

ประเด็น ยุทธวิธีทางทหาร ฉบับที่ T23	11 พ.ค. 68	วิทยาลัยการทัพบก
ประเด็น การบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศ	ระบบ ExDECS ระบบต่อต้านโดรนด้วยคลื่นไมโครเวฟ	
ประเด็นสำคัญ	- การเปลี่ยนโฉมสนามรบกับอาวุธพลังงานโดยตรง - กลไกการทำลายล้างของไมโครเวฟ - กรณีศึกษา ExDECS และ Rapid Destroyer ในบริบทของสมรรถนะร่วมสมัย - มุมยุทธศาสตร์ ในสนามรบสมัย - การบูรณาการอาวุธพลังงานทิศทางกับระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบองค์รวมของกองทัพไทย	

การเปลี่ยนโฉมสนามรบกับอาวุธพลังงานทิศทาง

นับตั้งแต่ต้นทศวรรษ 2020 สมรรถนะของโลกรได้ขยายจากแนวรบดั้งเดิมสู่ “สงครามไร้คนขับ” (Unmanned Warfare) ที่ประกอบด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ (UAVs) และฝูงโดรนที่ประสานงานด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI) แม้จะมีต้นทุนต่ำ แต่สามารถก่อความเสียหายได้สูง ทำให้ระบบป้องกันภัยแบบดั้งเดิม เช่น ปืนกลอัตโนมัติหรือขีปนาวุธพิสัยใกล้ กลายเป็นทางเลือกที่ด้อยประสิทธิภาพเชิงต้นทุน

การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นแรงผลักดันสำคัญที่นำไปสู่การพัฒนาอาวุธพลังงานโดยตรง (Directed Energy Weapons: DEWs) โดยเฉพาะกลุ่มอาวุธไมโครเวฟกำลังสูง (High-Power Microwave Weapons: HPMWs) ซึ่งใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านไมโครเวฟเพื่อทำลายวงจรควบคุมของเป้าหมายได้ทันทีโดยไม่ทิ้งซาก ไม่มีเสียงระเบิด และลดความเสียหายข้างเคียง ตัวอย่างที่โดดเด่น ได้แก่



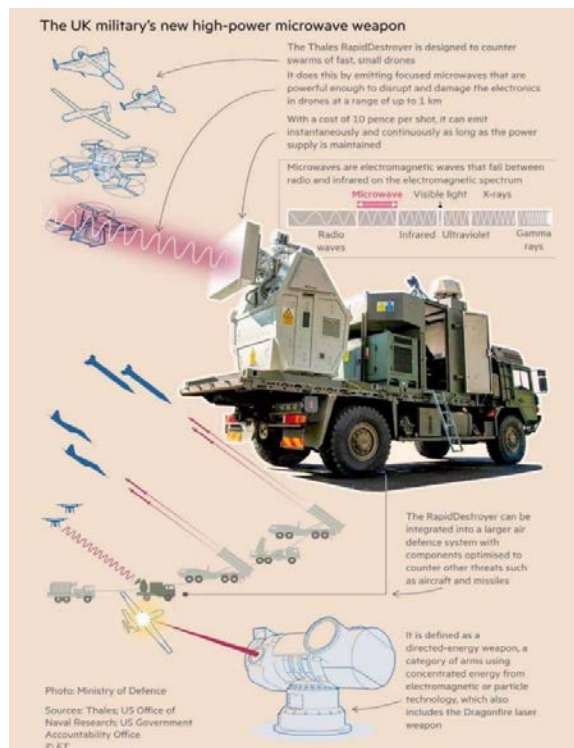
- ระบบ ExDECS (Expeditionary Directed Energy Counter-Swarm) ของบริษัท Epirus สหรัฐฯ ที่พัฒนาต่อยอดจากต้นแบบ “Leonidas” โดยใช้เทคโนโลยี solid-state ที่ประกอบด้วยวงจรกึ่งตัวนำ Gallium Nitride (GaN) สามารถปรับคลื่นความถี่และขนาดลำแสงได้ และซ่อมบำรุงง่ายด้วยการเปลี่ยน Line-Replaceable Amplifier Modules (LRAMs) ได้ทันทีในสนาม
- Rapid Destroyer ของบริษัท Thales สหราชอาณาจักร ใช้แพลตฟอร์มเคลื่อนที่แบบ 6x6 ยิงคลื่นไมโครเวฟ ระบายกว้างครอบคลุมพื้นที่รัศมี 1 กิโลเมตร โดยไม่ต้องเล็งเป้าเจาะจง และต้นทุนต่อการยิงต่ำมากเพียง 10 เพนซ์
- ทั้งสองระบบได้รับการออกแบบมาเพื่อรับมือภัยคุกคามจาก “ฝูงโดรน” (Drone Swarm) ซึ่งเป็นลักษณะการโจมตีที่ระบบป้องกันดั้งเดิมไม่สามารถตอบโต้ได้อย่างคุ้มค่า ทั้งนี้ยังแสดงถึงแนวโน้มของ “อาวุธที่ไม่ใช้พลังงานจลน์” (Non-kinetic weapons) ที่จะกลายเป็นแกนหลักในระบบป้องกันภัยทางอากาศยุคใหม่ โดยเฉพาะในพื้นที่เป้าหมายอ่อนไหว เช่น ชายฝั่งทะเล สนามบิน และแหล่งพลังงาน

ความก้าวหน้าดังกล่าวเกิดขึ้นภายใต้ความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และหน่วยทหาร เช่น โครงการ PEGASUS ของกระทรวงกลาโหม สหรัฐฯ ที่มีเป้าหมายทดสอบระบบตอบโต้ฝูงโดรนในสนามรบจริง โดย Epirus เป็นหนึ่งในบริษัทเอกชนที่ได้รับคัดเลือก สะท้อนถึงแนวโน้มที่กองทัพไม่จำเป็นต้องพึ่งพาบริษัทผู้ผลิตยุทโธปกรณ์รายใหญ่เสมอไป อาวุธไมโครเวฟกำลังสูง จึงเป็นผลผลิตของยุคสงครามไร้คนขับ ที่มุ่งเน้น การป้องกันเป้าหมายอย่างแม่นยำ มีต้นทุนต่ำ และสามารถนำกลับมา ใช้งานได้ทันที โดยไม่สร้างความเสียหายที่ไม่จำเป็น นี่คือภาพสะท้อนของ ยุทโธปกรณ์ แห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งกำลังร่างนิยามใหม่ของการสู้รบเชิงยุทธวิธีและปฏิบัติการอย่างแท้จริง



กลไกการทำลายล้างของไมโครเวฟ

อาวุธไมโครเวฟกำลังสูง (High-Power Microwave Weapons – HPMWs) เป็นผลลัพธ์ของการบูรณาการ ความรู้ขั้นสูงจากหลายสาขา ตั้งแต่กลศาสตร์คลื่น ความร้อน พลศาสตร์ไฟฟ้า ไปจนถึงวิศวกรรมสารกึ่งตัวนำ โดยมีจุดร่วมคือ



การสร้าง “พลังงานโดยตรง” (Directed Energy) ที่สามารถส่งผลทำลายล้างเป้าหมายโดยไม่ต้องสัมผัสทางกายภาพ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ไมโครเวฟ ซึ่งอยู่ระหว่าง 1 ถึง 100 กิกะเฮิรตซ์ ถูกนำมาใช้เป็นตัวกลางส่งพลังงานมหาศาล เข้าโจมตีระบบควบคุมของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ไม่สามารถ ด้านทานได้

ในบริบทของสงครามยุคใหม่ เป้าหมายที่ต้องรับมือมักไม่ใช่ เครื่องบินรบหรือยานเกราะขนาดใหญ่ แต่คือฝูงโดรนขนาดเล็ก จำนวนมากที่บินเข้ามาพร้อมกันอย่างรวดเร็ว อาวุธดั้งเดิม เช่น ขีปนาวุธหรือปืนกลอัตโนมัติ แม้จะมีพลังทำลายล้างสูงแต่ก็สิ้นเปลืองและตอบสนองต่อเป้าหมายกลุ่มได้อย่างไม่คุ้มค่า ในทางตรงข้าม อาวุธไมโครเวฟสามารถปล่อยพลังงานเป็นพัลส์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าสู่เป้าหมายโดยไม่ต้องเล็งแบบจุดต่อจุด คลื่นเหล่านี้เหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าในวงจรของอุปกรณ์เป้าหมาย จนเกิดความร้อนสะสมหรือแรงดันเกินขีดจำกัด ส่งผลให้

ระบบควบคุมภายในล้มเหลวทันที อุปกรณ์จึงหยุดทำงานหรือตกสู่พื้นดินโดยไม่ต้องมีการระเบิดหรือแรงปะทะ

แม้จะมีรากฐานจากแนวคิดเดียวกับคลื่นกระแทกแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Pulse – EMP) แต่อาวุธไมโครเวฟแตกต่างอย่างสำคัญตรงที่สามารถควบคุมทิศทางและขอบเขตการทำลายล้างได้อย่างแม่นยำ ลำคลื่นที่ยิงออกไปจะเป็นแบบโพกัส สามารถจำกัดพื้นที่โจมตีให้อยู่เฉพาะจุดที่ต้องการลดความเสี่ยงในการทำลาย โครงสร้างพื้นฐานหรือพื้นที่พลเรือนที่อยู่ใกล้เคียง จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับใช้ในสนามรบยุคใหม่ที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ และเป้าหมายที่แฝงตัวอยู่ในระบบโครงสร้างพื้นฐานสาธารณะ หัวใจของระบบขยายพลังงานใน HPMWs คือการใช้วัสดุกึ่งตัวนำ ชนิดพิเศษอย่าง Gallium Nitride (GaN) ซึ่งสามารถทนแรงดันไฟฟ้าสูงและความร้อนสูงได้ดีกว่า Silicon ทั่วไป GaN จึงกลายเป็น องค์ประกอบหลักของอุปกรณ์ขยายสัญญาณพลังสูงในระบบไมโครเวฟยุคใหม่ เช่น ระบบ ExDECS ของบริษัท Epirus

ซึ่งสามารถปรับความถี่ของลำคลื่นให้ตรงกับคลื่นควบคุมของเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็น Wi-Fi, GPS หรือระบบอื่นที่ใช้ในโดรน โดยใช้ซอฟต์แวร์ควบคุมความถี่เพื่อแทรกสัญญาณและทำให้ระบบของเป้าหมายเกิดความผิดพลาดทันที การใช้สถาปัตยกรรมแบบ Software-Defined Microwave ช่วยให้เราสามารถปรับตัวต่อภัยคุกคามที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเปลี่ยนฮาร์ดแวร์

อีกองค์ประกอบสำคัญคือความสามารถในการควบคุมทิศทางของลำคลื่นหรือที่เรียกว่า Beam Steering โดยระบบสมัยใหม่ใช้เสาอากาศแบบ Phased Array ซึ่งสามารถหมุนลำคลื่นไปยังเป้าหมายได้อย่างแม่นยำภายในเวลาไม่กี่มิลลิวินาที โดยไม่ต้องขยับอุปกรณ์ทางกลใด ๆ เช่น ในระบบ Rapid Destroyer ของ Thales ที่ติดตั้งเสาอากาศหลายจุดเพื่อรวมพลังงานไปยังเป้าหมายเดียวหรือยิงพร้อมกันหลายทิศทาง เพิ่มโอกาสในการทำลายล้างแม้เป้าหมายจะมีระบบป้องกันคลื่นหรือเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ด้านความทนทาน ระบบ HPMWs ยังถูกออกแบบให้สามารถยิงต่อเนื่องได้โดยไม่เกิดความร้อนเกินพิกัด ด้วยการใช้ระบบระบายความร้อนแบบผสมทั้งอากาศและของเหลว รวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่ทนความร้อนสูง เช่น เซรามิกคอมโพสิต อุปกรณ์บางรุ่นสามารถยิงได้ถึง 2,000 ครั้งภายในเวลาไม่ถึง 10 นาที โดยไม่ส่งผลกระทบต่อเสาอากาศหรือวงจรภายใน

ทั้งหมดนี้สะท้อนว่า อาวุธไมโครเวฟกำลังสูงไม่ใช่เพียงเครื่องยิงคลื่นธรรมดา แต่เป็นระบบอาวุธยุคใหม่ที่รวมเทคโนโลยีระดับสูงเข้าด้วยกัน ทั้งพลังงานไฟฟ้า วัสดุกึ่งตัวนำ เรดาร์ ซอฟต์แวร์ควบคุม และระบบจัดการความร้อน พร้อมตอบโจทย์การป้องกันภัยคุกคามในยุคสงครามไร้คนขับ และกำลังกลายเป็นหนึ่งในเสาหลักของการป้องกันเชิงกลยุทธ์แห่งศตวรรษที่ 21



กรณีศึกษา ExDECS และ Rapid Destroyer ในบริบทของสมรภูมิร่วมสมัย

ระบบอาวุธไมโครเวฟกำลังสูงที่ได้รับการพัฒนาและนำไปใช้งานจริงในระดับกองทัพ ณ เวลาปัจจุบัน ได้แก่ Expeditionary Directed Energy Counter-Swarm (ExDECS) จากบริษัท Epirus สหรัฐอเมริกา และ Rapid Destroyer จากบริษัท Thales แห่งสหราชอาณาจักร ทั้งสองระบบได้รับการส่งมอบให้กับหน่วยทหารเพื่อใช้งานในภาคสนามอย่างจริงจังภายในช่วงปี ค.ศ. 2024–2025

ระบบ ExDECS ได้รับการสนับสนุนภายใต้โครงการ PEGASUS ของกระทรวงกลาโหมสหรัฐฯ ซึ่งมีเป้าหมายในการทดสอบระบบต่อต้านฝูงโดรน (UAV Swarm) ที่สามารถปฏิบัติการได้จริงในสนามรบ โดยเริ่มต้นโครงการในเดือนกันยายน ค.ศ. 2024 และระบบ ExDECS ได้ถูกส่งมอบให้กับ กองนาวิกโยธินสหรัฐฯ (USMC) เมื่อวันที่ 29 เมษายน ค.ศ. 2025



ความโดดเด่นของ ExDECS อยู่ที่โครงสร้างแบบ modular ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยน ซ่อมแซมหรืออัปเกรดได้ภาคสนามโดยไม่ต้องพึ่งศูนย์ซ่อมกลาง ใช้เทคโนโลยี solid-state ขยายพลังด้วยสารกึ่งตัวนำ GaN (Gallium Nitride) ทำให้มีน้ำหนักเบา ระบายความร้อนได้ดี และติดตั้งบนยานพาหนะเคลื่อนที่ได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นรถลำเลียงพล ATV หรือยานเกราะเบา ระบบสามารถปรับกำลังและความถี่ของคลื่นตามลักษณะของเป้าหมาย เช่น โดรนที่ควบคุมด้วย Wi-Fi, GPS หรือคลื่นวิทยุต่าง ๆ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระบบการสื่อสารของฝ่ายเดียวกัน และยังรองรับการเชื่อมต่อกับเรดาร์ตรวจจับ เพื่อระบุตำแหน่งเป้าหมายแม้ในสภาพอากาศเลวร้าย เช่น ฝนตกหรือหมอกหนา ในเชิงยุทธวิธี

ExDECS ถูกออกแบบเพื่อป้องกันฐานปฏิบัติการหน้า (FOBs) จากการโจมตีด้วยโดรนพลีชีพหรือโดรนลาดตระเวนที่ใช้เชื้อเพลิงจรวด ระบบนี้ครอบคลุมพื้นที่ 360 องศาในรัศมีประมาณ 1.2 กิโลเมตร และสามารถยิงซ้ำได้ในเวลาไม่ถึง 1 วินาทีต่อรอบ จุดเด่นคือความคล่องตัวสูง สามารถเดินทางพร้อมกำลังหลักในสมรภูมิได้จริง ต่างจากระบบรุ่นก่อนที่จำกัดเฉพาะแบบประจำที่

ทางฝั่งยุโรป Rapid Destroyer ของ Thales ได้รับการทดสอบและปรับใช้ในหมู่ประเทศ NATO โดยเฉพาะอังกฤษซึ่งต้องการระบบที่สามารถป้องกันโครงสร้างพื้นฐานสำคัญ เช่น สนามบินและศูนย์ข้อมูล ระบบนี้ใช้ลำคลื่นแบบ Wide-Angle Microwave Pulse ที่สามารถรบกวนระบบนำร่องของเป้าหมายในรัศมีราว 1 กิโลเมตร สามารถยิงได้มากกว่า 1,000 ครั้งโดยไม่ต้องพักระบบระบายความร้อน และสามารถเปลี่ยนโหมดการยิงระหว่างแบบวงกว้างและแบบโฟกัสได้ตามลักษณะภูมิประเทศ

Rapid Destroyer ผ่านการทดสอบโดยกองทัพอังกฤษ และสามารถหยุดฝูงโดรนขนาดเล็กได้ในเวลาไม่ถึง 4 วินาที นับจากการตรวจจับจนถึงการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จุดเด่นสำคัญคือค่าใช้จ่ายในการยิงเพียง 0.10 ปอนด์สเตอร์ลิงต่อครั้ง เทียบกับระบบขีปนาวุธระยะใกล้ เช่น Starstreak หรือ Sky Sabre ที่มีต้นทุนมากกว่า 100,000 ปอนด์ต่อลูก จึงถือเป็นการเปลี่ยนสมการต้นทุนของการป้องกันภัยทางอากาศ



อย่างชัดเจน สะท้อนถึง “ความพร้อมเชิงยุทธวิธี” ในการผสมเข้ากับระบบอำนวยการรบของกองทัพอังกฤษโดยไม่ต้องออกแบบสายการบังคับบัญชาใหม่ ทั้งสองระบบสามารถปรับใช้ในพื้นที่การรบหลากหลาย ตั้งแต่การรุกในพื้นที่เปิด ไปจนถึงการป้องกันเมือง ชายแดน ท่าเรือ สนามบิน หรือโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ

หากเปรียบเทียบโดยรวม ExDECS จะได้เปรียบในเรื่องของความคล่องตัวและเหมาะสมกับภารกิจเคลื่อนที่เร็ว ขณะที่ Rapid Destroyer เหมาะสำหรับการตั้งรับในพื้นที่ที่มีการจัดระบบล่วงหน้าและสามารถเชื่อมกับเรดาร์ระดับภูมิภาคได้อย่างเต็มรูปแบบ ทั้งสองระบบนี้จึงไม่ใช่คู่แข่งกันโดยตรง แต่ต่างเป็นคำตอบที่หลากหลายของอาวุธพลังงานโดยตรงในยุคที่รูปแบบการรบกำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างไม่หยุดนิ่ง

มุมมองเชิงยุทธศาสตร์ในสนามรบ

ในห้วงเวลาที่ภัยคุกคามไม่จำกัดอยู่แค่รถถังหรือเครื่องบินรบ แต่กลายเป็นฝูงโดรนขนาดเล็กที่สามารถโจมตีจากหลายทิศทางในเวลาเดียวกัน ความสามารถในการตอบโต้แบบแม่นยำด้วยต้นทุนต่ำจึงกลายเป็นจุดเปลี่ยนของทฤษฎีการป้องกันภัยทางอากาศโดยสิ้นเชิง อาวุธไมโครเวฟกำลังสูง หรือ High-Power Microwave Weapons (HPMWs) ได้กลายเป็นสัญลักษณ์ของแนวทางการรบในยุคที่ความเร็ว ความแม่นยำ และความคุ้มค่ากลายเป็นเงื่อนไขสำคัญกว่าปริมาณระเบิดหรือจำนวนกระสุน ในมุมมองเชิงยุทธศาสตร์ HPMW ไม่ได้เพียงทดแทนระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบเดิมเท่านั้น แต่กำลังเปลี่ยนสถาปัตยกรรมของการวางกำลังป้องกันทั้งหมด

ระบบป้องกันภัยทางอากาศดั้งเดิม เช่น ขีปนาวุธพิสัยสั้น (Short-Range Air Defense Missiles – SHORADS) หรือปืนกลอัตโนมัติ (Autocannons) มักออกแบบมาเพื่อรับมือกับเป้าหมายที่มีความเร็วและขนาดใหญ่ เช่น เครื่องบินรบ หรือเฮลิคอปเตอร์ติดอาวุธ แต่กับเป้าหมายขนาดเล็ก ความเร็วปานกลาง และบินในระดับต่ำอย่างโดรน ระบบเหล่านี้กลับมีข้อจำกัดในเชิงการตรวจจับ ความแม่นยำ และอัตราการยิงซ้ำ ที่ต้องใช้ต้นทุนต่อครั้งสูงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ยกตัวอย่างเช่น ขีปนาวุธประเภท MANPADS (Man-Portable Air-Defense Systems) อย่าง Stinger ของสหรัฐฯ หรือ Star streak ของอังกฤษ อาจมีราคาตั้งแต่ 80,000 ถึง 150,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อการยิงหนึ่งครั้ง ขณะที่เป้าหมายอย่างโดรน FPV (First-Person View) มีต้นทุนเพียง 400–1,000 ดอลลาร์ การแลกเปลี่ยนเช่นนี้จึงไม่คุ้มค่าในสงครามยืดเยื้อ



ตรงกันข้าม ระบบ HPMW อย่าง ExDECS และ Rapid Destroyer สามารถปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปเพื่อทำลายฝูงโดรนได้ด้วยต้นทุนเพียงไม่ถึง 0.10 ดอลลาร์ต่อครั้ง และยังไม่มีข้อจำกัดด้านจำนวนครั้งในการยิงต่อวัน



ตรวจพบว่ามีพลังงานไฟฟ้าสำรองเพียงพอ อีกทั้งระบบยังไม่มีปัญหาในการจัดเก็บหัวรบ กระสุน หรือการบรรจุใหม่ระหว่างภารกิจ กล่าวได้ว่าทุกวินาทีคือการพร้อมยิงซ้ำได้ทันที ความแตกต่างเหล่านี้ทำให้ HPMW กลายเป็น “อาวุธแห่งความต่อเนื่อง” (Continuity Weapon) ที่แทบจะไม่มีเวลา Dead Time ระหว่างการปฏิบัติการ และในยุคของสงครามที่ไม่รู้ว่าจะถูกโจมตีจากมุมไหน สิ่งนี้คือข้อได้เปรียบเชิงยุทธศาสตร์ที่ประเมินค่าไม่ได้

ในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก การทดสอบร่วมระหว่างฟิลิปปินส์และสหรัฐอเมริกาเมื่อวันที่ 24 เมษายน ค.ศ. 2025 เกี่ยวกับการใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อต่อต้านฝูงโดรนในหมู่เกาะซูลู (Sulu Archipelago) ถือเป็นจุดเปลี่ยนที่สำคัญไม่เพียงในเชิงเทคโนโลยี แต่ยังเป็นการส่งสัญญาณเชิงยุทธศาสตร์โดยตรงไปยังจีนซึ่งมีบทบาทในทะเลจีนใต้มากขึ้นเรื่อย ๆ ความร่วมมือครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่าระบบ HPMW ไม่ใช่เพียงเทคโนโลยีสำหรับกองทัพสหรัฐฯ เท่านั้น แต่สามารถขยายไปยังพันธมิตรที่อยู่ในแนวหน้าของความขัดแย้งทางทะเลในภูมิภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะประเทศที่ไม่มีงบประมาณมากพอสำหรับระบบขีปนาวุธชั้นสูง แต่จำเป็นต้องมีระบบป้องกันขั้นพื้นฐานเพื่อต่อต้านการโจมตีจากอากาศในรูปแบบใหม่

ประเทศอย่างไต้หวัน ซึ่งเผชิญภัยคุกคามจากจีนอย่างต่อเนื่อง เริ่มมีความสนใจในระบบ HPMW อย่างจริงจัง โดยมีรายงานจาก Defense News ว่า กองทัพไต้หวันกำลังพิจารณาติดตั้งระบบพลังงานโดยตรงขนาดเล็กตามจุดสำคัญในเมืองหลวงและฐานเรดาร์ชายฝั่ง เพื่อเตรียมรับการโจมตีด้วยโดรนแบบ “คลื่นลูกแรก” ที่มักใช้เปิดฉากเพื่อทำลายระบบเรดาร์หรืออุปกรณ์สื่อสารก่อนการโจมตีใหญ่ในยุทธการรวมกำลังทางอากาศและทางเรือ

หากวิเคราะห์ในเชิงยุทธศาสตร์ลึกลงไป ระบบ HPMW ยังมีข้อได้เปรียบอีกข้อคือ “การรักษาความลับในการโจมตี” เพราะการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่สร้างเสียงหรือเปลวไฟ จึงยากต่อการตรวจจับ (Backtracking Detection) จากฝ่ายตรงข้าม แตกต่างจากปืนกลหรือขีปนาวุธที่มีร่องรอยความร้อน (Thermal Signature) หรือเสียงที่สามารถระบุจุดยิงได้ ระบบ HPMW จึงเหมาะกับการรบในเขตเมือง (Urban Warfare) ที่ต้องหลีกเลี่ยงการเปิดเผยตำแหน่ง และเป็นทางเลือกที่ดีเยี่ยมหากต้องการลดความเสียหายข้างเคียง เช่น การป้องกันสถานที่ราชการ โรงเรียน หรือสนามบิน ในอีกมิติหนึ่ง ระบบเหล่านี้สามารถเป็นส่วนหนึ่งของโครงข่ายการป้องกันภัยแบบเป็นชั้น ๆ ทางลึก หรือ Layered Defense Systems

ซึ่งประกอบด้วยชั้นตรวจจับเรดาร์ (Radar Early Warning), ชั้นยิงขีปนาวุธ (Missile Interception Layer) และชั้นพลังงานโดยตรง (Directed Energy Response Layer) โดยชั้นสุดท้ายจะเป็นตัวรับมือเป้าหมายที่หลุดรอดจากชั้นนอก เช่น โดรนขนาดเล็กที่ไม่ถูกเรดาร์จับได้ หรือโดรนที่ผ่านระยะยิงของขีปนาวุธเข้ามาแล้ว การผนวก HPMW เข้ากับระบบรวมดังกล่าวจึงไม่เพียงเพิ่มความลึกของการป้องกัน แต่ยังลดภาระด้านงบประมาณของการยิงขีปนาวุธแบบสิ้นเปลืองต่อเป้าหมายที่ราคาถูกกว่ามาก

จากการวิเคราะห์ทั้งหมดนี้จะเห็นได้ชัดว่า อาวุธไมโครเวฟกำลังสูงไม่ได้เป็นเพียงเทคโนโลยีทดแทน แต่คือการปรับเปลี่ยนกรอบความคิดทางยุทธศาสตร์เกี่ยวกับ “ความเหนือกว่าทางอากาศ” (Air Dominance) ในระดับล่างหรือ Low-Altitude Denial ซึ่งเคยถูกละเลยจากระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบเดิม เนื่องจากขาดเทคโนโลยีที่สามารถรับมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยพัฒนาการของ HPMW ทำให้การควบคุมอากาศระดับต่ำกลายเป็นสิ่งที่สามารถจัดการได้จริง ทั้งในระดับยุทธวิธี ยุทธการ และยุทธศาสตร์ ไม่ว่าศัตรูจะเป็นรัฐหรือกองกำลังนอกแบบที่ใช้วิธีการแบบอสมมาตร

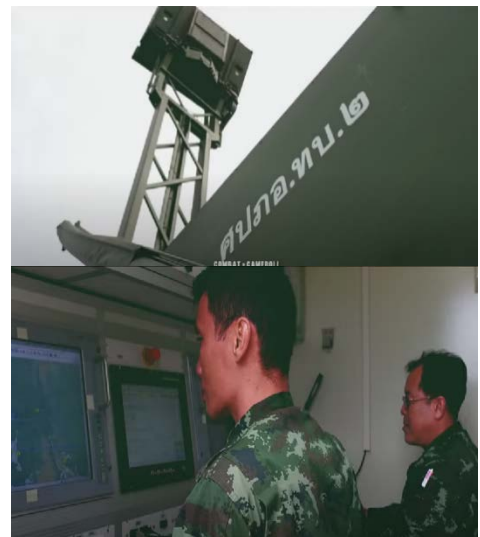
การบูรณาการอาวุธพลังงานโดยตรงกับระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบองค์รวมของกองทัพไทย

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการรบในปัจจุบันได้ทำให้แนวคิดเรื่อง “ระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบองค์รวม” หรือ Integrated Air and Missile Defense (IAMD) กลายเป็นยุทธศาสตร์สำคัญของกองทัพสมัยใหม่ ซึ่งไม่ได้เน้นเพียง



การป้องกันภัยจากอากาศยานขับไล่หรือขีปนาวุธ แต่รวมไปถึงการรับมือกับภัยคุกคามขนาดเล็ก ความเร็วต่ำ แต่มีจำนวนมาก เช่น ผีเสื้อโดรน (Drone Swarms) และระบบอาวุธไร้คนขับ ประเภทอื่น ๆ ที่สามารถโจมตีแบบหลายทิศทางในเวลาเดียวกัน โดยเฉพาะในระดับต่ำซึ่งเรดาร์มาตรฐานมีข้อจำกัดในการตรวจจับ กองทัพไทยจึงควรพิจารณาปรับโครงสร้างระบบ IAMD ให้สามารถบูรณาการอาวุธไมโครเวฟกำลังสูง หรือ High-Power Microwave Weapons

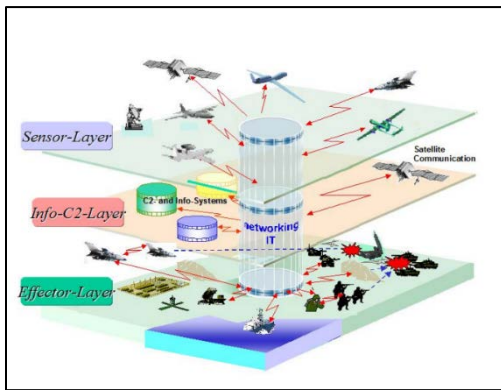
(HPMWs) เข้าสู่แนวการป้องกันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดการรับมือได้แบบเป็นชั้น ๆ ทางลึก (Layered Defense) และหลายมิติ (Multi-Domain Integration) แนวทางการบูรณาการ HPMWs เข้ากับระบบ IAMD ของไทยควรเริ่มต้นจากการวางโครงสร้างเป็น “ชั้นตอบโต้ด้วยพลังงานโดยตรง” (Directed Energy Response Layer) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำสุดของโครงข่ายการป้องกัน โดยมีภารกิจหลักคือ การจัดการกับเป้าหมายขนาดเล็ก ความเร็วปานกลาง หรือเป้าหมายจำนวนมากที่บินต่ำ เช่น โดรนขนาดเล็กที่ใช้ในภารกิจลาดตระเวนหรือโจมตีแบบพลีชีพ การมีชั้นป้องกันนี้จะช่วยลดภาระของชั้นป้องกันที่สูงกว่า เช่น ระบบขีปนาวุธพิสัยสั้น (Short Range Air Defense – SHORAD) และระบบอาวุธป้องกันระยะประชิด (Close-In Weapon Systems – CIWS) ซึ่งมีต้นทุนต่อการยิงสูงและความเร็วในการตอบสนองจำกัด



ลำดับชั้นของ IAMD ที่เหมาะกับบริบทไทยจึงควรประกอบด้วย

1. ชั้นตรวจจับ (Early Warning Layer): ใช้เรดาร์พื้นฐานในทุกกระดับ ได้แก่ Airborne Radar สำหรับการตรวจจับระยะไกล, Ground Radar ครอบคลุมระยะกลางถึงไกล, และ Tactical Radar สำหรับการตอบสนองระยะใกล้ ร่วมกับ UAV scout เพื่อปฏิบัติการกิจลาดตระเวนเชิงรุกและเสริมข้อมูลข่าวกรองภาคสนามอย่างต่อเนื่อง
2. ชั้นยิงตอบโต้หลัก (Kinetic Intercept Layer) ใช้ระบบขีปนาวุธพิสัยไกล เช่น SPYDER, MANPADS หรือ VSHORADS ที่มีอยู่
3. ชั้นป้องกันด้วยพลังงานโดยตรง (Directed Energy Response Layer) เพิ่มระบบ HPMW เช่น ต้นแบบ ExDECS หรือ Rapid Destroyer เพื่อลดภาระของชั้นป้องกันที่สูงกว่าและตอบโต้เป้าหมายแบบ swarm

ในทางปฏิบัติ กองทัพอากาศไทยสามารถเริ่มต้นจากการจัดตั้งหน่วยต้นแบบ หรือ Prototype Operational Units สำหรับประเมินการใช้งาน HPMWs โดยเฉพาะในบริเวณที่มีความเสี่ยงสูง เช่น สนามบินทหาร ศูนย์บัญชาการระดับชาติ ฐานที่มั่นในจังหวัดชายแดน และพื้นที่ที่เคยเกิดเหตุการณ์การบินโดรนเข้าใกล้พื้นที่หวงห้ามในอดีต การเริ่มต้นด้วยระบบ HPMW แบบเคลื่อนที่บนยานลำเลียงเบา หรือแบบติดตั้งถาวรขนาดเล็กจะช่วยให้สามารถควบรวมกับระบบป้องกันที่มีอยู่แล้วได้ทันที โดยไม่ต้องลงทุนสร้างแพลตฟอร์มใหม่ทั้งหมด



นอกจากนี้การบูรณาการ HPMWs ยังควรพิจารณาร่วมกับระบบ Command and Control (C2) ที่มีอยู่ในโครงสร้างของกองบัญชาการควบคุมการปฏิบัติทางอากาศ (Air Operations Control Command) เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงแบบ real-time ระหว่างเรดาร์ตรวจจับ การประเมินภัยคุกคาม และการยิงตอบโต้ด้วยคลื่นพลังงาน ซึ่งสามารถใช้ได้กับเป้าหมายที่หลุดรอดจากระบบ kinetic interception หรือในกรณีที่ไม่สามารถยืนยันได้ว่าเป็นเป้าหมายที่ควรทำลายด้วยขีปนาวุธราคาแพง

การใช้ HPMWs ยังสอดคล้องกับแนวโน้มของสงครามในยุค Network-Centric Warfare (NCW) หรือสงครามเครือข่ายเป็นศูนย์กลาง ซึ่งทุกระบบต้องสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้แบบไร้รอยต่อ ทั้งในระดับยุทธศาสตร์ (Strategic), ยุทธการ (Operational), และยุทธวิธี (Tactical) ด้วยเหตุนี้ ระบบ HPMW ที่สามารถปรับเปลี่ยนขนาดของลำคลื่นผ่านซอฟต์แวร์หรือหมุนทิศทางได้โดยไม่ต้องใช้ชิ้นส่วนกลไก เช่น Phased-Array Microwave Systems จึงเหมาะกับยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศไทยในยุคที่ต้องเผชิญกับสงครามแบบที่ไม่มีการประกาศอย่างชัดเจน (Grey-Zone Conflict) และภัยคุกคามที่เกิดขึ้นจากไซเบอร์/อิเล็กทรอนิกส์มากกว่าการรบแบบด้วยกำลังตามปกติ

การพิจารณาบูรณาการอาวุธไมโครเวฟกำลังสูงเข้าสู่ระบบ IAMD ยังควรยึดหลัก 3 ประการดังนี้:

- การเสริม ไม่ทดแทน (Complementary, Not Replacement): HPMWs ควรเป็นระบบเสริมที่ลดภาระของระบบขีปนาวุธและปืนใหญ่อัตโนมัติ ไม่ใช่การแทนที่โดยตรง
- การปรับใช้ตามพื้นที่เฉพาะ (Area-Specific Deployment): ไม่จำเป็นต้องติดตั้งทั่วประเทศ แต่เน้นจุดที่มีความเสี่ยงด้านโดรน เช่น ฐานบิน ฐานเรดาร์ เขตเศรษฐกิจสำคัญ
- การสร้างระบบทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluation Capability): ต้องมีสนามทดลองระดับชาติสำหรับระบบอาวุธพลังงานโดยตรง (Directed Energy Weapon - DEW) ที่สามารถจำลองสถานการณ์ภัยคุกคาม ทั้งในรูปแบบการโจมตีเป็นฝูง (swarm) และการโจมตีซ้ำอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้น หากกองทัพไทยสามารถเริ่มต้นจากการจัดตั้งโครงข่ายทดลอง การฝึกหน่วยเฉพาะ การเชื่อมโยงกับระบบเรดาร์และ C2 ที่มีอยู่แล้ว รวมทั้ง การผลักดันนโยบายการวิจัยร่วมระหว่างทหาร นักวิทยาศาสตร์ และภาคเอกชน ประเทศไทยก็จะสามารถบูรณาการเทคโนโลยีพลังงานโดยตรงเข้าสู่ระบบป้องกันภัย ทางอากาศแบบองค์รวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเดินทางเข้าสู่สมรภูมิแห่ง ศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมั่นคง

ดังคำกล่าวของจอมพล สมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ เจ้าฟ้าจักรพงษ์ภูวนาถ กรมหลวงพิษณุโลกประชานาถ ที่ว่า “เมื่อโลกเข้าสู่ยุคแห่งความเร็วฟ้า กำแพงและค่ายกลไม่อาจต้านศัตรูที่บินมาได้ เว้นแต่จะมีโล่แห่งอากาศที่ กล้าหาญ และดวงตาที่เฝ้าระวังอยู่เสมอ” พงศาวดารยุทธศิลป์, หน้า 87



พ.อ.อรรถพร ประชาณุกุล

อจ.สยผ.วทบ.

อ้างอิง :

- สำนักงานตรวจสอบบัญชีของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา. (2023). อาวุธพลังงานทิศทาง: กระทรวงกลาโหมควรรวมแนวปฏิบัติขั้นนำอย่างเต็มที่เพื่อการบริหารและกำกับดูแลโครงการอย่างมีประสิทธิภาพ (GAO-23-105810). สืบค้นจาก <https://www.gao.gov/>
- บริษัท Epirus จำกัด. (2025). ระบบต่อต้านฝูงโดรนพลังงานทิศทางแบบเคลื่อนที่ (ExDECS): ภาพรวมทางเทคนิค. แผนกยุทธโธปกรณ์ บริษัท Epirus.
- กระทรวงกลาโหม สหราชอาณาจักร. (2024). โครงการระบบป้องกันไม่โครเวฟแบบเคลื่อนที่ที่ RapidDestroyer ของ Thales. ลอนดอน: กระทรวงกลาโหม.
- สำนักงานวิจัยกองทัพเรือ (ONR), กองทัพเรือสหรัฐอเมริกา. (2022). โครงการวิจัยไม่โครเวฟกำลังสูง. สืบค้นจาก <https://www.navy.mil/onr/>