

物件導向UML技術運用在產品資料管理之研究 —以鋼鐵企業為例

張克章

長庚大學企業管理研究所

金 雄

唯達科技公司

摘要

近年來，由於資訊科技迅速的發展，企業不斷地運用資訊科技，來改善或增進企業經營的體質，以提升市場的競爭力，使得資訊的管理與應用特別顯得重要。然而，在一項產品的生命週期各階段中，總會不斷產生技術手冊或使用手冊的文件資料，而這些文件資產如何有效管理和應用，以結合到設計、生產與行銷等階段的需求，這不僅是企業必須面臨的重要課題，更是企業永續經營的依據。產品資料管理（Product Data Management，PDM）資訊系統遂因應而生；產品資料管理是解決企業開發產品或制定決策的關鍵利器，這也是資訊運籌管理(CALS)策略探討的問題之一。因此，本文旨在產品發展過程中，從組織架構、作業流程、文件資料及系統架構等觀點，配合運用物件導向之統一模式語言（Unified Modeling Language，UML）的技術，來建構出一個整體性的產品資料管理物件塑模架構，藉以說明產品資料管理資訊系統構建的程序與應用。為解釋並驗證所提模式的特性，本文以國內某著名的鋼鐵企業個案為例，以探討 UML 技術在 PDM 物件模式建構中彼此的關聯性，透過整體性物件模式建構分析與設計的方法，來建置該公司的產品資料管理系統。個案分析的成果印證本文研究方法的可用性。預期本研究成果可做為企業在導入和建置 PDM 系統之參考應用模式。

關鍵詞：產品資料管理、統一模式語言、物件導向、資訊運籌管理策略、企業資源規劃。

A Study on the Application of Object-Oriented UML Technique for Product Data Management— A Case Study in Steel Industry

Henry Ker-Chang Chang

Graduate Institute of Business Administration

Chang Guan University

Jin Shyong

Taiwan APA Corporation

ABSTRACT

Due to the rapid development of information technology(IT) recently, the enterprises would adopt the IT to improve or enhance the marketing competitiveness. The management or applications of IT is therefore sensitive to enterprises. As IT is applied by enterprises, document is an asset for business administration. All kinds of documents including technical manuals or user guidance are produced during the life cycle of a product. All these documents may significantly relative to business activities such as design, manufacture or marketing etc. So, how to manage and apply the asset of document is very important to a corporation. The corrective handling of documentation is not only sensitive topic to an organization, but also it is a reliance for long-term operation. Product Data Management(PDM) information system is then developed and implemented. The PDM is believed to be a valid tool for product development or decision making. The PDM is also a topic to the adoption of CALS strategy to a corporation. The purpose of this paper is to propose a model for construction of PDM using object-oriented technique. The model is developed from the aspects of organization architecture, operational procedure, documents and system architecture. The Unified Modeling Language(UML) technique is applied to build an integrated PDM modeling architecture. In order to demonstrate the details of the motivation, a case study on steel industry is implemented. The case study would explore the relationship between UML's method and object modeling. A methodology of integrated object analysis and design is used to develop the PDM. The result of the case study reveals the applicability and advantage of the proposed methodology.

Keywords : Product Data Management (PDM) , Unified Modeling Language (UML), Object-oriented, Continuous Acquisition and Life-cycle Support Strategy(CALS) , Enterprise Resource Planning(ERP) .

壹、前言

隨著資訊科技（Information Technology，IT）不斷地的進步，企業大量運用資訊科技來處理許多各類的文件資料，使得文件資料在管理和應用上日益重要，因此，產品資料管理（Product Data Management，PDM）系統遂因應而生，然產品資料管理（PDM）系統能夠將組織作業流程和產品的相關文件資料，做整體性的控管和運用，使得 PDM 不僅是一項整合性的資訊系統，更是提供企業策略性的資訊系統。依據 Harris(1996) 研究指出企業策略與產品資料管理之間存在著一個明顯的關聯，也就是資訊系統和商業過程有關，未來的製造公司對資訊的需求將是非常的龐大，其功能直接間接和產品資料管理有關，而花費在產品資料管理上將會與日劇增。

然近年來由於企業面臨到國際市場激烈競爭的衝擊下，企業如何有效地掌握國際市場的脈動，已成為企業成敗的關鍵因素，如何有效地縮短產品開發時程、提高產品品質、降低生產成本和快速反應客戶需求等各方面，已成為企業保持競爭優勢的必備條件。這四項要求也是資訊運籌管理策略（經濟部技術處 1997）推動「全數位化與無紙化」的目標，在運用電腦網路交換與共享資訊的環境中，帶動企業經營邁向電子商務（Electronic Commerce，EC）與企業整合（Enterprise Integration，EI）的新時代。然在產品製造與行銷的過程中，產品生命週期的各階段，都會持續不斷地產生各式各樣的文件資料，這些文件資產對企業組織而言，不僅僅是企業必須面臨的重要課題，同時也造成了企業一項沉重的負擔，而如何有效地改善此一現象，勢必要導入產品資料管理（Product Data Management，PDM）系統，

來整體性改善企業體質，提升企業的競爭力。

因此，本文研究主旨是透過產品發展過程中，從組織架構、作業流程、文件資料及系統架構等觀點，並配合具有物件導向的統一模式語言（Unified Modeling Language，UML）技術，來建構出一個整體性的產品資料管理物件模式。並以鋼鐵企業個案為例，來探討 UML 技術在物件導向的模式中彼此的關聯性，透過整體性物件模式分析與設計的方法，來建置該公司的產品資料管理系統，以做為企業在導入和建置 PDM 系統之參考應用模式。

貳、文獻探討

2.1、PDM時代的來臨

依 Miller（1999）指出，近年來全球運籌模式（global logistics）的興起，對傳統的企業經營形成重大的衝擊，由於企業相繼在海外設置生產據點，使得傳統的資料管理系統，無法滿足此一模式在產品資料的控管和應用上的需求，造成了企業在經營和管理上的困難。因此，產品資料管理系統即因應上述的問題和需求而興起。

然資訊系統在過去數十年間，無論在商業或管理應用上，均扮演著相當重要的角色，不僅可以改變企業的體質，更是提升企業競爭力不可或缺的催化劑。依 Sheridan（1995）研究指出產品資料管理系統是目前市場趨勢，它能確保製造業有效管理控制資料，快速傳送資料且能在不同的電腦平台上交互操作，因此，認為 MRPII 未來將朝開放式主從架構走向企業資源規劃（Enterprise Resource Planning，ERP）的領域。當現今企業逐漸走向國際化，且資訊科技日益進步同時，

使得資訊系統不僅只侷限於組織內部的運用而已，勢必要轉變為以外部為導向的資訊系統，使得資訊系統必須與企業組織相結合，形成所謂的策略性資訊系統（Strategy Information System，SIS）。由於 PDM 系統是提供企業一個整體性的生產和經營互動的系統，所以 PDM 系統不僅只是資訊系統而已，更是屬於策略性資訊系統的一環，因此，PDM 系統是企業保持優勢競爭力的利器。

2.2、PDM導入之程序

PDM 不同於一般性的軟體系統，不是買來安裝後即可使用，事實上它不僅是一套資訊系統，更是提升企業競爭力的解決方案，最主要是將企業組織與資訊科技相結合，因此，當企業在建置 PDM 系統時，必須有一套完整的導入程序。依據 CIMdata 公司（1999）指出在 PDM 實現過程中，以五個主要階段來進行：確認需求（Awareness）、分析和建模（Readiness）、實施準備（Implemen-

tation Preparation）、實施展開（Implementation Launch）與監控（Monitoring）如圖 1 顯示。

此外工業技術研究院機械所（1998）針對我國產業特性，自行發展出一套 PDM 導入程序（PDM Implementation Procedure，PIP），共區分為七個階段：規劃引述、系統分析、系統設計、教育訓練、系統導入與測試、系統運轉與效率調校和評估。

2.3、PDM系統之架構

PDM 系統基本上是用來管理產品從研發到量產，整個產品生命週期過程中，所有相關的文件資料和流程，而所涵蓋的資料型態是屬於多元的（如：CAD 圖、3D 模型資料、NC 程式、CAE 資料、一般性文件等），而最終是以 BOM 樹（Bill of Material）型態來呈現，工程師可清楚了解到各類文件資料的關聯性；然隨著資訊科技的發展，其功能已有了更完整的架構與定位，依 CIMdata 公司定義

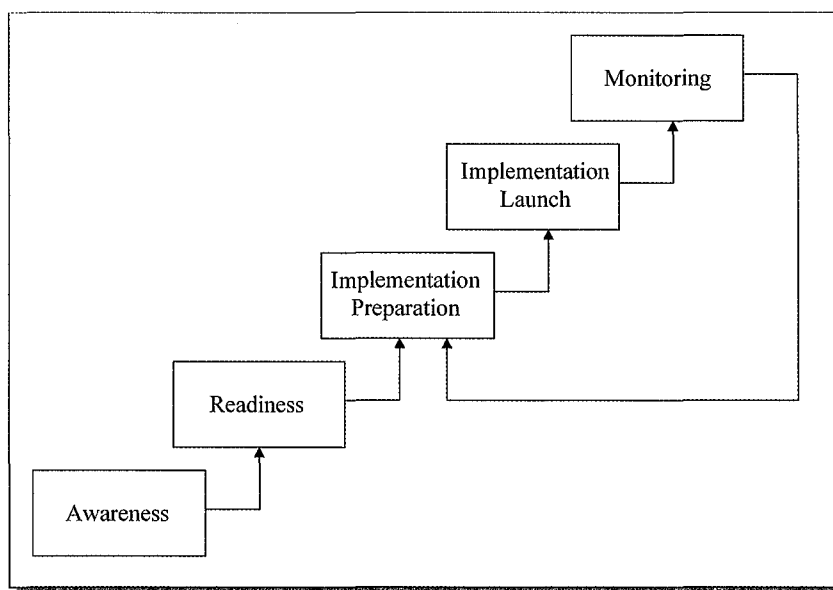


圖1：PDM導入之程序（CIMdata 1999）

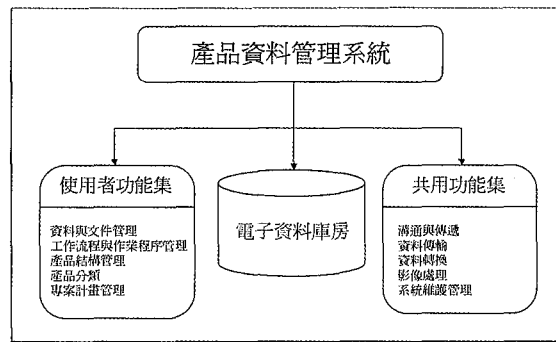


圖2：PDM系統功能架構圖（董桂蘭 1997）

的 PDM 系統，其基本架構涵蓋電子資料庫、使用者功能集和共用功能集等三大類別（董桂蘭 1997）如圖 2 說明。

2.4、物件導向技術的觀念

物件導向（Object Oriented）技術是以抽象化的物件概念，來描繪一個系統或真實世界的方法，然 Booch 於 1983 年在軟體工程-Ada 一書中，對於物件導向設計有一番詳細的介紹和說明，同時提到許多物件導向的方法與理論，但此僅只於程式語言方面，而不含全部的範圍，因此，從此奠定了物件導向發展的基礎，其在物件導向一般具有以下特性：

一、物件（Object）：是物件導向的基本思維單位，指在真實世界中的一個實體或抽象概念，包括屬性和方法。

二、類別（Class）：是一群具有相同屬性、行為方法、語意與其他物件間有相同關係的物件集合在一起，此即為“類別”，透過此一特性以便於來管理這些相似的物件。

三、封裝（Encapsulation）：就是將軟體的資料結構和操作方法，包裝在一起成為一個物件，然物件與物件之間透過訊息傳遞，來執行物件中所提供的操作方法，而不直接去存取其他物件的資料內容，此即為資

訊隱藏。

四、繼承（Inheritance）：就是利用分類技巧，將相關的子類別

（Subclass）的共同屬性和方法，歸納為一個超類別（Superclass）

，由子類別來繼承超類別的屬性和方法，如此可簡化類別的資料結構，避免資料重複，提高軟體元件的再使用性。

五、多型（Polymorphism）：是使用相同的界面來操作不同的物件，允許不同的物件來定義相同的名稱，當程式執行時，利用動態連結

（DynamicBinding）的技術，並根據訊息物件的所屬類別，來決它執行所在的物件，如此可簡化系統發展的複雜度，增加系統的彈性與維護性。

2.5、物件導向技術之效益

物件導向（Object-Oriented）技術是以抽象化的物件概念，來描述一個系統或真實世界的方法，這不同於傳統程序導向的分析方法。依 Sanchez & Choohineh（1997）研究指出，在今日高度競爭下的企業，為達到簡化作業流程、降低成本及避免資源重複浪費等目的，具有再使用（reuse）特性的物件導向技術，最可獲得相當的效益。依 Allen（1996）研究

指出，運用物件導向技術可獲得潛在的優勢包括：減少重覆的程式碼、增加效率、減少維護成本、提昇生產力及增加程式設計師的自信度等效益。再依 Linthicam (1995) 指出，以物件導向技術開發軟體系統，可架構於標準化、重覆使用的物件上，並獲取節省開發時間與品質維護等效益。因此，物件導向的技術已逐漸受到廣泛的重視。

2.6、UML整合之發展

由於物件導向發展至今已有五十種以上的方法論，一般常見的有 Booch, Coad & Yourdon 的物件導向分析與設計 (Object Oriented Analysis, OOA/ Object Oriented Design, OOD)、Rumbaugh 的物件模式技術 (Object Modeling Technique, OMT)、Jacobson 的物件導向軟體工程 (Object Oriented Software Engineering, OOSE)、Martin & Odell 的物件導向分析設計 (Object Oriented Analysis and Design, OOAD) 以及 Shlaer and Mellor 的物件

導向系統分析 (Object Oriented System Analysis, OOSA) 等方法，然這些方法論各有其特性，其適用領域也各有不同 (Booch 1994; Rumbaugh, Blaha, Premerlani, Eddy & Lorensen 1991; Jacobson 1992; Shaler, Sally & Steve 1998; Rumbaugh 1997)。依 Allen (1996) 研究認為造成物件導向無法廣泛使用的因素，包括有：缺乏標準化、缺少整體性分析與設計方法、不充分的輔助工具軟體、資訊系統人員無法說服企業主採用等。因此，近年來由 Rational 公司主導，以 Rumbaugh、Booch and Jacobson 等方法為主，同時也結合其他物件導向方法論的精華，提出所謂的統一模式語言 (Unified Modeling Language, UML) 的技術，並於 1997 年 11 月正式為物件管理組織 (Object Management Group, OMG) 所採用，成為物件導向的標準模式語言，其 UML 的整合過程 (Rational Co 1997) 如圖 3 說明。

由於 UML 提供了八種圖示工具，可提供設計者在系統發展各階段來使用，而

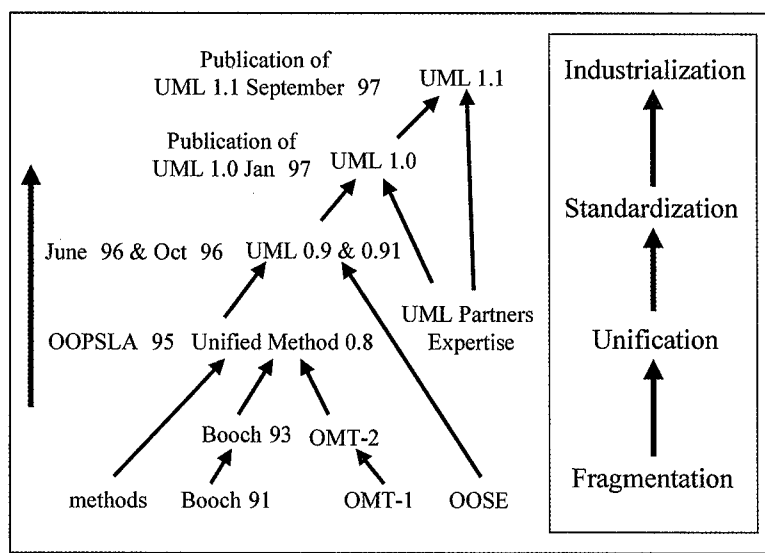


圖3：UML整合過程 (Rational Co 1997)

這些圖示工具將做為本文個案公司的系統分析與設計的主要之依據；不過，由於UML提供的八種圖示工具並非全部適用於個案的需求，故本研究也將依發展PDM實際的考量選定適切的圖示工具。

參、發展物件導向PDM模式架構與系統分析

3-1、物件導向PDM模式架構

依 Nil (1996) 研究指出 PDM 系統主要是用來管理整個產品生命週期中作業流程與相關文件資料，來提高效率與競爭力的工具，另指出許多公司在採用此系統時，未能適當建立企業資料模式，及欠缺網路支援與熟練技術等，導致系統無法完全發揮，造成投資資源的浪費。因此，認為當企業在引進 PDM 系統同時，必須要有許多配合，如：建立企業資料模式、適當時程規劃、勿遽下決斷、建立更有效率的流程等，先從較小的群組測試以找出問題，加以解決後在全面推廣。再依 Carl

& Judd (1994) 研究認為以架接 (Bridging) 方式來整合 PDM 系統，可以提供較低風險的方法，因此，提出七個架接層次的整合程序：①建重的獨立性應用系統、②發展資料交換的技術、③依據標準將文件資料格式予以標準化、④建立良好的資料庫系統、⑤擴充標準於公司內的各類應用系統、⑥在單一控制下架接所有系統、⑦啓動。

所以當企業在發展 PDM 系統時，勢必要有一套整合性的系統分析和設計的方法，來導引企業組織有效地逐步從整體性的角度推動。同時，由於物件導向的技術在分析、設計、建立和管理等發展程序上，有其顯著的效益；因此，綜合歸納各專家學者 (Nil 1996 ; Carl & Judd 1994 ; CIMdata 1999 ; 工業技術研究院 1998 等) 所提的觀點，本文將從組織架構、作業流程、文件資料及系統架構等四個觀點來進行系統分析與設計，並配合運用 UML 其中六個圖示工具，提出一個整體性的 PDM 物件導向模式架構如圖 4，以做為本個案公司的系統分析、設計與建置的基礎模型。

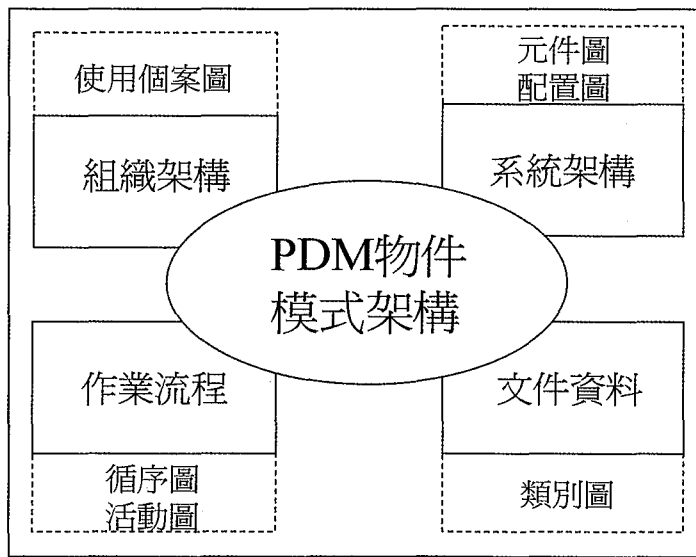


圖4：PDM物件塑模架構

3-2、系統分析與設計

由於 PDM 系統是屬於策略資訊的一環，所以在導入過程中必須經過妥善的規劃和設計，才能提昇系統建置的成功率；因此，本文將依上述的物件模式架構來做為系統分析與設計的基礎模式，以下從組織架構、作業流程、文件資料及系統架構等四個觀點來做整體性的說明：

一、組織架構：

楊鐵企業是國內一家大型的機械製造公司，成立已有數十年的歷史，以生產各類大型機械產品為主，目前擁有七百餘位員工，已達相當的經濟規模，由於該公司具備了研發、設計、生產、組裝及服務等各項功能，在整個產品的生命週期各階段中，所產生的文件資料不論在控管和應用上，對公司而言形成一項沉重的負擔，因此，為了有效管理這些文件資產，勢必要導入 PDM 系統，來整體改善企業體質，

提升企業的競爭力。

然使用個案圖（Use Case Diagram）主要是以使用者的觀點，來找出系統與外部行動者彼此間的互動關係。因此，依據蒐集將該公司各類文件資料，將其資料型態概分為四大類：產品資料（包括產品規格、產品性能等）、使用手冊、技術資料（包括工程分析、檢測報告、製程規範等）、零件清單（包括材料清單、工程圖等），藉由使用個案圖的描述來界定系統的範圍，以及行動者和文件資料彼此間的互動關係如圖 5 顯示。

二、作業流程：

依 Karagozoglu, Necmi & Brown（1993）研究將產品的開發流程劃分為：概念生產、技術商品化和可行性評估、資源分配和專案計畫、產品研發發和問題解決、產品雛型開發和測試、及程序作業和生產等六個階段。然產品的開發流程涵蓋從產品概念設計到量產上市的整個

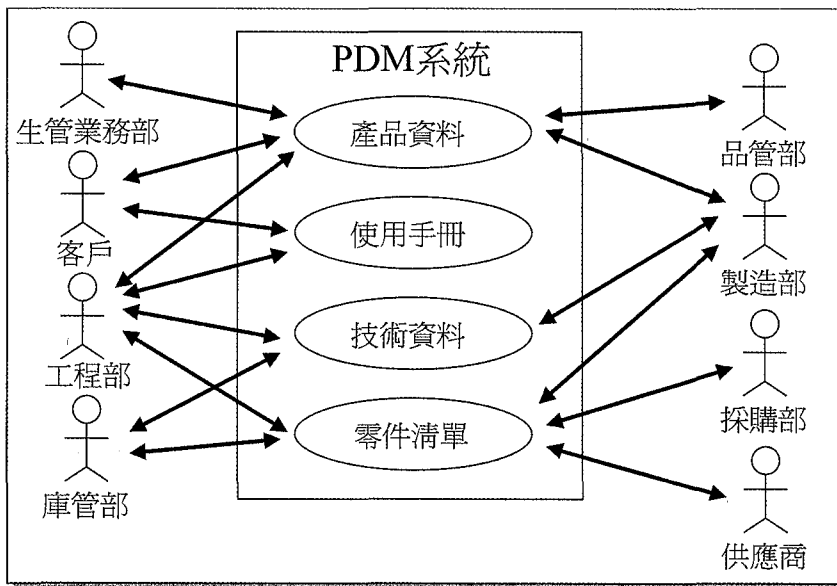


圖5：使用個案圖

生命週期，爲了有效地提升整體的作業效能，有賴對整個作業流程的了解，再藉由資訊科技的力量，將產品的相關文件資料和作業流程做整體性的整合，以提昇企業整的競爭力。因此，本文僅以最上層作業流程為例做說明，然在 UML 方法論中對於作業流程描述主要有兩種圖示表示的方法：

1. 互動圖（Interaction Diagram）：主要是用來描述物件之間如何來進行互動的關係，通常是用來捕捉使用者個案圖的行為模式，其互動圖又可分為以下兩種：

A. 循序圖（Sequence Diagram）：主要是著重於以時間處理為主軸，用以表達系統作業訊息間傳遞與順序的關係，也可以用於並行程序（Concurrent Process）的描述。

B. 合作圖（Collaboration Diagram）：其表示方式與循序圖一樣，只是在順序的位置加上編碼，其用編碼方式比較不容易看出彼此間的順序關係，但可用來表現其他的資訊與物

件間的連結關係。

由於這些圖示工具各有其不同表示的方法與技術，整體而言主要都是用來做為描述整個組織作業流程間彼此的關聯性，因此，本文以循序圖來做為組織作業流程的描述如圖 6 顯示。

2. 活動圖（Activity Diagram）：主要是以作業活動為中心，用來描述整個組織作業活動的經歷過程，對於作業流程描述提供了一個良好的工具如圖 7 顯示。

三、文件資料：

各類的文件資料是 PDM 系統在建構資料模式主要來源，並以零件清單為資料模式的主體，其目的是在整合各相關的文件資料，以達到資源共享為系統實現的主要目標；因此，依據實際收集該公司各類的相關文件資料，來建構文件的資料結構模式，以了解各文件資料彼此間的關聯性如圖 8 繪示。

然 UML 的類別圖（Class Diagram）主要是在擷取系統資料靜態結構關係與內

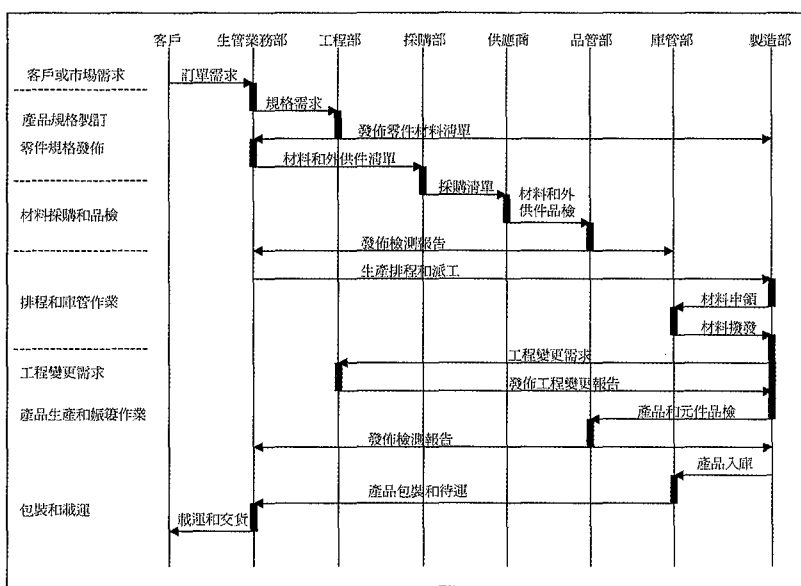


圖6：循序圖

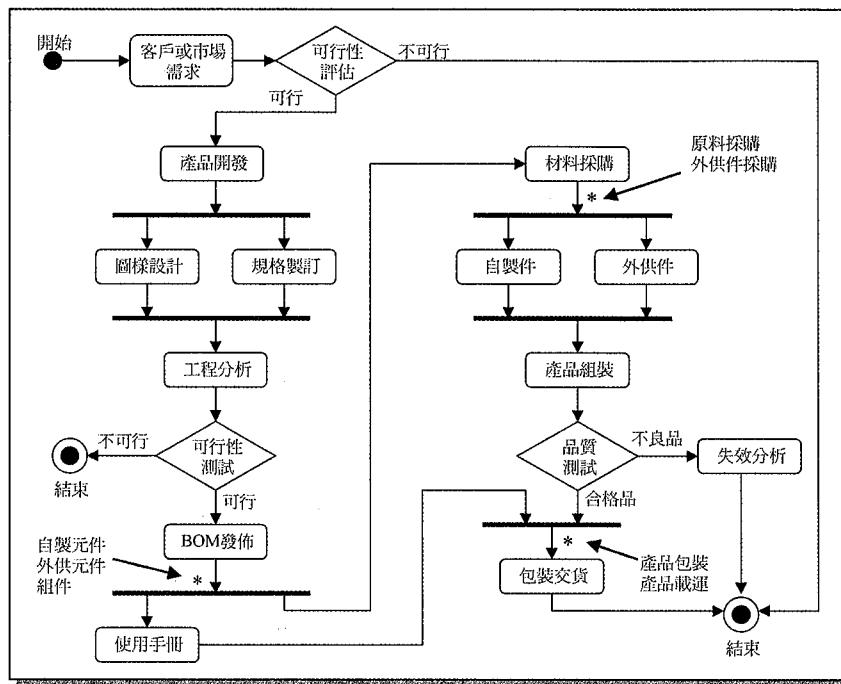


圖7：活動圖

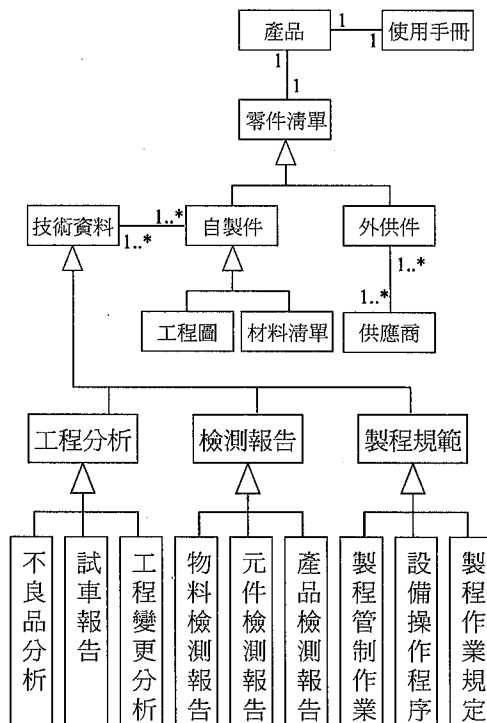


圖8：文件資料結構模式

部的關聯性，因此，類別圖是 UML 建構資料模式主要的技術，在類別圖中主要包含：類別名稱、資料屬性和資料操作方法等三部份。就 PDM 系統在應用而言，對於資料屬性除了一般資料項目外，必須對資料狀態、版本控制、使用者和時間等因素加以考量，在資料操作方面，對於檔案管理著重在新增、刪除、修改、列印等功能，對於資料管理著重在登錄、核准、發佈等功能，因此，本文僅以零件清單類別圖為例，以做為後續本文運用 SmarTeam 軟體工具，來建置 PDM 系統的資料模式主要來源之依據，同時並對映到該軟體所提供對於文件資料的操作與管理等相關機制功能如圖 9 顯示。

四、系統架構：

為了實現系統效益的目標，必須審慎評估系統的資訊作業環境，因此，可運用

UML 的元件圖（Component Diagram）和配置圖（Deployment Diagram）主要是來描述系統運作時，所需的軟體元件和實體架構，其系統架構的元件配置圖以圖 10 敘述。

肆、PDM雛型系統之實作

本文選用以色列 Smart Solution 公司的 SmarTeam 軟體，來做為 PDM 雛型系統的實作軟體，由於該軟體工具是以物件導向的理念來建構系統，因此，可依據上述物件模式架構分析的結果，從系統作業環境、建構資料結構模式、資料權限的設定等方面，來印證此物件模式架構的可行性。然本文實例開發其主要目的是在驗證 UML 技術不僅只是做為一個軟體開發工具而已，更可以應用於軟體工程中系統分析與設計等方面領域，因此，本文也以

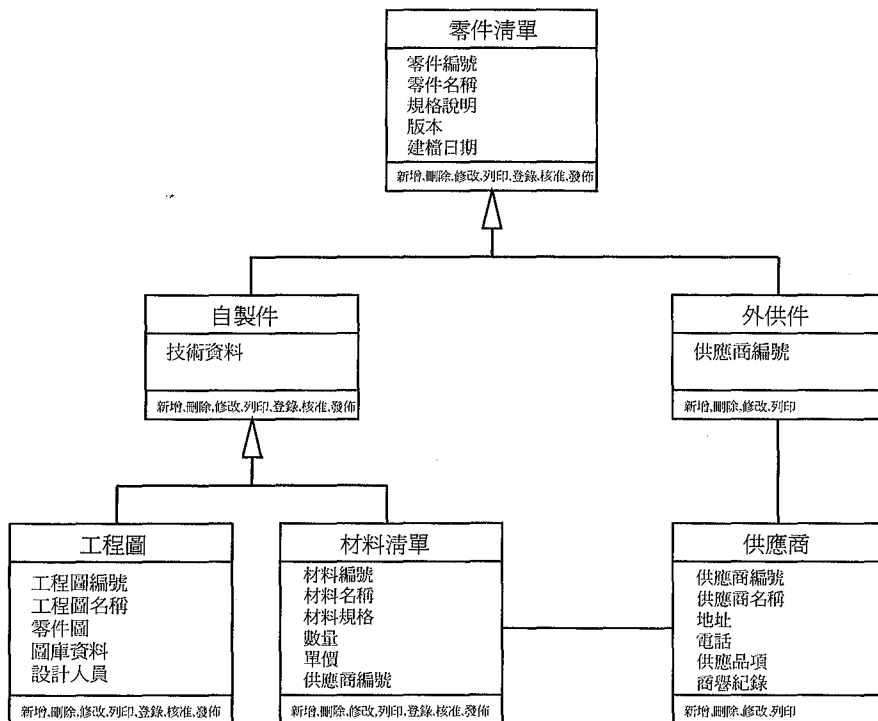


圖9：零件清單類別圖

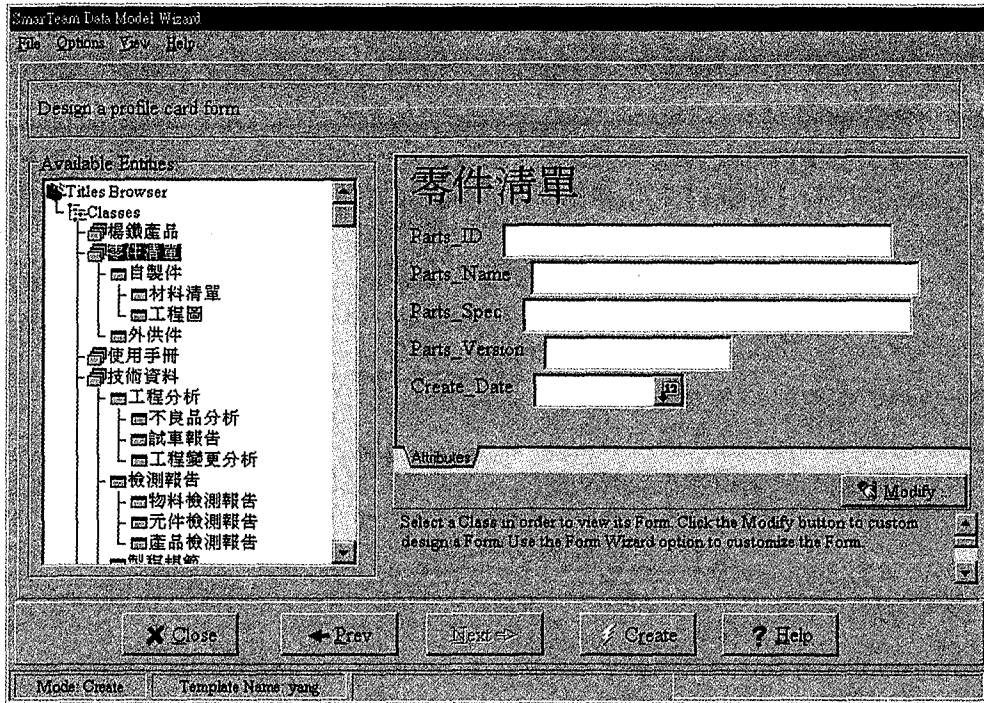


圖12：文件資料結構模式的實作範例

登錄 (Registration)、存入 (Check In)、取出 (Check Out)、核准 (Approve)、更新 (New Release)、凍結 (Freeze) 等六個資料操作功能，來描述文件資料在整個生命週期中控管的作業流程 (Smart Solution Ltd1997) 如圖 13 繪示。

然在產品生命週期各階段中，會不斷地產生許多相關文件資料，因此，勢必要對這些文件資料做有效地控管，以提供各部門成員來處理各類文件資料，所以依據前述的組織架構、作業流程和文件資料等觀點，配合 SmartTeam 在生命週期流程中

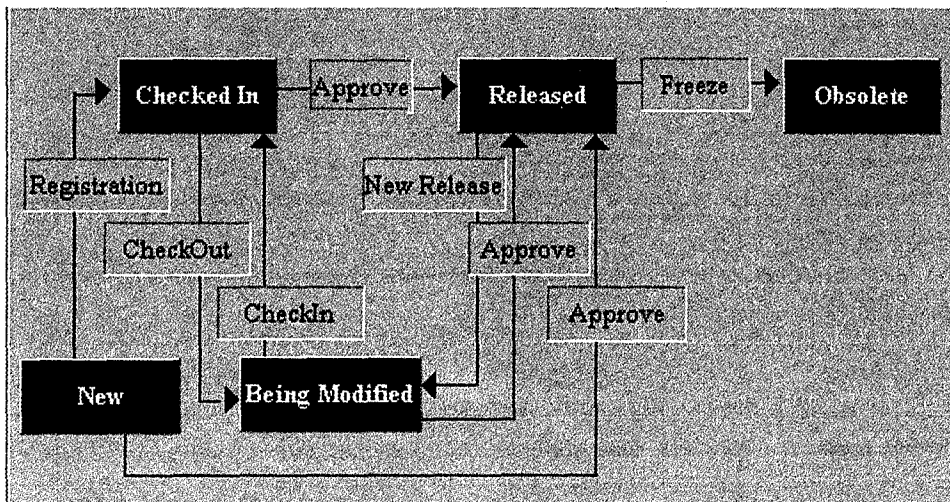


圖13：文件資料生命週期管理狀態圖 (Smart Solution Ltd 1997)

對各文件資料操作功能的設定方式，來整體規劃出組織各部門對各類文件資料使用權限管理矩陣表如表 1，以確保各文件資料在使用上之安全。

依據上述文件資料權限管理矩陣表，來設定組織各部門對文件資料使用權限的實作範例以如圖 14 說明。

伍、效益分析

從上述個案研究對於本文所提出物件模式架構，並配合 UML 物件導向方法和工具，可以有效指引企業組織在建構系統

的程序與方法，經由上述實際系統建構發展過程中，可以獲得以下效益：

一、符合未來時代的潮流：

由於未來資訊發展工具將會大量運用物件導向的方法，同時物件導向具有再使用、容易維護和提昇效益等特性，因此，本文選用 UML 的方法來做為系統發展的模式，正符合未來時代潮流的發展。

二、模式架構的可行性：

由於 PDM 系統屬於策略性資訊系統一環，因此，當企業在建置 PDM 系統

表1：文件資料使用權限管理矩陣表

單位部門 文件資料	生管業務部	工 程 部	採 購 部	品 管 部	庫 管 部	製 造 部
材 料 清 單	○	RIOANF	○	○	○	○
工 程 圖	○	RIOANF	○	○	○	○
不 良 品 分 析		○		RIOANF	○	○
試 車 報 告		○		RIOANF		○
工 程 變 更 分 析		IOANF		○		RIO
物 料 檢 測 報 告	○	○	○	RIOANF	○	○
元 件 檢 測 報 告	○	○	○	RIOANF	○	○
產 品 檢 測 報 告		○		RIOANF	○	○
製 程 管 制 作 業	○	○		○		RIOANF
設 備 操 作 程 序						RIOANF
製 程 作 業 規 定		RIOANF		○		ION
使 用 手 冊	○	RIOANF				

資料操作代碼（R：登錄、I：存入、O：取出、A：核准、N：更新、F：凍結）。

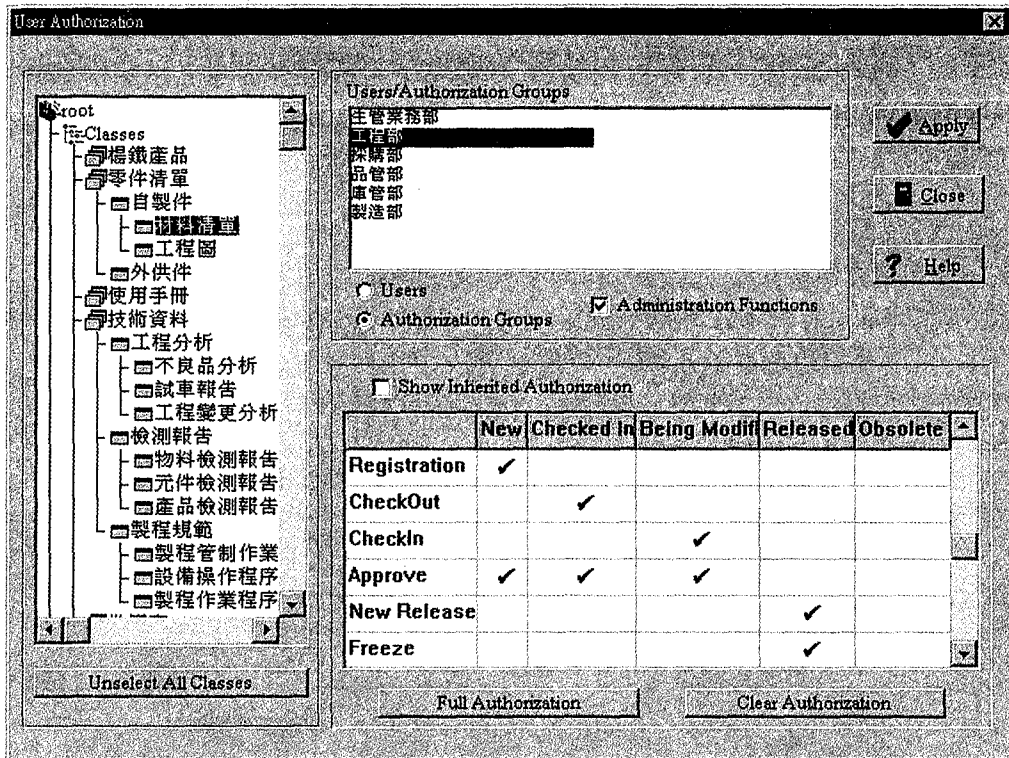


圖14：文件資料使用權限的實作範例

時，必須從組織架構、作業流程及文件資料等方面來進行整體性的規劃，將資訊系統納入到企業組織中，這不僅驗證本文所提出的 PDM 物件模式架構，可做為企業在導入 PDM 系統之參考模式，此一過程正符合上述學者所提的理論基礎，同時當企業在建構系統過程中，也可以同步進行企業組織再造工程，以全面提升企業組織的競爭力。

三、物件模式的再使用性：

由於本文所運用 UML 物件導向的模式方法，可以有效發揮物件導向再使用的特性，所以當企業組織在進行改變時，可以藉由物件導向的工具來快速地實現企業的目標，因此，本文所發展的模式在維護與再使用方面，將會具有相當的彈性與使用性。

陸、結論

由於 PDM 系統不只是一般性的資訊系統，更是策略性資訊系統的一環，因此，當企業在建構 PDM 系統時，必須進行整體性的規劃作業，以使得企業組織能與資訊系統相結合，所以當企業在建構 PDM 系統的初期，須從組織、流程、資料和實現等觀點，進行有系統的分析與設計，以了解整個產品生命週期彼此的關聯性，因此，透過本個案的研究分析與系統實作的結果，驗證了本文所提出的 PDM 物件模式架構，可做為企業在導入 PDM 系統之參考應用模式，同時也驗證了 UML 方法論可做為建置 PDM 系統之分析和設計的先導工具，但目前以 UML 技術運用在軟體工程上仍為一個新的開發工

具，且 UML 物件導向資訊工具也是一個較新的軟體工具，因此，本文在實際驗證上採用 UML 模式來說明 UML 對 PDM 之作用，基於目前 PDM 採用物件導向觀念的文章較少，相較於本研究可作為建構 PDM 系統一般性之參考。

然由於資訊運籌管理策略和 PDM 系統其所涉及的研究領域甚廣，因此，本文僅嚐試利用 UML 新的物件導向技術，運用在 PDM 系統分析與設計之探討，對於組織作業流程再造、相關資訊技術標準及整體後勤支援等相關課題，未做進一步深入的研究，這些都是未來的研究方向與議題，有待後續的研究發展。同時本文是先期性的研究成果，目前正籌劃於產業上的實際應用，因此，未來的成果可藉由 UML 物件導向所講求可用性、效率性及降低成本的功能上發揮嶄新的價值。

參考文獻

1. 工業技術研究院機械所，1998，『PDM 系統設置案例研討會』。
2. 董桂蘭，1997，『談 PDM 系統的技術與應用』，資訊應用導航(2)，7 頁。
3. 經濟部技術處，1997，產業技術發展策略規劃報告－資訊運籌管理技術，經濟部，台北。
4. Harris, S.B., "Business Strategy and Role of Engineering Product Data Management: A Literature Review and Summary of the Emerging Research Questions", *Pro Instn Mech Engrs*, (210:3) 1996, pp.207-220。
5. CIMdata, Inc., PDM Implementation Guidelines, PDM'99 Conference Tutorials Proceedings. Atlanta, Georgia, April 20-22, 1999。
6. Miller, E., "Managing Enterprise Information with PDM", Valokyna, October 1999, http://www.cimdata.com/article_Valokyna_10_99.htm。
7. Sanchez, N. G. & Choohineh, J., "Achieving Reuse with OO Technology", *Information Systems Management*, 1997, pp.48-55。
8. Allen, L. E., "OO Management", *Application Development Trends*, (3:1) 1996, pp.50-55。
9. Booch, G., "Object-Oriented Analysis and Design with Applications", Benjamin/Cummings Pub. Co., 1994。
10. Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy, F. & Lorensen, W., "Object-Oriented Modeling and Design", Prentice-Hall Pub. Co., 1991。
11. Jacobson, Ivar, *Object-Oriented Software Engineering-A Use Case Approach*, Workingham, England: Addison Wesley, 1992。
12. Shaler, Sally & Steve Mellor, "Object-Oriented Systems Analysis", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1998。
13. Rumbaugh, J., "Modeling through the Year", *Journal of Object-Oriented Programming*, 1997, pp.16-19。
14. Rational Co., "UML Documentation Set Version 1.1", 1997, <<http://www.rational.com/uml/documentation.html>>。
15. Linthicum, D. S., "The Object Revolution", *DBMS*, (8:11) 1995, pp.46-52。
16. Nil, "Why PDM Project Go Astray", *Machine Design*, (68:4) 1996, pp.78-83。
17. Carl, E. J. & Judd, J. L., "Bridging Product Data Management Systems for

- Effective Enterprise Integration", Industrial Engineering, (26:12) 1994,pp. 18-21 .
- 18.Sheridan, J. H., "Which Path to Follow", Industrial World, (244:13) 1995, pp.41-45 .
- 19.Karagozoglu, Necmi & Brown W. B., "Time-based Management of the New Product Develop Process", Journal of Product Innovation Management,(10) 1993,pp.204-215 .
- 20.Smart Solution Ltd., SmarTeam User's Guide & Administrator's Guide, Version 2.1 .