

學會學習

學習領域
科學教育

諮詢文件

中華人民共和國
香港特別行政區
課程發展議會
二〇〇〇年十一月

目 錄

1. 引言.....	1
2. 背景.....	2
3. 課程發展的基本思路.....	4
4. 課程的發展階段.....	6
4.1 短期發展 (2000-2005 年).....	6
4.2 中期發展 (2005-2010 年).....	9
4.3 長期發展 (2010 年以後).....	10
5. 課程架構.....	11
5.1 課程宗旨.....	11
5.2 學習目標.....	11
5.3 課程架構的組成部分.....	13
5.3.1 學習範疇.....	13
5.3.2 共通能力.....	14
5.3.3 價值觀和態度.....	15
5.4 課程設計的模式.....	15
5.5 教學、學習與評估.....	17
5.6 校本課程發展.....	18
5.7 全方位學習.....	19
5.8 與其他學習領域的連繫.....	20
6. 總結.....	22

附錄：

1 學校教育各階段的學習目標.....	23
2 共通能力與科學教育.....	31
3 科學教育中的價值觀和態度.....	35
4 常識科課程的新方向.....	39
5 高中階段新設的科學與科技課程.....	41
6 科學教育與科技教育的關係.....	47

1 引言

本文件的作用，在於補充課程發展議會《學會學習》課程諮詢文件（二零零零年十一月），故兩份文件須參照閱讀。

一九九九年，教育統籌委員會展開「教育制度檢討」，課程發展議會同時進行「學校課程整體檢視」；《學會學習》就是這次學校課程整體檢視的成果。

2 背景

香港的科學教育是透過小學及中學階段的一系列科目進行的。

小學	初中	高中
<ul style="list-style-type: none">常識科	<ul style="list-style-type: none">科學科	<ul style="list-style-type: none">生物科人類生物學科化學科物理科

在小學階段，科學教育是常識科課程的一個學習元素。此外，常識科課程還包括個人、社會及人文教育和科技教育中的學習元素。在初中階段，由不同的科學課題組成的中一至中三科學科，是所有學校的核心課程。在高中階段，中四至中五的學生可選修生物、人類生物學、化學及物理各科，而在中六的高級補充程度及高級程度科目中，則包括生物、化學及物理。

就這些科目而言，課程的預期目的是幫助學生：

- 認識他/她們周圍的事物；
- 發展客觀、具批判性的觀察能力；
- 發展解決問題能力及科學思維；
- 明瞭科學與現實世界的關係，以及科學對轉變中的社會的重要性；以及
- 掌握運用科學語言進行溝通的技能。

這些目標符合我們的整體教育目標，即《香港學校教育目標》（一九九三年）中所陳述的：幫助學生獲得讀寫能力和運算能力，培養他/她們的思考和推理能力，讓他/她們獲得知識，以及增進他/她們的社會、政治及公民意識。

一九九九年對學校課程進行的全面檢討過程中，我們對作為學校課程學習領域之一的科學教育作出深入檢討。科學教育的目的重新定位，以符合二十一世紀的新教育目標 – 讓我們的學生樂於學習、善於溝通、勇於承擔、敢於創新。同時也確定了科學教育中的基本學習元素，使學生得以全面發展。

我們提出了建議，使學生透過經改進的課程架構及教學與評估策略，學會如何更好學習科學。科學教育除了能提高學生的科學能力外，還能透過各種學習活動促進學生共通能力的發展。學生在八個學習領域的學習經驗緊密相連，而認真計劃的學習活動可提高在有限的課程時間內的學習效率。以下各章中詳述了建議和基本理念，並舉例說明。

3 課程發展的基本思路

在科學教育中遇到的問題及可能的解決方法簡述如下：

(1) 發展新的科學課程架構

- 科學課程包括科學、生物/人類生物學、化學和物理等各級程度的學科。為了加強學科之間的連繫，有需要改善科學課程的連貫性和協調性。
- 在香港，科學課程的架構將會根據香港的整體教育目標制訂，並達到高水平國家的國際標準。

(2) 著重發展科學思維

- 現時部分教學過程過分強調學科的知識內容，對高階思維能力重視不足。
- 整體而言，科學教育應提高學生的科學思維，同時必須有助於學習者的個人發展。

(3) 培養學生對科學的興趣

- 在某些小學，科學教學幾乎完全離不開書本，妨礙了利用探究學習活動來培養學生對科學的興趣。
- 有效的科學教學與學習應透過適合學習者個人需要的各種活動進行。
- 學生必須經常及樂於參加學習活動，才能主宰學習的過程，從而積極及主動地學習科學。

(4) 培養學生主動學習科學

- 在初中階段，學生須面對許多不同科目，可能引致學習效能不高，學科知識割裂。在科學方面，很多學生未能把知識整合，也不懂得如何運用科學知識和技能來處理日常生活問題。
- 學生必須積極地將其他學習領域的學習經驗連繫起來，以完成有意義的學習任務。
- 誤用「引導發現法」及過分倚賴「食譜」式的工作手冊，阻礙了學生發展創意及解決問題的能力。

- 學生應積極參與設計實驗及進行實驗，以探索科學概念及發展科學探究能力。
- 為學生介紹科學的新發展及培養他/她們對科學和科技發展的興趣。

(5) 幫助學生根據科學證據作出明智的判斷

- 在高中階段，過早分科使部分學生失去繼續學習科學的機會。這些學生會發現他/她們在處理日常生活中的科學與科技問題時能力不足。
- 學生必須掌握基礎科學知識及科學過程技能，才能根據科學證據作出明智的判斷。
- 科學教育的責任應包括促進公眾了解科學，以及培養學生主動及獨立地學習科學。
- 有需要為高中階段非理科生提供新設計的科學與科技課程。

(6) 照顧對科學有濃厚興趣及有才能的學生

- 現有的課程結構使學生在高中階段，對科學課程的選擇有限。
- 能力較高或者對科學有濃厚興趣的學生，需要更具挑戰性的學習課程。這些課程應為學生的科學能力提供發展空間，好讓他/她們的潛力得到充分發揮。

4 課程的發展階段

4.1 短期發展（2000-2005 年）

短期發展應建基於教師及學校的長處，以循序漸進及互動協作模式，支援教師及學校。

（1）發展新的科學課程架構

- 在編製課程架構和各種科學課程的過程中，將會進行試點研究，以確保有關建議是建基於學校的長處和成功經驗。同時也會進行調查和研究，有系統地取得改進科學教育的資料，例如有效地運用專題研習及全方位學習等方法來學習科學。
- 學校要是有意試用科學課程架構中建議的新方法，我們會提供支援，並將其經驗評估及推廣。為了促進學生更主動及獨立地學習，教師及學校可在科學教與學中培養學生的共通能力，以及調適課程以滿足學生和社會的需要。
- 過渡至新的科學課程架構期間，各學校可發展本身的課程及學習計劃。期望到二零零五年，所有學校按照開放的課程架構，已發展出校本課程，滿足學生及社會的需要。

（2）著重發展科學思維

- 為了讓學生主動及獨立地學習科學，應著重提高學生的科學思維、加強培養學生的科學過程技能。以下是一個例子：

誘發探究思維

程度：初中

課程：科學

重點：發展學生的探究思維

- 教師可運用不同的教學策略來促進學生的探究思維。教學時，要學生就一些有趣的現象提出假設，例如：「為甚麼金魚睡眠時可保持不浮不沉？」學生要設計及進行實驗以作驗證，並從實驗結果作出結論。
- 透過此活動，學生能體會科學家探究自然現象的過程，並了解如何從實驗得出科學原理。
- 這種手腦並用的科學探究活動有助學生認識科學本質，並啟發他/她們對周圍事物尋根究底的精神。

- 此類學習活動可誘發及加強學生的好奇心、創意、溝通、協作及解決問題能力。

- 為學生提供更多課室以外的學習機會，我們將與科學和科技領域的學術機構以及專業團體（例如大學的理學院及香港科學館）合作，舉辦各種科學研習活動，促進公眾對科學的了解，提供真實的科學學習機會。

(3) 培養學生對科學的興趣

- 在目前的常識科，建議教師在課室內外進行有趣及動手的科學探究活動，以培養學生的好奇心，增進他/她們的探究精神。以下是一個例子：

科學模型製作

程度：小學

課程：常識科

重點：增強科學學習經驗

- 讓學生參與製作簡單和安全的模型，以探索簡單的科學和科技概念。例如：透過製作曲面鏡去研究有趣的影像的成因，或製作電動機去探究其運作原理。這些活動可以在課堂上或課後進行。
- 教師可以把這些模型製作活動作為介紹一個新課題的教學資源、作為講述一個課題後的鞏固練習或作為科學探究活動的引子。
- 製作模型能讓學生有機會探索常識科中某些課題簡單的科學概念，並對科學探究的過程，獲得難能可貴的親身體驗。
- 這些活動可培養學生的好奇心、創意和探究精神，並發展他/她們的溝通、協作和學習能力。

- 我們將會設計一個新的常識科課程架構，以增加學生的科學與科技學習經驗，為教師在設計校本課程時提供參考。

(4) 培養學生主動學習科學

- 二零零零年九月開始實施的中一至中三科學修訂課程，已包括新科學課程架構的主要特點，例如加強科學過程技能，統整科學教育的學習範疇，以及包括核心課題及延展課題兩部分。
- 學校可按核心課題設計校本課程，騰出課程時間以開展多樣化的學習活動。特別應在初中階段增加科學與科技的解決問題專

題研習活動，以幫助學生增進對科學過程的了解與掌握，提高學生解決問題的能力，使學生主動學習科學。

(5) 幫助學生根據科學證據作出明智的判斷

- 現有的科學課程綱要如生物、化學及物理將予修訂，於二零零三年九月實施。修訂重點在發展科學思維、加強解決問題能力、培養主動與獨立學習。
- 將為非理科生增設名為「綜合科學及科技科」的新科目，幫助他/她們應付快速變化的環境，能在科技社會中作出有根據及明智的判斷。該新科目包括由多個科學與科技課題組成的單元，例如環境科學、健康科學等。以下的例子，介紹如何在科學教育培養明智的判斷力：

基於科學證據作出明智的判斷

程度：高中

課程：生物/化學/物理

重點：作出明智的判斷

- 為學生安排活動，研究一些與科學有關，並且是個人及社會所關心的議題，以發展學生的理性抉擇能力。學生搜集證據，推斷這些證據的可靠性及論點能否成立，辨清一些模稜兩可的事實，平衡不同解決方案之利與弊，以及預計某一選擇所帶來的後果。
- 適合這類活動的題目很多，例如「基因改造食物」、「性別的選擇」、「較能減少污染的燃料」、「核能」、「手提電話的電磁波」、「高壓電站對健康的影響」等等。這些題目都涉及多個學科範疇。
- 這些活動以論壇形式進行，由教師主持，介紹議題及提供背景資料。教師扮演學習推動者的角色，幫助學生搜集資料，提出引導性問題，鼓勵學生表達個人意見，以及廓清價值觀。
- 透過資料搜集、分析問題、辯論/匯報，學生得以發展各種共通能力。

(6) 照顧對科學有濃厚興趣及有才能的學生

- 必須為這類學生組織科學競賽、專題實驗、獨立研習、議題為本的學習等各種形式的學習活動，以提高他/她們在科學與科技方面的各種能力。這些活動既可透過校本計劃進行，也可與大專院校、專業團體及商業機構共同組織。

為了實現科學教育的建議，有需要設立教師訓練課程，務使各級的理科教師能發揮專業效能。計劃如下：

- 舉辦研討會及研習班，讓教師交流動手及探究活動的成功例子和經驗
- 舉辦有實習內容的課程，協助教師掌握科學與科技的新發展
- 設立網上教師專業發展訓練課程，幫助教師提升科學知識

教師還需各方面的支援：

- 教育署將透過科學組，校本課程組及區域教育服務處提供支援
- 課程發展議會將建立網上課程資源庫，幫助教師適應課程改革帶來的轉變
- 進行科學探究教學活動時，教師亦需要實驗室技術員的協助。因此，實驗室技術員亦需得到適當的培訓，認識科學課程架構的新要求。

4.2 中期發展（2005-2010 年）

學校應藉著大專院校的支援，以及從各種途徑取得的經驗，編製自己的課程，使學生能達到科學教育的學習目標和共通能力方面的目標。將來，科學教育的課程架構會根據已驗證及調節的目標修訂，學校為學生制訂及執行學習計劃時，可作參考。

在小學，教師除了在課室中以傳統方式教授科學外，還應有足夠的時間帶領學生進行動手的探究活動，以培養學生的好奇心，幫助學生建構科學知識，提高他/她們的基本科學過程能力。學生還需參加由博物館及各類學習資源中心提供的各類型科學學習活動。

在初中階段，可以將學生的科學與科技知識連繫起來，使他/她們有效地學習科學。專題研習及全方位學習，有助學生建立穩固的科學與科技基礎，從而提高他/她們終身學習所需的能力。

在高中階段，應為學生提供全面及均衡的課程，包括學科學習、全方位學習及服務學習等。學生將獲得必要的科學知識及科學過程能力，這不但為他/她們的未來發展打下基礎，並且有助他/她們成為現代公民，為科學與科技世界作出貢獻。

4.3 長期發展（2010 年以後）

科學教育的長遠目標，是培養學生對科學的興趣及讓他/她們掌握基本的科學知識和技能，成為科學與科技的終身學習者。科學教育亦需幫助學生學會怎樣適應科學與科技發展的步伐，好能面對難以預測的未來世界。

5 課程架構

5.1 課程宗旨

對學生進行科學教育，宗旨如下：

- 引發對科學的好奇心、培養對科學的興趣；
- 提高探討和解決問題的能力；
- 獲得在科學與科技世界中生活及作出貢獻所需的基本科學知識及概念；
- 認識科學的用途和限制，及科學 科技與社會之間的互動關係，以培養負責任的公民態度，包括對環境的尊重，以及作出承諾、善用資源；
- 學會科學語言，獲得在科學問題上交流意見的能力；
- 能夠領會及了解科學知識不斷發展的性質；
- 透過科學學習，促進個人成長；以及
- 為在科學與科技領域中進一步學習或就業作好準備。

5.2 學習目標

經過各階段的學校教育，學生將在科學教育中獲得必要的知識、能力和正確的態度。在學校教育的各個階段科學教育的學習目標如下所述。

小學畢業時，學生應能：

- 顯示對科學的好奇心和興趣，提出有關大自然及他/她們周圍環境的問題；
- 運用重點探究及調查方法，掌握對科學的了解和能力；
- 將他/她們對科學的了解，與生活和環境連繫起來；
- 將他/她們對科學的了解與個人健康連繫起來，培養對日常生活中安全問題的敏銳感覺，並能採取行動預防危險；
- 運用科學知識及他/她們對科學的了解，說明及解釋一系列熟悉的現象；以及
- 考慮如何以關懷和審慎的態度對待生物及環境。

初中畢業時，學生應能：

- 獲得在科學與科技世界中生活及作出貢獻所需的基本科學知識及概念；
- 培養能力去說明問題、設計實驗以找出解決方案、進行實際工作及解釋所得結果；
- 將對科學的了解應用於技術運用、社會問題及日常生活中遇到的情況；
- 認識科學的用途和限制，以及科學知識不斷發展的性質；
- 將他/她們對科學的了解與個人健康連繫起來，培養對日常生活中安全問題的意識，並能採取適當行動預防危險；以及
- 考慮人類活動對環境的影響，明智地採取保護環境的行動。

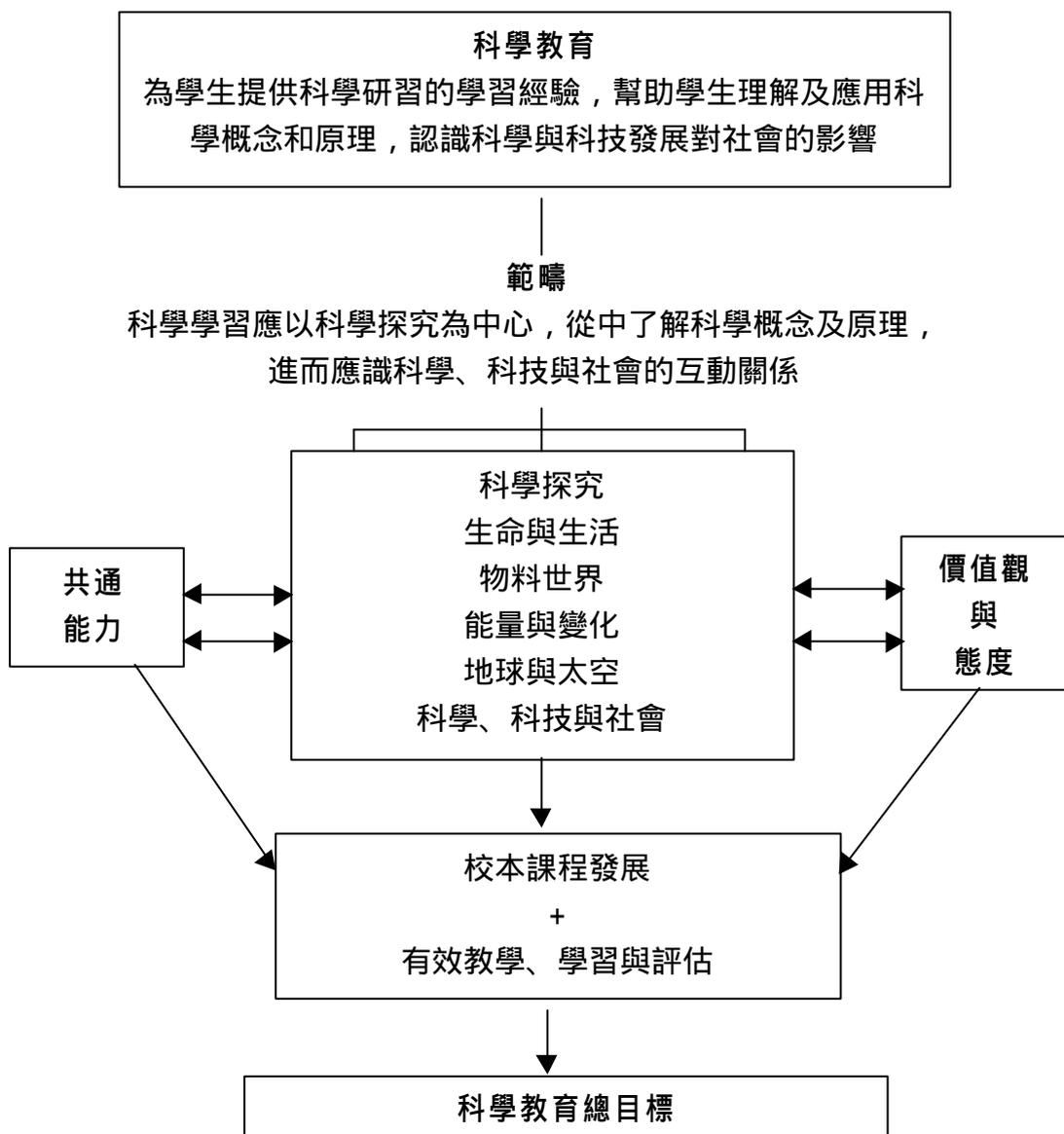
高中畢業時，所有學生應：

- 基本了解為科學與科技世界作出貢獻所必需的科學知識及概念；
- 具有運用科學方式、方法去解決問題的能力；
- 能根據科學證據作出明智的判斷及決定；
- 能理解有關科學和科技的性質、發展等問題；
- 能明智地判斷個人的健康狀況，並就安全問題採取負責任的行動；以及
- 承認人類活動對環境的影響，負責地採取保護環境的行動。

學生在學校教育各階段應達到的學習目標（包括在高中階段，選修專門科學課程的學生的學習目標），請參閱附錄 1。

5.3 課程架構的組成部分

科學教育架構圖示



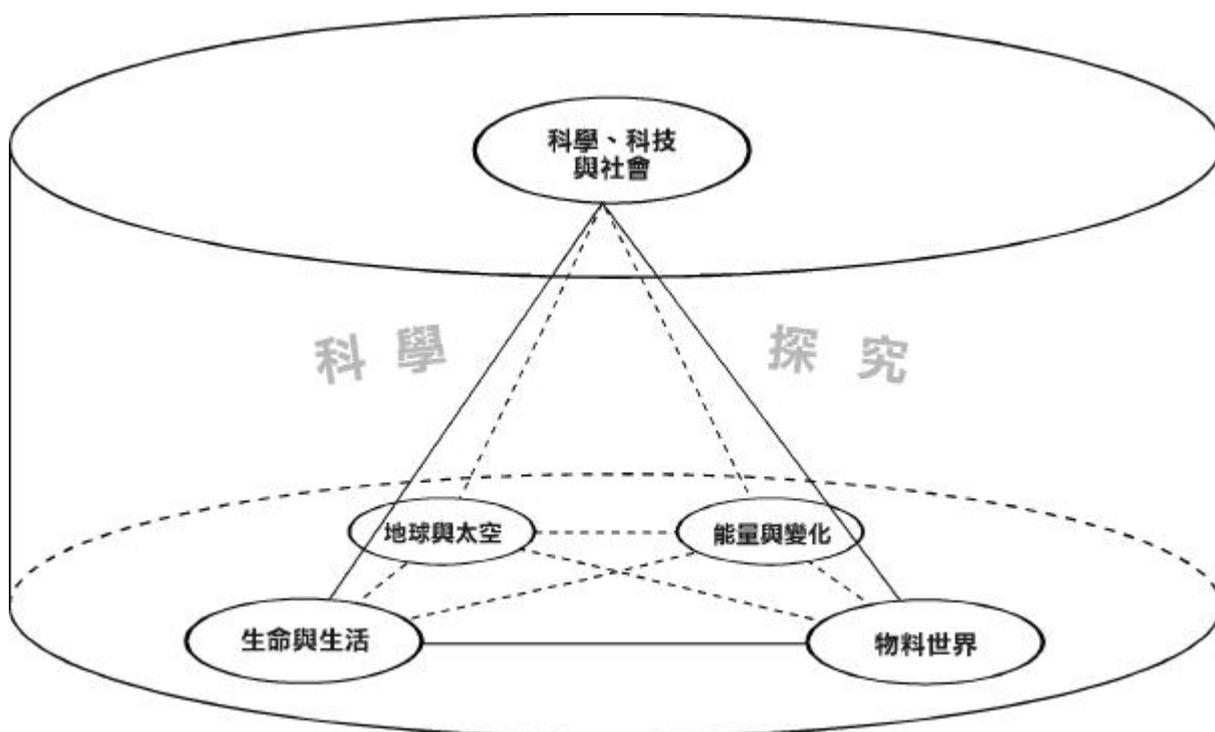
5.3.1 學習範疇

為了計劃及組織科學課程，需要將科學的各主要學習元素劃分成一些範疇。為了達到科學教育的宗旨，基本學習內容歸納為以下六個學習範疇：

- 科學探究 – 培養學生的科學過程能力、對科學本質的了解；
- 生命與生活 – 培養學生了解與生命世界有關的科學概念及原理；
- 物料世界 – 培養學生了解與物料世界有關的科學概念及原理；

- 能量與變化 – 培養學生了解與物理過程有關的科學概念及原理；
- 地球與太空 – 培養學生了解與地球、太空及宇宙有關的科學概念及原理；
- 科學、科技與社會 – 培養學生了解科學與科技如何影響社會。

科學學習應以科學探究為中心，從中了解與生命與生活、物料世界、能量與變化及地球與太空有關的科學概念及原理，進而認識科學、科技與社會的互動關係。這六個範疇之間相互的關係，可用下列示意圖表示：



5.3.2 共通能力

作為終身學習者，我們的學生必須具有某些能力，以掌握日新月異的知識。這些共通能力是學生要在學校教育的所有階段及所有學習領域中，不斷培養的。共通能力有時也稱為關鍵能力、跨學科能力或可轉移的能力。

要在終身學習及個人發展方面取得成功，下列九種共通能力是必不可少的：

- 協作能力
- 溝通能力
- 創造力
- 批判性思考能力

- 運用資訊科技能力
- 運算能力
- 解決問題能力
- 自我管理 ability
- 研習能力

學生應在科學教育中培養智力及實踐能力，才能探索和研究科學世界。學生必須培養這些能力，並且能將這些能力應用於不同的學習領域，不論該領域是否屬於科學的範疇。若能將這些能力應用於不同的領域，學生可以獲得新的知識，進而能繼續學習。

附錄 2 中說明了如何通過學習科學來培養共通能力。

5.3.3 價值觀和態度

科學課程認為增進科學學習經驗的必要途徑是：「研究及探索、溝通、科學與日常生活連繫，以及作明智的決策」。科學是一種形式獨特的知識，學習者透過科學探究，將科學方法用於解決問題、作出決定及證據評估的過程。因此，如果學生想有意義地參加科學活動，就必須有探究精神。為了使學生掌握科學思考及工作方法，需要培養的價值觀和態度包括：

- 好奇心
- 堅毅
- 批判性思考
- 思想開放
- 適當評估他人的建議
- 對生物及非生物環境有敏銳的觸覺
- 對不確知的事或物，願意採取容忍的態度
- 尊重證據
- 具創意及發明力

附錄 3 中載有說明透過科學教育培養價值觀和態度的範例。

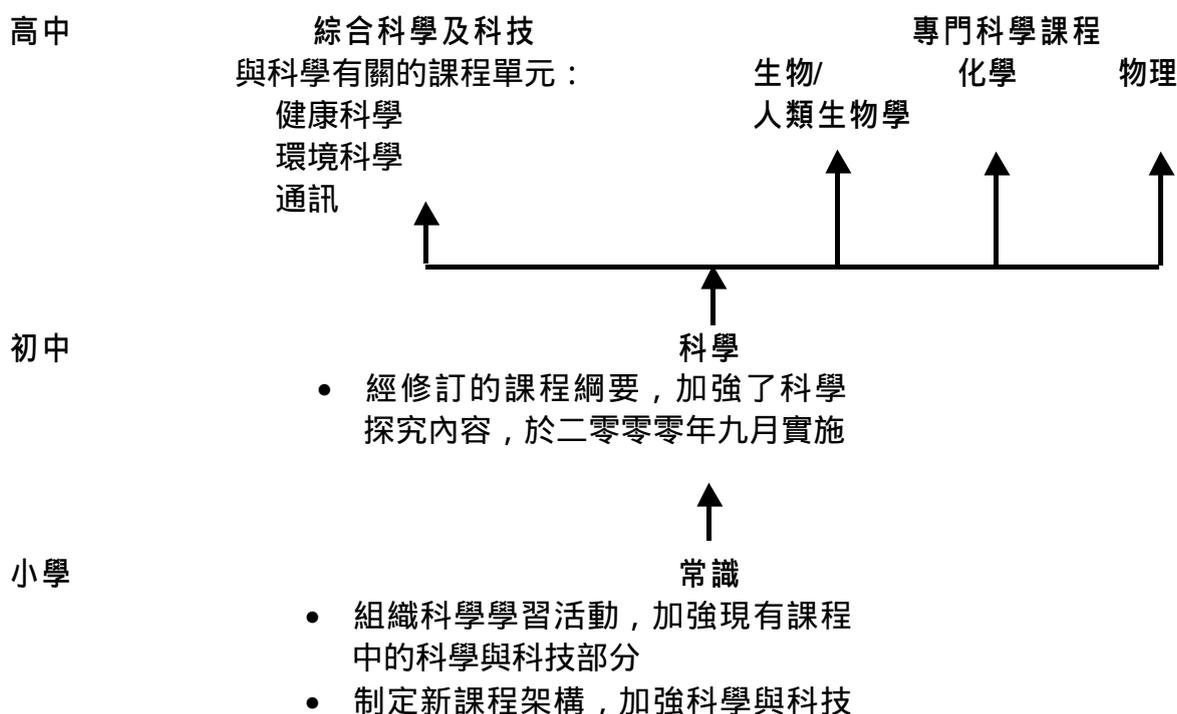
5.4 課程設計的模式

為了促進香港的科學教育，建議對學校科學課程的組織進行改動。設計新的科學課程時，所遵循的原則是：

- 提高學生的科學思維能力，加強他/她們的探究及解難能力；
- 擴展小學課程中科學與科技的學習經驗，以培養學生的好奇

- 心，增進他/她們的探究精神；
- 更好地統籌初中階段的基礎科學與科技課程，以提高科學與科技教與學的效率；
- 為高中學生在科學與科技方面打下牢固的基礎，使他/她們能應付日新月異的環境，能在科技社會中作出明智的判斷；以及
- 設置供選修的科學科目，使高中學生能夠進行專科的深入研習，為未來就業作好準備。

建議的小學及中學科學課程如下：



在短期內將探索常識科課程重新設計的新方法，其大綱見附錄 4。

經修訂的中一至中三科學課程綱要加強了科學探究內容，於二零零零年九月開始實施。現有的科學課程綱要—中四至中五的生物、化學及物理將予修訂，於二零零三年九月開始實施，以反映新科學課程架構的變化。

建議中四至中五開設的「綜合科學及科技科」大綱，見附錄 5。

5.5 教學、學習與評估

為了有效地學習，學生必須積極地參與科學探究活動。以下是使學習者參與科學學習過程的方式：

- 學生必須自覺地學習，並對自己的學習負責。學習科學涉及對環境的探究，要探究的問題應來自學生內心，出於他/她們的求知欲或找出解決方案的需要。學生更要自己提出問題，使探究成為自己的任務。這種方法使他/她們感到有能力掌握自己的學習，並能完全投入。
- 學生必須參加決策及解決問題。允許學生作出決策來解決問題，該問題就變成他/她們自己想要探究的事情。
- 學生必須學會靈活運用在科學學習中不同情況下所獲得的能力及知識。在探究及掌握新知識的過程中靈活運用過去所得到的知識及能力，有助於學生持續學習。
- 學生須能自我組織及組織他人。要積極地學習科學，學生必須既能獨立工作，也能參加小組工作。他/她們要運用自己的各種研習能力，選擇最合適的資源（例如合適的儀器）和資料，以及學習取得資料及資源的方式。
- 學生須能以多種方式，顯示他/她們的理解力和能力，並能選擇最適宜的方式向聽眾報告他/她們的實驗或專題研習，提出所得的數據（例如要繪出甚麼圖形或圖表），解釋及說明他/她們的意念及理解，使他人明白。
- 學生在學習過程中需進行自我評估及朋輩評估。積極學習方式要求學生制訂自己的評估標準，評估自己的進度，認識自己的能力和弱點，並協助評估他人的進度。
- 學生必須對學習感到興致盎然。積極學習的學生充滿自信，在熱情地參與活動的過程中成長。我們希望成功帶來自信，而自信又會帶來積極的態度和動機。

科學教育中的評估對教師和學生均起重要的作用。為了改進教與學，必須對教與學過程進行評估。評估需切實進行，作為診斷工具來協助改進學生對科學的學習。在適當強調提高科學探究能力的同時，按照學習目標制訂的表現標準來進行評估，對於科學教育改革措施是否能夠成功，至關重要。表現標準應透過有系統的研究和比較研究來制訂。此外，需

制訂評估機制和方法，在一些試點學校試行和使用。又需為理科教師制訂全面的專業發展訓練課程，使他/她們具備必要的知識和能力，有效和自信地進行評估工作。教師還應接受培訓，學習運用評估過程中回饋的資料，作出改進。以下是透過評估改進科學學習的一個例子：

科學實驗技能評估

程度：初中

課程：科學

重點：透過評估，改進科學學習

- 學習科學最具體而實在的途徑是進行實驗活動。純熟的實驗技巧有助我們安全而有效地對周圍現象進行探索和研究。
- 配合學習目標的科學實驗評估，是科學教與學工作中的一種回饋機制。例如：要學生以本生燈把一燒杯的水加熱至 80°C ，或設計一警報系統並繪畫其電路圖。通過評估活動，教師可知道學生能否正確而安全地運用器具和儀器，以及他/她們對基本科學原理有多理解。
- 科學實驗評估活動亦有助培養和加強學生的實驗和操作能力，鞏固他/她們的科學知識，和發現學生在進行實驗活動時所遇到的困難。
- 悉心設計的科學實驗評估活動，能培養學生解決問題和思考的能力。同時，學生的毅力、自信、創意和參與性亦得以提高。

5.6 校本課程發展

學校可按照新的科學課程架構，發展本校的課程及學習計劃，以滿足學生及社會的需要。經修訂的中一至中三科學課程（二零零零年九月起實施）分為核心部分及延展部分，使學校能夠靈活地安排校本科學課程。核心部分包括科學的各基本學科，所有學生均須學習。延展部分供特定組別的學生額外學習。延展部分中每一課題的學業水平，在不同的學校或同一學校的不同班級，都會不同。教師從核心部分和延展部分中選擇適合自己學生的需要、興趣及能力的內容，設計校本課程。

採用了校本課程，應有更多的空間為學生安排各種活動，促進科學學習。例如，教師可：

- 安排參觀香港科學館，介紹常識科課程中的特定科學課題，以提高學生對科學的興趣，透過全方位學習加強科學學習；
- 為初中學生組織有趣的科學專題研習，使學生積極參與解決科學與科技問題的學習活動；以及
- 鼓勵學生參加科學競賽，進一步提高他/她們在科學方面的能力。

此外，教師還可：

- 在課程顧問的協助下，重新設計校本常識科課程，透過在學習資源中心（例如中學或大專院校的實驗室）的學習活動，增加科學及科技方面的學習；
- 在科學探究活動中鼓勵學生的探究精神，要求學生作出假定，設計和進行實驗，收集和分析數據，作出判斷，報告結果並作出結論；以及
- 在高中學生進行科學專題研習活動時擔當導師及顧問，以培養學生的科學探究能力，以及溝通、協作、運用資訊科技及批判性思考等能力。

5.7 全方位學習

除了傳統課室及實驗室外，學生也可在很多其他地點和活動中學習科學。為了改進教與學，學校可尋求各個政府部門、大專院校、專業團體、資源中心、志願機構及同類學校的支援和協助。透過全社會的支援，可安排各種學習活動。這些活動形式甚多，例如科學普及演講、議題為本的學習、辯論及討論會、展覽會、參觀博物館、發明活動、科學競賽、科學專題研習、科學展覽、野外考察、實驗室研究及實驗等，使學生從中可以得到學習經歷。

透過校本課程發展及/或全方位學習改進科學教與學的一些範例，可在以下網頁找到：<http://www.cdc.org.hk/science>。範例包括：

小學階段

- (1) 製作科學模型
- (2) 科學專題競賽
- (3) 科學夏令營
- (4) 參觀海洋公園及香港科學館
- (5) 郊野經歷課程

初中階段

- (6) 包含核心及延展部分的彈性課程
- (7) 激勵探究精神
- (8) 科學和科技專題研習
- (9) 趣味科學比賽

- (10) 參觀香港太空館和健康資訊中心
- (11) 巡迴科學展覽
- (12) 評估科學實習活動表現

高中階段

- (13) 專題研習：化學奧林匹克
- (14) 基於科學證據作出明智的判斷
- (15) 聯校科學展覽
- (16) 郊野學習課程
- (17) 參觀香港天文台
- (18) 暑期科學鐵人活動
- (19) 暑期生物學研討會與研習夏令營
- (20) 數據記錄實驗
- (21) 微型化學

5.8 與其他學習領域的連繫

教師必須幫助學生把科學方面與其他學習領域的學習經驗連繫起來。這能幫助學生在有限的學習時間內提高學習效率。以下是一些例子：

科學與語文教育

- 閱讀科學幻想小說、有關科學發現及科學家的故事，培養對科學的興趣

科學與數學

- 處理數據，以探究及解釋定量資料

科學與個人、社會及人文教育

- 跨課程研習，例如健康教育、性教育及環境教育

科學與藝術教育

- 欣賞自然現象的美

科學與體育

- 跨課程研習，例如健康教育

科學與科技教育

- 將科學原理用於設計及解決問題過程
（一般人認為，科學方面與科技方面的學習經驗是相關的。附錄 6 中的示意圖說明二者之間的關係）

把科學教育與其他學習領域連繫起來的範例，可在以下網頁找到：

<http://www.cdc.org.hk/science>。

6 總結

本文件展示了廿一世紀科學教育的願景。不過我們知道，這是一個長遠目標，需要循序漸進及教師的參與，才可達致。為了配合新的發展，將會有以下的措施支援教師：

- 確定科學課程的架構，供教師設計校本課程時參考
- 進行研究及發展計劃，找出成功的教與學例子、製作有關教材
- 透過教師網絡、互聯網及一系列的教師專業發展訓練課程，推廣成功的教與學例子及教材
- 由課程發展議會建立網上課程資源庫，支援教師，讓他/她們適應課程改動帶來的轉變

我們相信，透過教師、校長、學者、科學教育工作者、課程發展專家的共同努力，必定能改善教與學的素質。

請把意見以郵遞、傳真或電郵的方式
在二零零一年二月十五日或之前寄回
課程發展議會秘書處。

地址：香港灣仔皇后大道東 213 號
胡忠大廈 13 樓 1329 室
課程發展議會秘書處
傳真：2573 5299 或 2575 4318
電郵地址：cdchk@ed.gov.hk

附錄 1

學校教育各階段的學習目標

第一學習階段的學習目標（小一至小三）

科學探究

- 顯示對科學的好奇心及興趣。
- 顯示用科學探究其周圍環境及解決簡單問題的興趣。
- 計劃及進行在熟悉環境中的簡單探究。
- 記錄及討論觀察結果並作出簡單解釋。

生命與生活

- 透過觀察大自然及與大自然互動，認識各種生物的特點。
- 培養健康的生活習慣。
- 了解生物的特性。
- 增進對生命過程的一般了解。
- 與同學合作照顧生物。

物料世界

- 識別日常所用的物料及其用途。
- 列出物料用於不同用途的方法。
- 使用感官識別物料的特性及變化。
- 積極進行對環境有益的活動。

能量與變化

- 敘述在日常生活中使用能源的方式。
- 識別日常生活中的能源。
- 認識熱與運動的一些性質。
- 知道在日常生活中使用能源的安全問題。

地球與太空

- 識別及描述天空的物體及基本變化模式。
- 識別天氣變化的簡單特徵。
- 認識到地球是寶貴的資源財富。

科學、科技與社會

- 意識到科學與科技進步對我們生活某些方面的影響。
- 顯示對環境的關心並慎用自然資源。
- 認識現代化及資訊時代對我們某些方面的影響。

第二學習階段的學習目標（小四至小六）

科學探究

- 顯示對科學的好奇心及求知欲。
- 顯示用科學探索其周圍環境及解決簡單問題的興趣。
- 計劃及進行在熟悉環境中的簡單探究。
- 記錄及討論觀察結果並作出簡單解釋。

生命與生活

- 了解各種生物的存在。
- 識別個人的需要及其他常見生物的需要。
- 識別可觀察到的個人特點，並了解人體各部分的功能，以便能夠照顧自己。
- 識別動、植物隨著時間而變化之特徵。
- 認識生物與環境的相互關係。

物料世界

- 提出使用物料方法及所產生的相關結果。
- 區別不易逆轉的和容易逆轉的變化。
- 說明處理天然物料的方法，以及其對人類及環境產生的後果。
- 善用自然資源及保護環境。

能量與變化

- 認識與光、聲、電及運動有關的一些形式和現象。
- 報告家庭、學校及其他工作場所使用能源的形式。
- 指出使用不同形式的能源時，應該採取的安全措施。
- 在日常生活中，明智地使用及保護能源。
- 設計及製造有效轉換能量的模型。

地球與太空

- 列出當地環境如何影響我們的日常生活。
- 識別白晝及黑夜天空的特徵，並了解這些特徵與我們日常生活方式的關係。
- 識別及描述天氣和季節的變化以及這些變化的影響。
- 說明在地球上可觀察到由太陽、地球及月亮引起的變化模式。
- 體會到人類一向對於無涯的穹蒼嘆為觀止，又不斷努力去了解宇宙。

科學、科技與社會

- 了解科學與科技進步對我們生活某些方面的影響。
- 顯示對環境的關心，並明智地使用自然資源。
- 領會到學習科學一方面能令我們了解世界，另一方面是為了提高我們的生活素質。
- 討論及認識現代化及資訊時代對我們某些方面的影響。

第三學習階段的學習目標（中一至中三）

科學探究

- 進行對照實驗以解決問題。
- 計劃及進行實驗室內的探究活動。
- 評估試驗是否公平，並根據試驗結果作論證。

生命與生活

- 認識各種生命的不同，並了解分類系統。
- 了解生物個體組織（達至細胞水平）。
- 了解一些生命過程。
- 增進對人類生殖周期的一般了解，以及其與性教育的關係。
- 了解飲食、運動及藥物對人體健康的影響。

物料世界

- 了解物理及化學性質。
- 了解如何使用物料及所產生的相關結果。
- 探究某些化學變化及所涉及的物質。

能量與變化

- 比較社區中特定用途上可供選擇的各種能源。
- 識別能量轉換過程以及影響這種過程的條件。
- 識別一連串相互作用中能量的形式及轉換。
- 弄清觀察到的能量受體的變化與所轉換能量的數量之間的關係。

地球與太空

- 了解地殼是有用的礦物資源。
- 說明重力及摩擦力對地球上物體的運動的影響。
- 了解太空旅行的基本概念及條件。

科學、科技與社會

- 了解物料的使用及其對環境的影響。
- 認識人類活動對環境的影響。
- 盡責保護環境。
- 認識科學知識及科技的局限性。

第四學習階段的學習目標（高中）

科學探究

- 能為特定目的而選擇及運用適當的探究方法。
- 計劃及進行解決問題的科學實驗。
- 收集資料、得出結論，從而作出決定。

生命與生活

- 增進對主要生命過程的基本了解。
- 認識基因及遺傳對生物的影響。
- 評估全球環境問題對生活素質的影響。
- 注重個人生活健康。

物料世界

- 了解家用化學品的使用與其性質的關係。
- 研究化學反應的類別，並預測其應用。
- 探究原料加工過程。
- 評估物料的用處。

能量與變化

- 描述有效轉換能量的系統。
- 說明能量輸入-輸出裝置的原理。
- 應用能量守恆及效益概念說明一連串相互作用。
- 分析、比較各種情況來說明能量守恆。

地球與太空

- 知道科技以甚麼方式增加我們對宇宙的了解。
- 認識環境中的自然變化，例如季節變化、地質變化及自然災害。
- 描述人類活動，例如道路和樓房的建設及自然資源開採等，對環境的影響。

科學、科技與社會

- 評估科學的應用對人類活動的影響。
- 分析科學與科技發展影響社會的方式。
- 找出科學應用的好處與壞處，以作出客觀的決定。
- 認識到需要從不同角度評估環境問題。
- 對當地環境及全球環境肩負責任。

第四學習階段的學習目標（專科）（高中）

科學探究

- 選擇進行科學實驗所需的儀器及技術。
- 準確收集定量和定性資料，得出可靠的結果。
- 分析及評估結果，並得出結論來解決問題。

生命與生活

- 了解細胞的結構及生命過程。
- 了解及解釋生命過程的基礎機制。
- 了解及解釋基因控制及遺傳。
- 了解及解釋生物體的調節及控制原理。
- 描述顯花植物及人類的生殖週期。
- 描述及解釋生物在生態系統中的相互作用
- 了解影響健康的基本原理。

物料世界

- 評估物料用於特定用途的效果。
- 用簡單的原子模型說明化學反應。
- 根據反應物的性質預測化學反應的產物。
- 了解基本化學原理。
- 探究化學反應在工業及日常生活中的應用。

能量與變化

- 報告科學研究目前解決能源生產及使用問題的方法。
- 利用科學知識對能源的應用提出建議。
- 研究用來解釋能量轉換的各種模型。
- 在相互作用中，應用能量轉換、守恆及效益等原理。

地球與太空

- 了解決定行星、衛星及人造衛星運動的萬有引力。
- 了解觀察天空中物體所用儀器的原理。
- 描述地球結構及大氣的成分。
- 了解岩石及礦物可以製成各種有用的物質。

科學、科技與社會

- 反思人類在生物界的地位。
- 承擔在各種環境下應用科學的責任。
- 重視科學在監控環境、了解和採取行動解決環境問題等方面的角色。
- 了解「科學、科技與社會」在建立可持續發展社會中的相互關係。

附錄 2

共通能力與科學教育

學校課程中的共通能力

有助於終身學習的九種共通能力如下：

- **協作能力**
協作需要耐心聆聽，欣賞他人，具備溝通、協商、調協、領導、判斷、影響和激勵他人的能力。學習者掌握這些能力，可以有效地與人合作，共同籌備活動，解決困難和作出決策，最終能令學習者能與別人建立相互促進的關係。
- **溝通能力**
溝通能力是指人與人在互動持續的過程中交往，以求達至既定目標或結果的能力。為了成為有效的溝通者，學習者應該學習有效地聆聽、說話、閱讀及書寫；他/她們亦應學會怎樣選用最恰當的方法，按照目標和情境的要求，傳遞訊息；他/她們應採用準確及合適的資料，為讀者或聽眾有系統而適當地組織內容；評估自己能否與人有效地溝通，找出需要改善的地方，並且付諸行動。
- **創造力**
創造力是一個重要但令人困惑的概念。有關創造力的定義相當分歧。有研究者把創造力界定是一種產生出原創、新穎、獨特意念或產品的能力，或是解決問題的能力；也有研究者將之界定為一種歷程，或創造者所具有的人格特質。事實上，創造力是一個複雜而具多元性的建構。個體的創造行為，不但源自其認知能力和技巧，也涉及其性格、動機、策略和超認知技能等因素，並且與個體本身的發展進程不一定有關連。
培養創造力需要心思和時間，而且沒有特定途徑可供依循。不過，有些原則值得大家參考。在發展學習者的創造力方面，一般的原則是要求學習者超越已有的訊息，給予學習者思考的時間，加強他/她們的創造能力，肯定他/她們在創造方面所作的努力，培養具創意的態度，看重創意的特質，教導學習者創意思考策略和創造性問題解決模式，並提供有利創造力發展的環境。這些原則均適用於所有學習領域。
- **批判性思考能力**
批判性思考是指檢出資料或主張中所包含的意義，對資料的準確性進行質疑和探究，判斷甚麼可信，甚麼不可信，從而建立自己的觀點或評論他人觀點的正誤。

- **運用資訊科技能力**
運用資訊科技能力，是以審慎批判的角度，明智使用資訊科技去尋找、吸收、分析、處理和介紹各項資料的能力。資訊科技能激發和幫助學習者按自己的進度學習，養成自學的習慣，令他/她們終身受惠。
- **運算能力**
運算能力包括能進行基本運算，在生活問題上運用基本數學概念作合理的估算，明白圖表、圖像及文字中的數量概念，管理數據，處理財富及記錄物資存量等能力。
- **解決問題能力**
解決問題指運用思考技能去解決難題。學習者會在綜合所有與問題有關的資料後，採取最合適的行動去解決問題。
- **自我管理能力**
自我管理對培養自尊自重的態度和達成目標是十分重要的。掌握自我管理能力的學習者有自知之明，並能保持情緒穩定；對工作較積極和主動，會定下適切的目的，釐定計劃及採取相應的行動來達成目標；也能好好地管理時間、金錢和其他資源；他/她們能夠面對壓力和令人無所適從的環境。
- **研習能力**
研習能力是幫助提高學習效能、掌握基本研習技巧的能力。這種能力對培養學習者的學習習慣、學習能力及學習態度尤為重要，是一種終身自學的能力。

通過科學教育培養共通能力

以下各點說明，學生參加專題研習工作、實驗等科學活動的過程中，怎樣進一步提高共通能力和技能：

- 學生必須獨立工作或參加小組一起工作。他/她們必須把自己及他人組織起來，積極參加資料搜集、制訂計劃、選擇適當儀器、判斷資料的真確性及適用性等活動。因此，他/她們需運用協作能力、解決問題能力、批判性思考能力、溝通能力等。
- 為了顯示他/她們對概念或整個解決問題過程的理解及掌握，學生需選擇適當的方式，向聽眾報告實驗或專題研習的結果。他/她們必須列舉掌握的數據，運用數學能力分析某些情況下的數據，得出結論，進行溝通，並向他人解釋他/她們的意念和所得結果。這裏面涉及多種能力，例如運算能力、運用資訊科技能力、溝通能力等，而從設計到報告期間，學生的創造力可能得到不少鍛鍊。
- 我們要有新的科學素養，便要更有能力和更願意思考科學的正反兩面，思考科學和科學家犯錯的可能及其偶然性，以及要根據情況而運用科學。這種思考能力使一個科學素養高的人能以批判態度評估科學及科學權威。學生透過閱讀、討論以至對科學領域中具爭議的議題進行辯論，來理解科學知識怎樣受制於環境、種種偶然事件及來龍去脈等因素。以後，學生面對問題時，將能作出判斷並得出自己的結論。學生做報告時，則須進行自我檢討及接受他人的評估，並且以批評態度評估他人。因此，積極學習科學的整個過程，能培養批判思考能力。

要查看通過科學教育培養共通能力的更多範例，請參閱以下網址：

<http://www.cdc.org.hk/science>

附錄 3

科學教育中的價值觀和態度

學校課程中的價值觀和態度

以下是學校課程中的價值觀和態度之概要：

個人		社會	
核心價值觀	輔助價值觀	核心價值觀	輔助價值觀
- 生命神聖	- 自尊	- 平等	- 多元化
- 真理	- 自省	- 善良	- 正當的法律程序
- 美的訴求	- 自律	- 仁慈	- 民主
- 真誠	- 修身	- 愛心	- 自由
- 人性尊嚴	- 道德規範	- 自由	- 共同意志
- 理性	- 自決	- 共同福祉	- 愛國心
- 創造力	- 思想開闊	- 守望相助	- 寬容
- 勇氣	- 獨立	- 正義	- 平等機會
- 自由	- 進取	- 信任	- 文化及文明承傳
- 情感	- 正直	- 互相依賴	- 人權與責任
- 個人獨特性	- 樸實	- 持續性 (環境)	- 理性
	- 敏感	- 人類整體福祉	- 歸屬感
	- 謙遜		- 團結一致
	- 堅毅		

態度
- 樂觀
- 樂於參與
- 批判性
- 具創意
- 欣賞
- 移情
- 關懷
- 積極
- 有信心
- 合作
- 負責任
- 善於應變
- 開放
- 尊重
· 自己
· 生命
· 素質及卓越
· 證據
· 公平
· 法治
· 不同的生活方式、信仰及見解
· 環境
- 樂於學習
- 勤奮
- 對核心及輔助價值有承擔

培養科學教育中的價值觀和態度

我們必須意識到，科學是基於日常的價值觀。誠然，科學在很多方面系統地體現了一些人類尊崇的價值觀和態度，例如正直、勤奮、公平、好奇、對新意念的開明態度、懷疑、想像等。這些價值觀都不是科學家發明的，也不是只有他/她們才有這些價值觀。但是科學的廣闊領域確實納入及重視這些價值觀，並且證明這對於推動人類知識和福祉向前發展是何等重要。因此，有效地教導學生學習科學，將會加強人類這些值得推崇的態度與價值觀。

科學特別適合培養以下這些價值觀與態度 – 好奇、對新意念的開明態度、在有根據的情況下大膽懷疑。

科學的發展基於好奇，兒童的成長也是如此。科學教育培養好奇心，並且教導兒童怎樣把好奇心良性發展。

一般而言，對於科學發展及人類活動來說，新意念是必不可少的。思想封閉的人不可能享受到發現的樂趣及智力增長的滿足感。科學教育的目的不僅僅是培養科學家，還應幫助所有學生了解認真考慮意念，以及相互衝突的意念論爭的重要性。

在科學發展中，懷疑與開明態度同樣重要。一個新理論得到接受前，必須由證據證明，必須得到論證，並且被證明與其他已得到驗證的現有原理，邏輯上一致。對新理論的接受是一個驗證及反證的過程。科學教育有助於培養學生在開明態度與懷疑之間找到適當的平衡。

這些價值觀、態度和能力總的來說，可視為思維習慣，因為這些都是與個人對知識、學習的看法，以及與思考及行事方法直接相關的。事實上，對年青人來說，與科學有關的思考能力，是正規及非正規學習的必要工具，能幫助他/她們面對畢業後的人生，並且投入知識型的科學與科技世界中，畢生不受淘汰。

關於培養科學教育中的價值觀和態度的範例，請參閱以下網址：

<http://www.cdc.org.hk/science>

附錄 4

常識科課程的新方向

常識科課程的新方向

教育統籌委員會的教育改革建議指出，學校教育的目的是「引發每個學生建構基本知識，培養學生基本的能力和態度，以準備建設崇尚學習的文明社會」。為了使學生能面對二十一世紀將來的挑戰，常識科課程的目的，是增進學生對自身、社會及世界的了解，保持個人健康發展，培養積極的個人和社會價值觀及態度，發展學生對自然現象和自然界的興趣及好奇心，加強學生對環境保護的關注，以及提高學生提出及解決問題的能力，特別是那些與科學和科技對社會的影響有關的問題。

常識科課程設計的信念是，學生的學習經驗是有連繫的，而不是分割的。這課程包含個人、社會及人文教育、科學教育與科技教育的學習領域中的核心知識元素。這些知識元素要與學生日常生活中的各種經歷結合在一起，幫助學生形成全面的看法，使他/她們能明白自己作為社會的一員、他/她們在自然界中的位置以及對人類與環境的相互作用。常識科課程的六個學習領域如下：

- 健康
- 環境
- 社會
- 國民身份認同與中華文化
- 了解世界與認識資訊年代
- 日常生活的科學與科技

這些範疇的核心要素，詳見常識科的諮詢文件。

為著能順利與學前教育銜接，小一至小二的課程將強調個人及社會教育。小三至小六的課程由個人、社會及人文教育、科學教育，以及科技教育中的核心學習元素構成。其他學習領域中的學習元素(如語文)，也在適當的地方與常識科的學習元素結合在一起。

學生將透過積極參與學習活動，例如專題研習、服務學習、科學探究和科學及科技議題有關的實習活動，獲得各種各樣的學習經歷。博物館、社區組織、公共及私人團體等社會機構的資源，將用來促進全方位學習。

附錄 5

高中階段新設的科學與科技課程

背景

在教育統籌委員會於二零零零年九月發表的《終身學習、全人發展：香港教育制度改革建議》中，提出在中四至中五添加「綜合科學及科技」一門新科目。該科目是在高中階段為學生提供更全面和平衡的課程。這對於非理科學生特別有價值，可使他/她們學到更多有關現代科學及科技發展的知識。

基本理念

這門新的科學及科技課程，目的是使學生能：

- 對科學及科技世界有更好的了解；
- 提高解釋、分析及評估科學及科技數據或信息的能力；
- 獲得解決簡單科學及科技問題的能力；
- 察覺科學發現及科技發展的影響；
- 評價科學發現及科技發展的衝擊；及
- 培養對於利用及誤用科學發現及科技發展的正面態度。

該科目會把各種知識與日常生活實例，以及把科學理論與科技應用，緊密地連繫在一起。這將有助學生對科學及科技在現代世界中的作用，建立全面的看法。

學生在該科目所獲得的知識及能力，有助他/她們應付世界不斷變化所帶來的挑戰，及為迎接成年和工作生活，作好準備。學生對科學發現及科技發展的影響及衝擊的了解，也有助於他/她們對未來科學及科技世界的變化，作出理性判斷及決定。

課程大綱

該科目的課程要求如下：

- 有關科學及科技的性質及發展的核心單元；
- 從涵蓋一系列不同科學及科技教育學習範疇的選修清單中挑選兩個單元；及
- 一個獨立專題研習。

每一個選修單元的學習時間為 40 小時（即 60 節每節 40 分鐘）。核心單元及獨立專題研習佔用的學習時間共為 40 小時，所以整個科目所需的時間共為 120 小時。

選修單元的暫定清單及其內容如下：

- 健康科學 – 食品與健康、成長與發展、健康與疾病、社區衛生。
- 環境科學 – 不斷變化的大氣、生物及其環境、能源與資源、環境質素、環境與可持續發展。
- 通訊 – 電話、收音機及電視廣播、流動電話、通訊衛星、網上通訊。
- 圖象傳意 – 圖形通訊的發展及應用、基本表達技巧、電腦圖形應用、桌上出版、簡單圖象處理。
- 設計及控制 – 針對人類需要的設計、鑒賞及設計考慮、控制系統在日常生活中的應用、控制系統及裝置、簡單控制系統的設計與製造。

獨立專題研習可根據核心單元、選修單元或二者的任何組合組成。其形式可以是科學探究、科技學習活動或者撰寫一篇與科學或科技議題有關的創意寫作。

每一單元的教學過程中，都會進行各種學習活動，包括資料搜集、自我探查、實驗、設計及製造、討論及辯論、角色扮演、解決問題活動、判斷練習等。

進一步發展

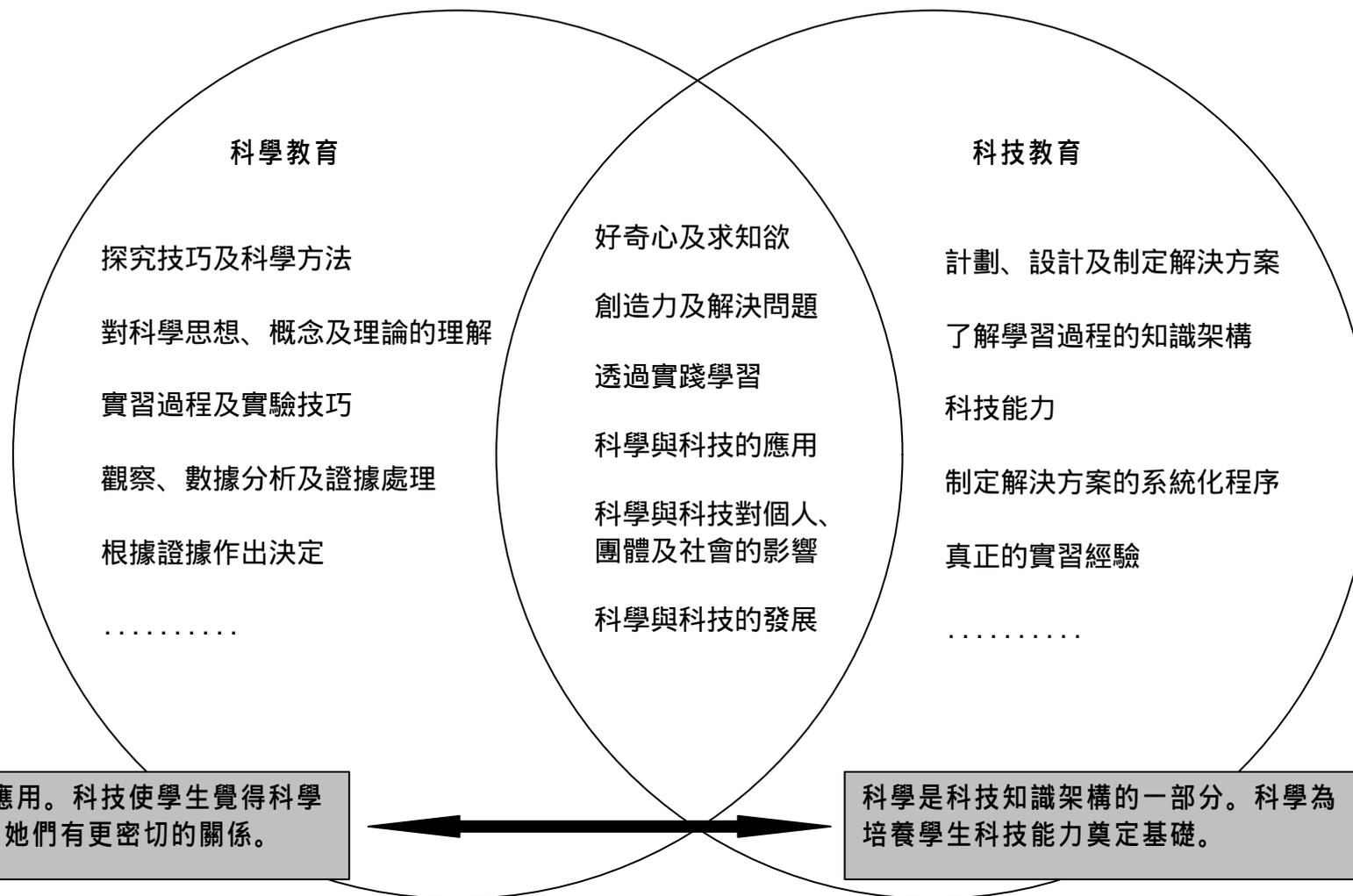
單元的內容將隨著新科技的發展，定期修改及更新。如果學生對該科目有興趣，將會有更多種單元供他/她們選擇。

該科目可能發展成一個為期三年的課程，供學習新高中課程的學生修讀。在這種情況下，學生在第三年將多學兩個單元。單元亦可能劃分成兩個或三個類別（科學類、科技類及其他），由學生選擇一個較專門或較廣泛的課程。

附錄 6

科學教育與科技教育的關係

科學教育與科技教育的相互關係



透過科學教育推動科技教育

科技教育中的學習要素	科學教育實例
科技能力	學習者 ◆ 應用科學原理進行設計及解決問題。
了解科技活動	學習者 ◆ 運用及應用科學價值觀，例如公平測試、邏輯推理、系統檢驗等，來提高科技活動的素質。
科技與人類	學習者 ◆ 運用科學理解力評估科技對環境以及對自身的影響，例如核能的利用對社會的影響，以及發展基因工程的影響。

透過科技教育推動科學教育

科學教育中的學習要素	科技教育實例
設計及進行科學探究	學習者 ◆ 以科技活動的形式，對產品 / 模型的日常實用性及製造進行有意義的調查，取得對自然界及人造世界進行科學探索的資料及方向。 ◆ 進行能夠促進學習及檢驗科學事實和知識的科技活動，例如設計及製造工具、儀器等。
學習及運用科學概念和原理	學習者 ◆ 了解科學概念在各種有關科技領域的應用，例如改變物料性質使其滿足特定需要的過程。
了解科學、科技與社會之間的相互連繫	學習者 ◆ 運用科技理解力評估科學的影響，例如生物科技進步對社會的影響。