

29. 具移位功能之輪椅建構

李宗禮¹、樊漢台²、廖志農³、黃衍榕³

¹南開科技大學 自動化工程系副教授

²南開科技大學 自動化工程系助理教授

³南開科技大學 車輛與機電產業研究所研究生

摘要

本輪椅為一套具有移位功能之輪椅，可直接讓行動困難者不必起身，即可在原座椅上移位至馬桶或浴缸上，提供最人性化的排泄方便功能與愉快的沐浴過程，而建構出一項多功能輪椅輔具產品。本輪椅在硬體方面分為兩大項目，第一項目輪椅與移行至馬桶之機構設計製作，以及微處理機與電路驅動之系統整合；第二項目浴缸的升降機構設計製作，以及輪椅與浴缸升降機整合的系統組成。此兼具衛浴功能的移位式輪椅確實依作者原先的設計理念，完成本移位輪椅。

關鍵詞: 輪椅、移位、輔具、福祉科技。

一、緒論

1.1 前言

根據內政部主計處統計[1]，截至98年底止，我國戶籍登記人口為2,312萬人，65歲以上老人計有245萬7,648人，占總人口10.63%，老化指數65.05%，老化指數較去年增加3.54%，且98年底領有身心障礙手冊者達107萬人，身心障礙人口以肢體障礙者占37.0%最多，較去年肢體障礙者占38.2%雖略為下降，不過整體身心障礙者卻持續增加；由上述資料得知人口老化與肢體障礙者均呈持續增加現象，對於不良於行且必須使用移位與行動輔具者，具移位功能之輪椅是相當便利的輔助工具。不僅適用於肢體障礙者，對於老年人或慢性病患等缺乏獨立行動能力患者更是不可或缺的移動工具。隨著國內外高齡人口的比率不斷上升，因此仰賴移位與行動輔具生活的人，也將不斷攀高。因此，未來對於移位與行動輔具的需求，將日益殷切。

1.2 研究動機

一個完善的移位與行動輔具除了能針對使用者所要求功能外，並可提供老人疾病患者與肢體障礙者更便利與舒適的輔具，進而改善其日常之生活功能的獨立性，及提高生活品質。除了基本應具備的功能外，使用安全性更為重要，尤其是最威脅老年人健康的主要傷害就是跌倒[2,3]，在美國看似無障礙空間完善的照護療養院，就有研究人員估計每年有超過50%的被照護者因使用輔具跌倒，更有超過

40%發生跌倒狀況超過一次以上[4]。本移位輪椅特別針對不良於行的老年人及肢體障礙族群之輪椅使用者，提供一種「具移位功能之輪椅」，在使用輪椅時轉換至衛浴之淋浴、馬桶與浴缸等設備時皆相當困難。依研究人員了解現有輔具的使用狀況與市場供應，可發現一個具有移位功能的輪椅系統並未被研究開發，固開發一項具有移位至浴廁功能與電動輪椅功能。

1.3 研究目的

本研究為一套具移位功能之輪椅，可直接讓行動困難者不必起身，即可在原座椅上移位至馬桶或浴缸上，提供最人性化的排泄方便功能與愉快的沐浴過程。綜觀目前輔具市場中，並未出現與本移位輪椅功能的相似產品，藉由本研發團隊所著重創新務實之潛力，開發此兼具衛浴功能的移位式輪椅商品雛型，成品完成後再進行反覆的測試與設計改良，以期在競爭產品的世界市場中推廣販售，以落實學術研究轉移至產業需求的應用整合，進而提升國內產業技術及培育技術人才。

二、設計程序

為滿足使用者需求設計考量，「具移位功能輪椅」的研發，擬從創新研發與機構設計的程序來進行設計。整個設計歸納出四個流程：需求的確認與任務的界定、具體設計與建構、模型的細部設計與動態模擬與原型機的實作與測試等。

(1) 需求的確認與任務的界定

對於肢體障礙者、老年人或慢性病患等缺乏獨立行動能力患者，在日常生活中須仰賴照護員照顧，然而照護員最常發生的職業傷害有頸部、肩部及下背部，有研究指出，在被照護人搬運移位活動中，照護員最感費力的活動依序是：搬運病人從馬桶到輪椅、從輪椅到病床、從浴缸到輪椅、幫病人量體重、扶病人坐起來、幫病人翻身、幫病人洗澡及更衣等[5]，「具移位功能輪椅」主要針對肢體障礙者、老年人或慢性病患等缺乏獨立行動能力患者，再需要如廁與沐浴時提供不必起身，並移位至馬桶與浴缸等設備，能有效減少照護員的負擔與增加移位過程中的安全性。

(2) 具體設計與建構

在設計階段中，將總功能分解為驅動功能與移位功能。整個驅動機構模組化，並確認系統配置、重要零組件規格、重要功能組件的設計參數和其供應來源，包括合成運動尺寸、分析運動狀態、分析受力情形、設計負荷尺寸如表1；並進行實體模型的建構工作，其中含有零件建構、組套件裝配、與工程圖製作。

表1電動輪椅設計參數表

設計考量點	參數範圍
電動輪椅可乘載重量	80kg
移動速度	4.5~14 km/hr
迴轉半徑	36cm
爬坡度	12~15度
續航力	16~20km
輪椅總尺寸	L:800mm W:500mm H:1020mm

(3) 模型的細部設計與動態模擬

將實體模型零件與組套件建構完成後，確認市場上現有標準尺寸品，實際對照設計尺寸後，進行細部設計動作，並檢查錯誤、干涉，消除設計缺點、降低成本。在機構動態模擬方面，採用軟體Solid Works，此軟體有很便利的整合介面，並模擬機構運動模型。除此之外，並利用有限元素分析功能進行尺寸最佳化，以求得零件中各尺寸的最佳值。「具移位功能輪椅」移位至馬桶動態模擬如圖一至圖四，當輪椅在馬桶側邊時先放下支撐臂，再以電動方式將座椅側滑至馬桶上方，座墊中將設計具有自動中空開啟功能，以利使用者排放大小便，使用後再依相反順序回復至一般輪椅狀態；移位至浴缸動態模擬如圖五至圖九，當使用者移位至浴缸側邊時，放下延伸式支撐臂並與升降台對齊，以電動方式將座椅移動至升降台上方，再藉由浴缸中之升降台將使用者降至浴缸中進行沐浴動作，使用後再依相反順序回復至一般輪椅狀態。



圖一 輪椅移動至馬桶側邊



圖二 放下滑軌支撐臂



圖三 座墊中空自動開啟



圖四 移位至馬桶上方



圖五 輪椅移至升降台對齊



圖六 放下滑軌支撐臂



圖七 座椅移至升降台上方



圖八 收回滑軌支撐臂



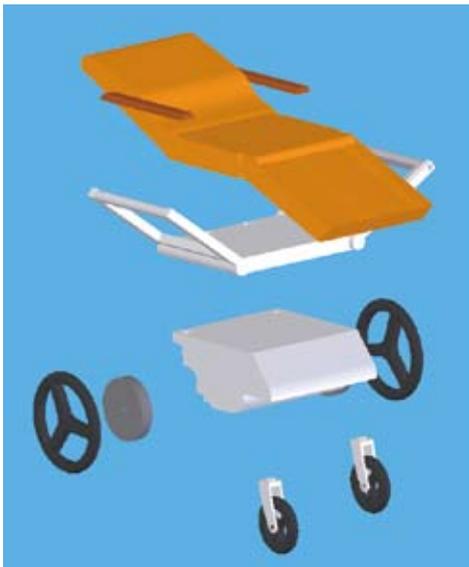
圖九 升降台下降

(4) 原型機的實作與測試

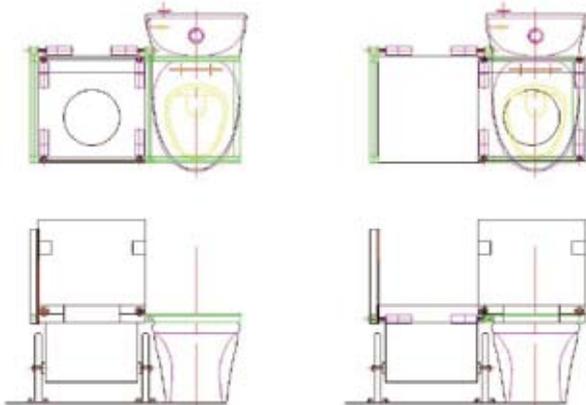
實作將 Solid Works 軟體建構之實體模型的所有零件製作成工程圖，進行加工、組裝。首先就關鍵零組件—具移位功能之輪椅進行實作，以改善其缺點，並製作具移位功能之輪椅的原型機。

2.1 輪椅與滑軌設計製作部分

首先進行輪椅結構體的設計、座椅移位機構設計、馬達驅動與微處理機的系統整合等。驅動馬達將利用輪鼓馬達其高運轉效率，減少齒輪之間傳動熱能損失，與控制容易的優點，作為本輪椅之驅動元件，因輪鼓馬達為直流24V-350W，將採用直流12V鉛蓄電池串連成24V，36安培小時，作為輪椅的電力系統，以提供輪椅足夠的續航能力。輪椅本身的結構以輕量化的鋁擠型材，利用Auto Cad 與Solid Works繪圖軟體進行結構的模擬，如圖十與圖十一，完成評估後，確定機構動態模擬可行，再將組合圖拆散成零件圖，利用本研究室現有的工作母機，進行一連串的機械加工，完成各個零件後，以螺絲鎖固的方式，將各零件結合成輪椅本身。座椅的滑動機構，則巧妙的利用鋁擠型材本身的溝槽，加上自製的培林軸承座，利用致動器，以齒輪齒條來導引推動，達到滑動穩定的效果。而在內部機電控制部分將以新式微控晶片處理整體系統控制，同時亦將包含電源充電裝置管理以及低電力警示燈號功能。



圖十 以電腦模擬繪製的整體輪椅結構爆炸圖

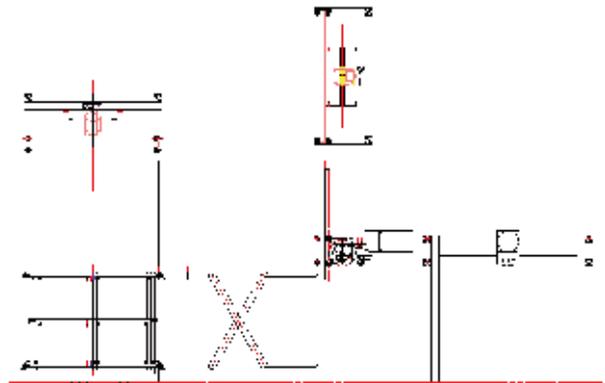


圖十一 座椅移位機構之機械設計CAD圖

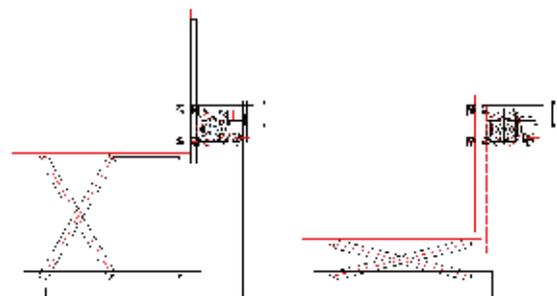
2-2 浴缸的升降機構設計製作及輪椅與浴缸升降機整合的系統組成部分

為讓使用者移至浴缸側邊時，與升降台對齊，以電動方式將座椅移動至升降台上方，經由浴缸中之升降台將使用者降至浴缸中進行沐浴動作，固本升降機構必須與輪椅配合，並調查市面上的浴缸規格，以Auto Cad模擬2D圖面，如圖十二與圖十三，

確定其動態模擬可行性後，為考慮升降機構必須予水中活動，且升降台須承受使用者的體重，故以實心鋁材作為主結構，以少量的鋁擠型材作為輔助作用，利用六角承窩頭不鏽鋼螺絲，作為結構上的結合。升降機台動力傳動部分，將利用齒輪與齒條帶動，以AC交流馬達做為動力來源，達到升降的功能。



圖十二 升降機構CAD圖



圖十三 升降台之整體機械CAD圖

三、研究結果與成效

本系統確實依研究目標發展出具有移位功能之輪椅，為讓行動困難者在原座椅上可直接移位至馬桶或浴缸上，針對不良於行的老年人及肢體障礙族群的輪椅使用者，提供一種代步與浴廁功能之輪椅系統，可直接讓行動困難者不必起身，即可在原座椅上移位至馬桶或浴缸上，提供最人性化的排泄方

便功能與愉快的沐浴過程。研究中經過反覆測試，整個系統的穩定度也都確實達到預期的功能，證明整個研究的軟硬體系統皆已達到應有的成效。實體成果如圖十四至十九。



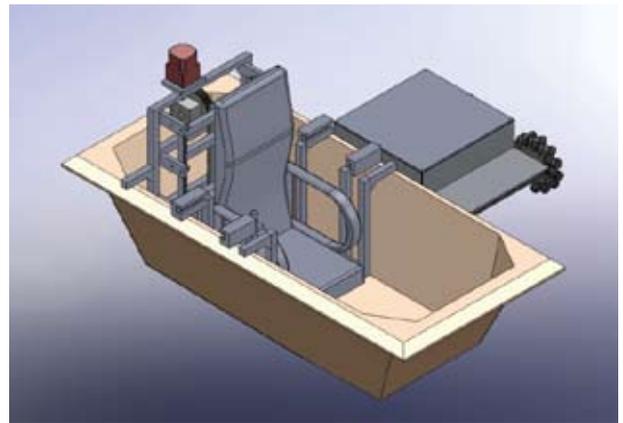
圖十四 多功能移位輪椅系統



圖十五 輪椅與馬桶對齊



圖十六 輪椅移位至馬桶上方



圖十七 輪椅移位系統結合浴缸升降機構模擬圖



圖十八 輪椅移位至升降台



圖十九 升降台下降至浴缸底部

四、結論

實際完成一種具有移位功能之輪椅設計製作，研究成果獲得一可靠穩定的運動方式並可於輪椅滑動平台上進行移位功能，完成馬桶與衛浴設備的整合，提供最人性化的排泄方便功能與愉快的沐浴過程。整個研究著重於實際系統整合開發，此研究成

果有效整合控制器與機械系統，將可落實在一般應用或產學合作應用上；參與研究之人員藉由理論分析至實際完成之完整訓練，獲得人才培育、經驗累積之功效，奠定技職教育應用於工業升級之基礎。

參考文獻

1. 內政部統計處，「98年底人口結構分析」，下載網址：<http://www.moi.gov.tw/stat/>。
2. Edelberg, H.K., "Evaluating Fall-Prevention Strategies", www.medicineandbehavior.com/mb981034.html, *Medicine and Behavior*, Oct, 1998.
3. Stevens, J., "Falls among Older Adults : Moving from Research to Practice" , paper presented at Int'l Conf. Aging, Disability and Independence, 2003.
4. Duthie, E., "Falls" , *Medical Clinics of North America*, vol 73, pp 1321-1335, 1989.
5. 中華民國老人福祉協會 · <http://www.elderly-welfare.org.tw/>。
6. Garg A, Owen BD, Carlson B. An ergonomic
7. evaluation of nursing assistants' job in a nursing home. *Ergonomics* 1992; 35(9), 979-995.
8. 輔具資源入口網 · <http://repat.moi.gov.tw>。
9. 內政部輔具資源入口網站 · <http://repat.moi.gov.tw/>。
10. 伍惇有限公司 · <http://www.iura.com.tw/>。
11. 銀髮族生涯照顧專業網站 · <http://www.lkknet.com.tw/>。
12. 福樂多醫療福祉事業 <http://www.furoto.com.tw>
13. 台灣輔具產業聯盟 · <http://www.enable.com.tw>。
14. 市川洩他編, "福祉用具アセスメント・マニュアル", 日本東京中央法規出版, 2005。
15. 井村 保著, "はじめて学ぶ福祉機器" , 日本東京 角川書店, 2004年。
16. 崔征國, "高齡者身障者無障礙空間設計" , 台北 詹氏書局, 2005年。
17. 羅布森公司 · <http://www.8stair.com.tw>。
18. 市川洩編著, "福祉用具プランニング入門" , 日本東京 厚生科學研究所, 2003。