



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 多負載式無人搬運車系統之指派法 (2/2)

### Preparation of NSC Project Reports

計畫編號：NSC 90-2212-E-009-042-

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：劉復華 國立交通大學工業工程與管理學系

計畫參與人員：洪碧涓 李亭昱 等

國立交通大學工業工程與管理學系

#### 一、中文摘要

本研究探討無人自動化混製系統中物料搬運的問題，諸如半導體無塵室等要求高精密度、低污染性，且具複雜製程的環境。無人搬運車用來遞送加工站相互間的工件，每一加工站前設有輸出、輸入暫存設備以供車輛上卸工件。由於此類生產設備之購置及操作成本相當高，輸出、輸入暫存設備將僅可能縮小。為使環境保持潔淨且有足夠運輸量，以少輛數多負載式取代多輛數單負載式的無人搬運車。如何控制系統中同時加工、運搬中的多個工件為此類生產系統特有的重要課題。

本研究建立一套車輛及工件的指派控制法則使得系統免於發生鎖死的現象，亦即車輛每次卸貨都不須等待，而且甫完成加工的工件均即移至輸出暫存區。一些因子交互影響在達到上述無鎖死的現象的條件下系統的表現各有不同。這些因子諸如：各加工站輸出、輸入暫存容量的大小；車輛的負載量；車輛的速度；使用的車輛數；系統的工作量；有否使用集中暫存區；系統中的總工件數量；設施佈置圖。本研究使用電腦模擬軟體 AutoMod II 模擬若干個上述各因子的組合。各組合之模擬結果收集整理加以比較，諸如：系統的完工率；一工件於車輛上一程的時間；加工機使用率；加工機被回堵的頻率；每次加工機被回堵的平均時間；平均系統中在製之工件數；工件於輸出暫存區之平均數。

**關鍵詞：**無人搬運車、鎖死現象

Abstract

We usually employ automated guided vehicles to move jobs in an unmanned automated system with the stringent requirement on precision, ultra-clean, and complicated. Input queue and output queue devices are installed at each processing center for interfacing with vehicles, and its size is finite. Since cost of keeping and setting clean environment is very expensive, employ multi-load and partitioned automated guided vehicles system to reduce pollution from traveling vehicle, satisfy transport requirement, utilize floor effectively, and cut setup cost, is an efficient solution.

This research project developed a set of control rule for jobs and vehicles in order to enable the manufacturing system with deadlock-free in real-time. The system is deadlock-free if vehicles never wait for unloading jobs as well as each job could be moved from the processing machine to the output queue right after the processing is completed. Factors under consideration are: (1) capacities of input and output queues at processing centers (2) vehicle loading capacity (3) number of vehicles employed (4) throughput requirement of the system (5) a central buffer device is existed or not (6) the number of jobs allowed concurrently in the system (7) and facilities layout of the system. Simulation software package, AutoMod is used as the tool to simulate each combination of the above factors.

We evaluate the performance results such as: (1) times and duration of chockfull and deadlock (2) number of WIP at system under different levels of loading capacity of vehicle (3) capacity of input/output queues (4)

numbers of cell (5) mean jobs arrival rate.

Keywords: Automated Guided Vehicle,  
Deadlock

## 二、緣由與目的

本研究探討無人自動化混製系統中物料搬運的問題，諸如半導體無塵室等要求高精密度、低污染性，且具複雜製程的環境。無人搬運車用來遞送加工站相互間的工件，每一加工站前設有輸出、輸入暫存設備以供車輛上卸工件。由於此類生產設備之購置及操作成本相當高，輸出、輸入暫存設備將儘可能縮小。為使環境保持潔淨且有足夠運輸量，以少輛數多負載式取代多輛數單負載式的無人搬運車。如何控制系統中同時加工、運搬中的多個工件為此類生產系統特有的重要課題。

本研究建立一套車輛及工件的指派控制法則使得系統免於發生鎖死的現象，亦即車輛每次卸貨都不須等待，而且甫完成加工的工件均即移至輸出暫存區。一些因子交互影響在達到上述無鎖死的現象的條件下系統的表現各有不同。這些因子諸如：各加工站輸出、輸入暫存容量的大小；車輛的負載量；車輛的速度；使用的車輛數；系統的工作量；有否使用集中暫存區；系統中的總工件數量；設施佈置圖。本研究使用電腦模擬軟體 AutoMod II 模擬若干個上述各因子的組合。各組合之模擬結果收集整理加以比較，諸如：系統的完工率；一工件於車輛上一程的時間；加工機使用率；加工機被回堵的頻率；每次加工機被回堵的平均時間；平均系統中在製之工件數；工件於輸出暫存區之平均數。

## 三、結果與討論

本計劃已完成之研究已撰寫成學術論文，其中三篇已被國際期刊接受[1, 2, 6]，將陸續印製發行，並於國內舉行之學術會議中發表[3, 4]。各文收錄於本計劃一研究助理之博士論文中[5]。研究成果分成三個子題。一、針對多負載式無人搬運車系統，在一特定的工作量下，考慮車輛之空車運行時間、將車隊之預期利用率以及總載貨時間，提出一解析模式，求得所需之最少

的車輛數目[1]。二、針對一個僅使用單部多負載式無人搬運車的作業環境，發展一套即時且具免鎖死特性的車輛控制策略。藉由取得現場中車輛、工件暫存區、加工機器之即時作業現況，安排車上之載運位置與各輸出入暫存空間之使用順序，有效防止車輛在搬運過程中形成鎖死現象[2, 3]。三、針對多輛多負載式網路型式無人搬運車之製造系統，加入對不同車輛之間的任務協調考量，推行出另一套適用的多車控制策略[4, 6]。這些車輛控制法則均是架構在現場中即時且全面的現場資訊。透過這些訊息的整合利用，控制策略將可以更有效地反映現場狀況與提供較大的使用彈性。此外，本研究中所提出的控制策略的一個主要特性是將多負載式車輛上所具有的負載空間利用做為系統的暫時存放區，而避免採用在系統中設置額外的儲存空間或是限制工廠中最大物流量的方案。

經過電腦模擬實驗的結果分析顯示，本論文所提出的多負載式無人搬運車控制策略可針對系統的即時動態做出快速回應，其簡易性更提供了相當大的應用彈性。有效地為無人自動化工廠提供了一個免鎖死的製造環境。

## 四、計畫成果自評

本研究所創建之車輛指派法則具有實際應用之價值。參與研究之人員為本戲之研究生，需熟諳物流系統之原理與實務。使用先進之物流模擬專用套裝軟體 AutoMod II，須長時間的訓練始能進行數據之收集與分析，此為本研究進行時耗時最多的一部分。人才培養不易，經此計畫之訓練，學生已能順利使用該軟體，進入工業界貢獻可期。

完成國際論文數篇，成果仍待各界公評。

所收集之數據以交叉分析之方式加以結論，雖完成本計畫之目標，但仍可以更科學的方法加以分析。目前繼續國科會之計畫，將以資料包絡分析法來分析各控制與物流系統設計方案所產生的績效指標。國際間尚未見以此方法進行模擬結果之分析，深信將有新獲。

## 五、參考文獻

- [1] Hung, P. C and Liu, F. H., “Estimation of the Fleet Size for a Multi-load Guided Vehicle System,” Proceedings of the National Science Council: Part A: Physical Science and Engineering, (forthcoming), 2001.
- [2] Liu, F. H. and Hung, P. C., “Real time deadlock-free control strategy for a multi-load automated guided vehicle on a job shop manufacturing system,” International Journal of Production Research, (forthcoming).
- [3] Liu, F. H. and Hung, P. C., 2000. “Development of a Real-Time Deadlock free Control Strategy for Single Multi-load Automated Guided Vehicle in a Job Shop Environment,” Proceedings of the 5<sup>th</sup> annual International Conference on Industrial Engineering-Theory, Applications and Practice, ID 270, December 13-15, Hsinchu, Taiwan.
- [4] Liu, F. H. and Hung, P. C., 2000. “Construction of Congestion Control Strategy in a Job Shop Manufacturing System with Automated Guided Vehicles,” Proceedings of the 5<sup>th</sup> annual International Conference on Industrial Engineering-Theory, Applications and Practice, ID 271, December 13-15, Hsinchu, Taiwan.
- [5] Hung, P. C. Control Strategies for Multi-load Automated Guided Vehicle System, Doctoral Dissertation, Department of Industrial Engineering and Management, National Chiao Tung University, Taiwan, 2000.
- [6] Liu, F.H. and Hung, P.C. (2002). “Control strategy for dispatching multi-load automated guided vehicles in a deadlock-free environment,” Journal Of Mathematical Modelling and Algorithms 1, 117-134.

