

基於相變材料的建築牆體節能性能研究與動態模擬

在“雙碳”目標和建築能耗持續增長的大背景下，提升建築圍護結構的熱性能已成為實現綠色建築與能源高效利用的關鍵路徑。作為圍護結構核心部分的外牆，其熱穩定性直接影響建築的能耗水準與室內熱舒適度。相變材料（Phase Change Materials, PCMs）因其在特定溫度範圍內可通過吸放潛熱調節環境溫度，被認為是一種具有巨大潛力的被動式熱能調控材料，近年來在建築節能領域得到了廣泛關注。

相變材料具備“高儲能密度、等溫相變、可逆迴圈”等優點，能夠在高溫時吸收熱量，在低溫時釋放熱量，從而緩衝室內外溫差波動，降低空調負荷，提高建築能效。將相變材料與建築牆體融合，可有效改善牆體的動態熱響應性能，特別適用於晝夜溫差較大或季節性波動顯著的地區。然而，受限於材料選擇、傳熱性能、封裝方式與集成技術等因素，其實際應用效果和動態調控能力仍需深入評估。

本研究擬圍繞基於相變材料的建築牆體，開展節能性能分析與動態熱工模擬。首先，通過材料篩選與熱物性測試，確定適用於不同氣候區的相變材料參數；其次，構建包含 PCM 層的複合牆體結構模型，採用能耗類比軟體（如 EnergyPlus、TRNSYS 或 COMSOL Multiphysics）進行動態熱回應模擬；最後，通過與傳統牆體對比，評估 PCM 牆體在降低峰值負荷、削減日溫波動、提升熱舒適度等方面的節能潛力。

研究結果將為 PCM 在建築圍護結構中的優化設計與實際應用提供理論支援與技術指導，推動綠色低碳建築技術的發展。