รอบรู้เทคโนโลยีป้องกันประเทศ

เรื่อง Spin Launch การส่งดาวเทียมเข้าวงโคจรต่ำด้วยการโยน

ในปัจจุบัน เราใช้ประโยชน์จากสัญญาณดาวเทียมได้มากมายทั้งในการทหาร และการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชน ยกตัวอย่างเช่น การสื่อสาร การสำรวจลาดตระเวนจากภาพถ่าย การนำทางด้วยสัญญาณ GPS สัญญาณโทรทัศน์ โทรศัพท์ อินเตอร์เน็ต ทำให้เห็นได้ชัดว่า ดาวเทียมมีความจำเป็นต่อชีวิตประจำวันอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตาม การส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรในอวกาศในปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายที่มหาศาล และมีความซับซ้อนสูงมาก ส่งผลมาจากวิธีการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรแบบดั่งเดิม ที่ใช้พลังงานจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหลว สร้างแรงผลักดันเพื่อส่งกระสวยออกนอกชั้นบรรยากาศนั้นใช้เชื้อเพลิงในปริมาณมหาศาล ทำให้ผู้ใช้งานจำเป็นต้องออกแบบให้กระสวยอวกาศมีความซับซ้อนในการบรรทุกเชื้อเพลิง มีการปลดถังเชื้อเพลิงที่ใช้จนหมดแล้วทิ้ง เพื่อลดน้ำหนักและมีการจุดระเบิดหลายขั้นตอน ส่งผลค่าใช้จ่ายในการส่งกระสวยอวกาศส่วนใหญ่ จึงมาจากค่าเชื้อเพลิงที่จำเป็นต้องใช้งาน จนสามารถกล่าวได้ว่า ร้อยละ 90 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นค่าเชื้อเพลิง การส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรครั้งแรกของโลกใช้งบประมานถึง 1 ล้านดอลลาร์ ต่อน้ำหนักของดาวเทียม 1 กิโลกรัม

จากความต้องการใช้ประโยชน์จากสัญญาณดาวเทียม ส่งผลให้อีกหลายประเทศมีความต้องการที่จะส่งดาวเทียมของตนเองเข้าสู่วงโคจร แต่การส่งดาวเทียมแต่ละครั้งยังมีค่าใช้จ่ายที่สูง ส่งผลให้มีบริษัทเอกชนที่ได้รวบรวมผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ เริ่มต้นพัฒนากระสวยอวกาศโดยมีเป้าหมายที่จะเป็นผู้ให้บริการส่งดาวเทียมขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ยกตัวอย่างเช่น บริษัท SpaceX โดยอาศัยข้อได้เปรียบจากเครื่องยนต์ไอพ่นที่พัฒนาขึ้นเองที่มีคุณสมบัติการใช้เชื้อเพลิงน้อยลงกว่าเดิม การแบ่งขายบริการขนส่งดาวเทียมตามน้ำหนัก ประกอบกับการออกแบบกระสวยที่สามารถใช้ซ้ำได้ในบางส่วน เพื่อลดต้นทุนในการปล่อยกระสวยอวกาศในแต่ละครั้ง ในปัจจุบันบริษัท SpaceX ใช้กระสวยอวกาศ 2 รุ่นในการให้บริการ คือ รุ่น Falcon 9 ที่มีค่าใช้จ่ายในการปล่อยจรวดครั้งละ 62 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และบรรทุกน้ำหนักเพื่อชั้นวงโคจรต่ำ (Low Earth Orbit :LEO) 22,800 กิโลกรัม เฉลี่ยค่าใช่จ่ายเป็น 2,720 ดอลลาร์ต่อกิโลกรัม ส่วนจรวด Falcon Heavy สามารถบรรทุกน้ำหนักได้ 63,800 กิโลกรัม และมีค่าใช้จ่ายในการปล่อยกระสวยอวกาศครั้งละ 90 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาน 1,400 ดอลลาร์ต่อกิโลกรัม

แม้ว่าทางบริษัท SpaceX ได้ใช้กระสวยแบบใช้ซ้ำได้ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการสร้างกระสวยลงได้มาก แต่ค่าใช้จ่ายในการปล่อยกระสวยอวกาศในแต่ละครั้งยังถือได้ว่าสูงมากอยู่ดี แสดงให้เห็นว่าข้อจำกัดของการปล่อยกระสวย คือ ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในแต่ละครั้งนั้นเอง อย่างไรก็ตามทางบริษัท SpaceX กล่าวว่าบริษัทได้กำหนด

เป้าหมายเพิ่มจำนวนการปล่อยกระสวยเป็น 300 รอบต่อปี เพื่อตอบรับกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นข้อยืนยันได้ว่า ตลาดการบริการปล่อยกระสวยอวกาศยังสามารถเติบโตได้อีกในอนาคต ทำให้ยังมีบริษัทอื่น ๆ พยายามหาวิธีการลดค่าใช้จ่ายในการส่งกระสวยอวกาศ แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ตัวอย่างการทดลองการส่งกระสวยอวกาศด้วยวิธีอื่น ๆ เช่นการใช้ความต่างศักย์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Railgun Solution) การใช้ดินระเบิด (Ballistic Solution) ในการส่งกระสวยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ แต่ด้วยแรงโน้มถ่วง แรงเสียดทานของอากาศ ความร้อนและแรงดันจากกระบวนการส่งกระสวยอวกาศนั้น ทำลายสินค้าที่ต้องบรรทุก (Payload) ก่อนที่จะออกจากชั้นบรรยากาศได้สำเร็จ

จนในปี พ.ศ. 2557 มีบริษัท SpinLaunch เปิดตัวขึ้นในรัฐ California สหรัฐอเมริกา ในลักษณะของบริษัทที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการ Start Up นำแสนอแนวทางการปล่อยกระสวยอวกาศแบบใหม่ด้วยการโยน โดยอาศัยหลักการสะสมพลังงานจลน์จากแรงหนีศูนย์กลางด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โยนกระสวยออกไปที่ความสูง 61 กิโลเมตรจากระดับน้ำทะเล ก่อนจะทำการจุดระเบิดเชื้อเพลิงเหลว เพื่อเคลื่อนทีเข้าสู่วงโคจรรอบโลก โดยกล่าวว่าจะสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงเหลวลงได้ถึงร้อยละ 90 เนื่องมาจากการโยนกระสวยด้วยพลังงานจลน์จะส่งดาวเทียมออกจากเขตชั้นบรรยากาศที่มีความหนาแน่นสูงด้านล่าง ทางบริษัทกล่าวว่า การส่งดาวเทียมด้วยวิธีนี้จะลงค่าใช้จ่ายลงได้ถึง 20 เท่า เมื่อเทียบกับวิธีการส่งกระสวยอวกาศด้วยเชื้อเพลิงที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

รูปที่ 1 ต้นแบบสถานีปล่อยกระสวยของ SpinLaunch

ทั้งนี้ บริษัทได้จัดทำต้นแบบสถานีปล่อยกระสวยในขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 33 เมตร นับเป็นต้นแบบขนาด 1 ต่อ 3 จากขนาดจริงขึ้น ในรัฐ New Mexico สหรัฐอเมริกา โดยในเดือนกันยายน พ.ศ. 2565 บริษัท

SpinLaunch ได้ทำการทดสอบปล่อยกระสวยอวกาศทดลองขนาดเล็กจากกำลังมอเตอร์ไฟฟ้า โดยกำหนดการใช้กำลังไฟฟ้าเพียงแค่ร้อยละ 20 ของกำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่สามารถรองรับได้ ทำการปล่อยกระสวยทดลองขนาด 3 เมตรที่บรรจุ Payload จากองค์กร NASA บริษัท Airbus บริษัท Cornell Engineering's Space Systems Design Studio (SSDS) และ บริษัท Outpost เพื่อให้เก็บข้อมูลเบื้องต้นของการส่งดาวเทียมด้วยวิธีการโยน จากการทดสอบสามารถส่ง Payload ไปได้สูง 9,100 เมตร ที่ความเร็ว 1 มัค ซึ่งเป็นไปตามการคาดการณ์และข้อมูลที่ Payload วัดได้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับ Payload ในกระสวยอวกาศที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 2 แบบจำลองกระสวย SpinLaunch ที่ติดตั้งที่ปลายแกนหมุนเหวี่ยง

อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีดังกล่าวยังมีอุปสรรคในการส่งกระสวยอวกาศขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศอยู่ เช่นการออกแบบแขนเหวี่ยงให้สามารถรับแรงกระทำในขณะเร่งพลังงานจลน์ของกระสวยที่มีเป้าหมายในการเร่งความเร็วถึง 7 เท่าของความเร็วเสียง (Mach 7) โดยจะมีแรงกระทำที่เกิดขึ้นจากโมเมนตัมของ Payload และแรงกระทำจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม หลังจากการปล่อย Payload นอกจากนี้ บริษัทยังต้องออกแบบระบบการปล่อยกระสวยให้สามารถยึดเข้ากับแกนเหวี่ยงได้อย่างมั่นคง ในขณะที่ต้องปลดออกได้ในทันทีอีกด้วย โครงสร้างของแกนหมุนยังจะต้องสามารถทนต่อแรงต้านทางจากความหนาแน่นของอากาศที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีความเร็วมากกว่าความเร็วเสียงในรูปแบบของการเกิดคลื่นกระแทก (Sonic Boom) ซึ่งจะก่อให้เกิดแรงต้านมหาศาลเป็นอุปสรรคกับทั้งการเร่งความเร็ว เพื่อออกจากขอบเขตของแรงโน้มถ่วงของโลกและการนำทางของกระสวยก่อนการจุดระเบิดเครื่องยนต์เชื้อเพลิง ในเบื้องต้นทางบริษัท SpinLaunch กล่าวว่าระบบการเร่งพลังงานจลน์จะต้องออกแบบในระบบสูญญากาศแบบปิด และการออกแบบสรีระของกระสวยที่จะลดการเกิดคลื่นกระแทกในระหว่างการเดินทางออกจากชั้นบรรยากาศของโลกได้ให้มากที่สุดอีกด้วย

รูปที่ 3 แบบจำลองกระสวย SpinLaunch ที่แยกตัว บนความสูงในชั้นบรรยากาศที่แรงโน้มถ่วงน้อยลงมาก

ในอนาคตอันใกล้ หากบริษัท SpinLaunch สามารถทำระบบส่งดาวเทียมแบบใหม่นี้สำเร็จ ทางบริษัทกล่าวว่า จะสามารถส่ง Payload น้ำหนักรวมกันได้ 200 กิโลกรัมโดยประมาณ และยังสามารถส่งกระสวยขึ้นสู่วงโคจรได้มากกว่าวันละ 1 ครั้ง ซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงในการส่งดาวเทียมได้เป็นอย่างมาก ปัจจุบันองค์กร NASA และกองทัพอากาศของสหรัฐอเมริกา มีแผนการที่จะส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ องค์กร NASA ได้ออกแบบดาวเทียมขนาดเล็กที่มีน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม และเปิดโอกาสให้นักวิจัยจากสถาบันการศึกษา ทำการทดลองการใช้งานดาวเทียม ซึ่งเปิดโอกาสให้ประเทศต่าง ๆ สามารถส่งดาวเทียมของตนเอง เพื่อการศึกษาและการวิจัยได้ ทำให้การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีอวกาศของประเทศที่ไม่มีระบบการส่งกระสวยอวกาศของตนเอง มีโอกาสในการทดลองการใช้งานดาวเทียมได้อีกด้วย ทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่า ความต้องการในการใช้งานการบริการส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรในระดับต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นอีกมากในอนาคต

การส่งดาวเทียมเข้าวงโคจรต่ำด้วยการโยน หรือ Spin Launch นับเป็นอีกหนึ่งตัวอย่างที่ดีในความพยายามของมนุษยชาติ ที่จะพัฒนากิจการอวกาศ เอาชนะข้อจำกัดและแรงโน้มถ่วงของโลก เปิดโอกาสในการใช้ประโยชน์จากอวกาศแก่ประเทศที่มีทรัพยากรไม่มากนักดังเช่นชาติมหาอำนาจ เพราะมีค่าใช้จ่ายน้อยลงมากในการส่งดาวเทียมของตนไปในอวกาศ จึงเป็นเรื่องที่น่าติดตามกันต่อไปว่า วิธีการนี้จะประสบความสำเร็จได้ดีเพียงใด และในอนาคต น่าจะมีวิธีการใหม่ ๆ ที่แตกต่างออกไป เพิ่มเติมขึ้นมาเรื่อย ๆ ตามแรงบันดาลใจ และความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ที่ไม่มีข้อจำกัดและไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อให้เกิดเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์แก่ทุกคนบนโลกใบนี้