

工程學院¹

富人文色彩的「與自然對話」科目²

——回應世界，當代工程師的位置和責任

何駿傑

崇基學院 計算機科學

一、引言

「工程教育 以人為本」（「工程學」）這是中大工程學院課程簡介小冊子的其中一句口號。本文，我會代入工程學院本科課程主任的角色，為學院入學新生設計一個迷你版「與自然對話」科目，從而讓他們得到啟迪。以下會先闡述科目背景，再列出科目選用之文本及其原因，最後作結。

二、科目背景

設計本科目之先，需處理一根本問題，新生需要得到甚麼啟迪。對工程學院而言，就是培育出一個怎樣的工程師³。而回答這問題，並不能躲在象牙塔，抽空處境（context）討論。

1 計算機科學為工程學院大類收生。所有一年級生，即中六入學的學生，皆是讀同樣的學院課程，並不因將來選哪項主修而有着差異。因此，我把迷你版「與自然對話」課程的對象改為工程學院一年級生。

2 為免歧異，本文會把“major”譯成「主修學科」/「學科」，“programme”譯成「課程」，“course”譯成「科目」/「科」（原題目將之譯成「課程」）。

3 因為大學課程開首的課目，是用來讓學生對大學四年將會學習的，有着初步的理解。

本節，我將之處境化（situated/contextualized），先闡述（一）我們身處的時代，再去思考（二）當代的工程師應是怎樣，然後訂立（三）本科目的預期學習成果。

（一）我們身處的時代

這是個重估科技的時代（何駿傑，〈回應時代的嘗試〉）。氣候日漸反常、氣候難民出現、馬爾代夫快將消失；污染愈來愈嚴重、城市人嚮往藍天和星空；福島核事故仍未完善解決⁴，人們卻已擔心四周核電廠再現事故；科技使關係變得疏離⁵……人類面對着過往科技所造成的種種問題，開始對科技有着保留。即使科技帶來好處，人們也不再是全面擁抱科技，因為人們同樣意識並深受科技所帶來的壞處。有些人更嘗試少用科技、回歸自然⁶。

這是個科技社會共生⁷（sociotechnical）的時代（Johnson, and Wetmore xi–xv）。科技力量愈來愈大，工程師角色愈來愈重，並能深遠地影響整個社會⁸。發展中的科技，如大數據⁹、人工智能¹⁰、生物醫

4 如當初用作降溫、阻止事故惡化現充滿輻射物質的廢水，仍未有一個完善的處理方案。還未計部分已流入大海的廢水已影響了海洋生態，難以解決。

5 這並非說科技並沒有拉近人與人之間的關係，只是說「科技使人與人關係變得疏離」這事實存在。

6 如有機文化、慢活文化等。

7 「科技社會共生」為我對“Sociotechnical”一詞的翻譯，意指科技與社會的關係密不可分。科技建構和塑造了社會的各個部分，以至整個城市的模樣，無論是經濟結構、居住方式、生活方式、溝通方式等。

8 無論廣度以至深度亦然。廣度指的是科技進一步滲透入社會和生活的不同領域，深度指的是科技對社會和生活不同領域起的影響愈來愈大。

9 大數據（Big Data）指的是透過超級電腦及算法擷取、處理和分析海量數據，所涉及的數據量大得無法透過人工在合理時間內做到。而因數據量之大，使得人們能運用大數據分析到從前無法得知的關係和趨勢，甚至預測未來。這一方面可用來解決社會問題，但另一方面又能方便政府掌控民眾。在早前中國舉辦的互聯網大會就有專家展示如何通過大數據去監控佔中。（孟航）

10 人工智能（artificial intelligence）指的是通過電腦實現的智能，近期已發展到模擬人類的神經網絡，電腦在不經人手的干預下進行自我學習，如Google的DeepMind（Barrie）。這可以使電腦更聰明和用途更廣，但同時存在隱憂。科學家霍金（Stephen Hawking）近日警告，人工智能或能發展至比人類研究員更聰明，脫離人類的控制，甚至發展出人類無法理解的武器；人工智能的短期後果在於誰控制它，而長遠後果在於它能否被操控。（Love）

學工程¹¹等，一方面能改善人類生活，解決不少問題，但也能成為毀滅性的力量、衝擊人對自我的理解或產生倫理問題。

（二）當代的工程師應是怎樣？

回望我們身處的時代，當代的工程師將更有能力造福或毀滅這個世界。因此，他們應具備以下條件：

當代工程師應意識到工程與社會的關係、打破技術與人文世界的隔膜¹²，對兩者皆有認知，能進行跨界思考。從而意識到自己在世界的位置和所能造成的影響¹³，以便在研發或應用科技時，能評估有關科技的影響，盡量避免後續產生問題。

當代工程師應意識到工程並非中性¹⁴。工程既牽涉應用，就有好壞之分，無法逃避價值判斷。因此，工程師承擔着社會責任¹⁵，並應

11 物醫學工程（biomedical engineering）指的是把工程學應用至生物和醫學的領域裏，涵蓋面由醫療設備，以至仿生器官（artificial organ）、複製技術（clone）、基因工程（genetic engineering）等。它一方面能大大提升醫療技術，同時也能衝擊人對自我的理解，或是產生道德或倫理問題。

12 參考Kim Vicente 在 *The Human Factor—Revolutionizing the Way People Live with Technology* 裏提出的觀點，他認為當代科技帶來的種種問題源於人們欠缺健全的世界觀，將科學和人文視之為各自獨立、互不影響之學科，使得人們只關注自己領域裏的事，而假設忽略另一領域也是安全的。（30-31）

13 參考美國工程技術鑑認協會（Accreditation Board for Engineering and Technology [ABET]）為美國工程技術鑑認協會為認證美國和部分美國以外大學工程學課程的組織，在1998年推出《工程準則 2000》（*Engineering Criteria 2000*），當中提到工程課程應包括能使學生「理解到在全球和社會層面上工程解決方案所能帶來的後果」。
（原文：“Engineering programs must demonstrate that their graduates have . . . (h) the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global and societal context”, “Engineering Change” 18）

14 根據經典及學術界仍認為是標準對工程的定義，工程是「應用科學原理去將天然資源最佳地轉換為結構、機器、產品、系統及程序，以服務人類福祉」（原文：“the application of scientific principles to the optimal conversion of natural resources into structures, machines, products, systems, and processes for the benefit of humankind.”, *New Encyclopaedia Britannica*; qtd in Mitcham）。這說明工程並不是純粹的方法，純粹的「怎樣做」（how to do），工程本身是帶有目的的，是要去服務人類福祉。換句話說，工程無法逃避價值判斷，反之必須要去判斷人類福祉是甚麼。

15 歷史上，工程師組織亦多次發表有關工程師社會責任的宣言，如聖克拉拉宣言（Santa Clara Declaration）、卡梅爾（Mount Carmel）科技與道德責任宣言（Ethics in an age of pervasive technology）等。（思林 354-355, 367）

對工程倫理¹⁶作出思考。

(三) 科目預期學習成果

作為大學整個工程學課程的開始，我們期望學生能透過本科目初步意識到「當代工程師應是怎樣」，了解到自己的位置和責任。雖本科目提出的問題並非都在當下有着答案，但我們仍期望學生以此科目作為學習和思考的起點，在四年大學生涯裏，繼續涉獵不同領域，思考相關議題¹⁷，完善自己。

本科目的重點，並不是讓學生去理解文本中的科學原理。工程學學生有足夠科學底子，單純理解科學原理並不困難，而在工程學課程裏亦包含了大量科學相關科目，學生並不需要經本科目來學習科學原理。反之重要的是，學生能透過本科目從新的角度思考工程，並意識到工程與其他領域的關係。

三、科目選用的文本

本科目採用《與自然對話》課本¹⁸裏的其中四個文本。本節先簡述各文本之內容，然後解釋如何透過該文本達至預期學習成果。文本依授課次序排列如下：

(一) 重新思考工程——讀柏拉圖《理想國》(Republic)¹⁹

《理想國》借洞穴比喻來解釋教育的影響(Plato 5)。未受教育的人就如同被關在洞穴的囚犯，受着感官限制，以為經火光投射到牆壁

16 「工程倫理(engineering ethics)是應用於工程技藝的道德原則系統，是一種應用倫理。工程倫理審查與設定工程師對於專業、同事、僱主、客戶、社會、政府、環境所應負擔的責任。」(《工程倫理》)

17 即與當代工程師有關的，如工程與其他領域的關係、工程倫理等。

18 即《與自然對話：通識教育基礎課程讀本》。

19 伴以戴維·林德伯格(David C. Lindberg)的《西方科學的起源》(The Beginnings of Western Science)部分選段，以讓學生容易理解洞穴比喻與柏拉圖「理型世界」的關係。

上雕像的幻影為真實世界（5-6）。當有些人脫離捆綁，走出洞穴，他們起初會感困惑，並相信先前在洞穴所見的更為真實，而且會因刺目的陽光而眼睛不適，但困惑和不適後，他們會看見一個更真實的世界（7）。即使回到洞穴，他們的世界觀也不再一樣。

該文本可作為整科的引入。學生最初就像被關在洞穴的囚犯，以為工程只包括方法，只是以線性（linear）²⁰和機械（mechanical）²¹的思考觀去思考東西如何做出來。然而，他們修讀這科，就如同從洞穴得到釋放。他們起初或感困惑，發現「原來工程與社會有着這麼大的關係」、「原來工程師應兼顧這麼多的東西」，甚或因己責任之大而感點沉重。但這些過後，他們從此對工程師以至將來自己作為工程師之看法也不再一樣。

（二）思考工程與科學的分別²²——讀龐加萊（Henri Poincaré）《科學和方法》（*Science and Method*）²³

面對無窮無盡之事實，人無法一一考究，必然有所取捨。就如何取捨，龐加萊在《科學和方法》中，反對托爾斯泰（Tolstoi）以效益²⁴（Utility）為原則（Poincaré 161）。他認為這使科學不成科學，失卻其本質²⁵（162）——純粹探索自然。他反之提出以美²⁶（166）為原則，並提出在最大和最小處可找到合乎該原則之事實（163）。

20 僅關注達到目標，例如減草（參下文第三節「反思過往科技的問題」），而不理會或重視在達到目標的過程中造成的影響。

21 僅關注技術細節（technical detail）。

22 參思林（Meredith W. Thring）在《人文工程師》（*The Engineer's Conscience*）裏提出的觀點：「工程師必須面對一個道德問題：他的工作究竟是改善還是危害了人類生活？而他也必然與這個問題有關。理論科學家大可以認為自己的工作不涉倫理，因為他們認為自己的工作與人類的各種應用方式毫不相干」（350）。

23 教學重點會放在第一章，而第三章則留待學生自行思考潛意識如何幫助科學/科技探索。

24 即人類福祉。

25 原文：“there can be no science for science's sake, and consequently no science.”。

26 即可重覆性和簡單（162-163）。

學生可透過該文本思考科學和工程的分別²⁷。工程雖應用科學原理，卻不等同科學。工程本質是應用，是服務人類福祉²⁸。應用工程的定義和龐加萊的說法，就是若工程不以服務人類福祉為先，就失卻其本質，使工程不成工程。從而帶出，學生作為工程師，就需思考人類福祉為何物，才能有着原則在無窮無盡之研發方向中取捨。

（三）反思過往科技的問題——讀卡森（Rachel Carson）《寂靜的春天》（*Silent Spring*）

《寂靜的春天》記述人們對抗「害草」²⁹的經過。人們因忽略棲息地各生物互相依存的關係和除草劑的禍害，以致在消滅「害草」時，損害了其他植物、動物，甚至對整個食物鍊、生態和景觀造成很大破壞，並可能危害人類健康（Carson 143–156）。文末，卡森則提出透過生物控制（biological control）來消滅「害草」，他認為這方法較少禍害³⁰（Carson 157–158）。

該文本可作為例子，讓學生反思過去科技產生的問題，並可援引如全球暖化、切爾諾貝爾和福島核事故等作為延伸例子，將對問題影響的思考拓展至社會等領域，讓學生意識到科技力量之大，可對其他領域之事物造成很大影響，而工程師若只有機械式之思考觀（mechanistic world view）並不足以對科技影響進行思考和避免相關問

27 特別是大部分中六入學的新生，除了很少部分在高中時修讀過資訊及通訊科技（Information and Communication Technology [ICT]）或設計及應用科技（Design and Applied Technology [DT/DAT]）外，並沒真正接觸過工程相關之科目（不計科學）。即使接觸過，相關學科的課程也沒包含指出兩者的不同。

28 參注腳15。

29 書中所提的植物並不必然對人類或其他生物有毒或排擠其他農作物。部分只是「在錯誤的時候出現在錯誤的地方」（“they happen to be in the wrong place at the wrong time”，Carson 143），而人類「出於某些原因，把它們的存在視為不可取或單單沒有必要」（“for any reason . . . find its presence undesirable or merely a matter of indifference”，143）。

30 但實踐證明，該方法仍有機會對生態平衡（balance of nature）和生態多樣性（biodiversity）造成嚴重的禍害。如海蟾蜍（*bufo marinus*）原先被引進澳洲、菲律賓等地控制害蟲，卻因其沒有天敵制衡，反成了害蟲和入侵物種。（「海蟾蜍」）

題（Vicente 302–303），因此他們的知識需博大而精深，精於數理之同時，也對各領域有着了解，並對工程倫理有所思考。

（四）預視將來科技的影響——讀坎德爾（Eric R. Kandel）《追尋記憶的痕迹》（*In Search of Memory: The Emergence of a New Science of Mind*）

《追尋記憶的痕迹》第四章講述坎德爾從精神分析學（Psychoanalysis）轉向從神經細胞（nerve cell）研究意識的過程（Kandel 179–182）。而第廿八章則講述心物問題（Mind-body Problem）（183–184）、研究意識的兩大問題（185）——較簡單的統一性（unity）和較困難的主觀性（subjectivity），以及其研究發展史；最後並提出自由意志（free will）問題，以及該問題可導致之後果的思考（193–194）。

該文本的教學重點在於該科學研究的意義（implication），即對其他領域之影響，如人對自我的理解³¹、倫理學³²等。教學中，討論會延伸到正在發展中的科技，如人工智能、仿生器官、基因工程等³³。它們將來同樣有機會引致這些影響。從中，學生可預視將來科技發展可能產生的問題。

四、總結

「如果我們想創造一個能使科技和人性有着美滿婚姻的世界，我們就應該擁抱不同領域的概念，因為我們需要得到所有創意的幫助。」³⁴

（Vicente 4）

31 如「人究竟有沒有自由意志」、「怎樣才算是人」、「怎樣才算是同一個人」等。

32 如「假若人沒有自由意志，人是否需要對『自己』的決定負責」等。

33 這些發展中的科技跟學生將來主修學科所發展的方向有關。

34 原文：“If we’re to make a world that envisions a happy, successful marriage between technology and human nature, then we should embrace ideas from all quarters because we need all the creative help we can get.”

但願透過本科目，以此方向培育出來的工程師，能使科技造福人類，使將來的世界更美好。

徵引書目

- Barrie, Joshua. "Google Has An Internal Committee To Discuss Its Fears About The Power Of Artificial Intelligence." *Business Insider*. 3 Dec 2014. Web. 5 Dec 2014 <<http://www.businessinsider.com/if-google-is-worried-about-artificial-intelligence-then-you-should-be-too>>.
- Carson, Rachel. *Silent Spring*. 1990. Rpt. in *In Dialogue with Nature: Textbook for General Education Foundation Programme*. Eds. Chi-wang Chan, Wai-man Szeto, and Wing-hung Wong. 2nd ed. Hong Kong: Office of University General Education, The Chinese University of Hong Kong, 2012. 143–158.
- "Engineering Change: A Study of the Impact of EC2000—Executive Summary." *ABET*. 2006. Web. 2 Dec 2014 <http://www.abet.org/uploadedFiles/Publications/Special_Reports/EngineeringChange-executive-summary.pdf>.
- Johnson, Deborah, and Wetmore, Jameson. *Technology and Society: Building our Sociotechnical Future*. Cambridge: MIT Press, 2008.
- Kandel, Eric R. *In Search of Memory*. 2006. Rpt. in *In Dialogue with Nature: Textbook for General Education Foundation Programme*. Eds. Chi-wang Chan, Wai-man Szeto, and Wing-hung Wong. 2nd ed. Hong Kong: Office of University General Education, The Chinese University of Hong Kong, 2012. 179-194.
- Love, Dylan. "Stephen Hawking Is Worried About Artificial Intelligence Wiping Out Humanity." *Business Insider*. 5 May 2014. Web. 2 Dec

2014. <<http://www.businessinsider.com/stephen-hawking-on-artificial-intelligence-2014-5>>.

Mitcham, Carl. “The Importance of Philosophy to Engineering.” *Revista internacional de filosofia* 17.3 (1998): n. p. Web. 2 Dec 2014 <<http://www.oei.es/salactsi/teorema02.htm>>.

Plato. *Republic*. 2004. Trans. C.D.C. Reeve. Rpt. in *In Dialogue with Nature: Textbook for General Education Foundation Programme*. Eds. Chi-wang Chan, Wai-man Szeto, and Wing-hung Wong. 2nd ed. Hong Kong: Office of University General Education, The Chinese University of Hong Kong, 2012. 5–9.

Poincaré, Henri. *Science and Method*. 2001. Rpt. in *In Dialogue with Nature: Textbook for General Education Foundation Programme*. Eds. Chi-wang Chan, Wai-man Szeto, and Wing-hung Wong. 2nd ed. Hong Kong: Office of University General Education, The Chinese University of Hong Kong, 2012. 161–178.

Vicente, Kim. *The Human Factor: Revolutionizing the Way People Live with Technology*. New York: Routledge, 2004.

〈工程倫理〉。《維基百科：自由的百科全書》。瀏覽日期：2014年12月7日。

何駿傑，〈回應時代的嘗試：The Human Factor〉，*Dicky's Note*，2014年10月7日。<<http://ckho.info/uncategorized/%e5%9b%9e%e6%87%89%e6%99%82%e4%bb%a3%e7%9a%84%e5%98%97%e8%a9%a6%ef%bc%9athe-human-factor/>>（瀏覽日期：2014年12月2日）。

孟航，〈以色列專家在烏鎮峰會分析「佔中」情報〉。《BBC中文網》，2014年11月20日。<http://www.bbc.co.uk/zhongwen/trad/world/2014/11/141120_china_internet_conference_israel>（瀏覽日期：2014年12月2日）。

思林，《人文工程師》，孫祥燕譯。香港：商務印書館，2009。

香港中文大學工程學院，《工程學院2012-2013》。香港：香港中文大學工程學院，2011。<http://www.erg.cuhk.edu.hk/upload/Brochure_2012-13.pdf>（瀏覽日期：2014年12月2日）。

〈海蟾蜍〉。《維基百科：自由的百科全書》。瀏覽日期：2014年12月2日。

* * * * *

老師短評

工程學一般給人着重應用的形象，似乎工程師總是埋首處理特定的問題，何同學卻設計出一個具有人文關懷特色的工程學科目。文首先簡介了工程本科的背景和目標，並以現今的各種社會現象為例子，顯示出作者具有廣闊的視野。文本的選取亦可見下過一番心思，以貫徹工程學院「工程教育，以人為本」的目標。（黎志偉）