

# 種子與波函數

陳昌祈

東吳大學物理學系，台北，台灣

本文簡述電子的干涉實驗，並介紹哥本哈根學派對此實驗的詮釋。基於此學派的論點，作者提出「蘊含事件所有可測量訊息的波函數，在未觀測時對應於唯識學中代表宇宙萬有潛在狀態的種子；而當進行實驗觀測，波函數發生縮併，則對應於唯識學中眾緣和合種子轉而為顯勢，變現為宇宙萬有的現行。」就此論點，作者介紹了量子力學和唯識學的可能對應，進而探討種子在現行之前的「可變性」與現行時的「偶然性」。最後則提供佛法的視野，介紹佛法對觀測、對世界的看法。

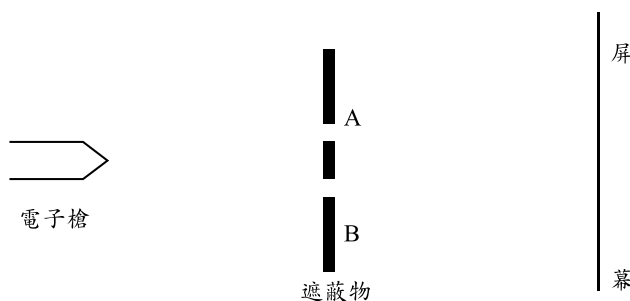
**關鍵詞：**種子、波函數、唯識學、量子力學、可變性、偶然性

## 一、前言

量子力學是近代物理學的重大成就，它除了對微小世界提供古典物理所不能取代的預測方法外，哥本哈根學派對它的詮釋，更為我們對世界的認識帶來了巨大的衝擊。本文想探討這近代科學上的重要成就和佛學間有什麼相互的啟發。

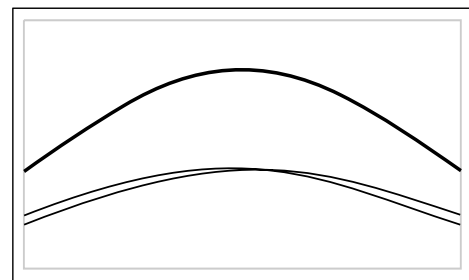
## 二、簡介電子干涉實驗

圖一表示實驗裝置，電子從電子槍射出，



圖一 實驗裝置

通過遮蔽物的 A、B 狹縫，抵達後面屏幕。如果控制電子束的發射率，使得每單位時間射出的電子數目很少，以至每瞬間只有一顆電子射出。依據我們對粒子的原有常識，電子經過狹縫到達屏幕所走的路徑，只有兩種可能：不是經過 A 狹縫就是經過 B 狹縫，一顆電子不可能同時經過 A、B 兩狹縫的。因此，經過了許久，累積在屏幕上的電子分佈，應該是經過 A 狹縫到達屏幕的電子分佈，加上經過 B 狹縫到達屏幕的電子分佈的結果（圖二的粗線）。



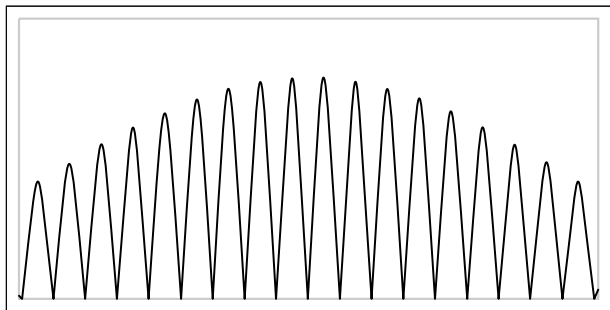
圖二 兩單狹縫繞射直接相加圖  
(細線為電子經過 A 狹縫或 B 狹縫到達屏幕的電子分佈，粗線為兩者相加。)

投稿日期：2000 年 4 月 28 日；接受日期：2000 年 12 月 4 日

聯絡人：陳昌祈，東吳大學物理學系，台北，台灣

E-mail: chi@mail.scu.edu.tw

但令人驚訝的是，結果並非如此！累積在屏幕上的電子分佈，不是分別經過 A、B 兩狹縫到達屏幕的電子分布的相加；累積在屏幕的電子分佈竟是雙狹縫的繞射干涉條紋（如圖三所示）！



圖三 雙狹縫繞射干涉圖

在波動理論裡，雙狹縫繞射干涉條紋和兩個單狹縫繞射條紋相加，物理意義並不相同。雙狹縫繞射干涉條紋，是指波動「同時」經過兩狹縫，穿過兩狹縫的波，在到達屏幕被偵測前彼此影響，從而發生干涉所得到的結果。但兩個單狹縫繞射條紋的相加，是指波在「不同時間」，分別經過不同狹縫到達屏幕被偵測後的結果之累加，這種情況的兩波在被偵測前並沒有相遇，不會彼此影響發生干涉。雙狹縫繞射干涉和兩個單狹縫繞射相加，不但在物理意義上不同，實驗結果的差異更是明顯，如圖二、圖三所示，是很容易區別的。

從圖一的實驗實驗安排，既然會得到電子雙狹縫繞射干涉條紋，因此就導致這樣的推論：「一顆電子似乎是同時經過兩個狹縫，通過狹縫後還會互相影響產生干涉，然後被偵測到。」哥本哈根學派的 Max Born 提出如下的詮釋：「電子在離開電子槍到達屏幕之前，我們並沒有進行觀測，此時電子是以機率波的形式通過兩狹縫，因而會發生干涉。」

把這詮釋加以推廣就得到：「在量子物理的領域裡，事件未經測量之前是以機率分佈的形式存在，這機率分佈可以用波函數  $\Psi(r_n, t)$  來描述；當對事件加以觀測時，本來遍布空間的機率分佈，瞬間縮併到特定的空間範圍來，事件則以具象的方式來呈現。」波函數  $\Psi(r_n, t)$  又稱狀態函數，它包含了事件所有可測量的訊息。

### 三、量子力學與唯識

唯識學將世出世間一切，區分為心法、心所法、色法、心不相應法及無為法等五大類；而以「種子熏種子」、「種子起現行」、「現行熏種子」，來說明宇宙生滅不已、相續不斷的機制。

黃懺華居士云：「所謂種子，是宇宙萬有的潛在狀態；這個潛在的宇宙萬有，等到眾緣和合的時候，轉而為顯勢的狀態，變現做在我們的眼前森然羅列的宇宙萬有，叫做現行。」<sup>1</sup>

用唯識學來與科學對應，則科學所討論的物質世界就涵蓋在唯識學色法的範圍裡。因此，上述量子力學的討論，正好可以用來充實唯識學的現代內涵，至少是色法方面的現代內涵。

在量子力學裡，在未經實驗觀測之前，蘊含事件所有可測量訊息的波函數，可以對應唯識學中，代表物質世界潛在狀態的色法種子；而實驗觀測，則相當於唯識學中，眾緣和合，種子轉而變現出物質世界的現行。推廣來說，則波函數可對應於包涵非色法在內的一切種子，而實驗觀測則對應於森然羅列的宇宙萬有的現行。

Ira N. Levine 在所著的 "Quantum Chemistry" 中引述 E. P. Wigner 的說法，指出：「波函數有兩類變化，第一類屬連續性，函數隨時間變化，肇因於薛丁格方程是時變方程；第二類則是突然、不連續、機率性的變化，這在系統被測量時發生，因為量測的結果無法明確預測，所以這類的波函數變化也是無法被明確預測。第二類變化又稱波函數縮併 (reduction of the wave function)。」<sup>2,3</sup>

拿波函數的這兩類變化來和唯識學對應，則第一類隨時間的連續變化對應於種子尚未現行之前的自我熏習，屬於「種子熏種子」的一種。第二類波函數突然、不連續，機率性的變化，則對應於「種子起現行」，事件由潛在的狀態轉而為顯勢狀態的變化。

在量子力學裡，第二類變化所牽涉到的觀測問題，至今仍然困擾著物理學家。為什麼觀測會使遍佈空間的機率分佈縮併到特定的地方？Levine 提到「Wigner 認為波函數縮併發生

在觀測結果進入觀察者的意識時。他說『具有意識的存在 (the being with consciousness) 在量子力學裡所扮演的角色，應該不同於單純的無生命測量儀器。』<sup>4</sup>顯然他已經在考慮心靈的問題了，也許佛學在這方面可以提供些經驗！

在量子力學中，我們知道任何觀測都會干擾系統，甚至對系統發生重大影響。這裡用一個想像實驗來說明：在前述實驗中，如果有適當的光源照射在雙狹縫，致使電子經狹縫時會反射光線留下軌跡，讓我們知道電子到底經過哪一狹縫。由於我們已經觀察到電子經過哪一狹縫，因此可以預測，累積在屏幕上的電子分佈，將不同於前面的實驗，我們得到的將是如圖二，兩個單狹縫繞射條紋疊加的結果。這想像的實驗，展示了現行對種子的重大影響。

#### 四、種子與波函數

佛學要講的種子就是波函數嗎？佛陀教化的重點在指導眾生入無分別、得解脫智。《解深密經》是唯識學的重要原始經典，經中〈勝義諦相品第二〉有偈云：「內證無相之所行，不可言說絕表示，息諸諍論勝義諦，超過一切尋思相。」佛法不離心性，從佛陀教化的本懷來看，他所要表達的種子其實具有金剛經「所謂種子，即非種子，是名種子」的性質。因此，目前科學對波函數的思維定義，可能還無法涵蓋佛法中種子一詞要表達的所有性質。嚴格來說，兩者只是對應，不是全等。我們只能推測說：「色法的種子具有波函數的性質」。不過基於在佛法中色心二法本是同源，我們再做推廣：「假設所有種子都具有波函數的性質」以便進行討論。

波函數在觀測前可以互相疊加、互相影響；波函數也會因觀測而改變。這些是「種子在現行前的互相影響」以及「現行影響種子」的物理學依據。這也顯示在因緣果報的發展歷程中，種子是可以被影響的，種子具有「可變性」。種子可以改變，這讓我們對修行更具信心。因為我們可以改變以前不好行為的種子、可以懺悔、可以消泯種種潛藏的執著。

波函數在被觀測時，在機率分佈發生縮併

轉為具體現象的過程中，明顯具有機率的「偶然性」。什麼是機率的偶然性呢？例如一顆骰子，每一面出現的機會都是六分之一，但每次投下後的顯現都是一次的偶然，沒有人能預測到底真的會出現幾點。種子由潛藏轉化成爲顯勢的過程，也可能具有這樣的機率的偶然性，至少色塵種子的現行，確實是具有這樣的偶然性。

機率的偶然性，讓單一事件的預測充滿不確定。比如關於放射性元素的蛻變，科學家就只能預測一大堆原子經過多久之後，會蛻變到剩下原來的一半。至於對單一特定的放射性原子，我們根本無法預測它到底什麼時候會蛻變。

接著來探討機率的偶然性的啓示。機率的偶然性對世界演變所造成的渾沌效應，並不輸於「系統非線性項」所造成的渾沌效應。機率的偶然性是如何造成渾沌效應呢？譬如說，我們同樣從某地出發，而以投擲骰子的方式來決定左轉、右轉或不轉。在相同的機率函數引導下，每個人每次所走出的軌跡卻可以大不相同。我們雖然掌握了主導事件發生的機率分佈，但對於每次實際所走出的軌跡預測卻仍然是一片渾沌。這種因為機率的偶然性造成現象界的巨大差異，讓我們很容易明白，爲什麼相同的佛性在一念無明之後，卻發展出極其複雜多樣的不同的生命歷程。

如果有人聲稱他可以入定觀察未來，那他這樣的預測就可以擺脫機率的偶然性嗎？前面我們討論過，在量子力學中，任何觀測都會干擾系統。入定的觀察也是一種觀測，也會對事件發生影響，甚至發生重大改變。因此，即使入定親眼所見也一樣具有不確定性。

其實可變性與偶然性，是對治偏執爲不變與必然的藥；病除則藥捨，方能自在無礙。

#### 五、佛法提供的視野

哥本哈根學派用機率波來描述事件尚未觀測時的存在，一直讓一些人耿耿於懷。機率形式的存在讓「具體客觀的存在」的想法幻滅。愛因斯坦就堅信「有一個離開知覺主體而獨立的外在世界，是一切自然科學的基礎」。<sup>5</sup>他

曾以「上帝不是在擲骰子」<sup>6</sup>來質疑機率的說法。但從唯識學的角度來看，萬法唯識，宇宙萬有只是分別變現而已，並不需要想像一個離開知覺主體而獨立的外在世界來做基礎。其實沒有離開知覺主體而獨立的外在世界，不正就是萬法唯識的本旨嗎！

哥本哈根學派的詮釋，在「觀測」的問題上碰到了些麻煩。他們將物理世界依其尺度大小，區分為古典物理的範疇與量子物理的範疇。在前述實驗中，像電子這麼小的質點是屬於量子物理的範疇，具有未觀察時是機率波函數，觀察時才以質點呈現的性質。而諸如電子槍、遮蔽物、屏幕以及偵測裝置則屬於古典物理的範疇，遵守我們日常經驗中「獨立客觀、持續存在」的性質。因此，所謂的「對量子範疇事件的觀察」，指的就是利用古典物理範疇這些獨立客觀持續存在的儀器，去對量子範疇的事件進行觀測。

但這就延伸出一個問題來了，到底古典物理範疇與量子物理範疇的界線在哪裡？為什麼小尺度世界的存在要經由觀測才呈現，而由它們所組成的大尺度世界卻是獨立客觀的持續存在？

從佛學的角度來看，存在的性質並沒有因為因尺度的大小而有所不同。大世界、小世界都是唯識所變現的！所謂現行或者觀測，就是種子因眾緣和合起變現；就是「知覺者」對「被知的範疇」<sup>7</sup>生起分別與感知，觀測並不單純是物質對物質的偵察而已。所以 Wigner 會有，

波函數縮併發生在觀測結果進入觀察者意識時的體認。在佛學理，知覺者介入被知的範疇，是觀察成立的必要條件。

作者在《我對看的反省》<sup>8</sup>一文中，就曾討論經由深入的反省，我們會發現日常所經驗到「世界相」，即使大到像山河大地這麼的大尺度，也不離「視覺經驗」的呈現。總之，不管尺度大小，宇宙萬象都是眾緣和合的心靈呈現哩！

### 參考文獻

1. 黃懺華。唯識學的輪廓。張曼濤主編。台北：大乘文化出版社，*現代佛教學術叢刊* 1976;23:257
2. Levine IN. *Quantum Chemistry*, 3rd edn. Boston: Allyn and Bacon, 1974;163
3. Wigner EP. *Am J Phys* 1963;31:6
4. 同 2，1974;165
5. 殷正坤。探幽入微之路：量子歷程。台灣高等教育出版社，1980;142
6. 同 5，1980;141
7. 梁乃崇。分別與對稱性。*第一屆佛學與科學研討會論文集*，台北：圓覺文教基金會，1991;17-36
8. 陳昌祈。我對看的反省。*第一屆佛學與科學研討會論文集*，台北：圓覺文教基金會，1991;69-83

## Seed and wave function

Chang-Chi Chen

Department of Physics, Soochow University,  
Taipei, Taiwan

The purpose of this paper is to elaborate an experiment on the interference of electron. The interpretation of Copenhagen School is applied to conduct the elaboration. Based upon the interpretation formulated by the Copenhagen School, the author proposes that the wave function before being observed contains all the measurable information of system corresponding to the seed that represents the latent state of universe, and that when a measurement is made on the system, the wave function is suddenly reduced which accordingly corresponds to the way the seed is transformed to the phenomenon of universe. According to this conceptual framework, the author probes the corresponding relationship between quantum mechanics and *VIJNAÑAMĀTRA SĀSTRA* (idealistic conception of consciousness). Moreover, this paper discusses the corresponding relationship between the variability of the seed before its transformation and the uncertainty of the seed when it undergoes transformation. In conclusion, the author introduces Buddhist point of view on the result of this observation.

**Keywords: seed; wave function; idealistic conception of consciousness; quantum mechanics; variability; uncertainty**