



# PISA中的科學素養測試及其對澳門中學科學課程與教學的啟示

文·魏冰

## 一、前言

隨著教育大眾化時代的來臨以及科學技術對人類社會生活的深入影響，科學大眾化的趨勢也越來越明顯。人們普遍認為，現在的中小學校的學生——未來的社會公民，無論他們將來在社會上從事何種職業、承擔何種角色，都應該具有對科學的起碼的瞭解和認識。正是基於這樣的考慮，提高全體學生的科學素養已經成為當今世界各個國家和地區的基礎教育尤其是義務教育階段科學教育改革的中心目標。在這個背景下，國際科學教育界在進行以科學素養為核心概念的課程教材改革的同時，也相繼出台了一些以測量學生的科學素養水準為目標的各種方案或計劃。其中最具有影響的當是由經濟合作與發展組織（OECD）策劃的

國際學生測量項目(Programme for International Student Assessment, PISA)。PISA以完成義務教育的15歲少年為測試對象，主要測評學生應有知識的能力。PISA在2000年進行第一次測試，此後每三年舉行一次，2000年的測試重點為閱讀，2003年、2006年分別以數學素養和科學素養為測試重點。本澳43所中學的4760名15歲的中學生（大部分是初中三年級學生）參加了PISA的2006年的測試，並且“表現理想”（見注釋1）。本文首先介紹PISA關於科學素養的概念及其測試重點，然後談談它對於澳門中學科學課程與教學的啟示。



## 科學概念

PISA根據學科綜合的原則確定了14個科學主題，這些主題基本上涵蓋了中學物理、化學、生物和地球科學的重要內容。在具體的概念的選擇上，並沒有羅列出14個主題下面的所有概念，而是採用取樣的方式從中選擇要測試的內容。選擇科學概念主要考慮到這幾個因素，包括與日常生活和事物相關、與未來的生活有關、與一定的科學方法有關等。

## 科學情境

由於PISA的目標是評價學生在數年義務教育的末期運用所學知識和技能的能力。因此，PISA要求必須將試題設置在現實生活的情境中，而不僅僅局限於學校生活。在PISA的測驗中，從這四個方面選擇科學情境：個人的、社區的、全球的和歷史的，內容涉及科學與人類的生活與健康、科學與環境、科學與技術等。

當然，以上三個向度是相互聯繫、彼此交織的，孤立地測試其中的任何一個是很難想像的。在具體的測試題的擬定中，PISA主要關注以下能力：第一，科學地確定可研究的問題，並將科學知識運用於現實生活相關領域中的能力；第二，在科學探究中確認證據的能力。第三，得出或評價結論的能力。第四，對科學概念的理解，並給出建構性回答的能力。綜括而言，與傳統的科學測試相比，PISA測試至少具有以下特點：第一，所測量的科學概念是與社會生活實際相關的；第二，強調以證據為主要特徵的科學方法的應用；第三，測試的重點是學生能夠解決或完成特定的任務而不是瞭解多少科學知識；第四，強調科學知識的應用情景；第五，科學情景的應用情景是多樣的，不限於學生的日常生活，也涉及歷史的、全球的等社會文化議題。當然，我們知道，PISA主要是針對科學素養水準的測評，在測試的內容和技術方面還有許多有待改進的地方，我們的日常教學不可能也無必要按照其測試要求來進行。但有一點可以肯定，那就是它反映了當代國際社會關於科學教育的基本理念，體現了科學教育的發展方向，值得我們學習和借鑒。

## 二、PISA中的科學素養

在很大程度上，科學素養是一個科學教育改革的口號，因此，可以從不同角度和不同層面來定義和闡釋。通常，關於學生的科學素養水準的測試方案從科學教育的結果層面來界定科學素養的涵義。PISA關於科學素養的定義是“應用科學的知識的能力，確定問題並得出基於證據的結論的能力，以便理解並幫助做出關於自然界的決定，並且通過人類的活動做出調整”。在確定這一定義的過程中，相關人員注意到以下因素：第一，關於科學教育的雙重目標——培育未來的科學家和培養合格的未來公民——PISA關注的是後者；第二，儘管一個人的科學素養的發展是需要終身培育的，但正規的科學素養教育開始於學校教育；第三，科學素養並不同於科學名詞，它泛指具備一般的能力或者能夠用科學的方式理解事物；第四，科學素養的一個重要特點是證據的使用，這包括科學中獲得證據的知識，是什麼使得一些證據比其它證據更可信，證據的缺陷是什麼，在何處可以使用它等等。根據上述定義，PISA確立了科學素養的測試框架，這個框架包括以下三個向度：

### 科學過程

PISA確定的科學過程包括5項，即：1) 科學地確定可研究的問題的能力；2) 確定科學的觀察所需要的論據的能力；3) 得出或評價結論的能力；4) 傳播（交流）有效的結論的能力；5) 表明對科學概念的理解的能力。





### 三、對澳門中學科學課程與教學的啟示

我們知道，課程與教學的問題大致可以歸類為這樣幾個具體問題，為什麼教？教什麼？怎樣教？教的效果如何？筆者結合PISA中關於科學素養的定義和測評，並參照澳門中學科學的實際狀況，就本澳的科學課程與教學問題做以下思考。

首先，為什麼要教科學？這個問題可以從個人和社會的角度給出不同的答案，例如，社會發展需要科學，科學對日常生活有重要作用、科學能促進生產力的發展等等。當然，還有一個非常現實的問題，那就是因為考試（尤其是高等學校的招生考試）要考科學。其實，這些回答都可囊括於1980年代美國“專案綜合”（Project Synthesis）研究所提出的四項科學教育廣義目標中，它們是：1）滿足個人需要；2）解決社會問題；3）有助於職業選擇；4）為未來學習做準備。從教育的意義來講，這些科學教育目標都有其合理性，但問題是，在一定的社會歷史條件下針對特定的學生群體，如何選擇和確定重要的教育目標。鑒於目前中學畢業生到高等學校就讀科學或與科學密切相關的專業並不多的客觀現實，如果我們的教學目標還只定位在第4項上就顯得不太合理了。

其次，要教什麼樣的科學？要回答這個問題，我們首先要瞭解科學究竟是什麼？簡單地說，科學是知識體系；同時，也是人類探究未知世界的過程，也體現了一定的價值觀。現在科學課程改革

中普遍強調的三維目標——即科學知識、科學方法（或科學過程與技能、能力培養等）、情感態度價值觀——正是體現了這一特點。前文已述，PISA關於科學素養的第一向度便是科學過程，它的測試重點是學生能夠做什麼，而不是記憶多少科學知識。這一點與傳統的考試或測驗有明顯的不同。即使是科學知識，也不限於傳統的學科知識和概念，而是涉及到科學的本質、科學與技術、科學與社會的認識等方面（即對“科學的學科認識”），而本澳學生在這方面的表現並不太理想（見註釋1）。科學的情感態度價值觀不是憑空產生的，也不是單靠教師灌輸就能奏效的，要在知識的形成和應用過程中得以啟迪和發展，而知識的形成和應用需要一定的情景——也即PISA框架中的科學情景。這就要求在課程上從科學教育的三維目標規劃教學目標和內容，平衡地處理科學知識、科學過程和科學的價值觀教育。

再次，如何教科學？這個問題涉及到學生是如何學習的。現代教育心理學基本都認同這樣的學習觀，即學生的學習總是建立在已有的知識和經驗基礎之上的。而科學教育的研究表明，學生在正式學習科學概念以前，他們已有自己的觀點和認識（即所謂的前概念或另類概念）。從科學的角度來看，這些認識（或觀念）大都是錯誤的，但是由於它們對新的學習的作用，我們的教學不能忽視這些認識。這就要求，在課堂上，教師要

給學生充分的時間讓他們思考、討論和發表意見，在此基礎上，教師因勢利導地把這些認識轉化為科學的認識。科學的學習總是在一定的情境中發生的，這就要求科學概念的教學要與一定的情境結合起來，讓學生感覺到科學概念和他們的生活是有關的、是有趣的。如前文所述，PISA中的科學情境包括個人、社區、全球和歷史等多方面。從澳門實際的科學課堂來說，理科教師們通常比較關注個人（也即學生的日常生活），而對其餘幾個方面重視的不夠。

最後，如何評價科學的教學效果？科學課程的目標與內容應基於科學素養教育的基本精神，從科學知識、科學過程和情感態度與價值觀三個維度來平衡地確定。但教學目標是否實現，教學內容是否得到實施，實施的程度如何，這就是科學教學評價的問題。PISA關於科學的測試是從習得課程（learned curriculum）的角度評價科學素養教育的落實情況，重在測試學生的科學能力。PISA對日常教學的考評至少有三點啟示：第一，

在各類測驗、考試中，加強對學生的科學能力的考核，也就是提出問題、分析問題、解決問題的能力。第二，提倡真實性評價，也即問題是真實的，是與學生的生活或現實社會緊密聯繫的。順便提一下，就筆者瞭解的情況來看，這些特點現在已經在周邊地區的科學類科目的外部考試（如內地的中考和高考、香港的會考等）中得到體現，這一點值得本澳科學教師關注。

（作者為澳門大學教育學院助理教授）

【注釋】

1. 學生能力評估澳生表現理想（2007年12月7日）。澳門日報，B09版。

【參考文獻】

- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- OECD (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment* (p.10). Paris: Author
- Harlen, W. (2001). The assessment of scientific literacy in the OECD/PISA project. *Studies in Science Education*, 36, 79-104.

