

工藝技術和生存環境

Herbert A. Simon 作
黃仁宏 譯

解決今日主要的社會問題，將有賴於更多或更好的工藝技術——而非較少。因為工藝技術正是人類知識的別名。我們需要加深我們的科學知識，擴大蒐集我們解決各種問題的方法，並加強我們決策程序的技術。總之，我們需要對人類自己有更深入的了解，因為所有人類的問題，根源於我們的本性。

「工藝技術」之意，常令人想起人造物，它令人想起機械：鋼鐵工廠和發電廠，開路機和油精練廠。它令人想起合成物質——耐綸和塑膠——和強有力的物質——DDT和小兒麻痺疫苗。它令人想起製造過程：連續不斷生產線的工廠和穀類雜交。它令我們想起交通和通訊設施：汽車和噴射機、電話和電視。它令人想起核子武器和原子彈特遣隊（ABN）。它使我們想起這些機械、物質和程序所產生的結果，不論好的或壞的，及其對人類處境和人的生存環境的影響。

但是依據機械和看得到的物質，來看工藝技術，乃是錯把外殼當蝸牛，或把網當蜘蛛。工藝技術不是東西；它是知識——藏在上億的書本中，在好幾億或好幾十億人的腦裏，且在更重要的範圍裏，藏在人造物本身。工藝技術乃是知道如何做，如何達成目標。工藝技術所能製造的人造物，被火災、洪水或戰爭摧毀時，人類用他的知識，他的工藝技術，去代替改進。所以存在西歐人和日本人腦中的工藝技術，能使他們在短時間內，重建他們的物理環境，這時間和人類第一次創造相似的環境，所需的時間相比，其比例極小。

工藝技術乃是知道如何做事的知識，而非全部做它教我們如何做的事。我們或多或少，知道如何建造超音速運輸機，但目前我們並不製造。有時人們認

為工藝技術一旦教我們如何做，我們就不能不做它。那，當然，是誇大其詞。應用工藝技術與否，乃在我們社會團體內決定。它可能是消費者的決策，他們希望享用應用工藝技術發現和發展的新產品。它可能是企業的決策，因新產品的開發有利可圖。花費公共基金，去把握一個特別的技術機會，可能是個政治決策。時常，在重要情形，它是經由這些團體的結構，所做的一大羣決策。

因此，我們有電視機，因為消費者要看，並購買它；因為公司製造和銷售它，能產生利潤，並因為政府知道能適當的配置廣播頻道。在大多數團體中，我們沒有可滋擴充的大眾傳播通路，但仍是消費者、商業行號和投資者，政府的一系列決策的結果。工藝技術可能，且有時，使用過度或者濫用，「因為它在那兒」，但多半，它的應用與否，和其他決策一樣，來自各種組織。如果我們就應用工藝於生活品質之貢獻，感到高興，功勞應歸於使這些應用可能的團體。如果我們被不欲使用的工藝技術所煩惱，責備應同樣加諸於這些團體。但褒貶並不重要，重要的是我們從事件中，學習如何改進我們的團體；同時，藉着這改進，對我們成長中的工藝技術知識，繼續不斷的做更聰明的利用。我此文章之主要功用為：假設試驗各種方法，使我們可以邁向改進決策程序之途，此程序決定何時何種技術，可以應用。

工藝技術對社會的衝擊

工藝技術，貯藏的知識，對社會主要的衝擊，至少沿着七度空間：

1. 它增強我們的能力，達成個人和集體的目標。（例如：生產充足的食物。）

2. 它時常產生不欲和不需要的副作用，通常和所欲之效果成正比。
（例如：散到空氣中的二氧化硫，和能量的生產成正比。）
3. 它提供有關這些副作用的知識，要不然這些副作用可能沒被察覺，這使我們在決定使用某種工藝技術與否之時，把它列入考慮。
（例如：分色，高級技術之一例，能使我們偵測在空氣、水或食物中，可能有毒物質的含量。）
4. 它提供多種方法，使我們能選擇，以追求我們的目標。
（例如：飛機、火車、汽車，不同的交通形態。）
5. 它使我們知道新需要，並設定新目標。
（例如：工藝技術教我們，在我們的菜單中，需有足够的維他命。）
6. 它提供分析和了解複雜系統的工具。
（例如：管理科學的標準工作，可以應用於選擇工藝技術的決策程序。）
7. 它給我們關於自己的知識，幫助定義人類各種情況的相互關係。
（例如：它指導我們，如何決定人類渴望之程度，和人們如何常常地適應環境；在此環境中，他們發現他們自己玩的是和為零的遊戲（註：勝者所得到的，和負者所損失的，兩者相和為零）。）

或許，我們該把此表分成兩部份，把前項保留為「工藝技術」（工藝技術帶來福祉或威脅，在典型的討論中，此為其焦點），然後用個假想的術語，最後五項變成「衍工藝技術」：此為知識，影響並決定我們應用「工藝技術」的方法。衍工藝技術擴展工藝技術各種方法的範圍，加強我們的力量，以追綜真正或潛在的結果，及其相互間的關連，並改變我們對生存環境，我們的目標及我們自己的看法。

我希望你不要把我的標籤「衍工藝技術」，看得太嚴重。或許你可以換個較能描述它，而較不誇耀的名稱。或者也許，在你讀了我將要提及的衍工藝技術後，你會認為它是管理科學的同義字。

下述，我也許對衍工藝技術，比工藝技術談論得多。請原諒我這麼強調，因我們生存在衍工藝技術的年代中。我冒險預測，歷史學家將把二次大戰，視為一分界點：前期以工藝技術之極高速度成長為其特色；後期以衍工藝技術之更高速度成長為其特色。普羅米修斯，從諸神那兒偷火，為工藝技術時代的締造者。衍工藝技術時代，將需要一位新的締造者。衍工藝技術時代，將需要一位新的締造者——普羅米修斯之子，他將再度激起諸神的憤怒，因他從他們手中偷走他們的決策程序：他們的線性規劃方法，他們的模擬技術。

現在，工藝技術及其子孫，衍工藝技術，我們將避開不談，現在把生存環境引進我們的圖書裏，我將以三個例子，說明工藝技術及其應用兩者，在創造環境問題尋找其治療法中，扮演著什麼樣的角色。我的例子將涉及四根本元素中的三種：水、空氣、火。稍後也將提點第四種元素：土地。

水：養份過剩及磷酸鹽

一些漂亮的短語，相當有力，以致於其真假無關緊要。口號「依利湖死了！」就是這種。依利湖可能死掉，但此語確是不朽。

到目前，我們都已知道水污染的一些大原則。我們知道，當有機物在水中腐化，它們從水中吸取氧，且當吸取速率大於補充的速率，水中成缺氧狀態，魚不能生存，若消耗更嚴重，則開始發臭。

在水中，除有機物對氧的需求之外，當某些那種物質一多，令我們不喜歡之藻類，週期性的產生，如果沒綠化美洲，至少綠化了美洲的水，這就是奇怪地（從人類觀點）被稱為養份過剩的過程。有益於藻類的東西，並不見得對我們有益。另外有特別物質，產生水污染問題——水銀是最近的一項——和熱，但我們將專談氧缺乏和養份過剩。

氧缺乏是水污染的「古典」問題，工藝技術能處理它，已一段時間了；且事實上，已有效且廣泛的應用。在美國，很多流水，其情況比三十年以前好。有種叫污物之二次處理，藉着快速、控制的有機物分化和除去固態沉澱物，兩者連合，以減少對氧的需求量。除去沉積物變成新的固態廢物問題，但相對說來，其問題較少。現在在伊利諾的實驗，把沉積物以管送至農田，用作肥料，可能現正邁向解決問題之道。

既然，多種工藝技術可用來處理問題，缺乏氧之問題，從技術領域變成經濟和政治問題，已經很久了。如果現在的聯邦計劃，在十年內，企圖每年花費好幾億元，且嚴厲執行，大部份的流水，相對來說，將會面目一新。從氧的供給，此觀點來看：魚將生存，伊利湖將再度呼吸，工藝技術將為污染的環境，提供滿意且經濟的答案。

養份過剩，從稍為不同的立足點，來顯示工藝技術、科學在此題目上，還未完成其家庭作業。我想專家們，將不會向下列陳述挑戰，即：養份過剩之基本化學和生物的結構，並不十分了解，不論在性質上或數量上，因此不能有信心的描述治療方法，或者有信心的預測結果；溶解的磷酸鹽，最常被控為引發茂盛藻類的禍首，（雖然可能只在內陸水中；在河口，氮被認為是最可能的限制因素。）但甚至這個對與否，也不能確知。既不知道磷酸鹽應限制在何種標準之下，才能使這情況不發生，也不知道這些限制該如何隨其他物質之有無而變。

如果關於養份過多的基本科學闕如，則對付他的工程技術同樣沒有。我們大多不願醫生，只因他對疾病的本性沒信心而閒着。有時，特別是在極端情況，只去試驗一些東西，是個好的構想。有兩個例，試驗了一些東西，而有顯著的成功。在近麥迪遜的美樂挪湖和靠近西雅圖的華盛頓湖，已止住養份過剩。藉着簡單，但花費大的實驗，建

立排水溝，引導從前傾入此湖的廢物。

所以，如果我們不知道什麼滋養物，導致養份過剩，我們把它們全部消除即可。更有甚者，我們至少知道一些湖，在三、四年，或者更少的時間內，可以很快地改進其狀況。雖有人警告說，這最近的發現，不能推及於所有的湖，我們可依大小，深度和其他很多因素而變。但廢物之轉換，當然，只有用異於水之其他物體接受，才能奏效，且需不會像我們所欲保留的水一樣被破壞。我們需要其他不同的工藝技術，來對付養份過多。

當專家們沈默或意見不一時，業餘者便會接替。對養份過剩，我們已有一段可愛的業餘時光。曾有此邏輯：磷酸鹽引起了營養過剩，清潔劑包含磷酸鹽，因此我們應從清潔劑中除掉磷酸鹽。別擔心，一如我已指出的，主要的前提仍值懷疑。關於這二流的前提和結論，有更壞者要說：其實，清潔劑包含磷酸鹽，市鎮的他種廢物，也一樣含磷酸鹽，從施過磷酸鹽的農田，跑出來的東西，亦復如此。清潔劑的磷酸鹽，在美國可能佔存在於湖、流水和田口的磷酸鹽的三分之一，某部份較多，某部份較少。以我們目前所擁有的化學知識，甚至不能確定，消除掉清潔劑中的所有磷酸鹽，能否解決一湖的問題，此點，我們可以聽到專家中強烈的爭辯。

但所有最嚴重的問題是：如果我們從清潔劑中，除掉磷酸鹽，什麼東西將代替他們？為了避免養份過剩，我們幾乎沒有人準備不洗澡或不洗衣服。在最近的幾個月，大家已對一些解決方法有所知，我們知道有一種物質叫做 NTA ，基於普通的化學結構和點滴的實驗資料，應極小心的對待它，直到證明為無害。我們知道——因為已做過——多種物質能代替清潔劑中的磷酸鹽。其中一些對肌膚有強烈的侵蝕性，一些則顯然無害，一些甚至有點洗滌力。就是最無害者，我們一點也不知道，是否會比磷酸鹽產生較輕的問題。

我不需要剝奪任何家庭主婦，當他從超級市場的架上，拿下一箱低磷酸鹽的清潔劑時，其所經驗到的公德心。但我要開導她的觀念，她對解於養份過剩貢獻良多，她正從市鎮的廢物中，移去一半的磷酸鹽。這些廢物，可能有，亦可能沒有，改變養份過多的展望。他正以其他物質，代替磷酸鹽，這些物質可能有，亦可能沒有較少的害處。

甚至相對地說來，以我們目前對養份過剩的無知，亦有顯著及可行的辦法，其治療法比從清潔劑中，消除磷酸鹽要高明得多：在目前和計劃的廢物處理中，加入移去磷酸鹽的過程，可以從廢物中移去九〇%或更多的磷酸鹽。採用這些過程，加上二次處理，當然，不只除去清潔劑中的磷酸鹽，也幾乎移去廢物中其他部份，幾乎等量的磷酸鹽。我相信 EPA 已邁步，在聯邦財務支持的處理工廠裏，計劃在適當的場合，加入移去磷酸鹽的過程。如果一個人感到，急需應用政治壓力於養份過剩問題，則我建議，適宜的把壓力，加諸於計劃的監督，以確保它能有力的實行。

或許，我已把這特别的例子，帶得够遠，它說明了：當我們的工藝技術太少時，會發生什麼——處理感興趣的現象，太缺乏基本過程的知識；對不同的治療行動及其結果，太缺乏知識。知識的真空，常以散播謠言，簡短而狂熱的公衆巧語，和象徵性的行動而填補，然後是幻滅，最後是分心於其他事。

這例子也說明，對一問題，甚至缺乏完全而科學的了解，仍可採取行動，但不戲劇化，且成本相對地高。此行動將使問題暫時可解決，直到我們找到更基本的解答。

養份過剩是個工藝技術的問題，它亦是經濟和政治問題，應用更多的工藝技術，而非更少，可以解決問題。如果我們研究科學，此科學對了解於其中的生物化學現象，是必需的，則可把問題解決得更好更快。並且，如果我們應用靈敏的決策程序——一複雜的衍工藝技術

，而不把它留給，我們在過去兩年所聽到的公衆雄辯、替罪羔羊、使合法化等類，則可解決得更快更經濟。

空氣：汽車和空氣污染

現在我從水改變為第二種元素：空氣。我將集中討論污染來源之一：汽車。同樣，這是報紙讀者和電視觀眾，都知道的論題。且同樣的，這例子將顯示，不充足和不精確知識的解毒劑，仍是越來越精確的知識。

基本科學的水準，對汽車排洩物了解得並不比養份過剩好多少。「排洩物」包括不同成份的有害物質的混合物、特別是碳化氫，一氧化碳，和氮的氧化物，含有四乙鉛和會生癌的芳香族碳氫化合物。特別有兩件事不完全知道。第一，暴露於這些物質中，到何種程度對，人體健康會有害處？估計長期低程度，特別困難。第二，各種物質如何互相作用，特別是，大氣中氮的氧化物，和其他成份，和氧化硫，和臭氧，如何互相作用？在洛杉磯和紐約，最近的一些經驗，和一些實驗資料，顯示減少一氧化碳、氧化硫和碳氫化合物的含量，而不減少氮的氧化物，可以真正且大大地加重煙霧。「顯示」和「證明」十分不同，固定不變的事實和證明其為真的理論，仍然很難到手。

如果我們因對排洩物效應的了解，而產生了我們所要的，那只有內燃機的技術，而這些我們都已知得很清楚。特別，最明顯的事是：減少碳氫化合物和一氧化碳的排出，將產生更多氮的氧化物。粗略原因是：減少碳氫化合物和一氧化碳，需較完全的燃燒，而較高的溫度產生此結果。但高溫正是大自然所要的，以固定大氣中的氮量，即產生氮的氧化物。

約直到一九七〇年，我們忽略了它，我們假裝，控制了碳氫化合物和一氧化碳的排洩量，就能解決汽車污染，而任氮的氧化物溜走。

當惡鬼不願走時，我們（此例亦指汽車工廠）自稱，要強硬地把它除去，將很困難且耗費大，並進行發展燃過氣體之接觸反應處理的精细方法，那引起新的問題——催化劑四乙鉛的「毒害」，及無鉛氣體含有較高的生癌的芳香族碳氫化合物的危險。所有這些問題都可解決，且有適當滿意的結果，雖然沒好到，國會建立的一九七五年的空氣標準。

當我們也開始學到，得到答案並非無成本——根本不。每部賣出的車子，其成本多了五百美元，那在美國一年只是幾億元——約等於我們準備投資於新的廢物處理工廠之數——爲了清化空氣，這確是不太高的代價。也就是說，若我們能因此得到純淨空氣，代價不高。但今天，並沒保證說，從傳統內燃機排泄的 NOx，能以任何可忍受的代價，以減少到我們可長久忍受的程度。汽車工廠對一九七五不合理的放射標準的證詞，頗雄辯，且令人十分相信——從目前工藝技術的觀點上看，此標準極不合理。

所以我們以內燃機能否淨化，從事於國家的大賭注。我認爲投資賓州彩票，也要比那賭注好。更有甚者，都是我們不應從事的賭博。不同於傳統內燃機的方法，有很多可想像得到的，但未經證實的方法。私人工業或者任何人，探討這些方法，但其所做的努力，和把傳統的汽車引擎，帶到目前情況，所做的努力相比，可說小巫見大巫。

目前，加諸於汽車製造廠的法律和政治壓力，要他們到一九七五年達到排泄之標準，這將不可能。當所有可資應用的工程師，因破壞性的計劃而洗手不幹時，已真正降低了爲汽車設計非傳統動力設備的努力。同時，聯邦政府爲自己的計劃，設立基金（閉門造車和承包）。研究發展非傳統汽車機械，慷慨大方，一年一千萬，並企圖升高爲二千五百萬，然後漸升至一億，不顧其到目前爲止，什麼都沒成功，甚至從律師管理的EPA內，也得到珍貴而稀少的支持。同時，當太

空工業中，有技術的人力資源，他們有所需要的技術能力，却嚴重的失業。

如果這情況對你毫無意義，或許因爲事實上它是難感覺的，如果是這樣，則我們不應責怪錯誤的工藝技術，而應怪錯誤的衍工藝技術：錯誤的決策程序。社會的基本研究和發展，不能完全讓私人工業做，這是一項原則，因這對研究發展的投資總是太少。很多研究發展的經濟利益，發展者不能完全捕獲，他不考慮這些有價值的公衆利益，任其從他的投資決策流出來。給研究發展，基本的公用補助，是良好的經濟，也是好的公共策略。

其次，一社會準備每年花費好幾億，以產生不污染的汽車引擎，却不兩面下注，以防損失，是很荒謬的，既然成功的遠景，最多是「未定的」。所謂兩方下注，即是在傳統引擎沒辦法以前，花幾億研究不同的方法，做爲準備。這種孤注一擲，毫無準備的姿態，就是我們今天的情形。問題是，面對不確定的情況，對假裝確知，或者拒絕買較便宜的保險，能否靈敏的感覺出來。

同樣地，我檢討汽車排泄物的問題，沒窮舉我們所能得到的教訓，我希望在此也已論證，我們需要更多的工藝技術，不是更少。特別是，賭注在一個提議的行動上，我們需停止它，這是不需要的，我們要兩方下注，對內燃機毅然地探討不同路徑，同時，這探討，我們需確知，其基金政府設在適當的標準。

火：生存環境和能量

如果你順應我，繼續我的暗喻，我願談火：特別是人類對能量的需要，和他如何滿足這些需要，而方法和環境的保護，兩者目標一致。

環境問題和能量之關係，不同於我們在討論水污染和汽車排氣所

遇到的，最足以描繪能量的情況者，是事情的相互關連。好的能量策略，必需調和燃料之可用性和人對能量的要求，及廢除製造能量，所產生的環境問題。必需考慮大氣的後果，特別是用腐化的燃料時，排除大量氮的氧化物和硫，原子能的放射性，另外需考慮水之品質，特別是把大量的熱放入湖和流水中。

因此，我們必需發現並發展工藝技術，把硫從燃料或煙肉的氣體中除去。把溫度升高，並使燃料安全，且其他效果不變，但不產生大量氮的氧化物，阻止有害的放射性物質，從核子或腐化燃料的工廠中逃掉。核子技術（滋生爐和融合過程）將保留有限的核子燃料資源，除掉熱而無害的技術；或者更好，收回一些，把其用途擴展的熱力學第二定律允許我們做的程度。簡而言之，爲了使我們能從事基本的策略選擇，我們必須努力擴展整個能量技術的範圍。

在能量領域，聯邦政府正追求一計劃，支持研究發展，此計劃比汽車排氣者，更富朝氣。我們可能指出計劃的缺點，例如：對氧化硫問題，太依賴私人企業，任其自然找到答案。但一般說來，聯邦的支持，指著正確的目標，且基金的標準，令人可接受。

要聰明地應用研究發展出來的能量技術，我們亦必需創造有效的衍工藝技術：系統分析的工具，使我們能評估交易，認明瓶頸，偵察未解決的問題，決定研究和發展的優先次序。沒有人已創造出充足的工具，以計劃整國的能量系統，或者組成該系統的一部份。

建立衍工藝技術，有很多地雷需避免。有個我們過去當觸及的，就是把我們計劃的資源，傾倒於學習預測的風洞中。已有五呎書架的書，預測美國在未來好幾個階段的时间裏，能量的使用和燃料的可用性。在這些書裏的預測，可能大部份是錯的，正如預測的本來面目。但這不意味，我們應從事大羣新預測，這將一樣錯。它意味我們必須學習面對未知，即面對不可預測的或只稍可預測的情況時，如何計

劃。

計劃而沒有預測（或只有一點預測），既非矛盾，亦非不可能，讓我們假設一極大的數：一笈笈（Zillion）好了。將來有一天，或許一九九〇年，或許二千年，或許二〇一〇年，我們每年會生產並消費一笈笈小時的能量，對任何你所能想像的未來的情節，這都是真的。改變情節，可能改變達到這笈笈的日期，但不能改變這一項事實，即它將在某個年代實現。更有甚者，何時達到這笈笈，根本不重要。重要的是，知道我們如何支撐那程度，而不耗盡我們的資源，我們的環境，我們自己。

因此，我們沒有必要花費精力，想像世界動態或羅馬俱樂部，最近所報告的那種情節。而所需的乃是模式，在笈笈小時或其他數量，此模式能考驗出各種能量系統不同的穩定狀態。我所知唯一的此種模式，已由甘尼斯·霍夫曼在布魯克林文（人之通訊），應用線性規劃的骨架建立。

我們如何用這一穩定模式？例如：我們能問，在製造所需笈笈小時能量時，會有多少 SO_x 散入大氣中？此計算之假設，是以目前的工藝技術，而有多種核子和腐化燃料工廠的組合爲依據，若假設多種工藝技術改變，則又會有多少？反之，如果我們設定 SO_x 的標準，我們可以問技術改變多少，才能達到這標準？我們可以估計，放射線和 SO_x 及其他有毒氣體的替換率如何。能量系統的穩定狀態計劃模式，能指導我們在擴充時，選擇各種生產能量設備，並能在能量領域內，決定研究發展的優先次序。

你可能很驚訝，今天唯一存在的這類能量計劃模式，是由一個人自動自發的努力而產生的，你如果對這種事不訝異，我必須承認我很驚駭和膽寒。我們盡詳細的統計和預測報告，研究無數的能量問題特徵，但我們缺乏靈敏的能量系統所需的，基本的分析和計劃能力，我

們知道，這是創造的能力。我只能希望我的注意，向一羣對設計和建造那種模式，具有很好技術的人演講（註：本篇原為演講稿），其效果要比我過去幾年，在華盛頓的荒原上嚎哭要有用。

工作需要完成？能够且應該用一系列漸進法，花費十萬美元建造一個起始近似模型，已經太有餘了。有個問題，和設計能量模式一樣重要，即我們不只要一個模式，而是要好幾個互相競爭比較的模式，使我們能看清不同的明顯或隱藏的假設，其影響力若何。我們很容易能供給這種「複製」。

系統模式，除了提過的明顯用途外，它們指導工程師，設計能量系統的零件時，具有無限價值。沒這種指導，生存環境問題，幾乎不能和工藝技術配合。從別的工藝技術領域裏，借個範例DDT，我不希望在此處爭論，DDT平均說來是恩物，或是有害的東西，有一點很簡單的是，DDT所做的正是我們所設計的：發現它的化學家，其時正尋找長命且效用廣的殺蟲劑，而那正是他們發現的。如果要他們找一較無長久性的殺蟲劑，或者傷害力有選擇性，他們也會早已發現，事實上，很多這種物質已存在。

磁流體力學，研究磁場和導電流體間之相互作用，也有這現象，這直接和能量系統有關。直到約兩年前，對磁流體力學，根本不考慮 NO_x 的產生。因為所用之溫度和煙肉所致的高溫，磁流體力學的技術，特別有助於 NO_x 的產生。現在我們也許可能已發現，用磁流體力學產生所需能量，而不產生 NO_x 的方法。我們可能已達到這目標，但是，這只有在我們把 NO_x 的限制，包含在評定研究發展的好壞中。工藝技術的設計者，有多大的系統指導，工藝技術的副作用，也只能考慮到這麼大。且那種系統指導，只能從我正提出的，普通種類的計劃模式中得來。

三個例子的教訓

在討論我最後的論題，人之工藝技術以前，我願扼要的說明，我們從養份過剩、汽車排氣和能量三個例中，得到的教訓。

重要的環境根本問題中，我們已看到，加深我們對現象了解的重要性：例如，了解養份過剩的化學和生物過程的重要性。

可滋運用的工藝技術方法，我們已看到，擴展其範圍的重要性，以避免不必要的冒險，賭注於特別不確定的工藝技術：例如：朝氣蓬勃的發展研究非傳統引擎的重要性。

我們已看到發展衍工藝技術，改進決策工具的重要性：例如，建造穩定狀態的能量系統模式的重要性。

所有這些——加深我們的科學技術，擴展我們各種方法的寶庫，建立有效的衍工業技術，而非更少。環境問題用口號解決不了，亦不會因羅曼蒂克的想法，回到工藝技術以前的時代而解決。缺乏有用的工藝技術各種方法，立法和取締亦解決不了。更具活力的追求基本科學、想像得到的工程和複變的管理科學，可以解決這些問題。

人的工藝技術

人文科學和工藝技術平衡，今天很時髦：在工業技術和人之本性之間，做基本的對照。但其實這無意義，工藝技術是知識，而人類的希望，建立在知識上，而非無知。人所面對的，他和環境相互作用的問題，求此答案的速率，我們有理由樂觀：飢餓問題、疾病、貧窮和環境的品質——和甚至人口問題。在人最深處建立的本性，我們沒理由有信心。當外部問題委之於工藝技術的應用，而變得較沒壓力，內部問題會變得更特別和急迫。讓我們看看我所指的「內部問題」的兩個例子。

人從各角度被定義為無羽、兩足、有理性的動物，一種有靈魂的動物。還是讓我提出另個定義：人是貪求無厭的動物。不管他有什麼，他能想要更多。面對人類的無厭，我們怎麼限制他們加諸於自然的要求？這最後一定要的。有人認為，對自然過多的需求，是由人的生產所致，如果我們以休閒代替工作，我們會限制生產，也因此限制需求。

休閒會減少對環境的需求，我頗懷疑。讓我借個例子描述，N本書問題。我以前常想，一個人擁有三千本書，只不過虛飾，既然這約和其一生所能唸的書差不多。我現在了解這點之錯誤。如果一個人不正確預先知道，什麼書他需偶而查詢，他可能希望有比三千本多的書——他可能需要整個國會圖書館都能讓他使用。在他的一生中，他只會用到一極小部份，但在任何時刻，他突然需要的部份會在那兒。

現在，順著N本書問題，有N間房屋問題和N個高爾夫球問題，等等。在我們週圍，我們所可能需要的東西，佔有的慾望是無限的。甚至雖然每一樣都只用一短時間（我坐在計算機終端機。在研究我家的當兒，寫這東西）。

我們怎麼設計一個世界，其中人可有豐富經驗和活動，而不必對自然做接受不了的要求？下棋者每小時要多少資源？（包含空氣調節的房屋）玩高爾夫者（包括建造球桿工廠的土地）又多少？我們如何避免製造很多沒好好利用的棋和高爾夫設備？

現在在這地方，或許我該強調第四種基本的元素，土地。活動對土地的需求變化很大，且土地，在多種情況下，將會是首先耗盡的。休閒和交通開始代替食物、木材和纖維的生產等土地的主要使用，一畝地將支持多少打高爾夫者，多少越野滑雪者？多少雪橇？多少徒步旅行者？

我並不意味此處有解決不了的問題，但有重要且困難的系統設計工作。此工作不是在勞動就是在閒暇的世界裏完成。此工作應用管理科學或經濟學的工具，可以處理，我向你推薦，那是一重要且有趣的企圖。

和人的顯然不滿足有密切關係的是，需求適應期望的方法。人類慾望無窮的精確意義是，有適應環境的熱望——如果環境不改變太快的話——其方法是一個人需要的，比他所有的多一點，或者比一個人合理的期望多一點。期望乃是由比較形成。和自己所擁有的比較，和別人所擁有的比較。

從達爾文的觀點，這種可調整程度的熱望，其生存價值很明顯，但它有個

不幸的結果，它有使生活變成和為零遊戲的可能。當我們比別人好時，我們只知道我們比較好，則失者和勝者必定一樣多。

兩個世紀以前，馬爾薩斯提醒我們一個基本且困難的問題，人口問題。甚至若我們還沒應用使世界人口穩定的工藝技術，我們現在也有工藝技術解決。今天，我們在熱望程度上的研究，至少使我們知道一個同等基本且重要的問題；我們有使任何情況都變成和為零的遊戲的傾向。對人類進步有任何期望，則必需相信這問題可以解決。

我們能否替人類——為我們自己——發明一種新遊戲，此遊戲對兩方都有益？能否發現一種遊戲，不必破壞競爭性；那是我們賴以做世界上的工作？威廉詹姆士替戰爭要求一道德的相等物。戰爭正是一種我們所玩的和為零（或和為負）的遊戲。我們不只需要戰爭的代替物，而且需要一代替物，可以代替整個社會比較，決定誰贏的結構。

如果我對答案有任何了解，我會和你分享；如果缺少，我只能提議，我們把它加入我們必需發現的新技術之中。此處，一如我已討論的其他問題，我們的希望，有賴於知識，有賴於對我們自己的了解。此處，一如其他問題，我們需要更多更好的工藝技術，而非更少。

