

應用新科技

產業機器人應用實務

INDUSTRIAL ROBOTS APPLICATIONS

賴 耿 陽譯著
復漢出版社印行

渡 辺 茂 監修
日本産業用ロボット工業会 編



應用新科技

產業機器人應用實務

INDUSTRIAL ROBOTS

APPLICATIONS

渡 辺 茂 監修

日本産業用ロボット工業会 編

賴 耿 陽譯著

復漢出版社印行

中華民國 七十年 五月 出版

產業機器人應用實務

原著者：渡 辺

譯著者：賴

出版者：復 漢 出版 耿 陽 社

地址：台南市德光街六五一號

郵政劃撥三一五九一號

發行人：沈 岳 林

印刷者：國 發 印 刷 廠

地址：台南市安平路五五六號

版權所有
翻印必究

平裝 二〇〇元 B

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第〇四〇二號

序

產業用機器人初次引入日本以來，只十多年，却陸續開發日本國產的產業用機器人、製品化。現在，製造業界用機器人及其應用系統的企業數或其普及部數，日本已領先世界各國。

支持產業用機器人發展的基礎工學、技術研究開發正在日本的大學、公立研究機關及民間研究機構全力推展。各國產業用機器人及其關連技術的權威者、研究者每年召開的國際產業用機器人座談會中，日本發表的論文在技術水準上，也獲很高的評價。

因日本引進產業用機器人的初期正當經濟高度成長時期，產業界期望用來解決當時勞工不足的問題。

其後為安定成長的時代，產業結構起變化，擴大產業用機器人的目的；從防止勞動災害、防止職業病、回復人性的觀點，並配合高學歷化的社會環境，工廠現場白領階級化，須預備愉快的勞動環境，向來的員工至今已高齡化，更有此必要性。

但是，產業用機器人為知識密集、技術密集的系統製品，基礎技術普及廣泛的工學技術各種分野。

遺憾的是目前尚未有體系的技術解說書平易介紹產業用機器人的機構、控制技術、系統設計、機器人技術的未來展望前景等。

本書恰好能在技術上解說，介紹產業用機器人，介紹關連的基礎工學技術，相信可促進有關產業用機器人的技術教育或產業用機器人的正確利用、促進技術發展。

本書的宗旨在教育工業專科學校、大學工學系的學生、企業中的技術者、關心產業用機器人的人士，學習技術，淺易解說產業用機器人的構造等硬體、控制系統等軟體。

為使各階層人士瞭解產業用機器人，特別組織「機器人讀本編集委員會」，動員最前線的精英，編寫解說書，分為原理篇、應用篇。可使

讀者有全面性、具體性的認識，但願大家以各種角度評價產業用機器人，開拓更有建設性的用途。

我國目前在學理方面已步入研究的起始，而產業界亦即將由半自動，進入自動化，更進而必然地為生產線全自動化達到使用“機器人”，以求生產更精密化，高速化的境界。本書的出版，相信對“產業機器人”的原理及應用，必有助益。對於技術者、企業界決策者、工場現場領導者，都是必須研讀的好書，而學校方面如將之採用為二學期的教材，當可先期訓練一些新的科技人才。

產業用機器人(應用篇) / 目次

第1章 產業用機器人的導入方法..... 1

1.1 導入對象作業的選定..... 1

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1.1.1 評價機器人化的
需要..... 1 | 1.1.3 有系統的檢討..... 3 |
| 1.1.2 評價機器人化技
術的容易性..... 2 | 1.1.4 導入對象作業的總
合評價與導入計劃
的作成..... 3 |

1.2 導入時的系統設計..... 3

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1.2.1 確認作業條件..... 3 | 1.2.4 機器人特性的把握
與分類..... 5 |
| 1.2.2 設定作業機能分
擔..... 4 | 1.2.5 作業類型與適稱機
器人的組合..... 10 |
| 1.2.3 機器人化對象作
業的分類與類型
化..... 5 | 1.2.6 作成機器人化作業
系統草案..... 10 |

1.3 設計案的評價選擇..... 11

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1.3.1 評價可否實現... 11 | 1.3.2 評價理想性..... 12 |
|--------------------|---------------------|

1.4 機器人作業系統的設置..... 13

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1.4.1 將導入目的、理
由明確化..... 13 | 1.4.2 使用時的問題..... 13 |
|-------------------------------|----------------------|

1.5 運轉保養管理體制的整備..... 15

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1.5.1 保養體制例..... 16 | 1.5.3 使用機器人的品質
管理..... 16 |
| 1.5.2 製造現場的體制
..... 16 | |

1.6 安全對策..... 17

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1.6.1 改善可靠性..... 17 | 故防止對策..... 17 |
| 1.6.2 動作錯誤時的事
..... 17 | 1.6.3 安全管理體制..... 18 |

1.7 系統工程師的養成	18
第2章 機器人化作業系統	19
2.1 解說	19
2.1.1 應用分野的分類 與區分	19
2.1.2 事例的概要	21
2.2 鍛造	23
2.2.1 熱間精密模鍛作 業的自動化	23
2.2.2 熱間輥軋作業的 自動化	24
2.2.3 鍛造作業的自動 化	26
2.2.4 往鍛造作業導入 IR	28
2.2.5 利用主奴形操縱	
2.2.6 自由鍛造壓機與鍛 造操縱器的全程式 控制	32
2.2.7 鍛壓工廠導入機器 人	34
2.2.8 熱間鍛造作業的自 動化	35
2.3 重力鑄造	37
2.3.1 重力鑄造機的合 理化	37
2.4 壓鑄	39
2.4.1 壓鑄作業導入 IR	39
2.4.2 壓鑄作業省力化 的新系統	41
2.4.3 壓鑄作業的自動	
2.4.4 壓鑄、工件取出、 修整作業的自動化	44
2.4.5 利用於壓鑄機	46
2.5 塑膠成形	48
2.5.1 射出成形機的自 動化	48
2.5.2 機器人與組合集 積裝置系統	49
2.5.3 成形作業的自動化	51
2.5.4 用於塑膠機械	53
2.6 壓機	55
2.6.1 小形壓機用 IR	55

2.6.2 串列壓機的自動化.....	56	2.6.9 少量生產壓機作業的安全化及省力化.....	70
2.6.3 大型壓機的省力安全化.....	58	2.6.10 凸出壓機之裝卸作業的自動化.....	72
2.6.4 小物精密整緣...	60	2.6.11 C形機台壓機線的自動化例.....	73
2.6.5 旋轉整列貯藏槽式薄板供給裝置.....	61	2.6.12 利用凸輪驅動式迷你機器人的壓機加工線.....	75
2.6.6 壓機用機器人...	63	2.6.13 5部壓機的一線化.....	76
2.6.7 大形壓機的自動化.....	66	2.6.14 凸輪式壓機手.....	78
2.6.8 利用自移形機器人使壓機加工自動化.....	68		
2.7 切削加工.....	80		
2.7.1 將小形走行用 IR 用於機械作業...	80	2.7.5 車床群的自動化...	87
2.7.2 將 IR 用於機械加工.....	82	2.7.6 研磨線採用新系統增高效率.....	89
2.7.3 軸材加工的裝卸自動化.....	84	2.7.7 軟式噴擊作業的自動化.....	90
2.7.4 機械加工自動化系統.....	85	2.7.8 橫形手動搪磨床利用操縱器自動化...	92
2.8 塗裝.....	94		
2.8.1 噴塗作業利用機器人.....	94	2.8.4 汽車底板的防音塗裝自動化.....	99
2.8.2 船舶用燃氣輪機過給機塗裝的自動.....	96	2.8.5 利用塗裝用於機器人塗裝後車軸.....	101
2.8.3 小客車的底面塗裝條件.....	97	2.8.6 以輸送機輸送的工件之自動塗裝系統.....	102

2.8.7 船體自動塗裝裝置 (修船用) …104	2.8.9 塗裝的適用例……108
2.8.8 小形壓縮機空氣箱的塗裝自動化	2.8.10 汽油計量機零件的塗裝自動化……109
2.9 熱處理……112	
2.9.1 熱處理作業的自動化……112	
2.10 裝配……114	
2.10.1 利用移動機器人自動裝配……114	2.10.3 軟接觸配合的自動化……117
2.10.2 利用迷你機器人的裝配作業實例	
2.11 熔接……119	
2.11.1 利用於電弧熔接作業……119	填角熔接的自動化……132
2.11.2 電弧熔接的自動化……120	2.11.9 大形電弧熔接機器人……134
2.11.3 車體點熔接的自動化……122	2.11.10 車體焊接作業的自動化……136
2.11.4 熔接機器人的適用例……124	2.11.11 Locker-inner的熔接自動化……137
2.11.5 油壓縫土機機台電弧熔接的自動化……126	2.11.12 利用於點熔接……139
2.11.6 曳引機零件的電弧熔接……129	2.11.13 汽車零件自動熔接線……141
2.11.7 格子水平填角熔接機器人……130	2.11.14 利用極座標形 6 自由度 IR 的點熔接作業……143
2.11.8 大形構造物立向	2.11.15 電弧熔接 IR 的佈置……145
2.12 搬送……146	
2.12.1 火藥搬送的自動化……146	2.12.2 布朗管用漏斗形玻璃的移載用機器人

系統.....	148	動化.....	155
2.12.3 大形零件的自動 移載化.....	150	2.12.7 板件吊掛作業的自 動化.....	158
2.12.4 輸送機、台車等 移動中的工件裝 卸.....	152	2.12.8 重物裝卸作業.....	160
2.12.5 以觸覺自動裝卸 貨櫃.....	154	2.12.9 利用於解箱機.....	162
2.12.6 布朗管移載的自 動化.....	155	2.12.10 給電式自動搬送台 車.....	163
2.13 托板裝載.....	167	2.12.11 從輸送機卸下工件 的裝置.....	165
2.13.1 鋁錠的托板裝載	167	2.13.2 磚塊堆積的自動化	169
2.14 洗淨.....	171		
2.14.1 自動洗淨系統.....	171		
2.15 電晶體.....	173		
2.15.1 半導體用自動鋼 模結合器.....	173	2.15.3 有視覺的全自動電 晶體裝配系統.....	177
2.15.2 積體電路用自動 接線機.....	175	2.15.4 電晶體全自動結合 系統.....	179
2.16 檢查.....	181		
2.16.1 半導體特性試驗	181	選別線的自動化.....	181
2.17 其他.....	183		
2.17.1 碳化鈣爐、爐前 作業的機械化.....	183	2.17.3 大形熔接構造物的 自動調心裝置.....	186
2.17.2 爐前作業用 IR 的開發.....	184	2.17.4 擦窗機器人.....	189

第3章 機器人化製造線..... 192

3.1 解說.....	192		
3.1.1 機器人化製造線 的背景.....	192	3.1.2 事例的概要.....	195

3.2 零件生產線.....	196
3.2.1 軸加工自動化系 統.....	196
3.2.2 機械加工線利用 走行形機器人...199	
3.2.3 曲軸加工線的裝 卸自動化.....202	
3.2.4 泛用剪斷線的自 動化.....205	
3.2.5 馬達零件的自動	
3.2 零件生產線.....	196
3.2.6 馬達軸加工線的自 動化.....212	
3.2.7 壓機加工線的自動 化.....215	
3.2.8 壓機線的自動化...217	
3.2.9 壓機加工自動化系 統.....220	
3.3 裝配、熔接線.....	224
3.3.1 汽車車體的點熔 接工程自動化...224	
3.3.2 傾卸車零件的熔 接、機械加工線227	
3.3.3 利用多臂機器人 的熔接自動化...231	
3.3.4 汽車車架的點熔接 線利用多臂系統自 動化.....234	
3.3.5 農業用小形引擎的 裝配線.....238	
3.3.6 推土機履板取出整 列作業的自動化...241	
3.4 總合線.....	246
3.4.1 變速機加工用機 器人的導入手法246	
3.4.2 專用馬達的全自動 化系統.....249	
3.5 其他.....	251
3.5.1 利用空壓式產業 用機器人使花盆 成形線自動化.....251	

第 1 章 產業用機器人的導入方法

1.1 導入對象作業的選定

爲了增高機器人的省力效果，最好依特定企業或工廠等的水準，有組織地推進導入計劃，不宜片段選定導入對象作業，須依一定基準有體系地推展。選定導入對象作業的方法大致如下：

- ①從機器人化需要高者推進的方法
- ②從機器人化技術容易者推進的方法
- ③有系統推進的方法

通常是②從機器人化技術容易者推進，未從①的立場充分解決問題，不以③的立場，片段導入，提不高總合效果，所以最好總合上述三立場而選定對象作業，其次考察下列項目。

1.1.1 評價機器人化的需要

從下示三立場調查研究

(1)作業者的需要

與各職種的作業者直接面談或問卷調查，詢問項目如下：

- (甲)有無遭遇災害的經驗和程度。
- (乙)局部疲勞等的狀況。
- (丙)職業病的發生狀況。
- (丁)想做的工作與不想做的工作。

其中以(丁)的回答關連工作情緒，須慎重檢討，圖 1.1 - 1 是對重電機、輕電機、造船、汽車、精密機器 5 業種問卷調查工作的深刻度。

(2)企業經營者的需要

此調查也常採用面談、問卷調查、自動表明意見等方式，調查項目如下：

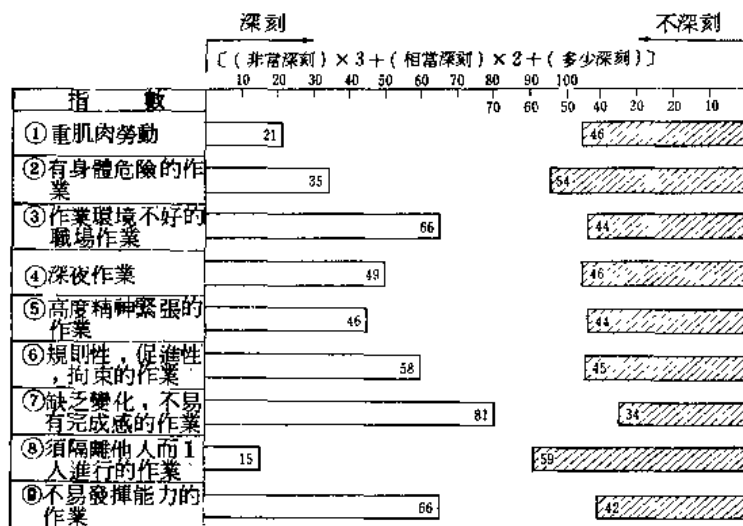


圖 1. 1-1 問卷調查所得工作的深刻度 (5 業種平均)

(甲)工資造成高成本的作業。

(乙)缺席或辭職者多的作業。

(丙)人力品質不安定的作業。

(丁)勤務時間或作業度欲有彈性的作業。

(戊)荒野或不良生活環境下的作業

(3)專家調查而究明的需要

借安全管理或作業研究的專家之力, 進行各種調查分析而究明的需要, 考慮下列項目:

(甲)姿勢分析的結果, 不合理的作業。

(乙)危險性高的作業。

(丙)輻射熱、噪音、塵埃、污染等生理上不合理的作業。

(丁)人力作業的作業負荷變動大, 易有空閒的作業。

(戊)因作業疲勞等而失去平衡的作業。

總合各立場的需要, 依據需要設定機器人化的優先順序, 但在此不考慮實現機器人化的難易。

1. 1. 2 評價機器人化技術的容易性

除了究明現場的需要之外，也須檢討技術上實現的可能性，但是，過度要求技術的容易性時，可能發生弊害，有時即使不易實現，強烈需要時，也要積極推進。

評價技術容易性的尺度如下：

- (甲)動作類型的複雜性。
- (乙)動作速度。
- (丙)動作精度。
- (丁)裝卸重量的大小。
- (戊)與其他加工機械或周邊機器互鎖的複雜性。
- (己)空間的限制。
- (庚)溫度、塵埃、振動等環境條件。

1.1.3 有系統的檢討

從廣面的機器人化作業系統看來，要考慮下列層次：

- (甲)單獨工程：例如壓鑄或塑膠成形的取出作業等。
- (乙)作業群或流傳線：例如點熔接線、壓機線、裝配線及特定製品製造線等。
- (丙)特定製品的製造系統：特定製品的加工、裝配線等。

以定量方式表現機器人化效果時，需要某種程度的廣面性。導入機器人時，其運轉、維護技術者的確保、機器人的整備態勢也是重要問題。因而，判斷機器人的導入時，也須從系統的立場檢討。

1.1.4 導入對象作業的總合評價與導入計劃的作成

斟酌以上各條件，總合評價選定導入對象作業，最好依作業種類決定優先順序、省力目標、日程、負責人等。

1.2 導入時的系統設計

依前節所述的判斷基準，設定機器人化的優先順序後，從優先度高者推進具體的系統，手續如圖 1.2 - 1 所示，下面說明各步驟的內容。

1.2.1 確認作業條件

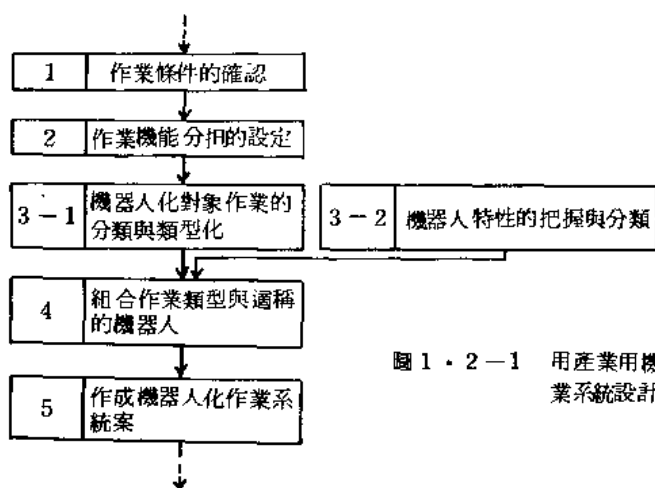


圖 1.2-1 用產業用機器人的作業系統設計手續

設計機器人作業系統時，先確認前提（限制）的作業條件。

回顧以往導入機器人的失敗例，大都起因於導入時未仔細檢討條件。機器人之類適合多品種少量生產的可撓性自動化，作業條件難免複雜。

有系統捕捉這些條件的手段宜用圖 1.2-2 的設計矩陣（design matrix），有特性 7 項目、要素 3 項目，共檢討 21 項目，進行各項目必要的調查或測定等。

也有不先決定內容，而由系統設計者在設計中決定的項目，但該部份不會成為設計時的限制條件，所以空白殘留。

系統非常複雜，1 個機器人系統須執行數種製品或數種工作時，不變的部份可有相同的表現，作成數種設計矩陣而檢討即可。

如此在確認作業條件的階段，盡量仔細調查檢討。

1.2.2 設定作業機能分擔

有的機器人有偵知器，智能發達，有相當高度的作業能力，也有的只能以固定順序單純動作。用機器人取代人的作業時，若機器人的機能或性能不完全滿足目的，須用某種周邊機器彌補。

換言之，對一機器人化的課題，依所用的機器人而有數解。

圖 1.2-3 為各種機能分擔的類型例，可見對同一作業可用各種類

要素 系統特性	靜性（基礎）條件	動性條件	控 制 條 件
作業系統 的功能	執行什麼工作	工作的改變程度	工作執行狀況的檢查方法
輸 入	用何種素材	素材的輸入量	只輸入良好素材的方法
輸 出	有何種製品	製品的生產量	只輸出良好製品的方法
手 續	以何種順序加工（ 裝配）	以何種速度加工（ 裝配）	照手續加工（裝配）的方 法
環 境	空間，溫度，塵埃， 振動等環境條件	環境條件的變動	保持良好環境條件的方法
設備條件	設備預算，大小及 其他限制條件	必要的設備能力	正確保全設備的方法
人的條件	何人運轉、保養	有何種運轉，保養 能力	正確運轉、保養的方法

圖 1.2-2 設計方案例

型的機器人，系統的柔軟性也隨之而異。

1.2.3 機器人化對象作業的分類與類型化

類型化對應於機器人本身的特性分類，以便選擇特定型式的機器人。

作業方面的特性項目與機器人方面的特性項目如圖 1.2-4 所示，最好以此種觀念為背景分類和類型化。

為了貫徹此觀念，須確立工件模組的理論，目前仍在研究途中。

1.2.4 機器人特性的把握與分類

No.	機能分擔	記 事
1		機械補助形(機器人輔助工件裝卸於加工機) 機器人機能不足而用周邊機器
2		機械補助形, 但機器人的機能大而無需周邊機器
3		機器人本身兼有加工機的功能, 不需加工機的作業形
4		機器人本身執行加工或裝配作業, 同時自己搬送工件

圖 1・2-3 機能分擔的類型例

No.	作業方面	機器人方面
1	動作類型	←→ 骨 骼 系
2	動作距離	←→ 臂 長
3	動作時間	←→ 動作速度
4	動作精度	←→ 動作精度
5	工件重量	←→ 可搬重量
6	工件形狀・材質等	←→ 手的構造
7	作業的複雜性	←→ 記憶容量
8	不確定動作	←→ 偵知器(判斷能力)
9	與其他部份的連繫動作	←→ 互鎖機能
10	設置空間的限制	←→ 本體的構造與大小
	⋮	⋮

圖 1・2-4 作業與機器人的特性關連(有的關連項目為複數, 但因複雜而省略)