

第七章 工程實務的倫理問題

7-1 簡 介

7-2 環境倫理

7-3 電腦倫理

7-4 倫理與研究

學習目標

- ▶ 確定工程實務中，所遇到的環境倫理議題。
- ▶ 決定電腦如何衝擊工程實踐。
- ▶ 學習研究中所發生的倫理問題。

案例

- ▶ **Therac-25**是第一部可以釋放出高能電子或X-光以照射腫瘤的電腦化醫療設備。1985年6月至1987年1月之間，至少有六位接受**Therac-25**放射性治療的病人因暴露於高劑量輻射線，而導致受傷或死亡。

- ▶ **Therac-25**雖然是依據過去曾經成功地應用於眾多的病人的類似設備所演化出的設備，但是由於它的控制與監視輻射劑量多寡的電腦軟體設計不良，在某些情況下，它會自動激發，而釋放出超過預期劑量的輻射線至病人身上。

- ▶ 調查這些案件的專家發現，由於監控軟體的撰寫、測試與使用說明文件皆未遵照標準作業程序，直接導致意外的發生。
- ▶ 工程師在職業生涯中，經常會應用電腦硬體與軟體，以從事設計、分析、或將電腦整合於他們所設計的系統中。電腦確實會帶給工程師新的倫理問題。本章將檢視工程師們所面臨的電腦倫理的挑戰。

7.1 簡介

- ▶ 工程師一生的學術及專業生涯中，都曾參與過研究與實驗的工作，即使一些不在研究單位或學術環境工作的工程師們，也可能研究、發展、或是新產品的測試與設計。
- ▶ 雖然倫理概念已經在本書中討論過，而且也可應用於此，但是實驗和研究確實提供一些倫理上的挑戰，值得特別考量。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.2 環境倫理

- ▶ **1960**年代末期，環境倫理領域開始出現，以探索環保運動的倫理根源以及了解倫理訴求中，我們對環境的責任。
- ▶ 環境保護主義中所討論倫理議題的基礎是奠定環境的道德地位。西方的倫理傳統是以人為宇宙的中心，意即唯有人類才有道德地位，動物和植物僅在對人類有用時才重要。這種想法在環保運動中也很明顯，有時稀有植物受到保護是因為它們有可能被製成新的藥品。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 探求環境的道德狀態的方法，是嘗試回答人類在所處環境中的地位。我們屬於自然，還是自然屬於我們呢？
- ▶ 解決環境問題有許多方法。
- ▶ 第一個方法為「不計成本法」，是不計成本，而將環境整理得越乾淨越好，任何環境的惡化都是不被接受的。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 第二個方法是由功利主義所衍生出來，以成本效益分析作為基礎，首先將降低污染所產生的效益如改善人類的健康等，與解決問題所需費用分析得失、權衡費用及利益，最後才決定最佳的組合方式。
- ▶ 成本效益分析中所假設的成本價值和效益很難準確地估算的，這個方法不須將承擔費用及享受效益的對象列入考慮。成本效益分析未將道德原則或倫理納入考量，只考慮到費用與效益，卻沒有空間來討論作法的對錯與否。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 工程師對整個環境負有什麼責任呢？
- ▶ 工程師有責任確保他們是以對環境最安全的態度來執行他們的工作。從人類的健康觀點來看，這麼做絕對是正確的。
- ▶ 工程師有權利表達自己對道德問題的看法，工程師不應該因受到雇主強迫，而去執行他認為違反倫理的工作，這些工作包括對環境有嚴重衝擊的專案。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 工程師不應該在非其專長的領域中作出決策。雖然工程師對於許多環境問題無法作出決策，但是可以請教生物學家、公共衛生專家、及醫生等人，利用他們的專業知識協助分析以及了解工程專案可能產生的環境後果。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.3 電腦倫理

- ▶ 電腦不斷地遭到濫用，進而導致嚴重的倫理問題。工程師有責任去協助推廣依循倫理來使用電腦的觀念。
- ▶ 電腦倫理問題可分為三大類：
 1. 電腦作為不道德行為的工具，例如利用電腦詐騙銀行。
 2. 電腦是行為的對象，如未經授權使用電腦軟體，或是從他人電腦中非法取得資料。
 3. 與電腦自主性有關的問題。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.3.1 應用電腦從事不道德的行爲

- ▶ 利用電腦可以更有效率地從銀行竊取金錢。不但簡單，而且也更不易追蹤。
- ▶ 電腦行竊與武裝搶劫相同，利用電腦可以更輕易地竊取更多人的財物。
- ▶ 電腦也可用來偷竊雇主，外人可以進入系統，修改銀行等金融機構的資料；公司也可以利用電腦偷竊客戶的資料。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 另一個電腦倫理的領域牽涉到隱私問題。大家普遍認為，有些資料是機密的，未經同意不得洩露。這些資料包括了個人及公司的資料。電腦本身沒有隱私的問題，但是卻使這些問題惡化。
- ▶ 隱私權是指個人可以控制及使用自身資料的基本權利。

7-1

7-2

7-3

7-4

▶ 侵犯隱私會造成個人兩種傷害：第一，洩露不公開的資料會使個人遭受騷擾或勒索。簡單而言，騷擾行為如不斷收到握有個人消費習慣的推銷員的電話。騷擾行為也包括是受到同事的嘲弄或打擾，因為他們對這個人的隱私有所認識。很顯然地，個人有權不必受到這些騷擾。第二，個人資料可視為是個人的資產。就字義來看，任何未經授權就使用這些資料便是偷竊行為。同理也可運用在公司的所有權資料上。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 現在許多資料已儲存在電腦中。電腦化之後，可以讓有合法需求的人更容易取得資料，也減少了資料儲存的空間，但是，相反的，也使得未經授權者更容易取得資料。
- ▶ 「網路入侵」已受到報紙及媒體廣泛的報導。入侵網路者被稱為「駭客」，這些人有時會被描述成英雄般的人物。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 網路入侵行為會有下列幾種模式：未經授權進入資料庫、輸入不實資料於資料庫中、或者更改資料庫中既有資料，以及在網路上散播病毒。
- ▶ 散播電腦病毒也是違反倫理的行為，這些病毒常會毀損電腦中的資料，如危及醫院記錄或設備時，就會造成病人的死亡；如果個人的資料被消除掉，就會造成財務破產，甚至爲了重新製作受病毒所毀損的資料，使得公司，個人和納稅人損失數百萬元。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.3.2 電腦作為工程工具

- ▶ 設計工程裝置與結構的套裝電腦軟體眾多，例如電腦輔助繪圖/製造、電路分析、有限元素分析、結構分析、以及其他不同種類的模式與分析軟體。
- ▶ 它們不僅可以提高工程師的工作效率，而且還可分擔許多繁瑣的工作。

7-1

7-2

7-3

7-4

▶ 當橋樑設計軟體的瑕疵導致橋樑倒塌時，到底誰必須負擔意外的責任呢？是設計橋樑的工程師還是設計與販售有瑕疵的橋樑軟體公司呢？當不適當的套裝軟體被用來解決工程問題時，誰又應該負責呢？當適用於創新的工程設計軟體尚未開發出來時，工程師是否可以應用現有的軟體設計呢？

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 軟體永遠不能取代良好的工程判斷。
- ▶ 應用軟體設計製程或應用電腦執行測試的工程師仍然必須擔負設計的成敗責任。
- ▶ 工程師不僅必須謹慎地確認所使用的電腦軟體適於解決自己所遭遇的問題，而且還了解軟體的極限與應用範圍工程師還必須知曉過去這套軟體所發生的錯誤，並且確保使用最新的版本。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 必須確保電腦產生的設計或分析是正確的，有時甚至應該耐心地坐下來，用紙筆演算過程，以確認電腦程式是否提供正確的答案。
- ▶ 真正的專家才能理解設計軟體的極限與適用性。

7-1

7-2

7-3

7-4

電腦與工程系統的整合

- ▶ 電腦早已成爲許多工程系統的一環，以現代汽車爲例，汽車中就裝置了多種具特殊功能的專用電腦：電腦不僅控制煙氣的排放與煞車系統，還提升車輛運轉效率與安全。
- ▶ 當吾人應用軟體以控制工程系統的績效時，往往將人從控制迴路中去除。當電腦發生故障時，系統有時並未顯示警示訊號，操作者無法及時介入，以解決問題。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 當設計含有電腦硬體與軟體的工程系統時，工程師不僅必須確保軟體經過嚴謹的測試，必要時，操作者還可以繞過電腦化控制而直接介入控制系統。
- ▶ 必須裝置充足且與軟體功能相同的的硬體控制裝置，如此操作者才可在緊急狀況下，不必依賴軟體，也可確保系統的安全運轉。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.3.3 電腦自主化

- ▶ 自主所指的是電腦不需經由人的介入，而自行決策。**2001**年太空探險的小說中，負責將太空船開往木星的自主性電腦開始與人類對抗。
- ▶ **1987年10月19日**道瓊工業指數下跌**508點(22%)**，主因是電腦自動交易所造成。
- ▶ 許多精密的武器系統必須仰賴電腦的感測器及控制。由於現代戰場上事件發生的速度太快，擁有自行運作的武器難以避免。

7-1

7-2

7-3

7-4

▶ 無人操控的武器運作系統也會有不穩定的狀況發生。例如，多功能感測器也許會讓電腦認為敵人在某區域的軍事活動增加，造成我方增加軍備，也使敵方增加軍事活動。即使沒有任何事際情件發生，這種不穩定的情況也會造成衝突和人員的損失。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.3.4 電腦倫理守則

- ▶ 爲了協助作出這些以及其他電腦相關倫理問題的決策，許多機構制定了電腦使用的倫理守則。
- ▶ 在第二章中所討論的守則的目的和功能發揮的方式，也同樣適用於電腦使用的守則。
- ▶ 它們是電腦資源使用倫理的指導方針，但是不能完全代替道德推論及判斷。
- ▶ 它們提供了一些電腦設備適當使用的指導原則。

7-1

7-2

7-3

7-4

案例- 阿溫緹與肯丹斯公司爭議

- ▶ 智慧財產是高科技公司最重要的資產，它包括新發明、創新的生產方式與電腦軟體。
- ▶ 智慧財產可經由聯邦政府的專利或商標系統保護，或以商業機密名義自行維護。
- ▶ 肯丹斯設計系統公司(**Candence Design Systems**)是最大的電子設計自動化(**EDA**) 產品供應商，阿溫緹公司則是競爭對手。

7-1

7-2

7-3

7-4

▶ **1995年12月**，阿溫緹公司總部被警方與聯邦調查局突擊，企圖搜索出該公司盜用肯丹斯公司商業機密的證據。肯丹斯公司聲稱該公司軟體工程師所開發的程式中有**60,000**列編碼被所盜用，並且對阿溫緹公司提出民事訴訟，要求賠償損失。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ **1997年**，包括董事長在內的**8位**阿溫緹公司公司職員被檢察官以罪犯名義提起公訴，他們全都是肯丹斯公司的離職員工。
- ▶ 這件公訴案件因**7位**被告以「不爭辯」為藉口而結束(第**8位**被告的控訴已被終止)。
- ▶ 「不爭辯」抗辯並不是承認有罪，而是被告知道如果進入法律程序時，他們可能會被判刑。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 最後，所有被告都被判罰金，有幾個的罰金高達數百萬元，**5**位被判有期徒刑，其中一位高達**6**年。
- ▶ 在另一項民事訴訟中，肯丹斯公司向阿溫緹公司提出數百萬元的賠償，以彌補軟體被盜用的損失。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.4 倫理與研究

- ▶ 研究工作中最主要的倫理論點是面對問題的誠實態度與誠實報導研究結果。
- ▶ 當有足夠的證據證明這項行動時，研究者必須開明地改變過去的假想，而且絕對保持客觀的態度。
- ▶ 由於學術研究人員必須發表有價值的論文，才可升等或得到永久教職。如果一項實驗不成功，就難免想要修改它的結果，以達到所預期的結果。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 工業界的研究人員或大學教授們也很難抗拒聲譽的誘惑而偽造數據。新產品上市的壓力，通常也迫使測試工程師捏造產品合格的數據。
- ▶ 以測量電子的電荷獲得**1923**年的諾貝爾物理獎的羅伯·密利根(**Robert Millikan**) 並未將**140**個觀察結果中的**49**項列入所發表的論文中。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.4.1 分析研究中的倫理的問題

- ▶ 進行研究工作或實驗時，應參考專業工程師學會的倫理守則。
- ▶ 美國化學工程師學會的守則指出，「會員應公平地對待所有參與工作的同事，並認同他們的貢獻」與「在客觀與誠實的態度下，發表聲明與資訊」。這些說明適用於每一個工程師的專業活動，自然也包括研究，實驗和測試等活動。

7-1

7-2

7-3

7-4

▶ 德行倫理學清楚地告訴我們，發表不真實的實驗結果是不合倫理的行為；同樣地，由於不認同參與專案的每一個人的貢獻，是不誠意的行為，德行倫理學指出這種行為在道德上不被接受。

7-1

7-2

7-3

7-4

7.4.2 病態科學

- ▶ 自我蒙蔽現象經常發生於研究工作之中。科學史上，這種類型的自我蒙蔽導致了許多惡名昭彰的案例。
- ▶ 奇異公司工作的著名物理學家**Irving Langmuir**將這類自我蒙蔽的現象稱爲「病態科學」(**Pathological Science**)，值得玩味。

7-1

7-2

7-3

7-4

▶ 病態科學之六項特徵

1. 所能觀察到的最大效應是由強度極小的起始因素所造成的，效應的幅度大小與起始因素的強度無關。違反了所有已知的力量與效應。
2. 效應的幅度幾乎接近可偵測到的準確度的極限，或者因為結果的統計意義非常低，而必須進行多次的測量。通常捨棄數據的標準是基於是否符合先入為主的理論，而非本身所代表的意義。

7-1

7-2

7-3

7-4

3. 宣稱高準確度。

7-1

4. 提出違背經驗、匪夷所思的理論。

7-2

5. 以臨時起意、未經思考的藉口，回應批評。

7-3

6. 開始時，支持與批評者的比例，上升至**50%**左右，然後逐漸被遺忘。

7-4

應用案例-

阿布奎基與艾斯雷塔部落印第安人的飲水問題

- ▶ 阿布奎基市位於新墨西哥州，橫跨格蘭特河，南北兩方各有一個印第安部落(保留區)。
- ▶ 印第安部落是賦有廣大自治能力的主權國家，但是必須遵守聯邦法令，及一些州的法令限制。他們的地位相近於州政府，而不隸屬於州政府之下。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 艾斯雷塔印第安部落位於格蘭特河附近，阿布奎基市的下游。
- ▶ 按照傳統，宗教慶典時，印第安人會直接從這條河汲水飲用。但是最近幾年來，由於暴風雨所帶來的水量、阿布奎基市下水道廢水、連其他上游居民的廢水都排放到河裡，使得這些慶典變得困難重重。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 艾斯雷塔印第安部落利用他的主權地位，強迫阿布奎基市，企圖使河水水質能達到直接生飲的標準。
- ▶ 砷的排放標準比環保署法令所允許的標準大約嚴格二倍。
- ▶ 環保署支持艾雷塔印第安部落，並引用了聯邦賦於印第安保留區有權制定他們自己污染標準的法令。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 阿布奎基市認為，印第安部落的標準過份嚴格，而且沒有必要，因為阿布奎基市排放到河裡的砷濃度，低於阿布奎基市上游河水中的濃度。
- ▶ 阿布奎基市強調，要達到這個標準非常昂貴，約**3**億元美金。表示這項標準違反了憲法第一修正案：禁止政府成立國教的規定。
- ▶ 阿布奎基市目前正訴請美國最高法院審理。

7-1

7-2

7-3

7-4

應用案例-N光事件

- ▶ **1903**年間，布朗德拉特教授正在探討產生**X**光的氣體的放電現象。布朗德拉特應用放電器與類似**樂琴(Roentgen)**發現**X**光的裝置，並在**X**光的電磁場中轉動放電器，他發現當放電器轉動到某一個特定角度時，放電器就會變得比較明亮！

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 實驗結果指出，照射於放電器上的輻射，通過石英稜柱時會被彎曲。輻射線被稜柱彎曲的事實，說服了布朗德拉特，他發現了一個新的輻射形式。他將它命名為N光(以南西大學命名)。
- ▶ 這項新光束的發現經報導後，引起全球實驗室對這個專題的熱潮，但其他研究者皆無法重覆布朗德拉特所發表的結果，證明N光根本不存在。

7-1

7-2

7-3

7-4

應用案例-

德州農工大學低溫核融合事件

- ▶ **1989**年美國猶他州的兩位科學家發現一種可以在化學電池中控制核能融合的方法。
- ▶ 傳統融合反應必須將氣體加熱至極高的溫度，或是利用高能量的光束撞擊特定的目標，以起始核子反應。這些方法不僅必須應用龐大昂貴的設備，而且所產生的能量低於起始反應時所加入的能量。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 這項低溫核融合的新方法，不僅簡單、價格低廉，而且似乎可以生產更多的能量。
- ▶ 因此當這項消息公布後，全球研究機關與大學的科學家、工程師們皆試圖重複這項實驗的結果。

7-1

7-2

7-3

7-4



7-1

7-2

7-3

7-4

Stanley Pons與Martin Fleischmann

- ▶ 德州農工大學的研究小組發現，部份電池中含有相當濃度的氙氣。氙氣是核子融合反應的副產品，但卻不存在於猶他的實驗中。氙氣的發現將可進一步證明電池中發生融合反應的理論。
- ▶ 在德州農工大學的實驗中，只有部份樣本可以產生氙氣。以常理判斷，由於猶他與德州農工的實驗結果相互抵觸，他們應更加審慎的發表他們的結果；

7-1

7-2

7-3

7-4

▶ 然而，他們樂昏了頭，反而迅速地在研討會及在科學文獻中發表他們的研究結果。不久，謠言、品質粗糙的指控、甚致欺騙等，開始在科學界內傳誦。最後造成研究人員－學生和科學家，甚至整個大學聲名掃地。

7-1

7-2

7-3

7-4

專業成功：偽造實驗結果

- ▶ 實驗工作對工程的學生而言，是很重要的一部分；倫理問題常在實驗工作發生。
- ▶ 最常被提出的倫理問題，是有關誠實地記錄實驗結果的問題；例如，爲了得到預期的結果，常會“竄改”數據，或是有時候爲了方便起見，根本沒有真正進行實驗，只在實驗簿上“排演”實驗而已。從根本上來看，這種行爲與欺騙沒有兩樣。

7-1

7-2

7-3

7-4

- ▶ 應該如何決定實驗中那些行為才合乎倫理呢？
- ▶ 最簡單的方法，就是運用先前提過的道德倫理來檢驗實驗中的倫理問題，我們知道誠實是每個人都應該自我培養的美德。因此，德行倫理學告訴我們，必須仔細地執行實驗工作，並誠實的記錄實驗結果。

7-1

7-2

7-3

7-4