

112-125

數位時代的音樂畫布

費爾·溫莎
國立交通大學
音樂研究所客座教授
暨影音藝術實驗中心主任

摘要

《數位時代的音樂畫布》(The Musical Canvas in the Digital Age)文中檢視因為廿世紀科技進展而產生的音樂形式變化，並討論音樂範式的轉移，由敘事／論述格式〔諸如古典時期的快板奏鳴曲式(Sonata Allegro)及歌曲形式(Song Form)〕，轉到非線性(nonlinear)的格式〔這一點，可以由二次大戰以後，約翰·凱吉(John Cage)、耶尼斯·傑那奇斯(Iannis Xenakis)快速竄紅，得以印證〕。音樂構思焦點會轉移，主要的刺激動力為錄音機與數位電腦。

關鍵字：科技的、非線性的、曲式、範式、電腦

前言

「音樂畫布」(musical canvas)指的是作曲家設想並填滿音樂時空的方式，過去一百年間已經重新定義，劇烈的程度令聽眾目不暇給。事情並非憑空發生，諸多影響，如自然演化的力量，到科學、科技、文化及社會學因素，在在留下痕跡，以致作曲家譜組自己作品時，思考流程及態度均有所改變。進入論文正文之前，我先解釋某些術語。

形式(form)對格式(format)

本文中，我使用「格式」來描述音樂素材的組織與鋪陳，而非「形式」；這一點是因為今日「形式」一詞，被視為較廣闊、普遍的構思計畫（稱為「格式」）之特定變形。格式依《韋氏大詞典》（Webster's Dictionary）定義，意思是「組織與安排某事物的計畫」。我遣詞用字時，這種計畫還含括構思塑造的層面；而構思塑造層面，我則稱為構思的「參照框架」（frame of reference）。

「混合品級」（Class of Compositions）

「混合品級」這個專門術語創於1960年代，用來描述一批作品，在參考布局中，使用猶疑不定、投機僥倖及或然率式的結構。當時，作曲家如約翰·凱吉（John Cage）、耶尼斯·傑那奇斯（Iannis Xenakis）（但美學的理由迥異）有意讓自己保持距離，不決定樂曲的細節。這種態度結果便是仰賴外界評斷——運用機率與猜測式的流程，衍生出一般化音樂布局的特定細節。

對約翰·凱吉而言，使用機率式的流程，其動機似乎是希望除掉作曲過程中之人格偏見。耶尼斯·傑那奇斯明言，動機只是提供過渡式手段，控制一堆堆稱作「雲朵」的音樂資料。不論音樂動機有多歧異，但兩種態度都顯示出「混合品級」的取向，也就是含括某樂作一切可接受、按基本布局指示可能產出的變體。

人工譜寫的音樂裡，「混合品級」這個概念，套用到演奏者不確定的音樂，常常很合適。而電腦合成的樂作裡，「混合品級」這個觀念，通常是藉著變換資料再輸入作曲程式來達成的；作曲程式裡，相關路徑以固定關係來組織，由此造出一部獨一無二的作曲機器，把它的偏見烙印在輸出後資料的性格上。

我的術語取捨，反應出有必要思索我稱為「特定音樂系統背景美學指令」的東西，它們揭示在成形作品的所有面向之中。

宇宙論（Cosmology）

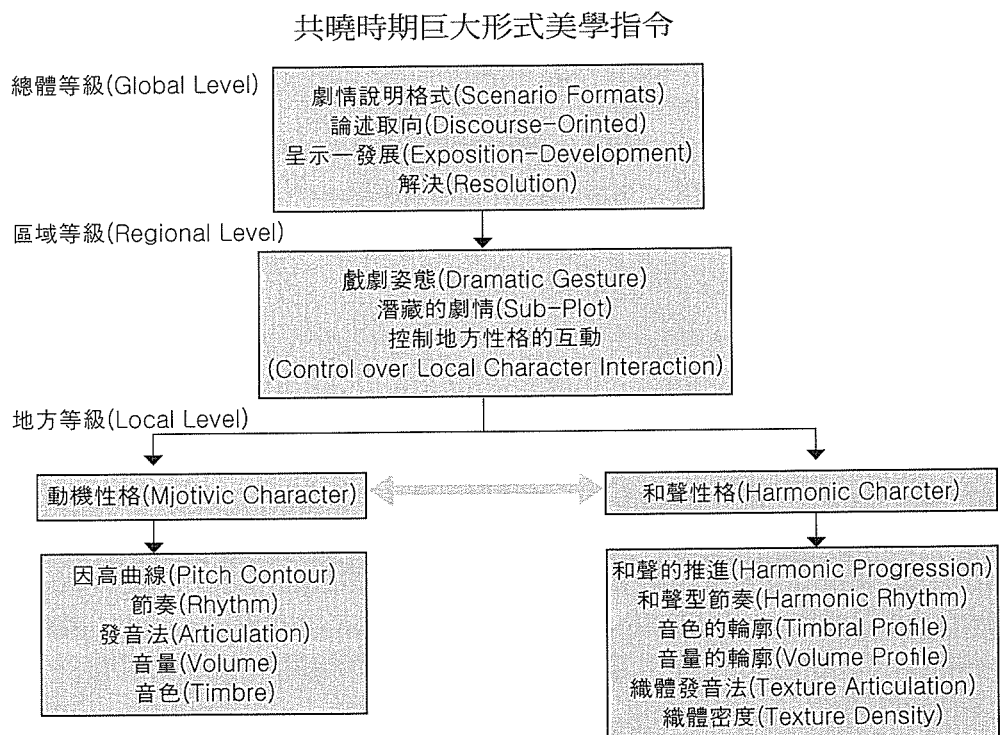
思考美術時，絕對離不開宇宙論，不管是哪一種；因為，我們對宇宙的知解，還有我們努力想解釋它，都悄悄然地形塑許多我們的思想、行爲，由哲學、藝術領域，到實踐領域皆然。由巴洛克時代（the Baroque Era）流行到浪漫時代（the Romantic Period）的宇宙論，是組織緊密、機械式、絕對合邏輯的因果宇宙，一如大科學家牛頓制定的物理學定律。上就是上，下就是下。愛因斯坦的時空相對觀念，當時會被視為發瘋。這種世界觀很怡人，認為人是宇宙中心。人在宇宙的地位是絕對的，是上帝至高的成就，不可或缺。人要是能發現物理的一切定律，就能掌握自

己的命運。

這段「共曉時期」(the Common Practice Period)譜寫出來的音樂，純然反映當代科學、哲學的態度與信念。恪遵牛頓的物理學，一如運作得很好的機器，細節有差別，但從未偏離封閉式的系統概念。而且，人類言談有邏輯、起承轉合的思維形態，成為溝通音樂理念的最佳工具。不然，要用什麼工具？沒有視力的人無法做模型。宇宙因果關係，其邏輯定律講次序，這個想法瀰漫在每一層音樂的結構，上下左右皆然。不知不覺地，作曲家並沒有處理聲音本身(事實上的媒介)，而是把聲音規格好，來象徵其他、非音樂的訊息。要到二十世紀中期，人們才了解，溝通管道的物質特性，以及循那些管道傳遞的資訊有多重要，兩者之間是有所區別的。

音樂以外的藝術形式，也有相同的結構與正式的組織先後次序；其根基是揉合了古希臘理想還有牛頓機械力學。繪畫、雕塑、戲劇、小說當中，古典原則如對稱、比例、發展(敘事)邏輯、衝突經操作而解決，這些都是形式與結構不變的定律。因為真實的核心裡，有無限小、原子層面的活動，藝術家對此幾乎一無所知，所以把注意力放在真實的表面，當成主要課題。

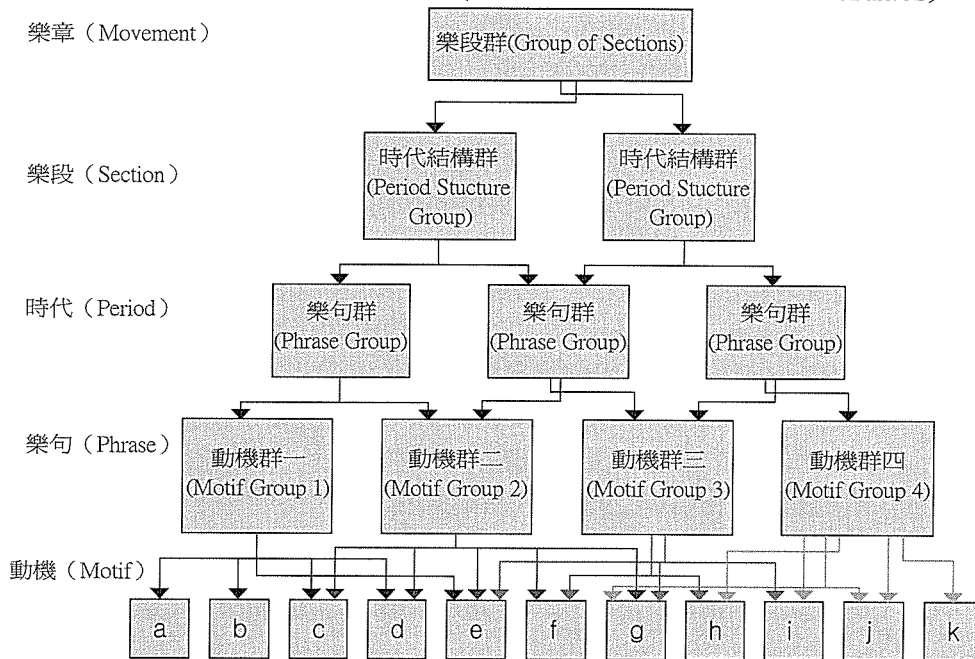
圖一顯示「共曉時期」巨大形式美學指令(the macroformal esthetic imperative)強制產生的各種關係。



圖一 劇情說明格式 (Scenario Formats) 活躍於總體、區域及地方的結構等級 (自然語言敘事模式)

這種美學態度反應出牛頓式的世界觀，把聲音的形態當成工具，執行「時間—人類」論述 (the time-human discourse) 凌駕一切的敘事成見。可想而知，自然語言內部的結構機制，還有人類語音溝通，都囚禁、形塑「聲音藝術」 (the sonic arts) 的各個層面。音樂畫布主要是充當背景或調色盤，供錄下音樂的故事主線使用。情節隨著水平面 (即時間) 展開之際，垂直面的功能在加強戲劇姿態；音樂空間是二維平面的，垂直面就提供對比而言，沒什麼貢獻。圖二是一個樹狀圖表，顯示這種「劇情說明或敘事美學」 (the Scenario or Narrative Esthetic) 主宰下的音樂階級組織：

共曉時期的格式 (Common Practice Period Formats)



圖二 敘事格式 (Narrative Format)：階級模式 (Hierarchical Model)

即使音樂試著模仿非語文目標之際，比如偶爾會有用音調修繪的例子，但樂句的功用總還是侷限在敘事美學範圍，處理很浮面的現實—瀑布、鳥鳴、風聲或雷雨等等。音樂學者援引這些例子，還有一些先驅作法涉獵機率流程 (chance procedures) [如莫札特的「音樂骰子」 (music dice)] 遊戲，認為它們可以證明：音樂裡使用或然率不算真正新奇的事。然而，他們通常沒提及，那些孤離的案例都被視為音樂旁支、戲謔、新奇之舉、小巧把戲一類的東西；此外，它們對當時音樂的實務沒有任何關係，沒有影響，也沒被整合進作曲的體系、為結構的原則。

在共曉時期這個規律宇宙裡，替換的格式作風根本想都想不到。要到二十世紀開始後不久，音樂界才開始突破語文偏見的疆域。

美國作曲家艾維茲 (Charles Ives) 用許多方式實驗音樂的結構、空間與形式，預告1960年代音樂的到來；他使用拼貼作為產生形式的原則、多重風格織體覆蓋 (polystylistic textural overlays) 來形塑環境經驗、引用他人音樂溶入整體，凡此種種，不一而足。

在歐洲，作曲家如史特拉汶斯基 (Igor Stravinsky) 及荀白克 (Arnold Schoenberg) 循著不同但相關的路徑，尋找新鮮的組織原則。史特拉汶斯基探索以節奏為本的生產手段，荀白克則嚐試多種作法，想把極端大量使用半音階的作風理性化，放進作曲法的框架。雖然兩人都有貢獻，只是都未能對暴君式的「敘事格式」作為結構範本，加以致命一擊。荀白克的音列技巧 (serial technique)，只運用在音樂結構的節奏內容；史特拉汶斯基的基音節奏 (generative rhythm)，其用法仍留在頑固低音技巧的範疇，未能把重複這種組織過程，拓展成新的形式範本。魏本 (Anton Webern) 雖然身為荀白克高足，透過自己的結構主義、幾何方式，來處理音樂素材，指出音列控制所有音樂參數之途，但是他音樂形式的處理方法，依然活在語言範本的陰影下。

二十世紀早期視覺藝術活動中，畫家如畢卡索 (Pablo Picasso)、克利 (Paul Klee) 及康丁斯基 (Wassily Kandinsky) 開始處理表現現實的抽象本質。當時出版了幾本很重要的視覺理論著作，如克利包羅一切的理論筆記《思想之眼》(The Thinking Eye)、《本質的本質》(The Nature of Nature)；康丁斯基的《點線面》(From Point to Line to Plane) 是其中數例，不僅影響視覺藝術的思想家，音樂譜組亦然。克利與康丁斯基兩位畫家，都執著於自己素材的抽象層面，還有能量、形式與過程的興衰演變。他們的作品深具影響，強化各領域對可行結構及媒介的探尋。

科技革命 (Technological Revolution)

依我所見，真正的革命發生在二次世界大戰結束之際。核子物理學醜惡的那一方面，在人性的自覺烙下印跡；宇宙論的層面，準備穿透藝術。對內部實然的或然率本質懂得愈多，藝術家便開始以各種實驗方式，運用新的科技，來形塑這種實然。牛頓整齊而秩序的世界觀再也撐持不下去了。由相對論、量子理論、熱力學可以清晰得知，一切事物內部的精華，都包含不定、隨機散漫的混合物；上不一定上，下不一定下，跟以前假設的都不相同。

此時終於出現以下現象：藝術作品要形塑的實然，與人類姿態、自然語言模

型完全無關。作曲家與藝覺藝術家一樣，馬上接受這種或然率的新世界，結果便是客觀化的音樂世界，目的不在撼動人的情感，而在滋養心靈。

二次世界大戰期間與結束之後發生的科技／宇宙觀革命，影響所有藝術工作能創新的人，還有他們處理、組織自己表達媒介材料的方式。音樂方面，一邊出現音列決定主義 (serial determinism)，另一邊出現錄音機與最早的聲音合成設備，提供新手段，來產出並控制「聲音事件」(sound event，或譯聲音藝術)的心理情結。控制此一新聲音世界的模式還有限，這毋寧是隱而不顯的恩賜。作曲家可得而使用的資源組合有相當侷限，不外錄製於錄音帶、混音、接合及附加效果。然而，新的媒介畢竟讓作曲家能夠處理五花八門的素材，其方式以往不可能做到。作曲家有史以來第一次能夠實驗歧異的織體 (texture) 之混成手法，而不必處理傳統樂器記譜 (notation)、編曲 (transcription) 的難題。完整的織體，可以藉著控制速度、改變方向而錄製、拷貝、附加效果、修飾，還可以運用迴響 (reverberation) 及波音 (filtering)，五花八門地加以轉化。

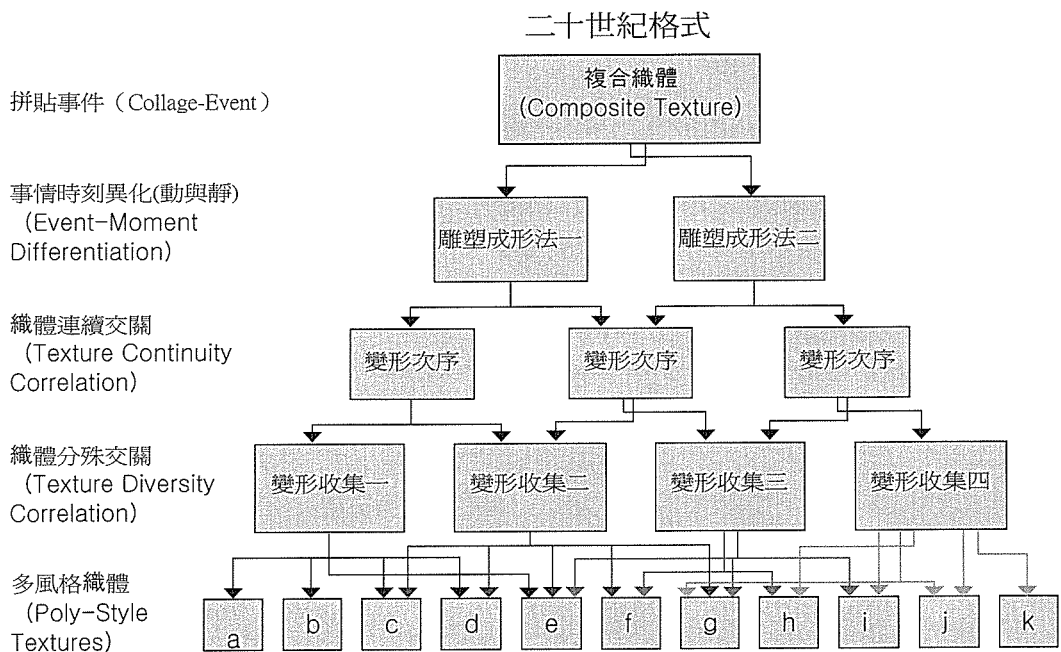
1960年代，諸如沃荷 (Andy Warhol) 等普普 (Pop) 藝術大師，焦點放在通俗文化的陳腔濫調，使用繪畫來美化瑪麗蓮夢露 (Marilyn Monroe) 或坎貝兒湯罐 (Campbell soup can) 等重複影響。其他人則由機能世界選取世俗的客體 (object)，來當成主體題材 (subject matter)。這種運動有時冠上「實物藝術」(Found Art) 的名稱，其代表人物有好一些，但最為人所知的，大概是杜象 (Marcel DuChamp)。許多當時在探索方法，把多重音樂風格組織連結起來的美國作曲家，便把普普藝術及實物藝術兩種有關的類別，揉合摻混，加入他們的作品。他們經常摘取其他作古已久作曲家的樂作片段，再個別個別地置放在一塊兒，其方式不循邏輯。大家熟悉的音樂片段迅速轉形、轉折，製造出來的效果，與普普藝術的小丑風格並行不悖。這種態度的結果，便是把人類記憶中的認知與相連能力，拿來作為作曲技巧的層面。甲方面，作曲家就能選摘很多樂作，當成跟「磁帶音樂」(Tape Music) 技術有關的抽象配料，加以改換、拼貼或做其他變形；乙方面跟相連有關，直接摘引的古典音樂巨作，跟「以此風格」譜組的素材同時存在，便提供另一層面：聽眾被導引著，穿過情緒的叢林，林裡住的角色，是他或她被砍頭去尾，或改頭換貌的最愛樂作，因此便摧毀掉原始素材本來的關連性。

這種美學，可以用「校勘格式」(Collation Format) 或「拼貼格式」(Collage Format) 作為典型。作曲拼貼的流程，便是把片段式的素材組裝起來，平面及垂直面向皆如此，最後成品結構有某種一貫相連。拼貼格式裡，一切較低階層的各層面，其特徵在支撐結構的主題。音樂織體重疊、環繞、扭曲，彼此搭配起來的方式，像是電子與數位合成器裡，訊號變調的變形過程。素材的變質，是透過織體組件的參數重新導向而達成，有時呈漸進，有時則較為突然。

數位時代的音樂畫布

校勘格式，比起古典配置主題素材的方法（可以用奏鳴曲—快板格式為例），對音樂畫布的橫縱面向，其素材更貼近圖表式、聚合、彫刻成形。透過這種手法，多重變量、風格差異呈對比的音樂模範改頭換貌、交互調節，遵循巨大形式的格局來分布。風格差異呈對比的許多領域交疊錯置，是為了營建最高等級的音樂形式活動。某一作品，其較大區塊定置，是為了提供素材的選擇、音高輕重放置對比。表面上無關連的動靜活動種類，被並疊交置，以創造混血、複合的織體種類。參數焦點、強度及速率變化，都是透過時間連續體，運用來控制統計上的活動等級。

校勘式流程的作曲，其最終計畫，是透過不同的事件意象，經心選置在音樂畫布上，以提供動態的形式流動，而達成的。圖三便是校勘式格式合乎邏輯的例圖，指出其高低階層關係。



圖三 校勘式的格式 (Collation Format)

數位具象音樂 (Digital Musique Concrete) 及計算法作曲 (Algorithmic Composition)

1980年代，「磁帶音樂」(the Tape Music) 處理音樂素材的手法演化到數位形式。今天我們能大談「數位具象」(digital concrete) 樂類，是因為過去用錄音機很費力

才能達成的目標，現在透過數位電腦及範本音樂程式，就可以輕易做到。1960年代發展出來的新概念、組織素材的手法，到今天都還有效。電腦只是擴大我們對音樂結構內部作用的控制，並能更清楚地區別寫作供人類演奏的音樂，以及譜組出來供電腦驅動音樂合成器表演的音樂。

具象音樂出現大約相同的時期，拉比特（Milton Rabbitt）與他的追隨者則在淬煉「音列決定主義」（serial determinism）的技巧——在歐洲、美國，有布列茲（Pierre Boulez）、浦瑟爾（Henri Pousseur）、史托克豪森（Karlheinz Stockhausen）、諾諾（Luigi Nono）等人。作曲家諸如凱吉用人工寫作的偶然流程做實驗，歸結出與作曲及演奏有關的音樂不確定性，畫家如波拉克（Jackson Pollack）則使用有控制過的偶然技巧——例如滴落或拋投顏料——以追尋個人風格的意義、新鮮，另使用統計學上可控制的程序；而程序又源自素材本身的性質。劇場界的實驗，比如紐約「生活劇院公司」（Living Theater Company）追求的那些劇作，數量豐富；詩人則實驗具體詩（非具象詩派）。當時有很普遍的執著，讓素材自在自為，演化出本質特徵的內在必然。

概念藝術（Concept Art）

這些追尋有意義格式原則的行動中，大多數有個公分母，就是一種欲望，檢驗音樂素材本身，看看諸如連續一致、結構、形式這些問題有什麼答案。音樂構思核心裡運作的程序，似乎應該反應在巨大形式那一面。這股反思的衝動，再加上物理科學理論家發展出來的世界觀，大家愈來愈有領會，影響二十世紀後半葉的作曲方向極為深遠。聲音資源變寬、不同藝術形式間的關係愈形敏銳、又擁有自由，使用新鮮的構思基礎來闡述藝術作品，在在導引畫家、詩人及作曲家跨入以往未曾探索過的經驗領域。

概念藝術，以及隸屬其下的「流程藝術」（Procedural Art）、「情境藝術」（Situational Art）於焉出現。科學與科技的理念與發明，深深影響各門類藝術家的思維。特別是音樂，假如它不再被視為必須「捎帶訊息」的媒介，那麼作曲家就自由自在，轉而把注意力放在媒介自身，視為資訊的管道。

演算法作曲：測繪自然現象（Algorithmic Composition: Mapping of Natural Phenomena）

許多音聲藝術工作者意欲提升物理定律及自然現象，到達演奏藝術的地位。測

繪技巧被視為組織手段，而變得很重要。自然現象被量化、轉化（測繪入），成為音樂參數（例如天文圖表、環境測量、地理形成的模樣）。這些測繪技巧，經常透過作曲家寫作的軟體來落實，用數位手段來完成複雜的測繪流程。

知覺現象學 (Perceptual Phenomenology)

被視為結構主題的知覺現象學，變成藝術作品的焦點，它處理藝術形式的本質—音樂關係到音樂知覺一類的東西，還有音樂的主題在音聲現象。這個運動專注在提升物理定律，到達藝術的地位。

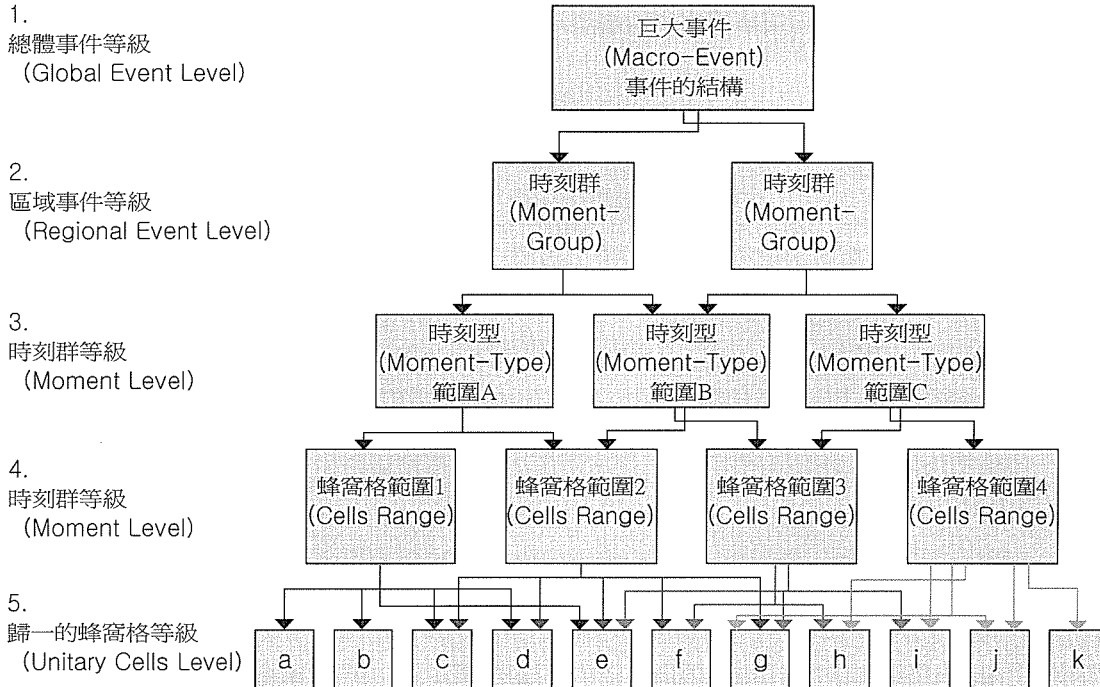
在美國，作曲家盧塞爾(Alvin Lucier)創作不少作品，構思的焦點是振動體的音響性質。他的作品《我坐在房間裡》(*I Am Sitting in a Room*)、《細長電線上的音樂》(*Music on a Long Thin Wire*)便是兩個例證。其他藝術家的焦點在心理知覺現象，檢驗人類的知覺過程，再把過程拿出來，於藝術欣賞時加以改變。誠如「歐普藝術」(Op art) 戲弄我們視覺溝通的管道，音樂的「極簡主義」(Minimalism) 則透過入口轉移(threshold-shifting)、合成音(resultant tone, 又稱引發音)現象、時間知覺改變，來影響我們聽覺管道的特徵。現在，有一整個範疇的藝術旨在探索心理知覺過程，以開發音響現象作為它主要的構思焦點。

固然大家可以說，藝術經驗一定程度上，向來就是要改變我們的知覺，但是直到最近，才有一整階級的藝術作品，執著於探討我們的知覺方式，功用是我們的主要知覺焦點及參考框架。這種藝術關懷導致有趣的轉折；自然口語跟聲音藝術間的關係已經全然扭轉過來。以往是文學／戲劇結構偏見主宰藝術譜製的知覺焦點，現在語言本身卻被用來當工具，以表露藝術作品。例如情境藝術就運用語言，在欣賞者想像中造出藝術客體。

有些作曲家使用「蜂窩格子狀」(cellular)的手法，合乎邏輯地把以前已經存在的音樂材料牽連分布在長度不定的格子裡。也就是說，沒把個別參數的元素，歸隸到音列流程，而是依循決定論者的原則，操作並散布大塊大塊的材料。這種「蜂窩格式」(the Cell Format)跟共曉時期的語文模式有肖似之處，我們在圖四可以看得出來。

凱吉使用各種不同的手寫不確定流程而形塑自己作品，同一時間，傑那奇斯則把音樂元素形式化，整入或然率式的譜曲系統，這個系統只由電腦來執行也很有效率。他的系統，植基於數學的或然率，處理大堆大堆音樂元素的移形換貌與統計性格，透過猜測式過程作手段，控制並分布於音樂畫布上。或然率分布，還有他們的過渡狀態，提供宏觀控制(macro-control)，供操作「雲朵」〔即作曲時的聲音集群(sound-mass)〕使用；作曲家提供音樂的視野，細節則留給電腦去運

算，看如何闡述。嶄新的美學於焉形塑出來，它一併接受決定性 (determinacy) 與不決定性 (indeterminacy) 的原則，視為由完全秩序到完全一致性 (entropy) 這一連續體相對的兩極，由是也提供手段，在單一作曲的界限中，含括當代世界一如我們所知的多次元。

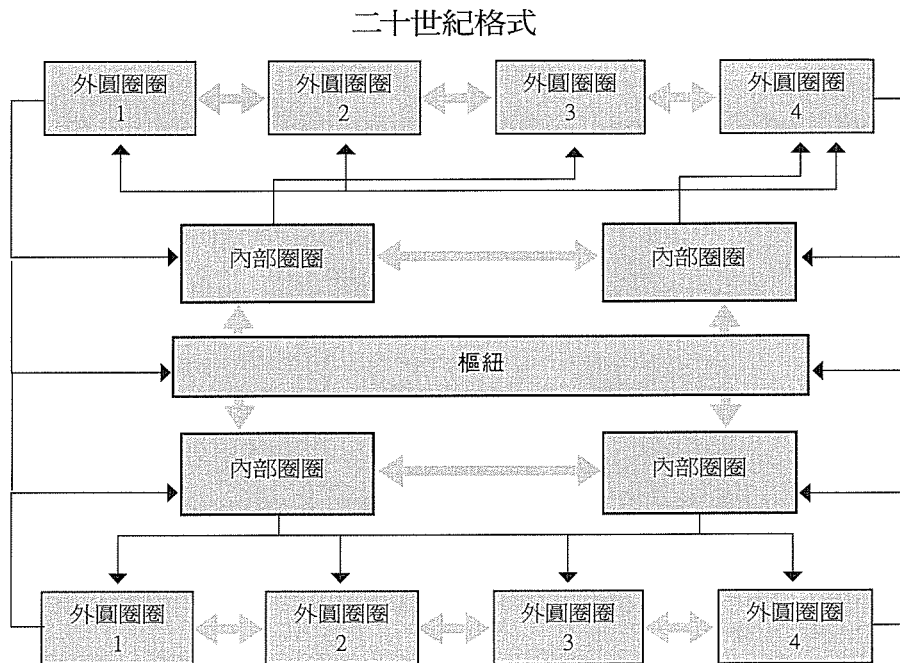


圖四 二十世紀格式

其他歐洲作曲家如彭德瑞基 (K. Penderecki)、葛瑞茲基 (Gorecki) 及李蓋悌 (Ligeti) 採取非電腦執行的形式，也使用聲音集群的方法。只是，因為傑那奇斯的概念提供了系統化，他的理念持續下去，為音樂界造就一整世代懂電腦的作曲家，舉世皆然。現在，電腦被視為二十世紀最重要的音樂工具，可以用來拓展聽覺的想像，提供環境進行思想實驗；如果得用人工來做的話，恐怕要耗費有些人一生的時間。假說結構以其作為作曲家心智工坊的延伸，可以很快就產製出來，加以測試效能，由是提供構思的回饋給作曲家的思想過程。電腦作為作曲家的演奏者，它精準控制音樂參數的等級，是人類演奏家做不到的。當然，電腦如兩面刃的功能，已經導致音樂寫出來給人演奏或是由數位裝置演奏，必須有所區分，只是，兩者還是合流，就是在混血的音樂系統那個領域。

動靜格式(Static Mobile Format)

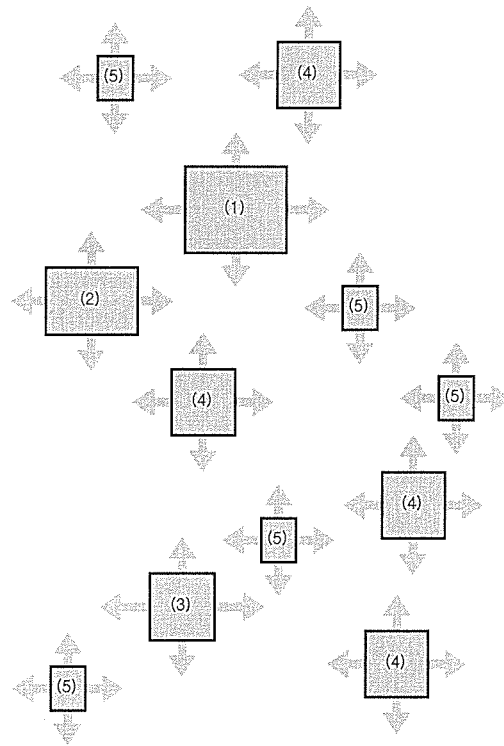
對機動藝術 (kinetic art) 的概念特別感興趣的作曲家，應該為概念相似卻採取類比式 (analogous) 作法的音樂，負起責任。「動靜格式」(Static Mobile Format) 跟諸如彫刻家考爾德 (Alexander Calder) 等藝術家的作品，有肖似之處，總體等級停滯不動，區域及地方等級卻有衍生變異及動作，兩者抵消。例圖五是組成「動靜格式」各關係的邏輯圖：



圖五 動靜格式

開放場格式 (Open Field Format)

開放場格式旨在描述一些情境，作曲家在其中挑選好各式各樣的音樂作品，分配於音樂畫布上，其態度提供一種氛圍或環境，聽眾在裡頭可以自由地聯想及回應不同組件的裝配法。很多種音樂都符合這種模式，但通稱「環境藝術」(environmental art) 則最為吻合。由人類環境取樣的自然聲音用數位方式錄好，循表演場地不同地點安置的喇叭播放。走在這樣的空間，聽眾可以根據情緒及性向，重塑環境。圖六是「開放場格式」的示意圖：



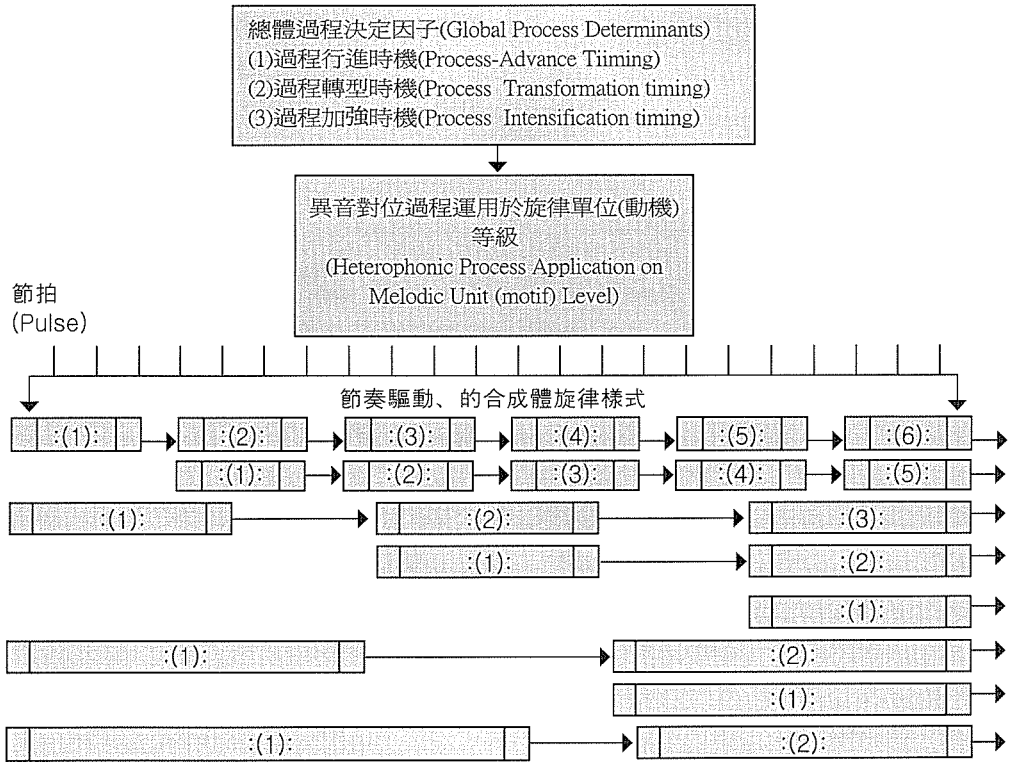
圖六 開放場格式

樣式／過程格式 (Pattern/Process Format)

電子樂類提出的新方法，也影響到寫給傳統樂器整體的作曲思維。管弦樂譜開始呈現源自磁帶音樂世界的特徵：抽象音樂性的拼貼，還有跟古典模範作品無關的形式結構，都出現了。極簡主義的起源，有人認為是操作重複材料的相位移轉 (phase-shifting) 環而獲得的磁帶音樂經驗；極簡主義出現，在美國作曲家萊里 (Terry Riley) 的作品裡，當作一種合成東西方文化的手段。寫於1962年的作品《C調》(IN C)，與傳統西方音樂美學恰成對照。它渾然無縫、猶如低音管、燦爛響亮的音樂性，指出道路，通往一套大家不熟悉的音樂價值——把過程與知覺變換，提升到構思參照框的地位，美學家安海姆 (Rudolf Arnheim) 的著作裡把它稱為組織的主題。《C調》長度九十分鐘，囿於傳統的聽眾會認為像喋喋不休的廢話，原因乃是作品把音樂的樂趣，只放在表面的邊邊角角。更重要的是，這種異音對位 (heterophonic)、連綿不斷的结构，揭示一個音色不斷移轉、旋律內部演

數位時代的音樂畫布

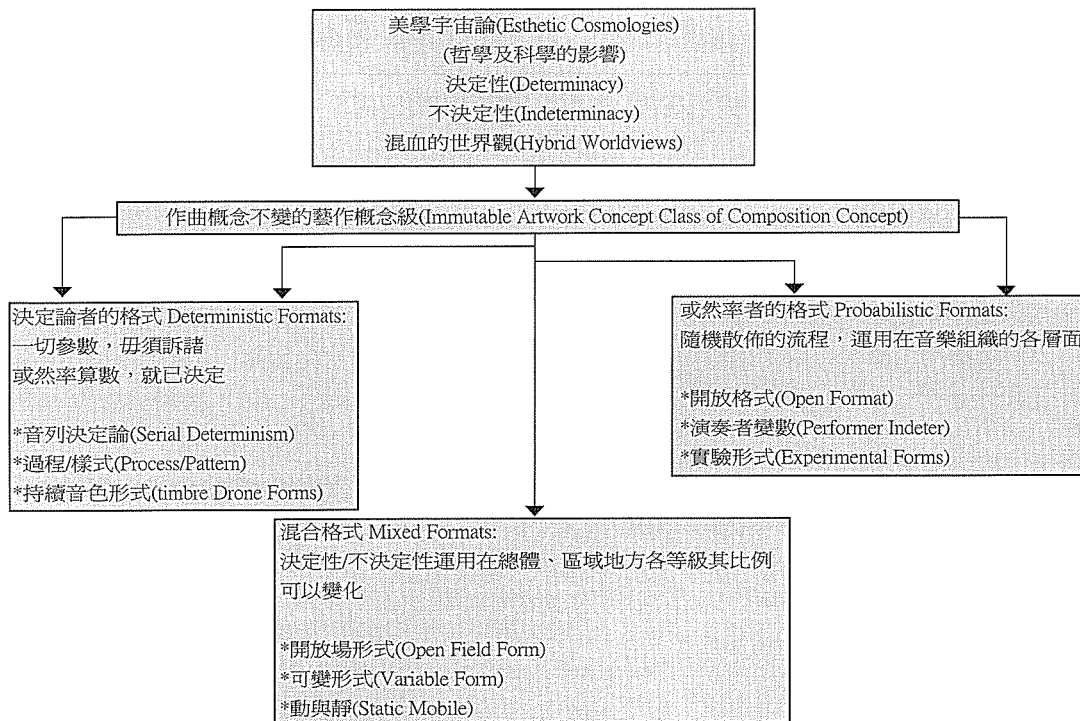
奏的微世界，還有音聲較高頻區同溫層式(stratospheric)合成音的活動。圖七便是樣式／過程格式的一個例子：



圖七 樣式／過程格式

廿一世紀的美學替換項(Esthetic Alternatives in Century Twenty-One)

圖八顯示廿一世紀作曲家可以使用的全套音樂系統及格式。



圖八 巨大形式的美學替換項（受到哲學、物理學影響：熱力學定律）

參考文獻

- Cope, D. (1977). *New Music Composition*. New York: Schirmer Books.
- Cope, D. (1997). *Techniques of the Contemporary Composer*. New York: Schirmer Books.
- Cope, D. (1999). *Facing the Music: Perspectives on Machine-Composed Music*. *Leonardo Music Journal*, 9(1), 79-87.
- Cope, D. (2000). *New Directions in Music. (7th ed)*. Waveland Press: Prospect Heights Illinois.
- Cope, D. (2005). *Computer Models of Musical Creativity*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dodge, C., Jerse, T. A. (1985). *Computer Music: Synthesis, Composition, and Performance*. New York: Schirmer Books.
- Heidegger, M. (1993). *The Origin of the Work of Art*, from *Basic Writings* (D.F.Krell, Ed.). New York: Harper Collins Publishers.
- McLuhan, M. (1964). *Understanding Media: the Extensions of Man*. New York: McGraw-Hill.
- Russcol, H. (1994). *The Liberation of Sound: an Introduction to Electronic Music*. New York: Da Capo Press.
- Schwanauer, S. (1993). *Machine Models of Music, from Minsky to Mozart* (D.Levitt, Ed.). Cambridge: MIT Press.
- Winsor, P. (1990). *Computer Composer's Toolbox*. New York: McGraw-Hill Co.
- Winsor, P. (1992). *Automated Music Composition*. Texas: University of North Texas Press.