

第二章、文獻探討

科學學習需透過語言建構科學知識，由語言學理論來論述語言，才能有效的分析教科書與學生對於教科書內論述建構的理解方式，本研究採以系統功能語言學(Systemic Functional Linguistic, 簡稱 SFL)理論整合語言學與學習理論之架構，探究科學文本在語言論述上與語意上是否有差異，因此，本章整理文獻第一節說明語言對科學素養的重要性，第二節說明力學使用語言所造成的影響，第三節說明漢語的特性，第四節說明理論陳述意義，第五節由系統功能語言學探討科學文本語意關係。

第一節 語言對科學素養的重要性

教育改革的目標以素養作為起點，在英語中素養有兩個不同的意義，一種是能讀能寫的能力，另一種所表示的是具有豐富的知識，此兩種意義是相關連的(Norris & Phillips, 2003)。一個人可能具有豐富的知識卻沒有識讀能力，他可以透過嘗試錯誤、口述來學習而獲得許多的知識，但是當我們面對一個知識體系（如西方科學體系），或科學知識體系中精緻化的知識，有知識與有能力讀、寫之間的關係變得更加緊密。因此，面對科學知識體系精緻化知識，科學素養應包括有豐富科學知識以及識讀能力，此二者緊密相關連。

一、科學素養

識讀能力是科學素養的根本意義，在科學上有知識、有學問以及接受教育都是科學素養的衍生意義，科學素養的根本意義是科學素養的核心(Norris & Phillips, 2003)。如果沒有文本，我們將無法建立如西方科學的知識體系，西方的科學知識體系非常倚重於文本，一個人如果沒有識讀能力，他在科學教育上所獲得的知識將受到限制，因此，科學素養核心應著重於科學素養根本的意義。

過去對科學素養的觀點有以下幾點(Norris & Phillips, 2003)：

- 1.具有科學知識且有能力區別科學與非科學。
- 2.能理解科學及其應用。
- 3.瞭解何謂科學知識。
- 4.能獨立學習科學。
- 5.有能力進行科學性的思考。
- 6.有能力在解決問題時使用科學知識。
- 7.能參與和科學相關的社會議題的這些知識。
- 8.理解科學本質，及其與文化的關係。
- 9.能對科學具有好奇心及興趣。
- 10.知道科學的優點與風險。
- 11.對科學進行批判性的思考並處理科學的專業。

上述的說明極少數將科學素養關注在根本的科學素養觀點之下，過去的科學素養主要都是著重於衍生的科學素養意義，而將素養的根本觀點視為一些簡單的文字的辨識、訊息位置的辨認等閱讀觀點。Shortland (1988)區別根本的科學素養與衍生的科學素養，素養不只跟有能力閱讀或有能力去寫有關，實則為一種有關學習的評量，這種評量期望能從基本技能的應用獲得學習的知識。Sutman (1996)提出功能的科學素養觀點，他指出科學素養不應該僅是科學詞彙的記憶。識讀能力根本的科學素養和科學的本質直接相關連，也和科學學習息息相關，如果移除了識讀能力根本的科學素養，科學學習將隨之受影響，所以，科學素養應該建立於根本的科學素養基礎之上。

二、 語言與科學學習

傳統上，語言被視為只是一種傳輸思想的工具。系統功能語言將語言構作為一種與溝通、建構、組織、重構緊密相關連，系統功能語言學說明語言選擇如何能以一種有系統的工具，貢獻其對社會脈絡的體現。在此想法之下，語言不只是意義的載體，是構作意義的主要資源，同時也是實在的一部份。語言是形塑實在的形塑者，也是實在的隱喻(Halliday, 1993a)。要說明實在為何需透過語言來表達且利用各種工具來說明。在科學知識體系，要說明具體實在物需藉由語言來表達，有組織性、有意義的說明科學事件，更是需要精確語言的使用以表達其語意關係。

語言實際上雖然是開放的，卻是選擇性之交互關連系統(Halliday, 1994; Martin, 1992)。語言允許它的使用者能夠使用某些詞彙語法的選擇來滿足他們個人的需求，在特定的情境適合宜的，透過語言中特定詞彙語法項目的選擇，說者與寫作者能同時參與在主題的呈現，能瞭解讀者寫作的關係以及同時能將文本結構(Schleppegrell, 2004)。在不同脈絡底下所產生的文本（包括口語跟書寫語），因此包含不同的語言特質，體現不同的社會功能。

因為科學活動的結構跟功能與人類一般活動是非常不同的，構作科學知識與科學價值觀所使用的語言應該跟不同領域所使用的語言不同。科學本身就是文化，它有自己的特性，它有自己的語言，實踐方式、知覺、理論、信念(Roth & Lawless, 2002)。科學文化建立過程的核心就是它的語言。在討論科學語言演化的過程中真正阻礙對物質世界科學探索的（辨認問題、提出假說、設計實驗、收集資料、分析資料），需要有不一樣的語言作為方法能幫助我們產生和組織科學知識(Halliday, 1993b)。我們所指的科學語言包含特定的詞彙、文法、語意和結構，同時滿足科學方法的需求以及科學論證與理論的需求，使得科學家得以進行特殊的認知與符號的工作，除了將遠離生活的經驗理論化，還會將生活的經驗理論化。

在不同文化脈絡下的語言的性質決定語言所必須完成的功能，而語言的功能也決定了語言的結構(胡壯麟、朱永生、張德祿、李戰子, 2005)，所以每一種文化脈絡都有其意義系統。科學社群有其特定文化脈絡，自有其獨特的語言系統。但科學社群之語言系統不易為非同一社群的人們所理解，而有了所謂的「科學語言」(language of science)以區別科學社群應用的語言與日常生活應用的語言(Halliday & Martin, 1993)。在科學學習過程，需要引導學生瞭解科學語言的特徵，讓學生學習科學語言，並以之作為學習資源建構其科學知識。

三、科學語言特徵

語言促進認知發展，無論對於熟悉或不熟悉的語言或文字，語言與文字均促進個體努力思考其意義而形成概念(Bruner, 1960)。科學概念是透過科學語言學習過程逐漸建構的，且學校是提供語言使用的場所，因此，學生精確地瞭解並使用科學語言資源能促進其科學學習的發展。

不像日常生活的語言讓我們在日常生活中構作常識的知識，科學語言需構作在科學知識與信念的特殊性，科學語言本身即蘊含獨特的世界觀，以及一種特殊的思考方式，科學語言的特定語法使得科學家得以建構一種有別於日常自發言談的外在解釋，這些解釋跟日常語言所形塑的物質世界觀是不一樣的(Halliday & Martin, 1993)。從系統功能語言學的觀點來看，學習科學就是學習科學語言，Halliday (1993c)認為語言是學習的必要條件，透過語言的過程，經驗才得以變成知識。學習科學也就是能夠學習控制那些建構、溝通科學原理、知識與信念特殊的語言形式與語言的結構。

科學語言其中一個明顯的特徵是它包含了在兒童的日常非正式談話的互動中很少會使用的技術性詞彙。這些技術詞彙對於正確地傳達科學的特殊知識是相當重要的(Fang, 2006)。

不只技術詞彙會對學生的閱讀造成挑戰，一般生活的用語但是有不同於日常用語的意義或用法也會造成學生理解上的困難。學生對於這些字詞並無法理解其不同意義。另外一個可能會造成閱讀理解困難的原因起因於字具有多重的語法功能，其中一種是日常生活上常用的，但是另一種是很少出現在日常上語言的用法(Fang, 2006)。

科學語言典型化了，且科學語言在學校或社會中知識語言的具特權類型 (Schleppegrell, 2004)。能不能熟悉這些「權力符碼」(power code)，即便他非常神秘難以理解，確認學生在學校生活以及未來生活是息息相關的，因為科學語言是由功能角度來演化，而不是地位，為了新的社會脈絡而產生的語言，十七世紀新的實驗科學產生(Halliday & Martin, 1993)。這些語言必須在學校被教導，而不能當作技術官僚、統治的、壓迫的語言，學生需要一些拆解打包的工具，以及需要一些策略來揭露科學使用語言的邏輯跟組織方式(Lemke, 2001)。這些語言使我們可以有效地消化科學話語和批判科學的話語。

對科學語言的瞭解與理解是科學素養的重要因素(Fang, 2005)。為了成為具有科學素養的人，學生終究必須學會理解特殊的科學語言。學生必須閱讀與理解在學校中呈現典型的科學文本，其具有科學知識與思維，學生必須能夠使用適當的文法資源來溝通他們由活動與閱讀中所學習到的。理性經驗產生論證來支持關於世界是如何運行的新觀念，理解科學語言是理解科學思想的必要元素(Wellington & Osborne, 2001)。有更多注意力在那些用來建構科學信念與知識的語言資源。一個以探究為基礎的課程，如果能跟科學特殊語言連結在一起，探究為基礎的課程將更可以強化學習與促進學生科學素養。

四、在教育上的意涵

近期科學教育的改革建議並未關注到科學特殊語言，過渡強調對於自然與社會現象的觀察而忽視了語言構作科學知識的真正方法(Fang, 2005)。

學校科學課程中所使用的用來建構知識、信念與世界觀的語言是與學生每日所使用的社會語言相當有差異的，這個差異對於閱讀困難(struggling readers)的許多學習者來說就是閱讀困難產生的主要來源(Fang, 2006)。

Wellington & Osborne (2001, p. 139)提到：

如果我們不讓學生知道為什麼科學以這樣不熟悉的方式寫成，以及科學語言在科學文本的脈絡底下是什麼意思，科學語言對於學生而言是不熟悉的、陌生的語言。

科學語言的教跟學必須放到科學學習之前，教師將必須對科學語言做為核心角色有更清楚的瞭解，必須知道語言在形塑經驗與實在所扮演的角色且瞭解語言對學習上的重要性，科學教師能夠更積極、有效地引領學生進入科學社群的話語。Norris & Phillips (2003)提到西方世界科學依據書寫文字，意思是說在學校中學習科學必須包括學習理解特殊的科學語言，學習科學語言以及學習科學內容是同樣重要的(Halliday, 1993b; Schleppegrell, 2004; Wellington & Osborne, 2001)。

Wellington & Osborne (2001, p. 138)提出他對科學教師所應該引導學生學習的觀點：

作為科學教師，主要其主要的技能並不是有能力去做科學，也不是展示如何做科學，科學教師需有能力去詮釋並傳遞此令人著迷的學科，科學教師是科學的鑑賞者，是科學著作與學習科學新手之間的知識中介。

學校科學主要是透過書寫語言為中介，透過學生對語言的使用，教師可以評定並瞭解學生學習科學的情況。如果科學教師多著重在教學內容涵蓋部分，而忽略了在他們知識與專業中閱讀與語言教學，將會影響學生的科學學習。除了建構知識理解，科學教師應該引導學生進入科學閱讀、科學寫作與科學解釋。科學教師也就是教科學語言的教師，使用精確的科學詞彙教導學生，也引導學生對科學詞彙有正確的理解。

第二節 力學論述使用語言所造成的影響

學生知道物理概念在詞彙上的定義，卻不知道科學家定義此概念的物理意義，亦無法應用這些概念。物理的學習除了概念的詞彙定義，重要的是學生要學習概念之間的關係，進而對概念的物理意義有所瞭解，而在教科書表述概念間關係必須透過過程詞的適當連結，才能引導學生有正確的理解。因此，學生在物理上學習的困難是否因為學生對於表述概念間關係的過程詞無法理解，是本研究所關注的。

一、力學迷思概念相關研究

國內與力學相關的研究報告，如張川木(1987)、陳忠志(1988)、董正玲(1991)吳慧娟(2001)、全中平(2001)、鄭茹芬(2002)等人。國內外的研究顯示學生最普遍的迷思概念為具有「衝力理論」的想法。整理國內外有關力與運動的迷思概念：

1. 持續施力才能造成物體持續運動。
2. 當外力移除時，物體終將停止運動。
3. 手對物體施力後，即使手離開後，物體仍繼續受到此力作用。
4. 物體運動時如果突然得到或失去外力，則會因「慣性」而維持一段等速運動。
5. 「衝力理論」：物體所蘊含的衝力會隨著運動而慢慢耗損最後用完而運動停止。

由國內外對於學生在力學的迷思概念研究，學生具有的迷思概念來自於力、物體、運動狀態間的關係，學生誤解甚至於無法瞭解力、物體、運動狀態間的關係，而教師在課室中口語說明或教科書上的書寫語言詮釋力、物體、運動狀態間的關係必須藉由過程詞來體現。

二、力學上使用的語言對科學學習的影響

李哲迪(2006)進行課文分析顯示：教科書課文的合法或模式都屬於事實層面，課文(力的定義)中「力的作用」被直接使用作為巨集事件，各類現象與「力的作用」之間的因果關係不清楚，學生能指出力所造成的效果，但是無法在技術事件中指出「力的作用」。

Hart (2002) 將力定義為「推或拉」，且他同時注意到僅如此定義是不夠的，學生需在教學活動中討論「推」和「拉」的意義。從這樣思維開始，他設計一系列的教學活動，從日常生活中使用「力」的方式開始，隨後向學生介紹力的定義，教學生畫力圖，提供一系列問題情境讓學生在多種情境中使用「力」這個詞。在教學過程他提供「力」的定義檢核表輔助學生學習，但他指出僅給予定義是不夠的。

當「作用」、「施」、「抵消」等詞彙運用在科學力時，其意義有了轉變，例如：「作用」其實已經是虛化的過程，不再是原過程意義了(李哲迪, 2006)。在類似例子，動詞意義改變了，而這些力的性質被建構了。語詞的意義在使用中變動，在學習理論上，需要把詞義及使用方式作為影響學習的因素考慮在內。

林文杰、楊文金(2008)探討學生對於物理文本中過程詞所隱含連接關係的理解以及所產生的困難，學生對於「等於」這種不具因果關係之等同關係過程詞，也理解為具有因果關係，對時序連接關係，隨著不同過程詞類別而不同。當學生將某個過程詞理解為具有因果關係時，也傾向將之理解為「同時」的時序連接關係，顯示學生對「因果」關係的時間順序，並未有適當的理解。

物理文本強調因果關係之探討，然而文本鋪陳過程中將事件與事件間的關係以不適當過程詞表達時，常會造成學生對事件間關係的錯誤理解(林文杰, 2007)。因此，研討適當的「物理語言」使用說明，其重要性不亞於物理概念教學。

科學漢語的論述經常描述二個以上的科學事件，可能使得讀者需要分割論述所蘊含的事件以及解讀事件之間的脈絡關係(楊文金、陳世文, 2008)。在科學知識中，每個詞語可能具有其特別的科學含意，在論述或語詞使用上應多加區別，以避免產生語意誤解(楊文金、陳世文, 2008)。

表達科學意義不夠精準的論述方式也直接影響到讀者對科學意義的理解，此意味著科學語言的組織影響著科學語意的表達，在科學課室之內，文字或話語都是傳達科學意義的方式，這些方式表達了什麼樣的科學意義也自然影響學生的科學學習(楊文金、陳世文，2008)。在力學概念學習，表達力學概念論述不夠精確直接影響學生對力學相關概念的語意理解，因此，避免學生在學習過程中引起錯誤的概念，文本書寫或科學教師口語表達都應謹慎，選擇適合且精確的說明。

第三節 漢語的特性

我國科學的學習主要透過漢語學習，科學文本亦是透過漢語書寫而成，漢語的特性影響著科學語言論述的精緻性，因此，在本節將藉由漢語特性相關文獻探討，以瞭解漢語的特性及其對科學語言描述上的影響。以下分別由漢語語意關係、漢語詞的兼類與多義性、漢語動詞、漢語兼語式說明。

一、漢語語意關係

自 80 年代後期起，漢語語法研究開始引入功能主義的語法分析，功能主義的語法分析研究顯示以下特點：

1. 突破形式研究只以內省的句式為研究對象，更多關注於各種與語言行為有關的因素對話與組織的影響。
2. 突破形式研究只注意類型異同，轉而較關注實例的多寡所反映出的傾向性規律。
3. 突破形式研究把對象看成一個靜態成品的作法，轉而以動態過程看待，研究聽說雙方的語言認知策略。
4. 突破形式語法孤立地看待句子的作法，而重視聯繫語境進行分析。

漢語是一個話題優先的語言，以非施事性成分起首的句子也可能不帶對比色彩的常規句，陳平(1994)對漢語話題句分析也說明此一特點。話題句在漢語系統中的地位與話題句在英語系統中的地位不同，價值也不同，不能對等看待。英語中話題句是高度標記的句式，而漢語中話題句的標記性卻沒有那麼強烈。

例如：

(漢語) 這本書我沒看完。->「這本書」沒有對比重音在句首卻是可接受的句子

(英語) This book I haven't finished. -> “this book”具有對比重音才可能位於句首

研究語意結構對於缺乏型態的漢語來說尤為重要，因為缺乏型態給予漢語語法研究和教學以及中文訊息處理帶來許多麻煩，透過語意結構研究可以得到解決。

語法研究的根本在於找出形式和意義間的對應關係。一般來說，一定的形式表示一定的意義，一定的意義用一定的形式來表示，因此講形式的時候，要有語意上的驗證，講意義的時候，要得到形式上的支持。漢語語法形式和意義間的關係錯綜複雜，有時候同一形式可以表示不同語意，而相同的意義也可以用不同形式表現。研究多意性及歧意現象，使我們對漢語語法現象的觀察與分析更為深入，更趨於縝密。

漢語語意關係包括：語意結構、語意範疇和邏輯事理。其個別說明如下(李芳杰, 2003)：

(一) 語意結構

對每一個由動詞構成的句子由語意的角度加以描寫，分為基本式和擴展式，以動詞「操作」構成的句式：

[基本式] 老師 操作 實驗
施事 + 動詞 + 受事

[擴展式] 老師 為學生們 操作 實驗
施事 + 與事 + 動詞 + 受事

(二) 語意範疇

由句子表達的語法意義給句子分類，表達比較意義的是比較句，表達出現、存在或消失意義的是存現句，表達被動意義的是被動句。

(三) 邏輯事理

按照複句、句群內各分句或句子間的邏輯事理關係，複句、句群可以分為假設句、條件句、因果句。

二、漢語詞的兼類與多義性

在漢語中，一個詞在不同語境具有兩類或兩類以上的功能，意義上又關係密切，稱為「詞的兼類」(何永清, 2005)。舉例來說，「產生」一詞在文本論述兼有表示物質過程、關係過程與存在過程三種詞類意義，即是詞的兼類。

多數在漢語的研究對於詞的多意性進行相關研究。如趙元任（1968）、呂叔湘（1980）、劉月華（1996）、魏文真（1995）、趙恆玉（2000）等研究對「有」的意義進行諸多探討，這些研究發現「有」在不同句子中呈現不同的意義。

三、漢語動詞

漢語動詞及物關係：動詞分為動作、狀態與過程三類，動作動詞說明活動，包括物質方面和精神方面；狀態動詞說明性質和狀態；過程動詞說明狀態的變化（鄧守信，1984）。

鄧守信(1984)認為不同的關係格式說明不同的動詞範疇：

1. 動作動詞

- (1)施事+ ϕ ：他在哭
- (2)施事+受事：他在殺雞
- (3)施事+範圍：弟弟在唱歌
- (4)施事+目標：妹妹在找書

2. 狀態動詞

- (1)受事+ ϕ ：他很瘦
- (2)受事+範圍：這個皮包價值三百元
- (3)受事+目標：媽媽很喜歡手錶

3. 過程動詞

- (1)受事+ ϕ ：他死了
- (2)受事+範圍：毛衣破了一個洞
- (3)受事+目標：毛毛蟲會變蝴蝶

4. 肇因者：

- (1)肇因者+施事：那件好消息使他大笑起來
- (2)肇因者+受事（狀態）：弟弟使他很難過
- (3)肇因者+受事（過程）：開會使他忘了吃飯

四、漢語兼語式

兼語式有人稱為「遞謂式」，有人稱為「謂語的延伸」，兼語式不僅內部界限不清，而且也跟別的許多結構互相混雜，依據意義來說明，兩個動詞共同表述一個主語，第一個動詞的賓語是第二個動詞的主語都是兼語式(張靜, 2000)。一般將「使」歸入典型的兼語式動詞類，表示「致使」、「使令、促使、阻止」的意義，與「讓、叫、請、要求、派、命令、禁止」等動詞歸為同一類，主要用以構成兼語式(邢欣, 2004)。

兼語式包括一個動詞詞語、一個名詞詞語與另外一動詞詞語，其中的名詞作為第一個動詞的賓語，也作為第二個動詞的主語(趙元任, 2002)。例如：「我請你幫忙」，「你」是「請」的賓語，「你」是「幫忙」的主語。兼語結構是混合的結構，兼語的地位模糊，既可能是賓語也可能是主語。

兼語前動詞即連鎖動詞，常見的兼語前動詞：使得、讓、要、請、勸，表示被動的「被」、「叫」、「讓」、「給」可作為介紹動作者的介詞，也都算是兼語前動詞。兼語後動詞像是主要的謂語，沒有清楚的動作方向。

呂叔湘(1980)說明兼語句謂語「動詞 1+名詞+動詞 2」組成，名詞夾在兩個動詞之間，這個名詞既是動詞 1 的賓語，又是動詞 2 的主語，所以稱為兼語式。

(一) 漢語句法系統對兼語式之影響：

漢語與其他語言相比較，漢語語法系統明顯的特點有三個(邢欣, 2004)：其一是主謂缺乏一致關係的型態特徵。按普遍語法原則，漢語句子的主語沒有其形態支配成分，主語的確定失去了顯性的範疇標誌，只能依賴於語序或語意關係來確認。且由於動詞沒有[+時態]特徵，其謂語的確認也沒有形態上的標準，也只能依賴語序和語意關係。其二主語和賓語的確認缺乏顯性標記，往往也由語序或語意關係辨認主賓語。因此，漢語的語序成為重要形式特徵，顯示漢語的語法特點。一般來說，及物動詞構成漢語語序是：「主-謂-賓」。其三是句子的主語常省略，句法上標為：[主]-謂-賓。

從語意結構分析入手，兼語式的「兼語」為前動詞的受事、後動詞的施事(李芳杰, 2003)。漢語句法的各種分析與定類，只能藉由語序的形式標準和語意的意義標準，因為語序標準無嚴格的規律性，往往在遇到如兼語式、連動式這類複雜句型時，使標準失去一定的作用，陷入困境。由此看來，如果對兼語式的研究在理論上有所更新，在選擇標準上有所突破，不僅解決兼語式的難點，而且對漢語語法體系建立也會有積極作用。

(二) 兼語式的框架結構：

兼語式是漢語中動詞短語連用句式之一，在結構上有一定的特殊之處。朱德熙(1985)注意到這類句式與連動式有一定共性，主張把兼語式併入連動式中，當作連動式的一類。鄧守信(1994)對兼語式中使成式作了探討，總結 V1 和 V2 的構成框架為「主語＋使成動詞＋狀態動詞」。宋玉柱(1979)指出兼語式前後動詞間有特定關係，最常見的兼語式前動詞有使令性，它表示的動作是兼語式後動詞表示動作之所以發生的原因。

兼語式 V1 帶有使令意義，李臨定(1986)將 V1 分為兩類(邢欣, 2004)：

1. 單純使令意

包括「使、叫、讓、令、要」只表示「致使」的動詞，此類動詞最典型特點是必須帶有 V2 構成兼語式才能表示出「致使」意義，去掉 V2 就無法成句或詞意會有所變化。

2. 多意使令意

有「命令、請、逼、催」等，此類動詞依據「單純使令意」類構成的框架推出的兼語動詞。

兼語式框架中，明顯有[+致使]特徵，致使性成為 V1 的共同語意特徵，以[+致使]標誌 V1 的語意範疇。[+致使]的含意可做寬泛的理解，可解釋為 V1 致使、引發、導致另一類 V2 或狀態詞出現，成為 V1 的結果或由 V1 引出某種狀態。兼語式必帶有[+致使]特徵，這也是兼語式的一個框架特點。

(三) 兼語式各成分間的語意制約：

在兼語式(N1+V1+N2+V2)裡，N1 對 N2 實行控制，N2 處在 N1 的控制之下，N2 在 N1 的控制下完成或實施某種行為。N1 是提出實施 V2 行為的主控方，N2 是被要求從事行為的受控方。在這種角色控制中，儘管 V2 的行為與 N2 有關，但不是 N2 主動發出的行為，而是非主動發出的行為。

(四) 語用分析：

鄧守信(1994)認為從語用角度考慮兼語式，可分為兩種，一種是由「讓」、「使」單純致使意動詞構成的句式，其 V2 是狀態動詞，另一類是間接祈使語氣。

1. V1 (單純致使意) + N2 + V2(狀態性動詞或形容詞)

這一類不表示祈使語氣，只表示因為 N1 原因(或 V1 致使)，造成 V2 狀態。從語氣上仍應歸入斷言行為或命題行為的陳述語氣類，但是有些 V2 帶有表示行為(perlocutionary)的效果。

例：這個鏡頭讓我很吃驚

說明：N1「這個鏡頭」是「我很吃驚」的原因，「很吃驚」表示狀態也表示行為的效果。

2. V1(致使)+N2+V2 (結果)

在這一類中，言語的直接行為仍是敘述性的，但間接行為表示命令性或要求性，帶有祈使語氣的特點，V2 表示一種延後的效果或結果。鄧守信(1994)稱這一類為間接祈使句。

例：他們用暴力威脅我投降

說明：句中 V1「威脅」帶有祈使語氣，V2「投降」是 V1 的言後結果。

(五) 兼語式動詞「使」的特點：

1. 「使」字句的句型特點

從句法結構形式來看，「使」字兼語句與其他動詞兼語句基本相同。句型結構為：「主語＋謂語＋賓語」，或為「主語-謂語-兼語-謂語-(賓語)」，其中謂語(“使”)後的名詞為兼語。

例：

力 使 物體 產生 加速度。

主語 -謂語- 兼語- 謂語- (賓語)

由此觀點，「使」字兼語句在形式上與其它動詞兼語句同型，可歸入兼語動詞類內。

「使」字兼語句在句型上也有與其它動詞兼語句不同之處，說明如下(邢欣, 2004)：

(1) 「使」字句的主語大多以無生命名詞、動詞、形容詞為主，而其他動詞兼語句主語以有生命名詞為多。

例：虛心使人進度，驕傲使人落後。

(2) 「使」字兼語句經由句式變換，可以變換成其他句型。而其他動詞兼語句不能這樣變換。

例 1：這個發現使我有點得意。

轉變成：由於這個發現，我有點兒得意。

例 2：醫生叫你好好休息。

無法轉變成：由於醫生，你好好休息。

2. 「使」字句的語意特點

「使」字兼語句與其他動詞兼語句最主要不同反映在語意關係上。以下分別說明：

在「使」字兼語句內，主語 NP1 表面上為謂語 V1 的主動者，實際上 NP1 與 V1 不構成施事關係。主語 NP1 主要在語意上與謂語 V2 有關，構成 V2 的原因、方法、目的。因此，可認為「使」字兼語句主語只是表示 V2 原因，而不是句子的施事成份，所以，「使」字句主語才會大多為無生命名詞、動詞、形容詞。

例：二氧化錳使雙氧水產生氧氣。

(主語「二氧化錳」表原因，而不是產生氧氣的施事成分)

其他動詞兼語句在一般情況下，主語常是 V1 的施事者，且與 V2 無語意上直接關係，V2 與兼語構成語意上施事關係。

例：老師派我們走路送去。

施事「老師」與 V1「派」形成施事關係，而與 V2「走路送去」無關，V2「走路送去」的施事是「我們」。

「使」字句的主語、兼語都與謂語 V2 構成語意關係，成為：「原因-使-施事-V2」語意結構。在這一個語意結構中，「使」的主要作用為強調其後施事兼語成份，將施事成份點明或標記出來。「使」的作用與「把、被、連」等詞很相似。「使」也把表示謂語 V2 的原因成分引入句子內，讓其處於主語位置，而使得各語意成份與謂語 V2 組成一個完整的句子。

3. 「使」字句在語用上特點：

「使」字句主語大多不為施事或受事，在句子中相當於全句修飾語，在它前面常可加入介詞「經過、由於、依未、為了」組成介詞結構，這不同於其他動詞兼語句。因為「使」字句主語佔據句首位置成為全句的話題，其前面的介詞標記就應該省去，這種語意關係表示原因成分充當話題主語後，原來施事成分語 V2 的關係並沒有改變。

為了避免施事成分也充任全句主語，在話題主語與施事成分間加入「使」字，以「使」做施事標誌，話題主語與「使」構成形式上主謂關係，施事成分為「使」的賓語以及 V2 的主語，形成兼語句。

在「使」字的作用上，「使」為一個標記性的詞，用以表示強調「使」後面的成分是施事成分。

第四節 理論陳述意義

從知識社會學的角度來看，關於理論事物的教學和學習是將它外化和內化的過程，無論外化或內化的過程都涉及合法化(Berger & Luckmann, 1966; Jarvis, 2002,引自李哲迪，2006)。由合法化面向看學校科學教學，在教學情境中對理論解釋的合法化，其目的是要使學生接受該理論解釋，如此該理論解釋才可成為教師與學生共同可獲取的知識。

本節將採以 Toulmin 的論證架構，整理邏輯經驗主義科學理論文獻說明，而提出反駁邏輯經驗主義的科學理論模式並無法解決問題，進而提出語言上的證據加以論證探討。

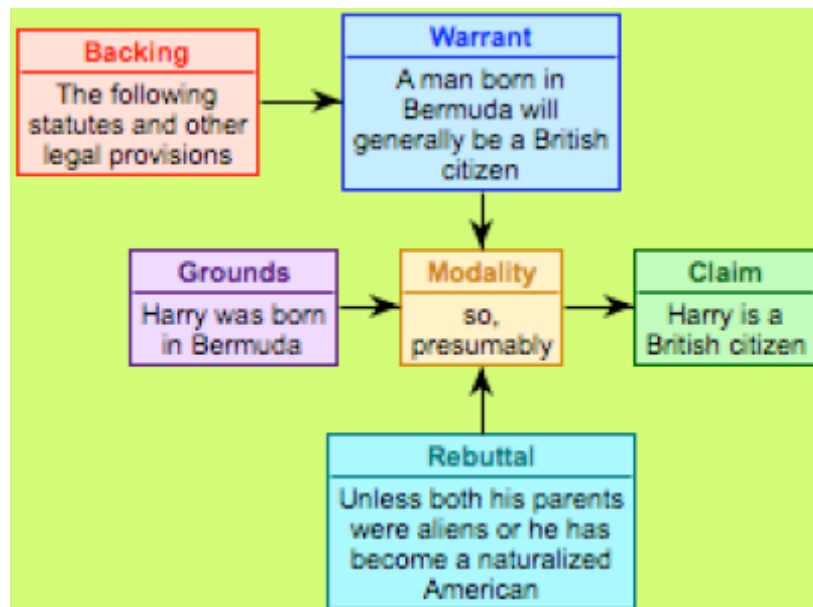


圖 2-4-1 Toulmin 的論證架構

Toulmin(1958)的論證架構(圖)是分析物理學與倫理學等不同領域的論證發展而來，最基本的元素為論據(grounds)、保證(warrant)和宣稱(claim)，除了基本元素之外，依據實際的論辯在完整的論證架構還有三個元素：支柱(backing)、形式(modality)和例外(rebuttal)。論據是論證的理由之一，不需要進一步解釋的事實。宣稱是論證的結論，推理的結果，教長的論證視為多個宣稱所連結，前一個宣稱是下一個論證的證據。

以下將先說明邏輯經驗主義學者的科學理論，即為「保證」(warrant)，邏輯經驗主義科學理論提出理論架構模型作為論據，來說明理論網絡與現實事件之間的連結關係，其是否真正解決理論說明與現實事件觀察說明的問題呢？本研究引介李哲迪(2006)討論教科書說明「力是什麼？」，由語言上的論據提出反駁，並藉此說明科學家提出理論的說明是基於觀察現實事件，而觀察事件的詮釋需透過語言體現，從可觀察的現象構作不可觀察的理論事物，此為邏輯演繹過程。

一、邏輯經驗主義論點

(一)邏輯經驗主義之科學理論

邏輯經驗主義對於科學理論各方面問題進行深入的研究，我們依賴著科學理論有系統、精確且深入地理解自然界的現象。邏輯經驗主義認為科學理論主要目的是作為一個系統，為我們對世界的認識提出一種清晰而明確的經驗理論，這種理論既是日常知識又同時為科學知識，其精緻的陳述與廣闊的範圍提供說明(舒燁光、邱仁宗, 1998)。自觀察經驗的用語與抽象的理論術語都是構作科學理論的重要元素，如何讓可觀察實體或不可觀察的理論抽象概念與理論語言具有經驗意義，有系統的科學理論說明扮演重要的角色，使科學理論與生活經驗建立連結，並能引領我們對於自然界現象有更精確的理解。

邏輯經驗主義的基本命題認為：任何論斷世界上某種東西的論述或假設，都必定是可用以描寫我們能夠用直接經驗和直接觀察所確立的句子所加以直接或間接進行檢驗的(舒燁光、邱仁宗, 1998)。邏輯經驗主義者將探索目標著眼於觀察用語，在科學中使用的語句必須與觀察用語有適當關係，然而在科學命題與觀察用語之間的聯結關係上還是存有某種程度的困難。

Rudolf Carnap 提出「假說加上詞彙說明」的科學理論觀點，他認為(Losee, 1993)：任何物理理論應以系統性解釋的形式呈現，系統包含獨特的公理演算法則（理論系統）與為了說明的解釋法則。

概念被構作成為一個純演算法則，純演算法則並不能表現物理世界物體的性質與關係，但是透過解釋規則，給予物理理論一種獨特的物理解釋，將理論加上語言詳述，使得物理陳述正確性可被接受與理解。

(二) 科學理論模型

Hempel 提出「Safety-Net」理論模型，認為理論系統是一張網，需靠下方一條一條細繩固定在科學語言的觀察層級來支持(Losee, 1993)。對於理論解釋與現實事件之間的關係，Hempel 提出理論架構模型(如圖 2-4-2)，Hempel 的科學理論網狀模式是以整體性的系統，科學理論是作為一個系統整體，而與經驗用語發生聯繫。

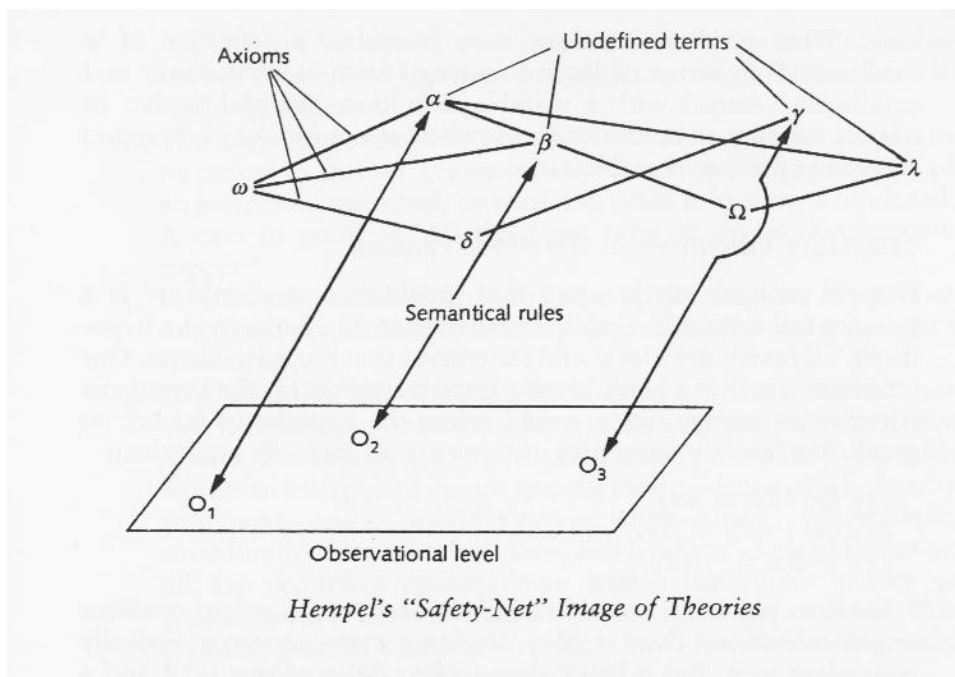


圖 2-4-2 Hempel 提出理論架構模型 (Losee, 1993)

Hempel 認為：科學理論可以比喻作一張在空中錯綜複雜的網，網上的節點(knot)代表著科學理論的術語，而一部份連接在網結上的網繩相當於是定義，另一部份網繩則相當於理論的基本以及衍生的假說。整個系統像似漂浮在觀察平面上，而藉由解釋規則固定在觀察平面上。這些解釋規則表徵為細線，它們不是網的一部份，但是將網上某些點和觀察平面的特定位置連接起來。透過這些解釋規則的连接，整個網絡包括網上的節點、網繩及連接細線，可以作為一種科學理論而具有意義。由觀察材料開始，我們可以通過解釋性的網繩上升到理論的某些點，進而經由定義與假說達到其他點，其他解釋性網繩使其可由這些點下降到觀察平面。

邏輯經驗主義學者 Herbert Feigl 以圖表現他所謂的「理論的觀點」(如圖 2-4-3)，理論假說網絡透過 Feigl 所稱的經驗基礎而連結，由於這些經驗基礎，理論假說網絡才會具有意義，Feigl 使用此圖來描述科學理論(Godfrey-Smith, 2003)。

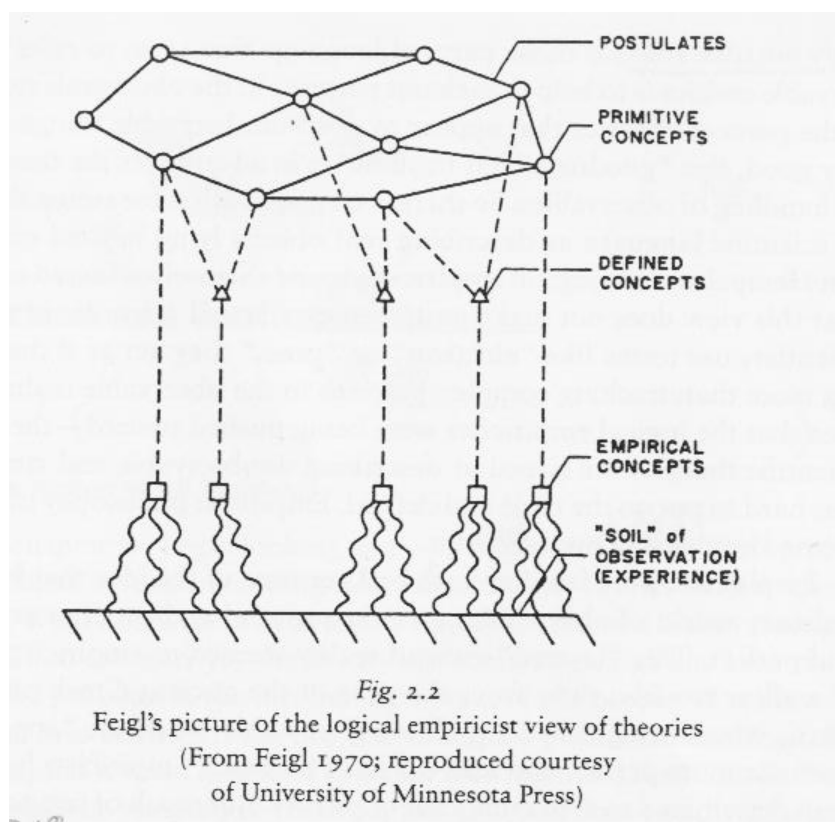


圖 2-4-3 Feigl 理論的架構模型(Godfrey-Smith, 2003)

二、 理論解釋與現實事件關係

以物理上力、物體、加速度概念為例，從邏輯經驗主義觀點來看理論解釋與現實事件之間的關係。力、物體、加速度是抽象的理論概念，在 Hempel 理論架構模型及 Feigl 理論架構模型上代表著一個一個的節點，「力」、「物體」、「加速度」表示科學理論的術語，是不可觀察、抽象的理論術語，對於學習者而言是抽象的名詞或抽象的術語，學習者無法直接由抽象術語而形成概念，必須藉由事件的詮釋而瞭解科學理論。

而「力」此一抽象理論術語藉由「形變或運動狀態改變」之解釋規則說明連結到現實世界所觀察現象，「物體」抽象術語藉由「車子、球、木塊」能指(signifier)語意說明連結到現實世界觀察到的所指(signified)具體形象，但是「車子、球、木塊」是具體物件集合名詞，並無技術性建構，所理解到仍是單一名詞。「加速

度」抽象術語藉由「單位時間位移變化的運動狀態」解釋規則說明連結到現實世界觀察的現象，理論論述與觀察事件之論述關係仍然無法獲得解決。

科學家是由觀察到的事件，透過技術性建構過程，構作理論架構。因此，理論的形成是由觀察面的事件起始，並不像是邏輯經驗主義所提出的科學理論架構，由理論架構為初始而對應到觀察面的事件說明。

在現實事件方面，現實事件觀察所用的語言詮釋所觀察的事件。先觀察到手推動球的事件之後，才看到球滾動的事件，手推動球是球滾動的原因，而且先有手推動球的事件，之後才有球滾動事件，事件發生有先後時序關係。現實事件觀察所用的語言說明「球的運動狀態改變」。事件與事件關係打包成為理論，技術性建構將現實觀察的事件打包成「力的概念」。以下將從語言學上來說明理論解釋與現實事件間的關係。

三、 語言學上的說明

李哲迪(2006)對高中物理文本進行分析：確認觀察現象之後，即把觀察現象名物化成為「這些現象」（如表 2-4-1）。因此，小句 7 中所稱的「現象」包含了前面幾個小句內「使」字句因果結構中的「原因」和「結果」。最後，在小句 8 中「這些現象」的「結果」又拆解出來，用以對於「力」進行定義。第 7 句藉由屬性關係過程建立了前六句和「力的作用」之間的因果關係，此因果關係是物理世界事物間的關係，屬外部連接關係（表中虛線箭頭）。系統功能語言學(SFL)技術性建構將觀察的事件打包成為「力的概念」理論解釋，時間順序壓縮在力的概念，因果關係蘊含著先後時序關係，但是科學語言技術性建構將先後時序關係忽略隱沒，先後時序關係成為理論說明的內隱關係，易使得讀者對於理論說明理解為因果關係又是同時時序關係。

表 2-4-1 「力的定義」高中課文主位結構(李哲迪，2006)

合法化 模式	小句	
	主位	述位
論據	1 以手推、拉物體	會使它們改變運動狀態。
	2 擠、壓皮球或彈簧	會使它們變形。
	3 腳踢足球	會使足球被向上拋起，
	4 拉住手煞車	會使腳踏車行進的速率變慢或停住，
	5 拿磁鐵接近鐵釘	會使鐵釘向磁鐵移動，
	6 地球	繞著太陽運轉，
因果保證	7 這些現象	都是由於力的作用所發生
宣稱	8 因此力	是一種能使物體改變運動狀態或使物體發生形變的作用。

高中物理文本分析對於「力的定義」，技術性建構將現實觀察事件打包成「力的概念」。為了瞭解在國中教科書文本是否有同樣的表現，因此，由南一版國中教科書文本取出一段「力的定義」課文：

從日常生活的經驗中，可以發現用力推腳踏車，就能使靜止的腳踏車前進；用力拉橡皮筋，就會使橡皮筋伸長物體受力作用後，會發生形狀改變或運動狀態改變，這種現象稱為力的效應。

在現象確認後，隨即把它們名物化成為「這種現象」（表 2-4-2）。因此，小句 5 裡所稱的「現象」就包含了前面幾個小句中的「原因」和「結果」。第 5 句藉由屬性關係過程建立了前 4 句和「力的效應」之間的因果關係，此因果關係是物理世界事物間的關係，屬外部連接關係。透過技術性建構過程將前 4 個小句所體現的事件打包為「力的概念」，動作被壓縮在名詞中。系統功能語言學(SFL)技術性建構將觀察的事件打包成為「力的概念」理論解釋，時間順序壓縮在力的概念，因果關係蘊含著先後時序關係，但是科學語言技術性建構將先後時序關係忽略隱沒，先後時序關係成為理論說明的內隱關係。在國中教科書文本亦可以發現事件經技術性建構構作為理論架構。

表 2-4-2：「力的定義」國中課文主位結構

小句	
主位	述位
1.從日常生活的經驗中，	可以發現用力推腳踏車，
2.φ	就能使靜止的腳踏車前進
3.用力拉橡皮筋，	就會使橡皮筋伸長
4.物體受 <u>力</u> 作用後，	會發生形狀改變或運動狀態改變，
5.這種現象	稱為力的效應。

教科書論述多採以理論架構說明，而理論架構中常構作許多抽象概念。教科書的說法「力使物體發生形變或運動狀態改變」，這樣說法在邏輯上是必然的因果關係。力、物體與加速度在理論解釋上構作為抽象概念，力是物體間的交互作用，且同時作用在物體上發生形變或運動狀態改變，力是造成加速度的原因，且力的表現即為加速度，透過技術性建構過程，力與加速度之因果關係蘊含在力的概念中，力的概念也隱含著時序上同時關係，力概念蘊含同時的時序關係是一種內隱關係。在理論架構說明，力與加速度概念間蘊含邏輯關係為因果，而無時序上先後關係。

在學習科學過程，科學理論的學習雖然重要，但是位於底層構成科學知識有是關各種理論概念的話語，科學語言特徵是以技術性建構方式重新構作經驗。科學漢語的論述經常描述二個以上的科學事件，可能使得讀者需要分割論述所蘊含的事件以及解讀事件之間的脈絡關係(楊文金、陳世文，2008)。所以，由語言的觀點看科學學習，學習科學理論亦是掌握與其相關的話語，能夠將隱喻事件拆解為事件。

林文杰、楊文金(2008) 探討學生對於物理文本中過程詞所隱含連接關係的理解以及所產生的困難，學生對於「等於」這種不具因果關係之等同關係過程詞，也理解為具有因果關係，對時序連接關係，隨著不同過程詞類別而不同。當學生將某個過程詞理解為具有因果關係時，也傾向將之理解為「同時」的時序連接關係，顯示學生對「因果」關係的時間順序，並未有適當的理解。

因果結構有兩種表現，一種表示為原因(cause)-結果(effect)，另一種表示為理由(reason)-結論(conclusion)。當因果結構表示為原因(cause)-結果(effect)的詮釋，在事件說明蘊含時序上先後連接關係，但是因果結構表示為理由(reason)-結論(conclusion)，對於事件的說明則為時序上同時連接關係。因此，對於因果結構的解釋不同，在時序關係上會有不同的關係，這也影響著學生對於事件因果關係理解為時序上先後或同時關係的理解。

物理文本強調因果關係之探討，然而文本鋪陳過程中將事件與事件間的關係以不適當過程詞表達時，常會造成學生對事件間關係的錯誤理解(林文杰, 2007)。因此，研討適當的「物理語言」使用說明，其重要性不亞於物理概念教學。物理文本詮釋事件間的連接關係，在理論架構說明，力與加速度概念間蘊含邏輯關係為因果，而無時序上先後關係。

第五節 由系統功能語言學探討科學文本語意關係

一、系統功能語言學概述

SFL 將語言作資源詮釋，認為語言是有系統、可以達到各種功能的資源，語法的論述是意義的論述，亦是功能的論述，因此構作多個意義的系統，正確的語言使用過程應是在意義系統進行選擇以創造意義過程，而不是將詞彙置入句法規則。

SFL 語言學理論適用範圍很廣，閱讀發展過程、課室對話、社會語言、社會階級及性別等研究都能以 SFL 作相關研究(Unsworth, 2000)，林俊智(2003)、許佩玲(2004)、陳世文(2007)等應用 SFL 理論在科學教科書內容的分析投入相關的研究。

本研究亦以 SFL 語言學理論為基礎，深入探究科學教科書內容以「產生」為過程詞論述之語意意涵。本研究著重在概念功能的分析，關於概念功能方面的描述，將在本節中依需要而加以描述，至於 SFL 語言理論其他面向與詳細的理論，請參閱 Unsworth(2001)及 Halliday(2004b)。

概念功能指出語言對人們在現實世界中各種經歷的表達，也就是體現客觀和主觀世界所發生的事、所指涉的人和物以及有關的時間、地點(胡壯麟等, 1989)。

由及物系統體現概念功能，及物系統將組成事件之元素分為過程、參與者以及環境成份(胡壯麟等, 1989)，整個事件以過程為核心，分析參與者與過程、環境成份的角色。

過程共有六種：物質過程(material process)、心理過程(mental process)、關係過程(relational process)、行為過程(behavioural process)、言語過程(verbal process)、存在過程(existential process)(Halliday, 1994；胡壯麟等, 1989)。

(一)物質過程

不同的過程詞有關的參與者角色亦不相同。物質過程是做某件事的過程，這一類的過程詞如：變成、造成、產生、推、拉等，參與者可以是任何實體(可是人也可以不是人)。

(二) 心理過程

心理過程是指感覺 (preception)、情感 (affection)、認知 (cognition) 等心理活動，這一類的過程詞如：快樂、悲傷、喜歡、感覺等等，其參與者可以是人、事或物。

(三) 關係過程

關係過程是指人、事、物之間關係的過程如：是、等於、包含、包括等，可以再分為歸屬關係與識別關係，歸屬關係與識別關係的區別在於過程詞前後參與者位置互換之後是否成立，如果成立則為識別關係，如果不成立則為歸屬關係，例如：「單位時間的速度變化量等於加速度」，若將參與者「單位時間的速度變化量」與「加速度」互換後成為「加速度等於單位時間的速度變化量」，顯然這裡「等於」表示一種歸屬關係過程。

關係過程詞中，還有一類為「關係確認」，在定義或確認參與者意義的過程中常涉及概念的分類。Halliday(2004)指出關係確認的小句中通常存在二個參與者，一個參與者表示標記(Token)，另一個參與者表示涵值(Value)。標記是指外表、符號或名稱，而涵值是指實質、特性與身分。而在標記與涵值這二個參與者角色之間蘊含了語意上的關係。

(四) 行為過程

行為過程指的是跟生理活動有關的過程如：笑、哭、流淚等，其參與者通常都是人。

(五) 言語過程

言語過程是指講話交流訊息的過程如：說、談等。

(六) 存在過程

存在過程是指某物(人)存在的情形，如：有、存在等，僅涉及一個參與者。

二、技術性建構與名物化

思考和人與人之間的溝通工具是語言，工具的效率好或不好視其精密程度而定。使用的語言要精密，用語言的人就必須要對這問題有很大的重視與責任，才能用語言作良好的溝通(劉殿爵，1993)。

科學語言功能重新構作經驗，日常生活用語之構作形成意義，這個意義被科學語言從新夠塑造，經驗重新構作經由語法隱喻完成(Halliday, 1998b)。科學學習的過程，理論的學習雖然重要，但是構成科學知識的是有關各種理論的話語更具有其重要性，科學語言以語法隱喻論述構作經驗。

科學文本中說明科學現象，理論的事物轉換為語法上之物件，運用名物化構作出抽象物件，使科學的說明達到精簡和精鍊(Halliday&Martin, 1993)。Halliday (1993a) 分析英語與漢語中科學文本的語法結構，認為英語與漢語的科學文本在名物化與技術性建構等方面所使用的語法資源非常相似。且科學文本對科學事物的建構有其特定的過程(Unsworth, 2001)。以下分別由技術性建構與名物化說明。

(一) 技術性建構

技術性建構的目的在於恢復科學術語(理論事物)的日常意義，此有助於學生獲致實質的理解，而非表面的理解。該節已指出，經驗要透過語言構作才成為有意義的，而人從出生之日起便被「丟」到日常語言裡，透過日常語言構作經驗，於是經驗的日常意義得以形成。

技術性是體現科學內容所必須的，在科學中技術化的過程涉及使用技術性詞彙與關係過程，技術性詞彙是一個名詞或一個表示，其具有特殊領域的意義(Wignell, Martin, &Egins, 1993)。第一次出現時教科書會以黑體字表現，技術性詞彙可以是物理世界物件的名稱或自然世界的現象，這些名詞或片語能讓科學家建構類別或範疇，以及建立分類關係，此外，技術性詞彙可以是非常用的形容詞，也可以是描述特殊過程的動詞，他可以透過名物化過程找出來，在抽象的層次上技術性發揮功能(Halliday, 1998)。當常識詞彙不是以常用的方式被使用時，常識詞彙也被視為技術性詞彙，學生不知道技術性詞彙意義，在科學文本閱讀理解上會造成困難。

科學文本中的科學術語多指涉過程、性質與關係（李哲迪, 2006）透過語法隱喻將過程、性質與關係轉換成語法上的「物件」，除了可使理論事物成為客觀事物之外，還能使得科學說明得以繼續前進，且可利用修飾語進行分類的工作或性質的描述（Halliday, 1998b），例如：「則沿著作用力的方向產生加速度」是一個事件（小句），可以隱喻成「沿著作用力的方向產生的加速度」，這種轉換產生一個抽象的「物件」（名詞組）「沿著作用力的方向產生的加速度」，並包含了一種「加速度」的分類，而且可以將「沿著作用力的方向產生的加速度」做為「產生」這個過程詞的參與者加入到「沿著作用力的方向產生加速度」的事件當中。

（二）名物化

名物化是指原先以動詞、形容詞或助動詞等其他詞類表達的概念被轉換為名詞來表達。科學為了對世界建立一種與常識不同的解釋，對經驗會以日常說法作為論述的起點，然後把它們轉譯為專門知識。在這個論述的過程中，詞類也同時會從非名詞轉變為名詞。

名物化會為那些初學者製造困難，因為名物化傾向中性化，並隱藏意義並構作意識型態，這些意識型態對於初學者是無法知悉的。讀者必須重新復原隱藏的意義，並解決意義的多樣性，才能獲得真正的理解。如果學生對名物化在科學文本所扮演的角色沒有深刻的瞭解，學生無法在他們的寫作內傳達訊息，且無法發展論證（Schleppegrell, 2004）。論證是一個事件演化到另一個事件，必須依賴名物化，一個新訊息與一個舊訊息打包起來成為另一個新訊息，另一個新訊息與已知訊息再打包起來引入新訊息，這種過程就是論證，論證是訊息的打包，訊息的分別演替。

Halliday and Martin(1993)認為科學語言的演化就是將參與者推出，而將動作與過程隱藏作為背景。常識世界有許多動詞，動詞與名詞參半，在科學語言中動詞被打包到名詞中，及動作與過程隱諱，名詞是存在世界的實體，動作不是永恆存在的。

專注在名詞並不讓人覺得奇怪，科學包含了定義、比較、特徵、分類，除了建構論證對於在自然世界現象中支持或反對假說，名詞可作為有用的工具，名詞可以綜合或抽象先前提及的訊息成為實體，這些實體成為後續討論的語法參與者，藉著這種方式，他們成為有效的工具而產生在科學中的論述流(Halliday, 1998, p.202)。檢驗小句內的主位，我們可以更為理解，主位是小句中第一個構作，主位通常包含熟悉的訊息(Halliday, 1994)。那些訊息可由脈絡中獲知或由文本中前述提及的(Eggins, 1994, p.275)。主位被視為語言的一種成分，「小句中最初始、第一筆的經驗元素」(Schleppegrell, 2004, p.68)。主位在科學英語可透過名詞片語、動詞片語、連接詞片語或介係詞片語瞭解，簡單或短的名詞被使用作為主位，用來指稱事、物或抽象實體的類別，這些名詞有助於小句間的語意連結，且描述整個文本話語流。

由於科學理論事物多涉及過程、性質與關係，這些過程、性質與關係必須透過語法隱喻將過程、性質、關係轉換為語法上的物件，從語法類別的角度來說，是透過語法隱喻，將動詞、形容詞或連接詞轉換為名詞（組）。例如以下有關牛頓第二運動定律文本句：

物體受外力作用時，則沿著作用力的方向產生加速度，加速度 a 的大小和作用力 F 的大小有成正比的關係；以相同施力，作用於不同質量物體，則加速度 a 與質量 m 成反比，這關係稱為牛頓第二運動定律。

其中，包含過程與關係的小句「沿著作用力的方向產生加速度」形成穩定的理論物件「沿著作用力的方向產生的加速度」，做為下一個小句的主位。上述內容可以說是名物化。名物化後的理論物件可以讓科學的說明持續往前說明，同時達到簡潔和精鍊的目的(Halliday & Martin, 1993)。

名物化過程會形成許多名詞組，名詞組可成為有意義的資源，除了在英語之外也適用於漢語表達。主要的理由是名詞組透過修飾，使詞彙資源逐漸地擴充：名詞扮演著一個事件描述中心詞的作用，而其它的修飾語圍繞著這個中心詞來組合使用，使得名詞組在不同的事件具有不一樣的功能。

三、科學文本與科學學習

(一) 科學文本功能

科學文本的功能有：教導如何做科學（doing science）、科學性解釋現象（explaining events scientifically）、組織科學訊息（organizing scientific information）及挑戰科學（challenging science）(Veel, 1997)。

教導如何做科學是指：在科學教學上常以觀察及活動作為起始，這些教學活動引導組織科學實驗設計以及對於活動之觀察記錄的語言，教導如何做科學之主要體裁（genre）為程序（procedures）與程序的詳述（procedural recounts）。

科學性解釋現象說明：實驗與觀察後必須對於觀察的現象進行現象解釋，這些現象解釋是基於觀察現象，將具體的現象利用因果關係來進行推理以及解釋，科學性解釋現象主要體裁為時序解釋（sequential explanation）、因果解釋（casual explanation）、理論解釋（theoretical explanation）、因素解釋（factorical explanation）、結果解釋（consequential explanation）與探究（exploration）。

組織科學訊息是指：在學校科學中對於科學事物的性質與分類進行描述，組織科學訊息的體裁有描述報告（descriptive report）和分類報告（taxonomic report）。

挑戰科學是指：科學概念與理論的革新是必要的，這些革新要透過科學議題的爭辯及說服的過程來達成，亦即培養學生對科學理論的批判性思考。

(二) 科學文本邏輯關係

科學的探究是理解事件內以及事件間的邏輯關係，由系統功能語言學(SFL)的角度來看，「物件+過程詞+物件」表示為一個事件，而「事件+（連接詞）+事件」則形成事件串。所以體現物件間的邏輯關係是以過程詞來描述，而事件間的邏輯關係則是以連接詞來說明，但是有時候這些連接詞又常被省略。

教科書文本是以逐字逐句的方式呈現在讀者面前，讀者對於文字的閱讀也是線性一字一字閱讀的。科學教科書的內容以一個物件與另一個物件之間連結而形成小句，小句再與小句結合成小句序列，這些序列的安排體現著編輯者對物件間關係以及事件間的發生順序、重要性或說明上需要的想法。Unsworth(2001)將上述事件的安排順序視為科學文本中的蘊含序列(implication sequences)，這些事件的安排順序若符合科學事件發生的順序時，則被歸類為外在連接關係；若事件的安排順序並沒有依據科學事件發生的順序時，則被歸類為內在連接關係。

Unsworth(2001)把連接關係區分成五大類，如表 2-5-1 所示，包括說明時序關係、因果關係、比較關係、附加關係及位置關係的連接詞。文本中解釋的推理方式是透過邏輯連接關係來達成，依據 Unsworth (2001) 及李哲迪 (2006) 對邏輯連接關係的分類與說明整理如表 2-5-1。有許多科學文本並未使用許多連接詞來說明這些事件之間的關係，只以事件的安排順序來說明事件間的關係，然而無論何種方式，科學教科書中對事物的描述都包含著事件間的邏輯連接關係。

表 2-5-1 連接關係類型與舉例

主類別	次類別	代碼	例子
時序的	同時	同時	當音叉往外移動時，它會擠壓或著壓縮周圍的空氣。
	接續	接續	當兩個物體形成熱平衡後，他們的溫度就相同了。
因果的	方法	方法	藉由仔細觀察音叉，你可以看到它在來回振動。
	結果	結果	因為帶電體接近，導體的正負電和會暫時分離。
	條件	條件	如果我們觀察音叉如何產生聲音，就能學會何謂聲音。
	轉折	轉折	真空無法傳播聲音，但是任何具有彈性的物體均能傳播聲音。
	目的	目的	要產生聲音，振動是必要的。
比較的	相似	相似	同樣地，在太陽光垂直照射的地球表面是最亮的。
	重述	即	當太陽光垂直照射地球表面時，也就是，當太陽正在頭頂上時。
	例證	例	正常情況下，假如死去的植物留在地表並接觸到空氣，它就會解體。例如：在雨林中所發生的現象。
	對照	對照	較大的振動引起較大的聲音，相對地，較小的振動引起柔和的聲音。
附加的	附加	附加	當它們掉落到地上，而且成為腐質土的一部份時...
位置的	位置	位置	在太陽光垂直照射的地方，地球表面是最亮的

