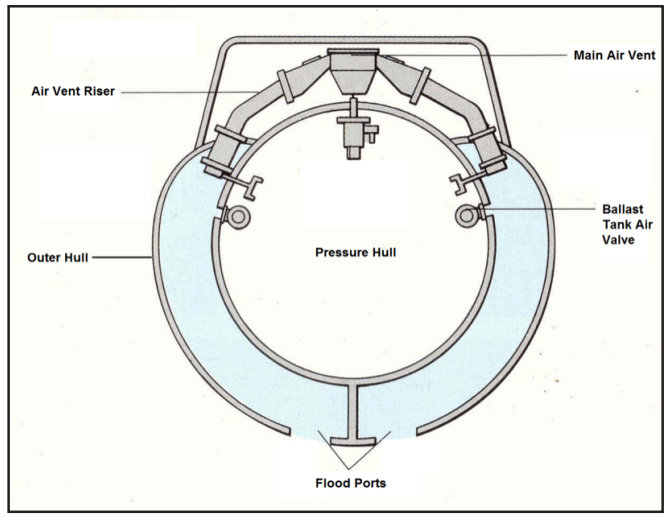
โครงสร้างเรือดำน้ำ

ส่วนประกอบที่สำคัญของเรือดำน้ำคือตัวเรือทนกำลังดัน (Pressure Hull)^{๑๓} ซึ่งมีลักษณะรูปทรงกระบอกปิดผนึก ภายในแบ่งพื้นที่เป็นส่วน ๆ โดยส่วนหนึ่งสำหรับกำลังพลประจำเรือและอีกส่วนหนึ่งสำหรับปล่อยน้ำทะเลเข้ามาเพื่อทำการดำไปสู่น้ำ พื้นที่ภายในสำหรับกำลังพลประจำเรือประกอบไปด้วย ส่วนที่อยู่อาศัย ส่วนควบคุม ส่วนเครื่องยนต์และส่วนอาวุธ

ส่วนภายนอกคือเปลือกเรือหรือโครงสร้างเสริม ซึ่งห่อหุ้มตัวเรือเพื่อให้ตัวเรือมีความราบเรียบและเป็นรูปทรงอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Shape) อันจะทำให้การเล่นใต้น้ำมีประสิทธิภาพและที่สำคัญคือการทำให้เกิดความเงียบ ส่วนเปลือกเรือออกแบบมาให้สามารถเข้า-ออกได้สะดวกในช่วงที่กำลังดำและกำลังจะขึ้นสู่ผิวน้ำ ส่วนที่ยื่นออกมาจากเปลือกเรือคือ หอคอยควบคุม^{๑๔} บริเวณนี้เป็นพื้นที่ใช้ในการตรวจการณ์และมีสะพานเดินเรือเล็ก ๆ ให้กับผู้บังคับการเรือใช้ในการนำเรือขณะที่อยู่บนผิวน้ำ และยังเป็นที่เก็บกล้องตาเรือ (Periscope) สายอากาศวิทยุ เสาเรดาร์ และเป็นช่องทางเข้า-ออกตามปกติของกำลังพลประจำเรือ



เรือดำน้ำแบบตัวเรือ ๒ ชั้น จะใช้ที่ว่างระหว่างเปลือกเรือกับตัวเรือเป็นถังอับเฉา (Ballast Tank)^{๑๔} ซึ่งจะห่อหุ้มอยู่รอบตัวเรือทนกำลังดัน ที่ด้านล่างจะเปิดเป็นช่องไว้ ส่วนด้านบนมีวาล์วควบคุม ในขณะที่ตัววาล์วจะเปิดออกเพื่อให้อากาศด้านในออกมา และน้ำจะไหลเข้าไปจากด้านล่าง ทำให้เรือมีน้ำหนักพอที่จะจม ในขณะที่ขึ้นสู่ผิวน้ำ วาล์วจะถูกปิดและอากาศจะถูกอัดเข้าไป เพื่อให้เรือลอยขึ้นอีกครั้ง และถ้าหากเป็นตัวเรือชั้นเดียวถึงอับเฉาจะอยู่บริเวณ

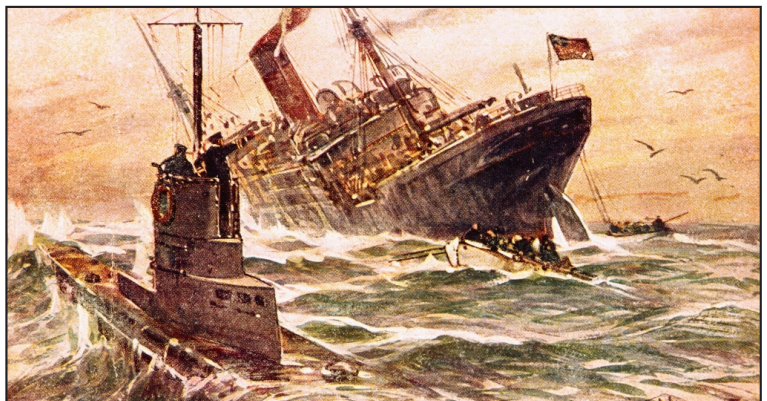


หัวเรือและท้ายเรือ นอกจากถังอับเฉายังมีถังทริม (Trim Tank) ใช้ในการปรับแต่งแรงลอยตัวของเรือดำน้ำ (ปรับละเอียด) ให้เท่ากับศูนย์หรือไม่ก็ดำลงหรือลอยขึ้น สำหรับการเลี้ยวซ้ายหรือขวาจะใช้หางเสือเช่นเดียวกับเรือผิวน้ำ และใช้ปีกที่หัวเรือและท้ายเรือซึ่งเรียกว่า Hydroplane^{๑๕} ในการปรับมุมให้เรือมีอาการเชิดขึ้นหรือลง เพื่อช่วยในการดำหรือการขึ้นสู่ผิวน้ำ

ในขณะที่ภายในตัวเรือทนกำลังดันคือแหล่งพลังงานต่าง ๆ ของเรือโดยในช่วงต้นของศตวรรษที่ ๒๐ การแล่นบนผิวน้ำจะใช้ระบบเครื่องยนต์ดีเซลและใช้ไดนาโมชาร์จแบตเตอรี่แบบตะกั่วกรดขนาดใหญ่ไปพร้อมกัน และเมื่อแล่นใต้น้ำจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ไปขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อหมุนเพลาใบจักร และนี่คือการรวมส่วนต่าง ๆ ขึ้นพื้นฐานที่เปลี่ยนเรือดำน้ำไปเป็นนักล่าแห่งความตาย ในห้วงสงครามโลกครั้งที่ ๑ และ ๒ เรือดำน้ำได้กลายเป็นความน่าสะพรึงกลัวที่มองไม่เห็นและเป็นจุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการสงครามใต้น้ำ การพัฒนาเทคโนโลยีและหลักนิยมที่ต่อเนื่องยาวนานจนถึงปัจจุบันและในอนาคต

วิวัฒนาการของสงครามใต้น้ำ (ยุคสงครามโลกครั้งที่ ๑ และ ๒)

กองทัพสหรัฐฯ ได้นิยามสงครามใต้น้ำไว้ว่า “สงครามใต้น้ำ คือการปฏิบัติการเพื่อสถาปนาความได้เปรียบทางการรบในสภาวะแวดล้อมใต้น้ำ ซึ่งส่งผลให้กำลังฝ่ายเราสามารถปฏิบัติการได้อย่างเต็มศักยภาพ และปฏิเสธการใช้ระบบใต้น้ำและอาวุธอย่างมีประสิทธิภาพของฝ่ายตรงข้าม ประกอบด้วยปฏิบัติการของเรือดำน้ำทั้งเชิงรุกและเชิงรับ การปราบเรือดำน้ำ และการปฏิบัติการสงครามทุ่นระเบิด”^{๑๖} ดังนั้นเพื่อความเข้าใจว่าสงครามใต้น้ำในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงเช่นไร จึงขอทบทวนวิวัฒนาการของสงครามใต้น้ำในอดีตที่ผ่านมา โดยเริ่มจากสมัยสงครามโลกครั้งที่ ๑^{๑๗} ซึ่งเป็นครั้งแรกที่สงครามใต้น้ำปรากฏขึ้นในขณะที่การวางทุ่นระเบิดและการกวาดทุ่นระเบิดมีอายุยาวนานมากกว่าโดยเกิดมาพร้อมกับการใช้เรือ สงครามใต้น้ำในสมัยแรกเป็นการปฏิบัติการทางทหารที่สำคัญครอบคลุมทั้งการโจมตีและการป้องกันประเทศคู่ขัดแย้งในสงครามเริ่มมีการใช้เรือดำน้ำอย่างกว้างขวางเพื่อโจมตีการลำเลียงขนส่งภาคพลเรือนและในบางโอกาสโจมตีเรือรบ ผลกระทบจาก



พลังอำนาจของเรือดำน้ำ ทำให้ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ทางเรือเปลี่ยนแปลงไปอย่างสมบูรณ์ การโจมตีของเรือดำน้ำเป็นแรงผลักดันให้เกิดกองเรือปราบเรือดำน้ำขึ้นมาเพื่อค้นหา ไล่ล่า ทำลายเรือดำน้ำ และเป็นกำลังรบทางเรือที่สำคัญที่สุดที่ต้องปรากฏตัวให้เห็นในทุกปฏิบัติการทางเรือ ถ้าปราศจากเรือไล่ล่า และทำลายเรือดำน้ำจะทำให้กองเรือที่เหลือไม่กล้าออกจากท่าเรือ และนี่คือการเริ่มต้นของการหลบซ่อน-การค้นหา การแข่งขันกันระหว่างเรือดำน้ำกับกองเรือปราบเรือดำน้ำ ในศตวรรษหลังสงคราม การแข่งขันนี้ได้วิวัฒนาการผ่านช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละช่วงเวลาสามารถจำแนกได้จากวิธีการตรวจจับที่โดดเด่นในสงครามปราบเรือดำน้ำ

ในสงครามโลกครั้งที่ ๑ และ ๒^{๑๘} การแข่งขันค้นหาและค้นหาหาระหว่างเรือดำน้ำกับกองเรือปราบเรือดำน้ำส่วนใหญ่จะเกิดบนผิวน้ำ โดยมีการแพร่คลื่นวิทยุและเรดาร์เป็นปัจจัยหลักในการค้นหาและหลบซ่อนเรือดำน้ำในยุคสงครามโลก มีความเร็วต่ำ และมีข้อจำกัดในการตรวจการณ์ โดยสามารถตรวจการณ์ได้ระยะใกล้ด้วยสายตา เรือดำน้ำต้องการข้อมูลเป้าหมายหรือการนำทางไปสู่ขบวนเรือสินค้าผ่านการสื่อสารทางวิทยุจากสถานีฝั่งหรือเรือดำน้ำอื่น ๆ การสื่อสารนี้



อาจจะถูกดักจับและถอดรหัสจากกองเรือปราบเรือดำน้ำ ซึ่งหมายถึงคำสั่งหรือรายงานจากเรือดำน้ำหรือการระบุตำแหน่งที่เรือดำน้ำที่ส่งข่าวโดยใช้อุปกรณ์หาทิศทางความถี่สูง นอกจากนี้เรือดำน้ำในสมัยสงครามโลกทั้งสองครั้งยังเสี่ยงต่อการถูกตรวจการณ์ทางทัศนยะและเรดาร์ เพราะเรือดำน้ำในยุคนั้นใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่บนผิวน้ำเพื่อใช้เครื่องยนต์ดีเซล ชาร์จแบตเตอรี่ เพิ่มความเร็วการเดินทาง และการระบายอากาศดำน้ำได้ ๑ - ๒ วัน จึงทำให้เรือดำน้ำเป็นเสมือนเรือผิวน้ำที่ดำน้ำได้มากกว่าเรือดำน้ำที่แท้จริง

การแข่งขันระหว่างการหลบซ่อนและการค้นหาในสงครามโลกครั้งที่ ๒ เป็นจุดเริ่มต้นของวงจรการเปลี่ยนแปลงและการต่อต้านการเปลี่ยนแปลง เมื่อกองเรือปราบเรือดำน้ำพัฒนาวิธีใหม่ในการค้นหาเรือดำน้ำ เรือดำน้ำจะตอบโต้โดยการพัฒนาวิธีการใหม่เพื่อการหลบหนีการตรวจจับ เช่น เรือดำน้ำใช้อุปกรณ์ดักจับเตือนสัญญาณเรดาร์^{๑๙} (Radar-Warning Receivers : RWR) เพื่อป้องกันการถูกตรวจจับจากเรดาร์ของเรือผิวน้ำ กองเรือปราบเรือดำน้ำตอบโต้โดยใช้เรดาร์ที่มี



ความถี่สูงกว่า มีประสิทธิภาพดีกว่า และ RWR ของเรือดำน้ำไม่สามารถดักจับได้ทันทีที่เรือดำน้ำรู้ว่าจะถูกตรวจจับโดยเรดาร์ที่มีความถี่ใหม่ เรือดำน้ำจะพัฒนา RWR รุ่นใหม่เข้ามาชดเชย เช่นเดียวกันเมื่อฝ่ายหนึ่งรู้ว่าการสื่อสารถูกถอดรหัสได้ ก็จะพัฒนารหัสใหม่ออกมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการประสานการปฏิบัติ ซึ่งจะเป็นวงจรรอบซ้ำ ๆ จนกระทั่งสงครามสิ้นสุด

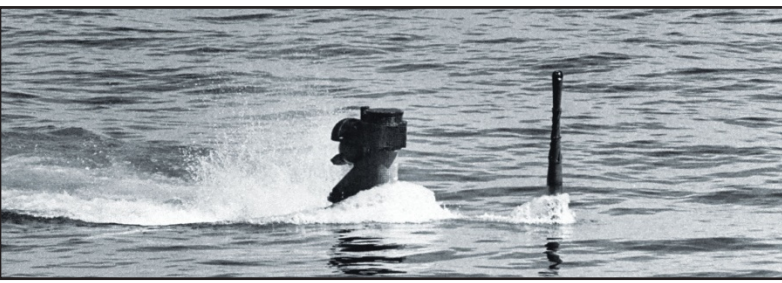


แม้ว่าการแข่งขันระหว่างการค้นหา และการซ่อนพรางในสงครามโลกทั้ง ๒ ครั้ง กองกำลังปราบเรือดำน้ำได้ใช้ความได้เปรียบ จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างเต็มศักยภาพ ถึงกระนั้นก็ไม่สามารถจมเรือดำน้ำเข้าศึก ได้จำนวนมาก จนกระทั่งตอนปลายของ สงครามจำนวนเรือสินค้าที่ถูกโจมตีจาก เรือดำน้ำลดลงในระยะสั้น เนื่องจากการทุ่มเท ในสงครามปราบเรือดำน้ำได้เริ่มขึ้น และ



สงครามปราบเรือดำน้ำได้ปรับเปลี่ยนเป้าหมาย จากการมุ่งไปที่การทำลายเรือดำน้ำ เป็นความพยายาม ที่จะลดประสิทธิภาพของเรือดำน้ำโดยทำให้การเข้าสู่พื้นที่ลาดตระเวนของเรือดำน้ำช้าลง ป้องกันไม่ให้ เรือดำน้ำเข้าสู่ตำบลที่ใช้อาวุธและทำลายการประสานการปฏิบัติการโจมตีเป้าหมายของเรือดำน้ำ นั่นคือการแสวงประโยชน์จากข้อด้อยที่มีอยู่ในธรรมชาติของเรือดำน้ำ ได้แก่ ความเร็วต่ำ ขาดระบบ ป้องกันตนเอง และไม่สามารถประเมินประสิทธิภาพของอาวุธที่กำลังเข้าหาตนได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการโจมตีของหน่วยปราบเรือดำน้ำแม้ไม่ประสบความสำเร็จ แต่สามารถผลักดันให้เรือดำน้ำ ต้องหลบหนีและสูญเสียความริเริ่มหรือทำให้ตรวจพบเรือดำน้ำได้ง่ายขึ้น เพื่อให้หน่วยปราบเรือดำน้ำ ทำการโจมตีซ้ำ

การทำสนอเกิล (Snorkel)^{๒๐} ได้ทำให้การแข่งขันระหว่างการค้นหาและการซ่อนพราง หยุตชะงักเป็นครั้งแรก การปรับปรุง RWRs และการสื่อสารที่เรียกว่า “Burst”^{๒๑} ซึ่งทำให้ช่วงการสื่อสาร



ของเรือดำน้ำสั้นลง ชีตความสามารถต่าง ๆ ที่ได้รับการพัฒนาเหล่านี้ทำให้เรือดำน้ำ เยอรมัน เช่น Type XXI สามารถดำอยู่ ได้น้ำลดความเสี่ยงจากการถูกตรวจจับ ด้วยเรดาร์ในขณะสนอเกิลถือว่าการ สิ้นสุดการแข่งขันระหว่างเรือดำน้ำกับ หน่วยปราบเรือดำน้ำ ในด้านการใช้

ความได้เปรียบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม เรือดำน้ำไม่สามารถแสวงประโยชน์จากความได้เปรียบ ดังกล่าวเพื่อเพิ่มจำนวนของเรือจนกระทั่งสิ้นสุดสงคราม

หลังสงครามโลกครั้งที่ ๒ กองทัพเรือของประเทศต่าง ๆ ได้ดำเนินความพยายามอย่างต่อเนื่อง ในการใช้โซนาร์ปราบเรือดำน้ำ ในขณะที่เรือดำน้ำได้แสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถในการหลบซ่อน นั่นคือ ความเงียบจนยากที่โซนาร์พาสซีฟจะรับเสียงได้เมื่อใช้แบตเตอรี่ในขณะที่เดินทางใต้น้ำ และเมื่อทำการสนอเกิลเสียงรบกวนที่แพร่ออกไปบนผิวน้ำไม่มีหรือมีแต่ดูคล้ายเสียงเครื่องยนต์ดีเซล ของเรือผิวน้ำ โซนาร์แอคทีฟค่อนข้างจะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับเรือดำน้ำที่ปฏิบัติการอยู่ ที่ระดับความลึกไม่มาก เช่น ขณะสนอเกิล แต่ระยะตรวจจับใกล้เนื่องจากการสูญเสียพลังงาน จากการที่เสียงเดินทางไป-กลับระหว่างเรือดำน้ำกับเครื่องโซนาร์ที่ติดตั้งกับเรือปราบเรือดำน้ำ



เรือดำน้ำที่แท้จริงและการแข่งขันรอบใหม่ (ยุคสงครามเย็น)

ณ จุดนี้ต้องสร้างความแตกต่างระหว่างคำว่า “เรือดำน้ำ (Submarine)” และ “เรือที่สามารถอยู่ใต้น้ำได้ (Submersible)” เรือดำน้ำคือยานที่ปฏิบัติงานใต้น้ำและจะโผล่ขึ้นสู่ผิวน้ำในบางโอกาส ซึ่งคือช่วงเวลาที่กำลังออกและกลับเข้าท่าเรือ เรือดีเซลไฟฟ้าทั่วไปไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว เป็นเพียงเรือที่วิ่งบนผิวน้ำและจะดำน้ำเมื่อจะเข้าโจมตีหรือหลบหนีการโจมตี การเดินเรือเมื่ออยู่ใต้น้ำต้องพึ่งพาแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานทั้งหมด และเมื่อทำการปิดฝาช่องทางเข้า-ออกเรือทำให้อากาศภายในเรือมีจำกัด ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวทำให้เรือสามารถอยู่ใต้น้ำได้ไม่เกิน ๔๘ ชั่วโมง จนกระทั่งในยุคสงครามเย็น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้นำพาไปสู่การปฏิวัติของสงครามทางเรือและยุทธศาสตร์โลกที่ยังคงใช้อยู่จนกระทั่งทุกวันนี้

เรือดำน้ำที่แท้จริงลำแรกคือ USS Nautilus^{๒๒} ต่อจากอู่ต่อเรือ Electric Boat Shipyard ที่เมือง กรอตัน รัฐคอนเนตทิคัต ในปี ค.ศ. ๑๙๕๔ โดยเป็นเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ ลำแรกของโลกและเป็นการประยุกต์ใช้พลังงานนิวเคลียร์ในทางปฏิบัติครั้งแรก ซึ่งหมายความว่า USS Nautilus สามารถอยู่ในทะเลได้นานนับปีโดยไม่ต้องมีการเติมเชื้อเพลิงและไม่ต้องการอากาศเพื่อสร้างพลังงานการพัฒนาระบบขับเคลื่อนอย่างก้าวกระโดด

ได้ทำให้เกิดความก้าวหน้าในระบบสนับสนุนอื่น ๆ เช่นการผลิตออกซิเจนจากน้ำทะเล และการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การพัฒนาเครื่องทำน้ำจืดการออกแบบตัวเรือที่มีลักษณะเพรียว



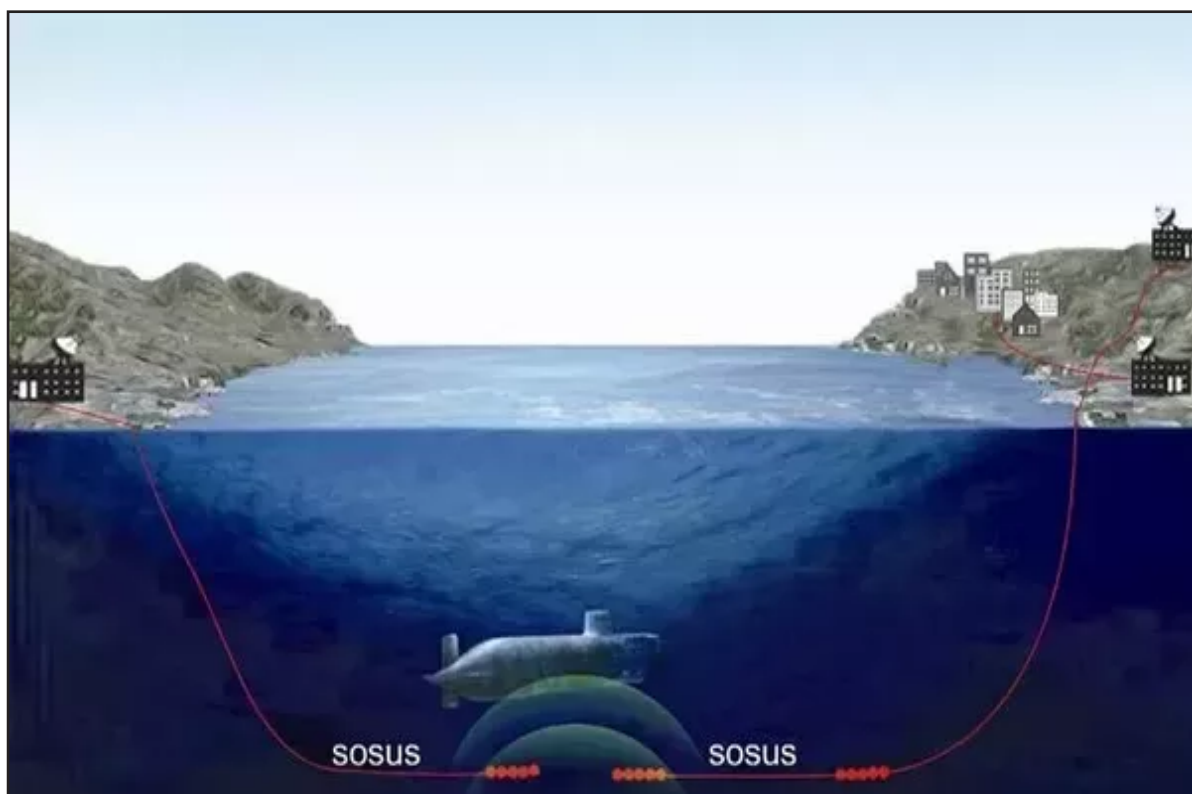
เรือ USS Nautilus

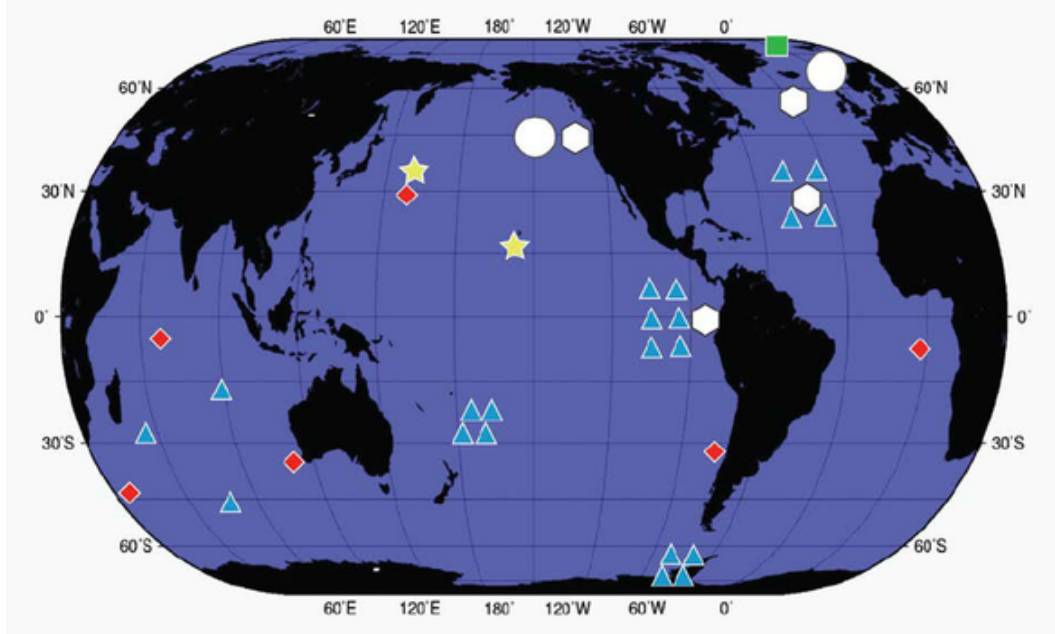
มีขนาดใหญ่และสะดวกสบายมากขึ้น ระยะเวลาปฏิบัติการของเรือดำน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่อยู่บนเรือและระยะเวลาที่ลูกเรือยังคงมีขวัญและกำลังใจที่ดี อันเนื่องมาจากการถูกกักอยู่ในท่อโลหะโดยปราศจากการเห็นแสงตะวัน

การปรากฏตัวของเรือดำน้ำนิวเคลียร์^{๒๓} ไม่ว่าจะเป็นดีหรือร้ายขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละบุคคล ตั้งแต่เรือดำน้ำไม่จำเป็นต้องโผล่ขึ้นมาที่ผิวน้ำ เรดาร์และเครื่องบินลาดตระเวนค้นหาแทบจะไม่มีประโยชน์ การทิ้งระเบิดลึก



ไม่มีผลต่อเรือดำน้ำนิวเคลียร์เพราะเรือดำน้ำนิวเคลียร์สามารถดำได้ลึกและหนีการโจมตีได้ การหลบอยู่นิ่ง ๆ ของ USS Nautilus ได้น้ำแข็งชั่วโลกมีนัยสำคัญ นั่นคือที่เรือดำน้ำสามารถซ่อนตัวและรอเวลาภายใต้ชั้นน้ำแข็งที่หนา การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้คู่มือการทำสงครามปราบเรือดำน้ำกว่าครึ่งต้องถูกละทิ้งไป ในขณะที่สงครามเย็นยังคงดำเนินการต่อไป เรือดำน้ำได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ตัวเรือได้ออกแบบตามลักษณะอุทกพลศาสตร์เพื่อให้เรือดำน้ำมีความเร็วมากที่สุดและมีเสียงออกมาน้อยที่สุด การคำนวณตำแหน่งของเรือดำน้ำโดยประมาณและการส่งกล้องเพื่อคำนวณเส้นรุ้งเส้นแวงได้ปูทางไปสู่ระบบเดินเรือด้วยแรงเฉื่อยและระบบหาที่เรือด้วยดาวเทียม (Inertial And Satellite Navigation) เรือดำน้ำจะฟังสัญญาณเตือน (Alert Signal) ที่ใช้ย่านความถี่วิทยุที่ต่ำเป็นพิเศษ ก่อนที่โผล่ขึ้นสู่ระดับความลึกกล้องตาเรือ (Periscope Depth) เพื่อติดต่อกับหน่วยเหนือโดยใช้วิทยุหรือดาวเทียม อย่างไรก็ตาม ในช่วงแรกของการฝึกร่วมกับเรือดำน้ำนิวเคลียร์ กองทัพเรือสหรัฐฯ พบว่าเรือดำน้ำนิวเคลียร์มีจุดอ่อนที่ไม่คาดคิดนั่นคือเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากเครื่องจักรพลังงานนิวเคลียร์และกังหันไอน้ำ ซึ่งสามารถตรวจจับได้ระยะไกลโดยโซนาร์พาสซีฟที่กองทัพเรือพัฒนาขึ้นเพื่อการค้นหาเรือดำน้ำดีเซลกองทัพเรือสหรัฐฯ รับเอาโซนาร์พาสซีฟเป็นอุปกรณ์หลักในการปราบเรือดำน้ำ ในขณะที่โซเวียตได้ใช้เรือดำน้ำนิวเคลียร์ปฏิบัติงานนอกน่านน้ำของตนเป็นส่วนใหญ่ การแข่งขันระหว่างการค้นหาและการซ่อนพรางระหว่างเรือดำน้ำกับหน่วยปราบเรือดำน้ำรอบใหม่ได้เริ่มขึ้น ครั้งนี้เป็นการใช้ความได้เปรียบจากโซนาร์พาสซีฟ





- | | | | |
|--|---|--|---|
|  | U.S. Navy SOSUS Hydrophones (real-time) |  | U. Hawai'i MILS Hydrophones (1960s) |
|  | NOAA - Autonomous Hydrophones (delayed time) |  | International Monitoring System Hydrophones (real-time) |
|  | Spinnaker Array and other Arctic hydrophone deployments |  | Ocean-Bottom Hydrophone and Sonobuoy Studies |

กองทัพเรือสหรัฐฯ เริ่มใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะโซนาร์พาสซีฟโดยการสร้างโปรแกรมการทำให้เงียบ (Sound-Silencing Program) สำหรับเรือดำน้ำนิวเคลียร์สหรัฐฯ และวางโครงข่ายระบบดักฟังเสียงใต้น้ำ^{๒๔} (Sound Surveillance System : SOSUS) นอกชายฝั่งสหรัฐฯ และจุดใช้ค้ำยระหว่างสหภาพโซเวียตกับทะเลเปิด ความพยายามนี้ทำให้เกิดแนวความคิดในการปฏิบัติที่ใช้ตั้งแต่ช่วงต้นทศวรรษที่ ๑๙๖๐ จนถึงปลายทศวรรษที่ ๑๙๗๐ คือการใช้ SOSUS เครื่องบินลาดตระเวน และเรือดำน้ำติดตามร่องรอยของเรือดำน้ำนิวเคลียร์ของโซเวียตและเตรียมพร้อมที่โจมตีตลอดเวลาที่เรือดำน้ำเหล่านี้ปฏิบัติการ

ในกลางทศวรรษที่ ๑๙๗๐ แนวคิดการปราบเรือดำน้ำของสหรัฐฯ ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความได้เปรียบด้านความเงียบของเรือดำน้ำสหรัฐฯ ได้ถูกสั่นคลอน เมื่อผู้นำโซเวียตได้ทราบว่ายเรือดำน้ำของโซเวียตมีจุดอ่อนคือเสียงรบกวนที่แพร่ออกมา โดยแหล่งข่าวมาจากสายลับ John Walker^{๒๕} และต่อมาโซเวียตได้รับเทคโนโลยีที่ทำให้เรือดำน้ำมีความเงียบ เทคโนโลยีดังกล่าวทำให้เรือดำน้ำโซเวียต ชั้น Akula และ Sierra มีความเงียบเทียบเท่าเรือดำน้ำของสหรัฐฯ^{๒๖} ดังนั้นกำลังที่ใช้ในการปราบเรือดำน้ำของสหรัฐฯ ไม่สามารถที่จะติดตามเรือดำน้ำโซเวียตได้อย่างต่อเนื่อง และแนวความคิดในการทำลายเรือดำน้ำโซเวียตตั้งแต่จุดเริ่มต้นของความขัดแย้งไม่สามารถใช้ได้อีกต่อไป

ในช่วงทศวรรษที่ ๑๙๘๐ กองทัพเรือสหรัฐฯ ได้แก้ไขสถานการณ์ดังกล่าว โดยนำแนวทางใหม่มาใช้ ซึ่งเป็นการประยุกต์บทเรียนจากสงครามโลกครั้งที่ ๑ และ ๒ โดยกองทัพเรือสหรัฐฯ ได้ปรับเปลี่ยน



เป้าหมายจากความพยายามวางแผน
จมเรือดำน้ำโซเวียต ไปสู่การให้ความ
สำคัญกับการลดประสิทธิภาพในการ
ปฏิบัติการกิจของเรือดำน้ำโซเวียต^{๒๗}
โดยเรือดำน้ำโจมตีพลังงานนิวเคลียร์
(SSNs) ของสหรัฐฯ จะไปวางกำลัง
อยู่ใกล้รัสเซียเพื่อคอยค้นหาเรือดำน้ำ
ติดขีปนาวุธข้ามทวีปพลังงานนิวเคลียร์



(SSBNs) ของโซเวียต รูปแบบการปฏิบัติการดังกล่าวจะผลักดันให้โซเวียตต้องเก็บเรือดำน้ำโจมตี
พลังงานนิวเคลียร์ที่ดีที่สุดไว้ในน่านน้ำโซเวียตเพื่อสำหรับการคุ้มกันเรือดำน้ำติดขีปนาวุธข้ามทวีป
พลังงานนิวเคลียร์มากกว่าที่จะใช้โจมตีกำลังทางเรือของสหรัฐฯ ที่อยู่ในมหาสมุทรแอตแลนติกและ
แปซิฟิก แนวทางดังกล่าวทำให้สหรัฐฯ ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่มีมูลค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวน
เรือดำน้ำของโซเวียตที่มีน้อยกว่าสหรัฐฯ

วิธีการใหม่ของสหรัฐฯ ได้นำมาใช้เพียงชั่วคราว เมื่อโซเวียตได้วางกำลังเรือดำน้ำโจมตีพลังงาน
นิวเคลียร์ที่มีความเจ็บจำนวนมาก ซึ่งมีขีดความสามารถคุ้มกันเรือดำน้ำติดขีปนาวุธข้ามทวีปพลังงาน
นิวเคลียร์ที่อยู่ในน่านน้ำโซเวียตและพร้อมจัดการกับกำลังรบปราบเรือดำน้ำที่คุ้มกันกองเรือสหรัฐฯ
ในมุมมองของกองทัพเรือสหรัฐฯ สิ่งนี้คือสัญญาณที่แสดงให้เห็นว่า กำลังรบที่ใช้ในสงครามปราบ
เรือดำน้ำต้องมีการปรับตัวอีกครั้ง ในกรณีนี้คือการถอยห่างจากการใช้โซนาร์พาสซีฟไปหาหนทางใหม่
ในการค้นหาเรือดำน้ำ ทางเลือกหนึ่งที่กองทัพเรือสหรัฐฯ พิจารณาคือโซนาร์แอคทีฟความถี่ต่ำ
ซึ่งได้มีการทดสอบครั้งแรกในปลายทศวรรษที่ ๑๙๘๐^{๒๘} แต่จุดจบเป็นเช่นเดียวกับสงครามโลกครั้งที่ ๒
คือกำลังรบปราบเรือดำน้ำของสหรัฐฯ ถูกกระชังช่วยชีวิตได้ทัน ทันทีสงครามเย็นยุติลง สหภาพโซเวียต
ล่มสลาย ทำให้โซเวียตไม่สามารถวางกำลังเรือดำน้ำที่มีความเจ็บและจำนวนที่มากกว่า

การจำแนกประเภทของเรือดำน้ำ

สงครามใต้น้ำมีวิวัฒนาการที่มาจากการแข่งขันระหว่างการแข่งขันและการค้นหา
ผ่านช่วงเวลาต่าง ๆ ที่มีความต้องการทางยุทธวิธี เป็นแรงขับเคลื่อนและการพัฒนาทางเทคโนโลยี

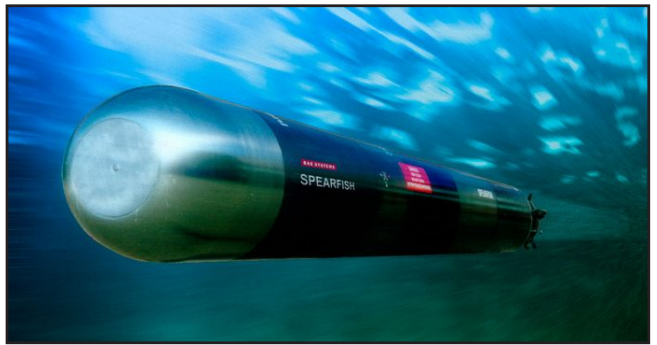
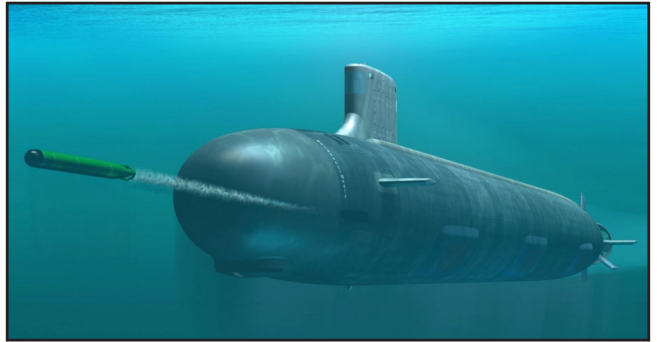


เป็นสิ่งสนับสนุนเพื่อให้บรรลุภารกิจของทั้งฝ่ายค้นหา
และฝ่ายหลบซ่อน อย่างไรก็ตาม เรือดำน้ำสมัยใหม่
ที่คุ้นเคยในปัจจุบันได้ปรากฏขึ้นมาตั้งแต่ในยุค ๑๙๗๐
ซึ่งสามารถจำแนกได้ ๓ ประเภท ตามภารกิจหลักของเรือ

ประเภทแรก คือเรือดำน้ำติดขีปนาวุธข้ามทวีป^{๒๙}
พัฒนาขึ้นครั้งแรกในปลายทศวรรษที่ ๑๙๕๐ เรือดำน้ำยักซ์
ชั้นนี้ติดตั้งโซลิตที่บรรจุขีปนาวุธข้ามทวีป (Submarine
Launched Ballistic Missiles : SLBM) ติดหัวรบ
นิวเคลียร์ทั้งแบบหัวเดียวและหลายหัว ภารกิจ คือ
ออกจากท่าเรือไม่ปรากฏตัวให้เห็น และในเวลาสามเดือน
ต่อมากลับเข้าท่า สำหรับเรือดำน้ำนิวเคลียร์ประเภทนี้
สหภาพโซเวียตได้มีการเปลี่ยนแปลงตัวเรือเพื่อติดตั้งอาวุธ

ปล่อยนำวิถีโจมตีเรือผิวน้ำหรือห้วงบริเวณเคลียร์สำหรับการโจมตีต่อเป้าหมายระยะใกล้หรือระยะปานกลาง ซึ่งแตกต่างจากเรือดำน้ำติดซีปนาวุธข้ามทวีป เรือดำน้ำลักษณะนี้จะให้ความสำคัญในฐานะอาวุธทางยุทธวิธี มากกว่าความเป็นอาวุธทางยุทธศาสตร์

ประเภทที่สอง คือเรือดำน้ำโจมตีหรือผู้ล่า/ผู้ฆ่า^{๓๐} (Hunter/Killer) ออกแบบเพื่อความเร็วและความคล่องตัว ภารกิจ คือ คุ่มกันเรือดำน้ำติดซีปนาวุธข้ามทวีปออกจากท่าเรือ จนกระทั่งถึงระดับความลึกที่กำหนดและหายไป ในช่วงสงครามเย็น เรือดำน้ำของนาโต้ได้มีการฝึกเพิ่มเติมคือการปิดล้อมเรือดำน้ำติดซีปนาวุธ และเรือดำน้ำโจมตีของรัสเซียไว้ในมหาสมุทรอาร์กติก ซึ่งเป็นสถานที่ที่ทำให้เกิดความสูญเสีย น้อยที่สุด เป็นยุทธศาสตร์ที่ลงทุนน้อยสำหรับนาโต้แต่มีมูลค่าสูงมากสำหรับโซเวียตที่ต้องปกป้องป้อมปราการของตนในบริเวณมหาสมุทรอาร์กติก ภารกิจของเรือดำน้ำโจมตียังรวมถึงการไล่ล่าทำลายเรือดำน้ำข้าศึกและการปิดล้อมเรือผิวน้ำข้าศึก การใช้ตอร์ปิโดนำวิถีโดยเส้นลวด (Wire-Guided Torpedo) และโซนาร์ก้าวหน้า (Advanced Sonar) ทำให้เรือดำน้ำสามารถโจมตีเรือข้าศึกได้ทั้งหมด สร้างภัยคุกคามในลักษณะ



การปฏิเสธพื้นที่หรือการบังคับให้ฝ่ายตรงข้ามสูญเสียทรัพยากรในการไล่ล่า แม้ว่าจจะไม่เรือดำน้ำอยู่ในพื้นที่นั้นก็ตาม

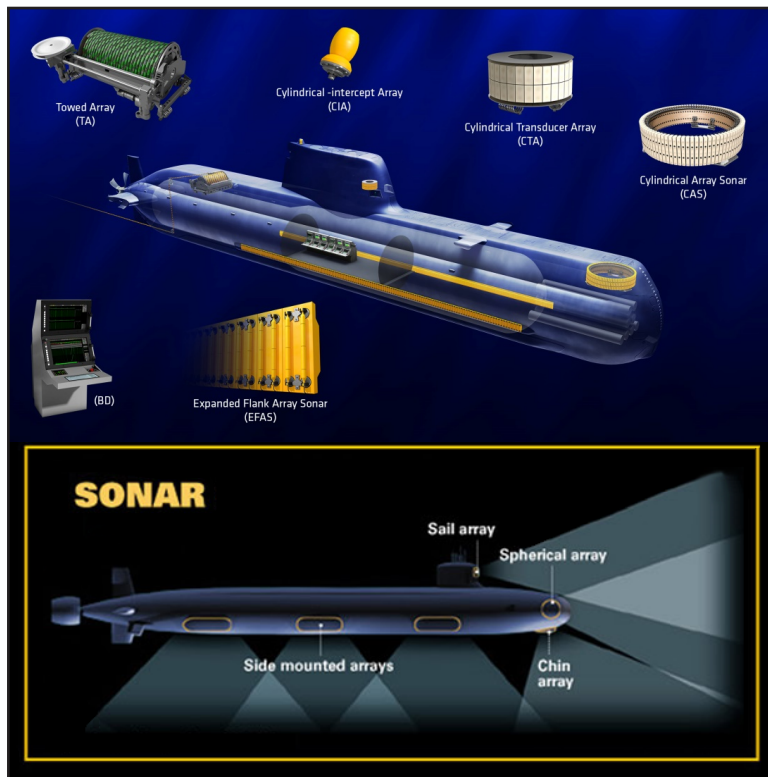
ประเภทสุดท้าย คือเรือดำน้ำใกล้ฝั่ง ซึ่งเป็นเรือที่ปฏิบัติการในเขตน้ำตื้นบริเวณใกล้ทวีป ถ้ามักการออกแบบที่ดีในขณะที่ใช้แบตเตอรี่ เรือดำน้ำเหล่านี้เกือบจะเงียบมากจะมีเสียงรบกวนออกมาจากฝาประกับเพลาลูกเบี้ยว (Shaft Bearings) และ

เสียงรบกวนที่ผ่านตัวเรือ ความได้เปรียบดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้นกับเรือดำน้ำนิวเคลียร์ เนื่องจากปั๊มน้ำระบบหล่อเย็นของเตาปฏิกรณ์ต้องทำงานตลอดเวลา ดังนั้นเรือดำน้ำนิวเคลียร์จึงชอบที่จะเก็บตัวเองไว้ในที่ลึก

สถานะของผู้ค้นหากับผู้หลบซ่อนในปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต

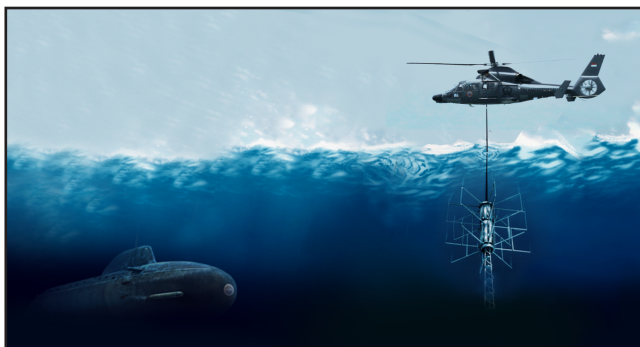
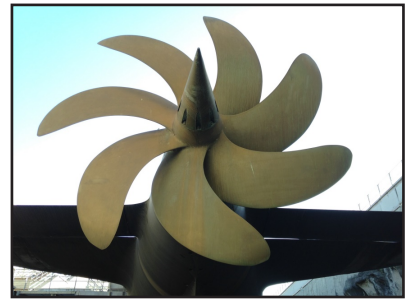
ในช่วงกลางของสงครามเย็นจนถึงยุคปัจจุบัน เรือดำน้ำได้มีการพัฒนาระบบตรวจจับบนผิวน้ำโดยนำระบบเรดาร์แบบกระต๊อรัศมีมาใช้ ซึ่งสามารถไล่ตัวอุปกรณ์ขึ้นมาที่ผิวน้ำเพื่อสแกนค้นหาเป้าหมายในขณะที่ยังคงอยู่ใต้น้ำ สำหรับระบบโซนาร์รับฟังเสียงจากเรือผิวน้ำและเรือดำน้ำอื่น ๆ ได้พัฒนาจนกระทั่งอุปกรณ์รับสัญญาณเสียง (Sonar Arrays) สามารถนำไปติดตั้งทั้งหัวเรือและบริเวณกราบเรือทั้ง ๒ กราบ เพิ่มเติมด้วยการลากอุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายหางยาวเต็มไปด้วย





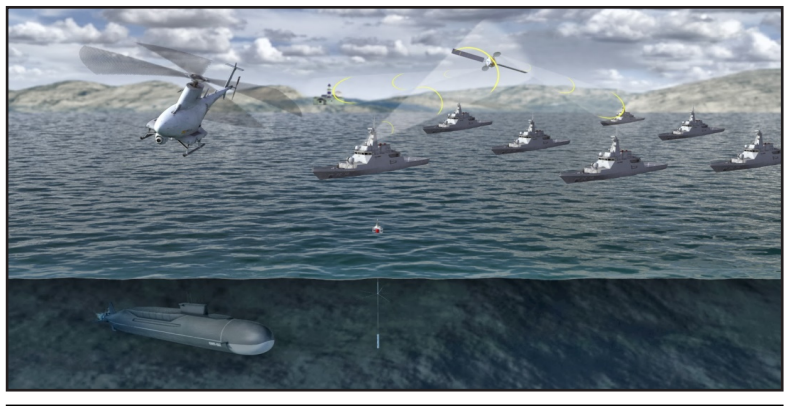
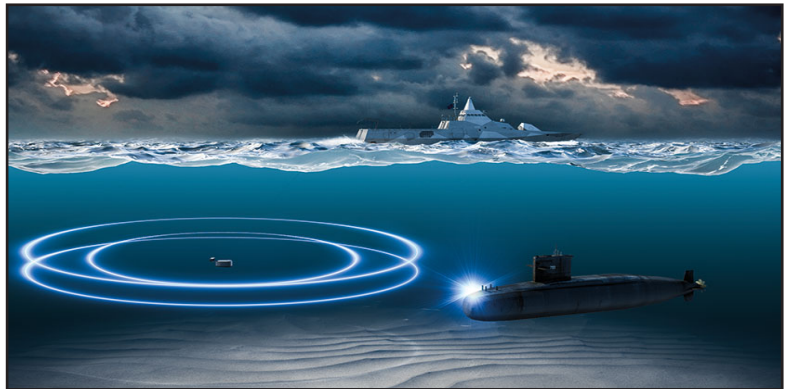
อุปกรณ์รับฟังเสียงชนิดต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลข่าวกรอง ในส่วนของโครงสร้างตัวเรือได้มีการพัฒนาจนขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้ตัวเรือสามารถติดตั้งแท่นวางลดการสั่นสะเทือนและการออกแบบใบจักรที่มีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันเสียงที่เกิดจากโพรงอากาศ (Cavitation) นอกจากนี้ได้มีการพัฒนายางห่อหุ้มตัวเรือเพื่อลดการสะท้อนเสียงจากโซนาร์ เพิ่มความแข็งแรงให้ตัวเรือ สามารถดำน้ำได้ลึกมากขึ้น และหลีกเลี่ยงการถูกตรวจจับ

ท่ามกลางการพัฒนาของเรือดำน้ำดังกล่าว คู่ต่อสู้ของเรือดำน้ำคือกองเรือปราบเรือดำน้ำได้เสริมสร้างขีดความสามารถในการค้นหาเรือดำน้ำที่มีความเงียบมากขึ้น^{๓๑} โดยมีการจัดหน่วยกำลังรบทางเรือที่ประกอบด้วยเรือดำน้ำสำหรับไล่ล่า/ทำลาย เรือผิวน้ำที่มีภารกิจล่าเรือดำน้ำโดยเฉพาะ และอากาศยานที่สร้างขึ้นมาเพื่อการค้นหาเรือดำน้ำทั้งบนผิวน้ำและใต้น้ำ โดยการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจหาความผิดปกติของคลื่นสนามแม่เหล็กโลก (Magnetic Anomaly Detector : MAD) และทิ้งทุ่นเสียง (Sonobuoy) เพื่อฟังเสียงจากเรือดำน้ำในขณะที่เรือดำน้ำเคลื่อนที่ใต้น้ำด้วยความเร็วต่ำ และการใช้เฮลิคอปเตอร์ติดตั้งตอร์ปิโดขนาดเบา (Lightweight Torpedo) และโซนาร์ชักหย่อน (Dipping Sonar) ซึ่งมีสายเคเบิลยาว เพื่อใช้ในการตรวจจับเรือดำน้ำในระดับความลึกต่าง ๆ



นอกจากนี้บริเวณชายฝั่งของยุโรปและอเมริกา และช่องว่างระหว่างอังกฤษและไอซ์แลนด์ สหรัฐฯ ได้มีการวางระบบ SOSUS ซึ่งเป็นสายอุปกรณ์ตรวจจับใต้น้ำ สามารถตรวจจับเรือดำน้ำได้นับร้อยไมล์ รวมทั้งมีการศึกษาอย่างละเอียดเกี่ยวกับการแบ่งชั้นของมหาสมุทรและรูปแบบการอพยพของกุ้งและแพลงตอน ซึ่งเป็นสิ่งที่เรือดำน้ำสามารถนำมาใช้ในการหลบเลี่ยงการถูกตรวจจับ

สงครามเย็น คือ ทศวรรษที่ยาวนานของการแข่งขันระหว่าง การซ้อนพลาและการตรวจจับ ในขณะที่เรือดำน้ำมีความเจ็บมากขึ้นและผู้ล้ามีการฟังเสียงที่ดีขึ้น สิ่งที่จะมาต่อสู้กับเรือดำน้ำเหล่านี้ คือกองเรือปราบเรือดำน้ำรุ่นใหม่ โลกของเรือดำน้ำกำลังประสบกับความเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ที่สุด ตั้งแต่การปรากฏตัวของเรือดำน้ำใน ๔๐ ปีก่อน เทคโนโลยีใหม่ ๆ กำลังถูกนำมาพัฒนา ชัดความ สามารถซึ่งรู้กันมานานว่ามีความเป็นไปได้แต่ยังไม่นำมาใช้ในทางปฏิบัติ รวมถึงเทคโนโลยีอื่น ๆ อาจเปลี่ยนแปลงการทำสงครามใต้น้ำไปในทิศทางที่ไม่มีคนเข้าใจอย่างแท้จริงจนกว่าจะได้มีการนำไปทดสอบ



สถานการณ์การเมืองโลกซึ่งสหรัฐฯ ดำรงสถานะประเทศที่มีกำลังอำนาจมากในการกำหนดทิศทางของโลก แต่การปรากฏของประเทศมหาอำนาจในแต่ละภูมิภาคที่มาพร้อมกับภัยคุกคามใหม่และการเคลื่อนไหวของภาคเอกชนที่มุ่งไปสู่การแสวงหาประโยชน์จากในทะเลลึกมากขึ้น ทำให้เกิดความก้าวหน้าในอุตสาหกรรม การขุดเจาะน้ำมันในทะเลลึกและการสำรวจก๊าซธรรมชาติ การทำเหมืองแร่กันทะเล และการเลี้ยงปลาในทะเลเปิด ซึ่งความก้าวหน้าดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการปฏิบัติการทางทหารได้ อย่างไรก็ตาม ทั้งสองปัจจัยไม่ใช่ตัวเร่งให้เกิดความเปลี่ยนแปลง แต่ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สำคัญคือกองเรือของประเทศมหาอำนาจในยุคสงครามเย็นซึ่งจะต้องถูกทดแทนในอีก ๒๐ ปีข้างหน้า มีการลดจำนวนเรือดำน้ำลง ตั้งแต่การล่มสลายของสหภาพโซเวียต และจำนวนเรือดำน้ำที่เหลือกำลังจะหมดอายุการใช้งาน สถานะกองเรือดำน้ำที่สำคัญของโลกในปัจจุบันจึงประกอบไปด้วยกองเรือดำน้ำของประเทศมหาอำนาจต่าง ๆ ดังนี้



๑. กองทัพเรือสหรัฐฯ ประจำการเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ ติดตั้งขีปนาวุธข้ามทวีป จำนวน ๑๔ ลำ เรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ติดตั้งอาวุธปล่อยนำวิถี จำนวน ๔ ลำ และเรือดำน้ำโจมตีขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์ จำนวน ๓๗ ลำ

๒. กองทัพเรืออังกฤษ ประจำการเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ ติดตั้งขีปนาวุธข้ามทวีป จำนวน ๔ ลำ และเรือดำน้ำโจมตีขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์ จำนวน ๗ ลำ



๓. กองทัพเรือรัสเซีย ประจำการเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ ติดตั้งขีปนาวุธข้ามทวีป จำนวน ๑๓ ลำ เรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ติดตั้งอาวุธปล่อยนำวิถี จำนวน ๗ ลำ เรือดำน้ำโจมตีขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์ จำนวน ๑๗ ลำ และเรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดา จำนวน ๒๓ ลำ

๔. กองทัพเรือฝรั่งเศส กองทัพเรืออังกฤษ ประจำการเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์

ติดตั้งขีปนาวุธข้ามทวีป จำนวน ๔ ลำ และเรือดำน้ำโจมตีขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์ จำนวน ๖ ลำ

๕. กองทัพเรือจีน ประจำการเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ ติดตั้งขีปนาวุธข้ามทวีป จำนวน ๕ ลำ เรือดำน้ำโจมตีขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์ จำนวน ๕ ลำ และเรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดา จำนวน ๕๖ ลำ

๖. กองทัพเรืออินเดีย ประจำการเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ ติดตั้งขีปนาวุธข้ามทวีป จำนวน ๑ ลำ เรือดำน้ำโจมตีขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์ จำนวน ๑ ลำ และเรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดา จำนวน ๑๓ ลำ



แม้ว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะรุดหน้าไปเช่นไร แต่การสร้างเรือดำน้ำใหม่ไม่ใช่แค่เพียงการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่และการปรับปรุง สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการสร้างเรือดำน้ำ คือการรักษาและส่งผ่านทักษะความชำนาญเฉพาะที่จำเป็นในการสร้างเรือดำน้ำ ในขณะที่สหรัฐฯ และอังกฤษอยู่ในช่วงกลางของการสร้างเรือดำน้ำโจมตีรุ่นใหม่ ก่อนที่จะเริ่มโครงการเรือดำน้ำปล่อยนำวิถีรุ่นใหม่ ฝรั่งเศสได้เสร็จสิ้นโครงการของตนแล้ว จีนและอินเดียกำลังเร่งพัฒนากองเรือตนเองให้ทันสมัยเพื่อตามให้ทัน และรัสเซียยังคงส่งสัญญาณที่แสดงถึงความล้มเหลวระหว่างการสร้างเรือดำน้ำรุ่นใหม่และการหวนกลับสู่พลังอำนาจทางบก^{๓๒}

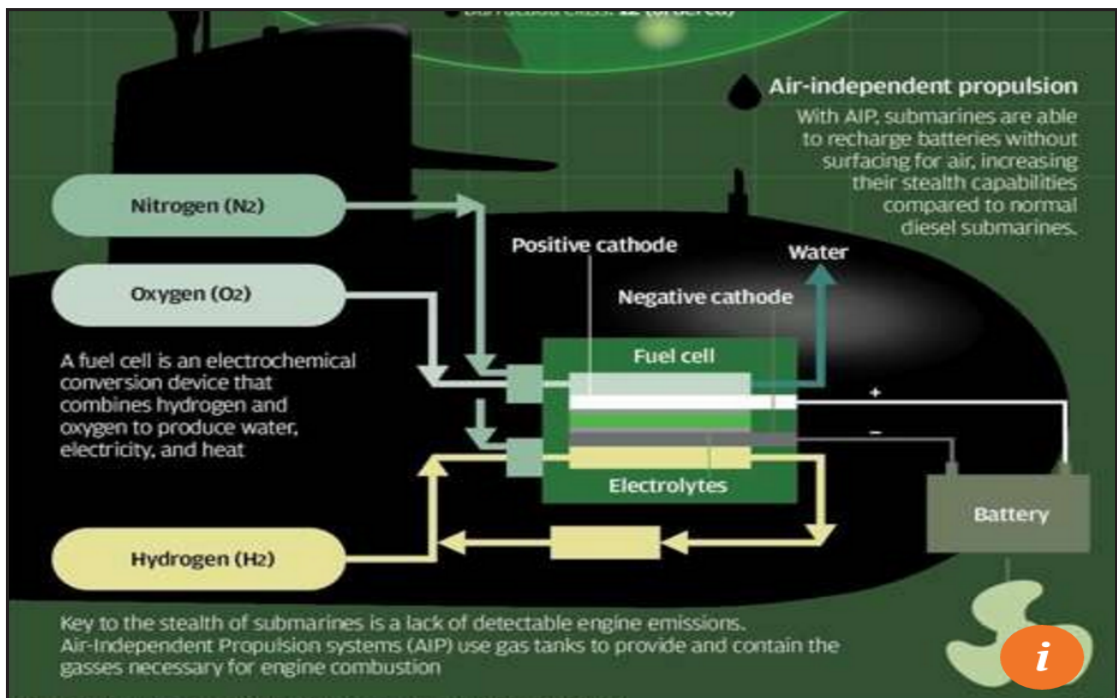


เรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดาและระบบขับเคลื่อนที่ไม่ใช้อากาศ (Air Independent Propulsion : AIP)

การปรากฏตัวของเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ได้ทำให้แนวคิดในการทำสงครามใต้น้ำเปลี่ยนแปลงไป พร้อมกับการพัฒนาของการค้นหา-หลบซ่อน อย่างไรก็ตาม มีเพียง ๖ ประเทศ ได้แก่ สหรัฐฯ อังกฤษ รัสเซีย ฝรั่งเศส จีน และอินเดีย ที่ประจำการเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์^{๓๓} แต่ไม่ได้หมายความว่ากองทัพเรืออื่น ๆ จะถูกผลักให้ติดอยู่ในกับดักของการสร้างเรือดำน้ำตามแบบในทศวรรษที่ ๑๙๔๐ ซึ่งในหัวข้อนี้นี้จะได้กล่าวถึงเรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดาและการพัฒนาระบบ AIP^{๓๔} เนื่องจากเรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดาเป็นผู้หลบซ่อนที่มีความสำคัญทั้งในปัจจุบันและอนาคตเช่นกัน

เรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดาที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นเรือดีเซลไฟฟ้าที่สามารถดำน้ำได้ โดยมีพื้นฐานการออกแบบมาจากยุคสงครามโลกครั้งที่ ๒ และปรับปรุงเปลี่ยนเพื่อให้มีรูปทรงเพรียวน้ำและติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับที่ดีขึ้น และกำลังถูกเปลี่ยนแปลงด้วยการนำระบบ AIP พุดง่าย ๆ คือแหล่งพลังงานที่สามารถทำงานอยู่ใต้น้ำโดยไม่ต้องใช้อากาศจากผิวน้ำ แม้ว่าระบบ AIP ไม่ได้ให้พลังงานได้ยาวนานเหมือนกับเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แต่อย่างน้อยทำให้เรือธรรมดาสามารถทำงานเป็นเรือดำน้ำอย่างแท้จริงได้

กองทัพเรือกว่า ๒๐ ประเทศ ใช้เรือดำน้ำติดตั้งระบบ AIP รวมถึงรัสเซียและจีน ประเทศในโซเวียตหลายประเทศที่มีขีดความสามารถในการสร้างเรือดำน้ำ ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบ AIP ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการใช้เพื่องานวิจัยและระบบ AIP ของแต่ละประเทศมีพื้นฐานการพัฒนาที่แตกต่างกัน



เยอรมันยังคงเป็นผู้นำด้านการพัฒนาระบบ AIP บริษัทซีเมนส์ได้พัฒนาระบบ AIP รุ่นใหม่สำหรับเรือดำน้ำ Type 212 ซึ่งเข้าประจำการตั้งแต่ปี ๒๐๐๒ ต่อมาถูกนำไปใช้เรือดำน้ำชั้น Dolphin Type 209 และ Type 214 รุ่นส่งออก ใช้เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนสร้างพลังงานระหว่าง ๓๐ และ ๑๒๐ kw ต่อโมดูล

กองทัพเรือสเปนได้ใช้ระบบ AIP สำหรับเรือดำน้ำ s-80 ของตน โดยมีแนวความคิดคล้ายกับระบบของเยอรมันที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงเผาไหม้ไฮโดรเจนและออกซิเจนเหลว แต่ระบบของสเปนใช้ไฮโดรเจนจากโบโอเอธานอล ซึ่งทำให้แตกต่างจากการทำปฏิกิริยาในห้องควบคุมความดันก่อนที่จะส่งไฮโดรเจนเข้าสู่เซลล์เชื้อเพลิง^{๓๕} ในขณะที่องค์กรวิจัยและพัฒนาด้านการป้องกันประเทศของอินเดียกำลังพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิง Phosphoric Acid Fuel Cell (PAFC) สำหรับเรือดำน้ำชั้น Kalvari^{๓๖}



นอกจากระบบ AIP แล้ว ระบบแบตเตอรี่ก็มีความสำคัญต่อเรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดาเช่นกัน เรือดำน้ำรุ่นเก่าจะใช้แบตเตอรี่ตะกั่วกรด แต่การพัฒนาล่าสุด ได้นำเทคโนโลยีที่ผู้ใช้สมาร์ทโฟนคุ้นเคยดีมาใช้งาน นั่นคือแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ซึ่งเรือดำน้ำรุ่นใหม่ของญี่ปุ่นชั้นไซยุใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเป็นแหล่งพลังงานเมื่อปฏิบัติการอยู่ใต้น้ำ ทำให้เรือปฏิบัติงานอยู่ใต้น้ำนานขึ้น อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาปฏิบัติงานใต้น้ำของเรือดำน้ำ

ไซยุอีกครั้งหนึ่งมาจากระบบ AIP ซึ่งใช้เครื่องยนต์แบบ Stirling ของบริษัท Kockums ช่วยให้เรือดำน้ำชั้นไซยุของญี่ปุ่น ดำน้ำได้ไกลถึง ๗,๐๖๐ ไมล์ ที่ความเร็ว ๖.๕ น็อต

ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ หรือ “Big Data”^{๓๘}

การพัฒนา ระบบ AIP มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เรือดำน้ำขับเคลื่อนแบบธรรมดามีระยะเวลาปฏิบัติงานใต้น้ำได้ยาวนานขึ้น และมีความเป็นเรือดำน้ำมากกว่าเรือผิวน้ำที่ดำน้ำได้ เหตุผลที่กองทัพเรือลงทุนไปกับเรือดำน้ำคือความสามารถในการซ่อนพราง - ความสามารถที่จะหายตัวไป และเดินทางไปได้โดยที่ไม่มีใครเห็นและได้ยิน ปรากฏการณ์ในระหว่างสงครามโลกและยุคสงครามเย็นคือการแข่งขันอย่างต่อเนื่องระหว่างความสามารถในการซ่อนพรางของเรือดำน้ำ และความสามารถในการค้นหา



ของผู้ล่าเรือดำน้ำ เนื่องจากเรือดำน้ำเป็นทั้งผู้ล่าและผู้ถูกล่า ดังนั้นการออกแบบเรือดำน้ำในอนาคต จึงออกแบบเรือดำน้ำให้มีคุณลักษณะเหมือนกับเครื่องรับสัญญาณโซนาร์ขนาดใหญ่ที่คอยดักจับเสียงรบกวนที่เล็ดลอดออกมาจากเรือดำน้ำอื่น ๆ เรือดำน้ำรุ่นใหม่ใช้ความถี่กลาง (Medium Frequency) หรือความถี่ช่วง ๑,๐๐๐ - ๑๐,๐๐๐ Hz เป็นย่านความถี่หลักในการฟังเสียง แต่การใช้ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency) หรือย่านความถี่ต่ำกว่า ๑,๐๐๐ Hz กำลังริเริ่มขึ้นเพื่อเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ



เพราะพลังงานเสียงในย่านความถี่ต่ำสามารถตรวจจับได้ไกลกว่าย่านความถี่กลาง ซึ่งการทำสงครามใต้น้ำที่ผ่านมามิมนำย่านความถี่ต่ำมาใช้งาน เนื่องจากค่าความละเอียดน้อยกว่าย่านความถี่กลางและต้องทำการประมวลผลข้อมูลอย่างมหาศาลจึงสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้งานได้

ปัจจุบันการปฏิบัติงานของพนักงานโซนาร์มีความชำนาญอันเนื่องจากการได้รับการฝึกฝนอย่างดีและมีช่างเทคนิคที่มีความสามารถสูง แต่การใช้งานย่านความถี่ต่ำย่อมหมายถึงการประมวลข้อมูลจำนวนมากในช่วงระยะเวลาที่ยาวนาน จึงเป็นที่มาของการใช้ “Big Data” ในการเทียบเคียงสัญญาณโซนาร์ที่รับเข้ามากับความซับซ้อนทางกายภาพและภูมิประเทศเพื่อสร้างแบบจำลองทางสมุทรศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลความหมายประกอบกับซูเปอร์คอมพิวเตอร์

มีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้เร็วและปริมาณมากสามารถติดตั้งได้ในเรือดำน้ำและอาจจะติดตั้งในระบบอาวุธอื่น ๆ ในไม่ช้า และนี่คือสิ่งที่จะทำให้สงครามใต้น้ำเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง

“Big Data” และสงครามใต้น้ำ^{๓๙}

ปัจจุบันเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ ได้มีการพัฒนาให้มีความเงียบมากขึ้น ในขณะที่เรือดำน้ำดีเซลได้เพิ่มระยะเวลาอยู่ใต้น้ำด้วยระบบ AIP และแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งเรือดำน้ำดีเซลและนิวเคลียร์สามารถติดตั้งอาวุธปล่อยนำวิถีความเร็วเหนือเสียงโจมตีเรือผิวน้ำที่มีระยะยิงไกล



และสามารถเอาชนะระบบป้องกันภัยทางอากาศของเรือดำน้ำได้ ยานใต้น้ำไร้คนขับ (Unmanned Undersea Vehicles : UUVs) และยานสำรวจใต้น้ำแบบมีสายบังคับใต้น้ำ (Remotely Operated Vehicles : ROV) ได้นำมาใช้กันทั่วไปในการสำรวจและบำรุงรักษาสิ่งสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานนอกชายฝั่งทะเลและในทะเลลึก



เทคโนโลยีระบบตรวจจับ ประมวลผล พลังงาน และการสื่อสาร อยู่ในช่วงของการเปลี่ยนผ่านความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีหลายอย่างที่มีที่มาจากพลังการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหรือที่เรียกว่า **Big Data** ซึ่งดูเหมือนจะกระตุ้นให้องค์ประกอบในสงครามใต้น้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหม่ดังนี้

๑. ขีดความสามารถด้านสงครามใต้น้ำ

ตั้งแต่ยุคสงครามเย็น เรือดำน้ำมีความเชื่อมั่นว่าปลอดภัยจากภัยคุกคามที่มาจากการต่อต้านการเข้าถึง (Anti - Access Threats) ความสามารถในการหลบซ่อนของเรือดำน้ำโดยใช้ความเงียบเพียงอย่างเดียวจะลดลง เพราะว่าการทำให้เสียงที่แพร่มาจากเรือดำน้ำลดลงในแต่ละเดซิเบลหมายถึงค่าใช้จ่ายที่สูงเป็นทวีคูณและเทคนิคใหม่ในการตรวจจับเรือดำน้ำจะใช้การเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์แวดล้อมมากกว่าการตรวจจับเสียงที่เรือดำน้ำแพร่ออกมา ซึ่งลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทราบกันดีมานานนับทศวรรษ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้



เนื่องจากการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ช้าเกินไป ไม่สามารถตอบสนองต่อแบบจำลองที่ต้องการแสดงให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมเพียงเล็กน้อย อันเนื่องจากเรือดำน้ำ (ที่มีความเงียบมาก) แต่ปัจจุบัน **Big Data** สามารถประมวลผลแบบจำลองสมุทรศาสตร์ที่มีความซับซ้อนตามเวลาจริง (Real Time) ทำให้เทคนิคการตรวจจับความเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้^{๔๐} และในขณะที่

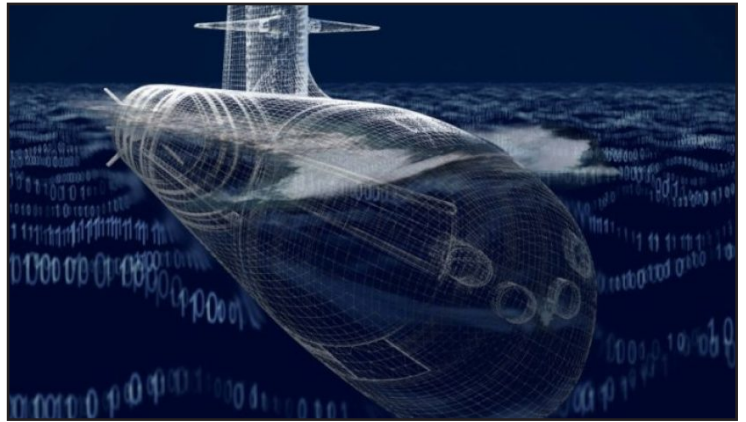
หน่วยประมวลผลคอมพิวเตอร์ (Computer Processors) มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ ซึ่งในไม่ช้าขนาดจะเล็กลงจนสามารถติดตั้งบนเรือ อากาศยาน UUVs และระบบตรวจจับที่วางไว้กับพื้นท้องทะเล ระบบเหล่านี้มีศักยภาพที่จะทำให้พื้นที่ชายฝั่งเป็นอันตรายต่อเรือดำน้ำมากขึ้น และเป็นแรงผลักดันให้ใช้ UUVs ปฏิบัติการทางยุทธวิธีในน่านน้ำข้าศึก^{๔๑}

เทคนิคเกี่ยวกับเสียงยังคงนำมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องร่วมกับโซนาร์แอคทีฟรูปแบบใหม่และวิธีการวิเคราะห์เสียงรบกวน (Ambient Noise) ที่มีอยู่ในทะเลตามธรรมชาติ ความก้าวหน้าในการสร้างแบบจำลองและการประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์จะช่วยสนับสนุนข้อมูลเป้า (Target) ทำให้โซนาร์ความถี่ต่ำมีประโยชน์ในการปฏิบัติการในระดับยุทธวิธีและยุทธการ **Big Data** สามารถช่วยในการตรวจจับ



เรือดำน้ำ โดยการเปรียบเทียบเสียงรบกวนที่คาดการณ์มาจากสิ่งมีชีวิตในทะเล คลื่น และแผ่นดินไหว เพื่อวัดสนามเสียงรบกวนซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะระบุถึงเสียงที่สะท้อนมาจากเรือดำน้ำหรือเสียงที่ถูกตัวเรือดำน้ำขวาง^{๔๖}

ความเป็นไปได้เชิงทฤษฎีสำหรับการตรวจจับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยบริเวณผิวน้ำอันเนื่องมาจากเรือดำน้ำหรือพริ้วน้ำเมื่อเรือดำน้ำเคลื่อนที่อยู่น้ำเป็นสิ่งที่รับรู้อย่างกว้างขวางตั้งแต่ยุคสงครามเย็น^{๔๗} แต่ ณ ปัจจุบันนี้พลังแห่งประมวลผลและการสร้างแบบจำลองทางสมุทรศาสตร์ได้พัฒนาไปสู่จุดที่แนวคิดดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ การตรวจจับการแพร่คลื่นหรือสารเคมีที่ปล่อยมาจากเรือดำน้ำแม้ว่าจะเป็นวิธีการที่ใช้มาตั้งแต่ยุคสงครามเย็น แต่การใช้ Big Data อาจทำให้วิธีตรวจจับแบบดั้งเดิมได้รับประโยชน์ด้วย



เลเซอร์และไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diodes (LED)) สามารถใช้สนับสนุนในสงครามปราบเรือดำน้ำโดยใช้แสงไปกระทบกับตัวเรือดำน้ำคล้ายกับการทำงานของโซนาร์แอคทีฟ เนื่องจากข้อจำกัดด้านวัสดุและการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาก่อนหน้านี้ทำงานในย่านความถี่ที่พลังงานแสงถูกกลทอนหรือถูกดูดซับในน้ำได้ง่าย ในทางตรงข้ามเลเซอร์และแอลอีดีที่พัฒนาใหม่สามารถปรับความยาวคลื่นให้อยู่

ในช่วงที่พลังงานแสงถูกกลทอนน้อย เพิ่มช่วงของการตรวจจับ (Range of Detection) อันเป็นหนทางที่มีประโยชน์ในทางปฏิบัติ

การทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับเรือดำน้ำรุ่นใหม่และการปรับปรุง Torpedo Seekers ทำให้การค้นหาและโจมตีเรือดำน้ำด้วยรูปแบบใหม่มีความสมบูรณ์ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือสงครามปราบเรือดำน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงไปจากทักษะและยุทธวิธีที่ต้องพึ่งพาพนักงานแบบปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับที่มีในปัจจุบันมีระยะตรวจจับที่สามารถให้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการใช้อาวุธต่อเป้าหมายนั้น มีระยะไกล สำหรับเป้าที่มีระยะไกลแม้สามารถตรวจจับได้ แต่ข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับวางแผนการโจมตี ข้อจำกัดดังกล่าวนี้ทำให้เรือผิวน้ำและอากาศยานปราบเรือดำน้ำต้องทำการค้นหาเรือดำน้ำในพื้นที่ขนาดใหญ่อย่างเป็นระบบ หลังจากนั้นจะต้องติดตามเรือดำน้ำจนกระทั่งเรือดำน้ำอยู่ในระยะยิงของระบบอาวุธปราบเรือดำน้ำ ความสามารถของ Seeker และอุปกรณ์ตรวจจับรุ่นใหม่สามารถขจัดปัญหาดังกล่าวได้ ทำให้การใช้อาวุธในลักษณะยิงและลืม (Fire and Forget) เป็นไปได้ ซึ่งหน่วยปราบเรือดำน้ำสามารถตรวจจับเรือดำน้ำได้ระยะไกล และการใช้ระบบการประมวลผล



ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำเพียงพอต่อการโจมตีโดยใช้อาวุธปล่อยนำวิถีที่มีตอร์ปิโดเป็นหัวรบ การโจมตีในลักษณะนี้แม้ไม่สามารถจมเรือดำน้ำได้ แต่สามารถผลักดันเรือดำน้ำให้หลบหนีทำลายความริเริ่มและทำให้เรือดำน้ำเปิดเผยตนเอง

๒. การเพิ่มระยะเวลาการปฏิบัติงานใต้น้ำและการหลีกเลี่ยงการถูกตรวจพบ

เทคโนโลยีใหม่จะเกี่ยวข้องกับระยะเวลาปฏิบัติการที่จำกัดของยานใต้น้ำที่ไม่ได้ขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์และความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของเรือดำน้ำ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีแบตเตอรี่และเซลล์เชื้อเพลิงคาดว่าจะทำให้เรือดำน้ำที่ไม่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ UUVs และระบบใต้น้ำอื่น ๆ ปฏิบัติการทางทหารได้ยาวนาน ห่างไกลจากน่านน้ำของมิตรประเทศ^{๔๔} ตัวอย่างเช่น เรือดำน้ำรุ่นใหม่ล่าสุดชั้นโซยุของญี่ปุ่นได้ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเป็นแหล่งพลังงานในขณะที่อยู่ใต้น้ำ และคาดว่าในอีก ๒ ปีข้างหน้า UUVs ขนาดใหญ่สามารถปฏิบัติการได้นาน ๑ - ๒ เดือน โดยใช้แหล่งพลังงานที่ผสมผสานระหว่างเซลล์เชื้อเพลิง แบตเตอรี่ และระบบขับเคลื่อนแบบเดิม^{๔๕} ยานเหล่านี้สามารถบรรทุกอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับการกิจเฝ้าระวังชายฝั่งและ/หรือบรรทุกอาวุธ เช่น ตอร์ปิโดหรือทุ่นระเบิด ซึ่งทำให้สามารถปฏิบัติการกิจเช่นเดียวกับเรือดำน้ำในปัจจุบัน

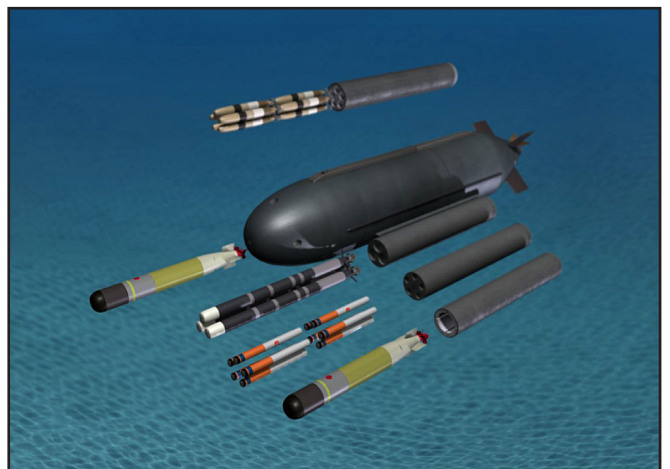
นอกจากการพัฒนาดังกล่าวที่ทำให้การตรวจจับเรือดำน้ำง่ายขึ้นแล้ว ยังทำให้เกิดยุทธวิธีและเทคโนโลยีใหม่เพื่อป้องกันการถูกตรวจจับ เรือดำน้ำสามารถป้องกันการถูกตรวจจับจากโซนาร์พาสซีฟโดยการปล่อยเสียงออกมาเพื่อกลบเสียงรบกวนของตนเองเดียวกับวิธีการที่ใช้ในหุ้ฟงตัดเสียงรบกวนหรือการปล่อยทุ่นเพื่อสร้างเป่าลวง เรือดำน้ำสามารถป้องกันการถูกตรวจจับด้วยโซนาร์แอคทีฟโดยการส่งคลื่นเสียงไปรบกวนโซนาร์แอคทีฟของฝ่ายตรงข้ามเช่นเดียวกับการรบกวนเรดาร์ของระบบสงครามอิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งในอากาศยานซึ่งอาจจะเป็นการรบกวนด้วยตนเองหรือทำงานร่วมกับ UUVs ระบบป้องกันการถูกตรวจจับจากโซนาร์แอคทีฟและพาสซีฟยังได้รับประโยชน์จากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์และการสร้างแบบจำลองทางสมุทรศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ระบบการป้องกันการถูกตรวจจับสามารถควบคุมและปรับการทำงานเป็นลักษณะเรียลไทม์ (Real Time) ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของปฏิบัติการลวงใต้น้ำ^{๔๖} ซืดความสามารถที่ช่วยส่งเสริมการซ่อนพราง (Stealth) อาจจะทำให้เรือดำน้ำมีขนาดใหญ่มากขึ้นเพื่อบรรทุกอุปกรณ์เพิ่มเติมและรวมถึงระบบต่าง ๆ ที่จะต้องปล่อยออกจากเรือดำน้ำ

๓. ระบบอาวุธ ระบบตรวจจับ และระบบสื่อสาร

ความสามารถในการปฏิบัติและการประสานการปฏิบัติของเรือดำน้ำ และ UUVs ขนาดใหญ่จะถูกพัฒนาขึ้นพร้อมกับระบบอาวุธ การตรวจจับ และการสื่อสารรุ่นใหม่

๓.๑ ระบบอาวุธ

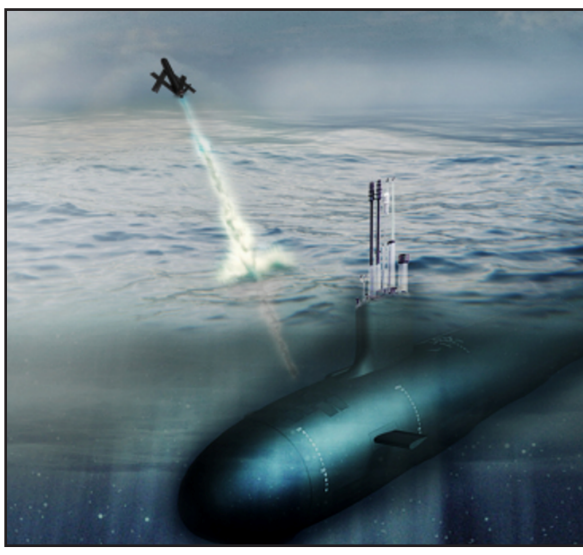
ในสมัยก่อนเรือดำน้ำใช้ปืนที่ติดตั้งบนดาดฟ้าและตอร์ปิโดที่ขับเคลื่อนด้วยระบบอากาศอัดซึ่งวิ่งเป็นเส้นตรงเป็นอาวุธ ก่อนปี ๑๙๗๕ การติดตั้งปืนบนดาดฟ้าเรือดำน้ำได้ยกเลิก แต่พื้นฐานการใช้ตอร์ปิโดยังคงนำมาใช้จนถึงทศวรรษที่ ๑๙๘๐ และเมื่อถึงปี ๒๐๐๐ ตอร์ปิโดยุคเก่าถูกแทนที่ด้วยตอร์ปิโดที่นำวิถีด้วยเส้นลวด (Wire-Guided Torpedo) เหมือนกับตอร์ปิโด Mk 48 ของสหรัฐฯ และ



Spearfish ของอังกฤษ ซึ่งวิ่งเข้าหาเป้าหมายโดยอัตโนมัติหรือควบคุมจากเรือดำน้ำ ระยะยิงไกล ความเร็ว ๑๐๐ นอต ขับเคลื่อนด้วยระบบปั๊ม Jet ใช้เชื้อเพลิง Otto Fuel II และไฮดรอกซิโลมินียม เปอร์คลอเรท กองทัพเรือสหรัฐฯ ได้นำตอร์ปิโดขนาดเล็กน้ำหนักเบาที่เรียกว่า Common Very Light Weight Torpedo (CVLWT) มาใช้งาน ตอร์ปิโดดังกล่าวมีขนาดเล็กกว่า ๑ ใน ๓ ของตอร์ปิโดที่เล็กที่สุดที่ประจำการอยู่ในปัจจุบัน^{๔๖} แม้ว่า CVLWT จะมีระยะยิงใกล้ แต่ UUVs ขนาดใหญ่สามารถบรรทุก ลูก CVLWT ไปได้จำนวนมากและใช้ความเงียบของ UUVs นำตอร์ปิโดเข้าใกล้เป้าหมาย CVLWT สามารถใช้เป็นอาวุธป้องกันเชิงรุกของเรือดำน้ำได้เช่นเดียวกัน ทุกอย่างดูซับซ้อนมาก แต่ในอีกหลายปีข้างหน้า รูปแบบของตอร์ปิโดจะเปลี่ยนไป รัสเซีย อิหร่าน และเยอรมัน กำลังพัฒนาตอร์ปิโด Supercavitation^{๔๗} ซึ่งขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์จรวดและฟองอากาศรอบ ๆ ลูกตอร์ปิโด มีความเร็ว ๒๒๐ นอต และปรับเปลี่ยนระบบจากระบบการยิงจากตอร์ปิโดที่ใช้ในปัจจุบันไปสู่การยิงออกจากคลังบรรจุแบบ Multi-role ซึ่งภายในคลังจะประกอบไปด้วย ตอร์ปิโด จรวดร่อน และอาวุธปล่อยนำวิถีโจมตีเรือผิวน้ำ ความเร็วเหนือเสียงแบบ Supersonic หรือ Hypersonic ผู้ใช้สามารถเลือกอาวุธได้ตามต้องการ

๓.๒ ระบบตรวจจับ

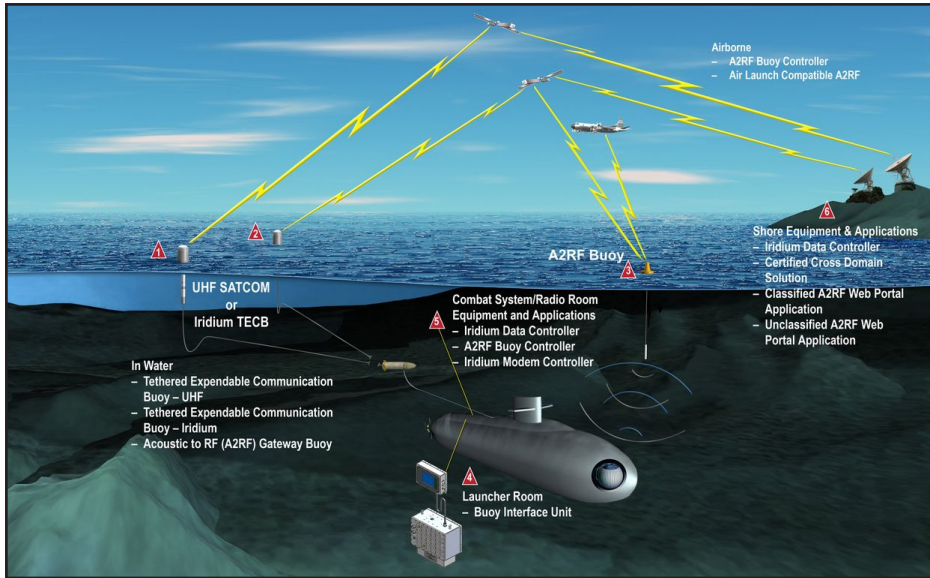
ตลอดระยะเวลา ๒๐ ปี UUVs และอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก (Unmanned Air Vehicles : UAVs) มีความก้าวหน้าในการพัฒนาไปไกลมาก แต่ UUVs ยังคงมีความสำคัญไม่มาก ในทะเล ปัจจุบัน UUVs ใช้เป็นยานนำร่องระยะไกลสำหรับทะเลลึก หรือการปฏิบัติการที่อันตรายหรือ การล่าทำลายทุ่นระเบิด ด้วยการพัฒนาของคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ขนาดเล็กลง เทคโนโลยี ด้านโครงข่ายและระบบ AIP ทำให้การใช้งาน UUVs มีการพัฒนาจากยานนำร่องระยะไกล ไปสู่ยานอัตโนมัติที่มีการสื่อสารกับยานแม่บ่อยมากและด้วยความซับซ้อนของระบบ AIP ที่มากขึ้น ในอนาคต UUVs จะมีขนาดใหญ่ขึ้นและสามารถทำงานอยู่ใต้ทะเลเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือนโดยปราศจากการควบคุมของมนุษย์ ในช่วงแรก UUVs จะทำหน้าที่อุปกรณ์เสริมสำหรับเรือดำน้ำหรืออาวุธอัจฉริยะ (Smart Weapons) ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายเฉพาะกิจหรือปฏิบัติการกิจที่เสี่ยงอันตราย เช่น การล่าทำลายทุ่นระเบิดหรือปฏิบัติการในพื้นที่ใกล้ชายฝั่งข้าศึก แต่ในท้ายที่สุด UUVs จะเป็นระบบอัตโนมัติสมบูรณ์แบบมีขีดความสามารถเท่ากับเรือดำน้ำ



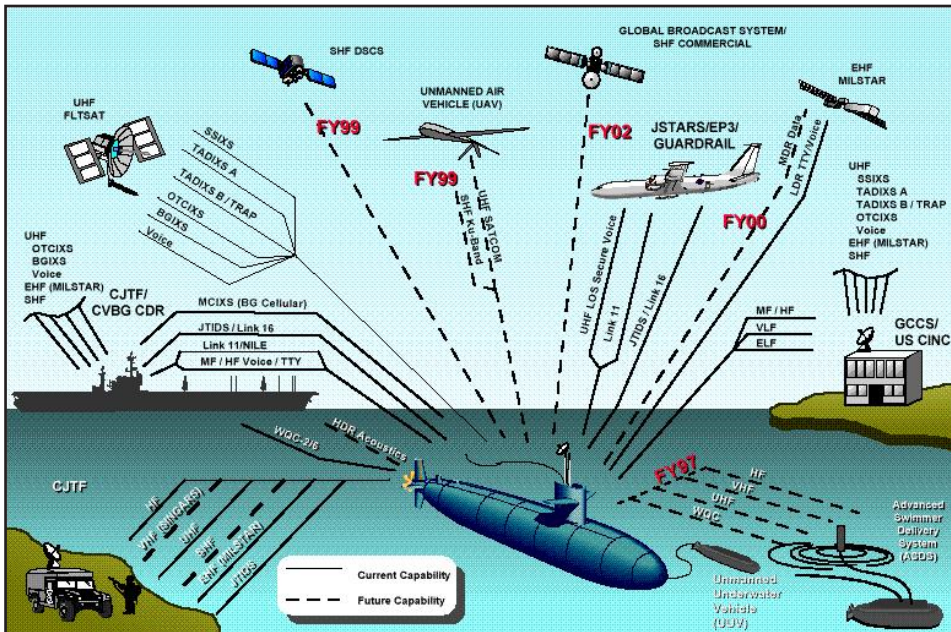
องค์ประกอบอีกส่วนหนึ่งคือ Airborne Drone เรือดำน้ำปล่อยโดรนอาจเป็นเรื่องปกติทั่วไปเช่นเดียวกับ UUVs ซึ่งสามารถส่ง UAVs ให้สามารถเข้าใกล้สู่เป้าหมาย ซึ่งจะทำให้เรือดำน้ำมีขีดความสามารถที่ปฏิบัติการกิจได้ทุกอย่างเหมือนกับเรือผิวน้ำ ได้แก่ สนับสนุนการเชื่อมโยง การสื่อสาร การลาดตระเวนโดยใช้กล้องถ่ายภาพในเวลา กลางวัน (Electro - Optical) อินฟราเรด และอุปกรณ์ เรดาร์ การทำสงครามอิเล็กทรอนิกส์ การส่งข้อมูลเข้า โดยตรงในระยะสายตาให้กับเรือดำน้ำหรือเครื่องบิน โจมตีในบริเวณใกล้เคียง^{๔๘} และการโจมตีเป้าหมายบนฝั่ง โดยใช้ระบบอาวุธที่นำทางเข้าสู่เป้าหมายด้วยการแพร่ คลื่นเรดาร์ของฝ่ายตรงข้าม (Anti-Radiation Homing) เพื่อทำลายระบบเรดาร์ป้องกันภัยทางอากาศของข้าศึก และเปิดทางให้เครื่องบินรบอื่นเข้ามา



๓.๓ ระบบสื่อสาร



ปัจจุบันเรือดำน้ำที่ปฏิบัติการอยู่ใต้น้ำ สามารถสื่อสารโดยใช้ยานความถี่ต่ำมาก ๆ จากสถานีบนบกซึ่งมีแถบความกว้างของคลื่น (Bandwidth) เพียงพอที่จะส่งรหัสสั้น เพื่อแจ้งผู้บังคับการเรือดำน้ำให้ลอยตัวขึ้นสู่ระดับความลึกกลองตาเรือ เพื่อใช้ดาวเทียมหรือระบบสื่อสารอื่น ๆ แต่การปฏิบัติดังกล่าวทำให้ยานใต้น้ำมีความเสี่ยงต่อการถูกตรวจพบแม้ในขณะรับข่าวที่บริเวณใกล้ผิวน้ำ เทคโนโลยีใหม่จะพัฒนาจุดอ่อนที่มีมาอย่างยาวนานของยานใต้น้ำคือการสื่อสาร ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับในสงครามปราบเรือดำน้ำ ควบคู่กับการพัฒนาโซนาร์แอคทีฟ ทำให้การสื่อสารใต้ทะเลได้รับการพัฒนาด้วยเช่นกัน ส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการถูกตรวจพบในขณะทำการติดต่อสื่อสารของเรือดำน้ำลดลง และการพัฒนาวิธีการสื่อสารใต้น้ำใหม่นี้ทำให้ยานใต้น้ำสามารถสื่อสารโดยตรงต่อยานใต้น้ำอื่น ๆ ระบบใต้น้ำต่าง ๆ ที่ถูกติดตั้งวางกับพื้นทะเลรวมถึงกำลังรบรวมที่ปฏิบัติการอยู่บนผิวน้ำโดยสามารถ



ทำการสื่อสารได้แม้ในขณะที่ยานใต้น้ำดำอยู่ในระดับลึก การติดต่อสื่อสารด้วยเสียงกำลังไปถึงจุดที่สามารถสนับสนุนการปฏิบัติการใต้ทะเลระยะไกลและ Real Time^{๕๐} นอกจากนี้ อุปกรณ์ตรวจจับใต้น้ำ เลเซอร์ที่ปรับแต่งค่าได้ และ LEDs สามารถเพิ่มแบบจำลองให้กับการสื่อสารใต้น้ำแต่ระยะการติดต่อจะใกล้กว่าการใช้เสียง ในขณะที่การใช้สายเคเบิลที่ลอยหรือติดตั้งอยู่ใต้ทะเลและการใช้อุปกรณ์รับ-ส่งวิทยุแบบหุ่นลอยสามารถทำให้ยานใต้น้ำสื่อสารกับกำลังทางเรือบนผิวน้ำโดยปราศจากความเสียง^{๕๑} การเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลทำให้ระบบที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการใต้น้ำต่าง ๆ สามารถประมวลข้อมูลด้วยตนเองเพื่อลดแบบจำลองในการสื่อสารส่งข้อมูลให้กับยานใต้น้ำหรือโครงข่ายในสนามรบ ข้อดีของระบบการสื่อสารใหม่คือเรือดำน้ำมีศักยภาพในการทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงข่ายในการรบ ข้อเสียคือความล่าช้าต่อการถูกโจมตีด้วยสงครามไซเบอร์ ซึ่งการโจมตีดังกล่าวอาจมาจากไวรัสที่ซ่อนตัวอยู่ในชิปคอมพิวเตอร์หรือ Thumb Drive

ข้อพิจารณาเกี่ยวกับแนวคิดการทำสงครามใต้น้ำในอนาคต^{๕๒}

การแสวงหาผลประโยชน์จากทรัพยากรใต้ทะเล ได้กระตุ้นให้การศึกษาเกี่ยวกับใต้ทะเลขยายตัว เทคโนโลยีต่าง ๆ แพร่กระจายอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ประเทศต่าง ๆ และกำลังรบที่ไม่ใช่รัฐสามารถเข้าถึงและทำงานร่วมกับเทคโนโลยีใหม่ที่มาพร้อมกับอุปกรณ์ตรวจจับใต้น้ำ ยานไร้คนขับ และระบบอาวุธ^{๕๓} เทคโนโลยีใหม่ด้านสงครามปราบเรือดำน้ำและการปรับปรุงยานใต้น้ำที่ไม่ได้ใช้พลังงานนิวเคลียร์ทำให้ฝ่ายตรงข้ามสามารถเสริมโครงข่ายอากาศยานและเรือผิวน้ำ เชื่อมต่อเข้ากับระบบเฝ้าตรวจและโจมตีใต้น้ำ เพิ่มความแข็งแกร่งในการปฏิเสธพื้นที่และการต่อต้านการเข้าถึง (A2/AD) การเสริมโครงข่ายดังกล่าวยังไม่รวมถึงอาวุธปล่อยนำวิถีข้ามทวีปโจมตีเรือผิวน้ำหรืออาวุธปล่อยนำวิถีพื้นสู่อากาศรุ่นใหม่ การทำสงครามใต้น้ำในอนาคตต้องมีการประยุกต์เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ตามที่ได้กล่าวถึงไปแล้วในขณะที่การพัฒนาแนวความคิดในการปฏิบัติใหม่ต้องบูรณาการระบบเก่าและระบบใหม่ให้ทำงานร่วมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวความคิดใหม่ในการทำสงครามใต้น้ำควรจะต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีและการปฏิบัติการ

๑. เทคโนโลยี

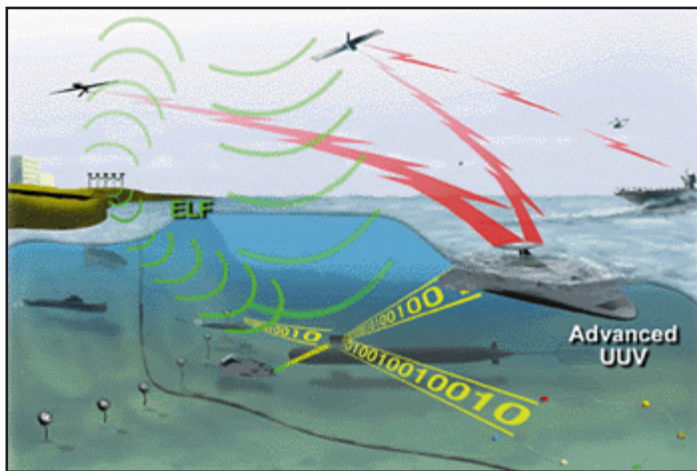
๑.๑ หลักการใหม่สำหรับการต่อสู้ระหว่างเรือดำน้ำ - การปราบเรือดำน้ำ

ประสิทธิภาพของโซนาร์พาสซีฟจะลดลงอย่างต่อเนื่องเพราะเรือดำน้ำมีความเงียบ รวมถึงการใช้มาตรการต่าง ๆ ที่ทำให้การซ่อนพรางดีขึ้น และการนำยานไร้คนขับมาใช้มากขึ้น ซึ่งเป็นยานที่มีการปล่อยเสียงรบกวนน้อยลง การตรวจจับแบบใหม่อาจจะต้องใช้ประโยชน์จากสิ่งอื่นนอกเหนือจากเสียงที่แพร่ออกมา ยานใต้น้ำมีฟังก์ชันขอบเขตระยะที่ไกลกว่าเพื่อสามารถโจมตีได้ในระยะไกลกว่าระยะอาวุธของเรือดำน้ำ ในขณะที่การใช้ประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพื้นฐานของการแข่งขันระหว่างการค้นหา - การหลบซ่อนมาตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่ ๑ และสงครามโลกครั้งที่ ๒ สำหรับในยุคสงครามเย็นได้ให้ความสำคัญที่โซนาร์พาสซีฟ แต่ทางเลือกในการตรวจจับใต้น้ำในครั้งแรกของศตวรรษที่ ๒๑ อาจจะเป็นการใช้โซนาร์แอคทีฟย่านความถี่ต่ำ อุปกรณ์ตรวจจับที่ไม่ได้พึ่งพาเสียงหรือเทคนิคอื่น ๆ ที่ก่อนหน้านี้ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ทั้งนี้เนื่องจากความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องในด้านการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์และวัสดุศาสตร์จึงสามารถนำเทคนิคเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้



๑.๒ กำเนิดโครงข่ายสงครามใต้น้ำ

อุปกรณ์ตรวจจับระยะไกลรุ่นใหม่ เช่น โซนาร์แอคทีฟความถี่ต่ำหรือการตรวจจับพริ้วน้ำและความสามารถในการสื่อสารใต้ทะเลที่พัฒนาขึ้น สามารถก้าวไปสู่การพัฒนาโครงข่ายการควบคุมการใช้อาวุธใต้อะไหล่คล้าย ๆ กับการใช้คลื่นวิทยุในการรบผิวน้ำ ตัวอย่างเช่น อาวุธปราบเรือดำน้ำระยะไกล CVLWT สามารถเชื่อมต่อเป็นโครงข่ายกับอุปกรณ์ตรวจจับระยะไกลเพื่อสร้างขีดความสามารถในการปราบเรือดำน้ำระยะไกลที่มีประสิทธิภาพ ผลักดันให้เรือดำน้ำต้องถอยห่างออกไปหรือหน่วงเวลาให้ช้าลง โดยใช้ประโยชน์จากข้อจำกัดของเรือดำน้ำด้านความเร็ว ความตระหนักรู้ในสถานการณ์ และการป้องกันตนเอง โครงข่ายใต้น้ำสามารถที่จะประสานการเฝ้าระวังและการโจมตีพร้อมกันด้วย UUVs มากกว่า ๑ ลำ ที่ทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ หรือควบคุมจากเรือดำน้ำหรือยานใต้น้ำอื่น ๆ



๑.๓ ความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่ได้ปะทุออกมา

ด้วยพลังการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Big Data) พร้อมกันขนาดที่กระตือรือร้นมากขึ้น ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วกำลังใกล้เข้าสู่การนำไปใช้งานด้านการตรวจจับการสื่อสารและโครงข่ายใต้น้ำ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีกำลังมุ่งไปสู่การพัฒนาแหล่งกำเนิดพลังงานและการเก็บพลังงาน ซึ่งสามารถเพิ่มระยะเวลาปฏิบัติการ ความเร็ว ขีดความสามารถของยานไร้คนขับและระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การพัฒนาดังกล่าวจะผลักดันให้เกิดการประเมินสมมติฐานเกี่ยวกับการใช้งานขีดความสามารถใต้น้ำทั้งในระดับยุทธวิธีและยุทธการและการออกแบบระบบใต้น้ำในอนาคตอย่างไรก็ตาม การพัฒนาย่อมมีผลกระทบในวงกว้างต่อโครงสร้างกองทัพเรือและกำลังรวบรวม

๒. การปฏิบัติการ

๒.๑ การทบทวนแนวความคิดในสงครามปราบเรือดำน้ำ

ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ ๑ และ ๒ และสงครามเย็น กองทัพสหรัฐฯ และพันธมิตรได้ให้ความสำคัญกับการขัดขวางเรือดำน้ำข้าศึกไม่ให้งานอย่างมีประสิทธิภาพแทนที่จะจมเรือดำน้ำ แนวทางดังกล่าวเป็นการแสวงประโยชน์จากข้อจำกัดโดยธรรมชาติของยานใต้น้ำ อย่างไรก็ตาม สงครามปราบเรือดำน้ำในอนาคตจะต้องใช้วิธีการคล้าย ๆ กันในการตอบโต้การขยายกำลังใต้ทะเลในอนาคตของฝ่ายตรงข้าม

๒.๒ หนทางใหม่สำหรับการปฏิบัติการใต้ทะเลเชิงรุก

บทบาทของเรือดำน้ำอาจต้องการเปลี่ยนแปลง จากยานรบที่อยู่ในแนวหน้าเหมือนกับอากาศยาน ไปสู่ผู้ประสานการปฏิบัติและเป็นเจ้าของเครื่องมือรบ เช่นเดียวกับการปฏิบัติของเรือบรรทุกเครื่องบินที่ส่งอากาศยานไปปฏิบัติการในแนวหน้า อุปกรณ์ตรวจจับใต้น้ำรุ่นใหม่จะพึ่งพาปรากฏการณ์อื่น ๆ มากกว่า เสียงรบกวนที่เป้าหมายสร้างขึ้นมา ดังนั้นการมีเสียงที่เงียบไม่เพียงพอต่อการซ่อนพราง





ของเรือดำน้ำอีกต่อไป ดังนั้น เรือดำน้ำจึงให้ความสำคัญกับการลดการเปิดเผยตนเอง เพื่อลดความเสี่ยงในน่านน้ำข้าศึก ขณะเดียวกันก็ใช้เป้าลวงทั้งแบบการลวงทางเสียงและไม่ใช้การลวงทางเสียง และการรบกวนอย่างเต็มที่เพื่อป้องกันการถูกตรวจจับ ยานใต้น้ำไร้คนขับขนาดใหญ่และระบบใต้น้ำต่าง ๆ จะถูกนำมาใช้แทนการใช้เรือดำน้ำ โดยเฉพาะในการ

ปฏิบัติการทางยุทธวิธีที่มีความเสี่ยงสูงจากการถูกตรวจพบ เช่น การรวบรวมข่าวกรองในพื้นที่ใกล้ฝั่ง การโจมตีเป้าหมายบนบกหรือการโจมตีเรือผิวน้ำในน่านน้ำข้าศึก นอกเหนือจากที่ UUVs มีโอกาสถูกตรวจพบได้น้อยกว่าเรือดำน้ำแล้ว UUVs มีราคาถูกกว่าเรือดำน้ำมาก ทำให้ผู้บังคับบัญชากำลังรบกล้าที่จะใช้งานในภารกิจที่มีความเสี่ยงสูง ในขณะเดียวกันเรือดำน้ำในรุ่นต่อไปจะต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อรองรับกับระบบป้องกันการถูกตรวจจับรุ่นใหม่ ระบบสื่อสาร ระบบควบคุมบังคับบัญชา รวมถึงการเก็บอาวุธ และยานไร้คนขับไว้กับเรือดำน้ำ



๒.๓ การขยายโครงสร้างพื้นฐานใต้ทะเล

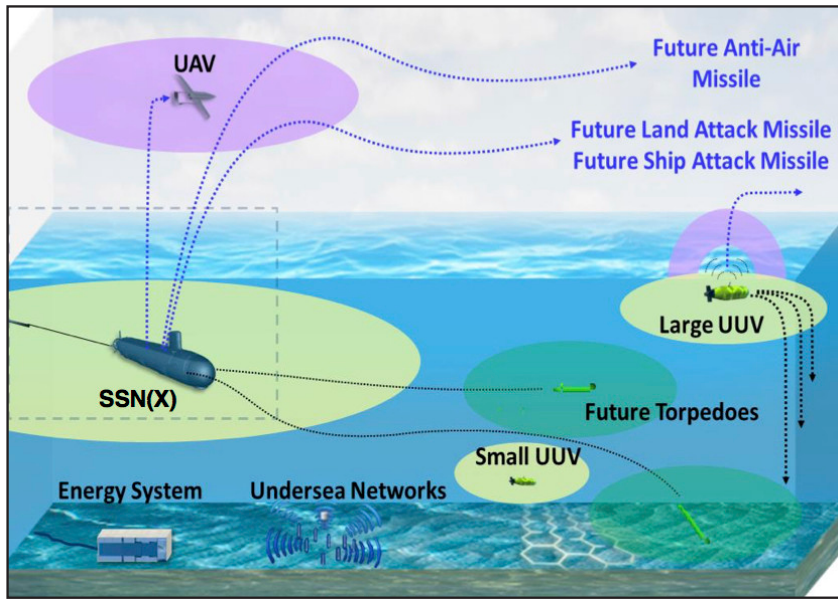
พื้นที่ใต้ทะเลเป็นพื้นที่สนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น การวางอุปกรณ์ชุดเจาะน้ำมัน อุปกรณ์เกี่ยวกับการทำเหมืองแร่ใต้ทะเล ท่อส่งน้ำมัน สายเคเบิลเชื่อมต่อการสื่อสาร อุปกรณ์ผลิตพลังงาน และอุปกรณ์ตรวจจับต่าง ๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องกับเสียงและไม่เกี่ยวข้องกับเสียง กิจกรรมในเชิงพาณิชย์เป็นกิจกรรมทั่ว ๆ ไป ในขณะที่รัฐบาลและนักวิทยาศาสตร์เพิ่มการเฝ้าดูและให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติใต้ทะเล เช่น แหล่งประมง และน้ำมันดิบ การทำสงครามใต้น้ำจะต้องคำนึงถึงการบุกรุกใต้ทะเลรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการถูกตรวจพบโดยบังเอิญจากอุปกรณ์ตรวจจับของพลเรือน การป้องกันโครงสร้างพื้นฐานฝ่ายเดียวกัน และโอกาสที่จะสร้างความเสียหายแก่โครงสร้างพื้นฐานใต้ทะเลของข้าศึกในระหว่างความขัดแย้ง ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญเช่นกันในการวางแผนการทำสงครามใต้น้ำในอนาคต

การรบในอนาคต^{๔๔}

กองเรือผิวน้ำในอนาคตจะมีความเสี่ยงมากขึ้น อาจจะต้องอยู่ห่างจากพื้นที่ใกล้ฝั่ง และนั่นคือปัญหาที่สำคัญ ในขณะที่เรือดำน้ำมีความเสี่ยงที่จะถูกตรวจจับมากขึ้น แม้ว่าจะมีขีดความสามารถมากกว่าในปัจจุบัน เรือดำน้ำในอนาคตจะทำหน้าที่เป็นยานแม่ ควบคุม บังคับบัญชาเหมือนกับเรือบรรทุกเครื่องบิน เรือดำน้ำจะมีขนาดใหญ่กว่าปัจจุบัน ภายในบรรทุก UAVs/UUVs มีเวิร์คช็อปที่สมบูรณ์ และมี 3D printer เพื่อสร้างและบำรุงรักษาโดรน และระบบควบคุมบังคับบัญชาที่ได้รับการพัฒนาสำหรับโดรนและโครงข่ายการรบ (Network Centric Warfare) เรือดำน้ำจะหลบซ่อนอยู่ในเขตน้ำลึกเพื่อให้ปลอดภัยจากระบบอาวุธป้องกันฝั่ง และทำการปล่อย UAVs/UUVs และใช้อาวุธจากระยะพ้นขอบฟ้า



การข่าวกรองและการบังคับบัญชาสามารถดำเนินการผ่านโครงข่ายการรบใต้น้ำ เพื่อประสานการปฏิบัติภายในกองเรือปราบเรือดำน้ำ ซึ่งจะทำให้วิธีการปฏิบัติการของเรือดำน้ำโดยอิสระแบบเก่าไร้ประโยชน์ เรือดำน้ำยังคงปฏิบัติการกิจได้ แต่จะอยู่ในรูปแบบที่จำกัดถ้าพยายามที่จะหลีกเลี่ยงการประสานการปฏิบัติร่วมกับ UUVs/UAVs สมรรถนะในอนาคตมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก เนื่องจากการขยายตัวของการทำงานใต้ทะเลในเชิงพาณิชย์ ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ดังนั้นในอนาคตจะเห็นการปฏิบัติการของเรือดำน้ำในทะเลที่เต็มไปด้วย UUVs ที่มีขีดความสามารถสูงและอันตรายมากขึ้น UUVs ในอนาคตทำหน้าที่ทั้งอาวุธ อุปกรณ์ตรวจจับ และเซนเซอร์โนดเชื่อมโยงข่าวสาร การใช้มนุษย์ไปปฏิบัติงานจะน้อยลง ทำให้ลดความเสี่ยงแต่ความรับผิดชอบของคนทำงานจะมากขึ้น



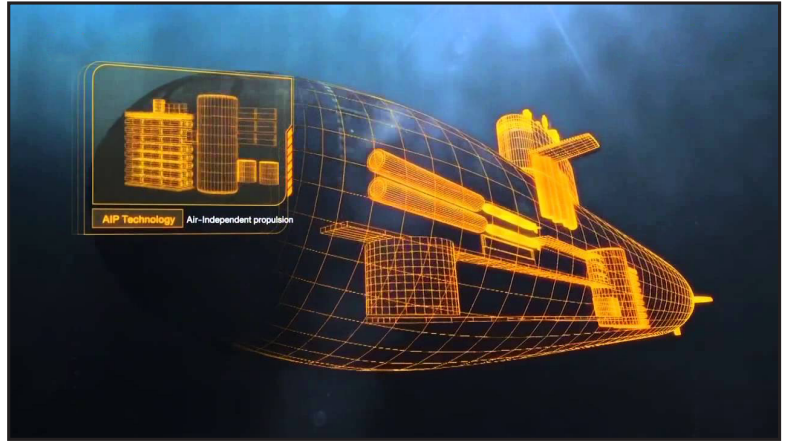
อย่างไรก็ตาม แม้จะมีเทคโนโลยีต่าง ๆ มาช่วยสนับสนุนในการปฏิบัติการใต้น้ำ แต่พลังในตัวมนุษย์ยังคงเป็นปัจจัยที่สำคัญ และนี่คือเหตุผลที่กองทัพเรืออังกฤษได้กำหนดให้ผู้บังคับการเรือดำน้ำในอนาคตต้องผ่านการฝึกและคัดเลือกจากหลักสูตร *Perisher*^{๕๕} ซึ่งเป็นหลักสูตรที่เข้มงวดเช่นเดียวกับที่นักบินรบต้องผ่าน และเป็นหลักสูตรเดียวที่จะให้ผลออกมาว่าจะได้เป็นผู้บังคับการเรือดำน้ำหรือไม่สามารถไปทำงานในเรือดำน้ำได้อีก ประวัติศาสตร์ได้แสดงให้เห็นว่า สงครามใต้น้ำขึ้นอยู่กับจิตวิญญาณของลูกเรือที่อยู่ภายในกล่องเหล็กนับแรมเดือน ในบรรยากาศแบบง่าย ๆ ไม่เป็นทางการ มีความใกล้ชิดสนิทสนม และเข้มงวดในวินัยของตนเอง ซึ่งมีที่มาจากความเข้มงวด การฝึกทางเทคนิคขั้นสูงและประสบการณ์จากทะเล เป็นสิ่งที่เกินกว่าเทคโนโลยีจะผลิตได้และความย่อหย่อนเพียงไม่นานสามารถทำลายสิ่งเหล่านี้ได้

กองทัพเรือกับการก้าวเข้าสู่ยุคแห่งสงครามใต้น้ำ

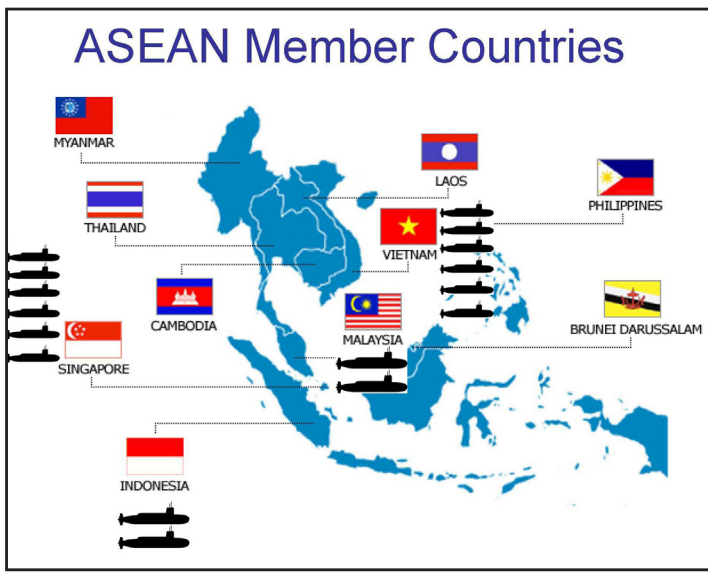
จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าแนวโน้มของการพัฒนาสงครามใต้น้ำในอนาคต จะเป็นลักษณะของสงครามเครือข่ายใต้น้ำที่สามารถเชื่อมต่อกับกำลังรบบนผิวน้ำ ซึ่งมีผลมาจากพลังประมวลผลคอมพิวเตอร์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายแล้ว ระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบอาวุธ ระบบตรวจจับ ระบบสื่อสาร และส่วนประกอบต่าง ๆ ของยานใต้น้ำและยานผิวน้ำ จะได้รับการพัฒนา



ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม แนวความคิดในการปราบเรือดำน้ำยังคงใช้หลักการเดิมคือการปฏิเสธไม่ให้ข้าศึกใช้เรือดำน้ำอย่างได้ผล และในขณะที่เรือดำน้ำซึ่งเป็นทั้งผู้ค้นหาและหลบซ่อนยังคงใช้จุดแข็งของตนคือการซ่อนพรางเป็นปัจจัยหลักในการมุ่งไปสู่ความสำเร็จของภารกิจ โดยที่การซ่อนพรางของเรือดำน้ำในอนาคตมีความยากมากขึ้นในขณะที่การค้นหาเรือดำน้ำก็มีความยากเช่นกัน นอกจากนี้เทคโนโลยีต่างๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อมาสนับสนุนกิจกรรมเชิงพาณิชย์ในทะเลลึก เช่น การสำรวจขุดเจาะปิโตรเลียมในทะเล สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางทหารได้ รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานใต้ทะเลยังคงเป็นสิ่งท้าทาย



ในการปฏิบัติการทางทหาร ซึ่งองค์ประกอบโดยรวมที่กล่าวมาย่อมเป็นทั้งโอกาสและสิ่งท้าทายต่อกองทัพเรือ แนวโน้มการจัดหาเรือดำน้ำของประเทศในภูมิภาคอาเซียนที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น สิงคโปร์มีเรือดำน้ำ ๖ ลำ และกำลังจัดซื้ออีก ๒ ลำ เวียดนามมีเรือดำน้ำจากรัสเซีย ๔ ลำ กำลังต่ออีก



๒ ลำ อินโดนีเซียมีเรือดำน้ำ ๒ ลำ กำลังจัดซื้อจากเกาหลีใต้อีก ๓ ลำ มาเลเซียมีเรือดำน้ำ ๒ ลำ และในขณะที่ไทยจัดหา ๑ ลำจากจีน ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ไม่สมดุลเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเรือดำน้ำที่จะเข้าประจำการในภูมิภาคอาเซียนในอนาคต รวมถึงสถานการณ์ความขัดแย้งในทะเลจีนใต้ที่มีมหาอำนาจระดับโลกอย่างสหรัฐฯ และจีนเข้ามาแสดงอิทธิพลอย่างต่อเนื่อง จนไม่อาจคาดการณ์ได้ว่าบนผิวน้ำที่นิ่งสงบนั้น ส่วนใต้น้ำจะสงบนิ่งหรือไม่ ปัจจัยดังกล่าวย่อมส่งผลกระทบต่อยุทธศาสตร์ทะเล (Maritime Strategy)

ยุทธศาสตร์ทางเรือ (Naval Strategy) ทำให้แนวโน้มการปฏิบัติการทางเรือในภูมิภาคมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะสาขาการปราบเรือดำน้ำกำลังก้าวไปสู่การทำสงครามใต้น้ำ ดังนั้นกองทัพเรือในฐานะหน่วยงาน



ด้านความมั่นคงของรัฐที่ต้องแบกรับภาระในการรักษาอธิปไตยของชาติทางทะเล จึงต้องเตรียมการรับมือกับภัยคุกคามใต้น้ำในอนาคตในสถานะที่ขีดความสามารถในการทำสงครามใต้น้ำของกองทัพเรือมีข้อจำกัด โดยหัวใจหลักของการทำสงครามใต้น้ำในอนาคตของกองทัพเรือยังคงใช้การปฏิเสศไม่ให้ฝ่ายตรงข้ามทำสงครามใต้น้ำอย่างได้ผล อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีที่กำลังจะถูกนำมาใช้ในการทำสงครามใต้น้ำในอนาคตเป็นเทคโนโลยีขั้นสูง ราคาแพง และเป็นความลับของแต่ละประเทศ ซึ่งเป็นเจ้าของเทคโนโลยีไม่ต้องการเปิดเผยหรือถ่ายทอดให้ได้เท่าที่จำเป็น ดังนั้นการที่กองทัพเรือจะมีโอกาสเข้าถึงเทคโนโลยีเหล่านี้จึงเป็นสิ่งที่ยากมาก แต่สิ่งที่สะท้อนให้เห็นคือการทำสงครามในทุกมิติต้องการบูรณาการด้านข้อมูลข่าวสารเพื่อให้เกิดความตระหนักร่วมกัน ดังนั้นการวางรากฐานโครงสร้างสงครามใต้น้ำเช่นเดียวกับสงครามโดยใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง (Network Centric Warfare) จึงเป็นสิ่งสำคัญ ด้วยปัจจุบันกองทัพเรือยังไม่สามารถสร้างเครือข่ายการเชื่อมต่อข้อมูลเกี่ยวกับสงครามใต้น้ำให้เป็น Real Time ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดกองทัพเรือควรมีการกำหนดโครงสร้างของหน่วยให้สามารถสนับสนุนการทำสงครามใต้น้ำของกองทัพเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะต้องมีหน่วยรองรับเพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ เหล่านี้

๑. รวบรวมข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง โครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเชิงพาณิชย์ในทะเล กองทัพเรือจำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง โครงสร้างพื้นฐานใต้ทะเลในพื้นที่ปฏิบัติการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำสงครามใต้น้ำได้ เช่น ข้อมูลกิจกรรมเชิงพาณิชย์ในทะเลสามารถใช้วางแผนในระดับยุทธการและยุทธวิธี เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ยานใต้น้ำฝ่ายเราถูกตรวจจับจากอุปกรณ์ของพลเรือน หรือความสำคัญของโครงสร้างพื้นฐานนั้นต่อกิจกรรมเชิงพาณิชย์ของฝ่ายตรงข้าม จะเป็นปัจจัยในการตัดสินใจดำเนินกลยุทธ์ของฝ่ายเรา และการสร้างความร่วมมืออันดีระหว่างกลุ่มต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเชิงพาณิชย์ในทะเล เพื่อสร้างโอกาสในการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ของพลเรือน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการสนับสนุนงานด้านความมั่นคงทางทะเลได้

๒. รวบรวมข้อมูลด้านสมุทรศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อทำการวิเคราะห์ วิจัย และนำผลการวิจัยมาสนับสนุนการทำสงครามใต้น้ำ โดยเฉพาะการเก็บรวบรวมข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทยและทะเลอันดามันอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองทางสมุทรศาสตร์ในพื้นที่แต่ละห้วงเวลา ซึ่งนอกจากสามารถนำมาใช้ในการปฏิบัติการทางทหารแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์

๓. พัฒนาระบบการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ หรือ “Big Data” สนับสนุนการปฏิบัติการทางเรือ นอกจาก “Big Data” จะใช้ในการคำนวณทางสมุทรศาสตร์ แล้วยังสามารถใช้ในการคำนวณเพื่อสนับสนุนการทำสงครามอิเล็กทรอนิกส์ การทดสอบแผนการรบ (War Game) ในระดับต่าง ๆ ซึ่งจะให้ผลการประเมินที่มีความน่าเชื่อถืออย่างมาก

๔. บริหารจัดการ การใช้เครื่องมือ และยุทธโศปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสงครามใต้น้ำ เพื่อบรรลุนิยามภารกิจของกองทัพเรือ ซึ่งการบริหารจัดการดังกล่าวจำเป็นต้องมีการกำหนดเป้าหมาย เพื่อให้การตอบสนองต่อภาพสถานการณ์ใต้น้ำต่าง ๆ มีความรวดเร็วที่สุด โดยเฉพาะการปฏิบัติการใต้น้ำภายในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน เพราะเป็นพื้นที่สำคัญและมีศักยภาพที่จะวางระบบได้ตั้งแต่ยามปกติ ซึ่งการวางระบบต้องรวมถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจจับแบบฟังเสียงและไม่ฟังเสียง (Acoustic Sensors and Non-acoustic Sensors) อุปกรณ์ตรวจจับแบบประจำที่ ยานใต้น้ำต่าง ๆ ยานผิวน้ำ อากาศนาวิ และยานไร้คนขับ



๕. พัฒนาแนวทางการใช้สงครามทุ่นระเบิด สนับสนุนสงครามใต้น้ำ ซึ่งปัจจุบันกองทัพเรือใช้การล่าทำลายทุ่นระเบิดและการกวาดทุ่นระเบิดเพื่อเปิดทางให้เรือรบเดินทางเข้า-ออกจากท่าเรือในยามสงคราม อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีในอนาคตและพลังการประมวลผลของซูเปอร์คอมพิวเตอร์ทำให้ทุ่นระเบิดในอนาคตมีความฉลาด วางอยู่ในที่ระดับน้ำลึกได้มากขึ้น และอาศัยปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางสมุทรศาสตร์เพียงเล็กน้อยเป็นเครื่องชี้นำไปสู่การทำลายเป้าหมาย ซึ่งเทคโนโลยีที่กล่าวมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งยุทธโศปกรณ์และยุทธวิธี ดังนั้นกองทัพเรือจึงต้องพัฒนาแนวทางการใช้สงครามทุ่นระเบิดในอนาคตทั้งทางรุกและทางรับ

๖. พัฒนาแนวทางการใช้ยานใต้น้ำ อากาศนาวิ และโดรน สนับสนุนการทำสงครามใต้น้ำ ทั้งนี้เนื่องจากในอนาคต ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้คุณลักษณะขีดความสามารถของยานใต้น้ำ อากาศนาวิ โดรน อาวุธที่ติดตั้งกับยานใต้น้ำและอากาศนาวิมีระยะหวังผลไกล มีความเป็นอัตโนมัติ และความแม่นยำสูง ซึ่งแนวโน้มในอนาคตจะเป็นการใช้อากาศยานไร้คนขับมากขึ้น โดยเฉพาะการปฏิบัติการกิจที่เสี่ยงอันตราย เพราะค่าใช้จ่ายของโดรนถูกกว่ายานที่มีคนบังคับ อย่างไรก็ตาม นอกจากการพัฒนาแนวทางดังกล่าวแล้ว การเลือกยุทธโศปกรณ์ให้เหมาะสมกับภารกิจและพื้นที่ปฏิบัติการเป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน

๗. พัฒนาแนวทางการใช้ยานใต้น้ำ อุปกรณ์ตรวจจับใต้น้ำ สนับสนุนสงครามใต้น้ำในอนาคต ซึ่งการจัดหาเรือดำน้ำ S 26T จากจีนและแนวโน้มการพัฒนาทางเทคโนโลยีตามที่ได้กล่าวมาเป็นแรงผลักดันทำให้กองทัพเรือต้องมีการพัฒนาแนวทางดังกล่าว อย่างไรก็ตาม การพัฒนาแนวทางการใช้ยานใต้น้ำ อุปกรณ์ตรวจจับใต้น้ำมีความยากกว่าแนวทางการใช้ยานใต้น้ำ อากาศนาวิ ทั้งนี้เพราะว่าเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานใต้น้ำเป็นเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนมากกว่า รวมทั้งปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางสมุทรศาสตร์สามารถให้ผลกระทบต่อยุทธวิธี ดังนั้นในอนาคตการจัดหายุทธโศปกรณ์ใต้น้ำของกองทัพเรือจึงต้องนำปัจจัยลักษณะทางสมุทรศาสตร์ในพื้นที่ปฏิบัติการมาเป็นข้อพิจารณาเพิ่มเติม

การเตรียมการของกองทัพเรือเพื่อก้าวเข้าสู่ยุคแห่งสงครามใต้น้ำดังที่ได้กล่าวมา สามารถนำไปประยุกต์ได้ทั้งการปฏิบัติการเชิงรุก เช่น การวางทุ่นระเบิดทางรุกในบริเวณท่าเรือที่สำคัญ การขัดขวางการคมนาคมทางทะเลเพื่อทำลายระบบเศรษฐกิจของฝ่ายตรงข้าม และการปฏิบัติการเชิงรับ เช่น การป้องกันการคมนาคมทางทะเลของฝ่ายเรา แม้ว่าตามหลักการแล้วเรือดำน้ำเป็นอาวุธทางยุทธศาสตร์ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในปฏิบัติการเชิงรุกเป็นหลัก และการทำสงครามใต้น้ำที่ผ่านมาขึ้นอยู่กับเรือดำน้ำ จึงทำให้น้ำหนักของการทำสงครามใต้น้ำไปอยู่ที่การปฏิบัติการเชิงรุก อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติการเชิงรับในสงครามใต้น้ำก็มีความสำคัญ โดยเฉพาะพื้นที่สำคัญทางเศรษฐกิจซึ่งหากถูกคุกคามย่อมส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของประเทศได้ เช่น ในพื้นที่อ่าวไทย

การทำสงครามใต้น้ำในอ่าวไทยในอนาคต

พื้นที่อ่าวไทยเป็นเส้นทางคมนาคมหลักที่คิดเป็นสัดส่วนการขนส่งสินค้าเข้าและส่งออก ๙๕% มีเรือสินค้าผ่านเข้าออกปีละประมาณ ๑๕,๐๐๐ ลำ แต่ด้วยพื้นที่ดังกล่าวมีความเสี่ยงสูงทางด้านภูมิศาสตร์ในการที่จะถูกปิดอ่าวหรือขัดขวางการใช้เส้นทางเดินเรือ เนื่องจากปากอ่าวมีความกว้างประมาณ ๒๐๐ ไมล์ทะเล หรือ ๔๐๐ กิโลเมตร เท่านั้น หากเกิดกรณีพิพาทหรือความขัดแย้งกับต่างประเทศขึ้น การถูกปิดอ่าวจะทำให้การขนส่งทางทะเลสาบนี้หยุดชะงักทันที



ส่งผลให้เศรษฐกิจเกิดความเสียหายดังเช่นที่เราเคยประสบมาแล้วในช่วงสงครามโลกครั้งที่ ๒ อีกทั้งพื้นที่อ่าวไทยยังเป็นที่ตั้งของฐานทัพเรือหลักของกองทัพเรือ ดังนั้นจึงควรวางแผนการทางสงครามได้น้ำในอ่าวไทย เพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับภัยคุกคามได้น้ำในอนาคต

หากวิเคราะห์คุณลักษณะเรือดำน้ำในภูมิภาคและลักษณะทางกายภาพของอ่าวไทยที่มีข้อจำกัดด้านความลึกของน้ำ จำนวนเรือประมง เรือสินค้าที่สัญจร และกิจกรรมต่าง ๆ ในเชิงพาณิชย์ ทำให้สามารถกำหนดเป้าหมายของเรือดำน้ำฝ่ายตรงข้ามที่จะเข้ามาพื้นที่อ่าวไทยคือการลาดตระเวนหาข่าวกำลังทางเรือฝ่ายเรา การส่งชุดปฏิบัติการพิเศษ การวางทุ่นระเบิดทางรุก การขัดขวางการคมนาคมทางทะเล และการปิดอ่าว จากที่ได้กล่าวมา สงครามได้น้ำในอนาคตยังคงใช้แนวคิดการปฏิเสธเรือดำน้ำ



ฝ่ายตรงข้ามไม่ให้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพียงแต่ยุทธวิธีมีการเปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่กำลังถูกพัฒนาซึ่งการปฏิเสธเรือดำน้ำฝ่ายตรงข้ามไม่ให้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในอ่าวไทยสามารถประยุกต์ใช้แนวความคิดการต่อต้านการเข้าถึง การปฏิเสธพื้นที่ (Anti-Access/Area-Denial (A2/AD)) เป็นการปฏิเสธพื้นที่ได้น้ำในอ่าวไทย (Undersea AD in The Gulf of Thailand) โดยพื้นที่ในรัศมี ๒๐๐ ไมล์ทะเลจากฝั่ง สามารถใช้หลักการ Area - Denial หรือการปฏิเสธพื้นที่เป็นการขัดขวางการไม่ให้เรือดำน้ำฝ่ายตรงข้ามบรรลุภารกิจ ดังนี้

๑. การสร้างเครือข่ายการเชื่อมโยงระหว่างเรือผิวน้ำ อากาศนาวิ UAVs และ UUVs ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ซึ่งข้อมูลข่าวสารที่มีการแลกเปลี่ยนไม่ได้จำกัดเฉพาะข้อมูลทางยุทธวิธีที่ระบุ ตำแหน่งที่ ทิศทางการเคลื่อนที่ และความเร็วของเป้าหมาย แต่ยังเป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานะแวดล้อมต่าง ๆ ทางสมุทรศาสตร์ และข้อมูลต่าง ๆ ที่มาจากอุปกรณ์ตรวจจับแบบฟังพาเสียงและไม่ฟังพาเสียง เพื่อให้หน่วยที่เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์ ประเมินค่า และนำไปใช้ได้

๒. การวางระบบทุ่นเสียงทั้งแบบพาสซีฟและแอคทีฟ เพื่อการแจ้งเตือนและทำลายความริเริ่มของเรือดำน้ำ และทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับการวางทุ่นระเบิดทางรุกและการส่งชุดปฏิบัติการพิเศษ นอกจากนี้ยังสามารถลดความเสี่ยงที่เกิดจากทุ่นระเบิดอติพิลของฝ่ายตรงข้าม

๓. การออกแบบสิ่งกีดขวางใต้น้ำไว้ในพื้นที่สำคัญทางทหาร เพื่อขัดขวางการเข้ามาหาข่าวการวางทุ่นระเบิดทางรุกของฝ่ายตรงข้าม

๔. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือเพื่อความมั่นคงกับกิจกรรมเชิงพาณิชย์ในพื้นที่ตั้งแต่ยามปกติ เพื่อสนับสนุนในการแจ้งข้อมูลต่าง ๆ เช่น เมื่อเรือประมงในพื้นที่ได้ตรวจพบสิ่งผิดปกติใต้น้ำ หรือแม้กระทั่งสร้างอุปสรรคในการนำเรือ การตรวจการณ์ และการวิเคราะห์เป้าของเรือดำน้ำ เป็นต้น



เรือดำน้ำและสงครามใต้น้ำ เป็นสิ่งที่มีวิวัฒนาการเคียงคู่กันมาตลอด การพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรือดำน้ำไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม ย่อมส่งผลกระทบต่อแนวคิดการทำสงครามใต้น้ำไม่มากนักน้อยเช่นกัน เรือดำน้ำใช้คุณลักษณะเด่นคือ การซ่อนพรางในการทำภารกิจ จึงเป็นที่มาของการแข่งขันระหว่างผู้หลบซ่อนกับผู้ค้นหาที่มีพัฒนาการมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ยุคสงครามโลกยุคสงครามเย็น และยังคงมีอยู่ต่อไป ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในอนาคตและประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูลของคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า “Big Data” กำลังเปลี่ยนแนวคิดการทำสงครามใต้น้ำไปสู่โครงข่ายสงครามใต้น้ำที่มีเรือดำน้ำทำหน้าที่ควบคุม UAVs/ UUVs ระบบอาวุธ อุปกรณ์ตรวจจับต่าง ๆ และประสานการปฏิบัติกับกองเรือผิวน้ำ เพื่อการโจมตีเป้าหมายบนบกหรือการโจมตีเรือผิวน้ำในน่านน้ำข้าศึก เป็นต้น

สงครามใต้น้ำยุคใหม่เป็นโอกาสและสิ่งท้าทายต่อกองทัพเรือ ในขณะที่การปฏิบัติการทางเรือของประเทศต่าง ๆ ในอาเซียนกำลังเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะสาขาการปราบเรือดำน้ำกำลังก้าวไปสู่การทำสงครามใต้น้ำ กองทัพเรือในฐานะหน่วยงานด้านความมั่นคงของรัฐที่ต้องแบกรับภาระในการรักษาอธิปไตยของชาติทางทะเล จึงต้องเตรียมการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในอนาคตภายใต้สภาวะที่ขีดความสามารถในการทำสงครามใต้น้ำของกองทัพเรือมีข้อจำกัด โดยจำเป็นต้องมีการวางรากฐานกำหนดโครงสร้างของหน่วยให้สามารถสนับสนุนการทำสงครามใต้น้ำของกองทัพเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการปฏิบัติการเชิงรุกและปฏิบัติการเชิงรับ สำหรับพื้นที่อ่าวไทยอันเป็นเส้นทางคมนาคมทางทะเลที่สำคัญของประเทศ และด้วยลักษณะทางกายภาพของอ่าวไทย กองทัพเรือสามารถประยุกต์ใช้แนวความคิด การปฏิเสธรพื้นที่ใต้น้ำในอ่าวไทย (Undersea AD in The Gulf of Thailand) “เข้าได้ แต่ออกไม่ได้” เพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับภัยคุกคามใต้น้ำในอนาคต ทำให้ฝ่ายตรงข้ามต้องยับยั้งชั่งใจในการส่งเรือดำน้ำเข้ามาในพื้นที่อ่าวไทย เพราะเมื่อเข้ามาแล้วยากที่จะคาดหวังว่าจะได้ออกไป อย่างไรก็ตาม ชัยชนะในสงครามใต้น้ำไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเหนือกว่าทางเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับจิตวิญญาณการสู้รบ ความมุ่งมั่นของลูกเรือซึ่งต้องทำงานอยู่ภายในกล่องเหล็กนับแรมเดือนอย่างเข้มงวด เป็นสิ่งเกินกว่าที่เทคโนโลยีจะผลิตได้ ดังนั้น การจะพัฒนาอะไรควรเริ่มที่การพัฒนาคนก่อน ดังคำกล่าวที่ว่า “เหล็กในคนสำคัญกว่าเหล็กในเรือ”



นิยามศัพท์

Anti - Access/Area - Denial (A2/AD) : การต่อต้านการเข้าถึง/การปฏิเสธไม่ให้เข้าพื้นที่ เป็นยุทธศาสตร์ที่กองทัพประชาชนจีนใช้กำหนดแนวทางการปฏิบัติการร่วมกันระหว่างกำลังทางบก เรือ อากาศ และระบบขีปนาวุธที่มีความทันสมัย เพื่อป้องกันการเข้าโจมตีโดยกำลังทหารและระบบขีปนาวุธ ของฝ่ายตรงข้ามจากภายนอกประเทศ โดยมีเป้าหมายมุ่งเน้นการป้องกันสหรัฐฯ เข้าแทรกแซงในปัญหา ช่องแคบไต้หวัน และปัญหาข้อพิพาทหมู่เกาะในทะเลจีนใต้และทะเลตะวันออก ตามยุทธศาสตร์หวังไซ่ ของจีน

Nuclear Deterrence : การป้องปรามอาวุธนิวเคลียร์ คือ การใช้อาวุธนิวเคลียร์เป็นเครื่องมือ ในการทำให้ฝ่ายตรงข้ามยับยั้งชั่งใจในการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง

Radar - Warning Receivers (RWR) : อุปกรณ์ดักจับเตือนสัญญาณเรดาร์ วัตถุประสงค์หลัก ใช้เพื่อการแจ้งเตือนเมื่อมีการตรวจพบสัญญาณเรดาร์ที่อาจเป็นภัยคุกคาม สามารถวิเคราะห์สัญญาณเรดาร์ ที่ตรวจพบว่าเป็นเรดาร์ประเภทใด

Snorkel : สनอเกิล คือ ระบบที่เรือดำน้ำใช้แลกเปลี่ยนอากาศกับภายนอกในขณะที่เรือดำน้ำ อยู่ใต้น้ำและทำการเดินเครื่องยนต์ดีเซลเพื่ออัดประจุไฟฟ้าใส่แบตเตอรี่ จุดมุ่งหมายสำคัญของระบบ สนอเกิล คือการรับอากาศดีเข้ามาใช้ในระบบต่าง ๆ ที่จำเป็นของเรือดำน้ำ เช่น อากาศดีสำหรับการเผา ไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลและอากาศสำหรับเป่าแบตเตอรี่

Sound Surveillance System (SOSUS) : ระบบการตรวจจับเสียงพื้นท้องทะเล ประกอบด้วย เครื่องดักฟังเสียงหรือสถานีดักฟังเสียงใต้น้ำหลาย ๆ สถานีในน่านน้ำที่มีความสำคัญทางยุทธศาสตร์ เช่น ในมหาสมุทรแปซิฟิก และมหาสมุทรแอตแลนติก แต่ละสถานีประกอบด้วยไฮโดรโฟนที่มีความไว ในการดักจับเสียงสูงวางตัวอยู่บนพื้นท้องทะเล ขั้วสารที่ได้รับจากระบบดังกล่าวจะถูกส่งไปยังสถานีควบคุม ของหน่วยปราบเรือดำน้ำบริเวณใกล้เคียง

Wire-Guided Torpedo : ตอร์ปิโดนำทางโดยเส้นลวดเป็นตอร์ปิโดที่เรือยิงสามารถควบคุม การเดินทางและส่งข้อมูลต่าง ๆ ให้กับตอร์ปิโดได้ตลอดเวลาโดยส่งสัญญาณผ่านเส้นลวดขนาดเล็ก ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างท่อยิงและตอร์ปิโด

Cavitation : โฟรงอากาศเกิดขึ้นเมื่อใบจักรหมุนเร็วจนเกิดฟองอากาศ โดยในระยะเริ่มแรก จะเกิดบริเวณปลายกลีบใบจักร เรียกว่า **Elabe Tip Cavitation** ต่อมาเมื่อใบจักรหมุนเร็วขึ้น ฟองอากาศ จะแผ่ขยายไปทั่วบริเวณด้านหลังของใบจักร เรียกว่า **Sheet Cavation** ฟองอากาศเหล่านี้มักแตกทันที ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดเสียงใต้น้ำ

Light Weight Torpedo : ตอร์ปิโดเบาเป็นอาวุธปราบเรือดำน้ำ ติดตั้งอยู่กับเรือผิวน้ำ อากาศยาน และเฮลิคอปเตอร์

Dipping Sonar : โซนาร์ชัก - หย่อน ติดตั้งอยู่บน เฮลิคอปเตอร์ปราบเรือดำน้ำ

Inertial and Satellite Navigation : ระบบเดินเรือด้วยแรงเฉื่อยและระบบหาที่เรือ ด้วยดาวเทียม; ระบบเดินเรือด้วยแรงเฉื่อยติดตามการเคลื่อนที่ของเรือโดยไม่ต้องอาศัยแหล่งอ้างอิง จากภายนอก (เช่น สัญญาณวิทยุ หรือดาวต่าง ๆ) ด้วยการวัดอัตราเร่งของเรือและนำมาคำนวณ เป็นการเคลื่อนที่ของเรือ แต่วิธีเดียวในการยืนยันความถูกต้องของตำแหน่งที่เรือยังคงต้องอาศัยจุดอ้างอิง



จากภายนอกตัวเรือ และด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัย ระบบ เดินเรือด้วยแรงเฉื่อยจึงมักถูกใช้ประกอบกับระบบหาที่เรือที่อาศัยแหล่งอ้างอิงจากภายนอก จึงเป็นที่มาของการพัฒนาระบบหาที่เรือด้วยดาวเทียมที่เกิดมาจากการต้องการระบบที่สามารถให้ตำบลที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงตลอด ๒๔ ชั่วโมง และมีพื้นที่ครอบคลุมทั่วโลก

Unmanned Undersea Vehicles (UUV) : ยานใต้น้ำไร้คนขับคือยานที่ปฏิบัติการใต้น้ำได้โดยปราศจากคนขับเคลื่อนบนยาน มีทั้งการควบคุมระยะไกล ระบบกึ่งอัตโนมัติ และระบบอัตโนมัติ

Remotely Operated Vehicles (ROV) : ยานสำรวจใต้น้ำแบบมีสายบังคับไร้คนขับ สามารถปฏิบัติงานได้ในความลึกที่คนไม่สามารถดำลงไป

Ambient Noise : คือ เสียงทุกชนิดที่เกิดในมหาสมุทร เนื่องจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

Light Emitting Diodes (LED) : ไดโอดเปล่งแสงเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอย่างหนึ่งจัดอยู่ในจำพวกไดโอด ที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบเมื่อถูกไบอัสทางไฟฟ้าในทิศทางไปข้างหน้า ปรากฏการณ์นี้อยู่ในรูปของ Electroluminescence สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเล็ต ช่วงแสงที่มองเห็น และช่วงอินฟราเรด

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) : อากาศยานไร้คนขับมีรูปร่าง ขนาด รูปแบบ และเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไป ตามหลักแล้วอากาศยานไร้คนขับก็คือ โดรน (Drone) นั่นเองเป็นอากาศยานที่ควบคุมจากระยะไกล ใช้การควบคุมอัตโนมัติซึ่งมีอยู่ ๒ ลักษณะ คือ การควบคุมอัตโนมัติจากระยะไกล และการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบการบินด้วยตนเองซึ่งต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีระบบที่ซับซ้อนแล้วมีการติดตั้งไว้ในอากาศยาน

Network Centric Warfare (NCW) : คือ ทฤษฎีการสงครามที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลางเป็นการเปลี่ยนแปลงจากยุคอุตสาหกรรม (Industrial Edge) สู่ยุคของข้อมูลข่าวสาร (Information Edge) และจากการให้ความสำคัญในการใช้กำลังรบในพื้นที่การรบ (Engagement) มากที่สุดมาเป็นการเปลี่ยนการให้ความสำคัญกับ Engagement, Information และ Command and Control ในอัตราส่วนเท่าเทียมกัน เพราะความเชื่อที่ว่าหากฝ่ายเรามีข้อมูลข่าวสารที่เหนือกว่าข้าศึก (Information Superiority) จะทำให้เกิดความตระหนักรู้ในสถานการณ์ (Situation Awareness : SA) ร่วมกันในทุกระดับ ทำให้การตัดสินใจจากส่วนบัญชาการและควบคุมที่สั่งการไปยังหน่วยรบเป็นไปด้วยความถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำ ก่อให้ความได้เปรียบเหนือข้าศึก

Torpedo Seekers : ส่วนนำวิถีเข้าหาเป้าในขั้นสุดท้าย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโซนาร์ขนาดจิ๋วติดอยู่บริเวณส่วนหัวของลูกตอร์ปิโด

Active Sonar : เป็นระบบที่ส่งพลังงานเสียงลงไป ในน้ำ และรับเสียงที่สะท้อนกลับมาเข้าเครื่องได้ข้อมูลเป้าที่แน่นอนทั้งทางแบร็งและระยะ แต่เปิดเผยตัวเอง และมีระยะตรวจจับใกล้

Passive Sonar : เป็นระบบโซนาร์ที่ดักฟังเสียงที่แพร่ออกมาจากเป้าหมาย ทั้งเสียงที่แพร่ออกไปโดยเจตนาและไม่เจตนา เป็นระบบทางรับที่ไม่เปิดเผยตัวเอง สามารถจับเป้า ได้ในระยะไกล แต่ได้ข้อมูลเฉพาะทิศทางของเป้าหมายเท่านั้น เหมาะสำหรับใช้ติดตั้งในเรือดำน้ำ



- ๑ <https://www.rt.com/news/421471-russian-nuclear-subs-us-drills/>
- ๒ <https://www.thairath.co.th/content/1230274>
- ๓ <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a279554.pdf>
- ๔ Owen R. Cote, Jr., Assessing the Undersea Balance Between the U.S. and China, Strategic Studies Program Working Paper (Boston: Massachusetts Institute of Technology, February 2011); David Axe, “China Thinks It Can Defeat America In Battle,” Real Clear Defense, September 24, 2014, available at http://www.realcleardefense.com/articles/2014/09/24/china_thinks_it_can_defeat_america_in_battle_107461.html.
- ๕ http://www.airuniversity.af.mil/Portals/10/SSQ/documents/Volume-09_Issue-1/blackwell.pdf
- ๖ [https://en.wikipedia.org/wiki/Turtle_\(submersible\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Turtle_(submersible))
- ๗ https://en.wikipedia.org/wiki/French_submarine_Plonqueur
- ๘ <https://en.wikipedia.org/wiki/Resurgam>
- ๙ https://en.wikipedia.org/wiki/Peral_Submarine
- ๑๐ [https://en.wikipedia.org/wiki/French_submarine_Narval_\(Q4\)](https://en.wikipedia.org/wiki/French_submarine_Narval_(Q4))
- ๑๑ https://en.wikipedia.org/wiki/Holland-class_submarine
- ๑๒ <https://www.explainthatstuff.com/submarines.html>
- ๑๓ Ibid.
- ๑๔ Ibid.
- ๑๕ Ibid.
- ๑๖ Joint Publication 3-32 : Command and Control for Joint Maritime Operations (8 August 2006 Incorporating Change 1 (27 May 2008), p.15
- ๑๗ Submarine Warfare and the First World War, http://www.uni-stuttgart.de/hi/wgt/WW_ONE/Start/Bleed_White/Submarine_Warfare_and_the_First_World_War/ww1_eng_01_neu.html
- ๑๘ https://en.wikipedia.org/wiki/Anti-submarine_warfare#World_War_I
- ๑๙ <http://www.uboataces.com/radar-warning.shtml>
- ๒๐ <https://www.military-history.org/articles/submarine-the-history-of-submarine-war.htm>
- ๒๑ https://en.wikipedia.org/wiki/Burst_transmission
- ๒๒ <http://www.nst.or.th/article/article493/article493018.html>
- ๒๓ “Submarine – The History of Submarine War”, Teen Kids News , October 26, 2017, <https://teenkidsnews.com/tkn-news/science/submarine-the-history-of-submarine-war/>



- ๒๔ “SOSUS The “Secret Weapon” of Undersea Surveillance”. Undersea Warfare. Vol. 7 no. 2. US Navy. Winter 2005. Archived from the original on 2013-12-19. Retrieved 2013-12-13.
- ๒๕ Owen R. Cote, Jr., “The Third Battle: Innovation in the U.S. Navy’s Silent Cold War Struggle with Soviet Submarines,” U.S. Naval War College Newport Papers, 16, 2003.
- ๒๖ John R. Benedict, “The Unraveling and Revitalization of U.S. Navy Antisubmarine Warfare,” Naval War College Review, 58, no. 2, Spring 2005, pp. 93–120.
- ๒๗ Cote, “The Third Battle”; John B. Hattendorf and Peter M. Swartz, “U.S. Naval Strategy in the 1980s,” U.S. Naval War College Newport Papers, 33, 2008, p. 33.
- ๒๘ Gordon D. Tyler, Jr., “The Emergence of Low-Frequency Active Acoustics as a Critical Antisubmarine Warfare Technology,” Johns Hopkins APL Technical Digest, 13, no. 1, 1992, pp. 145–159.
- ๒๙ https://en.wikipedia.org/wiki/Submarine-launched_ballistic_missile
- ๓๐ Gorshkov, Sergei Georgievich (1979). The Sea Power of the State (2nd ed.). Naval Institute Press, P.55
- ๓๑ https://en.wikipedia.org/wiki/Anti-submarine_warfare#Anti-submarine_warfare_technologies
- ๓๒ David Szondy, “Rising tide: Submarines and the future of undersea warfare”, July 5th, 2017, <https://newatlas.com/future-submarines-modern-warfare/49896/>
- ๓๓ Ibid.
- ๓๔ Edward C. Whitman, “AIP Technology Creates a New Undersea Threat”, http://www.public.navy.mil/subfor/underseawarfaremagazine/Issues/Archives/issue_13/propulsion.htm
- ๓๕ น.ท.โชค แก้วบุญช่วย, “Navantia’s Type S-80 เรือดำน้ำแบบ Conventional AIP ลำใหม่ของกองทัพเรือสเปน”, นาวีกาธิปัตย์สาร, ฉบับที่ ๙๒ (เมษายน – กันยายน ๒๕๕๙), หน้า ๙๕-๙๖
- ๓๖ “Indian-built Scorpene to carry critical DRDO system”. The Hindu. 3 Nov 2014. Retrieved 2015-10-22.
- ๓๗ <https://www.shephardmedia.com/news/defence-notes/udt-asia-japan-boosts-submarine-technologies/>
- ๓๘ Sydney J. Freedberg Jr., “Transparent Sea: The Unstealthy Future Of Submarines”, Breaking Defense January 22, 2015 , <https://breakingdefense.com/2015/01/transparent-sea-the-unstealthy-future-of-submarines/>
- ๓๙ Brayan Clark, “THE EMERGING ERA IN UNDERSEA WARFARE” , Center for Strategic and Budgetary Assessments, https://csbaonline.org/uploads/documents/CSBA6292_%28Undersea_Warfare_Reprint%29_web.pdf



- Michael Glynn, “Information Management in Next Generation Anti-Submarine Warfare”, June 1, 2016, <http://cimsec.org/information-management-next-generation-anti-submarine-warfar/25614>
- David Szondy, opcit.
- Andrew R. Frey, Joseph R. Gagnon, and J.H. Tart, “Detection of a silent submarine from ambient noise field fluctuations,” UMAP Journal, 17, no. 3, September 1996.
- Daniel G. Daly, A Limited Analysis of Some Nonacoustic Antisubmarine Warfare Systems, master’s thesis (Monterey, CA: Naval Postgraduate School, March 1994); Sangmook Shin, “Simulation of Two-Dimensional Internal Waves Generated by a Translating and Pitching Foil,” Ocean Engineering, 72, November 2013, pp. 77–86.
- Alan Burke, “System modeling of an air-independent solid oxide fuel cell system for unmanned undersea vehicles,” Journal of Power Sources, 158, no. 1, July 2006, pp. 428–435; E. Lennon, A.A. Burke, M. Ocampo, and R.S. Besser, “Microscale Packed Bed Reactor for Controlled Hydrogen Peroxide Decomposition as a Fuel Cell Oxidant Aboard Unmanned Undersea Vehicles,” Journal of Power Sources, 195, no. 1, January 2010, pp. 299–306.
- David Hambling, “Large Displacement Unmanned Underwater Vehicle Steaming Ahead,” Aviation Week, April 1, 2012, available at <http://aviationweek.com/awin/large-displacement-unmanned-underwater-vehicle-steaming-ahead>.
- Ning Han, Xiaojun Qiu, and Shengzhen Feng, “Active Control of Three-Dimension Impulsive Scattered Radiation Based on a Prediction Method,” Mechanical Systems and Signal Processing, 30, July 2012, pp. 267–273.
- P.V. Bharati, S.K. Rao, and A.R. Krishna, “Generation and Analysis of Tactics for Anti-Torpedo Defense System,” presentation, IEEE Conference on Information and Communication Technologies, April 2013, pp. 382–387; Anthony Reese, “First Carrier Countermeasure Anti-Torpedo Launched,” U.S. Navy, Navy.mil, June 6, 2013, http://www.navy.mil/submit/display.asp?story_id=74665; U.S. Navy, Unmanned Underwater Vehicle Master Plan (Washington, DC: U.S. Navy, November 2004).
- David Szondy, opcit.
- Daniel Parry, “Navy Launches UAV from Submerged Submarine,” U.S. Naval Research Laboratory, press release, December 5, 2013, available at <http://www.nrl.navy.mil/media/news-releases/2013/navy-launches-uav-from-submerged-submarine>.
- Douglas Horner and Geoffrey Xie, “Data-Driven Acoustic Communication Modeling for Undersea Collaborative Systems,” Autonomous Underwater Vehicles, 2012 IEEE/OES, 2012, pp. 1–7.



- ๕๑ H. Hemmati and A. Biswas, “Improving the Efficiency of Undersea Laser Communications,” SPIE Proceedings, 8971, March 2014, pp. 1–7.
- ๕๒ Brayan Clark, Opcit.
- ๕๓ U.S. Department of Defense (DoD), Office of the Secretary of Defense (OSD), Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2014, Annual Report to Congress (Washington, DC: DoD, 2014).
- ๕๔ David Szondy, opcit.
- ๕๕ David Guy, “The Royal Navy’s Perisher Course: The Ultimate Submarine Warfare Bootcamp”, September 12, 2016, <http://nationalinterest.org/blog/the-royal-navys-perisher-course-the-ultimate-submarine-17671>
- ๕๖ <https://www.posttoday.com/social/general/379198>

