

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 以涵容性設計方法論為內涵的電腦輔助設計系統之架構 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 95-2221-E-216-056-  
執行期間：95年08月01日至96年07月31日  
執行單位：中華大學建築與都市計畫學系(所)

計畫主持人：林政達

計畫參與人員：大學生-兼任助理：謝明宏、蔡天華、張景為、盧欣瑜

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 96年10月30日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

以涵容性設計方法論為內涵的電腦輔助設計系統之架構

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 95-2221-E-216-056-

執行期間：95年8月1日至96年7月31日

計畫主持人：林政達

共同主持人：

計畫參與人員：謝明宏、蔡天華、張景為、盧欣瑜

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：中華大學 建築與都市計畫學系

中華民國九十六年十月二十八日

# 以涵容性設計方法論為內涵的電腦輔助設計系統之架構

The Architecture of Computational Design System for Capacity Design Methodology

計畫編號：<<NSC 95-2221-E-216-056->>

執行期限：95年8月1日至96年7月31日

計畫主持人：林政達

中華大學 建築與都市計畫學系

## 一、中文摘要

「涵容性設計理論與方法」根基於「開放系統營建」與「理論式設計」方法，目前這套方法在不同的環境層級中，已經顯示其實用價值與功效。本計畫案延續對於方法論上的探討，並將對於「涵容性設計」應用於建築平面層級的設計操作進行電腦程式設計的實作，在此過程之中，除了可以重新檢驗該理論的內隱問題，也可以促進該理論與方法的再發展，並建立以設計方法為內容的電腦輔助設計系統之架構。

以設計方法為內容的輔助設計系統，是將設計方法內置 (embedding) 於操作程序之中；即設計知識乃蘊含於操作系統之中，這是目前電腦輔助建築設計系統所未有的嘗試，因此，系統需能瞭解設計知識。雖然這是一種特定的設計方法，但它不同於衍生式系統，自動生成也非這套方法所特別關心的議題。

原先之設計方法論在操作上屬於程序式，暨完成某一操作程序即完成該階段之任務為目標。本計畫案將以電腦運算為思考方式，建立一組提供此一特定方法論甚或更進一步之通用設計方法論上的基本資料型別 (fundamental types) 與該系統架構所使用之系統模式 (structure patterns)，進而建立以設計方法論為內涵的電腦輔助建築設計系統之架構。

**關鍵詞：**設計理論、電腦輔助設計、開放建築、涵容性設計方法

## Abstract

Capacity design methodology derived from

Open Building and Thematic design method is a rigorous way to explore the variations of a type with the flexibility of infill and support. In addition, capacity design methodology could be applied to solve spatial problems in the different levels of built environment.

As the pilot study toward building the method-specific CAAD system, a design assistant, this research aims at the architecture of computational design system which embedding some design method. The first step is implementing the capacity design method as the instance of such generic design system.

In the abstract level, the following topics will be discussed. First, the fundamental types and necessary design patterns for the CAD system structure have to be established. Second, the generic algorithms for testing the flexibility of spatial layouts will be discussed. Furthermore, the algorithms should be adaptable for the other design methods.

In the concrete level, a primary computational design system of capacity design method will be proposed and implemented. Not only for reviewing the methodology, but also for extending the CAD system architecture for more design theories.

**Keywords:** design theory, Open Building, CAAD, capacity design method

## 二、簡介

### 2.1 研究動機與目的

2.1.1 涵容性設計方法論：「涵容性設計理論與方法」根基於「開放系統營建」與「理

論式設計」方法，目前這套方法在不同的環境層級中，已經顯示其實用價值與功效。本計畫案延續對於方法論上的探討，並將對於「涵容性設計」應用於建築平面層級的設計操作進行電腦程式設計的實作，在此過程之中，除了可以重新檢驗該理論的內隱問題，也可以促進該理論與方法的再發展，並建立以設計方法為內容的電腦輔助設計系統之架構。

以設計方法為內容的輔助設計系統，是將設計方法內置 (embedding) 於操作程序之中；即設計知識乃蘊含於操作系統之中，這是目前電腦輔助建築設計系統所未有的嘗試，因此，系統需能瞭解設計知識。雖然這是一種特定的設計方法，但它不同於衍生式系統，自動生成也非這套方法所特別關心的議題。

將「涵容性設計方法」實作於電腦輔助設計系統，是建立以設計方法為內容的電腦輔助設計系統架構討論的前導性研究。因此，所需思考的議題包括：

- (1) 設計者運用設計程序的藝術與自由：系統之角色為「設計助手」，各個操作程序有獨立而又分工的任務。
- (2) 設計者所期盼的內隱資訊之呈現：可以檢驗設計理論的完整性及顯現此方法在設計教育上的實用性。
- (3) 空間佈局變化之潛力的檢驗：運用電腦運算的優點，測試空間佈局的涵容能力。

**2.1.2 模式設計(Design Patterns)：**當前之電腦程式語言 (programming language) 在內容上普遍具有以下特性：物件導向、不同階層、開放的界面。「模式設計」為 Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides 四人在 1995 年所提出，其源自於克里斯多夫亞歷山大 (Christopher Alexander) 的模式語彙 (Pattern Language) 之啟發，並運用於軟體開發工程。其核心觀念包括：不同層級的描述模型 (抽象與

實作)、類別 (class)、物件個體 (object, instance) 以及溝通不同物件之間的界面 (interface)。因此，模式設計在軟體開發上具備以下特點：

- (1) 讓程式可供重複利用，把程式當作一種「零組件」(component-based) 而可供重複利用、組合。
- (2) 同一類別 (class) 可以有兩種以上的實體 (instance)，有不同的資料值，但是方法 (methods: to access data) 卻是一樣的。
- (3) 不同層級的表示法：以設定抽象類別 (父類別) 做為範本、指定處理大綱；而在子類別內規定具體內容，執行不同的實作。
- (4) 利用界面把不同的零件組合成產品，提高類別的可再利用性。

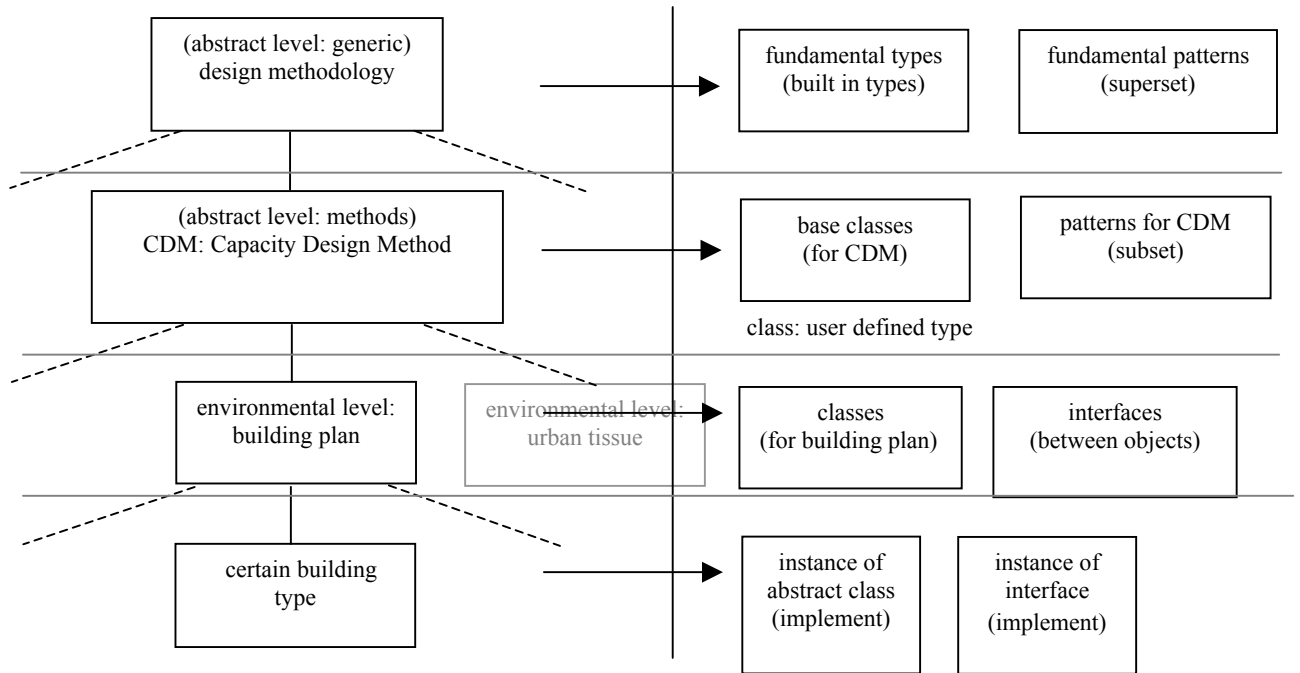
## 2.2 研究方法

作為電腦輔助設計系統的核心理論，首要任務必須對於「涵容性設計方法論」再檢驗：原先之方法論為程序式，各個操作屬於任務 (mission) 導向；以完成某一操作程序即任務為目標。應修正以電腦運算為思考方式，建立一組提供此一特定方法論甚或更進一步之通用設計方法論上的基本資料型別 (fundamental types) 與該系統架構所使用之系統模式 (structured patterns)。

- (1) 制訂基本型別：建立基本型別 (type)，並製作類別 (class) 訂定之規則；類別為使用者自訂之型別，用以描述物件 (資料) 並應用於設計方法論之中。
- (2) 涵容力測試：測試平面佈局的涵容能力之演算法為本方法論中之重點，先以建築平面設計層級之演算法為初期目標。
- (3) 依據不同的範圍 (scope) 而區分之層級：
  - a. 設計理論與方法 (general) → 涵容性設計方法 (CDM: Capacity Design Method) → 建築平面層級 (Building Plan Level) → 某一類別/型別
  - b. 建築平面：  
構件 (component) → 元素 (element)

→ 空間單元( unit)→ 類別平面( plan)  
 構件經由界面組合成為元素( 床、櫃子、餐桌... )，各元素之排列成為單元及單元可能之尺寸( 臥室、客廳、餐廳... )，單元經由區段與區帶分析成為該類別之平面，在經由結構分析落實實體( 柱、牆) 的位置，設施分析則分佈管線並與結構實體位置配合或互相調整。

序為方法者，通常亦存在有不同形式之階層關係。



圖一. 輔助設計系統架構之層級與範圍

### 三、具體成果

#### 3.1 系統架構

系統架構以「構件」為基礎，即表示這些物件應該可以重複地被利用或是組合成為更大的模組。在抽象層級而言，系統設計傾向於通則(generic)思考(圖一)，較有利於不同之設計方法。以設計方法論為內涵的電腦輔助設計系統，本研究提出以下五個構成系統架構之主要項目：

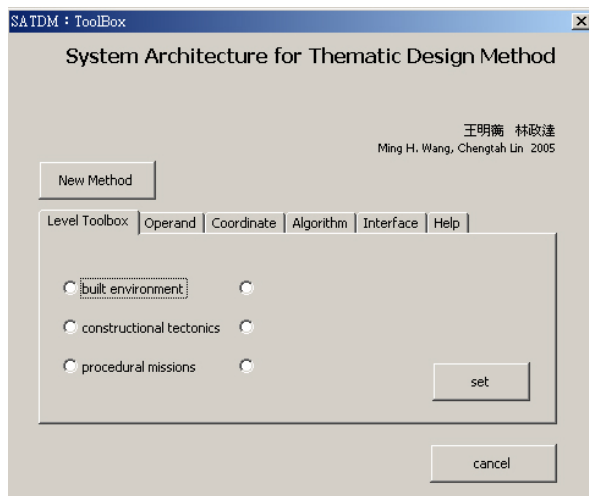
(1)層級：層級定義了理論式設計方法所要應用的範圍，依據涵容性設計理論而言，該方法論所定義之建成環境包含了室內、建築、街廓、街區、都市等不同層級，層級間則存在支架體與填充的轄制關係。對於其他以構造系統或營建程

(2)運算元：即是設計方法所操作的對象，以涵容性設計方法論為例：包含構件、元素、空間單元、建築平面、基本街廓等。以建築設計領域而言，主要有兩類的運算安排：一以空間安排為主，例如各類型空間、建築物、綠地等；另一則為實體構件的組合。前者在於尋找理想的平面配置，後者則著重於探索某一建築構造系統的構築美學。

(3)座標系統：用於將物件定位於工作空間。例如笛卡爾座標系統、模距網格或者是涵容性設計方法論針對支架體與填充所提出之區帶與區段。以區帶分佈而

言，除了可以反映出建築類型之外，亦可表達街廓組織的特徵。

- (4)演算法：在於檢驗出有效的空間或構件安排。常見的一般演算法如空間鄰接、重疊面積計算或是緊湊安排驗證，以及對於物件之旋轉、鏡射複製、放大縮小等基礎運算。
- (5)界面：作為物件或是資訊交換的協定平台，界面設計是輔助設計系統的重要元件，包括操作程序之連結、數值傳輸運算、人機互動之資料傳遞等。



圖二. 輔助設計系統架構

這五個項目可被視為是工具箱中的基本組件（圖二），設計者可依據某特定之方法論而從這五大項目中挑選所需之模組來建構其電腦輔助設計系統，隨著設計者的設計知識與經驗成長，此一輔助系統將有機會可隨之演進或更替。

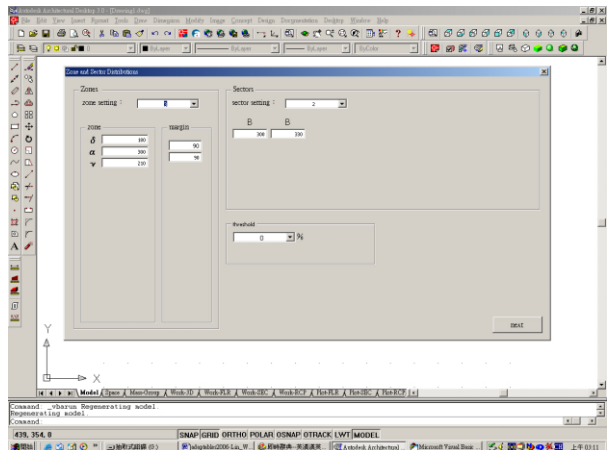
### 3.2 實作與測試

延續之前對於涵容性設計理論的單元分析之資料結構的討論，以及本研究對於電腦輔助設計系統之整體架構探討，目前之實作程式以利用 AutoCAD 為繪圖平台，配合程式之撰寫，已有初步之成果。實作之目的不惟驗證理論之嚴謹與完整性，也在於延伸應用此架構系統至更廣泛之設計理論與方法。

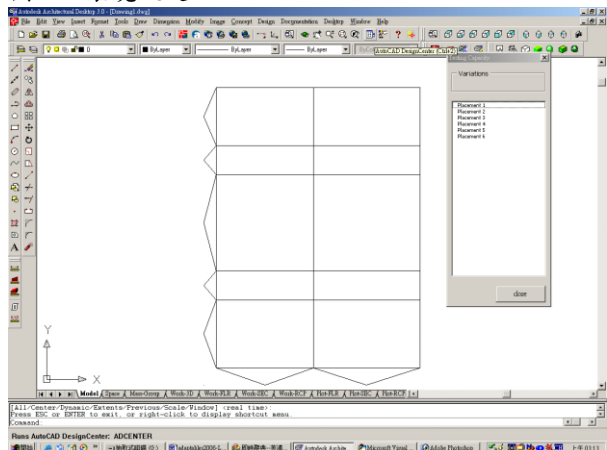
本階段之程式包含區帶/區段之操作環境設定模組、有效單元資料庫與自設單元模組以及初步之運算與檢驗有效空間安排的演

算法模組。

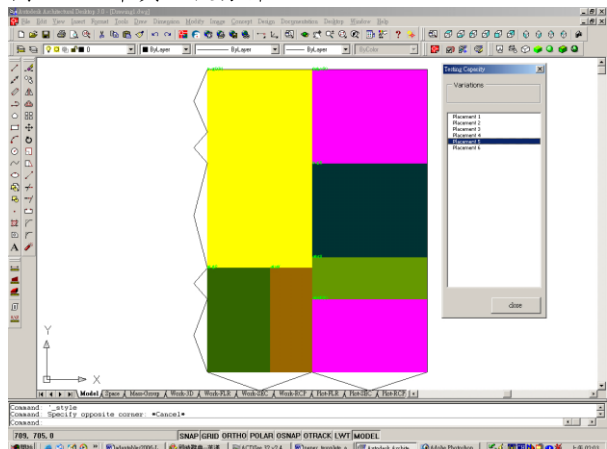
以下測試案例以色塊表示不同之空間單元，如客廳、餐廳、臥室、廚房等，進行某一類型區帶與區段分佈下之建築平面的支架體之涵容能力。在不同的嚴格或寬鬆之條件設定下，以電腦運算之優勢提供支架體設計與涵容力檢驗。



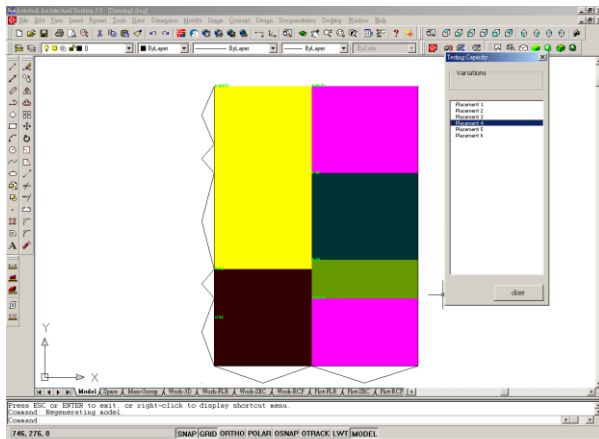
圖三. 環境設定



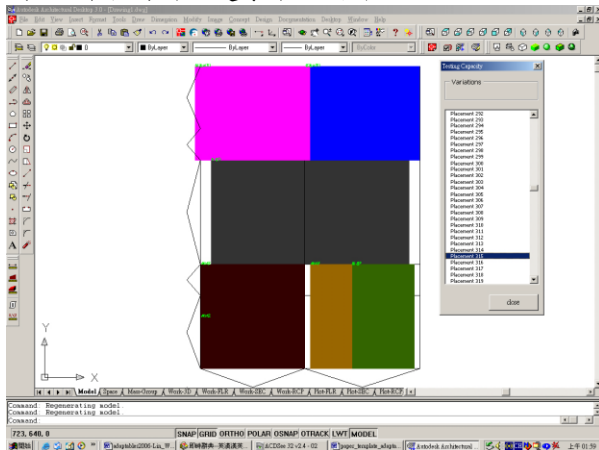
圖四. 區帶與區段分佈



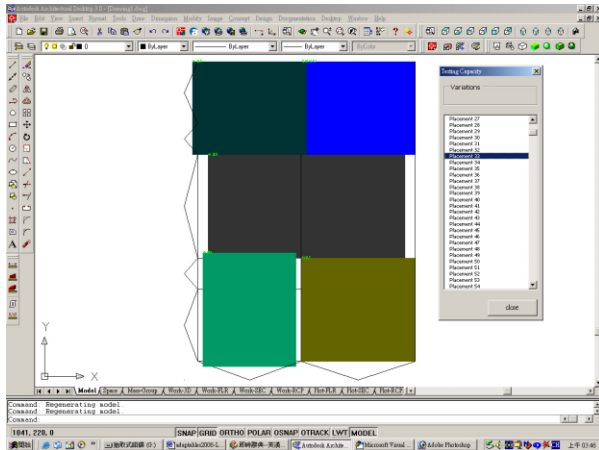
圖五. 嚴格條件之建築平面安排之一



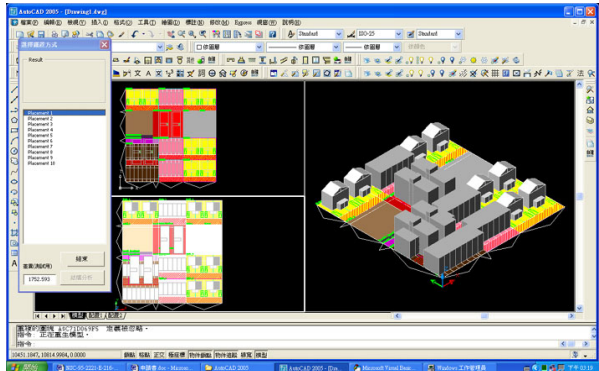
圖六. 嚴格條件之建築平面安排之二



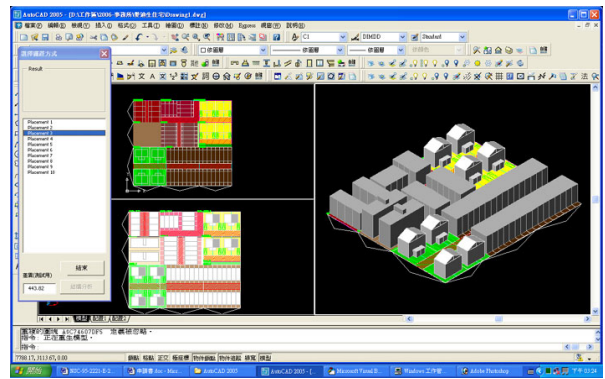
圖七. 鬆散條件之建築平面安排之一



圖八. 鬆散條件之建築平面安排之二



圖九. 街廓層級涵容力測試之一



圖十. 街廓層級涵容力測試之二

#### 四、成果自評與展望

本研究對於基礎理論探討著眼於將涵容性方法論以置入電腦輔助設計系統為目標，此一理論性的探討乃為電腦系統實作之基礎。目前的研究階段在建築平面層級也已完成初步之實作，並展現測試之成果。對於電腦輔助建築設計系統的發展提供了新的見解與研究方向。

本研究計畫在研究內容與原計畫相符，亦完成百分之九十以上的預期目標。並在對於分法論應用於街廓層級的單元構成上有新的修正，使方法論在跨層級操作的目標上更接近一步，將系統以設計助手來呈現以及街廓層級的細緻探討，是為下一階段之後續研究重點。

本研究計畫特別感謝國立成功大學建築系王明蘅教授的指導與協助。

#### 五、參考文獻

- [1] Habraken, N. J., (1998). "The Structure of the Ordinary," the MIT Press, Cambridge, MA.
- [2] 王明蘅, (1993), 《涵容性設計：理論與方法》，宏大出版社，臺南。
- [3] 王明蘅, (2001), 《工廠別墅：一個類型的發生》，田園文化出版社，臺北。
- [4] Gamma, E., et al, (1995). Design Patterns-Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, MA.
- [5] Lin, C.T. & Wang, M.H. (2003), 'The Data Structure of Unit Analysis for Capacity Design Methodology', Proc. International Conference on Open Building: Dense Living Urban Structures, Hong Kong, 23-26 October 2003, pp.54-60



## 可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：96年10月28日

|                       |  |
|-----------------------|--|
| 國科會補助計畫               | 計畫名稱：以涵容性設計方法論為內涵的電腦輔助設計系統之架構<br>計畫主持人：林政達<br>計畫編號：NSC 95-2221-E-216-056-學門領域：建築都市 |
| 技術/創作名稱               | 內建設計方法論之電腦輔助建築設計系統   |
| 發明人/創作人               | 林政達  |
| 技術說明                  | 中文：  |
|                       | 英文：  |
| 可利用之產業<br>及<br>可開發之產品 | 軟體設計產業<br>產品：電腦輔助建築設計系統  |
| 技術特點                  |  |
| 推廣及運用的價值              |  |

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。