



特別企劃

精實產品與流程開發： 企業提升獲利和競爭力的利器

文/洪郁修

國立成功大學 工業設計學系 教授/精益產品研發中心 主任



豐田的產品開發普遍被稱為精實產品與流程開發(Lean Product and Process Development, LPPD)，從字面上來解釋，LPPD指的是產品本身的開發流程要精實(從掌握顧客需求到產品首樣完成)；同時，開發出來的產品生產流程也要精實(從物料採購一路到產品交貨)。

豐田的LPPD之所以能使豐田成功有四個重要的關鍵：

1. 豐田在產品開發初期會大量蒐集資料提出產品願景，並有效地將願景傳遞給每位參與開發的人員，以它作為開發過程中化解爭論的依據；
2. 豐田的產品開發嚴格限制後期的工程變更；
3. 豐田在產品開發過程中精準管控圖面品質並致力開發工具的優化；
4. 豐田從產品開發階段就嚴格管控目標成本和品質的關係。

上述LPPD的四個特色對機械業的研發轉型將有很大幫助，以下列舉的機械業常見的產品開發問題是很好的對比：

1. **推式產品開發思維：**多數機械業經營者普遍的思維是卓越的技術可帶來商機，而且，產品設計跟著國際大廠走最安全。這兩個思維使得許多公司將新技術作為研發的主軸，或者用德國/日本的設計來引導自身的產品研

發，然而，問題是這些思維常因忽略市場、競爭對手和顧客價值，而開發出顧客不要的產品。

2. **接力式產品開發：**多數企業的產品開發將顧客需求(訂單)以接力賽方式一個部門一個部門往下傳遞，如從業務、研發、生管、採購到生產製造到交貨，在這過程中，產品設計資訊容易因本位主義或自身方便，而偏離下一個工程的需要，甚至與顧客價值和成本脫節，導致開發過程中充滿著重工和浪費。
3. **產品設計變更頻繁：**產品開發人員常因訂單交期急迫，被迫「加速」產品設計和製圖，時間壓力下容易造成圖面標錯材料、公差、孔位、跳過設計模擬驗證、省略和供應商溝通等問題發生，這些問題所導致的設計變更和重工拉長了訂單交付時間也提高了成本。

上述機械業產品開發的問題能否透過LPPD來解決呢？以下用經濟部工業局112年數位化精實管理TPS補助計畫的案例來說明。

案例公司簡介：和和機械股份有限公司(圖1)成立於1979年，主要產品是雷射鈹金切割機、雷射切管機及彎管機等加工設備，和和的產品市占率在亞洲和全球均位居關鍵地位，公司曾獲得諸多國家級大獎肯定，包括國家磐石獎、卓越中堅企業獎、國家產業創新獎、台灣精品銀質獎及台灣精品獎等。



圖1 和和機械重視產品開發，研發人員佔總員工數18~20%

改善主題：金屬管類加工設備之產品研發改善

改善緣起：近年電動車市場持續擴大對燃油車零件製造商造成很大的衝擊，和和機械的管理層意識到這個衝擊將逐漸擴大，也連帶地會影響到公司未來的產品銷售，於是決心啟動精實變革。這次首波改革聚焦在研發部門，因為產品開發是技術轉型的源頭，也是提升企業獲利的關鍵。

和和的董事長特助林祖年(企業二代)率領彎管機部門主管和工程師，偕同業務、製造等單位組成改善團隊，在成大精益產品研發中心輔導下，半年內成功建立了新產品提案標準，也改善了產品設計不良、發圖設計變更比率，降低研發LT(Lead time)浪費以及提高了研發人員的生產性，計畫整體改善實績如表1所示，以下逐一說明。

建立新產品提案標準以透明化利潤和開發成本

精實改善前和和的新產品開發案，往往由業務在新產品開發會議中提出，然而，現地現物後發現業務的提案內容通常沒有深入到市場規模、顧客聲音和競品分析，且提案想法高度依賴個人對市場和競爭對手的認識，以及和客戶互動的經驗。此外，改善團隊也發現新產品

表1 2023年4~9月
和和彎管機部門產品研發轉型改善實績

KPI改善項目	改善前	改善後	效益
新產品提案標準	無	有	100%
圖面設計變更	23%	4%	19%
產品設計不良	20件/月	8件/月	60%
研發LT (消除浪費)	12週	8週	33%
研發人員生產性	10張/天	14張/天	28.5%

提案會議的決策，也是由高層依經驗、主觀判定成本和可行性來做衡量，並無固定的決策標準和量化的依據。

上述問題導致開發出來的產品，在接單後需要做許多設計變更，因為產品和實際顧客需求有許多差異，這些變更都造成新的成本發生。

為開發出市場會需要的產品，改善團隊依LPPD精神，摒棄推式產品開發思維，改以顧客價值「後拉」為原則，重新制定新產品開發提案和決策標準，明確規範提案需有市場、顧客需求/痛點、競品分析、願景和成本等資料支持，且在開發會議前經由業務、研發、與製造單位共同擬定。此改善的成效是未來和和的新產品開發提案將在確保：1.能為顧客帶來價值，2.且要有合理的利潤之下才會進入產品開發。



特別企劃

強化圖面點檢機制以減少設計變更

改善前和和的研發和繪圖人員在繪圖時是各自運作，自行檢查圖面品質。改善團隊在現地現物後發現各人員並沒有明確的品質檢核機制，同時，人員對零部件的材料、成本和加工難易度的掌握，並沒有像製造部門一樣即時，因此，繪製產品圖面時不一定能考量到成本合理性和加工方法簡易性，導致發圖沒多久就被製造部要求更正，徒增後續無謂的重工和時間成本。

針對上述問題，和和的改善團隊整理了系統中，過去兩年半製造部門提供的圖面建議並分類，統計出重複率高的類別(如：材料選擇、依現有素材加工、孔位方便加工、公差方便加工)，製作了圖面檢核表，讓工程師和繪圖人員在作業時有一個提醒的依據；另外，IT團隊也成功開發出自動檢查圖面孔位配合的軟體套件，大幅減少研發工作的負擔。整體而言，圖面檢核表和自動孔位配合檢查的套件在先後實施的1~5個月，有效降低圖面設計變更比率，從原先的23%降低為4%，改善幅度19%。

研發審查標準化以減少產品設計不良

改善團隊透過現地現物了解到，設計變更除了一部分來自研發技轉製造外，有許多來自產品組裝和試車時的異常。改善團隊於是蒐集過去3年的異常通知單，整理出重複發生率高的異常(如機器組裝、零件配合、相依部件未同步修改、運動干涉與模具設計缺失)，在經由5個Why真因分析後，結果發現：

- 1.異常單開立雖有當下處置，但均未回饋至研發設計端，導致日後異常重複出現。
- 2.多數異常發生的關鍵真因，是研發沒有標準化的品質審核機制。

上述發現促使改善團隊展開現地現物探查，探查後發現研發主管在訂單交期壓力下，無法對每一個零部件的設計/圖面做審核，於是會採信工程師和繪圖人員的專業，依經驗重點式只審核關鍵的零部件，導致容易遺漏設計不良。

因此，為杜絕異常事件，改善團隊制定了研發審查標準，明確在產品設計過程中設立不同檢核點和表單，讓常見異常能提早發現，也可提早偵測部件整合時可能會發生的問題。此項對策實施後，讓異常通知單的數量從每個月20件，降低為每個月8件，改善幅度60%。

減少研發LT浪費並提升研發人員生產性

改善前和和的研發部門有數位報工系統，允許研發人員每日登錄工作進度，然而，主管和業務僅能從總表中看到訂單完成的百分比，看不到工作內容、狀態和訂單交期，故很難直覺判斷訂單能否如期完成、研發工作是否有異常、或者是否需要協助。

此外，每一張來到研發部門的訂單要在什麼時候完成，均由研發人員自行填寫，這造成訂單完成時間變異大，也看不到浪費。另外，改善團隊也發現彎管機部門研發的產能時常無法滿足國內外業務訂單，每位人員身上總同時背負多張訂單，工作負荷高。這當中最令研發人員頭痛的是手邊工作總是被業務急單或



高層臨時指派的任務中斷(包含進行中的新產品開發案)，造成研發部門累積未完成的WIP，訂單的產品開發LT也跟著拉長。

為減少因急單/插單造成的研發LT浪費，也為了減輕人員工作負荷，改善團隊依精實導師的建議，將研發部門中訂單、人員、交期等資訊依LPPD平準化和標準化原則：1.將開發機種與研發人員做對應；2.將訂單依自主開發、客戶訂單類型、設變程度進行分類；3.界定產品開發流程的里程碑與需要完成的時間；4.目視化訂單執行狀況與人員負荷。上述做法被落實在研發進度管理看板的设计，來幫助研發主管和人員管理訂單進度。

改善團隊在專案期間製作了四次進度管理版試行後，將之轉為數位化電子管理版(如圖2)，整體而言，研發進度目視化和透明化，將研發LT從原先的12週降為8週；除此之外，改善團隊也制定了工作上限和插單規則，有效提升研發人員的生產性，從一天可完成10張圖面，到一

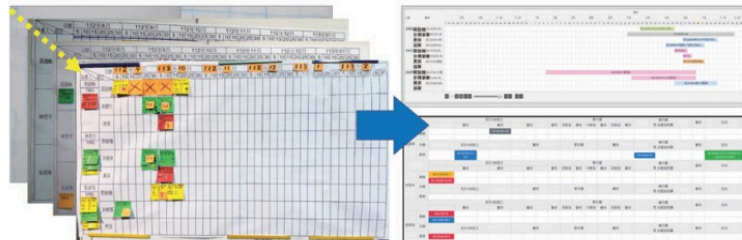


圖2 持續改善實體研發進度管理版(版本1到版本4)到數位研發進度管理版

天可完成14張圖面，改善效益達28.5%。

結論：LPPD是企業競爭力和獲利成長的利器

企業的研發部門能精實的面向很多，和機械能夠在半年內呈現改善成效有三個關鍵：

- 1.專案計畫中企業二代和精實導師結合，一個能直接影響企業文化，一個具有精實研發專業，功能上相當於豐田總工程師調動跨職能人員共同合作；
- 2.精實導師培訓企業二代與相關職能主管精實研發理念/工具，現地現物地實作LPPD改善，可對應到豐田高層帶著第一線人員在現場依LPPD原理原則進行PDCA改善；

- 3.改善團隊在專案期間定時向企業二代和精實導師報告改善進度，可對應到豐田大部屋搭建起上和下與跨職能平行溝通的橋樑。

事實上豐田LPPD在1990年代，才陸續有文獻揭露它優異的效率；產業界一直到2010年代，才普遍意識到生產的精實，僅能局部解決製造和訂單問題，企業必須將精實往研發推展才能擴大獲利；目前是2020年代，世界各地已陸續有LPPD實踐案例出現(如TechnipFMC、HP Indigo與Aramis等企業)，然而，即便如此，LPPD的實踐動能仍相當不足，面對全球產業進入紅海競爭的年代，台灣機械業在既有的TPS基礎上實踐LPPD不僅是優勢，也是企業獲利倍數成長的契機！