

從示波器到人工智慧：電子藝術其實也是一部電信科技史

——台灣、新加坡與亞洲的下一個文化科技市場

王崢（新加坡）

對一個同時接受過藝術與電腦科學訓練的人而言，我一直覺得「電子藝術」這個名稱很容易令人產生誤會。我的母校加州藝術學院（CalArts）便於2025年與CHANEL Culture Fund成立 CHANEL Center for Artists and Technology（CCAT），聚焦人工智慧、機器學習、數位影像與沉浸式技術，也顯示藝術與科技的結合正從個人實驗走向制度化。更重要的是，這揭示了一個正在發生的轉變：藝術院校開始不再把科技理解為完成作品後才加入的「工具」，而是把人工智慧、機器學習、數位影像、運算與沉浸式技術直接納入藝術創作與研究的基礎設施。這正是歷史的關鍵時刻。

人們今天談起數位藝術，往往首先想到電腦繪圖、NFT、人工智慧生成圖像，甚至只是「在螢幕上出現的藝術」；可是如果真的追溯電子藝術的歷史，會發現它從來不只是把畫布換成螢幕，而是藝術家開始直接介入電子訊號、顯示設備、感測器、控制系統、演算法與通訊網路的歷史。從這個意義上說，電子藝術與電信科技之間並不是後來才發生的跨界合作，兩者幾乎從源頭就彼此纏繞；一開始的許多電子藝術家，其實就是電信工程師或相關科學家。英國維多利亞與亞伯特博物館（V&A）所藏的 Ben Laposky《Oscillon 40》便提供了一個很好的早期例子：1952年，Laposky利用示波器操控電子訊號產生波形，再以攝影方式將它固定下來。示波器原本服務於工程、醫療與電信等領域，在這裡卻成為產生視覺形式的工具。換句



話說，在個人電腦尚未出現以前，藝術家已經開始問一個直到今天仍沒有過時的問題：如果訊號本身可以被觀看，電子系統是不是也能成為一種藝術媒介？

這也是為什麼「電子藝術」和「數位藝術」最好不要完全視為同義詞。較實用的理解是：電子藝術是一個較大的技術與藝術交會範圍，只要電子系統本身對作品的生成、傳輸、互動或呈現具有不可替代的作用，都可以進入這個討論；數位藝術則更明確地建立在數位編碼、電腦運算與軟體之上。因此，一台被改造的類比電視機可以是電子藝術，卻未必是今日嚴格意義上的電腦數位藝術；反過來，一張在電腦上完成後印成紙本、觀看時完全不需要電子系統的圖像，其「數位性」主要發生於製作階段。韓裔美國藝術家白南準（Nam June Paik）正好位於這個轉折點上。1963年，他在德國烏帕塔爾的個展中展示經過改造的電視機，直接改變電子線路，使廣播影像產生扭曲；1969年前後，他又與日本工程師阿部修也（Shuya Abe）合作發展 Paik-Abe Video Synthesizer，可以即時混合與改變影像的色彩與形狀。這裡的藝術創作並不是「播放一段影片」而已，而是進入了今天電子工程師仍熟悉的邏輯：輸入訊號經過處理、調變、混合，再輸出到顯示裝置。

如果把一件今日常見的互動電子藝術作品拆開，其實可以畫出一張非常接近工程系統圖的架構。第一層是輸入或感測（input/sensing）：攝影機、麥克風、紅外線、壓力、距離、動作、溫度甚至生理訊號，把人的行動或環境變化轉換成電訊號；第二層是訊號處理與運算（signal processing/computation），類比系統可以直接進行放大、濾波、回授或調變，數位系統則通常涉及取樣、資料化、演算法與即時運算；第三層是控制邏輯（control），由微控制器、電腦、GPU或其他運算平台判斷系統如何回應；第四層是輸出（output），可能是LED、投影機、螢幕、馬達、機械裝置、揚聲器或沉浸式聲場；到了網路藝術與分散式互動作品，還要再增加第五層——傳輸（communication），作品的一部分與另一部分甚至可以位於不同城市或國家。1966年的《9 Evenings: Theatre & Engineering》已經非常接近這套思考：藝術家與三十多名貝爾



實驗室工程師合作，使用聲音自動化、遙控、夜視與都卜勒聲納等當時的新技術；Robert Rauschenberg的《Open Score》甚至把FM發射器裝進網球拍，擊球時傳送訊號去控制現場燈光。這不是今天所謂「Art × Tech」的前身而已，而是電子工程本身直接被重新設計成表演語言。

1968年倫敦當代藝術學院（ICA）的《Cybernetic Serendipity》則把這種藝術與工程的關係第一次以大型國際展覽的方式集中展示。展覽由Jasia Reichardt策劃，超過130名藝術家、工程師、數學家、作曲家與詩人參與，內容包含電腦圖像、音樂、控制系統以及回應觀眾刺激的機械裝置；ICA的官方回顧稱它為英國第一個專門討論藝術與新科技關係的國際展覽，1968年8月至10月間約有六萬人參觀。到了1979年，奧地利林茲又出現第一屆 Ars Electronica。值得注意的是，它從一開始就沒有把自己簡單定義為「數位藝術展」，而是把核心放在 art, technology and society——藝術、科技與社會；四十多年後，它已從藝術節發展成包含藝術節、競賽、博物館、研發實驗室與產業合作的完整生態系。這個歷史非常值得亞洲城市注意：真正成熟的電子藝術產業，通常不是靠一年辦一次漂亮的沉浸式展覽形成，而是需要讓藝術家、工程師、大學、企業、公共機構與觀眾長期共用同一套研發生態。

而對《電信月刊》的讀者而言，另一個更有意思的轉折發生在「藝術開始把通信本身當成媒材」之後。白南準1984年的衛星電視作品《Good Morning, Mr. Orwell》在紐約與巴黎之間進行跨國現場連線，結合即時與預錄內容，MoMA資料記錄其全球觀眾約達二千五百萬人；此時藝術作品已不再是一件擺在房間裡的物件，而是一個依賴攝影機、編碼、衛星、

地面站、電視網路與同步傳輸才能存在的事件。到了World Wide Web普及後，網路本身又成為展場。Douglas Davis於1994年開始的《The World's First Collaborative Sentence》允許世界各地使用者透過網頁共同寫一個沒有句點、理論上永遠不會結束的句子，惠特尼美術館1995年將其納入收藏；2001年，Whitney更正式啟動artport，作為Internet art與new media art的線上展示與委託創作平台。從衛星藝術到網路藝術再到今日雲端、XR與AI作品，真正被藝術家不斷重新提出的問題其實始終相同：當資訊傳輸不再只是作品的運輸工具，而成為作品自身的一部分時，電信基礎設施也就進入了藝術史。



如果把視線轉回亞洲，我想特別比較台灣，以及我目前所在的新加坡。兩地都積極發展藝術科技，卻形成了相當不同的路徑。台灣其實擁有相當罕見的條件。臺北數位藝術節自2006年開始舉辦；臺北數位藝術中心則於2009年成立，最初即以數位藝術研發實驗為宗旨。值得注意的是，臺北市文化局自2024年起將原本的「中心」重新定位為數位藝術媒合與創意平台，而不是只把它理解為一棟展館。更能說明台灣技術深度的是C-LAB臺灣當代文化實驗場的科技媒體實驗平台。臺灣聲響實驗室與法國IRCAM合作，設有16聲道與49.4聲道立體聲場；C-LAB的「FUTURE VISION LAB」穹頂劇場直徑15公尺，官方資料顯示沉浸式影像系統總運算解析度可達8K×8K，並搭配25.4聲道環繞聲場。2026年的FUTURE VISION LAB又集結台灣、法國、西班牙、匈牙利、奧地利、韓國、日本、美國與加拿大等地創作者。這意味台灣的優勢不只是「有藝術家做數位藝術」，而是已逐漸具備從聲學、投影、即時影像、系統整合到創作人才的實驗條件。也與台灣長期累積的半導體與資通訊產業基礎密不可分：以台積電為代表的半導體製造體系，所支撐

的不只是智慧型手機與電腦，也包括高效能運算、物聯網與各類數位消費電子，而這些運算、感測與連網能力，恰恰構成當代電子藝術背後不可見的技術底層。政府也同樣不能缺席。2025年，文化部委託C-LAB策劃的「異響共聲」更帶14組台灣藝術家與團隊赴林茲電子藝術節展出機械動力、互動程式、AI、VR與科技聲響等作品，顯示這套生態已開始向國際平台輸出。

台灣另一個值得注意、而且與「投資」直接相關的變化，是政策開始要求文化科技從作品走向商業驗證（proof of business）。文化內容策進院2025年的「文化科技內容商業驗證支持計畫」明確以已完成製作的文化科技產品或服務為對象，目的包括驗證沉浸式文化科技產品的市場適應性以及創造吸引投資的機會；當年24件申請案中選出3件正選，分別獲得新台幣200萬至300萬元支持。另一項「沉浸式內容展演計畫」則提供獲選作品300萬或600萬元製作支持，並要求作品於2026或2027年完成正式展演與公開售票。這是一個很重要的訊號：電子藝術開始從「文化預算支出的作品」轉向可以討論票房、授權、巡演、設備服務、內容IP以及跨場域複製的文化科技產品。對電子、通訊、影音系統整合與軟體公司而言，這可能比單純購買一件NFT更值得觀察。

新加坡走的則是另一條很值得比較的路徑。它沒有完全複製台灣「數位藝術專門機構＋年度數位藝術節」的模式，而是更積極把藝術科技放進博物館、公共空間、觀光與創意經濟政策。National Arts Council的《Our SG Arts Plan 2023－2027》把technology and innovation直接列為整個藝術發展計畫的基礎條件之一，並以creative economy作為三大策略方向之一；NAC的Arts x Tech Lab目前又提供電子設備、影音設備、製作與原型開發資源，2026年8月甚至正在進行包含VR、MR、空間敘事、表演與聲音的XR實驗作品計畫。另一方面，ArtScience Museum與teamLab合作的《Future World》至今仍是常設展，2026年仍持續更新內容；National Gallery Singapore主辦的Light to Night Singapore在2026年已進入第十屆，1月9日至31日橫跨四個週末，把互動裝置與大型建築立面投影直接置入Civic District。也就是說，新加坡非常擅長把電子藝術從「實驗室裡的新媒體作品」轉換成可以進入博物館門票、城市節慶、商業空間、觀光體驗與公共品牌的產品。

如果一定要概括兩者的差別，我比較願意說：台灣目前展現出較強的技術實驗與創作者研發基礎，新加坡則展現出較強的城市整合、觀眾轉化與跨產業平台能力；兩者不是誰「比較先進」，而是產業鏈位置不同。台灣值得向新加坡學習的，是如何讓文化科技作品離開一次性補助與藝術節之後仍能持續營運，例如建立企業委託、場館授權、巡迴展演與國際輸出；新加坡如果希望進一步形成具有自身辨識度的電子藝術史，則仍需要持續支持不以立即觀光效益或大型沉浸式體驗為唯一目標的實驗性作品。對亞洲而言，最理想的模式可能不是複製teamLab，也

不是複製NFT市場，而是把台灣的硬體、工程與藝術研發能力，新加坡的市場、場館與區域平台能力，以及日本、韓國等地既有的新媒體創作傳統連接起來，形成真正跨國的Art × Technology供應鏈。

那麼，更俗氣卻也更關鍵的問題是：今天究竟值不值得「投資電子藝術」？這裡必須先把兩種投資分開。若指的是把數位藝術作品當作金融資產購買，我會保持相當審慎，但並不是因為市場不存在。Art Basel與UBS針對3,100名高資產收藏者所做的2025年調查顯示，51%的受訪者在調查期間曾購買數位藝術，數位藝術已成為其藝術支出中的第三大媒材類型，約占fine-art spending的14%；受訪收藏中數位藝術平均占比也由2024年的3%上升至2025年的13%。然而這種回升不能簡單理解成「數位藝術一定升值」。同一套Art Basel與UBS資料顯示，2025年全球藝術市場的純線上交易反而下降至92億美元，只占市場15%，低於2020年的25%。這兩組數據放在一起非常重要：「收藏家重新關注數位藝術」和「藝術交易全面轉向線上」是兩件完全不同的事。 數位藝術可以進入主流收藏，但高價藝術市場仍高度依賴實體展覽、藝術博覽會、畫廊與面對面關係。

更重要的是，電子藝術的資產風險甚至不完全來自價格，而是來自技術依賴性。古根漢美術館專門成立Conserving Computer-Based Art Initiative，就是因為電腦藝術面臨硬體故障、作業系統與軟體快速淘汰、客製程式無法運行等問題。保存一件軟體或互動藝術，不能像保存油畫那樣只控制溫濕度；收藏者必須知道作品需要哪一套作業系統、哪一個軟體版本、哪種攝影機或感測器，是否取得執行檔或原始碼，硬體消失後是否允許migration、virtualization或emulation，以及藝術家認為哪些變更仍然屬於「同一件作品」。白南準的作品甚至已經讓MoMA遇到CRT螢幕、雷射光碟播放機與停產設備的替換問題。換句話說，買一件真正的電子藝術，不只是在買一個影像檔，而是在買一套需要長期維護的技術關係。

因此，如果是企業或投資者，我反而更看好第二種「投資電子藝術」：不是押注某一件作品未來漲到多少錢，而是投資它背後的文化科技基礎設施與服務能力。高亮度投影、LED顯示、空間定位、動作追蹤、沉浸式聲學、即時渲染、XR、微控制器、機器視覺、AI運算、雲端協作、網路同步以及作品維護，本來就是電子、資通訊與系統整合產業熟悉的技術，只是在電子藝術裡被重新組合成新的使用情境。尤其值得關注的不是「下一個NFT」，而是同一套技術是否可以服務博物館、文化場館、觀光空間、品牌體驗、教育、表演藝術與公共建築。如果一件作品只能在藝術節展示七天，它的商業價值有限；但如果背後的系統可以被模組化、授權、巡演、複製、維護並出口，它就已經不只是藝術作品，而是一種「創意科技（creative technology）」產品。

所以，我對亞洲電子藝術的建議反而非常工程化：不要再把藝術放在產業鏈最後，等晶片、5G、AI、顯示器與感測器全部開發



作者介紹

王崢，瑤族，藝術和科技研究者及工作者，本科畢業於美國萊斯大學，碩士畢業於洛杉磯加州藝術學院，博士曾就讀於新加坡南洋理工大學。

完成後，再找藝術家來「做一個漂亮的應用」。從《9 Evenings》到白南準，再到今日C-LAB與Arts x Tech Lab，真正有影響力的作品往往出現在藝術家與工程師一起參與原型開發的階段。亞洲不缺晶片、不缺螢幕、不缺高速網路，也不缺軟體工程師；真正稀缺的是讓藝術家、電信工程師、硬體製造商、研究機構、博物館與投資者可以長期共同實驗的制度。如果台灣能把既有的科技製造與系統整合能力，進一步轉化為藝術科技的標準、工具、保存技術與國際服務；新加坡則繼續把藝術科技導入城市、博物館與東南亞市場，那麼亞洲下一階段真正值得投資的，或許並不是某一張「數位圖片」，而是一個更大的問題：我們是否能把電子藝術從科技的展示櫥窗，變成科技研發本身的一部分？

因為從1952年示波器上的一條光線，到今天由GPU即時生成的沉浸式世界，電子藝術真正展示的從來不是科技的絢麗，雖然近來有這樣的偏勢，令人擔憂，但它展示的，始終是另一件更值得工程產業注意的事情：每當人類發明一種新的訊號、新的介面、新的傳輸方式，我們也同時發明了一種新的感知世界的方法。 電信工程負責讓訊號抵達，而電子藝術真正追問的是——當訊號抵達之後，我們究竟想讓人看見什麼？