

中協同產品設計過程 消費品公司工業設計和工程設計的

KwanMyung Kim，蔚山國立科學技術學院創意設計工程研究生院，韓國蔚山市 UNIST-gil 50，郵編 44919，李坤比，系韓國高級科學技術研究院工業設計學院，大韓民國 34141，大田，大田路 291，

本研究旨在闡明工業設計師和工程設計師如何協作，以及這種聯盟如何反映設計過程。我們與來自六個消費產品製造商的 34 名工業和工程設計師進行了有關實際產品設計項目的深入採訪。我們首先從訪問數據中識別出各個設計過程。其次，我們然後使用鑲嵌方法將設計過程進行比較並合併為協作過程。最後，我們簡化了協作流程，以創建具有代表性的流程模型。結果，我們發現了四種類型的典型協同產品設計流程及其特徵：e 類型 1：由 ID 主導的概念驅動過程，類型 2：由 ID 主導的內外聯合過程，類型 3：由 ED 主導的內在先流程，類型 4：ID & ED 協同流程。© 2016 Elsevier Ltd。保留所有權利。

關鍵詞：設計過程建模，協同設計，產品設計，工業設計，工程設計，

我 ntegrated 必要也很難的 作出貢獻 是推出解釋成功 的 從 工程 一產品單聲道學科 設計 的 和 市場。透視。工業 產品不過，設計 的設計 是眾所周知，工程設計和工業設計有很大的不同設計實踐（裴，2009;佩爾松和威克曼，2004 年），和他們的設計方案在某些方面彼此相反（埃德爾，2013; Hosnedl，Srp，& Dvorak，2008; Pahl，Wallace，& Blessing，2007）。工業設計師的角色包括增強產品的用戶體驗並開發其外部形式和界面（Ulrich & Eppinger，2012）。他們運用美學和人體工程學方面的知識和技能（Eder，2013；Pahl 等，2007）。在與工業設計師的互動下，工程設計師參與了實施由工業界開發的設計概念。

通訊作者：李坤比 Kun-pyo Lee）

（試驗設計師（Persson & Warell，2003 年）。工程設計人員提供了一種使產品正常運行，可靠並製造出 kplee@kaist.ac.kr 的方法

（Hubka & Eder，2012；Pahl 等，2007）。這導致了不同的方法

www.elsevier.com/locate/destud 0142-694X 設計研究 46 （2016）226e260

<http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2016.06.003> 226 © 2016 Elsevier Ltd。版權所有。

工業和工程設計師之間（Cross，2008; Hubka & Eder，2012）。

它經常被認為工程設計人員使用一個'向外接近 電子商務 發展從功能外觀“，而工業設計師遵循'向內方法 E 從外觀上的功能顯影'（得，2013; Hosnedl 等人，2008; 帕爾等。，2007 年）。基於這些概念，提出了以下兩種設計策略：一種是“由內而外”的策略，定義為首先設計內部工作部件，從而限制了外部形狀，另一種是“由外而內”的策略。首先定義封套，然後約束內部零件（Hubka 和 Eder，2012；Kim 和 Lee，2010）。這些設計策略涉及公司應在特定條件下為特定目的採取的組合設計過程。但是，從經驗證據中很少了解到這兩種策略如何在工業項目中應用。很少有嘗試從工程設計和工業設計的綜合角度來看待設計過程。在這方面，我們研究了工業環境中兩個學科的協作設計過程。

研究的問題是：1) 存在哪些類型的協作產品設計流程，以及 2) 什麼條件促使公司採用特定類型的流程。根據這兩個設計師小組的角色和特點，我們假設會有不同類型的由內而外的設計方法。我們認為，由內而外的方法將以工業設計為主導的設計過程為特徵，從而產生工業設計師作為需求和標準提供者的角色，而由內而外的方法將以工程設計為主導的設計過程，工程設計師通過提供對工業設計師職責的初始要求來限制工業設計師的任務範圍。為了在競爭激烈的市場中取得成功，公司應通過適當地採用從內而外的方法來匹配其情況和目標，從而創建工業設計和工程設計的協作流程。

本文有兩個目標：首先，闡明在實踐中應用的原始協作產品設計過程的形式；其次，確定在不同條件下用於不同目的的不同類型的過程。為此，我們對六家消費產品製造商的工業設計師和工程設計師進行了深入採訪。我們使用“確定了每個公司的產品設計過程鑲嵌法”，其中結合了從訪談數據中提取的各個設計過程以完成一個協作過程。結果，我們確定了四種典型的協作產品設計流程及其特徵。

協作產品設計過程 227 本文

通稱“協作產品設計”，是指通過工業設計和工程設計的共同貢獻而創建的產品設計。特別是在公司環境中，協作產品設計涉及一系列設計活動，例如創建初始產品概念，確定內部規格以及開發外部形式和內部結構。因此，“協作產品設計過程”是指工業設計和工程設計都直接參與產品開發活動的產品設計過程。

“工業設計在這一點上，”主要涉及開發消費品的外部形式，界面和用戶體驗，但不包括純圖形設計或純樣式設計。“工程設計”開發了用於在消費產品中放置和操作內部功能部件的技術解決方案，並以能夠實現大規模生產的方式定義了構成產品的內部和外部部件。我們將從事此類活動的標記為“工程師工程設計師”。

本文包括三個部分：第一部分詳細介紹了研究方法。第二部分介紹了典型的協作產品設計過程及其特徵。最後，它總結了結果，並討論了對設計文獻的影響和貢獻。

1 研究方法 為了研究協作產品設計過程的類型和相關條件，我們在數據收集和分析中採用了紮實的理論方法（Charmaz，2006； Glaser & Strauss，2009），以及的“鑲嵌方法我們設計用於重構”工業設計師和工程設計師之間的協作設計過程。紮根的理論方法在社會科學中被廣泛用作為研究較少的領域建立理論的系統方法，而在設計研究中已被長期採用（例如 Lee & Cassidy，2007； Wong，2010）。它使用歸納邏輯，主要是通過深入的訪談和/或觀察開始進行數據收集。在編碼階段，通常有兩種策略。一種是從數據中收集有意義的參考並進行編碼，如果研究主題沒有明確定義，則將它們分為編碼類別。另一種是在明確定義研究主題時，使用符合特定主題的預定義編碼類別來標識相關參考。我們使用了後一種策略，因為對設計過程進行了廣泛的研究。採用了類似的方法， Berends，Reymen，Stultiens 和 Peutz（2011）對五家公司的設計過程進行了調查。 Kleinsmann 和 Valkenburg（2003）收集了有關工業中協同設計過程的故事，並

確定了協同設計項目的關鍵主題和情節。

我們首先對個別設計師進行了深入採訪，並收集了他們關於設計項目的故事。為避免

228 Design Studies Vol 46 No. C 2016 年 9 月

追溯性賬目的不可靠或不準確 (Ackroyd & Hughes, 1981 年)，我們採用了三個標準來選擇研究目標：(1) 多家公司類似的產品領域；(2) 工程和工業設計部門的多個參與者；(3) 在整個產品開發週期中已經完成的項目。我們設置了第一個標準來提高研究結果的適用性。對項目環境的了解和分析提高了設計過程和方法的適用性 (Gericke & Blessing, 2012)。因此，對具有相似項目環境的多家公司進行調查可能會提供更好的機會來應用研究結果。使用第二個標準，來自具有不同觀點的多個線人的數據可以相互補充，以抵消任何潛在的偏見 (Miller, Cardinal 和 Glick, 1997 年)。最後，在回顧性訪談中，可以通過收集和分析整個產品開發週期中已經完成的設計項目的故事來確定設計過程 (Berends 等, 2011)。為了基於轉錄的訪談數據重建產品設計過程，我們首先確定“過程要素”，然後繪製出各個設計師實踐的部分設計過程。接下來，我們使用“將每個公司的所有部分流程組合到協作產品設計流程中鑲嵌方法”。在構建了所有詳細的協作產品設計流程之後，我們使用“對其進行了簡化，流程塊”以識別典型設計流程的類型。最後，我們將它們可視化為設計過程模型。圖 1 顯示了研究過程。

可以根據實際設計項目確定實際設計過程及其相對於上下文的特徵，這可能與公司記錄的設計過程不同。比較兩者將提供洞察力。但是，我們無法收集它們，因為它們被視為對外部機密。取而代之的是，我們詢問受訪者他們的公司是否有書面的標準設計流程，以及它是否與實際設計流程不同。

1.1 深入訪談 1.1.1 案例公司的選擇 為了提高適用性，應該在公司的環境和背景下理解設計過程 (Maffin, 1998)。因此，我們通過指定案例公司來設置三個標準。採納的三個標準如下：

- 1) 公司應生產中等複雜的電子消費產品。
- 2) 他們應該有獨立的工業設計和工程設計部門。

協同產品設計過程 229

協同面試數據

部分設計過程 (單個過程)

設計過程

四種類型的過程 (組合)

(簡化)

公司 A

面試數據

方法 鑲嵌過程 塊

元素 過程 公司 BF

圖 1 研究過程

3) 他們應該是領先公司在市場上生產精心設計的高質量產品。

第一個標準使得能夠選擇在產品領域內具有相似性的製造商，其中工業設計師和工程設計者都扮演著重要的角色。生產簡單消費品的製造商在工程設計師中的作用將減少。另外，開發火箭不需要工業設計師的作用。 Ulrich and Eppinger(2012)指出，“的複雜程度適中機電產品”需要工業設計師和工程設計人員同樣重要的角色。根據提出的具有複雜性的工程消費產品分類， Cross (2008) 中等複雜產品的例子包括電鑽和洗衣機。因此，中複雜的電子消費類產品是指那些 engineered 產品全面整合電子和機械系統（的日常消費類電子產品瓦西 C&Lazarevi C, 2008 年）。儘管滿足第一個條件，但是某些公司（例如原始設備製造商（OEM））或小型公司的工業設計或工程設計部門是一個，或者沒有。在這種情況下，他們會使用外部設計和/或工程諮詢公司。他們的協作過程將不同於內部獨立工業設計和工程部門之間的協作過程。我們傾向於通過探索具有相似背景的案例來提高研究結果的適用性。因此，滿足了第二個標準。最後，生產精心設計和高質量產品的領先公司可以為調查提供合理和適當的數據，研究結果將為其他公司提供很好的參考。 Lawson (1994) 指出，發現良好的設計實踐是如何發生的，將有助於理解和製定更有效的方法。這是第三個標準的理由。

230 設計研究第 46 卷第 C 號，2016 年 9 月

我們選擇了具有上述標準的案例公司。我們首先將第一和第三標準應用於從 2006 年到 2010 獲得“韓國優秀設計獎”的公司（年關於 GD, 2011 年連續）。“韓國優秀設計獎”在韓國許多市場領先的製造商中很受歡迎。結果，我們獲得了 16 個公司名稱。然後，我們與獲獎公司列表中的聯繫方式聯繫了每家公司，並詢問網守是否具有獨立的 ID 和 ED 部門（第二標準）以及他們是否願意參加研究。最後，我們選擇了六家公司（表 1）。

1.1.2 選擇受訪者 我們採用有目的性和滾雪球採樣方法選擇受訪者（Berg, 1988 年）。每個公司的網守都建議他們的設計師，而後者又建議他們的同事。在這樣做的同時，我們選擇了滿足以下三個條件的受訪者：

1) 在公司中有超過兩年的經驗 2) 參與了至少一個產品開發過程的周期 3) 與同行的緊密合作和互動（即，工業設計簽名者與工程設計師）者

從公司的工業設計師和工程設計師團隊招募的預期受訪人數為 6 人，每人 3 人以保持平衡。但是，我們只能從 B 公司和 F 公司招募兩名工程設計人員。總共有 18 名工業設計師和 16 名工程設計師作為受訪者參加。他們的工作經驗從 2.1 年到 20 年不等，平均為 8.9 年。

1.1.3 訪談程序 我們根據文獻的建議（採用了半結構化的深度訪談方法 Kvale & Brinkmann, 2009； Seidman, 2012）。我們首先列出了約 20 個詳細問題，並將其分為四個主要主題：1) 個人信息，2) 設計過程，3) 角色和專業知識以及 4)

互動，然後提出了四個關鍵問題：

1) 您的職位和職位在團隊中的角色？ 2) 產品設計過程如何進行發生？過程中了什麼？ 3) 您在設計過程中擁有哪些任務，以及知識和執行項目所需的技能？ 4) 工業設計和工程設計

在設計過程中如何相互影響？

訪談首先要問的是關於受訪者在團隊中的角色和工作經驗的問題，然後是產品開發

協同產品設計流程 231

表 1 案例公司的信息

公司業務領域工業設計師的數量工程設計師的數量

公司 A 家用電器 10e20 50e100 公司 B IT 產品 5e10 5e10 公司 C 移動通信 40e50 50e100 公司 D 移動通信 50e100100e200 公司 E 安全設備 5e10 20e30 公司 F 家用電器 5e10 30e40

他們經歷的過程及其在這些過程中的任務。當受訪者由於不願意指出要召回的時刻而猶豫不決時，我們提供了詳細的背景信息，例如：“假設今天是您所參與項目的開始會議日，然後告訴我有關發生了什麼。”這是在訪談研究中提出的很好質疑的建議的基礎。假設，替代，理想和解釋性問題（Merriam，1998 年）。為了限制由多個訪問者引起的不一致，一位作者執行了所有訪問（Ahmed，2007 年）。此外，作者在產品開發方面擁有 14 年的行業經驗，這限制了誤解受訪者描述的綜合設計情況的可能性。為了避免對面試官的經歷產生偏見，本研究遵循了“Epoche”過程，在該過程中，對現象的預判和假設被阻止，以便在參與者的世界中對其進行檢驗（Leedy & Ormrod，2012 年）。因此，面試官在感覺像要評價受訪者的回應時就忽略了對這種現象的判斷。我們在每個公司的安靜房間中進行了採訪，並對所有對話進行了錄音。為了幫助進行對話並記錄補充信息，我們做了現場說明。有時，受訪者會在便箋上製作圖紙以提供詳細說明。

從經驗中知道，90 分鐘適合進行深度訪談，因為線人在這段時間內會認真回答訪談，而線人在 90 分鐘以上時的回應往往會減少（Seidman，2012 年）。遵循指南，我們計劃的採訪時間為 90 分鐘，但我們沒有控制住它。當我們有足夠的關於問題的數據時，我們通過觀察減少了來自答复的新信息，從而結束了訪談。錄音機中的“語音檢測錄音功能”使我們能夠暫停錄音幾秒鐘，並在聲音恢復時恢復。每個受訪者的錄音時間從 70 分鐘到 100 分鐘不等，所有參與者的平均錄音時間為 78.5 分鐘。因此，每個受訪者的實際採訪時間應長於錄音時間。我們逐字記錄了所有採訪數據。結果，我們獲得了大約 1000 頁的全部轉錄。

232 設計研究第 46 卷第 C 期，2016 年 9 月

1.2 識別設計過程 1.2.1 識別每個人設計過程 經歷的 儘管所有轉錄數據都包含與設計過程相關的信息，但它們都與其他內容混雜在一起，包括項目的情況和目標，個人的角色，必要的技能和知識，行為者之間的衝突，彼此的感知圖像等。我們首先通過回顧相關文獻來確定編碼過程框架，以確定“過程要素”。用於構

建設過程。我們通過仔細閱讀 A 公司的採訪記錄來確認他們。關於過程建模，將過程視為信息處理和狀態轉換系統的兩種觀點為有關過程建模的過程元素的編碼類別提供了有意義的線索。

從信息處理的角度來看，Browning, Fricke 和 Negele (2006) 將產品開發及其活動視為信息收集，創建，解釋，轉換和轉移的過程。大多數產品開發活動需要一組輸入，並作為活動的結果，初步輸出，狀態報告等進行生產 (Browning 等人, 2006 年)。這一觀點得到了有關設計過程和組織的大量文獻的支持 (例如, Burns & Stalker, 1961; Clark, 1991; Hubka & Eder, 2012)。Ulrich 和 Eppinger (2012) 將其描述為最終結果所必需的信息，該信息被注入以將當前設計問題轉換為下一個問題以降低不確定性，從而產生輸出，直到形成最終結果為止。這被建模為將功能規範 (輸入) 轉換為偽影規範 (輸出) 的過程 (Takeda, Veerkamp 和 Yoshikawa, 1990; Tomiyama 和 Yoshikawa, 1986)。Browning 和 Ramasesh (2007) 不多 指出，從信息處理的角度進行過程建模無法捕獲完整的信息流，因為人們對交互的了解。他們認為，確定組織單位之間的相互作用的重要性，因為它們會引起建立可交付的流程模式的活動之間的依賴。決定性，過程建模的在此透視基本元件被概括為)的信息流與 IPO(輸入端 E 方法 e 輸出) REP-resentation 和'相互作用組織單位的'(人，團隊，公司等 “。

從狀態轉換的角度來看，Reymen (2001) 將設計過程描述為通過在每個階段執行任務並評估設計活動將狀態從一種狀態轉移到另一種狀態的過程。這是台門車型，在設計活動發生在舞台的每一個階段，設計輸出的設計審查，從而作出決定之間是否進入下一個階段，重複當前階段或拒絕該項目的進行評估一致

合作產品設計流程 233

(Cagan & Vogel, 2002; Ulrich & Eppinger, 2012)。大多數基於階段的模型都提出了這種觀點 (Wynn & Clarkson, 2005)。基於階段的模型由旨在執行任務的動作和旨在評估執行任務的結果的決策組成；其中完成構成進展到下一個階段 (jansch & Birkhofer, 2006; Roozenburg & 交叉, 1991)。除此之外，當從一個階段跳到另一個階段或在子過程之間鏈接時，伴隨輸入和輸出的信息流就會發生 (Lindemann, 2003; Ogot & Okudan-Kremer, 2004)。提出的工程設計過程模型 Pahl 等人。(2007) 證明了每個階段的明確投入和成果。第一階段的輸入是“任務”，結果是“規範”，它又作為輸入進入下一階段。這樣，繪製出了將輸入和結果連接起來的順序發展階段。關於術語“任務”和“設計活動”，Pahl 等人。(2007 年) 使用“任務”來表示項目的初始起點，不同於在每個階段執行的“任務”。但是，這兩個術語的用法類似，用以表示執行設計工作，因此，人們對相互連接和處理任務的設計過程達成了普遍共識 (Dorst, 2008 年)。

從狀態轉換的角度來看，有兩個活動：執行任務和評估結果。通常，評估會在相對較短的時間內進行，以決定“前進，重複或下降”。因此，我們將這些類型的活動 (評估，設計審查，檢查，決策) 稱為“事件”。目前，我們有兩個編碼類別：“任務”和“事件”。總之，我們可以用四個編碼類別對設計過程進行建

模。“任務”，“事件”，“信息流”和“交互”，並且可以用階段的連接來表示。此時，的設計過程的一個階段可以用來表示'輸入端 E 任務（設計活性）E 事件（deci-錫永製作）在線輸出“。以下描述瞭如何使用以上四種編碼類別對過程元素進行編碼。

任務：清除設計人員執行的任務，例如“想法草圖”，“3D 建模”等。“是的，我做的草圖用圓珠筆來表達我的想法。對其進行少量著色或對其進行掃描以在 Photoshop 上進行修飾。'我們將其編碼為帶有“想法草圖”標籤的任務類別。事件：完成特定任務後，將進行一個事件（決策），從而導致下一個動作。一位受訪者說；'我們去樣機公司製造原型，並帶走所有兩個或三個原型。與他們舉行了一次模擬評估會議。。（忽略）。工程師們聽老闆的批評。老闆說就是這樣，那就是，如果工程師有不同的想法，他們會提供意見。。（忽略）。最後一個被選中。我們在事件類別中使用標籤“模擬評估會議”對此進行了編碼。

234 Design Studies Vol 46 No.C 2016 年 9 月

信息流：當任務或事件發生時會生成信息流。它總是伴隨著輸入和輸出。一位受訪者說；'實際上，我們根據工程設計人員提供的規範進行工作。直到有事情出現，我們才開始工作。這說明工業設計師從工程設計師那裡接收到了“規格數據”作為輸入，他們開始使用他們的工作。我們將此“規範數據從 ED 編碼為 ID”。另一個摘錄是：'。選擇一個後，我們會將模型的 3D 數據傳遞到工程部門。。（忽略）。我們發送“STEP”文件，然後使用“UG”開始設計。這說明他們將 3D CAD 數據作為設計活動的輸出發送給了工程設計人員，這些輸入成為了後續工程設計活動的輸入。我們對“從 ID 到 ED 的 3D CAD 數據”進行了編碼。交互：發生任務或事件時，兩組經常交互。例如，當工業設計師檢查是否可以修改內部空間時，工程設計師通過提供相關信息為他們提供建議。在這種情況下，會發生激烈的互動，工程設計師將充當“顧問”。情況就是這樣；“他們解釋說”這應該放在這裡和應擺在那裡“。然後，我們修改尺寸和位置，然後再次詢問它們是否可以減小 2 毫米的間隙。如果他們說“是”，我們會將一個部分壓平。'我們將其編碼為“ED 到 ID 的顧問角色”。

我們從每個轉錄的訪談數據中識別出流程要素。我們盡可能用參與者自己的單詞標記它們。我們將現場說明用作補充數據源。在此過程中，我們按時間順序排列並連接了編碼元素，以構建部分設計過程。該方法被廣泛採用以可視化工業過程模型（Vergidis，Tiwari 和 Majeed，2008 年）。我們還根據訪談數據確定了設計過程中涉及的項目類型和目標。兩名研究人員執行了整個程序。一位研究人員首先構建了部分設計流程，另一位研究人員通過檢查訪談數據對其進行了檢查。結果，我們 7 獲得了 45 個局部設計過程 e 從每個公司的 9（請參閱的第二行 表 2 中）。

1.2.2 識別協作產品設計流程 下一步是通過“將每個公司的設計流程組合為協作設計流程鑲嵌方法”。我們首先從公司的特定項目中收集了部分設計流程。之所以容易做到這一點，是因為公司的設計師描述了同一項目中的共享經驗，因此

各個局部設計過程相互重疊並相互補充。之後，我們通過比較和合併過程元素來合併部分過程。從工業設計者的訪談數據中提取的部分過程提供了有關工業設計活動的豐富信息，

協同產品設計過程 235

表 2 已確定的設計過程

公司 ABCDEF 總

數的部分設計過程數 9 7 7 8 9 7 45 產品設計過程 3 1 2 2 3 1 12

包括與工程設計人員的互動行為，但有關純工程設計活動的信息較少。工程設計也是如此。我們將公司中工業設計師的部分流程合併在一起，以圍繞工業設計活動重建設計流程。同時，我們利用工程設計師提供的信息來補充和加強工程設計方面的設計活動流程。我們以相同的方式圍繞工程設計活動重建了設計流程。我們最終將這兩個設計過程合併為一個協作產品設計過程。在鑲嵌方法中，結合交叉檢查的局部過程有利於提高可靠性和通用性。通過抵消彼此的信息，這大大降低了構建信息不完整的流程的可能性。因此，“鑲嵌法”降低了構建不準確過程的可能性。

在比較部分設計過程時，我們發現產品計劃團隊參與了一些設計過程元素。因此，我們包括了它的作用。這意味著產品規劃團隊在工業設計和工程設計的協同設計項目中扮演著一定的角色。我們還標準化了一些表示相同任務或事件的術語。但是，它們的編碼方式不同，因為受訪者使用它們的方式略有不同。例如，我們發現一個會議被編碼為“被編碼為產品計劃會議在一個局部設計過程中”，而過程中“產品開發會議在另一個”。因此，我們將它們統一為“產品計劃會議”。有些人還稱工業設計結果為不同的名稱，例如“模型”，“設計模型”或“模型製造”。我們將它們統一為“設計模型”。我們還將“標準化實體模型評估活動”和“實體模型選擇”為“實體評估事件”。通過交叉檢查每個公司的面試數據，同時評估特定術語的含義和上下文來完成這項工作。實際上，設計師似乎了解每個公司定義了標準術語的文檔化設計過程，但並不是特別了解它。他們似乎忽略了標準化流程，因為市場形勢迫使他們迅速採取行動。語言差異也是造成術語差異的可能原因。在產品設計領域，韓國語中的母語和借來的單詞混合使用。例如，我們同時使用借用詞和本國詞來表示英語的“design”。此外，兩支球隊的文化和位置上的差異很可能會導致期限上的差異。除 F 公司外，這兩個部門分別位於不同的物理空間，至少位於不同的樓層。

236 設計研究第 46 卷第 C 期，2016 年 9 月

最後，我們通過將階段元素（輸入，任務，事件和輸出）合併到一個框中，並用相關任務命名它們來定義設計過程中的階段（參見 圖 2）。例如，工業設計師開始根據前一階段的研究結果繪製各種構想草圖。然後，他們通過評估選擇一些最佳草圖。根據選擇的結果，他們決定進入下一階段或重複當前階段。因此，“構思草圖”階段由“研究結果（輸入），”構思草圖（任務），“評估（事件）”和“最佳草圖（輸出）”組成。

結果，我們從所有公司獲得了 12 個協作產品設計流程；每個公司一到三個（請參閱的第三行 表 2 中）。我們將它們發送給每個公司的線人，以檢查我們對其流程的解釋。在此過程中進行了較小的更改。圖 3 顯示了公司 A 的協作產品設計過程。它在兩側顯示了兩個並行的過程：左側是工業設計過程，右側是工程設計過程，中間示出了兩者之間的相互作用。“產品規劃會議中間的”是由“產品規劃小組”主持的活動，由他們決定是否繼續將概念商業化或予以拒絕。文本框是由輸入任務事件輸出組成的階段。帶有虛線的文本框不是階段。它們沒有所有四個階段的元素。例如，“檢查”是一種決定。沒有輸入和輸出。垂直箭頭指示流程的進度。它還顯示了信息流的方向，前一級的輸出變成了下一級的輸入。水平箭頭表示“的方向信息流”或“交互”。圓形箭頭表示各階段內反復且強烈的相互作用。顏色 圖 3 和 5 中的 顯示了它們的連通性。稍後將這些分類為階段，並在下一部分中進行說明。

1.2.3 簡化流程 一旦我們制定了每個公司的協作產品設計流程，就將它們分類以確定它們的類型，目的和條件。但是，由於每個公司的流程都包含詳細的設計動作和信息，因此直接在公司之間進行比較並不容易。因此，我們使用“的概念簡化了每個公司的設計過程，過程塊”以幫助它們進行可比性，同時保持基本特徵。我們發現在一組小的連續階段中存在一種模式。所有主要階段都完成了一項主要工作。完成後，一個清晰的新階段從另一個工作開始。我們將這些小階段定義為“流程塊”。它的特徵是初始輸入，內部迭代，決策，最終結果和不可逆趨勢（圖 4）。內部

協作產品設計過程 237

輸出 研究結果

研究結果

階段 1

創意草圖

階段 2（想法草圖）

評估

最佳草圖

階段 N

最佳草圖

輸入

輸入

構思草圖階段

任務

任務

任務

事件

輸出

輸出

圖 2 定義階段

輸入

輸入

一個過程中的過程塊從初始輸入開始，並在內部的各個小階段運行。迭代或反饋可能在塊內的各個小階段之間發生。最後，他們對最終結果做出最終決定。這是一個里程碑，指示該階段將跳到下一階段。例如，在圖3的藍色方框中，此塊的主要工作是開發執行六個小階段的設計概念。當他們處於渲染階段時，如果在渲染評估事件中不滿意渲染結果，則可以返回到構思草圖階段。在最後階段，設計模型作為結果由高層管理人員確認，然後跳至“產品計劃會議”。

在前一個結果進入下一個塊的輸入之後，兩個過程塊之間的過程流幾乎沒有機會被逆轉。跨團隊通常進行最終設計，並由高層經理在每個工作組中批准。回到上一個區塊意味著它無法滿足市場時間表。因此，應該由最高管理層對此事做出決定。根據訪談數據，他們寧願放棄該項目，也不願返回上一個階段。在大多數基於階段的模型中都對階段之間的迭代和反饋進行了描述（Wynn & Clarkson，2005）。但是，在本研究中，將一個過程塊或兩個並行塊視為一個階段，因此在實際情況中很少會發生階段之間的反向迭代或反饋。它發生在一個塊中的各個階段之間。因此，似乎在階段之間幾乎不可能放棄項目，但是在階段之間可以放棄。我們通過其主要工作來命名流程塊。在命名塊時，我們發現工程設計和工業設計使用的術語“概念設計”不同。工程設計中的概念設計是與技術概念有關的技術概念，該技術概念通過開發對工作結構和功能的廣泛解決方案來與產品的工作方式相關（Haik & Shahin，2010；Kroll，Condor，& Jansson，2001；Ullman，2009）。但是，工業設計師在概念設計階段決定產品樣式和交互作用的方向，這由概念關鍵字，情緒板，想法草圖和用戶場景來表示（Press & Cooper，2003；Tovey & Harris，1999；Vredenburg，Isensee，Righi & Design，2001）。因此，我們標記的概念

238 設計研究第 46 卷編號 C 2016 年 9 月

的 A 公司圖 3 的協作產品設計過程

產品協同設計處理 239

結果輸入

第 1 階段

處理（相位塊

1) 1 N 級

決策

結果

不可逆 階段之間 傾向 輸入

圖 4

流程塊 2 (階段 2)

流程塊的特徵，階段階段

工業設計師的設計活動為“設計活動概念設計-I”，工程師的為“概念設計-E”。

圖 5 是的簡化版本 圖 3。的彩色框 圖 3 中簡化為的相同彩色框 圖 5 中。的藍色方塊 圖 3 中 變為“概念設計-I”。“產品計劃會議” 圖 3 中的 定義為“產品計劃”，並以細長的六角形顯示。由於它是一個單獨且獨特的設計活動，因此被確定為單個階段。在紅色塊內部，有兩個並行的處理塊；“Concept Design-E 右側的”（紅色的小方框）是“主流程塊”，“形狀修改左側的”（黃色）是“對應的塊”。這兩個塊不視為單獨的階段，因為它們與紅色大塊內的起點到終點相連。這樣，兩個設計師團隊之間的互動就很強。為了區分兩個平行的塊，我們用粗實線表示主塊，並用淺實線表示相應的塊。在綠色塊中，由於所有 12 個流程之間的設計活動都沒有什麼區別，因此我們將詳細設計，測試和生產的兩個順序流程塊合併為一個。因此，在本研究中我們將它們視為一個階段。當綠色方框中的設計過程繼續進行時，工業設計師會根據工程設計師的要求或他們自己的設計檢查目的不時做出反應。他們通常將這些活動稱為“活動”後續，與主要任務有所不同。這些活動顯然存在，但不屬於流程塊。它們是所示的離散過程元素 如圖 3，因此用虛線表示。為了幫助視覺理解，實心箭頭，雙向寬箭頭和單個方向寬箭頭分別表示過程流，相互交互和單向交互。

240 設計研究第 46 卷編號 C 2016 年 9 月

工業設計工程設計

概念設計-I 產品規劃形狀修改

概念設計-E

後續

測試和生產

主要工藝塊

對應的處理塊

的離散設計活動的組

產品計劃

詳細設計

進程流

圖 5 的示例

相互交互的成功

從轉換為模型

單向交互

圖 3

1.2.4 確定協作設計過程的類型 我們根據流程結構，輸入和結果的相似性對 12

個簡化的協作產品設計過程進行了比較和分類。過程塊和階段，以及工業設計師和工程設計師之間的互動。我們首先將每個流程塊和階段與其他 11 個流程的相應流程塊和階段進行結構比較。然後，我們比較了 12 個流程中每個相應階段的投入和結果。例如，的“概念設計-I”階段 圖 5 中 沒有輸入，但是生成“設計模型”作為輸出。某些“概念設計-I 其他過程中的”階段始於工程設計團隊的初步佈局設計。因此，檢查階段的輸入和結果的類型為確定總體流程如何進行提供了線索。最後，我們評估了一個階段中工業設計人員與工程設計人員之間的互動。藍色方框中的兩個組之間沒有交互。但是，在紅色塊中，它們之間存在強大的交互作用。結果，我們將 12 個協作產品設計過程分為四種代表性過程。

協作產品設計過程 241

2 協作產品設計過程 的類型我們根據協作產品設計過程的特徵來命名四種類型。它們是類型 1：由 ID 主導的概念驅動過程；類型 2：由 ID 領導的內外聯合流程；類型 3：ED 主導的“內部優先”流程；和類型 4：ID&ED 協同流程，它們之間的差異主要存在於開發設計概念和初步佈局的流程的早期階段。在詳細設計階段之後，工程設計師的任務占主導地位，這之間存在一些差異。它相當標準化。這表明協作產品設計過程的類型由詳細設計階段之前採用的方法確定。

這些公司根據他們的目標和情況採用了一種到三種類型的設計過程（請 參見表 3）。類型 1 和類型 4 僅用於新設計，除了 C 公司在短期內市場要求新樣式時採用類型 1 的公司之外。當他們有很多參考產品並且交貨時間很短時，就會發生這種情況。Type 2 用於新設計和重新設計。有趣的是，類型 3 僅用於重新設計。除公司 C（“移動通信產品製造商”）通過服務提供商將其產品發佈到市場外，大多數流程都用於 B2C。考慮到公司 C 在不同於公司 A 和 E 的情況下使用類型 1，業務類型（B2B 或 B2C）將影響設計流程的選擇。

關於實際設計過程和文檔化過程之間的區別，他們中的大多數人回答說他們已經記錄了所有公司的標準設計過程，但根本沒有遵循。的發現支持了這一點 Maffin（1998），即設計師根據產品開發環境開發了自己的方法。看來，文檔化流程根據項目類型定義了標準化的任務流程和階段，每個部門的任務和角色以及項目時間。但是，他們總是被迫縮短實際項目時間。這種管理壓力很可能導致他們不遵循記錄的流程。

通過比較每種類型過程的使用頻率，我們發現類型 3 是最常用的，而類型 4 是最少的。使用類型 2 的頻率比使用類型 1 的頻率更高。除了公司 B 的情況外，類型 3 與大多數受訪者所說的公司標準最為相似。Consid-是重新設計的頻率要高於新的設計發生 E-環的論點（Roozenburg & Eekels，1995 年），並成功的激進創新或許會發生一次的 5e10 年（諾曼 & Verganti，2014），這是一個 reason-能夠發現。由於類型 4 是由個人自發發起的，並且不是一套官方的標準程序，因此這種情況很少見。

242 設計研究第 46 卷第 C 號，2016 年 9 月

表 3 四種類型的協作產品設計流程

公司類型 1：由

ID 領導的概念驅動流程

類型 3：由 ED 領導的內部優先流程

類型 4：ID 和 ED 協同流程

A CCC

B C

C CC

D CC

E CCC

F C

目標和情況

類型 2：由 ID 領導的內外結合過程

新概念或

新概念或

重新設計

新概念，當市場改變

設計

時，確定目標

自發快速地自發地快速，則許多參考

存在市場

存在由產品開發的過程，並且

個人努力的時間很短

B2C：公司 A 和 E

所有 B2C B2C：公司 A，D，E 和 F

所有 B2C B2B：公司 C

B2B：公司 C

每種類型設計過程的詳細特徵以下各節介紹了相關的上下文。

2.1 類型 1：由 ID 主導的概念驅動的過程 工業設計人員在決定類型 1 初始階段的產品開發方向方面起著主導作用。根據過程塊，該過程分為四個階段，所示。如圖 6。

第一階段（概念設計-I）：工業設計師獨立開發產品的概念，而不受其他部門的干擾。他們主要關注與美學外觀和用戶體驗有關的方面。他們很少考慮內部零件，這給了他們很多自由。他們為外部和高質量渲染圖像生成 3D CAD 數據以測試該概念。最終確定外觀形式後，他們將生產“設計模型”（一種無功能的原型）以驗證概念。最後，在“選擇最佳設計設計評估會議”上。該階段的最終結果是外形的 3D CAD 數據和設計模型。工程設計師在此階段不採取任何行動。通常，他們甚至不知道工業設計師在設計什麼。

第二階段（產品計劃）：產品計劃部門決定所選設計的商業化以及目標市場，設

計的目標價格和材料成本。最後，他們準備了產品計劃文件，並為設計的商業化確定了具體的方向。

協同產品設計過程 243

類型 1：由 ID 主導的概念驅動過程

工業設計

概念設計-I

工程設計

第一階段

形狀修改

第二階段

產品計劃

第三階段

概念設計-E

概念設計-E

詳細設計

第四階段

後續工作

圖 6 可視模型

類型 1 的：ID 主導的概念-

測試和生產

驅動的過程

第三階段（概念設計-E /形狀修改）：前一階段的產品計劃文檔和工業設計師開發的最終 3D CAD 數據是給出的初始輸入給工程設計師。工程設計人員回顧了工業設計人員提出的設計概念的可行性，因為工程設計人員收集了相關技術並在 3D CAD 數據中佈置了內部零件，以測試是否所有必不可少的內部功能零件都可以固定在外部表格中。有時，工程設計人員會製作實驗原型，以測試是否可以通過預設的外部形式實現所需的性能。由於工業設計師在定義外觀形式時沒有考慮內部零件，因此工程設計師在將內部零件佈置在給定形式中時遇到了麻煩。因此，以某種方式不可避免地要改變外觀。因此，對 Concept Design-E 進行相應的處理：“形狀修改工業設計師需要”。工業設計師使用從工程設計師那裡收到的佈局數據來修改外觀形式。此時，兩個目標相互碰撞。工業設計人員嘗試保持原始形式，而工程設計人員要求進行修改以確保功能和性能。在這個過程中，發生了非常緊密的交互。結果是有關外部形狀和內部零件佈局的 3D CAD 數據。

第四階段（詳細設計） 測試與生產/後續）：從這一階段開始，工程設計人員將領導整個過程。工程設計人員

244 設計研究第 46 卷第 C 號，2016 9 月

年，根據在上一階段確定的 3D CAD 數據確定單個零件的幾何形狀和成分結構。由於考慮了批量生產或可靠性測試，他們有時會要求工業設計師對外觀設計進行較小的修改。詳細設計完成後，將稱為“工作原型工程樣品生產”的，以檢查形式和功能。在這一點上，工業設計師要評估其外觀設計符合其設計理念的程度。然後，工程設計師決定供應商，生產模具並測試“預生產原型通過多個事件過程來”，以提高性能的可靠性和產品的耐用性。

另一方面，在“跟進”中，工業設計師決定如何對產品應用顏色，圖形，材料和表面處理，並為工程設計師提供相關規範。對於所生產的每種工作原型，工業設計師都要根據規格測試美學和情感品質。當他們批准後，他們在設計過程中的正式角色便結束了。除非獲得批准，否則工程設計師應再次生產和測試有問題的零件。我們發現所有六個公司都具有這種機制來維持產品的設計質量。

類型 1 與傳統觀念相反，傳統觀念認為，新產品開發過程是通過市場研究或開發新技術來確定市場需求而開始的。它從完全自由的純工業設計師的概念開始。這意味著可以根據工業設計師在腦海中設想的圖片來開發新產品。這與工程設計學科中描述的產品設計過程（例如不一致 Dym, 1994; Haik & Shahin, 2010; Pahl 等, 2007），在工業設計中，工業設計師在概念設計中的作用缺失。

考慮到相關的理論，即創造力是在以解決方案為導向的方法（對問題進行徹底分析之前發生的 Wynn & Clarkson, 2005），例如“主要生成者”（Darke, 1979）和猜想分析模型（Hillier）。, Musgrove 和 O'Sullivan, 1972 年），以及其他相關發現和論點 Lawson（2006 年）和 March（1984 年）的，這將是公司賦予工業設計者自由和自主權以產生創造性解決方案概念的最佳策略。不受外界干擾。實際上，類型 1 在兩種情況下被使用：一種是開發形狀和功能都新的概念產品，包括開發新產品類別（如公司 A 和 E 中的產品），另一種是啟動新概念產品。盡快（如公司 C 中）的現有產品。當有大量參考設計時，後一種情況似乎是可能的，因此，工業設計師可以在交貨時間短時決定產品尺寸和外部元素而無需任何產品規格。

協同產品設計過程 245

2.2 類型 2：由 ID 領導的內外組合過程 公司使用此過程來開發新型產品或修改現有產品。在任何一種情況下，與類型 1 不同，產品計劃團隊都將啟動該過程。我們可以分四個階段來解釋類型 2，所示 如圖 7。

第一階段（產品計劃）：產品計劃團隊創建產品計劃文檔以啟動產品開發。它設置了目標市場，目標價格和產品規格。在開發現有產品的修改版本時，它會根據現有產品（包括競爭對手的產品）做出決定。在開發新產品時，工程設計師會幫助他們做出決定。此階段的結果是一個產品計劃文檔。

第二階段（概念設計-I）：從產品計劃部門收到產品計劃文件後，工業設計師將決定產品的外觀和相關內部。他們收集符合產品尺寸和規格的待開發產品所需的功能項目，並從對用戶或設計趨勢的研究中得出形式概念。然後，他們安排內部零件以決定外觀形式，同時避免內部零件與預期的外部形式之間發生任何衝突。

因此，它們在外形設計和內部零件的佈置之間來回移動。在此階段，工業設計師和工程設計師之間幾乎沒有互動。對於最後的事件，設計評估將使用無功能的設計模型進行。因此，此階段的結果是有關產品外觀和初始內部佈局的 3D CAD 數據，以及設計模型。

第三階段（概念設計-E /形狀修改）：從工業設計師那裡收到 3D CAD 數據後，工程設計師會密切檢查內部零件與外部形狀有關的可行性和可操作性，並製定最終佈局。工程設計師檢查它們時，經常要求工業設計師修改佈局或外部形式。因此，工業設計活動要進行相應的過程。“形狀修改”。但是，形式更改並不像 Type1 那樣重要，因為他們在上一階段決定了與內部部件有關的外觀形式。此階段的結果是有關最終外觀形式和內部零件確定佈局的 3D CAD 數據。

第四階段（詳細設計） 測試與生產/測試後續）：此階段與類型 1 並無顯著差異

。類型 2 的顯著特徵是工業設計人員在確定內部功能部件的同時積極參與佈置內部功能部件，而在第二階段確定其外部形狀。儘管工業設計師對內部佈局和外部形狀之間的聯繫的了解較少以工程為重點，但此案例顯然是

246 設計研究第 46 卷第 C 號，2016 年 9 月

類型 2：由 ID 主導的內外結合工藝

工業設計工程設計

1st 階段 產品 第二階段 概念設計-I（配置設計）

第三階段

形狀修改概念設計-E

（配置和可行性）

詳細設計

第四階段

跟進 圖 7 可視模型

類型 2 的：由 ID 領導聯合

測試與生產

的內外過程

表明，工業設計師的作用已經超出了我們通常期望的範圍。結果，工業設計師變得有影響力並主動做出決策。此外，工程設計師幾乎沒有參與此階段。正如工程設計文獻（例如所建議的那樣，我們期望版圖設計將是工程設計人員的專屬工作 Hubka&Eder，1987； Pahl 等，2007； Ullman，2009）。我們假設至少工程設計人員會積極為工業設計人員提供建議和指導。但是，他們希望數據能夠從工業設計人員那裡獲得，並賦予工業設計師自由完成與產品內部結構有關的外部形式的能力。此時，公司的設計至上政策似乎是主要原因。

2.3 類型 3：ED 主導的內部優先過程 類型 3 與類型 1 和類型 2 有兩點不同：它們僅用於重新設計現有產品，工程設計師的活動要先於工業設計師。它要求工程設計師扮演更重要的角色，同時減少工業設計師的角色。我們解釋它們的特徵如

下：

第一階段（產品計劃）：所示 如圖 8，產品計劃團隊首先根據年度產品開發路線圖啟動產品開發項目。在這一點上，他們確實具有的功能性

協同產品設計過程 247

路線圖中產品概念。產品規劃專家根據市場上現有的產品確定目標市場，目標價格，產品尺寸和材料成本。工程設計人員經常通過分析競爭對手產品的技術部分並估算材料成本來幫助他們制定產品規格。此階段的結果是產品計劃文件，其中包括產品規格。

第二階段（概念設計-E）：工程設計師根據產品規格快速開發初步佈局。他們通常使用以前開發的產品的數據。完成後，他們將初步佈局作為 3D CAD 數據發送給工業設計師。這是工業設計過程的起點。工業設計人員將其用作開發外觀的輸入，而工程設計人員則尋求系統性能的解決方案並繼續優化佈局。隨著內部佈局和外部形式的同步發展，兩個團隊密切互動並討論分歧或衝突的任何方面，並反復交換反饋以進行修改。最終，當設計草圖發展為確定的外觀形式時，初步佈局成為確定的佈局。此階段的結果是確定的佈局，反映了所設計產品的最終尺寸。

2.5 階段（概念設計-I）：該過程遠非一個獨立的後續階段，而是第二和第三階段之間的中間階段。因此，我們將其稱為第 2.5 階段。它從收到工程設計人員的初步佈局開始，並與 Concept Design-E 同時進行。工業設計師檢查內部佈局並以匹配的外部形式進行覆蓋。他們進行構想草圖，3D CAD 建模，渲染，設計評估會議和模型選擇活動，以決定外觀模板的設計。工程設計人員不斷對外觀進行建議和評估。這樣，通過相互關聯的 Concept Design-I 和 Concept Design-E，外觀形式和佈局便逐漸發展。

第三階段（詳細設計） 測試和生產/後續）：此階段與類型 1 和類型 2 並無明顯不同。

除公司 B 外，所有公司都使用此過程。這表明它被最廣泛地使用。受訪者指出，該過程在角色，任務和階段方面可與公司的官方設計過程指南相提並論。但是，他們提到實際時間比準則中指定的時間短。

2.4 第 4 類：ID & ED 協同過程 第 4 類不是官方提議，而是個人設計師在早期階段所做的努力。在許多情況下，參與開發工程設計人員，

248 設計研究的第 46 卷，C 號，2016 年 9 月

類型 3：ED 主導的內部優先流程

工業設計工程設計

第一階段

產品規劃 初步佈局 第二階段

概念設計-E

2.5 階段

概念設計-I

細節設計

第三階段的

後續工作

圖 8 可視模型

類型 3 的：ED 主導的內部優先

測試與生產

過程

陣容模型傾向於拒絕工業設計人員提出的新穎設計概念，因為有限的可行性問題時間。為了實施這些概念，工業設計師與自由設計師合作。因此，該過程使繼續拒絕的新穎設計概念成為可能。此外，工業設計師和工程設計人員也做出了協同努力。與傳統的分離方法不同，它們以集成方式處理設計概念，同時考慮了許多設計變量。此過程的詳細階段如下：

第一階段（概念孵化）：如圖 9 所示，工業設計師獨立地構思新設計。他們大都是根據儘管有創新性但仍未進行項目的設計思想來構建它。

第二階段（概念設計）：此階段始於工業設計師尋找可以與他們合作的工程設計師。當工程設計師同意加入工業設計師以實施設計概念時，他們將在整個階段中緊密合作。工程設計師為工業設計師提供最先進的技術，以增強設計理念。內部佈局的第一層是根據要開發的外部形狀開發的。該階段的結果是有關外觀和內部佈局的 3D CAD 數據。

協同產品設計流程 249

第三階段（產品計劃）：產品計劃團隊通過設計評估會議來決定設計的商業化。然後，產品計劃團隊定義設計的目標市場。從這個階段開始，負責開發陣容模型的工程設計人員就參與其中。

第四階段（詳細設計） 測試和生產/後續步驟）：此階段的過程與類型 1、2 和 3 過程沒有太大不同

的。現有的產品開發環境使工程設計人員趨於保守。消費電子領域的大多數開發項目都是緊迫的。公司通常會在計劃中設定產品發布日。因此，設計人員將按照時間軸執行所有任務和事件。

根據訪談數據，參與此類項目的工程設計師傾向於拒絕工業設計師提出的新穎設計概念，因為他們認為他們無法確保其概念的工作在選定的時間內通過了性能和可靠性測試。測試失敗將直接影響公司的產品開發路線圖以及工程設計師評估時的年度績效。這似乎使他們保守地選擇和評估設計概念。因此，對於直接參與按時間表進入市場的項目的設計人員來說，幾乎無法使用此過程。相反，例如，從時間表到市場相對自由的工程設計師，那些參與為未來產品開發先進技術的人員，將對新穎的設計理念更加開放。此外，更重要的是，似乎更願意與其他專家合作進行設計的設計師傾向於執行此過程。

對於 D 公司，採用這種工藝的新產品在 Type 4 方面取得了巨大的市場成功。但是，在我們的採訪中沒有報告更多將這一過程積極應用於後續項目的案例。儘管如此，有趣的是 D 公司還是從先進技術開發團隊派遣了幾名工程設計師到工業

設計團隊的相鄰辦公室。這啟用了協同處理案例。高層管理人員故意移動它們，以防止工業設計師提出不切實際的設計概念，方法是讓他們迅速為工業設計師提供必要的技術支持。這似乎激發了雙方更加親密，從而營造了合作的氣氛。這將增加新興的集成設計流程的可能性。

3 討論和啟示 3.1 角色更改 工業設計師的貢獻在概念設計階段占主導地位，此後，工程設計師接任其主要角色。這可以是
250 項設計研究，第 46 卷，C 號，2016 年 9 月

類型 4：ID&ED 協同過程

工業設計工程設計

第一階段

概念孵化

概念設計-I 概念設計-E 第二階段

第三階段

產品計劃

詳細設計

第四階段

跟進

圖 9 可視模型

類型 4 的：ID&ED 協同

測試和生產

過程

被視為四種設計過程的一般特徵。除類型 3 外，所有設計過程均始於工業設計師開發的設計概念。對於類型 1 和類型 2，工業設計師根據形狀和用途獨立定義設計概念。Type 4 在概念設計階段是集成的，但從工業設計師的初始設計概念開始。與其他三種類型不同，發生對現有產品的計劃修改的類型 3 情況，是從工程設計師的佈局設計開始的。看來他們的角色分為概念開發者和概念實現者。有趣的是，當一家公司追求新概念的產品或強調情感感覺和可用性（即使在重新設計案例中）時，工業設計師的作用似乎也很重要。這與通過開發新原理和技術來開發新概念產品的想法不同。他們寧願設計新用途或現有用途的含義。因此，這可以被視為新設計也從現有技術和原理開始的證據。

關於工業設計師的知識，與我們認為很少考慮內部零件的信念相反，他們似乎具有足夠的知識來閱讀和處理內部功能組件並進行外部設計。除類型 1 外，外觀設計總是通過工業設計師考慮和重新佈置內部功能部件來實現。類型 2 是意外情況。工業設計師通過開發外形

協同產品設計過程 251

同時開發相關的內部組件來。但是，他們在內部零件上的工作可能僅限於直接影響外部形狀的主要零件。儘管他們沒有完全參與設計內部零件的細節，但是很明顯，他們的作用已擴展到工程設計領域。這歸功於最高管理層對工業設計的大力支持以及兩組之間共享的 CAD 工具。

3.2 設計方法的選擇 從理論上講，發生了“由內而外”和“由外而內”的方法，這是由工程設計師和工業設計師的不同工作傾向共同導致的（Hubka 和 Eder，2012；Kim 和 Lee，2010）。四種類型的協作設計過程可以看作是這兩種方法的擴展版本。本節討論四種類型與兩種方法之間的關係，以及成功應用每種類型並將其應用於顧問和客戶合作夥伴設置的條件。

對於強調使用環境的消費產品，應該由工業設計人員首先定義與可用性和外觀相關的外觀，然後工程設計師確定與外部鏈接的內部功能部件以支持可用性和外觀。在這種情況下，這是一種由外而內的方法，其中類型 1 適用，類型 2 幾乎適用。如果我們將“由內而外”的過程定義為首先確定初步佈局，然後將其用於共同開發隨後的外部形式和確定性佈局，則類型 3 就是這種情況。考慮到這兩種方法，類型 4 被視為混合過程，因為外部和內部同時定義。如果我們將“由內而外”的過程定義為完成內部確定的佈局後再決定外部，則此處研究的公司中沒有這樣的過程。它不太適合與消費產品一起使用。它非常適合工業耐用品。例如，如果我們設計一個工業電動機，其容量將決定電線的纏繞數和磁芯的尺寸。我們應該科學地計算內部轉子和定子的佈局和尺寸，以實現最佳性能。因此，必須首先完全確定內部零件，然後將外部形式定義為覆蓋。如果我們根據預設的外部形式開發電機的內部零件，它將無法正常運行。

使用 Type 1 時，工業設計師可以自由提出創新的設計思路。然而，該方法將導致兩個問題。首先，很難獲得工程技術性能。為了獲得最佳性能，內部功能部件可能會與外形衝突。其次，要解決第一個問題，設計團隊可能會在功能和外觀之間進行權衡，從而損害原始設計概念。為了成功地管理此方法，當時，高層管理人員保持設計創新性的強大支持將是必要的

252 設計研究第 46 卷第 C 號於 2016 年 9 月

達成妥協。正如我們在公司 B 中觀察到的那樣，類型 2 可以替代該問題。它的策略是由工業設計人員在移動或放置相關內部零件時確定外觀形式。這避免了內部和外部之間的嚴重干擾。然而，有爭議的是，工業設計師是否應在外觀設計開發之外還進行室內佈局設計，以犧牲想像力為代價。他們很可能會在自己的知識範圍內折衷創新。要成功應用 Type 2，設計師應該對工業設計和工程設計都具有很高的知識。

為了在早期階段獲得高級設計概念的可行性，值得注意的是 Type 4，因為工業設計師的概念和工程設計師的技術支持可以開發新產品。鑑於此過程有效且有可能開發創新產品，公司需要為其提供適當的使用條件。戴森公司可以成為榜樣。眾所周知，設計師和工程師作為一個部門的成員共享一個工作區，以實現設計的集

成實施 (Dyson & Coren, 1997)。為了促進此過程，公司需要有一個集成的團隊，其中兩個小組共享一個工作空間，並按預期吸收每個學科的文化。更為重要的是組織文化，它激發了設計師挑戰性並願意合作。如果設計師擔心公司因失敗而受到懲罰，他們將更加保守。沒有這種情況的改變，類型 4 甚至作為公司中有據可查的流程都將無法有效地發揮作用。

在行業中，許多工程公司與外部工業設計師合作。儘管我們沒有調查這種類型的合作，但是，根據我們的發現對可能的過程方案進行討論將是有益的。當製造商與設計諮詢公司合作時，他們可以得到補充支持，以按時完成項目或產生新的想法 (Bruce & Morris, 1994)。在顧問和客戶合作關係中，有兩種過程耦合方式：被動耦合，其中顧問在與客戶聯繫以獲取更多信息或查看其結果時獨立開發解決方案，以及主動耦合，其中顧問和客戶設計師的協作團隊進行工作緊密地產生解決方案 (Gericke & Maier, 2011 年)。在無源耦合中，由於外部設計師獨立工作，其設計過程將類似於類型 1 或類型 2。當客戶希望通過利用他們缺少的特定專業來收集盡可能多的創意時，類型 1 將非常有用。當客戶公司高度以技術為導向並且具有足夠的能力在強大的工程支持下實施好的概念時，這種情況將非常有用。如果客戶的能力低於上述情況，並且需要在初期階段就聘請外部工業設計師來領導他們的產品開發，則類型 2 將是合適的。主動耦合模式將具有與類型 3 和類型 4 相似的過程。當客戶已經具有類型 3 將是適當

協作產品設計過程 253

良好的設計方向和相關技術，並且想要改善產品的美學外觀時，的。除非客戶和顧問公司的集成團隊在項目期間在同一空間工作，否則將根本無法實現類型 4。在顧問和客戶合作夥伴的協同設計過程中應該考慮其他因素。在許多情況下，客戶為顧問提供的信息在一定程度上受到限制。因此，在顧問和客戶合作夥伴以及公司內部發生的相同類型的協作過程在內容方面將是不同的。儘管如此，我們的研究結果和討論仍可為在消費電子領域選擇更好的設計方法提供線索。

3.3 設計過程類型的含義 工業設計師和工程設計師在設計方法和對產品開發的看法方面有所不同 (Eder, 2013; Pahl 等, 2007; Ulrich & Eppinger, 2012)。工業設計師產生以用戶為中心的解決方案概念，工程設計師根據技術角度解決設計問題。這兩個群體的特殊性所涉及的過程可以成為開發具有競爭力的創新產品的基礎。此外，系統工程設計與以用戶為中心的設計思想的耦合過程有利於在顧問以用戶為中心的解決方案與客戶之間建立 (Gericke & Maier, 2011)。耦合過程是公司採取並實現市場競爭力的最佳選擇。例如，消費電子公司使用四種類型的協作設計過程來實現其市場目標。在這四種類型的早期階段，工業設計者的作用是顯而易見的，採用工業設計師專業的方式是採用適當類型的協作設計過程的影響因素。通過給予類型 1 中的工業設計師自由，可以增加獲得創新設計概念的可能性。那麼，這種自由如何驅動工業設計師創造創新設計概念呢？實際上，建築和工業設計人員首先從解決方案圖像入手，然後通過重複試驗進行最終確定 (Lawson, 2006; Roozenburg & Cross, 1991)。這與設計者首先基於預設進行

推測然後進行分析的模型是一致的（Hillier 等，1972）。這意味著工業設計者依靠對未來的展望來創造創新的概念，而不是對市場和客戶進行深入的設計研究。Press and Cooper（2003）補充說，工業設計方法是價值驅動的。因此，類型 1 的工業設計師可以不受限制地通過設想期望的未來來產生創意。

Norman 和 Verganti（2014）認為，創新產品開發是通過技術或含義的改變進行的，而不是以人為中心的認真的設計研究。他們補充說，以人為本的設計方法更適合於現有的增量改進

254 個 Design Studies Vol 46 No. C 2016 年 9 月

產品。在消費電子領域當前的產品開發環境中，產品規劃專家在市場和客戶研究中起著關鍵作用。因此，產品規劃團隊對工業設計師的投入將僅限於他們的創造力。這解釋了為什麼公司以相反的方式使用 Type 1；首先開發概念，然後再定義市場，而不是相反。通常，在產品設計概念中，設計師會考慮與技術高度相關的功能概念，以及會給用戶帶來新含義的樣式概念（Baxter，1995 年）。因此，由於功能和/或樣式概念，工業設計師提出的設計概念應該是創新的。當涉及到技術時，工程設計師應開發新技術或尋找合適的技術來實施該概念。如果在產品開發計劃階段不予以拒絕，則這種類型的過程可以導致新技術的開發。

在類型 2 中，公司對工業設計師承擔各種角色和職責。由於工程設計師不會打擾他們，所以他們可能有一定的自由度。工業設計師的方法是面向解決方案的。他們通常不遵循系統的過程。他們寧願提出新的想法並重複他們。但是，類型 2 可能通過強加他們在內部佈局設計和外部設計中扮演的另一角色而中斷了工業設計師的方法。工業設計師採用面向問題的系統方法肯定會限制他們在概念開發中的想像力。在考慮其設計概念的可行性時，這將使它們更加現實。因此，類型 2 的設計結果將不如類型 1 的創新。否則，類型 2 將比新設計更適合於重新設計。如果工業設計師不考慮使用 Type 2 的內部零件進行重新設計，則他們可能會遇到困難，並且設計概念可能會被拒絕（Kim & Lee，2014 年）。

如果我們考慮將類型 2 和類型 3 用於重新設計，那麼類型 2 何時比類型 3 更好？類型 3 的特性符合工程設計中顯示的大多數設計過程。在設計設計領域，工業設計被認為是事後的想法（例如 Andreasen & Hein，2000；Hubka & Eder，1987；Pahl 等，2007）。按照他們的觀點，工業設計的功能與確定產品的技術特徵後的外觀，樣式，形式和顏色等方面有關。第 3 類是工程設計師為設計概念提供技術解決方案的過程。他們要求工業設計師開發外觀。因此，類型 3 僅使用工業設計師的專業知識來創造美學外觀。從這個角度來看，類型 2 可以為工業設計師提供比類型 3 更多的方式來展示他們的專業知識。考慮到類型 3 是最常用的過程，因此在過程管理方面它可以更加有效。類型 3 早期階段的不確定性可能是四種類型中最小的。大多數技術解決方案

協作產品設計過程的 255

設計概念是由工程設計師在早期階段設定的，而工業設計師僅受限於創造美觀外觀。

我們無法發現的一個過程是類型 5：ED 主導的技術驅動過程。這可以與類型 1：由 ID 主導的概念驅動過程形成對比。在類型 5 中，工程設計人員將首先開發一項新技術而無需考慮產品開發計劃，然後通過測試原型來測試其性能。接下來，工業設計師為該技術提出了新的產品設計概念。然後，可視化的設計概念和原型可用於決定產品開發。應用類型 5，公司可以創建新類別的產品，從而增加了打開新市場的可能性。我們找不到這種類型的原因之一是創新技術開發的稀缺性，以及新技術滿足新概念的難得機會。另外，在決定產品開發之前，公司不太可能等不確定的工程設計師和工業設計師。為了使這一過程更好，我們需要工程設計人員開發新技術，而工業設計師則需要使用相互合作的技術來創建新概念。根據這種說法，類型 4 在正式申請創新產品設計時可能有用。它還可以使工程設計師開發的技術與工業設計師提出的新概念集成在一起。

4 結束語 我們旨在確定協作設計過程類型的存在以及在公司中採用特定類型的條件。我們根據工業設計師和工程設計師的深入訪談數據建立了協作設計流程。結果，我們發現了四種類型的協作設計過程。根據設計過程早期階段的不同對它們進行了分類。四種類型的過程在不同的上下文中用於不同的目的。有時，它們會被戰略性地用於開發新設計或重新設計，有時它們會由於內部和外部因素而有機地應用。我們還發現，工業設計師的作用是有影響力的，而且是擴展的。設計過程模型的抽象特徵和研究中的單一學科方法與實際實踐並不完全匹配，並且被確定為造成這種問題情況的原因（布魯克斯，2010 年；埃克特和克拉克森，2005 年）。在這方面，要求組合不同的設計過程模型（Albers，2010；Dorst，2008）。四種類型的過程是工業設計師驅動的以解決方案為導向的方法和工程設計師以問題為導向的方法的組合過程。它們表明，即使在單個領域（即消費類電子產品），實際的設計過程也無法用單個模型來表示。為了提高的適用性，

256 個設計研究第 46 卷第 C 期 2016 年 9 月的

設計並在設計實踐中獲得設計方法的適當支持，需要考慮公司和項目具體情況的更具體的過程模型（Finkelstein 和 Finkelstein，1983；Gericke & Blessing，2011）。我們特別專注於消費電子領域，在該領域中，工業設計師和工程設計師在產品開發方面很重要。我們找到了四種類型的設計過程，並確定了它們的目的和背景。因此，我們的發現與上下文相關的細節將為公司計劃針對新產品開發的有效設計過程管理提供有用的信息，尤其是在消費電子領域。

根據研究方法，我們展示瞭如何從設計師的深入訪談數據中建立協作設計過程。我們確定了流程元素，使用它們構建了部分流程，並使用鑲嵌方法構建了詳細的協作設計流程。我們還引入了“過程塊”，並將一個或兩個相互作用的塊定義為一個階段。我們認為這種方法有利於確定最佳水平的實際設計過程。我們認為該方法適用於發現其他設計過程。我們的過程模型的形式可與其他基於階段的模型相媲美（例如 French，1998；Pahl 等，2007）。我們從模型中發現，在階段之間很少發生反向迭代或反饋。這與現有的基於階段的工程設計過程模型的描述不同。在理想情況下，我們認為雙向迭代是可能的，但是實際上由於激烈的市場競

爭，我們認為這種情況很少發生。

特別是針對其他產品領域中的其他項目案例，需要對該方法進行進一步的研究。本研究中的公司均為電子產品製造商。因此，結果僅限於此產品類別。我們需要測試這四個協作設計過程如何在其他公司中應用。相反，值得研究創新產品開發和應用過程的案例。

參考文獻 GD (2011)。從檢索 http://gd.kidp.or.kr/eng/intro/eng_about.asp。

Ackroyd, S., & Hughes, JA (1981)。上下文中的數據收集。倫敦：

朗文。 Ahmed, S. (2007 年)。工程實踐中的實證研究。設計雜誌

研究, 6, 359e380。 Albers, A. (2010 年)。集成產品工程模型 (iPeM) 及其中心

假設。在 TMCE (論文集 第 12E16)。Andreasen, MM 和 Hein, L. (2000 年)。集成產品開發。IPU。Baxter, M. (1995)。產品設計。CRC 出版社。Berends, H., Reymen, I., Stultiens, RG, & Peutz, M. (2011 年)。小型製造公司產品設計過程中的外部設計師。設計研究, 32, 86e108。

協同產品設計過程 257

Berg, S. (1988)。滾雪球抽樣 D 我。在：統計科學百科全書。布魯克斯 (Brooks), 法新社 (Jr.) (2010 年)。設計的設計：計算機科學家的隨筆。

培生教育。布朗寧, TR, 弗里克, E. 和內格勒, H. (2006)。在建模中的關鍵概念

產品開發過程。系統工程, 9, 104e128。布朗寧 (TR) 和拉馬塞什 (RV) (2007)。基於活動網絡的過程模型調查，用於管理產品開發項目。生產和運營管理, 16, 217e240。Bruce, M. 和 Morris, B. (1994)。在管理外部設計專業人員

產品開發過程中。Technovation, 14, 585e599。伯恩斯 (TE) 和斯沃克 (Stalker) 總經理 (1961)。創新管理。伊利諾伊大學厄本那-香檳分校的創業領導力學院，《創業學的歷史研究參考》。Cagan, J. 和 Vogel, CM (2002)。創造突破性產品：創新

從產品計劃到計劃批准的。Ft 按。Charmaz, K. (2006)。建構紮根的理論：實用指南

定性分析的。松樹鍛造出版社。克拉克 (KB) (1991)。產品開發績效：策略，組織

世界汽車行業的和管理。哈佛商業出版社。克羅斯 (2008)。工程設計方法：產品設計策略。Darke, J. (1979 年)。主生成器和設計過程。設計研究

, 1, 36e44。Dorst, K. (2008 年)。設計研究：一場等待革命的革命。設計研究, 29, 4E11。Dym, CL (1994)。工程設計：觀點的綜合。劍橋大學

出版社。Dyson, J., & Coren, G. (1997)。反對賠率：自傳。獵戶座

業務書籍。Eckert, C. 和 Clarkson, J. (2005)。設計的現實。在設計過程

改進中 (pp. 1e29)。施普林格。Eder, WE (2013)。工程設計與藝術設計：一些教育意義

。 美中教育評論 A，3，259e280。 Finkelstein，L.&Finkelstein，A. (1983)。 審查設計方法。 IEE 程序 A (物理科學，測量與儀器儀表，管理和教育，評論)，第 130、213 和 222 頁。 French，M。(1998)。 工程師的概念設計。施普林格科學與商業

媒體。 Gericke，K.，&Blessing，L. (2011 年)。跨領域設計方法和過程模型的比較：文獻綜述。在 DS 68-1：第 18 屆國際工程設計會議論文集 (ICED 11) 中，“通過工程設計影響社會”。第 1 卷：設計過程，Lyngby / Co-genhagen，丹麥，2011 年 1 月 15 日至 19 日。 Gericke，K.，&Blessing，L. (2012 年)。跨學科的設計過程模型分析。在第 12 屆國際會議的設計設計，第 1 卷論文集 (第 171E180)。 Gericke，K.，&Maier，A. (2011 年)。在 NPD 中將設計思想與系統工程設計耦合的方案。在 第一屆劍橋學術設計管理會議上。劍橋大學。

Glaser，BG 和 Strauss，AL (2009)。 紮根理論的發現：定性研究的策略。交易發行人。 Haik，Y.和 Shahin，T. (2010)。 工程設計過程。 CengageBrain.com。 希里爾(B.) Hillier，B. Musgrove，J.，& O'Sullivan，P. (1972)。 知識和設計。 環境

因設計的研究與實踐，2，1C14。

258 設計研究第 46 卷第 C 號，2016 年 9 月

Hosnedl，S.，Srp，Z.，&Dvorak，J. (2008 年)。工程和工業設計師在工業項目上的合作。在 克羅地亞杜布羅夫尼克舉行的第 10 屆國際設計會議 “2008 年設計” 中 (pp.1227e1234)。 Hubka，V.，&Eder，WE (1987)。 工程設計原理。 Heurista

蘇黎世。 Hubka，V.，&Eder，WE (2012)。 設計科學：工程設計知識的需求，範圍和組織簡介。施普林格科學與商業媒體。 Jansch，J.，&Birkhofer，H. (2006)。指南 VDI 2221 的發展-方向的變化。在《DS 36：會議錄設計 2006》中，第 9 屆國際設計會議，克羅地亞杜布羅夫尼克。 Kim，K.&Lee，K.-p. (2014)。 不做藝術，做工業設計：來自的聲音

工業界。 DMI 審查。 Kim KM 和 Lee KP (2010)。產品設計中涉及工業設計和工程設計的兩種設計方法。在第 11 屆國際設計大會 (2010 年設計)，卷 1E3 (第 1795E1805)。 Kleinsmann，M.和 Valkenburg，R. (2003 年)。在協作設計項目中共享理解的障礙。在 第 14 屆國際工程設計國際會議 (斯德哥爾摩) 的 DS 31：ICED 03 的會議記錄中。 Kroll，E.，Condor，SS 和 Jansson，DG (2001)。 創新的概念設計：

參數分析的理論和應用。劍橋大學出版社。 Kvale，S.和 Brinkmann，S. (2009)。 面試：學習定性

研究面試的技巧。 Sage 出版公司。 Lawson，B. (1994)。 心靈設計。倫敦：巴特沃思建築。 Lawson，B. (2006)。 設計師的想法：設計過程神秘化。建築出版社。 Lee KC 和 Cassidy T. (2007)。工業的設計領導原則

台灣設計團隊。 設計研究，28，437e462。 Leedy，PD 和 Ormrod，JE (2012)。

實踐研究：規劃與設計

(第 10 版)。皮爾遜。 Lindemann, U. (2003)。方法是方法的網絡。在 DS 31 : ICED 03 的會議記錄中，第 14 屆國際工程設計會議，斯德哥爾摩。 Maffin, D. (1998)。工程設計模型：上下文，理論和實踐。 Jour-

工程設計，9 最終，315-327。 March, L. (1984)。設計的邏輯。《設計方法論的發展》，約翰·

威利父子出版社，奇切斯特 265 和 276。 Merriam, SB (1998)。定性研究和案例研究在教育中的應用。從“案例研究教育”修訂和擴展。埃里克。 Miller, CC, Cardinal, LB, & Glick, WH (1997)。組織研究中的回顧性報告：對最近證據的重新審查。管理學院學報，40，189-204。 Norman, DA 和 Verganti, R. (2014 年)。漸進式和根本性的創新：設計研究與技術及意義的變化。設計問題，30，78-96。 Ogot, M. 和 Okudan-Kremer, G. (2004)。工程設計：實用指南。

特拉福德出版社。 Pahl, G., Wallace, K., & Blessing, L. (2007) 工程設計：一種系統的

方法，第 1 卷。 157。施普林格。 Pei, E. (2009)。為工業建立通用的設計表示語言

設計師和工程設計師。 Persson, S. 和 Warell, A. (2003)。工業設計與工程設計之間的關係模式是跨學科設計工作的概念模型。在第六屆亞洲設計國際會議論文集集中。

協作產品設計流程 259

Persson, S., & Wickman, C. (2004)。工業設計與工程設計相互作用的影響：汽車行業公差管理的實證研究。2004 年設計：第 8 屆國際設計 CONFERENCE 論文集，卷 1E3 (第 1151-1160)。 Press, M., & Cooper, R. (2003)。設計經驗：設計與的角色

二十一世紀設計師。阿什蓋特出版有限公司。雷門 (I.) (2001)。通過結構化思考改進設計過程：一種與

領域無關的方法。埃因霍溫工業大學。 Roozenburg, N. 和 Cross, N. (1991)。

設計過程的模型：集成

跨學科。設計研究，12，215-220。 Roozenburg, NF, & Eekels, J. (1995) 產品設計：基本原理和方法，

第 1 卷。 2。奇切斯特：威利。塞德曼 (I.) (2012)。作為質性研究的面試：人員指南

教育和社會科學研究。師專出版社。武田 (Takeda, H.)，韋爾坎普 (Veerkamp) 和 H. 吉川 (Yoshikawa) (1990)。建模設計過程。 AI

Magazine, 11, 37。 Tomiyama, T. 和 Yoshikawa, H. (1986)。擴展了通用設計理論。 Depart-

計算機科學[CS]的換貨 1C29。