

以色列「鐵穹」(Iron Dome)反火箭系統與戰略意涵

The Study of Israel's "Iron Dome" System against Rockets and its Strategic Meanings

盧文豪 (Wen-Hao, Lu)

國防大學海軍指揮參謀學院陸戰組中校教官

提 要

在2012年11月份的新一波以巴衝突中，以色列發展的「鐵穹」系統傑出的表現使其聲名大噪，並成為全球注目的焦點。而這套系統的誕生使得長期處於火箭攻擊威脅下以色列民眾的恐慌得以減緩。然而，看似單純為了反制激進組織如「哈馬斯」與「真主黨」的火箭攻擊而設計的「鐵穹」系統，卻對於以色列，甚至中東地區而言，在政治、經濟、軍事與心理各個方面存在著深層的戰略意涵，也因為它的這層的意涵，事實上已經成為以色列的戰略性武器。

關鍵詞：鐵穹系統、以色列、巴勒斯坦、哈馬斯

Abstract

During the new conflict between Israel and Palestine in November 2012, the outstanding performance of Israel's "Iron Dome" made it world-famous and became the spotlight globally. The birth of this system would relief the Israelis' panic under the threat of rocket attacks. "Iron Dome," even though, seems simply to be designed against Hamas and Hezbollah's rocket capabilities. In fact, it has deep strategic meanings on the perspectives of politics, economy, military and psychology. Due to this reason, "Iron Dome" is indeed as a strategic weapon for Israel.

Keywords: Iron Dome, Israel, Palestine, Hamas

壹、前 言

「鐵穹」系統是由以色列獨立發展，為當今世上唯一同時提供反制火箭、砲兵與迫砲、直升機與無人載具的武器系統。不同於美國與北約使用的大規模飛彈防禦系統，

需要尋求地區協定以部署攔截飛彈來擊落長距離飛彈，「鐵穹」系統設計用於因應射程較短的火箭系統對人口稠密地區的攻擊。¹ 2012年11月剛剛落幕的以巴衝突中，大出風頭的不是新式戰機、無人機，也不是以色列精銳特種部隊，而是成功攔截「哈瑪斯」

1 Leandro Oliva and Robert Johnson, "How Israel's Iron Dome Takes Out Incoming Rockets," *Businessinsider.com*, Nov 16, 2012, <<http://www.businessinsider.com/how-israels-iron-dome-works-2012-11>> (檢索日期：2012年11月28日)

(Hamas)火箭彈的「鐵穹」(Iron Dome)反火箭攔截系統。巴勒斯坦極端組織「哈馬斯」在7天的戰事期間向以色列境內發射了1,506枚火箭彈，其中875枚打在郊外，152枚未能成功發射；479枚「有效攻擊」火箭彈，「鐵穹」系統攔截了421枚，攔截率高達88%，甚至比愛國者飛彈還高。消息曝光後，以色列的「鐵穹」系統頓時成為全球焦點，除了媒體的爭相報導，甚至引起許多國家對這套系統的高度興趣。²

以色列長期處於「哈馬斯」與黎巴嫩的「真主黨」(Hezbollah)等組織火箭攻擊的威脅陰影下，除了造成以色列人民生命財產的損失，也直接衝擊以色列的政治與經濟環境。2006年以軍發起反制火箭與報復性的攻擊行動而進軍加薩走廊，但所得到的效果卻相當的有限，而「鐵穹」系統就在如此的環境下被發展。然而，這種用以因應非精密且造價低廉的火箭彈，或根本像是被發射的土製炸彈，看似單純防衛性的武器系統卻對於以色列，甚至中東地區而言有相當深遠的戰略意涵，也因為這個原因，「鐵穹」系統事實上可視為以色列的戰略性武器。本文藉以對「鐵穹」系統的發展進程、運作與功能和作戰效益等研究，進而探討這套系統對中東地區所存在的戰略意涵。

貳、火箭攻擊對以色列的安全威脅

以色列自建國以來一直處於戰火之中，從1948年到1982年的30多年間，與22個阿拉伯國家發生過五次大型的戰爭，今天，和以色列接壤的各阿拉伯國家已經沒有一個和以色列公開處於戰爭狀態。即便如此，以色列的安全問題並非高枕無憂。一直以來，火箭襲擊是以色列主要安全威脅之一，尤其是在與加薩地區相鄰的南部和與黎巴嫩接壤的北部地方。³面對這種不對稱作戰，以色列曾試圖使用正規手段因應，如對加薩地區進行封鎖，嚴禁武器進入，武力入侵清剿反以色列的武裝等。不過，這些手段對於輕武器封鎖效果原本就不佳，而對付容易就地取材，無需外部補給的火箭更是一籌莫展。

當以色列對它的邊界入侵者管控越來越趨嚴密，兩個主要反以色列的極端團體巴勒斯坦的「哈馬斯」組織與黎巴嫩的「真主黨」也開始運用地下通道運送武裝人員到以色列並開始積極運用相關資源發展火箭攻擊的能力。「哈馬斯」組織於2001年開始射擊他們的第一枚「卡桑」(Qassam)火箭，展開了長期以來對以色列的火箭攻擊。根據估計，2000-2008年間「哈馬斯」對以色列總共射擊了超過4,000枚的火箭。大部分為「卡桑」火箭，而近年來更發現「哈馬斯」運用更長程的「格勒」(Grad)火箭對亞實基倫(Ashkelon)與貝爾謝巴(Be'er Sheva)等兩個城市實施攻擊。⁴而「真主黨」在2006年與以色列的戰爭中展現了先進的火箭攻擊的能力，

2 王和，〈以色列「鐵穹」是如何「鑄」成的〉，《大紀元》，2012年11月28日，<<http://www.epochtimes.com/b5/12/11/28/n3740026.htm>>（檢索日期：2012年12月13日）

3 志康，〈八天行動戰績驕人，至少成功攔截四百餘枚火箭彈 巴以衝突「鐵穹」暴得大名〉，《深圳特區報》，2012年12月10日，版7。

4 Yoel Marcus, "Both Attacked and Condemned," *Haaretz*, Nov 21, 2006, <www.haaretz.com/print-edition/opinion/both-attacked-and-condemned-1.201863>（檢索日期：2012年12月13日）

超過4,200枚122公厘「卡秋莎」(Katyusha)火箭對以色列北部地區，包括第3大城海法(Haifa)實施轟炸。44名以色列平民死於「真主黨」的火箭攻擊，並有數十萬計的以色列人逃離家園。⁵

如依照「哈馬斯」先前運用的火箭射程估算，幾乎有100萬的以色列人居住在「哈馬斯」的火箭威脅之內，對以色列造成了政治上與經濟上嚴重的衝擊。而「哈馬斯」組織在2012年11月與以色列的新一波衝突中，連續以火箭攻擊以色列商業首都特拉維夫(Tel Aviv)，並自1970年以來首度火箭攻擊以色列政治首都耶路撒冷(Jerusalem)，兩枚火箭射程超過了60公里並都寫下巴勒斯坦火箭深入以色列的距離紀錄，⁶如以這樣的火箭射程計算，處在火箭攻擊威脅的以色列人可能增加到超過3百萬人。(如圖1)

對「真主黨」與「哈馬斯」而言，保持對以色列火箭攻擊的能力有它的戰略優勢。雖然在2006年戰爭中以色列展現優越的作戰能力，但從另一方面來看，它也缺少使以色列人民免於「卡秋莎」火箭攻擊的能力。「真主黨」了解火箭攻擊對以色列人民重要的心理因素，並善加運用使火箭攻擊的效用發揮到極致。「真主黨」的武裝人員在戰爭的最後一日發射了250枚的「卡秋莎」火箭，向世界展示了他們的組織仍然未受到損傷而且依然可以加注痛苦在以色列人民身上。而「哈馬斯」的「卡桑」與「格勒」火箭則運用在對以色列政府施加壓力，在2008年加薩

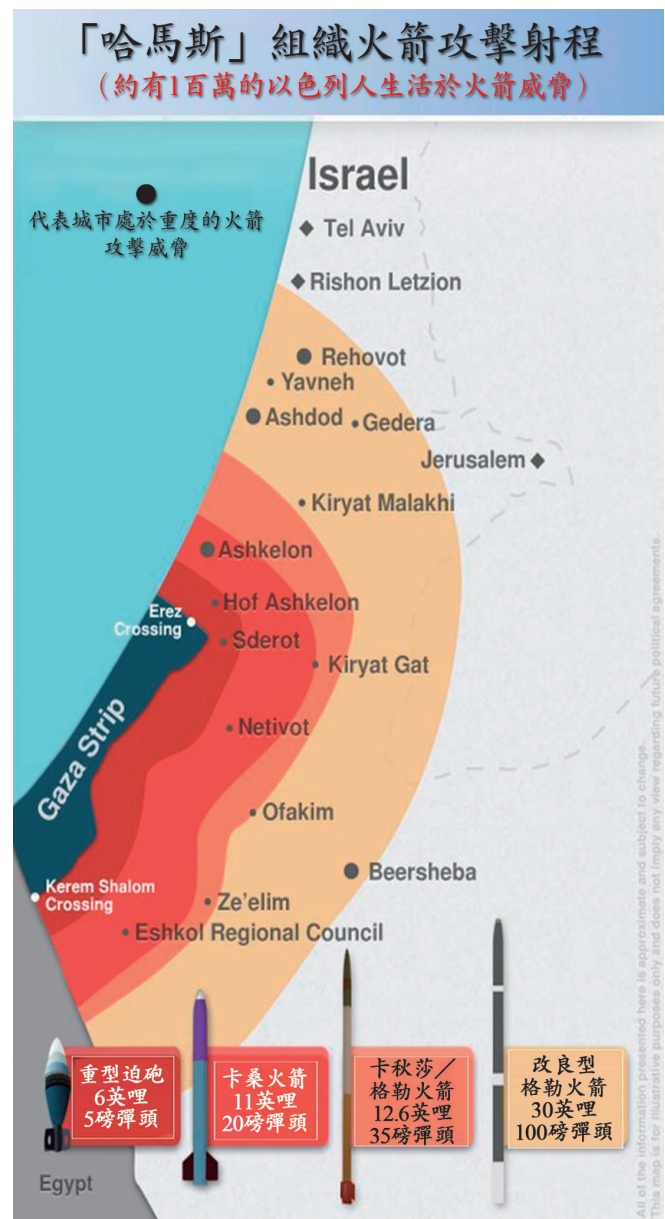


圖1 「哈馬斯」組織火箭攻擊射程示意圖

資料來源：

1. "Map of Hamas Rocket Ranges," *Israel Defense force*, Mar 11, 2012, <<http://www.idfblog.com/2012/03/10/israel-under-fire-gaza/hamas-rocket-ranges-3/>>

2. 作者翻譯整理。

5 "Lebanon/Israel: Hezbollah Hit Israel with Cluster Munitions During Conflict," *Human Right Watch*, Oct 19, 2006, <<http://www.hrw.org/en/news/2006/10/18/lebanonisrael-hezbollah-hit-israel-cluster-munitions-during-conflict>> (檢索日期：2013年2月5日)

6 彭淮棟，〈耶路撒冷遭火箭攻擊 以色列將進擊加薩〉，《聯合新聞網》，2012年11月17日，<<http://udn.com/news/WORLD/WOR3/7505453.shtml#ixzz2FvSyUf4Q>> (檢索日期：2012年12月15日)

走廊的戰爭中，「哈馬斯」運用大量的火箭攻擊迫使以軍發動地面攻擊，在阿拉伯世界中造成以色列侵略加薩走廊的形象，而「哈馬斯」則扮演對抗侵略者的角色，此外，面對以色列對加薩地區「哈馬斯」軍事領袖的刺殺行動，火箭攻擊也對以色列實施報復性的攻擊。⁷

參、「鐵穹」(Iron Dome)反飛彈系統簡介

一、初期概念與發展進程

儘管火箭攻擊造成以色列政府戰略上的危機與人民生命財產上的損失，以色列的領導人向來不太願意支持採取防衛的措施。因此，以色列的政治人物與軍方指揮官們不願意花費珍貴的國防預算資源在防衛方案上，因為這樣的概念並不適合以色列人的戰略思維與文化。一個缺乏戰略縱深的小國家，在傳統上的以色列教條強調必須採取強勢的攻勢作為，快速攻擊敵人國土。先進與數量領先的戰車與飛機在這樣的攻勢理念上為最適合的武器裝備。因此，只有大眾強烈抗議才能促使以色列領導人花費經費在保護人民財產上。⁸但是2006年的戰爭，「真主黨」的火箭攻擊使得以色列在攻勢理念產生極大的改變，以色列領導人因而開始轉移注意力與

資源在防衛措施上。⁹

以色列的敵人中，黎巴嫩「真主黨」首先在90年代就開始採取短程火箭彈來攻擊以色列，而巴勒斯坦「哈馬斯」在2001年也開始使用火箭彈攻擊以色列。2004年時，負責以色列國防部研發新武器系統部門的戈爾德(Daniel Gold)准將開始狂熱的投入因應火箭彈襲擊的計畫。而當時軍方幾乎沒有人相信火箭彈防禦系統是可行的，因為這些火箭彈沒有固定目標，並且從發射到命中只有幾十秒的時間，而且更重要的是這些火箭彈體型都很小，難以被攔截。¹⁰

雖然如此，戈爾德准將與他的研究小組在2005年認真檢視火箭防禦系統可能的選項，他們認為運用雷射或是巨大的散彈槍作為反火箭防禦系統是可行發展概念，而這些概念未來也就成為「鐵穹」系統發展的基礎。¹¹他對這未來的火箭防禦系統有極高要求，認為需要一個先進的雷達系統24小時不停的監視整個加薩地區，並且在火箭彈發射的瞬間，無論其大小，就開始計算其降落的地點，如果可能危及人口密集地區，則發射一枚導彈在空中將其擊落，而整個過程必須在15秒之內完成。除了精準度的要求外，還必須要求攔截導彈的成本只是一般空對空飛彈的1/10，以免敵手經由大量發射火箭彈來

7 Lazar Berman, "Israel's Iron Dome: Why America Is Investing Hundreds of Millions of Dollars," *AEI*, No. 2, Sep 2012, pp. 2-3.

8 同註7，頁3。

9 Isabel Kershner and Fares Akram, "As Rockets Fly, New Conditions Shape Fight in Gaza," *New York Times*, Mar 12, 2012, <www.nytimes.com/2012/03/13/world/middleeast/in-gaza-new-conditions-shape-old-fight.html> (檢索日期：2012年9月20日)

10 同註2。

11 "Israel's Iron Dome Defense Battled to Get Off Ground," *Reuters*, Nov 26, 2012, <<http://online.wsj.com/article/SB10001424127887324712504578136931078468210.html#project%3DIRONDOME1126%26articleTabs%3Darticle>> (檢索日期：2012年12月17日)

從財政上迅速耗竭攔截飛彈。

在獨立研發「鐵穹」系統前，以色列軍方曾考慮多種方案，包括美軍的「鸚鵡螺系統」(Nautilus)又稱為「戰術高能鐳射武器」(Tactical High-Energy Laser; THEL)與「方陣近迫武器系統」(Phalanx)通稱方陣快砲，然而建構「鸚鵡螺系統」相當的昂貴，僅僅運送相關裝備到以色列就要花費1.8億美元，加上它是固定設施，無法機動，而且作戰效能尚未獲得完全的驗證；¹²另一套系統「方陣近迫武器系統」，經由以色列軍方的測試，這套系統也許可以滿足以色列的需要，但是當20公釐的彈藥落在學校或住家附近引發的爆炸反而會造成民眾安全上的問題。¹³

在2006年爆發與「真主黨」的戰爭後，攔截火箭彈成了以色列政府的首要任務，在當時33天的戰爭中，「真主黨」總共對以色列發射了超過4,200枚的火箭彈，打死了44名以色列人。¹⁴戰爭結束後，時任以色列總理的奧爾默特(Ehud Olmert)首次聽取了關於「鐵穹」的報告。然而奧爾默特拒絕向「鐵穹」投資，但當時以色列國防部長儘管缺乏軍事經驗，但對「鐵穹」提供了全力的支持，並繞過正常的程序給這個項目撥款1,000萬美元。但這依然遠遠不夠，以色列國防

部因此向當時的美國布希政府求援，卻遭到冷淡的回應，五角大廈的專家同時也對「鐵穹」系統的可行性表示懷疑。

在2007年底，新的以色列政府開始支持「鐵穹」系統，並且提供2億美元的資金，促使整個項目開始迅速進展。於是，在2007年以色列政府批准實施發展「鐵穹」系統試驗，由以色列拉斐爾(Raphael)公司與美國雷神(Raytheon)公司聯合開發。¹⁵2009年的一次測試中，「鐵穹」系統的多枚「泰米爾」(Tamir)飛彈成功擊落了多枚模擬的火箭彈。¹⁶而在美國總統歐巴馬上臺後，美方也開始改變對「鐵穹」的態度。歐巴馬當時的考量是如果能建立一套防禦系統，讓以色列感到安全，則以色列和該國在中東地區的敵人更有可能達成和平協議。在2009年歐巴馬政府因為以色列在加薩地區的屯墾區問題和以色列總理內塔尼亞胡(Benjamin Netanyahu)發生不睦時，¹⁷美國提議支持「鐵穹」系統，可能部分是為了修補兩國關係，隨後美國國防部再次對「鐵穹」系統進行評估，並得出正面的結論。

「鐵穹」終於在2011年投入使用，並在當年4月7日首次擊落來襲的巴勒斯坦火箭彈，也在隨後的3天中又擊落8枚。¹⁸根據

12 Alon Ben-David, "The Battle over the Aerial Umbrella in the South," *Nana 10*, Mar 2, 2009, <<http://news.nana10.co.il/Article/?ArticleID=620324&TypeID=1&sid=126>> (檢索日期：2012年11月28日)

13 同註7，頁7。

14 同註5。

15 〈巴以衝突落幕「鐵穹」大出風頭〉，《中評社》，2012年12月10日，<<http://www.chinareviewnews.com/doc/1023/3/7/1/102337110.html?coluid=4&kindid=16&docid=102337110&mdate=1210094437>> (檢索日期：2012年12月12日)

16 〈以色列成功測試短程導彈防禦系統〉，《中國產業科技》，第7期，2009年9月，頁69。

17 鍾行憲，〈屯墾活動已成美國與以色列的一個爭論〉，《中央社》，2009年6月1日，<<http://dailynews.sina.com/bg/news/int/cna/20090601/0152313503.html>> (檢索日期：2012年12月22日)

18 同註2。

以色列軍方所公布的數據，「鐵穹」系統在2012年11月份與「哈馬斯」衝突停火前，共擊落421枚從加薩走廊發射的火箭，高達88%的攔截成功率。由於這系統的運作使得以色列在7天的砲擊中僅造成6位平民喪生，最終降低了以色列的決策者因為政治的壓力，使得以色列未對加薩走廊實施全面地面作戰。¹⁹（如表1）

二、系統運作原理與作戰能力

「鐵穹」系統是當今世上唯一同時提供反火箭、砲兵與迫砲、直升機與無人載具的武器系統，設計用於因應射程較短的火箭系統對人口稠密地區的攻擊。²⁰它可以在大約70公里的有效範圍內因應以上的威脅，另外對非常短程（10公里內）的空中威脅也具有相當的作戰能力。這系統能在任何天氣狀況

表1 「鐵穹」系統大事紀要

時間	大事紀要(2007-2012)
2007年	以色列政府批准實施發展「鐵穹」系統試驗，由以色列拉斐爾(Raphael)公司與美國雷神(Raytheon)公司聯合開發。
2008年7月	「泰米爾」(Tamir)攔截飛彈成功測試。
2009年	美國歐巴馬政府表態支持「鐵穹」系統發展。
2009年7月	「鐵穹」系統的多枚「泰米爾」飛彈首次成功擊落了多枚仿造「哈馬斯」與「真主黨」使用的模擬火箭。
2010年5月	歐巴馬宣布將要求國會在2011年度給予以色列2.05億美元，用於建構第3與第4套「鐵穹」系統。
2011年3月	以色列現任國防部長埃巴拉克批准「鐵穹」系統正式投入運作，並完成首2套系統部署。
2011年4月	「鐵穹」系統次擊落來襲的巴勒斯坦「哈馬斯」的火箭。
2012年5月	美國國防部長潘內達(Leon Panetta)宣布將再提供7,000萬美元的經費支援。
2012年12月	以色列與「哈馬斯」新一波衝突中，「鐵穹」系統攔截了421枚火箭，攔截率高達88%，該系統頓時成為全球注目的焦點。

資料來源：

1. 〈巴以衝突落幕「鐵穹」大出風頭〉，《中評社》，2012年12月10日，<<http://www.chinareviewnews.com/doc/1023/3/7/1/102337110.html?coluid=4&kindid=16&docid=102337110&mdate=1210094437>>
2. “Israeli arms company successfully tests Iron Dome anti-Qassam missile,” *Haaretz*, Jul 7 2008, <<http://www.haaretz.com/hasen/spages/999680.html>> Retrieved 27 July 2009.
3. 〈以色列成功測試短程導彈防禦系統〉，《中國產業科技》，第7期，2009年9月，頁69。
4. “President Obama Signs US-Israel Enhanced Security Cooperation Act,” White House, Jul 27, 2012, <www.whitehouse.gov/photos-and-video/video/2012/07/27/president-obama-signs-us-israel-enhanced-security-cooperation-act#transcript> (accessed September 12, 2012).
5. 王和，〈以色列「鐵穹」是如何「鑄」成的〉，《大紀元》，2012年11月28日，<<http://www.epochtimes.com/b5/12/11/28/n3740026.htm>>
6. “Israel's Iron Dome Defense Battled to Get off Ground,” Reuters, Nov 26, 2012, <<http://online.wsj.com/article/SB10001424127887324712504578136931078468210.html#project%3DIRONDOME1126%26articleTabs%3Darticle>>

¹⁹ 同註11。

²⁰ “Iron Dome Defense System against Short Range Artillery Rockets,” *RAFAEL*, Dec 21, 2012. <http://www.rafael.co.il/marketing/SIP_STORAGE/FILES/6/946.pdf>（檢索日期：2012年12月25日）

下運作，包含在低雲層、雨天、沙塵暴與大霧。²¹

一套標準的「鐵穹」反火箭攔截系統包括三部分：一部由以色列飛機工業公司(IAI)研製的EL/-M2084多功能雷達、²²一個由以色列mPrest系統公司提供的戰場管理和武器控制(BMC)中心，²³以及3部由拉斐爾公司研製生產的攔截導彈發射平臺²⁴（每部發射平臺裝20枚「泰米爾」攔截飛彈，機動方式為卡車裝載）。²⁵

「鐵穹」的雷達系統負責追蹤接近的射彈並分析它們的彈道資料，隨後將訊息傳至戰場管理與控制中心來決定是否發射攔截飛彈。「鐵穹」系統採用了與拉斐爾公司的「斯拜德」近程(Spyder SR)及「斯拜德」中程(SpyderMR)機動面空飛彈(SAM)系統相同的火控系統。一旦探測到來襲的火箭彈，它可攻擊的區域會在電子地圖上呈現重疊的橢圓形狀。隨著更多詳細彈道資料的獲得，落

點以越來越高的精度被定位，橢圓區域會迅速縮小。每個發射裝置都配備有20枚攔截飛彈，其排列形式為5×4，發射角大於70°，使發射裝置後方形成一個安全區域。攔截彈在飛行過程中接收更新的彈道資料。接近目標時，它將使用雷達導引頭進行末段導航，隨後引爆目標彈頭。²⁶（如圖2）

特殊的是「鐵穹」系統具有智慧選擇功能，能夠立即計算火箭的彈道，將相關數據與資料傳到控制中心，控制中心再依此判斷火箭的落點位置，²⁷假如控制中心決定火箭將落至開放地區，那控制中心將忽略它。但是假如飛彈將前往城鎮與人口稠密地區或是重要基礎建設，「泰米爾」攔截飛彈將由機動的發射座垂直發射。飛彈依照火箭的接近路線飛行，當接近時，紅外線感應器引發附近的引信，引爆逼近的火箭。²⁸此外，「鐵穹」系統可以進行同時多目標的發射，它的機動性也使得以軍快速的轉移防空部隊於加

21 同註20。

22 EL/M-2084是一種高精度、中遠端、機動式、全固態的反砲兵／防空多功能雷達。用於反砲兵作戰時，EL/M-2084雷達可以在有地面雜波和電磁干擾的情況下，探測包括火箭和迫擊砲彈在內的散射截面積較小的多種飛行物，能同時對200枚來襲火箭／迫擊砲彈進行定位與跟蹤，並且能對100公里內的敵方火箭砲和火砲進行定位。資料來源：蕭蕭，〈鐵穹系統欲獻「死亡之吻」〉，《中國國防報》，2012年3月6日，版14。

23 mPrest系統公司的戰場管理和武器控制(BMC)中心也非專為「鐵穹」系統研製的，而是可以整合進行任何一種防空／反火箭系統，並且能與以色列國防軍的作戰指揮中心相連結。該系統採用由以色列軟體公司開發的火控軟體，具有空情採集、圖像繪製、目標識別、計算攔截程式、控制發射和攔截效果處理等能力，是整套「鐵穹」系統的「大腦」。同註22。

24 「泰米爾」導彈外形類似拉斐爾公司的「德比」空對空導彈，很可能是應用了「斯拜德」地空導彈系統的成熟技術。但「泰米爾」導彈的全動側翼和尾翼均為切尖三角形，而且尺寸也比「德比」小得多，全彈長3公尺，彈重90公斤，彈徑0.16公尺，配裝高爆預製破片戰鬥部、近炸引信和主動雷達導引頭。同註22。

25 同註22。

26 馬淩、朱愛平，〈拉斐爾公司鐵穹防禦系統首次亮相巴黎防務展〉，《飛航導彈》，第11期，2010年11月，頁6。

27 呂炯昌，〈以巴衝突落幕鐵穹反火箭防空系統大出風頭〉，《今日新聞》，2012年12月10日，<<http://www.nownews.com/2012/12/10/334-2880903.htm>>（檢索日期：2012年12月15日）

28 同註2。

「鐵穹」反火箭防空系統運作原理

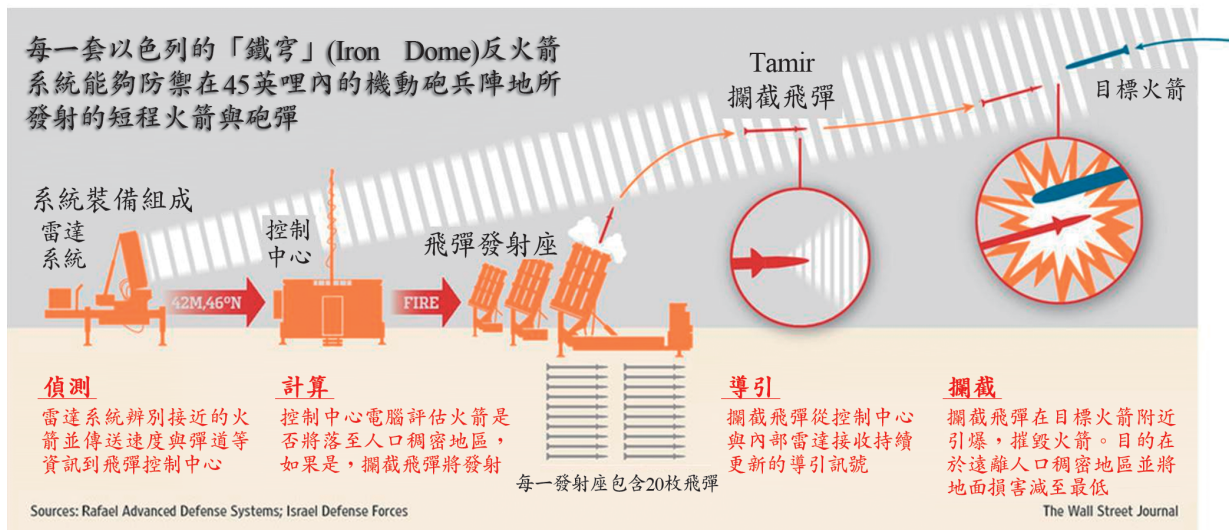


圖2 「鐵穹」反火箭攔截系統運作原理

資料來源：

1. Charles Levinson and Adam Enthuse, "Israel's Iron Dome Defense Battled to Get off Ground," *The Wall Street Journal*, Nov 26, 2012, <<http://online.wsj.com/article/SB10001424127887324712504578136931078468210.html#project%3DIRONDOME1126%26articleTabs%3Darticle>>
2. 作者翻譯整理。

薩走廊至黎巴嫩邊界。²⁹

三、「鐵穹」系統作戰效益探討

當2012年11月以巴的衝突結束，以色列國防部長巴拉克(Ehud Barak)總結「防務之柱」(Pillar of Defence)」軍事行動時，風光的提出「鐵穹」系統驚人的攔截數據，³⁰進而促使全世界對於這套系統投以注目的眼光。然而，在此同時，「鐵穹」系統被公認最大的缺點也同時浮上檯面，一套「鐵穹」系統要價5,000萬美元，一枚攔截飛彈要價約6.2萬美元。而「哈馬斯」所使用的卡秋莎火箭的造價往往不到1,000美元，部分土製的火箭甚至不到100美元，而根據報告，要摧毀59

顆火箭需要發射150枚攔截飛彈，其攔截率比例大約落在2.5比1左右。³¹雖然衝突僅持續了7天之久，以色列僅花費在攔截飛彈的費用就高達3,000萬美元（以色列2012年總國防預算約150億美元），因此部分媒體戲稱拿「鐵穹」系統攔截土製火箭彈，根本是「金彈打鐵彈」。³²

未來「鐵穹」系統要建構完全涵蓋以色列所有的範圍在經費與諸多限制因素之下仍然需要一段時間，「哈馬斯」必然利用這些空隙採用不同的策略，包括攻擊「鐵穹」系統現在未涵蓋的地區，或者是一次發射大量的火箭，使得「鐵穹」系統應接不暇。³³就

29 同註20。

30 同註15。

31 Uzi Rubin, "Iron Dome vs. Grad Rockets: A Dress Rehearsal for an All-Out War?," *BESA Center Perspectives Paper*, No. 173, Jul 3, 2012, p. 8.

32 同註27。

33 同註1。

算未來所需的系統都部署完成，價格較敵人火箭超過50倍的攔截飛彈，勢必成為敵人最容易打擊的致命傷，為了不讓「鐵穹」系統在作戰時拖垮財政，未來將攔截飛彈的攔截效能比例提升到1比1將是必然努力的方向。

四、美國背後的大力金援

美國一向視以色列為中東地區的主要盟邦，因此，以色列每年從美國軍方獲得的援助達到30億美元。³⁴在火箭攻擊的議題上，美國總統歐巴馬就曾說，「世界上沒有一個國家可以容忍如雨般的飛彈從境外落在自己的人民身上，因此，我們完全的支持以色列有權來防衛飛彈攻擊自己人民的住家、工作地點與人身安全。」³⁵雖然「鐵穹」系統在計畫階段到完成先期部署都是由以色列獨立研發完成，但是美國在居中的重要角色亦不能被忽略，事實上，美國大力的金援才使得這個系統能持續並順利發展。

2010年5月，歐巴馬宣布將要求國會在2011年度給予以色列2.05億美元於未來第3套與第4套「鐵穹」系統的部署。2012年5月，美國國防部長潘內達(Leon Panetta)宣布受歐巴馬指示將再提供7,000萬美元的經費支援「鐵穹」系統，7月美國與以色列簽署進一步的

安全合作協定，歐巴馬在發言時強烈的認同「鐵穹」系統的作戰能力。³⁶無獨有偶的，在潘內達宣布支援「鐵穹」系統的計畫後，白宮發言人辦公室的新聞稿也指出，在未來的3年，歐巴馬政府將依照以色列安全的需求持續援助「鐵穹」系統。³⁷

此外，美國國會通過2013財政年度的《國防授權法》(National Defense Authorization Act)，其中包括6.8億支援以色列用於建構更多的「鐵穹」系統與攔截飛彈以及維持所需經費。這使得美國自從2011年以來金援系統所花費的經費超過9億美元，然而，在撥給經費前，白宮方面同時也要求以色列分享「鐵穹」系統的科技並進行共同生產開發。³⁸美國此舉事實上將創造一個雙贏的局面，一方面展現出長期支持盟邦的決心，而另一方面，在國防研究經費緊縮的狀況下，獲取一項現有且經由戰場驗證的國防科技，將減少研發新計畫所需的經費與失敗的風險。

五、「鐵穹」系統部署現況與飛彈防禦體系未來展望

2011年3月，以色列國防部長埃巴拉克批准「鐵穹」系統正式投入部署。當月，第一套「鐵穹」系統裝備給予以色列空軍第947「

34 〈美以肯定「鐵穹」系統表現 承諾繼續專案合作〉，《中國新聞網》，2012年11月30日，<<http://www.chinanews.com/gj/2012/11-30/4372509.shtml>>（檢索日期：2012年12月13日）

35 Mark Thompson, "Iron Dome: A Missile Shield That Works," *Nation.time.com*, Nov 19, 2012 <<http://nation.time.com/2012/11/19/iron-dome-a-missile-shield-that-works/>>（檢索日期：2012年11月22日）

36 "President Obama Signs US-Israel Enhanced Security Cooperation Act," *White House*, Jul 27, 2012, <www.whitehouse.gov/photos-and-video/video/2012/07/27/president-obama-signs-us-israel-enhanced-security-cooperation-act#transcript>（檢索日期：2012年9月12日）

37 White House Office of the Press Secretary, "Fact Sheet: Advancing Israel's Security and Supporting Peace," Jul 27, 2012, <www.whitehouse.gov/the-press-office/2012/07/27/fact-sheetadvancing-israels-security-and-supporting-peace>（檢索日期：2012年9月12日）

38 House Armed Services Committee, "National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2013", 2012, HR 112-479.

射手」防空營，並被部署到以色列南部城市貝爾謝巴附近擔負戰備值勤任務。同年4月初，第二套「鐵穹」系統被部署到阿什凱澤執行備戰。³⁹目前以色列在南部和中部地區共部署了5套「鐵穹」系統，⁴⁰預計於2013年以前再部署2套。⁴¹然而，依以軍評估至少需要13-15套的「鐵穹」系統才足以應付「哈馬斯」與「真主黨」同時發射的火箭攻擊，雖然持續加強攔截飛彈的射程也許在未來可以減少系統的需求數量，根據報導，未來攔截飛彈的射程目標期望增加到250公里並具有更有彈性的瞄準系統，⁴²但這也需要相當時間研發。依照目前建構的速度，這需要花上數年才能滿足以色列對於火箭威脅的需求。⁴³

目前「鐵穹」系統、「箭II」(Arrow-II)式飛彈系統與「愛國者III」(PAC-III)飛彈系統可喻為以色列飛彈防禦的鐵三角。⁴⁴箭式飛彈於2000年開始服役，主要用以反制彈道飛彈的威脅，⁴⁵如伊朗擁有射程長達2,200公里的「流星III」中程彈道飛彈與其它中東國家部署的中程飛彈。「箭II」可以在100公里方圓內和8-50公里高度內摧毀來襲的飛

彈，在美國積極配合與參與下，箭式飛彈家族成員已出現「箭III」型，可在更高空的位置攔截來襲飛彈。⁴⁶而以色列計畫於2012年以前提升「愛國者」飛彈系統至「愛國者III」飛彈系統的水準，它可以在25公里方圓內和15公里高度內攔截飛彈。⁴⁷以色列現將一套愛國者飛彈防禦系統部署在境內北部海法市，因應伊朗的飛彈威脅。日前，美國與以色列實施一場代號為「2012嚴峻挑戰」的大型飛彈防禦演習，雙方參演部隊就曾演練「鐵穹」系統、最新版的愛國者飛彈系統，以及以色列和美國共同研發的箭式反彈道飛彈系統。⁴⁸

另外，值得一提的是正在發展的以色列另一套新型飛彈防禦系統，名為「大衛投石器」(David's Sling)，這套系統以聖經故事牧童大衛擊倒巨人哥利亞的知名武器為名，於2006年開始研發，該系統使用的技術與「鐵穹」系統相近，被認為是以色列用來對付黎巴嫩「真主黨」和敘利亞更長距離飛彈，可在40至260公里範圍內保護重要目標。⁴⁹據英國《路透社》(Reuters)的消息，「大衛投石

39 同註22。

40 同註27。

41 Yaakov Katz, "Rafael Hopes Iron Dome Success Will Up Int'l Sales," *Jerusalem Post*, Mar 12, 2012, <www.jpost.com/Defense/Article.aspx?id=261608> (檢索日期：2012年9月11日)

42 Dan Williams, "Israel to make do with fewer Iron Dome interceptors," *Reuters*, Apr 4, 2012, <<http://www.reuters.com/article/2012/04/04/israel-arms-usa-idUSL6E8F4B3E20120404?feedType=RSS&feedName=everything&virtualBrandChannel=11563>> (檢索日期：2012年9月11日)

43 同註27。

44 同註27。

45 同註9。

46 同註42。

47 王方語，〈以色列打造多層次反導體系〉，《環球軍事》，第203期，2009年8月，頁24。

48 谷越，〈以色列飛彈防禦鐵三角〉，《青年日報》，2012年12月10日，版14。

49 同註47，頁25。

器」已於2012年12月首次實地測試成功。⁵⁰

肆、「鐵穹」系統的戰略意涵

「鐵穹」系統依照其設計的初衷，可以把它歸類為防禦性質的武器，並且無法使以色列在作戰中獲取決定性的戰果。此外，防禦的目標僅是相對便宜，甚至是土製的火箭系統，相較於核彈、彈道飛彈等戰略性質的武器裝備更顯得微不足道。然而，這套僅具有防禦功能的裝備對以色列而言，卻有極深遠的戰略意涵。以下就以政治、經濟、軍事與心理四個層面來探討「鐵穹」系統為以色列及中東地區帶來的真正意涵。

一、政治層面

以色列在處理加薩走廊問題上一向面臨嚴峻的抉擇，他們將承受攻擊或者是對敵人發起報復性的攻擊行動以升高衝突。就如同2006年對「真主黨」與「哈馬斯」的行動一樣，但事實上，發起如此的報復性反制行動的效果相當的有限而且所費不貲。⁵¹以色列國防部發展與研究中心的主管梭漢(Ophir Shoham)曾說，「鐵穹」系統的戰略目標，除了以色列人民的生命財產受到保護，取得國內對執政者的認同，也提供以色列領導階層在政治與軍事上更大的空間來採取最佳的決定以防止衝突升高。⁵²而減少以色列對敵人實施所謂報復性的「侵略」行為，更可以清楚區分自己與「真主黨」與「哈馬斯」等

侵略者的不同，進而得到國際上的認同，取得國際政治環境上的優勢。

對美國而言，與以色列合作發展「鐵穹」系統在軍事運用上或許不符合美軍現階段所需，舉例而言，波灣戰爭中伊拉克所使用的飛毛腿飛彈飛行速度為每秒2,200公尺，而洲際彈道飛彈的速度是每秒7,000公尺，所以對於以洲際飛彈為防禦目標的系統來說，需要應對比「鐵穹」系統所能攔截的火箭彈快13到14倍的物體，同時先進的洲際導彈通常配有多個誘餌彈頭，令攔截更加困難。⁵³但雖然如此，美國支持「鐵穹」系統的發展卻有其絕對的理由。因為愈有效率的「鐵穹」系統代表在中東的恐怖組織越難製造與以色列的衝突；而平和的中東局勢正符合美國本身的利益，它將使石油的供需不會受到影響，並使美國更容易在中東地區扶植民主化的政權。此外，在以色列面臨持續的火箭攻擊下，將對美國積極推動的加薩地區，更甚於中東地區的和平談判造成阻礙。

二、經濟層面

2006年以色列對黎巴嫩的戰爭中，在一個月內大約有4,200枚火箭落在以色列境內，其中901枚落至城鎮地區。假使以色列在當時部署「鐵穹」系統，運用「泰米爾」攔截飛彈的費用需要5,500萬美元。而根據以軍戰後的報告，黎巴嫩戰爭總共花費30億美元。其中9億4,000萬美元花在彈藥的費用。換句話

50 郭文靜，〈以色列「大衛投石器」防空系統比鐵穹更強大〉，《環球網》，2012年11月26日，<<http://mil.eastday.com/m/20121126/u1a7020507.html#>>（檢索日期：2012年12月15日）

51 Baker Spring and Michaela Bendikova, "Israel and the Iron Dome System: A Lesson for the United States," *The Heritage Foundation*, Sep 26, 2011, p. 2.

52 Anshel Pfeffer and Ophir Shoham, "Is it cost effective to intercept a rocket with a 100000 shekels interceptor?" *Haaretz*, Apr 11, 2011.

53 同註2。

說，如果運用「鐵穹」系統的攔截飛彈可能僅花費彈藥費用的6%，而對總體戰爭的花費相對而言更加節省。⁵⁴再者，它可以防止以色列在戰爭中的損失。依照「鐵穹」系統現在所公布的超過80%攔截率，應用在以巴戰爭中約可以防止2,000住戶被火箭所攻擊，減少人民在財產上的損失。⁵⁵而隨時在火箭威脅陰影之下，城鎮的經濟活動所遭受到損失更是無法計算，尤其「哈馬斯」在2012年11月最新的一波攻擊中展現了先進的長距離的火箭能力，對以色列經濟的影響將更加劇，然而，隨著「鐵穹」系統逐漸的部署完成與技術的精進，對城鎮商業活動的影響將能降至最低。

「鐵穹」系統優越的作戰能力也引起許多國家的興趣，除了美國在投注資金後強調與以色列分享科技與共同的開發，美國的一些國防官員也呼籲陸軍考慮為駐在阿富汗軍隊之類的地面部隊購買這套系統；⁵⁶2010年在「鐵穹」系統成功的測試後，幾個在阿富汗作戰的北約國家代表與以色列的拉斐爾公司舉行會談。⁵⁷同樣的，在北韓沿著邊界部署數千枚短程火箭威脅的南韓，同樣表示有意購買「鐵穹」系統以防衛緊鄰北韓的人口密集區；此外，新加坡亦針對「鐵穹」的軍購進行討論購置；印度也展現高度的興趣，「鐵穹」系統成為以色列軍事合作的焦點，

以印證在討論深化軍事合作事宜，其中印度採購並許可生產「鐵穹」系統成為討論的重點。⁵⁸雖然以色列現在僅同意提供美國打造「鐵穹」系統的技術，對於任何可能的共同生產，以國目前完全不做考量。⁵⁹但是未來如果以色列同意出口這項科技，對其經濟上的效益將不可小覷。

三、軍事層面

「鐵穹」系統使得以色列可以掌握發起軍事行動的規模與步調。當「哈馬斯」有能力隨心所欲的對以色列造成傷亡與損害，目的不論是造成以色列採取軍事行動，或造成加薩走廊平民傷亡而受到國際譴責或是迫使以色列讓步，「哈馬斯」都有掌控權。現在以軍有能力可以使「哈馬斯」的主要武器系統無效，以軍可以決定應該採取激烈的手段或是平和的方式以對付「哈馬斯」。假使以軍需要再進入加薩地區，它將依照自己的時間表並有更多時間從事軍事作戰準備，而不是因為火箭擊中學校或造成大量傷亡等壓力迫使以軍必須採取行動。當發起戰爭不是以色列決策者的必要手段時，數十萬的以色列人也許就不必離開家園上戰場，超過100萬的人民也不必在戰爭時逃離家園到避難所避難。

而為西方國家高度懷疑暗中訓練與資助「哈馬斯」與「真主黨」的伊朗，藉由製造

54 Niv Elis, "Iron Dome: Defense at bargain Prices," *Jerusalem Post*, Mar 28, 2012.

55 同註54。

56 同註3。

57 Yaakov Katz, "NATO Forces Interested in Iron Dome," *Jerusalem Post*, Mar 10, 2010, <www.jpost.com/Israel/Article.aspx?id=170605>（檢索日期：2012年11月28日）

58 馮志文，〈印度謀求許可生產以色列「鐵穹」〉，《科技日報》，2012年12月15日，<http://www.stdaily.com/big5/kjrb/content/2012-12/15/content_552682.htm>（檢索日期：2012年12月13日）

59 魏國金，〈以色列「鐵穹」一戰成名 南韓爭著要買〉，《自由時報》，2012年11月20日，<<http://www.libertytimes.com.tw/2012/new/dec/1/today-int4.htm>>（檢索日期：2012年12月13日）

以色列邊境的衝突，以分散外界對其核武計畫的注意。此外，伊朗也可以藉由他人的手來決定何時引發與提升中東的戰事。但由於「鐵穹」系統的持續部署，將使得伊朗難以運用這些手段來達成目標，當然這並不會促使伊朗放棄攻擊並最終鏟除以色列的目標，但是使用便宜且有效的火箭攻擊將難以成功。

四、心理層面

建國63年來，儘管周邊戰事不斷，從未獲得過真正和平的以色列，卻始終想設法、甚至不計成本地追求國民的安全感。以色列會為了交換一名被劫持的士兵，而釋放幾百名巴勒斯坦囚犯；會為了追捕製造慕尼黑慘案的凶手，耗費大量人力、財力海外緝凶，將罪犯繩之以法。⁶⁰而對加薩地區採取的地面攻勢，多半也來自國內大眾的壓力，然而「鐵穹」系統的部署除了直接減少人民生命財產的損失，獲取長期在火箭攻擊威脅民眾對以色列政府的信心，也間接提升人民對政府的支持度與認同度。

在另一方面，對於以色列的敵人「哈馬斯」與「真主黨」等極端組織而言，在與以色列衝突中尋求的是一種對阿拉伯世界大眾所認同的勝利，這種勝利並不以征服土地或是摧毀以軍為目標。持續如雨般對以色列人民的火箭攻擊與摧毀以軍的戰車有助於這些組織創造所謂「神聖的勝利」。而「鐵穹」系統的防禦科技使得「哈馬斯」與「真主黨」難以運用這些史詩般的戰果來激勵組織

成員。⁶¹

伍、結語

雖然2012年11月份的以巴衝突中「鐵穹」系統的優越表現令全世界所驚豔，但這並不保證以色列的人民在短期內將脫離「哈馬斯」與「真主黨」等激進組織的火箭攻擊，在「鐵穹」系統完全建構之前，這些組織將可能採用新的火箭攻擊策略，例如於2011年8月，「哈馬斯」刻意避開在「鐵穹」系統射程範圍所涵蓋的城市，而將主要目標放在系統防禦範圍以外的城市；此外，不同於以往發射單枚或雙枚火箭，「哈馬斯」在當時幾乎同時發射7枚火箭，系統成功攔截了其中的5枚，但是其中的1枚突穿了「鐵穹」的防禦網進而造成了一個平民喪生。⁶²可以預期的「哈馬斯」與「真主黨」將不可能放棄攻擊以色列的目標，然而持續強化的攔截飛彈能力與增加系統的建構數量在未來可使得以色列的防空體系更加的完備，激進組織將尋找可能的替代方案，但是將不再是低價與獲得容易的火箭系統。

「鐵穹」系統的龐大軍費的花費不免引來許多的質疑，然而這樣鉅額的軍費支出對以色列而言帶來的卻是巨大的國家利益。在政治上，將以更靈活的手段因應來自敵對勢力的威脅；在軍事上，增強對國際敵對勢力的威懾力，進而獲得先發制人的主動權；在經濟上，減少戰爭對商業活動的衝擊與高科技國防工業的發展可能帶來相關龐大的利

60 楊德山等，〈「鐵穹」當空的幕後啟示〉，《解放軍報》，2012年12月10日，版8。

61 同註7，頁5。

62 Pfeffer Anshel, "Israeli defense sources: Gaza terror groups changing tactics to avoid Iron Dome system," *Haaretz*, Aug 22, 2011, <<http://www.haaretz.com/print-edition/news/israeli-defense-sources-gaza-terror-groups-changing-tactics-to-avoid-iron-dome-system-1.379914>> (檢索日期：2012年11月28日)

益；最後，在心理上獲得民眾支持進而促進國內環境的穩定。在此我們可以體認，雖然這項防衛性武器設計的初衷單純僅為了因應來自邊界的火箭攻擊，然而，因為它所存在的意涵，事實上可以被定位成以色列的戰略性武器。

收件：102年01月03日

修正：102年03月05日

接受：102年03月07日

參考文獻

中文部分

期刊論文

王方語，2009/8/8。〈以色列打造多層次反導體系〉，《環球軍事》，第203期，頁24-25。

中國產業科技，2009/9。〈以色列成功測試短程導彈防禦系統〉，《中國產業科技》，第7期，頁69。

馬凌、朱愛平，2010/11。〈拉斐爾公司鐵穹防禦系統首次亮相巴黎防務展〉，《飛航導彈》，第11期，頁5。

報紙

谷越，2012/12/10。〈以色列飛彈防禦鐵三角〉，《青年日報》，版14。

志康，2012/12/10。〈八天行動戰績驕人，至少成功攔截四百餘枚火箭彈巴以衝突“鐵穹”暴得大名〉，《深圳特區報》，版7。

楊德山等，2012/12/10。〈“鐵穹”當空的幕後啟示〉，《解放軍報》，版8。

蕭蕭，2012/3/6。〈鐵穹系統欲獻“死亡之吻”〉，《中國國防報》，版14。

網際網路

王和，2012/11/28。〈以色列「鐵穹」是如何「鑄」成的〉，《大紀元》，<<http://www.epochtimes.com/b5/12/11/28/n3740026.htm>>。

中評社，2012/12/10。〈巴以衝突落幕“鐵穹”大出風頭〉，《中評社》，<<http://www.chinareviewnews.com/doc/1023/3/7/1/>

102337110.html?coluid=4&kindid=16&docid=102337110&mdate=1210094437>。

中國新聞網，2012/11/30。〈美以肯定“鐵穹”系統表現 承諾繼續專案合作〉，《中國新聞網》，<<http://www.chinanews.com/gj/2012/11-30/4372509.shtml>>。

呂炯昌，2012/12/10。〈以巴衝突落幕鐵穹反火箭防空系統大出風頭〉，《今日新聞》，<<http://www.nownews.com/2012/12/10/334-2880903.htm>>。

郭文靜，2012/11/26。〈以色列“大衛投石器”防空系統比鐵穹更強大〉，《環球網》，<<http://mil.eastday.com/m/20121126/u1a7020507.html#>>。

馮志文，2012/12/15。〈印度謀求許可生產以色列“鐵穹”〉，《科技日報》，<http://www.stdaily.com/big5/kjrb/content/2012-12/15/content_552682.htm>。

彭淮棟，2012/11/17。〈耶路撒冷遭火箭攻擊以色列將進擊加薩〉，《聯合新聞網》，<<http://udn.com/news/WORLD/WOR3/7505453.shtml#ixzz2FvvyUf4Q>>。

鍾行憲，2009/6/1。〈屯墾活動已成美國與以色列的一個爭論〉，《中央社》，<<http://dailynews.sina.com/bg/news/int/cna/20090601/0152313503.html>>。

魏國金，2012/11/20。〈以色列「鐵穹」一戰成名 南韓爭著要買〉，《自由時報》，<<http://www.libertytimes.com.tw/2012/new/dec/1/today-int4.htm>>。

外文部分

期刊論文

Pfeffer Anshel and Ophir Shoham, 2011/4/11. "Is it cost effective to intercept a rocket with a 100000 shekels interceptor?" *Haaretz*, Apr, 2011.

Spring Baker and Michaela Bendikova, 2011/9/26. "Israel and the Iron Dome System: A Lesson for the United States," *The Heritage Foundation*, p. 2.

Berman, Lazar 2012/9. "Israel's Iron Dome: Why America Is Investing Hundreds of Millions of Dollars," *AEI*, No. 2, pp. 2-3.

Elis, Niv 2012/3/28. "Iron Dome: Defense at bargain Prices," *Jerusalem Post*, Mar, 2012.

Rubin, Uzi 2012/7/3. "Iron Dome vs. Grad Rockets: A Dress Rehearsal for an All-Out War?" *BESA Center Perspectives Paper*, No. 173, p. 8.

官方文件

House Armed Services Committee, 2012. *National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2013*, HR 112-479.

網際網路

Alon Ben-David, 2009/3/2. "The Battle over the Aerial Umbrella in the South," *Nana10*, <<http://news.nana10.co.il/Article/?ArticleID=620324&TypeID=1&sid=126>>.

Williams, Dan 2012/4/4. "Israel to make do with fewer Iron Dome interceptors," *Reuters*, <<http://www.reuters.com/article/2012/04/04/israel-arms-usa-idUSL6E8F4B3E20120404?feedType=RSS&feedName=everythi>

ng&virtualBrandChannel=11563>.

Human Right Watch, 2006/10/19. "Lebanon/ Israel: Hezbollah Hit Israel with Cluster Munitions During Conflict," *Human Right Watch*, <<http://www.hrw.org/en/news/2006/10/18/lebanonisrael-hezbollah-hit-israel-cluster-munitions-during-conflict>>.

Kershner Isabel and Fares Akram, 2012/3/12. "As Rockets Fly, New Conditions Shape Fight in Gaza," *New York Times*, <www.nytimes.com/2012/03/13/world/middleeast/in-gaza-new-conditions-shape-old-fight.html>.

Oliva Leandro and Robert Johnson, 2012/11/16. "How Israel's Iron Dome Takes Out Incoming Rockets," *Businessinsider.com*, <<http://www.businessinsider.com/how-israels-iron-dome-works-2012-11>>.

Thompson, Mark 2012/11/19. "Iron Dome: A Missile Shield That Works," *Nation.time.com*, <<http://nation.time.com/2012/11/19/iron-dome-a-missile-shield-that-works/>>.

Anshel, Pfeffer 2011/8/22. "Israeli defense sources: Gaza terror groups changing tactics to avoid Iron Dome system," *Haaretz*, <<http://www.haaretz.com/print-edition/news/israeli-defense-sources-gaza-terror-groups-changing-tactics-to-avoid-iron-dome-system-1.379914>>.

Reuters, 2012/11/26. "Israel's Iron Dome Defense Battled to Get Off Ground," *Reuters*, <<http://online.wsj.com/article/SB10001424127887324712504578136931078468210.html#project%3DIRONDOME1126%26articleTabs%3Darticle>>.

RAFAEL, 2012/12/12. "Iron Dome Defense System against Short Range Artillery Rockets," *RAFAEL*, <http://www.rafael.co.il/marketing/SIP_STORAGE/FILES/6/946.pdf>.

White House, 2012/7/27. "President Obama Signs US-Israel Enhanced Security Cooperation Act," *White House*, <www.whitehouse.gov/photos-and-video/video/2012/07/27/president-obama-signs-us-israel-enhanced-security-cooperation-act#transcript>.

White House Office of the Press Secretary, 2012/7/27. "Fact Sheet: Advancing Israel's Security and Supporting Peace," <www.whitehouse.gov/the-press-office/2012/07/27/fact-sheetadvancing-israels-security-and-supporting-peace>.

Katz, Yaakov 2012/3/12. "Rafael Hopes Iron Dome Success Will Up Int'l Sales," *Jerusalem Post*, <www.jpost.com/Defense/Article.aspx?id=261608>.

Katz, Yaakov 2010/3/10. "NATO Forces Interested in Iron Dome," *Jerusalem Post*, <www.jpost.com/Israel/Article.aspx?id=170605>.

Marcus, Yoel 2006/11/21. "Both Attacked and Condemned," *Haaretz*, <www.haaretz.com/print-edition/opinion/both-attacked-and-condemned-1.201863>.

