

科技文化

玻色：第三世界 科學家的彗星現象

● 劉 兵

一 引言

在科學社會學中，人們多以發達國家中的科學家和科學共同體作為研究對象。實際上，第三世界國家中科學家的工作條件、社會背景和思想文化背景與發達國家相當不同。因此，對第三世界國家中科學家工作特點的考查，是一個十分重要而且頗有意義的課題，值得進行深入廣泛的，乃至個案的研究。

印度物理學家沙提恩德拉·納思·玻色(Satyendra Nath Bose)就是現代物理學史中一位非常獨特的人物。一方面，作為一位土生土長的第三世界物理學家，他提出了一種量子統計方法，在量子統計力學的發展中邁出了重要的一步；而另一方面，與許多西方著名科學家不同，在他一生中只有這一項似乎是「孤立」和「偶然」的工作真正具有重要的意義。玻色在完成了這項工作後，雖曾游學歐洲，而且回到印度後又發表了一些科學論文，但正如多年後他自己也承認的那樣，他的其他論文並不怎麼重要，「回到印度後……我再也不屬於科學界了。我就像一顆彗星那樣，來了一次而再也沒有回來。」^①實際上，這種情況在第三世界的科學家中是有一定代表性的。他們中許多人的確曾在科學領域中作出過重大貢獻，但卻僅僅是曇花一現而已，以後便再無建樹。對於這種現象，我們不妨借用玻色的話，稱為「彗星現象」。

本文將在國外學者工作的基礎上，以個案研究的形式，對玻色的經歷與工作的獨特之處及所謂「彗星現象」發生在玻色身上的各種原因作一初步的分析。

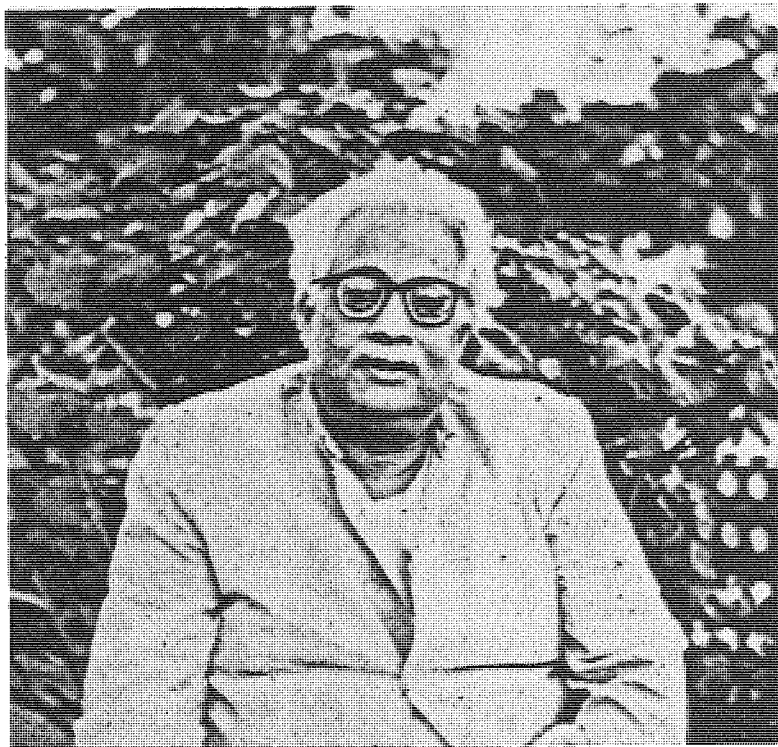


圖 玻色說：「回到印度後……我再也不屬於科學界了。我就像一顆彗星那樣，來了一次而再也沒有回頭。」

二 玻色的早年經歷與知識背景

1894年1月1日，玻色出生在印度的加爾各答(Calcutta)。1909年從中學畢業後，他進入了加爾各答的管轄區學院(Presidency College)，這所學院的科學系擁有一些優秀的教師，學生的素質也很好，在玻色的同學中，後來有一大批人成了印度著名的科學家。1913年，玻色通過了該校混合數學(與應用數學相近，涉及天文學、動力學、流體力學和某些純數學的內容)的科學碩士考試，在兩次考試中玻色均名列榜首。

在當時的印度，像玻色這樣有才華的年輕人走到這一步以後，出路通常有兩條：或是去政府機構中任職，或是繼續研究科學。但後一條路更為坎坷。當時，歐洲的物理學(尤其是相對論和量子論)正在蓬勃發展，但在印度卻連最基本的科學文獻都很難找到。幸而，先後有幾個難得的機遇改變了玻色的處境。

這些機遇是，1914年，在一些私人捐贈的基礎上，高等法院法官兼加爾各答大學名譽校長阿蘇托什·穆克爾吉爵士(Sir Asutosh Mookerji)創立了加爾各答大學和專為幫助印度學者的基金會。這是一項重要的改革，因為在此之前，印度的大學深受英國影響，其中的任職充其量不過第三流的蘇格蘭學者所佔據。再者，該學院也是印度第一所提供高等科學研究的學院。1915年，玻色從穆克爾吉那裏申請到了獎學金，並被獲准使用穆克爾吉個人在物理及數學方面的大量藏書。此外，玻色還從一位外籍教師和一位剛從國外回來的學者那裏借

到了一些最新的物理學文獻。憑借了這些信息來源，玻色才接觸到當時物理學的前沿。實際上，第三世界的青年學者在這種艱難的經歷中所遇到的巨大困難，往往是那些發達國家的學者們想像不到或難以想像的②。

三 開量子統計力學之先河

1921年，為了尋求更自由地進行研究工作，玻色離開了加爾各答，前往達卡大學任高級講師。在達卡大學期間，他繼續深入思考理論物理學的問題，特別是批判地學習像普朗克、愛因斯坦和玻爾這樣一些大師們的著作。由此，他注意到前人在推導普朗克著名的黑體輻射公式時所用到的量子條件和經典理論的不自洽性。玻色後來曾這樣回憶說，「作為一個必須把這些東西向學生們講清楚的教師，我是清楚這些衝突並且考慮過它們的。我要弄清楚怎樣用我自己的方式來設法解決困難。並不是某位老師要我去解決這個小小的問題，而是我想要知道。於是這就引導我應用了統計學。」③經過緊張的思考和研究，在1924年6月初，玻色完成了他題為「普朗克定律與光量子假說」的重要論文。由於玻色對此問題的處理事實上完成了愛因斯坦多年追求的目標，6月4日，玻色把論文的手稿寄給了愛因斯坦，並附上了一封誠懇的信，信中寫到④：

尊貴的閣下：

不揣冒昧，寄上文稿請賜審閱和指正。我渴望知道您對此文的看法。您將看到，我已試着獨立於經典電動力學而只假設相空間中的終極基元域為 h^3 來推導了普朗克公式中的系數 $8\pi v^3/c^3$ 。我的德文水平不足以翻譯此文。如果您認為此文值得發表並安排它在《物理學期刊》(Zeitschrift für Physik)上發表，我將是十分感激的。儘管我對您來說是一個完全陌生的人，我還是不遲疑地向您提出了這一請求。因為我們都是您的學生，儘管只是通過您的著作而受到您的教誨……

玻色這篇論文原來的目的只是想邏輯上自洽地推導出普朗克定律，但在此過程中，他似乎是在無意中邁出了關鍵的兩步：(一)遵循普朗克把相空間劃分成體積為 h (h 為普朗克常數)的相格，(二)在計算光量子在這些相格中可能的分配方式數時，暗中假定了光量子彼此間是不可區分的(儘管他對此未作出明確討論)！而這正是超出了經典統計力學的重大飛躍。

愛因斯坦馬上發現了玻色的論文的重要意義，在接到信和手稿大約一個星期後，就把這篇論文翻譯成德文寄出。論文於1924年7月2日寄到《物理學期刊》，發表在該雜誌的同年8月號上。在論文後面，愛因斯坦還附上了簡要的譯者按：「在我看來，玻色對普朗克公式的推導意味着一個重要的進展。這裏用的方法也得出我要在別處闡述的關於理想氣體的量子理論。」⑤

隨後在1924年7月到1925年1月間，愛因斯坦在連續三篇論文中，把玻色的方法推廣到處理靜止質量不為零的物質粒子。至此，通過玻色和愛因斯坦的工作，一種新的不同於經典玻爾茲曼統計法的量子統計法誕生了，這就是現在所稱的「玻色—愛因斯坦統計法」。

除了開創量子統計力學這一功績之外，玻色的這篇論文在整個從量子論到量子力學的發展中，也有其獨特的重要意義。美國物理學家和科學史家派斯(A. Pais)甚至認為：「玻色的論文是舊量子論中第4篇也是最後一篇革命性的論文」^⑥。

然而，玻色的工作之所以能迅速引起人們的重視和得到承認，除了其自身的價值之外，愛因斯坦對之的推薦、讚譽和隨後親自參與的推廣也起了重要的作用。但對於生活和工作在第三世界的科學家們來說，這種情況出現的幾率畢竟太小了。在這一點上，玻色是幸運的，但這種「幸運」也表明了玻色的成功背後的偶然性。

四 失緣與愛因斯坦合作

就在玻色向愛因斯坦寄出了他關於推導普朗克定律的論文僅僅11天後，1924年6月15日，他又再次寫信給愛因斯坦，並寄上了另一篇題為「存在物質時輻射場中的熱平衡」的論文。他依然是徵求愛因斯坦的看法，並且請求愛因斯坦再將此論文譯成德文和安排發表。愛因斯坦又一次滿足了玻色的要求，但在這篇論文後面所附的評論中，愛因斯坦表示他不同意玻色這次的結果。而玻色這次的工作也確實是錯誤的^⑦。玻色在1925年1月7日寫給愛因斯坦的信中，提到他又寫了第三篇論文來回答愛因斯坦的批評，但這第三篇論文從未發表。玻色對量子統計力學的開創性工作也就到此為止了。

早在1924年初，玻色曾向達卡大學校方申請出國學習兩年。直到6月份，他的申請仍未得到確切的答覆。正在這時，愛因斯坦寄給了玻色一張明信片，上面談到他認為玻色的論文是一項重要貢獻，他將設法使之發表。在關鍵時刻，這張明信片幫了玻色的大忙。在將它出示給評議委員會後，玻色的申請很快就被批准，並且得到了充裕的經費。

玻色因為覺得自己的德語還不够好，他沒有先去柏林，而是在9月初前往法國巴黎。但他在10月份寫給愛因斯坦的信中，提到希望能獲准在愛因斯坦的指導下工作，並說這是他「夢寐以求」的願望。但這一打算卻一直耽擱下來。在巴黎，他經人介紹拜訪了居里夫人，希望在她的實驗室中學習放射性研究的實驗技能。在會面的英語交談中，居里夫人勸告玻色先集中精力學好法語，玻色終因未及時打斷談話和告訴居里夫人說他已充分掌握了法語而使這一打算落了空。後來，他在一所私人實驗室中找到了工作，主要是學習X射線光譜學和晶相學方面的實驗技能。

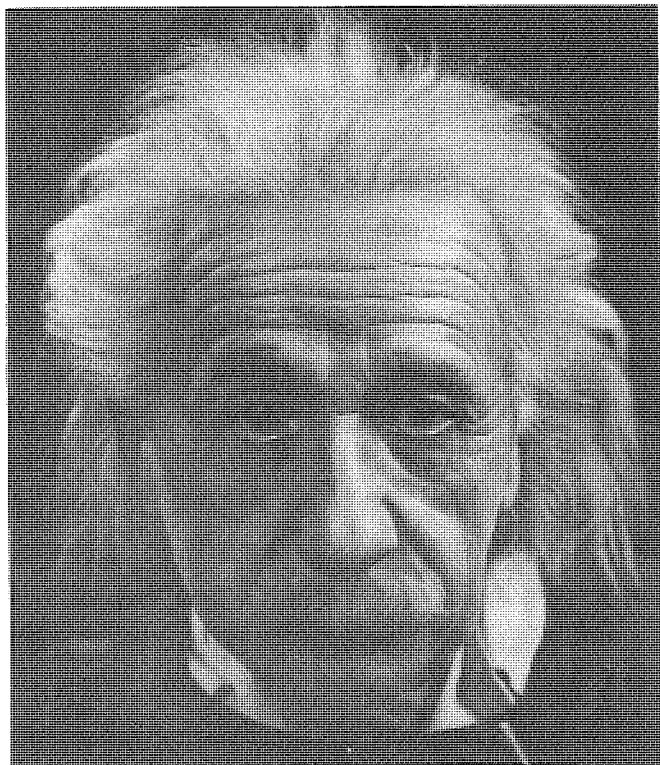


圖 玻色的工作之所以能迅速引起人們的重視和得到承認，除了其自身的價值之外，愛因斯坦對他的推薦、讚譽和隨後親自參與的推廣也起了重要的作用。

在巴黎呆了大約一年後，玻色終於來到柏林，於1925年底見到了他仰慕已久的愛因斯坦。愛因斯坦對待玻色極其親切、友好。然而，將近一年前，愛因斯坦便完成了在玻色工作的基礎上發展量子統計力學的第三篇（也是他在此領域中的最後一篇）論文，此時早已把注意力轉向了其他領域。玻色終於失去了與愛因斯坦合作發展量子統計理論的機會。那麼，為甚麼在有了一個良好的開端後，玻色沒有能像愛因斯坦那樣繼續推廣和發展其理論，或與愛因斯坦合作完成這一工作呢？

對此問題可以從幾個方面來考慮。首先，玻色對自己的工作的重要性並不十分了解，他當時並未發現自己的論文竟然推翻了經典邏輯。多年後，玻色回憶說：「我沒有意識到我所做的工作實際上是新奇的。就真正了解我正在做一些確實不同於玻爾茲曼已經做過的、不同於玻爾茲曼統計學的工作這種意義上，我不是一個統計學家……我認識到在普朗克和愛因斯坦的嘗試中的矛盾，並以我自己的方式來應用統計學，但我沒有想到它不同於玻爾茲曼統計學。」^⑧而愛因斯坦在得知玻色的工作後的反應，卻是僅僅在7個月中就完成了對其方法的推廣。相比之下，我們自然可以看到玻色與愛因斯坦在科學眼光和對本質問題的理解上存在的巨大差距。

其次，玻色未能有意識地將自己真正置身於物理學發展的主流之中。雖然他希望能在愛因斯坦的指導下工作，但卻逕直去了法國巴黎。推說德語不好而沒去德國，這並非十分充足的理由。何況到了巴黎之後，玻色反而把興趣轉向學習在他回國後可能會派上用場的實驗物理技能，一再推遲去德行期，以至徹

底失去了與愛因斯坦合作發展量子統計理論的機會。玻色這樣做固然有他自己的道理(如對回國後工作的考慮),但這也說明了他從未像愛因斯坦那樣的大師一般,能真正將自己置身於物理學發展的主流之中,而僅僅是似乎在無意中完成了一項連自己也未能充分理解其意義的重要工作後,就再也跟不上物理學迅速前進的步伐了。這一點也正是像玻色這樣的第三世界物理學家的局限所在。

再次,更深層的原因,即社會文化背景對玻色的科學工作的可能影響也應引起注意。美國學者布蘭皮德(W.A. Blanpied)曾指出,「即使在四十年後,人們仍有年輕的玻色被大多數歐洲人給嚇壞了的印象。」最說明問題的也許是,玻色曾說過弗蘭克(J. Franck)是他最喜歡的德國物理學家,而這竟是因為弗蘭克深暗的膚色!「當人們回憶起玻色成長的環境時,不難理解為甚麼他有如此感受。不論是不是一項有意的政策,本世紀初英國人對印度的統治實際上使其屬民相信,他們過去確實是次等的人。在學術界尤其如此。」雖然玻色幸運地趕上了阿蘇托什爵士的某些改革,「但在學術界英國人仍繼續強有力地佔據優勢地位,即使有世界上最偉大的科學家對其工作的肯定,也不足以從像玻色這樣一個敏感、腼腆的人的頭腦中抹去他不如任何一位歐洲科學家的印象。」^⑨美國科學社會學家科爾兄弟在其著作中談到美國黑人的情況時曾指出:「在進入科學界之前,即使是天賦最高的美國黑人也顯然面臨着一系列難以克服的社會和心理的障礙。」^⑩而玻色的情況正好相似。四十多年後,當布蘭皮德在1971年訪問玻色,問到「是甚麼導致了你獨特的不可區分性假設」這一問題時,玻色的第一句回答是:印度人也可以有出色的觀點,然後,他才講及具體背景^⑪。從這自豪的話語背後,人們不難體味到某種依然潛在的自卑感。

五 玻色的後期活動與「彗星現象」

1926年夏,玻色帶着一封愛因斯坦的推薦信回到達卡,在1927年被任命為達卡大學的物理學教授兼物理負責人。後來,隨着量子力學發展成熟,人們愈發認識到玻色的工作的重要性,玻色又曾獲得多種榮譽,其中包括在1949年當選為印度國立科學研究院主席,1958年當選為英國皇家學會會員,1959年被任命為印度的國家教授等。但是,在科學工作方面,他卻再未達到昔日的水準。用美籍印度裔科學史家梅拉的話說,對普朗克公式新穎的推導及對愛因斯坦的激勵「是玻色對物理學第一項也是唯一的重要貢獻」^⑫,相反,人們更願提起的,卻是他後期在推動用孟加拉語普及教育方面的一系列努力。對於科學界來說,這顆曾經發出過耀眼光彩的彗星已經離去了。

通過上面對玻色的生平和工作的追述與若干分析,我們可以看到「彗星現象」發生在玻色身上的某種必然性。他在一個條件並不理想的環境中成長和接受科學教育,憑借若干偶然的機遇(當然不排除他的才能的作用)才在物理學中作出了「一次性」的貢獻,但最終卻由於種種原因(尤其是社會環境在他身上留

下的烙印)未能真正加入到國際科學共同體的「無形學院」之中，並因遠離國際科學共同體而在科學界消失。

玻色能够在那種條件下作出過第一流的科學貢獻，這確實是一件了不起的事，而且也的確給他本人乃至印度帶來了榮譽。遺憾的是，彗星雖然格外引人注目，但畢竟轉瞬即逝，不若夜夜繁星燦爛。「彗星現象」提示我們，儘管一兩個天才可以在某種偶然的情況下作出天才的科學發現，但對於科學真正健康順利的發展來說，所要求的卻不僅僅是個別的天才，而更多的是適宜的社會條件。在某種意義上，對第三世界國家而言，對於科學土壤的改良，其重要性要遠遠勝過一兩項具體的、甚至震驚世界的重大科學發現。然而，對於最後這一問題的深入討論，已不是本文的篇幅所能允許的了。

註釋

①②③ 引自J. Mehra & H. Reichenberg, *The Historical Development of Quantum Theory*, Vol. I, Part II (Springer-Verlag, 1982), pp. 571, 563, 565 (承戈華教授提供此參考文獻未發表的中譯文供本文作者參考，特此致謝)。

④ 關於玻色的生平，可參見W.A. Blanpied, "Satyendranath Bose", in *Dictionary of Scientific Biography*, C.C. Gillispie ed., Vol. XV, Charles Scribner's Son, pp. 47-50; J. Sharma, "Satyendra Nath Bose", *Phys Today* (1974), Apr., 129-31; 以及文獻⑤。

⑤ 玻色的這篇論文與愛因斯坦的譯者按，均見《愛因斯坦文集》第二卷，頁369-402 (商務印書館，1977)。

⑥ A. Pais, *Subtle is the Lord...* (Oxford Univ. Press, 1982), p. 425。另外三篇論文分別指：普朗克開創量子論的論文(1900)、愛因斯坦關於光電效應和提出光子概念的論文(1905)，以及玻爾提出其著名原子模型的論文(1913)。當然，派斯這裏的說法有些誇張。

⑦ O. Theimer, et al., "Bose's Second Paper: A Conflict with Einstein", *Am. J. Phys.*, 45 (1977), pp. 242-46。

⑧⑨ 轉引自J. Mehra, "Satyendra Nath Bose", *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, 21 (1975), pp. 117-54。

⑩⑪ W.A. Blanpied, "Satyendranath Bose: Co-Founder of Quantum Statistics", *Am. J. Phys.*, 40 (1972), pp. 1212-20。

⑫ 喬納森·科爾等著：《科學界的社會分層》，頁172 (華夏出版社，1989)。

* 在撰寫本文時，曾與顧昕先生進行了討論，頗有裨益，特此致謝。

劉兵 1958年生，1985年畢業於中國科學院研究生院科學史專業，獲碩士學位，現任該院講師。著作有《超導物理學發展簡史》及《著名超導物理學家列傳》等。