

心繫物理情牽文化

物理學家吳大猷

(上)

● 王成聖

出身廣東書香世家

吳大猷（一九〇七—二〇〇〇）當代物理學家，名滿海內外，門生故舊最尊崇的教育家，曾任北京大學、西南聯大教授、中央研究院院長、國家科學指導委員會主任委員。在台退休後仍在清華、台大開課，是學問及人品均完美無暇的一代學人。二〇〇〇年三月六日上午病逝，高齡九十四歲。

三月廿五日在中央研究院舉行的追思會與公祭，海內外一致哀悼，到會致祭的有中研院院長李遠哲、北京大學校友孔令晟教授、總統當選人陳水扁、李登輝總統等各界政要，連中共主席江澤民亦來電弔唁。

吳大猷，廣東高要人，一九〇七年九

月廿七日生於廣州，逝世前一直住在台北市廣州街，可算巧合。吳家為廣東書香世家，其祖父吳桂丹為清光緒乙丑年進士，官翰林院編修、記名御史、嫻詞章、工書法，尤長於行楷。其父吳國基，為吳桂丹次子，清光緒辛丑鄉試舉人，後來海禁開放，改讀洋文書，曾出使菲律賓，四十八歲時調吉林省當官，不幸染時疫去世。當時，吳大猷僅五歲，靠母親關嘉娥教養成。其外祖父關以鏞曾任貴州按察使，也是讀書人，一門儒生，故而吳大猷自幼耳濡目染，酷嗜讀書，是個聰慧乖巧，循規蹈矩的好孩子。

喜讀古書數學頗差

獨生子的吳大猷，生活大家庭中，個性內向，不喜與群兒遊戲。十歲左右見幾

位姑母習畫，他跟著學習，每天到學塾上學，路經街底，見刻圖章的商店，他也跟著學刻字，十二歲已刻得有模有樣，幾位長輩見他性喜藝術，送了一本「芥子園畫譜」，他自己購置「六通書」一部，繪畫之餘描摩柳公權的「玄秘塔」，所以他是科學人，卻寫得一手好字和一手清麗可誦的散文，也能畫上幾筆。

因父親做官的關係，吳大猷兩歲時全家遷居天津，七歲入初小讀了一年，再搬回廣州，轉入番禺縣立初小，教科書多選自古文，如「木蘭辭」、「進學解」、「滕王閣序」等，這些古文吳大猷早在家裡已背得滾瓜爛熟，養成他愛讀古書的習慣，高小以後閱讀了許多古典小說，包括「說岳全集」、「隋唐演義」、「說唐全傳」、「三國演義」、「封神榜」、「西遊

「記」、「水滸傳」、「濟公傳」及中譯「福爾摩斯全集」等。

吳大猷生平所學雖是走在時代尖端的科技，但對於中國的古文學他並未輕忽，可以說是心繫物理，情牽文化，他早年曾為「中外雜誌」作家魏凌雲教授所著的「文化、科學、與人生」一書作序，闡揚並融化中西文化，對於魏教授，努力於中國固有文化的發揚及新文化的引進、賞賞有加。

科學家吳大猷，小學時代數學很差，四則題都搞不懂。他自認幼時最好的功課是歷史、地理、圖畫。由於吳母認為運動就是「玩」，所以他的體育也很差，課餘最大的嗜好是聽音樂，擁有不少昂貴的唱片。後來他回到天津念中學，喜歡上平劇，畢生執著熱愛。

吳大猷從番禺高等小學畢業後考上廣府中學，考試當時，監考人員非但不彌封考卷，而且還要每位考生在考卷上寫下三代祖宗的名字，稱得上是一種「黑箱考試」。

後來，吳大猷坦然的說：「我相信若不是我祖父曾是翰林院編修，父親是舉人，也許我也考不上。」

考進南開扭轉命運

進入廣府中學就讀後，吳大猷的成績一直名列前茅，第一學期期末考，成績全班第二，一學年期末考得到第一。一九二一年夏天，他的大伯父吳遠基應聘到天津擔任廣東旅津中學校長，十四歲的吳大猷便隨堂兄弟吳大業、吳大任（曾獲庚款獎學金至英國留學）及吳大立抵天津，在二姑丈的族弟黃肇年和表兄梁景琮陪同下投考南開中學，在試插舊班二年級時未被錄取，遂從一年級讀起。

就讀南開中學，是吳大猷生命的轉捩點，他轉入南開的第二年，學校改為新制，即現行的三三制。

南開的教學水準，傲居天津首位，教師教學講求創新，例如代數、幾何全是英文教科書，英文讀本也採用英文名著摘要的短篇文章，會話訓練則由一位名叫「Mrs. Cop」的美國女士及畢業於南開大學的陳同變共同執教。

那時南開大學與美國一所女校有教學合約，該校每年會送一位畢業生來南開中學，教一年或兩年的英文，這種訓練和特有的環境對吳大猷的學習確有莫大的幫助。

到了高中，學科愈加深奧。數學：必須讀立體幾何、解析幾何、高等代數、三角函數，高三時讀微積分；化學：高一有基本化學，高三則進展到大學程度的普通化學；高二高三也有兩年的物理課程；而這些數理教材全是英文，其難度可想而知。

在文科方面，除了英文外，高二規定必須選修第二國語文，讀文科選習法文，理科則是德文，當時教德文的崔老師，教學方式很舊，平時除練習寫字、背誦和抄寫故事外，偶爾也叫學生訓練自己翻譯的能力，而吳大猷的德文基礎也就在當時奠定的。

創辦南開中學、大學的張伯苓，管理南開，除注重學科外，也重視體育，堅信強國必先強身，體育課如同軍操，必須穿制服、打綁腿，大冬天也要出操運動，六年下來，使吳大猷轉而喜歡體育，後來成為網球好手。

成績優異留校助教

一九二五年春，吳大猷以高二的學歷報考南開大學礦冶系，以優異的成績錄取。

，考試成績最好的是數學、化學和英文，物理平平。進入礦冶系讀了一年，因捐資礦科的李祖紳事業不順，遭到停辦。吳大猷在無可選擇之下，於二年級轉讀物理，物理系的教科書幾乎全是英文，對英文程度甚佳的吳大猷來說，不是難題。他在微積分、力學、電磁學、近代物理、氣象學方面下了一番苦功，以補不足。到了三年級時，因成績特優，被學校聘為實驗室助教，每週工作一個下午，月薪大洋十五塊，有了這些錢，吳大猷向日本書商購進許多物理學名著，其中一本索墨菲 (A. Sommerfeld) 所著的「Atombau und Spektrallinien」《原子結構及其光譜》及其英文譯本讓吳大猷極感興趣，影響也最深遠。索墨菲 (A. Sommerfeld) 的這本書在二〇年代曾被稱之為近代物理的聖經，在物理界頗具權威和好評。

吳大猷一方面精研其內容，一方面學習德文，並從中揣摩古典力學在原子理論中的應用，對他日後研究古典力學有相當大的助益，當時教他德文的教授是來台後任大使的段茂瀾。自行研讀之餘，他也試行翻譯，如布蘭克 (M. Planck) 所著「Vorlesungen über die theorie der wärmestrah-

lung」《熱輻射論》由德文譯成英文，譯到一半，他的物理指導老師饒毓泰告之已有英譯本才停止。

一九二九年，吳大猷以優異的成績自南開大學畢業，適巧吳的老師饒毓泰教授要赴德進修，新聘教授盧祖怡專長電機而非物理，吳大猷即被留下擔任近代物理及力學兩課的助教。饒毓泰是他的恩師，對他照顧備至，這位優秀的第一代物理學家，一九六八年因受不了紅衛兵凌辱自縊於北京大學教授宿舍，吳大猷痛惜不已。

結識愛侶摯愛一生

一九二八年冬，吳大猷在南開大學一次同學聚會中結識他的愛妻阮冠世，她那時是物理系二年級的新生，兩人雖互有好感，但未進一步交往，直到翌年，阮冠世因身體瘦弱，經常咳嗽，吳大猷悉心照顧，親為她燉補品補身，始展開初戀史。一九三一年阮冠世大學畢業，獲紐約 Cornell College 女子獎學金，吳大猷亦獲得中華文化基金乙種獎學金，乃於是年八月相偕赴美，同行的有錢思亮、張茲闓。抵美後卻分開兩地，他入芝加哥密西根大學，直到一年後，阮冠世轉學至密大物理工程系，

兩人再度重逢。

不料一九三二年六月，阮冠世肺病轉劇。入院治療，入冬後，她的病情好轉，於取得學士學位後，再入研究院就讀，吳大猷則已取得物理學博士學位，留密大繼續研究，本欲等阮冠世完成學業再作打算，可是到了冬天，她再度病發，入醫院治療，一住就是一年，吳大猷一面作研究，有空即去陪女友，身心俱疲，但感情卻愈形穩固。

一九三四年七月，吳大猷接到北大聘書，赴北京任教，阮冠世留在美國養病。隔年春天，她走出醫院回到北京，一九三五年秋兩人在北京結婚，由北大校長蔣夢麟福證。

密大展開物理實驗

在密大留學時，吳大猷受過許多名師教導，在許多物理課程中，他最感興趣的是原子光譜，師事權威名師拉伯特，但影響最大的還是物理學大師雷道耳，雷氏邀他參加紅外光譜實驗。

實驗工作開始，為進一步找出某數原子的紅外光譜線，吳大猷使用離校博士生約翰史冲 (John Strong) 所設計的溴化鉀

稜柱的自動記錄真空紅外光譜儀，在稍作調整後，某日他將光譜儀打開竟發現分光儀的一個直狹縫影像是彎的（呈半月形），容易使分光儀的鑑別率減低，於是他就自己設計一套彎形的狹縫，可產生直的影子，大大的增加鑑別率，這種細節當時是很少人會去注意的。

有了這項實驗新發現，吳大猷立刻向雷道耳報告，並建議製造三副縫，用於 $6\mu\text{m}$ 、 $5-10\mu\text{m}$ 、 $7-20\mu\text{m}$ 三個光譜域，雷道耳同意這個建議，隨即請派機器師羅梅爾（Romer）做了三個副縫，完成後果然引起製造自動記錄紅外光譜儀廠商的關注，不久就被一家名叫伯金·埃爾莫（Perkin and Elmer）的工廠先行採用，只可惜當時吳大猷不知道去申請專利。

接著，雷道耳又試著應用這個光譜儀，尋找在一至二十五間的原子紅外線，作為該光譜儀的波長標準，但是幾星期下來卻毫無收穫，後來反而卻被來自劍橋大學的研究生 Gordon B. B. M. Sutherland 從中找到二氧化氮分子的紅外光譜，之後在他所發表的論文中除了感謝吳大猷賜給他靈感，同時他也稱吳大猷是這項發現的「先鋒」。

一九三三年六月，吳大猷以「電勢與原子光譜的問題」獲博士學位，同時被選為 Phi Beta Kappa 和 Thomas-Fermi signaxi 兩學會的名譽會員，留校繼續研究。是年秋天，他決定跟巴克教授作二氧化碳分子的高階及高組合振動光譜，用以探索金星上有大量的二氧化碳之說。

這次的實驗是用一個光柵的紅外光譜儀，在光柵前有一岩鹽稜鏡是用來避免光柵的高次繞射。幾個月後，再記錄下紅外光譜儀的實驗結果，所得是 Cis 和 Trans $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ 兩異構分子的紅外光譜，這是前所未有的化學異構體的紅外光譜研究，當中因為對稱性不同（Cis, V_{2u}, Trans, V_{2h}），兩者的紅外光譜的選擇也不同，這項研究的動機則是來自對 C—C 鍵的扭轉運動的「兩不等最低势能」問題。

吳大猷在密大還有一項研究，那就是氫原子的雙激起態和自電離的理論。一九三四年春天，葛德斯密和吳大猷共同寫了一篇短文，針對日冕的光譜線來源提出一個建議，因為日冕線的特色是它們從未在實驗室中出現，其不尋常的寬度（約一A寬）。氫乃宇宙中的豐富度僅次於氫原子，雙激起態由於自電離作用，能階寬度甚

大，這個構想和理論使得吳大猷在這方面成為專家之一。

後來關於日冕光譜線的問題，一九四一年吳大猷返國在西南聯大教書時也相繼提出新的理論，他表示這些線是非原子放射的，而是日冕的原子對月球放射強烈 gamma 輻射的拉曼射線，以這種論斷即可解釋這些線從未在任何光譜出現過。應用葛德斯密的原子能態表，對每一日冕光譜線，從中可以找到二三個豐富的原子，由基態或介穩態對 La 輻射的拉曼散射，它們的頻率和日冕線都在三、四個波數的範圍內，就此在日蝕時可作日冕線的偏振量度。

吳大猷將這項提議的論點撰寫成論文寄給盧歇爾（H. N. Russell）教授，因構思頗有創意，盧氏大為嘉許。此一理論因未經實驗觀察和理論計算，迄今尚無定論，但吳大猷對物理用功之深於此可見。

最具貢獻的科學家

著名的物理學家瓦斯尼（V.P. Yarshin）曾公開稱譽吳大猷是近代最具有影響力及貢獻的物理學家之一，尤其以他的原子光譜理論、散射理論及統計力學對世人的

影響最大。

瓦氏曾將吳大猷在原子光譜方面的工作稱為「吳態」，也就是現在物理界所稱的「多重激發態」。他所指的是第一電離位以上的激發態，可以由兩個以上的電子激發所形成，也可以由單個閉殼電子激發得到。至於多重激發態可分為兩種類型，一種起因於庫倫相互作用的變化，壽命短；另一種是經由庫倫相互作用自離化，但這不為一般選擇定則所允許，而是通過其他通離化，壽命很長，其情況有兩種，其一可以通過輻射衰變到第一電離電位以下的各激發態，其二不能通過輻射衰變到基態或第一電離電位以下的激發態，但它們是多重態，可以衰變到它們中的最低態。這種理論正是吳大猷首先計算的後一類型中的第二種情況，這也是瓦斯尼稱「吳態」的原因。

在這方面，吳大猷有兩篇研究論文，第一篇是在一九四〇年的「論原子光譜的附線和閉殼層電子激發」，第二篇是在一九四四年的「輕原子之電子和三電子組態的非正常態的變化能」，吳態的存在於一九六七年的費爾曼 (P.Feldman) 和諾威克 (R. Novick) 用實驗證實，而瓦斯尼並在

一九七八年將吳態用於他的類星體的等離子體激光星模型裡。

再談「散射理論」，吳大猷通過原子和分子的電子碰撞激發和雙重激發研究作出了貢獻，有關他對氮的雙重激發態研究又被高爾登 (W. Grotrian) 列入電子—原子散射研究。此外，吳氏也研究過電子和氫原子碰撞的問題，以及核子同核的碰撞等散射情形和改進方法，縱然這些工作並不太引人注目，但在早期的散射理論確實是一大突破。

在「統計力學」上，吳大猷把躍遷機率的概念同不可逆過程聯繫起來，徹底理解不可逆的時間和方法，這是吳大猷最滿意的一項工作之一。在當時，吳氏認為應拋棄動力學或微觀的觀點，從中建立起不可逆的理論和應用機率的概念，因此他發覺在波爾茲曼 (L. Boltzmann) 的理論裡，值差 $S_2 - S_1 = k \ln \frac{NW_2}{NW_1}$ 中的 W 實質上並不是機率，而是對應於同一狀態的微觀狀態之點數，所以他的定義是 $W_k(t)$ 為一個系統在 t 時刻處於 k 的機率，而 $W_k(t + \Delta t)$ 為它在 $t + \Delta t$ 時刻處於 k 的機率，並且 A_{ik} 是 t 時刻的狀態 k 到 $t + \Delta t$ 時刻的狀態 i 躍遷機率，吳大猷證明 $3A_{ik}$ 的逆矩陣 A_{ik}^{-1} 是沒

有機率意義的，因而表示逆過程的 $W_k(t) = \text{MAK}i:1W_k(t + \Delta t)$ 亦沒有意義，他的此一思想首先以《論時間的箭頭和不可逆過程的理論》為題，於一九六一年在刊物上發表。

北大最年輕的教授

吳大猷物理科學的觀點，據大陸學者金吾倫及董光璧編者的「吳大猷科學哲學文集」一書中歸納為三項：第一是「應用知識」；第二是科學史，亦即重大科學發現的歷程；第三是有關科學體系、性質、理論三者不同層面的討論，亦即科學和哲學的任務。吳大猷認為一個科學工作中，必須由「第一手資料」中探索。

一九三四年，吳大猷應聘至北京大學任教，年僅廿七歲，是最年輕的教授，亦是中國有史以來第三位物理學博士，進入北大後，他有感研究設備不足，自美國購進 Rowland 光柵，石英水銀燈，氬輻射燈及德製 Steinheil 光譜儀，進行原子分子光譜實驗及電路瞬流理論實驗，使北大首次進入研究與實驗規模，經過三年努力，發表了十八篇論文，刊在國內及英、美期刊上，為我國國際科學地位打開大門。以後

，他培植的學生有幾位陸續獲得英美博士學位，到了一九四〇年他任教西南聯大時，已是名教授了。

抗戰期間幾度遇險

一九三七年，抗戰展開，北平受戰火威脅，各大學紛紛遷往內地，先到長沙，後至昆明組成西南聯合大學，由北大、清華、南開三校為主組成，在敵機轟炸及戰火威脅下，繼續授課，由於日寇認為中國菁英分子集中昆明，因而轟炸頻繁，師生在躲警報中絃歌不輟。吳大猷在聯大教了八年，幾度遇險，曾遭炸彈炸毀住屋，埋在土泥瓦礫中，也曾在山坡斜道乘馬車時，突然空襲警報，馬兒受驚，把他掀落山谷，住院療傷。

但在艱困的環境裡，吳大猷培植了不少傑出的人才，如馬仕俊、郭永懷、馬大猷、盧福春、薛琴舫、李蔭遠、黃昆、朱光亞、張桐生、楊振寧、張守廉、黃授書、李政道等，楊振寧和李政道於一九五七年獲諾貝爾物理獎，最受矚目。其餘有些人才為中共羅致，中共能成為核子大國，吳大猷的教學之功不可沒，所以他在海峽兩岸都受到極大的尊崇。

愛徒楊振寧李政道

吳大猷最得意的門生是楊振寧和李政道。楊振寧在聯大讀到四年級時，因為要寫畢業論文，找吳大猷指導，吳隨手拿了一本《現代物理論》的專書給他看，要他研究書中的任何一篇文章，基於興趣，楊就選擇了分子光譜學和群論的關係，並將此篇文章拿回去與父親研究。隨後楊克純（楊父，在芝加哥大學專攻數學理論——推量數的問題，並取得博士學位）也拿了一本由狄克遜所著的《近代代數理論》一書送給他，就這樣在兩書的探討下，再加上吳大猷的親自指導，才短短一年他便完成了《群論與分子光譜》的論文，而這篇論文對他日後獲得諾貝爾獎可說具有關鍵性的影響，這也就是楊振寧會將吳大猷視為最大恩師的原因。楊振寧後來留學美國，師事許多著名的物理學大師，獲得諾貝爾獎，但對恩師始終記憶，在美聞恩師仙逝，立即回台北奔喪。

至於李政道是個天才型的學生，聰明過人，求學成績優異，尤擅長數學及物理，中學畢業後原讀浙江大學，只讀了一年因日軍侵入宜山，學校停課，他的家長為

讓李政道繼續求學，其姑姑正好認識吳大猷在密大的同學梁大鵬，即寫了封介紹信懇求吳大猷協助到聯大求學，基於人情吳大猷只好答應。不過那時剛逢學年的中間，學校規定未經考試不能轉學，迫不得已，吳大猷只好向幾位教導二年級的物理及數學教授商量，讓他隨班聽講，一旦經由考試及格，等暑假才正式轉入二年級就讀，可免過去的學習課程，這種方式原本只是吳大猷的構想，並未經學校認可。

誰料，李政道一進入西南聯大物理系後，不僅應付整個功課綽綽有餘，每天還跑去吳大猷的住處自動要求給他更多的習題和閱讀課本，對於李政道這種求學精神，吳大猷大為讚賞。抗戰勝利前夕，軍政部長陳誠和次長俞大維計畫培植國防科技人才，拿了一筆錢要他選拔科學人才出國進修。李政道是他推荐的人選之一，其餘為朱光亞（物理）、王瑞駢、唐敖慶（化學）、孫本旺（數學）。

李政道抵美後進入芝加哥大學，取得博士學位時，年僅二十四歲，遂即進入加州大學任教，僅二年即升為教授。

吳大猷一生不隨便誇獎人，但對他的兩個愛徒經常讚不絕口。（未完待續）