



如箭在弦

——論澳門STEM教育

文 | 溫佩娣 王 闖

在科技發展日新月異的今天，人工智能已經逐漸走進我們的日常生活。人工智能時代的來臨，帶來了諸多機遇，同時也充滿了挑戰。人工智能滲透的領域廣泛，此外很多機器人已具備學習的能力，因此未來新一代就業的競爭對手不僅僅是龐大數量的畢業生，也包括佔領市場部分就業份額的機器人。未來一些職業被人工智能取代是大勢所趨，但創新類工作和藝術類等充滿情感的就業崗位是機器人無法取代的。人工智能時代需要我們加快培養創新人才的步伐，我們的教育將如何培養具有創新思維的下一代呢？

2018年5月，福布斯(Forbes)發佈了第八份全球100家最具創新力企業排行榜(The world's 100 most innovative companies)。美國企業佔據了榜單的一半以上，共51家企業榜上有名。而在前10名中美國企業佔據8個席位。創新力是目

前世界各國着力發展的重要目標之一。美國的企業為甚麼具有領先全世界的科技實力與創新能力？毫無疑問，強大的科技創新能力與美國的教育是密不可分的。研究發現，當今美國1/3~1/2的經濟增長都應歸結為“創新”，而肩負創新使命、推動經濟發展的人力資本的，多數來自STEM領域。自1986年STEM教育開始出現，30多年來，美國非常重視STEM領域內的教育和就業問題。據Erin Duffin(2019)¹研究統計數字顯示，按學科劃分的美國2019年畢業生的平均起薪(排名由高至低：1. 工程；2. 計算機科學；3. 數學 & 科學；4. 商科；5. 社會科學；6. 人文科學；7. 農業 & 自然資源；8. 通信)，STEM相關領

1. Erin Duffin.(2019). U.S. - average salary for Bachelor's degree holders, by discipline 2019. Retrieved April 29, 2019, from <https://www.statista.com/statistics/633863/average-salary-of-undergraduates-in-the-us-by-discipline/>

域位列前三，STEM 領域的從業人員平均起薪遠高於其他領域的從業人員。因此，美國政府鼓勵更多學生接受 STEM 教育，不僅有利於國家的經濟發展，也有助提高公民的收入。在此背景下，美國持續不斷加大投入，加強中小學 STEM 教育。《下一代科學教育標準》(NGSS) 對物質科學、生命科學、地球與空間科學以及工程設計等 4 個領域進行學科整合，旨在培養有動手能力及創新思維的複合型人才。

在國家“十三五”規劃中，將實施創新驅動發展戰略放在重要位置，反映出強化科技創新將是國家發展的重中之重；同時，李克強總理於 2015 年 5 月提出的《中國製造 2025》亦強調以創新驅動、質量為先、綠色發展、結構優化、人才為本作為基本方針。因此，推動 STEM 教育，培育相關範疇的多元人才，將為學生生涯規劃

提供多元出路，為國家發展貢獻力量。中國國家教育部發佈了《關於“十三五”期間全面深入推進教育資訊化工作的指導意見》，當中提及“有效利用信息技術推進眾創空間建設，探索 STEM 教育、創客教育等新教育模式”。香港亦於同年的施政報告中提出“教育局會更新及強化科學、科技及數學課程和學習活動，並加強師資培訓，讓中小學生充分發揮創意潛能”，落實了香港 STEM 教育的發展方向。

STEM 近年在內地和香港教育界迅速發展，作為粵港澳大灣區一份子的澳門，是否同樣需要推動本地 STEM 教育的發展？澳門給大眾的印象，一直停留在以博彩業為核心的旅遊休閒中心，多年來人均 GDP 穩居世界前五。2017 年，澳門特別行政區政府統計暨普查局發佈的數據顯示，博彩業佔澳門產業結構的 49.1%。澳





門多年的發展定位使本澳的年輕人故步自封，不願意學習 STEM 相關專業及從事相關工作，從而導致澳門缺少 STEM 領域的專門人才、缺乏科技競爭力。現階段，粵港澳大灣區規劃為澳門的發展創造了新機遇。澳門未來若要實現持續發展，就要積極融入大灣區之中，在穩定發展主導產業的前提下適度多元地發展經濟。當今世界，各國之間激烈的經濟競爭歸根到底是科技和人才的競爭。因此，澳門亟需推動本地 STEM 教育的發展，在解決本土勞動力人才短缺的同時培養有創新力並能應對未來挑戰的關鍵人才。

最近幾年，澳門部分學校陸續開設一些非正式的 STEM 課程，旨在培養學生參加國內外的科技競賽。這種以參加科技競賽為目的的 STEM 教育在培養模式和教學方式上存在不足。自從學界開始推動 STEM 教育的發展，各種教育套件（如 3D 打印機、激光雕刻機、智能編程系統等）層出不窮，當中不乏存在與 STEM 教育有關的。但我們不應把 STEM 教育的重心放在教育套件上，讓學生製作千篇一律的產品。我們不禁要問 STEM 教育的核心是甚麼？STEM 教育的精神理念在於學生能夠發揮創意解決生活中的問題，並在此過程中培養學生 21 世紀的基本技能（即學生

的核心素養）。學生的核心素養不僅要求學生掌握跨學科知識，更重要的是培養學生的溝通協調 (Communication)、團隊合作 (Collaboration)、解決複雜問題 (Complex Problem Solving) 能力、批判性思維 (Critical thinking) 和創造力 (Creativity)，使學生能更好地應對當前社會環境並實現自我發展。

要實現培養學生核心素養的基本理念，教學設計對教師提出了更高的要求。教師在設計課堂學習活動時不一定要體現高科技（如機器人制作、編程、智能設備），而應該真正關注課堂學習活動是否能體現教學目標，並達到預期的教學成果？是否能與學生的現實生活世界緊密聯繫？是否能夠培養學生溝通協調、團隊合作、解決複雜問題的能力以及批判性思維和創造力？低階的 STEM 學習目標僅關注培養學生的創造力、動手能力、探究能力、解決問題的能力；而高階的 STEM 學習目標需在此基礎上，讓學生具備設計思維以及解決現實問題（如社會問題、環境問題等）的能力。達到較高層次 STEM 學習目標所具備的設計思維，作為一種支持創新學習及解決複雜問題的方法，需要具備可行性、可操作性及價值性。過程包括：“共情 (Empathize)、定義 (Define)、構思 (Ideate)、原型 (Prototype) 和測試 (Test)” 五個部分。設計思維是一種創新的、以人

為本的方法，來定義和解決複雜問題的動態過程，它可以在現實環境中完善跨學科學習，培養學生的核心素養，使學生更好

地面對未來的挑戰。以下兩個不同層次的例子，可以幫助教師理解如何設計 STEM 的課堂學習活動：

隔音屏障的製作

預期學習成果

- 科學：1. 應用聲音產生、高低和傳播的相關知識進行隔音屏障的製作。
2. 能根據物質的物理屬性選擇合適、經濟、環保的材料。
- 數學：能計算聲源的距離。
- 資訊科技：能利用 IPAD 或電腦的 tinkercad 繪製設計圖。
- 工程設計：1. 知道工程設計在技術活動中的重要性。
2. 知道工程設計在活動過程中的主要環節。

活動目標

瞭解噪音對澳門市民生活的影響，並查閱資料選擇適合的隔音物料來設計並製作有效的隔音屏障，達到最好的隔音效果。

課堂活動

1. 利用電子產品繪製隔音屏障設計圖。
2. 選擇合適的材料製作隔音屏障。
3. 從測試結果分享隔音屏障的設計理念並說出三個影響隔音效能的因素。
4. 小組反思與作品評價。

◆ 低階 STEM 學習目標

注：隔音屏障製作的課堂活動是由澳門的教師經過教師培訓後設計完成。





高跟鞋的製作

預期學習成果

- 科學：1. 能根據物質的物理屬性選擇合適、經濟、環保的材料。
2. 能找到規則或不規則物體的重心，知道物體重心與平衡的關係。
3. 通過計算解釋壓強 (P)、受力面積 (S) 和壓力 (F) 之間的關係。
- 數學：1. 能通過量度比較角的大小。
2. 利用黃金分割的數學含義，計算高跟鞋的最佳高度。
- 資訊科技：能利用多媒體設備拍攝 MV，展示並傳播本組的作品。
- 工程設計：1. 收集資料，提出設計建議並選擇合適的設計方案。
2. 實施方案，製造模型。

活動目標

發現高跟鞋當前設計上的不足，通過改善高跟鞋的設計從而降低對身體的傷害。

課堂活動

1. 從現實生活入手，充分調動學生的積極性，使學生產生共鳴。
高跟鞋雖然美觀但會對女性的健康造成一定的危害。我們可以通過改善高跟鞋的設計，讓它在美觀、舒適的同時，還能盡可能地減少對身體的傷害。
2. 激發學生主動找到不同高跟鞋設計上存在的問題，培養學生合作探究的能力。
3. 構思合適的設計方案，畫出設計草圖。
4. 製作高跟鞋模型。
5. 評價及總結。

◆ 高階 STEM 學習目標

注：以上兩個 STEM 課堂活動設計實例均為精簡版本，如需完整的 STEM 課堂活動設計教案可與作者聯繫。

以上兩個不同層次的 STEM 課堂活動設計實例的區別在於：從教學方式上看，低階的教學方式是由教師控制學習項目，這種教學方式重點突出項目的任務，老師在學生制訂設計過程中給予大量的指導，

通常老師直接向學生提供設計概要或者指導學生共同編寫設計概要；而高階的教學方式是由學生主導的開放式項目，學生主導的開放式項目沒有給學生具體的任務，學生可以在確定的主題中尋求真實、有意

義的設計過程。從模型設計上看，低階 STEM 學習目標（如隔音屏障的製作）只需要學生設計並製作出可以解決實際問題的成品，而高階 STEM 學習目標（如高跟鞋的製作）需要學生對現實存在的問題進行改善和提升。

推動澳門中小學階段 STEM 教育，對教育局、學校、教師而言，都是極大的挑戰。無論是課程設計、評估機制還是學校環境、師資隊伍都面臨着嚴峻的問題。教師是課程實施的執行者，是課程改革的關鍵因素。師資能力的高低，直接決定了本澳 STEM 課程的開展情況。參照其他國家和地區 STEM 教育發展的經驗，若 STEM 教育以非正式課程的形式開展，教師在實施時主要面臨着以下幾個方面的困難：

一、在現有的教育體系下，課程安排緊迫，在原本繁忙的課程中，尋找合適的 STEM 教學方法，添加了老師的教學壓力。

二、STEM 課程體系尚未形成，其評估機制尚未健全。教師不知如何實施課堂評估，來評價學生的 STEM 學習成果。

三、無論 STEM 教育是以正式課程還是非正式課程的形式開展，多數 STEM 教師並非來自 STEM 相關學科、缺乏學科專業背景，導致他們對於教授跨學科知識

整合的 STEM 教育感到困惑。

要幫助教師解決以上問題，需要社會各界的共同努力。教育局需盡快制定 STEM 教育的建議課程及評估機制，在人力與資金上支持 STEM 教師的課程開展與教師專業發展；學校應充分利用資源，對 STEM 教師進行合理的課堂安排，並建立 STEM 教師工作坊，促進不同學科教師之間的溝通交流；澳門大學教育學院開設了綜合科學學士學位課程，該課程中兩門課將從 STEM 教學法和 STEM 課堂評估兩方面，進行 STEM 教師培訓，旨在培育 STEM 教育的專業化教師。

為了推動澳門 STEM 教育的發展，教育局逐漸實施“綜合應用技能教育先導計劃”。該計劃以正規教育課程的形式實施，透過綜合應用技能教育，旨在培養學生的核心素養，並激發學生的創意潛能，來解決生活中的實際問題。希望在將來日子裡，STEM 教育能為澳門培養具有數理天賦的科技創新人才，推動社會的進步，加大澳門的世界競爭力。🚀

溫佩娣

澳門大學教育學院助理教授

王 闊

澳門大學教育學院院長