

# 利用動態擬陣理論 設計彈性製造系統的偵查法則

Design of Monitor Rules in Flexible Manufacturing System  
Using Dynamic Matroid Theory

梁高榮

國立交通大學  
工業工程與管理學系  
教授

## 關鍵詞

- 彈性製造系統 Flexible Manufacturing System
- 二選項裴氏圖 Binary Conflict Petri Net
- 時變記號圖 Time-varying Marked Graph
- 動態擬陣理論 Dynamic Matroid Theory
- 偵查法則 Monitor Rules

## 摘要

本文提出動態擬陣理論來設計彈性製造系統的偵查法則。在自動化工廠裡，可程式控制器是用來控制製造設備。當可程式控制器的運作不正常時，偵查器是用來提供警告訊息。在重覆性製造系統裡，特定設備間的重覆製程特色可透過生產週期來完整地描述。在每一週期裡，可程式控制器與偵查器可分別用記號圖與偵查法則來表達。而兩者的數學性質更可經由擬陣理論來分析。相對地，彈性

製造系統包含相異的製程，而其特色是生產設備的共用與選擇。很自然地，它們的可程式控制器的運作模式並非純記號圖，而是選項裴氏圖。在此新的解法裡，選項裴氏圖可分解成不同時段裡的相異記號圖。因此相對應的分析擬陣並非永久的，而是會時時改變的。總而言之，彈性製造系統的偵查法則就可由動態擬陣來產生。

Dynamic matroid theory is proposed for designing the monitor rules of Flexible Manufacturing System (FMS). In automated factories, Programmable Logic Controllers (PLCs) are used to control manufacturing devices. Also monitors are designed to offer alert messages once the abnormal behavior of PLCs occurs. In repetitive manufacturing system, the repeated processes among dedicated devices are completely characterized through a production cycle. Within a cycle time, the behavioral models of the PLCs and the monitor are represented by marked graphs and their monitor rules, respectively.

Moreover the mathematical properties of both can be analyzed through matroid theory. In contrast, the various processes of flexible manufacturing system are characterized by shared devices and alternative choices. Naturally the behavioral model of their PLCs is not time invariant marked graphs, but conflict Petri nets. In this new approach, a conflict Petri net is decomposed into time varying marked graphs which take place within different time intervals. Consequently the corresponding matroids for analysis are not persistent but dynamic. In summary, the monitor rules of FMS are generated from the dynamic matroids.

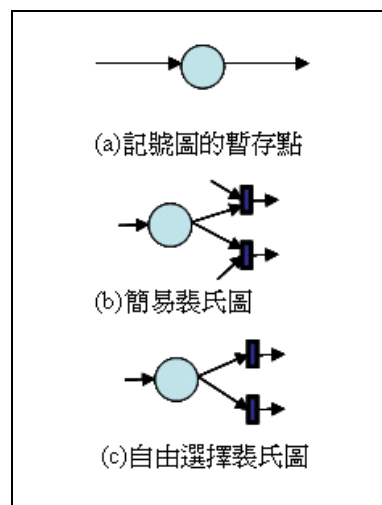
## 前言

傳統觀念上，製造系統主要可分為重覆性製造系統(Repetitive Manufacturing System)與彈性製造系統(Flexible Manufacturing System)兩大類。前者強調單一產品的大量生產及生產力最大化；所以就算有不同的生產方法，也要挑選最具有生產效率的方法來進行重覆性生產。例如打造大量生產專用的生產設備，並針對固定的生產週期(Production Cycle)來進行重覆性生產。在強調多項產品訂單及有限生產量需求下，後者常以生產設備共用方式來進行適量生產，所以製造流程常具有資源共用及選擇的彈性特色。

從生產自動化角度來看，製造系統裡的生產設備通常是透過資訊流來指揮，而資訊流是透過可程式控制器(Programmable Logic Controller, PLC)[2, 7]與偵查器(Monitor)[1, 3]來掌握。其中可程式控制器協調生產設備的互動，而偵查器由偵查法則(Monitor

Rules)[1, 5]組成並用來偵查可程式控制器是否正常運作。為了能正確的描述可程式控制器與偵查器的行為，兩者皆需要建立數學模式。

對重覆性製造系統來說，生產週期內的資訊流是用可程式控制器來監控，而其行為可用非時變記號圖(Time Invariant Marked Graph)來描述，或簡稱為記號圖(Marked Graph)[2, 5]。這裡記號圖是特殊的裴氏圖(Petri Net)[2, 4, 5]，其暫存點具有唯一的輸入與輸出，如圖一(a)所示。這時記號圖的不變量計算可用來做為偵查器的數學模式[1]。先前的研究已顯示記號圖與偵查法則具有擬陣理論(Matroid Theory)裡的對偶關係[1, 6]。



圖一  
裴氏圖的分類

對彈性製造系統來說，其資源共用及選擇的資訊流常用選項裴氏圖(Conflict Petri Nets)[4]來表達。相對於單一輸出暫存點的記號圖來說，選項裴氏圖是指含有多輸出選項暫存點的裴氏圖。若這選擇是操之在人且轉移點受最多一個選項暫存點控制，則稱為簡易裴氏圖(Simple Petri Nets)[4]，如圖一(b)所示。被動離開的浮標意味著它是一種資源，而它的離開代表有製造程序要使用該資源；所以簡易裴氏

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】340期・100年7月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)