Defence Technology: Aerial Defence of India

Missiles

A missile is a self-propelled guided projectile designed to be launched into the air and directed towards a specific target. Missiles can be classified into different types based on their propulsion systems, flight paths, and intended use.

- **Ballistic missiles** are initially propelled by rockets and follow an unpowered, arched trajectory to reach their target. They can carry either nuclear or conventional warheads and are classified into short-range, medium-range, intermediate-range, and long-range missiles.
- **Cruise missiles** are unmanned, self-propelled guided missiles that maintain low, horizontal flight paths to avoid anti-missile systems. They have significant payload capacity and high precision. Cruise missiles can be launched from air, land, ship, or submarine. They are classified as subsonic, supersonic, or hypersonic based on their speeds.
- **Quasi-ballistic missiles** combine features of both ballistic and cruise missiles. They initially follow a ballistic trajectory and then transition to a low-altitude, high-speed cruise trajectory.
- **Hypersonic missiles** are designed to travel at speeds equal to or greater than Mach 5. They are highly maneuverable and can alter their flight paths. Hypersonic weapons can be in the form of hypersonic glide vehicles, hypersonic cruise missiles, or hypersonic aircraft.

Missiles play a crucial role in defense technology, providing nations with the ability to strike targets accurately and efficiently across various ranges.

मिसाइल एक स्व-चालित निर्देशित प्रक्षेप्य है जिसे हवा में लॉन्च करने और एक विशिष्ट लक्ष्य की ओर निर्देशित करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। मिसाइलों को उनके प्रणोदन प्रणाली, उड़ान पथ और इच्छित उपयोग के आधार पर विभिन्न प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

- **बैलिस्टिक मिसाइलें** प्रारंभ में रॉकेट द्वारा संचालित होती हैं और अपने लक्ष्य तक पहुंचने के लिए एक धनुषाकार प्रक्षेप पथ का अनुसरण करती हैं। वे परमाणु या पारंपरिक हथियार ले जा सकते हैं और उन्हें कम दूरी, मध्यम दूरी, मध्यवर्ती दूरी और लंबी दूरी की मिसाइलों में वर्गीकृत किया जाता है।

- **क्रूज़ मिसाइलें** मानवरहित, स्व-चालित निर्देशित मिसाइलें हैं जो मिसाइल-विरोधी प्रणालियों से बचने के लिए कम, क्षैतिज उड़ान पथ बनाए रखती हैं। उनके पास महत्वपूर्ण पेलोड क्षमता और उच्च परिशुद्धता होती है। क्रूज़ मिसाइलों को हवा, ज़मीन, जहाज़ या पनडुब्बी से लॉन्च किया जा सकता है। उनकी गति के आधार पर उन्हें सबसोनिक, सुपरसोनिक या हाइपरसोनिक के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।
- **अर्ध-बैलिस्टिक मिसाइलें** बैलिस्टिक और क्रूज मिसाइलों दोनों की विशेषताओं को दर्शाती हैं। वे शुरू में एक बैलिस्टिक प्रक्षेप पथ का अनुसरण करते हैं और फिर कम ऊंचाई, उच्च गति वाले क्रूज प्रक्षेप पथ पर चले जाते हैं।
- **हाइपरसोनिक मिसाइल** को मैक 5 के बराबर या उससे अधिक गति से यात्रा करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। वे अत्यधिक गतिशील होते हैं और अपने उड़ान पथ को बदल सकते हैं। हाइपरसोनिक हथियार हाइपरसोनिक ग्लाइड वाहन, हाइपरसोनिक क्रूज मिसाइल या हाइपरसोनिक विमान के रूप में हो सकते हैं।

मिसाइलें रक्षा प्रौद्योगिकी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं, जो राष्ट्रों को विभिन्न दूरी पर लक्ष्य पर सटीक और कुशलतापूर्वक हमला करने की क्षमता प्रदान करती हैं।

Types of missiles

Ballistic Missiles

Ballistic missiles are initially propelled by rockets and follow an unpowered, arched trajectory to reach their target. These missiles are capable of carrying either **nuclear** or **conventional warheads**. Launch platforms include ships and land-based facilities. Notable examples from the Indian defence arsenal are **Prithvi I, Prithvi II, Agni I, Agni II**, and **Dhanush**.

Classification of Ballistic Missiles

- **Short-range**: Tactical missiles with a range less than 1,000 kilometres.
- **Medium-range**: Theatre missiles with a range between 1,000 and 3,000 kilometres.
- **Intermediate-range**: Missiles with a range between 3,000 and 5,500 kilometres.
- **Long-range**: Intercontinental or strategic missiles with a range exceeding 5,500 kilometres.

Three Stages of Ballistic Missile Flight

- **Boost Phase**: Starts at launch and ends when rockets cease firing; usually lasts three to five minutes and occurs within the atmosphere.

- **Midcourse Phase**: Follows the boost phase, comprises the longest portion of the flight; ICBMs can reach speeds around 24,000 kilometres per hour.
- **Terminal Phase**: Begins when warheads re-enter Earth's atmosphere and ends upon impact; strategic warheads can exceed speeds of 3,200 kilometres per hour.

PHASES OF BALLISTIC MISSILE FLIGHT

बैलिस्टिक मिसाइलें प्रारंभ में रॉकेट द्वारा संचालित होती हैं और अपने लक्ष्य तक पहुंचने के लिए एक powerless, धनुषाकार प्रक्षेप पथ का अनुसरण करती हैं। ये मिसाइलें **परमाणु** या **पारंपरिक हथियार** ले जाने में सक्षम होती हैं। लॉन्च प्लेटफार्मों में जहाज और भूमि-आधारित सुविधाएं शामिल हैं। भारतीय सेना के उल्लेखनीय उदाहरण हैं **पृथ्वी I, पृथ्वी II, अग्नि I, अग्नि II**, और **धनुष.**

बैलिस्टिक मिसाइलों का वर्गीकरण

- **कम दूरी**: 1,000 किलोमीटर से कम दूरी की सामरिक मिसाइलें।
- **मध्यम दूरी**: 1,000 से 3,000 किलोमीटर के बीच की रेंज वाली थिएटर मिसाइलें।
- **मध्यवर्ती-सीमा**: 3,000 से 5,500 किलोमीटर के बीच की मारक क्षमता वाली मिसाइलें।
- **लंबी दूरी**: 5,500 किलोमीटर से अधिक की मारक क्षमता वाली अंतरमहाद्वीपीय या रणनीतिक मिसाइलें।

बैलिस्टिक मिसाइल उड़ान के तीन चरण

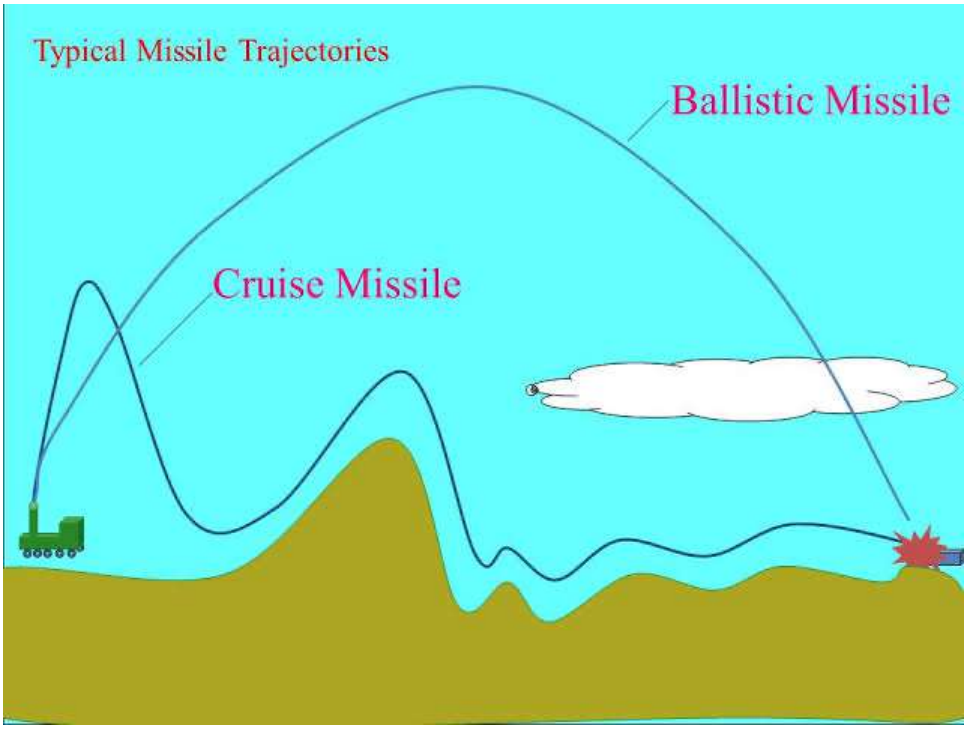
- **बूस्ट चरण**: प्रक्षेपण के समय शुरू होता है और तब समाप्त होता है जब रॉकेट फायरिंग बंद कर देते हैं; आमतौर पर तीन से पांच मिनट तक रहता है और वायुमंडल के भीतर होता है।

- **मिडकोर्स चरण**: बूस्ट चरण के बाद, उड़ान का सबसे लंबा हिस्सा शामिल होता है; ICBM लगभग 24,000 किलोमीटर प्रति घंटे की गति तक पहुँच सकते हैं।
- **टर्मिनल चरण**: तब शुरू होता है जब हथियार पृथ्वी के वायुमंडल में फिर से प्रवेश करते हैं और प्रभाव पर समाप्त होते हैं; रणनीतिक हथियार 3,200 किलोमीटर प्रति घंटे की गति से अधिक हो सकते हैं।

Cruise Missiles

Cruise missiles are unmanned, self-propelled guided missiles with significant payload capacity and high precision. They **maintain low, horizontal flight paths** to avoid anti-missile systems. These can be launched from **air, land, ship, or submarine**.

क्रूज़ मिसाइलें महत्वपूर्ण पेलोड क्षमता और उच्च परिशुद्धता वाली मानवरहित, स्व-चालित निर्देशित मिसाइलें हैं। वे मिसाइल-विरोधी प्रणालियों से बचने के लिए कम ऊँचाई पर क्षैतिज उड़ान पथ बनाए रखते हैं। इन्हें हवा, ज़मीन, जहाज़ या पनडुब्बी से लॉन्च किया जा सकता है।



Classification of Cruise Missiles

- **Subsonic cruise missiles**: Travel below the speed of sound, approximately at 0.8 Mach. Example: Tomahawk missile of the USA.
- **Supersonic cruise missiles**: Travel at speeds between 2-3 Mach, with high kinetic energy due to their speed and warhead mass. Example: BrahMos missile.

- **Hypersonic cruise missiles**: Travel at speeds exceeding 5 Mach; under active development in several countries.

- **सबसोनिक क्रूज़ मिसाइलें**: ध्वनि की गति से कम, लगभग 0.8 मैक पर यात्रा करती हैं। उदाहरण: संयुक्त राज्य अमेरिका की टॉमहॉक मिसाइल।
- **सुपरसोनिक क्रूज़ मिसाइलें**: अपनी गति और वारहेड द्रव्यमान के कारण उच्च गतिज ऊर्जा के साथ 2-3 मैक के बीच की गति से यात्रा करती हैं। उदाहरण: ब्रह्मोस मिसाइल।
- **हाइपरसोनिक क्रूज़ मिसाइलें**: 5 मैक से अधिक गति से यात्रा करती हैं; भारत सहित कई देशों में सक्रिय विकास के तहत।

Quasi-Ballistic Missiles

A **quasi-ballistic missile** incorporates features of both **ballistic missiles** and **cruise missiles**. Specifically, it follows a **ballistic trajectory** during the initial portion of its flight. Subsequently, it transitions to a **low-altitude, high-speed cruise trajectory**. This hybrid flight path allows the missile to take advantage of the benefits of both ballistic and cruise missile technologies.

एक अर्ध-बैलिस्टिक मिसाइल में बैलिस्टिक मिसाइल और क्रूज़ मिसाइल दोनों की विशेषताएं शामिल होती हैं। विशेष रूप से, यह अपनी उड़ान के प्रारंभिक भाग के दौरान एक बैलिस्टिक प्रक्षेपवक्र का अनुसरण करता है। इसके बाद, यह कम ऊंचाई, उच्च गति वाले क्रूज़ प्रक्षेप पथ में परिवर्तित हो जाता है। यह हाइब्रिड उड़ान पथ मिसाइल को बैलिस्टिक और क्रूज़ मिसाइल प्रौद्योगिकियों दोनों का लाभ उठाने की अनुमति देता है।

Hypersonic Missiles

A **hypersonic missile** is designed to travel at speeds equal to or greater than **Mach 5**, which is approximately 1 to 5 miles per second or 1.6 to 8.0 km/s. What distinguishes these missiles from ballistic missiles is their **manoeuvrability**. Unlike ballistic missiles that adhere to a predetermined course, hypersonic missiles have the capability to alter their flight paths.

एक हाइपरसोनिक मिसाइल को मैक 5 के बराबर या उससे अधिक गति से यात्रा करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है, जो लगभग 1 से 5 मील प्रति सेकंड या 1.6 से 8.0 किमी/सेकेंड है। इन मिसाइलों को बैलिस्टिक मिसाइलों से अलग करने वाली बात उनकी गतिशीलता है। पूर्व निर्धारित मार्ग का पालन करने वाली बैलिस्टिक मिसाइलों के विपरीत, हाइपरसोनिक मिसाइलों में अपने उड़ान पथ को बदलने की क्षमता होती है।

Types of Hypersonic Weapons

Hypersonic weapons come in various forms:

- **Hypersonic Glide Vehicle (HGV)**: These are warheads that, following an initial ballistic launch, manoeuvre and glide through the atmosphere at hypersonic

speeds.

- **Hypersonic Cruise Missile**: These missiles utilise air-breathing engines such as **scramjets** to achieve hypersonic speeds.
- **Hypersonic Aircraft**: Similar to hypersonic cruise missiles, these aircraft also employ air-breathing engines like scramjets to reach high velocities.

Russia has claimed its first use of the **Kinzhal hypersonic missile** in the Ukraine conflict, targeting a large underground arms depot in western Ukraine. The missile, capable of speeds exceeding **Mach 5**, was likely launched from a **MiG-31 warplane**

हाइपरसोनिक हथियार विभिन्न रूपों में आते हैं:

- **हाइपरसोनिक ग्लाइड व्हीकल (एचजीवी)**: ये ऐसे हथियार हैं, जो प्रारंभिक बैलिस्टिक प्रक्षेपण के बाद हाइपरसोनिक गति से वायुमंडल में ग्लाइड करते हैं।
- **हाइपरसोनिक क्रूज़ मिसाइल**: ये मिसाइलें हाइपरसोनिक गति प्राप्त करने के लिए **स्क्रैमजेट** जैसे वायु-श्वास इंजन का उपयोग करती हैं।
- **हाइपरसोनिक विमान**: हाइपरसोनिक क्रूज मिसाइलों के समान, ये विमान भी उच्च वेग तक पहुंचने के लिए स्क्रैमजेट जैसे वायु-श्वास इंजन का उपयोग करते हैं।

हाल का उदाहरण: रूस ने यूक्रेन संघर्ष में पश्चिमी यूक्रेन में एक बड़े भूमिगत हथियार डिपो को निशाना बनाते हुए **किंझल हाइपरसोनिक मिसाइल** के पहले इस्तेमाल का दावा किया है। **मैक 5** से अधिक गति में सक्षम मिसाइल को संभवतः **मिग-31 युद्धक विमान** से लॉन्च किया गया था।

Countries with Hypersonic Missiles as of 2023

- **United States**: Actively developing and testing, $3.8 billion budget for 2022.
- **China**: Possesses operational missile, focus on cruise missiles and glide vehicles.
- **Russia**: Research since the 1980s, deployed missile in Ukraine in 2019.
- **India**: Entered hypersonic research in September 2020.
- **Other Developed Countries**: Australia, France, Germany, and Japan in development phase.
- **Nascent Research Countries**: Iran, Israel, and South Korea conducting foundational research.

2023 तक हाइपरसोनिक मिसाइलों वाले देश

- **संयुक्त राज्य अमेरिका**: सक्रिय रूप से विकास और परीक्षण, 2022 के लिए $3.8 बिलियन का बजट।
- **चीन**: इसके पास ऑपरेशनल मिसाइल है, क्रूज़ मिसाइलों और ग्लाइड वाहनों पर ध्यान केंद्रित है।

- **रूस**: 1980 के दशक से रिसर्च, 2019 में यूक्रेन में मिसाइल तैनात।
- **भारत**: सितंबर 2020 में हाइपरसोनिक अनुसंधान में प्रवेश किया।
- **अन्य विकसित देश**: ऑस्ट्रेलिया, फ्रांस, जर्मनी और जापान विकास चरण में।
- **नवोदित अनुसंधान देश**: ईरान, इज़राइल और दक्षिण कोरिया मूलभूत अनुसंधान कर रहे हैं।

Integrated Guided Missile Development Programme (IGMDP)

- **Programme Inception**: Conceived by Dr. A P J Abdul Kalam to achieve self-sufficiency for India in missile technology.
- **Government Approval and Feasibility Study**: Approved by the Government of India on July 26, 1983. A feasibility study was conducted by a team comprising members from DRDO, the army, navy, air force, and defence production. The team recommended the development of five missile systems.
- **कार्यक्रम की शुरुआत**: मिसाइल प्रौद्योगिकी में भारत के लिए आत्मनिर्भरता हासिल करने के लिए डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम द्वारा कल्पना की गई।
- **सरकारी अनुमोदन और व्यवहार्यता अध्ययन**: **26 जुलाई, 1983** को भारत सरकार द्वारा अनुमोदित। डीआरडीओ, सेना, नौसेना, वायु सेना और रक्षा उत्पादन के सदस्यों वाली एक टीम द्वारा एक व्यवहार्यता अध्ययन आयोजित किया गया था। टीम ने पांच मिसाइल प्रणालियों के विकास की सिफारिश की।

Missiles Developed Under IGMDP

- **Prithvi**: Short-range surface-to-surface ballistic missile.
- **Agni**: Intermediate to long-range surface-to-surface ballistic missile. Initially developed as a technology demonstrator for a re-entry vehicle, it was later upgraded to serve as a ballistic missile with varied ranges.
- **Trishul**: Short-range low-level surface-to-air missile.
- **Akash**: Medium-range surface-to-air missile.
- **Nag**: Third-generation anti-tank missile.
- **पृथ्वी**: कम दूरी की सतह से सतह पर मार करने वाली बैलिस्टिक मिसाइल।
- **अग्नि**: मध्यम से लंबी दूरी की सतह से सतह पर मार करने वाली बैलिस्टिक मिसाइल। प्रारंभ में इसे पुनः प्रवेश वाहन के लिए एक प्रौद्योगिकी प्रदर्शक के रूप में विकसित किया गया था, बाद में इसे विभिन्न रेंज वाली बैलिस्टिक मिसाइल के रूप में काम करने के लिए उन्नत किया गया।
- **त्रिशूल**: कम दूरी की निम्न स्तरीय सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइल।
- **आकाश**: मध्यम दूरी की सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइल।

- **नाग**: तीसरी पीढ़ी की एंटी टैंक मिसाइल।

Programme Completion

- **Achievement and Announcement**: After accomplishing its goal of making India self-reliant in missile technology, DRDO formally announced the successful completion of IGMDP on January 8, 2008.

कार्यक्रम समापन

- **उपलब्धि और घोषणा**: भारत को मिसाइल प्रौद्योगिकी में आत्मनिर्भर बनाने के अपने लक्ष्य को पूरा करने के बाद, डीआरडीओ ने औपचारिक रूप से 8 जनवरी, 2008 को आईजीएमडीपी के सफल समापन की घोषणा की।

Missiles of India

Sr. No.	Missile Name	Range	Payload	Features
Surface to Surface Missiles				
Short Range				
1.	Agni 1	700-1000 km	1000 kg	• Single-stage solid propellant • Travels at a speed of 7.5 mach • Nuclear Capable
2	Prithvi- I	40-150 km	1000 kg	• Single-stage liquid-fueled • Can be launched from transporter erector launchers
3	Prithvi- II	350 km	500 kg	• Single stage liquid propellant • Nuclear Capable
4	Prithvi-III	350 Km	1000 kg	• Two-stage, solid propellant motor. • Nuclear capable missile

5	Dhanush	350 km	1000 kg	• Single-stage, liquid-propelled • Naval Variant of Prithvi-II • Nuclear capable
6	Shaurya	700 Km- 1000 Km	200 to 1000 kg	• Two stage solid fuelled missile capable of carrying • Travels at a speed of 7.5 mach • Nuclear capable • Hybrid missile • Capable of manoeuvring like a cruise missile and utilizing its air fins to cruise at sustained hypersonic speeds. • Less vulnerable to enemy’s anti-ballistic missile defence.
7	Prahaar	150 km	200 kg	• Solid-fuelled short-range missile fitted with inertial navigation system • Travels at a speed of Mach 2 • Contemporary weapon system capable of carrying a number of different warheads, nuclear, high-explosives (HE)

				and submunitions
8	Pralay	350 km- 500 km	1000 kg	• Designed to fly faster and is a derivative of Prithvi Defence Vehicle (PDV) exoatmospheric interceptor missile • It is capable of destroying enemy weapons at high altitudes • It has unconventional flight profile and the ability to change directions to make it more unpredictable and raise difficulty level for Air Defence Systems
Intermediate Range				
1.	Agni II	2000-3,500 km	1000kg	• Two and a half stage, solid fuelled missile • A part of the "credible deterrence" against China and Pakistan • Nuclear capable
2.	Agni III	3000-3500 km	1500 kg	• Two stage solid propellant • Nuclear capable • Missile's circular error

				probable (CEP) lies in the range of 40 meters • This makes Agni-III the most accurate strategic ballistic missile of its range class in the world
3.	Agni IV	3500-4000 Km	1000 kg	• Two stage solid propellant • Nuclear capable • The payload, with a re-entry heat shield can withstand temperature of more than 3000 degree Celsius
Intercontinental Ballistic Missile				
1.	Agni V	More than 5000 Km	1500 kg	• Three stage solid propellant • Speed of 24 Mach • Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicles (MITRV) capability. • Nuclear capable
2.	Agni VI	6000-12000 km	1000kg	• It will be a Three stage solid propellant missile • Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicles (MITRV) capability • Nuclear capable

				missile currently under development
Submarine Launched Ballistic Missile				
1.	K4 missile system	3500 Km	2000 kg	• Difficult to be tracked and destroyed by any anti-ballistic weapon • Its Circular Error Probability (CEP determines the accuracy of missiles; lower the CEP, greater is the accuracy) is more accurate • Support the Arihant class of nuclear submarines • Provides capability to launch nuclear weapons from underwater
2.	K-15 –Sagarika	750–1,500 km	1000 kg	• Solid rocket Motor • SLBM version of land based Shaurya Missile • Integrated with the Arihant class submarine. • K series missiles are faster, lighter & stealthier than Agni series. • Boosts second strike

				capabilities of India
3.	K5	5,000–6,000 km	2000 kg	• It is being developed by DRDO for the Indian strategic forces' underwater platforms. • It will arm the future variants of Arihant class submarines of the Indian Navy. • Capable of carrying four MIRV (Multiple Independently targetable Re-entry Vehicle) warheads of 500 kgs each.
4.	K6	8,000 to 12,000 km	3000 kg	• A three-stage missile and is solid fuelled. • It is planned to armed with multiple independently targetable re-entry vehicle.
Surface to Air Missile System				
1.	Trishul	9 Km	5.5 Kg	• Designed to counter a low level attack with a very quick reaction time ability to skim over the sea at a very low altitude and hit against

				sea skimming missiles • All-weather missile • Supersonic Speed
2.	BARAK-8	100 Km	60 kg	• Jointly developed by DRDO & Israeli Aerospace Industry. • Supported by multi-function surveillance track and guidance radars, which enables it to hit targets with precision. • Can engage multiple targets at the same time during day and night in all weather conditions.
3.	MAITRI	25-30 Km	10Kg	• Next generation Quick-reaction surface-to-air missile (QRSAM) • Joint project of India & France
4.	Akash	30Km	30Kg	• Supersonic Speed • Capability to neutralise aerial targets. • Can engage in multiple targets from multiple directions. • Supported by

				‘Rajendra’, an indigenously developed radar system, that has the capability to lock-on to multiple targets in group or autonomous mode. • Its ramjet propulsion and its electronic counter-counter measure equipment helps it to break any electronic jamming system.
Air-to-air Missile				
1.	ASTRA	70 km	15 kg	• First indigenously developed air-to-air missile • Developed by DRDO • Works on the Beyond Visual Range Air-to-Air Missile (BVRAAM) technology • It enables the fighter-pilots to shoot precisely at the enemy targets which are beyond their visual range • All weather, day and night capability

2.	Novator KS-172	200-400 km	50 kg	• Developed initially by Russia in the 1980s • Still being used by the Russian Air Force, as well as the Indian Air Force • Has a range of 400 kms and a top speed of over 4,000 km/hr
Cruise Missile System				
1.	Nirbhay	800-1,000 km	450 kg	• Long range, all-weather subsonic cruise missile • Can be launched from multiple platforms • Nuclear capable • Can fly at low altitude
2	Brahmos	300 Km	Ship and Land based- 200 kg and Aircraft variant- 300 kg	• Joint project of Russia and India • Medium range ramjet supersonic missile • Two-stage (first stage is solid propellant engine and liquid ramjet in second) • Travels at a speed of 2.8 Mach and can be launched from land, air, ship and

				submarine; operational with army, air force & navy.
3	Brahmos II	Expected: 1,500 km		• Under development • Hypersonic version (India’s first hypersonic missile) of Brahmos with a scramjet engine • Expected speed: around 8 Mach • May have technology from Russia’s Zircon missile
Anti-Tank Guided Missiles				
1.	NAG	500m- 20Km	8 kg	• Fire and Forget, lock on after launch • All-weather missile with day and night capabilities • Can be launched from land and air • Five variants: a land version, for a mast-mounted system; the helicopter-launched Nag (HELINA) also known as Dhruvastra; a "man-portable" version (MPATGM); an air-launched

				version; and the Nag Missile Carrier (NAMICA) "tank buster".
2.	SPIKE	4 km		• Israeli fourth generation anti tank guided missile • Fire & forget system • Ability to switch to a different target mid-flight. • Overall hit percentage is more than 95 per cent. • Variants: man-portable, vehicle launched & helicopter launched
3.	Spice 2000	60 km	An add-on kit for 900 kg warheads	• Developed by Israel • Stands for Smart, Precise, Impact, Cost Effective • Consists of inertial navigation, satellite guidance, and electro-optical sensors for pinpoint accuracy • Difficult to be detected on radars • It is not a bomb, but a 'guidance kit' that is attached to a standard

				warhead or bomb

About some recent agni missiles

Agni-IV Specifications

- **Series and Naming**: Fourth in the Agni series, formerly known as Agni II prime.
- **Test History**: First tested in 2011 and again in 2012 from Wheeler Island, off the coast of Orissa.
- **Technical Details**:
  - A two-stage missile powered by solid propellant.
  - Length: 20 meters
  - Launch weight: 17 tonnes
  - Range: Up to 4,000 km
  - Warhead capacity: 1 tonne
- **Advanced Technologies**: Equipped with indigenously developed ring laser gyro and composite rocket motor.
- **Launch Capabilities**: Can be fired from a road-mobile launcher.

अग्नि-IV विशिष्टताएँ

- **श्रृंखला और नामकरण**: अग्नि श्रृंखला में चौथा, जिसे पहले अग्नि II प्राइम के नाम से जाना जाता था।
- **परीक्षण इतिहास**: पहली बार 2011 में और फिर 2012 में उड़ीसा के तट पर व्हीलर द्वीप से परीक्षण किया गया।
- **टेक्निकल डिटेल**:
  - ठोस प्रणोदक द्वारा संचालित दो चरणों वाली मिसाइल।
  - लंबाई: 20 मीटर
  - लॉन्च वजन: 17 टन
  - रेंज: 4,000 किमी तक
  - वारहेड क्षमता: 1 टन
- **उन्नत प्रौद्योगिकियाँ**: स्वदेशी रूप से विकसित रिंग लेजर जाइरो और मिश्रित रॉकेट मोटर से सुसज्जित।
- **प्रक्षेपण क्षमताएं**: सड़क-मोबाइल लांचर से दागा जा सकता है।

Agni-V Specifications

- **Development Timeframe**: Developed indigenously in a span of just three years.
- **Technical Details**:
  - A three-stage missile
  - All stages based on solid fuel
  - Nuclear-capable
  - Payload capacity: 1.5 tonnes
  - Range: 5,000+ km
  - Total weight: 50 tonnes
- **Advanced Technologies**: Equipped with composite rocket motors, advanced navigation systems, onboard computers, and re-entry vehicles. Capable of MIRV (Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicle) for anti-satellite systems.
- **Launch Capabilities**: Can be fired from a road-mobile launcher.

Strategic Significance of Agni-V

- **Global Context**: Considered a game changer for India, placing it among the elite group of countries with the capability to launch intercontinental ballistic missiles, including the US, Russia, France, and China.
- **Geopolitical Implications**: Provides almost complete coverage of China, enhancing India's deterrence capabilities.

अग्नि-V विशिष्टताएँ

- **विकास की समयसीमा**: केवल तीन वर्षों की अवधि में स्वदेशी रूप से विकसित।
- **टेक्निकल डिटेल**:
  - तीन चरणों वाली मिसाइल
  - सभी चरण ठोस ईंधन पर आधारित
    -परमाणु-सक्षम
  - पेलोड क्षमता: 1.5 टन
  - रेंज: 5,000+ किमी
  - कुल वजन: 50 टन
- **उन्नत प्रौद्योगिकियाँ**: मिश्रित रॉकेट मोटर्स, उन्नत नेविगेशन सिस्टम, ऑनबोर्ड कंप्यूटर और पुनः प्रवेश वाहनों से सुसज्जित। एंटी-सैटेलाइट सिस्टम के लिए MIRV (मल्टीपल इंडिपेंडेंटली टारगेटेबल री-एंट्री

व्हीकल) में सक्षम।

- **प्रक्षेपण क्षमताएं**: सड़क-मोबाइल लांचर से दागा जा सकता है।

अग्नि-V का सामरिक महत्व

- **वैश्विक संदर्भ**: इसे भारत के लिए गेम चेंजर माना जाता है, जो इसे अमेरिका, रूस, फ्रांस और चीन सहित अंतरमहाद्वीपीय बैलिस्टिक मिसाइलों को लॉन्च करने की क्षमता वाले देशों के विशिष्ट समूह में रखता है।
- **भूराजनीतिक निहितार्थ**: भारत की निवारक क्षमताओं को बढ़ाते हुए, चीन का लगभग पूर्ण कवरेज प्रदान करता है।

Agni-VI: In Development

- **Status**: Reported to be in early stages of development, intended to be the most advanced version in the Agni missile programme.
- **Technical Expectations**:
  - Capable of being launched from both submarines and land.
  - Projected strike range of 11,000–12,000 km.
  - Expected to be equipped with MIRVed warheads.

अग्नि-VI: विकास में

- **स्थिति**: विकास के प्रारंभिक चरण में होने की सूचना है, अग्नि मिसाइल कार्यक्रम में सबसे उन्नत संस्करण होने का लक्ष्य है।
- **तकनीकी अपेक्षाएँ**:
  - पनडुब्बियों और जमीन दोनों से लॉन्च करने में सक्षम।
  - 11,000-12,000 किमी की अनुमानित मारक क्षमता।
  - MIRVed वॉरहेड्स से लैस होने की उम्मीद है।

India's Nuclear Triad: Components and Strategic Importance

India's nuclear triad refers to its capability to deliver **nuclear weapons** through three distinct platforms: **land, air, and sea**. This diversified approach ensures the effectiveness of India's nuclear deterrence by making it challenging for any adversary to neutralise all of the country's nuclear forces in a first strike.

Components of the Nuclear Triad

- **Land-Based Missiles**: Includes missiles like the **Agni 2**, **Agni 4**, and **Agni 5**. These provide India with a robust land-based delivery system for nuclear

weapons.

- **Air-Based Delivery**: Aircraft such as **Sukhoi Su-30MKIs**, **Mirage 2000s**, and **Jaguars** serve as airborne platforms capable of launching nuclear payloads.
- **Sea-Based Capability**: The **INS Arihant**, a 6,000-tonne indigenous Ship Submersible Ballistic Nuclear (SSBN), represents the maritime component. Additionally, the **K-4 Sagarika** is an Indian 3500 km-range **submarine-launched nuclear warhead capable ballistic missile (SLBM)**. It is designed to be launched from India's **indigenous nuclear submarines**.

Strategic Importance

The operationalisation of this triad contributes to maintaining a **credible nuclear deterrent**. It supports India's **No First Use policy**, making it highly difficult for an adversary to incapacitate India's nuclear arsenal through a first strike. This forms a cornerstone of India's **Nuclear Doctrine**.

भारत का परमाणु त्रय तीन अलग-अलग प्लेटफार्मों के माध्यम से **परमाणु हथियार** पहुंचाने की इसकी क्षमता को दर्शाता है: **भूमि, वायु और समुद्र**। यह भारत की परमाणु प्रतिरोधक क्षमता की प्रभावशीलता को सुनिश्चित करता है, जिससे किसी भी प्रतिद्वंद्वी के लिए पहले हमले में देश की सभी परमाणु ताकतों को बेअसर करना चुनौतीपूर्ण हो जाता है।

परमाणु त्रय के घटक

- **भूमि-आधारित मिसाइलें**: **अग्नि 2**, **अग्नि 4**, और **अग्नि 5** जैसी मिसाइलें शामिल हैं। ये भारत को परमाणु हथियारों के लिए एक मजबूत भूमि-आधारित वितरण प्रणाली प्रदान करते हैं।
- **वायु-आधारित डिलीवरी**: **सुखोई Su-30MKIs**, **मिराज 2000s**, और **जगुआर** जैसे विमान परमाणु पेलोड लॉन्च करने में सक्षम हवाई प्लेटफार्मों के रूप में काम करते हैं।
- **समुद्र आधारित क्षमता**: **आईएनएस अरिहंत**, एक 6,000 टन का स्वदेशी जहाज सबमर्सिबल बैलिस्टिक न्यूक्लियर (एसएसबीएन), समुद्री घटक का प्रतिनिधित्व करता है। इसके अतिरिक्त, **K-4 सागरिका** एक भारतीय 3500 किमी-रेंज वाली **पनडुब्बी से प्रक्षेपित परमाणु हथियार सक्षम बैलिस्टिक मिसाइल (SLBM)** है। इसे भारत की **स्वदेशी परमाणु पनडुब्बियों** से लॉन्च करने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

रणनीतिक महत्व

इस त्रय का संचालन **विश्वसनीय परमाणु निवारक** बनाए रखने में योगदान देता है। यह भारत की **पहले इस्तेमाल न करने की नीति** का समर्थन करता है, जिससे किसी प्रतिद्वंद्वी के लिए पहले हमले के जरिए भारत के परमाणु शस्त्रागार को निष्क्रिय करना बेहद मुश्किल हो जाता है। यह भारत के **परमाणु सिद्धांत** की आधारशिला है।

India’s Missile Defence Programme

Indian Ballistic Missile Defence (BMD) Programme

Historical Context

- **Initiation**: Commenced in 1999 post-Kargil War and as a counter to China and Pakistan's missile capabilities.

System Architecture

- **Two-Tiered System**: Comprises Prithvi Air Defense (PAD)/Pradyumna and Advanced Air Defence (AAD).
    - **First Layer (Exo-atmospheric)**: PAD/Pradyumna and Prithvi Defense Vehicle (PDV) intercept missiles at altitudes of 50–180 km.
    - **Second Layer (Endo-atmospheric)**: AAD/Ashwin intercepts missiles at altitudes of 15-40 km.
- **Target Range**: Capable of intercepting missiles launched from up to 5,000 km away.

Components

- **Radars and Control Posts**: Overlapping network of early warning and tracking radars, along with command and control posts.

Testing and Status

- **Initial Tests**: Started in 2006; multiple successful tests, including one in August 2018.
- **Completion**: First phase completed as of January 2020; awaiting government approval for deployment around the national capital.

भारतीय बैलिस्टिक मिसाइल रक्षा (बीएमडी) कार्यक्रम

ऐतिहासिक संदर्भ

- **पहल**: 1999 में कारगिल युद्ध के बाद और चीन और पाकिस्तान की मिसाइल क्षमताओं के जवाब में शुरू हुई।

सिस्टम आर्किटेक्चर

- **दो-स्तरीय प्रणाली**: इसमें पृथ्वी वायु रक्षा (पीएडी)/प्रद्युम्न और उन्नत वायु रक्षा (एएडी) शामिल हैं।

    - **पहली परत (एक्सो-वायुमंडलीय)**: पीएडी/प्रद्युम्न और पृथ्वी रक्षा वाहन (पीडीवी) 50-180 किमी की ऊंचाई पर मिसाइलों को रोकते हैं।
    - **दूसरी परत (एंडो-वायुमंडलीय)**: एएडी/अश्विन 15-40 किमी की ऊंचाई पर मिसाइलों को रोकता है।
- **लक्ष्य सीमा**: 5,000 किमी दूर से प्रक्षेपित मिसाइलों को रोकने में सक्षम।

अवयव

- **रडार और नियंत्रण पोस्ट**: कमांड और नियंत्रण पोस्ट के साथ-साथ प्रारंभिक चेतावनी और ट्रैकिंग रडार का ओवरलैपिंग नेटवर्क।

परीक्षण और स्थिति

- **प्रारंभिक परीक्षण**: 2006 में प्रारंभ; कई सफल परीक्षण, जिनमें अगस्त 2018 में हुआ एक परीक्षण भी शामिल है।
- **समापन**: पहला चरण जनवरी 2020 तक पूरा हो गया; राष्ट्रीय राजधानी के आसपास तैनाती के लिए सरकार की मंजूरी का इंतजार है।

Iron Dome System

Overview

- **Purpose**: Developed by Israel to intercept and destroy short-range rockets and artillery shells.
- **Detection Range**: Identifies rockets at a distance of 4 to 70 km.

Milestones

- **Final Testing**: Completed in July 2010.
- **Operational Status**: Declared operational in 2011; used in conflicts against Hamas in 2012 and 2014.

Deployment and Collaboration

- **Operators**: Israel and Singapore.
- **India-Israel Deal**: A $2 billion deal signed in 2017 for India to acquire the Iron Dome system.

परिचय

- **उद्देश्य**: कम दूरी के रॉकेट और artillery shells को रोकने और नष्ट करने के लिए इज़राइल द्वारा विकसित।
- **डिटेक्शन रेंज**: 4 से 70 किमी की दूरी पर रॉकेट की पहचान करता है।

मील के पत्थर

- **अंतिम परीक्षण**: जुलाई 2010 में पूरा हुआ।
- **परिचालन स्थिति**: 2011 में परिचालन की घोषणा की गई; 2012 और 2014 में हमास के खिलाफ संघर्ष में इस्तेमाल किया गया।

परिनियोजन और सहयोग

- **ऑपरेटर**: इज़राइल और सिंगापुर।
- **भारत-इज़राइल डील**: आयरन डोम सिस्टम हासिल करने के लिए भारत के लिए 2017 में 2 बिलियन डॉलर के समझौते पर हस्ताक्षर किए गए।

Comparative Analysis

Common Objectives

- Both Indian BMD and Iron Dome aim to protect against incoming missile threats but differ significantly in the types of threats they are designed to counteract.

Technical Capabilities

- Indian BMD is designed for longer ranges and higher altitudes, whereas Iron Dome targets short-range threats.

International Collaboration

- While Indian BMD is an indigenous programme, the Iron Dome system represents international defence collaboration, particularly between India and Israel.

Status and Future Developments

- Indian BMD is waiting for government approval for further deployment, whereas the Iron Dome is already operational and has been combat-tested.

सामान्य उद्देश्य

- भारतीय बीएमडी और आयरन डोम दोनों का उद्देश्य आने वाले मिसाइल खतरों से रक्षा करना है, लेकिन वे जिस प्रकार के खतरों का मुकाबला करने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं, उनमें काफी भिन्नता है।

तकनीकी क्षमताएँ

- भारतीय बीएमडी को लंबी दूरी और अधिक ऊंचाई के लिए डिज़ाइन किया गया है, जबकि आयरन डोम कम दूरी के खतरों को लक्षित करता है।

अंतर्राष्ट्रीय सहयोग

- जबकि भारतीय बीएमडी एक स्वदेशी कार्यक्रम है, आयरन डोम प्रणाली विशेष रूप से भारत और इज़राइल के बीच अंतरराष्ट्रीय रक्षा सहयोग का प्रतिनिधित्व करती है।

स्थिति और भविष्य के विकास

- भारतीय बीएमडी आगे की तैनाती के लिए सरकार की मंजूरी का इंतजार कर रहा है, जबकि आयरन डोम पहले से ही चालू है और इसका युद्ध परीक्षण किया जा चुका है।

S-400 Triumf

The **S-400 Triumf** is a **mobile surface-to-air missile system (SAM)** designed by Russia. It holds the distinction of being the most advanced operationally deployed **modern long-range SAM**, surpassing the United States' **Terminal High Altitude Area Defense system (THAAD)**. The S-400 Triumf is equipped to engage a wide array of aerial threats. These include **aircraft**, **unmanned aerial vehicles (UAVs)**, and **ballistic and cruise missiles**.

The system has a range of **400 km** and can operate at altitudes up to **30 km**. Furthermore, it can track **100 airborne targets** and engage up to **six of them simultaneously**.

एस-400 ट्रायम्फ एक **सतह से हवा में मार करने वाली मोबाइल मिसाइल प्रणाली (एसएएम)** है जिसे रूस द्वारा डिजाइन किया गया है। इसे संयुक्त राज्य अमेरिका के **टर्मिनल हाई एल्टीट्यूड एरिया डिफेंस सिस्टम (THAAD)** को पीछे छोड़ते हुए सबसे उन्नत परिचालन रूप से तैनात **आधुनिक लंबी दूरी की एसएएम** होने का गौरव प्राप्त है।

एस-400 ट्रायम्फ विभिन्न प्रकार के हवाई खतरों से निपटने के लिए सुसज्जित है। इनमें **विमान**, **मानवरहित हवाई वाहन (यूएवी)**, और **बैलिस्टिक और क्रूज़ मिसाइलें** शामिल हैं।

सिस्टम की सीमा **400 किमी** है और यह **30 किमी** तक की ऊंचाई पर काम कर सकता है। इसके अलावा, यह **100 हवाई लक्ष्यों** को ट्रैक कर सकता है और **उनमें से छह को एक साथ निशाना बना सकता है**।

India's Acquisition of S-400 Triumf

India entered into a **$5.43 billion USD agreement** with Russia in October 2018 for the acquisition of the S-400 Triumf missile system. The deliveries have already begun and are expected to conclude by **late 2023 / 2024**. This acquisition is going to substantially enhance India's ability to neutralise **enemy fighter aircraft and cruise missiles at long range**.

भारत ने एस-400 ट्रायम्फ मिसाइल प्रणाली के अधिग्रहण के लिए अक्टूबर 2018 में रूस के साथ 5.43 बिलियन अमेरिकी डॉलर का समझौता किया। डिलीवरी पहले ही शुरू हो चुकी है और 2023/2024 के अंत तक समाप्त होने की उम्मीद है। इस अधिग्रहण से लंबी दूरी पर दुश्मन के लड़ाकू विमानों और क्रूज मिसाइलों को बेअसर करने की भारत की क्षमता में काफी वृद्धि होने जा रही है।

Geopolitical Implications

While the deal significantly boosts India's defensive capabilities, it has faced diplomatic challenges. The United States has expressed objections and has threatened to impose sanctions under the **Countering America's Adversaries Through Sanctions Act (CAATSA)**. Despite such international pressure, India has opted to proceed with the acquisition, underscoring the strategic importance it attributes to the S-400 system for its defence infrastructure.

Design and Capabilities

- **Origin**: Designed by Russia, the **S-400 Triumf** is a mobile surface-to-air missile system (SAM).
- **NATO Designation**: Also known as **SA-21 Growler** by NATO.
- **Operational Superiority**: Considered the most advanced **Modern Long-Range SAM (MLR SAM)**, surpassing the US-developed **Terminal High Altitude Area Defense system (THAAD)**.
- **Aerial Engagement**: Capable of targeting a variety of aerial objects including **aircraft**, **Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)**, and **ballistic and cruise missiles** within a range of **400 km** and up to an altitude of **30 km**.
- **उत्पत्ति**: रूस द्वारा डिज़ाइन किया गया, **एस-400 ट्रायम्फ** एक मोबाइल सतह से हवा में मार करने वाली मिसाइल प्रणाली (एसएएम) है।
- **नाटो के द्वारा दिया नाम**: नाटो द्वारा इसे **SA-21 ग्रोलर** के नाम से भी जाना जाता है।
- **ऑपरेशनल उत्कृष्टता**: सबसे उन्नत **आधुनिक लंबी दूरी की एसएएम (एमएलआर एसएएम)** मानी जाती है, जो अमेरिका द्वारा विकसित **टर्मिनल हाई एल्टीट्यूड एरिया डिफेंस सिस्टम (टीएचएएडी)** को पीछे छोड़ती है।

- **हवाई गतिविधि**: **400 की सीमा के भीतर विमान, मानवरहित हवाई वाहन (यूएवी), और बैलिस्टिक और क्रूज़ मिसाइलों सहित विभिन्न हवाई वस्तुओं को लक्षित करने में सक्षम किमी** और **30 किमी** की ऊंचाई तक।

Technical Specifications

- **Target Tracking**: Can monitor **100 airborne targets** and engage up to **six of them simultaneously**.
- **Generational Advancement**: Represents the **fourth generation** of long-range Russian SAMs, succeeding the S-200 and S-300.
- **Integrated Systems**: Comprises a **multifunction radar**, **autonomous detection and targeting systems**, **anti-aircraft missile systems**, **launchers**, and a **command and control centre**.
- **Missile Variants**: Capable of launching **three types of missiles** for layered defence.
- **लक्ष्य ट्रैकिंग**: **100 हवाई लक्ष्यों** की निगरानी कर सकता है और **उनमें से छह को एक साथ निशाना बना सकता है**।
- **पीढ़ीगत उन्नति**: एस-200 और एस-300 के बाद लंबी दूरी के रूसी एसएएम की **चौथी पीढ़ी** का प्रतिनिधित्व करता है।
- **एकीकृत सिस्टम**: इसमें एक **मल्टीफ़ंक्शन रडार**, **स्वायत्त पहचान और लक्ष्यीकरण सिस्टम**, **एंटी-एयरक्राफ्ट मिसाइल सिस्टम**, **लॉन्चर**, और एक **कमांड और नियंत्रण केंद्र शामिल है** ।
- **मिसाइल वेरिएंट**: स्तरित रक्षा के लिए **तीन प्रकार की मिसाइलों** को लॉन्च करने में सक्षम।

Efficiency and Deployment

- **Effectiveness**: Two times more effective than previous Russian air defence systems.
- **Rapid Deployment**: Can be operational within **five minutes**.
- **Operational Status**: First became operational in **2007** and is tasked with defending Russia.
- **Interoperability**: Can be integrated with **Air Force**, **Army**, and **Navy** air defence units.

- **प्रभावशीलता**: पिछली रूसी वायु रक्षा प्रणालियों की तुलना में दो गुना अधिक प्रभावी।
- **रैपिड डिप्लॉयमेंट**: **पांच मिनट** के भीतर चालू किया जा सकता है।

- **संचालन स्थिति**: पहली बार **2007** में परिचालन शुरू हुआ और इसे रूस की रक्षा करने का काम सौंपा गया है।
- **इंटरऑपरेबिलिटी**: **वायु सेना**, **सेना**, और **नौसेना** वायु रक्षा इकाइयों के साथ एकीकृत किया जा सकता है।

Strategic Deployment

- **Location**: Systems are already deployed to counter threats from **China in the northern sector** and along the **frontier with Pakistan**.
- स्थान: उत्तरी क्षेत्र और पाकिस्तान से लगी सीमा पर चीन के खतरों का मुकाबला करने के लिए सिस्टम पहले से ही तैनात हैं।

LCA Tejas

Overview of HAL Tejas

- **HAL Tejas**, also known as **Light Combat Aircraft (LCA) Tejas**, is an Indian **single-engine, delta wing, multirole light fighter**.
- Designed by the **Aeronautical Development Agency (ADA)** in collaboration with the **Aircraft Research and Design Centre (ARDC)** of **Hindustan**

Aeronautics Limited (HAL).

- Developed for the **Indian Air Force (IAF)** and **Indian Navy**.
- **एचएएल तेजस**, जिसे **लाइट कॉम्बैट एयरक्राफ्ट (एलसीए) तेजस** के नाम से भी जाना जाता है, एक भारतीय **सिंगल-इंजन, डेल्टा विंग, मल्टीरोल लाइट फाइटर** है।
- **एयरोनॉटिकल डेवलपमेंट एजेंसी (ADA)** द्वारा **हिंदुस्तान एयरोनॉटिक्स लिमिटेड (HAL)** के **एयरक्राफ्ट रिसर्च एंड डिज़ाइन सेंटर (ARDC)** के सहयोग से डिज़ाइन किया गया।
- **भारतीय वायु सेना (आईएएफ)** और **भारतीय नौसेना** के लिए विकसित।

Origin and Development

- The LCA programme began in the **1980s**.
- Aims:
  - **Replacement** for India's ageing **MiG-21** fighters.
  - Boost **domestic aviation capability**.
  - Achieve **aerospace self-reliance**.
  - Build a local industry for **state-of-the-art products with commercial spin-offs**.
- एलसीए कार्यक्रम **1980** में शुरू हुआ।
- लक्ष्य:
  - भारत के पुराने **मिग-21** लड़ाकू विमानों के लिए **प्रतिस्थापन**।
  - **घरेलू विमानन क्षमता** को बढ़ावा देना।
  - **एयरोस्पेस आत्मनिर्भरता** हासिल करना।
  - **वाणिज्यिक स्पिन-ऑफ के साथ अत्याधुनिक उत्पादों** के लिए एक स्थानीय उद्योग विकसित करना।

Organisational Structure

- **Aeronautical Development Agency (ADA)** was established in **1984** by the Government of India.
- Principal partner: **Hindustan Aeronautics Limited (HAL)**.
- Collaboration with **DRDO & CSIR Laboratories, public and private sector industries, and academic institutions**.
- **एयरोनॉटिकल डेवलपमेंट एजेंसी (एडीए)** की स्थापना **1984** में भारत सरकार द्वारा की गई थी।

- प्रमुख भागीदार: **हिंदुस्तान एयरोनॉटिक्स लिमिटेड (एचएएल)**।
- **डीआरडीओ और सीएसआईआर प्रयोगशालाओं, सार्वजनिक और निजी क्षेत्र के उद्योगों और शैक्षणिक संस्थानों** के साथ सहयोग।

Technical Features

- **Aerodynamically unstable tailless compound delta-wing configuration** optimised primarily for **manoeuvrability and agility**.
- **Maximum speed**: **Mach 1.8**.
- **Range**: **3,200 km**.
- **Combat range**: **500 km**.
- **Ferry range**: **1,850 km**.
- Constructed of **aluminium-lithium alloys, carbon-fibre composites, and titanium alloys**.
- **Composite materials** make up **45% of the airframe by weight and 95% by surface area**.
- **वायुगतिकीय रूप से अस्थिर टेललेस कंपाउंड डेल्टा-विंग कॉन्फ़िगरेशन** मुख्य रूप से **गतिशीलता और चपलता** के लिए अनुकूलित।
- **अधिकतम गति**: मैक **1.8**।
- **रेंज**: **3,200 किमी**।
- **लड़ाकू रेंज**: **500 किमी**।
- **फेरी रेंज**: **1,850 किमी**।
- **एल्यूमीनियम-लिथियम मिश्र धातु, कार्बन-फाइबर कंपोजिट और टाइटेनियम मिश्र धातु** से निर्मित।
- **मिश्रित सामग्री** वजन के हिसाब से एयरफ्रेम का **45% और सतह क्षेत्र के हिसाब से 95%** बनाती है।

Avionics and Systems

- **Night Vision Goggles (NVG)-compatible "glass cockpit"**.
- **Domestically-developed head-up display (HUD)** by **Central Scientific Instruments Organization (CSIO)**.
- **Multi-function displays**, **Smart Standby Display Units (SSDU)**, and a **"get-you-home" panel**.
- **नाइट विजन गॉगल्स (एनवीजी)-संगत "ग्लास कॉकपिट"**।

- **केंद्रीय वैज्ञानिक उपकरण (सीएसआईओ)** द्वारा घरेलू रूप से विकसित हेड-अप डिस्प्ले (एचयूडी)।
- **मल्टी-फंक्शन डिस्प्ले**, **स्मार्ट स्टैंडबाय डिस्प्ले यूनिट्स (एसएसडीयू)**, और एक **"गेट-यू-होम" पैनल**।

Variants and Orders

- **Mark 1**, **Mark 1A**, and a **trainer version**.
- IAF has ordered **32 Mark 1s, 73 Mark 1As, and 18 Mark 1 trainers**.
- Planned procurement: **324 aircraft in all variants** including **Tejas Mark 2** under development.
- **43 improvements** in the Mark-1A jets including **AESA radar, long-range beyond visual range missiles, air-to-air refuelling, and advanced electronic warfare**.
- **मार्क 1**, **मार्क 1ए**, और एक **ट्रेनर संस्करण**।
- IAF ने **32 मार्क 1s, 73 मार्क 1As, और 18 मार्क 1 ट्रेनर्स** का ऑर्डर दिया है।
- नियोजित खरीद: **तेजस मार्क 2** सहित सभी वेरिएंट में 324 विमान विकासाधीन।
- एईएसए रडार, दृश्य सीमा से परे लंबी दूरी की मिसाइलें, हवा से हवा में ईंधन भरने और उन्नत इलेक्ट्रॉनिक युद्ध सहित मार्क -1 ए जेट में 43 सम्मिलित हैं।

Deployment

- First Tejas squadron became operational in **2016**. (IAF fighter squadrons typically have 18 operationally deployed aircraft, with three crafts kept as a reserve.)
- Participated in military exercises like **Gagan Shakti 2018 and Vayu Shakti 2019**.
- **83 single-engine Tejas Mark-1A** aircrafts by the Indian Air Force were finalised in **January 2020**.
- **Argentina and Egypt have shown interest in Tejas**, the Light Combat Aircraft (LCA) manufactured by Hindustan Aeronautics Limited (HAL).
- पहला तेजस स्क्वाड्रन **2016** में चालू हुआ। (आईएएफ लड़ाकू स्क्वाड्रन में आमतौर पर 18 परिचालन रूप से तैनात विमान होते हैं, जिसमें तीन रिजर्व के रूप में रखे जाते हैं।)
- **गगन शक्ति 2018 और वायु शक्ति 2019** जैसे सैन्य अभ्यासों में भाग लिया।
- **भारतीय वायु सेना द्वारा 83 सिंगल-इंजन तेजस मार्क-1ए** विमानों को **जनवरी 2020** में अंतिम रूप दिया गया।

- **अर्जेंटीना और मिस्र ने हिंदुस्तान एयरोनॉटिक्स लिमिटेड (HAL) द्वारा निर्मित हल्के लड़ाकू विमान (LCA) तेजस** में रुचि दिखाई है।

Comparative Advantages and Significance

- Lightest in its category at **nine tons**.
- Cost-effective at **Rs.180 crore apiece**.
- Comparable to **French Mirage 2000, U.S. F-16, and Swedish Gripen**.
- No accidents during trials.
- Contributes to **indigenisation of military hardware** and provides valuable experience for future aircraft development.

- अपनी श्रेणी में सबसे हल्का **नौ टन**।
- लागत **प्रत्येक 180 करोड़ रुपये**।
- **फ्रेंच मिराज 2000, यू.एस. एफ-16, और स्वीडिश ग्रिपेन** से तुलनीय।
- ट्रायल के दौरान कोई दुर्घटना नहीं।
- **सैन्य हार्डवेयर के स्वदेशीकरण** में योगदान देता है और भविष्य के विमान विकास के लिए मूल्यवान अनुभव प्रदान करता है।

Challenges and Future Prospects

- **Long development period** costing **Rs.172.69 billion**.
- **Limited payload and agility** due to the current **GE F404 engine**.
- **Tejas Mark II** with **GE 414 engine** is awaited but may require re-engineering.
- **लंबी विकास अवधि** लागत **172.69 अरब रुपये**।
- वर्तमान **GE F404 इंजन** के कारण **सीमित पेलोड और चपलता**।
- **GE 414 इंजन** के साथ **तेजस मार्क II** का इंतजार है, लेकिन री-इंजीनियरिंग की आवश्यकता हो सकती है।