

建構稽核軌跡之延伸實體關係模式

AN EXTENDED ENTITY-RELATIONSHIP MODEL FOR AUDIT TRAILS CONSTRUCTION

黃文莉

實踐大學風險管理與保險學系

顧添利

實踐大學會計學系

Wenli Hwang

Department of Risk Management & Insurance Shih Chien University

Tian-Lih Koo

Department of Accounting Shih Chien University

摘 要

交易系統清楚且完整的稽核軌跡或審計軌跡 (audit trails) 對於稽核、管理與控制皆非常重要。在人工作業的環境裡，交易活動所產生的資料都記載於文件與帳簿上，稽核軌跡是由一組文件憑證、帳簿與報表上的參照編號 (reference codes) 所構成，整個交易處理軌跡都可用肉眼在文件與帳簿上查看。但在電腦化作業的環境下，稽核軌跡不但無法用肉眼直接在電子形式的資料庫裡查對，而且也因為資料庫設計原理的特性，而使得其更為模糊不清。資料庫的設計是由許多的外部子綱要整合為概念綱要，再由概念綱要轉換為內部綱要；設計外部、概念綱要時，必須依據一特定的資料模式，以設計出所要的資料庫綱要特性。本文發現資料模式之控制構面及其操縱值，會影響其所設計資料庫綱要之特性；為了設計出具有稽核軌跡特性之資料庫，本文參考 E - R 模式，再利用「屬性」控制構面及其「一對一」操縱值，提出一個 ATE - R 的延伸實體關係模式，並使用一個簡易之個案，解說其「屬性」控制構面及其「一對一」之操縱值是如何設計出具有稽核軌跡特性之資料庫綱要。此模式可以做為企業或軟體廠商分析設計資訊系統資料庫時之參考依據，以增進資訊軟體使用之效益。

關鍵詞：稽核軌跡、實體關係模式、控制構面、資料庫綱要、資料模式

ABSTRACT

The clear and complete audit trails of a transaction system are important to auditing,

management and control. In the environment of manual operation, the data created during transaction process is all written down on papers and account books; in other words, the audit trails are composed of a group of reference codes on the original documents, books and reports. Hence, all the processing trails are visible and checkable. However, after the data processing environment has been changed from manual operation to computerized operation, the audit trails have become not only invisible due to the electronic data, but also more ambiguous due to the special characteristics of database design principle. The process of database design is from integrating many external schemas into conceptual schema, then converting the conceptual schema into internal schema. In order to design the desired characteristics of database, it is based on a data model to design external and conceptual schema. This paper found that the characteristics of database would be affected by the "control constructs" and its "manipulated values" of the data model. In order to design the characteristics of audit trails of a database, the E-R model is referred. This paper uses the control construct of "attribute" and its manipulated values of "one to one" to present an ATE-R model. Finally, a simple simulated case is prepared for illustration of the ATE-R model. It will enhance the effectiveness of information software by using the model to construct databases.

Key Words: Audit Trails, Entity-Relationship Model, Control Constructs, Data Base Schema, Data Model

壹、緒論

稽核軌跡又稱審計軌跡 (audit trails), 是由記載著一連串交易處理過程的一組文件與帳簿或電子記錄資料的參照編號 (reference codes) 所組成, 而與處理程序的步驟連結在一起的資料軌跡 (Arens & Loebbecke, 1994; Watene & Turney, 1990; Weber, 1982)。透過這些軌跡, 可以追查從交易的開始, 至整個處理過程, 到最後的資訊結果; 相反地, 也可從最後的資訊結果逆查到整個處理過程, 至交易開始的源頭。任何交易系統的處理過程皆必須要有跡可循, 才能夠迅速的找出問題並加以控制 (吳琮璠, 1997; Gallegos & Bieber, 1987;

Skudrna, 1982)。交易系統清楚且完整的稽核軌跡對營運控制、會計控制、查核工作及遵循法令規定等均極為重要 (Wilkinson & Cerullo, 1997)。在交易系統發生問題時, 管理人員可以藉稽核軌跡發現問題所在, 並用來斷定產生問題的原因與後果。而企業組織的內外部稽核人員也可用稽核軌跡來做為控制與證實測試之基礎, 以查出系統的錯誤與不法 (Crump, 1981; Hinde, 1979; Mcfadden, 1997)。

在人工資料作業的環境裡, 交易處理的活動都記載於文件與帳簿上, 稽核軌跡是由一組記載於文件憑證、帳簿與報表上的參照編號所構成, 整個交易處理過程都可用肉眼直接在文件與帳簿上

查看。但資料處理的環境從人工作業轉變到電腦作業後，交易系統的稽核軌跡不但無法用肉眼直接在電子資料庫裡查對，而且也因為資料庫設計原理的特性，而使其變得更加模糊不清(顧添利，1999)。

資料庫的設計是由許多的外部子綱要整合為概念綱要，再由概念綱要轉換為內部綱要；設計外部、概念綱要時，必須依據一特定的資料模式，以設計出所要的資料庫綱要特性。實體關係模式(Entity-Relationship model, 簡稱 E-R model) 利用實體(entities)、屬性(attributes)及關係(relationships)等三個基本控制構面來表示交易活動的資訊(Chen, 1976)，到目前為止，雖然有一些專家學者為了達成某些資料庫特性，微幅修改了 E-R 模式，但 E-R 模式仍然是資料庫概念設計最主要的語意資料模式(Kim & March, 1995)，它可做為系統分析與邏輯資料庫設計的工具，也是資訊人員與使用者之間的一種溝通介面。本文發現資料模式的控制構面(control construct)及其操縱值(manipulated value)會影響其所設計資料庫綱要之特性，為了能設計出具有稽核軌跡特性之資料庫綱要，本文參考 E-R 模式，利用「屬性」控制構面及其「一對一」之操縱值，提出一個 ATE-R (Audit Trail Entity-Relationship) 的延伸實體關係模式，並使用一個簡易之個案，解說其「屬性」控制構面及其「一對一」之操縱值是如何設計出具有稽核軌跡特性之資料庫綱要。ATE-R 模式可以做為企業或軟體廠商設計資訊系統資料庫概念綱要時之參考依據，以增進資料庫使用之效益。

貳、文獻探討

一、稽核軌跡

由於不同領域的專家對稽核軌跡有著不同的定義，所以稽核軌跡也因此有著不同的目的(purposes)與內容(contents)。在稽核軌跡的專業訓練上可以分會計審計與資訊科學等兩個領域，會計審計人員強調稽核軌跡是傳統交易可以從原始憑證查核到資訊結果，或反過來可以從資訊結果逆查到原始憑證的一連串文件或帳簿上的參照編號；而電腦資訊人員強調的稽核軌跡是資訊系統安全、備份、復原與績效監控的資料軌跡(Weber, 1982)。本研究所指的稽核軌跡的定義、目的與內容是與會計審計人員的觀點相一致。

有關提到稽核軌跡重要性之文獻非常多(葉誌崇, 1997; Bieber, 1987; Brown, 1983; Cushing & Romney, 1993; Davis, 1996; Gallegos & Basica, 1986; Hinde, 1984)，但是有關建構稽核軌跡方法之文獻卻不多見。Weber (1982)認為要設計交易系統完善的稽核軌跡，必須要先瞭解稽核軌跡的本質，因此其提出要建構先進電腦會計系統的稽核軌跡，必須先確認稽核軌跡之目的，然後才能建構所要之稽核軌跡內容。其認為電腦會計系統稽核軌跡之主要目的有：回答詢問(answering inquiries)、更正錯誤(correction of errors)、確認錯誤的原因(determining the consequences of errors)、弊端的防止(fraud deterrence)、安全的監督(security monitoring)、備份與回復(backup and recovery)及績效監督(performance monitoring)等七個項

目；而為了達到稽核軌跡之目的，他利用 E - R model 來解說先進電腦會計系統稽核軌跡內容必須包含有建立 (creation)、刪除 (deletion)、修改 (modification) 及取回 (retrieval) 交易資料的完整能力。

Cerullo (1983) 認為在一個即時連線 (online real time) 的電腦系統裡，為了保存稽核軌跡，必須採取一些特殊的安全與控制措施，其包括說明 (instructions) 回讀 (read back) 完整檢查 (completeness check)、冗餘檢查 (redundancy check) 交易序號 (serial numbering of transactions) 時間控制總數 (time control totals)、資料傾倒 (dumps)、硬本文件單元 (hard copy units) 交易日誌 (transaction log) 重複資料檔案 (duplicate data files) 及持續的監督與稽核 (continuous monitoring and auditing) 等措施。

Menkus (1990) 提出稽核軌跡是銷售點終端資料處理系統最有效的控制工具，可利用稽核軌跡來幫忙維護零售業資訊的一致性，並用來考核與控制銷售員之績效。稽核軌跡必須設計在系統發展之時，如此才能產生最大的效用。保存處理系統稽核軌跡的記錄應包括一個終端機的辨識碼 (a terminal identifier)、一個銷售人員的辨識碼 (a salesperson identifier)、一個交易記錄號碼 (a transaction record number)、一個交易日期及當天的序號 (a transaction date and interday sequence)、一個交易類別 (a transaction type)、交易明細 (transaction details) 及檔案異動映像 (a file change image) 等七項資料。

Weber、Cerullo 與 Menkus 所提出建構系統稽核軌跡之方法有一個共通點，就是在交易或資料的處理過程中，將一些關鍵點所產生的資料做記載保存與控制檢查的處理，以做為事後追查交易活動之依據。因此，本文亦認為要建立交易系統之稽核軌跡，必須從如何記載與保存交易活動所產生的資料來著手。但文獻所探討之稽核軌跡建構方法皆是在交易關鍵控制點取得快照資料，無法建立交易活動雙向清楚的稽核軌跡，而本文則從整體交易資料流程來建立完整清楚的雙向稽核軌跡。

二、資料模式

本節主要是探索分析資料模式之控制構面及其操縱值與資料庫特性之關係。整合外部各個使用者景觀 (user view) 而成為概念資料庫綱要 (conceptual database schema) 的工具就是資料模式 (data model)，資料模式可以分為實體屬性關係模式 (Entity-Attribute-Relationship models，簡稱 EAR models) 及物件關係模式 (Object-Relationship models，簡稱 OR models) 等兩大類 (Kim & March, 1995)，譬如延伸實體關係模式 (Extended Entity-Relationship model，簡稱 EER model) 是屬於 EAR 模式的一種，而 Nijssen 資訊分析方法模式 (Nijssen Information Analysis Methodology Model，簡稱 NIAM model) 是屬於 OR 模式的一種。每一種資料模式的各個控制構面都有其操縱值，以便設計出所要的資料庫特性。

為了使資料庫具有稽核軌跡之特

性，就必須從探討資料模式的控制構面（control construct）及其操縱值開始。資料模式有實體（entity）或是物件（object）、關係（relationship）與屬性（attribute）等三個控制構面，為了設計出具有不同特性之資料庫綱要（database schema），就可以利用控制構面的不同操縱值來達成。譬如經由「關係」度（degree）控制構面的「多」操縱值，可以整合相關流程的資料，使資料庫有流程資料整合的特性；由「實體」控制構面的資源（resources）、事件（events）、代理人（agents）等操縱值，可以整合財務與非財務的資料（McCarthy, 1979; McCarthy, 1982），而使得企業組織的交易資料得以整合。

資料庫是由資料庫綱要與交易資料所組成。顧添利（1999）提出一個以交易資料為角度的稽核軌跡建構模式，這個模式可以建立交易系統清楚的雙向稽核軌跡；而本文則試圖從資料庫綱要的角度，在資料庫分析設計的階段，利用資料模式的控制構面及其操縱值，設計出具有稽核軌跡特性之資料庫綱要。

參、稽核軌跡建構之途徑

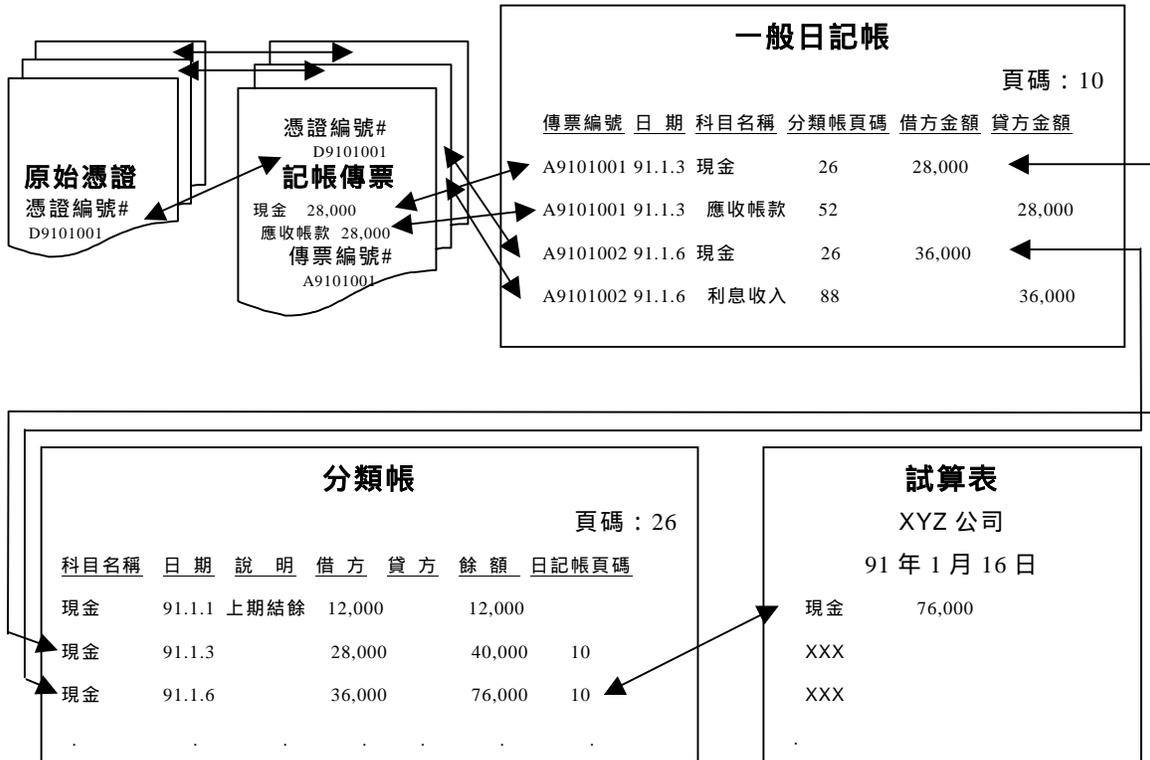
一、稽核軌跡之消失

在人工處理系統之下，稽核軌跡是肉眼可見的（visible）憑證與文件，可以十分清晰地追溯交易活動的過程；而在資訊化後，原始文件或硬本文件（hard copy）逐漸減少，甚至於消失，而使得可見的稽核軌跡減少（吳琮璠，1997；Waples & Norris, 1989）雖然硬本文件的

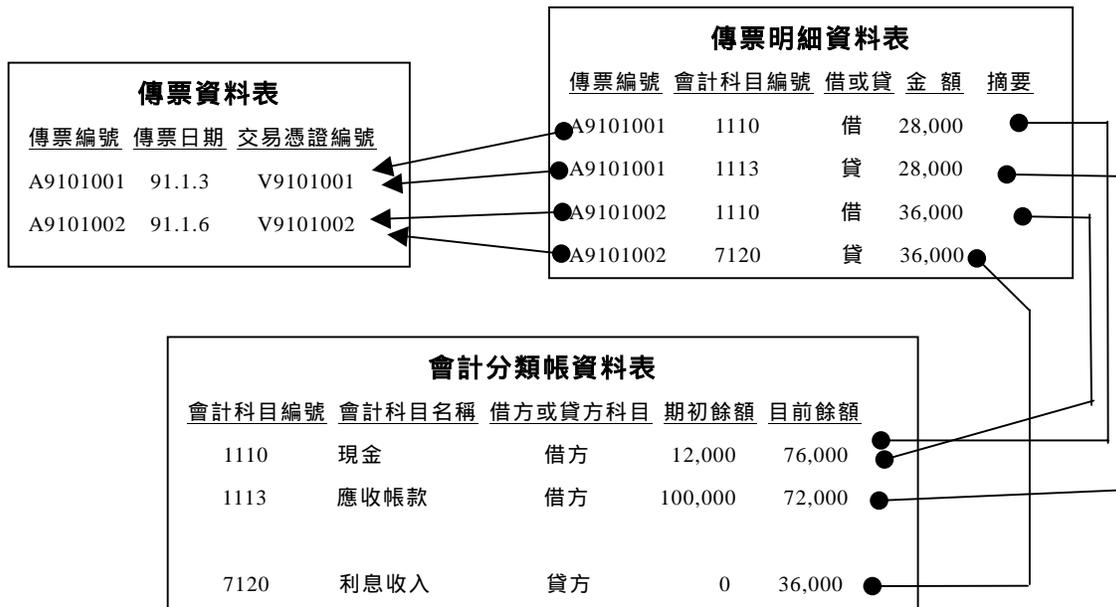
減少而使得肉眼可見的稽核軌跡漸次地消失，而且網路資料庫的普遍使用也使得稽核軌跡的找尋不易，但其並不意謂著稽核軌跡消失或是變得模糊，只是稽核軌跡不再記錄於肉眼可見的文件帳簿上，而是以另外一種肉眼無法直接查對的電子形式保存在可能分散於各地的電子媒體裡。

稽核軌跡真正變得模糊或消失，其實是交易活動所產生的資料之組織方法的改變。在人工作業的資料處理環境裡，記載於原始文件、帳簿及報表等紙張媒體間的交易活動資料，由於是人肉眼可見的資料處理，其資料並無特殊的結構限制，祇要能透過參照編號來產生交易資料的關連與軌跡，則不須特殊考量到記載於文件與帳簿上資料之組織。在圖一裡，可以從交易發生的原始憑證之編號追查至其記帳傳票，從傳票的編號可以追查至日記帳，從日記帳的分類帳頁碼追查至分類帳，再從分類帳的科目名稱追查至最後試算表上的資訊，而由相關的參照編號組成一連串的資料軌跡；相反地，也可透過參照編號，從試算表的科目名稱逆查到分類帳，從分類帳的日記帳頁碼逆查到日記帳，從日記帳的傳票編號逆查到記帳傳票，再從記帳傳票的憑證編號而逆查到交易發生的原始憑證等一連串的反向資料軌跡。其稽核軌跡是由所處理之交易資料間一對一的對映關係所構成。

但資料處理電腦化後，交易活動所產生的資料都保存在經過嚴謹設計的資料庫裡，資料庫設計時必須考量到資料的邏輯結構，而疏忽了資料軌跡的保存。以目前使用最普遍的關連式資料庫為例，其資料庫設計時必須考量到資料



圖一 總帳會計交易系統文件帳簿之資料結構與軌跡圖



圖二 總帳會計交易系統之關連式資料庫與模糊之資料軌跡圖

正規化 (Normalization) 的問題，正規化的過程最主要的目的是要去除資料的重覆，及增加、刪除與修改資料時所可能產生的異常，其關注點乃是在資料表檔案的組織及其資料的存取技術，以致於使得其資料結構無法有效地保存交易活動的處理軌跡。

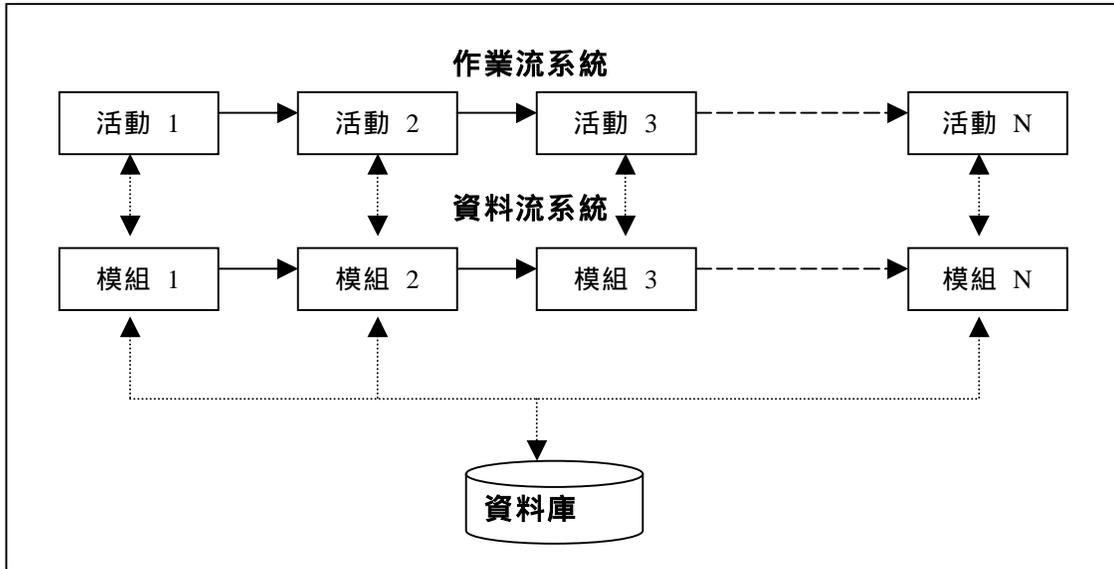
依照關連模式來設計簡單總帳會計交易系統的資料庫，經過正規化的過程後，一般可以得到如圖二的「傳票」、「傳票明細」與「會計分類帳」等三個資料表 (Table)。如果一筆傳票的記錄 (Record) 有兩個會計科目，則在「傳票明細」資料表裡就會有兩筆記錄資料，而每個會計分類帳科目在「會計分類帳」資料表裡只會有一筆記錄。「傳票明細」資料表的記錄資料則依照會計科目編號過帳到「會計分類帳」資料表的相關記錄裡。在圖二裡，從「傳票明細」資料表的記錄可以對映到「傳票」資料表裡相關的記錄，而從「傳票」資料表的傳票記錄則無法確認可以找到「傳票明細」資料表裡所有相關的明細記錄資料；而「傳票明細」與「會計分類帳」資料表之間記錄資料的雙向軌跡也是模糊不清的。「傳票明細」資料表的記錄有無正確過帳到「會計分類帳」資料表的相關會計科目記錄裡並無法得到確認；相反地，「會計分類帳」資料表的會計科目餘額是如何從「傳票明細」資料表的記錄過帳而來，其軌跡也是模糊不清的。因此在電腦化處理總帳會計交易資料後，其清楚的資料軌跡往往不易在關連式的資料庫裡查尋到。其實，其原因就是關連式資料庫裡相關的資料表間的關係大多為一對多的關係，從多對到一的資料軌跡清楚；而從一對到多，則變得模糊不清楚。

二、稽核軌跡再造之途徑

一個企業組織可能有許多之交易系統或企業程序 (Business Process)，一般來說，每個交易系統都可分為作業流與資料流的活動，資料流記載著作業流的詳細活動，祇要作業流活動的資料軌跡保存在資料流裡，就可利用資料流的資訊來稽核、管理與控制作業流的活動。在圖三的關係圖裡，一個交易系統的作業流可以有 N 個作業活動，每一個作業活動在資料流裡都會有一個相對應的資料處理功能來記載與處理其所產生的資料。所以在作業流活動的進行中，有一個資料流系統正在記載其活動的細節，因而透過資料流的資訊，即可追查到作業活動的處理過程。而每一個資料處理功能在記載與處理作業活動所產生的資料時，必須在資料庫裡對相關的資料表做新增、刪除或修改其記錄內容的工作。

一個關連式的資料庫是由許多相關的資料表 (Table) 所組成，一個資料表一般皆記載著交易系統裡一個實體 (Entity) 或多對多實體間關係 (Relationship) 的活動資料，並且利用資料表間主鍵值 (key) 欄位與外來鍵 (foreign key) 欄位的關連來表示整個交易系統的運轉規則與過程。所以一個關連式的資料庫其實就是儲存著交易系統一連串相關交易活動之影像，其記載與保存了整個系統交易活動之過程。

在人工作業的環境下，交易活動是記錄與保存在文件與帳簿裡，其資料的組成是不受任何特殊結構的限制；而在資訊技術環境下，交易活動的資料是保存在可能分散於各處的電子資料庫裡，由於資料庫的設計必須依據其特定邏輯結構的原理，因而忽略了資料軌跡的保



圖三 交易系統之活動與資料關係圖

存；雖然，資料表間可以利用主鍵值欄位與外來鍵欄位的關連，來規範參考整合限制，以確保資料表間記錄資料的參考一致性；但主鍵值與外來鍵欄位的關連祇是確保資料間的參考一致性，而無法建立交易資料軌跡之對映關係。因此，祇要在資料庫分析設計時，利用屬性的控制構面，在實體間或實體與多對多關係間找到能建立一對一（One to One，簡稱 OTO）的操縱值，以建立稽核軌跡資料表，而使得資料記錄間變為一對一的對映關係，即可使得企業組織的交易系統，再度找回其已消失的稽核軌跡。所以要建構一個關連式資料庫之交易稽核軌跡，其途徑就是要有一個合適的資料模式，利用「屬性」控制構面及其「一對一」操縱值，以設計具有稽核軌跡特性之資料庫綱要。

肆、ATE - R 稽核軌跡實體關係

模式

一、ATE - R 模式理論基礎

假設 X 與 Y 是兩個資料集合 (Data Set)，如果任何一個元素 (Element) x 在 X 集合裡，都可以在 Y 集合裡對映到一個唯一 (Unique) 的元素值 y ，那麼就可以說有一個函數 f 從 X 集合到 Y 集合。若函數 f 是從 X 到 Y ，而有另一個函數 f^{-1} 是從 Y 到 X ，假設任何一個元素 y 在 Y 集合裡，都可以在 X 集合裡對映到一個唯一的元素值 x ，則稱 f^{-1} 為 f 之反函數，且 $ff^{-1}(y)=y$ 與 $f^{-1}f(x)=x$ 的公式皆成立，那麼 X 與 Y 兩組資料集間元素有一對一的映對關係 (Kolman and Busby, 1987; Silverman, 1992; Truss, 1991)。

兩組資料集合之間如果有反函數的關係，那麼這兩組資料之間的關連也就是一對一的映射 (Mapping) 關係，即可從 X 組資料集的每個元素映射到 Y 組資

料集的每個元素；相反地，也可從 Y 組資料集的每個元素反向映射到 X 組資料集的每一個元素，則此兩組資料間元素的轉換與處理過程就有跡可循。所以，利用反函數的特性，即可產生兩組資料集間正向與反向清楚的處理軌跡（顧添利，1999）。因此，在使用 E - R 模式設計資料庫綱要時，「實體」間多對多的關係是利用關係資料表，來分為兩個一對多的關係，以加強資料的對映關係；但一對多的關係仍然無法產生一對一的映射，所以必須利用「屬性」控制構面的「一對一」操縱值，來設計其資料軌跡。

二、ATE - R 模式說明

E - R 模式是設計資料庫綱要常用的工具，其主要由：(1)確認實體 (Entity) 與其間之關係 (Relationship)，(2)建立實體關係圖 (E-R Diagram)，(3)定義每個實體與關係之特性，(4)將前面的步驟轉換為資料表，並找出每個資料表的鍵值等四個步驟所構成 (Chen, 1976)。E - R 模式並沒有考量到稽核軌跡建構的問題，而 ATE - R 模式則利用「屬性」控制構面及其「一對一」之操縱值設計出具有稽核軌跡特性之資料庫綱要。

ATE - R 稽核軌跡實體關係模式有：確認實體與其間之關係、決定屬性及鍵值、設計 AT 屬性 (Audit Trail Attributes) 與 AT 來源屬性 (AT Source Attributes) 將實體與多對多關係轉換為資料表 (Table) 及建立 AT 資料表等五個步驟。

(一) 確認實體與其間之關係

交易系統裡我們所關心的任何東西都是實體 (Chen, 1976)，在銷貨訂單交

易系統裡，實體可以是客戶、訂單、貨品等等；換句話說，實體就是交易系統裡我們欲處理的資料對象。依據交易處理的流程與規則，實體與實體間可以是一對一、一對多或是多對多的關係。假設一個客戶可以下許多筆訂單，一筆訂單祇能有一個客戶，那麼客戶與訂單間的關係就是一對多；一筆訂單可能會含有多種貨品，一種貨品可能會出現在許多訂單上，那麼訂單與貨品間的關係就是多對多。

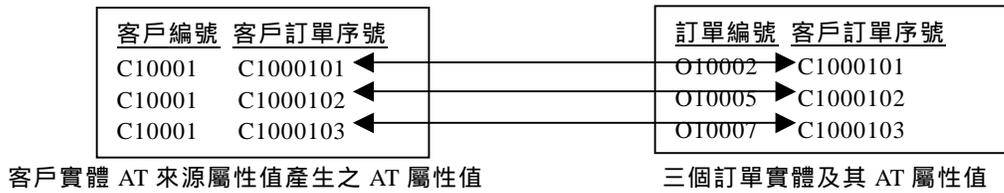
一對一關係的實體間一對一的對映關係清楚，因此其間的稽核軌跡完整清楚；但一對多與多對多的關係模糊不清，因此必須在一對多與多對多的關係建立實體與實體間或是實體與關係間一對一的對映關係。

(二) 決定屬性及鍵值

為了描述實體的特性，必須要決定其所需之屬性，譬如「客戶」實體需要由客戶編號、客戶名稱、負責人、信用額度、電話與地址等屬性來描述。鍵值為實體的一個屬性或多個屬性所組成，其具有能唯一辨認此實體的特性，客戶編號是鍵值，而信用額度就不能為鍵值。

(三) 設計AT屬性與AT來源屬性

一對多與多對多的關係模糊不清，因此必須在一對多關係建立實體與實體間，在多對多關係建立實體與關係間一對一的對映關係。為了在一對多的兩個實體間產生一對一的映射關係，就必須在「一」的實體這邊設計 AT 來源屬性，在「多」的實體這邊設計 AT 屬性；經由 AT 來源屬性值的運算，即可產生一組 AT 屬性值與「多」的實體的 AT 屬性值產生



一對一的映對關係。如「客戶」實體與「訂單」實體間是一對多的關係，則可在「客戶」實體設計“客戶訂單數”的 AT 來源屬性，而在「訂單」實體設計“客戶訂單序號”的 AT 屬性，“客戶訂單序號”可由“客戶編號”+兩碼客戶訂單序號所組成。假設某一客戶的編號為“C10001”，而其“客戶訂單數”為3，經由“客戶訂單數”AT 來源屬性值的運算，則會產生“C1000101”、“C1000102”與“C1000103”等三個 AT 屬性值，與「訂單」實體之“C1000101”、“C1000102”與“C1000103”等三個“客戶訂單序號”AT 屬性值產生一對一的映對關係。

而多對多關係的兩個實體，必須拆成兩組一對多的實體與關係之關係，然後分別設計兩組實體與關係間能產生一對一映對的 AT 來源屬性與 AT 屬性。如「訂單」實體“含有”「貨品」實體間是多對多的關係，則可在「訂單」實體設計“訂單貨品數”的 AT 來源屬性，而在「含有」關係設計“訂單貨品序號”的 AT 屬性，“訂單貨品序號”可由“訂單編號”+兩碼訂單貨品序號所組成。假設某一訂單的編號為“O10001”，而其“訂單貨品數”為3，經由“訂單貨品數”AT 來源屬性值的運算，則會產生“O1000101”、“O1000102”與“O1000103”等三個 AT 屬性值，與「含

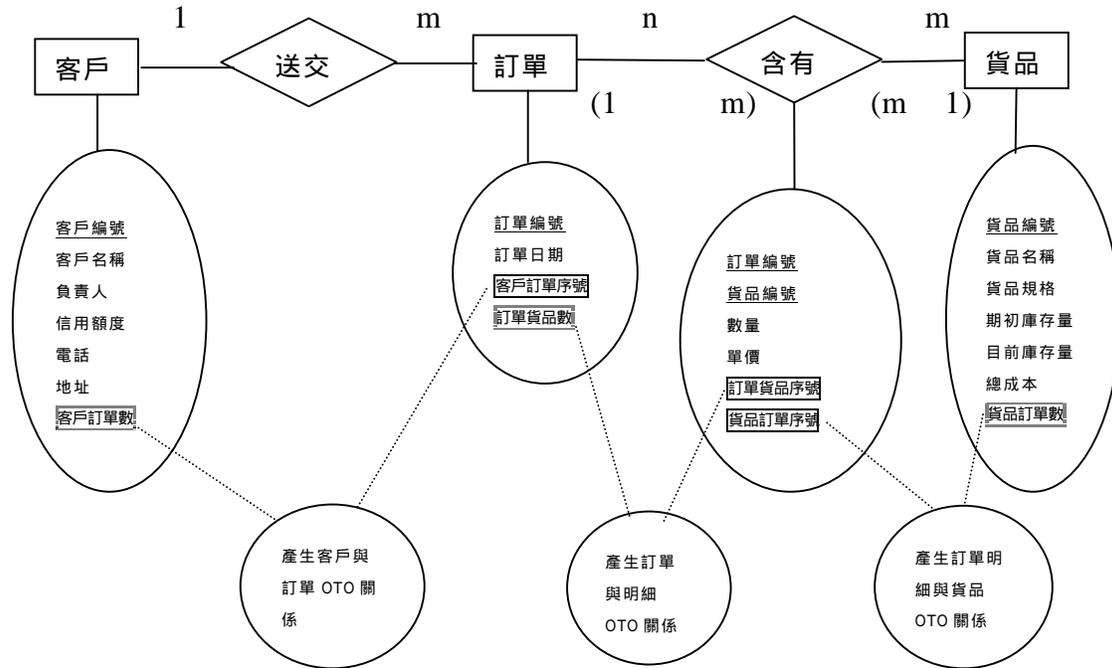
有」關係之“O1000101”、“O1000102”與“O1000103”等三個“訂單貨品序號”AT 屬性值產生一對一的映對關係。

而在「貨品」實體與「含有」關係間，在「貨品」實體設計“貨品訂單數”的 AT 來源屬性，而在「含有」關係設計“貨品訂單序號”的 AT 屬性，“貨品訂單序號”可由“貨品編號”+兩碼貨品訂單序號所組成。假設某一貨品的編號為“I10001”，而其“貨品訂單數”為3，經由“貨品訂單數”AT 來源屬性值的運算，則會產生“I1000101”、“I1000102”與“I1000103”等三個 AT 屬性值，與「含有」關係之“I1000101”、“I1000102”與“I1000103”等三個“貨品訂單序號”AT 屬性值產生一對一的映對關係。

步驟（一）（二）與（三）可以畫出如圖四訂單銷貨交易活動之 ATE - R 圖，有底線的屬性為鍵值，有框虛線的屬性為 AT 來源屬性，有框實線的屬性則為 AT 屬性。

(四) 將實體與多對多關係轉換為資料表

將實體與關係轉換成資料表時，如果兩個實體的關係是一對一，則可將任意實體的主鍵值放到另一實體的資料表裡，當成外來鍵值 (Foreign key)，以建



圖四 訂單銷貨交易活動之 ATE-R Diagram

立兩個實體間之關係。如果兩個實體的關係是一對多，則必須將一的實體的主鍵值放到多的實體的資料表裡，當成外來鍵值，以建立兩個實體之關係；譬如「客戶」與「訂單」實體間的關係是一對多，則必須將「客戶」的鍵值“客戶編號”放到「訂單」資料表裡，當成「訂單」資料表的外來鍵。如果兩個實體的關係是多對多，則應將兩個實體的鍵值放到關係的資料表裡，當成其主鍵值。

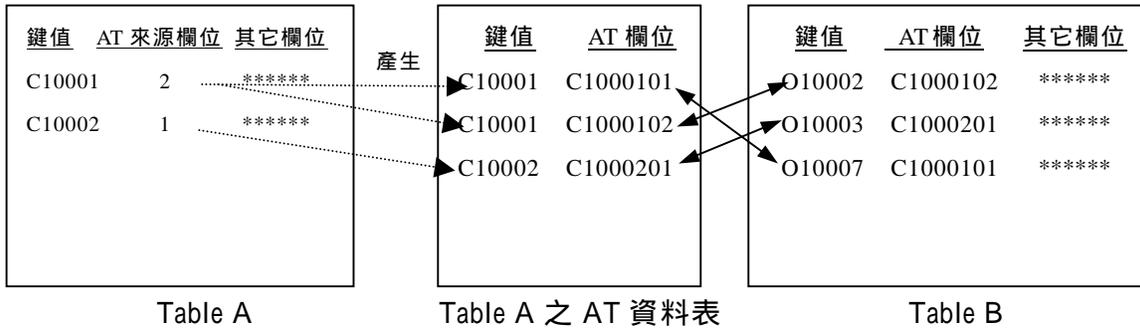
(五) 建立AT資料表

將實體與關係轉換成資料表後，資料表間的關係祇有一對一與一對多兩種，多對多的實體已被分為兩個一對多的資料表。一對一的資料表間不必建立AT資料表，祇有一對多關係的資料表間，必須在「一」的資料表這邊，利用

AT來源欄位，建立一含有主鍵值與AT等欄位的AT資料表，來與「多」的資料表的AT欄位建立一對一的對映關係。

如果在實體上，要一直自動即時更新AT資料表的記錄資料，必須透過一般資料表來維護，因此可以在一般資料表資料異動時，在資料庫撰寫新增（Insert）更新（Update）與刪除（Delete）的觸發（Trigger）程式，以自動維護AT資料表的記錄資料；而如果AT資料表的記錄資料是在應用時才要產生，也就是AT資料表的內容資料平常是不存在的，那麼就必須撰寫所需之模組程式，在需要時產生AT資料表的記錄資料。

如果有兩個一對多的資料表格Table A與Table B，依照Table A的AT來源欄位，建立了一AT資料表格，那麼



圖五 兩個一對多的資料表及其 AT 資料表之關係圖

它們的記錄資料間的關係就如圖五所示，Table A 的 AT 來源欄位所產生之 AT 資料表與 Table B 的記錄資料間，有著一對一的對映關係。

步驟（四）與（五）完成後，就會產生概念的資料庫綱要，以做為建立實體資料庫架構之依據。

伍、個案應用與解說

假設有一訂單銷貨交易活動，其交易規則為一個客戶會送來許多訂單，一筆訂單祇能有一個客戶；一筆訂單可能會訂購許多貨品，而一種貨品也可能被多筆訂單所訂購。下面就以這個簡單的交易系統為例子，來探討如何利用 ATE - R 模式來建構資料庫清楚且完整的雙向稽核軌跡，其步驟如下：

- 一、利用 ATE - R 模式設計資料庫綱要。
- 二、準備測試交易資料。
- 三、驗證資料庫是否具有清楚完整之雙向稽核軌跡。

首先必須利用 ATE - R 模式設計具

有稽核軌跡特性之資料庫綱要，再準備測試的交易資料，以驗證資料庫是否保存著清楚完整之雙向稽核軌跡。

一、利用 ATE - R 模式設計資料庫綱要

在系統發展的設計階段，依據 ATE - R 模式，首先畫出如圖四的 ATE - R 圖，最後產生了如下的概念資料庫綱要，共有四個一般資料表及三個 AT 資料表。有實底線的欄位為鍵值欄位，有虛底線的欄位為外來鍵值欄位，有虛框線的欄位為 AT 來源欄位，實框線的欄位則為 AT 欄位。由 AT 來源欄位產生的 AT 資料表，由於為了不必經由運算，直接方便與 AT 來源欄位資料表的記錄保持關聯，所以就把 AT 來源欄位資料表的鍵值欄位做為外來鍵值欄位。

客戶 (客戶編號 客戶名稱 負責人
信用額度 電話 地址 客戶訂單數)

訂單 (訂單編號 訂單日期 客戶訂單
序號 訂單貨品數 客戶編號)

訂單 AT 資料表 (訂單貨品序號 訂單編號)

訂單明細 (訂單編號 貨品編號 數量

表一 客戶資料表測試資料

客戶編號	客戶名稱	負責人	信用額度	電話	地址	客戶訂單數
C10001	May Co.	Johnson Brown	200,000	(214)345-6789	9335 Main St,Dallas,TX	3
C10002	Dalecom	Michell Duke	360,000	(714)666-7777	7712 Digital Blvd,Irvine,CA	2
C10003	Vacomvia	Sam Smith	280,000	(213)235-6789	649 Millenia St,Fullerton, CA	3

表二 訂單資料表測試資料

訂單編號	訂單日期	客戶訂單序號	訂單貨品數	客戶編號
O10001	91/01/09	C1000201	2	C10002
O10002	91/01/17	C1000101	1	C10001
O10003	91/02/01	C1000301	2	C10003
O10004	91/02/27	C1000202	1	C10002
O10005	91/03/08	C1000102	2	C10001
O10006	91/03/22	C1000103	3	C10001
O10007	91/04/19	C1000302	1	C10003
O10008	91/05/29	C1000303	3	C10003

表三 訂單明細資料表測試資料

訂單編號	貨品編號	數量	單價	訂單貨品序號	貨品訂單序號
O10001	I10001	30	130	O1000101	I1000101
O10001	I10002	10	260	O1000102	I1000201
O10002	I10003	8	70	O1000201	I1000301
O10003	I10002	15	260	O1000301	I1000202
O10003	I10003	10	70	O1000302	I1000302
O10004	I10002	10	260	O1000401	I1000203
O10005	I10002	20	260	O1000501	I1000204
O10005	I10003	10	70	O1000502	I1000303
O10006	I10001	10	130	O1000601	I1000102
O10006	I10002	5	260	O1000602	I1000205
O10006	I10003	15	70	O1000603	I1000304
O10007	I10002	30	260	O1000701	I1000206
O10008	I10001	40	130	O1000801	I1000103
O10008	I10002	30	260	O1000802	I1000207
O10008	I10003	10	70	O1000803	I1000305

表四 貨品資料表測試資料

貨品編號	貨品名稱	貨品規格	期初庫存量	目前庫存量	總成本	貨品訂單數
I10001	PDA	piece	100	20	2000	3
I10002	Celluar Phone	piece	180	60	12000	7
I10003	Digital Camera	set	66	13	600	5

表五 客戶 AT 資料表的資料

客戶訂單序號	客戶編號
C1000101	C10001
C1000102	C10001
C1000103	C10001
C1000201	C10002
C1000202	C10002
C1000301	C10003
C1000302	C10003
C1000303	C10003

表六 訂單 AT 資料表的資料

訂單貨品序號	訂單編號
O1000101	O10001
O1000102	O10001
O1000201	O10002
O1000301	O10003
O1000302	O10003
O1000401	O10004
O1000501	O10005
O1000502	O10005
O1000601	O10006
O1000602	O10006
O1000603	O10006
O1000701	O10007
O1000801	O10008
O1000802	O10008
O1000803	O10008

表七 貨品 AT 資料表的資料

貨品訂單序號	貨品編號
I1000101	I1000101
I1000102	I1000102
I1000103	I1000103
I1000201	I1000201
I1000202	I1000202
I1000203	I1000203
I1000204	I1000204
I1000205	I1000205
I1000206	I1000206
I1000207	I1000207
I1000301	I1000301
I1000302	I1000302
I1000303	I1000303
I1000304	I1000304
I1000305	I1000305

單價 (訂單貨品序號 (貨品訂單序號))

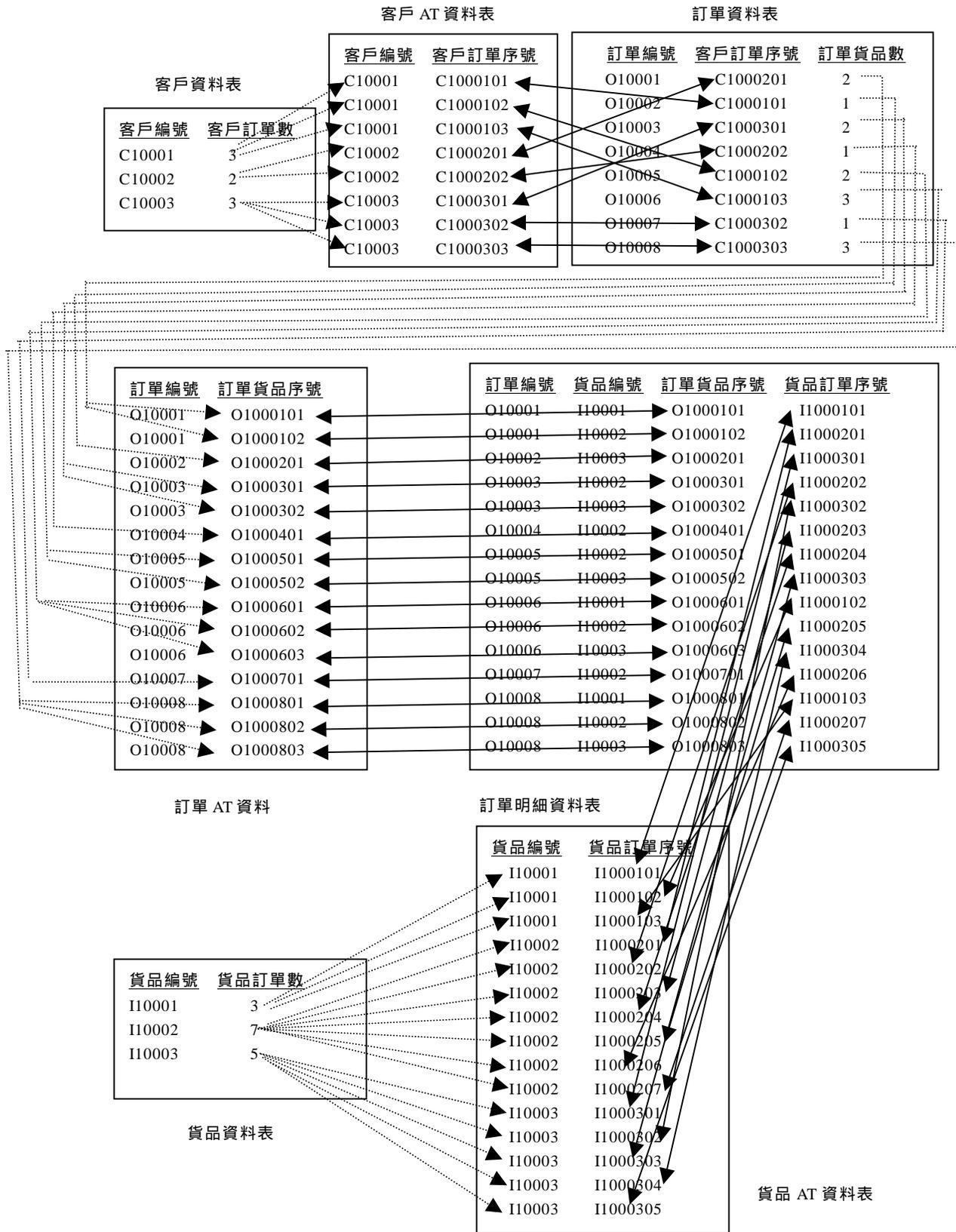
貨品 AT 資料表(貨品訂單序號 貨品編號)

貨品 (貨品編號 貨品名稱 貨品規格
期初庫存量 目前庫存量 總成本 (貨品
品訂單數))

二、準備測試交易資料

假設測試樣本資料有如表一、表二、表三及表四的一般資料表所示。

由一般資料表格的 AT 來源欄位運算後，會產生如表五、表六及表七的 AT 資料表的資料。客戶 AT 資料表的“客戶訂單序號”AT 欄位是由客戶資料表的“客戶訂單數”AT 來源欄位所運算產生，“客戶訂單序號”為“客戶編號”+兩碼客戶訂單序號所組成。訂單 AT 資料表的“訂單貨品序號”AT 欄位是由訂單資料表的“訂單貨品數”AT 來源欄位所運算產生，“訂單貨品序號”為“訂單編號”+兩碼訂單貨品序號所組成。貨品 AT 資料表的“貨品訂單序號”AT 欄位



圖六 測試的訂單銷貨交易活動之稽核軌跡圖

是由貨品資料表的“貨品訂單數”AT來源欄位所運算產生，“貨品訂單序號”為“貨品編號”+兩碼貨品訂單序號所組成。

三、驗證資料庫是否有清楚完整之稽核軌跡

本文利用測試資料，畫成圖六的稽核軌跡圖，來說明整個訂單銷貨交易活動雙向完整清楚的稽核軌跡。

在圖六裡，為了能清楚地解說雙向的稽核軌跡，因此一般資料表祇使用鍵值、AT來源與AT等欄位，其它欄位則隱藏起來。虛線箭頭代表從「一」的一般資料表的AT來源欄位值產生AT欄位值，並建立AT資料表，來與「多」的一般資料表的AT欄位值產生一對一的對映關係，而產生正反雙向清楚的稽核軌跡。

假設不考量進貨的情況下，從圖六清楚的雙向稽核軌跡裡，我們可以確認如表八編號為“I10002”的貨品從期初庫存量180單位變為期末存貨60單位的交易活動軌跡。但如果沒有清楚的稽核軌跡，交易資料的錯誤異常將難以發現與查核；譬如在一般的資料庫裡，沒有一般資料表的AT來源欄位、AT欄位及AT資料表欄位等所組成的雙向稽核軌跡，而漏記了91/03/22編號為O10006訂單的I10002這筆貨品明細時，將難以查出5單位貨品的去處，如表九所示。

陸、施行ATE-R模式之成本效益評估

施行ATE-R模式所增加的負擔，主要是因ATE-R模式而產生的一般資料表的AT來源欄位、AT欄位及AT資料表之維護成本。AT來源欄位、AT欄位及AT資料表都會增加電腦儲存空間，還有如果在實體上，要一直維護AT資料表的記錄資料，就必須在一般資料表資料異動時，撰寫Insert、Update與Delete的Trigger程式，以自動即時更新AT資料表的記錄資料；而如果AT資料表的記錄資料是在應用時才要產生，也就是AT資料表的內容資料平常是不存在的，那麼就必須撰寫所需之模組程式，以便在需要時產生AT資料表的記錄資料。

而施行ATE-R模式所得到的效益，就是使交易資料庫能產生正反雙向清楚完整的稽核軌跡，而使得查核、控制與管理交易系統的整個活動過程變得更容易與可能。也由於其能產生交易系統清楚且完整的稽核軌跡，而使得交易系統的查核工作能順利地進行，因而降低了昂貴的查核費用。

增加電腦儲存空間或撰寫維護AT資料表記錄資料的程式，都是使用ATE-R模式所必須付出的額外成本；但在電腦儲存體價格持續下降，而模組程式比以前更容易開發維護的情況下，將施行ATE-R模式所擔負的成本與所可能產生的效益互相比較之下，其所需的成本就顯得微不足道了。

由於ATE-R模式應用於資料庫分析設計時，其施行的方法與步驟清楚容易，產生的效益很大，且所需成本不高，因此實際的施行與應用是可行的。

表八 貨品 I10002 庫存量變動情況表(以 ATE - R 設計之資料庫)

貨品 I10002 庫存量變動情況表				
期初庫存量				180
出貨：				
91/01/09	編號 C10002	客戶之編號 O10001	訂單 10	
91/02/01	編號 C10003	客戶之編號 O10003	訂單 15	
91/02/27	編號 C10002	客戶之編號 O10004	訂單 10	
91/03/08	編號 C10001	客戶之編號 O10005	訂單 20	
91/03/22	編號 C10001	客戶之編號 O10006	訂單 5	
91/04/19	編號 C10003	客戶之編號 O10007	訂單 30	
91/05/29	編號 C10003	客戶之編號 O10008	訂單 30	120
期末庫存量				60

表九 貨品 I10002 庫存量變動情況表(以一般 E - R 設計之資料庫)

貨品 I10002 庫存量變動情況表				
期初庫存量				180
出貨：				
91/01/09	編號 C10002	客戶之編號 O10001	訂單 10	
91/02/01	編號 C10003	客戶之編號 O10003	訂單 15	
91/02/27	編號 C10002	客戶之編號 O10004	訂單 10	
91/03/08	編號 C10001	客戶之編號 O10005	訂單 20	
91/04/19	編號 C10003	客戶之編號 O10007	訂單 30	
91/05/29	編號 C10003	客戶之編號 O10008	訂單 30	115
期末庫存量				65 (?)

柒、結論

在人工作業的環境裡，稽核軌跡是由一組文件憑證、帳簿與報表上的參照編號所構成。透過這些參照編號，稽核人員可以很容易地發現錯誤與舞弊，資料處理人員可以迅速地更正錯誤的交易資料，而管理人員也可即時地取得所要的資訊。因此祇要妥善地設計文件帳簿上的參照編號，交易活動的軌跡即可清楚

地記錄於其文件帳簿上。但資料處理的環境從人工作業到電腦化作業後，交易系統的稽核軌跡不但無法用肉眼直接在可能分散於各處的電子資料裡查看，而且也因為資料庫設計原理的某些特性，而使其變得越來越模糊不清。本文發現資料模式之控制構面及其操縱值，會影響其所設計資料庫綱要之特性；為了設計出具有稽核軌跡特性之資料庫，本文參考 E - R 模式，再利用「屬性」控制構面及其「一對一」之操縱值，提出一個

ATE - R 的延伸實體關係模式，並使用一個簡易之訂單銷貨交易活動，解說其「屬性」控制構面及其「一對一」之操縱值是如何設計出具有稽核軌跡特性之資料庫綱要。

ATE - R 稽核軌跡實體關係模式最主要的功能，就是可以設計一個具有稽核軌跡特性的資料庫綱要，使得相關的資料表間能產生一對一的記錄資料，以便在資訊技術的環境下提供交易系統一個清楚且完整的稽核軌跡，而使得查核、控制與管理交易系統的整個活動過程變得更容易與可能。

要建立一套企業組織交易活動的自動稽核系統，其前題是要能取得交易系統清楚且完整的稽核軌跡。由於使用 ATE - R 模式所設計的資料庫能即時產生交易系統清楚且完整的稽核軌跡，因此本文建議有興趣的學者專家，可以利用 ATE - R 模式來探索企業組織交易活動之自動稽核系統 (Automated Auditing Systems) 或連續性線上稽核 (Continuous Online Auditing) 系統之研究。

參考文獻

一、中文部份

1. 吳琮璠 (1997), 會計資訊系統與電腦審計, 台北: 智勝文化公司。
2. 葉誌崇 (1997), 會計資訊系統, 台南: 自行出版。
3. 顧添利 (1999), 一個交易系統稽核軌跡建構之 OTO 資料集模式, 輔仁管理評論, 6 (2), 135-156。

二、英文部份

1. Arens, A. A. & Loebbecke, J. K. (1994). Auditing-An Integrated Approach. New Jersey: Prentice Hall.
2. Bieber, D. W. (1987). Home Banking Security and Audit. Journal of Accounting & EDP, 3(Spring) 1987, 27-35.
3. Brown, N. Jr. (1983). Minicomputers Control, Security, and Audit. Internal Auditor, 40(Feb.), 39-42.
4. Cerullo, M. J. (1983). Audit Trail Controls for Online Real Time Computer Systems. Cost & Management, 57(6), 16-19.
5. Chen, P. P. (1976). The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of data. ACM Transaction on Database Systems, March, 9-36.
6. Crump, D. (1981). On the Computer Audit Trail. Accountancy, 92(October), 63-68.
7. Cushing, B. E. & Romney, M. B. (1993). Accounting Information Systems, New York: Addison-Wesley.
8. Davis, J. E. (1996). Safeguarding Your Network. Black Enterprise, 27(October), 48-50.
9. Gallegos, F. & Basica, D. (1986). Microcomputer Security: Audit problems and Solutions. Journal of Accounting & EDP, 1(1), 49-56.
10. Gallegos, F. & Bieber, D. W. (1987). Emerging Technology and Information Systems Auditing. Journal of Accounting & EDP, 3(Summer), 47-56.
11. Hinde, S. (1979). Approaching the First-time Computer Audit. Accountancy, 90(May), 77-81.

12. Hinde, S. (1984). The Control Total Approach to Computer Auditing. Accountancy, 95(August), 100-104.
13. kim, Young-Gul & March, S. T. (1995). Comparing Data Modeling Formalisms. Communications of The ACM, 38(June), 103-115.
14. Kolman, B. & Busby, R. C. (1987). Discrete Mathematical Structures for Computer Science. New Jersey: Prentice Hall.
15. McCarthy, W. E. (1979). An Entity-Relationship View of Accounting Models. The Accounting Review, 54(4), 667-686.
16. McCarthy, W. E. (1982). The REA Accounting Model: A Generalized framework for Accounting Systems in a Shared Data Environment. The Accounting Review, 57(2), 554-578.
17. Mcfadden, P. J. (1997). Guarding Computer Data. Journal of Accountancy, 184(July), 76-79.
18. MenKus, B. (1990). How an 'Audit Trail' Aids in Maintaining Information Integrity as Illustrated in Retailing. Computers & Security, 9(April), 111-116.
19. Silverman, R. A. (1992). Calculus with Analytic Geometry. New Jersey: Prentice Hall.
20. Skudrna, V. J. (1982). The Status of EDP Auditing. CPA Journal, 52(March), 26-31.
21. Truss, J. K. (1991). Discrete Mathematics for Computer Science. New York: Addison-Wesley.
22. Waples, E. & Norris, D. M. (1989). The Impact of Just-In-Time on the Audit of Purchasing. Journal of Purchasing and Materials Management, Fall, 26-31.
23. Watne, D. A. & Turney, P. B. B. (1990). Auditing EDP Systems. New Jersey: Prentice Hall.
24. Weber, R. (1982). Audit Trail System Support in Advanced Computer-Based Accounting Systems. The Accounting Review, 17(2), 311-325.
25. Wilkinson, J. W. & Cerullo, M. J. (1997). Accounting Information Systems. New York: John Wiley & Sons.

2002 年 10 月 23 日收稿

2002 年 10 月 30 日初審

2003 年 07 月 25 日複審

2003 年 09 月 29 日接受