

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

蜘蛛網狀設施規劃提昇製程能力

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-164-006-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：修平技術學院工業管理系

計畫主持人：張清波

計畫參與人員：(研究生)吳啟瑞、蕭宏昌，(大專生)張琮鈞

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 8 月 11 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC92-2213-E-164-006

執行期間：92年8月1日至93年7月31日

計畫主持人：張清波

修平技術學院工業管理系副教授

計畫參與人員：吳啟瑞

國立台北科技大學工業工程與管理研究所碩士班研究生

蕭宏昌

國立台北科技大學工業工程與管理研究所碩士班研究生

張琮鈞

國立台灣海洋大學電機工程系學生

一、中文摘要

提昇作業績效，攸關事業生產力與競爭力，如何有效規劃流程，使產能增加是今日企業永續生存的重要課題與挑戰。

生產流程的規劃，務求其移動順暢，距離最短，得到最高作業效率。過去為達到上述目標，傳統流程規劃型態不外乎有：直線式(simplest line)、多線式(multiple line)、Z字或波浪型(Z shape or sine bar)、U字型(U shape)、封閉型(cycle shape)、多角型(odd angles shape)。

直線式為最簡單型，較為浪費廠房空間，僅適合作業站較少且作業簡單時應用之。多線式雖可多線同時生產，但僅適用於大量生產、產品種類變動較少時較為理想。Z字型、U字型雖可因應廠房空間限制，且需較長流程時適用之，但仍以量產性，單一產品生產形式為主。封閉型乃生產線之末點回到起點處，形成無終點之循環作業，以利再次循環時使用，同一設備可重複利用，適合無人搬運設備供應各加工站之原料、工具、零件等循

環作業，但以單一產品大量生產為主。多角型為不規則角度流程形式，適用於生產線較長且廠房空間受限制時，但仍以單一產品量產為主。

本研究合併封閉型與多角型流程形式，採蜘蛛網狀流程規劃，以客製(Customized Output)理論，應用同步技術(Concurrent Technique)使不同產品同步作業，可大量生產或多種少量，減少上述流程傳統循序工程(Sequential Technique)作業時間，可在有限廠房限制條件下，空間作最佳運用，擷取傳統封閉型與多角型流程之優點，消除單一產品量產製造及減少循序加工作業時間，增進作業績效，提昇生產力與競爭力。

二、英文摘要

It has been a focus and a challenge that how to plan flow process in order to improve operation performance and increase productivity as well as competition.

Production flow process must move smoothly and in shorter distance to boost operation efficiency.

Traditional production flow process layouts are: simplest-line, multiple-line, Z shape or sine bar, U shape, cycle shape, odd angles shape.

Simplest-line just applies to few operation. Multiple-line can produce different products synchronously, but it applies to mass production. Z shape and U shape apply to the limited building space, longer flow process and mass production also. Cycle shape is endless. Equipment and machines can work repeatedly. It applies to mass production also. Odd angles shape applies to the limited building space, longer flow process and mass production too.

The study, combining cycle shape with odd angles shape flow process, adopt “Spider Network” flow process layout. On the base of “Customized Output” theory and “Concurrent Technique”, it produces different products synchronously. Besides, it can apply to mass production and job production so as to decrease traditional sequential technique operation time. Furthermore, it works in limited building space as well.

This research optimizes production flow process as well as increases enterprise’s productivity and competition.

三、計畫緣由與目的

1. 研究計畫之背景緣由

提昇作業績效，攸關事業生產力與競爭力，如何有效規劃流程，使產能增加是今日企業永續生存的重要課題與挑戰。

生產流程的規劃，務求其移動順暢，距離最短，得到最高作業效率。

製造業生產型態由早期的大量生產轉變成現在的多樣小量、客製化的生產。因此生產途程必須具彈性且有效率。

製造流程規劃的目標是生產順暢、物料移動距離最短，產出效率最高。傳統的物料流程形式有直線式 (simplest line)、多線式 (multiple line)、U 型 (U shape) 等等。直線式的缺點是浪費空間，適合作業站少；多線式的缺點是產品種類變化少；U 型的缺點是以大量生產單一產品為主；封閉型的缺點是以單一產品大量生產為主；多角型的缺點為以單一產品大量生產為主。

主持人 2001 年參加在捷克布拉格舉行第 16 屆國際生產研究研討會(16th ICPR)，與 2002 年在義大利維若納舉行第 7 屆世界全面品質研討會(7th WCTQM)，會後曾欣賞莫扎特歌劇與參觀羅馬競技場，該兩處歌劇院為圓形與多角形劇場，而羅馬競技場為橢圓形，無論劇場或競技場其觀眾席為由外而內多階層之座位，舞台在場所正中央，觀眾席由外層至內層，各個轉角均有由場外至各層之出入口走道，每場觀眾由數百至數千人，可由任意出入口走道即時進入各別層次之座位，集結、解散各層觀眾均可同步進行，極為快速。

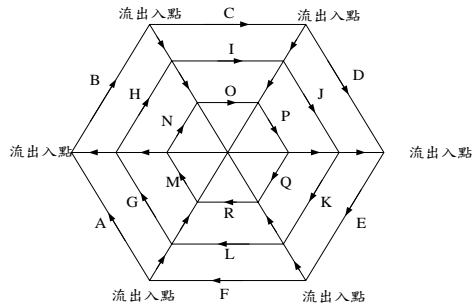


圖 1 蜘蛛網狀流程示意圖

2.計畫目的

本研究合併封閉型與多角型流程形式，採蜘蛛網狀流程規劃，以客製(Customized Output)理論，應用同步技術 (Concurrent Technique)使不同產品同步作業，可大量生產或多種少量，減少上述流程傳統循序工程(Sequential Technique)作業時間，可在有限廠房限制條件下，空間作最佳運用，擷取傳統封閉型與多角型流程之優點，消除單一產品量產製造及減少循序加工作業時間，增進作業績效，提昇生產力與競爭力。

四、研究方法

本研究係採實務觀摩與文獻探討方法，首先分析個案公司工業用推桿的組裝流程，應用操作程序圖表示，之後決定工業用推桿之蜘蛛網狀途程。

五、案例探討—工業用推桿組裝

1.XYZ 公司簡介

XYZ 公司以自有品牌行銷全球，其產品於衛星接收系統市場中佔有一席之地，工業用推桿為其中一種產品，本研究即以此為研究目標物。

2.工業用推桿現有之組裝流程

詳見附錄之圖 2。

其主要零件包含有：本體組裝、馬達組品、螺桿組品、內管組裝、軸承組裝、外管組裝、離合器組裝及背蓋組裝等。

為形成通用型蜘蛛網狀流程，以工作站型態加以定義如圖 3：1.本體組裝經過的工作站依序為 W1 - W2 - W3 - W4 - W5 - W6 - W7 - W8 - W3 - W9 - W10；2.馬達組品只由 W11 工作站獨立完成；3.內管螺桿組品經由 W14、W15、W12 - W2 - W13 - W16 - W3 組裝完成；4.離合器組裝經過的工作站依序為 W17 - W2 - W18 - W2 - W19 - W2；5.背蓋組裝依序經由 W20 - W2 - W21 - W3 - W22 - W3 工作站；6.外管組裝經過 W23 - W2 - W24 - W3 工作站。可以發現工作站 W2 與 W3 為共用之工作站。

3.傳統流程設施佈置

(1)U 字型 (U shape)：依據多產品程序圖的流程順序繪製傳統式 U 字型 (U shape) 設施佈置如圖 3 所示，圖中之圓圈中以 W 代表工作站，數字編號代表工作站之編號。

(2)直線型 (Line shape)：依據多產品程序流程繪製傳統式直線型 (Line shape) 設施佈置如圖 4 所示。

4.蜘蛛網狀流程之應用

本研究蜘蛛網狀流程如「圖 5 蜘蛛網狀流程設施規劃之工作站」，其中工作站編號 2 及編號 3 之機器分別各被共用，使其符合同步多工使用，整體流程出現較

少之逆迴現象。

設第一層的邊距離設為 1 單位距離，第二層設為 1.5 單位距離，第三層設為 2 單位距離；每層之間的流入流出點的距離設為 1.5 單位距離。

六、結果與討論

1. 工業用推桿裝配傳統與蜘蛛網狀流程之討論

(1) 總移動績效

工業用推桿相關零件之每日生產量、重量、權重及相對重要性之相關資料如附錄中之「表 1 工業用推桿零件生產量及重量資料」，其中相對重要性權重係指各個零件加權後之相對重要權數。

權重之計算方法：權重 = 「每日生產量(件)」 X 「重量(克)」，而相對重要性權重 = 「權重」 / 1000，以數學式表達於下：

定義 1：直線型途程總移動績效

相對重要性 $A_i = (C_i \times W_i) / n$
 $i=1$ to m (產品有 m 個)， C_i 產品數量， W_i 為重量

總重要性 $TA = \sum_{i=1}^m (A_i \times N_i)$

N_i 為產品 i 從途程 R 至 S 的途程數目

距離 $D_i = \sum_{j=a}^b d_{ij} + \sum_{k=b}^a d_{ik}$

正向距離+逆迴距離
懲罰值

$$L = \sum_{i=1}^m \sum_{j=a}^b A_i \times d_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=b}^a K \times A_i \times d_{ik}$$

K 為懲罰值， d_{ij} 為正向， d_{ik} 為逆迴

總移動績效 $E = \frac{TA}{L}$

總移動績效=總重要性/懲罰值

經計算後可得直線型重要性權重總計為 584，其總懲罰值為 1960，最後計算出總移動績效 = 584/1960 = 29.79%。

定義 2：蜘蛛網狀途程總移動績效

其中均為正向流程，故距離

$$D_i = \sum_{j=R}^S d_{ij} \quad \text{dj 為產品 } i$$

從 R 至 S 經過各途程之距離，懲罰值

$$L = \sum_{i=1}^m A_i \times D_i$$

其餘同上之計算。

經計算得出蜘蛛網狀途程重要性權重值為 634，總移動績效 = 634/1592 = 39.82%。與直線型的效率 29.79% 比較，蜘蛛網狀途程的效率提昇 33.67%。

(2) 生產時間效率

利用計畫評核術/要徑法 (PERT/CPM) 方法計算出傳統佈置流程生產時間與蜘蛛網狀流程生產時間，詳如附錄之圖 6 及圖 7，傳統直線型生產最早完工時間為 49 單位時間，而蜘蛛型網狀為 42 單位時間，其生產時間效率提昇 14.29%。

(3) 設備工作站投資節省

本研究經統計後多線型佈置

需 35 個工作站，而蜘蛛網狀流程佈置需 24 個工作站，共節省 31.43%之設備投資。

七、計畫成果自評

本研究具有下列創新與優點：

- 1.應用同步技術觀念，不同或相同產品零件，可同步加工作業。
- 2.依客製原理，可多種少量生產(一或兩條生產線)，亦可大量生產(多條生產線)。
- 3.依產品或零組件加工作業特性，流程長、短均可適合此流程式樣。
- 4.可同步作業亦可循序工程作業。
- 5.具有封閉圓形循環與多角形不規則流程形式之優點，在流程長，廠房空間受限制時，為最佳規劃方式。
- 6.可依各零組件作業相關性，由任一流出入點原料進入或出貨。
- 7.可提昇流程移動總績效，並縮短產品或零組件作業時間及減少作業站設備投資。
- 8.國內外目前尚無類似此項研究報告。
- 9.提昇製程效率如表 2 所示。

八、參考文獻

1. Fread E. Meyers ，Plant Layout And Material Handling ，1993
2. Fread E. Meyers ； Matthew P. Stephens ， Manufacturing Facilities Design And Material Handling ，2nd Edition ，2000
3. James A. Tompking ； John A. White etc ， Facilities Planning ， 2nd

Edition ，1996

4. James M. Apple ， plant Layout And Material Handling ， 3rd Edition ， 1996
5. Richard L. Francis ； Leon F. McGinnis etc ， Facility Layout And location ， 2nd 1992
6. Richard Muther ， Systematic Plant Layout Planning ， 2nd Edition 1995
7. Robert W. Jams ； Paul A. Alorn A Guid To Facilities Planning ， 1991
8. Sunderesh Heragu ， Facilities Design ， 1997
9. 王文志、高子傑等人，設施規劃，高力圖書，1998 年
10. 林千立，設施規劃與物流中心設計，智勝圖書，2001 年
11. 李景文、張清波編著，「工廠佈置與物料搬運模式」，泰勒出版社，2003。
12. 陳文哲、劉樹童合著，「設施規劃(工廠佈置與物料搬運)」，中興管理顧問公司，1989
13. 陳志華，「外國古建築二十講，第三講」，聯經出版公司，2003

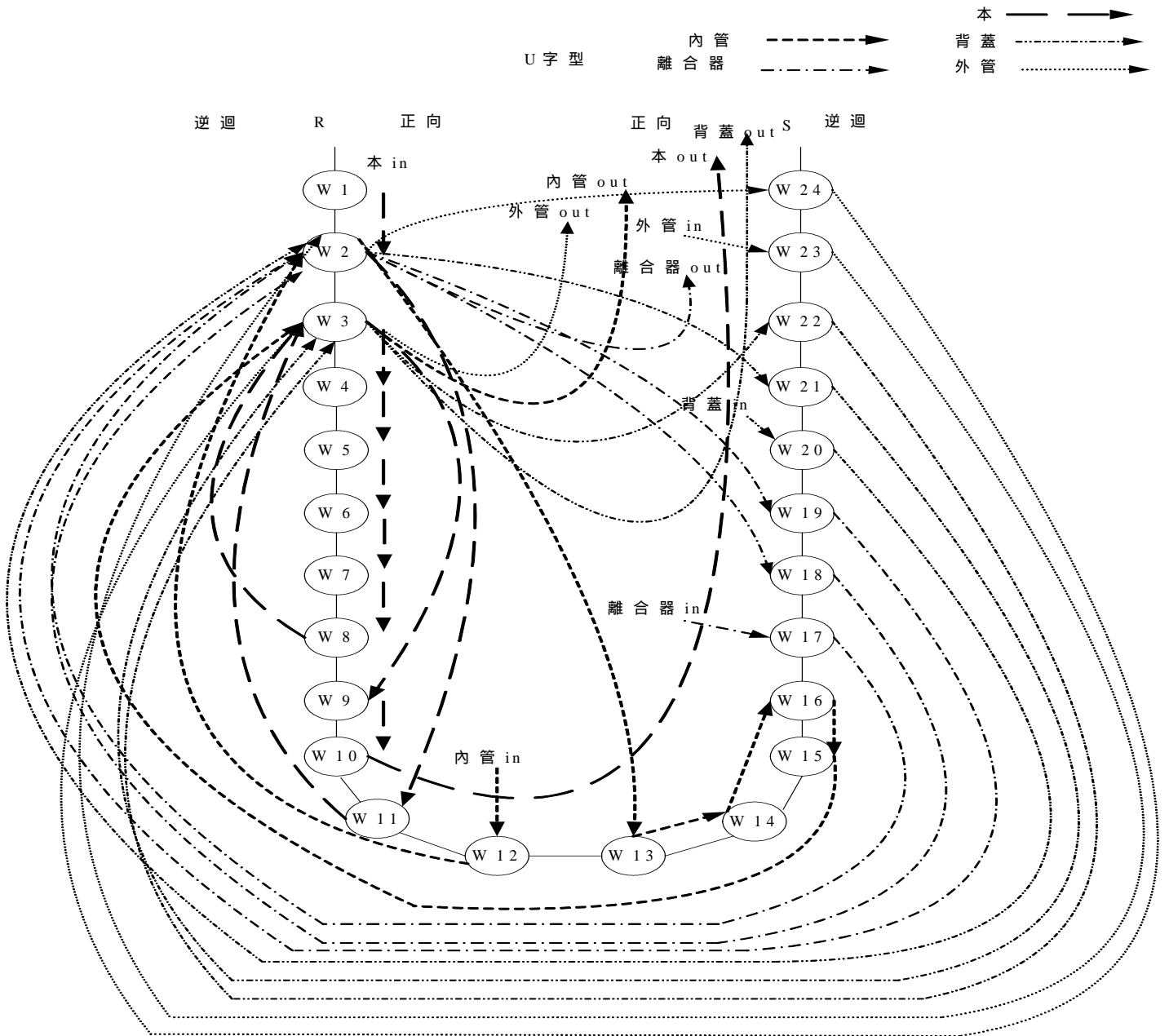


圖 3 傳統 U 字型流程設施佈置之工作站

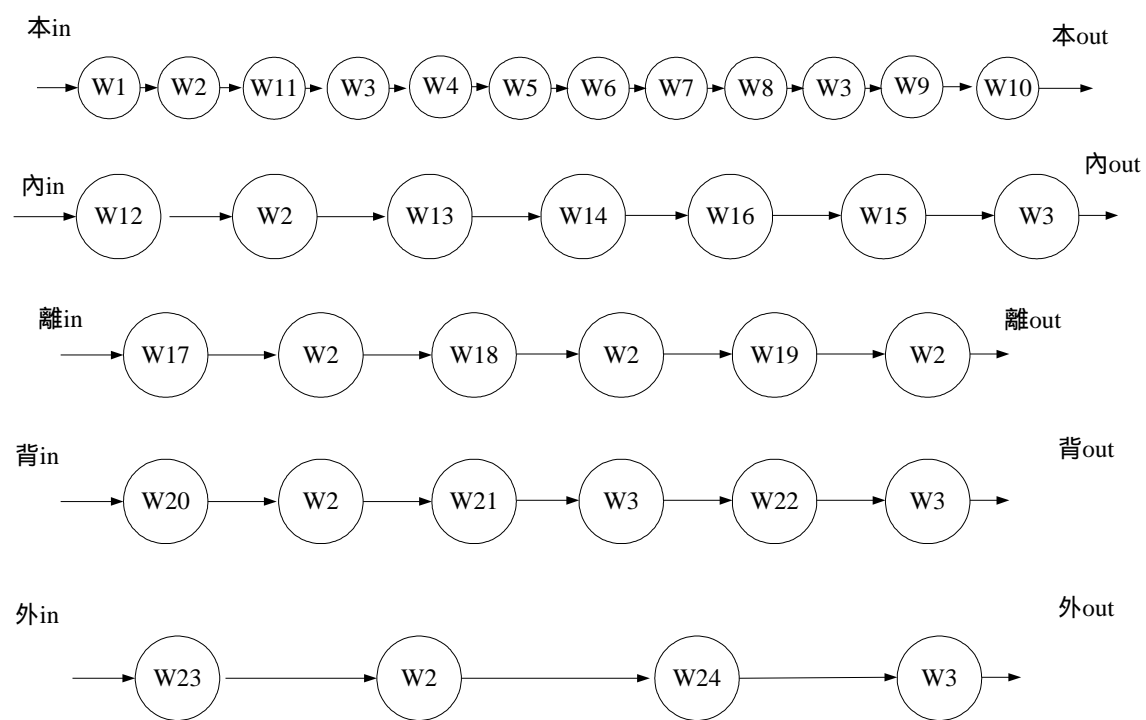


圖 4 傳統直線型流程設施佈置之工作站

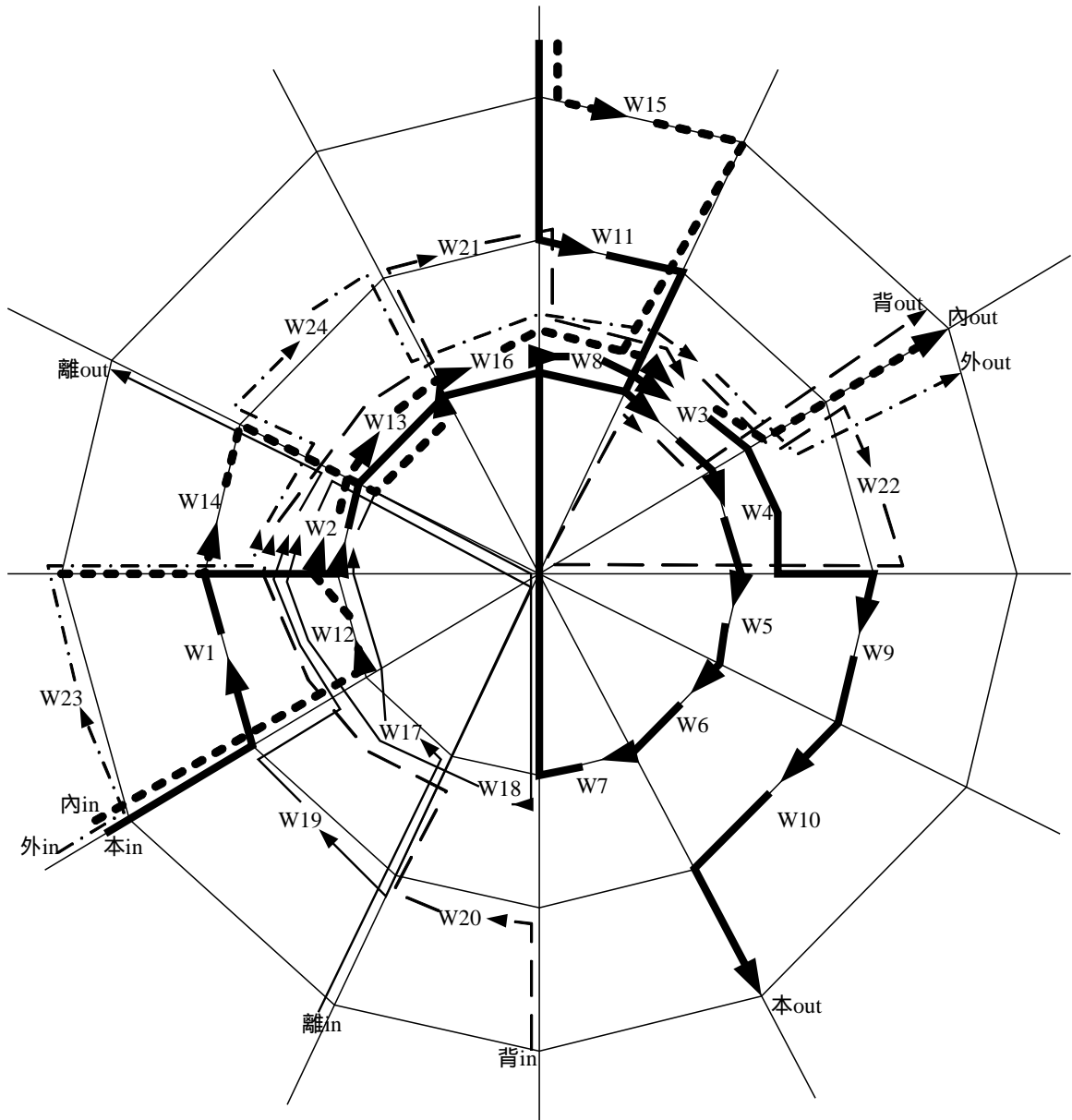


圖 5 蜘蛛網狀流程之工作站

表 1. 工業用推桿零件生產量及重量資料

零件名稱	每日生產量(件)	重量(克/件)	權重	相對重要性權重
本體與馬達半 成品組裝	100	300	30,000	30
內管螺桿組裝	100	100	10,000	10
離合器	100	80	8,000	8
背蓋	100	40	4,000	4
外管	100	60	6,000	6

表 2. 蜘蛛網狀流程設施規劃提昇製程能力表

項目	蜘蛛網狀流程	傳統佈置流程	提昇效益百分比%
1.總移動績效(%)	39.82%	29.79%	33.67
2.總生產時間(單位時間)	42	49	14.29
3.使用工作站數	24	35	31.43

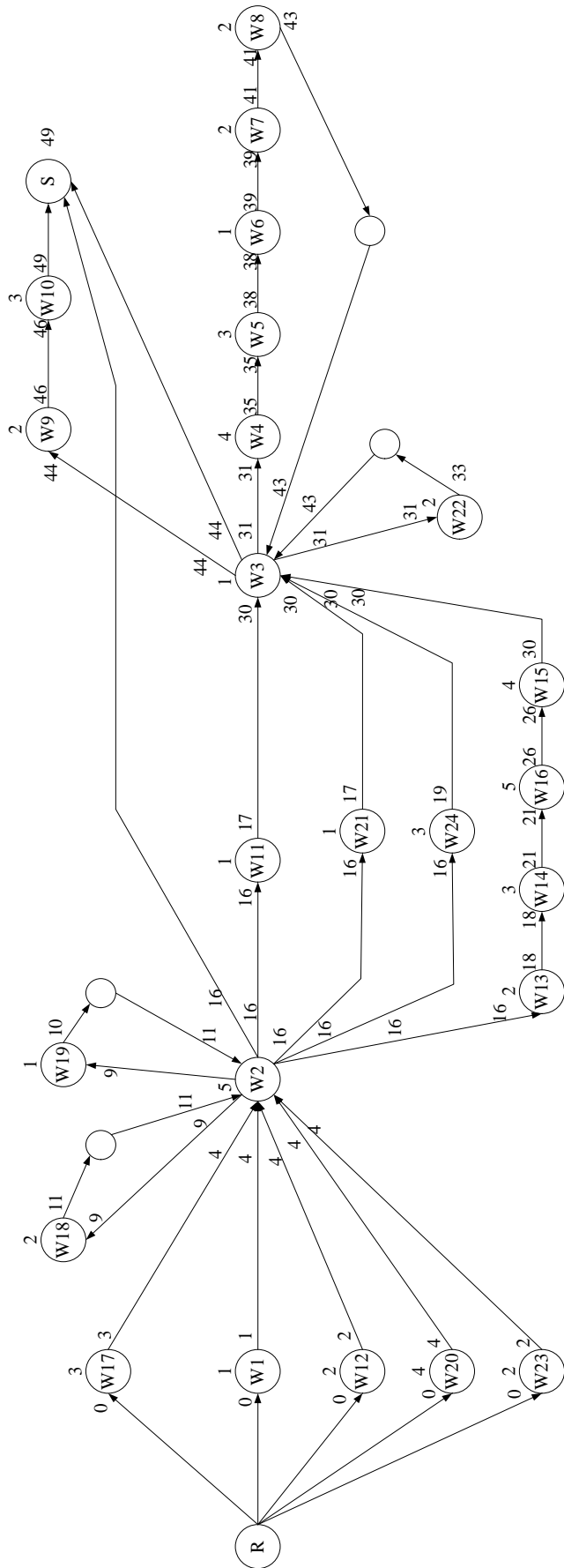


圖 6 傳統直線型 PERT/CPM

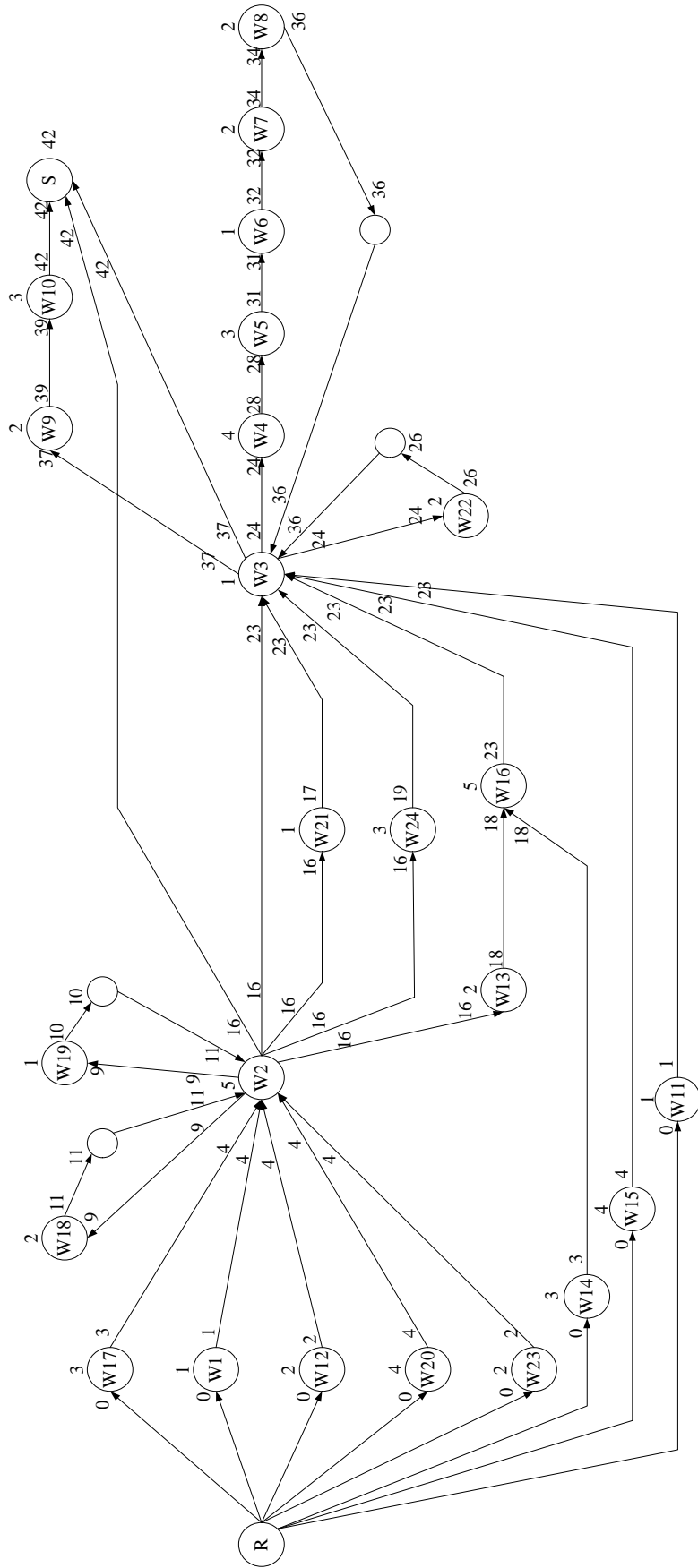


圖 7 蜘蛛網狀 PERT/CPM