

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 汽車殘障座椅升降機構之設計與分析

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2622-E-002-018-CC3

執行期間：92年06月01日至93年05月31日

執行單位：國立臺灣大學機械工程學系暨研究所

計畫主持人：鍾添東

計畫參與人員：黃晟、黃俊碩、何立中、葉佳哲

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 93 年 9 月 6 日

## 國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：EV 身心障礙輔助科技(工程處)

計畫名稱：汽車殘障座椅升降機構之設計與分析

計畫編號：NSC 92-2622-E-002-018-CC3

執行期間：92年6月1日至93年5月31日

執行單位：國立台灣大學機械工程學系

主持人：鍾添東

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩博士論文)	工作內容
黃晟	碩士班		機構設計、程式撰寫
黃俊碩	碩士班		專利搜尋、性能量測
何立中	碩士班		機構設計、專利搜尋
葉佳哲	碩士班		有限元素分析、最佳化設計

### 合作企業簡介

合作企業名稱：長盈企業股份有限公司

計畫聯絡人：沈秀珠

資本額：2000萬元

產品簡介：五金零件、汽車零件、沖床沖模及其零件加工製造買賣

網址：<http://www.auto-accessories.com.tw/>

電話：(02) 2204-1652

# 汽車殘障座椅升降機構之設計與分析

## 摘要

**關鍵詞：**座椅升降機構、輪椅升降機構、參數化設計、有限元素分析、最佳化設計

本計畫設計一台供殘障人士使用之汽車座椅升降機構，並分析此座椅升降機構之各種結構反應，使此座椅升降機構在上升和下降操作時可以安全地載運乘客。根據已經提出之汽車座椅升降機構初期概念設計，本計畫利用有限元素分析和最佳化設計方法進行細部設計。座椅升降機構之主要零件包括固定用之固定基座、將座椅轉向車門之旋轉機構、將乘客抬升及下降之平行四邊形連桿機構、及固定座椅之平台等。首先進行這些零件及零件間介面關係之細部設計，以使座椅升降機構在有限的空間內裝載及卸載乘客時可以穩定地操作，並使用參數設計方法來建立細部實體模型及實體模型之移動影像，以便仔細檢查裝載及卸載運動時之正確性。接著利用有限元素分析來確認這些零件之強度及剛性，並使用 ANSYS 有限元素分析軟體來計算重要零件之應力及變形。最後進行升降機構之最佳化設計以使結構之質量最小化；在經過設計與分析過程後，藉由製造座椅升降機構之初型並量測結構性能，以驗證設計及分析之正確性。

## Design and analysis of a vehicle seat lift for people with disabilities

### Abstract

**Keywords :** seat lift, wheelchair lift, parametric design, finite element analysis, optimum design

In this project a vehicle seat lift is designed for people with disabilities, and the structural responses are analyzed such that it can transport people safely during the raising and lowering operations. A preliminary concept design of the vehicle seat lift has already been proposed, and the detail design is carried out by using the finite element analysis and optimum design method. The main components of the seat lift consist of a mounting base for mounting the seat lift to the passenger compartment, a rotation mechanism for rotating the lift toward the doorway, a parallelogram linkage for raising and lowering passengers, and a platform for mounting the seat. First, the detail design of these components, as well as interface relationships, is designed such that the seat lift can be operated smoothly during the loading and unloading process in a limited space. Parametric design method is then used in establishing the detail solid models and their moving images, and correctness of the loading and unloading motion is checked carefully. Then, strength and rigidity of these components are confirmed through the structural finite element analysis. The ANSYS finite element analysis software is used to analyze the stress and deformation of critical components. Finally optimum design of the lift mechanism is carried out such that the mass of the structure is minimized. After finishing the design and analysis processes, a prototype of the seat lift is manufactured and structural performances are measured to check the validity of the design and analysis.

## 人才培育成果說明：

由於本計畫內容結合專利、電腦實體模型建立、有限元素分析與最佳化設計等不同領域，故在完成本計畫之執行後，參與人員已接受下列完整或部分之訓練內容：

### 1. 專利搜尋寫作之訓練

由於殘障座椅之技術在國外早有許多相關專利技術提出，因此在計畫執行前與執行期間，參與人員需利用國內外之專利資料庫，針對相關專利文獻進行檢索，包括 USPTO(<http://www.uspto.gov>)、esp@cenet (<http://ep.espacenet.com>)、日本特許廳 (<http://www.jpo.go.jp>)、中華民國專利公報資料庫 (<http://twp.apipa.org.tw/>)等。由於各篇專利之申請範圍不同，在專利檢索之工作時，參與計畫之人員亦花費時間進行專利研讀，以正確判斷計畫執行內容未侵犯他人現有之權利。

### 2. 實體模型繪製軟體之操作及參數式程式 LISP 之撰寫能力訓練

為了檢視升降機構之可行性與干涉問題，本計畫參與人員已經利用 AutoCAD 繪圖軟體與內建之 AutoLISP 程式語言，針對機構之所有零件進行參數化實體繪圖，並藉由定義各個零件間之相互位置與關係以完成一套自動化參數繪圖程式，使用者僅須依照需求輸入欲指定之參數，即可完成實體模型之建立與動畫影像之呈現。

### 3. 有限元素分析軟體之操作及 APDL 語言程式之撰寫訓練

完成升降機構之參數化設計後，為確保機構運轉期間能提供使用者安全的操作環境，本計畫在初型製作前已由參與人員利用 ANSYS 有限元素軟體進行分析，並利用軟體內建之 APDL 程式語言撰寫參數化巨集，日後只需變更巨集內之指令即可進行許多高重複性之分析動作，大幅加速設計與分析之流程。

### 4. 最佳化程式之撰寫訓練

除了進行升降機構之有限元素分析外，本計畫之參與人員亦發展一套整合型程式以進行升降機構之輕量化與結構最佳化設計，除了可以大幅減少機構之重量外，

對於節省生產成本亦有顯著的效果。在最佳化求解的理論方面，由於已有許多學者針對不同問題提出各種求解方式，本計畫利用內懲罰法將原本具限制條件的最佳化問題轉換成為無限制條件的最佳化問題，再用 BFGS 變數尺度法來求得一組解，並利用已發展之巨集進行分析，在這樣的反覆流程下，以求得升降機構輕量化之最佳解。

#### 5. 性能量測實驗訓練

在完成所有電腦輔助設計與分析後，委由合作企業生產升降機構之初型，並由計畫參與人員進行性能量測。已量測之項目包括機構之運轉範圍、載重能力、機構重量與作動時間。量測時除了需考慮量測本身之誤差外，操作者操作上之誤差亦需列入考量，因此計畫參與人員力求在進行各項操作時，每一階段皆能有同樣動作以減少人為造成之誤差。

#### 技術研發成果說明：

本計畫利用參數化設計方法，首先建立座椅升降機構之電腦實體模型，並藉由模型零件間之相互關係建立機構連續影像，用以檢視升降機構的可行性與干涉問題。接著利用有限元素分析軟體 ANSYS 進行升降機構之應力與應變分析，以確保座椅之安全性與可靠度。最後利用最佳化理論進行座椅之輕量化與結構最佳化設計，並藉由升降機構之初型以驗證電腦輔助設計之可行性。

在上述的研發流程裡，參數化設計流程的引用是最大的一項重點。藉由參數化程式之撰寫與應用，當設計人員欲變更設計參數時，不再需要重新繪製圖形、重新建立分析模型或重新給定有限元素分析之邊界條件與參數，只需要修改程式內之參數或指令，便可重複執行實體繪製或有限元素分析之動作，加快設計與分析之流程。

此外，藉由最佳化理論之設計結果，座椅升降機構不但達到原始設計規範，可以提供殘障人士安全的上下車服務外，更有 29.03kg 的超輕重量。對產業界而言，除了因為輕量化可節省部分生產成本外，由於所有零組件皆在國內生產、組裝與測試，相較於國外可以大幅減少人事、材料等費用，對於產品與技術之推廣有其正面助益。

## 技術特點說明：

本計畫主要發展之技術重點如下：

### 1. 參數化設計與分析流程

本計畫利用參數化的概念，將設計與分析流程間重複性高的工作利用 C++、AutoLISP 與 APDL 程式語言建立參數化程式以執行之，使用者可以依照需求更改參數設定，除可以加快工作流程外，由於參數化程式的高彈性，該程式可用於許多相關工程之設計，提高企業之研發與設計能力，增加其競爭力。

### 2. 最佳化設計之整合程式

本計畫所執行之最佳化目的除了要有最輕的重量外，所有設計規範與機構之最大作動空間亦需滿足，因此所求得之解對於單一組限制條件之座椅升降機構能夠成立。而市面上各種車款之車室空間配置不同，設計人員僅需要於整合程式中設定不同之邊界條件，求得之解將可套用於所設定之車款，大幅提高產品之可用性。

## 可利用之產業及可開發之產品：

根據本計畫執行之結果，該座椅升降機構可套用於一般市售之休旅車後座，對於有心發展福祉座椅之汽車組裝廠商或零組件廠商而言，由於國內此塊市場並未有太多人力與資金投入，而需要此類輔助座椅之殘障或年老不利於行人口逐漸增加，對於一般汽車廠商而言，投入福祉椅之市場開發，除了正面的經濟校意外，亦可為企業本身帶來正面形象，有助於品牌之推廣。

除了休旅車後座之座椅升降機構外，一般小型車之前座座椅旋轉機構亦是一項值得開發之產品。由於小型車前座有座位擁擠、車門狹小不易進出等缺點，本計畫之升降機構不適用於此種情況，因此需要特別研發前座座椅旋轉機構，以提供行動不便人士位於前座時，亦能方便的上下車而不需他人特別協助。

**推廣及運用的價值：如增加產值、增加附加價值或營利、增加投資/設廠、增加就業人數 等。**

本計畫致力於發展汽車用福祉座椅，以提供行動不便人士更好的乘車協助。對於汽車廠商而言，由於此塊市場尚未開發，若能趁早投入此市場對於日後之產業競爭可以佔有較大優勢。而對品牌形象而言，國內汽車廠商多半給民眾一種代工的傳統產業，如果能夠致力於殘障用汽車座椅之設計與研發，除了能夠使企業本身轉型，擺脫傳統產業的刻板印象外，也可造福許多行動不便的人士，而不僅僅只是一般車廠。

本計畫執行期間，許多學術性理論被套用在汽車座椅升降機構上，其中不乏某些剛被提出之應用方法。對於民間企業而言，此計畫之執行結果將與學術界進行實質上的交流，由學術界提供理論與方法，提高一般企業之設計與研發能力；而一般企業則提供人力物力與實作上之經驗，彌補學術界於實作方面之不足。產學合作下，對於雙方都可提供更進一步的資源，以提升彼此之競爭能力。