

### 三、系統分析與設計

本研究主要在延伸一個建構在全球資訊網上的多媒體適性測驗系統，以提供中小學建立學校多媒體線上適性測驗的環境。

#### 3.1 系統功能分析與比較

根據『智勝鮮師網』的現況實際操作結果和研究目的，並參照蔡文富 [34] 研究中所描述理想的國民中小學網路教學與評量系統功能有關網路評量部分，歸納延伸後的系統應具有下列功能，

1. 支援多媒體試題
2. 支援適性測驗
3. 多種試題類型
4. 線上試題分析
5. 試題上傳機制之建立
6. 試卷編輯
7. 成績管理
8. 多媒體題庫管理
9. 取樣試卷的匯出、匯入
10. 內建模擬適性測驗比較多種能力估計法

1 到 10 的系統功能，分別簡要介紹如下：

1. 支援多媒體試題  
試題可由網頁製作工具完成，例如：智勝國際科技公司產品“編輯手”即是本研究的研究工具之一。
2. 支援適性測驗  
多媒體適性測驗及項目反應理論參數估算。
3. 多種試題類型  
提供選擇題及是非題、單格填充題、計算題、問答題、聲音作答題、檔案回傳作答題、連連看(配對題)、複選題、多格填充題、題組題、圈一圈、填順序等 13 種題型。
4. 線上試題分析  
直接在線上陸續搜集上線受試者的反應組型，進行線上參數校正及連結的工作。
5. 試題上傳機制之建立  
上傳試題題型包括選擇題及是非題、單格填充題、計算題、問答題、聲音作答題、檔案回傳作答題、連連看(配對題)、複選題、多格填充題、題組題、圈一圈、填順序等 13 種題型，同時還必須提供教師能上傳多媒體試題壓縮檔案 (\*.zip) 至系統資料庫的機制。
6. 試卷編輯  
由題庫中挑選出題目，訂作教師自己需要的試卷，讓教師任教的學生都可以考到相同的一份試卷。

7. 成績管理  
提供成績查詢、統計圖表、轉成 Excel 檔等功能。
8. 多媒體題庫管理  
系統將上傳多媒體檔案，結合資料庫與檔案系統加以管理，簡化試題的維護及管理。
9. 取樣試卷的匯出和匯入(系統新增重要功能)  
本系統如何以人為的取樣試卷的匯出和匯入做到累增(accumulate)取樣測試樣本數目呢？可以分為兩種情況加以討論：  
情況一、某個教師 ID 所有任教學生受試樣本的累增：  
隨著完成線上測驗學生人數增加的自然累增，或者選擇匯入(import)含受試樣本資料的取樣測試匯出(export)檔案的加總累增( additive accumulation)。  
情況二、所有參與取樣測驗的教師任教學生受試樣本的累增：  
所有受試學生選擇相同名稱相同試題的試卷進行試測，所有參與取樣測驗的教師(例如：甲、乙、丙)，分別擁有一個教師帳號(例如：teacher1、teacher2、teacher3)。甲、乙、丙教師分別任教  $l$ 、 $m$ 、 $n$  個學生，甲、乙、丙教師所任教班級學生分別利用電腦課時間參與取樣測試，取樣測試完成後，甲、乙、丙教師分別將含  $l$ 、 $m$ 、 $n$  個受試樣本資料的取樣試卷匯出為一個壓縮檔案(檔名規定為 SampleExam.bw3.zip)，最後由系統管理者登入系統，分別依序匯入三個相同檔案名稱但含不同樣本資料的壓縮檔案，如此可完成  $l + m + n$  個受試樣本的收集。
10. 內建模擬適性測驗比較四種能力估計法(系統新增重要功能)  
教師先以文書編輯器將多組受試反應組型編輯成本文檔案，例如：pattern.txt。再選擇本系統所提供貝氏順序估計法、期望後驗估計法、最大概似估計法、權值概似估計法等四種能力估計引擎之一，進行適性模擬測驗。教師可以依序選擇四種能力估計法，對某個適性測驗試卷(題庫)進行能力估計模擬測驗。當模擬測驗結束時，系統會顯示每一組受試反應組型其能力估計值和適性測驗終止總共使用試題數目。

以上系統中各主要功能下所提供子功能細項，可由圖 8 教師系統功能架構圖和圖 9 系統管理者系統功能架構圖來表示。

本研究的貢獻可以由以下系統功能延伸前後比較初步看出，如表 1 所示。

表 1 系統功能延伸前後比較

比較項目	智勝鮮師網(延伸前)	本研究之多媒體適性測驗系統(延伸後)
支援適性測驗	文字試題	多媒體試題
線上試題分析(IRT 試題參數估算)	文字試題	多媒體試題

多媒體適性取樣匯出、匯入	無	有
內建模擬適性測驗比較四種能力估計法	無	有
適性測驗系統與取樣系統的結合	無	有
能力估計引擎	單一引擎： OWEN + 最大訊息選題法	未來可發展為多引擎： OWEN、EAP、MLE、WLE + 最大訊息選題法



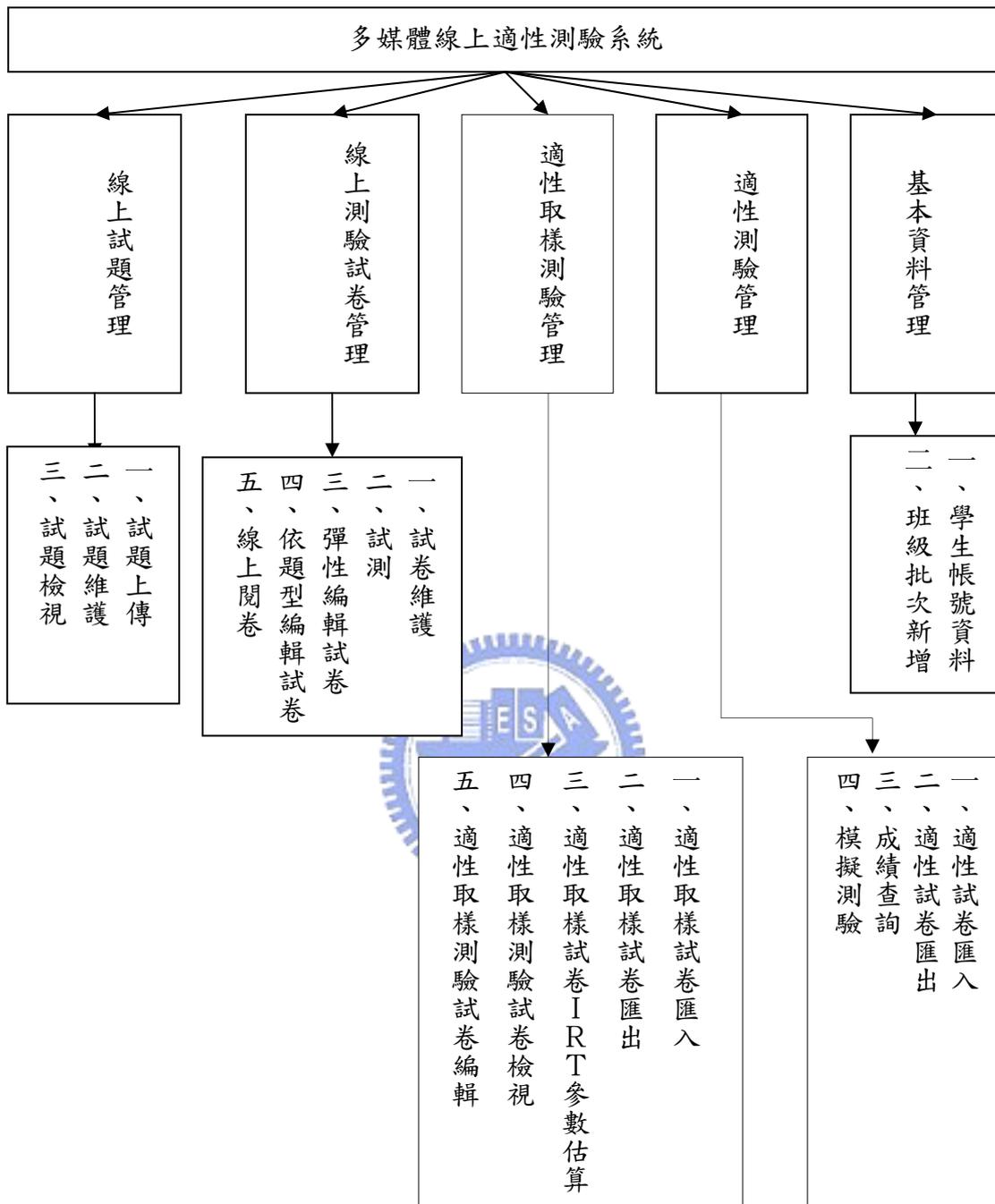


圖 8 教師帳號登入之多媒體線上適性測驗系統功能架構圖

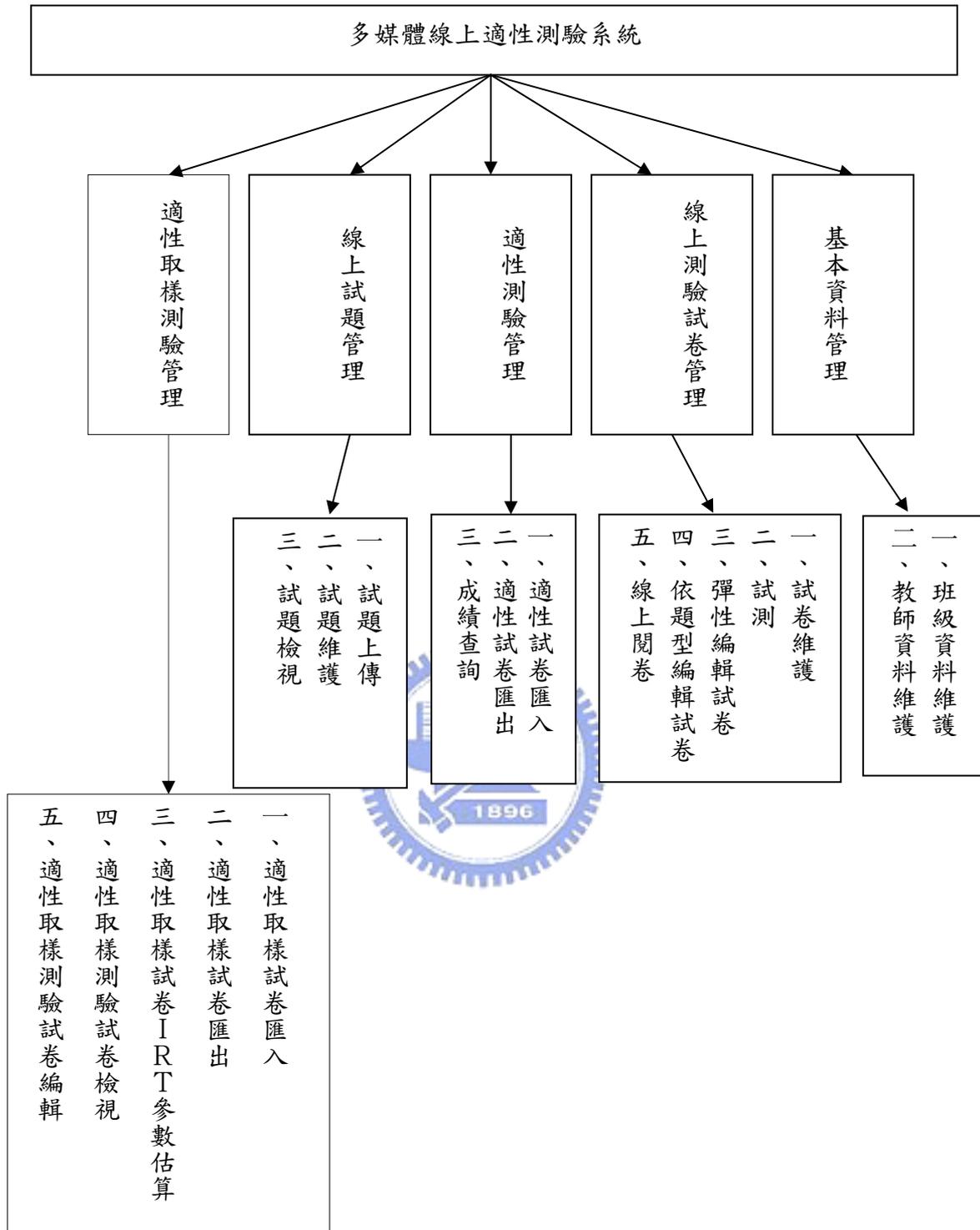


圖 9 管理者帳號登入之多媒體線上適性測驗系統功能架構圖

## 3.2 系統設計

由於本系統所需達成的功能繁多，無法一一列出所有的程式流程，以下將以系統登入、多媒體試題上傳、試題分析、取樣試卷匯出和匯入、模擬適性測驗、電腦化適性測驗等功能為例，描述本系統於設計階段所進行規劃的程式流程。

### 3.2.1 系統登入

系統登入的程式流程設計如圖 10 所示。當在本系統中，依使用者權限分為管理者、教師及學生三種使用者帳號，依登入身分別，給予不同權限的功能選單畫面如表 2、表 3、表 4。

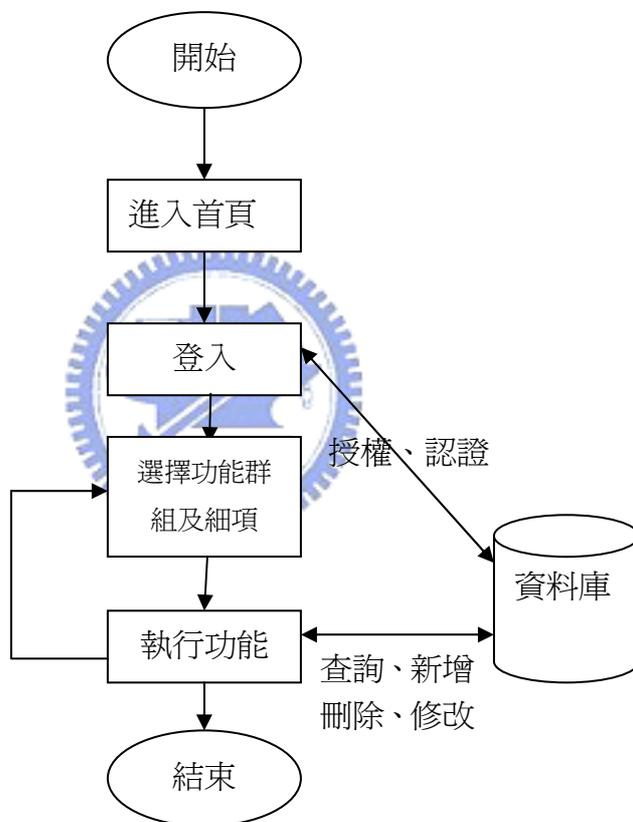


圖10 「系統登入」流程圖

資料來源：蔡文富，「網路評量系統之建置—應用於國民中小學課程」，國立交通大學，碩士論文，民國90年。

表 2 管理者功能選項

管理者身分	
功能	說明
線上試題管理	上傳多媒體試題壓縮檔、檢視、維護整個系統題庫，供老師出題及學生測驗。

帳號維護	建立新的使用者帳號( 管理者、老師、學生等。)
適性取樣測驗管理 (收集樣本的對象全校或是全年級的學生) 1. 試題分析 2. 適性取樣試卷的匯入與適性取樣樣本匯出	1 待完成樣本收集後,計算受測樣本與 IRT 參數的估算,完成 IRT 估算後會將試卷轉成適性測驗試卷(即加入 a, b, c 值) 2. 可將適性取樣試卷匯出(可帶樣本),或是將適性取樣的試卷匯入(管理者匯入之試卷即為共享試卷)
適性測驗管理 (收集樣本的對象全校或是全年級的學生) 1. 選擇適性試卷 2. 成績查詢 3. 適性測驗卷匯入與匯出	1. 可讓老師選擇欲進行的適性試卷 2. 學生完成測驗後可由此功能查詢相關成績 3. 可將已適性化的試卷匯入,或將適性化試卷匯出

表 3 教師功能選項

老師身分	
功能	說明
線上練習題目管理 1. 線上練習題目檢視 2. 試題維護 3. 試題上傳	1. 檢視老師上傳當作線上練習的題目 2. 對線上練習的題目作增刪修改等功能 3. 上傳題目至線上練習題庫(資料庫)內
線上測驗管理及維護 1. 檢閱試卷 2. 預覽試卷 3. 線上閱卷 4. 成績查詢及管理	1. 包括選擇試題、編輯試卷、配分、修改、列印、是否公佈試卷等功能 2. 預覽編輯完成之試卷。流程與學生線上測驗相同。 3. 學生完成線上測驗後,老師可進行閱卷動作 4. 以試卷為主列出參加過測驗學生的紀錄
適性取樣測驗管理 (收集樣本的對象為老師所屬的學生) 1. 適性取樣試卷編輯 2. 適性取樣試卷的匯入與匯出	測驗題目只可為電腦自動閱卷之題目如選擇與是非題,且老師將試卷 enable 後,不可再修改試卷內之題目,但可以整批刪除 1. 新增、編輯、刪除試卷,或是共享適性試卷(只會出現屬於老師自己的試卷)。檢視編輯完成之試卷。流程與學生線上測驗相同,等於預覽學生的線上測驗(如其他老師共享出來的試卷則會出現),並可計算受測樣本與 IRT 參數的估算,完成 IRT 估算後會將試卷轉成適性測驗試卷(即加入 a, b, c 值)

	2. 可將老師自己編輯的適性取樣試卷匯出(帶樣本、試卷及題目)，或是將適性取樣的試卷匯入(可選擇是否共享，匯入的試題不會進入線上練習題庫)
適性測驗管理 (收集樣本的對象為老師所屬的學生) 1. 適性試卷匯入 2. 成績查詢 3. 適性測驗卷匯入與匯出 4. 模擬測驗	1. 可匯入已經完成的適性測驗卷。 2. 學生完成測驗後可由此功能查詢相關成績 3. 可將已適性化的試卷匯入，或將適性化試卷匯出(帶 a, b, c 值) 4. 選擇四種能力估計法之一模擬真實電腦適性測驗的結果。

表 4 學生功能選項

學生身分	
功能	說明
線上練習 線上練習	包含所有題目：選擇、是非、填充、問答…皆存在同一資料庫
線上測驗 1. 線上測驗 2. 成績查詢	1. 當老師完成試卷編輯後，學生可進行線上測驗 2. 完成線上測驗後可由成績查詢來得知測驗成績
適性取樣測驗	進行老師所選擇的適性取樣測驗試卷。為達準確性，同一張試卷同一帳號只紀錄一次，並且測驗完成後顯示作答對錯
適性測驗 1. 適性測驗 2. 成績查詢	1. 進行老師或管理者所公佈的適性試卷 2. 完成測驗後可查詢歷次成績

### 3.2.2 試題上傳

試題上傳的程式流程如圖 11 所示。上傳試題題型包括選擇題、是非題..等，並且能夠上傳多媒體壓縮檔案，以製作多媒體試題；另外也要能分享試題給別人。

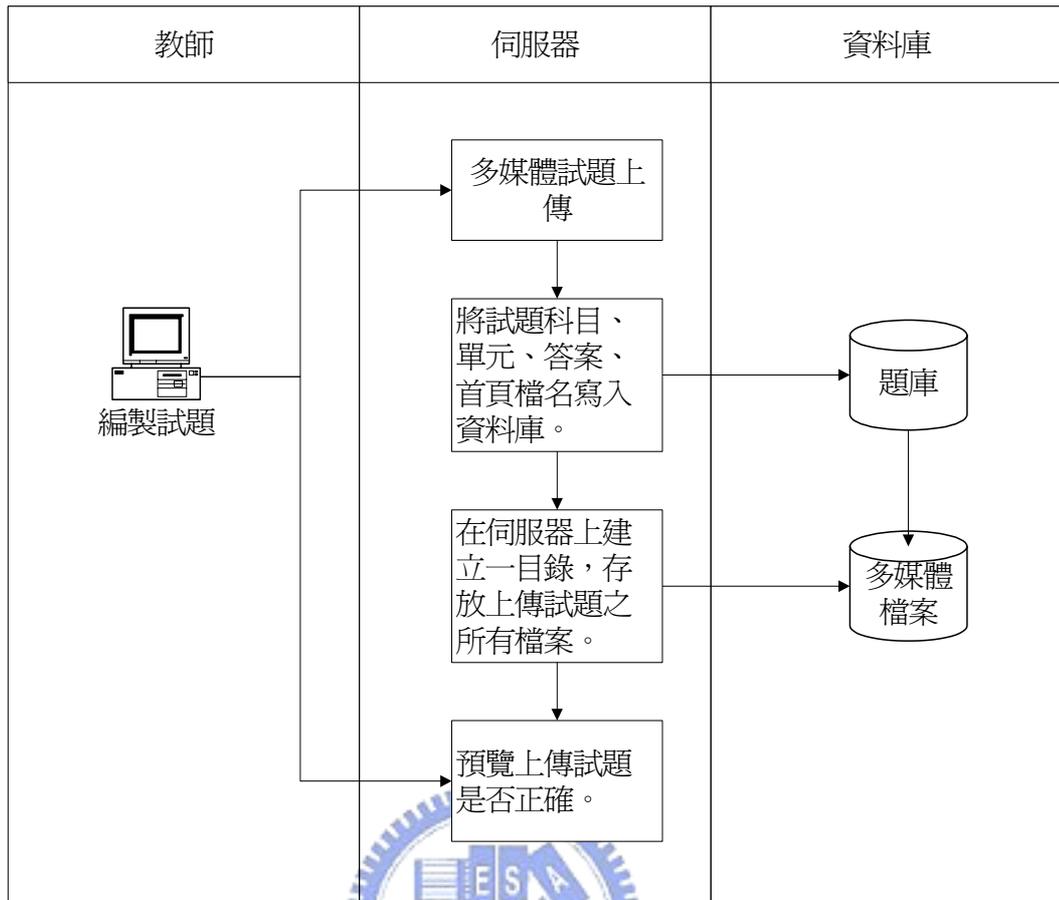


圖 11 試題上傳流程圖

資料來源：蔡文富，「網路評量系統之建置—應用於國民中小學課程」，國立交通大學，碩士論文，民國90年。

### 3.2.3 試題分析

本研究引用孫光天教授之研究成果--利用類神經網路於題目反應理論參數估計 [9][10]，來進行試題反應理論中三參數對數型模式之估計，以產生難易度、鑑別度、猜測度等參數，並將之建置於本系統執行線上參數估計，如圖 12 所示。

利用網路的特性，直接在線上陸續搜集上線受試者的反應組型，或者利用本系統之取樣試卷匯出、匯入功能累增受試樣本數，然後啟動試題分析功能，以便進行線上 IRT 參數估計。

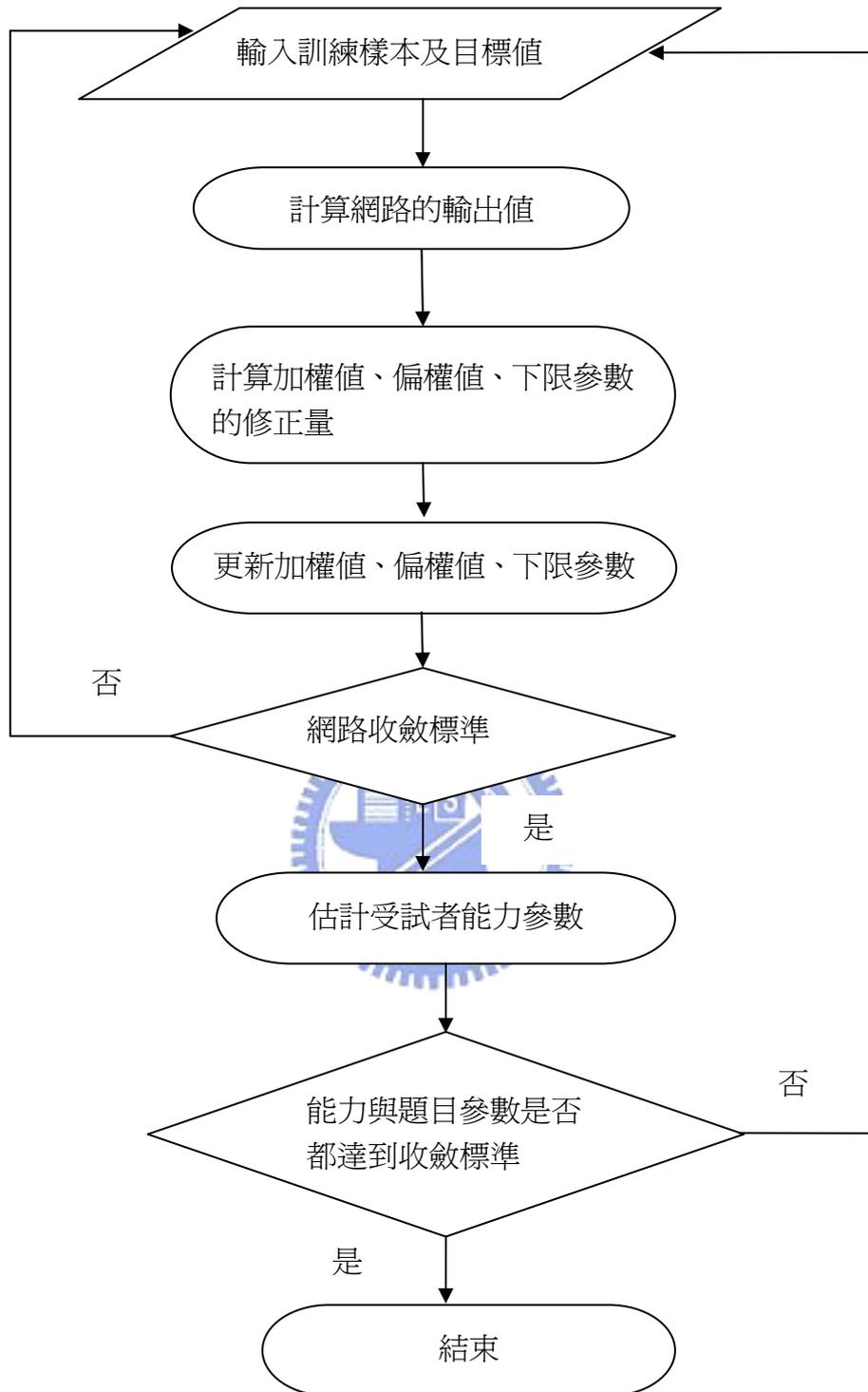


圖 12 「可調適輸出的類神經估計題目與能力參數」流程圖

資料來源：蔡志煌，「利用類神經網路於題目反應理論參數估計之研究」，國立台南師範學院，碩士論文，民國 89 年。

### 3.2.4 取樣試卷的匯出與匯入

教師或系統管理者可將含受試樣本資料或不含受試樣本資料的取樣試卷匯出。反之，教師可以匯入所任教班級學生取樣試卷，系統管理者可以匯入全校教師取樣試卷。

教師收集樣本的對象是所有任教班級學生，但系統管理者收集樣本的對象是全年級或全校學生。若系統資料庫已經存在與匯入試卷相同的試卷，則只有收集受試樣本。否則，系統會新增匯入的取樣試卷及收集匯入的樣本資料。以下是教師取樣試卷的匯出、匯入程式流程圖，如圖 13、圖 14 和圖 15 所示。



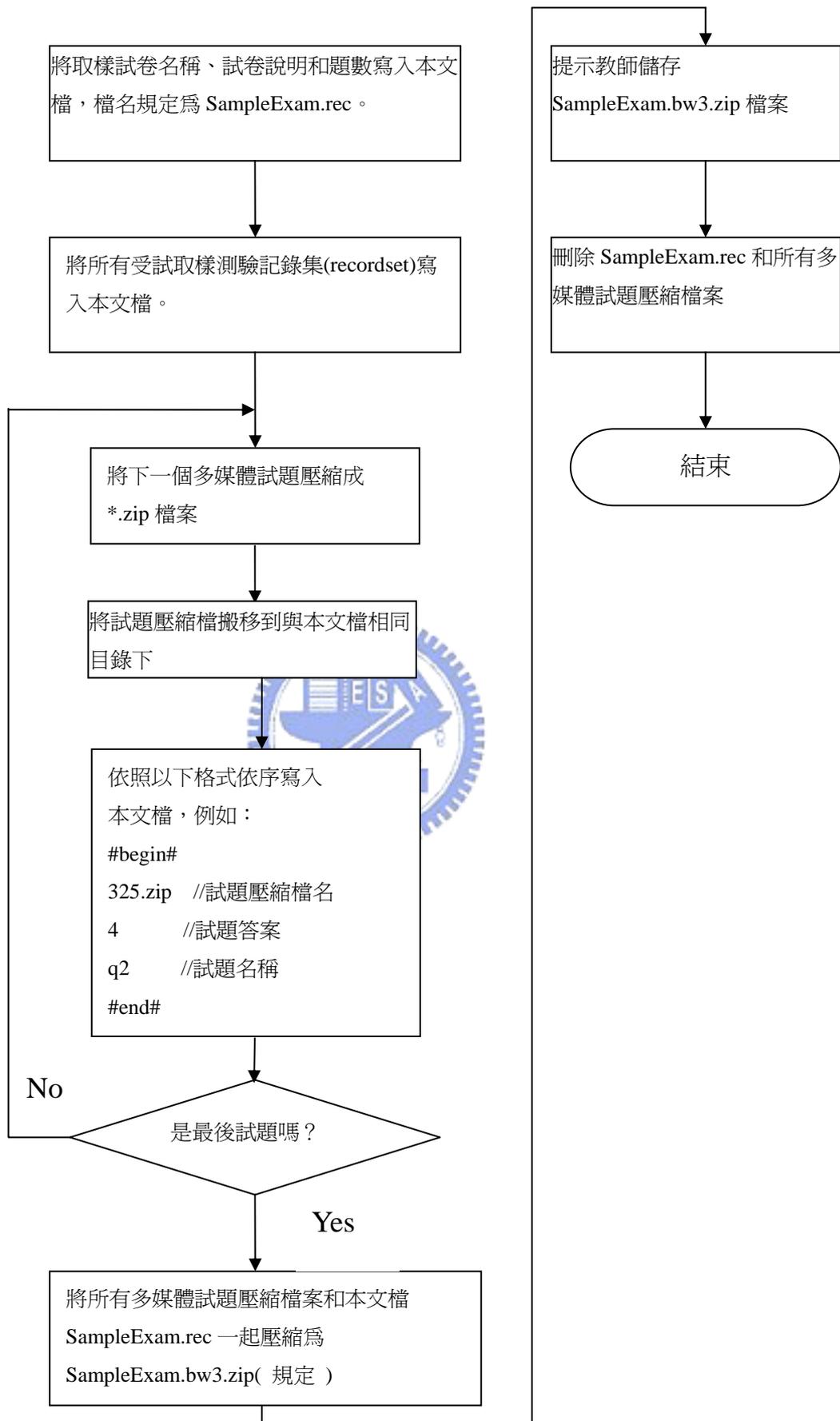


圖 13 取樣測驗試卷匯出流程

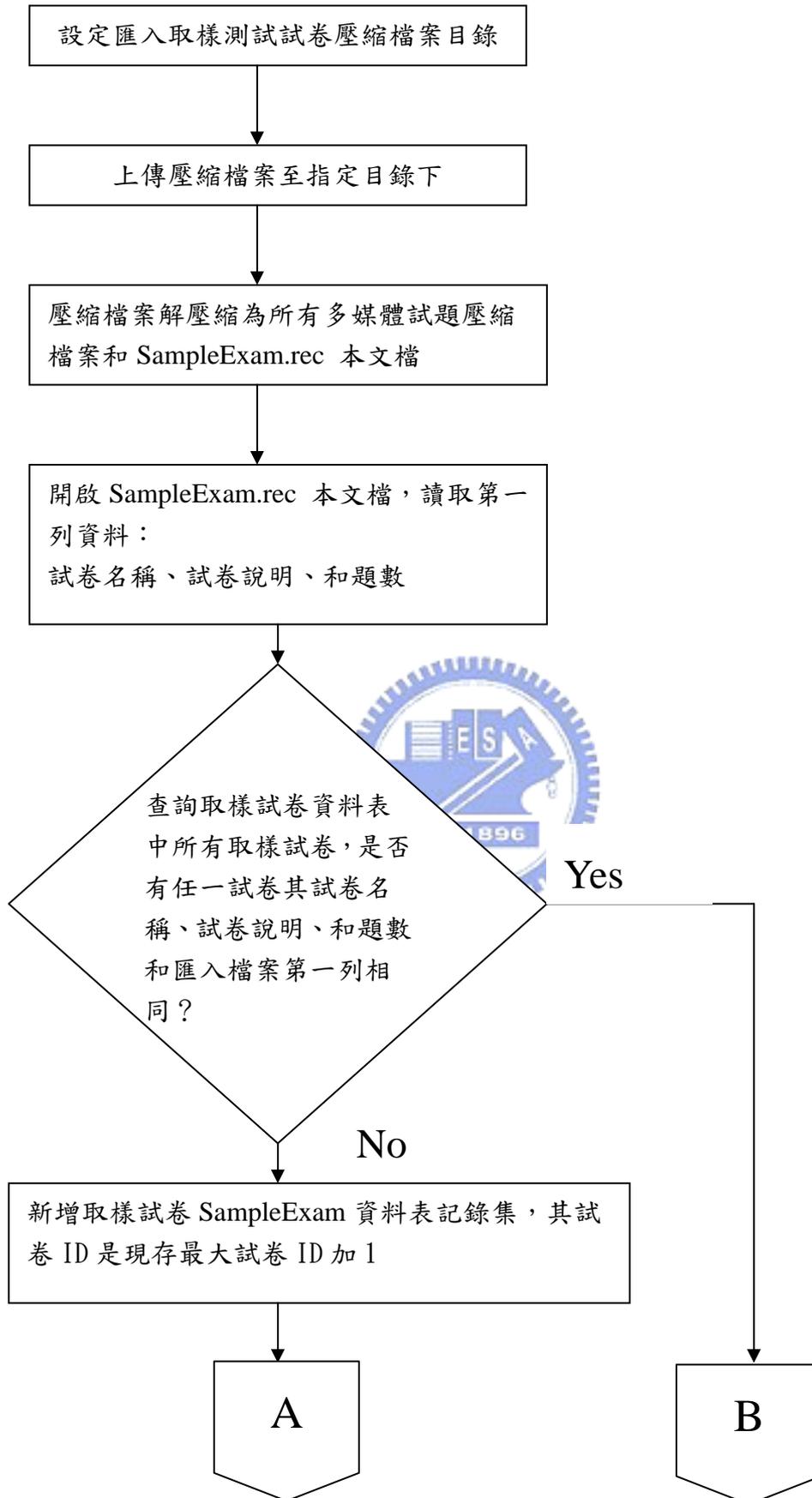


圖 14 教師身份之取樣匯入程式流程圖上半部

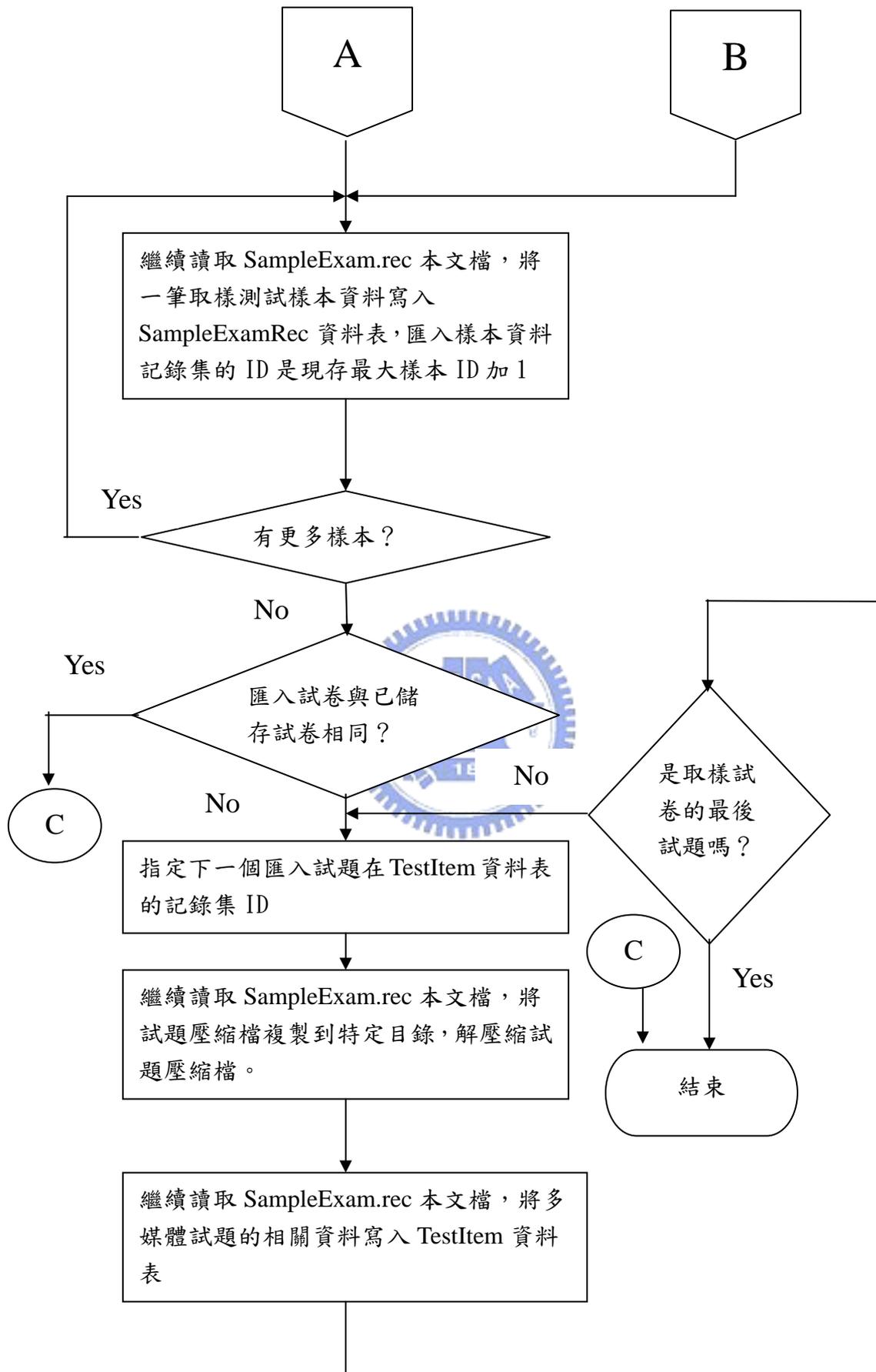


圖 15 教師身份之取樣匯入程式流程圖下半部

### 3.2.5 模擬適性測驗

為了比較四種能力估計引擎的效能，並探討不同受試反應組型是否造成四種能力估計引擎無法在最大測驗長度=20、25、30 時正常收斂。系統分別饋送多組相同受試反應組型給能力估計引擎，引擎模擬正常適性測驗運作，模擬結束時系統會輸出每一組型的測驗長度與能力估計值的結果。以下是模擬適性測驗的程式設計流程，如圖 16 所示。至於四個能力估計引擎設計法則(algorithm)內容由於篇幅過長，故列於論文附錄部分，如附件 1~附件 4 所示。

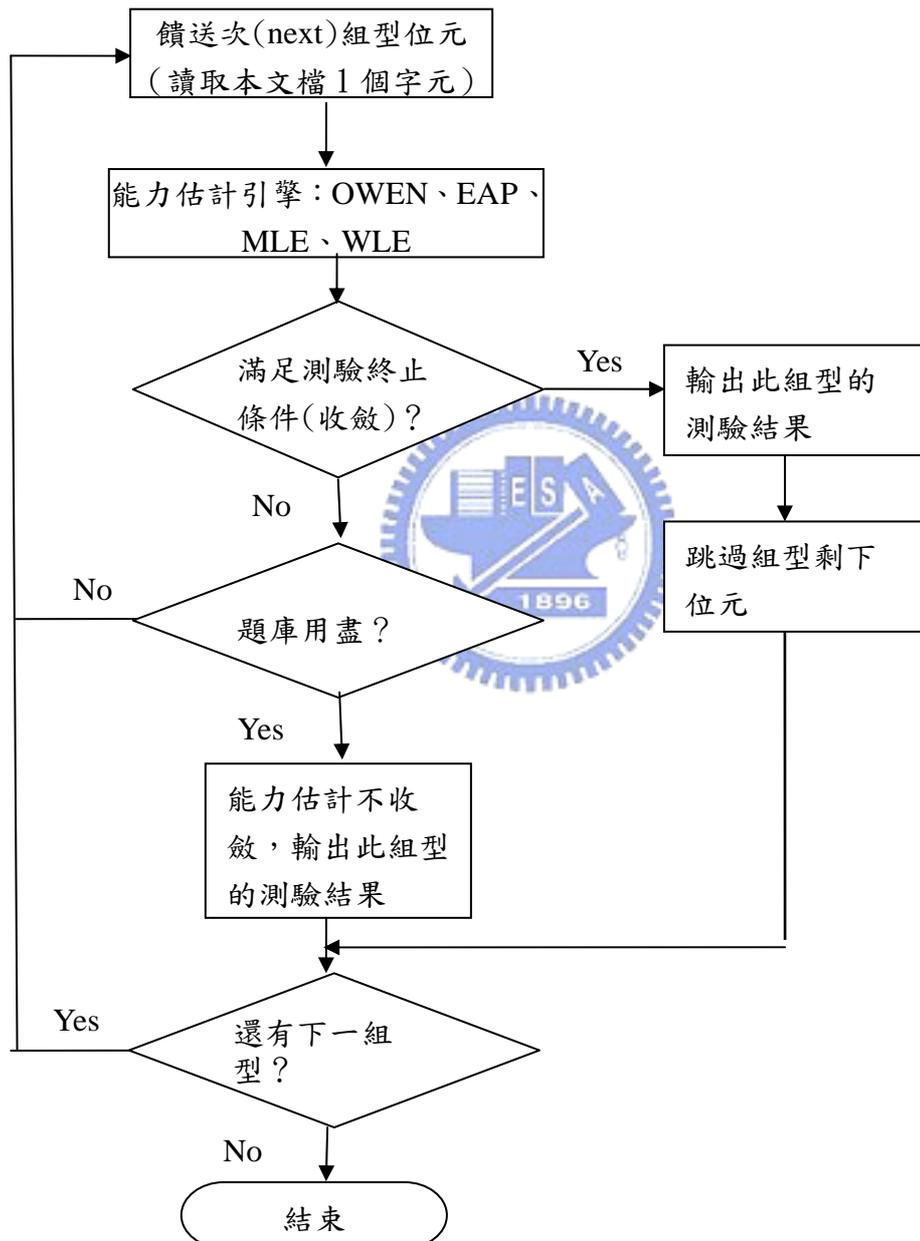


圖 16 模擬適性測驗的程式設計流程

### 3.2.6 電腦化適性測驗(computerized adaptive testing, CAT)

本系統所採行的電腦化適性測驗流程可以用圖 17 來表示。起始試題採用隨機選擇，選題策略使用最大訊息法，能力估計法使用 OWEN 貝氏估計法，測驗終止條件有二，分別是後驗標準誤(PSD) < 0.25 和最大測驗長度=20。至於能力估計法則的內容請參考附件 3。

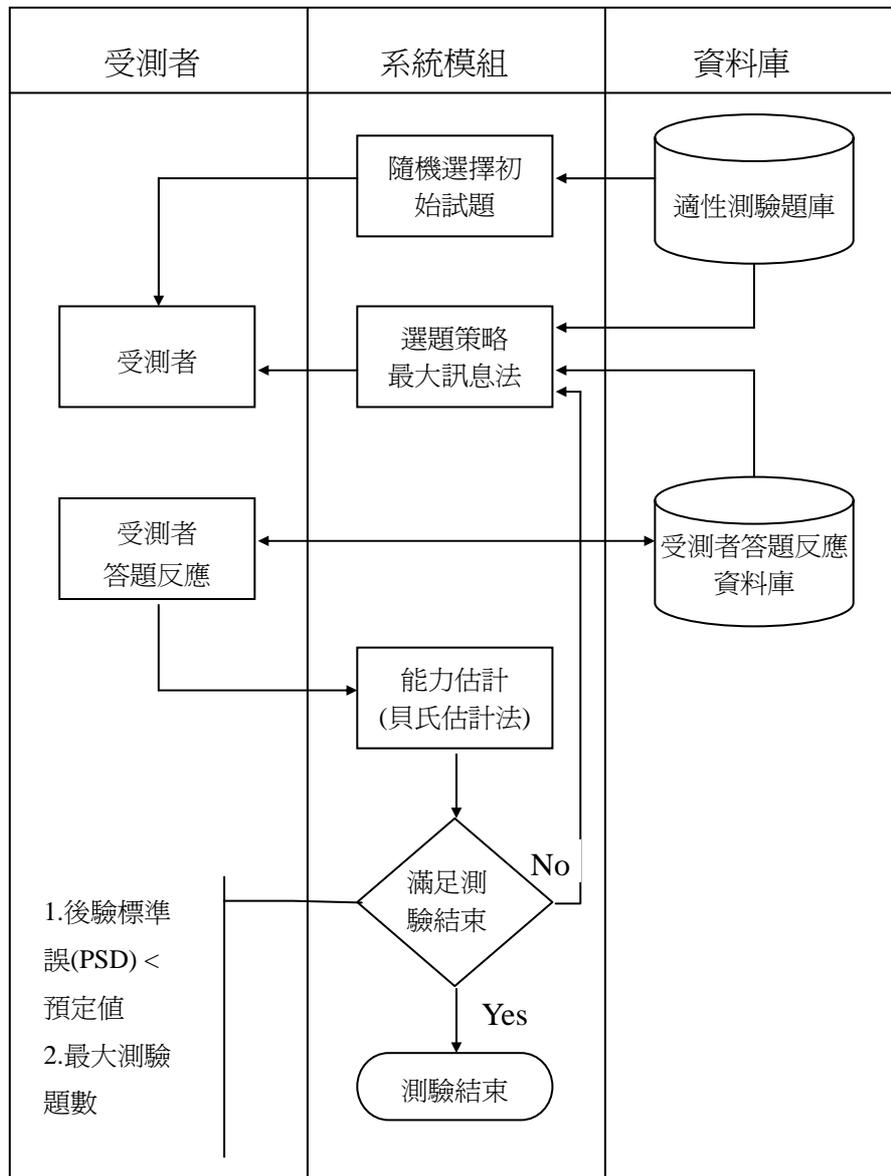


圖 17 電腦化適性測驗流程

資料來源：蔡文富，「網路評量系統之建置—應用於國民中小學課程」，國立交通大學，碩士論文，民國 90 年。

### 4.3 資料庫設計

本系統採用 Microsoft ACCESS 2000 作為後端資料庫，內部資料會隨系統運作有新增或修改的異動，而透過 SQL 語法操作可達到多媒體試題與相關資料之新增、查詢、修改與刪除的功能，且能配合伺服器端作業系統與網頁伺服器軟體，作為本系統後端

之儲存工具，如圖 18 所示，為本系統資料庫關聯圖(entity-relationship diagram)的設計，以下亦將說明系統資料庫內各資料表（包含試題檔、試卷主檔、受試反應組型檔、學生評量檔、帳號主檔、班級檔、教師主檔、學生主檔及課程檔等表格）的描述，詳細如表 6 至表 11 所示。

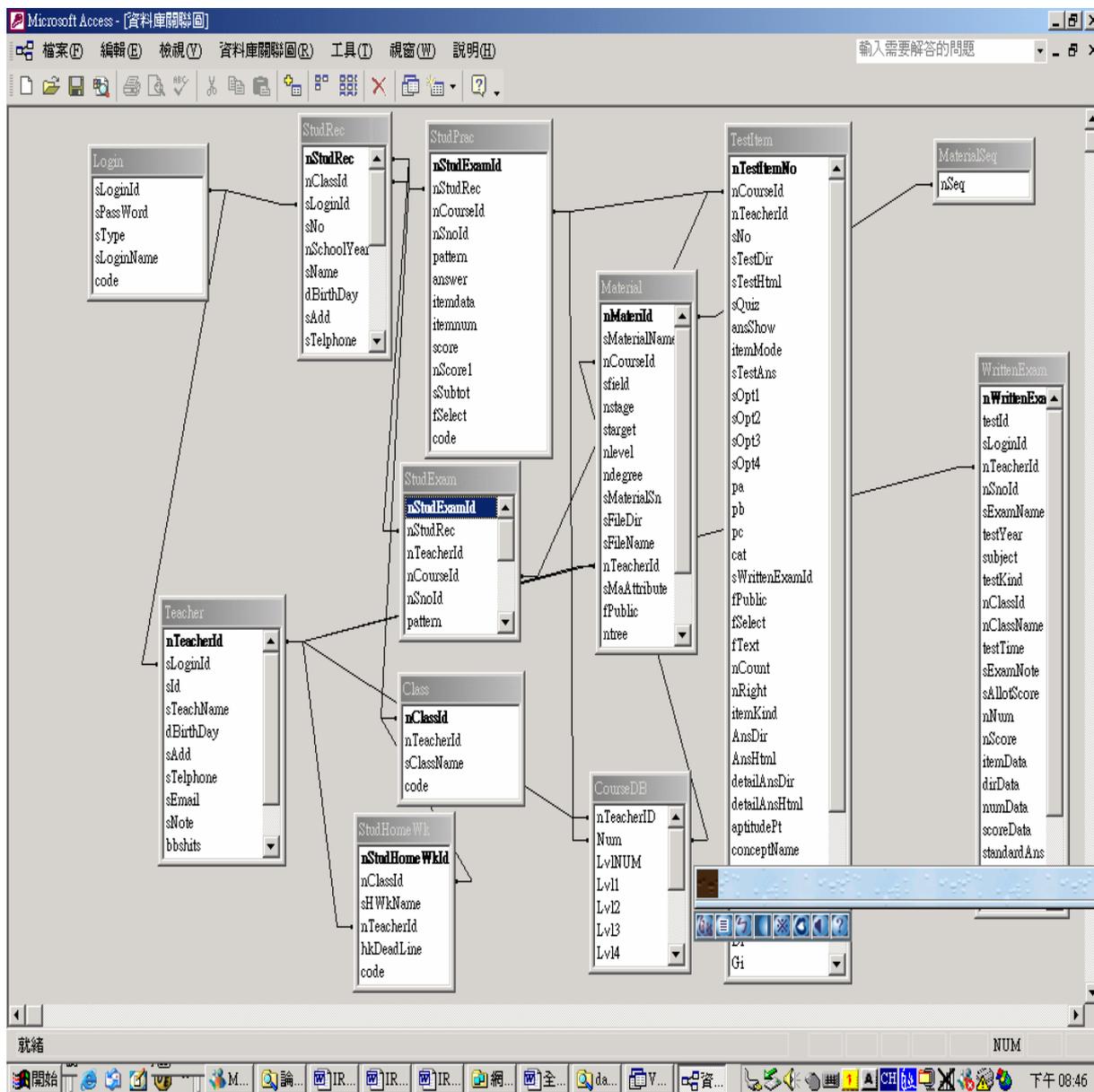


圖 18 資料庫關聯圖

表 5 試題檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
nTestItemNo	試題序號	int	
nCourseId	課程編號	int	
nTeacherId	教師編號	int	
sNo	年級科目序號	char (6)	

sTestDir	試題目錄	char (80)	
sTestHtml	試題首頁	char (10)	
sQuiz	題目	char (255)	
sTestAns	答案	char (255)	
sOpt1	選項一	char (50)	
sOpt2	選項二	char (50)	
sOpt3	選項三	char (50)	
sOp4	選項四	char (50)	
pa	鑑別度	char (8)	
pb	難度	char (8)	
pc	猜測度	char (8)	
cat	是否已有 a, b, c 等 參數	Yes/No	
sWrittenExamId	試卷編號	char (255)	
fPublic	是否共享	char (1)	

表 6 試卷檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
nWrittenExamId	試卷編號	int	
nTeacherId	老師編號	int	
nCourseId	課程編號	int	
sExamName	試卷名稱	char (50)	
sExamNote	試卷說明	char (50)	
nNum	試卷題數	int	

表 7 受試反應組型檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
nStudExamId	學生修課評量編號	int	
nStudRec	學籍編號	int	
nCourseId	課程編號	int	
nSnoId	科目+冊+章+節	int	
pattern	作答內容	char (255)	
answer	答案	char (255)	
itemdata	試題目錄	char (255)	
itemnum	題數	char (2)	
score	成績	int	
nScore1	人工閱卷分數	int	
sSubtot	每題得分	char (50)	

表 8 學生評量檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
nStudExamId	學生修課評量編號	int	
nStudRec	學籍編號	int	
nCourseId	課程編號	int	
nSnoId	科目+冊+章+節	int	
pattern	作答內容	char (40)	
answer	答案	char (40)	
itemdata	試題目錄	char (255)	
itemnum	題數	char (2)	
score	成績	int	

表 9 帳號檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
sLoginId	登錄帳號	char (10)	
sPassWord	密碼	char (20)	
sType	類別	char (1)	
sLoginName	使用者姓名	char (10)	

表 10 班級檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
nClassId	班級編號	int	
nTeacherId	老師編號	int	
sClassName	班級名稱	char (10)	

表 11 教師檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
nTeacherId	教師編號	int	
sLoginId	登錄帳號	char (10)	
sId	身分證號	char (10)	
sTeachName	教師姓名	char (10)	
dBirthDay	生日	date	
sZipCode	郵遞區號	char (5)	
sCountry	縣市	char (20)	
sArea	鄉鎮市區	char (20)	
sStreet	村里路號	char (20)	
sTelephone	電話	char (20)	
sNote	備註	char (50)	
sEmail	電子郵件	char (50)	

表 12 課程檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
nCourseId	課程編號	int	
nTeacherId	教師編號	int	
nSemester	冊別	int	
sSubjectId	科目	char (10)	

表 13 學生主檔

英文欄位名稱	中文欄位名稱	資料型態	註解
nStudRec	學生編號	int	
nClassId	班級編號	int	
sLoginId	登錄帳號	char (10)	
sNo	學號	char (10)	
nSchoolYear	入學年度	int	
sName	姓名	char (10)	
dBirthDay	生日	date	
sZipCode	郵遞區號	char (5)	
sCountry	縣市	char (20)	
sArea	鄉鎮市區	char (20)	
sStreet	村里路號	char (20)	
sTelephone	電話	char (20)	
sParent	家長姓名	char (10)	
nSeatNo	座號	int	
sNote	備註	char (50)	
sEmail	電子郵件	char (50)	