

第四章 假設 Hypothesis

科學上，想法的主要職責與其說是『真實』，不如說是有用又有趣。

- 威爾弗雷德·特羅特 -

實例·假設在研究中的運用·運用假設須知·提要

實例 *Illustration*

我們先來看幾個起源於假設 (hypothesis) 的新發現。以便更好地討論假設在科學研究中的作用。說明這類發現的一個最好例證就是哥倫布 (Christopher Columbus) 航行的故事，它具有科學上第一流發現者的很多特徵。(1) 哥倫布全神考慮著一個想法：既然世界是圓的，他就能向西航行到達東方。(2) 這個想法絕非他的首創，但顯然他曾從一個水手那裏獲得了新的佐證，此人被大風刮離了航道，據他自己說，他在西方重登陸地，然後返航。(3) 他好不容易才得到資助，得以檢驗自己的想法，而且，在進行實驗性航行的實際過程中也歷盡了艱辛。(4) 最後成功的時候，他找到的不是預期的新航線，而是整整一個新大陸。(5) 任憑一切佐證對他不和，他仍然死死抱住自己的假設不放，並相信自己是找到了通往東方的航線。(6) 他生前所獲讚譽和酬報甚少，不論他自己或是別人都未充分認識他新發現的意義。(7) 以後曾有證據說明，他決不是到達美洲的第一個歐洲人。

羅夫勒 (Friedrich Löffler) 在研究白喉的早期，證明了實驗動物因注射白喉桿菌而死亡時，細菌仍留在注射點的附近。他認為動物死亡是由細菌的毒素所造成。根據這一假設，魯 (Emile Roux) 做了大量實驗，企圖證實細菌培養液中的這種毒素是致命的物質，雖做了很多努力，卻都失敗了。儘管如此，魯仍堅信這一假設，最後孤注一擲，給豚鼠注射了 35 毫升的大劑量培養液濾液。奇怪的是，這隻豚鼠在注射了如此大量的液體後居然沒死。過了一些時候，他滿意地看到這隻豚鼠死於白喉中毒。確認了這點以後，魯很快就查明，他的困難是因培養液中細菌培養時間不夠，從而產生毒素不足所致。因而，增加細菌培養的時間就能製成毒性很大的濾液，這一發現導致了預防白喉的免疫法，並使抗血清用於治療。

貝爾納 根據衝動沿交感神經傳導並引起化學變化，從而在皮膚中生熱的假設，切斷了家兔頸部的交感神經，希望導致兔耳變涼。使他吃驚的是：該側的耳朵卻變成得更熱了。貝爾納才發現他將耳血管與通常使耳血管保持適當收縮的神經作用切斷了，結果血液流量增大，耳朵變得更熱。貝爾納起初並沒有認識到自己的所作所為。他完全偶然地發現了動脈中的血流量是由神經控制這一事實，這是自哈維劃時代的發現以後，對血液循環認識最重要的進展之一。貝爾納說，自一八四一年以來，他多次切斷頸部交感神經，卻沒有觀察到一八五一年他首次見到的那些現象。這有趣而又重要地說明了觀察領域中經常出現的情況。在以前的實驗中，貝爾納把注意力放在瞳孔

上，直到他注意尋找面部和耳部的情況時才發現了這些變化。

貝爾納推斷說：肝臟分泌糖分是由有關神經控制的，他猜想這就是迷走神經。因此，他試著穿刺第四腦室底該神經的起端，結果發現肝臟糖原作用顯著增加，血糖增多以致於尿中出現糖分。然而，貝爾納很快就意識到，儘管得到的結果很有趣、很重要，但是，實驗所依據的假設卻是十分錯誤的，因為即便切斷迷走神經，還是能夠得到同樣的效果。貝爾納再一次顯示了他放棄原有推斷，追蹤新線索的能力。他在敘述這次經過時寫道：『對於我們正在研究的想法絕不應過於全神貫注。』這一項研究從另一角度來看也是很有教益的。貝爾納第一次成功地穿刺第四腦室造成糖尿病以後，無法再現這次實驗，直至找到必需的精確方法時才成功。他第一次取得成功確實是很幸運的，否則在接二連三的失敗以後他可能會放棄這一想法。『我們希望從這次實驗中得出另一個具有普遍意義的結論 ... 單獨地看待否定的事實決不能說明任何問題。人們必定犯了，現在也必定還在犯多少這樣的錯誤啊！絕對避免這類錯誤看來甚至是不可能的。』

直到上世紀末，人們對稱之為『產乳熱』這種乳牛疾病的性質和原因仍然一無所知。沒有有效的治療方法；很多寶貴的乳牛因此死亡。丹麥 科爾丁 (Kolding) 地方，一個名叫 施密特 (Schmidt) 的獸醫提出一種假設：這種疾病是一種自身中毒現象，由乳腺中『初乳小體和變性的舊上皮細胞』的吸收作用所造成。因此，抱著『制止初乳形成以及麻痺現存毒素』的目的，施密特為牛乳腺注射碘化鉀溶液。起初，他說在手術過程中小量空氣進入乳腺是有益的，因為能幫助游離碘釋出。這種治療方法非常成功。後來，施密特把在注射溶液的同時注進大量空氣看作是這種治療的重要組成部分，理由是空氣能把溶液推到乳腺各部。這種療法被廣泛採用，並以多種方式加以改良，不久以後，人們發現只注入空氣也同樣有效。在闡明產乳熱的生化過程之前二十五年，這種以錯誤想法為依據的治療方法就已普遍採用；確實，我們至今仍不明瞭該疾病的基本原因，也不知道為什麼注入空氣通常就能治愈它。

假設之所以能頗其成效，不僅對其提出者是如此，而且還可能使別人作進一步發展。沃塞曼 (Wassermann) 本人證實：他用補體結合試驗法檢查梅毒這一發現僅是由於有埃利希的『側鏈學說』才得以成功。沃塞曼檢查法的發展還有另一個有趣的事情。由於得不到產生梅毒的螺旋體培養物，沃塞曼採用由梅毒造成之死胎的肝臟提取物作為抗原，他知道這種抗原中含有大量螺旋體。這一方法十分成功。過後很久才發現，不僅不必採用有梅毒的肝臟，而且從其它動物的正常器官也能製造出相同的抗原。至於這種抗原為什麼能產生補體結合反應以診斷梅毒症狀，至今仍是個謎。只有一點是肯定的：完全是偶然的想法促使了沃塞曼使用肝臟提取物。但是，既然我們至今仍找不出合理的解釋，若不是多虧了沃塞曼錯誤的、但富有成效的想法，很可能我們現在還沒有梅毒的血清檢查法。

埃利希的想法奠定了化學療法的基礎。他的想法是：由於某些染劑能有選擇地給細菌和原生動物染色，所以就有可能找到某種只能被寄生蟲所吸收的物質，而且可殺死寄生蟲而不損傷宿主。他對自己的想法堅信不移，儘管長期不斷受挫，一再失敗，朋友們也勸他放棄這種看來無望的工作，他還是堅持下去，直到發現錐蟲紅具有某種

抵抗原生動物的能力，才獲成功。順著這一成果提示的方向進一步研究下去。埃利希後來製成了六〇六，對梅毒很有療效，是砷的第六百零六種化合物。這或許是疾病研究史上，假設的信心終於戰勝了看來似乎是不可克服的困難的最好例子。故事講到這裏本可皆大歡喜，但是，正如常常發生的那樣，在科學上，最後的評語必定是具有諷刺意味的。埃利希搜尋某種有選擇性地被病原體吸收的物質，是由於受到自己堅定信念的鼓舞。他堅信，藥物只有附著在有機體上才能起作用；但是我們今天知道很多具有化學療效的藥物，並不是有選擇性地附著在傳染原上的。

然而，故事還沒有講完。埃利希早期的工作給了杜馬克 (Gerhard Domagk) 深刻的印象。埃利希的錐蟲紅屬於偶氮染劑組，杜馬克試驗了大量屬於該組染劑的效能。一九三二年他發現一種屬於該系的染劑 - 百浪多息，它對鏈球菌具有療效，而且不損傷受感染的動物。這一發現標誌著醫藥史上新紀元的開端。但是，當法國化學家特雷弗 (Trefouel) 著手研究合成這種藥物時，他驚訝地發現，藥物之所以有效並非由於它是染劑，而是由於包含了磺胺，而磺胺則根本不是染劑。這樣，又一次埃利希錯誤的想法導致了可稱之為奇蹟的發現。化學家們從一九〇八年以來就知道磺胺的存在，但誰也沒有任何根據來猜測它有治療的性能。有人說，如果當初知道這種性能，那麼僅在一九一四至一九一八年大戰期間，磺胺就可拯救七十五萬條命。據說，埃利希早期對染劑的研究還是導致發現現代抗瘧藥物『阿滌平』的起點，沒有這種藥，盟軍在太平洋的戰爭可能就不會勝利。

聯醌是另一種根據假設而發現的化學治療物，用來殺死引起黑熱病的利什曼原蟲。研究開始時的想法，是用某種胰島素衍生物干預寄生蟲的自然代謝過程，特別是其葡萄糖的代謝。人們發現有一種胰島素衍生物『合成靈』具有殺死利什曼原蟲的特效，不過其稀釋程度之高是絕不可能影響葡萄糖代謝的。這樣，儘管假設是錯誤的，卻導致了一組新的有用藥物的發現。

在大不列顛和澳大利亞西部某些地方出現一種羊群的神經性疾病，叫做羊缺銅病，原因多年不明。在澳洲西部，根據某種理由，貝內茨 (H. W. Bennetts) 懷疑該病是由鉛中毒所致。為了證實這種假設，他用鉛的抗毒劑氯化鉍來治療羊群。第一次試驗效果很好，但是後來的試驗卻不成功。這使人們想到該疾病是由於缺少某種礦物質所致，而這種礦物質可能少量存在於第一次使用的氯化鉍中。貝內茨根據這個線索進一步研究，很快就證實該疾病是由缺銅所致，而過去並不知道有因缺銅引起牲畜疾病的先例。貝內茨自己說：『澳洲西部病原問題的解決，是在證實錯誤假設時偶然出現的線索所致。』

假設在研究中的運用 *Use of hypothesis in research*

假設是研究工作者最重要的思想方法，其主要作用是提出新實驗或新觀測。確實，絕大多數的實驗以及許許多多的觀測，都是以驗證假設為目的來進行的。假設的另一作用是幫助人們看清一個事物或事件的重要意義，若無假設則這一事物或事件就不足以說明問題。例如，在進行現場考察時，一個採用進化論假設的人，就比沒有這種假設

的人能夠作出許多更為重要的觀察。假設應該作為工具來揭示新的事宜，而不應將其視為終結的目的。

上面提出的實例說明了假設導致新發現的某些途徑。首先引人注意的是這樣一個奇怪而又有趣的事實：一個不正確的假設有時非常富有成效，這一點培根也注意到了。有些實例是我們挑選出來以便說明這一觀點的，但我們不應認為這些就是有真正代表性的實例，因為正確的猜測比錯誤的猜測更容易收到成效；而且，錯誤的猜測有時候也會有用處這一事實，並不能減損力求正確解釋的重要性。然而，這些實例是現實的，因為絕大多數的假設後來被證明是錯誤的。

當第一次實驗或第一組觀測的結果符合預期結果時，實驗人員通常還需進一步從實驗上搜尋證明，方能確信自己的想法。即使假設被一些實驗所證實，它也只能被看作在進行實驗的特定條件下才是正確的。有時，研究人員所要求的或需要的就是這點，因為眼下他已經有了一個解決眼前問題的辦法，或有了一個為某種理論所需要的假設，以便為進一步研究該問題進行部署。有時，假設的價值在於，以該假設為基點將研究工作的新方向朝四面八方鋪展，而且，把這種假設盡可能地應用於各種具體情況。如果假設適用於各種情況，則可上升到理論範疇；如果深度夠，甚至可上升為『定律』。然而，具有普遍性的假設卻不能被絕對的證實，這一點將在有關『推理』一章中加以說明；但是，在實驗中，如果假設能經得起關鍵性的檢驗，特別是，如果這種假設符合一般科學理論的話，它就會被接受。

當第一次實驗或觀測的結果不能證實假設時，有時用一種能起澄清作用的輔助假設 (auxiliary hypothesis) 來適應矛盾的事實，而不是一股腦地拋棄原來的假設。這種修正的過程可一直進行下去，直至主要假設附加了一大堆特設條件。是否需要達到這一步，是個人的判斷力和鑑賞力的問題。到此，大廈方始傾倒，而代之以另一座大廈，它更合理地綜合了現今可以獲得的一切事實。

有句有趣的俗話：『除了它的創始人，誰也不相信假設；除了實驗者，人人都相信實驗。』對於以實驗為根據的東西，多數人都樂於信賴，唯有實驗者知道許多在實驗中可能出錯的小事。因此，一件新事實的發現者往往不像別人那樣相信它。另一方面，人們通常總是非難挑別一個假設，而其提出者卻支持它，往往為之獻身。我們在批評別人的建議時也應牢記這點，因為鄙棄他的意見就可能傷害他、打擊他。假設是一件個人性質很強的事情，由此可以得出一個結論：科學家研究自己的想法，通常比研究別人的想法效果更好。當想法被證明是正確的時候，即使實驗並非親自做的，提出者不但獲得了個人的滿足，又榮膺了主要的功勞。研究他人假設的人常常在一兩次失敗以後就放棄了，因為他欠缺那種想要證實它的強烈願望；而我們所需要的正是這種強烈願望，以驅使他做徹底的試驗，並想出各種可能的方法來變化實驗的條件。由於瞭解了這一點，高明的研究工作指導者試圖引導工作人員自己提出研究計劃，這樣，使他感到這是他自己的想法。

運用假設須知 *Precautions in the use of hypothesis*

(1) 不要抱住已被證明無用的想法不放

假設這個工具如果使用不當，會引起麻煩。當我們證明假設與事實不符的時候，就須立即放棄或修改它。這一點說起來容易，做起來卻難。當自己絕妙的腦力似乎能解釋幾件先前並不一致的事實，並大有作出進一步發展的希望時，人們在高興之餘，就容易忽視與已經建構成的圖案不協調的種種現象，或者試圖幫它作合理的解釋（有時候甚至會歪曲了原意）。研究人員抱住已有破綻的假設不放，無視相反的論證，並不是很罕見的事；甚至故意隱匿矛盾的結果，也不是絕對沒有的事。如果實驗結果或觀察到的現象與假設截然相反，如果必須用過分複雜或很不可能的補助假設來與之配合，人們最好還是放棄這種想法，不必為之遺憾。如能代之以新的假設，那麼，放棄舊有假設就容易得多了。失望的感覺到時也會煙消雲散。

達爾文和貝爾納都有這樣的特點：當觀察到的事實違背假設的時候，他們隨時都能放棄或修改假設。在發現假設不能令人滿意時，想像力豐富的科學家，比想像力貧乏的科學家更容易放棄它。後一種人有更大的危險把時間白白浪費掉，因為當事實證明必須放棄某一觀念時，他們抱住這一觀念不放。津澤把死抱無結果想法不放的人，生動地比做孵在煮過雞蛋上的母雞。

另一方面，對假設的信念以及堅忍不拔的精神，有時是十分可貴的，正像引述有關魯和埃利希的例子所說明的那樣。同樣，法拉第 (Michael Faraday) 儘管一再遭到失敗，仍然堅信自己的想法，直到最後，終於用磁鐵產生了電流。正如貝爾納所注意到的，否定結果往往無法說明問題。(1) 頑固堅持一種在矛盾的論證面前無立足之地的想法，與 (2) 堅持一種雖然難以證實但卻無直接論證否定它的假設，二者之間有天壤之別。研究人員判斷情況必須鐵面無私。然而，即使在第二類情況下，也有這樣的可能：如果毫無進展，那麼最好放棄這個意圖，起碼是暫時放棄。這種假設可能是非常好的，但為了證實它所需要的有關技術或知識也許無法辦到。有時，一個項目擱置多年，直到獲得新的知識，或科學家想出新方法時，才得以重新進行。

(2) 想法服從事實的思想訓練

必須經常警惕這樣的危險：一旦假設形成，偏愛可能影響我們的觀察、解釋以及判斷；『主觀願望』可能在不知不覺中發生。貝爾納說：『過於相信自己的理論或想法的人，不僅很難獲得新發現；而且會做很壞的觀察。』

在進行觀察和實驗時，如不小心地保持客觀態度，就有可能不自覺地歪曲了結果。甚至孟德爾 (Gregor Mendel) 這樣的偉大研究家也似乎陷入了這樣的圈套；如費歇爾所指出，孟德爾的研究結果就偏向他期望的結果。德國的動物學家蓋特克 (Gatke) 堅信自己關於鳥類能高速飛行的觀點是正確的，他報告說，在實際中觀察到鳥類一分鐘能飛行四哩。大家相信他說的是真話，但他被自己的信念所欺騙以致作出了錯誤的觀察。

防止這樣傾向的最好方法，是培養一種使自己的意見和願望服從客觀證據的思想習慣，並培養自己對事物本來面目的尊重；還要經常記住，假設只是一種假定。正

如赫胥黎 (Thomas Huxley) 雄辯地說：『我要做的是教我的願望符合事實，而不是試圖讓事實與我的願望調和。你們要像一個小學生那樣坐在事實面前，準備放棄一切先入之見，恭恭敬敬地照著大自然指的路走，否則，就將一無所得。』

張伯倫 (Chamberlain) 提出了一個有趣的保障法，即研究工作中多種假設的原則。他的意見是，盡可能的提出假設，在研究時牢記在心。這種精神狀態能促使觀察者尋求與每一種假設有關的事實，並賦予那些微不足道的事實以重要意義。雖則如此，我懷疑這種方法是否經常可行。更常用的辦法是提出一系列的假設，選擇可能性最大的來試驗，然後，如更證明顯示它有所欠缺，再轉向下一個。

當達爾文遇到不利於自己假設的數據時，他特別記錄下來，因為他懂得這樣的數據比受人歡迎的事實更容易被遺忘。

(3) 對想法進行批判的審查

人們不應過分急於接受一個聯想到的猜測，即使作為一個試驗性的假設，也要經過仔細推敲才能接受，因為意見一旦形成，想要再設計出其它可供選擇的方案就不容易了。最危險的是那種似乎『顯而易見』的想法，往往未經質疑就被接受下來。在肝硬變的情況下，吃低蛋白的飲食使器官儘量得到休息似乎是十分合理的，但最近的研究表明，這正是最忌諱的，因為低蛋白的飲食能造成肝損傷。讓受傷關節休息的做法也從未有人提出質疑，直到幾年以前，一個大膽的人發現，做一套適當的運動可使關節更快恢復。多年來農民有鋤鬆表土的習慣，相依這樣做能減少水分因揮發而流失。基恩 (B.A. Kean) 證明這種看法缺乏足夠的實驗基礎，在大多數情況下鬆土並不起任何作用。這樣他使社會節省了一大筆無用的開支。

(4) 對錯誤的觀念退避三舍

上面援引了一些例證，說明有些假設儘管錯誤，卻可能得出成果。然而，雖則如此，絕大部分無用的假設必須受到摒棄。更為嚴重的是：一些幸存的錯誤假設和概念，不但不能帶來收獲，而且實際上阻礙了科學的發展。一切礦物質中包含水銀的舊觀念以及燃素說就是二例。根據後一種理論，任何可燃物質內都含有一種燃燒時失去的成分，稱為燃素。這種觀念長時間阻礙了化學的發展，妨礙了對燃燒、氧化、還原等過程的理解。這一謬論直到一七七八年才由拉瓦錫 (Antoine Lavoisier) 揭露，但是，在以後的一段時間內，英國大科學家普里斯特利 (Joseph Priestley)、瓦特 (Watt) 和卡文迪許 (Cavendish) 仍然堅持這種看法。普里斯特利則到一八〇四年死時還未接受新觀點。

在科學的發展上，對嚴重謬誤論證的揭露，其價值不亞於創造性的發現。巴斯德反對並戰勝了自然發生的觀念；霍普金斯則反對並戰勝了把細胞質看作一個巨大分子的半神秘概念。醫學上的錯誤概念，不但阻礙發展，而且會帶來很大的危害，造成不必要的痛苦。例如，費城著名醫生拉什 (Benjamin Rush, 1745-1813) 曾以他所作的治療為例：『我為一個新近抵達的英國人六天內放血十二次，血量為一百四十四盎司；其中二十四小時內放血四次；同樣在這六天內，我給了他近一五十粒的甘汞，其中藥喇叭和藤黃 [譯註：二者都是瀉藥] 的比例如常。』

一旦相信了某種想法之後，就很難僅僅由於發現了某些相反的事實就被放棄。只有在提出了更符合新事實的假設時，錯誤的想法才被丟棄。

提要 *Summary*

假設是研究工作中最重要的智力活動手段。其作用是指出新實驗和新觀測，因而有時會導致新發現，甚至在假設本身並不正確時亦如此。

我們必須十分注意，不使自己對自己的假設過於熱中，應力求客觀地判斷，並一旦發現矛盾的事實，就修改它或丟棄它。要提高警覺，不使觀察和解釋受到假設的影響而歪曲。假設在不被相信的情況下，亦可加以利用。