



從學制的改變到課程的革新：論香港新高中科學課程

李揚津、林從敏、楊友源

香港教育學院 科學與環境學系

香港新界大埔露屏路 10 號

電郵：ycllee@ied.edu.hk, icmlam@ied.edu.hk 及 yvyeung@ied.edu.hk

收稿日期：二零一零年四月三十日 (於六月廿三日再修定)

內容

- [摘要](#)
 - [背景](#)
 - [分科模式](#)
 - [綜合科學](#)
 - [各科的教學取向與策略](#)
 - [對新課程的評議](#)
 - [總結](#)
 - [參考文獻](#)
-

摘要

香港已於 2009 年逐步實施新高中科學課程，這次課改是由高中學制改革所帶動，但其意義絕非僅限於與新學制接軌，而更在於針對現有課程的局限性作出革新，為傳統的分科課程注入當代科學教育的重要元素，又跨出學科界限成立新的學科，以及擴大學習評估的範疇，使教學及評估兩方面都趨向多元化。本文分析這次課改的主要特點，及其背後的推動力，以便於評價其為未來高中科學教育所帶來的優勢與挑戰。

關鍵字：科學課程；課程改革；高中課程；香港課程



背景

由二零零九年開始，香港將施行新的中學學制，現行的中一至中五及中六至中七的學制，將改爲一個連續六年的新學制。爲此，課程亦作出相應的轉變，現行的初中課程將維持不變，但中四至中五的中學會考課程及中六至中七的高級程度課程則由一個連續三年的新高中課程取代。原來中五及中七的公開考試將合而爲一。爲了配合新學制的實施，本地將落實十二年免費教育，讓高中教育成爲未來全港學童的基本權利。

本文將探討新高中科學課程的特點及與現行課程的區別，並針對國際科學教育的發展趨勢，討論這次課程改革對本地科學教育的意義。

新高中科學課程的設計模式

香港的新高中科學課程包括三種模式，第一是傳統的分科模式，包括物理、化學和生物。第二是組合模式，學生須修讀某一分科（如物理）和另兩門分科（如化學與生物）組成的“組合科學科”。第三種模式是採用跨學科模式設計的「綜合科學」。本文將介紹第一及第三種模式，第二種模式主要衍生自第一種模式，分別只是課程內容被刪減，所以不作詳論。以下分別就三個分科及綜合科學科的課程結構、課程重點、教學取向及策略，以及學習評估作重點闡述。

分科模式

課程結構及內容

此模式包括三個科目，即物理、化學及生物。各科相對於現行課程，最大區別就是除了必修部分之外，還設有選修部分，必修部分約佔總課時的 80%，選修部分約佔 20%。

課程目標及重點

各分科課程的目標秉承現行課程的框架，分爲知識和理解，技能和過程，以及價值觀和態度三個主要向度。[1] [2] [3]知識和理解包含有關該學科的原理、概念及其在日常生活中的應用，學科的最新發展及其與社會及環境的關係。技能和過程則包括進行科學探究所需要的不同過程技能、實驗技能、運用科學語言作交流工具的技能。在「價值觀和態度」方面，著重培養學生對學習該科目的興趣，以及瞭解各科知識發展及其對社會的作用。

從上述目標可見，新的分科課程極爲重視以下三個方面：[1]



科學探究

新課程將以培養學生科學探究能力為其重點專案，明晰了進行科學探究的應有技能，如學生應明辨應變項和獨立變項、制定進行探究工作的計畫和程式，以至評鑒實驗結果的效度和信度，及找出影響效度和信度的因素等。為了確保這重點能順利落實，課程撥出了二十小時作較大型的探究活動，使學生對科學探究和科學的本質有較深刻的體會。學生在科學探究方面的表現，更成為了新課程的校本評核部分的重要評估專案。此點在下文的評估部分有詳細論述。

科學、技術、社會和環境的聯繫

現行的高中課程基本上已提出了與科學、技術與社會(STS)相關的議題作為高中科學教育的其中一個教學重點，高中課程更將這個重點聚焦於與環境相關的問題之上，進一步引導學生瞭解科學、技術、社會和環境的相互關係(STSE)，並強調科學及技術的應用對社會道德、倫理、經濟和環境的影響。其目的在於讓學生對科學和技術的影響保持敏銳的觸覺，培養公民意識及責任感，在滿足人類對環境資源需求的同時，與可持續發展之間求取平衡。這與國際科學教育追求 STSE 理念是相通的，也與近年不少學者所倡議的社會性科學議題(socio-scientific issues, SSIs)的討論頗為吻合，這種討論主要是探討此類議題在倫理及道德方面的含義。事實上，STSE 及 SSIs 已成為當今科學教育的發展趨勢，很多課程都是以探討科學及科技和環境相關的社會性議題作為學生深入探討科學概念的一種途徑。個別課程更以此類議題作為組織科學概念的主要框架，例如 SATIS，[4] Science for Public Understanding，[5] 以至較近期的 Twenty First Century Science[6]等都是其中的例子。

科學的本質及歷史

世界科學教育的另一主流理念是強調科學本質的教學。[7] [8] [9]新高中課程亦提出了以科學的本質包括科學思維作為課程的另一重點，如生物科提出透過探求生物學的本質，突出生物學的重要性及生物學與人類的密切關係；要求學生“知道生物學知識在不斷發展”、“明白不同科學家對生物學發展的貢獻”、“知道生物學的知識和理論是透過觀察假說實驗和分析而產生”等有關生物學的本質，這是過往課程較少談及的。[1](9)物理科也極其強調科學的本質融入課程內容，如通過光學發展史的引入，瞭解技術突破對物理學（科學）發展的影響。這種轉變反映出新的科學課程不僅讓學生認識科學所探求的知識，還帶領學生了解科學作為一門獨特的知識體系自身的演進過程。

各新專修科的課程內容詳見於表一至三。



表一：新高中生物課程的內容、結構及課時分配（總課時：270 小時） [1]

必修部分 (共 200 小時)	選修部分 (共 50 小時，任選兩個課題)
I. 細胞與生命分子 (46 小時) a. 生命分子 b. 細胞組織 c. 物質穿越細胞膜的活動 d. 細胞週期和分裂 e. 細胞能量學	<i>VIII. 生物工程 (25 小時)</i> <i>a. 生物工程入門</i> <i>b. 現代生物工程的技術</i> <i>c. 生物工程在醫學上的應用</i> <i>d. 生物工程在農業上的應用</i> <i>e. 生物倫理學</i>
II. 遺傳與進化 (42 小時) a. 基礎遺傳學 b. 分子遺傳學 c. 生物多樣性和進化	<i>VII. 微生物與人類 (25 小時)</i> <i>a. 微生物學</i> <i>b. 微生物的利用</i> <i>c. 微生物遺傳學</i> <i>d. 微生物的害處</i>
III. 生物與環境 (14 小時) a. 生態系	<i>VI. 應用生態學 (25 小時)</i> <i>a. 人類對環境的影響</i> <i>b. 污染控制</i> <i>c. 保育</i> <i>d. 可持續發展</i>
III. 生物與環境 (72 小時) a. 植物維持生命的活動 b. 動物維持生命的活動 c. 生殖、生長和發育 d. 協調和反應 e. 體內平衡	<i>V. 人體生理學：調節與控制 (25 小時)</i> <i>a. 水分調節 (滲透調節)</i> <i>b. 體溫調節</i> <i>c. 血液內氣體成分的調節</i> <i>d. 生殖週期的激素控制</i>
IV. 健康與疾病 (26 小時) a. 個人健康 b. 疾病 c. 身體的防禦機制	
科學探究 (20 小時) 生物科探研習學生必須進行探究活動，以提升和培養學生的科學探究能力及態度。	

對比以往香港中學生物課程，*斜體字*的課題為新加入的內容。



表二：新高中化學課程的內容、結構及課時分配[2]（總課時：270 小時）

必修部分（共 198 小時）	
<p>課題一 地球 (8 小時) a. 大氣; b. 海洋; c. 岩石和礦物</p> <p>課題二 微觀世界 I (24 小時) a. 原子結構; b. 週期表; c. 金屬鍵 d. 金屬的結構和性質; e. 離子鍵和共價鍵 f. 巨型離子物質的結構和性質 g. 簡單分子物質的結構和性質 h. 巨型共價物質的結構和性質 i. 比較一些重要類別的物質的結構和性質</p> <p>課題三 金屬 (22 小時) a. 金屬的存在和提取; b. 金屬的活性 c. 反應質量; d. 金屬的腐蝕和保護</p> <p>課題四 酸和鹽基 (27 小時) a. 酸和碱的簡介 b. 指示劑和 pH c. 酸和碱的強度 d. 鹽和中和作用 e. 溶液的濃度 f. 涉及酸和碱的容量分析</p> <p>課題五 化石燃料和碳化合物 (20 小時) a. 來自化石燃料的碳氫化合物 b. 同系列、結構式和碳化合物的命名 c. 烷和烯 d. 加成聚合物</p> <p>課題六 微觀世界 II (8 小時) a. 鍵的極性 b. 分子間引力 c. 分子晶體的結構和性質 d. 具有非八隅體結構的簡單分子物質 e. 簡單分子的形狀</p>	<p>課題七 氧化還原反應、化學電池和電解 (26 小時) a. 日常生活使用的化學電池 b. 簡單化學電池中的反應 c. 氧化還原反應 d. 化學電池內的氧化還原反應 e. 電解 f. 氧化還原反應對現代生活的重要性</p> <p>課題八 化學反應和能量 (9 小時) a. 化學反應中的能量變化 b. 各種標準焓變 c. 赫斯定律</p> <p>課題九 反應速率 (9 小時) a. 化學反應的速率 b. 影響反應速率的因素 c. 常溫常壓 (r.t.p.) 下氣體的摩爾體積</p> <p>課題十 化學平衡 (10 小時) a. 動態平衡 b. 平衡常數 c. 濃度和溫度的變化對化學平衡的影響</p> <p>課題十一 碳化合物的化學 (27 小時) a. 特定同系列的簡介 b. 同分異構 c. 各種官能基的典型化學反應 d. 簡單碳化合物的互換 重要有機物質</p> <p>課題十二 化學世界中的規律 (8 小時) a. 由 Li 至 Ar 各元素物理性質的週期變化 b. 由 Na 至 Cl 各元素氧化物的鍵合、計量成分和酸鹼性質 c. 過渡性金屬的一般性質</p>
選修部分（共 5 小時，任選兩個課題）	
<p>課題十三 工業化學 (26 小時) a. 工業過程的重要性 b. 速率方程 c. 活化能 d. 催化作用和工業過程</p>	<p>課題十五 分析化學 (26 小時) a. 檢測化學物種的存在 b. 分離和提純的方法 c. 定量分析方法 d. 儀器分析方法</p>



e. 綠色化學 課題十四 物料化學 (26 小時) a. 天然聚合物; b. 合成聚合物和塑膠 c. 金屬和合金; d. 現代生活中的合成物料 e. 綠色化學	e. <i>分析化學對社會的貢獻</i>
探究研習 (20 小時) 課題十六. 化學的探究研習 學生分組設計和進行探究，以解決與化學相關的真實問題。	

對比以往香港中學化學課程，*斜體字*的課題為新加入的內容。

表三：新高中物理課程的內容、結構及課時分配[3]

必修部分 (共 200 小時)	選修部分 (共 54 小時，任選兩個課題)
1. 熱和氣體 (25 小時) 2. 溫度、熱和內能 3. 熱轉移過程 4. 物態的改變 5. 氣體	
II. 力和運動 (55 小時) 1. 位置和移動 2. 力和運動 3. 拋體運動 4. 作功、能量和功率 5. 動量 6. 均勻圓周運動 7. 引力	VI. 天文學和航太科學 (27 小時) 1. <i>不同空間標度下的宇宙面貌</i> 2. <i>天文學的發展使</i> 3. 重力下的軌道運動 4. <i>恆星和宇宙</i>
III. 波動 (48 小時) 1. 波的本質和特性 2. 光 3. 聲音	IX. 醫學物理學 (27 小時) a. 眼和耳的感官 b. 非電離輻射醫學影像學 c. 電離輻射醫學影像學
IV. 電和磁 (56 小時) 1. 靜電學 2. 電路和家居電學 3. 電磁學	1. 能量和能源的使用 (27 小時) a. 家居用電 b. 在建築和運輸業中的能源效益 c. 可再生和不可再生能源
V. 放射現象和效能 (16 小時) a. 輻射和放射現象	VII. 原子世界 (27 小時) a. 盧瑟福原子模型



b. 原子模型
c. 核能

1. 光電效應
2. **玻爾的氫原子模型**
3. **粒子或波**
4. **窺探納米世界**

探究研習（16 小時）

物理科探研習學生必須進行一項探究活動，解決一個實質問題。

對比以往香港中學物理課程，**斜體字**的課題為新加入的內容。

生物科

新課程的必修部分分爲四個主題(表一) – 「細胞與生命分子」，「遺傳與進化」，「生物與環境」及「健康與疾病」；選修部分設有「人體生理學：調節控制」，「應用生態學」，「微生物與人類」，及「生物工程」四個主題[1]。新增的選修部分，是爲了照顧不同學習能力與興趣，拓展其對生物科某些課題的認識。選修部分中，有些是參考現行高級程度的課程內容而設計，例如「人體生理學：調節控制」、「應用生態學」。另一些則是現行課程沒有或較少觸及的，如「微生物與人類」、「生物工程」。這些課題一方面可以使學生關注生物學的最新發展，另一方面通過提供適當的情境，促進學生對科學、技術、社會和環境關係之認識。此外，新課程刪減了較艱深而又較難引起學生興趣的部分，如生物的分類階梯概念等，以騰出足夠課時讓學生修讀其他部分。

化學科

新課程加入以下四個方面[2]: (I)瞭解化學與其他學科之間的關係;(II)培養在單獨或與他人協作的情況下解決與化學有關問題的能力;(III)適當地關注作業安全的事項;(IV) 運用化學語言討論與科學有關的議題。新課程的必修部分著重于幫助學生理解基本的化學原理和概念，包括課題一至課題十二(表二)，大部分的內容與現時的課題相同，而選修部分包括「工業化學」、「物料化學」和「分析化學」三個課題，教師可因應不同興趣、能力和需要的學生，選出其中兩個課題作深入的探討。

科學、技術、社會和環境的關係在新課程中亦得以強調，如“從空氣中提取的氧氣可作醫療用途、爲了保護環境，化學物種的開採和提取應予以監管”等議題，以響應上文提及新課程所強調的學習目標如「找出與科學、社會、技術和環境相關的難題，並提出相關問題」。

物理科

新課程的必修課題有五個，分別是「熱和氣體」、「力和運動」、「波動」、「電和磁」、「放射現象和核能」(表三)[3]。該五個課題的內容幾乎完全涵蓋以往會考(中四至中五)課程，而深度及學習時間亦普遍超越後者；但對比於以往高級程度(中六至中七)課程，各課題的深廣度有所不及。而其中較明顯的刪減，包括「力學」的靜力學和振盪、「波



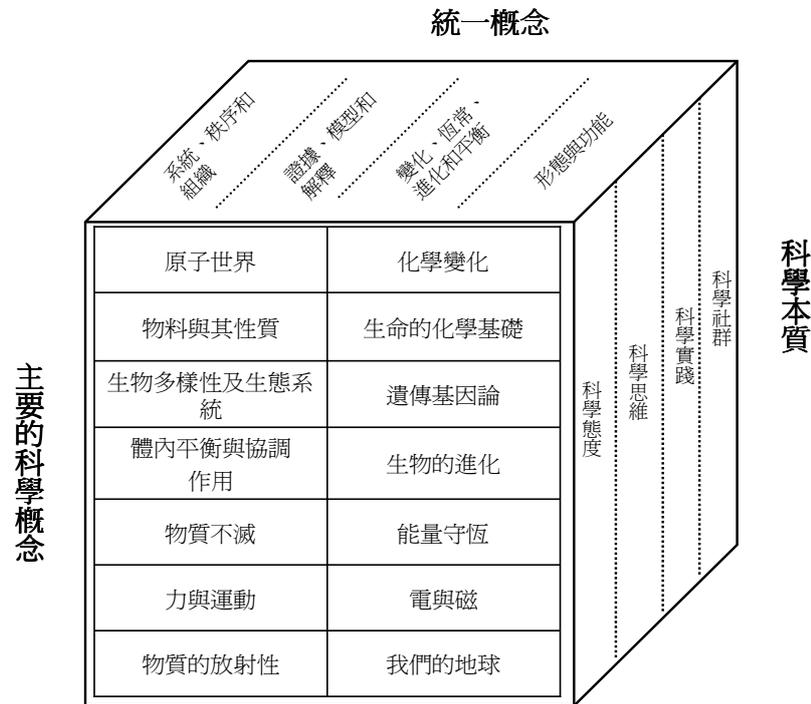
動」的光學儀器、「電和磁」中的電場、電磁感應及交流電、及「物性學」的固體和流體。至於四個選修課題，則旨在讓不同興趣、能力和需要的學生可對某些課題做出延伸學習，或對相關的知識、理解和技能做出統整，其中「醫學物理學」及「能量和能源的使用」兩個課題是以日常生活的技術應用為主題；而「天文學和航太科學」及「原子世界」此兩課題則以學術為主，其中的一些子課題如「恆星和宇宙」及「窺探納米世界」更超越現在的高級程度課程。可見，新課程的選修內容是朝向實用性和學術性這兩極發展。

綜合科學

理念宗旨

綜合科學是為不打算選修分科的學生而設，課程內容是以跨學科主題為主體。它試圖打破以往高中科學只著重分科教學的思維框框。按照該課程綱要，它以「具時代性和跨時代性為選材原則」，透過這些主題，「讓學生探索當中的主要科學理念，並透過有系統的探究活動，讓學生逐步掌握科學知識和技能，以評估科學和技術發展對社會的影響。」。[10](3)綜合科學承接了初中課程以科學探究為中心的理念，繼續以跨學科主題，培養學生的科學概念、探究技能、科學態度，並強調證據對作結論的重要性，希望能幫助學生適應其身處的技術發達的社會，及運用科學態度解決工作和生活上的問題。

綜合科學涵蓋了個別分科科目的基本宗旨，還強調要讓學生“認識主要的科學概念及相關的思考架構；與及建立思考和理解世界的工具”，即是透過認識科學的一些重大議題，理解各個重要的科學理念及貫穿其中的統一概念，從而讓學生既宏觀且深入地理解科學的本質。本科課程以統一概念為經，科學本質為緯，引領學生探究一共十四個主要的科學理念，如圖(一)所示：



圖一：綜合科學課程架構 [10]

課程目標及重點

綜合科學通過探索一系列與生活息息相關的議題，例如：生命的化學基礎，能量與物質的相互作用，疾病的機理等，幫助學生認識各個主要的科學理念及其發展脈絡，通過辨析貫穿各理念的統一概念，如系統，模型，變化，功能等，實現對科學本質的理解。例如，燃燒時物質不滅定律是基於氣體被納入研究系統之內。此外，科學家亦會以不同種類的模型表達其所研究的事物或概念，例如原子結構，氣壓等。

課程結構

綜合科學利用各種課程統整的方法將十四個主要科學理念融匯於十一個學習單元之中，[11] [12] [13] [14]這種單元的設計模式與 *Twenty First Century Science* 的設計方式頗為吻合。這些單元分為必修和選修兩個部分，各單元詳列如後：[10]

必修單元 (192 小時)

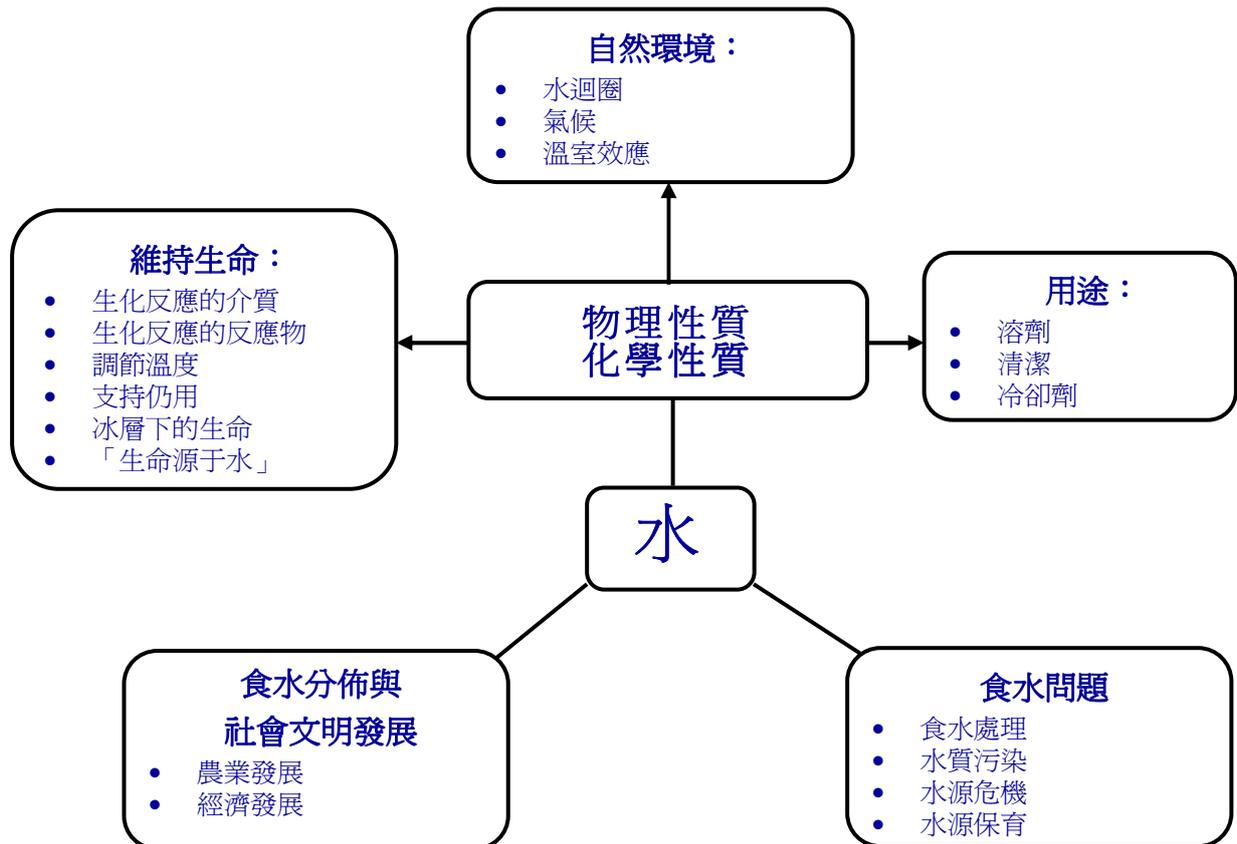
- 生命之泉 (24 小時)
- 體內平衡 (24 小時)
- 短跑科學 (24 小時)
- 化學世界中的規律 (24 小時)
- 電的啓迪 (24 小時)
- 大自然中的平衡 (24 小時)



- 輻射與我 (24 小時)
- 基因與生命 (24 小時)

選修單元 (3 選 2，共 64 小時)

- 能量、天氣與空氣質素 (32 小時)
- 持守健康 (32 小時)
- 化學為民 (32 小時)



圖二：綜合科學單元一「生命之泉」的組織圖[10]

各個單元的內容結構都非常獨特，難以一概而論。然而，各單元都提供了重點探討問題，相關的科學知識、科學本質和統一概念，以及一系列建議活動供老師參考。例如第一個單元“生命之泉”（見圖二）所探討的重點問題包括：水是什麼？水對我們的環境有何重要？有哪些論據支援或駁斥“生命源于水之說”？學生在探討此等課題時，可以瞭解到「科學理論的確立必須基於證據」這一科學本質。第二個單元“體內平衡”則透過介紹各種人體體內系統之間的平衡與協調，讓學生體會到“系統、秩序和組織”這一統一概念。第五單元「電的啓迪」則大量引用十九世紀時有關電和磁研究的發展歷史，要求學生重複前人的經典實驗，令他們領略實驗與科學發展的相關性。



各科的教學取向與策略

對現行的課程而言，新課程對教學取向與策略做出了更詳盡的指引，它將科學課的教學取向分為三大類：直接傳授式、探究式、共同建構式。直接傳授式適用於幫助學生掌握有關科學的基本資料和事實，如解釋、示範等。探究式則強調運用類似科學家探究知識的方法，讓學生透過釐清問題、驗證假說、收集和分析資料、得出結論。共同建構式則視課堂為一個學習社群，由學生和老師作為學習夥伴，共同建構知識，老師從中引導學生宏觀地將知識聯繫起來，以建構更廣泛而深入的知識，如專題研習。

基於這一教學取向，各科對教學方式作了更詳細的詮釋。生物科提倡老師採用多樣化的策略，包括歷史導向、情境導向、專題研習等。化學科保留舊課程多元化的策略如製作概念圖、搜尋與展示資料、運用資訊技術進行互動學習、提供全方位學習機會。此外，還加入以問題為本學習[15]。為了讓學生理解科學、技術、社會和環境的相互關係，各科都主張議題為本的教學取向，即利用適當的議題提供有意義的學習情境，學生通過研習，討論這些議題所引發的不同科學觀點，以至對社會道德及價值觀念可能造成的衝擊，使他們深切地體會科學及技術應用於社會所帶來的「機」與「危」。除此，亦利用歷史導向的教學策略，讓學生通過學習科學的歷史，了解科學的本質。各科亦同時提倡從閱讀中學習，強調學生能透過閱讀科學文章，通過師生、生生相互溝通與討論，明晰科學、技術、社會和環境之間的關係。

由於新的高中學制為一個持續三年的學制，中間不會對學生作出任何篩選，因此學生的個別差異會較大。新課程照顧到了學生的多樣性。[16] [2]強調在設計教學策略及活動時，要考慮學生的不同能力、興趣和需要，新課程提出了不同方法來照顧學生的多樣性，[16] [2]包括瞭解學生以建構學習的模組，透過同質和異質分組讓學生一起學習，因應學習風格使用不同的學與教策略包括採用多類型的教學活動輔以視聽教材，以配合學生的不同學習風格，以及運用資訊科技照顧學生的差異，例如以多媒體和網上學習資源誘發學生的學習動機，及讓學生按自己的進展步伐來學習。物理科裡便有多項建議讓學生及教師善用多種資訊科技於實驗課中，例如：運用資料記錄儀和各類感測器作實驗的長度及探究活動，利用攝錄機分析拋物體運動或圓周運動，以電腦軟體仿真物體的運動及核電的流程等[17-19]。各科對照顧優秀學生的需要尤為重視，除了加快這類學生的學習進度外，亦向他們提供更具挑戰性的作業及科學探究活動，以提高他們學習科學的能力。



評估

新課程除了以統一的公開筆試為評估學生學業成就的主要方法外，還引入校內評核的方式，擴大評估的範疇至其他方面（如科學探究）技能的評估。引入校本評核是為提高公開評核的效度，以彌補以紙筆形式考核的限制。其實類似的校本評核（稱為教師評審制）在以往中六中七高級程度考試已沿用多時，這次只是乘改革學制及課程之利，進一步將這種評估方式擴展至整個新高中科學課程。新與舊的校本評核的最大分別是前者除了包括實驗性的課業外，還加入非實驗性的作業包括批判性地閱讀（如評鑒科學家的貢獻）；設計海報或傳單（如向不同人士宣傳遵守“綠色化學”原則）；撰寫報告（如總結參觀工廠所獲取的科學知識）；開發多媒體產品（如說明聚合物合成的過程等）。這樣的安排加強了課程、教學及評核之間的整合。具體來說，校內評估起著兩方面的作用，一方面可以為學生和教師帶來正面的倒流效應，提高學生和教師對課程各個重點的重視程度，令學習焦點不僅限於考試所能考核的內容範疇，希望藉此激發學生更全面地學習科學，從而提高他們的科學素養。另一方面則讓教師搜集教與學的回饋，以瞭解學生的學習情況及所遇到的困難，因此它是一種「促進學習的評估」。當然，校內評估也是用以評定新高中學生的學業水準，包括概念理解和科學技能等方面，所以它亦屬於一種“對學習的評估”。

對新課程的評議

新課程由於牽涉了若干重大的改動，因此應會對本地高中的科學教育產生深遠的影響，以下我們會就新課程在提升高中科學教育水準的優勢，以及為學校、教師、學生帶來的挑戰作扼要的綜合評論。

優勢及機遇

(1) 課程能與當今科學教育的發展接軌

從課程的設計模式來看，以上的分析反映課程本質上是根據傳統的泰勒(Tyler)或工學模式而設計，[20]以學科的教學目標引領課程內容、教學方式及評估模式的制訂。雖然新課程並非如羅頓所提出的“課程發展者應該全面考慮設計課程的基本原則”[21]而設計，但它吸納了當代科學教育的重要理念——培養公眾的科學素養，因而課程不僅強調學生對科學知識和技能的掌握，還要讓學生理解科學、技術、社會和環境的相互關係，認識科學的本質，使學生對科學有一個更全面的看法。



(2) 課程內容更具彈性

新高中的各個科學課程，以三年的連續課程取代兩年高中和兩年高級程度課程，無疑加強了課程的連貫性。選修單元的開設是新課程最具革命性的地方，它賦予了學校選擇課程的決定權，給予學生一定程式的學習自主權，體現了對學生興趣與能力的尊重。

(3) 內容更適應時代的需要

此課程改革提供了一次改革課程內容的契機，不同科目中增加了一些屬於現代科學較先進或實用性較強的課題，如生物工程、微生物學、納米世界、醫學物理學等，以滿足未來社會對科學教育的需要，包括提高全民的科學素養及科研人才的培養。

(4) 學習評估更具效度

新課程擴大了校內評估機制，這個機制的好處是能夠引入更多元化的評核方式，擴大評估的範疇，以涵蓋更廣泛的學習目標，令評估更為全面和有效。校內評估亦可望發揮正倒流作用，以促進學生的學習，令老師更能掌握學生的學習進度及學習問題，因此，新的評估方式應比現行的更強調“促進學習的評估”與“對學習的評估”之目標的實現。

(5) 開創高中跨學科科學課程的先河

在這次課程改革中，新的綜合科學可算是一種革新性的產物。該科能在某程度上解決了普林格(Pring) [22]所提出獨立的分科課程的弊端——缺乏探討各科之間的聯繫及輕視學生學習經驗等。跨學科科學課程的開設能夠為一些不打算專修高中科學，但卻對科學抱有興趣的學生提供一套強調科學理念和科學本質的跨學科學習體驗，以幫助這些學生適應未來的高技術社會。

隱憂及挑戰

(1) 評估是雙刃劍

雖然新的校內評估機制有一定的優點，但在實施時仍存在一些隱憂。如老師是否只為評估而評估，又或是只著重評定學生的水平，而忽略以此作為瞭解學生的學習進度及剖析學生學習困難的契機？教師又如何應付校內評估所帶來的額外工作量？如何確保校內評估結果的可靠性？另一方面，從學生的角度看，新的機制又是否會加添評估的壓力，令學生的學習過度為評估所主導？要解決這些潛在問題，必需要提升教師的專業素質及改變學生的學習文化，否則只會令老師及學生被評估牽著鼻子走，難以真正體現校本評估為教學帶來的好處[23]。



(2) 課程理想與現實的落差

新課程反映了當今科學教育的一些重要趨勢，例如強調科學探究、STSE 及科學本質，但鑒於課時短絀，學習內容相對沉重，及在教與學雙方面都要面對極大的考試壓力，不禁令人對全面落實這些重點的可行性產生懷疑。隨著十二年免費教育的實施，將有更多學生修讀新高中科學課程，學習差異的問題相信會比目前更為突出。再者，新高中課程是一個為期三年的整體課程，有別於現行的二加二雙層課程，所以新課程難以像舊課程一樣採用布魯納(Bruner) [24]所倡議的螺旋式課程設計，即是說，在中四及中五先教授大部分課題的基礎概念，在中六及中七探討這些課題的更深奧的概念，讓學生迴圈漸進。但在新課程裏，同一個課題中會包含不同深度的概念，學生需要在較短時間內，對一個課題作出由基礎以至深入的瞭解，雖然部分較深奧的概念，已安排在選修單元中施教，但對於能力稍遜的學生來說，學習必修單元中較深入的概念仍可能感到吃力。因此，解決學習差異的問題，是科學老師需要面對的一項重大挑戰。

此外，推行綜合科學亦要面對教學人員調配的問題，因為現時高中的物理、化學和生物科都是由主修該科的老師任教，而綜合科學科則包含了不同科學領域的議題。因此，在教學工作的編排上會出現兩難的情況：只由一位分科老師教授，這老師便要教授不屬他本身專業範圍內的課題，施教時難免會缺乏信心。其二，如果分別由三位分科老師任教，理論上教學會發揮得較好，但卻可能影響課程的連貫性，某些單元(如“生命之泉”及“短跑科學”)的統整性可能會被支解，甚至連教學評估的一致性也難以確保，從而違背該科的基本精神。

(3) 對教師培訓的挑戰

由於新課程的設計模式、部分選修課題及評估方式都頗為嶄新，對於將來教師的專業培訓工作有著重要意義，即使是教師培訓人員，也要重新裝備自己和修整師訓課程的內容，以配合全面為教師提供有關新課程的培訓。因此，在師資培訓方面，課程開發者、教師教育工作者與教師三方面都需要做出適當的協調，以保證新課程的理念能夠得以具體落實。當然，師訓人員還需要多種科學課程與教學實踐的教育研究。

總結

根據富倫(Fullan)[25]的研究所得，決定一項課程變革成敗的其中一個重要元素是改革的複雜程度，越是複雜的，成功的機會便越低。因此，在學制、學生素質、課程模式及課程內容的多重變革下，新課程必然會為香港的科學教育工作者帶來前所未有的挑戰。鑒於國內實施高中三年制已有多年，已累積不少寶貴經驗，對本港未來實施新高中課程應有很大的參考價值。我們期望本文有助於開拓未來內地、香港兩地對各個高中科學課程的比較研究，以進一步提升兩地科學教育的開展。



參考文獻

- [1] 課程發展議會、香港考試及評核局。生物課程及評估指引(中四至中六)[S]。香港，課程發展議會，2007。
- [2] 課程發展議會、香港考試及評核局。化學課程及評估指引(中四至中六)香港，課程發展議會，2007。
- [3] 課程發展議會、香港考試及評核局。物理課程及評估指引(中四至中六)[S]。香港，課程發展議會，2007。
- [4] ASE (*The Association for Science Education*) *Science and technology in society (SATIS)* [M]. Hatfield: ASE, 1986-91.
- [5] AQA (Assessment & Qualifications Alliance). *Specifications for GCE Science for public understanding*[S]. Manchester: AQA, 1999.
- [6] Millar, R. Twenty First Century Science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science [J]. *International Journal of Science Education*, 2006, 28(13), 1499-1521.
- [7] McComas, W. F. *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* [M]. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [8] McComas, W. F. Keys to teaching the nature of science [J]. *The Science Teacher*, 2004, 71(9), 24-27.
- [9] American Association for the Advancement of Science. *Science for All Americans* [M]. New York: Oxford University Press, 1990.
- [10] 課程發展議會、香港考試及評核局。綜合科學課程及評估指引(中四至中六)[S]。香港，課程發展議會，2007。
- [11] Maurer, R. E. *Designing Interdisciplinary Curriculum in Middle, Junior High, and High Schools* [M]. Boston: Allyn and Bacon, 1994.
- [12] Wineburg, S. & Grossman, P. *Interdisciplinary Curriculum: Challenges to Implementation* [M]. New York: Teachers College Press, 2000.
- [13] Haynes, C. *Innovations in Interdisciplinary Teaching* [M]. Westport, CT: Oryx Press, 2002.
- [14] Forgarty, R. 著，單文經、黃惠文譯。課程統整的十種方法 [M]。臺北，學富文化事業有限公司，2003。
- [15] Gallagher et al. Implementing problem-based learning in science classrooms [J]. *School Science and Mathematics*, 1995, 95(3), 136-146.
- [16] Acar B. & Tarhan L. Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding [J]. *Research in Science Education*, 2007, 38 (4), 401-420.



- [17]王笑君、楊友源。虛擬現實技術在物理課件開發中的應用 [J]。大學物理，2001，20(11)，35-38。
- [18]吳肖、廖文、楊友源。自由及開源軟體在物理教育中應用的初步探討 [J]。大學物理，2006，18(4)，73-77。
- [19]楊友源。以資訊技術優化物理學習的範例——低成本的電腦輔助物理實驗 [J]。大學物理，2008，20(2)，68-72。
- [20]Tyler, R. *Basic principles of curriculum and instruction* [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1949.
- [21]Lawton, D. *Curriculum studies and educational planning* [M]. London: Hodder & Stoughton, 1983.
- [22]Pring, R. *Knowledge and schooling* [M]. London: Open Books, 1976.
- [23]Cheung D. & Yip D.Y. How science teachers' concerns about school-based assessment of practical work vary with time: the Hong Kong experience [J]. *Research in Science & Technological Education*, 2004, 22(2), 153-169.
- [24]Bruner, J. S. *The process of education* [M]. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1960.
- [25]Fullan, M. & Stiegelbauer, S. *The new meaning of educational change* [M]. London: Cassell, 1991.