

左與右 (三)

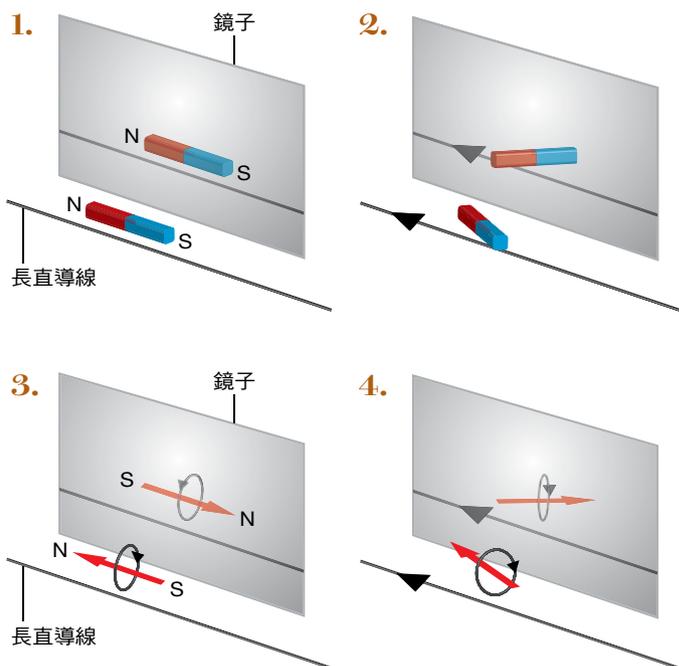
電磁定律違反了左右對稱嗎？

除了空間的維度之外，還有沒有其他因素會影響我們是否應該（或能夠）區別左與右？有的，空間的拓撲性質也是必須納入考量的事。以著名的莫比斯帶為例（見上方插圖），幾何形狀在環繞這個二維空間一圈之後，回到原來出發點，（再旋轉180度）將會轉變成原來的鏡像；如果我們所處的宇宙也有相似的拓撲，那麼一個左旋光子只要筆直不回頭地往前行，就還是能回到出發點，而且會變成一個右旋的光子！在此情況下，左與右（手徵、掌性）即不會有明確的區別。

當然，我們目前尚未發現空間有著類似莫比斯帶的奇特拓撲，也還沒發現空間於已知的三個維度之外，還有第四個或更多的維度；這就是為什麼在我們所熟悉的這個宇宙小角落，左與右的確是不同的概念。我們甚至常見到左右有別的現象，例如，對慣用右手的人來說，右手擅長的事，左手卻做不來。不過，我們應該追問以下的問題：左右儘管有別，但物理定律是否是左右對稱的？

這是20世紀物理學的重要問題。在說明答案之前，我先以具體的例子解釋左右對稱到底是什麼意思。請看圖1的安排：在長直導線上方放一磁棒，磁棒N極（紅）、S極（藍）的指向與導線平行；圖中也顯示了這種安排的鏡像。現在我們讓電流通過導線，此時磁棒的N極會因受力而偏向鏡子的方向，即N極向右偏（見圖2），而鏡像中磁棒的N極則會向左偏。科學哲學名家馬赫在其名著《力學》中說，當他小時候首次看到圖2的現象時，大感震驚，因為這種狀況破壞了左右對稱：鏡像中的狀況在現實世界是不會發生的，依據物理定律，鏡像中磁棒的N極也應該是向右偏！馬赫認為如要滿足左右對稱（即鏡像對稱）的要求，則即便在有電流的情況下，磁棒也應該維持不偏轉，向左偏或向右偏都不對。

難道電磁定律真的違背了左右對稱？如果不是，那麼馬赫犀利的直覺錯在哪裡？真相是小時候的馬赫被人為的N



極與S極標示誤導了：磁棒的磁性其實來自電流，我們應該把磁棒設想為一個帶有固定電流的小環圈（見圖3），此環形電流所造成的磁場就類似於磁棒的磁場；但在這種安排下，鏡像中的環形電流所造成的磁場與圖1鏡像中磁棒的磁場相比是反向的，也就是圖1鏡像中磁棒的N極、S極其實應該顛倒過來。

如此一來，馬赫所擔心的左右不對稱就不會出現了，因為當長直導線上通有電流時，環圈會因受磁力而向右偏轉，如圖4所示。此時，鏡像中的環圈也會相對應地向左偏轉，而這種偏轉也正符合電磁定律的要求，不會出現圖2所呈現的矛盾狀況。換句話說，依據電磁定律，圖4的安排與其鏡像都會發生，既然鏡子內外兩種狀況都會發生，左右對稱是成立的。好，電磁定律如此，其他物理定律也是如此嗎？

高涌泉是台灣大學物理系教授。

影像來源：高涌泉／電腦繪圖：黃棉備