



印度彈道飛彈發展述評

講師 林宗達

提 要

1958年，印度開始發展彈道飛彈武力，然因不得重要政治人物與人民的支持，故而受挫。直到1980年代之後，印度發展彈道飛彈武力才獲得重要的突破，目前擁有大地系列戰術彈道飛彈、烈火系列中程與次中程彈道飛彈之外，並正在發展烈火五型與烈火六型等兩種新型的洲際彈道飛彈，此即是洲際彈道飛彈。另外，還有更為先進的布雷哈爾戰術彈道飛彈，也正在發展之中，預計未來數年內，其均可進入印度軍方的作戰行列之中。

關鍵字：短程彈道飛彈、戰術彈道飛彈、中程彈道飛彈、次中程彈道飛彈、洲際彈道飛彈。

前 言

就世界各國彈道飛彈武力的發展而言，印度在此方面的發展，可謂進展神速。目前印度除了已經擁有大地系列(Prithviseries)之戰術彈道飛彈(tactical ballistic missile)、烈火系列(Agni series)之中程與次中程彈道飛彈(medium-range and intermediate-range ballistic missile)之外，並且正在發展兩種新型的洲際彈道飛彈(intercontinental ballistic missile, ICBM)，此即是烈火五型(Agni-5)與烈火六型(Agni-6)洲際彈道飛彈。另外，還有更為先進的布雷哈爾戰術彈道飛彈(Prahaartactical ballistic missile)，也正在發展之中，預計未來數年內，其均可進入印度軍方的作戰行列之中。

儘管如此，印度發展彈道飛彈武力的

過程並非如此平順，相反的，這是一個相當漫長而艱困的過程。因此，以下將分成彈道飛彈發展概略、短程彈道飛彈(short-range ballistic missile, SRBM)、中長程彈道飛彈(medium-range and long-range ballistic missile)以及評論與分析等四個面向來探究印度彈道飛彈的發展，以求對此能有更為全面的認知。

彈道飛彈發展概略

關於印度彈道飛彈歷程，主要可從四個時期論之，此即是1958年至1970年之初始發展階段、1971年至1980年之技術受挫階段、1981年至1994年之技術提升階段與1995年後之技術成熟階段等四個時期。

一、1958年至1970年之初始發展階段

印度最初的飛彈發展計畫，應該要

追溯至1958年印度總理尼赫魯(Jawaharlal Nehru)同意建造一座鈾之再加工廠(plutonium reprocessing plant)之際，印度同時規劃研製反戰車導引飛彈，並企圖以蘇聯的SA-2防空飛彈為基礎，而研發液體燃料發動機(liquid-fuel engine)，以提供研製飛彈之所需。基本上，這兩項計畫都是由印度的國防研究與發展組織(Defense Research and Development Organization, DRDO)負責，然主要的研究機構則是國防研究與發展實驗室(Defense Research and Development Laboratory, DRDL)。據此，印度希望能夠研製和建造具有現代作戰能力之國產飛彈。¹

事實上，印度這些飛彈發展計畫在短期間內，都不是以攜帶大規模毀滅性武器為主的武器，不過，在1970年以前，印度政治人物與人民還是不太贊成這樣的武器研製計畫，故而在支持力度相當微弱的情況下，印度的飛彈計畫最終都胎死腹中。²雖然如此，但1964年5月，印度在獲得法國的半人馬探測火箭(French Cenera sounding rocket)之際，著手進行對此型火箭之複製與改良。儘管這項工程雖然對當時印度的飛彈發展計畫並未能產生即時性的助力，但卻是奠定印度研製飛彈技術之相當重要的基礎，且對二十年後，

亦即是1985年印度之飛彈發展計畫，提供甚為卓越的貢獻。³

二、1971年至1980年之技術受挫階段

不同於1950年代與1960年代，在進入1970年代之後，印度領導人對發展飛彈武力之軍備，卻是相當積極。在1970年時，印度總理甘地夫人(Indira Gandhi)發動了兩項相當重要的飛彈發展計畫－魔王計畫(Project Devil)與英勇計畫(Project Valiant)。⁴

(一)英勇計畫

英勇計畫是印度總理甘地夫人發起的兩個彈道飛彈計畫之一。這個計畫的主要目標是要讓印度具有製造洲際彈道飛彈的能力，並擁有之。然之所以稱為「英勇計畫」，乃是因為印度計劃將研製的洲際彈道飛彈稱之為「英勇飛彈」(Valiant missile)之故。為此，新德里在1971年4月，還編列數百萬元的盧比(rupee, 印度貨幣)，做為研發經費。印度的國防研究與發展實驗室也因此快速地擴編研究與工作人員，而在1972年至1973年兩年期間，國防研究與發展實驗室從原先的400人，擴展至2,500人，增加了六倍以上的職員。⁵由此可見，印度領導人對研製彈道飛彈的熱衷程度。

國防研究與發展實驗室對英勇洲際彈道

1 "India: Missile," NTI: Building A Safer World, Last Update: 25 November 2013, <http://www.nti.org/country-profiles/india/delivery-systems/>.

2 Gaurav Kampani, "Stakeholders in the Indian Strategic Missile Program," Nonproliferation Review, Vol. 10 Issue. 3 (Fall/Winter 2003), p. 53-4. **pp. 48-70.**

3 "India: Missile," NTI: Building A Safer World, <http://www.nti.org/country-profiles/india/delivery-systems/>.

4 Ibid.

5 "Project Valiant," Wikipedia, Last Update: 25 November 2013, http://en.wikipedia.org/wiki/Project_Valiant.

飛彈的基本設計是採用三節液體燃料火箭推進器，初步預估這枚洲際彈道飛彈的總重量約為85噸左右。不過，印度政界則和領導研發英勇飛彈計畫的國防研究與發展實驗室的意見並不一致。印度內閣希望國防研究與發展實驗室評估將印度太空研究組織(Indian Space Research Organization, ISRO)的民用火箭推進器，運用於英勇飛彈的液體燃料發動機之上。但國防研究與發展實驗室則認為在經費有限的情況下，印度既要發展魔王計畫，又要發展英勇計畫，實在是捉襟見肘，難以兼顧。最終英勇計畫在1974年被終止，也因此劃下印度在1970年想要擁有洲際彈道飛彈夢想的句點。⁶

綜觀而論，印度的英勇計畫之所以終止，乃是印度政客的企圖心作祟，而推出一個與印度的財務、科技實力無法配合下的結果。事實上，負責發展這項計畫的國防研究與發展實驗室從頭到尾既不好看，也不熱衷於英勇計畫。然之所以如此，乃在於國防研究與發展實驗室看到政治的熱情，畢竟不能轉化為技術的實務。而依照當時印度的財力與科技力，想要研發不能為國際社會所接受之秘密發展的英勇洲際彈道飛彈，這是相當困難與毫無可能之事。最終，的確如國防研究與發展實驗室之預料，印度還是因為英勇飛彈規劃配置的發動機之技術太難與工程太過浩大，在無法克服技術瓶頸與經費不足的

情況下，終結了這項看似空中閣樓的英勇計畫。⁷

(二)魔王計畫

魔王計畫亦是1970年印度總理甘地夫人發起的兩項彈道飛彈計劃之一，只不過，此項計畫之真正展開的時間則是在1972年。

相對於研製英勇洲際彈道飛彈之技術繁複與經費龐大的虛幻不實的英勇計畫，魔王計畫可說是印度一個較為務實的飛彈發展計畫。不過，魔王計畫之主要目的是標定在印度可以自製生產地對空飛彈(surface-to-air missile)，而並非是研製彈道飛彈，只不過，這些研製地對空飛彈的技術，最終在1980年代之際，卻成為印度研製大地飛彈(Prithvi missile)的重要基礎。⁸

基本上，魔王計畫是以購置蘇聯的SA-2地對空飛彈為範本，做為研製印度國產地對空飛彈的主要基礎。SA-2地對空飛彈的推進器主要是由兩具液體燃料發動機與一具固體燃料推進器所組成，而負責魔王計畫的印度工程師即希望印度在1970年代末可以具有自行生產像SA-2地對空飛彈推進器的能力，使其能夠仿製SA-2地對空飛彈或自製具有如SA-2地對空飛彈性能之國產防空飛彈。然事與願違，國防研究與發展實驗室在1970年代結束之前，還是未能達到這項計劃的要求，致使仿製SA-2地對空飛彈與擁有自製地對空飛彈的魔王計畫，亦以失敗告終。印度官

6 Ibid.

7 Gaurav Kampani, "Stakeholders in the Indian Strategic Missile Program," Nonproliferation Review, p. 54.

8 "India: Missile," NTI: Building A Safer World, <http://www.nti.org/country-profiles/india/delivery-systems/>.

方在1980年時，正式終結編列摩王計畫的預算。儘管如此，經由魔王計畫之地對空飛彈的研究與發展，新德里已經擁有更佳之研製飛彈的基礎，進而發展出令印度具有成就感的大地飛彈。⁹

三、1981年至1994年之技術提升階段

「失敗為成功之母」，這句話用之於印度的飛彈發展可說是最為貼切不過了。儘管1970年代印度提出了研製洲際彈道飛彈的英勇計畫與地對空飛彈的魔王計畫，都以失敗告終。不過，新德里正是因為擁有這些研究的基礎，才使得國防研究與發展實驗室在研製國產飛彈方面，能夠有所突破與成就。

1982年印度推出了十六個飛彈發展選項，隔年，印度將此綜合成一個飛彈發展架構－「整合導引飛彈計畫」(Integrated Guided Missile Program, IGMDP)，並由國防研究與發展組織來推動印度政府這項研製現代飛彈系統的計畫。在此之中，新德里將短程與長程地對空飛彈、反戰車飛彈等被視為是1980年初期對印度陸軍戰力，具有重大提升的武器，並將此列為國防軍備發展的重點要項。不僅如此，事實上，在「整合導引飛彈計畫」的推動下，印度也研製和建造了大地飛彈系列與烈火飛彈(Agni Missile)系列。¹⁰尤其是大地飛彈系列，可說都是在這時期完成者。這項成就使得印度在研製彈道飛彈方面，進入技術提升的階段。對此，概可從對後述之大地飛彈系列的探究中得知。

四、1995年後之技術成熟階段

「登高必自卑，行遠必自邇」。科技的進步與發展，並非是一蹴可及，而是在一步一步之日積月累下所形成的。對此，吾等可從印度飛彈的發展得見，新德里也是在跌跌撞撞的情況下，逐步地完成研製與發展印度的彈道飛彈。

1995年之後，印度在研製彈道飛彈方面獲得長足的進步。對此，可從以下三個面向得見之：

其一，射程方面的進步。在1995年後，印度在研製彈道飛彈之射程方面，進步甚速。從烈火一型(Agni-1)與烈火二型(Agni-2)中程彈道飛彈(medium-range ballistic missile, MRBM)、烈火三型(Agni-3)和烈火四(Agni-4)型次中程彈道飛彈(intermediate-range ballistic missile, IRBM)，再到烈火五型(Agni-5)洲際彈道飛彈。

其二，火箭推進器的進步。在1995年後，由大地飛彈系列之液體燃料火箭推進器，進步到烈火飛彈系列之固體燃料火箭推進器。

其三，攻擊圓周誤差(circular error probability, CEP)的縮小。在1995年後，印度在研製彈道飛彈的能力，不僅展現於射程的擴展與火箭推進器的提升，在彈道飛彈的攻擊精確度方面，也大有斬獲。蓋印度從大地飛彈系列之數百公里就有50公尺以上的攻擊圓周誤差，提升到射程在2,000～3,500公里

9 Ibid.; “Project Devil,” Wikipedia, Last Update: 25 November 2013, http://en.wikipedia.org/wiki/Project_devil.

10 “India: Missile,” NTI: Building A Safer World, <http://www.nti.org/country-profiles/india/delivery-systems/>.

之間的烈火二型中程彈道飛彈只有40公尺的攻擊圓周誤差，此明顯地展現出，印度在研製彈道飛彈方面，無論在推進器、射程與攻擊精準度方面，都已經擁有長足的進步，而可擠進世界研製先進彈道飛彈國家之林。對此，吾等可從後述之中程與長程彈道飛彈的發展得見之。

短程彈道飛彈

在印度發展的短程彈道飛彈中，主要有大地彈道飛彈系列(Prithvi ballistic missile series)與布雷哈爾彈道飛彈(Prahar ballistic missile)等兩大類型。

一、大地彈道飛彈系列

在印度彈道飛彈的發展過程中，大地彈道飛彈系列堪稱是最具關鍵性者。基本上，大地彈道飛彈系列的發展與蘇聯SA-2地對空飛彈與印度的「魔王計畫」有著極為緊密的關聯。因為，魔王計畫是印度企圖仿製SA-2地對空飛彈而進行的飛彈發展計畫，雖然這個計畫以失敗告終，然其研發的技術，卻成為大地彈道飛彈系列的重要基礎，特別是在發動機方面，因此或認為大地彈道飛彈的液體燃料火箭推進器的科技是源自於SA-2地對空飛彈而研製者。¹¹

大地彈道飛彈系列主要有大地一型彈道

飛彈(Prithvi I ballistic missile, SS-150)、大地二型飛彈(Prithvi II ballistic missile, SS-250)與大地三型飛彈(Prithvi III ballistic missile, SS-350)等三者。大地彈道飛彈系列均可以運輸垂直發射車(Transporter-Erector-Launcher, TEL)，執行作戰攻擊任務。¹²

(一)大地一型彈道飛彈

大地一型彈道飛彈是一種短程(short-range)、道路機動(road-mobile)與單節液體燃料推進器(single-stage liquid-fuel propellant)的彈道飛彈。此型飛彈之彈長約為9公尺，彈徑則在1.1公尺左右，重量為4,000公斤，最大飛行高度約為30公里，至於最大射程則有150公里之譜，最小射程為40公里。最初製造的大地一型彈道飛彈若是進行150公里之攻擊任務，則其攻擊圓周誤差(circular error probability, CEP)約為50公尺。不過，近年來印度已經對大地一型彈道飛彈進行改良，加裝全球定位系統(Global Positioning System, GPS)，並在彈頭上配備雷達終端導引系統(radar correlation terminal guidance system)，所以此型飛彈的攻擊精準度已大幅提升。¹³

大地彈道飛彈系列是印度第一個本土發展的彈道飛彈，而大地一型飛彈則是該系列之首。印度在1983年時開始研製大地一型短程彈道飛彈，不過，此型飛彈的首次測試時

- 11 "Prithvi," Deagel, Last Update: 26 November 2013, http://www.deagel.com/Ballistic-Missiles/Prithvi_a000855001.aspx; "Prithvi (missile)," Wikipedia, Last Update: 26 November 2013, http://en.wikipedia.org/wiki/Prithvi_missile.
- 12 "Prithvi," Deagel, http://www.deagel.com/Ballistic-Missiles/Prithvi_a000855001.aspx.
- 13 "Prithvi SS-150250350," MISSILE THREAT, Last Update: 26 November 2013, <http://missilethreat.com/missiles/prithvi-ss-150-250-350/>.

間卻是在1988年的2月25日。由此可見，印度花費不少時間在研製大地一型彈道飛彈之上。¹⁴

雖然大地一型飛彈只有4,000公斤，但卻可以酬載250~300公斤的彈頭。至於彈頭的型式則相當多樣，此型飛彈可以酬載高爆穿透彈(high explosive penetration warhead)、汽油燃燒彈(fuel-air explosive warhead)與化學彈頭(chemical warhead)等。如若需要，事實上，大地一型短程彈道飛彈亦可配備爆炸威力可達一千、五千或一萬兩千到兩萬TNT的戰術性核子彈頭(tactical nuclear warhead)。¹⁵

大地一型彈道飛彈於1994年進入印度陸軍的作戰序列，服役於印度陸軍第444飛彈群(the 444th India Army Missile Group)。2000年以後，印度陸軍增加部署大地一型彈道飛彈的數量，而擴增一個部署此型飛彈的單位—印度陸軍第555飛彈群(the 555th India Army Missile Group)，每個飛彈群至少擁有15輛大地一型彈道飛彈之運輸垂直發射車(TEL)與相對應的支援車輛。基本上，大地一型彈道飛彈由於射程較短，且可以配備戰術性核子彈頭，所以其主要任務在於因應印度與巴基斯坦之間的軍事衝突。¹⁶

由於目前國防研究與發展組織已在研製更為先進的固體燃料火箭推進器的短程彈道飛彈—布雷哈爾彈道飛彈，屆時，印度陸軍將可能會以布雷哈爾彈道飛彈取代大地一型短程彈道飛彈的勤務。¹⁷

(二)大地二型彈道飛彈

基本上，大地二型彈道飛彈與大地一型彈道飛彈都是採用單節液體燃料火箭推進器，且兩者之外型甚為相似。只不過前者之彈長略短一些，約在8.56公尺左右，然射程卻已提升至250公里，而增程型的大地二型飛彈之射程則可達350公里左右，最大的彈頭酬載力為500公斤。¹⁸

大地二型彈道飛彈的發展應在1980年代末與1990年代初，不過，印度在1996年1月27日才首次測試此型飛彈，且直到2003年之際，才進入印度陸軍的戰略武力指揮部服役。如此算來，印度至少花費十五年以上的時間，用於研製大地二型彈道飛彈。然時至今日，印度還持續在進行大地二型飛彈的性能提升和測試工作。在飛彈性能改進方面，主要在於改進大地二型飛彈的導引系統，提升此型飛彈之慣性導引系統之導航能力，並使其具有欺騙反彈道飛彈(anti-ballistic missile,

14 “Prithvi,” GlobalSecurity.org, Last Update: 26 November 2013, <http://www.globalsecurity.org/wmd/world/india/prithvi.htm>.

15 “Prithvi SS-150250350,” MISSILE THREAT, <http://missilethreat.com/missiles/prithvi-ss-150-250-350/>.

16 Ibid.

17 “India to withdraw Prithvi I Missile after Seventeen Years of Service,” DefenseWorld.net, Last Update: 26 November 2013, http://www.defenseworld.net/news/8632/India_To_Withdraw_Prithvi_I_Missile_After_Seventeen_Years_Of_Service

18 “Prithvi (missile),” Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Prithvi_missile.

ABM)系統的能力。另外，提高飛彈射程，使其可以達到350公里也是此型飛彈性能提升的重點之一。最後，印度的國防研究與發展組織在進行大地二型飛彈的性能改良之際，也提高了此型飛彈的彈頭酬載能力，使此型彈道飛彈可以配載1,000公斤的彈頭。¹⁹

至於持續進行性能提升後的測試方面，2010年12月22日與24日、2011年6月9日、2012年8月25日與10月4日，都曾進行測試，而在2011年6月9日的測試中，大地二型彈道飛彈的攻擊精準度已經可以達到10公尺以內攻擊圓周誤差。²⁰另外，在2013年10月初的測試中，此型飛彈也已經可以達到印度戰略武力指揮部(Strategic Forces Command, SFC)之350公里射程的要求。²¹

(三)大地三型彈道飛彈

大地三型彈道飛彈發展於2000年，2004年1月首次測試，同年10月進行第二次試射。此型飛彈之彈長為8.56公尺，彈徑是1.0公尺，發射重量為5,600公斤，可酬載一顆500至1,000公斤的彈頭，至於配載彈頭的型式則

有爆炸力為一萬噸和兩萬噸TNT的核彈頭與傳統高爆彈等。大地三型彈道飛彈酬載1,000公斤、500公斤與250公斤的彈頭，射程各有差異，分別是350公里、600公里與750公里。由此可知，大地三型彈道飛彈的射程範圍在350公里～750公里之間，且由此可見，大地三型彈道飛彈無論是射程、重量與彈頭酬載力都是此系列飛彈之最。²²

另外，大地三型飛彈與大地一型飛彈、大地二型飛彈不同的是，前者是一種使用兩節固體燃料火箭推進器，並且是一種還在進行測試而尚未部署的彈道飛彈。大地三型飛彈進行300至350公里作戰範圍，攻擊圓周誤差為25公尺，據此可知，此型飛彈的攻擊精準度是相當優越的。另外，為了提升大地三型飛彈在大氣層內的運動性能，在靠近飛彈的彈頭部分有四片固定尾翼，因而在攻擊的彈道飛行路線方面，大地三型飛彈將會有更佳的表現。²³

儘管大地三型彈道飛彈還是屬於發展中的武器，不過，印度海軍已經在多次測

19 Ibid; "India test-fires nuclear-capable Prithvi-II missile from Odisha," The Times of India, Last Update: 26 November 2013, http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2013-10-07/india/42793213_1_missile-trajectory-drdo-scientists-surface-to-surface-missile.

20 "Prithvi (missile)," Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Prithvi_missile.

21 Y. Mallikarjun, "Prithvi-II missile test-fired," The Hindu, Last Update: 26 November 2013, <http://www.thehindu.com/news/national/prithviii-missile-testfired/article5209122.ece>; "India test-fires nuclear-capable Prithvi-II missile from Odisha," The Times of India, http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2013-10-07/india/42793213_1_missile-trajectory-drdo-scientists-surface-to-surface-missile.

22 "Prithvi 3," MISSILE THREAT, Last Update: 26 November 2013, <http://missilethreat.com/missiles/prithvi-3/>; "Prithvi Missile," Knowledge Depot, Last Update: 26 November 2013, <http://gs.esetu.net/2011/04/prithvi-missile.html>.

23 "Prithvi 3," MISSILE THREAT, <http://missilethreat.com/missiles/prithvi-3/>.

試中，了解到此型飛彈的優異性，故而除了發展艦射版的大地三型飛彈－Dhanush飛彈之外，也想以此發展潛射型版之大地三型飛彈，海軍將此定名為「K-15」計畫(“K-15” project)。²⁴這個潛射版之大地三型飛彈的射程將會更遠，大約可達600～1,000公里之間。²⁵

二、布雷哈爾彈道飛彈

布雷哈爾彈道飛彈是一種專為對付近程目標而設計的一種短程、固體燃料推進器與道路機動式的彈道飛彈(short-range, solid propellant, road-mobile ballistic missile)。此型飛彈是印度二十一才發展的一種戰術武器，2011年首次測試，預計2014年左右應可服役。²⁶

不似一般彈道飛彈，布雷哈爾彈道飛彈的外型卻是較為接近防空飛彈之細長彈體，此可從其彈長與彈徑得見之。布雷哈爾彈道飛彈之彈長為7.3公尺，然彈徑卻只有0.42公尺，尚不及大地三型彈道飛彈的一半，而約只有大地一型彈道飛彈的1/3，而重量也只有

1,280公斤，由此可見布雷哈爾彈道飛彈是一種細長型的彈道飛彈。然正因如此，故布雷哈爾彈道飛彈可以六枚聯裝於發射箱，而由重型運載車輛進行齊射(salvo)之群攻作戰，堪稱目前世界之所有彈道飛彈系統中，相當獨特的設計。²⁷

布雷哈爾彈道飛彈配備高精確導航、導引與最新型電腦控制之機電驅動系統(electro mechanical actuation system)，使其終端攻擊的精準度可以維持在10公尺以內。如此之能力，實非印度之火箭與大地系列之彈道飛彈所能比擬。²⁸另外，此型飛彈之彈頭可酬載200公斤的彈頭，至於配載彈頭的型式則有高爆彈、集束彈與核子彈頭等，射程約在150公里左右。²⁹

雖然布雷哈爾彈道飛彈是一種細長型的戰術彈道飛彈，但卻是印度相當先進的短程彈道飛彈。此型飛彈堪稱為一種高效率、快速反應、全天候與攻擊精準度的戰場支援戰術系統(cost effective, quick reaction, all-weather, high accurate battlefield support tactical

24 “‘Prithvi-III’ test-fired successful: India rides new high,” Asian Tribune, Last Update: 26 November 2013, <http://www.asiantribune.com/news/2004/10/28/%E2%80%98prithvi-iii%E2%80%99-test-fired-successful-india-rides-new-high>.

25 “Prithvi 3,” MISSILE THREAT, <http://missilethreat.com/missiles/prithvi-3/>.

26 “Prahaar,” MISSILE THREAT, Last Update: 6 February 2014, <http://missilethreat.com/missiles/prahaar/>.

27 “Short-range ‘Prahar’ missile test successful,” NDTV, Last Update: 6 February 2014, <http://www.ndtv.com/article/india/short-range-prahar-missile-test-successful-120930>.

28 “DRDO Launches ‘PRAHAAR’ -Surface to Surface Tactical Missile,” Press Information Bureau, Government of India, 21 July 2011, <http://pib.nic.in/newsite/erelease.aspx?relid=73407>; Vishal Thapar, “India test fires a shoot-and-scoot nuclear missile, Prahaar,” Military Aerospace Internal Security, Last Update: 6 February 2014, <http://spsmai.com/mai/military/?id=391&q=India-test-fires-a-shoot-and-scoot-nuclear-missile,-Prahar>.

29 “Prahaar,” MISSILE THREAT, <http://missilethreat.com/missiles/prahaar/>.

system)的作戰武器。蓋配備固體燃料火箭推進器的布雷哈爾彈道飛彈，可以在2~3分鐘之內，就能進入發射準備的攻擊作戰狀態，且因是以六聯裝之車載方式進行作戰部署，故可以齊射之群攻方式，使敵人防不勝防。³⁰

綜觀而論，布雷哈爾彈道飛彈的整體作戰性能，無論是作戰準備、快速因應、攻擊精準度與群攻能力，都要更優於大地系列彈道飛彈，故或有報導指出，印度將會以布雷哈爾彈道飛彈取代大地系列彈道飛彈。³¹儘管如此，但射程150公里與彈頭酬載量只有200公斤之布雷哈爾彈道飛彈，則仍不如大地系列之彈道飛彈，因此，是否真如報導所言，仍有待觀察。

中長程彈道飛彈

印度自1980年代後期開始研製中程與長程彈道飛彈，目前至少已經有四種中長彈道飛彈服役，亦即是烈火一型(Agni-1)、烈火二型(Agni-2)、烈火三型(Agni-3)與烈火四型(Agni-4)等四種彈道飛彈、並且有兩種新型洲際彈道飛彈(intercontinental ballistic missile, ICBM)正在發展中，此即是烈火五型(Agni-5)

與烈火六型(Agni-6)等兩種洲際彈道飛彈。對此，以下將分而論之。

一、烈火一型中短程彈道飛彈

烈火一型是一種配備單節固體燃料推進器(single solid-fuel propellant engine)的中短程彈道飛彈(medium-range and short-range ballistic missile, SRBM)，飛彈的射程為750-1,250公里之間，為印度陸軍之戰略武力指揮部(Strategic Forces Command, SFC)所部署的重要武力之一。³²

烈火一型飛彈之彈長為14.8公尺、彈徑1.3公尺，最大重量為12,000公斤。³³此飛彈最遲的發展時間，不會超過1989年，1990年代初期進行測試，至遲在2002年服役於印度陸軍之戰略武力指揮部。³⁴烈火一型屬於機動式彈道飛彈，主要是由車載進行機動發射，亦可由鐵路運載執行作戰任務。³⁵

烈火一型飛彈因可酬載一顆1,000公斤的傳統彈頭(conventional warhead)或核子彈頭(nuclear warhead)，所以被印度軍方視為是一種兼具戰略與戰術作戰價值的武力。單從首次試射至服役的時間來看，印度的確在這種飛彈耗費極多的工夫，正因如此，所以此

30 "Praharr (missile)," Wikipedia, Last Update: 6 February 2014, [http://en.wikipedia.org/wiki/Prahaar_\(missile\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Prahaar_(missile)).

31 "Prithvi missiles to be replaced by more-capable Prhar: DRDO," BusinessLine, Last Update: 6 February 2014, <http://www.thehindubusinessline.com/news/prithvi-missiles-to-be-replaced-by-morecapable-prahar-drdo/article4866081.ece>; "After 17 years in service, the Prithvi I missile will give away to smaller and better Praharr," MISSILE THREAT, Last Update: 6 February 2014, <http://missilethreat.com/after-17-years-in-service-the-prithvi-i-missile-will-give-way-to-smaller-and-better-prahar/>.

32 "Agni-I," Wikipedia, Last Update: 20 November 2013, <http://en.wikipedia.org/wiki/Agni-I>.

33 "Agni-I," MISSILE THREAT, Last Update: 20 November 2013, <http://missilethreat.com/missiles/agni-1/>.

34 "Agni-I," Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Agni-I>.

35 "Agni," Wikipedia, Last Update: 20 November 2013, [http://en.wikipedia.org/wiki/Agni_\(missile\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Agni_(missile)).

型飛彈的單價也相當貴，約在六百萬美金左右，可謂是相當昂貴的彈道飛彈。不過，烈火一型彈道飛彈的性能卻是相當優越的。蓋此型飛彈因是採用固體燃料火箭推進器，因此作戰的機動性相當強，遠非一般國家之液體燃料火進推進器可比。另外，烈火一型飛彈的最大飛行高度升限為370公里，最大(終端)的飛行速度為7.5馬赫(mach)或者是每秒可達2.5公里，這樣的飛行速度美國的愛國者三型(PAC-3)飛彈根本無法攔截。至於導引系統方面，烈火一型飛彈配有慣性導航系統(inertial navigation system, INS)與全球定位系統(global positioning system, GPS)進行終端導引(terminal guidance)，因此，烈火一型飛彈的攻擊圓周誤差(circular error probability, CEP)只有25公尺。³⁶這比起1990年代中共M族飛彈擁有飛彈射程的千分之一的攻擊圓周誤差(亦即是1,000公里射程的飛彈就會有1,000公尺的攻擊圓周誤差)，更為精準。³⁷

儘管烈火一型飛彈早在2002年之際，即已服役於印度陸軍的戰略武力指揮部，但事實上，此型飛彈仍在持續進行改良。2010年11月、2011年12月與2012年7月，印度陸軍連

續三年對此型飛彈進行試射，除了增進部隊使用烈火一型飛彈的純熟度之外，如何提高攻擊的精準度，似乎是這三年進行飛彈試射的主要目標。而中國大陸方面對此型飛彈的攻擊精確性，也有很高的評價。³⁸

2013年11月，印度軍方再度對烈火一型飛彈進行700公里打擊範圍的測試，並藉此進一步地瞭解印度陸軍戰略指揮部在運用此型飛彈方面的能力與成熟度。³⁹

二、烈火二型彈道飛彈

烈火二型飛彈之彈長20公尺，彈徑1.3公尺，重量為16,000公斤，可以酬載1,000公斤重的傳統高爆彈、化學彈或核子彈頭(15萬噸與20萬噸TNT)，採用兩節固體燃料推進器，最大射程可達3,500公里，而最短的射程也在2,000公里以上。正因如此，故烈火二型彈道飛彈不似烈火一型是一種處於中程與短程之間的彈道飛彈，而是一種名符其實的中程彈道飛彈。⁴⁰

烈火二型飛彈發展於1997年7月，但印度在1999年4月11日，就已經成功地試射此型飛彈，這距離新德里進行公開核武試爆後，大約只有一年的時間。且在2001-02年之間，印

36 Ibid.

37 林宗達，〈二砲部隊〉，《赤龍爭霸—中共跨世紀的軍事戰略與武力建構》(台北：軍事迷文化，2002)，頁87。

38 〈印度再次試射「烈火—1」型導彈〉，《人民網》，2011年12月2日，<http://military.people.com.cn/BIG5/172467/16472262.html>；〈印度再次成功試射一枚「烈火—1型」導彈〉，《人民網》，2012年7月13日，<http://military.people.com.cn/BIG5/n/2012/0713/c1011-18513753.html>。

39 “Agni-I missile successfully test-fired,” The Times of India, 8 November 2013, http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2013-11-08/india/43821230_1_agni-i-missile-single-stage-missile-launch-pad-4。

40 “Agni-2,” MISSILE THREAT, Last Update: 21 November 2013, <http://missilethreat.com/missiles/agni-2/>。

度就將此型飛彈部署於陸軍的戰略武力指揮部之中。⁴¹

烈火二型飛彈是印度第一枚射程可以達到3,000公里的彈道飛彈，可以打擊中國大陸的主要城市，能夠更加確保印度核武嚇阻的戰略能力，可說是因應新德里在1998年後之「可靠的極小嚇阻」之「核武準則」的產物。⁴²

立足於印度研製飛彈的優越能力之下，烈火二型次中程彈道飛彈一樣配備慣性導航(inertial navigation)、全球導航系統與雙頻雷達(dual-frequency radar)，所以其射程雖長，但攻擊的精準度仍相當高，一般評估烈火二型的攻擊圓周誤差可以維持在40公尺以內。⁴³

另外，與烈火一型中短程彈道飛彈相同的是，烈火二型次中程彈道飛彈為了減低遭受敵人第一打擊(first strike)的脆弱性(vulnerability)，因此在設計上，烈火二型彈道飛彈讓印度陸軍既可以陸基車載方式，進

行攻擊，也可以鐵路運輸方式，來發射飛彈。⁴⁴

再者，從烈火二型飛彈的外型觀之，可以明顯得見此型飛彈雖只有採用兩節火箭，但第二節火箭與彈頭應是可以分離，這是為了提高反制敵人的防衛能力而設計者。故或將酬載彈頭而擁有火箭推進器之部分，列為第三節火箭。而在這個酬載彈頭的部分，配備四具改變方向的火箭推進器，這有利於烈火二型飛彈在進行終端飛行階段的攻擊任務之際，能夠增強運動的敏捷性，躲避防守者之飛彈防禦系統的反制。⁴⁵

儘管烈火二型次中程彈道飛彈擁有超過3,000公里的射程，然因為印度已經研製出射程在3,500公里以上之烈火三型次中程彈道飛彈，所以近年來，印度陸軍戰略武力指揮部對此型飛彈的測試，多是以2,000公里左右的射程為其測試攻擊範圍的主要目標。⁴⁶

三、烈火三型彈道飛彈

41 Ibid.; “India Test-Fires Agni-2 Missile,” RIA Novosti, Last Update: 21 November 2013, http://en.ria.ru/military_news/20120809/175091790.html; “Agni,” FAS: Weapons of Mass Destruction, Last Update: 21 November 2013, <http://www.fas.org/nuke/guide/india/missile/agni.htm>; “India Test Agni-2 Missile,” Arms Control Association, Last Update: 21 November 2013, <http://www.armscontrol.org/node/2902>.

42 “India Made Shourya Missile and Agni-2 Missile Ballistic System,” forcesmilitary, Last Update: 21 November 2013, <http://forcesmilitary.blogspot.tw/2010/11/india-made-shourya-missile-and-agni-2.html>.

43 “Agni-2,” MISSILE THREAT, <http://missilethreat.com/missiles/agni-2/>.

44 “Agni Series of Guided Missile,” India Defense Consultants, Last Update: 21 November 2013, <http://www.indiadefence.com/AGNI%20Missiles.htm>.

45 “Agni-2,” MISSILE THREAT, <http://missilethreat.com/missiles/agni-2/>.

46 “Agni-2 Missile Test Fired,” Proud 2B India, Last Update: 21 November 2013, <http://www.proud2bindian.in/missiles-wmd/2918-agni-2-missile-test-fired.html>; “India Test-Fires Agni-2 Missile,” RIA Novosti, http://en.ria.ru/military_news/20120809/175091790.html; “India Agni 2 Missile Launched in Trial,” NTI: Building a Safer World, Last Update: 21 November 2013, <http://www.nti.org/gsn/article/indian-ballistic-missile-launched-trial-408/>; “India Tests Agni-2 Missile,” Daily Air Force, Last Update: 21 November 2013, <http://www.dailyairforce.com/1180/india-tests-agni2-missile.html>.

從印度彈道飛彈發展的時序來看，烈火三型次中程彈道飛彈發展的時間應該在1990年代末至二十一世紀初期之間，然其至少在2006年7月之際，即已進行試射，然因此次的試射並不成功，故印度又在2007年與2008年連續都進行試射，而且都相當成功。⁴⁷

烈火三型飛彈的彈長16.7公尺，彈徑則有1.85公尺，重量達48,000公斤，可以酬載一顆2,000公斤的彈頭(20~30萬噸的TNT核彈)，然此型飛彈也可能配載多彈頭。烈火三型彈道飛彈是一種兩節固體燃料火箭推進器的飛彈，射程相當遠，可遠達3,500~5,000公里，所以是一種標準的次中程彈道飛彈，而可以輕易攻擊中國大陸的重要城市，實是嚇阻中共軍事的重要利器，故其服役乃是印度對抗中共核武的重要進展。⁴⁸

就烈火飛彈系列的發展來看，烈火三型飛彈不同於烈火一型與烈火二型等兩種彈道飛彈的明顯之處有二：

一是增大彈徑，以提升酬載彈頭的能力。從前述之論可知，烈火一型飛彈之彈長為14.8公尺，彈徑1.3公尺，而烈火二型飛彈之彈長20公尺，彈徑1.3公尺，但烈火三型飛彈的彈長16.7公尺，彈徑卻有1.85公尺，如此之設計，使得烈火三型可以酬載更大與更重的彈頭，甚至於可以轉化成為多彈頭飛彈。

正因如此，故烈火三型飛彈的總重量是烈火二型飛彈的三倍。

二為飛彈體積增加，射程亦大幅提升。烈火三型次中程彈道飛彈相當不同於烈火一型與烈火二型這兩種細長型的彈道飛彈，由其外表觀之，烈火三型次中程彈道飛彈看起來顯得豐腴許多，然如此之設計，使得烈火三型的最長射程可達5,000公里，大大地增進印度在對抗中共核武攻擊的反擊能力，更加支持了新德里所提出之「可靠的極小嚇阻」之核武戰略。因為在烈火三型次中程彈道飛彈尚未發展以前，印度雖已經擁有烈火二型飛彈可以攻擊中國大陸的許多重要城市，但卻無力攻擊北京，直到2005年年底，印度發展烈火三型飛彈之後，新德里才算擁有能夠攻擊北京的核子武力。⁴⁹正因如此，所以烈火三型飛彈的發展也是中共相當關切與在意的戰略武力。⁵⁰

烈火三型飛彈之大幅加寬彈徑的體型設計，不僅使此型飛彈擁有更大的彈頭酬載能力(其為烈火一型與烈火二型彈頭酬載能力的兩倍)，而且改良或更改用途的彈性也較大。依據評估，印度軍方應該已經在對此型飛彈進行性能提升與改良之際，將烈火三型次中程彈道飛彈改良成為可以配備多彈頭飛彈(MIRV)的攻擊武器，並且攻擊的精準度也獲

47 “Agni,” Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Agni_\(missile\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Agni_(missile)).

48 “Agni-3,” MISSILE THREAT, Last Update: 21 November 2013, <http://missilethreat.com/missiles/agni-3/>.

49 “India to Test Launch Agni-3 Missile in Next Five Months,” Space Daily, Last Update: 21 November 2013, <http://www.spacedaily.com/news/missiles-05zzf.html>.

50 “India Preparing Trial Launch of Nuclear-Capable Agni 3 Missile,” NIT Building A Safer World, Last Update: 21 November 2013, <http://www.nti.org/gsn/article/india-looks-induct-nuclear-capable-agni-3-missile/>.

得相當程度的提升。依據推測，烈火三型飛彈的攻擊圓周誤差應該可以縮小至100公尺以內。另外，如同前兩種烈火系列飛彈一樣，烈火三型飛彈也是可以車載方式進行發射，或者是由火車運載來進行作戰攻擊任務。⁵¹

儘管烈火三型飛彈已經多次成功試射，但事實上，烈火三型飛彈還是處於一種發展中的戰略武力，印度也還持續進行性能提升與相關的改良工作，以期將此型飛彈研製成一種更為先進的飛彈。⁵²值得一提的是，近年來新德里深刻地感覺在太空作戰武力方面的不足，因此，印度方面也在規劃如何將彈道飛彈的發展，整合進入反衛星(anti-satellite, ASAT)武器的發展之中，而烈火三型飛彈就是其中之一。在最近的戰略武器規劃中，印度計劃將烈火三型飛彈改良成可以配載外大氣層截殺器(exo-atmospheric kill vehicle, EKV)的反衛星(anti-satellite, ASAT)武器。⁵³

四、烈火四型次中程彈道飛彈

烈火四型飛彈是以烈火二型彈道飛彈為基礎而進行改良的次中程彈道飛彈，故而兩

者有諸多相似之處。烈火四型飛彈的彈長約為20公尺，彈徑是1.2~1.3公尺之間，重量約為20,000公斤，可以酬載一顆1,000公斤的傳統高爆彈或核子彈的彈頭，擁有兩節固體火箭推進器，射程大約在3,500~4,000公里。⁵⁴

烈火四型次中程彈道飛彈是印度近年來才發展的戰略武器，首次的測試時間應是在2011年的11月15日，至於成功的試射則是在2012年9月19日。⁵⁵印度對此型飛彈之期望相當高，此不僅僅是只有在核武武力提升的戰略作用，更為重要的是印度想運用此型飛彈之優越的外形與性能，進一步地將其提升做為反衛星(ASAT)武器之用。在上述提及之2012年9月的測試中，烈火四型在飛行了20分鐘之後，可以精確地擊中目標。然更為重要的是，此型飛彈的飛行高度卻超越了800公里，而其重返大氣層載具(re-entry vehicle, RV)在進入大氣層後，可以承受攝氏3,000度的高溫，成功地完成攻擊測試任務。由此可見，印度已經有將烈火四型次中程彈道飛彈標定於更高範圍的攻擊任務。⁵⁶然此應該就是

51 Ibid.

52 “India Test Fires the Agni-3 Strategic Ballistic Missile,” Defense Update, Last Update: 21 November 2013, http://defense-update.com/newscast/0410/news/agni3_09042010.html#more.

53 “India Contemplates Anti-Satellite Vehicle Integration with Agni-III Ballistic Missile,” MISSILE THREAT, Last Update: 21 November 2013, <http://missilethreat.com/india-contemplates-anti-satellite-vehicle-integration-with-agni-iii-ballistic-missile/>.

54 “Agni-4,” MISSILE THREAT, Last Update: 22 November 2013, <http://missilethreat.com/missiles/agni-4/>; “Agni,” Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Agni_\(missile\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Agni_(missile)); “India launches Agni 4 strategic missile,” Defense Web, Last Update: 22 November 2013, http://www.defencenews.co.za/index.php?option=com_content&view=article&id=21234:india-launches-agni-4-strategic-missile&catid=50:Land&Itemid=105.

55 “Agni,” Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Agni_\(missile\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Agni_(missile)).

56 Ibid.; “India Launches New Generation Strategic Missile AGNI 4,” RP Defense, Last Update: 22 November 2013, <http://rpdefense.over-blog.com/article-india-launches-new-generation-strategic-missile-agni-4-88901225.html>.

進行外太空之反衛星作戰任務。因為此型飛彈的最高作戰升限，並不僅止於2012年測試的800公里，而是可以達到900公里以上。⁵⁷

為了確保核武之第二打擊武力，印度在研製烈火系列飛彈之際，都是標定可以採取車輛運載之機動發射方式而設計之，烈火四型彈道飛彈亦不例外。此型飛彈也可以採取車載方式，進行發射來執行攻擊作戰任務。另外，由於烈火四型飛彈的射程甚長，因此，為了確保其攻擊的精確度，在此型飛彈配備印度國產之高精準的慣性導航系統(INS)、數位控制系統(digital control system)、高強力飛彈電腦系統(very powerful onboard computer system)以及最新型之長程導航系統(long range navigation system)。⁵⁸較之以往，這套長程微型導航系統(micro-navigation system, MINGS)不僅較輕，而且性能更為優越，這也就是為何烈火四型次中程彈道飛彈的重量雖然只有20,000公斤，但卻能達到

4,000公里射程之故。⁵⁹

烈火四型飛彈的發展與成功測試，讓印度進一步發展更長程的彈道飛彈，亦即是烈火五型洲際彈道飛彈(intercontinental ballistic missile, ICBM)，奠定了更為堅實的基礎。而諸多專家亦認為烈火四型飛彈的許多重要系統，都將會移植於烈火五型洲際彈道飛彈之中。⁶⁰

五、烈火五型洲際彈道飛彈

烈火四型次中程彈道飛彈是烈火二型飛彈的改良版，而烈火五型洲際彈道飛彈則是烈火三型飛彈的改良版。

2007年印度的國防研究與發展組織(Defense Research and Development Organization, DRDO)宣布進行烈火三型次中程彈道飛彈的升級版－烈火五型彈道飛彈。烈火五型洲際彈道飛彈雖然也是採用車載機動發射，而可以行之於公路，或者是由鐵路運輸至發射地點，但不同於以往的烈火

57 “India launches Agni 4 strategic missile,” Defense Web, http://www.defencweb.co.za/index.php?option=com_content&view=article&id=21234:india-launches-agni-4-strategic-missile&catid=50:Land&Itemid=105.

58 “Agni 4 Missile Launched Successfully,” Aeromag, Last Update: 22 November 2013, <http://www.aeromag.in/news/defence/agni-4-missile-launched-successfully>; “India Launches New Generation Strategic Missile AGNI 4,” DFENCETALK, Last Update: 22 November 2013, <http://www.defencetalk.com/india-launches-new-generation-strategic-missile-agni-4-38329/>; “India Launches New Generation Strategic Missile AGNI 4,” RP Defense, <http://rpdefense.over-blog.com/article-india-launches-new-generation-strategic-missile-agni-4-88901225.html>.

59 “India launches Agni 4 strategic missile,” Defense Web, http://www.defencweb.co.za/index.php?option=com_content&view=article&id=21234:india-launches-agni-4-strategic-missile&catid=50:Land&Itemid=105; “Agni-4 surprise launch a success, next missile in Dec,” Business Standard, Last Update: 22 November 2013, http://www.business-standard.com/article/economy-policy/agni-4-surprise-launch-a-success-next-missile-in-dec-111111600055_1.html.

60 “Agni-4 surprise launch a success next missile in Dec,” BORADSWORD, Last Update: 22 November 2013, <http://ajaishukla.blogspot.tw/2011/11/agni-4-surprise-launch-success-next.html>.

系列飛彈，烈火五型飛彈則採用儲運發射箱(airtight canister)，執行戰備與攻擊作戰任務，因此，此型飛彈在運輸與儲存方面，則更為便利與安全。⁶¹

烈火五型洲際彈道飛彈之彈長約為20公尺，彈徑則在2.0~2.2公尺，至於重量則超過55,000公斤，可以酬載1,500公斤重量的核子彈頭。烈火五型飛彈採用三節固體火箭推進器，射程可以輕易地超過5,000公里，而依據推估，此型飛彈之最大射程應可達8,000公里左右，已與中共的東風三十一型(DF-31)洲際彈道飛彈相當，所以是名符其實的洲際彈道飛彈，亦可稱為印度第一枚可以達到洲際飛彈射程(5,500公里以上)要求的彈道飛彈。⁶²

依據目前的資料顯示，烈火五型洲際彈道飛彈配備的導引系統與烈火四型彈道飛彈的相關配備相同，也有慣性導航系統與最現代與最精確之微型導航系統(MINS)。除此之

外烈火五型飛彈還配備的高速運轉電腦，能夠更為可靠地導引飛彈進行精確的攻擊，使得此型飛彈在攻擊精確度方面，擁有相當高的評價。⁶³

印度耗費了將近四億美元的經費，用於發展烈火五型洲際彈道飛彈。然此型飛彈的服役大幅提升印度的核武戰略實力，使其可以機動與快速地攻擊亞洲與歐洲所有地區。事實上，美國的紐約與華盛頓也在烈火五型飛彈的攻擊範圍之內。除此之外，烈火五型是印度真正具有多彈頭攻擊能力的彈道飛彈，因其彈頭的配備是一種俗稱多彈頭之多重獨立重返大氣層載具(multiple independently targetable re-entry vehicles, MIRVs)。據聞烈火五型的攻擊彈頭，可以配備3至10顆彈頭，所以烈火五型飛彈是一種具有同時攻擊多個重要戰略據點之能力的飛彈，也堪稱是印度最具核武攻擊力的戰略武器。⁶⁴

61 〈烈火-5洲際彈道飛彈〉，《維基百科》，最新日期：2013年11月22日，<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%83%88%E7%81%AB-5%E6%B4%B2%E9%9A%9B%E5%BD%88%E9%81%93%E9%A3%9B%E5%BD%88>; “Wheeler Island readier for Agni-5 missile launch,” Business Standard, Last Update: 22 November 2013, http://www.business-standard.com/article/economy-policy/wheeler-island-readies-for-agni-5-missile-launch-113091400737_1.html.

62 “Agni-5,” MISSILETHREAT, Last Update: 22 November 2013, <http://missilethreat.com/missiles/agni-5/>; “India Conducts Second Test of Agni-5 Missile,” GlobalSecurity.org, Last Update: 22 November 2013, <http://www.globalsecurity.org/wmd/library/news/india/2013/india-130915-rianovosti01.htm>.

63 “Second Test Flight of Agni 5 Missile Successful,” Defense Talk, Last Update: 22 November 2013, <http://www.defencetalk.com/second-test-flight-of-agni-5-missile-successful-49084/>.

64 “Agni-V,” Wikipedia, Last Update: 22 November 2013, <http://en.wikipedia.org/wiki/Agni-V>; “Agni-5 India’s most potent nuclear-capable ballistic missile, launched successfully,” NDTV, Last Update: 22 November 2013, <http://www.ndtv.com/article/india/agni-5-india-s-most-potent-nuclear-capable-ballistic-missile-launched-successfully-418800>; “What makes 5500km range Agni-5 missile deadlier,” Last Update: 22 November 2013, <http://news.rediff.com/report/2009/oct/12/what-makes-5000-km-range-agni-5-missile-deadlier.htm>; “Agni 5 Missile: India Successfully Tests AGNI-V Missile,” India Scanner, Last Update: 22 November 2013, <http://indiascanner.com/agni-5-missile-india-successfully-68522>.

正因如此，所以此型飛彈的發展引起中共高度的矚目，而戰略專家與學者也相信，烈火五型飛彈正是印度因應中共崛起與核武威脅之雙方進行核武軍備競賽的產物。⁶⁵

烈火五型洲際彈道飛彈在2012年4月的測試中，即已成功的展現出其遠程與精確的攻擊能力，不過，這次試射乃是未配備彈頭的飛彈試射，因此目前印度陸軍仍在持續進行烈火五型洲際彈道飛彈的測試。2013年9月15日，印度軍方再度對此型飛彈進行測試，且獲得相當滿意的結果。依據目前各方的推測，烈火五型飛彈還會再進行四至五次的測試，才會進入印度陸軍戰略指揮部服役，而這個時間最遲應不會超過2015年。然未來此型飛彈的服役，更加確保印度在因應中共與巴基斯坦的核武威脅的能力。⁶⁶相對的，也大幅加強印度在1998年以降所提出的「可靠的極小嚇阻」之「核武準則」。

六、烈火六型彈道飛彈

烈火六型彈道飛彈是印度計劃於烈火五型洲際彈道飛彈在2015年服役後，繼續發展的烈火系列飛彈。由於烈火六型飛彈是屬於正在發展中的戰略武器，因此外界對其所知相對也較少。不過，依據推測，此型飛彈的彈長應該不會比烈火五型飛彈更長，而大約在17公尺左右，但卻可以酬載約3,000公斤重的彈頭，所以此型飛彈可以確定的是一種多彈頭之彈道飛彈，而印度軍方賦予可以同時攻擊多個重要城市與戰略據點的核子攻擊武器。⁶⁷

事實上，烈火六型飛彈是一種採用三節固體火箭推進器的戰略飛彈，而其第一節火箭就是使用印度太空研究組織(Indian Space Research Organization)之較大型與較重之地球同步軌道衛星之發射載具(Geo Synchronous Launch Vehicle, GSLV)或全球衛星發射載具

65 Heather Timmons and Jim Yardley, "Signs of an Asian Arms Buildup in India's Missile Test," New York Times, Last Update: 22 November 2013, http://www.nytimes.com/2012/04/20/world/asia/india-says-it-successfully-tests-nuclear-capable-missile.html?pagewanted=all&_r=0.

66 "India Missile Test Not Seen Changing Asian Security Dynamics," NIT: Building A Safer World, Last Update: 22 November 2013, <http://www.nti.org/gsn/article/india-hails-successful-test-agni-5-experts-see-little-change-asian-security-dynamics/>; "AGNI 5 missile test launched," New Kerala, Last Update: 22 November 2013, <http://www.newkerala.com/news/story/67187/agni-5-missile-test-launched.html>; "India Conducts Second Test of Agni-5 Missile," RIA Novosti, Last Update: 22 November 2013, <http://en.ria.ru/world/20130915/183462412/India-Conducts-Second-Test-of-Agni-5-Missile.html>; "Wheeler Island readier for Agni-5 missile launch," Business Standard, http://www.business-standard.com/article/economy-policy/wheeler-island-readies-for-agni-5-missile-launch-113091400737_1.html.

67 "Indian scientists developing missile capable of carrying multiple nuclear warheads," MISSILE THREAT, Last Update: 23 November 2013, <http://missilethreat.com/indian-scientists-developing-missile-capable-of-carrying-multiple-nuclear-warheads/>; "Advanced Agni-6 missile with multiple warhead likely by 2017," Business Standard, Last Update: 23 November 2013, http://www.business-standard.com/article/economy-policy/advanced-agni-6-missile-with-multiple-warheads-likely-by-2017-113050800034_1.html.

(Global Satellite Launch Vehicle)，單是這一節火箭的重量就已經高達40,000公斤。不過，就目前各項已經公開的資訊而言，外界還是很難得知烈火六型飛彈第二節火箭與第三節火箭的組成與其實際的重量。只是隱約可以得知，印度很有可能會在2017年測試此型戰略飛彈。⁶⁸

另外，或認為儘管烈火六型的彈長可能不會超過烈火五型飛彈，但由於其噸位可能較大，因此無論是彈頭的酬載力與射程也都會超過烈火五型飛彈。依據推估，烈火六型飛彈的射程至少在6,000公里以上，而最長則可能會超越10,000公里的射程。⁶⁹

此外，值得關注的是，印度在發展烈火六型洲際彈道飛彈之際，很可能是採取一種陸基戰略飛彈與潛射彈道飛彈(submarine-launched ballistic missile, SLBM)共同發展之型態而進行研製的。⁷⁰

最後，無可置疑的是，印度持續熱衷與努力研發如此之多的戰略飛彈，特別是具有攜帶多彈頭之同時攻擊多個重要城市與戰略據點之能力的戰略飛彈，如烈火五型與六型等兩種飛彈，將迫使其潛在最大的敵對者——中共與巴基斯坦採取相對應的戰略作為，一場後冷戰時期亞洲最大的核子軍備競賽已經

開序幕，然其終止之日，卻是遙不可知。

評論與分析

經由上述之論可知，印度發展彈道飛彈的實力，無論是戰術作戰之短程彈道飛彈，或者是專門配載核子彈頭之戰略作用的中長程彈道飛彈，都堪稱世界先進的飛彈。

綜觀而論印度發展彈道飛彈武力具有一個相當重要的特性，此即是機動性高。蓋無論是大地系列彈道飛彈或烈火系列彈道飛彈，或者是新近發展之布雷哈爾彈道飛彈，都是採取車載之機動發射，無一是採用固定基座或發射井之發射飛彈的方式。

最後，吾人提出發展趨向與國際戰略意涵做為對印度發展彈道飛彈之評論與分析的兩大重點。

一、發展趨向

仔細檢視印度發展彈道飛彈武力，可以明顯得見以下幾點重要趨向：

其一，反應快速化。從印度發展彈道飛彈武力中，吾等可以明顯地得知，印度研製彈道飛彈之反應快速化的趨向。印度在1980年代初期與末期研製的大地一型彈道飛彈是採用液體燃料火箭推進器，缺乏快速因應作戰的能力，但在1990年後研製的各型彈道飛

68 Ajai Shukla, "Advanced Agni-6 missile with multiple warheads likely by 2017," Broads Word, Last Update: 23 November 2013, <http://ajaiashukla.blogspot.tw/2013/05/advanced-agni-6-missile-with-multiple.html>.

69 "Advanced Agni-6 missile with multiple warheads likely by 2017," RP Defense, Last Update: 23 November 2013, <http://rpdefense.over-blog.com/advanced-agni-6-missile-with-multiple-warheads-likely-by-2017>; "Advanced Agni-6 missile with multiple warheads likely by 2017," Asitimes, Last Update: 23 November 2013, <http://asitimes.blogspot.tw/2013/05/advanced-agni-6-missile-with-multiple.html>.

70 "AGNI-VI," India Defence, Last Update: 23 November 2013, <http://defenceprojectsindia.wordpress.com/tag/agni-6/>.

彈，無論是大地三型彈道飛彈、烈火系列彈道飛彈或布雷哈爾彈道飛彈，則都已採用固體燃料火箭推進器，所以因應作戰的時間從數十分鐘，縮短至只需數分鐘，大幅縮短作戰準備時間，故而有作戰反應快速化之趨向。

其二，攻擊精準化。印度發展彈道飛彈的趨向除了反應快速化之外，更為重要的是攻擊精準化的趨勢。即以1980年代初期研製的大地一型短程彈道飛彈與1990年代末研製的烈火二型中程彈道飛彈為例，前者大地一型短程彈道飛彈射程150公里之攻擊圓周誤差大約為50公尺，但後者烈火二型中程彈道飛彈射程3,500公里之攻擊圓周誤差則在40公尺以內。後者之射程為前者之20倍以上，但攻擊圓周誤差卻小於前者。

其三，射程遠距化。在印度發展彈道飛彈的過程中，無論是大地系列彈道飛彈或者是烈火系列彈道飛彈，都有射程遠距化的趨向。大地一型彈道飛彈的射程是150公里，大地二型彈道飛彈為350公里，大地三型彈道飛彈之最長射程則可達750公里。至於烈火系列彈道飛彈亦同。烈火一型最大射程是1,250公里，烈火二型最大射程為3,500公里，烈火三型最大射程為5,000公里，烈火四型最大射程是4,000公里，烈火五型最大射程為8,000公里，烈火六型最大射程是10,000公里。從此之中可見，烈火四型彈道飛彈雖較烈火三型彈道飛彈短少了1,000公里，而有下降趨勢，但就做為烈火二型的改良型彈道飛彈而言，

事實上，烈火四型彈道飛彈應仍屬於印度研製彈道飛彈之射程遠距化的趨向之中。

其四，彈頭分離化與多彈頭化。彈頭分離化與多彈頭化是專指印度烈火系列彈道飛彈的發展而論者。從上述之論中可見，除了烈火一型彈道飛彈之外，烈火二型、烈火三型、烈火四型、烈火五型與烈火六型都是彈頭可與彈體分離的彈道飛彈。

另外，從烈火三型次中程彈道飛彈發展之後，印度就更加重視多彈頭飛彈的發展，而最近發展的烈火五型與烈火六型等兩種洲際彈道飛彈都是屬於典型的多彈頭飛彈。

二、國際戰略意涵

基本上，就國際戰略層次而論，印度發展彈道飛彈之作為，至少有以下兩點重要的意涵：

首先是提升印度國際地位的意涵。做為擁有世界人口數第二的大國，印度並不甘心只是一個南亞的區域強權，相對的，新德里有想成為一個可以左右亞洲事務之強烈的企圖心，甚而競逐世界強權地位的大國。蓋如果只是想要保有南亞的區域強權，印度並不需要發展次中程彈道飛彈，更不需要發展洲際彈道飛彈，也不需要擁有三艘俄製的航空母艦之後，又大力建造國產的航空母艦(第一艘國產航空母艦已於2013年下水測試，並計劃建造第二艘)。⁷¹凡此種種，在在顯示印度並不甘心只是一個南亞區域的強權，而有強烈地邁向亞洲強權，甚至是世界強權的企圖心。

71 林宗達，〈發展的動機〉，《龍騰四海—中共航空母艦發展之評析》(新北市：晶采，2013)，頁41。

其次是加劇國際核武軍備競賽之戰略局勢。儘管印度採取的「可靠的極小嚇阻」是一種較傾向於守勢之核武戰略，但這樣印度近年來大力發展核武與其載具—彈道飛彈的作為，不可避免將會提升相關國家的因應作為，特別是巴基斯坦與中國。前者之巴基斯坦對印度的軍事因應作為將會加劇南亞核武軍備競賽的局勢，至於後者之中國對印度的軍事因應，則將更為複雜。對此，概可從以下兩個面向論之：

第一，就南亞區域的戰略局勢論之。印度加強發展核武與彈道飛彈的作為，不可避免地將會讓中國提升巴基斯坦反制印度的戰略考量，提高其對巴基斯坦在戰略與戰術武器的支援或供給的層次，如此必會強化與深化印巴之間的軍備競賽局勢。

第二，就亞洲區域與全球的戰略局勢而論。在因應印度核武與彈道飛彈發展方面，就中國的作為而言，不外乎是強化戰略飛彈武力與反制飛彈的作為。但這兩項作為都會引起美、英、法、俄、日等國的關注，甚至採取相對應的作為，特別是美國和日本，從而牽動了世界戰略局勢發展的變化。就此而論，這不僅僅是亞洲區域之戰略局勢受到影響，事實上，全球的戰略局勢不可避免也會受其牽連。

作者簡介

林宗達先生，台灣大學政治學系博士，現任職於台灣大學政治學系兼任講師。



AT-3教練機(照片提供：張家維)