# 家長手冊（科學類/中文版）

**District users of this translation are directed to the statement appearing on the final page of this handbook.**

Science Parent Handbook

[T07-089 Traditional Chinese, Arial Font]
加州教育部 (California Department of Education)
2007 年，沙加緬度 (Sacramento)

# 目錄

州教育廳長的致詞…….. ……4
致謝…… . ……5

I. 科學的重要性..... 6

II. 如何幫助您的孩子成功學習科學 ..... ……7

A. 全家人一起享受科學的樂趣 ..... ……7

B. 與孩子一起閱讀並探索科學知識 ..... 7

C. 鼓勵孩子發問並尋求答案..... 7

D. 關心孩子的學校生活.....8

E. 鼓勵孩子完成家庭作業並說明其重要性 .....8

F. 在必要時幫助孩子完成「動手」任務.....9

G. 鼓勵孩子養成對科學的愛好 .....9

H. 教會孩子進行安全的科學實踐.....9

I. 鼓勵年齡較大的孩子參與科學活動 .....10

III. 標準與架構：定義及其所扮演的角色.....11

IV. 加州科學課程標準概觀 .....13

A. 幼稚園至五年級 .....13

B. 六年級至八年級 .....15

C. 九年級至十二年級 .....15

D. 家長可從教學計畫中獲得什麼.....18

V. 邁向成功的計畫：要求與決定 .....19

A. 高中畢業要求.....19

B. 州測驗 .....19

C. 大學入學要求.....20

VI. 給家長與學生的資源範例 ..... 22

A. 文獻資料與參考書 ..... 22

B. 雜誌 ..... 23

C. 參觀地點 ..... 23

VII 聯絡資訊 ..... 26

# 州教育廳長的致詞

或許沒有任何東西比科學更能例證人類對知識的尋求，或生動地展示人類如何利用所獲得的知識來嘗試改善生活。在世界的每個角落，每個時刻，科學以各種方式在我們的生活中佔據著重要地位。

實驗室裡的科學家從早忙到晚，爲的是找出治療成千上萬感染致命病毒兒童的方法。研究者探索神秘的地熱，爲的是要尋找更有用且廉價的能源類型。國會的會員審閱生態系統的研究，收集會影響新環境法規擬定的資訊。執法官員練習使用可幫助他們維持鄰近地區安全的新技術。家庭主婦在後院花園栽種第一棵玉米作物之前則研究土壤與氣候。

應用科學的範例數不勝數，因爲科學就在你我身邊。每一種職業或者行業都以科學作爲基礎或以某种方式依賴科學方法。科學知識是保障基本的人類安全、健康和舒適所必不可少的。

科學可讓我們了解生命、自然、以及我們賴以生存的宇宙。科學可幫助我們改善生活品質以及做出影響未來的明智決定。從小孩的觀點來看，科學是重要的，因爲它是許多令人興奮的科學發現的來源。現今的許多成人證明一個事實，科學首先喚醒了他們對學習的熱愛，並促進了他們對學習的熱情。

加州的科學課程包括學生需要的重要技能與知識，這是他們要成爲有科學知識的二十一世紀公民所必需的。該課程可滿足各年級科學教育的需求，隨著年級的提高，科學知識的深度、廣度以及複雜度也會隨之得到系統性的提高。

家長可透過本手冊了解爲何學校要提供科學教程，並可在手冊中獲得一些幫助孩子學習的不錯建議。

本手冊除了解釋一些共通名詞，還會概略說明加州的科學課程，而且還會補充有關高中畢業條件以及大專院校入學要件等資訊。本手冊也向家長和老師提供了許多幫助孩子學習科學的資源範例，如文獻資料、雜誌以及值得參觀的地點。

我希望這些資訊能對您有所幫助。

JACK O'CONNELL
*State Superintendent of Public Instruction（州教育廳長）*

# 致謝

「*家長手冊 (科學類)*」的推出，投入了許多人的時間、努力和貢獻。加州教育部 (CDE) 在此特別感謝參與工作的各位人士：Hanna Walker（發起了 CDE 系列家長手冊的編寫）、Al 以及 Sharon Janulaw（提供了編寫本手冊的草擬資料）、Howie DeLane（爲本手冊、CDE 家長手冊之推出提供了數學、歷史-社會學科、以及英語語言方面的鼎力支持）、Rod Atkinson（負責編輯並籌備本手冊以及其他三份提供於 CDE 網站的手冊）、以及 Jan Agee、Joseph Barankin、Lisa Fassett、Geno Flores、Diane Hernandez、Anne Just、Donald Kairott、Phil Lafontaine、Yvette Rowlett、Sue Stickel、Deborah Tucker、Bill Vasey（負責審閱本手冊並且協助出刊）。

# 科學的重要性

從血細胞到星星，從海底到宇宙深淵，科學與我們的生活息息相關。它研究世間的萬事萬物。動物的生命、植物的生長、土壤中礦物的含量、水與水壩的控制、我們食用與呼吸的一切，甚至高爾夫球運動的動力學，都是科學領域的一部分。人類的任何活動無不與科學緊密相關。

無怪乎人類對科學有著天生的迷戀。即使不是專業的科學家，所有年齡以及所有地方的人們都著迷於大自然中的事物。我們觀看飛鳥的翺翔，凝望天空中的星星；我們觀察貓的敏捷動作或者研究岩石的形成；我們驚訝於貝殼的美麗，同時瞪大眼睛閱讀著新的發現。科學是對這種天生好奇心的一種延伸。科學研究表明，當家庭將科學看做生活中的一部分時,他們將獲得巨大的滿足。

現在的學生，也就是未來的成年人，將面臨許多無法預測的挑戰。但是，如果他們接受健全的基本教育，就可以應付這些新的挑戰。加州科學課程將學生在小學和中學期間需要學習的知識體系組織了起來；爲學生開啓了終身用來擴展知識的科學方法，並將幫助學生獲得拓展科學知識和探索新發現所需要具備的分析與研究能力。對所有學生來說，這是豐富又有挑戰性的研究課程。

家長可以藉由進行家庭活動來鼓舞學生學習科學。家庭活動可以促進學生對學習的熱愛，並對學生在學校的科學學習有所幫助。本手冊不但提供針對此目標的建議，而且還爲家長提供了加州科學課程的概觀。本手冊最後的部份提供了資源範例，幫助學生了解自然世界的奧妙。

# 如何幫助您的孩子成功學習科學

家庭參與孩子的教育是孩子邁向學術成功的最重要因素。當家庭與學校一起同力協助孩子學習時，孩子就有機會在校內，甚至在一生中都會邁向成功之路。下面提供了一些方法，有助於幫助學生對科學產生興趣並成功學習科學：

**A. 全家人一起享受科學的樂趣。**

孩子對科學知識的學習開始於幼兒時期。當您和孩子對花朵、星星、蝴蝶、天氣或是機器感到好奇時，當您和孩子一起於花園種植或安裝飼鳥器時，當您與孩子分享賞鳥或收集石頭的樂趣時，或是於公園欣賞大自然時，您都在無形中教育孩子理解地球如何運作。可透過鼓勵孩子從事下列活動來培養孩子對科學的熱愛：

- 討論他們在自然界所注意到的事物。
- 閱讀相關書籍，並將所見記錄下來，例如鳥類或花朵，可將其畫下來。大一點的學生可以準備一本科學筆記本，利用色筆或蠟筆繪出圖解。當學生學習有關於植物與動物的解剖結構後，他們可畫圖說明正在學習什麼。
- 觀賞電視上播放的自然節目或從公用圖書館獲得的自然節目錄影帶，之後再一起討論觀看心得。
- 與您的孩子一起尋找你們都不能理解的科學問題的答案。與您的孩子一起去圖書館查閱參考書來找出答案。

**B. 與孩子一起閱讀並探索科學知識。**

利用圖書館的書籍尋找有關您家附近鳥類的資訊、鄰近地區的數木種類以及天空出現的雲朵種類或是學習開車路途中所看到岩石的形成構造。文獻資料、參考書、雜誌以及網路都可提供許多協助在家研究科學的機會。您可於第 6 章，即「家長與學生資源範例」中，找到有關書籍與其他資源的建議。

**C. 鼓勵孩子發問並尋求答案。**

三個基本問題可以協助引導孩子充分了解這個世界：

**那裡有些什麼？**路旁或者公園內發現了什麼種類的石頭？鄰近地區種了什麼種類的樹木？在社區裡有什麼鳥類？天空中出現什麼類型的雲朵？

**那是怎麼回事？**石頭如何形成？蒼蠅如何於玻璃窗上走？樹葉如何保持綠色？樹葉爲什麼在秋天改變顏色？是什麼導致在天空形成雲朵？松鼠爲什麼於路上來回走著？鳥最愛在哪種樹木上築巢？是什麼造成海洋潮汐？飛機如何飛行？

**它們怎麼變成這樣？**沿路的岩石層如何變成這樣？爲什麼山丘東坡上的樹木比西邊多？沙漠中爲什麼有漂亮的野花出現？爲什麼天空是藍色的？是什麼使夕陽變成紅色？

與孩子一起利用你們所看到的、聽到的、感覺到的和聞到的東西去識別事物。葉子味道濃烈的植物有些什麼優勢？同樣，圖書館的書籍與雜誌可以補充並且擴充您與孩子感興趣的主題與研究項目。

**D. 關心孩子的學校生活**。

- 參觀孩子的教室並拜訪他們的老師。
- 詢問老師小孩將研習的科學內容。當孩子展開第一學年的學習時，要與老師談論孩子的進展。
- 翻看孩子的科學教科書以了解書中的內容。
- 查閱孩子個人與小組的學科項目。
- 和小孩一起談論他們在課堂上做了什麼以及正在學習什麼。
- 與孩子談論第二天要交的家庭作業，或某個進行中的項目需要做些什麼。

**E. 鼓勵孩子完成家庭作業並說明其重要性**。

在家中提供一處可供孩子閱讀與完成家庭作業的地方 — 盡可能是自由的空間，遠離大聲說話或收音機和電視噪音的干擾。安排固定時間讓小孩做家庭作業。在睡覺之前，您可以透過檢查孩子所完成的作業來幫助孩子。（*注意*: 無論是什麼科目，字跡整齊與拼寫正確是非常重要的。）

您也可以協助孩子尋找一處安全的地方以存放家庭作業的用具，這樣就能保持清潔整齊，而且東西也容易找到。年幼的學生做家庭作業所需要的用具，像鉛筆、橡皮擦、單行紙、無格紙 — 大都是家裡常備的，也可在很多商店買到。當學生長大時，可根據年級需求購買其他用品，諸如色筆、尺規或指南針。

許多學生可以藉由電腦或印表機來得到協助。學生通常可以利用學校圖書館、公立圖書館以及一些教室所提供的電腦。如果能正確使用，透過網路研究主題是非常有用的。

**F. 在必要時幫助孩子完成「動手」任務**。

或許您的孩子會被指定在家完成需要動手的活動。*hands-on*（*動手製作*）一詞是指專案項目，諸如製作海報、展覽和模型，並進行調查 ，是指有關三維立體物件或科學活動的一切作業。老師針對這些活動而給予的指引通常包括一份所需材料或者設備的清單。

依活動而不同，這樣的活動可能需要成人在旁指導來完成。您可以協助作一些危險性的工作，諸如水的加熱，或鋸斷用來製作顯示板的木板等。有時，孩子可能會向成人請教完成創意任務最佳方法的建議。家長在這方面的協助是非常重要的。但是，應該由孩子來實際進行並完成專案作業。研究、規劃以及動手完成是學習過程的一部分。

**G. 鼓勵孩子養成對科學的愛好。**

當爲孩子開始培養科學知識與技能的基礎時，應鼓勵他們將做實驗作爲一種愛好或者課餘的活動。公立圖書館通常有安全做實驗方面的書籍，可提供科學的指導方法，從而可用來指導進行實驗。這樣的實驗利用簡單的器物，諸如發酵粉、水、白醋、鋁箔紙、衛生紙、植物染料、食鹽、鞋盒以及網球。若孩子喜歡魔術，可以看其他書籍，書中說明如何利用科學來呈現魔術詭計 —這是科學研究入門之路，可爲孩子創造因他們的表現而得到鼓勵和讚美的好機會。如果經濟許可，顯微鏡與化學器材可說是絕佳的禮物，如果能完善使用，則可以擴展孩子的科學知識並更多地接觸科學。

**H. 教會孩子進行安全的科學實踐。**

無論是在學校或校外進行科學項目，安全性是最重要的。因此必須對孩子進行安全性教育。了解與遵守科學活動的安全規則是瞭解科學與科學活動特性的一部分。

在家爲學齡前兒童教授安全概念是爲學校提供的安全課程打基礎。例如，當家人向孩子講解居家防火安全觀念時，可能是他們第一次認識到安全的重要性。

當高年級學生開始獨自進行科學實驗時，建議準備塑膠護目鏡或者防護物，這些在五金商店可以買得到。化學器材通常是由製造商爲特定年齡層設計的，切不可放置在年幼兒童可以接觸到的地方。無論是專案或者實驗，安全性必須被列爲第一考慮。

**I. 鼓勵年齡較大的孩子參與科學活動。**

隨著孩子科學學習的不斷深入，應鼓勵他們參加當地的科學展覽會。一些孩子在參觀之前就知道，參加科學展覽會非常有益。您和您的孩子可以向老師或者校區課程指導員詢問您所在區域的科學展覽會日程。（您可訪問加州科學展覽會網站 http://www.usc.edu/cssf，以了解更多關於加利福尼亞州科學展覽會的情況。）

對科學有濃厚興趣的高年級學生可能想要尋求與專業科學家或工程師討論的機會。這種拜訪機會可透過老師或寫信給附近大專院校的科學系所來安排。在某些情形下，專業實驗室或者研究機構是歡迎學生來訪的，通常需由成人陪同。在預約訪問時，請讓科學研究者知道學生有興趣或想要討論的特定專案細節或者特殊領域。如果預約的科學研究者沒有時間，則他/她可能會推薦其他適當的聯絡人。

# 標準與架構：定義及其所扮演的角色

*內容標準與課程架構 (content standards* and *curriculum frameworks)* 主要討論加州公立學校的課程。標準與架構對於決定學生應學習什麼以及老師教什麼是必要的；因此，在此提供簡要的說明。

內容標準是對特定年級的所有學生應該了解和會做內容的一份書面要求。這些要求很高；可與具有學生學業水平很高國家的學術標準相媲美。科學類的課程內容標準於 1998 年被加州教育委員會 ( State Board of Education for California) 公立學校所採用。這些標準界定出學生成爲掌握科學知識、受到良好教育的公民、以及大專院校入學的所需要的技能與知識。該標準構成了學生在特定年級時必須參加的全州考試的基礎內容。學區與學校行政管理者、現任教師、師範院校、課本及其他教材的出版商都會在他們的工作中密切關注內容標準。

課程架構也爲「州委員會」所採用，會說明各年級，從幼稚園到十二年級的課程內容，並爲老師提供*如何*授課的一些建議。架構是實施課程內容標準的藍圖。許多教師與管理者都會將架構用作幫助他們協調教學內容的一個指南。當地校委會有時候會以「州委員會」採用的架構爲基礎作出自己的課程決策。許多教師教育計畫都將此架構作爲專業學習的來源。架構也可讓課本出版商了解學校所需指導材料的類型。

「州委員會」的科學類課程內容標準與架構爲加州所有孩子列出了內容豐富的學習提綱。該標準以學生都有學習與使用嚴謹科學技巧、概念與知識的能力這個前提爲基礎。此外，此標準可確保，不論就讀於加州哪一所 公立學校，同年級學生都能學到類似的內容。

本手冊中的下一章節將對科學課程加以概略說明。*加州公立學校幼稚園到十二年級科學類課程內容標準 (Science Content Standards for California Public Schools, Kindergarten Through Grade Twelve) 以及加州公立學校科學架構 ( Science Framework for California Public Schools)* 介紹內容都能在 http://www.cde.ca.gov/ci 線上取得。

此外，也可購買此兩份出版物。如需價格與訂購資訊，請發送電子郵件到 CDE Press (cdepress@cde.ca.gov) 或致電 (800) 995-4099。

# 加州科學課程標準概觀

科學由我們所了解的，以及用來發現、擴充知識所採用的流程所組成。現代科學包括觀察、研究、調查和實驗，這些所有活動都是爲了解釋事物是如何運作。因爲有非常多的事物需要觀察並解釋 — 從次原子粒子到整個宇宙，因此科學被區分爲許多研究範圍。如此可以將複雜的學科予以簡化。自然科學通常被分爲下列幾類：

- *物理科學*，研究未包含化學變化的物質與能量的交互作用（物理學），以及研究原子與分子之化學交互作用（化學）的學科
- *生命科學*（或者生物學），研究生物的學科
- *地球科學*（也就是地球/空間科學），研究地球的形成與變化，以及地球上其餘事物的學科。

幼稚園到五年級的課程內容標準採用基本相同的分量涵蓋物理科學、生命科以及地球科學，並且包括了各年級的研習與實驗標準。後段年級的標準會考慮個別學科的分別規範，並且更加詳細。

以下將簡單說明科學課程內容。若要完整的科學課程內容標準以及架構，請至 http://www.cde.ca.gov/ci/sc/cf。

## A. 幼稚園至五年級

小學學生的科學課程標準爲學生提供在初中和高中所需要的基本技能與知識。當他們了解了依照物理、生命以及地球科學主題分類的事實、概念、原則與理論後，就能學到重要的調查與實驗技能。這些技能的培養會持續到高中階段。

### 幼稚園

科學研習爲幼稚園的兒童提供了探索其周圍世界的獨特機會。他們開始學習如何成爲客觀的觀察者，並了解觀察與主觀判定之間的差異。當小孩開始觀察並描述諸如黏土、布料或紙張等材料的相似處、差異性和組成部分時（物理科學），他們就會學到有關於居住於地球的各類型植物與動物（生命科學），並且研究地球如何由土地、空氣、與水組成（地球科學）。有關冷凍、熔解和蒸發的活動可激發課堂討論，學生會分享他們與這些過程有關的個人經驗。

透過調查與實驗，孩子會逐漸產生問題；開始研習；藉由五官來觀察；對常見的物體進行描述、比較和分類；並以口頭討論和書面方式，或透過繪圖相互溝通觀察的感想。

## 一年級

在一年級中，物理科學課程標準是透過強調固體、液體和氣體來研究物質特性的。在生命科學裡，課程標準主要注重於植物與動物如何於不同環境中生存，以及其某些外部結構如何發揮作用來幫助植物與動物滿足自身需求。兒童學習如何使用簡單的天氣記錄儀器。地球科學課程標準則需要討論每天與每季的季節變化以及太陽對天氣的影響。研習與實驗標準會持續幫助小孩培養觀察與分辨、描述物體的相對位置並當產生差異時進行再次觀察的能力。

## 二年級

學生可在物理科學研究中學習有關力與運動、推力與拉力、引力、磁力和振動物體產生聲音的知識。生命科學課程標準注重於植物與動物之可預測的生命週期、遺傳特性、物種內的變化以及環境引起的變化。學生學習有關地球表層的組成成分、進程和材料。地球科學課程標準注重於岩石破壞與風化而形成土壤、地質時間、化石，以及由此所提供的關於地球歷史的證據。研習與實驗標準培養孩子有能力依據所觀察到的模式來進行預測，以適當工具量測，對物體進行比較並分類，描述某個連續的步驟或事件，利用工具擴展他們的觀察能力，並依據口述指引進行研習。

## 三年級

學生在物理科學中討論能量的來源與類型、物質類型、原子、元素週期表上顯示的符號以及光的特性和光影響方向、影子、顏色感知的方式。孩子在生命科學中學習有關不同環境、適合生活於各環境中的生物類型、環境改變對生物的影響、物種滅亡、以及化石記錄中的各種生物。地球科學課程標準注重於天空中物體的常規和可預測的模式；太陽、月亮和星星的移動；季節變化；以及月相等。研習與實驗可幫助小孩學會依據觀察的結果、先前得到的知識和邏輯來進行預測；重複觀察來提高正確性；區分證據與主觀意見的不同；並依據他們已經收集到的資料來驗證預測結果。

## 四年級

物理科學課程標準讓四年級的學生學習建構串聯與並聯電路，建構並使用指南針，建構電磁鐵，以及觀察帶電荷物體的動作以及電能的變化。孩子在生命科學裡擴展食物鍊與食物網、生態系統的生物與非生物組成物，以及生態學關係的知識。地球科學課程標準注重於岩石與礦物的特性以及風化與侵蝕的過程。透過研習與實驗標準，小孩可學習依據因果關係來系統說明並驗證預測的結果，區分觀察結果與推論的不同，執行多個試驗來測試其預測的結果，並且依據一系列書面指令來進行科學研究。

## 五年級

五年級的學生在物理科學中學習關於化學反應的作用，並且發現金屬元素、分子、原子、化學化合物、以及混合物的特殊特性與共有特性，並學習元素週期表上的原子組織。生命科學課程標準注重於血液循環、呼吸、消化、廢物處理、物料輸送以及植物光

合作用的內部結構。小孩在地球科學中學習水循環、天氣、天氣圖與天氣類型，太陽系、太陽的組成以及地心引力與行星軌道之間的關係。透過研習與實驗標準，小孩會產生一些可試驗的問題，依據這些問題來計劃並進行研習，選擇適當工具，使用科學證據得出結論，並且寫出研究報告。

**B.** 六年級至八年級

這些年級的課程不像幼稚園到五年級的課程，其大致包括相同程度的地球、生命和物理科學，六年級、七年級和八年級的課程內容標準在每一年級都會注重於一個單獨的領域。此方法使學生與老師可以在特定的年級中深入探索特定的學科。六年級的課程標準注重於地球科學。這個年級的學生通常開始有了環境意識，課程的重心是激發學生對該領域的智識好奇心。七年級的課程標準注重於生命科學。該年級的學生一般會接受一學期的健康教育，其設計的目的主要是對其進行補充，而且爲學生將在高中低年級所學習的生物／生命科學等課程做好準備。八年級的課程標準注重於物理科學，爲學生通常會在高中高年級學習的物理與化學課程做好準備。如同在小學階段一樣，這三個年級中每一年級都包含研習與實驗的規劃。

六年級： 注重於地球科學

小孩學習地球的歷史演進以及結構，從結構中可以了解到地球的地形、天氣現象和生物的互動。本課程是以學習兩種能源（太陽與地球內的放射衰變）如何驅使對流並形成天氣變化，地球表面的再生成和生態系統的延續爲基礎的。透過此研習與實驗標準，學生可學習到形成假設，利用適當工具和技術，運用資料，溝通研習步驟，評估證據，按時間順序解釋圖表與事件以及指明自然現象的變化。

七年級： 注重於生命科學

在生命科學課程中，主要學習作爲地球生命歷史結果的細胞、身體系統和遺傳學。六年級學到的生命在地質歷史中的演化，在此可以獲得相當大的強化。此時會學習作爲生物結構與功能（如光、槓桿、血壓）基礎法則的物理原理，以更深入地了解生命系統。透過研習與實驗標準，學生可學習到如何使用適當工具與技術，以及多樣性的印刷與電子資源，邏輯地表達意念，建構出比例模型與圖表以表達知識，並且溝通調查的步驟與結果。

八年級： 注重於物理科學

八年級的學生是透過數學方法學習物理科學，諸如運動、力與物質結構，其中所運用的數學方法與高中所使用的步驟類似。化學課程主要是學習原子與分子的行爲以及生命系統的化學結構。密度與浮力是作爲物質行爲的某一方面進行研究，並依據太空中物體的物理交互作用來研究太陽系中的地球。透過此研習與實驗標準，學生可學習到如何規劃

與進行科學研究，評估資料，區分變數與控制項的差異，建構線性圖，以及利用簡單的數學公式。

### C. 九年級至十二年級

九年級至十二年級的課程標準是根據特定的科學學科，而不是根據年級來組織的。此外，針對九年級至十二年級設計有一套單獨的研習和實驗標準。高中可提供特定課程（物理、化學、生物／生命科學、地球科學）或是整合的科學課程，這些課程會在一學年內包含四個科學學科的課程標準。

#### 物理學

物理學被認爲是所有科學中最基礎的，其中包括運動、力、能量、熱、波、光、電氣以及磁性研究。其重心是發展深植於科學研究之中的模型，這些模型中會使用數學來說明和預測自然現象，並表達原理與理論。在剛開始涉入物理學主題時，很少或基本不需要數學知識。當學生學習較多數學時，就可進階到較複雜以及定量的論述。

#### 化學

藉由對化學的學習，學生可發現非常多可解釋物質的本質及其變化的化學知識。化學課程標準中包含了原子與分子結構、週期表、化學鍵、物質與化學計量的保持、氣體、溶液、化學熱力學、反應率、化學平衡、有機與生物化學以及核子程序等。因爲研究化學需要高階的解決問題技能，諸如設計實驗以及解決數學應用題的能力，所以需要堅實的代數技能。

#### 生物／生命科學

生物與生命科學是從幾個方向來研究生物的：細胞與細胞功能；系統與有機組織，包括有機組織的遺傳學；生態系統部分，以及生命歷史。課程標準中包含對細胞生物學、遺傳學、生態學、演進以及生理學的研究。提供充分而適當的實驗室與現場工作領域經驗，可滿足課程的研習與實驗要求。

#### 地球科學

地球科學研究涉及到對地球和宇宙其他部分的的物理研究。其中包含宇宙中地球的位置、動態地球過程、地球系統中的能量、生物地球化學週期、大氣結構與成分以及加州的地質學。 研習內容包括探索解釋我們的星球與周圍環境的現象與特色的物理、化學和生物的交互作用。

#### 研習與實驗

高中的研習與實驗標準要求學生學習如何選擇並使用適當的工具與技術，識別造成誤差與不一致結果的來源因素，藉由邏輯與證據精確解釋，並且藉由數學來解決問題。同時

也要求學生學習科學名詞，諸如 *hypothesis*（*假設*）與 *theory*（*理論*）；認識模型與理論的用處與限度；解釋圖表；並分析自然現象的順序。更進一步，學生必須學習認知控制變數實驗的必要性，以及科學知識的累積本質，整合一個領域以上的科學知識，研究科學領域的問題，並瞭解到科學是人類努力的成果，偶而也會因錯誤甚至欺詐而出現瑕疵。

**D. 家長可從教學計畫中獲得什麼**

家長可能會注意到，不同的老師會利用不同的方法來教授這些科學課程標準。有些老師可能會採用特定順序來教授各套課程標準（例如，先教授完地球科學與物理科學單元之後才會教授生命科學單元）；其他老師可能較喜歡同時教授好幾套的課程標準，這是一種稱爲*綜合科學*（ *integrated science*）的教學法。如果課程是依據科學課程標準，任何一種方法都是有效的，而且能有效幫助該年級的學生達到該年級所要求的課程內容標準。

有一些科學知識的最好學習方法是讓學生閱讀相關題材或者聽老師講課來學習。有些其他知識的最好學習方式則是透過實驗室或現場操作來學習。第一種教授類型（有時稱爲*直接教授*（ *direct instruction*））與第二種類型（有時稱爲*研究學習*（ *investigative learning*））必須相輔相成。在《*Science Framework for California Public Schools, Kindergarten Through Grade Twelve*》的內容當中，州教育委員會建議將「合理地平衡使用直接教授與研究學習，將重點集中在說明科學原理上」的方法作爲有效的標準科學課程的一部分。

# 邁向成功的計畫：要求與決定

下列資訊可協助您與孩子了解高中畢業與大學入學的條件。審慎規劃可確保您的孩子能邁向成功。

## A. 高中畢業要求

根據加州法律規定，若學生要獲得高中文憑，就必須完成至少兩個科學課程，包括生物與物理科學。雖然法律沒有明文規定，但一般來說至少要學完一門生物科學；一門物理科學。兩年包括生物與物理科學的綜合科學課程，也可以滿足畢業的條件。

《*Science Framework for California Public Schools, Kindergarten Through Grade Twelve*》內容中建議「所有學生最少要有兩年時間接受實驗科學課程內容，獲取下列至少兩種課程內容的基本知識：生物學/生命科學、化學和物理學。當生物學、化學或物理學領域有需要完成的先修課程（或提供基本知識的課程）時，地球科學的實驗室課程也計算在內。」

## B. 州測驗

加州法律規定在指定年級進行某些科目的全州測驗。立法的目的是要測定州、郡、校區、學校以及單個學生的學習成績。主要的測試項目稱爲 Standardized Testing and Reporting (STAR) 項目，由 California Standards Tests (CSTs)、California Achievement Test, Sixth Edition Survey (CAT/6 Survey)、California Alternate Performance Assessment (CAPA)以及Aprenda 3 組成。但是，只有 CST 與 CAPA 是評估學生科學領域的學習成績的。

CST 是測定學生對加州的課程內容標準的掌握程度。科學領域的 CST年級測試是針對五年級、八年級和 十年級學生的。此外，如果九年級、十年級和十一年級的高中學生已經完成或者目前正在學習標準科學課程，則接受 CST 課程完成 (end-of-course CSTs) 測試。五年級 CST (fifth-grade CST) 是測試學生對於四、五年級的科學課程標準的掌握程度的。八年級 CST (eighth-grade CST) 是測試學生對於八年級科學課程標準的掌握程度的。十年級的生命科學 CST 是測試學生對於所選修的初中生命科學課程標準與所選修的高中生物學課程標準的掌握程度的。而高中的課程完成 CST (end-of-course CSTs) 測試是針對生物學、化學、地球科學、物理學與綜合科學而設計的。

CAPA 是爲了有重大認知障礙，即使經過調整和輔助，仍無法接受 CST 或者 CAT/6 Survey 測試的學生而設計的。在學生的個人教育計畫中即會指定要參加 CAPA 測試。CAPA 中包含有科學作業，用於測定此學生族群對於科學課程標準的學習成績。

No Child Left Behind (NCLB) 聯邦法律要求最遲在 2007-08 學年，州要至少每年執行一次三到五年級、六到九年級、以及十到十二年級 的州立科學課程標準之科學學習測驗。CST 年級測試符合 NCLB 對於評估科學學習方面的規定。

**C. 大學入學要求**

加州大學 (UC) 與加州州立大學 (CSU) 規定學生必須完成哪些課程才能獲得大學入學的資格。這些課程條件有時被稱爲「a–g」條件，因爲大學使用字母順序來排列這些條件：

(a) 歷史／社會科學

(b) 英語

(c) 數學

(d) 實驗科學

(e) 英語以外的語言

(f) 視覺與表演藝術

(g) 大學預備選修課程

以科學領域來說，「d」條件要求兩個學分（等於兩個一年期的課程）的實驗科學。「g」條件屬於選修課程，選擇的科學課程需符合該選修課程之資格：實際來說就是一個學分（相當於兩學期課程）的額外實驗科學。

UC 與 CSU 在解釋這些條件時存在些微的差異。在關於「d」條件的申請上，UC 要求兩個學分的實驗科學必須是從三個核心科學（生物學、化學、以及物理學）或者三年的綜合科學課程獲得。獲得核准的課程，諸如地球科學、物理科學、以及環境科學都符合「g」選修條件。UC 系統強烈建議學生學習三個科學課程。

CSU 也要求兩個實驗科學課程（一個是生物學，一個是物理學），而且會接受符合「d」或「g」條件的核准課程。

我們鼓勵家長與學生與學校顧問交換意見，或是與有興趣的 UC 或 CSU 校園進行接觸，這樣您可得到較多有關入學許可條件的特定資訊。您可前往 http://pathstat1.ucop.edu/ag/a-g/index.html 網站來獲得有關「a–g」條件的綜合資訊。

# 給家長與學生的資源範例

無論是在學校或家中，學生都可以藉由閱讀好書來喜愛與了解這世界。

## A. 文獻資料與參考書

有很多傳記、故事、敘述性記事、戲劇以及詩歌，都會觸及科學領域。例如，四年級學生閱讀《Diane Siebert's *Mojave*》，或者高中低年級學生閱讀《Rachel Carson's *The Sea Around Us*》，不但可因此體會優良的文學著作，而且也接觸到了生命科學與地球科學的研究。

閱讀科學文獻也可以幫助學生了解科學與其他科目領域之間的關係。例如，《*Mojave*》可讓學生接觸到加州地理學的研究，而且可以補充學生在四年級學習的歷史／社會科學內容。事實上，科學的整個歷史與歷史本身是結合在一起的，因爲科學家與發明家會改變人們的生活方式以及對世界的看法。藉由瞭解人類在科學領域的成就，學生就可提高科學知識，並能更充分地了解人類歷史。

班級老師與圖書館/媒體老師可以建議有興趣的家長與學生閱讀多種系列的適當書籍以及故事。有一些校區會結合不同年級學生所學習的科目製作文獻資料列表。此外，加州教育部 的《*Literature for Science and Mathematics, Kindergarten Through Grade Twelve*》提供了有關自然科學與數學研究的傑出文學作品，包括 150 部以上的西班牙文精選作品。這些作品包括小說和非小說作品，可滿足各種興趣、能力和年齡階層的需求。許多列出的書籍可以透過公共圖書館與學校圖書館和書店獲得。您可前往加州教育部網站 (http://www.cde.ca.gov/ci/sc/ll/index.asp) 獲取該列表資訊。

美國教育部在線上提供一系列的家長手冊，名稱爲 *Helping Your Child*。每一系列的小冊子有著不同的主題和科目領域。家長與就讀幼稚園到八年級的孩子可以從 *Helping Your Child with Science* 中找到有用的資源。您可從 http://www.ed.gov/parents/academic/help/hyc.html. 網站上找到這本小冊子。

從圖書館也可獲取許多有用的參考書。百科全書、科學詞典、自然與野生動植物指南和科學研究計畫書籍在激發對科學的熱情上，都可以扮演重要的角色。家長可以藉由鼓勵學生利用參考書，協助學生建立尋找各種不同資訊的習慣。

## B. 雜誌

除了書籍與歷史記事之外，雜誌也是另一種可激發學生對科學興趣的資源。例如，雜誌中的文章通常附有彩色圖片、圖表，或者其他的視覺輔助資訊。此外，圖書館與老師都

能協助您找到適合各年齡層，又能輔助各年級階層學習科學知識的雜誌。以下是爲您提供的例子：

*Wild Animal Baby*（十二個月大到六歲兒童）

*Your Big Backyard*（三歲到七歲兒童）

*Ranger Rick*（七歲到十一歲學童）

*Earth Tomorrow*（十一歲到十四歲學童）

*National Geographic*（十二歲學童到成年人）

*Popular Mechanics*（高中學生到成年人）

*Scientific American*（高中學生到成年人）

網路的興起使您可以利用許多與科學相關的網站。例如，之前列出的雜誌中，有一些出版商提供了針對學生的網站，包含有各種文章資訊與活動訊息。National Wildlife Federation 的 “Kidzone” 就是這類網站：http://www.nwf.org/kids。.

**C. 參觀地點**

水族館、植物園、鳥類飼養場、花園、博物館、天文館、自然保護區、公園和動物園都是讓學生認識到科學重要性的地點。加州有許多這樣的地點，可以同時吸引成年人與年輕人。只要時間允許，家長與老師應積極偕同學生去參觀其中一些地方。

以下清單只是許多機構其中的一部分，這些機構可提升大眾對科學的喜愛與了解。家長、老師、圖書館/媒體老師和學生可以在網路上搜尋住所附近、家人度假地點附近是否有額外的學習資源。（注意：雖然學生可以利用網路來搜尋資訊，但建議家長陪同在旁指導。）

北加州

California Academy of Sciences, San Francisco（包括 Steinhart Aquarium、Morrison Planetarium、以及其他有吸引力的地點）。http://www.calacademy.org

Coyote Point Museum, San Mateo
http://www.coyoteptmuseum.org/education/welcome.htm

Exploratorium, Palace of Fine Arts, San Francisco.http://www.exploratorium.edu

Lawrence Hall of Science, UC Berkeley（包括 Holt Planetarium 以及其他有吸引力的地點）。http://www.lhs.berkeley.edu

Oakland Museum of California,
Oakland.http://www.museumca.org/global/naturalscience

Redwood Discovery Museum, Eureka.http://www.northcoast.com/~discover

UC Botanical Gardens, Berkeley.http://botanicalgarden.berkeley.edu

加州中部

Buena Vista Museum of Natural History, Bakersfield.http://sharktoothhill.com/index.html

Fresno Metropolitan Museum of Art, History, and Science, Fresno（其特色爲 ASK Science Center，提供適合兒童的動手展覽活動）。http://www.fresnomet.org

Monterey Bay Aquarium, Monterey.http://www.mbayaq.org

Morro Bay Museum of Natural History.http://www.mbspmuseum.org

Sacramento Zoo, Sacramento.http://www.saczoo.com

UC Davis Arboretum, Davis.http://arboretum.ucdavis.edu

南加州

California Science Center, Exposition Park, Los Angeles.http://www.casciencectr.org

Chula Vista Nature Center, Chula Vista.http://www.chulavistanaturecenter.org

Descanso Gardens, La Cañada.http://www.descanso.com/education.cfm

Living Desert Zoo and Gardens, Palm Desert.http://livingdesert.org

Maturango Museum, Ridgecrest（以 upper Mojave Desert 的自然歷史爲特色）。http://www.maturango.org

Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles.http://www.nhm.org

Page Museum at the La Brea Tar Pits, Los Angeles.http://www.tarpits.org

Rancho Santa Ana Botanic Garden, Claremont.http://www.rsabg.org

Reuben H. Fleet Science Center, Balboa Park, San Diego.http://www.rhfleet.org/index.html

Birch Aquarium at Scripps, La Jolla.http://www.aquarium.ucsd.edu

其他資源

許多地方公園、州立公園、國立公園和主題公園都可供學生參觀並提供可擴展科學研究的資源。如果家長對您附近的州立公園有興趣，可上網至 http://www.parks.ca.gov 致電 (800) 777-0369 詢問。加州境內境外的國立公園可提供您探索科學、地理學和歷史的更多機會。

加州科學展覽會 (California Science Fair) 是提供給六年級到十二年級學生的學年科學展覽會。該展覽會的主辦單位是 California Science Center（前身爲 California Museum of Science and Industry），爲學生提供得以長於科學探索、研究和創造性研究計畫的機會。詳細資訊請前往 California Science Fair 網站 (http://www.usc.edu/CSSF)。

# 聯絡資訊

若您要獲得課程內容標準與架構或加州採用的教學資料的相關資訊，請聯絡加州教育部(CDE) 的課程架構與教學資源局(Curriculum Frameworks and Instructional Resources Division)，電話號碼：(916) 319-0881。

若要獲得全州的科學測驗相關資訊，請聯絡加州教育部的標準與評量局(Standards and Assessment Division )，CDE，電話號碼：(916) 445-9441。

若要獲得科學課程與教學的相關資訊，包括加州教育部的出版物：《幼稚園到十二年級科學與數學文獻資料》 *(Literature for Science and Mathematics, Kindergarten Through Grade Twelve)*，請聯絡加州教育部的數學與科學領導才能辦公室( Mathematics and Science Leadership Office)，電話號碼：(916) 323-5847。

若要獲得家人、父母與社區參與資訊，請聯絡加州教育部的第一篇政策與夥伴關係辦公室( Title I Policy and Partnerships Office)，電話號碼：(916) 319-0854。

***[NOTE TO LOCAL EDUCATIONAL AGENCIES (LEAS): As a form of assistance to LEAs, the California Department of Education (CDE) offers this translation free of charge. Because there can be variations in translation, the CDE recommends that LEAs confer with local translators to determine any need for additions or modifications, including the addition of local contact information or local data, or modifications in language to suit the needs of specific language groups in the local community. If you have comments or questions regarding the translation, please e-mail the Clearinghouse for Multilingual Documents (CMD) at cmd@cde.ca.gov.]***