

動力學造形的發展源流

陳光大* 林品章**

*崑山科技大學視覺傳達設計系，台灣科技大學設計研究所

gd196478@yahoo.com.tw

**台灣科技大學設計研究所

pclin@mail.ntust.edu.tw

摘要

人類最早使用的動力取自於人類本身，例如：鑽木取火、打擊石塊、用手汲水等。但在了解動物的習性之後，就利用家畜的力量從事較具勞動性的工作，甚至更進一步的利用存在於自然中的水力與風力能源。一直到了十九世紀，與人類同時誕生的動力技術，從道具邁向機械發展的過程，在此有了極大的轉變。相同的，造形之發展過程受到技術的影響共同成長，在現代科技愈來愈發達的今天，科學與藝術相互結合的趨勢成為主流，自然而然對動力學造形的發展產生極大的影響。

本研究以蒐集動力學造形的相關資料和利用文獻探討的方式，探討動力學造形的發展過程，並將發展階段分為：二十世紀前期、二十世紀初期、二十世紀中期、二十世紀後期等，分述動力學造形在這些階段的發展樣貌。最後，並提出以下幾項觀點：1.動力學造形在包浩斯預備教育中確定為設計基礎教育的一環；2.現代藝術與動力學造形有密切的關係；3.動力學造形將以高科技為主導，而持續發展；4.動力學造形將會結合互動性、參與式的表現。

本研究藉由探討上述動力學造形相關的歷史源流，以確立動力學造形在設計與造形藝術領域的學術地位。

關鍵字：動力學造形、自動樂器、現代藝術、互動藝術

一、前言

人類自古以來就對「動的事物」產生興趣。自然界萬物的移動變化，或是為了節省人力，促進效率所發明的風車和水車等，都是因為「動」，以及能夠利用「動」而產生許多相關的研究問題，同時也由運動，延伸出對「時間」的關心。動力學造形的形成除了與此有相同的概念之外，玩賞與引人注目也是其形成的主要原因。

不論在東方或西方，許多文獻中可得知古代科學開啟文明之前，人們對動態的事物充滿好奇與興趣，

同時，也開啟研究的動機。例如，對日月星辰移動的變化，開始了天象觀測，並發展出許多天文學的定律與實證。有人對一天走的路到底有多遠或多久產生興趣，於是想辦法測量距離，雖然繩子的長度可用來表示距離，但是如果距離太遠，卻沒有足夠長的繩子來應付時，有人就想到利用齒輪的機構原理，很快地便能測得實際的距離。可以發現這些都是與日常生活息息相關的問題，為了讓生活更便利，特別是在增進人類活動力的重點上，許多有關的發明也孕育而生，製作技術也因為許多機具的發明，而顯得更佳成熟。

動力學造形在定義上是指具有實際運動的造形，早期相關的動力學造形是與人們的生活相結合，二十世紀初期成為藝術的流派，而稱之為：「Kinetic Art」，中文翻譯為：「機動藝術」，機器動力為其動力的因素，但由於隨著時代的變遷，動力的來源已不只是機器，而且其動力的背後也有學理。本研究乃使用「動力學造形」一詞，並以時間作為主軸，分析每一個時期與動力學造形相關的發展狀況與進展，除了可以瞭解技術與環境在動力學造形中扮演的地位與角色外，也瞭解其發展之脈絡。

二、二十世紀前的動力學造形

2-1 動力學造形的萌芽

1897年，在法國坎塔布連（Cantabrian）的洞窟，發現了約2-3萬年前描繪的壁畫，古代人生動地表現跳躍中的牛隻，足以證明他們對動態的事物，非常關心。在古代埃及歐西里斯的祭典，曾存在一種用線來拉動，高約50公分的人偶（圖1）；後來在曼菲斯等地的古代墓棺，發現了許多肩膀及腳關節可活動的人偶。這些人偶利用線的牽引使之運動的方式，除了手腳關節可活動之外，手臂也可做簡單的上下運動[6, p.10]。古代的西方，特別是融合希臘與埃及文化的亞歷山卓城（Alexandria）的發明家們有許多的貢獻，例如：西元前3世紀，克特西比烏斯（Ctesibius, B.C.285-222）發明了第一部利用空氣壓縮來發聲的小風琴，此種在管中置入鉛錘使空氣發出聲響的原理，引起後來知名的發明家—亥倫（Heron, A.D.10-75）的興趣，而創造了一系列的作品。另一位發明家—斐隆（Philon, B.C.280-220）則是西元前2世紀拜占庭的科學家，他曾利用平衡環（Gimbals）原理，使一個有8面體的墨水盒，不管用哪個面的口蘸墨水，墨水不會由其它的7個面口流出。除此之外，有關軍事方面的發明，也留下許多的卷冊。同樣在西元前2世紀，希臘建築師—提莫卡雷司（Timochares）為埃及的托勒密二世（King Ptolemy II, B.C.284-246）的妻子，建造一尊懸於空中的雕像，是依賴屋頂和牆壁上統籌設置的磁力懸浮起來[12, p.169]；此種利用磁力的技術，到了今日似乎已不復存在。由上述文獻可得知如此早期的人們，就已經懂得利用各種科學原理從事機具的設計或藝術表現，不管是否具有實際機能性的效用，都是非常精彩的傑作。



圖 1：古代埃及的人偶[15, p.14]。人偶的手臂關節可活動，可以將那隻手臂舉起再放下。

亥倫是將上述發明發揚光大的奇才，他不僅運用風力、水流，還利用了火力、蒸氣、水壓推動等動力源，改良風琴，積極的發明了第一台蒸氣機，並且設計了機械木偶劇場、消防車、里程計、自調式油燈、新形注射器、與現代經緯儀相似的測量儀、會鳴叫的機械鳥、太陽能噴泉、水琴、風車驅動的風琴 [12,

p.144]，以及自動聖水販賣裝置、自動神酒供給裝置、汽力球、自動管風琴裝置（圖 2）等自動裝置。亥倫將這些發明記載在他所出版的著作中，也使後人見識了這位發明天才。在他所著的《論氣體力學》（Treatise on Pneumatics）一書的前言說，「有一些發明在日常生活中很有用處，其他發明則產生了引人矚目的效果」[12，p.147]。在西元 1 世紀時，能有如此驚人的技術與想法，的確令人嘆為觀止。這些設計雖在歐洲被長期的遺忘，卻給阿拉伯帶來極大的影響，不久，由阿拉伯輸入至歐洲的亥倫著作，讓歐洲後來的科學技術反而獲得大力的鼓舞。

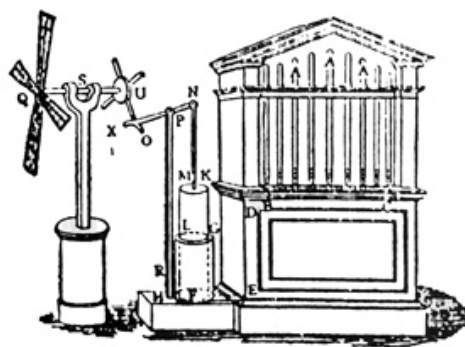


圖 2：Heron，自動管風琴裝置，2000[6，p.24]。利用蒸汽吹動風車，並帶動風壓裝置，驅動管內的簧片發出聲響。

西元 640 年，阿拉伯人入侵亞歷山卓城，希臘與埃及的文明在伊斯蘭世界繼續發展；其中，出身巴格達的巴努穆薩（Banu Musa, A.D.805-873）兄弟 3 人，成了亥倫主要的繼承者。他們在《機巧裝置之書》（The Book of Ingenious Devices），提到所發明的各種精緻不凡的機械裝置，其中，在有如人造花園的自動裝置作品中，樹上有會唱歌的機械鳥，地上有怒吼的獅子及其他動物陪襯著；另外還有許多與生活有關的奇妙裝置[12，p.154]。在西元一世紀初，羅馬的建築家－維特魯維亞（Marcus Vitruvius Pollio, B.C.70-25）提倡一種水車，是使用水力取代人力與獸力的灌溉辦法[16，p.79]。而西元 7 世紀，用來產生動力的風車，開始出現於波斯，主要是應用於汲水以供灌溉[16，p.80]。

東方的中國與日本，也有許多結合物理、機構原理且令人讚嘆的裝置發明。例如，春秋後期，木匠魯班（B.C.507-444）在機械方面是一位發明家，據《墨經》記載，他曾經製造一隻木鳥，能飛行在空中「三日不下」[17，p.218]。這個記載或許只是一項誇大的敘述，純屬虛構，但也具體表現當時人們心中的理想。西元前 23 年，中國發明的指南車，原本以為是利用磁力裝置組成；1960 年，卻被李約瑟博士（Joseph Needham, A.D. 1900-1995）等人發現，是利用「差動齒輪」（differential gears）的高度精密機構組合而成。西元 4 世紀時，晉代王嘉的《拾遺記》曾述及「機戾自能轉動」，是一種人偶裝有各種使其轉動的簡單機械，人們將此種機械人偶稱為：「機妍」。到了唐代，機械木偶才開始盛行。西元 132 年，張衡（A.D.78-139）發明「候風地動儀」，是應用慣性現象的一種設計裝置，為中國先進的發明之一。西元 723 年，佛教僧侶和數學家們曾製作了有發條、稱作「水運渾天俯視圖」的天文儀器，是用水產生動力的一種裝置[12，pp.142-143]。北宋天文學家－蘇頌（A.D.1020-1101）則在西元 1090 年完成「水運儀象台」，是一座結合天文儀器與時鐘的裝置，同樣也是靠水驅動，尤其在固定時間，就會有人偶出現，並敲打著各式樂器，顯示時辰。上述的『墨經』《經上》曾寫到：「力，刑之所以奮也。」「刑」是指物體，「奮」指運動；其意指「力」是物體產生運動的原因[23，p.49]，這段文字，可說是中國對「運動」所作詮釋的最早文獻。

1796 年，日本江戶時代，由細川賴直（Hanzo Yorihaō Hosokawa, A.D.1741-1796）所完成的『機巧圖彙』，曾出現九種自動人偶的構造、原理及製作法[7，p.17]，其中「奉茶娃娃」是最具代表性的人偶之一。

以上的記載，說明了自古以來人們對動的事物與運動的本身充滿了想像與創造力，也可看出人們很早就企圖利用機械動力創造更便利的生活方式，提昇工作的效率及娛樂。

2-2 從傳統走向近代

中世紀時期的歐洲是一個很封閉的社會，由於言論舉止受到宗教的影響，使社會發展僵硬，而且思想食古不化，對歐洲而言，將近一千年的時間裡並沒有太多技術上的發展。一直到西元 14 世紀，義大利佛羅倫斯開始興起「文藝復興」(Renaissance)，在科學與藝術方面，有了極為重大的突破，歐洲猶如沈睡已久的醒獅，開始展開驚人的爆發力。當阿拉伯人將科學傳入歐洲後，歐洲人立即建立了獨特的科學文明。雖然，印刷術、火藥及指南針最早是由中國人發明的，但是自從由阿拉伯人傳入歐洲，經歐洲人改良之後，其精巧與使用價值之高，絕非發明初期所可比擬[13, p.30]。

中世紀始盛行的自動樂器(Mechanical music instruments)，對動力學造形而言，是一種將「技術」完全生活化的表徵，也是動力學造形之嶄新表現。自動樂器可說是西方工藝文明的一部份，就如同今日的音樂盒一般，不過在當時卻呈現了人們相當先進的技術。第一部真正的自動樂器是一座配置排鐘、並利用秤錘推動的時鐘，其裝置是使用一個佈有釘栓滾動的圓筒敲打排鐘，使其發出聲響演奏不同的曲調。

樂曲的旋律有許多記錄方式，例如，有放置簧片的滾筒、金屬盤、在紙捲上打方洞等，用這些記錄裝置所能演奏的曲調長度，最多大約 2 至 3 分鐘，而且大部份的管風琴或音樂盒無法完全演奏一首完整的音樂曲目，只能演奏特定的幾種音調，而和弦的選擇也很有限。不過，當時音樂記錄者或製造者卻利用巧思，在不改變節奏或音樂和諧度的前提下，改變樂譜紀錄上的規定，想辦法克服時間太短的限制，同時，也讓聽眾不會因為聽太多「機械化」的音樂而感到疲倦，因而創造出豐富多重的和弦效果。

自動樂器的動力除了利用風以外，也利用水流推動蹼輪(paddle wheel)所產生的動力來演奏。新的技術發展使得人們可以用更小的水流推動機械，此種的技術大幅縮小了自動管風琴與排鐘的龐大體積，同時，也有人製造會唱歌的鳥和神奇的自動演奏樂器。佛甘遜(Jacques de Vaucanson, A.D.1709-82)、傑克鋒斯(Jaquet-Droz, A.D.1721-1790)、寇科(James Cox)等人都是當時相當出名的鐘表匠，他們製造的藝術精品皆出口到中國及印度。1796 年，法合(Antoine Favre, A.D.1557-1624)發明了利用振動金屬片的自動音樂裝置；1880 年，洛可曼 (Paul Loch Mann)發明了金屬紀錄盤等(圖 3-4)。以上這些事證，足以證明在科技逐漸昌明下，人們發展自動裝置的技術也不斷的進步，與造形藝術的關係，也逐漸的接軌並融合在一起。

1775 年，翁加美勒神父(Father Engramelle, A.D.1727-1781)出版了一本名為：「音調技術或圓筒產生音調的藝術」(The Tone Technique or the Art to Give Cylinders a Tone)的著作；另一本極具指標性的著作：



圖 3：Orgue Limonaire 35 Touches, 1905 [20, p.10]。人偶會依照音律敲打小鼓和鈸。



圖 4：Push-up Pianola, 1880 [20, p.98]。利用金屬盤打出的記錄裝置做為演奏的依據。

「風琴工匠的藝術」(The Art of Organ Maker)是由得賽勒(Bedos de Celles, A.D.1709-1779)所寫。此兩本理論及實務兼具的著作，是對當時工藝技術所做的研究成果，同時也有助於後人了解自動樂器及自動裝置的演進[20, p181]。1770 年，英國公使向中國的清朝乾隆皇帝進貢了一個能寫：「八方向化，九土來王」八個漢字的機器人[11, p.9]，這是西洋的自動裝置進入中國的相關記載。雖然，自古中國就有自動裝置的造形產生，但此時，因受到清廷的閉關自守政策影響，相對於西方世界動力學造形的表現，中西方的確存有嚴重落差。

進入 20 世紀後，現代藝術的流派，藝術家們開始對繪畫與雕刻的表現無法滿足，而陸續出現了對運動裝置產生興趣的藝術家。他們如同工程師一般組合馬達和齒輪，並考慮具有藝術性的機械裝置。而這些裝置並不是要作成具有何種實用性機能的物品，其目的只是追求一種新造形的發展，是藝術性的。這些作品讓人看到各種造形的變化及產生無法預料的運動方式時，有一種不可思議的感覺。

三、二十世紀初期的動力學造形 (A.D.1900-1935)

20 世紀以前的藝術表現，幾乎以平面與立體的形式為主。到了 20 世紀，藝術家在「空間」裡加入「時間」的因素，而且對「動的形態」產生深深的關心。如前所述，造形表現的發展過程，從古代開始對於空間的表現，已經注入大量的心血。早在文藝復興時期，有關線的透視圖法等遠近表現已被確立，而在運動的表現方面，作為研究對象並且開始有意識的採用，則是 19 世紀後半的事[32, p.104]。到了 20 世紀，在現代的藝術作品中，尤其是加上「時間」要素之後的作品，即所謂「運動的造形形式」是很普通的現象。如果與 19 世紀的藝術家作比較的話，其差異是現代的藝術家們的角色，如同發明家一般，在 20 世紀的藝術作品中，充滿著根據科技進步與豐富的想像力所產生的造形變化。

本章，將明確揭示與動力學造形的歷史背景有極大相關的現代藝術，並考察 1920 年代為開端的未來派、達達主義及俄羅斯的構成主義等流派的表現形式與動力學造形的關係。

3-1 以運動為題材的未來派

受到象徵主義與立體派的影響，1909 年在義大利創立的未來派 (Futurism) 藝術家們，非常喜歡描繪連續跳舞、步行的人們及快速行走中的電車及汽車，他們選擇以運動為對象的題材，描寫其運動的狀態。其畫面如同高速攝影及電影畫面草稿似的動態表現。雖然，只是將動的表現停留於畫面，但確實能感覺正在動的狀態。所謂的「分割描法」是指，在運動與相互浸透的空間表現中，產生之初期未來派典型的繪畫風格。這些作品可以說明二十世紀初期藝術家們對動態事物的關心。

此外，未來派也是在 20 世紀第一個全面性接受機械之美的藝術團體，他們打破過去及因襲最強而有力的手段來使用技術。他們讚賞金屬的亮度及鮮明的色彩，以及由機械的噪音、速度和力量所帶來的恍惚感，並明白表示接受機械化的現代，以開創朝向未來之路邁進。他們也否定文化性、政治性的遺產及傳統價值的一切，倡導機械能源。活力與運動，是未來派藝術家最關心的事，也成為造形的強調主題。

翁貝爾托·薄邱尼 (Umberto Boccioni, A.D.1882-1916) 是未來派中最有才能及最富創意的藝術家。《Unique Forms of Continuity in Space》的作品中，一個在風中行走的人，以極富張力的手法投入速度和力量，就像是透過風所鑄造的作品一般 (圖 5)。薄邱尼在 1910 年發表「未來派雕刻宣言」向雕刻挑戰，並要求全面一新，為了達成這個目標，所有的材料，都要使用於雕刻。例如：玻璃、木頭、厚紙、鐵材、馬毛、皮革、布料、鏡子，電燈等，包括：馬達也被列入，並敘述了實際讓雕刻產生運動形態的可能性 [2, p.17]。

另外一位藝術家－德佩羅（F. Depero, A.D.1892-1960），在 1916 年受到俄羅斯芭蕾舞團的委託，為他們設計舞台裝置及服裝。其舞台裝置設計中，他應用「造形的複合體」作品，放置著馬達、噪音裝置及富有異國情調的造形花，抱持著「人工的生命體」的演出意圖[22, p.182]。德佩羅是第一位利用馬達來製作作品的藝術家[32, p.228]。巴拉（Giacomo Balla, A.D.1871-1958）則是以動物的行走為主要題材，表現連續運動的軌跡，將運動以圖解方式解說（圖 6）。



圖 5：Umberto Boccioni, *Unique Forms of Continuity in Space*, 1913[24, p.89]。表現有著巨大的動感，頂著狂風向前邁進的狀況。



圖 6：Giacomo Balla, *Dynamism of a Dog on a Leash*, 1912[1, p.37]。狗的身體使用連續相片的技法，將運動以圖解方式解說。

雖然，未來派在 1916 年薄邱尼去世後，而告一段落。但是，在未來派肯定機械的現實中，藝術家們應用技術所產生的新素材，製作出前所未有的藝術形態，並且將機械作為現實產業社會的隱喻，也可說是讓藝術的表現形態產生變化的力量。回溯過往到目前為止的造形活動，可以知道，未來派的基本理念與形式被延承下來，那就是以「運動」為對象的題材，到今日並且沒有太大的改變。

3-2 對機械崇拜的構成主義

構成主義（Constructivism）是 1919 年發生於俄羅斯的歐洲藝術運動。如同未來派一般，構成主義的藝術家也對機械生產及工業技術感到新鮮，他們在自我信任的形式中，應用新的工業生產材料，或是科學技術以探求其忠實的樣式。

最能夠代表構成主義特徵的是烏拉迪米爾·塔特林（V. Tatlin, A.D.1885-1953）所思考之比艾斐爾鐵塔更高的《Monument to the Third International》（圖 7）。此項紀念塔是 1920 年，莫斯科舉行的第八屆蘇維埃會議展覽場中的展示模型。塔特林的想法，是根據列寧所說過的話：「被解放的人類運動之線」。利用螺旋形構成的構造物，象徵那個時代的飛躍、活力及即將要逃離上升大地的人們[4, p.224]。這個紀念塔包含了三個大玻璃建造的建築物，螺旋形硬邊的構造體，是利用足以代表 20 世紀素材－鐵及玻璃所製作的。建築物下方的立方體，是一年旋轉一次，中心部分是一個月旋轉一次，而最上方則是一天旋轉一次；因此，「動」的建築概念已在那時出現。這個作品雖然沒有完成，但其動態作品的構想，則由後來的納姆·賈柏（Naum Gabo, A.D.1890-1977）用較小的規模來具體化了。

1920 年，賈柏利用一個簡易的馬達，在軸心插上一根鐵絲並使之旋轉。由於，旋轉時會產生離心力，

鐵線就會出現殘像般的虛量感效果。他在鐵絲上使用一個可以移動的重錘，調節其運動時產生的振幅大小（圖 8）。賈柏曾經說過：「構成主義的雕刻並不是單純的三度空間，同時還加入了『時間』的要素，已經是四度空間的作品。利用『時間』，我企圖要表現運動、韻律感，並透過實際的運動，體驗繪畫及雕刻的線與形的變化，其中，由錯覺所引起的運動也包含在內。藝術作品的韻律感和空間、構圖及給予人們的印象是同樣重要的」[8, p.227]。如同他作品形態的充分表現出這樣的理念。加入了「時間」要素的作品，改變了人們對靜態作品的看法，而使動力學造形作品逐漸的受到重視。



圖 7：V. Tatlin, Monument to the Third International, 1920[33, p.133]。包括一個傾斜的螺旋鐵架、支撐玻璃圓筒、玻璃錐體和玻璃立方體，上述元素以不同的速度轉動。

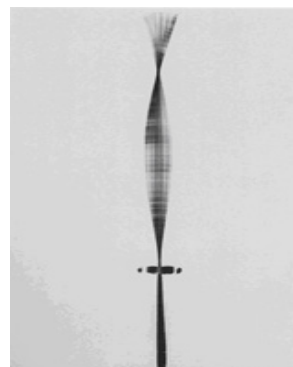


圖 8：Naum Gabo, Standing ware, 1920[8, p.168]。利用其連帶動鐵線的振動，強調殘像的效果。

另外一位對構成主義之運動形態產生深厚影響的藝術家，也就是在「包浩斯」實施預備教育的莫何里·那基（László Moholy-Nagy, A.D.1895-1946）。他利用運動與光的反射效果，可說是對機器的一種情熱結晶化的表現，他主張：「我們應要以宇宙生命中的動的原理，來取代古典藝術中的靜的原理。實際的作法，就是要展開動的構成來取代靜的素材構成」[8, p.57]。對運動理念極為強烈的那基，把這個理念充分傳達在「包浩斯」的預備教育之中，而將「運動」列為學習的科目，使得動力學造形在往後的設計教育中奠定基礎。

3-3 包浩斯的預備教育

1919 年，在德國創建的「包浩斯」是設計教育的發端。建校之初，擔任教職的伊登（Johannes Itten, A.D.1888-1967）覺得學校的校舍不夠，設備不足，於是向校長格羅佩斯（Walter Gropius, A.D.1883-1969）提出在臨時搭建的教室中，開設預備教育課程來解決教學困境的建議。此項臨時性的建議，卻成為當今基礎設計教育的典範。當時的預備教育是一種前期課程，時間為半年，讓學生在進入工廠訓練之前，有充分的時間去瞭解自己的性向。他曾在「包浩斯展覽會」的簡介中說明：「此課程的主要目標，是專門為了引導學生的創作能力，使他們瞭解各種自然材料，並認識視覺藝術中一切創造形為需要的基本原理」。後來，他在「Mein Vorkurs am Bauhaus Gestaltung und Formenlehre」的著作中，對預備教育課程所設定之教學目標有下列三項[26, p.5]。

(1) 自由解放學生之創造力，以發揮學生天賦之藝術才能。

(2) 為了幫助學生容易地選擇學習其專攻科系起見，盡可能利用實際之材料來練習構成，並多加注意對材質感應的實習。

(3) 為了使學生將來能成為一個藝術家，教授、學生作為造形藝術家所必須的技巧及基本原理。透過研究型態及色彩之諸原則，把學生之觀察力發展到客觀的世界。

1923年，伊登因教育理念與格羅佩斯不合而離開包浩斯，預備教育的老師換由阿爾伯斯與莫荷里、那基共同接任，此時不僅將時間延長至一年，實施內容也有所改變；並把教育目標修正如下[10, p.35]：

- (1) 熟習各種材料與工具。
- (2) 以各種方法研究自然，並進而學習造形的基本要素和方法。
- (3) 學習造形上可能或必要使用之數學、力學、物理學、化學等等。

前兩項大致延續伊登時期的教學目標，第三項則明顯的對科學知識的需求性大大增加，尤其是與動力學造形相關的基礎科學，如：數學、力學、物理學也明確的包含在內，對設計工作者而言，是一種跨領域的學習，對創意開發與活化腦力有實質的幫助。莫荷里·那基曾說：「動力學的造形原理，雖然是從物理學借助而來，但是，物理學的法則是自然的法則，符合自然法則的形態，是抵抗力最少的形態，也將符合工程節約的法則，因此，也就是符合經濟性的法則」[14, p.50]。那基將「運動」做為一種新形態的開發，除了將構成主義的表現特色在預備教育中強調，顯現出構成主義的觀念與作法外，追求合理的設計法則與多元的跨領域學習也是他重視的項目[10, p.35]。

3-4 諷刺視覺曖昧的達達主義

對20世紀的藝術來說，結合更寬廣的技術和空想的思考形式，已變成一種表現形態的基礎。達達主義(Dadaism)被稱之為本世紀的偶像破壞者，由於厭倦了第一次世界大戰下所產生的恐怖心態，以及對傳統藝術、文學的不滿，他們否定一切的現成價值觀，但令人們感到意外的是，達達主義對機械卻抱持著關心的態度。事實上，他們並不是要讚美機械的文明，而是對機械所持有的冰冷組件表示關心。法蘭西斯·畢卡比亞(F. Picabia, A.D.1879-1953)、馬賽勒·杜象(Marcel Duchamp, A.D.1887-1968)等人，均創作了一連串機械製圖似的繪畫(圖9)，這些作品充滿著運動的感覺。

達達主義中直接與動的作品有關係的藝術家是杜象，他也許是第一個注意到「運動知覺」效果的藝術家。1913年他製作了《Bicycle Wheel》，是將一個腳踏車輪裝在椅子上的作品，對杜象而言，這是一個美麗的裝飾，用手去轉動的感覺是快樂的。而在他另一件著名的作品《Rotary Glass Plates》(圖10)中，將五塊長短不一的矩形玻璃板，裝置在一根旋轉軸上，並在玻璃板上描繪多條等距的弧線。當開啟馬達的電源時，玻璃板開始旋轉，線條就製造出同心圓的錯視效果。五塊有前後距離的玻璃板，旋轉時看起來像是在同一平面上的同心圓似的，三次元的造形透過四次元動態表現，製造出一種空間運動的效果，進入一種充滿眩影和幻覺旅行的無限空間。杜象是透過科學性的實驗，藉著運動的造形所產生的錯視，諷刺原來就知道同心圓不存在的網膜視覺，而不是真正要追求動的趣味性。這個出發點與未來派或構成主義所主張的理念不太一樣，甚至是相反的。因為一個是崇拜機械，讚美現實的機械文明，而一個卻是利用機械，來諷刺視覺的曖昧。達達主義藝術家們，在20世紀充滿了現實的機械思潮之中，感受到一股反藝術的力量；不過，對於在功利性的技術體系中機械和機械的現實，則採取懷疑性的態度。

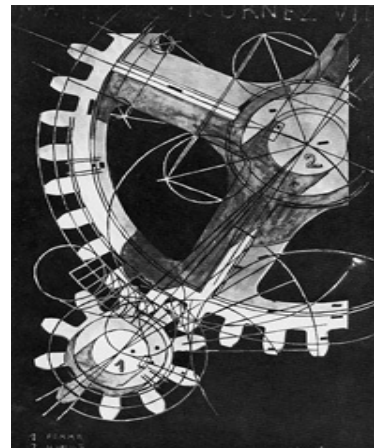


圖 9：F. Picabia, Machine Turn Quickly, 1916[32, p.49]。以齒輪及線條的律動，表現對運動狀態的關心。

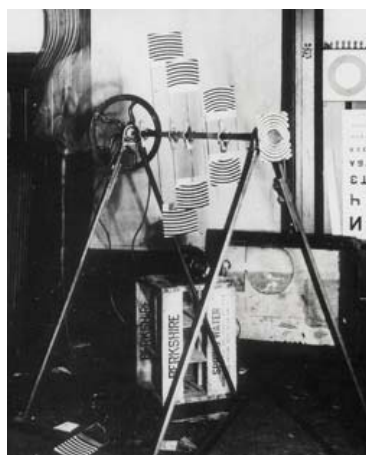


圖 10：Marcel Duchamp, Rotary Glass Plates,

1920[9, p.36]。此系列旋轉等距的玻璃片，使玻璃上的弧線產生立體的心像效果。

四、二十世紀中期的動力學造形（A.D.1935-1970）

4-1 強調實際動態的機動藝術

採取實際的運動及光電，並以動態的效果為目標的機動藝術作品，雖然在第二次世界大戰前已經能夠看到，但是根據科學技術與藝術潮流的發展，約在 1950 年後半才開始真正的活躍起來。1961 年在斯德歌爾摩的近代美術館，舉辦了以「機動藝術」（Kinetic art）為主題的大型展覽會，從此，「機動藝術」的名詞就開始流傳。

機動藝術的造形理念，在「未來派宣言」中已經萌芽。但關於「動」的發想，俄羅斯的構成主義則為另外一個發源地。這些現代藝術的造形理念帶來了造形的新體系，同時也取代了古老的形態意識。雖然，機動藝術是以「運動」做為共通的主題，但是根據運動的種類可以分成三個大方向。第一，利用風、水等等自然的力，所產生的運動形態。第二，依據觀賞者自身的移動，所產生的運動效果。第三，裝置馬達或其他的人工性動力，使自體產生運動的作品[21, p.46]。

第一種利用自然力的代表作品，如：亞歷山大·柯爾達（Alexander Calder, A.D.1898-1976）的 mobile（圖 11）。此作品利用平衡的原理，在鐵絲的前端繫上金屬片，當被風吹動時，作品就會隨風飄動。因此，這不僅是表現環境變化與物體的一種關係，而作品的本質也顯示附有生命的真正運動形態。像這一類與自然環境結合的作品，也被稱之為機動藝術中的「自然派」。第二種屬於視點移動的代表作品，如：阿格曼·亞克夫（Yaacov, G. Agam, A.D.1928-）的作品。此類型的作品，其本身不會產生「動」，而是靠著觀賞者的移動，使作品產生動的印象或錯視效果。第三種是以人工的動力為主的作品，可說是機械性裝置的作品，在機動藝術中以這種形態表現的作品最多，如：賈柏、那基等人的作品，都是屬於此種類型。這種以人工的動力為主，且具有規則性的運動作品，被稱之為：「機械派」。但是，同樣使用人工性動力的尚·丁格利（J. Tinguely, A.D.1925-1991）卻無視機械本身的正確性及規則性之特質，創作出不規則性運動的作品（圖 12）。他的觀念不同於向科學技術接近、肯定的態度，相反的是利用機械的運動，

來諷刺機械的文明，這點與達達主義的理念是相同的。丁格利以人類與機械共生為目標，創作出雙方共同體的不合理及不可思議的狀態與形式。

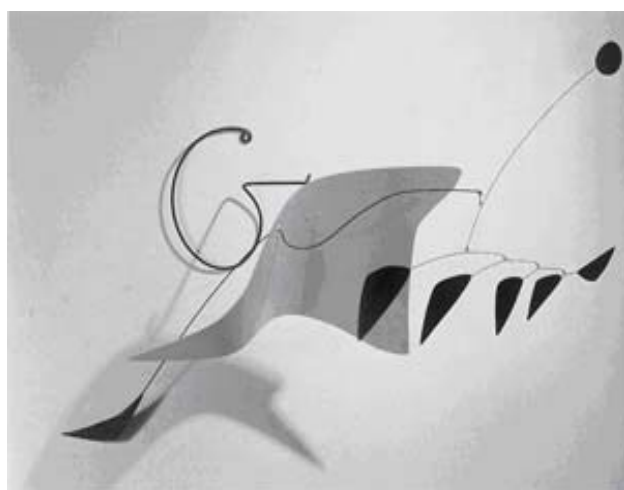


圖 11：Alexander Calder, Yellow Whale, 1958[27, p.56]。

其風吹動金屬線條，使之產生實際運動。



圖 12：J. Tinguely, Animation de petites ampoules, 1962[30, p.13]。

1947 年，美國數學家諾伯特·維納（Norbert Wiener, A.D.1894-1964）倡導「控制論」（Cybernetics）學說，使日益複雜的機械操作有了劃時代的進展，對於控制的穩定度、精確度的加強，在生活與技術的發展上，的確扮演了極為重要的角色。尼可拉·修弗（Nicolas Schöffer, A.D.1912-）的作品《CYSP1》透過麥克風及光感應器，將環境周遭收集到的資訊，傳送到作品上並自動變化運動的形態。

布蘭克·馬立納（Frank Malina, A.D.1912-1981）在 1968 年於美國創辦藝術與科技的專門性雜誌—「Leonardo」；早在 1955 年開始，他也從事機動藝術相關的製作，同時也以藝術家的身份展開相關的理論探討。他的作品利用鏡子和金屬之旋轉，透過燈光反射表現千變萬化的光影效果[31, p.41]。當布蘭克·馬立納開始製作系列作品，1950 年當時「Group Zero」在西德成立，1959 年舉辦的展覽會：「光之芭蕾」，強調以單純的光與色彩為素材發表作品，不再強調實體素材的存在，似乎表達出對環境解放的新想法[34, p.166]。

從機動藝術的先驅—塔特林、蓋博、杜象、那基等人的作品來看，各種新素材的開拓，並不止於製作的手段及作品的外觀，其表現的性質及效果上所帶來的大變化，的確是令人非注目不可；由此可知，動力學造形受到機動藝術的影響，是極為深遠的。如上述所提之三種運動作品的形態，在動力學造形的領域中已成為視覺效果及動力的主要課題。因此，相信在研究機動藝術的同時，也為基礎造形中的動力學造形，提供了很好的視覺體驗。因此，只要科技日益發展，機動藝術的精神將會綿延不斷地發展下去，而動力學造形的形態空間也會不斷地擴大。

4-2 視知覺的參與

1832 年，涅加在礦物結晶中發現立方體會產生「遠近反轉的錯視」。此後，有關視知覺的研究，在各種領域都有長足的發展，並且陸續有令人驚奇的發現。一直到 1915 年丹麥心理學者魯賓發表「魯賓之瓶」的作品，使造形心理學奠定研究的根基，並結合藝術家的創意，利用視知覺原理的藝術作品，愈來愈多，在變化上也愈加多樣化。

但視知覺真正與大型藝術流派結合一體的是歐普藝術 (Optical Art) 盛行的時期。歐普藝術本身強調的就是光學性的視覺表現，是強調錯視效果的抽象繪畫[5, p.24]。此種表現，事實上就是透過人類視網膜在大腦中產生錯誤的訊息及其所發生之一種錯視認知。歐普藝術中不論是平面或立體作品的基礎概念，均與此有關。1964 年，紐約近代美術館展出「The Responsive Eye」展，揭開了歐普藝術的序幕。在歐普藝術的世界中，充滿了各種與視知覺原理相關的視覺表現。而大多數以平面性作品為主的這個流派中，利用立體形態為創作意念的藝術家雖然不多，但是充滿了對人類視網膜做動態性的挑戰。由於，利用觀者主動去與作品產生互動，因此，視點移動、形狀的大小與距離的關係、色彩融合、運動視差等相關視知覺原理，都是相當重要的表現方式。

利用視知覺原理製作的作品，和機動藝術都與運動有著相當密切的關係，其中以索托 (Jesus Rafael Soto, A.D.1923-2005) 及阿格曼·亞克夫兩人為主要代表。索托的作品均以線條為其基本架構，再利用線與線或線與面的前後相互干涉影響，而產生不可思議的動態效果，這種效果作品本身並無太多動態的變化，整個變化是在人的視網膜上出現 (圖 13)。阿格曼的作品 (圖 14)，則是利用面與面之間的角度關係，使其產生色彩融合的效果，這種融合不僅讓造型發生變化，而且色彩上也有多元的表現，此外，因角度不同使得每個階段的視覺效果也就不一樣。雖然如此，本研究不經意地發現兩位藝術家之間最大的共同點，都是運用觀賞者邊走邊看的移動方式，使作品與觀賞者產生互動性的效果。他們的作品本身不會運動，而由於觀賞者的「視點移動」使作品產生動或錯視的印象，這種由觀賞者移動所產生的視點移動方面的表現，是非常重要的「參與式」、「互動性」的藝術展現。

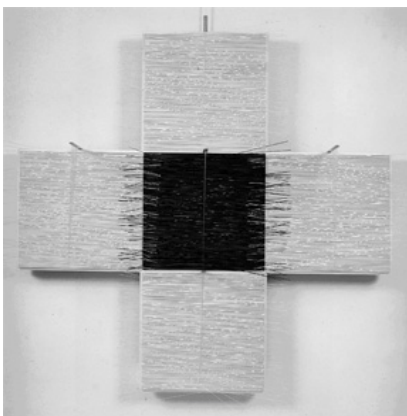


圖 13: Jesus Rafael Soto, Cruz cobalto y limón, 1975[28, p.167]。利用鐵線相互重疊，產生錯視的現象。



圖 14: Yaacov, G. Agam, Remembrance and Growth, 1969[18, p.76]。利用視點移動的方式旋轉作品，因視角的不同，使形態與色彩產生融合，而出現新的圖形變化。

五、二十世紀後期的動力學造形 (A.D.1970-)

5-1 電子技術與藝術

二次世界大戰之後，電子技術急速發展，其最重要的核心產物，就是 1946 年開發的電腦。這是一個能夠處理及綜合所有複雜的資訊媒體工具。而成為電腦資訊處理之基礎概念的是維納 (Wiener, Norbert, A.D.1894-1964)、尚農 (Shannon, Claude Elwood, A.D.1916-2001) 及 范·紐曼 (John Von Neumann,

A.D.1903-1957)等人的資訊處理理論。當電腦成為生活必須的重要工具時，賦有資訊意義的藝術表現也受到極大的影響。進入 70 年代，隨著美國電腦繪圖技術的開發，新的表現技術也被陸續發掘。任何的造形幾乎都與電腦有關，科技不再只是做為造形素材來考慮，有關科技所賦予的意義、系統及資訊媒體等等，無形之間均影響現代藝術的發展。1990 年，紐約的近代美術館所舉辦的「Information Art」展，出現各種積體電路的回路圖形。

彼得·佛格爾 (Peter Vogel, A.D.1937-) 的作品，利用喇叭、線圈及各種可發聲的電子零件，結合電子回路架構而成 (圖 15)，並在回路上隨性放置光敏電阻，當觀賞者將光敏電阻遮斷時，聲音就會從喇叭發出悅耳的音波。此外，還會產生不同的節奏，在形態上就如同樂譜一般，把電子零件像音符似的用線狀連接，並且毫不隱藏的直接秀出電子零件等材料。巴薩米恩 (Gregory Barsamian, A.D.1953-) 的作品 (圖 16)，則利用高速的閃頻裝置，加上各種以垂直或水平的運動方式，產生非常生動的立體動畫效果。其作品利用頻閃裝置發出高速的閃光，讓眼睛看見畫面的瞬間，在視覺上留下不斷改變形狀的特殊效果，也使人們在意識影像和現實影像的轉換下，產生現實與虛幻的錯覺。

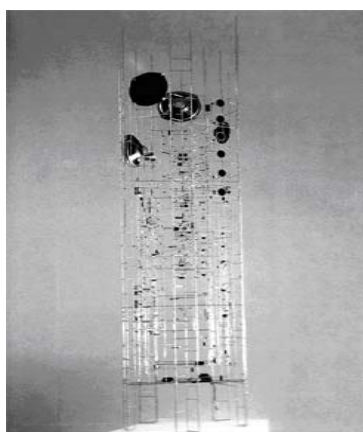


圖 15：Peter Vogel, *Hallfedern*, 1992[3, p.88]。

透過光敏電阻遮斷的方式，產生各種不同的音樂節奏。

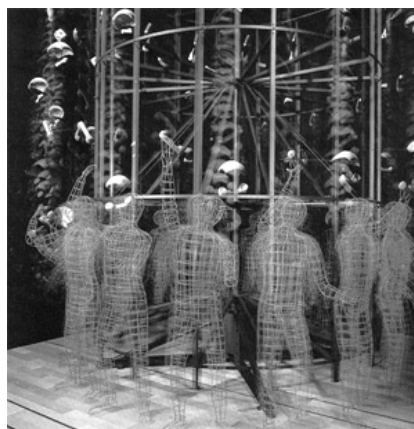


圖 16：Gregory Barsamian, *Juggler*, 1997[25, p.18]。

透過閃頻裝置與動作的漸層轉變，創造出視覺暫留的動畫效果。

5-2 互動藝術

現代的科技藝術，在其他表現型態中前所未有的三大特徵，即是：視覺效果、藝術的媒體性及互動性等三者[1, p.188]。過去的藝術表現形態，大多數是以藝術家個人主觀意識為主，觀賞者只能用「看」的方式來感受。但是近年來，由於電子技術的發達，使動力學造形出現與觀賞者產生互動的表現型態。這與傳統觀念中觀賞者與作品之間毫無關係的風格比較之下，讓觀賞者多了一份體驗的機會。「互動」的英文是 inter + active 的組合，可說是種想誘導人類的行為及透過意識所產生的想像力 (imagination) 以達成藝術創作的手法。所謂「互動藝術」 (Interactive Art) 指的是，必須要有觀賞者可以碰觸、可以操作或是可以融入作品中欣賞作品的表現。除了將「看」與「體驗」劃上等號外，「觀賞者」也與「受測者」或「參加者」產生角色互換[29, p.80]。互動藝術並不只是泛指作品與觀賞者之間的互動關係，也牽涉到作品與環境之間的互動性。現代的科技藝術的互動性，除了注重視覺表現外，藝術家與觀賞者互相利用五官的接觸，讓作品產生反應；同時，各種視覺效果、運動、光及聲音等等的要素，也會直接產生回饋 (feed back)。觀賞者與作品接觸時所產生的反應，會透過相互作用，讓觀賞者自己獲得發現及創造性的喜悅。

維納提出「Cybernetics」學說之後，控制與互動之間為藝術家們找到一個新的可能性。1968 年，在英國倫敦舉辦的世界最早的電腦與藝術結合之「Cybernetic serendipity」國際展，就以身體與電子學的相遇和發現為主題，顯示對互動議題的關心。後來的藝術團體，如：Group Zero、Gruppo T、Gruppo N，EAT (Experiments in Art & Technology) 等動力學造形的作品裝置，均是以「互動」關係為前提，也就是利用外在環境的光、聲音及溫度等，作為捕捉反應及動作的感應機制。

1989 年，美國的杜拉 (David Durlach, A.D.1946-) 在一張桌上使用 81 個磁鐵與 16 個電磁鐵，並撒上大量的磁粉，由外在的音樂及觀賞者自由操作，根據控制變化桌上的圖形會產生不同的效果，磁粉所形成的立體形狀，如同舞蹈一般，時時刻刻變換形狀。杜拉想強調磁鐵的生命反應，而且整個過程儲存在記憶體內，不論何時都可以再現造形 (圖 17)。中國出生的蔡文穎 (Wer-Ying Tsai, A.D.1928-) 自 1968 年以來，持續製作的《Cybernetic Sculpture》系列作品 (圖 18)，結合維納所倡導「控制論」的概念，運用不銹鋼、玻璃纖維、震盪器、馬達、閃頻裝置，人工智慧功能的回饋感應器與電腦控制系統，賦予作品神經組織與思考能力，並且具有三種特性：1. 利用內藏的震動器引起共鳴振動，傳達到不鏽鋼棒時，會產生正弦波動。2. 使用閃頻裝置讓波動能夠清楚看到，並且改變閃頻裝置的發光週期使波動產生變化。3. 其週期變化並非使用手動操作，而是利用聲控裝置驅動震動器的頻率，或反應觀賞者所發出的聲音或拍手聲。

由於科技不斷進步，新的材料與技術不斷的更迭出新，動力學造形與當時的科技結合，而展現不同風貌。動力學造形以藝術的型態展現較多，而藝術往往會影響設計的風格與實務應用，尤其在戶外看板、櫥窗設計、展示設計，景觀設計方面的應用最為廣泛。此外，為了吸引注目性與趣味性，利用



圖 17 : David Durlach, Dancing Trees, 1989[35, p.85]。

利用音樂及手控操作，讓磁粉所形成的立體形狀如同舞蹈一般，產生不同的效果。

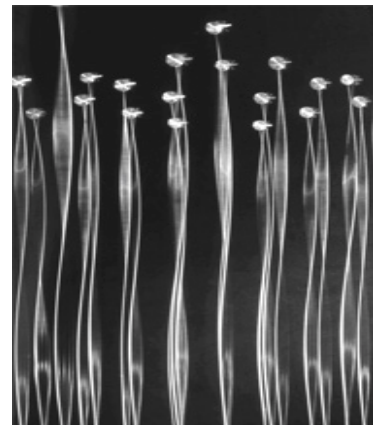


圖 18 : Wer-Ying Tsai, Double Diffraction, 1971[3, p.84]。

利用聲控讓震動器引起振動，使不鏽鋼棒產生殘像的效果。

聲控或是紅外線裝置等的動力學造形作品，讓觀賞者透過與作品的互動及參與形式，來帶動設計活動的活絡。所以，為了達到設計的目的，強調互動性、參與式的動力學造形，是最可以展現實力的一種表現，在當今數位的時代，透過電腦的控制，具有互動性、參與式的動力學造形，也被廣泛的應用在博物館、展覽館、美術館的展示。

六、結論

動力學造形是一種處於運動知覺與空間之中的形態。日本著名的基礎造形教育家一朝倉直巳，曾在論文中對動力學造形有這麼一段敘述：「動的感情對造形來說，是基本且重要的，這不僅會產生活力，表現富有意氣昂然的生氣，並能讓觀賞者受到感動。雖然，在平面造形的世界，或在立體造形的世界中，也是作為一種「動勢」而存在，但在三次元的世界中，更進一步的是擁有物體本身能夠運動的優點。這對造形來說，是很大且必要的條件，而從那裏也能夠引出各種造形的魅力」[19, p.4]。因此，動力學造形的作品，是由於保有「運動」的要素而存在，也由於「運動」的要素，容易成為人們注目的焦點。

根據上述的考察，本文歸納下列幾點結論：

(1) 動力學造形在包浩斯預備教育中確定為設計基礎教育的一環。

在 1923 年，包浩斯以「藝術與科學技術結合」為目標，推展教育路線，使得現代藝術流派的成果以及科學的技術，成為導入設計之基礎教育的主要契機。透過莫何里·那基所傳授的造形理念，以「運動」作為基礎造形要素之一的理念，在包浩斯的預備教育中被確立。其結果是動力學造形在立體構成的領域，已經成為一種基礎造形要素的研究對象。

(2) 現代藝術與動力學造形有密切的關係。

從畫布上描繪具有運動感的作品開始，一直到實際運動的造形出現為止，這期間對形態思考的變化是相當大的。在每件作品，可以得知動力學造形的形態發展，與現代藝術流派的風格、理念有絕對性的影響。本文把與動力學造形有關之現代藝術的流派整理成(圖 19)，從此圖中可以看出 20 世紀初期的流

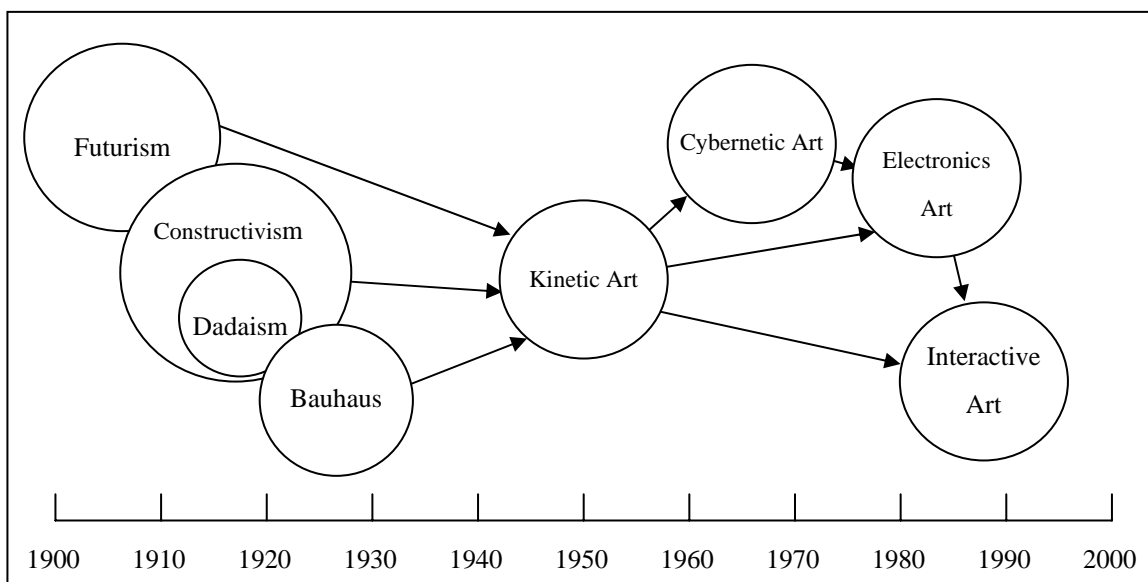


圖 19：動力學造形與現代藝術的脈絡 (時間整理)

派在 Kinetic Art 被整合而一。之後的各個規模較大的藝術流派，雖然理念的出發點不盡相同，但是都會有以「運動」為主題的作品出現。也因為如此，加上隨著科學技術的發展，動力學造形的表現形態，才呈現出多元的變化。如今，在現代藝術的作品風格及形態深深影響動力學造形課題的走向之同時，也可以透過鑑賞這些作品的方式，來重新思考新的造形及新的形態表現。

(3) 動力學造形將以高科技為主導，而持續發展。

動力學造形的作品，可說是科技與藝術的結晶，尤其是新的科學技術與藝術形態融合在作品之中，動力學造形的創作範圍被擴大，同時也增強作品本身的魅力，加上利用各種技術與材料的組合，體驗新的造形效果的機會下，培養出美的秩序及對動力學造形的感受性，以便嘗試發掘其造形表現的可能性。近來，使用電腦控制運動的變化，或利用感應器來感應音、光、溫度等的動力學造形，也愈來愈多；特別是在電腦技術及多媒體（Multimedia）應用的帶動下，動力學造形結合設計的目的，在各式場合大量的出現，隨著高科技成果的帶動，可以預期的，其表現形態及風貌將逐漸改變。

(4) 動力學造形將會結合互動性、參與式的表現。

互動性、參與式的表現，具有藝術及設計的雙重意義，也是藝術與設計相重疊的部分。動力學造形中的運動知覺、空間知覺等，由物理性的視覺化或虛擬的存在感，與人類感官的意識之間的偏差越大時，其藝術的價值也就越高。因為，如此一來更能突顯出超乎人類認知的概念，並增加其趣味性，將此趣味性應用於設計，更能顯現出其強烈的視覺效果。此外，透過觀賞者與作品之間的互動性，讓作品可以依照觀賞者的感覺或意識自由控制時，更能呈現作品之新的藝術趣味。但在電腦技術發展快速，且普及化的現在，從事互動作品的同時，如何在趣味化中提升整體的概念，在科技不斷快速發展的同時，互動的動力學造形也會更加進化。如何展現其藝術性凌駕其技術性，設計性凌駕其商業性，則為創作者必須思考的課題。

表 1：動力學造形的歷史年表

| 年代 | 時間 | 事項 |
|-----------------------|---|---|
| 二 十 世 紀 前 | 西元前3世紀 | 克特西比烏斯發明第一部利用空氣壓縮來發聲的小風琴。 |
| | 西元前2世紀 | 斐隆利用平衡環原理，製作一個有8面體的墨水盒。 |
| | 西元前2世紀 | 希臘建築師提莫卡雷司，建造一尊利用磁力懸於空中的雕像。 |
| | 西元1世紀 | 亥倫利用火力、蒸氣、水壓推動等動力源，改良風琴，積極發明第一台蒸氣機等等。 |
| | 西元640年 | 巴格達的巴努穆薩兄弟3人出版「裝置之書」。 |
| | 西元7世紀 | 供應動力的風車開始出現於波斯。 |
| | 西元4世紀 | 王嘉的『拾遺記』述及「機戾自能轉動」，說明有一種人偶裝有各種能轉動的簡單機械，人們將這種機械人偶稱為「機妍」。 |
| | 132年 | 張衡發明「候風地動儀」。 |
| | 723年 | 佛教僧侶和數學家們製作「水運渾天俯視圖」的天文儀器。 |
| | 1090年 | 天文學家蘇頌完成「水運儀象台」。 |
| | 春秋後期 | 「墨經」記載木匠魯班曾經製造一隻木鳥，能飛行在空中「三日不下」。 |
| | 西元14世紀 | 義大利佛羅倫斯興起「文藝復興」。 |
| | 1770年 | 英國向中國進貢一個能寫「八方向化，九土來王」的機器人，使西洋自動裝置進入中國。 |
| | 1775年 | • 翁加美勒神父出版「音調技術或圓筒產生音調的藝術」。 • 得賽勒出版「風琴工匠的藝術」。 |
| | 1796年 | 細川賴直完成「機巧圖彙」，說明九種自動人偶的構造、原理及製作法。 |
| 1796年 | 法合(Antoine Favre,1557-1624)發明了利用振動金屬片的自動音樂裝置。 | |
| 1832年 | 涅加在礦物結晶中發現立方體會產生「遠近反轉的錯視」。 | |

| | | |
|----------------------------|---------------------|--|
| 二 十 世 紀 初 期 | 1910年 | 翁貝爾托·薄邱尼發表「未來派雕刻宣言」。 |
| | 1913年 | 杜象製作《Bicycle Wheel》。 |
| | 1915年 | 丹麥心理學者魯賓發表《魯賓之瓶》。 |
| | 1916年 | 德佩羅，受到俄羅斯芭蕾舞團的委託設計舞台裝置及服裝。 |
| | 1919年 | 德國創建「包浩斯」、構成主義年發生於俄羅斯。 |
| | 1920年 | <ul style="list-style-type: none"> ·塔特林在莫斯科展示《Monument to the Third International》模型。 ·賈柏完成作品《Standing wave》、杜象製作《Rotary Glass Plates》。 |
| | 1922年 | <ul style="list-style-type: none"> ·構成主義誕生。 ·莫何里·那基製作《Light display mobile》。 |
| | 1925年 | 杜象完成作品《回轉半球》。 |
| | 1930年 | 莫何里·那基著作「The New Vision」出版。 |
| 1933年 | 亞歷山大·柯爾達開始製作mobile。 | |
| 二 十 世 紀 中 期 | 1947年 | 美國數學家諾伯特·維納倡導「控制論」(Cybernetics)學說。 |
| | 1948年 | 尚農發表「通訊中的數學理論」，開創了通訊系列中資訊傳輸的數學理論。 |
| | 1949年 | 范紐曼提出「複雜自動裝置的理論及組織的進行」論文。 |
| | 1950年 | <ul style="list-style-type: none"> ·斯德歌爾摩近代美術館，舉辦「機動藝術」(Kinetic art)大型展覽會。 ·「Group Zero」在西德成立。 |
| | 1959年 | <ul style="list-style-type: none"> ·「視覺藝術探究Group, GRAV: Group der Recherche, d'Art Visuel」成立。 |
| | 1965年 | <ul style="list-style-type: none"> ·MOMA舉行「應答之眼」展(The Responsive Eye)。 ·肯培休在美國麻省理工學院(MIT)設立高等視覺研究所(Center for Advance Visual Studies in Cambridge, Massachusetts)。 |
| | 1966年 | EAT成立。 |
| | 1968年 | <ul style="list-style-type: none"> ·MOMA舉行「機械時代的結束」展。開發個人電腦。 ·布蘭克·馬立納於美國創辦藝術與科技的專門性雜誌「Leonardo」。 |
| | 1969年 | 阿格曼製作《Remembrance and Growth》 |
| 二 十 世 紀 後 期 | 1971年 | 蔡文穎創作《Double Diffraction》。 |
| | 1984年 | 美國蘋果電腦公司推出多媒體電腦。 |
| | 1985年 | MIT Media Lab.成立。 |
| | 1989年 | 杜拉創作《Dancing Trees》。 |
| | 1990年 | <ul style="list-style-type: none"> ·紐約近代美術館舉辦「Information Art」展。 ·虛擬實境(VR、AR)技術開始受到重視。 |
| | 1992年 | 彼得·佛格爾創作《Hallfedern》。 |
| 1997年 | 巴薩米恩創作《Juggler》。 | |

參考文獻

1. 三井秀樹，1994，〈キネティック・アート〉，青土社，東京。
2. 山口勝弘，1985，〈ロボット・アヴァンギャルド〉，株式会社 PARCO 出版局，東京。
3. 中日新聞社編，1991，〈The 2nd international biennale in nagoya-ARTEC'91〉，中日新聞社，東京。

4. 中厚佑介, 1975, <大發明物語>, 美術出版社, 東京。
5. 中原介祐兼修, 1988, <現代美術事典>, 美術出版社, 東京。
6. 立川昭二、高柳篤, 1987, <からくり>, 河出書房新社, 東京。
7. 立川昭二、高柳篤, 1990, <新版・遊びの百科全書 1- からくり>, 河出書房新社, 東京。
8. 伊藤俊治, 1991, <機械美術論-もうひとつの 20 世紀美術史>, 岩波書局, 東京。
9. 毎日新聞社, <生誕 100 年記念マン・レイ展>作品集, 東京。
10. 林品章, 1990, <基礎設計教育>, 藝術家出版社, 台北。
11. 林傑斌、羅崇浩、卓彰賢、陳奇麟, 1986, <機器人的世界>, 銀禾化事業有限公司, 台北。
12. 彼得·詹姆斯、尼克·索普, 2002, 嚴可維譯, <圖話世界古代發明全紀錄>, 世潮出版有限公司, 台北, pp. 142-143。
13. 姚永德, 2000, “從文藝復興時期的科技藝術淺談達文西的生平及見識”, <達文西-科學家、發明家、藝術家>, 國立歷史博物館, 台北。
14. 宮島久雄, 1968, “予備教育の誕生と基礎教育への移行”, <デザイン 3>, 第 107 期, 東京。
15. 桑原茂夫, 1998, <からくり百科>, 筑摩書房, 東京。
16. 黃恒正, 1981, <世界發明發現總解說(上)>, 遠流出版事業股份有限公司, 台北。
17. 郭景, 2002, <改變人類歷史的偉大發明>, 好讀出版有限公司, 台北。
18. 朝日新聞東京本社企畫第一部編集, 1989, <現代キネティック・アートの父-アガム展>作品集, 朝日新聞社, 東京。
19. 朝倉直巳, 1993, “現代の基礎造形(1) - 立体構成の対象と章立て -”, <基礎造形>, 第 2 期, 東京。
20. 彰化縣政府、中國時報, 1998, <歐洲古玩樂器原音重現博覽會專刊>, 彰化縣政府、中國時報, 彰化。
21. 横山智也, 1985, “キネティック・アート”, <筑波大学芸術年報>, 筑波。
22. 穂積穀重, 1989, “立体構成における運動(1) - 運動造形の諸要素 -”, <藝術研究報>, 第 10 期, 筑波。
23. 戴念祖, 2003, <中國科學技術史: 物理學卷>, 科學出版社, 北京。
24. Gerhardus, M., & Gerhardus, D., 1979, *Cubism and futurism*, E.P. Dutton, New York.
25. ICC Collection, 1997, “Juggler/Gregory barsamian”, *Inter communication*, No.21, NTT Publishing, Tokyo.
26. Itten, J., 1982, 王秀柱譯, <造形藝術的基礎>, 大陸書局, 台北。
27. Jean Lip man, 1981, *Alexander calder and his magical mobiles*, Hudson Hills Press, Manchester.
28. Joray, M., 1984, *Soto*, Griffon, Neuchâtel.
29. Kusahara, M., 1993, “The state of interactive art”, *Inter communication*, No.7, NTT Publishing, Tokyo.
30. Popper, F., 1993, *Art of electronic age*, Thames & Hudson, London.
31. Reichardt, J., 1968, *Cybernetic serendipity: the computer and the arts*, praeger, New York.
32. Stangos, N., 1989, 寶木範義譯, <20 世紀美術>, 株式会社 PARCO 出版局, 東京。
33. Textes Choisis, 1979, *Art et poesie russes*, Troels Andersen, Paris.
34. Yoshitomo, M., 1993, “System, vitality and form”, *Inter communication*, No.5, NTT Publishing, Tokyo.
35. Yoshitomo, M., 1993, “ ICC artist database preview: index - interactive”, *Inter communication*, No.7, NTT Publishing, Tokyo.

The Origin and Development of the Kinetic Art

Guang-Dah Chen * Pin-Chang Lin **

* Department of Visual Communication Design, Kun Shan University

*Graduate School of Design, National Taiwan University of Science and Technology.
gd196478@yahoo.com.tw

** Graduate School of Design, National Taiwan University of Science and Technology.
pclin@mail.ntust.edu.tw

Abstract

The earliest power source utilized by humans is taken from humans themselves. For example, early humans made fire, built stone tools, and utilized water by hand. After domesticating animals, humans made use of animal labor. Humans then moved on to utilize natural powers, such as water and wind. In the 19th century, humans began to exploit machine power, which was the key for many parts of the world to become industrialized. Form creations were influenced by technologies, in the same way as the transition from human labor to the machine power. Following the rapid progress of modern technologies in recent years, the combination of art and science becomes more important, and this obviously influences the development of the kinetic art.

This study started by collecting information and references related to the kinetics art, which were then classified based on time periods into four stages: the earliest 20th century, the initial 20th century, the middle 20th century and the later 20th century. We analyzed these data and obtained several conclusions: 1. the kinetic art established its position as a part of the basic design education since its inclusion in the Bauhaus curriculum; 2. there exists a close relationship between contemporary art and the kinetic art; 3. the kinetic art has been and will continue to be influenced and led by high tech development; 4. the future form of the kinetic art will emphasize interaction and participation of users.

This research seeks to validate the important academic position of the kinetic art in the field of design and visual arts, by examining the historical development of the kinetic art.

Keywords: kinetic art, auto-musical instruments, contemporary art, interactive art.