HP / November 25, 2011 08:25PM

[以抽水馬桶的「反饋」原理為靈感，法國物理學家永恒抓住了光子]

抽水馬桶的原理可以啟發物理學家進行被稱為「無限小科學」的量子力學革命？然而，一個非常類似的概念，確實讓來自法國高等師範學院Kastler-Brossel實驗室、國立巴黎高等礦業學院（Ecole des mines-ParisTech）以及國家資訊暨自動化研究院（Inria）組成的團隊，在Serge Haroche的領導下，成功地在高品質的微波共振腔（microwave cavity）中永恆抓住一些光子，這是探索量子世界驚人屬性的哩程碑，帶來通訊及計算方面的新可能性。這項新發現已於2011年9月1日刊登在《自然（Nature）》。

一般而言，光子都是在即將消逝之際才能被觀察到，因為眼睛在吸收光子的同時會摧毀之，並記錄這個訊息。不過，Kastler-Brossel實驗室的團隊已於四年前成功觀察到侷限在一個共振腔內的單一微波光子。

研究報告的作者之一雷蒙教授（Jean-Michel Raimond）表示，「在量子力學中，有趣的東西是脆弱的，而最有趣的往往也是最脆弱的」。傳統上將光子侷限於共振腔的作法，光子還是會在65毫秒內消失，由於它存在的時間太短而無法被使用。科學家們不斷地努力克服這個技術上的弱點。

抽水馬桶的「反饋」（Feedback）的原理，提供了科學家在實驗設計上的靈感。這個系統非常簡單，水箱中的水位是由一個浮桿來控制，當水位上升至一定的門檻，浮桿就會阻斷進水；當水箱的水洩出時，浮桿會下降並自動打開進水閥門，讓水位再次上升。

在量子實驗中，光子取代了水，水箱變成一個僅有數公分長的共振腔，光子在鏡面腔壁間來回反射十億次才消失。浮桿部份則由單獨的原子組成，當這些原子穿越共振腔時，會產生細微的變化，透露出光子的數量。進水閥門的設備可以將光子注入共振腔中。這個反饋原理讓共振腔內的光子無論是在測量、判斷以及活動時，都恆常保持一定的數量。

換句話說，就是明白整個系統的運作原理、決定如何運作才能回復初始狀態，接著進行校正。原理雖然簡單，但實作上卻是相當困難，因為量子系統只要有任何的干擾，就會立即失效。

2007年，該研究團隊成功透過「探測原子」進行計算並保住光子數目。反饋原理的應用理當是接下來的研究目標，但是其實踐卻沒有這麼簡單。雷蒙教授表示，「開始的幾個模擬試驗都沒有成功，直到與專精於控制演算的巴黎高等礦業學院及國家資訊暨自動化研究院的數學家合作後，才有了突破」。研究團隊最後終於成功建造出一個系統，讓原子能在不到15毫秒的時間內，偵測出是否有缺少光子，再透過演算法來決定校正策略，並在必要時注入光子。透過這個技術，共振腔內可以恆常保持在3個光子的狀態。

愛因斯坦曾經夢想有一天能夠把一個光子侷限在一個盒子中數秒鐘。然而，法國團隊今日已經能夠恆常地將固定數量的光子侷限在共振箱內，遠遠地超越了愛因斯坦的夢想。這個實驗是邁向控制複雜量子的重要階段。

電子電路

澳洲格里菲斯大學（Griffith）的懷斯曼教授（Howard Wiseman）是量子反饋理論的創始人之一，他表示「這是一個非常重要的成果，也是史上第一個成功使用反饋和薄弱測量方法來穩定一個極度非典型狀態的案例」。這些永恆光子開啟了一條道路，讓其他特殊量子物質，例如同時存在兩種狀態的粒子，也可以恆久保存。目前全球已有多個團隊在電子電路領域中做類似的嘗試，並期望未來能夠應用在電信或計算上。

資料來源一：法國《世界報》（Le Monde）2011年9月3日
資料來源二：http://www2.cnrs.fr/presse/communique/2257.htm