

以電玩遊戲角度探討坦克之造形、歷史演變及概念機 創作-以德軍裝甲部隊為例

鄧偉炘¹、陳光大²、*張鈞賢³

崑山科技大學視覺傳達設計研究所

¹jeffteng3d@yahoo.com.tw,²gd196478@yahoo.com.tw,*³ayuelva@hotmail.com

摘要

現代電玩遊戲的製作與發展過程中，經常透過電腦 CG 繪圖呈現出精緻的畫面，以戰爭題材為主的電玩遊戲來說，更能創造出許多真實世界與虛擬世界的造形機體。本研究以坦克之造形史做為對象，探討電玩世界與真實世界坦克的差異性，無論虛幻與真實世界的坦克，都曾演化出各種造形及性能的坦克，許多優越設計的雛形也影響各國戰車的發展或改變陸軍作戰趨勢。本文將從德軍裝甲部隊的坦克設計層面作為主軸研究，以二次世界大戰中具代表性質的車款作為車體外觀造形與性能的推演剖析，文中藉由紅色警戒遊戲的坦克造形設計，歸納分析出虛實世界中坦克基礎架構、車體外觀、運用造形、塗裝迷彩、裝甲材質的另類觀點，再導入作品創作中，並透過電繪 CG 軟體創作出獨特的戰車/坦克型態，作為作品的展示呈現。

關鍵字：坦克、德軍、裝甲兵、電玩遊戲、造形特色點

The Discussing of the Model, Evolvment and Creation of Tank from the Aspect of Video Game-- The Case of the German Armored Division

Guang-Dah Chen, Wei-Hsin Teng, *Chun-Mao Chang

Department of Visual Communication Design, Kun Shan University

Abstract

Through Computer graphics (CG), modern video game production and development can always present exquisite imagery. For example, CG creates some new body shapes in both real-world and virtual world for the main theme of war video games. This study especially focuses on the history of tank form and explores the differences of tanks between the game world and the real world. Not only have those tanks in unreal world evolved a variety of form and performance but also those in real world, which have a great influence on the design of the development of tanks or even change the trend of Army operations. This research aims at the German Armored Division tank design and analyses the bodies, exterior styling and performance of those representative models of tanks. By Red Alert game tank design, we generalize and analyze the tanks infrastructure, body appearance, use of form, painting camouflage and armor material alternative view in both real and virtual world, then use the design to create and display a unique form of tanks with CG.

Keyword : tank, German army, armored soldier, video game, the character of modeling



壹、前言

坦克(戰車)被世人認定為現代路上作戰的主要武器,擁有「陸戰之王」的美稱。從古代中國的夏朝和西方的希臘羅馬時期戰爭中,早有牲畜拖拉車輛的戰車雛形誕生[1]。隨著戰爭的需求,動力從傳統獸力演化成機械動力,攻擊方式以傳統的刀、槍與箭轉為精密的火控系統,外形結構為因應作戰需求開發出各種尺寸或機能造形的車款[2]。戰車等同生物的演化過程,經歷數次戰爭的洗禮,不斷突破出新的戰車形態。

在第一次世界大戰中,英國首次將坦克的戰術概念運用於戰場上,配合步兵的攻擊行動進而提昇作戰力,扭轉第一次世界大戰陸戰情勢,但也讓坦克首次大規模的亮相於世人眼中[3]。進入第二次世界大戰後,德軍裝甲部隊改良傳統坦克的外觀及性能,配合著名的閃擊戰攻略,運用空戰優勢與陸軍裝甲部隊結合,集中使用機械化戰車集群,作為戰場攻擊的致命力量,打出許多場輝煌的戰役,而在德國坦克的設計邏輯裡,也深深影響各國對於坦克的研發應用(羅傑·福特,2006)。

戰車的性能和外觀對於戰爭勝負有著很大的關鍵,為取得更優越的防禦性及攻擊性,各車體的外觀上,演變出各種攻擊及防禦系統,以裝甲為例:運用有效的造形配合裝甲厚度來取得優勢的防禦性,從早期垂直水平的笨拙外殼,衍伸出傾斜角度或圓弧形的裝甲。車體部份,從巨大且笨重的車身,塑造成低身且輕量化的趨勢,當中可看出造形和性能的改變,奠定戰車生存的關鍵因素。

許多電玩遊戲經常以它作為題材,包含古代、現代或未來的記載陳述,述說著坦克的多元大膽的想像空間。對於未來戰爭的揣測遐想,創作者們將實際與虛擬的條件做融合,研發出天馬行空的概念機於電影或遊戲中,無論造形、作戰能力及性能,表現都更為精采,讓世人對坦克有加深印象。本研究將從坦克的外觀開始探討其結構之發展,並透過德國坦克史進行實際造形之歸納,也藉由電玩遊戲之坦克造形進行虛擬造形之歸納,本文同時納入坦克造形的創作,藉此歸納和提出新觀點,針對坦克/戰車未來的發展形態作對比分析。

貳、德軍坦克外觀造形的發展

一、車體外觀與結構

車體外觀從一次大戰時期醒目的方盒子開始演變,第二次世界大戰初為了因應閃擊戰需求,德國陸軍開發出許多輕型的戰車,車身高度比起第一次世界大戰的坦克低許多。戰初有採用部分傾斜式的裝甲設計,機動性雖然較高,但裝甲薄弱使防禦性降低,但戰術使用得當和優秀駕駛兵,讓成群的輕型戰車發揮一定的攻擊效用。直到大戰中後期,面對敵人攻擊或數量日以增進,開始朝中重型的機殼發展,運用大量的厚重裝甲強化車體達到較高的防禦。大部分以水準垂直的裝甲為主,車體前身會有個階梯狀的起伏,供給駕駛艙的使用空間,而某些重戰車有受到蘇聯戰車(T-34)的影響,分別運用更明顯的傾斜式或圓弧式的裝甲防禦來提高防彈率,尤其在車體前方及側邊較為明顯(如豹式戰車、虎王式第二次世界大戰車)。^[4]後期戰車體型逐步增加,有些甚至到一百公噸(如鼠式坦克、E-100),所以也造成機動性大減的問題,最大原因來自於當時技術還未開發出高馬力的引擎,所以車體的擴增反變成敵軍大靶標(馬文俊,2007)。

經歷過第二次世界大戰的寶貴經驗,西德陸軍持續將科技發揚光大,在之後的豹系列主力坦克,體型都屬重型 50-60 公噸坦克,車體搭配簡潔的傾斜式與圓弧式設計,在豹二 A6 車體上依舊發現垂直式的裝甲(砲塔前方與側邊結構),在之後改良才將這些裝甲更換成傾斜式防禦,車身以扁平作為目標發展來降低命中率,砲塔上結構因應科技進步,所以配搭更多電子判別系統,相較第二次世界大戰擁有較複雜的外觀設計(閔清東,2007)。

二、砲塔設計演變

第一次世界大戰中可看出德軍箱型坦克的笨重及行動不便,加上車體大多為固定的輕型武器,並無



強大攻擊能力與靈活的轉向系統，所以讓攻擊上吃力不少。第二次世界大戰期間德軍將砲塔進行改良，在幾年的發展中可以看到，從初期的小巧薄弱的輕砲塔演變出大且防禦性強的重砲塔，改良過程除了主砲的口徑及射速不斷改良外，也提升砲塔的實用價值。砲塔可說是坦克最重要的搜尋目標及殲滅目標的系統核心，因此在砲塔上也逐漸加上許多附加配備，目的除了防禦也可以強化射控系統準確性(閔清東，2007)。

第二次世界大戰中德軍在豹式坦克上就裝有紅外線感熱儀，可在夜間攻擊敵軍。戰中也曾演變出驅逐坦克，驅逐坦克為反坦克自走炮的一種，英語的 Tank destroyer 或德語 Jagdpanzer 的中文翻譯而成[5]。設計上砲塔與車體的結合為一體，塑造更穩固的防禦性裝甲，而壓低車身的設計也可減少被彈率，不過也犧牲了旋轉砲塔的功能，轉而固定的單向砲管。這種坦克優點是正面迎擊時非常可靠，因為整車一體式的傾斜與厚重裝甲結構，可以承載更強大的後作力火砲；但缺點是少了旋轉砲塔，無法靈活的搜尋擊毀目標。這種驅逐坦克的設計在第二次世界大戰後也逐漸被淘汰，除了少數歐洲國家持續在研發之外，其餘仍為旋轉砲塔與車身的結構(朱如華，2004) [6]。

一般來說，第二次世界大戰中的坦克無法打帶跑，直到近代才演變成精準的跟蹤定位射控系統。除了讓攻擊速度加快，亦可讓坦克行走中擊毀目標，現在德軍主力坦克的砲塔上，可以看出幾個較為明顯的裝置和作用，分述如下。

(一) 火控系統

早期坦克是「直射」武器，早期的坦克火控系統以設有風偏及彈著距離分劃的瞄準鏡來瞄準，其後出現比早期準確的立體觀鏡測距儀，後來更準確的雷射測距儀取代前者成為主流裝備。現代坦克的火控系統更可在快速移動期間，遠距離準確命中目標(常和，2008) [7]。

(二) 被動防禦

大部份裝甲車輛皆裝有煙霧彈發射器，可在被伏擊或攻擊時，快速發射煙霧彈作掩護，煙霧屏障可有效阻擋以可見光瞄準的武器攻擊。有些煙霧彈可產生極濃密的霧團來影響雷射目標指示器的效能，尤其是發射後需要保持目標導引的反坦克飛彈[8]。第二次世界大戰時，某些德軍坦克的煙霧彈/破片手榴彈發射器，更可從內部裝填以避免人員暴露在外。部份坦克除裝有煙霧彈發射器外，更裝有以消耗燃料來運作的煙霧製造機。現代坦克的被動防禦，還包括被雷射導引時發出警報的系統，以及被超短波雷達發現時的無線電警報系統(孔德銑，2006)。

(三) 火砲塔上的車組成員的安全性

當坦克上的車組成員暴露在車體外，如車長或駕駛員打開保護蓋伸出上半身以觀察戰場環境時，他們會因成為目標而變得危險，如敵軍步兵及狙擊手的射擊，或因坦克被砲彈或飛彈擊中而引至受傷[9]。因此潛望鏡及相似功能的瞄準具成為坦克車長常用的觀察裝置(騰昕雲 2003)。

三、路輪、履帶與懸掛系統

第二次世界大戰期間許多德軍坦克的驅動軸輪都以前方驅動為主，直到現代坦克才逐漸移至後方驅動，路輪部分因為要負載更重的機身，從單排路輪演變出許多重疊式且複雜的排列，有些在遇到崎嶇地形時(雪地和泥地)，也導致路輪間阻塞而故障，此外因為結構複雜也增加維修上的困難。

第二次世界大戰結束後，因為西德與美方有共同合作研發坦克，所以路輪漸漸以美方單排式的雛形為架構發展，路輪本身厚度與體積都提升，對於承載力也分散許多，為了增加摩擦力和減少磨損率，路輪外圍通常會包覆橡膠材質(上田信，2008) [10]。

履帶連結扣為了提高履帶更穩固的韌性，以美式主戰車的雙軸固定設計為主，而非單軸固定，懸掛系統至今變動幅度較小，大多以扭力桿、鋼板彈簧為主，差別在避震結構更為精密和抗震度提升，大原則的結構都大同小異。

四、迷彩顏色的運用



一般來說，坦克的迷彩沒有固定的配色，會搭配當時環境繪製，額外會加上象徵性的裝甲師圖騰、編號、國徽、擊毀敵軍線圈(繪製於砲管上一條條的紋路)，在二次世界大戰中，德軍坦克顏色的轉變也算豐富，從單純的灰色或淺色開始發展。表 1 列出各種環境中所繪製的顏色種類。

表 1. 坦克在不同環境因素下之色彩變化

環境因素	顏色
沙漠	1.土黃(全身)/ 淺黃(全身) 2.土黃搭配墨綠線條 3.深淺漸層的土黃/淺褐色底搭配深褐色斑點
雪地	1.白色或灰色(全身) 2.白色底與深綠條紋 3.深綠、黑色、白色與深褐色色塊
草原	1.淺黃色底搭配褐綠色線條 2.土黃色底搭配深紅與深咖啡色塊 3.淺黃、深褐色與深綠色色塊搭配白色斑點
都市	1.淺中灰色系(全身) 2.普魯士深藍色系(全身) 3.褐綠色、乳白色和橙橘色色塊(數位迷彩)
森林	1.塊狀褐色與深綠搭配淺黃線條 2.黃褐色底搭配橘色與淺綠線條 3.黃褐色底搭配塊狀墨綠 4.淺綠、土紅色與深綠色色塊 5.橘色、深綠色、淺綠色、乳白色色塊 6.深綠色系(全身)

(資料來源：本研究整理)

五、裝甲種類

第二次世界大戰初期德軍所使用的坦克裝甲呈現水準垂直的構成，此類裝備讓車體本身防禦較吃緊且避彈性也較差，受到蘇聯 T-34 系列坦克的影響，裝甲逐漸改為傾斜式，因傾斜角度提升，讓裝甲更為厚實外，也讓避彈性更優越[11]。這樣的傾斜是裝甲概念不僅影響德軍，也影響全世界許多國家在生產戰車的一大考量因素，此外隨著科技進步，現代德軍坦克也搭配以下裝甲作為防護(尼克·康尼士(Nik Cornish, 2009)。

(一) 間隙式裝甲

鋼板之間以一小段距離隔開的裝甲，稱作間隙式裝甲。採用傾斜方式可以減少子彈或實彈穿透力，雖然無傾斜方式會減少裝甲的保護，但可以讓子彈抵達內層鋼板前將投射物先行引爆[12]。

(二) 複合裝甲

複合式裝甲是由數種化學特性極為不同的材料所組成的裝甲；鋼鐵和陶瓷是複合式裝甲中最常見的材料型態[13]。

(三) 反應裝甲

爆破反應裝甲(Explosive reactive armour)，由以色列的德籍科學家 Manfred Held 所研發出來，採用高爆性夾層包覆於鋼板之間。當錐形炸藥的彈頭擊中時，夾層內的炸藥會引爆，並將鋼板推向彈頭，分散穿甲彈炸藥所造成的金屬噴流(通常在大約攝氏 500 度時，金屬銅在足夠加壓下可以像水一樣流動) [14] (大波篤司、馬文俊，2007)。

(四) 防磁紋

第二次世界大戰時有一種步兵反裝甲武器是採用磁性反戰車炸彈(Panzerhandmine)，上面有磁鐵，由步兵手持接近敵方戰車，將炸彈吸附在戰車殼上後引爆。事實上第二次世界大戰德國戰車上的防磁塗層，

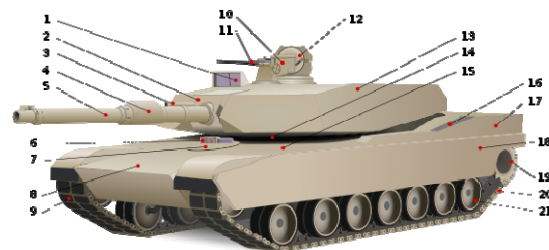


應該只是黏土類附加物貼成格子狀凹凸不平使得磁性炸彈吸不上鋼板[15]。現在已有射程更長的反裝甲武器，除了地雷外(主要是感應引爆而非吸附)幾乎沒有人再用這種磁性反裝甲裝備了(小林源文，2004)。

六、搭載武器

第一次世界大戰中德軍坦克以重機槍為基本防禦，演變到第二次世界大戰陸續出現 50 釐米以上的口徑砲，有些甚至將防空砲進行改良成為主力砲(88 釐米砲)，增強許多攻擊力。第二次世界大戰後，德軍坦克都採用大口徑單主砲設計，亦是高火力地面武器中的代表，坦克砲可分為滑膛砲及線膛砲，從早期的小口徑機槍或砲口演變成主流的 120 毫米口徑[16]。坦克砲可發射多種類型的彈藥，主要發射穿甲彈及高爆彈，部份滑膛砲更可發射導彈，砲管上的砲膛清除器更成為現代坦克的常見裝置。坦克大多發射成型彈藥，與自走砲的三件式(分發射體、火藥、雷管)彈藥不同(張軍鋒、祝延軍、陳哲強，2008)。

常見的坦克彈藥包括黏著榴彈(又名塑膠榴彈)、反坦克高爆彈、尾翼穩定脫殼穿甲彈等[17]。除了主砲外，坦克會搭載與主砲相同指向的同軸機槍(又名並列機槍)，在砲塔頂部亦裝有一把或兩把由車長或砲手以人手控制的防空或支援用途機槍，部份型號則為遙控版本，德軍坦克的砲管發展一直以圓柱體為原則，目的為了傳送砲彈的路徑而設計成圓管，在現代某些國家戰車已將砲管額外裝載其他造形的裝甲，來進行掩護或防禦(騰昕雲，2003)。



- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. 觀瞄設備 | 8. 傾斜式裝甲板 | 15. 車殼 |
| 2. 砲盾 | 9. 履帶 | 16. 引擎吸氣口 |
| 3. 同軸機槍 | 10. 機槍彈藥 | 17. 引擎 |
| 4. 砲膛清除器 | 11. 車長機槍 | 18. 履帶側裙 |
| 5. 主砲 | 12. 砲塔艙蓋 | 19. 動力輪 |
| 6. 駕駛員潛望鏡 | 13. 砲塔 | 20. 履帶連結扣 |
| 7. 駕駛員艙蓋 | 14. 砲塔環 | 21. 路輪 |

圖 1. 坦克的基本結構 (資料來源參考自騰昕雲(2003)，世界軍武發展史-坦克篇)

七、戰場上的坦克種類

本研究根據各種戰場上特殊情況的車體分類，分述如下。

(一) 兩棲坦克

兩棲坦克又稱為「水陸兩用坦克」，意指「無需使用輔助設備及能通過水障礙的坦克」，部份輕型坦克及經改造的中型坦克有此功能 [18] (朱英貴、李蘇、趙建江，2008)。

(二) 巡航坦克

結合了海上巡洋艦及陸上騎兵的設計點，強調較佳的機動性，配帶小型口徑的火砲及機槍，進行追擊與偵察任務為主，而裝甲部分較傳統坦克弱上許多[19]。

(三) 主力戰車

中、重型坦克一般也是各國家裝甲部隊的主力，也被稱作「主戰坦克」或「主力戰車」(Main battle tank, MBT, (羅傑·福特，2006) [20]。一般為 40 噸至 70 噸，從 80 年代開始各國的主戰坦克的重量有快速飆漲的趨勢。火炮口徑目前多為 105 毫米以上，滑膛砲也在 80 年代開始成為許多國家設計新一代主戰坦克的首選，以增強對裝甲的破壞力，典型型號如豹二 A6(周小康，2008)。

(四) 步兵坦克



以坦克來為步兵近戰火力支援及突擊用途，裝甲很強但速度很低。而現代的步兵坦克則在坦克基礎上加裝載員艙而成，其特點是既保留了坦克的強大火力和裝甲防護，又可作運兵用途。

(五) 裝甲架橋車

大部分裝甲架橋車需要在敵人的炮火下進行作業，因此大部分是以坦克改裝而成，車體裝有架橋裝備[21]。

(六) 掃雷坦克

掃雷坦克就是裝有清除地雷裝置的坦克，用於戰場上排雷開路任務，而掃雷裝置一般有滾壓式、挖掘式、火箭爆破式三種，現在的掃雷設備大多可直接安裝在戰車上，在必要時使用，不需額外編組[22] (David Porter, 2010)。

(七) 噴火坦克

噴火坦克是第二次世界大戰至越戰時期出現的坦克衍生型，主要分別是它把主炮或機槍移除，改為射程可達數十米的火焰噴射器 [23]。

參、德軍坦克的造形歸納

一、德軍坦克檔案資料




根據德國裝甲坦克史的文獻記載，表 2 列出戰場上較著名的坦克案例，包含坦克的機型、生產歷史、參戰記錄，圖表以時間作為排序。

表 2. 歷史上著名坦克文獻之記載圖表[24]

坦克機型	生產歷史	參戰記錄	圖片
一號戰車 (Panzerkampfwagen I, PzKpfw I)	研發日期：1934 年 生產商：亨謝爾、MAN、克虜伯、戴姆勒。 生產日期：1935 年—1940 年。 製造數量 1,563 輛	1.第二次世界大戰 2.西班牙內戰 3.中國抗日戰爭	
二號戰車(Panzer II PzKpfw II)	研發日期：1934 年 生產商：亨謝爾、MAN、克虜伯、戴姆勒。 生產日期：1935 年—1940 年。 製造數量 1,563 輛	第二次世界大戰	
三號戰車 (Panzerkampfwagen III)	研發日期：1934—1938 年 生產商：戴姆勒、朋馳 生產日期：1939—1943 年 製造數量：5,774 輛	第二次世界大戰	
四號戰車 (Panzerkampfwagen IV)	研發日期：1935 年 生產商：克虜伯、萊茵金屬及 MAN 生產日期：1937 年—1948 年 製造數量：9,000 輛四號戰車	第二次世界大戰	
豹式戰車 (Panzerkampfwagen V Panther, 又稱五號戰車)	研發日期：1942 年 4 月 生產商：戴姆勒-賓士公司 生產日期：1942 年—1944 年 製造量：6,000 輛	第二次世界大戰	

(續)



虎 I 戰車 (Panzerkampfwagen VI Ausf. E Tiger)	研發日期：1937 年春季 生產商：亨謝爾 生產日期：1942 年 8 月-1944 年 8 月 製造數量：1,355 輛	第二次世界大戰	
虎 II(Panzerkampfwagen VI Ausf. E Tiger II) 坦克，又稱虎王式 (King Tiger) 坦克	研發日期：1943 生產商：亨謝爾 生產日期：1943 年-1945 年 製造數量：489 輛	第二次世界大戰	
豹 2(Leopard 2)	研發日期：1960 生產商：克勞斯-馬斐 (Krauss-Maffei) 生產日期：1970 年-2010 年 製造數量：3,100 輛	1.科索沃 2.阿富汗戰役	

(Jorge Rosado、Chris Bishop, 2008)(喬治·佛提 George Forty, 2004)(徐銘遠, 2002)(飽昌嗣、石井榮次, 2010)(世界戰車博物館圖鑑 MORINAGA Yoh, 2009)

二、德軍坦克造形結構歸納

表 3 延續前述的車體文獻資料來進行統整，針對德軍戰爭歷史上著名坦克的造形外觀加以歸納類，涵蓋車體內外部結構、性能、外觀造形與使用之武器...等等。

坦克種類：(名稱－編號)

第一次世界大戰：A7V 坦克-A1

第二次世界大戰：一號坦克-B1、二號坦克-B2、三號坦克-B3、四號坦克-B4、豹式-B5、虎式-B6、虎 II(虎王)-B7、鼠式(Maus)-B8、E 系-B9、九/十號坦克-B10、七號獅式超重型戰車-B11

冷戰至 2010 年：豹 1-C1、豹 2-C2

表 3. 德軍坦克造形的文獻歸納分析 (A1、B1、C1...為代號)

機體造形種類	坦克機型													
	A1	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	C1	C2
1.具體的威嚇性						●	●	●						●
2.超重型坦克									●	●	●	●		
3.重型坦克						●	●	●					●	●
4.中型坦克	●			●	●									
5.輕型坦克		●	●											
6.(70mm 以上)大型主砲					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7.長口徑砲管(長於前車體末端)				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8.砲塔圓弧式裝甲										●	●	●		
9.砲塔傾斜式裝甲						●		●	●	●	●	●		●
10.砲塔垂直式裝甲	●	●	●	●	●		●						●	
11.車體前置式砲塔							●				●			

(續)



12.傾斜式盾型砲盾																		●
13.圓弧形砲盾		●	●	●	●	●								●	●	●	●	●
14.砲塔配有同軸機槍系統															●	●	●	●
15.砲塔配有被動防禦性武器(煙幕彈、機槍)						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
16.砲塔配有「精靈」式的火控系統(立體觀鏡測距儀，雷射測距儀)																		●
17.砲塔配有「直射」式的火控系統(風偏及彈著距離分劃的瞄準鏡)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
18.車體前身為斜角設計							●			●	●	●	●	●	●	●	●	●
19.車體搭載重裝甲(厚度：100mm 以上)							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
20.車體特殊裝甲/電子裝甲																		●
21.車體特殊裝甲/反應裝甲																		●
22.車體特殊裝甲/複合裝甲																		●
23.車體特殊裝甲/間隙式裝甲							●	●	●	●	●	●	●	●	●			
24.車體特殊裝甲/防磁紋裝甲									●	●	●							
25.車體裝有側裙防護裝甲							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
26.相疊式路輪									●	●	●	●	●	●	●			
27.單排式路輪	●	●	●	●	●													●
28.單軸固定履帶連結扣	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
29.雙軸固定履帶連結扣																		●
30.寬型履帶(寬度 40cm 以上)									●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
31.前驅動力輪		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			
32.後驅動力輪	●																	●
33.扭力桿懸掛系統							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
34.立式彈簧懸掛系統	●																	
35.鋼板彈簧懸掛系統		●	●															

(資料來：本研究整理)

表. 4-1 德軍坦克造形歸納的統計 (A1、B1...為坦克機型代號，1、2...為機體造形種類代號)

坦克 機型	機體造形種類																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A1				1						1								1
B1					1					1			1					1
B2					1					1			1					1
C1			1			1	1			1				1	1	1		1
B3				1			1			1			1					1
B5	1		1			1	1		1				1		1			1
B4				1		1	1			1			1		1			1
B6	1		1			1	1			1	1				1			1

(續)



B7	1		1			1	1		1					1		1	1	
B8		1				1	1		1			1		1		1	1	
B9		1				1	1	1	1			1	1	1		1	1	
B10		1				1	1	1	1		1		1	1	1		1	
C2	1		1			1	1		1			1	1	1	1	1	1	
B11		1				1	1	1	1				1	1	1		1	
合計	4	4	5	3	2	10	11	3	7	7	2	1	10	5	10	2	12	8

表. 4-2 德軍坦克造形歸納的統計 (A1、B1...為坦克機型代號，1、2...為機體造形種類代號)

坦克機型	機體造形種類																	總計
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
A1									1	1				1		1		7
B1									1	1			1				1	8
B2									1	1			1				1	8
C1	1	1	1	1			1		1		1	1		1	1			18
B3					1		1		1	1			1		1			11
B5	1				1	1	1	1		1		1	1		1			18
B4					1		1		1	1			1		1			13
B6	1				1	1	1	1		1		1	1		1			17
B7	1				1	1	1	1		1		1	1		1			17
B8	1				1		1	1		1		1	1		1			16
B9	1				1		1	1		1		1	1		1			18
B10	1				1		1	1		1		1	1		1			19
C2	1	1	1	1			1		1		1	1		1	1			21
B11	1				1		1	1		1		1	1		1			18
合計	9	2	2	2	9	3	11	7	7	12	2	9	11	3	11	1	2	209

(本表為上下延續表格，資料來源：本研究整理)

表 3 中現實坦克常見之造形與結構特色 (上表 9 個●以上之項目)：

6.(70mm 以上)大型主砲、7.長口徑砲管(長於前車體末端)、13.圓弧形砲盾、15.砲塔配有被動防禦性武器(煙幕彈、機槍)、17.砲塔配有「直射」式的火控系統(風偏及彈著距離分劃的瞄準鏡)、19.車體搭載重裝甲(厚度：100mm 以上)、23.車體特殊裝甲/間隙式裝甲、25.車體裝有側裙防護裝甲、28.單軸固定履帶連結扣、30.寬型履帶(寬度 40cm 以上)、33.扭力桿懸掛系統。(※項目編號.項目名稱)

肆、遊戲電玩藝術裡的坦克造形

一、遊戲中的坦克檔案資料

本章以知名戰略遊戲-紅色警戒 2 和 3 系列中的坦克作為案例，分別歸納於表 4 及表 5，因為是虛擬的緣故，基於造形上較為奇幻想像，與真實世界中的坦克有較大的差異性，透過個案來瞭解遊戲中坦克設計方向與真實有何不同。

選擇該款系列遊戲之原因：







1. 世界知名遊戲公司-美商藝電 EA GAME 研發之產品
2. 遊戲中具有多款各國特色的現代與未來坦克造形，車體設計涵蓋實用性與科幻性的概念。



3. 勇奪第 12 屆美國互動藝術科學學會 (AIAS, The Academy of Interactive Arts & Sciences) 所舉辦的「互動成就獎 (Interactive Achievement Awards, IAAs)」年度最佳策略遊戲。
4. 2008 年美國發行人最大的知名遊戲雜誌 GameInformer 給予遊戲出色評價 8.75/10 分。
5. 2008 年國外主流媒體評分總覽：PC Gamer 92/100 92%、1UP A- 90%、GameSpy 4/5 80%、GamePro 4/5 80%、GameSpot 8/10 80%，目前平均成績：82%

(資料來源 GameRankings.com、<http://www.interactive.org/>)

表 5. 紅色警戒 2 系列的坦克資料[25]

名稱	機體說明	圖片
灰熊坦克 / Grizzly Battle Tank	造形特色： 1.醒目的外掛式油箱設計 2.堅固厚實的主力砲管 3.外露式雙管排放氣孔 4.砲塔裝備傾斜式盾狀防禦裝甲 5.車體前後的側裙防禦裝甲 6.砲塔兩前側外掛式的前置煙幕放射器 7.延續德國二次世界大戰虎式坦克外觀結構設計理念	
幻影坦克 / Mirage Tank	造形特色： 1.砲塔上巨大的三點式弧狀幻影裝備(作為環境擬態效果) 2.全車體側邊垂直式防禦裝甲 3.砲塔兩前側外掛式的前置煙幕放射器 4.盾形傾斜式砲盾與前體裝甲 5. 延續德國二次世界大戰虎式坦克外觀結構設計理念	
光稜坦克 / Prism Tank	造形特色： 1.砲塔的寬度極為纖細，側邊為弧形的光稜鏡塔 2.前置式指揮艙 3.車體結構為明顯前凸設計 4.車體中樣配置光稜鏡放射所需的管路系統 5.光稜塔的前後方有弧狀版型的焦距儀與重型光源退制器 6.設計為專攻建築與反步兵的火力武器	
遙控坦克 / Robot Tank	造形特色： 1.砲塔具有遠距離雷達偵測的功能 2.移動裝置為三腳狀的懸浮系統的移動裝置 3.配戴電力作為主要燃料 4.車體移動可以懸空涉水 5.無人操作的遙控坦克	
戰鬥要塞 / Battle Fortress	造形特色： 1.厚重的傾斜式箱型車體 2.前後左右各配置圓球的的砲塔 3.車體前方裝有巨大的鏟子 4.前置式驅動輪，履帶側邊為倒 L 的結構 5.車體後上方有醒目的排氣系統	
瘋狂坦克 / Lasher Light Tank	造形特色： 1.車體配有尖刺滾筒式剷除器，專對付人類 2.輕型傾斜式裝甲 3.砲塔後掛式油箱槽 4.車體側邊配有燃料輸送管線	

(續)



<p>天啓坦克 / Apocalypse Assault Tank</p>	<p>造形特色： 1.巨大的雙管砲 2.兩對前後裝置的履帶 3.車體前方裝有巨大兼顧的剷除器 4.以長毛象的概念作為設計發展 5.外掛式的油箱和兩對醒目的後排煙管 6.主砲配有對空與對地的防禦武器 7.車體採用大量傾斜式的複合裝甲</p>	
<p>坦克殺手 / Tank Destroyer</p>	<p>造形特色： 1.巨大的反坦克砲 2.驅逐坦克結構與固定式的砲塔，有上下調節的壓力桿 3.砲塔側後方裝有煙幕放射器 4.車體側邊裝有防禦裝甲 5.車體前方為盾型傾斜裝甲 6.前置式驅動輪軸 7.延續德國二次世界大戰豹式驅逐坦克外觀結構設計理念</p>	
<p>磁能坦克 / tesla tank</p>	<p>造形特色： 1.主砲為特製磁暴線圈 2.前置式驅動輪與後側外露式排煙系統 3.磁暴射成為拋物線和弧線，可越過障礙物 4.前置式指揮艙</p>	

(資料來源：美商藝電 EA GAME 紅色警戒 2 中文官方網站)

表 6. 紅色警戒 3 系列的坦克資料[26]

名稱	機體說明	圖片
<p>天啓坦克</p>	<p>設計用途：高級反坦克戰車 造形特色： 1.兩門加長型 125mm“龍式”加農砲 2.車體前下方配有“長槍”式電磁拖叉 3.前後兩對“絞肉機”式鉸接履帶 4.圓弧及曲線形 16 層加強型鋼制裝甲 5.砲塔後方配帶能散發掉 70%能量的特斯拉反應堆 6.砲塔中央配有傾斜盾，印有紅星標誌 7.車體外殼可見各種管路系統分佈</p>	
<p>幻影坦克</p>	<p>角色類型：高級主戰坦克 主要特徵：擴散式光束砲、Dulamp FT-70 裂縫發生器、反應式偽裝掃描器/投射儀、超靜低痕跡引擎、約伯漢姆抗衝擊裝甲 造形特色： 1.箱型與砲管狀的擴散式光束砲 2.象耳狀的 Dulamp FT-70 裂縫發生器 3.反應式偽裝掃描器/投射儀 4.超靜低痕跡引擎 5.車提前方為傾斜式結構，配有約伯漢姆抗衝擊裝甲 6.前後兩對承載履帶，前方履帶可調整移動方向 7.高大的箱型車體，車體前方可見駕駛室結構</p>	

(續)



<p>鐵錘坦克</p>	<p>設計用途：反坦克戰車 造形特色： 1.砲塔左側邊的 85 毫米自供彈加農炮 2.車體前下方的 TS1“沙皇”榨取光束系統 3.砲塔配有百搭副武器槽 4.一次成型的圓弧狀鋼制空腔裝甲與風冷彈艙 5.鳥瞰為凹式車體結構 6.車體中央部份為底盤銜接處，其餘為懸空式懸掛系統 7.配有青綠色的塗裝與醒目的紅星圖騰</p>	
<p>海嘯坦克</p>	<p>設計用途：主戰坦克 造形特色： 1.潔白的流線造形外殼 2.賴朝 8.8 釐米穿甲炮 3.“神鏡”納米偏導裝甲 4.密封的外殼與傳動系統 5.可翻轉的四段式履帶/浮筒，作為水陸兩棲移動 6.配戴有棋子及日本帝國象徵性符號</p>	
<p>牛蛙戰車</p>	<p>單位類型：防空兩棲運輸裝置 造形特色： 1.球體式砲塔與兩管 PVS5-7Tucha 加農炮 2.CC98Hlopushka 軍隊部署系統 3.前輪後履帶式結構，搭載水陸兩棲履帶自動部署系統 4.墨綠色塗裝及嚇人用的鯊魚嘴塗裝 5.至多五名的乘員容納空間 6.圓弧曲線式裝甲的車體結構</p>	
<p>收割機甲</p>	<p>設計用途：對地/防空機甲 造形特色： 1.車體前側方配有 PKX40 榴彈發射器 (x3) 2.喀秋莎火箭炮 3.四腳移動裝置，配有加壓腿部活塞，可選獨立懸掛 4.墨綠色塗裝及嚇人用的鯊魚嘴塗裝 5.類似蜘蛛的外形結構</p>	

(美商藝電 EA GAME 紅色警戒 3 起義時刻中文官方網站)

二、遊戲中坦克造形結構歸納表

表 6 延續前述的車體文獻資料來進行統整，針對遊戲紅色警戒系列之著名坦克造形外觀加以歸納分類，涵蓋車體內外部結構、性能、外觀造形與使用之武器...等等。

坦克種類：（名稱－編號）

紅色警戒 2 系：灰熊坦克-A1，幻影坦克-A2，光棱坦克-A3，戰鬥要塞-A 4，遙控坦克-A5，瘋狂坦克-A6，天啓坦克-A7，坦克殺手-A 8，磁能坦克-A9

紅色警戒 3 系：天啓坦克-B1，幻影坦克-B2，鐵錘坦克-B3，牛蛙戰車-B4，守護者坦克-B5，海嘯坦克-B6，收割機甲-B7

表 7. 電玩坦克造形的文獻歸納分析

機體造形種類	坦克機型															
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
1.具體的威嚇性			●			●	●			●						

(續)



2.單對履帶驅動系統	•	•	•	•		•		•	•			•				
3.雙對以上履帶系統		•					•		•					•	•	
4.履帶與輪式驅動系統												•				
5.具有多對的路輪懸掛系統(七對以上)	•	•	•									•	•		•	
6.懸空驅動系統					•											
7.行動跳躍系統																•
8.水陸兩棲行走裝置									•			•	•	•		
9.加壓腿部活塞驅動系統																•
10.磁暴線圈武器系統									•							
11.光束武器系統			•							•						
12.流線或曲線形的裝甲			•						•		•	•		•	•	
13.傾斜/垂直水平行的裝甲	•	•		•	•	•	•	•		•				•		
14.重型裝甲防護				•						•					•	
15.機殼變形裝置												•		•		
16.鮮豔色調或圖騰外表塗漆												•	•			•
17.以動物形象做延伸的外殼設計或機能							•		•			•				•
18.車體裝有特殊剷除器				•		•	•		•							
19.車體能散發出特種光線									•	•	•					
20.凹式前體底盤結構												•		•		
21.凸式前體底盤結構			•												•	
22.旋轉定位式的履帶		•													•	
23.外掛式油箱/煙管線路裝置	•		•	•	•	•		•	•							
24.單排式路輪結構	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
25.車體側裙防護裝置	•	•	•				•		•	•	•			•	•	
26 砲塔裝有特殊雷達裝置					•											
27 主砲位於砲塔側邊									•	•		•				
28.砲塔與車體接近等比結構					•									•		•
29.巨大弧狀或菇狀隱型裝置		•									•					
30.雙口徑或多管砲管(飛彈或砲彈類)				•			•			•						•
31.長管型砲管(超越前車體)	•	•			•	•	•	•		•	•			•		
32.輕武器武器系統(子彈類)													•			

(資料來源：本研究整理)

表 8-1. 電玩坦克造形歸納的統計 (A1、B1...為坦克機型代號，1、2...為機體造形種類代號)

坦克機型	機體造形種類															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1		1			1								1			

(續)



A2		1	1		1								1			
A3	1	1			1						1	1				
A5						1							1			
A4		1											1	1		
A6	1	1											1			
A7	1		1										1			
A8		1											1			
A9		1								1			1			
B1	1		1					1				1		1		
B2											1		1			
B3		1			1							1				1
B4				1	1			1				1			1	1
B5			1					1					1			
B6			1		1			1				1		1	1	
B7							1		1			1				1
合計	4	8	5	1	6	1	1	4	1	1	2	6	10	3	2	3

表 8-1. 電玩坦克造形歸納的統計 (A1、B1...為坦克機型代號，1、2...為機體造形種類代號)

坦克機型	機體造形種類																總計
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
A1							1	1	1						1		7
A2						1		1	1				1		1		9
A3					1		1	1	1								9
A5							1	1		1		1			1		7
A4		1					1	1						1			7
A6		1					1	1							1		7
A7	1	1						1						1	1		8
A8								1	1						1		5
A9							1				1						5
B1	1	1	1				1		1		1			1	1		13
B2			1					1	1				1		1		7
B3			1	1				1	1		1						9
B4	1							1								1	9
B5				1				1	1			1			1		8
B6					1	1		1	1								10
B7	1							1				1		1			8
合計	4	4	3	2	2	2	7	14	9	1	3	3	2	4	9	1	128

(本表為上下延續表格，資料來源：本研究整理)



遊戲中坦克常見之造形與結構特色（上表 9 個●以上之項目）：

- 13.傾斜/垂直水平平的裝甲、24.單排式路輪結構、25.車體側裙防護裝置、31.長管型砲管(超越前車體)
 (※項目編號.項目名稱)

伍、電玩與現實—坦克造形/機能的差異性

從文獻的比對分析中，大可知現實與虛擬的相異點，就真實面的坦克設計發展過程，必定以實用性質為最大考量，加上科學技術的種種受限，使得坦克的演變上相對保守。許多機種都是以現實技術面或實際需求的考量面作為研發要點，過程上也是互相學習模仿，以同類型的機形作為衍伸。在冷戰時期，好幾年才有些微的造形或科學技術突破。

反觀遊戲畫面中的設定，因為無具體的戰爭環境或科技因素限制，因而激發創作者能大膽假設，去構思千奇百怪的造形或機能性，有些以傳統或現代坦克做為出發點，有些則以未來世界或不同時空背景作為主軸發展。因應多樣性的遊戲關卡或戰略需求，設計上會將獨特創意作為優先考量，至於可行性多半為最後考量，而且電玩廠商為了滿足玩家的視覺性的震撼或享受，大多會以絢麗的造形或是誇張的攻擊防禦招式，來增添坦克角色的趣味性。在這些作品當中，獨特性誇張的機種已經很難被定義為傳統坦克的種類，就這些觀點去更深的省思，同時也在啟發現實面軍武設計師對於未來機種設計有更多元的方向參考與進展，許多軍武產品也是從天馬行空的設計圖開始建造的，最終才能被量產化，與世人見面。以下針對虛擬與現實坦克的差異點作比較。

表 7. 現實與虛擬坦克造形的比較差異

整體差異點	現實世界的坦克（德軍裝甲坦克）	電玩或虛擬世界的坦克（紅色警戒系列坦克）
整體外形	1.傳統坦克延伸造形 2.曲線、弧線、垂直水平結構	1.傳統坦克延伸造形 2.曲線、弧線、垂直水平結構 3.飛碟形態造形 4.機器人形態造形 5.植物形態造形 6.動物形態造形
武裝配備	1.傳統炮火、飛彈、機槍裝置	1.傳統炮火、飛彈、機槍裝置 2.雷射光 3.電磁波、脈衝波 4.輻射放射裝置 5.控制腦波裝置、行動靜止與懸浮系統裝置
防禦性	1.傳統裝甲防禦機制 2.複合、反應式裝甲 3.電磁波防禦裝甲	1.傳統裝甲防禦機制 2.複合、反應式裝甲 3.電磁波防禦裝甲 3.防護罩 4.鐵幕裝置／超高密度裝備
行動機能性	1.履帶、輪式驅動 2.水陸兩棲行動裝置	1.履帶、輪式驅動 2.瞬間移動 3.水陸兩棲行動裝置 4.時空轉換裝置
迷彩塗裝	1.環境迷彩 2.數位迷彩	1.環境迷彩 2.數位迷彩 3.隱形裝備
實用性	實用	礙於科技因素，許多性能還無法被實現，因此多為不實用
知名度	因為真實的車體，有具體的作戰績效，因而較廣受世人流傳與討論	多半是虛構與不切實際的，大多侷限於遊戲玩家間流傳



陸、概念機的創作

綜合以上的歸納分析，本研究將坦克外觀造形與結構上的特點延續至創作的觀點。並針對現實與虛擬坦克的造形發展做模擬，分別進行兩件概念機的創作。

一、作品（一）：

鬻式/主力坦克 Horseshoe Crab Tank(Future Combat System Tank) /ST-1(2010 星海爭霸II 官方“有心1”活動 遊戲造形設計組 入圍)

(一) 創作理念

遊戲角色設定：

鬻式為自治聯盟軍方的新型產品，如同庫希歐攻城坦克都為有致命性的地面武器，不同的是，鬻式ST-1 採用低扁車身外形，搭載厚重且特殊材質的傾斜式複合裝甲，降低避彈率，先進的反偵測攻能、防護罩和渦輪引擎，使得它在戰場上更有效率的前進，因而成為自治聯盟軍新型態的主力坦克之一。根據作戰日誌指出，鬻式因為高速度和有效率的防禦系統，在初次戰場上表現就有優秀的戰果。

根據表3、表6、表7統計所得之結果，依此可以認定以上這些造形特徵，多半為坦克常見的外觀依據，即可供造形創作上的延伸參考，以下為此坦克創作之造形與結構特色：

長口徑砲管(長於前車體末端)、砲塔配有被動防禦性武器(煙幕彈、機槍)、砲塔配有「直射」式的火控系統(風偏及彈著距離分劃的瞄準鏡)、車體搭載重裝甲(厚度：100mm 以上)、車體特殊裝甲/間隙式裝甲、車體裝有側裙防護裝甲、單軸固定履帶連結扣、扭力桿懸掛系統

表 8. 人類種族-坦克性能與外觀主要設定

乘員	4人	機動性	發動機 MTS MB 231型15汽缸發動機, 2200匹
長度	7.65米	懸掛系統	扭力桿
闊度	4.2米	平地時速	80公里/小時
高度	2.2米	馬力/重量	28匹/噸
重量	60公噸	行動距離	550公里
裝甲	增強鋼、鎢、電磁幽甲及非金屬材料複合裝甲	所需設施	兵工廠
武器	主要武器：135毫米L65型滑膛炮 次要武器：2x 8毫米T86機槍	兵種	裝甲支援/前線主力作戰
項目	鬻式/主力坦克 Horseshoe Crab Tank		
整體外形	1.傳統坦克延伸造形 2.曲線、弧線、垂直水平結構		
武裝配備	傳統炮火、飛彈、機槍裝置		
防禦性	1.傳統裝甲防禦機制 2.複合、反應式裝甲 3.電磁波防禦裝甲		
行動機能性	履帶、輪式驅動		
迷彩塗裝	1.環境迷彩 2.數位迷彩		
實用性	部分實用，部分機能還未能實現		



(二) 草圖

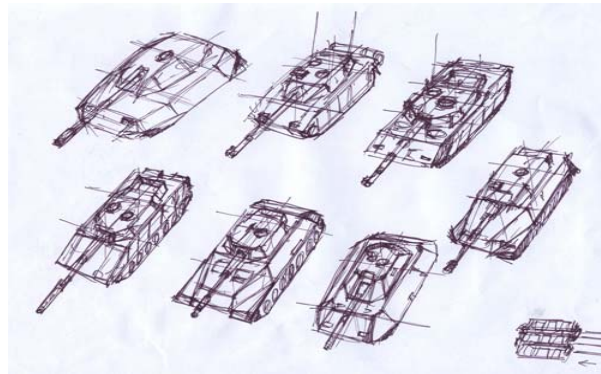


圖 2. 作品 1 黨式/主力坦克車體草圖繪製

繪製草圖階段除了參考大量圖片與文獻外，參考現實生活中的裝甲避彈率概念，融合於機體造形設計，以不同的形式創意與造形去做發想，製作出擁有真實性與獨特性的車體造形。

(三) 製作過程

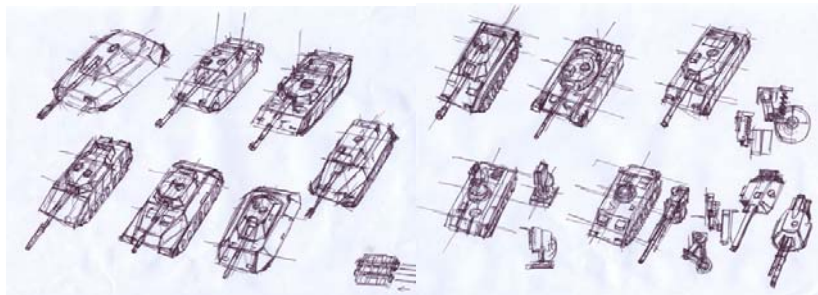


圖 3. 草圖繪製來確認雛形

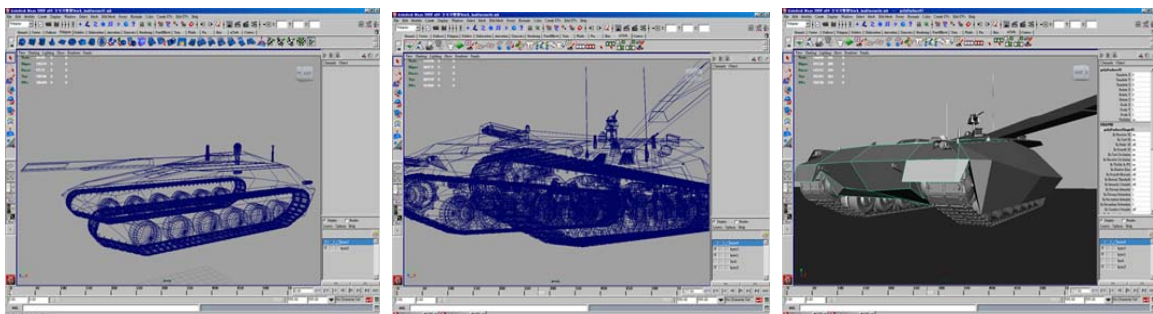
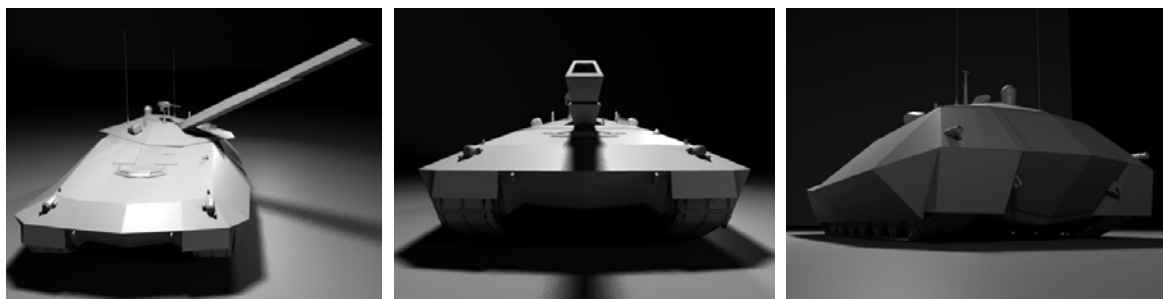


圖 4. 依據草圖開始三維模型製作



(續)



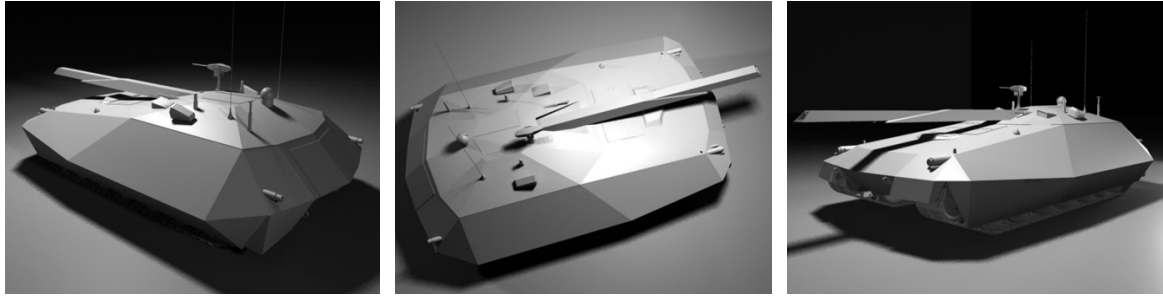


圖 5. 車體素模的測試渲染

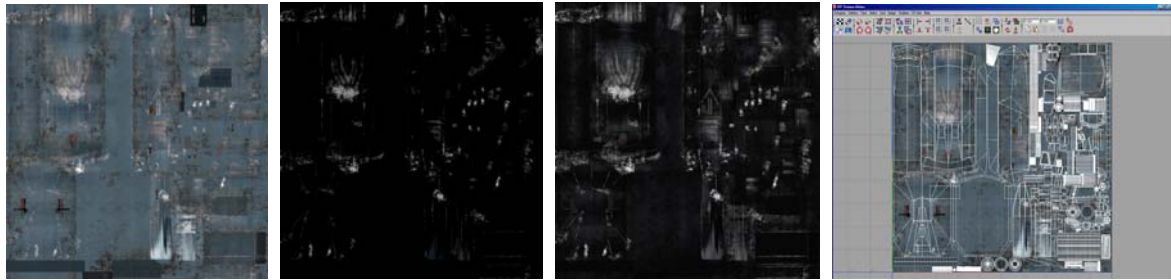


圖 6. 針對車體材質進行繪製，並將材質導入模型中



圖 7. 將車體動作重新調整，搭配光線與攝影機的設置，進行算圖，最終圖在透過後製軟體修片。

(四) 完成圖



(續)





圖 8. 作品 1 蟹式/主力坦克車體展示圖

二、 作品 (二) :

球形離子坦克 Sonia Ball Tank(Future Combat System Tank) / Spherical tank (澳大利亞 2010 CGTALK (CG Society) 論壇 3D 版 入圍發表作品)

(一) 創作理念

遊戲角色設定：

SONIA BALL 為新型態的概念基體設計，以球形做主體搭配雙驅動式履帶，砲塔設計為機體兩側旋轉圓環，可做 180 度的範圍發射，中央核心動力搭載萊凝特 GX 離子動力砲，擁有強大能源體提供坦克的推力與攻擊力，可作為快速移動或巨大砲擊武器使用。某些特殊情況下，也能運用這股噴射動力與機身裝甲結合衝向敵軍，給予敵方重大的衝擊波，機體本身搭配遠端無線操控或 ATC 電腦 AI 模式，可以更靈活精準的完成作戰任務，當成群的 SONIA BALL 一起行動時，那將給予敵人狠狠的痛擊。

根據表 3、表 6、表 7 統計所得到之結果，依此可以認定以上這些造形特徵，多半為坦克常見的外觀依據，即可供造形創作上的延伸參考，以下為此坦克創作之造形與結構特色：

長口徑砲管(長於前車體末端)、砲塔配有被動防禦性武器(煙幕彈、機槍)、砲塔配有「直射」式的火控系統(風偏及彈著距離分割的瞄準鏡)、車體搭載重裝甲(厚度：100mm 以上)、車體特殊裝甲/間隙式裝甲、車體裝有側裙防護裝甲、單軸固定履帶連結扣、扭力桿懸掛系統、單排式路輪結構



表 9. 球形離子坦克性能主要設定

乘員	0人	機動性	發動機 MTS MB 231型15汽缸 發動機，2200匹
長度	5.5米	懸掛系統	扭力桿
闊度	5.5米	平地時速	75公里/小時
高度	5.8米	馬力/重量	25匹/噸
重量	50公噸	行動距離	500公里
裝甲	增強鋼、鎢、電磁幽甲及非金屬材料 複合裝甲	所需設施	兵工廠
武器	主要武器：萊凝特GX 離子動力砲 次要武器：35毫米TK2型滑膛砲 50毫米TK2型滑膛砲	兵種	裝甲支援/後線主力支援
項目	球形離子坦克 Sonia Ball Tank		
整體外形	1.傳統坦克延伸造形 2.曲線、弧線、垂直水平結構		
武裝配備	1.傳統砲火、飛彈、機槍裝置 3.電磁波、脈衝波		
防禦性	1.傳統裝甲防禦機制 2.複合、反應式裝甲 3.防護罩		
行動機能性	履帶、輪式驅動		
迷彩塗裝	環境迷彩		
實用性	礙於科技因素，許多性能還無法被實現，因此多為不實用		

(二) 草圖

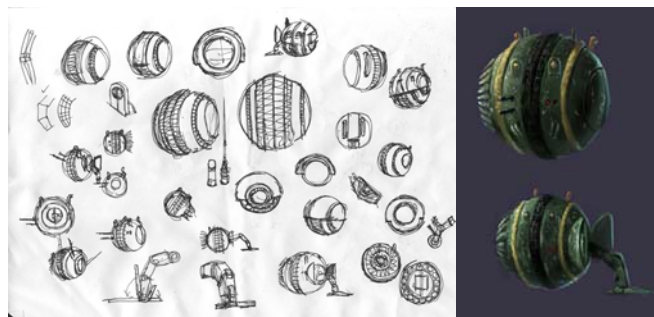


圖 9. 作品 2 SONIA BALL 球式坦克車體草圖繪製

以球體概念為雛形，中央配置一對履帶作為行走用，車體可任意的調節仰角外，也搭配推進器來提升移動速度或攻擊敵方，此機型在概念上比較偏向科幻角度，與以往坦克之造形截然不同，草圖確認後再透過 3D 模擬圖來呈現真實樣貌。

(三) 製作過程



圖 10. 草圖繪製來確認雛形。



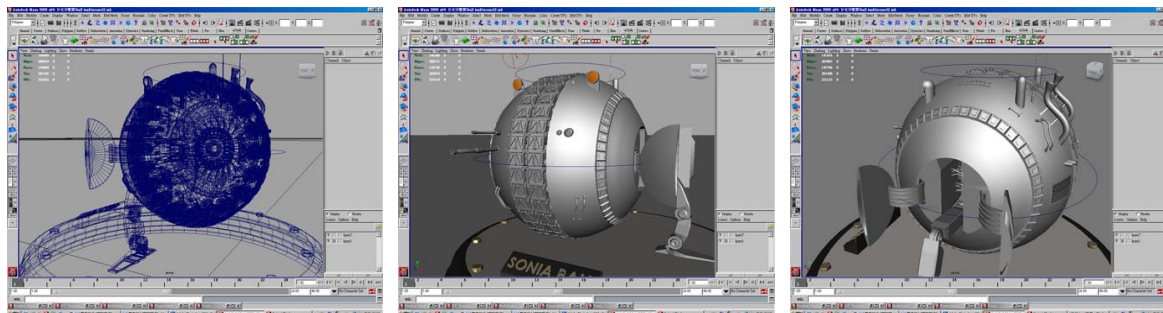


圖 11. 依據草圖開始三維模型製作。

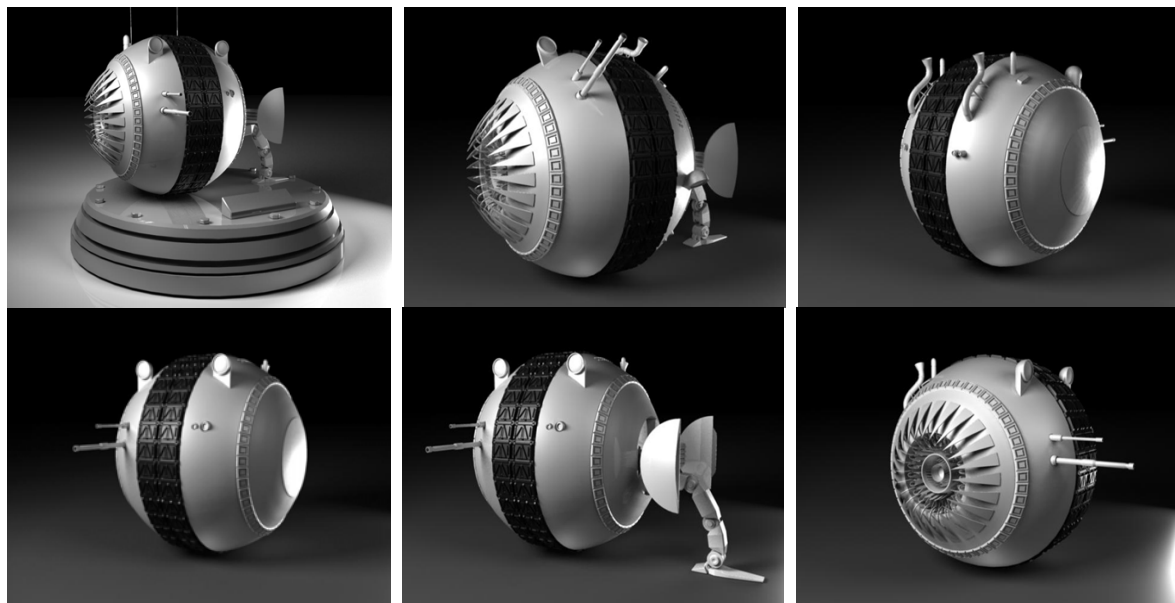


圖 12. 車體素模的測試渲染。

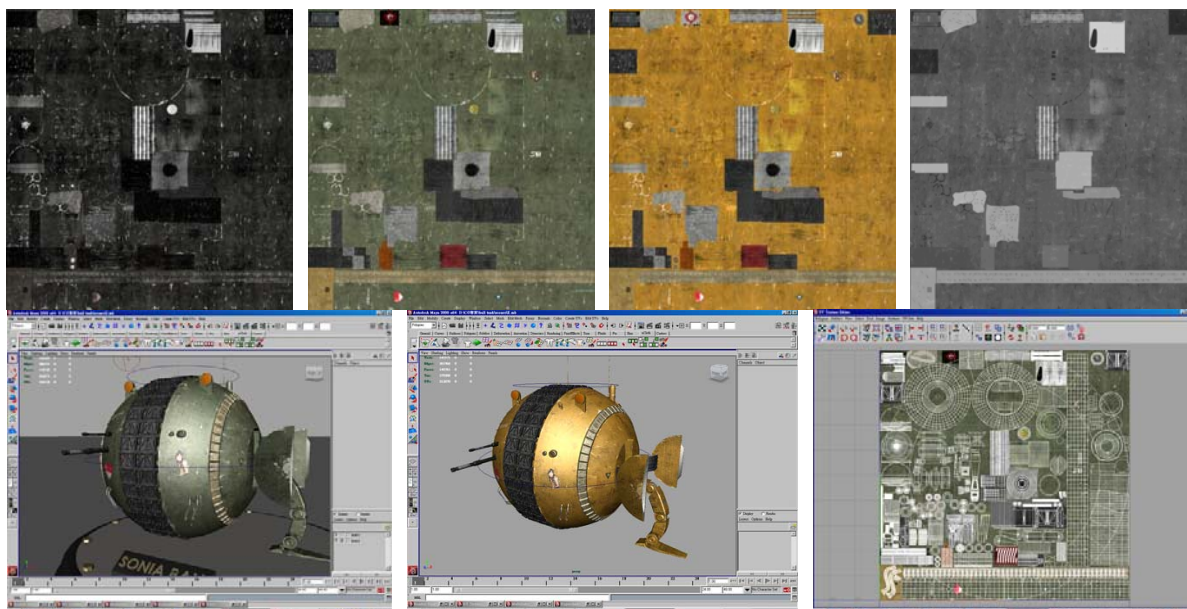


圖 13. 針對車體材質進行繪製，並將材質導入模型中。



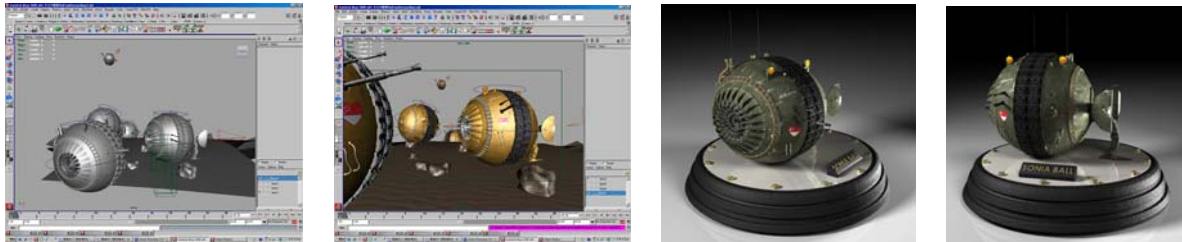


圖 14. 將車體動作重新調整，搭配光線與攝影機的設置，進行算圖，最終圖在透過後製軟體修片。

(四) 完成圖



圖 15. 作品 2 球形坦克 SONIA BALL 機動坦克車體的作戰畫面與展示圖

柒、結論

一、未來坦克整體造形演變之方向

上述不難理解坦克的歷史至今，雖然僅短短幾十年，但可以看出多樣性的發展，針對不同年代和地域性的需求，設計師以突破與新技術，來強化坦克的性能及魅力。無論在遊戲世界或真實世界中，許多



設計概念會經常交叉互補的受到影響，因為現實環境因素和創意性的想像力，使得坦克成為軍事武器上擁有重要的地位，依舊是許多研究軍武人士喜好的一環，對於未來的現實與虛擬坦克造形演變方向，大體上可分為以下幾點。

(一) 現實世界的主要造形與性能趨勢：

1. 裝甲輕量化：採用新式的複合裝甲，達到防禦密度和彈性更高且重量越輕的效果（強化塑膠複合纖維、陶瓷與特殊鋼複合纖維）[26]。
2. 行動裝置更佳化：除了渦輪和柴油引擎外，未來會以更省能源的方式來取代現有能源，同時將朝更大馬力的發動機發展（電漿核融合、核子能源、電池電力）。履帶結構也朝更易驅動性和穩定性發展，讓行駛各種地形或遭遇攻擊時能大幅降低履帶損率。以維持行動力做前提發展，即使履帶損毀的情況下，僅存路輪照樣可以行駛。
3. 智慧型控制系統：針對現有射控系統進行改良，讓定位裝置更準確，有更 AI 的自我偵敵模式，配合精靈式的追蹤系統，使命中率提高[27]。
4. 人力節省：未來 AI 系統以及遠端遙控精良化後，部分坦克將以遙控方式驅進，可以有效減少人數傷亡和人力成本[28]。
5. 大口徑的主要武器：巨砲能提升攻擊的效應外，亦可融合飛彈發射系統，進行更與距離的攻擊，而雷射或光束科技的武器也是指日可見的武器之一，目前科技尚未完全克服，因此還需等待一段時間。
6. 車體輕量化：車身轉為中小型結構，低扁車身搭配較小的車體可以減少命中率，以速度及靈敏性來增強攻擊效率[29]。
7. 隱形與防護罩裝置：西方國家近年運用電極防護罩技術與奈米光學折射技術，已經成功實驗出隱形與防護罩效果，這將是很重大的突破，對於這樣技術背發展出來，無疑的會掀起全新的科技戰，傳統的防護裝甲也將有新的改變。
8. 車體流線形：以避彈的原理及角度換算出更有效率的裝甲，使其車身處於流線形態，面臨武器的反彈更有效率。
9. 塗裝：以數位迷彩的概念做基礎發展，未來將以烏賊或變色龍的擬色環境系統做設計主軸，讓車體可以隨環境變色，達到更優的偽裝效果（張軍鋒、祝延軍、陳哲強，2008）。

(二) 虛擬世界的主要造形與性能趨勢：

1. 基礎架構：以真實世界坦克的造形作為基準點進行研發。
2. 車體外觀：外形更為複雜，視覺性強烈的車體組織結構，讓車體外觀或內部零件更為精緻。
3. 運用造形：以動植物或外星生物作為雛形衍生，結合自然界形態於車體各項裝置。
4. 塗裝迷彩：顏色塗裝根據地域或國家的區別，將更明顯的劃分，採用鮮明醒目的色彩作視覺判別性，另類的發展也涵蓋隱形裝置或是特殊擬色環境系統，目的為多元化車體的顯性。
5. 性能：車體機能的絢麗化，擁有更多元的變身裝置，如同變形金剛，目的是為了達到視覺的豐富性。
6. 裝甲材質：外觀裝甲除了傳統材質外，將運用各種未知或新奇的材質來做混搭。
7. 特色點：強化坦克造形的特點，針對每輛坦克的外觀特色做誇張和強化，加深觀者的印象。
8. 武裝的華麗攻擊：比起傳統的攻擊或爆炸更加誇張和絢麗，融合各種視覺特效來突顯武器的攻擊性，讓作戰畫面充滿戲劇性的張力。

坦克的造形或性能發展層面皆由目的性作區分，現實面的考量以講求實用和效能，往往比較正規且嚴肅的考量與設計，在造形與性能上勢必有所限制，無法天馬行空的創造，能突破的幅度受限於當時科學技術，因此真實世界的坦克造形與性能演變較無那麼對比或高反差。反觀遊戲世界的設計單純以娛樂為目的，相對來說創意更為多元化，坦克設計在於一切都為不合理的想像下被開發或創作，排除種種現實面因素的限制，使得造形與性能的發展更為廣闊，不少作品中亦可看見很多機種的原創性與獨特性，雖然多半為虛構的機體，但某些概念和創意正是現實中軍武設計師追求的目標與理想，未來時間的催化



下，相信會有更多可觀性的創意造形被實現，而坦克在新世紀的戰場上，是必有更新穎的樣貌呈現。

參考文獻

- [1] 騰昕雲(2003)。世界軍武發展史-坦克篇，第 10-120 頁。臺北縣新店市：世潮出版有限公司。
- [2] 羅傑·福特(2006)。坦克(黎毅譯)，第 45-66 頁。北京：中國青年出版社(原作 2005 年出版)。
- [3] DAVID PORTER(2010)。赤色風暴 蘇聯坦克部隊 SOVIET TANK UNITS 1939-45(卡米柚子譯)，第 80-148 頁。臺北市：世潮出版有限公司。
- [4] David Porter(2010)。鋼鐵雄獅：西線盟軍坦克 WESTERN ALLIED TANKS 1939-4(卡米柚子譯)。第三章與第七章，第 50-187 頁。臺北市：楓書坊。
- [5] Jorge Rosado、Chris Bishop(2008)。鐵甲兵團－納粹帝國裝甲師(卡米柚子譯)。第 34-123 頁。台灣臺北：楓書坊。
- [6] 朱如華(2004)。稱霸世界的地面武器，第 45-100 頁。台北市：豐閣。
- [7] 喬治·佛提(George Forty)(2004)。戰車指揮官－現代騎士 Tank commanders : knights of the modern age(譚天譯)，第 44-56 頁。台北市：麥田。
- [8] 馬文俊(2007)。第二次世界大戰德軍統帥堂－重裝甲營戰史，第 65-80 頁。臺北縣：知兵堂。
- [9] 常和(2008)。武器百科。(24-66 頁)。台北市：漢宇。
- [10] Jorge Rosado、Chris Bishop(2009)。閃擊先鋒 納粹帝國-裝甲擲彈兵師 Divisions 1939-45(卡米柚子譯)，第 34-67 頁。臺北市：楓書坊。
- [11] 徐銘遠(2002)。戰車，第 23-57 頁。大陸北京：解放軍出版社。
- [12] 鮑昌嗣、石井榮次(2010)。PANTHER 豹式戰車模型製作入門 AFV Modelling Guide Vol. 3 PANTHER(許嘉祥譯)，第 55-78 頁。臺北市：楓書坊。
- [13] MORINAGA Yoh(2009)。世界戰車博物館圖鑑(張詠翔譯)，第 34-56 頁。台南市：楓書坊。
- [14] 尼克·康尼士(Nik Cornish)(2009)。庫斯克：史上最大的戰車戰(夏鈞波、史坦因譯)，第 88-166 頁。臺北市：風格司藝術創作坊。
- [15] 鮑昌嗣(2009)。虎 I 式戰車模型製作入門(許嘉祥譯)，第 26-60 頁。臺北市：楓書坊。
- [16] 大波篤司(2009)。圖解戰車事典(張詠翔譯)，第 44-127 頁。臺北市：楓書坊。
- [17] 周小康(2008)。陸戰之王-世界各國主力戰車(33-89 頁)臺北縣：知兵堂。
- [18] 孔德銑(2006)。顛豹－II 系最新成員。性能超過豹－II A5 新陸地霸主 瑞士 PZ-87WE 主戰坦克全解析。國際展望。2006 卷 1 期。(46-51 頁)。
- [19] 朱英貴、李蘇、趙建江 (2008)。水陸坦克分隊突擊上陸階段火力 運用。火力與指揮控制。33 卷 2 期(2008/02)。(56-59 頁)。
- [20] 張軍鋒、祝延軍、陳哲強 (2008)。坦克的誕生、演化及其發展趨勢。未來與發展。2008 卷 2 期 (2008/02)。(78-81 頁)。
- [21] 閻清東(2007)。坦克構造與設計(上冊)。中國北京：北京理工大學出版社。
- [22] 小林源文(2004)。裝甲兵前進!(許嘉祥譯)。臺北市：星光出版社。
- [23] 上田信(2008)。圖解·德國裝甲師(許嘉祥譯)。臺北市：星光出版社。
- [24] 美商藝電 EA GAME 紅色警戒 2 命令与征服：紅色警戒 2 中文官方網站 (<http://zh.wikipedia.org/zh/%E5%91%BD%E4%BB%A4%E4%B8%8E%E5%BE%81%E6%9C%8D%E5%BC%9A%E7%BA%A2%E8%89%B2%E8%AD%A6%E6%88%92>)
- [25] 美商藝電 EA GAME 紅色警戒 3 起義時刻 中文官方網站 <http://ra3.ea.com.tw/Default.aspx>
- [26] GameRankings 電子遊戲評分網 官方網站(<http://www.gamerankings.com/>)
- [27] 美國互動藝術科學學會官方網站(<http://www.interactive.org/>)

