

Tech-Clarity

making the value of technology clear

Tech-Clarity Insight: 產品複雜性的五大面向

管理整個產品生命週期的複雜性問題

目錄

目錄.....	2
執行階層概述	3
複雜性帶來的問題	3
第一面向：機械.....	4
第二面向：機電整合.....	5
第三面向：全球市場.....	6
第四面向：全球設計與製造	7
第五面向：生命週期獲利能力	7
管理複雜性 – PLM.....	8
結論.....	10
建議.....	10
關於作者	11

執行階層概述

顯而易見，現今的產品極為複雜，不論是設計、製造和支援方面皆然。在過去 10 年來，整個製造業都朝著複雜化的潮流走。隨之而來的挑戰，不論是產品本身固有的複雜性或是 21 世紀困難的製造加工方法，都使得我們越來越難開發及提供可獲利的產品。Mercury Marine 是一家專門製造休閒船舶推進引擎的領先製造商，同樣也面臨著日趨嚴重的複雜化問題。Mercury Marine 的流程、系統與全球研發部門總監 Fred Bellio 解釋道：「*產品複雜性對成本和業務所造成的影響有多深遠，遠超過大家的認知。*」

有效地全面管理產品複雜性是極為重要的商業問題。本報告說明製造商如何處理下列產品複雜性五大重要面向，以便提升獲利能力：

- 機械複雜性
- 機電整合
- 全球市場
- 全球設計與製造
- 生命週期獲利能力

本報告說明 PLM 解決方案如何管理企業規模的產品複雜性五大面向，協助您提升效率及改進產品。

本報告接著說明產品生命週期管理 (PLM) 解決方案如何管理企業規模的產品複雜性五大面向，協助您提升效率及改進產品。PLM 原本是複雜性管理解決方案，不只改進變更和組態管理等流程，還提供用來解決產品複雜性的重要工具。隨著產品複雜性日益增加，PLM 也有所演進，發展出更多產品研發功能，包括更豐富的產品檢視、讓更多人參與產品創新、提供更多產品生命週期階段，以及啓用更多產品相關流程。擁有這些功能的 PLM 解決方案無疑是管理產品複雜性及提升產品獲利能力的最佳工具。

複雜性帶來的問題

隨著產品的機械構造日趨複雜，公司也紛紛採用包含機械、電子和軟體元素的智慧產品。在此同時，公司更加期望能有新的產品開發與工程方式。客戶要求更創新的產品，但設計生命週期卻大幅縮短。更複雜的是，儘管產品複雜性不斷提高，客戶對品質的期望也越來越高。

除了產品複雜性的問題之外，我們還得面對更複雜的全球化市場。不僅如此，公司本身的發展連同其設計與產品開發環境也變得更加複雜。除了上述這些挑戰之外，製造商要專心處理的事情還很多，不光在於生產最佳的產品。現在的製造商必須將產品最佳化以利製造和服務，確保整個生命週期的獲利能力；如此一來，又帶來更多難題。「*複雜性問題不僅存在於設計階段*，」Bellio 先生如此解釋。「*而是從組合與產品規劃一路牽涉到製造和服務階段*。」事實上，整個產品生命週期都面對複雜性問題。

*複雜性問題不僅存在於設計階段，
而是從組合與產品規劃一路牽涉到製造和服務階段。*

Mercury Marine 的流程、系統與全球研發部門總監 Fred Bellio

法規遵循要求也是複雜性加重的因素之一。面對環境法規遵循（工程師必須盡力減少環境衝擊並加強產品永續性）或是產品可追蹤性和法規遵循之類的挑戰，複雜性問題更是難上加難。「*在我們所處的環境中，通過認證的產品極多，我們必須進行變更控制和組態管理，讓一切處於掌控之中*。」Honeywell 電子系統工程資深技術經理 Rick Kennedy 如此表示。「*這只是我們做生意的方法罷了*。」對於大部分的製造商而言，情況正是如此，複雜性問題已經迫在眉睫；而這樣的後果正源自於製造業的現況，我們必須解決問題。總之，要達到組織精簡化，就必須採用迅速有效的管理方式。

第一面向：機械

即使是「簡單」的機械產品，也變得越來越複雜了。隨著工程進步，工程師得以設計更多功能的產品，並且縮小產品體積和降低成本。再加上設計和驗證工具的協助，設計人員可以盡情揮灑創意，創造出前所未有的嶄新產品。加入合成物和奈米物料等新物料之後，雖然能設計出更彈性創新的產品，但也造成了新的挑戰。

除了產品本身的複雜性之外，先進的設計技術不只實現了產品重用能力和多變性，同時也讓問題更加棘手。許多製造商紛紛改用平台式設計，也就是運用相同的基礎或「平台」，據此創造多種產品。同樣地，許多領先製造商也採取了模組化設計技術，配合特定需求使用可互相交換的獨立子系統，然後定義及管理不同模組之間的相關介面，以便將這些「模組」加速整合到多種產品中。Kennedy 先生表示 Honeywell 歷年來一直在解決複雜性問題，不過他同時也承認「*對於這個業界而言，模組化與重用是比較新的概念。要進行全面的追蹤，無疑是一種產品複雜性問題*。」

對於這個業界而言，模組化與重用是比較新的概念。
要進行全面的追蹤，無疑是一種產品複雜性問題。
Honeywell 電子系統工程資深技術經理 Rick Kennedy

Mercury Marine 也面臨著平台和模組化設計所衍生的挑戰。「從我們支援的平台數量可以看出複雜性問題已經惡化。」Mercury Marine 的 Bellio 說道。就某些方面而言，這些設計方法可以提升設計與零件的重用率以降低複雜性，但就設計和組態管理流程的角度而言，卻會增加複雜性。爲了要節省成本，並且跨一系列產品快速引進新的技術或變更，平台模組化有其必要性。問題是，工程師也得面臨新的挑戰，想辦法管理平台和模組，以便在多種產品方案中有效運作。

從我們支援的平台數量可以看出複雜性問題已經惡化。
Mercury Marine 的流程、系統與全球研發部門主任 Fred Bellio

另一項相關挑戰是「大量客製化」產品或訂製產品的增加。許多製造商紛紛提供可設定的產品，出貨前再根據訂單規格完工。這些標準、預先定義的產品種類提供多種選項供客戶選擇，但也加重了工程難度和控制工作量。話說回來，Mercury Marine 的 Bellio 又如此說道：「我們實在別無選擇，因為單一尺寸不能滿足所有客戶需求。」

第二面向：機電整合

撇開機械複雜性不談，製造商還開始研發「更聰明」的產品。從飛機到家用電器在內，所有產品都經過改進，加入了電子零件和電子控制能力。例如，現代化的汽車可能會有 50 個以上的微處理器，從煞車、引擎定時到娛樂功能都受到控制。機械、電子和軟體元件三者的結合便稱爲「機電整合」，這種組合更使得產品複雜性成倍數成長。複雜性可能超越產品本身；像是手機和導航系統之類的產品，就可能是更大型系統的一部分，而搭配的其他應用程式可能存於裝置和伺服器中，使得複雜性問題延伸到網路和作業系統。

針對這類產品，所有元素都必須個別設計。不過，所有設計領域都必須合作無間，因爲所有元素都必須設計到系統中，並且保持同步。保持設計同步是基本的挑戰。更先進的公司還會進一步使用模擬功能，從系統層級以及個別領域(例如機械)驗證產品。

所有設計領域都必須合作無間，因爲所有元素都必須設計到系統中，
並且保持同步。

轉向機電產品這種改變，對某些公司而言還在初步階段。「*機械方面包括引擎和驅動器，現在大約佔工程工作的60%；引擎和船舶的軟體控制約佔25%；電子線和電子控制單元等電子設計則佔人力時間的15%。*」Mercury Marine的Bellio先生表示。「*客觀來看，軟體和電子部分在短短5年前只佔5%，如果是10年前甚至不存在。*」至於對Honeywell等其他公司而言，機電整合已行之有年。「*我們採用機電整合很久了。*」Kennedy先生說道。「*噴射引擎需要電子控制器，而且大部分的機械元件都需要電子元件。*」機電整合已成為許多業界奉行的新標準，同時也加深了複雜性問題。Honeywell的Kennedy戲言道：「*我只說這並不是新鮮事，可沒說這是易事。*」

第三面向：全球市場

產品開發和工程複雜性並非全在於產品本身。全球化也使得新產品開發變得更為複雜。現在的製造商都得在全球市場中競爭，雖然得面對成本壓力，但也開啓了新市場商機。在全球化環境中，製造商必須放眼全球，盡力加快產品上市時間。先在單一市場上市，之後再為其他市場提供當地語系化的產品，這樣的做法已經過時了；一流公司的產品都會在多個市場同步或快速接連上市。

*為許多地區提供當地語系化產品也是個問題。
每個市場都有一套不同的標準。*

Mercury Marine 的流程、系統與全球研發部門總監 Fred Bellio

要完成全球產品上市的目標也是困難重重，因為「*單一尺寸不能滿足所有客戶需求*」的道理也適用在這個地方。「*為許多地區提供當地語系化產品也是個問題。*」Mercury Marine的Bellio說道。「*每個市場都有一套不同的標準。*」這些標準可能來自於當地偏好或法規。如果能事先了解這些標準，公司就能配合各市場的需求，提供最合適的產品種類數量，同時得以採取平台方法。然而，這又再次讓複雜性問題更加深了一層。

除了產品開發外，整個產品生命週期也深受全球化的影響。「*當我們的觸角從北美市場伸往全球之際，產品的使用性與維修能力已成為重大問題。*」Mercury Marine的Bellio如此分析。「*一方面而言，全球化有助於市場佔有率和單元，但也加遽了複雜性問題，因為我們所設計的產品，必須能在全球各地以當地可用的資源進行維修。*」也就是說，在全球市場供貨雖能帶來龐大的商業優勢，但也伴隨著更多挑戰。

第四面向：全球設計與製造

全球化的影響不僅限於產品，製造商本身也受到影響。現在有許多製造商針對全球市場設計產品。過去的產品開發團隊通常集中在同一個地點，但現在則往往四散在全球各地，而且連其他公司也可加入團隊。「*工程工作已從地點導向轉變為功能導向。*」Honeywell 的 Kennedy 如此說明。「*不論是否全球化，整個工程社群都會變成更為虛擬化的組織。*」採用全球設計方法搭配研究中心是很有用的方式，但也必須多費一番功夫，才能讓各地的團隊保持一致步調。

*工程工作已從地點導向轉變為功能導向。
不論是否全球化，整個工程社群都會變成更為虛擬化的組織。
Honeywell 電子系統工程資深技術經理 Rick Kennedy*

全球化同時對設計和生產造成影響。為了運用當地的人才和成本優勢，製造商對於全球供應鏈的依賴逐日增加，產品設計師與製造商也因而經常跨不同公司合作，而且不僅僅是實體公司而已。這使得許多公司紛紛採取同步進行的工程策略，以及「隨地設計與建造產品」方法。「*我們已經不再自行設計及建造所有細部了。*」Mercury Marine 的 Bellio 說道。「*我們現在會請合作夥伴處理這些細部需求，然後再整合到設計流程中，同步設計整個產品。*」全球製造對於當地化、上市時間和成本目標都有正面的幫助，但也造成了額外的控制與溝通需求。

第五面向：生命週期獲利能力

目前為止我們所討論的複雜性問題大多只影響到產品設計，不過公司也必須把重點進一步放在產品生命週期。在全球設計、製造和服務的潮流下，不連貫的流程和「自掃門前雪」的心態正在消失，取而代之的是協同作業方式。整個產品生命週期的後期對於產品整體獲利能力攸關重大，這階段需要更多下游資源的協助。「*我們必須讓不同的組織群組以夠快且夠全面的方式分享資訊。*」Honeywell 的 Rick Kennedy 指出。「*有了產品資訊後，才能更快速地做出更準確的設計決策。否則，我們就得面對次佳的設計問題或大規模重工。*」在今日高度競爭的市場中，我們實在不能容許製造錯誤和高昂的製造成本。然而，製造複雜性問題相比之下更為嚴重，Mercury Marine 的 Fred Bellio 表示：「*產品複雜性對於生產設備所帶來的挑戰，是設計挑戰的十倍之多。*」

*產品複雜性對於生產設備所帶來的挑戰，是設計挑戰的十倍之多。
Mercury Marine 的流程、系統與全球研發部門總監 Fred Bellio*

根據 Tech-Clarity 的《*The Service Lifecycle Management Approach*》(服務生命週期管理方法)指出，製造商提供的服務越來越多。在某些情況下，製造商之所以參與更多服務是為了追求更高的服務利潤，因為產品價格已因為全球化而壓低。在其他情況下則是因為客戶根據更嚴格的服務水準協議 (SLA)、以績效為本的合約或是相對於資產的產品代管付費服務，要求製造商更積極參與營運和服務生命週期。

我們必須讓不同的組織群組以夠快且夠全面的方式分享資訊。

Honeywell 電子系統工程資深技術經理 Rick Kennedy

即使是偏重消費者導向的產業，市場需求也轉變成要求製造商負起更多責任，延長保固期間。「我們已經延長產品責任與保固期間。」Mercury Marine 的 Bellio 如此表示。「原本從1年延長為3年，現在又延長為5年。」為了滿足更高的客戶期望，製造商勢必得承受更多負擔。現在的製造商得在差異極大的環境中提供產品支援，滿足不同的客戶期望，甚至支援不同的語言，由此亦可看到全球化的影響。

管理複雜性 – PLM

PLM 原本是用來管理工程與產品開發中的各種複雜問題。為了要設計及製造高品質的產品，其中兩項重要挑戰分別是變更管理與組態管理。有鑑於當今產品極為複雜，除了已配置的項目外還有多種選項及平台式設計，對於製造商而言，手動流程或使用試算表定義產品內容的方法已不可行。「如果沒有可靠的變更管理方法，我們只能退出競爭了。」Mercury Marine 的 Bellio 戲言道。「一定要有良好的變更管理與組態管理流程，兩者缺一不可。」

如果沒有可靠的變更管理方法，我們只能退出競爭了。

一定要有良好的變更管理與組態管理流程，兩者缺一不可。

Mercury Marine 的流程、系統與全球研發部門總監 Fred Bellio

PLM 可以在整個產品生命週期協助管理產品資訊。Honeywell 的 Kennedy 先生對於自動化重要性的見解如下：「過去的流程比較多手動作業，因此也比較麻煩。」隨著產品與設計鏈的複雜性增加，PLM 也有所改進以因應這些挑戰。PLM 有四個延伸面向 (圖 1)，現在涵蓋更廣泛的檢視或產品、更豐富的產品生命週期、更多從事產品創新的人力，以及更多產品相關流程。



圖 1：PLM 的四個延伸面向

PLM 延伸加入更完整的產品檢視後，大大有助於解決複雜性問題。PLM 現在可以同時擷取及管理技術與商業產品資訊，保持資訊同步。現在，所有資訊都受到修訂與變更控制，以便確保產品可如預期般交貨。舉例而言，公司可以將眼前複雜的需求連結到提供相關功能的設計元素，確保所有需求都獲得滿足且通過驗證。而且，我們還可藉由更完整的定義，密切同步化及設定不同的設計元素，協助因應各種機電挑戰。「*我們有當地的產品設計系統。*」Honeywell 的 Kennedy 說道。「*我們正在移往通用的集中式系統。*」PLM 強力支援個別設計領域，但也支援結合的領域、系統設計與協同作業。

無法跨地點溝通的系統正造成新的挑戰，我們需要企業檢視。

Honeywell 電子系統工程資深技術經理 Rick Kennedy

延伸加入更多人力，對於全球化大有幫助。當我們同步使用全球各地的資源進行設計時，產品資訊控管顯得更為重要。PLM 也包含供應商協同作業支援，其中的選擇性資訊共用可以保護智慧財產 (IP)。Honeywell 的 Kennedy 先生舉了一個例子說明：「*無法跨地點溝通的系統正造成新的挑戰，我們需要企業檢視。*」

PLM 還能結束產品生命週期迴圈，將下游意見回饋納入新設計中，藉此改進產品。

最後，將 PLM 延伸到更多產品生命週期面向，對於全球製造、服務和生命週期獲利能力大有幫助。PLM 還能結束產品生命週期迴圈，將下游意見回饋納入新設計中，藉此改進產品。Mercury Marine 的 Bellio 表示：「*結束迴圈的報酬極為龐大。*」

結論

產品越來越複雜，這樣的發展看似沒有盡頭。產品複雜性五大面向，完全源自於當今的市場與製造環境。製造商必須解決這些挑戰，否則就得承受產品品質低劣、上市時間緩慢以及高昂的生命週期成本等代價。Mercury Marine 的 Fred Bellio 總結道：「*如果不能掌控複雜性問題，就會湧現一大堆新的項目和成本，然後得花大量時間將所有事情保持同步。*」

為了解決產品複雜性問題，我們需要 PLM。許多複雜性問題只要用基本的 PLM 功能便可解決，例如運用組態管理與變更控制便能因應機械與機電挑戰。至於全球設計之類的其他複雜性問題，也可以從這些基本功能獲得協助。PLM 也有助於減輕生命週期獲利能力和全球製造問題；只要運用延伸的 PLM 進階功能，便可支援更多人力、擴充產品檢視、支援更多產品生命週期階段，以及啟用更多流程。Honeywell 的 Rick Kennedy 對此做出下列結論：「*在整個產品生命週期中，PLM 對於管理來自系統設計的設計複雜性問題，幫助良多。我們可以藉此開發更健全的設計，並且靈活完成更佳的折衷設計；如此一來，設計師可以評估更多選項和相關影響，做出更明智的決策並減少非預期的重工。*」

在整個產品生命週期中，PLM 對於管理來自系統設計的設計複雜性問題，幫助良多。

Honeywell 電子系統工程資深技術經理 Rick Kennedy

建議

根據業界經驗以及本報告的研究發現，Tech-Clarity 提供下列建議：

- 建置 PLM 基本功能，包括變更管理與組態管理。正如同 Honeywell 的 Kennedy 所說：「*如果沒有變更與組態管理控制，就會出現極大的漏洞。我無法想像這樣要如何工作。*」
- 將 PLM 拓展到更廣泛的產品檢視，包括機電設計所需的不同工程領域。
- 延伸 PLM 以支援產品生命週期的更多階段，包括上游功能 (例如創新和需求蒐集) 以及下游功能 (例如製造與服務)，以便打破功能之間的隔閡。如同 Mercury Marine 的 Bellio 指出：「*我們需要整合的解決方案。從一開始的概念到最後的服務階段均包含在內，而且可以在整合層級滿足各種需求。產品的成功與否，取決企業思維。*」
- 投入更多從事產品創新的人力，並加入更多產品開發和其他產品相關流程。

關於作者

Jim Brown 是 Tech-Clarity 的總裁，這家獨立運作的研究與顧問公司專長在分析軟體技術與服務的真正商業價值。Jim 擁有 20 年以上的製造業軟體經驗，對於產業的各種角色、管理顧問、軟體業以及研究界擁有非常廣泛的背景知識。他對於各種企業應用程式都有所涉獵，包括 PLM、ERP、品質管理、服務、製造和其他方面。Jim 致力運用軟體科技和社交運算技術，加強產品創新、產品開發和工程效能。

Jim 同時是一名資深研究人員、作者與公開演講者，他非常喜歡在各種會議場合中闡述自己的觀點，同時喜歡和熱衷於透過軟體技術改善企業表現的各方人士互動。

您可以透過 Jim 的電子郵件 (jim.brown@tech-clarity.com)、Twitter (帳戶是 jim_techclarity) 或是部落格 (www.tech-clarity.com/clarifyonplm) 連絡到他。