

第一章 緒論

1.1 研究背景

桁架結構為工程上常見的結構系統，其力學分析過程中通常只考慮到軸力而忽略其它的桿件力，因此結構設計過程較其它結構系統簡易。桁架結構最佳化設計大致可分為最佳桿件斷面尺寸設計(Size optimization)、最佳結構配置(Configuration optimization)、最佳拓樸設計(Topology optimization)三類，其中又以桿件斷面尺寸最佳化為最為普遍。桁架結構設計結果須滿足強度限制、位移限制等束制條件，同時亦須在經濟上與時間上占優勢，雖然桁架結構已是相當簡易分析設計與設計的結構系統，但想要找到最佳的桁架設計依舊是件不容易的事。原因在於經濟優勢與束制條件之間的關係往往是相互矛盾的，例如加強結構剛性常會導致成本大幅提高。

採用電腦系統來處理桁架最佳化設計問題是目前最普遍的方法。首先設計一個數學目標函數，其會隨著桁架桿件的斷面尺寸及束制條件滿足與否回饋出一個數值。然後將可能的結構設計結果代入目標函數，當桁架重量減少時目標函數亦會減少，當不滿足束制條件時目標函數會被懲罰而增加，因此目標函數最小時所對應的結構設計即為最佳化設計。過去的研究指出，基於梯度理論的數學最佳化與遺傳演算法已成功的被應用於桁架最佳化設計問題。梯度法的原理很簡單，當梯度資訊可獲得時只需沿著梯度的反方向搜尋即可降低目標函數，當梯度為零表示搜尋結束；遺傳演算法則不需要使用到梯度資訊，先以亂數產生父代案例群，再經過擇優、交配、突變等生物演化計算程序產生子代案例群，並不斷地重複演化計算程序直至目標函數不再減小或達到設定的演化世代數而停止。

1.2 研究動機

以傳統數學最佳化技術或遺傳演算法解決桁架結構最佳化問題存在幾個障

礙，例如梯度法對於局部最小化的問題難以克服；遺傳演算法雖然可以擺脫局部最小化的問題，但是在處理高變數問題時所需的電腦記憶體容量與計算時間往往超乎想像。此外，目標函數設計的良劣亦是影響最後搜尋結果的重大關鍵，目標函數中的懲罰項過大會造成搜尋結果過於保守，反之則會導致設計不滿足限制條件。

1.3 研究目的

本文研究的目的是提出一個新且簡單的桁架斷面尺寸最佳化設計，它有別於先前使用傳統數學最佳化或遺傳演算法等桁架最佳化設計方法。它利用啟發式搜尋，在不需要梯度資訊與大量計算下獲得近似最佳的桁架斷面尺寸設計。新方法中的啟發式公式是基於結構學中的單位載重法所發展，與基於數學理論或遺傳演算法所建立的最佳化搜尋方法相比，無須建立目標函數與規劃限制條件。



1.4 研究方法與步驟

本研究期望提出新的桁架斷面尺寸最佳化設計方法，其研究的方法與過程步驟簡述如下：

1. 資料蒐集

收集國內外相關期刊、論文、研討會報告等等，蒐集內容分為兩大類，分別為以數學最佳化方法為基礎的桁架最佳化設計與應用遺傳演算法所做的桁架最佳化設計，以瞭解目前學界對此問題的研究狀況及成果。在技術方面，基於程式撰寫得需求，蒐集包括桁架分析程式與遺傳演算法程式之撰寫工具書或免費的開放原始碼。

2. 推導啟發式修正公式

由桁架的基本力學行為-單位載重法為出發點，思考桿件斷面尺寸對於桁架

結構系統之影響，進而推導啟發式修正公式與建立完整的啟發式桁架斷面尺寸最佳化設計步驟。

3. 參考模型的建立

本文利用已成熟發展的遺傳演算法(Genetic Algorithm method)作為參考模型，對相同的桁架結構進行最佳化設計，藉此與新方法做一比較討論。


4. 所須程式的撰寫與測試

由於本文的方法與參考模型都有迭代或搜尋的過程，因此藉由電腦程式進行是必要的，因此學生利用 C++ 程式語言與 Matlab 數學軟體撰寫所需的程式，以方便對於本論文方法的測試與驗證。

5. 研究成果討論與論文撰寫

彙整本研究設計之成果與相關理論及結論撰寫成論文。

1.5 論文章節及架構



本研究之論文架構分為六個章節，第一章為緒論，說明本研究的背景、動機、目的、方法及步驟。第二章為文獻回顧，簡略介紹工程最佳化設計、桁架斷面尺寸最佳化、滿載應力法之設計、遺傳演算法之桁架斷面最佳化等相關研究回顧。第三章為參考模型的建立，簡略說明平面與空間桁架的直接勁度法分析原理、參考模型如何建立。第四章為啟發式桁架斷面尺寸最佳化設計，說明新方法所參考的力學理論、發展的啟發式修正公式、完整的啟發式設計步驟。第五章為數值案例測試，由文獻蒐集而來的七個案例與自創兩個案例，用來測試新方法的可行性，並比較設計過程所需的搜尋次數、結構分析次數與設計重量。第六章為結論與建議，本章節為新方法做出結論與建議，並提出未來可發展的方向。