

Mission Shakti: Turning Point in India's Space Defence Technology

In the annals of India's scientific and defense history, few events shine as brightly as the culmination of Mission Shakti. In the year 2019, India achieved a milestone that reverberated across the globe, marking a pivotal moment in its science, space, and defense endeavours. It was the year

scientists faced two options: the 'Soft kill' and the 'Hard kill'. The former involved a non-destructive approach using electronic warfare or directed energy weapons, while the latter represented a decisive show of strength, physically destroying the target satellite.



as the mission's eyes, it detected the infrared signature of the satellite, guiding the interceptor with precision.

The decisive moment arrived. The missile soared into the sky, leaving a fiery trail in its wake. Unaware of its impending fate, the satellite continued its orbit. Meanwhile, the kill vehicle, liberated from earthly restraints, zeroed in on its target. The collision unfolded in a spectacular display of destruction, a brilliant flash as metal collided with metal at orbital velocities. The satellite was obliterated, transformed into a cloud of debris—a testament to India's unwavering determination and technological prowess.

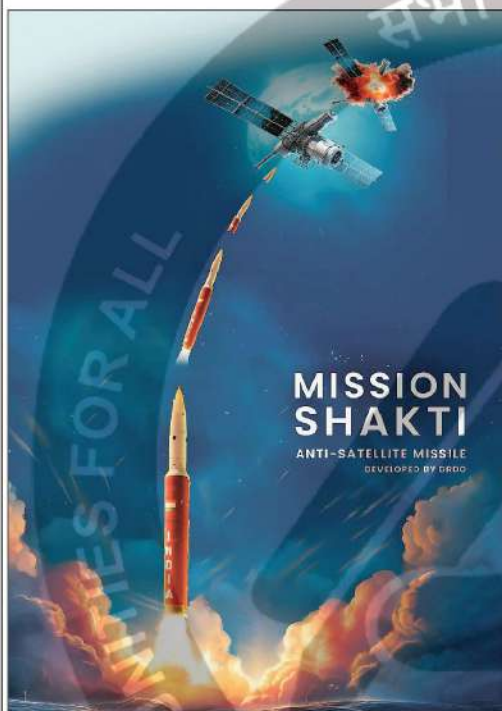
Achieving the Impossible

Mission Shakti was not merely a successful test; it was a proclamation that India stood shoulder to shoulder with the world's space-faring nations, capable of defending its interests beyond Earth's atmosphere. It was a clear message to the global community that "India has arrived." And as the scientists at DRDO celebrated their triumph, the world took notice. India accomplished the seemingly impossible, solidi-

fying its position in the annals of space defence history.

This meticulously planned and executed mission demonstrated India's capability to protect its space-based assets while honouring its commitment to international treaties promoting the peaceful

the indigenous development of critical technologies by DRDO. From the conception of the mission to its execution, every aspect, including configuration, aerodynamics, propulsion, and mission design, was meticulously crafted by Indian scientists



when India's indomitable spirit of innovation and self-reliance came to fruition in the form of an indigenous Anti-Satellite (ASAT) weapon system. The successful testing of this homegrown technology not only showcased India's formidable capabilities in the realm of space defense but also underscored its unwavering commitment to safeguarding national security interests. As we delve into the intricacies of Mission Shakti, we unravel the journey of determination, ingenuity, and scientific excellence that propelled India into the league of nations possessing such advanced capabilities.

The development of the Anti-Satellite (ASAT) weapon system highlighted India's dedication to bolstering its defence capabilities and promoting collaboration in space exploration on an international scale. As a signatory to the 1967 Outer Space Treaty, this pursuit of space exploration had to align with India's stance against the militarisation of outer space, reinforcing its belief in space as a shared heritage of mankind.

The DRDO, leveraging its extensive experience in ballistic missile defence, was entrusted with this monumental challenge. Aware of the high stakes and global scrutiny, the

After careful consideration, India opted for the 'Hard kill'. Extensive groundwork ensued, requiring the development of radars, mission control centers, launch control centers, and the missile interceptors themselves from the ground up. The ASAT system stood as a marvel of engineering, integrating long-range boosters with a hit-to-kill vehicle, all orchestrated by a sophisticated network of radars and command systems.

Operation Mission Shakti

Cloaked in secrecy, the Mission Shakti project appeared as a routine ballistic missile test. Nearly 150 scientists laboured tirelessly, resulting in a 13-meter-tall interceptor missile poised to defend India's space sovereignty.

The ASAT missile functioned as a hunter, its target a satellite orbiting Earth at 8 kilometers per second. The pursuit commenced with a radar pulse, a signal in the vastness of space, homing in on the metallic body of the enemy satellite. Once locked onto the target, the missile's software would calculate the optimal moment to strike. At the core of the missile was the kill vehicle, outfitted with an Imaging Infrared (IIR) Seeker. Serving

Anti-Satellite Missile: Key Highlights

- On March 27, 2019, in Mission Shakti, the Defence Research and Development Organisation (DRDO) successfully neutralised a satellite in space using its anti-satellite (ASAT) missile.
- The success of the mission showcased DRDO's technical expertise and capability to safeguard the nation's assets in space, the fourth dimension of warfare.
- The mission represented one of DRDO's most complex operations, requiring a ground-launched missile to precisely hit and neutralise a swiftly moving satellite orbiting hundreds of kilometres away.
- The Defence Research and Development Organisation (DRDO) has created a video documentary focusing on Mission Shakti, for children aged 7-14. This documentary is available in English, 11 Indian languages, and 2 sign languages for the hearing impaired, intended for showcasing in schools nationwide.
- Mission Shakti aims to educate children about the mission itself and India's advancements in space technologies, fostering their interest in science and motivating them to pursue careers in science and technology.

use of outer space. Unlike conventional weaponry, India's ASAT missile employed a "kinetic kill" approach, precisely striking the target satellite, Microsatellite-R, without the need for explosives.

Mission Shakti: Triumph of Indigenous Technology in Satellite Interception

What set Mission Shakti apart was not just its success but

and engineers. Thousands of trial runs were conducted in simulation mode to ensure the precision needed to intercept a target satellite flying at an altitude of 283 kilometres, with a closing velocity of 10.8 kilometres per second.

In an ever-evolving technological landscape, India remains vigilant against emerging threats. The ASAT capability provided by Mission Shakti serves as a deterrent against potential adversaries aiming to exploit vulnerabilities in space-based infrastructure.

Moreover, the successful realisation of Mission Shakti not only elevated India's standing in space technology but also demonstrated its ability to adapt and innovate within tight timelines. The development of the ASAT weapon system, from concept to execution, in a record time of two years, underscored India's commitment to maintaining its position at the forefront of technological advancements.

As India continues its journey in space exploration and defence, Mission Shakti stands as a testament to the nation's ingenuity, resilience and dedication to ensuring the safety and security of its citizens and assets, both on Earth and beyond.

Contributed by: Science Media Communication Cell, CSIR-NIScPR, New Delhi. Feedback on this article can be sent to feedback.employmentnews@gmail.com (Photo Credit: DRDO and CSIR-NIScPR)

Technical Components of ASAT

- 1. Kill Vehicle:**
 - The top portion of the missile responsible for intercepting and colliding with the satellite.
 - Operates autonomously without the use of explosives.
 - Analogous to a human being, it has specific functions.
- 2. Imaging Infrared (IIR) Seeker:**
 - Acts as the "eyes" of the kill vehicle.
 - Detects infrared light emitted by the satellite (due to its temperature above absolute zero).
 - Provides continuous tracking information about the satellite's position.
- 3. On-Board Computer (OBC):**
 - The "brain" of the kill vehicle.
 - Receives data from the IIR seeker and information about the kill vehicle's position and velocity from the Inertial Navigation System (INS).
 - Processes this data to determine the precise steering direction.
- 4. Inertial Navigation System (INS):**
 - Tells the OBC the kill vehicle's current position and orientation.
 - Provides critical information for accurate targeting.
- 5. Divert and Attitude Control System (DACS):**
 - Consists of:
 - Four liquid rocket engines for precise movement (left-right, up-down).
 - Eight small rockets at the back of the kill vehicle for orientation.
 - Executes commands from the OBC in an ultra-fast response time (1/100th of a second).
 - Adjusts the kill vehicle's path rapidly (50 to 100 times per second) to hit the satellite with precision.
- 6. Final Approach:**
 - In the last few seconds, the kill vehicle fine-tunes its trajectory.
 - Aims to strike the satellite dead centre with a relative velocity of 11 km/sec.

This intricate system combines advanced software, precise sensors, and rapid manoeuvrability to achieve the critical task of neutralising satellites. The DACS ensures that the kill vehicle hits its target with remarkable accuracy, even in the challenging final moments of interception.

मिशन शक्ति: भारत की अंतरिक्ष रक्षा प्रौद्योगिकी में एक बड़ी उपलब्धि

भारत के वैज्ञानिक और रक्षा विज्ञान के इतिहास में, मिशन शक्ति की परिणति अहम स्थान रखती है। वर्ष 2019 में, भारत ने एक मोल का पत्थर हासिल किया, जिसकी गूंज दुनियाभर में फैली। रक्षा विज्ञान, अंतरिक्ष और रक्षा प्रयासों में यह एक महत्वपूर्ण क्षण था। यह वह वर्ष था, जब भारत की नवाचार और आविष्कारिता की अदम्य भावना एक स्वदेशी एंटी-सैटेलाइट (ASAT) हथियार प्रणाली के रूप में सामने आई। इस स्वदेशी प्रौद्योगिकी के सफल

इलेक्ट्रॉनिक युद्ध या निर्देशित ऊर्जा हथियारों का उपयोग करके एक गैर-विनाशकारी दृष्टिकोण था, जबकि बाद वाले ने लक्ष्य उपग्रह को भौतिक रूप से नष्ट करते हुए शक्ति के निर्णायक प्रदर्शन का प्रतिनिधित्व किया।

सावधानीपूर्वक विचार करने के बाद, भारत ने 'हाई किल' का विकल्प चुना, व्यापक जमीनी कार्य हुआ, जिसके लिए रडार, मिशन कंट्रोल सेंटर, लॉन्च कंट्रोल सेंटर और मिसाइल इंटरसेप्टर के विकास की आवश्यकता थी। ASAT प्रणाली



हुर, इसने उपग्रह के अवरक्त सिग्नेचर का पता लगाया और इंटरसेप्टर का सटीकता के साथ मार्गदर्शन किया।

उसके बाद निर्णायक क्षण आया। मिसाइल अकाश में उड़ चला और उपग्रह ने अपनी कक्षा में गमन जारी रखा। टकराव के शानदार प्रदर्शन में धातु कक्षीय वेग पर धातु के साथ टकराव की प्रक्रिया सम्पन्न हुई। इसके बाद उपग्रह को मिटाकर मलबे के बादल में बदल दिया गया जो भारत के अदृष्ट दुष्ट संकल्प और तकनीकी-वार्तिक कौशल का एक परिचायक है।

असंभव को प्राप्त करना

मिशन शक्ति केवल एक सफल परीक्षण नहीं था; यह एक घोषणा थी कि भारत दुनिया के अंतरिक्ष-यात्रा करने वाले देशों के साथ कंधे से कंधा मिलाकर खड़ा है, जो पृथ्वी के वायुमंडल से परे अपने हितों की रक्षा करने में सक्षम है। यह वैश्विक समुदाय के लिए एक स्पष्ट संदेश था कि भारत समर्थ है, और जैसे ही DRDO के वैज्ञानिकों ने अपनी जीत का जश्न मनाया, दुनिया ने इसका संज्ञान लिया। भारत ने अंतरिक्ष रक्षा इतिहास में अपनी स्थिति को मजबूत करते हुए असंभव प्रतीत

होने वाले कार्य को पूरा किया।

इस सावधानीपूर्वक नियोजित और निष्पादित मिशन ने बाहरी अंतरिक्ष के शांतिपूर्ण उपयोग को बढ़ावा देने वाली अंतरराष्ट्रीय संधियों के प्रति अपनी प्रतिबद्धता का सम्मान करते हुए अपनी अंतरिक्ष-आधारित संपत्तियों की रक्षा करने की भारत की क्षमता का प्रदर्शन किया। पारंपरिक हथियारों के विपरीत, भारत की ASAT मिसाइल ने 'काइनेटिक किल' दृष्टिकोण का इस्तेमाल किया, जो विस्फोटकों की

मिशन शक्ति: उपग्रह अवरोधन में स्वदेशी प्रौद्योगिकी की विजय

मिशन शक्ति को जो चीज असंग बनाती है, वह न केवल इसकी सफलता है बल्कि DRDO द्वारा महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों का स्वदेशी विकास भी है। इस मिशन की अवधारणा से लेकर इसके निष्पादन तक, कॉन्फिगरेशन, वायुगतिकी, प्रणोदन और मिशन डिजाइन सहित हर पहलू को भारतीय वैज्ञानिकों और इंजीनियरों द्वारा सावधानीपूर्वक तैयार किया गया था। 283

एंटी-सैटेलाइट मिसाइल: मुख्य विशेषताएं

- 27 मार्च, 2019 को, मिशन शक्ति में, रक्षा अनुसंधान और विकास संगठन (DRDO) ने अपने एंटी-सैटेलाइट (ASAT) मिसाइल का उपयोग करके अंतरिक्ष में एक उपग्रह को सफलतापूर्वक बेअसर कर दिया।
- मिशन की सफलता ने DRDO की तकनीकी विशेषज्ञता और अंतरिक्ष में राष्ट्र की संपत्ति की सुरक्षा के लिए क्षमता व युद्ध के चौथे आयाम का प्रदर्शन किया।
- यह मिशन DRDO के सबसे जटिल अभियानों में से एक था, जिसमें सैकड़ों किलोमीटर दूर की परिक्रमा कर रहे तेजी से आगे बढ़ रहे उपग्रह को सटीक रूप से हिट करने और बेअसर करने के लिए जमीन से प्रेषित मिसाइल की आवश्यकता थी।
- रक्षा अनुसंधान और विकास संगठन (DRDO) ने 7-14 वर्ष की आयु के बच्चों के लिए मिशन शक्ति पर केंद्रित एक बौद्धिक वृत्तचित्र बनाया है, यह वृत्तचित्र अंग्रेजी, 11 भारतीय भाषाओं और श्रवण बाधित लोगों के लिए 2 सांकेतिक भाषाओं में उपलब्ध है, जिसका उद्देश्य राष्ट्रव्यापी स्कूलों में प्रदर्शित करना है।
- मिशन शक्ति का उद्देश्य बच्चों को मिशन और अंतरिक्ष प्रौद्योगिकियों में भारत की प्रगति के बारे में शिक्षित करना, विज्ञान में उनकी रुचि को बढ़ावा देना और उन्हें विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी में करियर बनाने के लिए प्रेरित करना है।

आवश्यकता के बिना लक्ष्य उपग्रह, माइक्रोसैटेलाइट-आर पर सटीक रूप से प्रक्षर करता है।

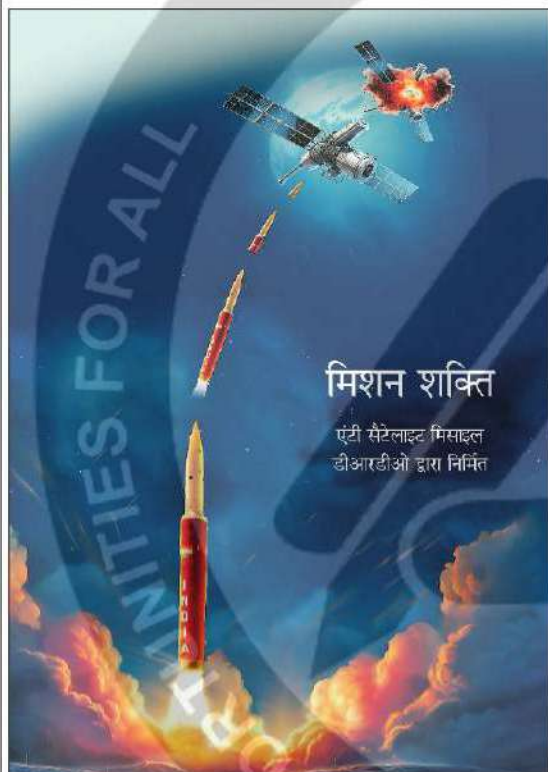
किलोमीटर की ऊंचाई पर उड़ रहे एक लक्ष्य उपग्रह को 10.8 किलोमीटर प्रति सेकंड के समान वेग के साथ रोकने के लिए आवश्यक सटीकता सुनिश्चित करने के लिए सिमुलेशन मोड में हजारों ट्रायल रन आयोजित किए गए थे।

निरंतर विकास हो रहे तकनीकी-वार्तिक परिदृश्य में, भारत उभरते खतरों के प्रति सतर्क है। मिशन शक्ति द्वारा प्रदान की गई ASAT क्षमता अंतरिक्ष-आधारित बुनियादी ढांचे में कमजोरियों का फायदा उठाने के उद्देश्य से संभावित विरोधियों के खिलाफ एक निवारक के रूप में कार्य करती है।

इसके अलावा, मिशन शक्ति के सफल प्रक्षेपण ने न केवल अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में भारत की स्थिति को ऊंचा किया, बल्कि तंग समय-सीमा के भीतर अनुकूलन और नवाचार करने की अपनी क्षमता का भी प्रदर्शन किया, अवधारणा से निष्पादन तक, दो साल के रिकॉर्ड समय में, ASAT हथियार प्रणाली का विकास, तकनीकी प्रगति में सबसे आगे अपनी स्थिति बनाए रखने के लिए भारत की प्रतिबद्धता को रेखांकित करता है।

जैसे कि भारत अंतरिक्ष अन्वेषण और रक्षा में अपनी यात्रा जारी रखता है, मिशन शक्ति पृथ्वी और उससे परे अपने नागरिकों की सुरक्षा को सुनिश्चित करने के लिए देश की दृढ़ता और प्रतिबद्धता के लिए एक दल के रूप में खड़ा है।

सौजन्य से: साइंस पीडिया कम्प्यूटेशनल सेल, CSIR-NIScPR नई दिल्ली। इस लेख पर प्रतिक्रिया feedback.employmentnews@gmail.com को भेजी जा सकती है। (चित्र स्रोत: DRDO और CSIR-NIScPR)



परीक्षण ने न केवल अंतरिक्ष रक्षा के क्षेत्र में भारत की अजेय क्षमताओं को प्रदर्शित किया बल्कि राष्ट्रीय सुरक्षा हितों की रक्षा के लिए अपनी अदृष्ट प्रतिबद्धता को भी रेखांकित किया। मिशन शक्ति न केवल भारत के दृढ़ संकल्प और वैज्ञानिक उत्कृष्टता का परिचायक बना बल्कि इस उपलब्धि ने भारत को उन्नत रक्षा क्षमताओं वाले राष्ट्रों की लीग में स्थान दिलाया है।

एंटी-सैटेलाइट (ASAT) हथियार प्रणाली के विकास ने अपनी रक्षा क्षमताओं को बढ़ाने और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर अंतरिक्ष अन्वेषण में सहयोग को बढ़ावा देने के लिए भारत के समर्पण को प्रकट किया। 1967 की बाहरी अंतरिक्ष संधि के हस्ताक्षरकर्ता के रूप में, अंतरिक्ष अन्वेषण की अपनी खोज को बाहरी अंतरिक्ष के सैन्यीकरण के खिलाफ भारत के रुख के साथ संरेखित करता था, जिससे मानव जाति की साझा विरासत के रूप में अंतरिक्ष में अपने विश्वास को मजबूत करना था।

DRDO ने बैलिस्टिक मिसाइल रक्षा में अपने व्यापक अनुभव का लाभ उठाते हुए इस अहम चुनौती के साथ आसन्न था। उच्च दांव और वैश्विक जांच से अवगत, वैज्ञानिकों को दो विकल्पों का सामना करना पड़ा: 'सॉफ्ट किल' और 'हार्ड किल'। पहला

इंजीनियरिंग के एक चमत्कार के रूप में खड़ा था, जो हिट-टू-किल वाहन के साथ लंबी दूरी के बूस्टर्स को एकीकृत करती थी, जो सभी रडार और कमांड सिस्टम के परिकटा-युक्त नेटवर्क द्वारा सुसज्जित थी।

ऑपरेशन मिशन शक्ति

गोपनीयता का बादल ओढ़े मिशन शक्ति परियोजना एक नियमित बैलिस्टिक मिसाइल परीक्षण का स्वरूप ग्रहण कर सामने आई। इस मिशन में लगभग 150 वैज्ञानिकों ने अथक परिश्रम किया, जिसके परिणाम स्वरूप भारत की अंतरिक्ष संप्रभुता की रक्षा के लिए 13 मीटर लंबी यह इंटरसेप्टर मिसाइल तैयार की गई।

ASAT मिसाइल ने उत्कृष्ट कार्य किया, जिसका लक्ष्य 8 किलोमीटर प्रति सेकंड की गति से पृथ्वी की परिक्रमा करने वाला एक उपग्रह है। एक रडार पल्स के साथ शुरू हुआ यह अभियान अंतरिक्ष की विशालता में दुश्मन उपग्रह के धातु शरीर पर बार करने के उद्देश्य से विकसित किया गया है। एक बार लक्ष्य पर लॉक होने के बाद, मिसाइल का सॉफ्टवेयर बार करने की गणना करेगा, मिसाइल के मूल में नाटक वाहन था, जिसे इमेजिंग इन्फ्रारेड (IIR) Seeker के साथ तैयार किया गया था। मिशन की आंखों के रूप में कार्य करते

ASAT के तकनीकी घटक

1. **किल क्विकल:**
 - मिसाइल का ऊपरी भाग उपग्रह से अवरोधन और टकराने के लिए जिम्मेदार होता है।
 - विस्फोटकों के उपयोग के बिना स्वायत्त रूप से संचालित होता है।
 - मनुष्य के अनुरूप, इसके विशिष्ट कार्य हैं।
2. **इमेजिंग इन्फ्रारेड (IIR) साधक:**
 - मारने वाले वाहन को 'आंखों' के रूप में कार्य करता है।
 - उपग्रह द्वारा उत्सर्जित अवरोध प्रकाश का पता लगाता है (पूर्ण शून्य से ऊपर इसके तापमान के कारण)।
 - उपग्रह की स्थिति के बारे में निरंतर ट्रैकिंग जानकारी प्रदान करता है।
3. **ऑन-बोर्ड कंप्यूटर (OBC):**
 - मारने वाले वाहन का 'मस्तिष्क'।
 - IIR साधक से डेटा प्राप्त करता है और जटिलीय नेविगेशन सिस्टम (INS) से किल क्विकल की स्थिति और वेग के बारे में जानकारी प्राप्त करता है।
 - सटीक स्टीयरिंग दिशा निर्धारित करने के लिए इस डेटा को संसाधित करता है।
4. **जटिलीय नेविगेशन प्रणाली (INS):**
 - OBC को मारने वाले वाहन की वर्तमान स्थिति और अभिविन्यास बताता है।
 - सटीक लक्ष्यीकरण के लिए महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है।
5. **डायवर्ट एंड एंटी-ड्यूड कंट्रोल सिस्टम (DACS):**
 - इन घटकों से मिलकर बनता है:
 - सटीक गति के लिए चार तरल रॉकेट इंजन (बाएं-दाएं, ऊपर-नीचे)।
 - अभिविन्यास के लिए मार वाहन के पीछे आठ छेदे रॉकेट।
 - अल्ट्रा-फास्ट प्रतिक्रिया समय (एक सेकंड का 1/100वां) में OBC में कमांड निष्पादित करता है।
 - उपग्रह को सटीकता के साथ हिट करने के लिए किल क्विकल के पथ को तेजी से (50 से 100 बार प्रति सेकंड) समायोजित करता है।
6. **अंतिम दृष्टिकोण:**
 - अंतिम कुछ सेकंडों में, किल क्विकल अपने प्रक्षेपक को खोल करता है।
 - उपग्रह मृत केंद्र को 11 किमी/सेकंड के सापेक्ष वेग के साथ बार करने का लक्ष्य रखता है।

यह जटिल प्रणाली उपग्रहों को बेअसर करने के महत्वपूर्ण कार्य को प्राप्त करने के लिए उच्च सॉफ्टवेयर, सटीक सेंसर और तेजी से गतिशीलता को जोड़ती है। DACS यह सुनिश्चित करता है कि किल क्विकल अवरोधन के चुनौतीपूर्ण अंतिम क्षणों में भी उल्लेखनीय सटीकता के साथ अपने लक्ष्य को हिट करे।