

建立以都市型態參數為基礎之都市通風潛力預測模型

黃詩涵^{1*} 黎益肇² 陳瑞華³

¹國立臺灣科技大學營建工程系 碩士 ²國立臺灣科技大學臺灣建築科技中心 助理教授 ³國立臺灣科技大學營建工程系 副教授

01 INTRODUCTION

背景

- 都市化加速 → 建築密度、能源消耗上升 → 熱島效應惡化。
- 全球暖化與極端氣候下，改善城市微氣候、提升熱舒適已成重要課題。

問題

- 都市風廊是改善熱環境的重要手段，但通風潛力 (VP) 評估仍具挑戰。
- 現有研究多依靠 SVF、 z_0 、建築迎風面積等指標判斷 VP。
- 多數方法建立於簡化建築形態對數律，忽略 z_d → 容易高估 VP。

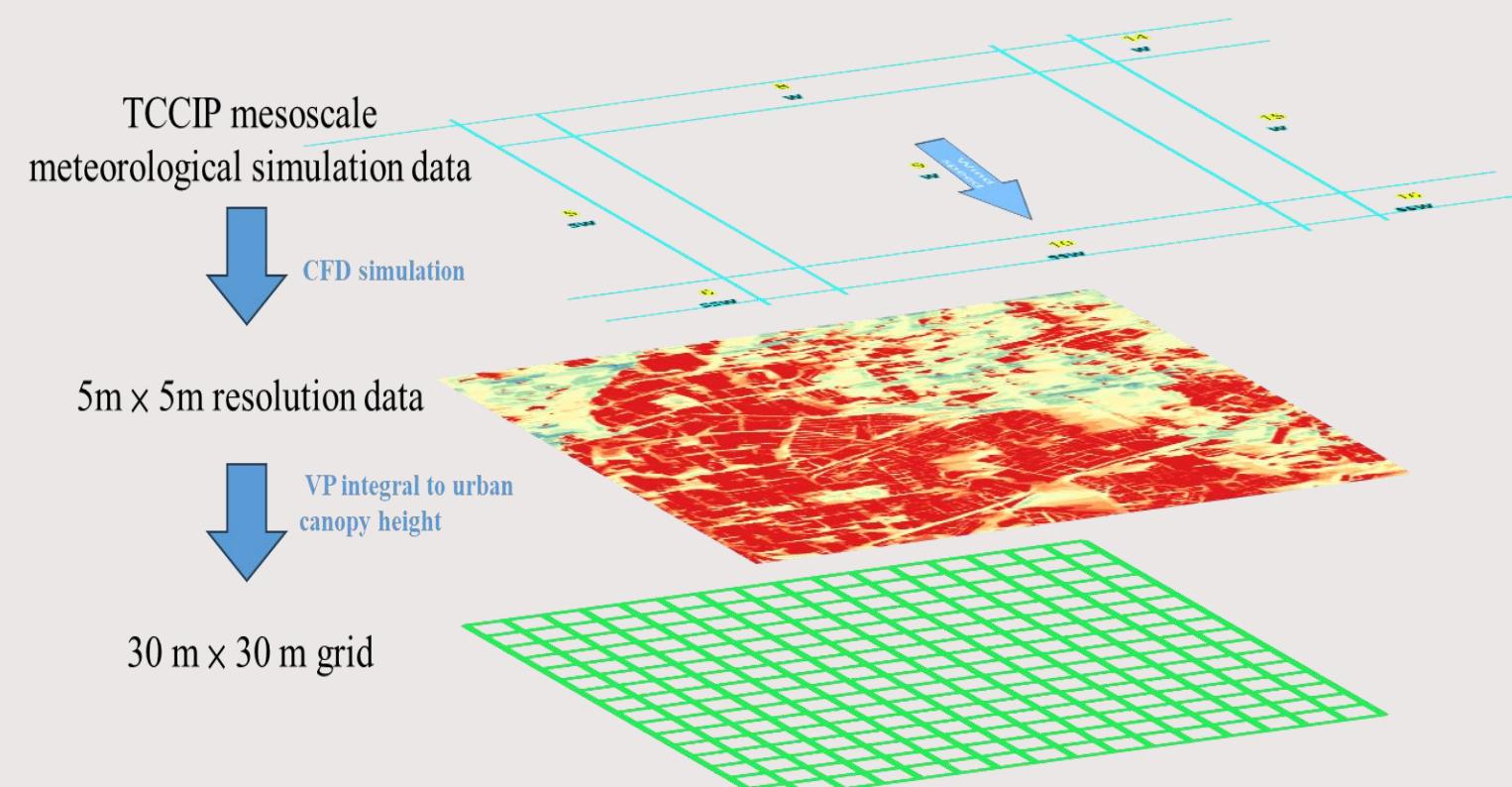
目標

- 建立以都市型態參數與 CFD 模擬為基礎的簡化 VP 預測模型
- 透過參數篩選、迴歸建模與驗證步驟建立模型與提升模型準確度
- 提供可應用於都市風廊規劃的通風潛力模型。

02 BACKGROUND DATA

通風潛力分析

本研究以通風潛力為主要預測目標，並以 CFD 模擬結果作為基準。研究區域為在大台北地區劃分 49 個 $4 \times 4 \text{ km}$ 子區塊，並設置 500 m 重疊帶以避免邊界效應。模擬流程包含：三維都市模型建構、氣象與 TCCIP 資料輸入、設定盛行風條件，最後輸出地表至 15 m 高度的風速場，並以 30 m 解析度轉換至 GIS。



通風潛力計算分兩階段：

1. 積分地表至 15 m 風速場，獲得單位寬度流量 q 。
2. 定義 $VP = q_{out}/q_{in}$ ，用以衡量風量增強或衰減。



都市型態參數

本研究選取 7 項都市型態參數作為輸入：

1. **建築平面面積指數 (λ_p)**： λ_p 表示建築物總平面面積與地塊總面積之比值，用以反映地塊內建築密度。
2. **建築迎風面積指數 (λ_f)**： λ_f 為沿著主入流風向方向的建築物迎風投影面積與地塊總面積之比值。
3. **平均建築高度 (H_{ave})**：指地塊內所有建築物的平均高度。
4. **建築高度標準差 (σ_H)**：指地塊內建築高度的離散程度。
5. **建築最高高度 (H_{max})**：指地塊內建築物的最高高度。
6. **天空可視因子 (SVF)**：表示從地面觀測點向上所能見之天空比例。
7. **零風面位移 (z_d)**：指考量地表障礙造成對數律風剖面抬升的修正高度。

03 METHODOLOGY

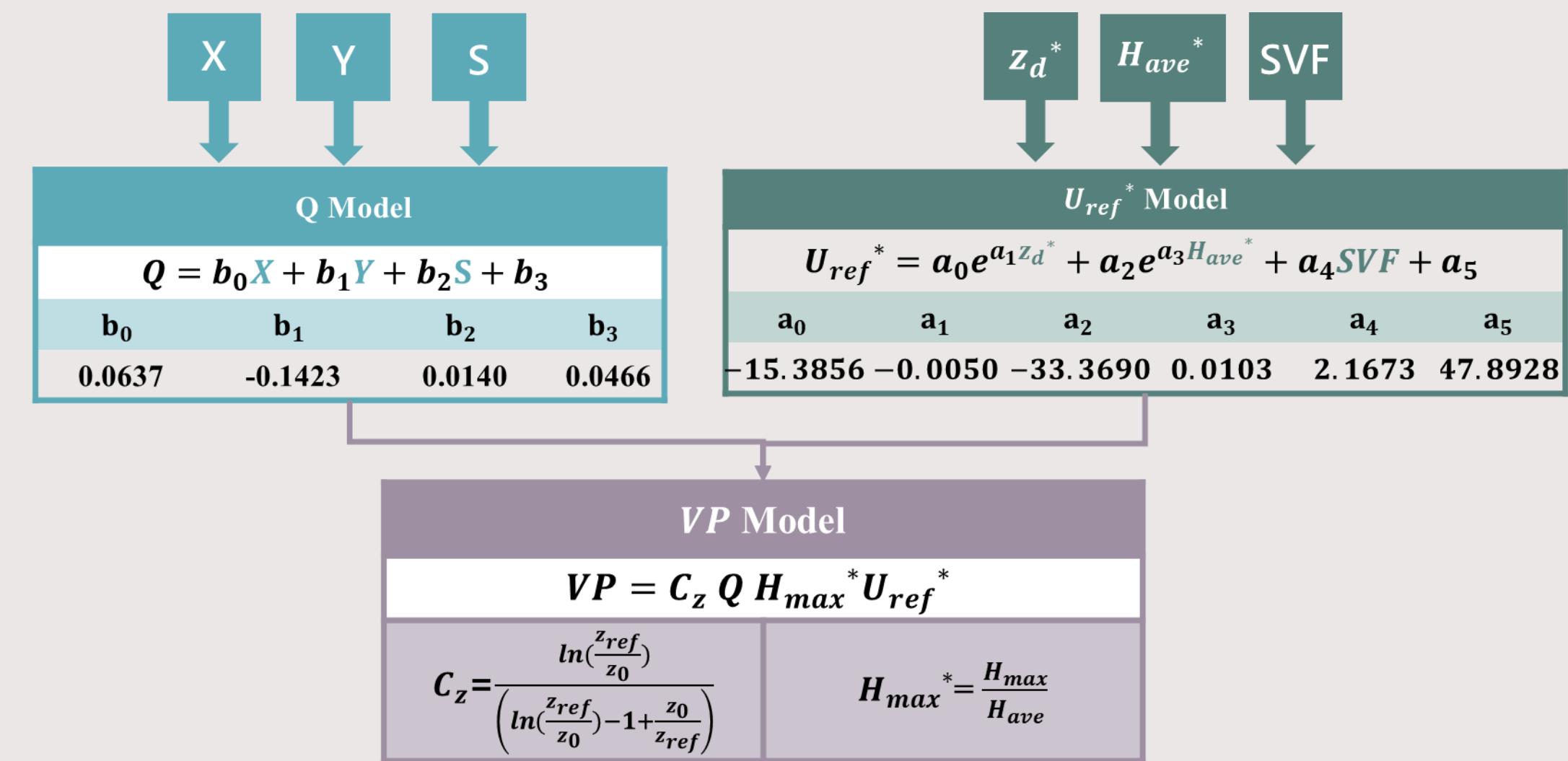
資料準備

1. 以 50 公頃街廓為基本單元取得 49 個樣區作為迴歸樣本。
2. 計算樣本區之都市型態參數與 VP。
3. 初步分析 VP 與 7 個都市型態參數行回歸。大部分變數與 VP 的相關性偏低，後續應進行正規化與變數轉換來提升相關性。



模型建構

1. 將都市型態參數進行正規化轉換，建立無因次參數 X、Y、S ... 等。
2. 定義目標參數：正規化通風流量參數 Q、正規化參考風速參數 U_{ref}^* 。
3. 先以單變數回歸篩選出與目標參數高相關性的參數，再將篩出的參數進行多變數回歸組合出 Q 與 U_{ref}^* 的回歸模型。
4. 將 Q 與 U_{ref}^* 公式整合為可由都市型態參數直接推估 VP 的模型公式。



模型驗證

本研究於台北市另選 22 個未使用的區域進行驗證，涵蓋高、中、低三種通風潛力類型。模型以 R、RMSE、FB、FAC2 作為驗證指標結果顯示 VP 模型在不同條件下仍具良好預測精度，且 Q 模型、 U_{ref}^* 模型與 VP 模型於所有驗證指標上均表現優良。



Validation Index	Ideal Value	Q Model	U_{ref}^* Model	VP Model
RMSE	0	0.0031	0.0405	0.0657
R	1	0.9891	0.9190	0.8815
FB	0	-0.0294	-0.0184	0.0143
FAC2	1	1.0000	1.0000	1.0000

04 CONCLUSIONS

- 在建立過程中，確認組合參數 X、Y 與 S 為通風量的重要因子，其中 S 在單變數迴歸中相關性最高，在結合 X 與 Y 後可使模型整體相關性再提升 7%。
- 建築參差不齊與街道開闊對通風具正面效益，而建築密度與高度增加則會削弱通風效果。
- 參考風速模型同時受到建築高度與街道開闊的影響，呈現負相關。
- 通風流量模型與參考風速模型整合後獲得通風潛力的簡化模型，主要採用線性或指數公式。後續研究可納入不同城市與區域資料，並結合機器學習方法，應有助於提升模型的泛用性與準確性。