

からくり設計

省力

省錢

# 機巧裝置

機構設計應用圖典

從零開始也能實踐簡易自動化

節能

### 追求至善無止境

古德云：「勿以惡小而為之，勿以善小而不為。」一語道破品質管理的核心，哪怕只是現場的小改善都要去做，哪怕生產過程中有任何小錯誤都不能放過。雖然許多企業已開始應用 IoT、Big Data 甚至 AI 等科技來提升製造、服務的效率與品質，然改善活動所產生的智慧仍是這些科技應用的重要基礎，尤其是從實施改善活動進而創造出全體持續改善的組織文化，更是企業永續經營的重要基石。

中衛中心協助政府推動品質運動、舉辦團結圈活動競賽，輔導企業運用管理工具提升品質效率已超過 30 餘年，台灣產業在這數十年間也經歷了自動化、數位化的鉅變，但唯一不變的是企業追求品質的堅持絲毫未減。即便規模大如傳統產業的中國石油、統一企業，資訊科技業的台積電、聯電等，以及醫療服務業的榮民總醫院、長庚醫院、國泰醫院等，仍積極推動各種改善活動，且反映在經營實績上成效卓著。

近十年來，隨著科技的發展、顧客需求的轉變，製造生產面臨少量多樣的挑戰，如何在現有設備以及資源的限制條件下來因應，成為企業重大的生存課題。雖然，智慧製造可以有效滿足客戶的多變需求，但對於規模不大、資源不夠豐沛的中小企業來說，無疑是一場考驗現場製造實力的硬仗。藉由鼓勵基層員工發揮巧思，運用無動力裝置改善機械設備，以解決現場製造問題的機巧法改善 (karakuri Kaizen)，就是一種既能提升生產效率，還能強化員工素質的品質管理手法。對於無法大規模投資設備的中小企業來說，這種成本低、省能源就能實施簡易自動化的改善活動更應該多多益善。

我們從幾次帶領台灣企業參訪日本機巧法改善年度盛會——機巧改善設計展 (からくり改善くふう展)，發現不少國際級企業參與其中，諸如日產、豐田、三得利啤酒等，不難看出企業無分大小，追求至善的腳步從未停歇。因此，中衛中心也特別於 2018 年底盛大舉辦第一屆機巧法全國交流活動，現場將完整展出許多國內標竿企業的機巧法改善實際案例，期望讓更多人不管是透過本書的出版或是親臨現場參與活動，能零距離體驗與汲取標竿企業的改善創意與經驗。追求至善之路，中衛中心與您並肩同行！

謝同達

財團法人中衛發展中心董事長

# 前言

## 1. 本書特色

本書提供建構「機巧裝置」經常使用的機構及其構成方法，以淺顯易懂的圖片進行詳盡的解說。

為了能讓讀者在投入設計時，方便查閱符合機巧法用途的各種技巧，遂將每個技巧以「應用」的型態加以彙整。

全書的 15 個章節，是採字典的編輯方式以利查閱，方便大家在設計機巧機構及機械裝置時，能充分活用各種機構的重點提示。

機巧裝置，並不是因其獨特用法而自成一格的特別機構。不管是機巧單元所使用的機構，還是自動化裝置所使用的機構，基本上都是相同的機構，所以本質不相違背。就算是複雜的機巧單元和機械裝置所使用的機構，一旦加以分解並深入了解的話，就能對其基本的機構要素來進行分類。

書中所列舉出這類機構的基本要素，相信能提高大家的學習效率。

內容編排方式雖然是為了方便閱讀，而採用圖典輯的型式，若能從第 1 章開始依序詳閱運用方式，那麼對機巧設計所使用的機構要素，更能逐一地理解。

特別是首次接觸機巧單元裝置的讀者，誠心推薦您從第 1 章開始依序閱讀，如此一來，就能有系統性地學習到設計機巧裝置所應具備的必要知識。

## 2. 機巧的技術

書中所介紹的機巧技術，都是使用讓人或用手來推壓，或用腳來踩踏這類單純的動力，還有使用馬達和氣壓缸這類單純的動力源，這些都是能夠提升現場作業者使用作業裝置時更有效率或省力的一門技術。

可以不使用動力源嗎？雖然還是有使用動力源，卻僅此一項而已，且幾乎完全沒用到操控系統，機巧法基本上是一種完全只依賴機構的作動來驅動裝置的應用技術。

本書對於一般的設計者，是以讓他在發想與創造機巧機構時，可以不受限地自由運用技巧、技術，順利建構出機巧裝置為目標。

至於對那些熟練的設計者，應該可以激發出更多，不必靠著突發奇想的創造力，卻可以想出有趣的機構。此外，機構的構造可變性相當多元，說不定熟練的技術者每天都能想出前所未見的機巧裝置。

然而機構的要素並沒有我們所想像的這麼多。只要能深入理解數十種典型的基本機構及其特性，就可以自由變化機巧裝置了。

就算你不是個技術熟練的人，只要運用本書特別嚴選的幾個機巧設計中特具功效的典型機構，就能把機構的要素自由自在地組合成機巧裝置。

機械裝置中所使用的機巧動作及機能，都是運用這些基本機構要素所組合而成的。特別需要提醒的是，若你想要自由自在地設計機巧單元，需要深入學習機構各個基本要素的種類，及其理論基礎、機能、運動特性與聯結方法。

### 3. 機巧裝置的設計

機巧裝置設計最重要且有相當難度的是，去建構出要讓機巧裝置作動時所需的必要動作。若要設計出只靠單個馬達讓腳一面作動，手腕也一起跟著作動的話，就一定要去建構出只由單個馬達旋轉運動的機巧裝置。

至於那些依賴操控系統，將手腕和腳直接和個別的馬達相聯結的驅動方式就不算是機巧裝置了。如果真的要這麼做的話，使用複數的馬達就可以完成了，因為只需透過控制馬達就能讓機巧裝置作動了。而一旦控制不良導致馬達之間的速度出現差異，手腕和腳擺動的時間點也就會不一樣了。

從低速轉動到高速轉動為止，要讓所有的機構可以同期作動，就需要利用一個馬達來建構出複數機構的作動。

為滿足這樣的需求，就應設計出讓馬達從單純的旋轉運動，來產出不同時間點的複數動力輸出的機構。以及，也要有讓它的運動方向可以轉換，手腕和腳可以相聯結的機巧設計，就是要像這樣——能建構出運動特性、可以轉換運動方向、透過配合行程的聯結，就能夠完成滿足機巧裝置最末端目的進行作動的機構構造。

為了能夠完成這樣的設計，書中會把單純驅動器的機械動力輸出加以轉換，目的是為了讓機巧裝置的最末端可以作動，至於這些所需的技能，就以目的別來分類成「運用」的型態做說明。

書中所用的說明照片，都用括弧寫上 MM 開頭的型號，它所呈現的全都是新興技術研究所製作的 MM3000 系列的教材單元。

即使是在設計的空檔閱讀本書，定能學習到機構的構造，期望對各位設計能力的提升有所助益。

熊谷 英樹  
2017 年 6 月



## 目的別「機巧裝置」機構一覽

- 1. 均等變換機構** 平齒輪 / 螺旋齒輪 / 傘型齒輪 / 蝸線斜齒輪 / 螺旋齒輪 / 人字齒輪 / 蝸輪組 / 齒條及小齒輪 / 雙齒條與小齒輪 / 推送螺絲 (螺桿) / 正時皮帶 / 正時滑輪 / 鏈條 / 鏈輪齒 / 動滑輪
- 2. 間歇驅動機構** 日內瓦輪 / 棘輪
- 3. 倍速移動機構** 齒條及小齒輪型倍速機構 / 帶滾輪鏈條輸送帶倍速搬送
- 4. 內含行星小齒輪的機構** 擺線 / 行星齒輪 / 差速齒輪 / 差速器
- 5. 均衡器** 齒條及小齒輪型均衡器 / 平行連桿型均衡器 / 扭力均衡器
- 6. 利用單一動作建構出複數時段的機構** 行星小齒輪 / 區間制動塊 / 彈簧聯動器 / 滑動輪 / 沖壓移動 / 撿取與移動
- 7. 轉換運動方向機構** 臂桿 / 反向器 / 選擇桿 / 滑槽塊 / 雙齒條及小齒輪
- 8. 傳達運動機構** 連桿棒 / 臂桿 / 皮帶 / 鏈條 / 雙齒條及小齒輪 / 齒輪
- 9. 水平移動機構** 平行連桿 / 利用正時皮帶的平行連桿 / 台型平行連桿 / 直動導塊
- 10. 連桿機構** 臂桿 / 連桿棒 / 肘節 / 槓桿
- 11. 增力機構** 減速齒輪 / 肘節 / 槓桿 / 楔子 / 凸輪
- 12. 能建構良好的運動特性的機構** 曲柄 / 臂桿滑動塊 / 蘇格蘭軛 / 曲柄滑動塊 / 手臂滑動塊 / 板凸輪 / 平凸輪 / 鐘型凸輪 / 鼓型凸輪
- 13. 操控搬送的機構** 扳機擋板 / 止塊 / 啓動器 / 擒縱器 / 滾輪輸送帶 / 皮帶輸送帶 / 鏈條輸送帶
- 14. 將馬達旋轉轉換成往返運動的機構** 曲柄 / 臂桿滑動塊 / 蘇格蘭軛 / 凸輪
- 15. 導引機構** 直動導引 / 旋轉軸承
- 16. 防止反轉機構** 蝸桿 / 棘輪
- 17. 驅動器** 氣動氣壓缸 / 耳環式氣壓缸 / 耳軸型氣壓缸 / 電磁開關 / 馬達 / 發條

(個別的機構解說頁次，請參閱「目錄」)

# 目錄

出版序	5
前言	6
目的別「機巧裝置」機構一覽	9

## 第 1 章 機巧裝置和機構的設計思考

機構應用 1-1	輸出 2 倍力量，變換的速度就會減半	16
機構應用 1-2	使用槓桿的重點就在支點、施力點、抗力點間的距離	18
機構應用 1-3	只要記住改變轉速、方向、傳達動力這 3 種功能的機構就可製作機巧裝置	20
機構應用 1-4	將驅動機構的動作改成手動就能建構出「簡易機巧裝置」	22
機構應用 1-5	組合二種驅動機構以建構出兼具二者特性的「機巧裝置」	24
機構應用 1-6	反轉運動的方向就能建構出好操作的「機巧裝置」	26
機構應用 1-7	將基本要素加以組合，就能完成可控制在水平位置不往下掉的「機巧裝置」	28

## 第 2 章 「均等變換」的機構

機構應用 2-1	使用齒輪以便更有效率地改變運動方向	32
機構應用 2-2	使用齒條及小齒輪將環形旋轉均等運動變換成直線運動	35
機構應用 2-3	成雙的齒條及小齒輪就能建構出平衡夾具	38
機構應用 2-4	使用蝸輪組來阻止反轉	39
機構應用 2-5	由馬達驅動傳動螺桿以便停在複數位置	41
機構應用 2-6	使用正時皮帶就能建構出由馬達驅動的撿取與放置單元機構	43
機構應用 2-7	使用鏈條來傳送重物	45
機構應用 2-8	運用滑輪，只要一半的行程就可以創造出 2 倍的上舉力量	47

## 第 3 章 運用「行星小齒輪」的機構

機構應用 3-1	思考旋轉軸與外圓周的移動方式，就能理解行星小齒輪的作動	50
機構應用 3-2	使用齒條及小齒輪型倍速機構讓氣壓缸的行程變成 2 倍	52
機構應用 3-3	使用帶有滾輪的鏈條輸送帶可讓輸送帶的搬運速度變成 2 倍	53
機構應用 3-4	使用擺線移動機構，讓機構邊旋轉邊運送物件到遠處	54
機構應用 3-5	使用行星齒輪就可做到 3 段變速	55
機構應用 3-6	使用均衡器讓形狀怪異的工件，能持續被往前推送	58
機構應用 3-7	使用差速齒輪就能建構扭力均衡器	59
機構應用 3-8	使用行星小齒輪讓單一動作牽引出不同時段的 2 個作動	60

## 第 4 章 運用「槓桿運動轉換與連桿聯結」的機構

機構運用 4-1	使用臂桿可以簡單地轉換運動方向	62
機構運用 4-2	用臂桿取代直動導塊就能完成的簡單設計	65
機構運用 4-3	將線性導塊換成臂桿，就可以自由配置驅動器	67
機構運用 4-4	被導引的手臂可用連桿棒來聯結	70
機構運用 4-5	使用連桿的沖壓移動機構	71
機構運用 4-6	使用伸縮手臂來聯結相同的臂桿	72
機構運用 4-7	使用滑槽塊讓臂桿和直動機構直接聯結	74
機構運用 4-8	使用滑槽塊的沖壓移動機構	76
機構運用 4-9	使用滑臂桿和滑槽塊，讓短行程的氣壓缸產生大範圍的往返運動	77

## 第 5 章 運用「肘節切換增力機構」

機構運用 5-1	若需要很大力道的話，就使用肘節讓它伸展到極限	80
機構運用 5-2	使用 2 根連桿臂來建構出肘節	82
機構運用 5-3	使用肘節來夾取工件	84
機構運用 5-4	臂桿的驅動部換成肘節，就可以在末端增力	87
機構運用 5-5	使用雙肘節可以讓行程的兩端減速停止	88
機構運用 5-6	使用滑槽塊、肘節、選擇桿的沖壓移動機構	89
機構運用 5-7	只要組合基本要素也能建構出如同「自動端子沖壓單元機構」	90
機構運用 5-8	使用伸臂連桿就可以從氣壓缸獲得很大的旋轉輸出動力	92

## 第 6 章 運用「平行連桿」的機構

機構運用 6-1	使用平行連桿讓工件做水平的上下移動	96
機構運用 6-2	平行連桿是由耳環式氣壓缸來驅動	97
機構運用 6-3	使用平行連桿的撿取與放置單元機構讓旋轉軸可以同期作動	98
機構運用 6-4	利用平行連桿來建構沖壓移動機構	100
機構運用 6-5	使用拉入型沖壓移動機構讓沖頭可以大範圍移動	101
機構運用 6-6	使用台形平行連桿來建構將重物上舉的升降台	102
機構運用 6-7	使用皮帶型平行連桿來建構小型平行連桿	103
機構運用 6-8	組合平行連桿與肘節，再以 1 個氣壓缸來驅動，就可以建構出撿取與移動單元機構	105

## 第 7 章

# 運用「臂力滑動」的機構

機構應用 7-1	要讓直進與旋轉這二者作動，就要透過滑槽塊的旋轉軸來引導	108
機構應用 7-2	步行機器人的腳是由滑槽型曲柄滑塊來驅動	109
機構應用 7-3	以曲柄來驅動臂力滑動塊，就變成了曲柄滑槽塊	110
機構應用 7-4	藉由臂力滑動塊的旋轉運動來驅動撿取與移動單元機構	111
機構應用 7-5	當臂力滑動塊的旋轉中心偏移，移動節距就會改變	112

## 第 8 章

# 運用「物件傳送」的機構

機構應用 8-1	使用止塊來促成行程末端產生動作	114
機構應用 8-2	使用觸發擋板讓下一個工件稍微等待	115
機構應用 8-3	使用擒縱器讓工件一個一個分離	117
機構應用 8-4	使用起動桿就能設定工件送出的時間點	118

## 第 9 章

# 運用「驅動往返作動」的機構

機構應用 9-1	提供機巧裝置動力的驅動器，其輸出動力有旋轉、擺動、直線運動	120
機構應用 9-2	應用線性導塊讓氣壓缸輸出動力來驅動臂桿	122
機構應用 9-3	旋轉機構是利用耳環式氣壓缸來驅動	124
機構應用 9-4	使用旋轉軸承讓馬達來驅動機構	127
機構應用 9-5	挖土機的驅動器是使用耳環式氣壓缸	129

## 第 10 章

# 運用「機械夾頭」的機構

機構應用 10-1	使用交替機構讓機械夾頭的開閉狀態不會出現失誤	132
機構應用 10-2	為了讓緊閉的力道維持不變就要使用肘節	133
機構應用 10-3	為了增強把持力可利用肘節來增強夾頭的力道	134
機構應用 10-4	利用曲柄的驅動讓夾頭的開閉能平穩地作動	135
機構應用 10-5	平衡夾頭就是要使用平行連桿	136

## 第 11 章

# 運用「連續旋轉作動轉換」的機構

機構應用 11-1	使用連桿棒來聯結旋轉運動	138
機構應用 11-2	聯結連桿臂的旋轉和直進運動，就能建構出往返直進運動	139
機構應用 11-3	使用曲柄以高速驅動平行連桿型撿取與放置單元機構	141
機構應用 11-4	雙側的曲柄臂可以用來驅動重大負荷的作業	142
機構應用 11-5	應用雙側支撐的曲柄臂，輸入單個旋轉動力，牽引出複數的曲柄動力輸出	143
機構應用 11-6	不使用凸輪而能建構出停頓期，就具備多重減速的功能	144

機構應用 11-7	使用臂桿就可以自由地變更曲柄的配置 .....	145
機構應用 11-8	使用臂桿滑槽塊來建構快速返回的往返運動 .....	146
機構應用 11-9	使用凸輪來建構理想的往返運動特性 .....	148

## 第 12 章 運用「區間制動塊」的機構

機構應用 12-1	使用區間制動塊來變更氣動氣壓缸的行程 .....	152
機構應用 12-2	使用區間制動塊，可讓連續往返運動的兩端暫時地被停止 .....	153
機構應用 12-3	使用帶彈簧的區間制動塊來建構出，在連續往返運動中只發生在單側的 停止位置 .....	155
機構應用 12-4	將彈簧聯動和區間制動塊組合在一起，就能讓單項的動力輸入得到 3 個時間點的 動力輸出 .....	156
機構應用 12-5	活用區間制動塊可以設計出，單一動作產出複數作業的單元機構 .....	157

## 第 13 章 運用「彈簧聯動」的機構

機構應用 13-1	善用彈簧產生的雙動作就可以操作動作時間 .....	160
機構應用 13-2	撿取與移動是使用彈簧聯動器的雙動作 .....	162
機構應用 13-3	使用區間塊與彈簧就能用 1 個氣壓缸來驅動撿取與放置單元裝置 .....	164
機構應用 13-4	使用鞋跟彈簧聯動器與肘節的撿取與移動單元裝置 .....	165

## 第 14 章 運用「摩擦力」的機構

機構應用 14-1	使用輕拂滑走單元裝置來建構雙動作 .....	168
機構應用 14-2	使用輕拂滑走單元裝置，就可以應用曲柄的中間動作 .....	170
機構應用 14-3	使用輕拂滑走單元裝置和凸輪，就可以用單個臂桿來驅動 P&P 裝置 .....	171
機構應用 14-4	使用摩擦和區間制動塊，讓單一氣壓缸來傳送工件 .....	172
機構應用 14-5	使用摩擦和曲間制動塊來建構撿取與放置單元裝置 .....	173

## 第 15 章 機巧裝置的設計

機構應用 15-1	機巧裝置是以最末端的運動作為導引來著手設計 .....	176
機構應用 15-2	設計 XYZ 軸能夠獨自驅動的手臂單元裝置 .....	181

後語 .....	185
索引 .....	186



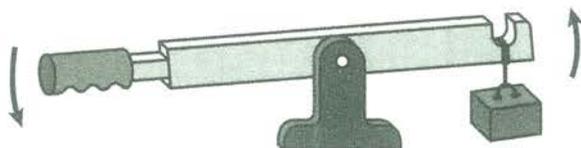
# 第 1 章

## 機巧裝置和機構 的設計思考

可以展現機構運用的樂趣，是「機巧法（Karakuri）」的一大魅力。它並不是簡易地利用電力等能源，而是在不須高預算就能呈現高效率的作動中，讓人感受到它深奧的醍醐趣味。

「機巧法」看似複雜，也有人認為它的機構是不受限的。其實機巧要素的典型機構，只有幾種類型。只要將這些要素靈活組合，就能設計出「機巧機構」。

重要的是，針對「機巧法」基本機構要素的運動特性和力特性等特徵，應具有深度知識與了解。例如，透過將機構分類成改變運動的機構、傳遞運動的機構、用於抓住時間點的機構等，需能夠理解其基本的要素，才是能自由設計「機巧裝置」的第一步。



## 機構應用 1-1

# 輸出 2 倍力量 變換的速度就會減半

應用  
要點

這裡提到的是具有動力，且只由機械部品所構成的機構。此機構的主動側一旦提供動力並產生動作，從動側就會獲得動力及動作。因為變換的過程中沒有獲得其他動能，所以輸出（從動）的動能大小不會超過輸入（主動）的動能。

### 1 貯存機構的動能

正如圖 1-1-1 所示，這個單純的機構裡能保有改善效能及運動動能。如果沒有因為摩擦及振動等機械方面的損失，輸入的動能會在維持原狀的情況下傳送到輸出動能這一側。

也就是說，機械的主動側提供的動能，等於從動側所輸出的動能。

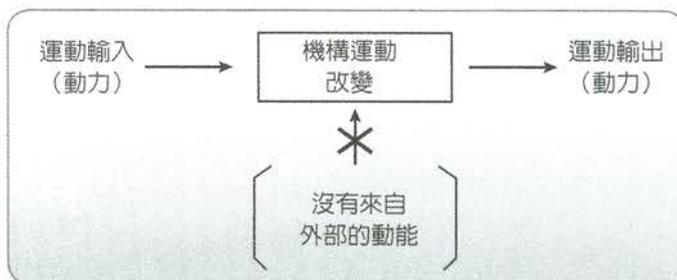


圖 1-1-1 機構裝置

### 2 從力矩來探討槓桿的力量特性

從機構裝置裡，動力輸入端的動作與動力輸出端的動作也是可以變成一樣的。

施與動作的力量 ( $F$ ) 與移動距離 ( $X$ ) 相乘是  $FX$ ，因為動力輸入側與動力輸出側是相同的，當要倍增動力輸出側的移動距離時，動力輸出量就會減半。

我們可以從圖 1-1-2 來探討。從旋轉中心的支點到主動側的施力點的長度是  $2a$ ，那麼支點與抗力點之間的長度就變成  $a$ 。 $F_1$  是主動側的動力，從此側所傳送的力矩是  $X_1$ ，當從動側的動力是  $F_2$ ，它的力矩是  $X_2$ ，就可得到公式：

$$F_1 X_1 = F_2 X_2 \quad \text{公式①}$$

當  $X_2$  的力矩是  $X_1$  的  $\frac{1}{2}$ ，也就是  $X_2 = \frac{1}{2} X_1$ 。將它代入公式①的話， $F_1 X_1 = \frac{1}{2} F_2 X_1$ ，也就是  $F_2 = 2F_1$ ， $F_2$  是  $F_1$  的 2 倍。

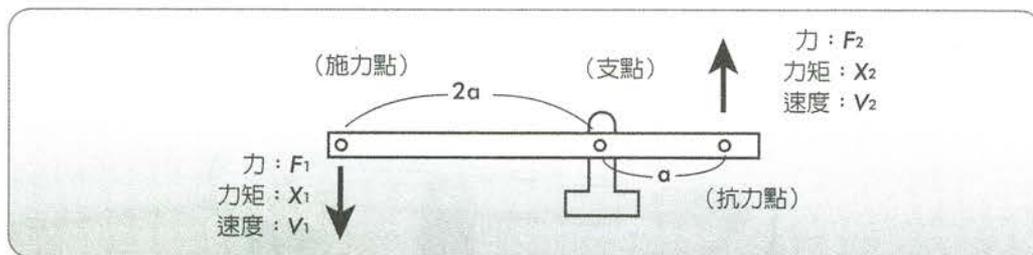


圖 1-1-2 槓桿的情況

當力矩減半的話，力量就會倍增。當從動側的移動距離一減半，平均單位時間的移動距離裡的速度也會變成一半。而一旦此處速度減半，當然就可以把力量增強一倍。速度與力的關係如下：

$$V_1 F_1 = V_2 F_2 \quad \text{公式②}$$

相對於機構的動力輸入，在從動側的力矩會變成一半。當速度減半的話，從動側的力是主動側所提供動力的一倍。換句話說，當動力增加的話，從動側的力矩會小於主動側，所以它很方便被使用在讓速度變小的機構。從動側力的大小會因為變換速度及力矩變小而變大。用公式來看的話， $F_1 X_1 = F_2 X_2$ ，從動側的動力  $F_2$

$$F_2 = \frac{X_1}{X_2} F_1 \quad \text{公式③}$$

也就是說，力矩比是依反比來輸出動力。至於速度也是一樣的，由於  $F_1 V_1 = F_2 V_2$

$$F_2 = \frac{V_1}{V_2} F_1 \quad \text{公式④}$$

輸入的動力  $F$  是以  $\frac{V_1}{V_2}$  的動力比傳送到從動側。

### 3 不管任何機構，力量與速度的關係是不會變的

如圖 1-1-3，在使用齒輪的機構裡，其速度與力的關係也是一樣的。由於  $F_1 V_1 = F_2 V_2$  的關係，若是使用在齒輪速度減半的機構，從動側的力是主動側 2 倍。

反之，在圖 1-1-3 裡，當動力是從從動側傳送到主動側的話，力量將會減半，而速度則會倍增。

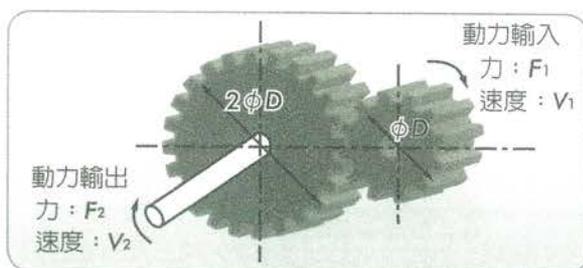


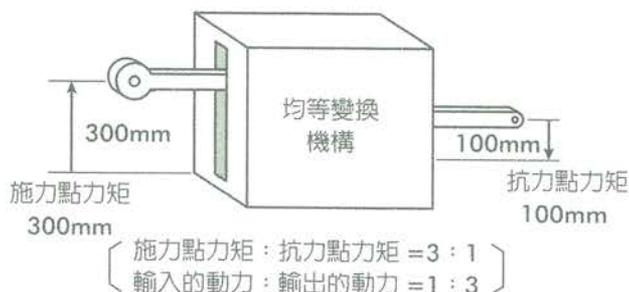
圖 1-1-3 齒輪的狀況

#### 重點提示

在沒有摩擦的理想狀態下，任何位置的均等變換機構，其動力輸入與輸出都會以一定的變換比例發生變化。這樣的機構，其施力點的力矩與抗力點的力矩成反比。

如果是均等變換的機構，就

算不清楚機構的構造，只要了解力矩及速度的變換比率，就能知道它的動力大小。



# 使用槓桿的重點就在 支點、施力點、抗力點間的距離



槓桿有 3 個點，會根據從支點到施力點的距離與支點到抗力點的距離的比，決定抗力點產生的力量大小。

## 1 施力大卻只能動一點點的機構

施力大的機構，即使施力軸的動作很大，但它施力對象的抗力點卻只會動一點點而已。

機構的速度一變慢力量就會變大。比起施力點，抗力點的抗力臂就會變小，也就是力量就變大。

在均等增大力量機構的槓桿構造，因為施力臂一變大它另一端的抗力臂就變小，力臂比是成反比例的，所以力量就變大。這種增力機構就被用在圖 1-2-1 的拔釘器及圖 1-2-2 的翹桿上。

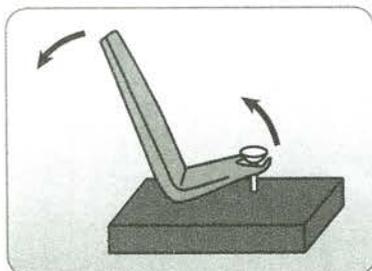


圖 1-2-1 拔釘器

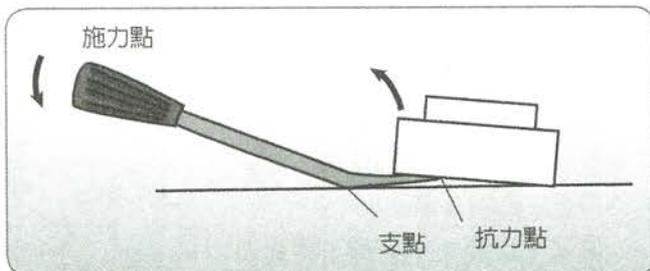


圖 1-2-2 翹桿

## 2 注意鎖螺絲槓桿的效果

如圖 1-2-3 所示，它是利用氣壓缸的上下作動，靠著推送頭將工件從上往下壓的裝置。

當要組裝這類機械的附屬構造元件時，槓桿會施加意想不到的力量在螺絲上，導致螺絲鬆脫、破損。

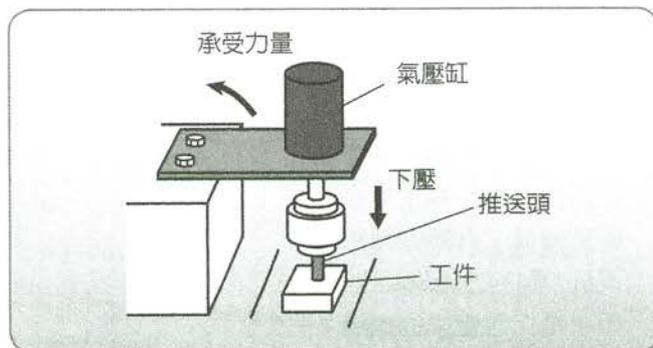


圖 1-2-3 上下作動單元機構

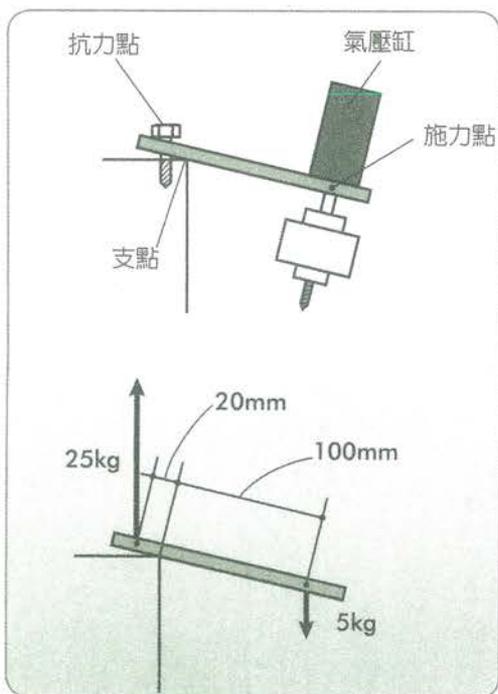


圖 1-2-4

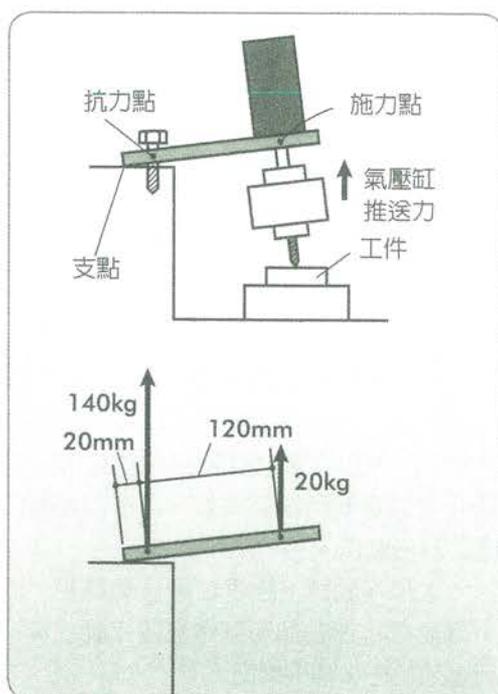


圖 1-2-5 不合適的組裝方法

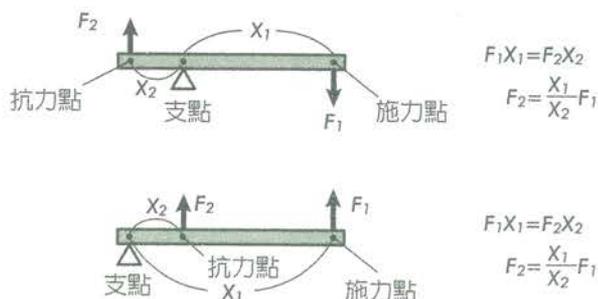
如圖 1-2-4 所示，重量是 5kg 氣壓缸，它組裝的角部到螺絲的距離是 20mm，當從角部到氣壓缸部是 100mm 的距離，那麼螺絲就得承受比氣壓缸部重 5 倍的力量，也就是 25kg。

另外，在圖 1-2-5，當氣壓缸下降施力於工件時，螺絲又會承受更大的力量。

在這個例子裡，當氣壓缸是 20kg 的力道時，螺絲就會承受 140kg 的力量，而它的組裝板所承受的彎曲力道也會變大。

### 重點提示

槓桿的原理是，只要把重點放在支點、施力點、抗力點這 3 點距離的關係，就能了解所產生的力道大小。



支點與施力點的距離 × 施力大小 = 支點與抗力點的距離 × 抗力點所產生的力

## 只要記住改變轉速、方向、傳達動力這3種功能的機構就可製作機巧裝置

應用  
要點

機巧機構，就是為了完成機巧的最終目的所需產出必要動作的機構。幾乎所有作為機巧動力來源的驅動機構，都類似這種只有單純的轉動或直線作動的馬達及氣壓缸，所以使用這種機構就需要將對象的動作進行轉換。

### 1 頭部擺動的基本動作就是往返運動

圖 1-3-1 所示，正是一邊擺動腳和頭一邊前進的人形機巧機構。當與地面接觸的輪子轉動時，頭和腳就會同時跟著擺動。這種頭和腳的作動就是最終的動作。

人形作動時，輪子也會連續轉動。這種輪子一轉動就會連動頭和腳做搖擺作動的構造，應該可適用於任一種機構吧！

像這個時候，只是把輪子和頭串聯起來就可以變成一個單獨機構的想法，並不是一個好方法。

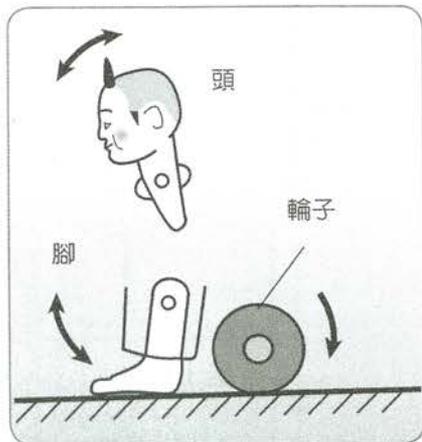


圖 1-3-1 機巧裝置的動作部

### 2 為了驅動最終端的 3 個功能

在這個情況裡，是需要把連續的旋轉運動，變成行程受限的往返運動。而且這個運動也一定要傳達到腳和頭。

以下針對具有 3 種功能的機構分開說明。

#### ① 將旋轉運動變成往返運動的機構

是一個能將輪子的旋轉運動變成往返運動的機構。為了讓頭和腳能連續地往返作動，就一定要將輪子連續的旋轉運動變成往返運動。

#### ② 改變運動方向的機構

將輪子的旋轉運動變成往返運動後，必須能和頭部的搖擺運動維持在同一平面、同一方向才行。因此就必須是一個能變換成往返運動並輸出動力的機構。

#### ③ 傳達動作的機構

變換後的動作要和頭及腳的驅動部相聯結，同時，也需要調整它的行程，才可以聯結並配合目的對象的行程。

### 3 3 種功能要個別組合後再做聯結

為了讓頭和腳同時作動，而使用這 3 種功能輪子的旋轉動力，組成如圖 1-3-2 的機構。該機構因為已融入了①②③的 3 種功能，所以當輪子轉動時頭和腳就會跟著運動。

具往返運動功能的機構會使用到連桿。所以當連桿作動時就會變換成如使用槓桿一樣的上下搖動運動。這是一種槓桿的動能會透過連桿傳達給頭和腳的驅動部的構造。

就算是同樣頭部擺動的人形，也可以有如圖 1-3-3 的構造。在這個事例中，是使用握柄滑塊將輪子的旋轉變成往返運動，再將動能傳達給用連桿相聯結的最末端的頭和腳的驅動部。

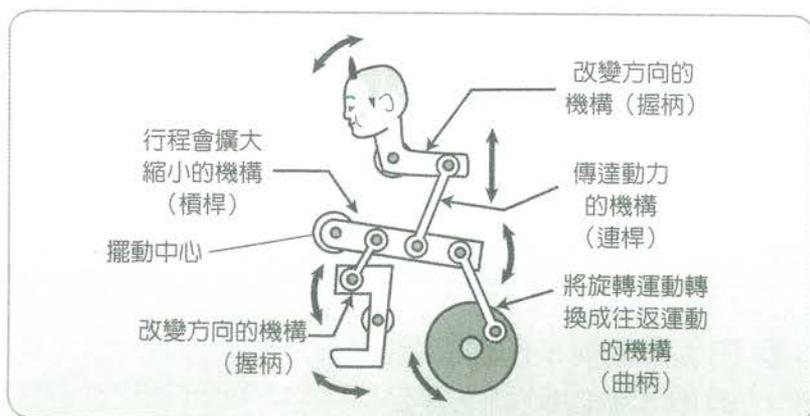


圖 1-3-2 旋轉運動的轉換事例 1

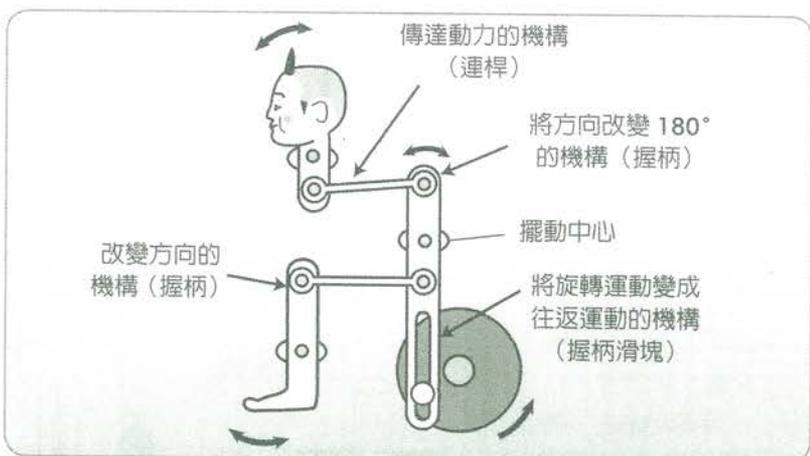


圖 1-3-3 旋轉運動的轉換事例 2

### 重點提示

因為作為最終目的頭和腳是以旋轉軸為中心的擺動運動，就如圖 1 所示，旋轉軸是固定住的。但在這種狀態下因為無法靠外部的作動來驅動它，所以需要如圖 2 所示，在任一位置再聯結一個臂桿。



如圖 3 所示，為了能驅動目的部而裝上手臂的驅動部，因為具有驅動功能而稱為「扶手」。在機巧機構裡，會在最終端裝上「扶手」來聯結動能源頭。

## 機構應用 1-4

# 將驅動機構的動作改成手動 就能建構出「簡易機巧裝置」



將馬達及氣壓缸拆除改成手動操控，就能了解機巧裝置的基本架構。

### 1 由驅動機構來作動的裝置

如圖 1-4-1 所示若能將該重物稍微上舉，並放到下方的台車上的話就可以隨處移動。如何建構能將重物上舉的這種裝置呢？

當要設計這樣的裝置時，多會朝向「開始去探索向上抬舉且能上下作動的操作裝置」來思考。

說不定會往，在物件的上方裝氣壓缸的方向進行。正如圖 1-4-2 所示從上方吊起物件，或是以裝有臂桿的大型 Robo 氣壓缸，如圖 (2) 所示將物件上舉的方法。

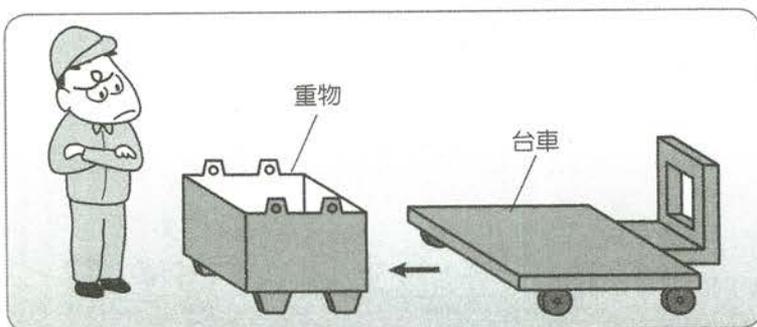


圖 1-4-1 將大件物品上舉並放在台車上

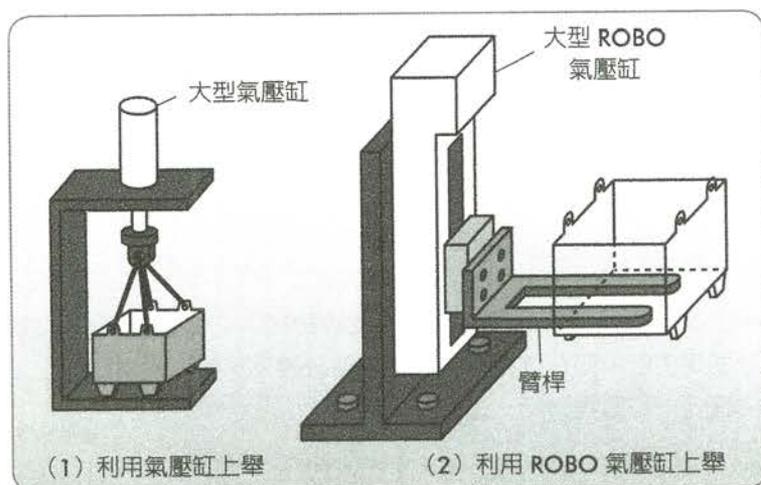


圖 1-4-2 配合目的對象的動作而直接組裝的驅動器設計

### 2 捨棄驅動器 改成手動裝置

本裝置嘗試捨棄驅動機構，改為手動方式作動。在圖 1-4-3，將原本利用氣壓缸上舉鋼索的方式改成使用捲揚器，靠著握柄旋轉就能把物件上舉。

當物件很重時，減速齒輪的減速比就要變大。由於手一離開握柄的話物件就會掉落，所以要像圖 1-4-4 所示，加裝一個在停止時能固定握柄的反轉止動棘爪。

圖 1-4-5，是用螺旋桿來取代 ROBO 氣壓缸，利用轉動握柄讓臂桿上下作動。

這裡應該注意到的是，當螺桿的螺距變粗的話，物件會有掉落的危險。像這樣由馬達和氣壓缸所構成的操作裝置，只要用手動來取代它的操作裝置，也可以組成簡易的機巧機構。

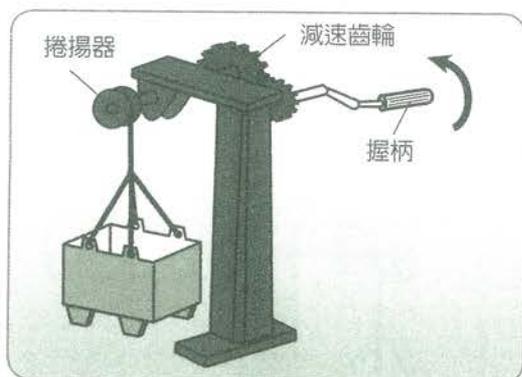


圖 1-4-3 手動式上舉裝置

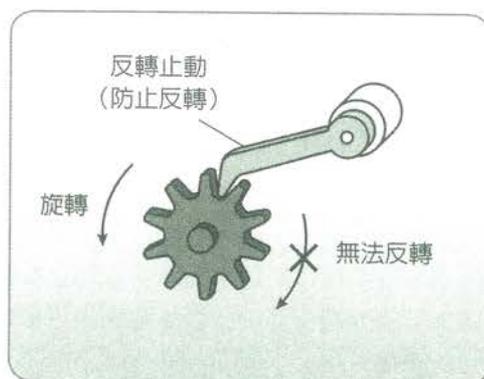


圖 1-4-4 反轉止動

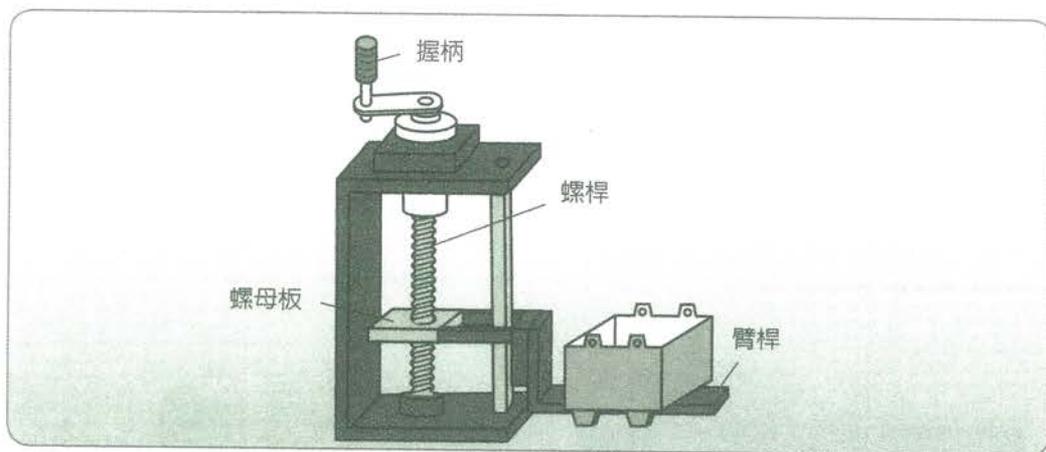


圖 1-4-5 利用握柄和螺桿的上舉裝置

### 重點提示

驅動器就是，輸入如馬達所提供的電力後再輸出機械的動能，而氣壓缸是提供氣壓動力後輸出機械的動能。這是一套能把所輸入的各種動能轉換成作動及動力的構造。這裡所說的驅動器，是不需要轉換動能，只輸入機械式作動然後再輸出機械式作動，如此單純的機構。當我們能自由地應用驅動機構，既可以改變運動方向，也能在必要的地方輸出很大的動能，當然也可以做複合裝置的設計，它是一種能讓人自由發揮的機構。為了能夠有這樣的發想，就必須牢記驅動機構的基本要素，且熟知每個要素的運動特性及機能等的特徵。

# 組合二種驅動機構以建構出 兼具二者特性的「機巧裝置」



把可以改變作動的複數驅動機構加以聯結，就會在最終端輸出結合所有驅動機構特性的動作。

## 1 捲揚器與反轉止塊的聯結

在圖 1-5-1 的手動捲揚裝置，當手一離開旋轉握柄的話，吊掛的物件就立刻掉落。因此，需要在作動途中插入可以防止反轉的機構，以改善在途中即使手離開也不會有安全的顧慮。

圖 1-5-2 與照片 1-5-1，是使用連主動軸也無法驅動，而由蝸輪組所組成的代表性機構的安全對策。這是當蝸桿上的蝸輪轉一圈，只會傳送 1 個齒的高減速構造。因為蝸桿與蝸輪相接觸會使得摩擦角變大，所以即使蝸輪側承受推力，蝸輪也不會轉動。

因為使用蝸桿作為反轉止塊，所以會依循蝸輪的作動而大幅減速，導致即使拚命轉動握柄也很難讓物件上揚。

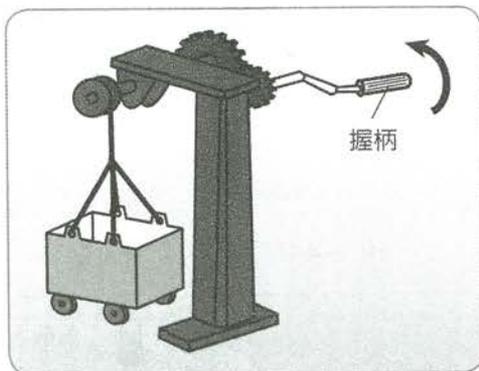
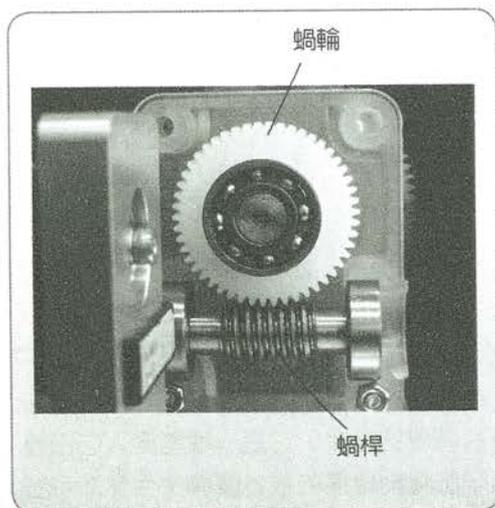


圖 1-5-1 手動捲揚裝置



照片 1-5-1 蝸輪組 (MM-VM160)

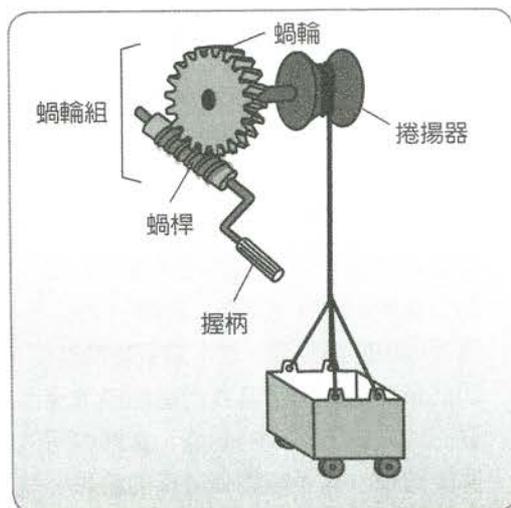


圖 1-5-2 使用蝸輪組的反轉止動

## 2 增速機構的聯結

如圖 1-5-3 是在握柄處裝上增速齒輪，來讓蝸桿可以高速旋轉的構造。這個裝置是結合了捲揚器、蝸輪、增減速齒輪這 3 個機構的作動特性，使物件上舉。

在單一機構的裝置裡，只是聯結或是插入具有其他特性的機構，就能建構出兼具 2 種特性的機構。

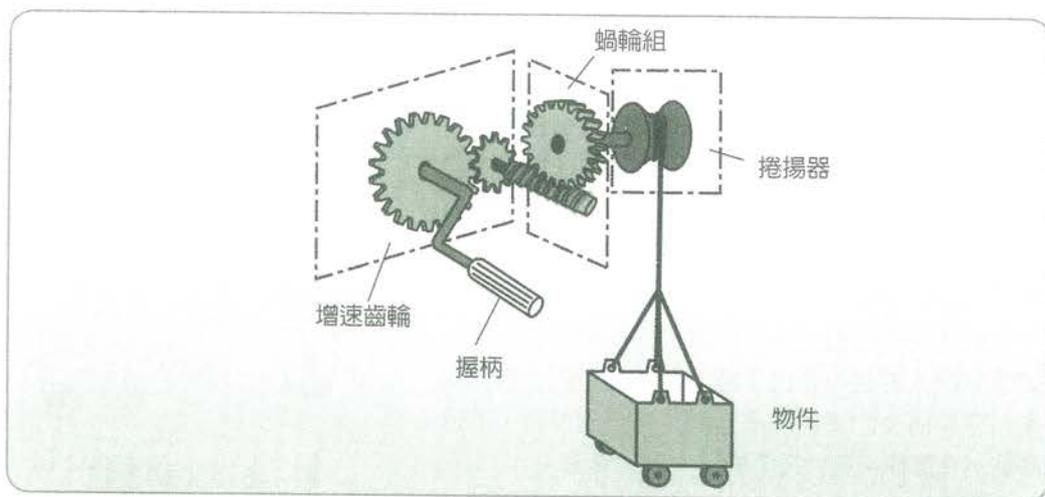


圖 1-5-3 3 個機構的組合



### 重點提示

設計機巧裝置其中一個有效的技巧是，把最終端的運動特性分解成單純的運動特性要素，然後再選出符合所需要素的機構來進行組合。在機構應用 1-5 的事例中，是由物件上舉機構與反轉、止動機構所組合而成的基本構造。若想要提高速度，只要加裝增速機構即可。

圖 1，是使用反轉止動棘輪的事例。它的捲揚機構的捲揚器並不需要做變更，而是用棘輪來取代蝸輪就能達到反轉止動的功能。

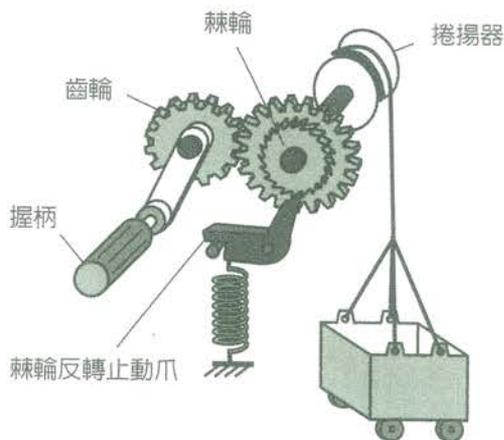


圖 1 使用棘輪來防制反轉

# 反轉運動的方向 就能建構出好操作的「機巧裝置」



以容易施力及變更運動的方向為著眼點，就能夠建構出容易操作的機構。這種方向變更的代表機構就是「臂桿」。

## 1 思考它的操作方向

如圖 1-6-1 所示，讓我們來探討上舉重物的狀況。這對一般人來說，最先想到的就是「既然是要上舉，那就從上方來拉抬」的機構。然而，一旦靠人力來往上拉抬的話，不單只有物件的重量，還有機構本身的重量。

比起往上拉抬，往下拉似乎會比較容易，所以會想到讓人的動作是往下拉，而物件是往上抬的機構。在建構反向運動的構造時，常用到滑輪，而且滑輪上有臂桿，組合後就成了大型的構造。



圖 1-6-1 上舉重物

## 2 使用反向器來改變方向

具有簡單反向運動功能的機構就是「反向器」。反向器如圖 1-6-2 所示，是運用直臂桿形成一個如翹翹板的單純裝置，讓方向做  $180^\circ$  改變。

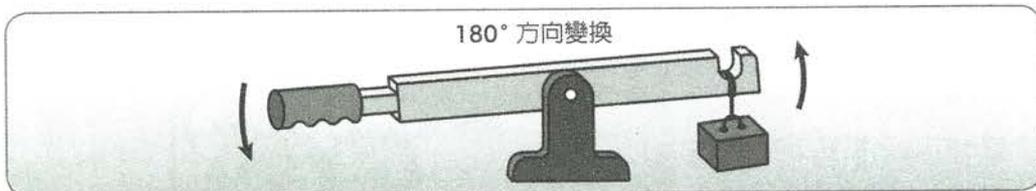


圖 1-6-2 反向器具有簡單的反向運動

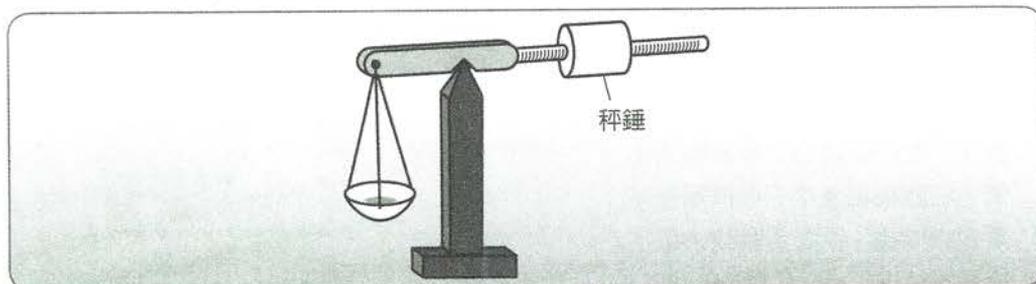


圖 1-6-3 使用反向器的天秤

圖 1-6-3 是使用反向器的天秤。因為主動側和從動側的力量都是向下，以取得平衡。

### 3 以腳踏板來上舉的逆向思考

在圖 1-6-4，把上舉動作的反向器予以反轉，就成了用腳踏板來上舉的機構，將作動  $180^\circ$  變換後就更容易操作。

但是，這樣的機構真的沒有問題嗎？

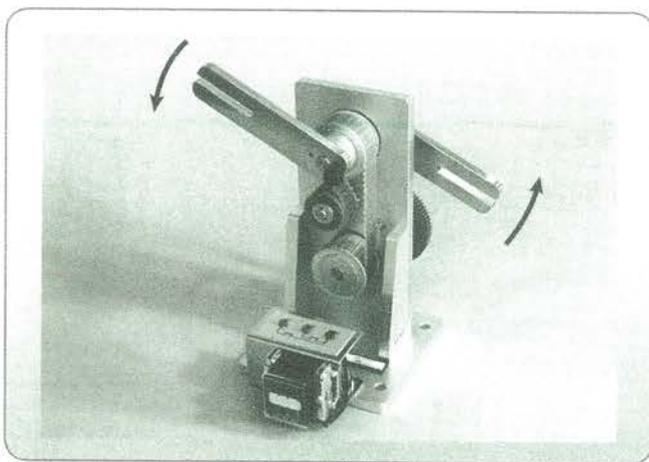
靠人力來拉抬的話，物件就算有幾十公斤重，但只要人的力氣足夠還是可以操作，但因為是使用反向器，所以施力一定會比人的體重還要來得大。

所以當我們在進行機構變更時，不要只想到優點，也要去檢討相對應的變化條件。



圖 1-6-4 腳踏板的上舉裝置

照片 1-6-1 呈現反向器的外觀。



照片 1-6-1 反向器 (MM-VZ510) 的實物照



#### 重點提示

反向器，常用於槓桿及天秤這類為人熟知的機構，特點在於「具有  $180^\circ$  改變方向後輸出動力的功能」。當我們在設計機巧機構且希望有反向作動時，就要立刻聯想到反向器，以便快速完成設計作業。

# 將基本要素加以組合就能完成可控制在水平位置不往下掉的「機巧裝置」



將具有單純作動機構的要素組合在一起，就能建構出功能多元的「機巧裝置」。

## 1 防止落下的擋塊

圖 1-7-1 的機構是利用腳踏板將重物上舉，若腳一旦離開腳踏板，物件就會馬上掉落。可以試著在它停止上舉的地方，追加一個防止落下的擋塊。

如果有類似擋塊的這種東西，如圖 1-7-2 所示放個石頭也是可行的。但問題是該由誰來放石頭呢？所以就不必使用石頭，試著製作出能在作動的最終端處裝上支撐棒的機構，稱為「肘節」。

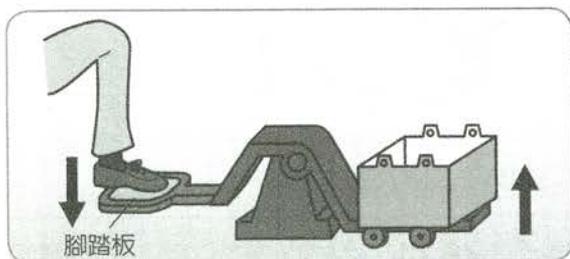


圖 1-7-1 利用腳踏板上舉

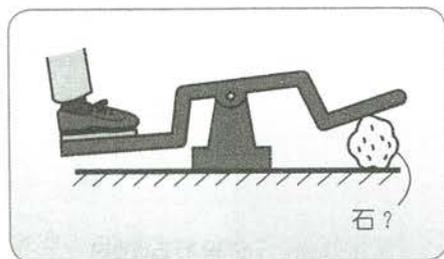


圖 1-7-2 把石頭當擋塊使用

## 2 肘節的支撐棒

圖 1-7-3，是在腳踏板的部位裝上肘節，在最後的踩踏段肘節的延伸會被中止，是一種防止回復的作用。

當腳向下踩踏到最後段，肘節就會變成支撐棒並呈現延伸中止的狀態，此時來自臂桿的力量因為不會傳送到腳的位置，就會像圖 1-7-4，在上舉停止處保持安定的狀態。

肘節為了發揮支撐棒的功能，它的停止位置應該要再超過中止延伸處多一些才行。

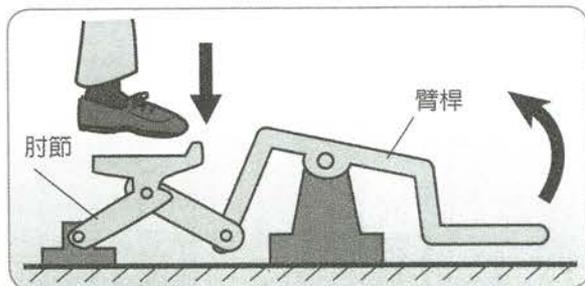


圖 1-7-3 利用肘節來保持

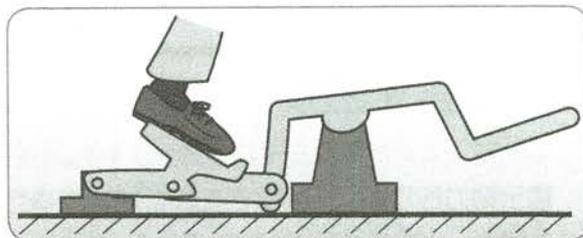


圖 1-7-4 肘節延伸中止的狀態

### 3 與平行移動機構相組合

在圖 1-7-3 的情況下，因為臂桿是向上傾斜的，所以承載的物件會有移位的可能性。

此時要考慮使用讓承載物件的平台能夠平行移動的機構，當使用可以平行移動的平行連桿來組裝時，可以考慮如圖 1-7-5 的機構。這個承載物件的上下裝置是由肘節與臂桿，還有平行連桿這 3 個機構組合而成的。

像這樣把各種機構要素具有的功能予以組合，就可以建構出能達成目的的機械。

想要培養出機構的應用能力，最重要的是要先清楚機構單體的構造及功能。

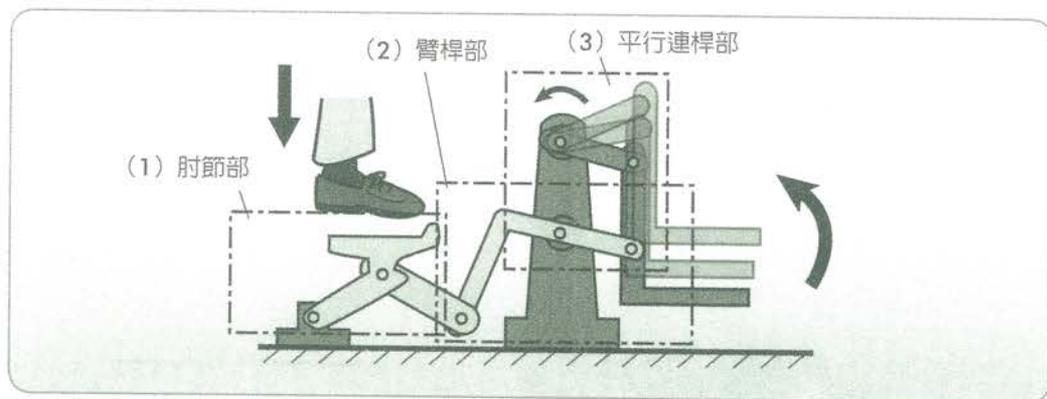


圖 1-7-5 使用平行連桿上下的機構



#### 重點提示

在最後完成的圖 1-7-5 的機構裡，是由圖 1 的肘節和圖 2 的臂桿以及圖 3 的平行連桿，這 3 個機構所組合而成，當我們在設計機巧裝置時，要去分解出最後所需要的功能，應具備的單純運動的要素。

然後從分解出來的每個要素中選出可以被實現的機構，再加以組合，就構成了整個機構。

為了能夠完成這樣的設計，應該要熟記單元機構要素的名稱以及相關的深度知識。

一旦我們需要支撐棒的功能時，腦海中就會立即浮現出具備該功能且最合適的機構「肘節」，這是建構優良設計的勝負關鍵。





## 第 2 章

# 「均等變換」 的機構

機構可區分成均等變換機構和不均等變換機構。

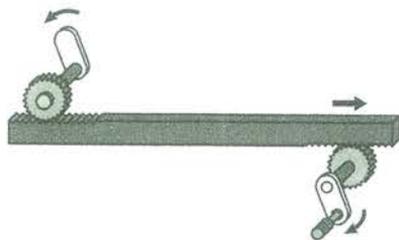
為了達成運用自如的第一步，就是讓大家都熟悉且認知它是相當易於理解的均等變換機構。

所謂的均等變換機構，就是「不管在任何場合，它的輸入動力到輸出動力的變換都是成一定比例的機構」。

例如，減速比是 5 : 1 的齒輪，不管它旋轉幾圈，都和輸入角度無關，都是以 5 : 1 的比例在作動。對於主動側的速度是從動側的  $1 / 5$  的減速齒輪來說，從動側的動能一般都是主動側動能的 5 倍。

對皮帶輪及蝸輪組這類的機構也是一樣，主動軸每轉 1 圈從動軸的移動量是一定的，所以也是均等變換機構。

其他如齒條和小齒輪、滑輪也都是均等變換機構。



## 機構應用 2-1

# 使用齒輪以便更有效率地 改變運動方向

應用  
要點

齒輪是可以做到讓旋轉運動的增速、減速，或是旋轉動力的增力、減力，所使用的均等變換機構。傘型齒輪和螺旋齒輪更可以改變旋轉軸的方向，也能作為改變方向及傳達作動的機構來使用。

### 1 正齒輪

圖 2-1-1 與照片 2-1-1 的「正齒輪」，其齒輪旋轉運動可以將動力傳給另一個齒輪。當傳動軸的轉數變大，動力就會變小。在圖 2-1-2 裡，是由多個正齒輪所組成，藉由輸入握柄來轉動①的正齒輪。而比齒輪①外徑還大的正齒輪②，因為齒輪①的傳動牽引而轉動且轉速會變慢。

與②的齒輪成為一體的齒輪③，也是和齒輪②以相同速度做緩慢轉動。當齒輪③把動力傳送給大外徑的齒輪④時，齒輪④的轉速會變得更慢，最終從動軸會比主動軸得到更大的減速效果。

正齒輪因為旋轉的傳達方法是由旋轉盤的外圓周來驅動，可說是一種幾乎不受摩擦影響，且動力不會損失的傳動方法。在圖 2-1-2，若是由從動軸來傳達動力的話，它這種能讓主動軸旋轉的方式就成了「可逆傳動機構」。特別注意的是，旋轉方向會因齒輪的個數而改變。

正齒輪是在一個圓周裡，將齒依垂直方向做等間隔排列的構造，所以二個齒輪的嚙合狀態會經常發生變化，當一個齒輪從開始嚙合另一齒輪的齒間到離開的過程中，嚙合狀態就會發生變化。

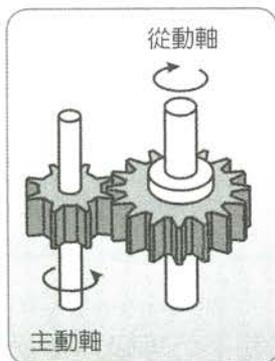
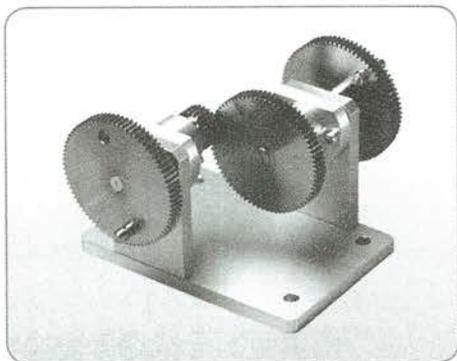


圖 2-1-1 正齒輪



照片 2-1-1 正齒輪 (MM-VM150)

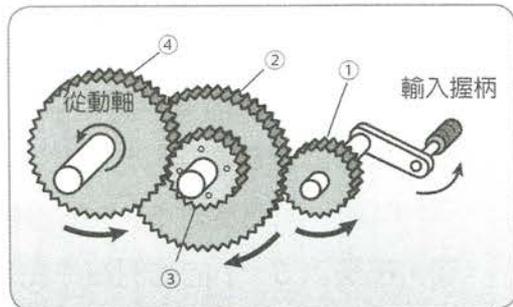


圖 2-1-2 正齒輪的高減速

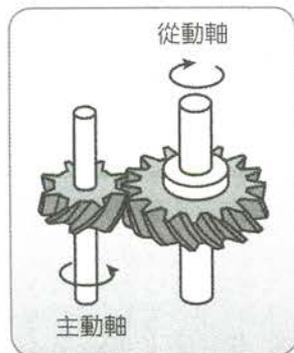


圖 2-1-3 螺旋齒輪

## 2 螺旋齒輪

當正齒輪的齒筋呈斜面時，就成了圖 2-1-3 的「螺旋齒輪」。因為是斜面，所以當一個齒筋從開始咬入另一齒輪的齒筋到離開的時間就會變長，而且，當第一個齒還在嚙合狀態中，第二個齒就已經開始要做嚙合了，如此安定的嚙合狀態，能夠得到平順的動力。正如同圖 2-1-4 所示，會依照齒的傾斜狀態而產生分力，且會出現在齒輪的旋轉軸方向，變成軸方向的脫離力量。這種軸方向的力量就稱為「軸向推力」。在需要承受重大的軸向推力時，應該要考慮使用滑動軸承（止推軸承）。

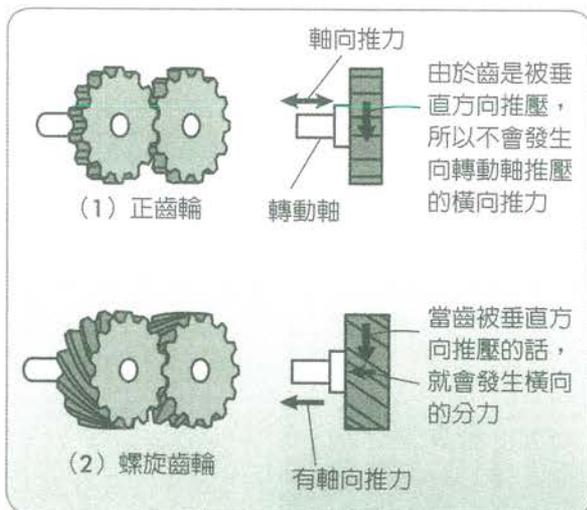


圖 2-1-4 正齒輪與螺旋齒輪

## 3 人字齒輪

圖 2-1-5 的「人字齒輪」，是由二個螺旋齒輪互相嚙合的構造，從正面看其齒筋呈現 V 字形。當左右齒輪轉動時，會產生大小相同的軸向推力，因此相互抵消，不會發生軸向推力，這也使得軸承的壽命得以延長。

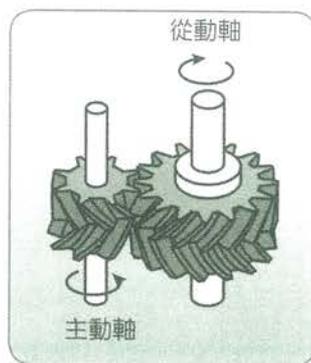


圖 2-1-5 人字齒輪

## 4 傘型齒輪

「傘型齒輪」可用於在同一平面上當要改變不同角度動力的時候。當改變互相嚙合的二個齒輪的齒數的話就會產生增速或減速的效果。

在圖 2-1-6 裡，是二個相同的傘型齒輪互相嚙合的事例。當主動軸轉動時角度會轉成  $90^\circ$  方向傳送到從動軸。傘型齒輪也和正齒輪一樣，齒筋是斜面的，所以轉動時非常平順。這樣的齒輪就稱之為「蝸線斜齒輪」。圖 2-1-7 就是蝸線斜齒輪的事例。其主動軸和從動軸可以利用旋轉軸承，來讓齒輪不受軸向推力的影響。

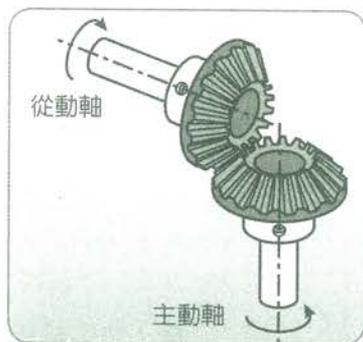


圖 2-1-6 傘型齒輪

## 5 螺旋齒輪

圖 2-1-8 稱為「螺旋齒輪」（傳動裝置），是由兩個螺旋齒輪組合構成的。兩個齒輪的軸線呈某個角

度相交而嚙合。當齒的角度呈  $45^\circ$  時，軸線是呈  $90^\circ$  相交。改變齒的角度的話，可以把軸線改變成不同的角度。因兩個齒輪的軸心不在同一平面也不相交，所以可以使用在需要改變旋轉軸高度的地方。在齒的角度變更使用上也能做  $90^\circ$  角以外的方向變換。

照片 2-1-2 為傘型齒輪實物照。照片 2-1-3 為螺旋齒輪實物照。



照片 2-1-2 傘型齒輪



照片 2-1-3 螺旋齒輪

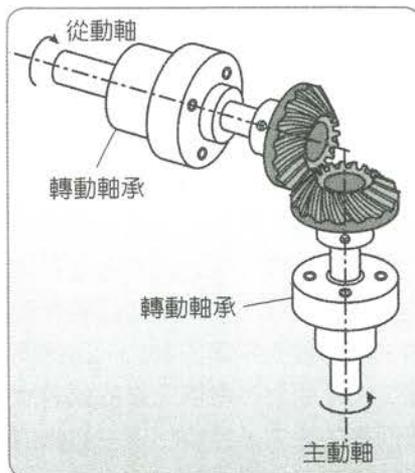


圖 2-1-7 蝸線斜齒輪

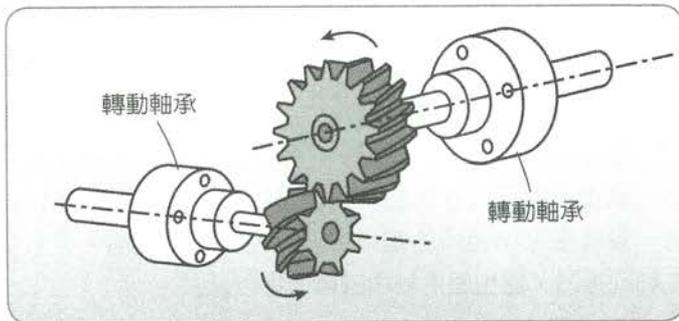


圖 2-1-8 螺旋齒輪

### 重點提示

傘型齒輪的旋轉軸是在同一平面，所以軸線成一點相交，且通常只會在其中的一個轉軸上裝上軸承。而螺旋齒輪的轉軸不相交，所以兩個轉軸上都裝上軸承。

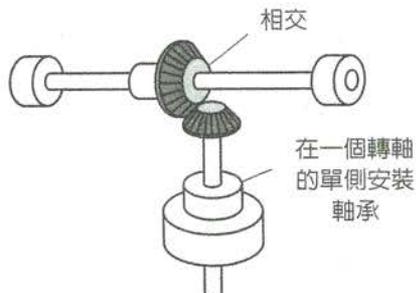


圖 1 傘型齒輪

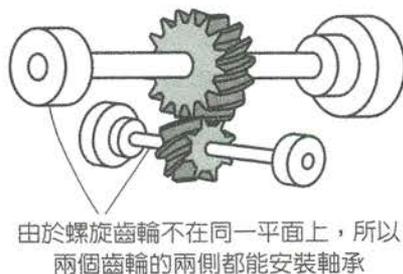


圖 2 螺旋齒輪

## 機構應用 2-2

# 使用齒條及小齒輪將環形旋轉均等運動變換成直線運動



如同馬達一樣，想將環形旋轉的動力，改變成直線運動的典型機構之一就是「齒條及小齒輪」。使用齒條及小齒輪，成本既便宜，又可在環形旋轉與直線運動之間做轉換，所以常應用於機巧機構。

### 1 使用齒條及小齒輪的鑽床

圖 2-2-1 是使用齒條及小齒輪，來牽引槓桿的旋轉，進而讓鑽頭做直進動作的鑽床構造的事例。

Rack 是「直線齒條」，而 Pinion 則是「小齒輪」。小齒輪的外徑變大的話，齒條的移動行程也會跟著變長。當齒條的移動量變大的話，鑽頭的下壓力道就變小。當需要強大的下壓力道的話，小齒輪的外徑就會變小，齒條的移動行程也會跟著變短。

### 2 使用齒條及小齒輪的裝填裝置

圖 2-2-2 是一個裝填裝置中，將工件上舉而使用齒條及小齒輪的事例。

因為是從裝填裝置的上方依序拿取工件，當光電感應器變成 OFF 時，馬達就開始轉動，此時齒條會往上移動直到光電感應器變成 ON 才停止上升。

在上升途中，當上限的微動開關變成 ON 時，就會發出裝填裝置已經空無一物的警告並關閉馬達。

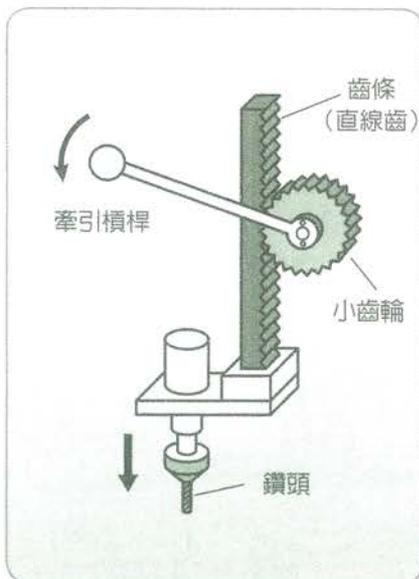


圖 2-2-1 鑽床

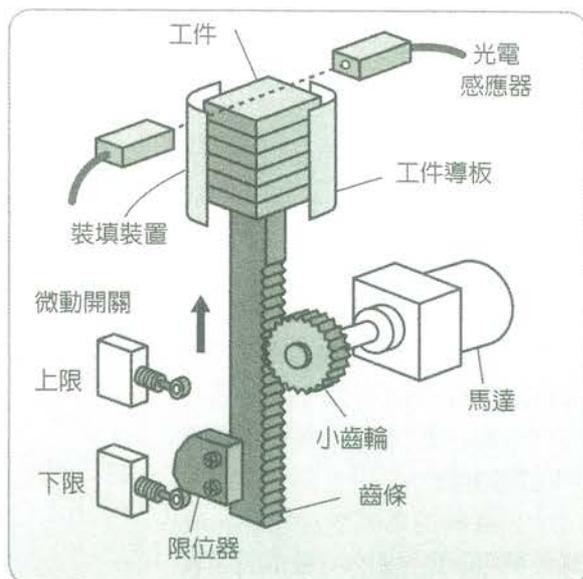


圖 2-2-2 工件的上舉

一發現警告聲響的作業員，就會採手動操作讓馬達反轉，直到在下限的微動開關變成 ON 時，才又開始讓裝填裝置疊放工件。當馬達停止時，會因齒條和工件的重量導致齒條下滑，所以應該採取在馬達和小齒輪之間，加裝蝸輪等具有防止反轉功能的機構，或是改成附有煞車的馬達等等的對策。

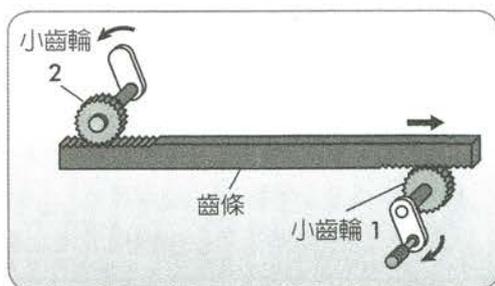


圖 2-2-3 運動的傳達

### 3 使用齒條及小齒輪的運動傳達

圖 2-2-3 是使用齒條及小齒輪的旋轉運動傳達方法的一個事例。靠著小齒輪的旋轉來驅動齒條，進而驅動其他小齒輪。這樣的功能雖然在鏈條和正時皮帶相同，但若受限於旋轉角度時，使用齒條及小齒輪就會更加簡單。實際的齒條及小齒輪就如同照片 2-2-1 的構造。



照片 2-2-1 齒條及小齒輪 (MM-VM110)

### 4 使用齒條及小齒輪來變換直線運動的方向

圖 2-2-4 是使用齒條及小齒輪來變換直線運動方向的事例。

齒條 1 因氣壓缸牽引而前進、後退的話，會讓小齒輪 1 轉動，並驅動在同一轉軸上的小齒輪 2 轉動，進而讓齒條 2 上下移動。由於齒條 2 能夠組裝在任何角度，變換直線運動的方向。

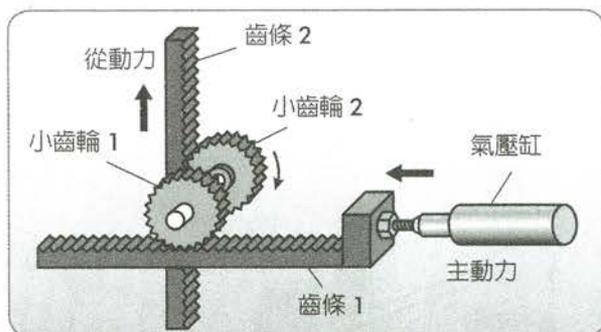


圖 2-2-4 直線運動方向的轉換

### 5 使用齒條及小齒輪可以改變旋轉角度

圖 2-2-5 是一組從動握柄可以做任意角度擺動作動的機構。由氣壓缸所驅動齒條的行程，會因為擋塊具備的調節功能來變更從動握柄的旋轉角度。

小齒輪的外徑變小的話，旋轉角度可以變得更大。在這個裝置裡，如果把擋塊裝在從動握柄這一

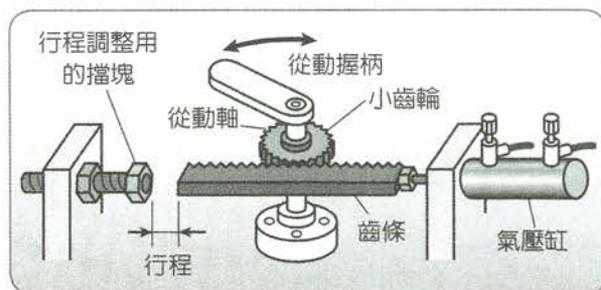


圖 2-2-5 旋轉角度的調整

側的話，會讓小齒輪的軸承受到重力，這是導致小齒輪和從動軸的組合部發生鬆弛的原因，所以行程的調整要設在齒條這一側。

## 6 使用齒條及小齒輪來擴大行程的機構

圖 2-2-6，是使用小齒輪外徑各異的 2 組齒條和齒輪，它可以讓氣壓缸得到 3 倍行程。因為小齒輪 2 是裝在與小齒輪 1 同樣的旋轉軸上，所以 2 個小齒輪的旋轉角度是一樣的。

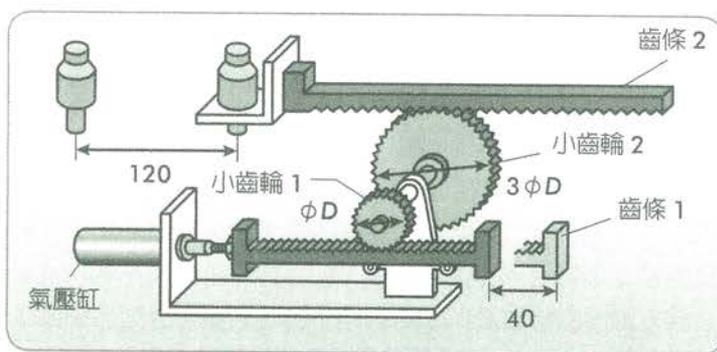


圖 2-2-6 3 倍增速

我們就以行程 40mm 的氣壓缸來討

論。當氣壓缸移動 40mm 的話，齒條也是移動 40mm。因齒條是直接牽引到小齒輪的圓周，所以小齒輪轉一圈的移動量也是 40mm。圓周移動 40mm 的  $\phi D$  齒輪，它的旋轉角度是  $\theta$ ，就得出公式①：

$$\phi D \times \pi \times \frac{\theta}{360^\circ} = 40\text{mm} \quad \text{公式①}$$

由於小齒輪 2 也是旋轉相同角度，所以小齒輪 2 的外周移動量  $L$ ，就如公式②：

$$L = 3 \times \phi D \times \pi \times \frac{\theta}{360^\circ} \quad \text{公式②}$$

把公式①帶入公式②，就得到公式③：

$$L = 3 \times 40\text{mm} = 120\text{mm} \quad \text{公式③}$$

這也說明了齒條 2 的行程是齒條 1 的 3 倍，也就是 120mm。

### 重點提示

齒條和小齒輪，因為是一種在作動範圍內它的輸入、輸出動力，都維持一定變換比例的均等變換機構，當齒條作動時，小齒輪的外周是和齒條等量移動。

在機構應用 2-2 已說明過，齒條和小齒輪的使用事例，因為是利用馬達及氣壓缸直接驅動齒條及小齒輪，所以齒條及小齒輪的輸出動力幾乎是馬達和氣壓缸的運動特性的原貌，例如在圖 2-2-2 的情況下，當馬達停止後出現超越停止線的話，工件它多餘的上升量就等同於超越停止線的距離大小。另外，在圖 2-2-5 的事例裡，當氣壓缸在行程末端突然停止的話，它的衝擊力道就會直接施加在從動臂桿。

## 機構應用 2-3

# 成雙的齒條及小齒輪 就能建構出平衡夾具

應用  
要點

夾頭的 2 個爪子以相同速度對向作動，就可以建構出由齒條與小齒輪所構成的機構。

### ① 成雙的齒條及齒輪

在圖 2-3-1，是在 1 個小齒輪裝上 2 個齒條，讓 2 個指型夾頭同時移動直到閉合所構成的平衡夾具。當氣壓缸驅動齒條 1 前後移動的話，就會轉動基台板上的小齒輪。至於齒條 2 則會受到小齒輪牽引，朝齒條 1 的反向移動。此時的齒條 2，移動量等同於小齒輪外圓周的移動量。因為齒條 1 的移動量是等同於小齒輪外圓周的移動量，所以齒條 1 和齒條 2，是以反向但卻又是相同運動特性來夾取工件後移動。

### ② 齒條及小齒輪的移動量

正如事例所呈現的，在考量齒條 & 小齒輪的運動時，可以簡單地想成小齒輪外圓周的移動量是等同於齒條的移動量來加以應用。另外，在圖 2-3-1 的機構裡，由於氣壓缸的動能幾乎會完整的傳送給夾具，所以在夾取重物時，氣壓缸就要使用外徑粗一點的元件來提高傳送動力。

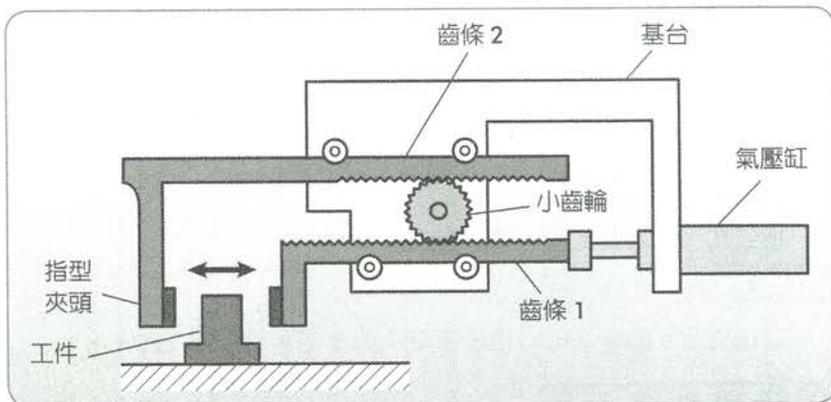


圖 2-3-1 齒條及小齒輪所組成的平衡夾具



### 重點提示

解析齒條及小齒輪的作動，就會了解它是應用了「小齒輪外圓周移動量等同於齒條移動量」這個特徵。

在圖 2-3-1，齒條 2 的移動量是等同於小齒輪外圓周的移動量，而齒條 1 的移動量是等同於小齒輪外圓周的移動量，所以齒條 1 和齒條 2，是以反向但卻是以相同速度、相同行程，讓工件在其中作動。結果就是工件能夠在指型夾頭的中央位置被夾取。

## 使用蝸輪組來阻止反轉

應用  
要點

蝸輪組是由外形像毛毛蟲（Worm）的蝸桿，和由蝸桿所驅動圓盤形狀的蝸輪兩相啮合的構造。

## 1 蝸輪組

「蝸輪組」如圖 2-4-1，照片 2-4-1 所示的構造，是從蝸桿輸入動力，而由蝸輪輸出動力。當蝸桿轉 1 圈時，蝸輪只會轉動蝸輪的齒的 1 個齒距，其特徵是在狹小的空間裡獲得高減速比。

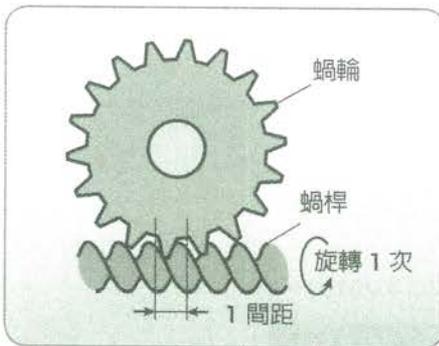
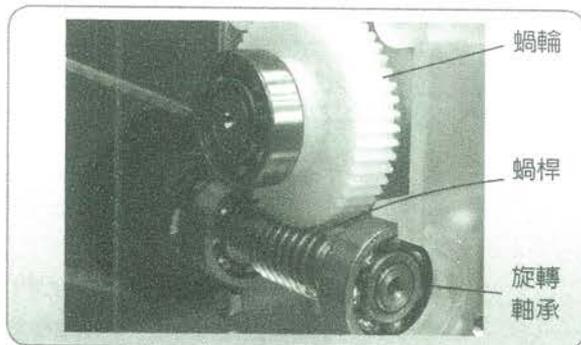


圖 2-4-1 蝸輪組



照片 2-4-1 蝸輪組的構造

如圖 2-4-2 所示的蝸輪的從動軸，當要上舉重物的話，蝸桿和蝸輪間會發生很大的摩擦，所以一定需要潤滑油。

一般的蝸輪組，齒和齒的啮合角度會大大的影響摩擦狀況，所以無法從蝸輪側來驅動蝸桿。

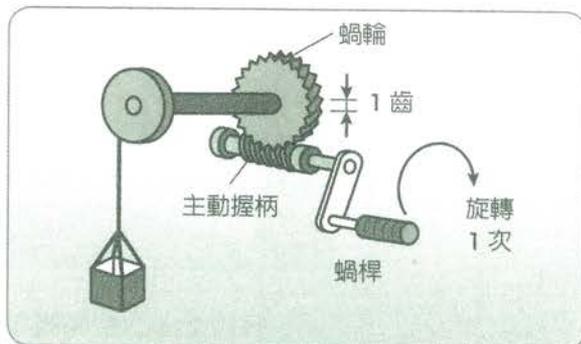


圖 2-4-2 蝸桿的驅動

## 2 使用蝸輪組的凸輪驅動

比方說在馬達的前端裝上蝸輪組，即使蝸輪有旋轉動力，也無法傳送給馬達。

利用這種特質，也有和圖 2-4-3 這樣的凸輪相聯結的使用方法。如果直接將凸輪裝在馬達上的話，在凸輪的驅動過程中，一旦馬達停止時，會因為彈簧的力量施加在凸輪上而讓馬達再次旋轉。此時正如圖 2-4-3 所示，可以在凸輪和馬達之間加入蝸輪組，如

此一來自凸輪側的旋轉力道就不會傳到馬達側了。

由於不會有來自蝸輪側對蝸輪的驅動，所以馬達不管何時停止，凸輪也都會隨之停止，且是維持著這樣的姿勢。

但是，馬達的旋轉輸出動力會因蝸桿而大幅減速，而這將會導致凸輪的旋轉速度變慢。照片 2-4-2 是蝸輪組與凸輪的聯結構造。

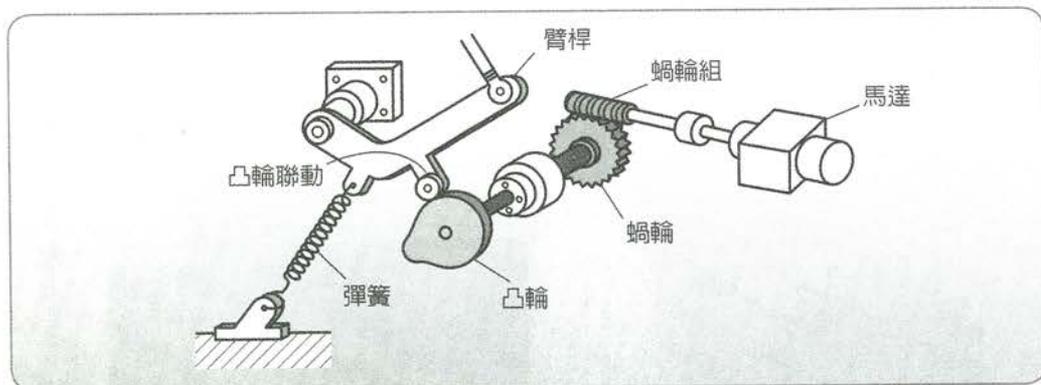
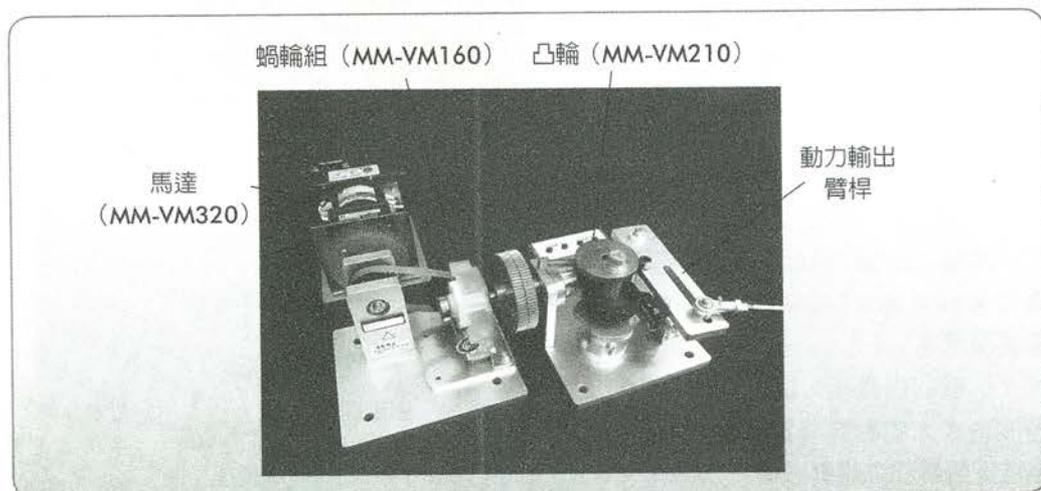


圖 2-4-3 使用蝸輪組來防止凸輪的反轉



照片 2-4-2 蝸輪組與凸輪的聯結



### 重點提示

一般的 1/50 或 1/100 等等的減速蝸輪組，因為摩擦角很大，所以從蝸輪側無法讓蝸桿旋轉，但對於小減速比的多條螺桿型的蝸輪組等，因為進角較大，所以有時使用蝸輪組可能會更簡易些。

另外，因為它可以做  $90^\circ$  的方向改變，有時候也會用在方向變換減速器上。

# 由馬達驅動傳動螺桿 以便停在複數位置

應用  
要點

在傳動螺桿所有的移動範圍內，它是一種輸入和輸出動力能維持一定比例的均等變換機構。

## 1 傳動螺桿的構造

圖 2-5-1 的「傳動螺桿」，是一個透過主動握柄的轉動，來移動附有螺母的移動滑座。主動握柄每旋轉 1 次，移動滑座只會移動 1 個螺紋的 1 個節距，一般來說它就具有高減速的功能。至於每轉 1 次的移動量就稱為「螺紋螺距 (Lead)」。因為是靠馬達來帶動螺桿旋轉並牽引移動滑座，所以需要有防止移動滑座反轉的機制。

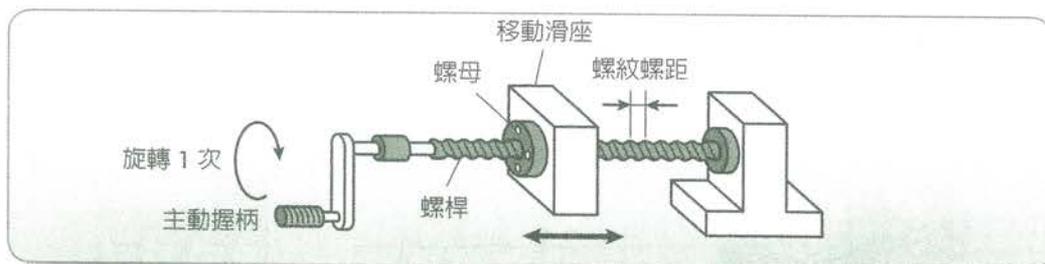


圖 2-5-1 傳動螺桿

## 2 傳動螺桿的馬達驅動

在圖 2-5-2，是一個把傳動螺桿和線性滑軌相組合，並在 2 點之間做移動的單元機構。在線性軌道滑座上頭，裝上帶螺桿的移動滑座後，這麼一來就同時具有防止反轉及

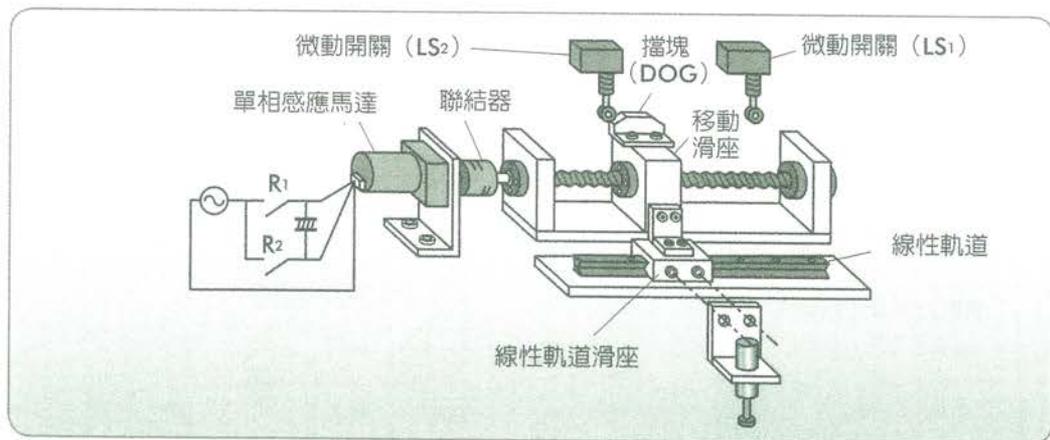


圖 2-5-2 螺桿和線性軌道滑座的組合

直線前進的導引功能。當螺桿的轉軸被馬達驅動時，中間會以聯結器來和馬達相連接。在使用單相感應馬達這類馬達時，就會在停止位置裝上微動開關。

裝上擋塊來控管微動開關的 ON-OFF，能檢測出移動滑座的位置。

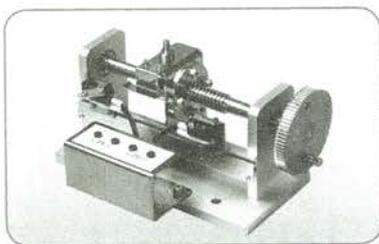
如果不使用擋塊，而是讓移動滑座直接去操控微動開關的 ON-OFF 的話，將導致後續的調整變得困難，需要特別注意。

### 3 從直線到旋轉的反向驅動

照片 2-5-1 的傳動螺桿，多是當螺桿旋轉時會牽引裝有螺母的移動滑座來直接作動。在不同的條件下，去按壓移動滑座也可以讓螺桿旋轉。

螺桿和螺母就如圖 2-5-3 所示，讓我們試著把螺母和螺桿啮合在一起看看。當螺母和螺桿成  $\theta$  角度時的接觸面狀態，就成了如圖 2-5-4 所示類似制輪楔的構造。

當我們對螺母側的移動滑座按壓其螺桿側時，若螺桿橫向移動的力道超過摩擦力的話，螺母側的螺桿就會旋轉。一旦螺桿的螺紋螺距 (Lead) 變大的話，螺桿的角度  $\theta$  也會變大，此時螺母與螺桿的啮合就會變少，這時候就需要使用如圖 2-5-5 的多頭螺桿，再者由於角度變大所以螺桿的條數就會增多。



照片 2-5-1 傳動螺桿  
(MM-VM140)

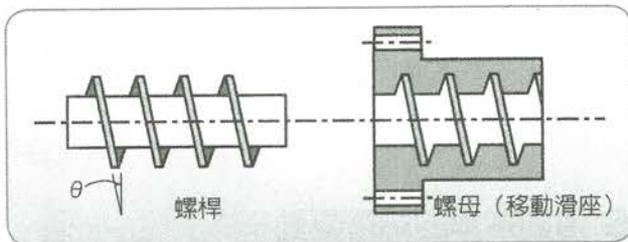


圖 2-5-3 螺桿螺母

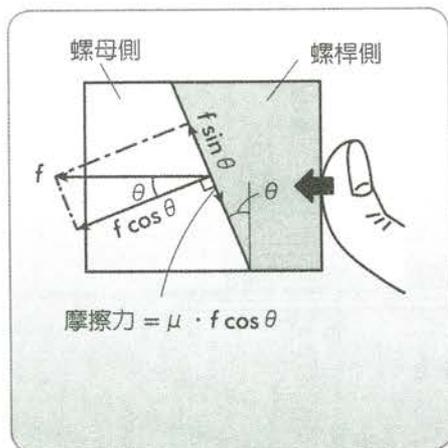


圖 2-5-4 按壓螺母時的橫向作動力

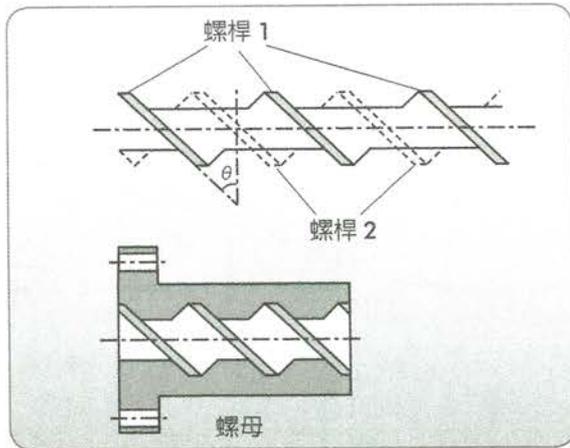


圖 2-5-5 多條螺桿

# 使用正時皮帶就能建構出 由馬達驅動的撿取與放置單元機構

應用  
要點

正時皮帶是由滑輪和皮帶各自的齒來彼此相互嚙合，其驅動軸的旋轉量與皮帶的移動量會經常維持一定的比例，也是均等變換機構的一種。

## 1 使用正時皮帶以便進行旋轉——直線前進運動

作為使用皮帶來帶動直線運動的事例，如圖 2-6-1 的直線搬送圖所示。正時滑輪上有齒，且因為是和正時皮帶的齒相互嚙合，所以不會有脫離的情形發生。此時，當正時滑輪的齒數是 8 時，那麼正時皮帶每旋轉 1 圈，也一定傳送 8 個齒的距離。

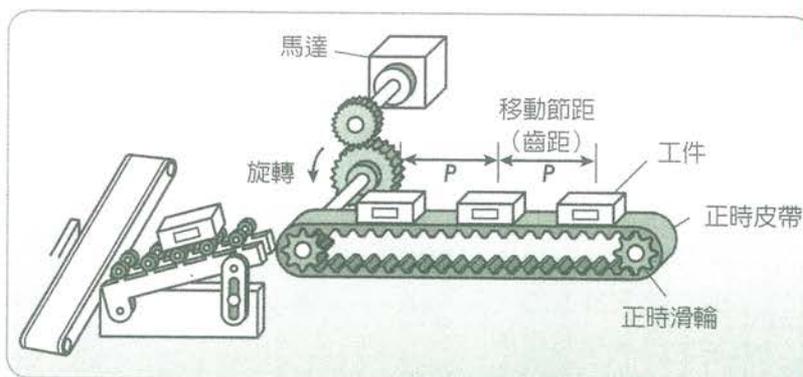


圖 2-6-1 皮帶的直線前進搬送

## 2 使用正時皮帶的撿取與放置單元機構

圖 2-6-2，是使用正時皮帶的撿取與放置單元機構。

它是一個利用正時皮帶，將旋轉運動轉換成直線前進運動的構造。直線前進的動作是由線性滑軌來牽引。當 SW<sub>1</sub> 讓馬達運轉時，會牽引夾具往前進方向移動。而 SW<sub>2</sub> 則是反向作動，由於夾具是由氣壓缸來操控上下作動，所以能夠夾取物件上舉並放置它處。這種夾具的撿取上舉動作就稱為

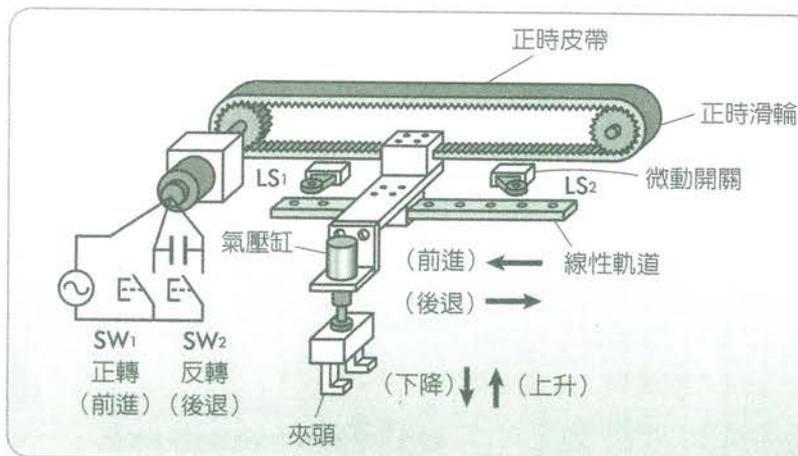


圖 2-6-2 由正時皮帶牽引的直線運動 1

撿取 (Pick)，而放置的動作稱為放置 (Place)，所以合稱為「撿取與放置單元機構」。

### 3 利用馬達執行往返動作

在圖 2-6-3，是由氣壓缸牽引夾頭做上下移動，而皮帶則是操控著前進、後退的撿取與放置單元機構。

透過正時皮帶將馬達的旋轉轉換成直線前進運動，而導塊則是引導做直線前進的動作。

由於驅動是靠馬達的旋轉運動，就用正時皮帶來轉換成直線前進運動。由於正時皮帶是均等變換機構，所以其前進、後退的停止特性也是由馬達的功能來操控的。當使用單相感應馬

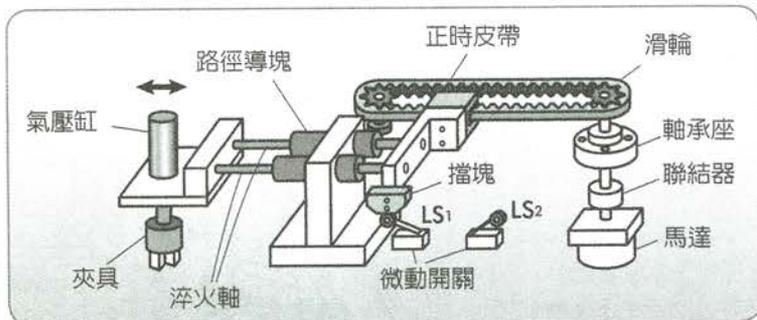


圖 2-6-3 由正時皮帶牽引的直線運動 2

達這類的泛用馬達時，即使馬達斷電後仍會因慣性作用而超越停止線，所以很不容易取得相當精準的停止位置。至於解決方案，可以考慮加裝能讓馬達瞬間停下來煞車系統，或是改換成數據控制型馬達。要注意的是，在使用附有煞車系統的馬達時，停止時會有很大的衝擊力。



#### 重點提示

正時皮帶上面所裝載的工件，每次會以相同的移動節距來傳送，它也是等同於正時滑輪每次的旋轉角度。如同圖 1 所示，正時滑輪上裝有 4 分割的日內瓦輪機構。當馬達軸旋轉 1 圈則日內瓦輪轉 1/4，而正時滑輪會持續以 90° 旋轉。

當日內瓦輪旋轉 1/4 時，若要讓正時滑輪旋轉 360° 的話，可以在日內瓦輪的從動軸與正時滑輪間插入增速 4 倍的平齒輪等機構。(如照片 1)

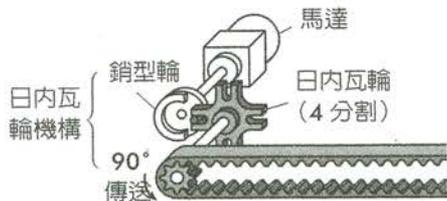


圖 1 日內瓦輪機構傳送一定的節距

正時皮帶輸送帶 (MM-VA320) 可變速單相馬達 (MM-VA310)



照片 1 正時皮帶輸送帶的日內瓦輪驅動

應用  
要點

鏈條是一個靠鏈輪的齒和鏈條的滾輪相啮合來驅動的構造。它是透過鏈輪齒旋轉角度的控制來決定鏈條傳送量的均等變換機構。

### 1 使用鏈條讓傳送帶依節距來傳送

除了正時皮帶外，使用鏈條也能夠建構出，具有同樣可依節距做直線前進運動的傳送機構。在圖 2-7-1，因為鏈條是靠

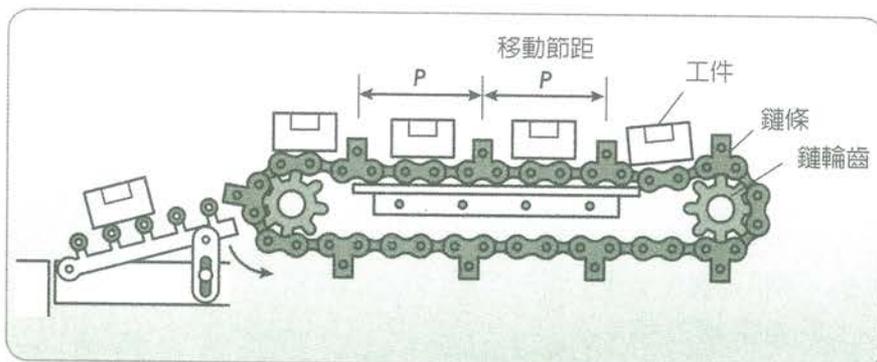


圖 2-7-1 鏈輪的直接前進搬送

與鏈輪的齒相啮合來傳送的，若使用角度分割機構來讓鏈輪依一定角度旋轉，就能讓工件以一定節距來傳送。

### 2 使用棘輪的鏈輪角度傳送

在圖 2-7-2，是透過使用棘輪的角度分割機構，讓鏈條依節距來傳送。當耳環式液壓缸的活塞桿往拉入方向作動時，送爪會和棘輪的爪相啮合，來讓棘輪依順時鐘方向旋轉。

接著，當活塞桿推出的話，送爪會以反時鐘方向旋轉。此時的送爪，會滑過棘輪的表面而旋轉。一旦活塞桿停止延伸動作

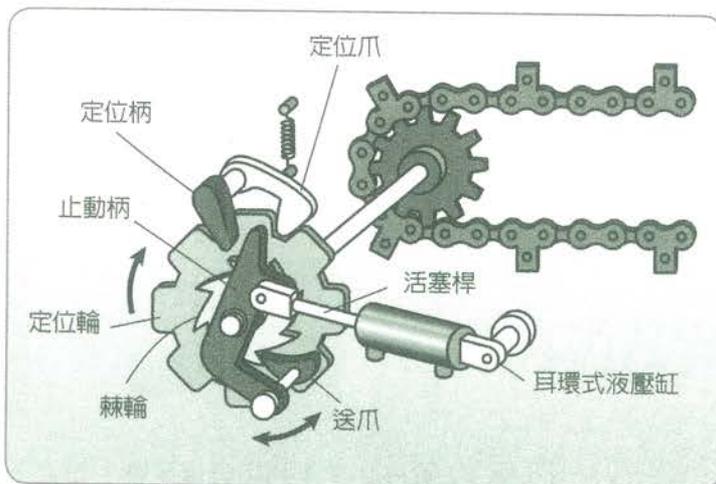


圖 2-7-2 使用角度分割的棘輪讓鏈條依節距來傳送

的話，因止動柄會按壓定位柄，使得定位爪嵌入定位輪的溝槽內，進而讓定位輪固定住。

利用耳環式液壓缸持續地後退與前進，也牽引著鏈條依節距來持續地傳送與停止。

在這個機構裡，當耳環式液壓缸的活塞桿延伸時，由於棘輪並沒有制動的力量，所以棘輪就會產生反向旋轉的可能性。

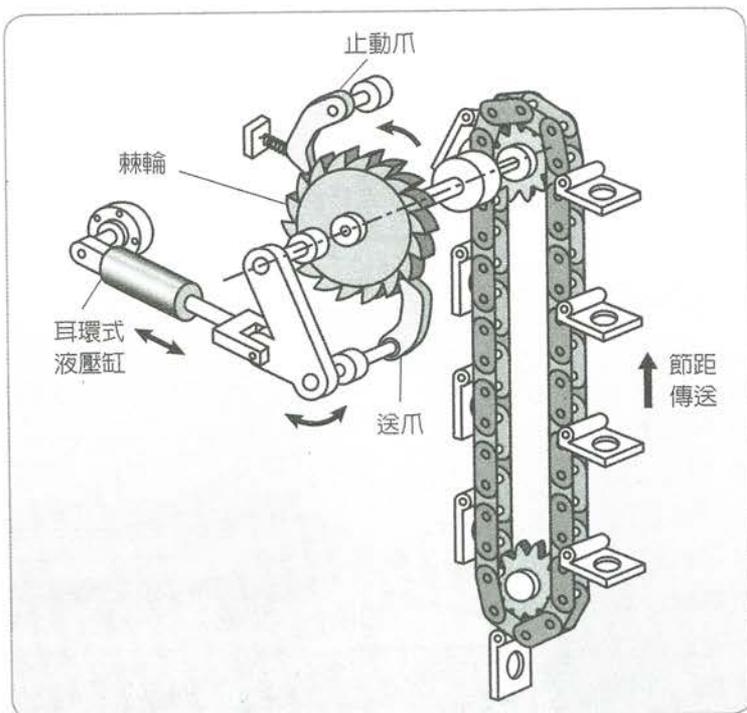
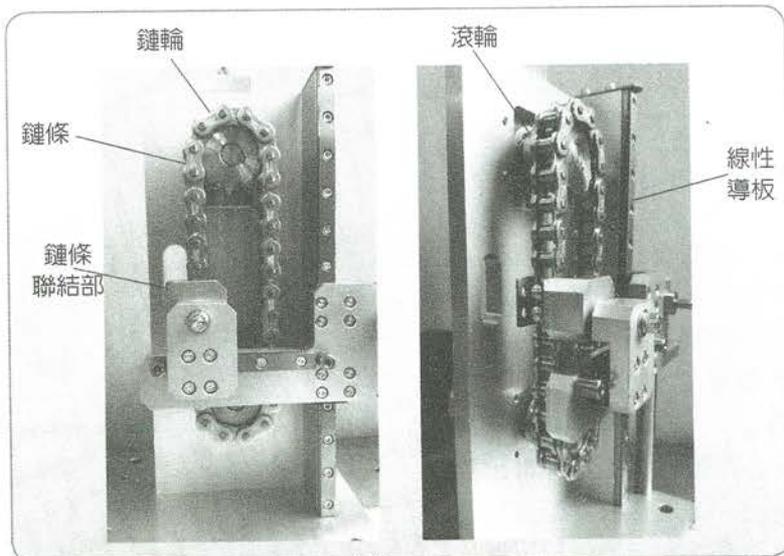


圖 2-7-3 使用棘輪讓鏈條依節距來傳送

### 3 棘輪的反轉止動

在棘輪裝上反轉止動裝置後，當送爪有反轉作動時，棘輪就不會出現反轉現象，其構造可參照圖 2-7-3。如果在圖 2-7-2 也裝上反轉止動裝置的話，就具有防止反轉的功能了。照片 2-7-1 是由鏈條來牽引做上下移動機構的事例。



照片 2-7-1 利用鏈條來牽引做上下移動的機構 (MM-VZ530)

# 運用滑輪，只要一半的行程 就可以創造出 2 倍的上舉力量

應用  
要點

動滑輪是一種由 2 條繩子從天花板垂掛下來的型式，因此單邊的繩子分擔了動滑輪一半的重量。

## 1 動滑輪的力量分配

圖 2-8-1 的動滑輪，只要靠著捲取器來捲取繩子一半的長度，就能往上抬舉動滑輪，且讓動滑輪產生 2 倍的輸出動力。正如同圖 2-8-2 所示，可以清楚了解到要上舉重量  $W$  的配重，只要施加  $1/2W$  的力量就可以了。

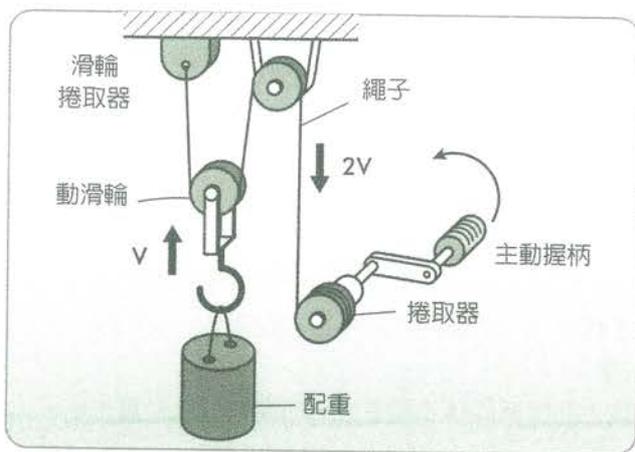


圖 2-8-1 動滑輪

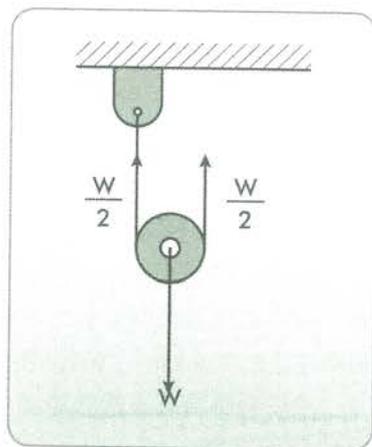


圖 2-8-2 靜止時的力量分配

## 2 動滑輪和棘輪

當手從捲取器的握柄鬆開後，動滑輪就會馬上掉落下來，因此會在捲取器側邊裝上棘輪及離合器這類防止反轉構造的機構。

在圖 2-8-3，是把棘輪當成捲取器來使用的事例，主動握柄是和棘輪裝在同一個旋轉軸上來自由地作動。

主動握柄上裝有送爪，是利用彈簧來推送棘輪的齒。當主動握柄依箭頭方向轉動，棘輪也會同時轉動。一旦

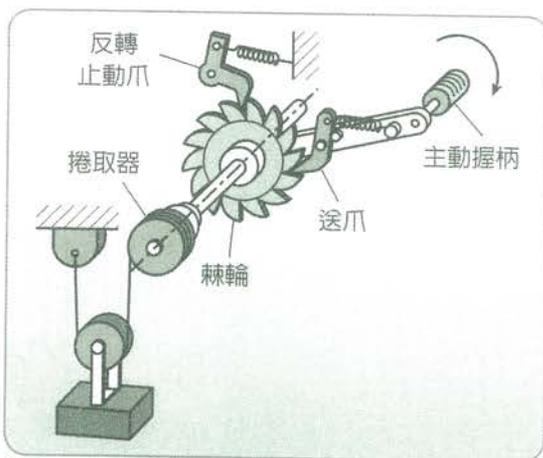
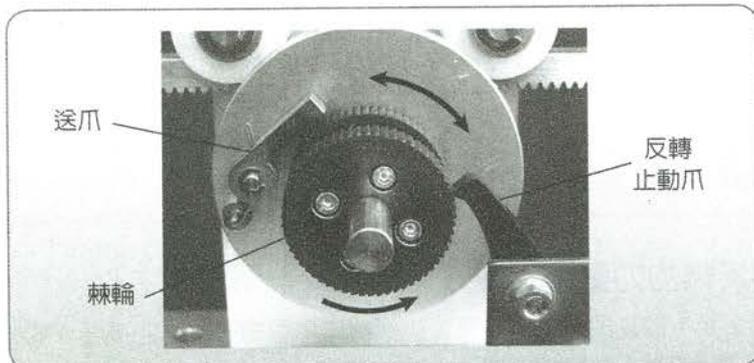


圖 2-8-3 靜止時的力量分配

主動握柄回復原狀時，反轉止動爪就會推送棘輪的齒讓棘輪無法反向旋轉。當主動握柄反向旋轉時，送爪會依彈簧延伸方向來打開，因此送爪就會像在棘輪的外圍滑動一樣，可以反向旋轉。



照片 2-8-1 利用棘輪依單一方向旋轉的機構

當棘輪反向旋轉時，主動握柄是在定點狀態下脫離反轉止動爪。此時主動握柄就能反向轉動牽引捲取器做反向轉動。

照片 2-8-1，是利用棘輪依單一方向旋轉的機構。

### 3 動滑輪與蝸輪組

蝸輪如圖 2-8-4 所示裝上捲取器，它也能做到不會從配重側將力量傳到馬達側。由於來自棘輪側的動力不會讓蝸桿旋轉，所以就當是很重的配重塊，它仍然會停在手離開蝸輪的主動握柄時的位置。

由於蝸輪具高減速的功能，就算主動握柄旋轉了很多次，而滑輪的上升量也是只有一點點而已，所以若移動量大的話，就需要花費較長時間完成。

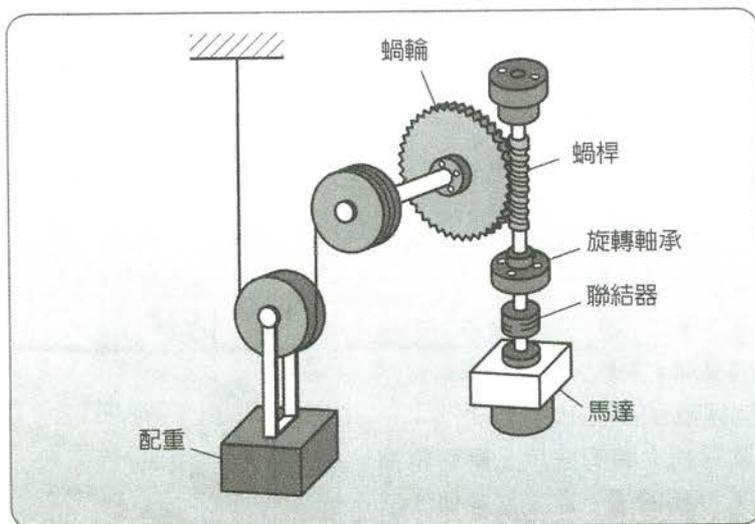
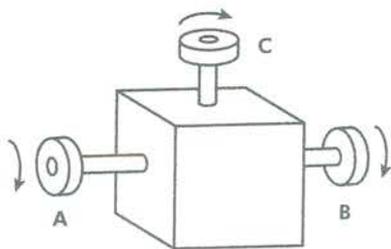


圖 2-8-4 利用蝸桿組來防止落下

## 第 3 章

# 運用 「行星小齒輪」 的機構

所謂的小齒輪就是「Pinion」，使用行星小齒輪的機構會有不可思議的特別作動。



例如像圖片中的齒輪箱就有使用行星小齒輪。當我們轉動主動軸 C 的話，A 和 B 這兩側竟然會同時搖搖晃晃不安定地旋轉著。

過程中，如果不讓 B 轉動的話，A 就會有一個很大的力道和 C 同步旋轉。

一旦放開 B 讓它轉動但 A 不動的話，此時的 B 就會強力地旋轉。這樣的作動，就是一個應用行星小齒輪的均等機能的結構。

本章將內部裝有行星小齒輪的機構進行解說。

# 思考旋轉軸與外圓周的移動方式 就能理解行星小齒輪的作動

應用  
要點

行星小齒輪就是自由旋轉的小齒輪。當我們把這種行星小齒輪放入機構中來驅動時，又是怎樣的一個作動方式。

## ① 行星小齒輪的原理

內部裝有行星小齒輪的機構，可以把它想成是行星小齒輪旋轉軸的移動量與行星小齒輪的外圓周的移動量，這 2 種作動的組合。

請觀察圖 3-3-1，直徑  $D$  的滾輪它的移動情形。當滾輪正好只旋轉 1 圈，也就是滾輪的中心移動的話，滾輪中心和滾輪的外圓周也都會有  $3.14 \times D$  的移動量。

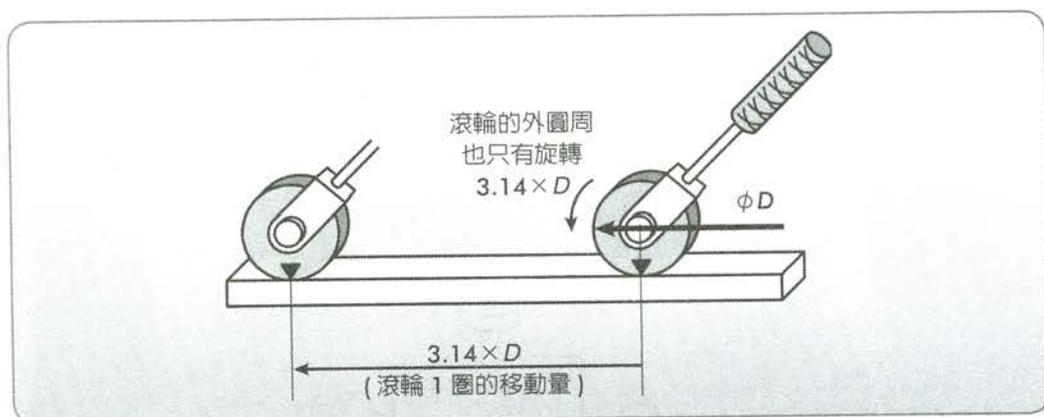


圖 3-1-1 移動滾輪

使用這個滾輪的外圓周，如同圖 3-1-2 那樣的棒狀物被放在滾輪上來回移動，探討邊旋轉滾輪邊向左移動一圈時板子的移動量。

在板上頭，為了瞭解移動量的變化，在遠離  $\pi D$  的位置處舊標記  $\blacktriangledown$  和  $\triangledown$  記號。

將①的狀態設為初始位置，並將黑色  $\blacktriangledown$  標記對準滾輪的旋轉軸。

當滾輪的中心向左只移動  $\pi D$  距離時，由於滾輪本身也旋轉一周，請嘗試將這兩個動作加以分解，並按順序來移動。



### 重點提示

利用行星小齒輪來驅動的話，移動對象的移動量是行星小齒輪旋轉軸的移動量，加上行星小齒輪外圓周的移動量這 2 種作動的組合。

首先，如圖 3-1-2 的②所示，保持滾輪不會橫向移動地停留在初始位置的狀態，而只是旋轉滾輪一周。

此時板子向左方只移動  $\pi D$  的距離，而白色的  $\nabla$  標記到達滾輪的中心。接著，如圖 3-1-2 的③所示，停止滾輪的旋轉，讓滾輪自身向左只移動  $\pi D$  的距離。

當然，板子會進一步向左只移動  $\pi D$  的距離。

比較③和①，可以了解，隨著滾輪的旋轉，雖然只移動了  $\pi D$  的距離，而板子卻會被推送  $2\pi D$  的距離。

## 2 行星小齒輪的差異所產生的移動量

透過邊旋轉移動滾輪這樣的行星小齒輪，可計算出移動對象的移動量，為行星小齒輪軸心的移動量再加上外圓周的移動距離，如下所示。

**移動距離 = 行星小齒輪的軸心的移動距離 + 行星小齒輪的外圓周的移動距離**

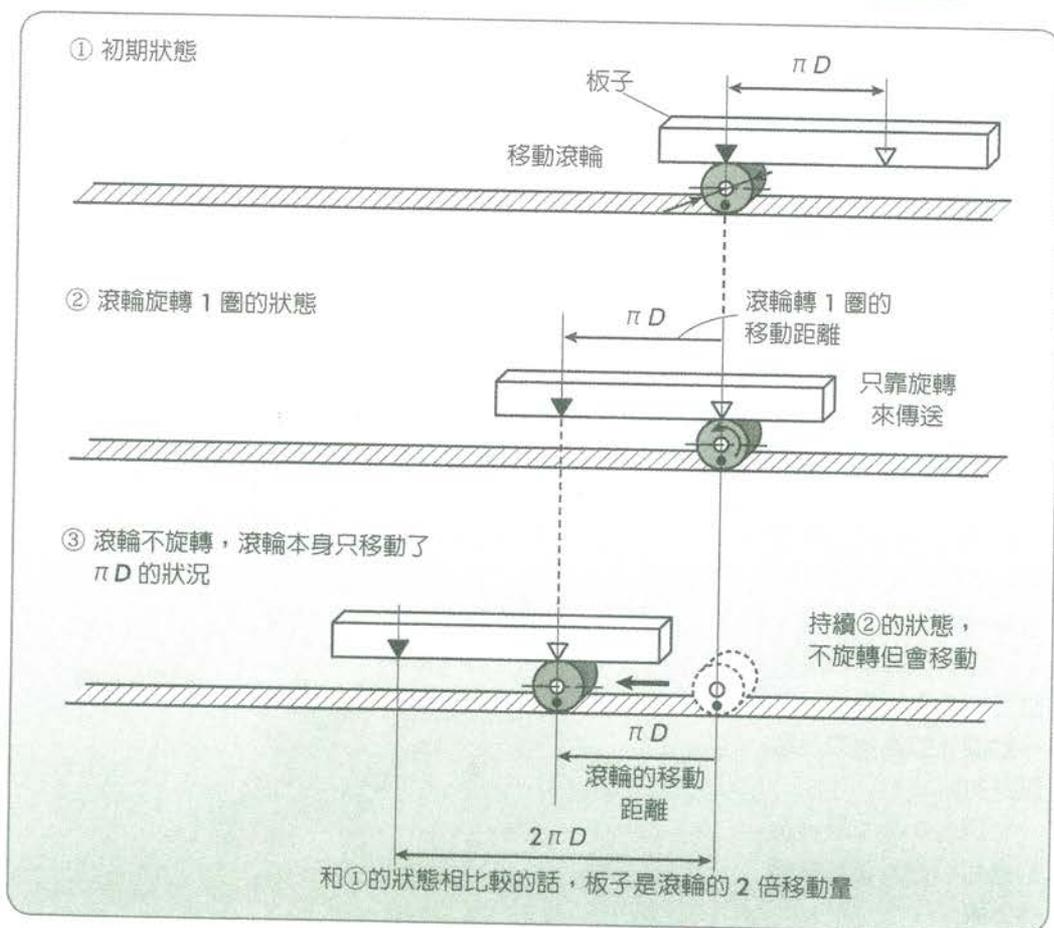


圖 3-1-2 利用移動滾輪來移動板子的情形

# 使用齒條及小齒輪型倍速機構 讓氣壓缸的行程變成 2 倍



小機構想要有大行程時，可使用由行星小齒輪與齒條及小齒輪所組成的倍速機構，如此便能讓移動齒條產出比氣壓缸行程大 2 倍的移動量。

## 1 行星小齒輪的效果

圖 3-2-1 是使用行星小齒輪的倍速機構。它在氣壓缸的前端設有空轉的行星小齒輪。當氣壓缸前進的話，和固定齒條相啮合的行星小齒輪就邊旋轉邊往圖左方前進。由於行星小齒輪的旋轉，帶動上方的移動齒條往圖左方移動。

和「機構應用 3-1」說明的滾輪作動是一樣的道理，這和行星小齒輪的大小沒有關係，可是移動齒條卻能有氣壓缸行程的 2 倍移動量。

## 2 倍速齒條及小齒輪的動作

當氣壓缸往左移動 10mm 的話，行星小齒輪軸中心就會移動 10mm。此時由於固定齒條及小齒輪相接觸的點也會前進 10mm，所以行星小齒輪的外徑旋轉量就是 10mm。同時它也會牽引移動齒條移動 10mm 的距離。

把行星小齒輪軸心的移動量 10mm，加上外圓周 10mm 的移動量，累計起來就是移動齒條的移動量了。

由於移動齒條是氣壓缸的 2 倍行程，所以移動齒條的推送力是氣壓缸的一半。

照片 3-2-1 是倍速齒條和小齒輪實際結構的外貌。

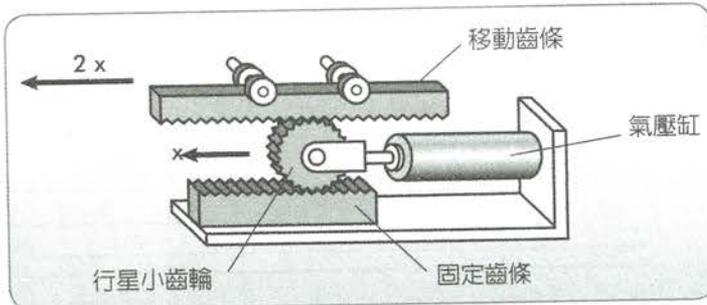
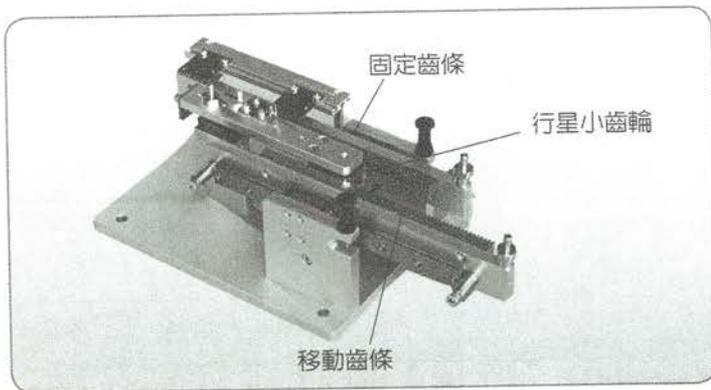


圖 3-2-1 行星小齒輪的倍速機構



照片 3-2-1 倍速齒條和小齒輪 (MM-VML310)

## 使用帶有滾輪的鏈條輸送帶 可讓輸送帶的搬運速度變成 2 倍

應用  
要點

鏈條的駒裝有滾輪，當帶有滾輪的鏈條上面搭載著工件的話，就能夠以 2 倍輸送帶的速度被傳送。

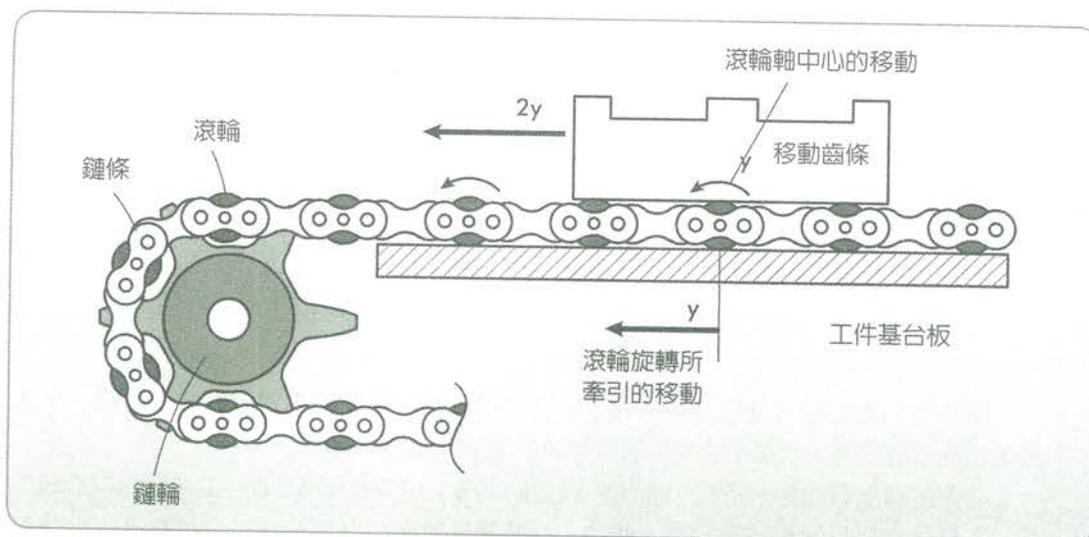


圖 3-3-1 帶滾輪的鏈條輸送帶的倍速搬送

當使用如圖 3-3-1 這種帶有滾輪的鏈條輸送帶時，所搭載的工件就能夠以 2 倍輸送帶的速度傳送。

由於鏈條的滾輪是在基台板上旋轉，當輸送帶的移動量是  $y$  的話，滾輪的外圓周也只有  $y$  的旋轉量。

至於上面所搭載的工件，會有來自滾輪軸中心的移動量  $y$ ，再加上因滾輪旋轉的外圓周的移動量  $y$ ，所以共有  $2y$  的移動距離。



### 重點提示

工件的移動量，因為是滾輪的中心的移動量和外圓周的移動量的加總，所以這和滾輪的外徑無關，而工件是以 2 倍的速度來作動。

## 機構應用 3-4

# 使用擺線移動機構 讓機構邊旋轉邊運送物件到遠處



擺線移動機構是一種一面旋轉一面前進的機構。具有由旋轉中心的移動與圓盤的旋轉運動所組成的動力輸出特性。

### 1 擺線旋轉機構

利用固定的齒條來牽引行星小齒輪旋轉的話，行星小齒輪的作動就變成了擺線旋轉，將臂桿裝在一面旋轉一面移動的圓盤上，就會以圓盤為中心一面直線移動一面旋轉，這種構造就是「擺線旋轉機構」。

### 2 使用擺線旋轉機構讓工件移動

圖 3-4-1 是利用擺動旋轉的作動，讓粒狀工件移動裝置的構造事例。為了不讓粒狀工件噴飛出去，因此安裝了能自動開關蓋子的裝置。

當氣動氣壓缸的活塞拉伸時，會從上方供給粒狀工件，當供給到一定數量後，氣壓缸的活塞就會前進，行星小齒輪則會旋轉  $90^\circ$  後再移動。

活塞的移動行程是，行星小齒輪外圓周的  $1/4$ ，也就是  $1/4 \pi D$ 。工件保持器旋轉的話，在終端處時開關軸會碰觸到止塊 2，此時蓋子就會打開讓粒狀工件移動落入承接杯內。

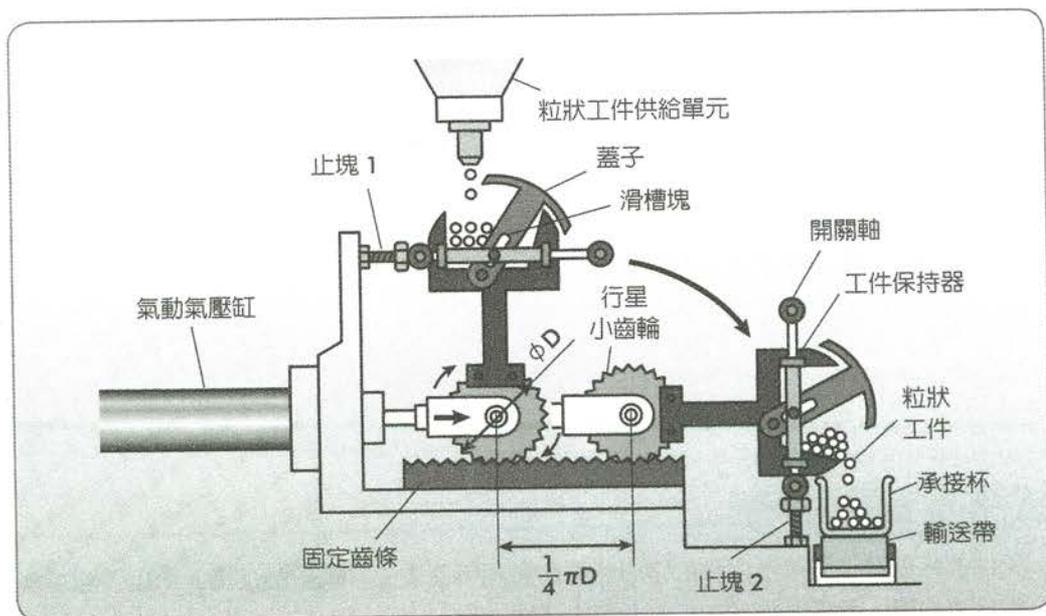


圖 3-4-1 擺線旋轉移動機構

## 使用行星齒輪就可做到 3 段變速

應用  
要點

行星齒輪是由太陽齒輪、行星齒輪、環齒輪這 3 項所構成。這 3 個齒輪的旋轉軸裡，只要停止任何一個軸的旋轉，就可得到 3 個類型的齒輪比（轉速比）。

## 1 行星齒輪的構造

裝有行星小齒輪機構的代表性裝置就是「行星齒輪」。行星齒輪是使用 3 個獨立的齒輪，各自自由地作動。

圖 3-5-1 是一個典型的行星齒輪構造。中心的齒輪稱為「太陽齒輪」，和太陽齒輪相啮合的是「行星小齒輪」。「行星小齒輪」的旋轉軸是隨著太陽齒輪的旋轉軸轉動。而驅動行星小齒輪的旋轉軸的是行星支架，其動力輸入、輸出軸與太陽齒輪的動力輸入、輸出軸是同一轉軸。行星小齒輪可自由地旋轉，其外側與「環齒輪」相啮合。「環齒輪」也和太陽齒輪是同軸，可以自由地轉動。

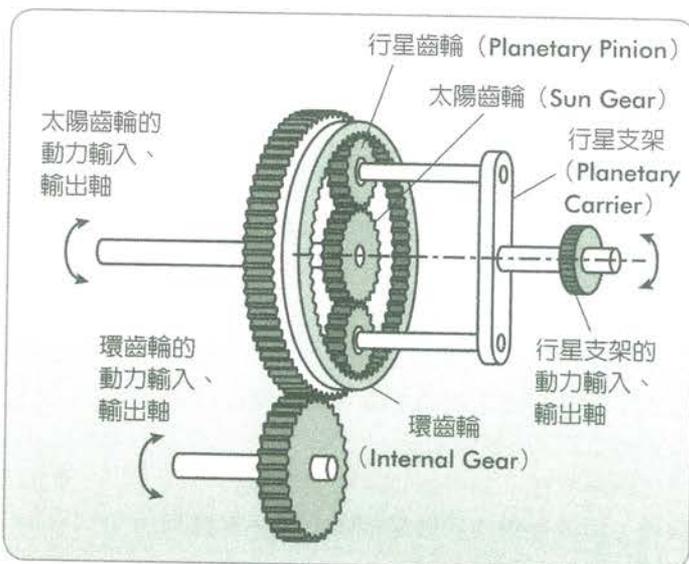
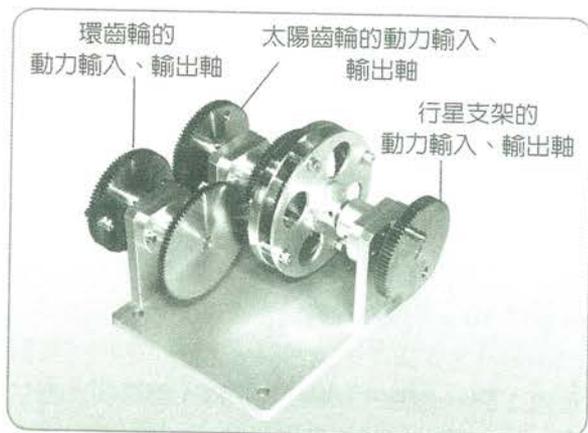


圖 3-5-1 行星齒輪

## 2 行星齒輪的動作

當 3 個齒輪都能各自地自由轉動，我們試著去轉動太陽齒輪的動力輸入、輸出軸，行星小齒輪的動力輸入、輸出，環齒輪的動力輸入、輸出軸，這三種軸的其中任一軸。

當驅動動力輸入、輸出軸旋轉的話，行星支架前端的行星小齒輪雖然是空轉的，但只要轉動它，不管是環齒輪或是行星架都會承受力道，不管是哪一個都會旋轉。



照片 3-5-1 行星齒輪 (MM-VML410)

此時，若不轉動行星支架的動力輸入、輸出軸並予以固定的話，太陽齒輪的轉動力會牽引行星小齒輪轉動，並使環齒輪快速轉動。接著是開放固定住的行星支架使其自由轉動，此時當環齒輪的動力輸入、輸出軸固定不動的話，會因太陽齒輪的旋轉來牽引行星小齒輪旋轉，並使行星支架轉軸快速轉動。行星齒輪是把 3 個動力輸入、輸出軸其中一個固定住，再供給其中 1 個軸的回轉動力，使剩下的第 3 個軸得到旋轉力道的一種結構。當行星支架承受旋轉動力，而太陽齒輪停止不動的話，環齒輪會受到反向轉動的力道。

同樣的，當行星支架承受旋轉動力時，而環齒輪固定的話，就會得到來自太陽齒輪高速轉動的力道。當環齒輪作為動力輸入軸，而太陽齒輪是固定的話，就可得到來自行星支架略微減速的轉動力道。

只要將任一個軸固定，把旋轉運動加以轉換，也就是根據哪個軸被固定住，就會有不同的減速比和旋轉方向。

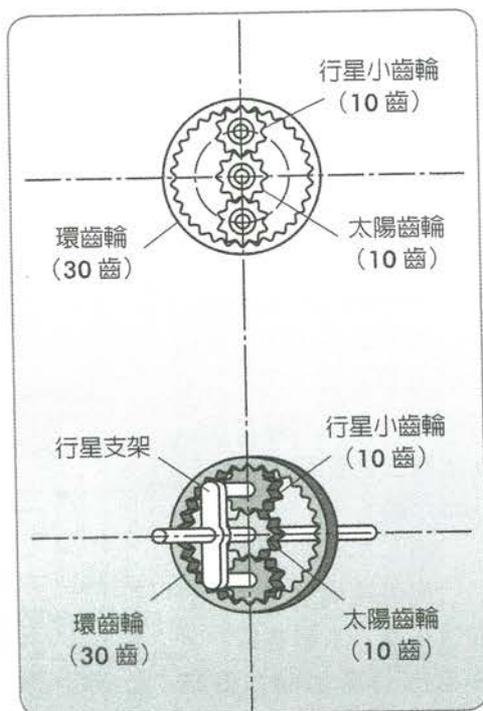


圖 3-5-2 行星齒輪的齒數事例

### 3 行星齒輪的 3 種型態

這 3 種型態是，當行星齒輪的環齒輪是固定的，就是「行星型」，當太陽齒輪是固定的話就是「太陽型」，而行星支架是固定的話就是「星型」。讓我們分別說明 3 種型態各自的減速比。

#### ① 星型的減速比（環齒輪是固定的）

環齒輪固定，行星支架轉 1 圈的話，太陽齒輪的轉動量是行星支架轉 1 圈的移動量，再加上行星小齒輪的轉速，如圖 3-5-2 所示。假設太陽齒輪的齒數是 10，行星小齒輪的齒數是 10，而環齒輪的齒數是 30。我們來計算它的減速比。

當行星支架轉 1 圈的話，行星小齒輪的轉動量是依環齒輪 1 周的齒數來轉動，所以是轉 3 圈。此時的太陽齒輪是轉 1 圈再加 3 圈共轉了 4 圈。也就是說，太陽齒輪的齒數是 10，行星小齒輪的轉動齒數（= 環齒輪的齒數）30 齒所以合計是 40 齒，這就是太陽齒輪的轉動量。因為太陽齒輪有 10 齒，所以要轉 4 圈。

#### ② 太陽型的減速比（太陽齒輪固定時）

當太陽齒輪固定而行星支架轉 1 圈時，若行星小齒輪轉動的話，環齒輪是和行星支架一樣是轉 1 圈。還有，由於行星支架轉 1 圈，依循太陽齒輪旋轉的行星小齒輪，旋轉

量是太陽齒輪轉 1 圈的量。因此，環齒輪的轉動量是，環齒輪轉 1 圈（30 齒）再加上太陽齒輪的齒數轉動量。在此情況下當行星支架轉 1 圈，環齒輪會轉動 40 齒的轉動量。由於環齒輪是 30 齒，所以環齒輪是轉 1 又 1/3 圈。

### ③星型減速比（行星支架固定時）

當行星支架固定的話，就變成了一個太陽齒輪與環齒輪之間，要裝上反向轉動齒輪的構造。幾乎可說是看不到行星小齒輪的特徵了。在此情況下，太陽齒輪是 10 齒，環齒輪是 30 齒的話，就變成是 3 倍的增減速齒輪。太陽齒輪與環齒輪都是相反的旋轉方向。而行星齒輪的齒數對轉速比不會產生任何影響。



## 重點提示

行星齒輪有行星型、太陽型、星型這 3 個類型的動作，有其各自不同的轉速。

### ①行星型

行星型是環齒輪固定的行星機構。在此類型中，是以太陽齒輪為動力輸入軸，而行星支架為動力輸出軸。這種組合為降速傳動。

轉速比 = (環齒輪外徑 / 太陽齒輪外徑) + 1  
 在這個圖形的情況下，行星支架轉 1 圈，太陽齒輪會轉 4 圈。（所謂的行星支架就是裝有行星小齒輪的旋轉軸）

### ②太陽型

行星小齒輪繞著太陽齒輪的周邊轉一圈。外圍的環齒輪是依行星支架的 1 圈，加上太陽齒輪的圓周量而轉動。環齒輪為動力輸入軸，行星支架為動力輸出軸，其轉速比為

轉速比 = 1 + (太陽齒輪外徑 / 環齒輪外徑)  
 在這種結構圖形的事例中是轉了 1 又 1/3 圈。

### ③星型

當行星支架被固定的話，就成了單純的平齒輪組合，並依太陽齒輪與環齒輪的轉速比做相反方向旋轉。

轉速比 = 環齒輪外徑 / 太陽齒輪外徑

在此情況下，太陽齒輪轉 3 圈，而環齒輪是轉 1 圈。

### 【行星型】



### 【太陽型】



### 【星型】



# 使用均衡器讓形狀怪異的工件能持續被往前推送



均衡器，就像一個可自由作動的天平臂桿構造，當臂桿的單側承受力道，會從沒有承受力道的另一反側做動力輸出的機構。它有齒條與小齒輪型的均衡器，也有平行連桿型均衡器等。

## 1 齒條及小齒條型均衡器

自由轉動的齒輪（行星小齒輪）由氣壓缸牽引，往圖 3-6-1 的左方直進的話，齒條 1 和齒條 2 都往圖的左方作動。如果齒條 1 碰觸到重的工件就會當場停住。一旦氣壓缸再前進的話，行星小齒輪會因齒條 1 而得到旋轉動力並牽引齒條 2 前進。一旦齒

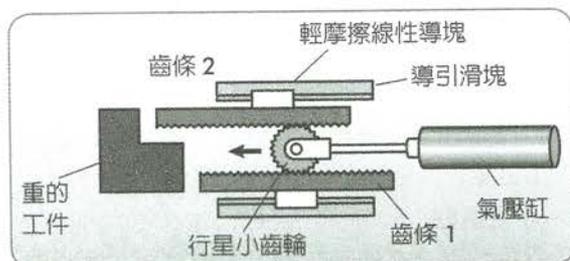


圖 3-6-1 均衡器

條 2 也碰觸到工件，齒條 1 與齒條 2 就會取得平衡，均等地推送工件。當把齒條 1 與齒條 2 的摩擦力調整成均等，重的工件就會被推著直直地往左方移動。

## 2 平行連桿型均衡器

線性導塊上裝有底板，其上裝有平行連桿，它的兩端是裝有能夠移動且附有滾輪的臂桿 A 和臂桿 B 的裝置，就如圖 3-6-2 所示的平行連桿型均衡器。推送握柄可以讓平行連桿均衡器前進。像臂桿 B 側碰觸到工件的話，臂桿

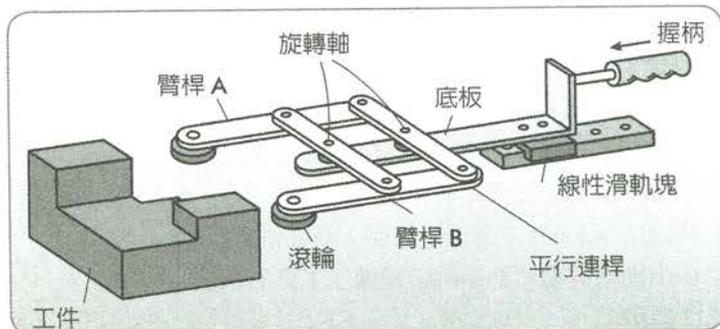


圖 3-6-2 由平行連桿所組成的均衡器

B 側會停住，而只剩臂桿 A 側作動。一旦臂桿 A、B 都碰觸到工件，就會以均等力道，讓工件維持現在的姿勢被推送出去。這就是均衡器具備的功能。這種均衡器，可以想成是一個旋轉中心有行星小齒輪的構造。像這樣的 2 個動力輸出軸，就變成了天秤構造，是一個當動力輸出軸的單側停止時，反對側的動力輸出軸仍會繼續作動的結構。而這種兩個的動力輸出軸都具有相同的特性的機構，就稱為「均衡器」。〔機構應用 3-7〕的差速齒輪也是旋轉型均衡器的一種。

# 使用差速齒輪 就能建構扭力均衡器

應用  
要點

汽車的驅動輪，裝有像差速齒輪這類具有扭力均衡器功能的裝置，可以使用行星小齒輪進行組裝。

## 1 差速齒輪

圖 3-7-1 行星小齒輪的兩側，是由相同齒數的齒輪相啮合，至於行星小齒輪則是以和從動軸同軸為中心來旋轉的構造。當提供主動（入力）齒輪旋轉力道時，在 2 個從動軸當中若有一個動力輸出軸的

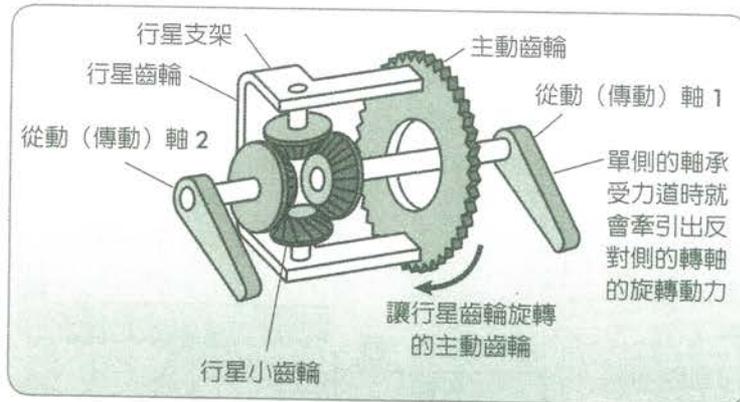
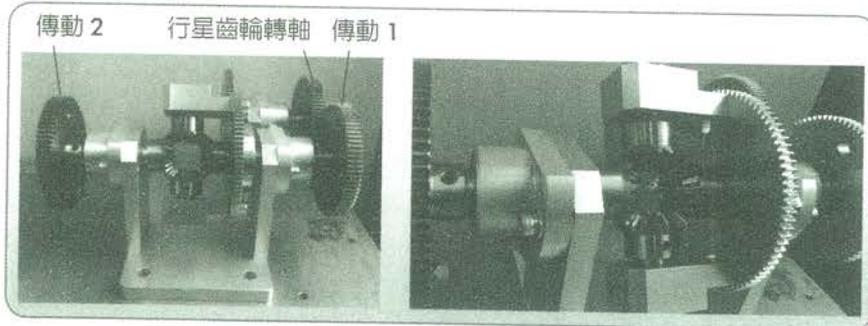


圖 3-7-1 差速齒輪

負荷變重，就會產生比反對側的從動軸有更多的旋轉次數。由於從動軸 1 的旋轉數與從動軸 2 的旋轉數總和經常是固定值，所以稱之為「差速齒輪」。差速齒輪如照片 3-7-1 所示。此外，差速齒輪也具有均衡器的功能，若利用從動軸 1 與 2 的手臂來夾取工件，兩者就具有相同力道的夾取功能。

## 2 差速器

差速齒輪作為差速器，多被使用在後輪傳動的四輪汽車上。當四輪汽車轉彎時，即使內輪與外輪的轉速有變化，仍然會產生相同的扭力。此時來自引擎的旋轉動力會牽引行星齒輪轉動，並由傳動軸 1 和 2 來驅動輪胎的兩個軸，當外側輪胎承受大的扭力時，內側的輪胎就會快速轉動。



照片 3-7-1 差速齒輪 (MM-VML420)

機構應用  
3-8

# 使用行星小齒輪讓單一動作牽引出不同時段的 2 個作動



使用行星小齒輪與彈簧，就能利用 1 個驅動器來產生不同時段的複數運動。

如圖 3-8-1，是一個由氣壓缸帶動著夾在 2 個齒輪之間的行星小齒輪，且能在 2 個不同時段產生作動的雙齒輪與小齒輪的機構。

當氣壓缸前進時，行星小齒輪往右移動。藉由行星小齒輪的旋轉帶動齒條 A 先往右移動，一旦碰觸到擋塊 A 時，齒條 B 往右移動，當氣壓缸後退時齒條 B 是先往左移動，在

碰觸到擋塊 B 後齒條 A 往左移動回到原來位置。此時，要特別注意的是齒條 A、齒條 B 還有氣壓缸，都是以

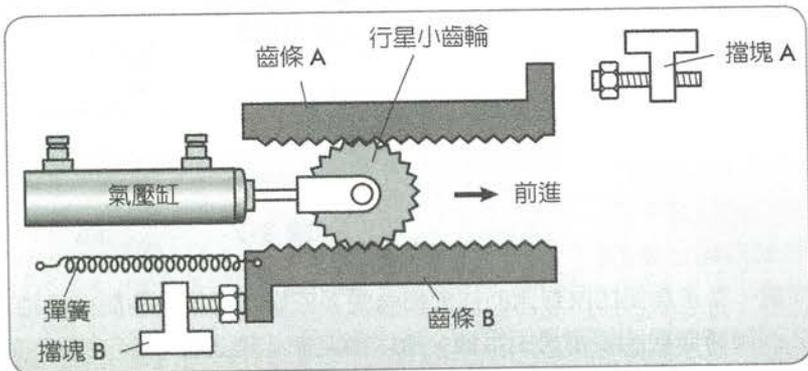


圖 3-8-1 使用彈簧的雙齒條與小齒輪

倍速的速度移動。它的動作順序，如表 3-8-1 所示。

表 3-8-1 雙齒輪與小齒輪的動作順序

動作 順序	①只有齒條 A 作動	⑤只有齒條 B 回復
	②齒條 A 停止	⑥齒條 B 停止
(前進)	③只有齒條 B 作動	(後退)
	④齒條 B 停止	⑦只有齒條 A 回復
		⑧齒條 A 停止



## 重點提示

這裡所介紹過使用彈簧的雙齒輪與小齒輪，是齒條 A 作動時而齒條 B 是停止的，它是和齒條與小齒輪的倍速機構一樣的構造來作動。當齒條 B 作動時，彈簧的力道會施加在行星小齒輪上成為旋轉動力，進而產生讓擋塊 A 來推送齒條 A 的力道。學習用單個氣壓缸的作動來產生 2 個不同時段的作動的方法，就能夠建構出利用單個驅動器來驅動撿拾與放置單元 (P & P Unite) 裝置。

## 第 4 章

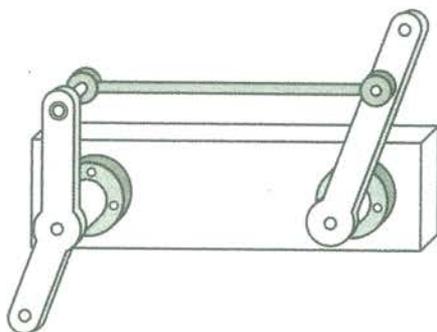
# 運用「槓桿運動 轉換與連桿聯結」 的機構

槓（臂）桿是用於在限定範圍內的行程轉換運動方向，可藉由與連桿這類機構相聯結而達到動力輸出的效果。

特別是由凸輪及曲柄所產生的連續往返運動，經常會使用臂桿和連桿來轉換它的運動方向。

另外，臂桿它有施力點、支點、抗力點，同時也具有槓桿的功能，所以在轉換運動方向的同時，也兼具了增力及減力的效果。還有，透過改變主動軸與從動軸的長度，也可以調整移動行程的距離。

若能善加活用臂桿和連桿的話，就可將此驅動單元自由地配置在有需求的場所，成為一個具有驅動功能的機構。



# 使用臂桿可以簡單地轉換運動方向



臂桿是由施力點、支點、抗力點，這 3 點的位置關係來決定它運動的轉換方向。因為是以支點為中心的圓周運動，所以只要把焦點放在圓周的接線方向的作動狀況，就可以清楚了解整個結構。

## 1 反向器

在圖 4-1-1，是利用臂桿來做簡單的運動轉換的事例。當下拉臂桿的單側時，其反對側就會上舉，以達到  $180^\circ$  運動轉換的目的。像這樣將運動方向做  $180^\circ$  反轉的臂桿，稱之為「反向器」。

一般來說，臂桿的旋轉軸是固定的，就如圖 4-1-2 所示，其施力點和抗力點的旋轉中心，就是以支點為中心來做旋轉運動。

旋轉點所匯集的力道會成為圓周接線方向的力道，可以視為臂桿是依循圓周的接線方向來持續地作動。

就如圖 4-1-3 所示的反向器，施力點和抗力點都是以支點為中心來做直線的分佈，施力點只要依循接線方向移動微小的距離，抗力點也會依循接線方向做反向微小距離的移動。因為這樣的動作是連續性的，所以不管在任何場所，反向器都是做  $180^\circ$  的轉換作動。

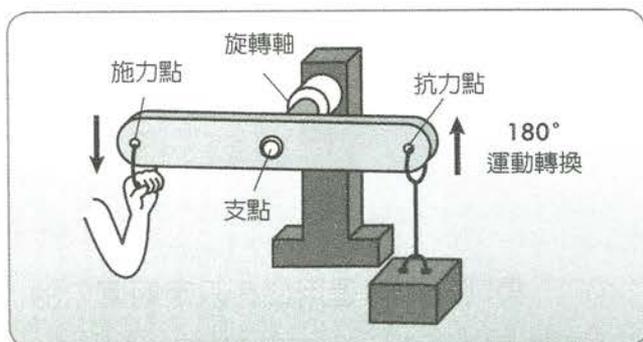


圖 4-1-1 利用臂桿來做  $180^\circ$  運動轉換 (反向器)

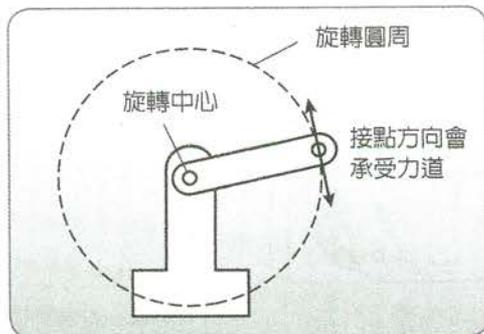


圖 4-1-2 旋轉的運動方向

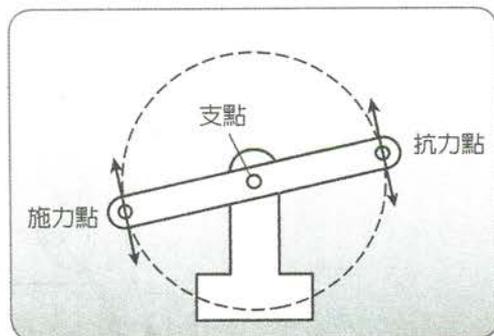


圖 4-1-3 反向器的作動

## 2 選擇桿

圖 4-1-4 的臂桿是呈現  $90^\circ$  的手臂 (Arm)。可以讓施加在施力點的力道做  $90^\circ$  轉換，再由抗力點輸出，這種可做  $90^\circ$  轉換的臂桿就稱為「選擇桿」。

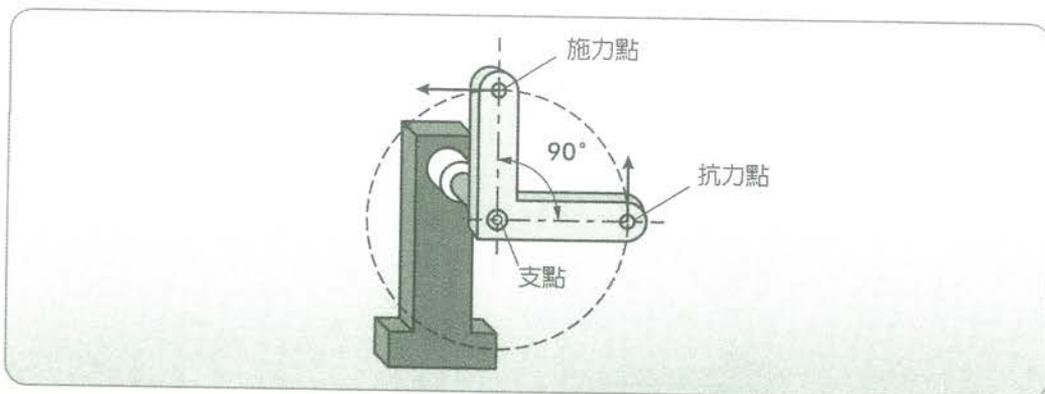
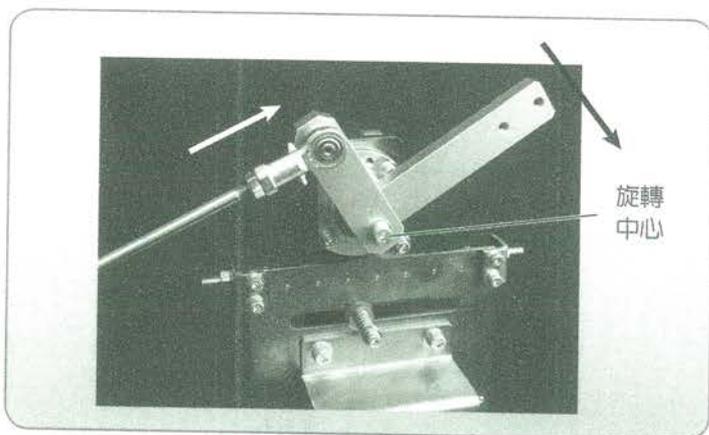


圖 4-1-4 臂桿做  $90^\circ$  運動轉換 (選擇桿)

照片 4-1-1 是利用選擇桿來做  $90^\circ$  運動方向轉換的單元裝置的事例。



照片 4-1-1 利用選擇桿來做  $90^\circ$  運動方向轉換

## 3 臂桿

如圖 4-1-5 臂桿的角度是  $120^\circ$ ，依接線方向的運動模式，其動力輸出也可以做  $120^\circ$  的轉換。



圖 4-1-5 利用臂桿做任意角度的運動轉換

## 重點提示

臂桿的變換角度，取決於以支點為頂點，其施力點及抗力點的構成角度，與臂桿的形狀完全無關。圖 1 是呈現各種形狀的臂桿，正如同這些臂桿右側所畫出的圖形一樣，會依 A、B、C 這 3 點所形成的角度來轉換運動。

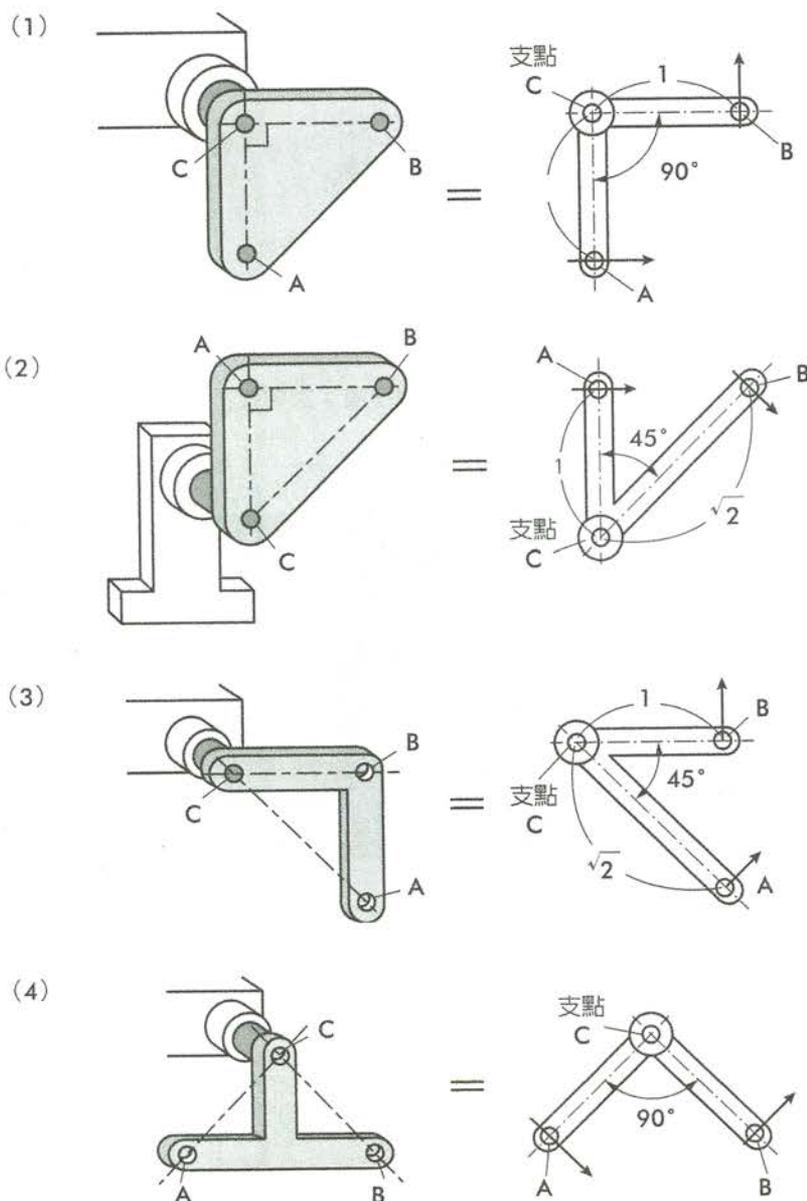


圖 1 各種形狀的臂桿

# 用臂桿取代直動導塊 就能完成的簡單設計

應用  
要點

使用直動導塊機構時，其裝置既大又複雜。可以改使用臂桿來替代直動導塊的設計，就能解決這種困擾。

圖 4-2-1 是一個將放在自由流動生產線上的工件，進行壓入組裝作業的裝置。壓入頭是由直進導塊做引導，可以將其換成如圖 4-2-2 的臂桿。

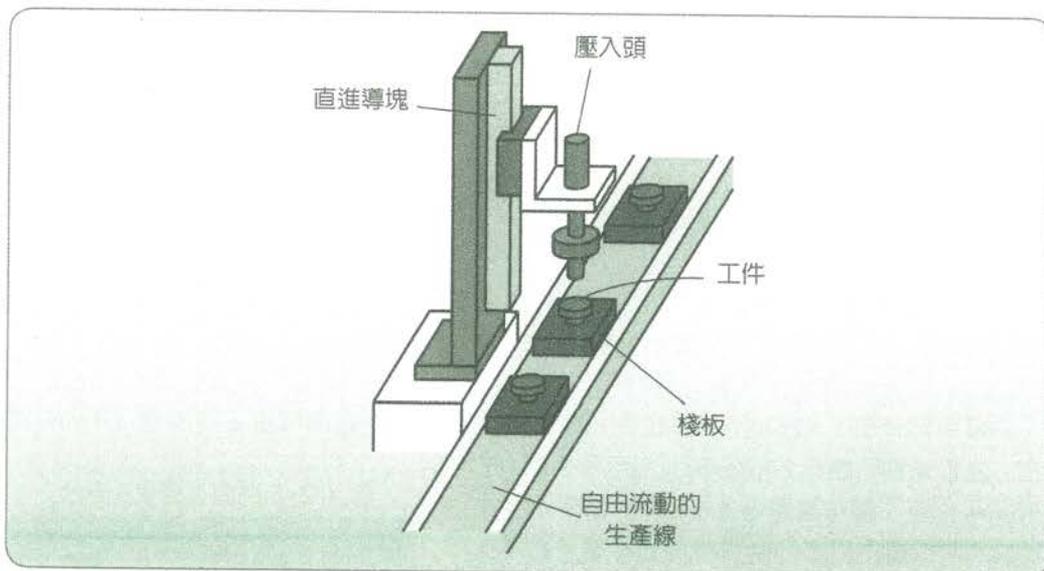


圖 4-2-1 利用直進導塊的壓入裝置

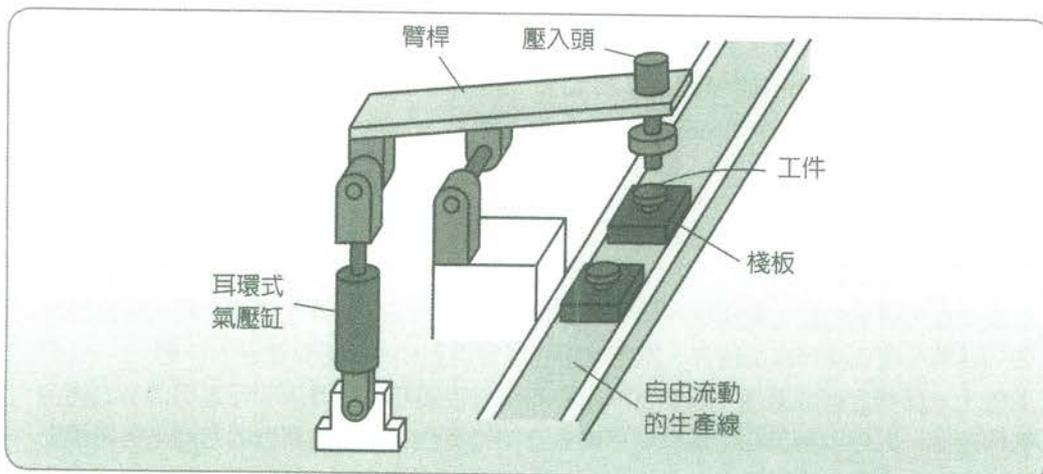


圖 4-2-2 利用臂桿的壓入裝置

換成臂桿後產生的問題點就是它的直進性。由於是以支點為中心的旋轉運動，所以不是直動而是劃圓弧的運動。

以下就針對圖 4-2-2 所示，在限定的行程裡，所能夠達到何種程度的直進性。

如圖 4-2-3 所示手臂長度  $l$  ( $L$  的小寫) 的臂桿，當它移動  $x$  的距離時，試著計算其前後的擺動量  $e$ 。

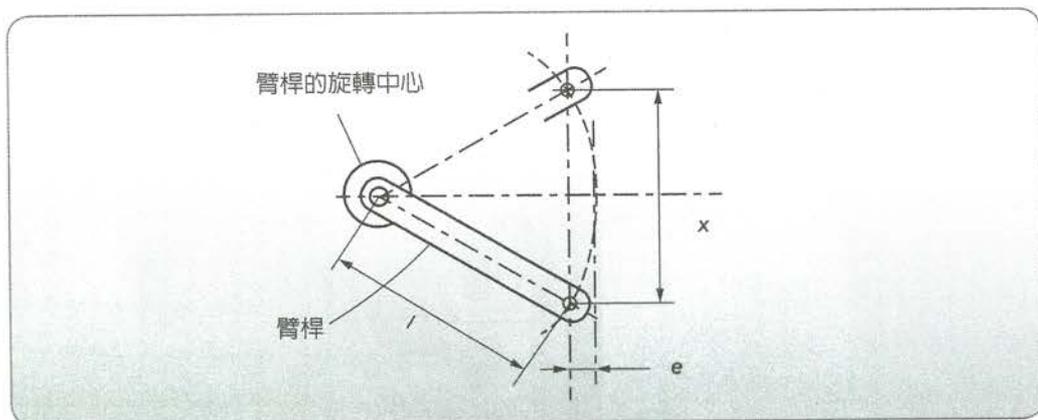


圖 4-2-3 臂桿的動作的直線性

當手臂長度  $l = 25\text{mm}$ ，移動量  $x$  是  $20\text{mm}$  時，其直線偏移量  $e$  同樣是  $\pm 1\text{mm}$  左右。當移動量同樣是  $20\text{mm}$  時，而手臂長度  $l$  是  $50\text{mm}$  的話，偏移量是  $\pm 0.5\text{mm}$  的程度。從表 4-2-1 可以看出其中的關聯性。當手臂長度  $l$  是  $100\text{mm}$  的話， $x$  只移動了  $20\text{mm}$ ，其直線偏移量也只有  $\pm 0.25\text{mm}$  的程度而已。

從該表中可以了解，若可以允許有  $\pm 1\text{mm}$  的擺動量，而做  $40\text{mm}$  左右的上下移動量，就可以選用手臂長度  $l$  是  $100\text{mm}$  的臂桿來替換線性導塊。

表 4-2-1 與直進運動的誤差

$l$	$x$	$e$
25	20	$\pm 1$
100	20	$\pm 0.25$
25	40	$\pm 5$
100	40	$\pm 1$

(mm)

### 重點提示

在設計直進運動的動力輸出時，要先檢討能否用臂桿來取代線性導塊。將使用直線導塊的裝置改成旋轉導塊的臂桿，就可以很輕鬆地得到成本便宜又高速的作動。

此外，一旦裝上線性導塊，驅動器的組裝方向一定要和線性導塊平行才可以，但使用臂桿的話，則可以善加利用臂桿能夠轉換方向的特性，依自己喜歡的方向來組裝驅動器，設計出小型化的裝置。

# 將線性導塊換成臂桿 就可以自由配置驅動器



與其利用導塊來導引上下作動的驅動器，倒不如試著用臂桿來取代現行的導塊。

## 1 使用線性導塊在設計上的侷限

若嘗試設計一組讓工件 1 壓入至工件 2 內的單元裝置。

如圖 4-3-1 的設計，是使用線性導塊來作為直進運動的導塊，並利用氣壓缸來驅動其上下的作動。

驅動頭部作動的氣壓缸，只能組裝在線性導塊的作動方向，如圖 1 或圖 2 的設計。

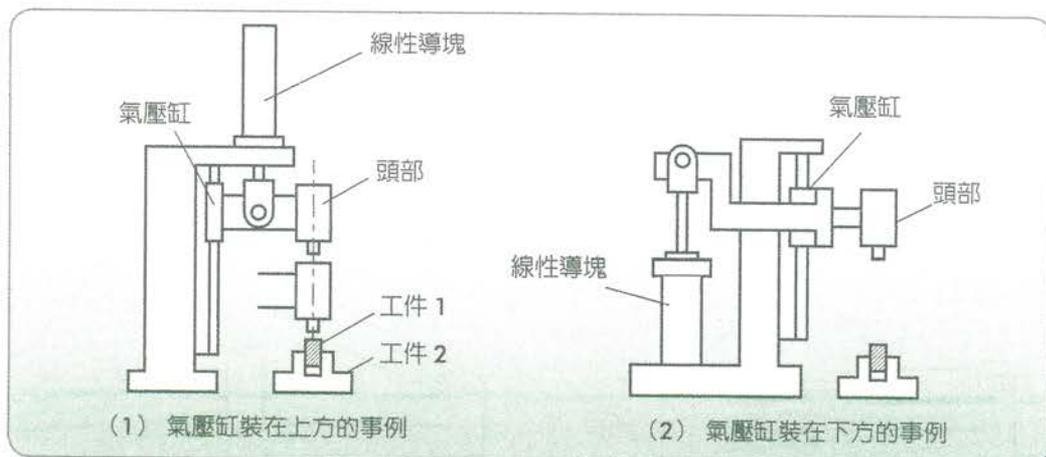


圖 4-3-1 使用線性導塊的直進運動

## 2 用臂桿來取代線性導塊

圖 4-3-2 是將圖 4-3-1 的線性導塊換成臂桿。因為臂桿是做圓弧運動，所以氣壓缸也改使用能追隨旋轉運動的耳環式。

把直進導塊改成臂桿，所以氣壓缸只要能夠驅動臂桿做圓弧運動就能滿足需求。此處為了讓從臂桿到氣壓缸的活塞柄前端能相聯結，可以裝上「扶手」，讓耳環式活塞驅動臂桿做旋轉運動。

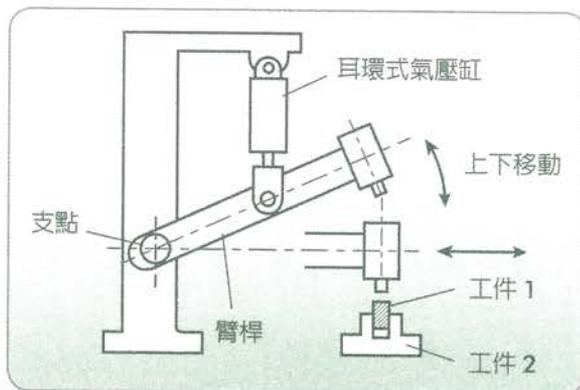


圖 4-3-2 直接驅動型

### 3 高自由度的臂桿驅動方法

為了驅動臂桿而裝設的扶手，可以支點為中心做任一方向的組裝，讓它能以臂桿為支點的軸來旋轉。

圖 4-3-3 是經常會使用到臂桿的驅動方法。

使用臂桿的話，正如前面所敘述過的事例，可以大大增加作業配置的彈性。

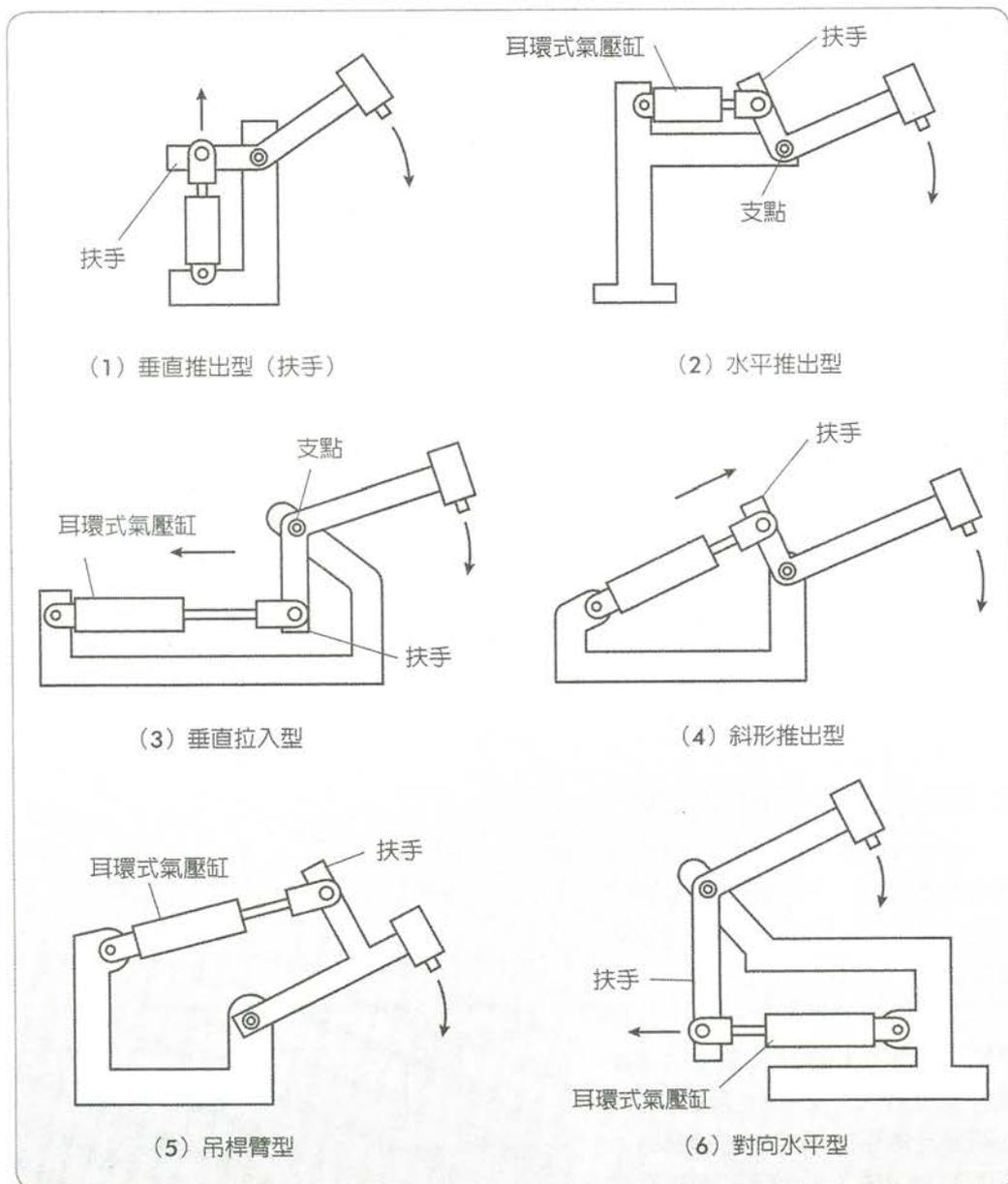


圖 4-3-3 因臂桿角度的不同而變更的配置方式

## 重點提示

臂桿有支點、施力點、抗力點這 3 個點，施力點是以支點為旋轉軸而旋轉，所以設計時就可以根據旋轉的旋轉軸這個功能將臂桿組裝上去。在圖 1 裡，臂桿分成施力點手臂和抗力點手臂，把這 2 個手臂裝在同一旋轉軸上，就能組裝出如圖 2 所示的構造。

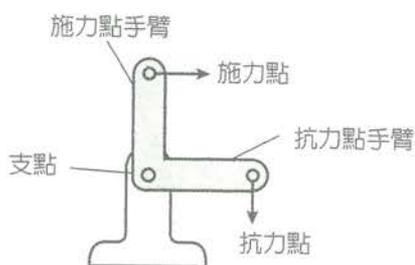


圖 1 臂桿

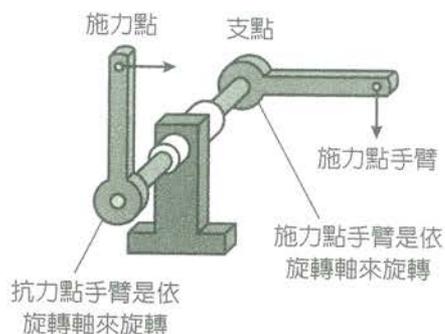


圖 2 臂桿是由 2 個手臂所構成



照片 1 分割成施力點手臂和抗力點手臂的臂桿實例

由於圖 1 和圖 2 都是同樣的作動方式，所以即使圖 2 的施力點手臂的組裝角度變更，只要施力點手臂所提供的力矩是一樣的話，抗力點手臂所輸出的力矩也不會改變。也就是說，當施力點施力於圓周運動的接線方向時，輸出於抗力點圓周運動的接線方向的力道，和施力點及抗力點與支點構成角度無關。因此，臂桿運動方向改變的角度，可以自由地變換。

照片 1 是分割成施力點手臂和抗力點手臂的臂桿實物照。

機構應用  
4-4

## 被導引的手臂 可用連桿棒來聯結



連桿棒是兩端有開孔的棒子，用來傳達作動。連桿棒的聯結有 3 種方法。  
在 2 個導引手臂間傳達作動的聯結棒就稱為「連桿棒」。

手臂的導引方法有旋轉和直動這 2 種，基本的有：

圖 4-4-1 相同旋轉手臂的聯結，圖 4-4-2 旋轉手臂與直動手臂的聯結，圖 4-4-3 相同的直動手臂的聯結這 3 種。

當 2 個手臂中的任一個沒有被導引的話，連桿就會變得搖搖晃晃，無法傳達作動。

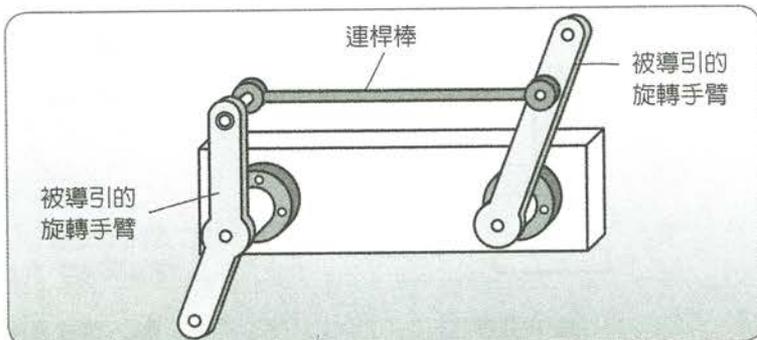


圖 4-4-1 相同旋轉手臂的聯結

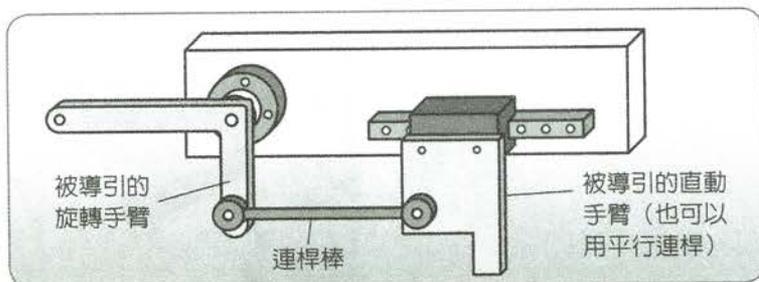


圖 4-4-2 旋轉手臂與直動手臂的聯結

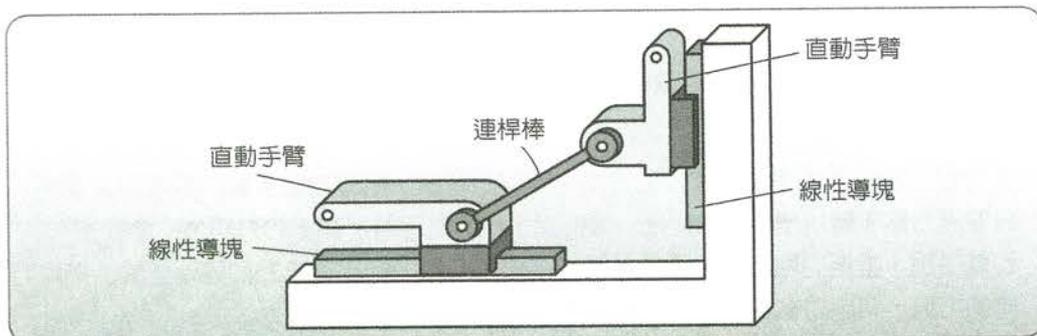


圖 4-4-3 相同直動手臂的聯結

## 使用連桿的沖壓移動機構

應用  
要點

沖壓移動機構，是一個由單一輸入動力，驅動沖壓手臂和推送手臂這 2 種手臂，不同時間點分別作動的構造。以下說明傳達該作動連桿的使用方法。

## 1 沖壓移動機構

利用單一動力來驅動 2 種作動的代表事例就是「沖壓移動機構」。

當主動軸往返作動 1 次，工件承受來自上方的沖壓作業後，再將該工作推送到下個工作站。透過上下作動與前後作動機構的同期作動，就可以成為一個進行作業及高速傳送的單元構造。

## 2 選擇桿可做 90° 運動轉換的機構

圖 4-5-1 是使用選擇桿將主動軸的水平移動，轉換成垂直方向的擺動運動。選擇桿是以固定旋轉軸為中心做擺動運動。

在工件壓頭做旋轉運動時，若移動範圍很小的話，就幾乎是直線的作動。

當工件被沖壓時，工件的壓頭想要維持水平狀態，就要由連桿 1 的長度來做調整。雖然主動軸的直進運動也可以直接傳送到推送頭，但這裡是使用連桿 2 來擴大主動軸的行程。

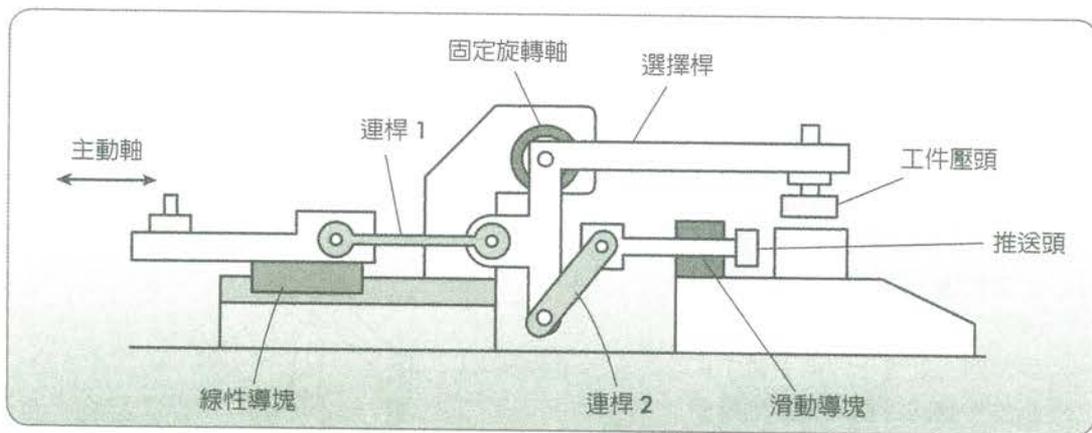


圖 4-5-1 選擇桿型沖壓移動機構



## 重點提示

使用連桿 1，將直進作動的動力輸入運動轉換成旋轉運動。而連桿 2 可以將連桿 1 的移動力量擴大約 2 倍，將旋轉作動轉換成推送頭的直進作動。

像這樣，透過連桿與臂桿的組合，就可以自由地轉換運動方向與行程。

## 使用伸縮手臂 來聯結相同的臂桿

應用  
要點

由於臂桿是做旋轉運動，即使想把相同的臂桿聯結在一起，也無法保持一定的距離，所以不容易做聯結，可以考慮使用長度容易變化的手臂做聯結。

### 1 臂桿的手臂

由於臂桿的手臂是以支點為中心做圓弧運動，所以相同的臂桿是無法直接聯結。這是因為手臂的旋轉運動，從聯結對象的支點到聯結點的距離會發生變化。

要把手臂 1 和手臂 2 相聯結時，當手臂 1 的長度固定的話，手臂 2 的長度就必須像圖 4-6-1 那樣能夠變化才行，否則無法產生追從的作動。

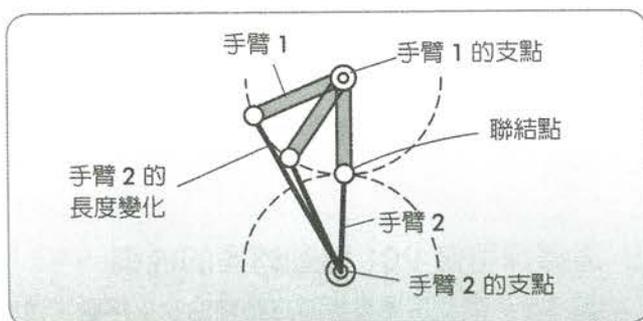


圖 4-6-1 固定手臂 1 時手臂 2 的長度變化

### 2 由耳環式氣壓缸來驅動臂桿

如圖 4-6-2 所示的聯結方法之一，是在可伸縮的氣壓缸來裝上手臂。當主動握柄作動時，手臂 1 會旋轉，由於聯結點和支點的距離會變化，而這些變化量，就會讓手臂 2 可以伸縮以維持著聯結狀態。伸縮手臂的長度變化使得手臂 1 能產生作動的這種結果，全是仰賴耳環式氣壓缸來驅動。

可伸縮手臂的另一個組裝方法，正如照片 4-6-1 所示，是使用被稱為曲柄滑塊機構的一部分所組成。

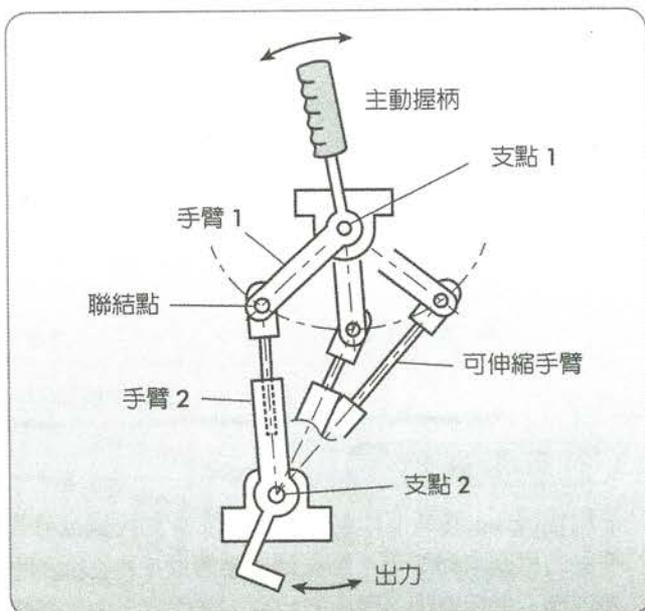


圖 4-6-2 可伸縮手臂的聯結

### 3 滑動導塊

如圖 4-6-3，是在支點 2 裝上動力輸出臂桿，動力輸出臂桿會驅動手臂成為支撐，再透過滑動導塊在其間滑動；當去驅動手臂 1 時，聯結點與支點這 2 點間的距離會發生變化，且因為手臂 2 依距離的變化量做前後移動，使得手臂 1 和手臂 2 仍能維持聯結狀態。由於手臂 2 的旋轉會牽引動力輸出手臂的旋轉，而能夠得到動力輸出的結果。

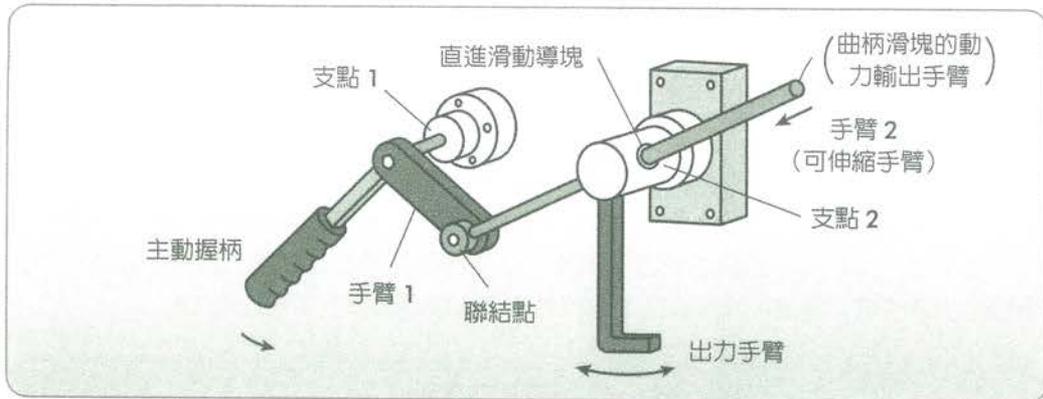
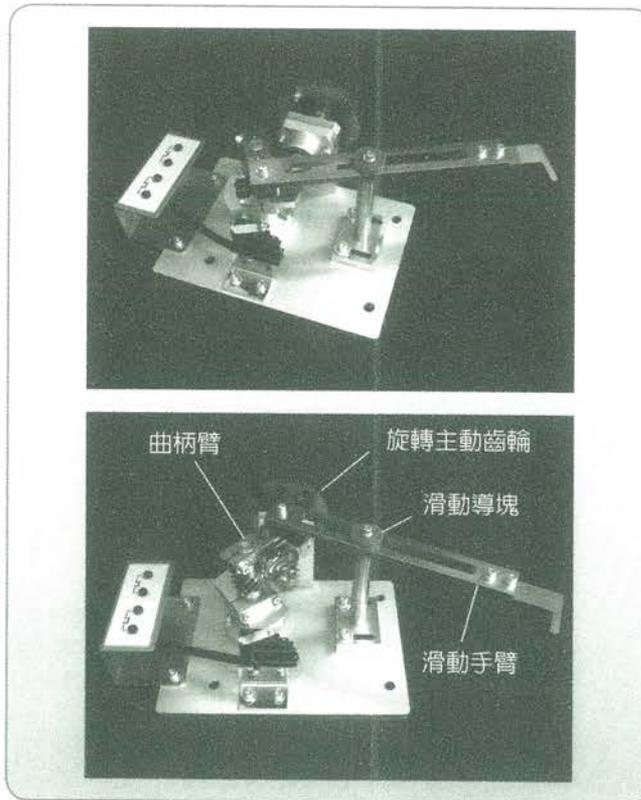


圖 4-6-3 使用曲柄滑塊的聯結



照片 4-6-1 曲柄滑塊的實物事例

# 使用滑槽塊讓臂桿和直動機構直接聯結



想用臂桿來驅動直動機構時，可以使用隙間翼（Slad）。利用隙間翼，讓臂桿在圓周運動當中，對於驅動對象的直進運動中，消除垂直移動的作動成分。

## ① 臂桿會做圓弧型的作動

讓我們嘗試以圓弧做往返運動的臂桿，直接驅動直進導塊所牽引的移動塊。

如圖 4-7-1，因為臂桿是做圓弧運動，會讓作用點在直進運動時產生偏移。此時就如同〔機構應用 4-6〕一樣，雖然可以使用伸縮手臂，但因為手臂會承受很大的橫向力道，並不是一個能簡單解決的構造。那麼既要能夠承受橫向的力道，還要吸收臂桿直進運動中的偏移量，建議可以再追加 1 個線性導塊來吸收臂桿上下方向的作動。

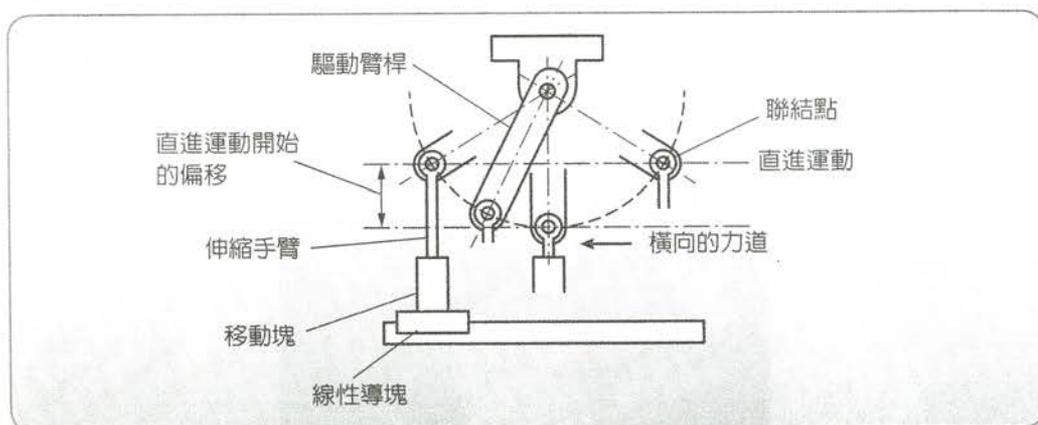


圖 4-7-1 臂桿動力輸出與直進運動的聯結

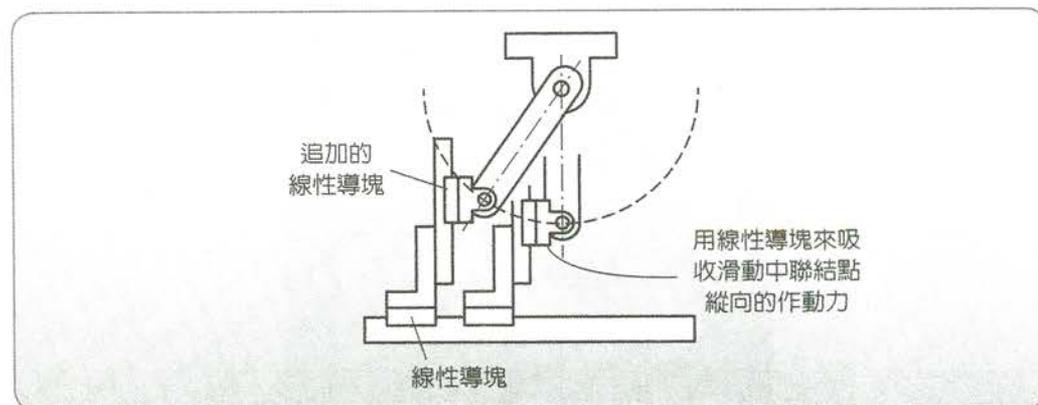


圖 4-7-2 再追加 1 個線性導塊的聯結方法

## 2 滑槽塊（桿）

接著，為了讓臂桿與直進運動能夠簡單聯結，就在直動導塊裝上帶有長孔的板子，再讓臂桿上的驅動插銷來驅動長孔穴。

如圖 4-7-3 所示，雖然插銷是做圓弧形作動，但對於長孔穴的縱向方向不會有任何的影響，如此就可以將圓弧運動和直進運動相聯結。把類似這樣的構造來和臂桿上的驅動插銷相咬合，且讓臂桿只朝單一方向來作動，如這種本身有孔穴的滑塊結構就稱之為「滑槽塊（桿）」。

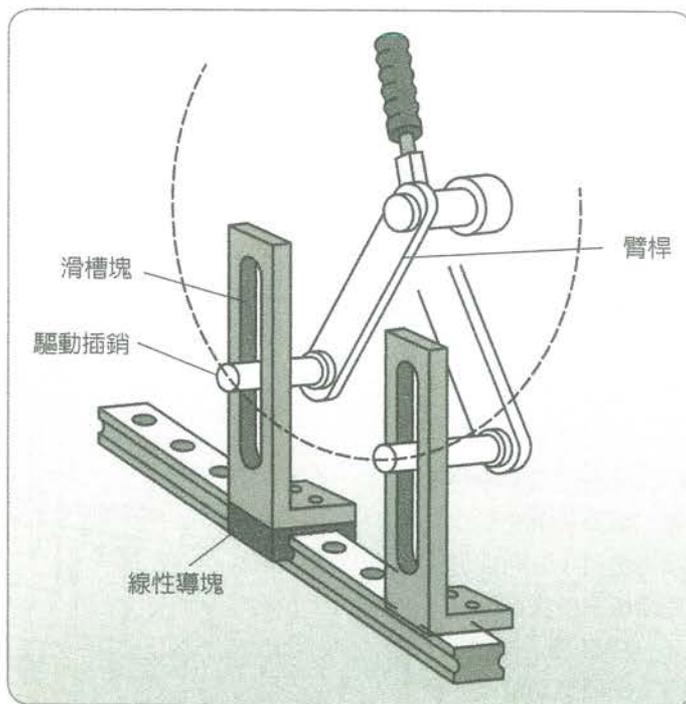


圖 4-7-3 使用滑槽塊的臂桿動力輸出的直進轉換

## 3 和相同臂桿直接聯結的滑槽塊

圖 4-7-4，是使用滑槽塊直接聯結 2 根相同的臂桿。

不論聯結的支點是近或遠，都可由滑槽塊來吸收。

圖 4-7-5 是在臂桿的側邊裝上滑槽塊，就能從直進動力輸出以獲得臂桿的搖動動力輸出。

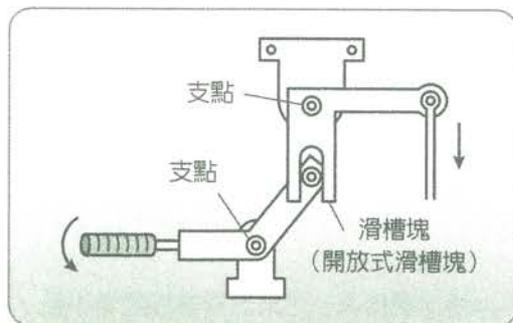


圖 4-7-4 利用滑槽塊聯結相同的臂桿

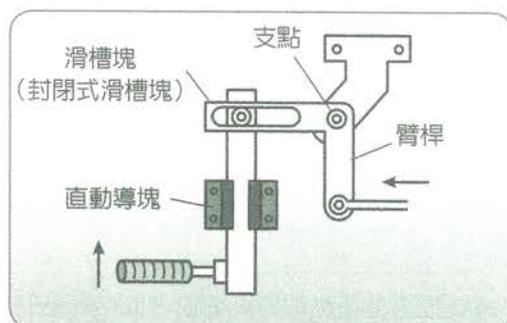


圖 4-7-5 利用滑槽塊的直進運動來驅動臂桿

## 使用滑槽塊的沖壓移動機構

應用  
要點

沖壓移動機構，是工件在被夾取後，再被推出的作業，是由主動軸來完成一個行程的單元構造。這個構造是使用滑槽塊讓推桿做上下及前進後退的動作，且單靠一個驅動器來執行。

圖 4-8-1，是一個由上往下壓住工件，當主動軸前進、工件沖壓頭會上升，同時推桿會前進將工件往前推落的沖壓移動機構。當要將運動從水平轉換到垂直，就可以使用帶有滑槽塊的選擇桿。

該裝置在連續作動時，是靠氣壓缸及曲柄臂等來讓主動軸連續前進與後退。這一類的沖壓移動機構由於無法自動供給工件，所以需要其他單元構造來協助。

照片 4-8-1 是使用選擇桿與滑槽塊的沖壓移動機構的實例。

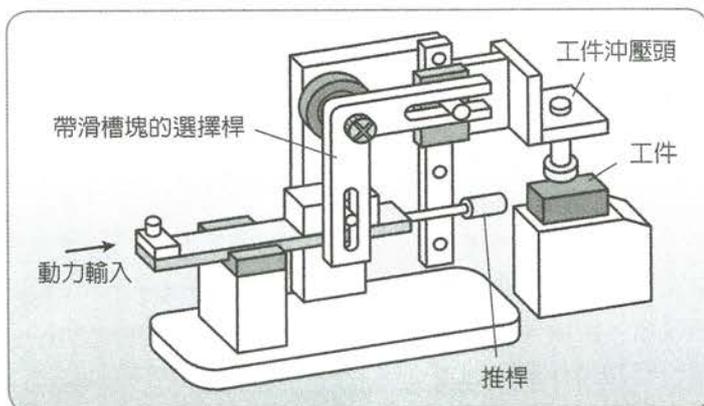
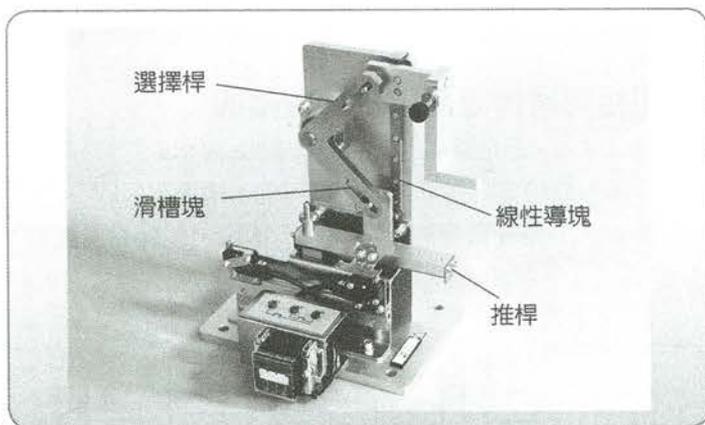


圖 4-8-1 選擇桿型沖壓移動機構



照片 4-8-1 使用選擇桿與滑槽塊的沖壓移動機構



## 重點提示

當要把直進運動與擺動運動做直接聯結時，可以使用滑槽塊。如果想要讓搖晃變小且又能確實做聯結就要使用連桿棒。

# 使用滑臂桿和滑槽塊，讓短行程的氣壓缸產生大範圍的往返運動

應用  
要點

這是一個把臂桿當成槓桿，來擴大氣壓缸行程的機構。為了能將臂桿的旋轉運動與直進機構相聯結，就要使用滑槽塊。

圖 4-9-1，是一個利用臂桿擴大氣壓缸的作動，且讓橫向的作動可以簡潔地匯總在一起的結構。

由於臂桿的旋轉會導致氣壓缸搖動，所以會採用氣壓缸的頭部帶有鉸鏈的耳軸式氣壓缸。

而這個結構，是根據氣壓缸的前端是在臂桿的某個位置做推拉，並藉此變更行程。

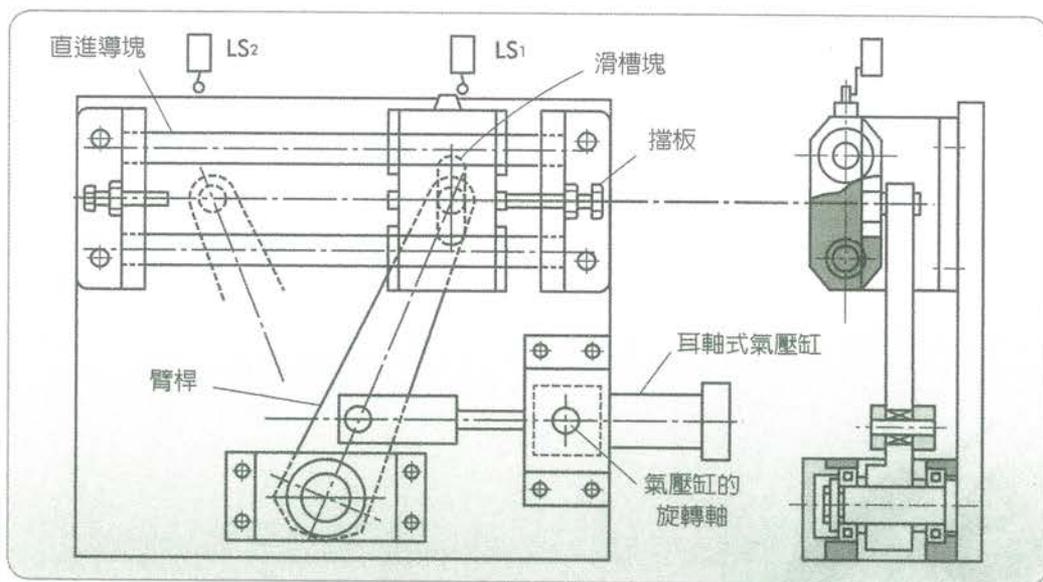
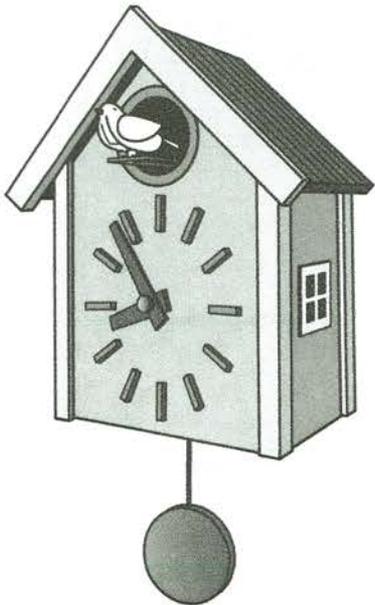


圖 4-9-1 應用臂桿行程擴大功能的往返直進機構



## 重點提示

應用由臂桿來擴大行程的功能，來構成往返直進機構，就能夠讓短行程氣壓缸做長距離的作動。



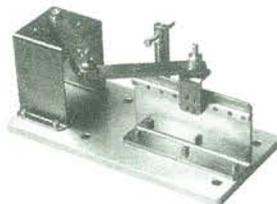
## 第 5 章

# 運用「肘節切換 增力機構」

肘節是一個由 2 根連桿臂組合，在連桿伸展中斷處會產出最大力道的結構。在伸展中止的狀態下有時也具有支撐棒的功能。肘節也可以是一個利用旋轉臂桿把旋轉轉換成直進的運動轉換機構。

當施力在旋轉臂桿讓肘節被推出且延伸的話，在肘節接近伸展中止的位置處時，動力輸出方向會輸出很大的力道。在接近這個伸展中止的位置，因為可以大幅地減速所以可以決定出高精密度的位置。

在使用肘節往牆壁推送，且緊貼著工件的話，雖然能夠決定出正確的位置，但當工件的尺寸大小差異很大，且是大尺寸工件的話，有可能會讓工件破損，因肘節機構會產生大幅增力的效果，需要特別注意。由於力和速度的關係是成反比的，所以對於需要有很大力道的機構，設計時要特別注意這個特點。



## 機構應用 5-1

# 若需要很大力道的話， 就使用肘節讓它伸展到極限



肘節，雖然只是由 2 根連桿臂聯結而成的單純構造，卻可以讓運動方向轉換成垂直，且能有效地活用於需要有很大力道的地方，可說是個重要機構。

### ① 使用肘節來增力

如圖 5-1-1 所示，把一定的力施加在肘節的動力輸入握柄時，可藉由負載感知器來顯示所測得的力道大小，進而了解肘節的增力特性。

圖 5-1-2 是實際測定肘節的力特性的實例。橫軸標示出肘節角度  $\theta$ ，縱軸則顯示當時的力道，從該圖中可以了解，肘節在接近延伸中止的狀態時力道是最大的。

當角度是  $120^\circ$  時，動力輸入和動力输出的比大約是 1 : 1，所以施加在動力輸入握柄的力道約是 9kg。而當角度  $\theta$  變成  $150^\circ$  時，力道就有 2 倍約 18kg。

### ② 計算肘節的力特性

試著對肘節的構成角度與動力输出的力道關係做簡單的計算。如圖 5-1-3 所示，就以肘節角度  $\theta$  變成  $120^\circ$  時來探討。從上往下壓的力道是  $F$ 。

為了將  $f$  的力依肘節的臂桿來做分解，所以就從  $f$  的頂

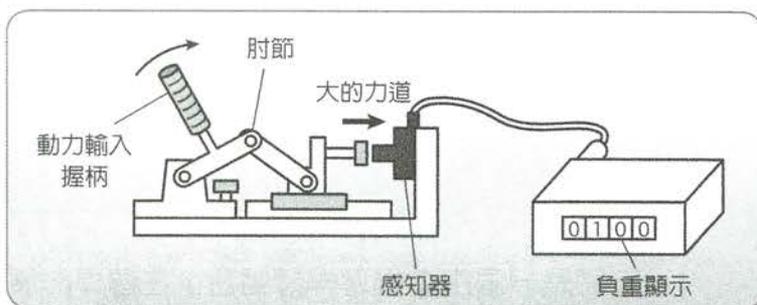


圖 5-1-1 肘節

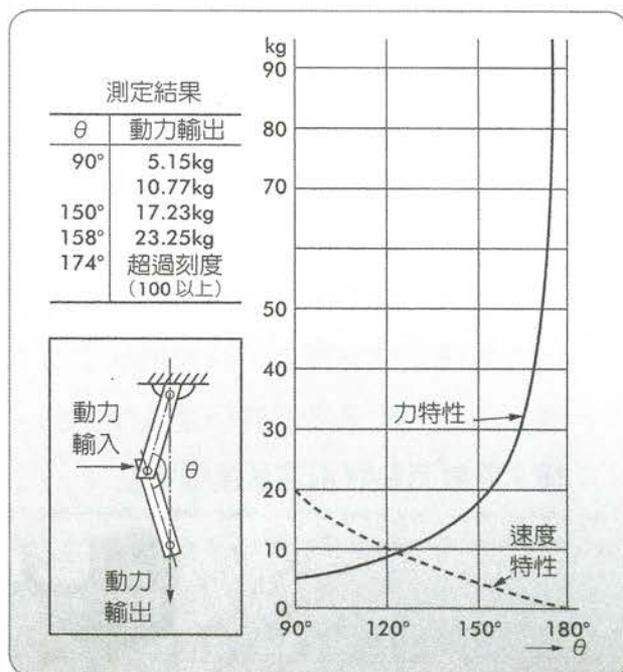


圖 5-1-2 肘節機構的增力特性

點 P3 拉出一條與 P1-P4 平行的 P2-P3 直線。這麼一來三角形 P1-P2-P3 就成了正三角形，所以  $f$  所分解的 P1- P3 的  $F$  是一樣的。也就是說，肘節的角度  $\theta$  是  $120^\circ$  時，肘節前端的動力輸出的力道，幾乎是等同於動力輸入的力道，它是以 1 倍的力道來輸出動力的。

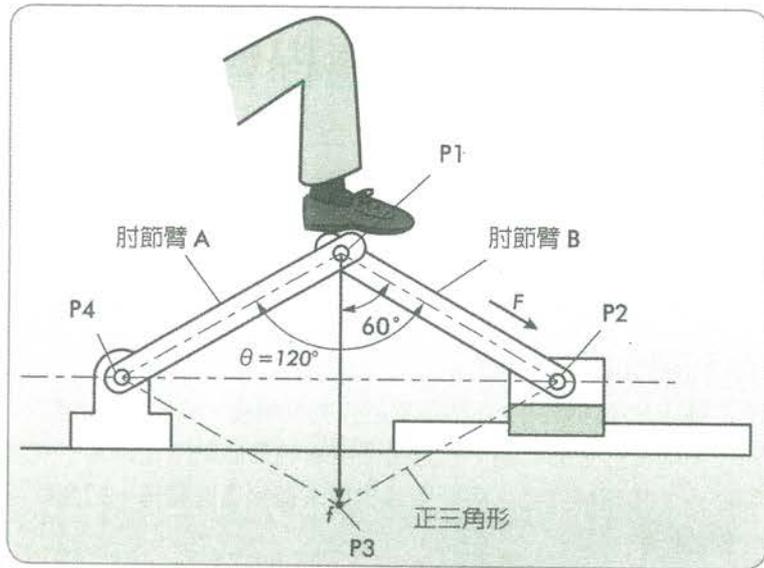


圖 5-1-3  $\theta = 120^\circ$  時肘節承載的力道

也就是說  $\theta = 120^\circ$  時， $F = f$ 。從圖 5-1-4 可以了解  $F$  和  $f$  的關係。

此時， $F$  和  $f$  的關係：
$$F = \frac{f}{2\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

從上式中我們可以把  $\theta$  和  $F/f$  的比例彙總成表 5-1-1。

這也讓我們了解到，在肘節接近伸展中止前也有 120 倍的輸出力道。

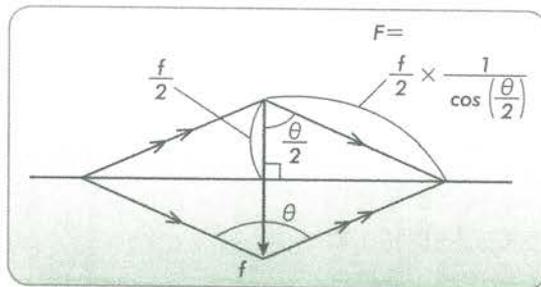


圖 5-1-4  $f$  和  $F$  的關係

表 5-1-1

$\theta$	$F / f$	概算倍率	$\theta$	$F / f$	概算倍率
$80^\circ$	0.65	0.65 倍	$170^\circ$	5.73	5 倍
$90^\circ$	0.71	0.7 倍	$175^\circ$	11.46	10 倍
$100^\circ$	0.78	0.8 倍	$176^\circ$	14.32	15 倍
$120^\circ$	1.00	1 倍	$177^\circ$	19.10	20 倍
$140^\circ$	1.46	1.5 倍	$178^\circ$	28.65	30 倍
$150^\circ$	1.93	2 倍	$179^\circ$	57.29	50 倍
$160^\circ$	2.88	3 倍	$179.5^\circ$	114.59	120 倍

### 重點提示

請特別注意，當角度不到  $120^\circ$  時來使用肘節的話，動力輸出力道會變小。還有，腦海中最好有  $120^\circ$  時  $F/f$  是 1 倍， $150^\circ$  時  $F/f$  是 2 倍， $170^\circ$  時  $F/f$  是 5 倍， $175^\circ$  時  $F/f$  是 10 倍， $179^\circ$  時  $F/f$  是 50 倍這樣的概念。

## 使用 2 根連桿臂來建構出肘節

應用  
要點

肘節是由 2 根連桿臂所組成的構造，當其中一根受到來自外部的驅動時，臂桿在伸展中止處就會輸出很大的力道。在探討肘節的作動時，可以把焦點放在單支連桿臂的作動。

## ① 利用連桿來聯結

連桿是被組裝在 2 個受拘束的作動機構裡，負責傳達運動。

所謂受拘束的作動，就是透過旋轉軸及直動導塊來導引運動的意義。例如，當旋轉軸上有 2 根臂桿的話，可利用連桿棒來連接這些臂桿，如此就可以讓單側作動並牽引另一根也作動。

或者是，單側有旋轉軸的臂桿，而另一個是用來做直動導引的臂桿，也是可以用連桿棒來聯結。

當下壓被當作支點的握柄時，臂桿會旋轉。而裝在臂桿上的連桿棒就負責下壓被直動導引的工具。

圖 5-2-1 也可以看到肘節機構。

臂桿和連桿是呈現「< 字形」，這就是它在伸展中止處會有最大動力輸出的地方。

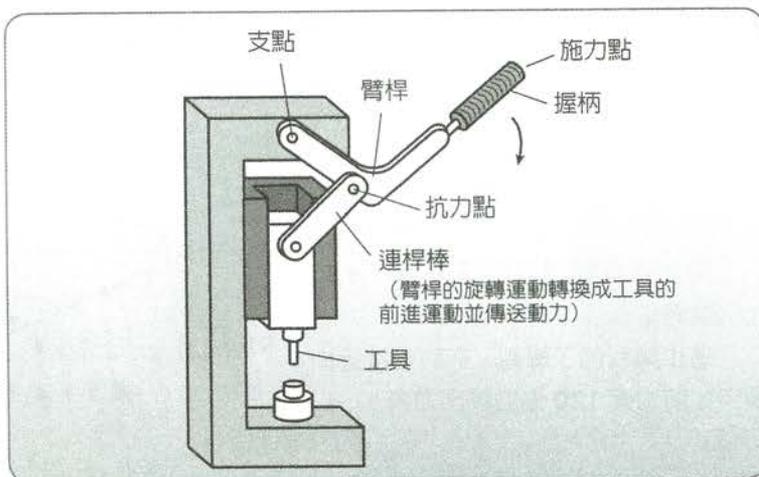


圖 5-2-1 臂桿與直進運動的連桿

## ② 肘節與連桿的關係

圖 5-2-2 是利用臂桿的作動來驅動肘節機構，而使用連桿棒的事例。

臂桿是做旋轉運動，肘節也是以支點為中心做旋轉運動。它是用連桿棒直接聯結這 2 個旋轉運動。肘節臂 B 也可以當作是連桿棒。作為進行旋轉運動的肘節臂 A，和進行直進運動工具之間的運動傳達手段的肘節臂 B，具有連桿棒的功能。如果沒有肘節臂 A 的話，肘節臂 B 就變成了不被拘束的軸，如此就無法利用連桿來做驅動了。

照片 5-2-1 是使用旋轉臂桿與滑動導塊的肘節機構實際的構成事例。

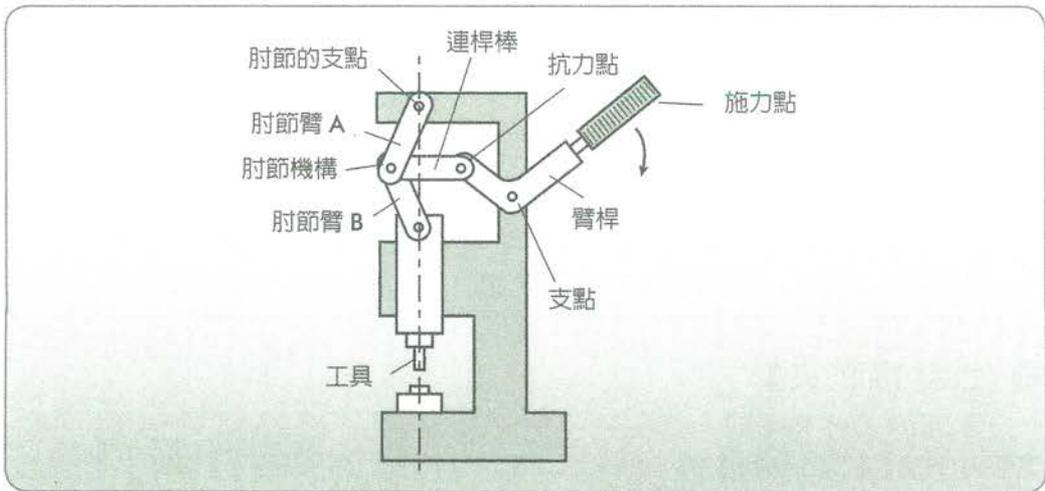
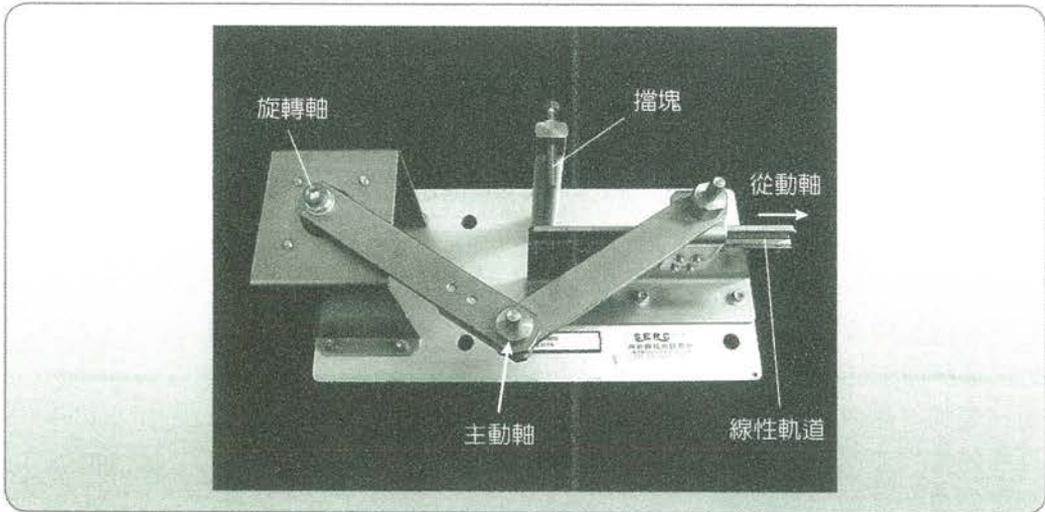


圖 5-2-2 使用連桿的肘節驅動



照片 5-2-1 實際的肘節構造事例 (MM-M250)

### 3 外肘節

圖 5-2-3，因為肘節使用方式是外推，所以稱為「外肘節」。

一般來說，肘節的動力輸出時間點是在伸展中止處，然而外肘節則是當 P1、P2 在同一線上時，才會有最大的輸出動力，是屬於內縮中斷時才有增力作用的機構。

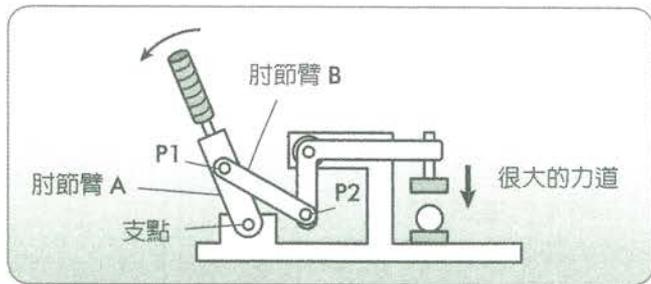


圖 5-2-3 外肘節

## 使用肘節來夾取工件

應用  
要點

當夾取工件時，可以使用增力機構。特別是在需要很大力道來夾取時，可以借重像肘節這樣能在終端產生很大增力效果的機構，即使是施力於工件側時也可以穩穩的夾牢。

## ① 使用肘節的夾頭

圖 5-3-1 是由耳環式氣壓缸來驅動肘節機構的事例。當時節連桿在伸展中止處時，也就是行程最末端會輸出很大的力道。一旦肘節伸展中止的話，氣壓缸就不會再回到反對側，所以當下如果就夾住工件的話，就會很穩固地被固定住。

耳環式氣壓缸的前端，是裝在肘節臂桿的中央附近，當該肘節的被聯結位置往圖的右側偏移，且靠近搖動臂桿的支點，雖然夾取力道會變弱，但即使是短行程的氣壓缸，搖動臂桿仍然可以做大範圍的打開作動。

實際使用肘節來夾取工件的事例可參閱圖 5-3-2。它的氣壓缸是在肘節的折曲點來做推送，所以肘節的支點如果上移到 A 點和 B 點的話，就算是用短行程的氣壓缸也可以進行驅動作業。

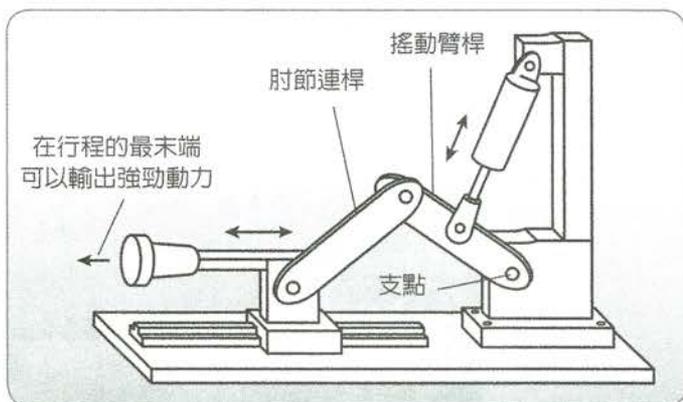


圖 5-3-1 肘節的末端減速、末端增力

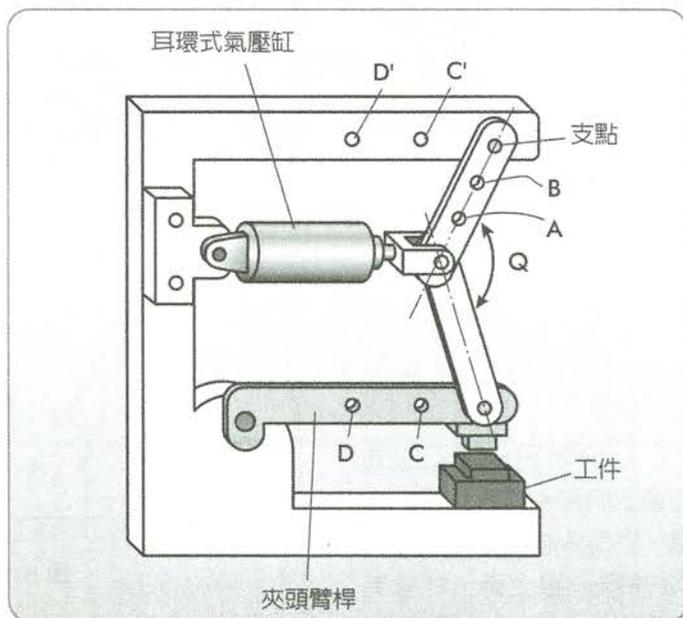


圖 5-3-2 利用肘節的工件夾取機構

此外，因為肘節的前端可以用來推送夾頭臂桿的前端，所以也算是個支點，當再連同夾頭臂桿的支點往右方的 C-C' 點、D-D' 點偏移的話，就可以讓夾頭臂桿有大角度的開放。

圖 5-3-3 是手動操作的工件夾取事例。

夾頭的前端裝有具彈性的橡膠，當在肘節的伸展中止處夾取的話，就能產生強大的固定力。

## 2 外肘節的夾頭

圖 5-3-4 的肘節，是為了讓結構簡潔，而使用中間臂的外肘節。

手動臂桿和中間臂相重疊，一旦成為一直線時臂桿就可以輸出強大的力道。

像這樣的肘節，當 2 根臂桿重疊在一起時就能輸出強大的力道。

在中間臂與臂桿變成一直線的位置

前傾倒臂桿的話，無法從夾住工件的側邊回復到原狀，所以夾頭不會脫離。然而事實上它可以在稍微超過直線的位置裝上擋塊，臂桿就不會有傾倒的現象。圖 5-3-5 是把由耳環式氣壓缸直接驅動的臂桿改成使用外肘節，以便在行程末端處產生很大力道的機構。

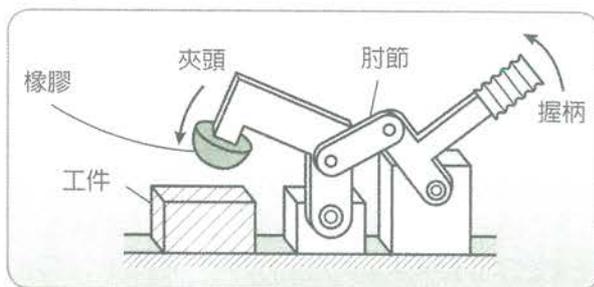


圖 5-3-3 應用肘節的末端增力功能的工件夾取



圖 5-3-4 利用外肘節的工件夾頭

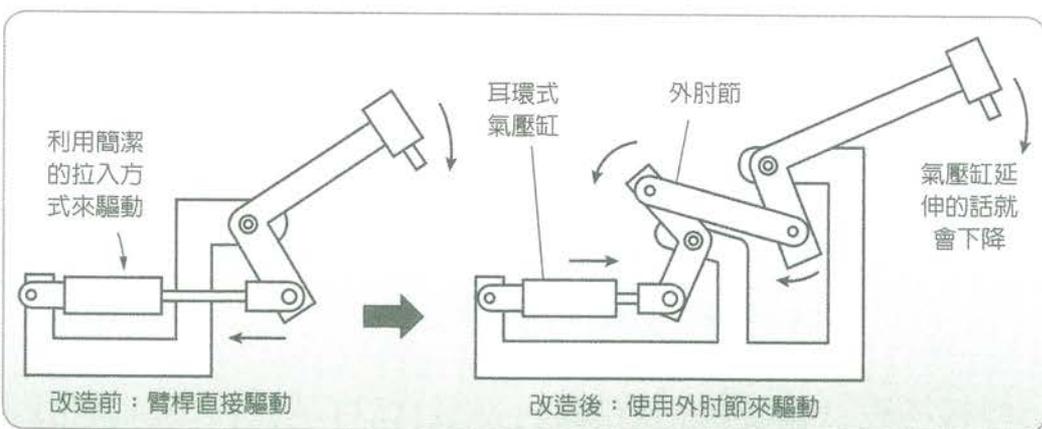


圖 5-3-5 使用外肘節在終端增力

## 重點提示

當利用氣壓缸等直接驅動做往返運動的機構時，可以使用肘節來作為組裝的元件。若使用肘節來組裝，會因為氣壓缸的組裝方向可以有  $90^\circ$  的改變，因此想要變更氣壓缸的方向時，也可以使用肘節來因應需求。

圖 1 是由氣壓缸驅動的齒條及小齒輪型的夾頭，再追加肘節之後就成了圖 2。裝上了肘節，會讓夾取工件時的力道變大，因此能穩固地夾住工件。由於氣壓缸的組裝方向是縱向的，是個簡潔的裝置。如果肘節是和「 $\lt$ 」字反向的話，氣壓缸亦可裝在肘節的下側。

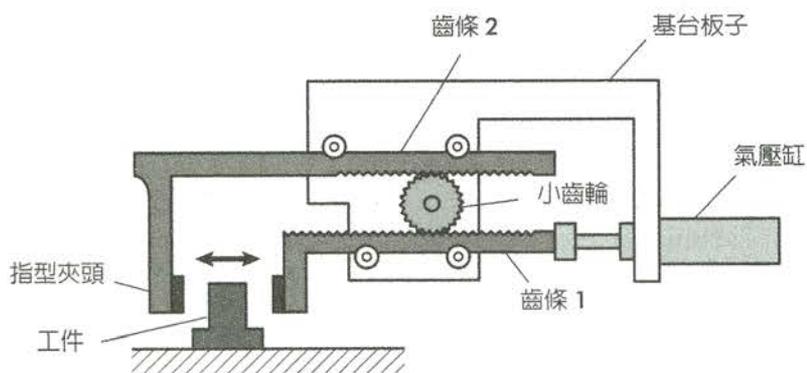


圖 1 變更前 (圖 2-3-1 齒條及小齒輪的平衡夾頭)

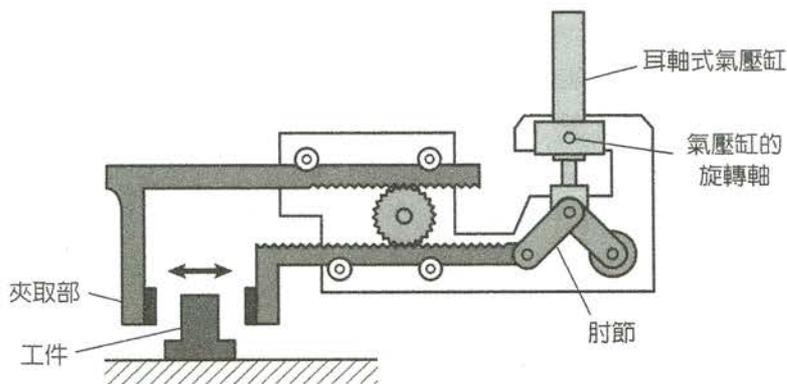


圖 2 使用肘節的夾頭夾取工件

## 臂桿的驅動部換成肘節 就可以在末端增力



用氣壓缸來驅動的臂桿及直動機構，可以加入肘節和耳環式氣壓缸一起組合來驅動。

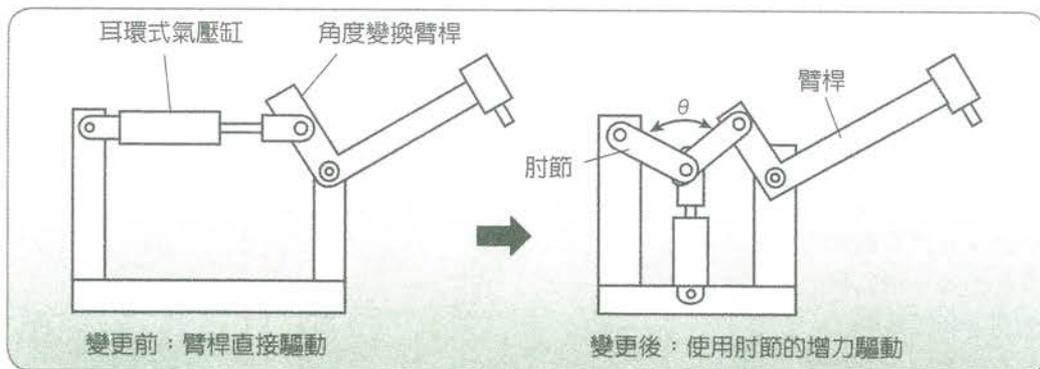


圖 5-4-1，使用水平的肘節在末端來增力

### 1 改成肘節來做水平驅動

如圖 5-4-1 由耳環式氣壓缸來直接驅動的機構，若裝入肘節，不只是讓行程的末端可以輸出很大的動力，也可以變更驅動氣壓缸的配置方式。

當  $\theta$  的角度超過  $120^\circ$  的話，就可以輸出很大的力道。

### 2 垂直驅動部變更成肘節

如圖 5-4-2，將以臂桿驅動的上下出力單元的驅動部裝上肘節來增力。

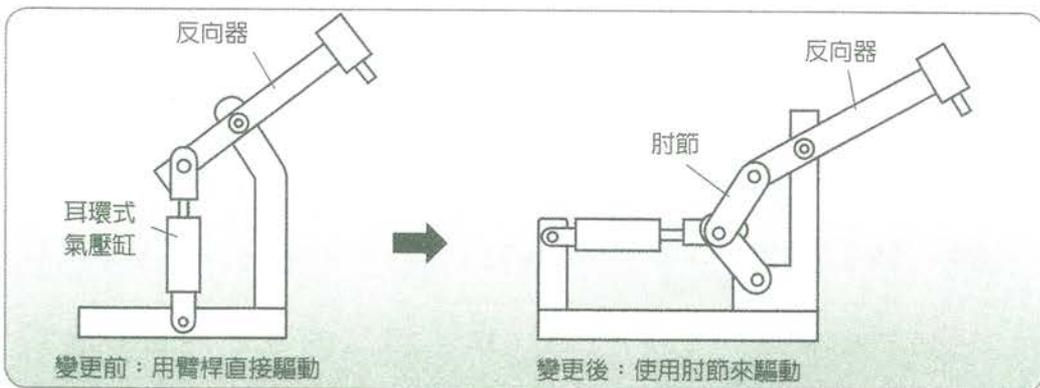


圖 5-4-2 使用垂直的肘節可在下降端增大力道

## 機構應用 5-5

# 使用雙肘節可以讓行程的兩端減速停止

應用  
要點

將 2 個肘節組合在一起，每個肘節若偏移了它的伸展中止位置，就可以建構出讓行程的兩端減速的機構。肘節是一種由 2 根臂桿所構成的，在接近一直線的時候可以減速，也可以輸出很大力道的構造。

利用 2 根肘節，就可以讓行程的兩端減速並停止，它就是圖 5-5-1 的雙肘節。肘節 1 是將放置大啤酒杯的桌子舉到最上限且能平順地停止，並在碰觸到上升端擋塊時發揮支撐棒的功能，好讓大啤酒杯不會掉落。

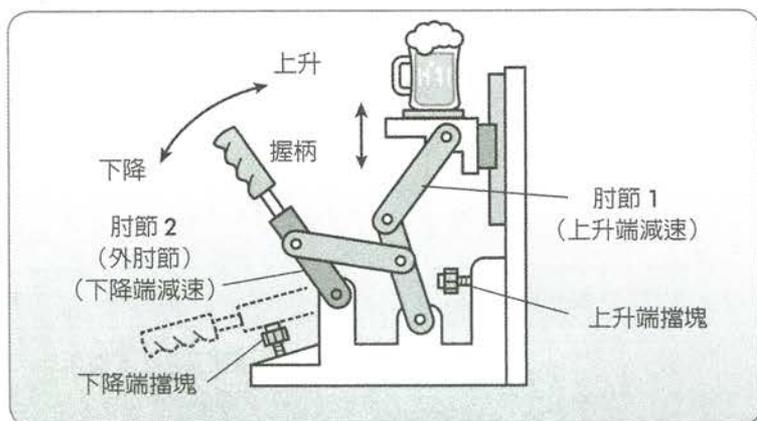


圖 5-5-1 利用雙肘節來讓兩端減速

另一方面，當握柄向下時，變成外肘節構造的肘節 2 會拉撐肘節 1 的作動。肘節 1 的臂桿一彎曲時大啤酒杯就會下降。

肘節 2 在碰觸到下降端擋塊的位置時，肘節 2 的 2 根臂桿因並排成一直線，產生了很大的減速功能，肘節 2 就不會再有任何的作動，因而讓啤酒杯很穩定地在下降端停住。

圖 5-5-2，也同樣是由 2 個肘節組合成的兩端減速機構，肘節 1 的用法雖然和圖 5-5-1 不一樣，但卻有相同的特性。

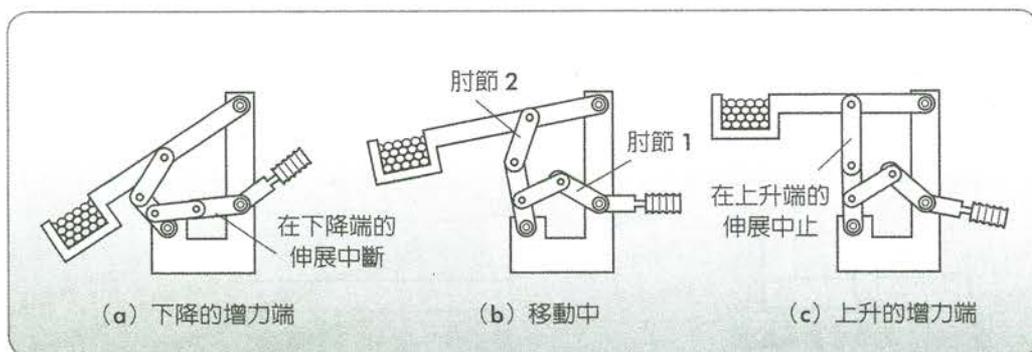


圖 5-5-2 由 2 個的肘節所組成可在兩端增力的機構

## 機構應用 5-6

# 使用滑槽塊、肘節 選擇桿的沖壓移動機構

應用  
要點

工件的夾取與排出靠單一動作來完成，主要來自沖壓移動機構的沖壓力道，若利用肘節來增力，工件就可以確實地被沖壓。

### 1 沖壓移動機構的構造

在圖 5-6-1 當主動軸往拉入的方向移動時，肘節就會強力地沖壓工件。當主動軸往推送的方向移動時，肘節上的沖壓頭就會離開工件，與此同時推桿會前進把工件推送排出。

主動軸是直進運動，而肘節的驅動部是做圓弧運動，所以使用滑槽塊來做聯結。而選擇桿則是把肘節的水平運動轉換成垂直運動。

照片 5-6-1 是沖壓移動機構的實際樣式。

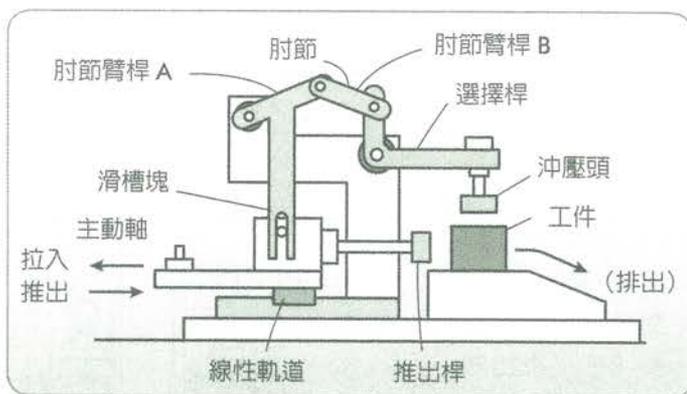
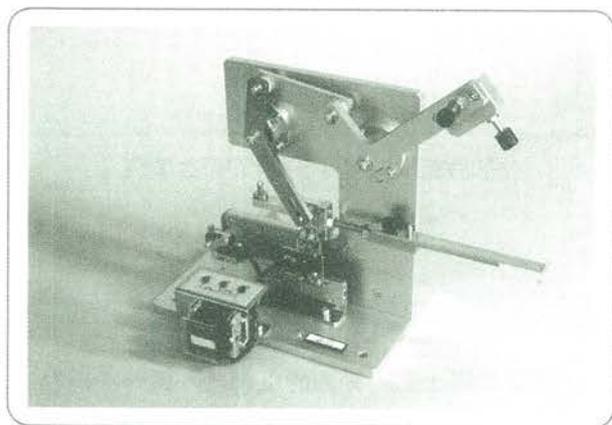


圖 5-6-1 肘節型沖壓移動機構

### 2 滑槽塊可用連桿來做變更

肘節臂 A 是由旋轉軸做導引，而直進的動力輸入也是由線性軌道來導引的，如圖 5-6-2 使用連桿棒將它們聯結在一起。



照片 5-6-1 實際的沖壓移動機構 (MM-VZ540)



圖 5-6-2 利用連桿來做聯結

# 只要組合基本要素也能建構出如同「自動端子沖壓單元機構」



使用連桿產生作動的這種外觀看似非常複雜的裝置，只要加以分解就能看出，它是由反向器、連桿棒、臂桿、肘節、槓桿等這些基本機構組合構成的。

## ① 端子沖壓單元機構的構成

圖 5-7-1 是將連桿使用在端子沖壓單元機構的實例。

驅動器是來自上方的一個油壓缸，當端子沖壓頭往下降的同時，來自下方的端子壓著承受臂桿會上舉，將要進行端子的工件如嵌入般牢牢地支撐著。

該連桿機構乍看之下雖然很複雜，但加以分解的話，就能了解它包括了可以改變運動方向的臂桿，以及為了增力的肘節，如此一來就完成了「槓桿」的構造了。

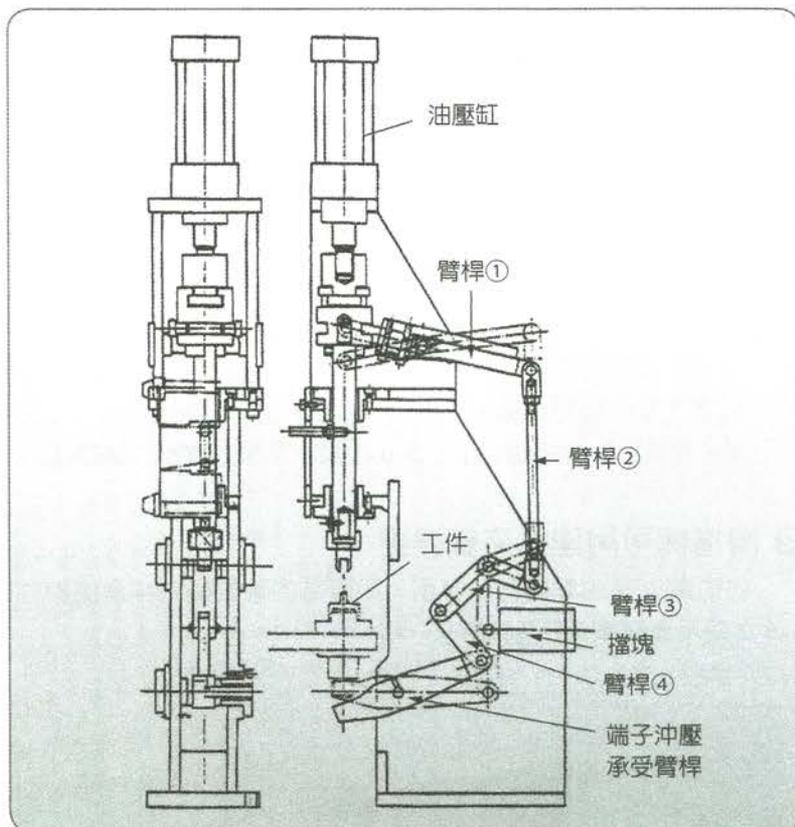


圖 5-7-1 利用肘節的端子沖壓單元機構的設計事例

## ② 端子沖壓單元機構的作動

臂桿①是把油壓缸輸出的下降動力，轉換成輸出上升動力的反向器。臂桿②是為了往上拉抬而使用連桿棒的一個簡單傳動機構，以作為聯結棒使用。

臂桿③是改變運動方向的臂桿，可做  $120^\circ$  的角度變換。

以及，臂桿③和臂桿④就變成了肘節，所以當③和④在形成一直線的伸展中止位置時，可產生最大的動力輸出。

端子沖壓承受臂桿是具有將下降動作變成上升的功能，以及利用槓桿的原理，從下方來增強力道且很穩固地支撐住工件。

### 3 由 5 個基本機構所組成

為了能更深入理解圖 5-7-1 的裝置，可以參考圖 5-7-2。

當進行端子沖壓作業時，肘節會延伸並中斷，繼續由端子沖壓頭與端子承受台將工件嵌入夾住後開始。

這個端子沖壓單元機構，是由反向器、連桿棒、臂桿、肘節、槓桿這 5 個基本機構相聯結組合而成。

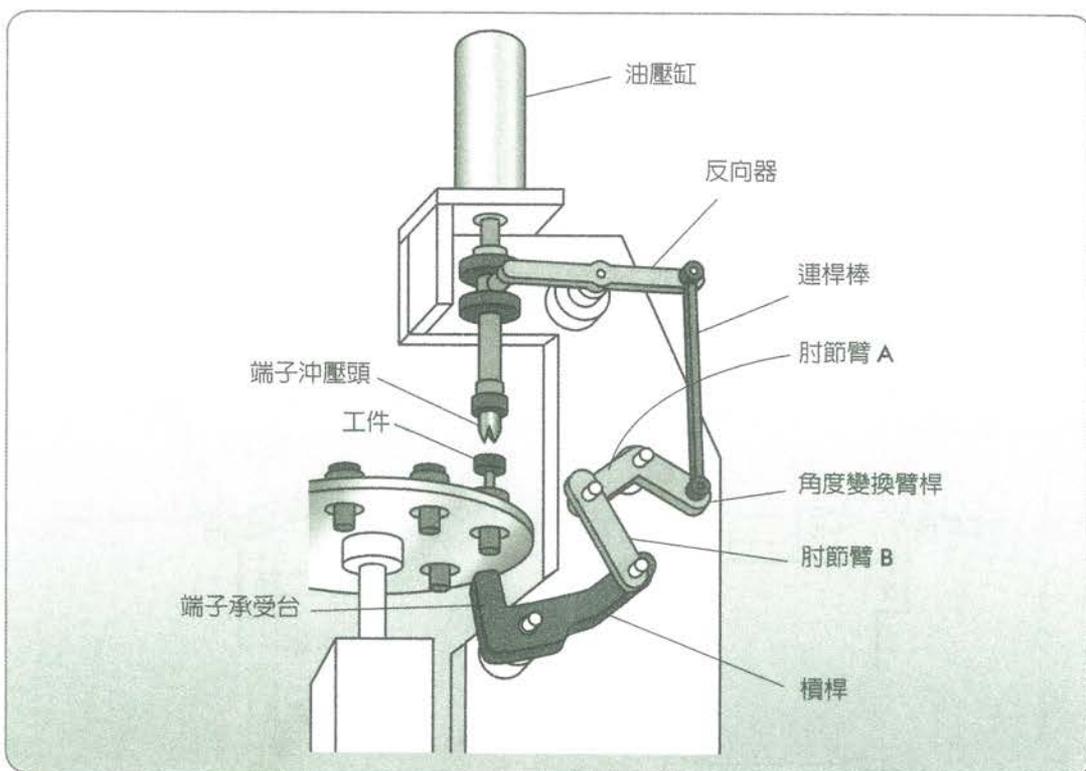


圖 5-7-2 端子沖壓單元機構的構造

#### 重點提示

將複數的機巧的基本要素加以組合，就可以建構出具有新功能的機構。  
將機構進行聯結的話，被聯結的所有機構的各自運動特性就會重疊組合，且呈現在最後的動力輸出端。

# 使用伸臂連桿就可以從氣壓缸獲得很大的旋轉輸出動力



利用耳環式氣壓缸直接帶動臂桿旋轉，其最大旋轉角度是  $120^\circ$ 。若要讓角度變得更大，就可以使用「伸臂連桿」。

## 1 使用連桿的旋轉機構

想要將直進運動變成大的旋轉運動，可以使用連桿。如圖 5-8-1 所示。當直動導塊的連桿棒被握柄推送時，就可以使用連桿帶動臂桿，以產生很大的旋轉運動。

雖然有 3 個旋轉軸，但這 3 個點若並排為一直線時就無法作動。像這樣進行擺動運動的臂桿是由連桿棒來驅動時，雖然它的動力輸入是直進運動，仍可輸出旋轉動力。

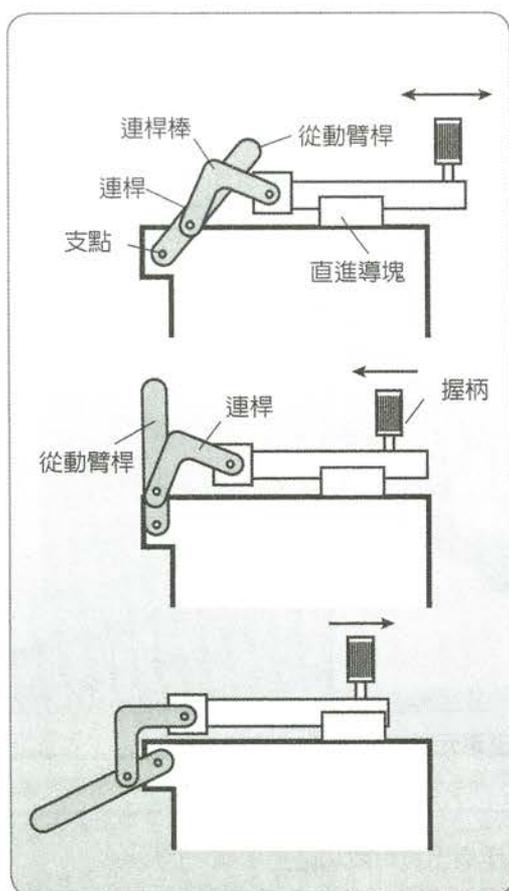


圖 5-8-1 從直動中以取得大擺動角度的連桿

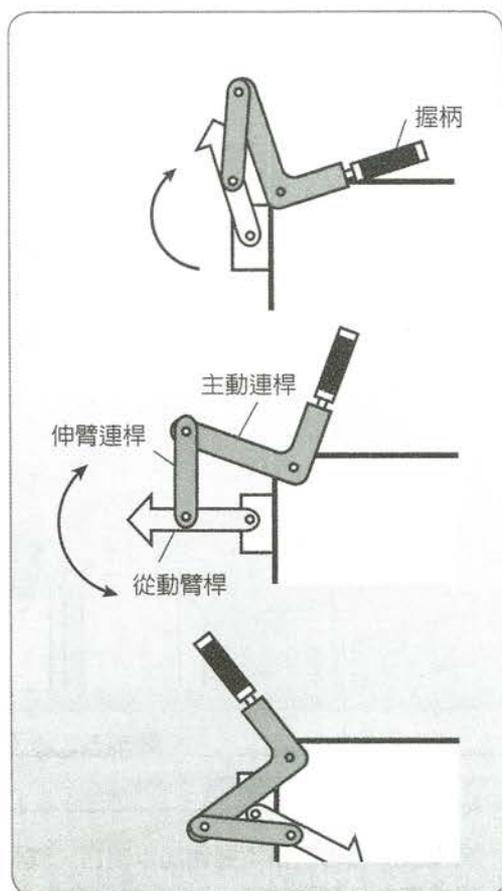


圖 5-8-2 使用 2 根連桿以取得大搖動角度的伸臂連桿

## 2 伸臂連桿

圖 5-8-2 是使用連桿來擴大旋轉角度的機構，我們稱它為「伸臂連桿」。伸臂連桿是由主動臂、伸臂連桿、從動臂的 2 根臂桿，加上 1 根連桿所構成的。

使用伸臂連桿的話，即使是很短的行程，臂桿仍然可以得到很大的旋轉擺動的動力輸出。

## 3 雙伸臂連桿

圖 5-8-3 是由 2 根伸臂連桿聯結成的雙伸臂連桿。一旦使用雙伸臂連桿的話，即使耳環式氣壓缸的行程不長，從動臂桿仍會產生很大的旋轉角度。

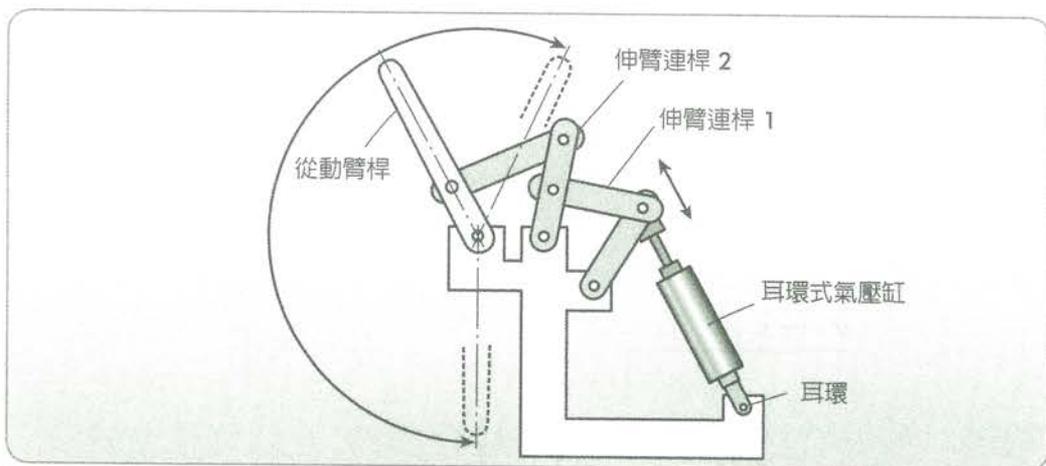


圖 5-8-3 利用雙伸臂連桿得到大旋轉角度的機構

### 重點提示

所謂的伸臂連桿是由 2 根連桿來組成類似肘節的結構，是讓從動臂桿能有大角度動作的機構。

圖 1 是伸臂連桿的構造圖。主動握柄和從動臂桿支點間的距離不長，而伸臂連桿則是長距離。

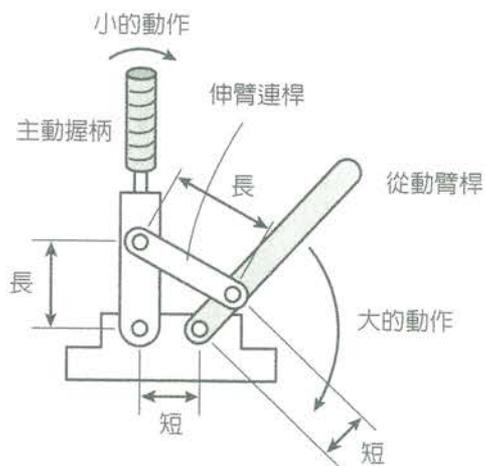
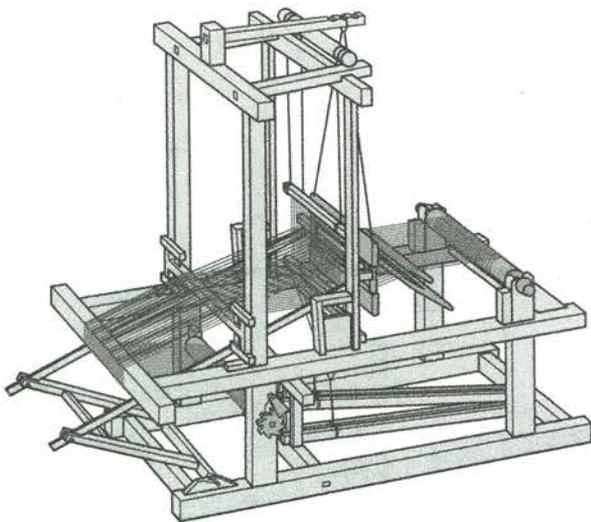


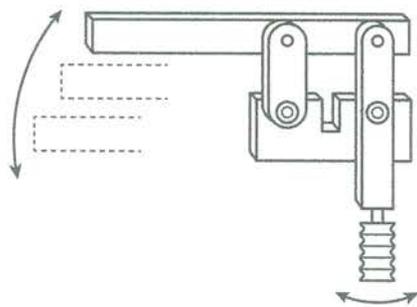
圖 1 伸臂連桿



## 第 6 章

# 運用「平行連桿」的機構

相同長度的二根連桿進行平行組合，再裝上和這 2 根連桿的旋轉軸間距離相同的第 3 根連桿臂，這第 3 根做平行移動的連桿臂結構就稱為「平行連桿」。



# 使用平行連桿讓工件做水平的上下移動

應用要點

平行連桿，是可以自由作動的從動軸，且由 2 根長度相同的連桿臂所支撐，只要利用平行連桿就可以使從動軸平行移動。

## 1 平行連桿的構造

圖 6-1-1 是平行連桿的基本構造，連桿臂 1 包含了旋轉中心  $a$  和旋轉軸  $c$ ，連桿臂 2 則有旋轉中心  $b$  和旋轉軸  $d$ 。當  $a - c$  的長度和  $b - d$  一樣，且  $a - b$  和  $c - d$  的長度是一樣的話，四邊形的  $a - b - c - d$  除了排成一直線之外，都是呈現平行四邊形，所以邊長  $c - d$  都是維持著水平狀態，來繞著  $a$  的周邊作圓周運動。

當  $a - b - c - d$  排成一直線時，非呈現為一個平行四邊形，故之後的運動會變得不安定。

## 2 使用平行連桿的起重設備

圖 6-1-2 是使用平行連桿讓物件平行上舉的腳踏式起重裝置的實例。因為使用了平行連桿，能讓工件維持著水平狀態並上舉。

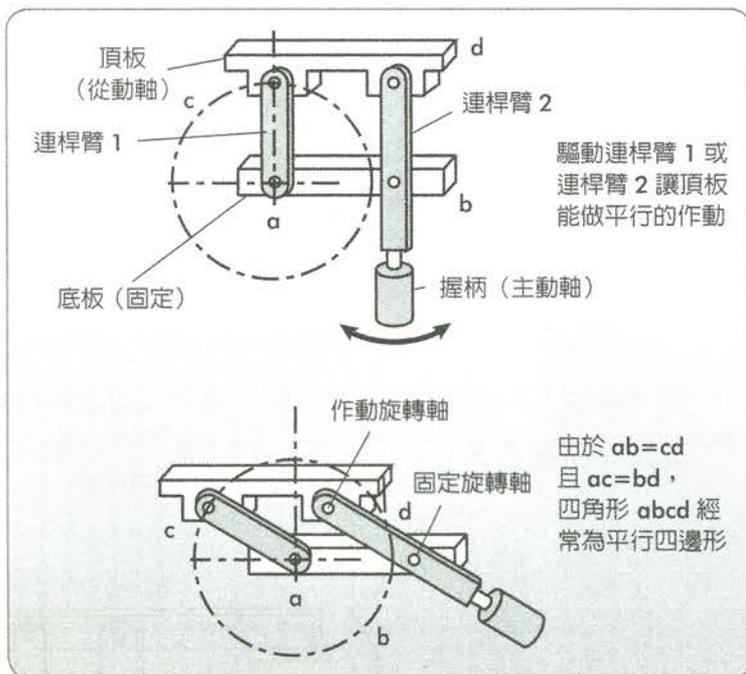


圖 6-1-1 平行連桿的基本構造

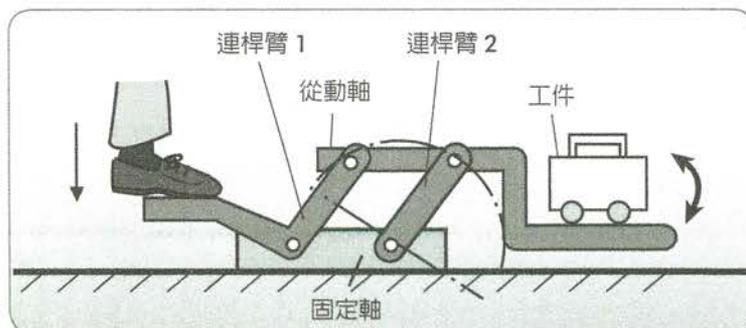


圖 6-1-2 腳踏式起重設備

# 平行連桿是由耳環式氣壓缸來驅動



平行連桿能夠靠驅動 2 根平行連桿中的一根讓從動軸做平行移動。因為平行連桿的主動軸是旋轉運動，所以當要利用氣壓缸驅動時就需要使用耳環式氣壓缸。

## 1 靠氣壓缸來驅動平行連桿

圖 6-2-1 是使用氣壓缸來驅動平行連桿的實例。由於連桿臂進行的是旋轉運動，因而使用耳環式氣壓缸。

圖 6-2-2 是在連桿臂的中程裝上耳環式氣壓缸，讓工件可以做上下移動。

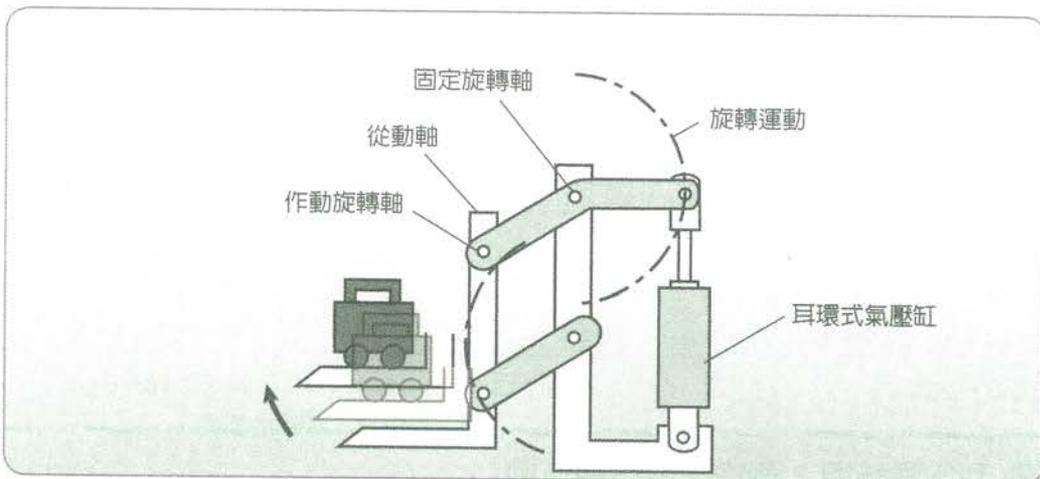


圖 6-2-1 平行連桿

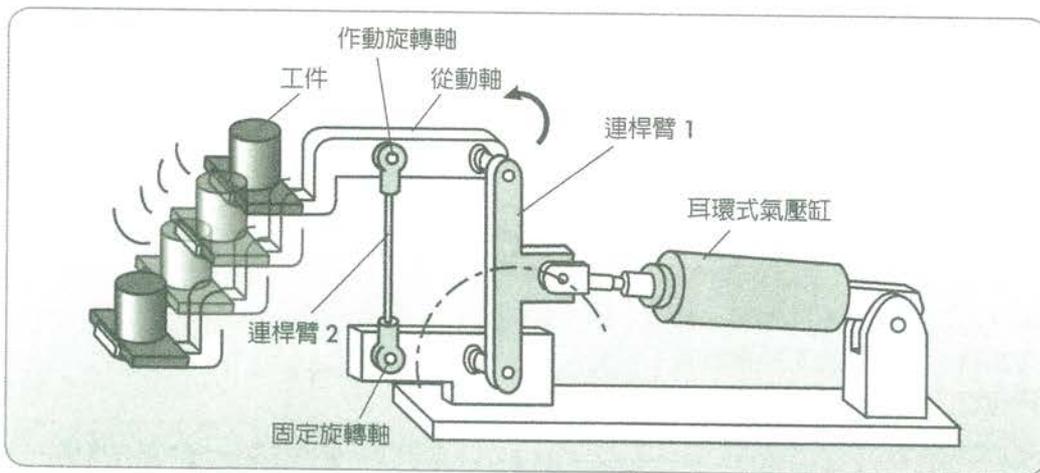


圖 6-2-2 平行連桿

## 機構應用 6-3

# 使用平行連桿的撿取與放置單元機構讓旋轉軸可以同期作動

應用要點

善用平行連桿的從動軸姿勢不會產生變化的這種特性，嘗試建構出撿取與放置機構。

### 1 透過平行連桿讓夾具維持著向下狀態

在圖 6-3-1 是使用平行連桿的一個撿取與放置單元機構 (P&P Unit) 的實例。當馬達轉動後，平行連桿會牽引從動軸向下且循著圓弧軌跡來移動。

工件擺放在 a 的位置，真空夾頭在觸及工件時會吸附工件，移動 180° 到 b 的位置後，中斷吸附後放下工件。這個機構的功能是把 a 位置的工件移動到 b 位置，若外加煞車單元就能讓馬達瞬間停止，且不會超越停止線。

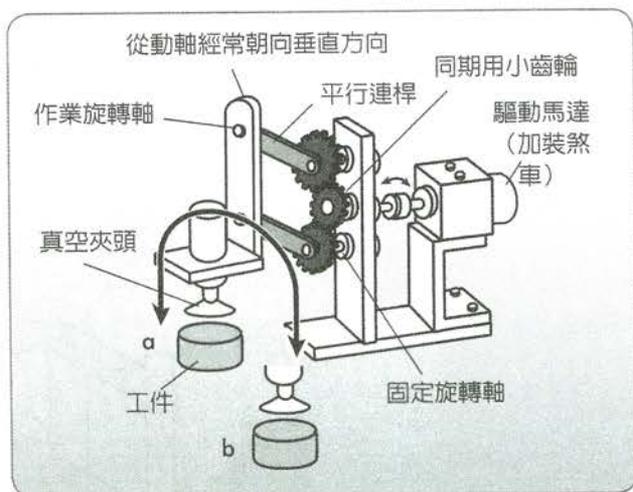
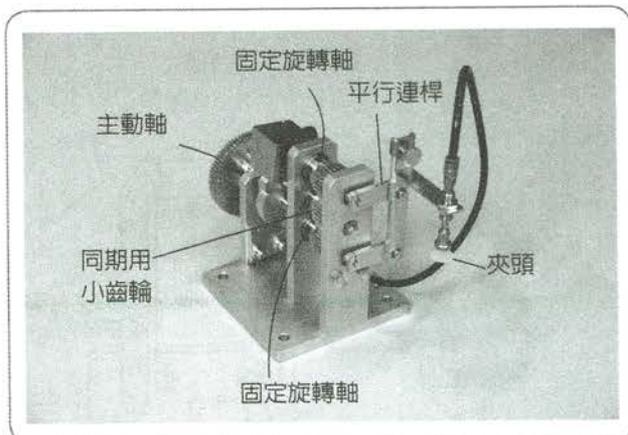


圖 6-3-1 由平行連桿和齒輪構成的 P&P Unit (撿取與放置單元機構)

### 2 利用齒輪讓 2 個旋轉軸同期作動

當平行連桿臂的固定旋轉軸和作動旋轉軸，它的 4 個點是在同一直線上的時候，會變成不安定的平行四邊形。為了避免發生這種情形，可以使用讓 2 個固定旋轉軸維持同期、同方向旋轉的機構。

在照片 6-3-1 的平行連桿，是利用從動軸牽引同期用小齒輪旋轉，讓 2 個固定旋轉軸維持同期、同方向的旋轉。



照片 6-3-1 使用平行連桿的高速 P&P 單元機構 (MM-VML210)

### 3 利用正時皮帶來同期作動

圖 6-3-2 和圖 6-3-1 同樣都是撿取與放置單元機構，不同的是其連桿的旋轉軸是用正時皮帶相聯結。平行連桿的驅動是利用氣動旋轉驅動器來做  $180^\circ$  的搖擺運動。當氣動旋轉驅動器旋轉  $180^\circ$  時，真空夾頭會把工件從 a 的位置移動到 b 的位置。

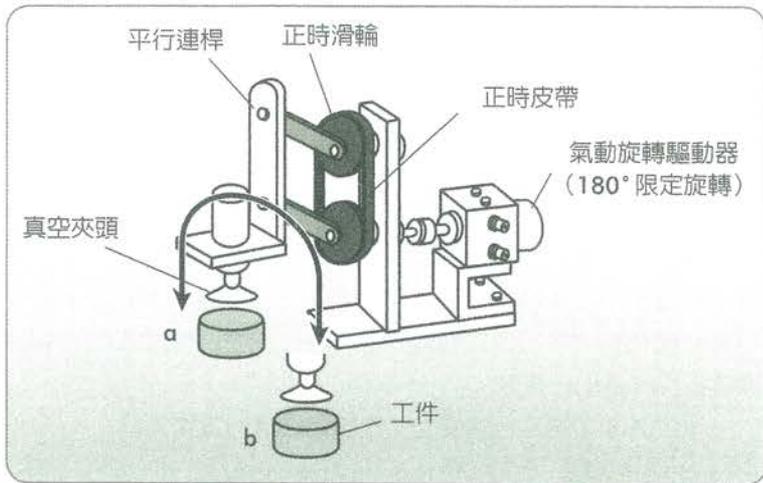


圖 6-3-2 平行連桿與正時皮帶構成的撿取與放置單元機構

### 4 利用齒條與小齒輪來同期作動

圖 6-3-3 是由齒條帶動 2 個小齒輪同時旋轉、同期作動的撿取與放置單元機構。它是透過平行連桿讓夾頭維持向下的動作。至於齒條上下的驅動，則是靠末端減速機構的蘇格蘭軛。

當蘇格蘭軛的曲柄臂由馬達牽引來持續旋轉的話，夾頭在終端的夾取位置及鬆脫位置就變成了連續減速的往返運動了。

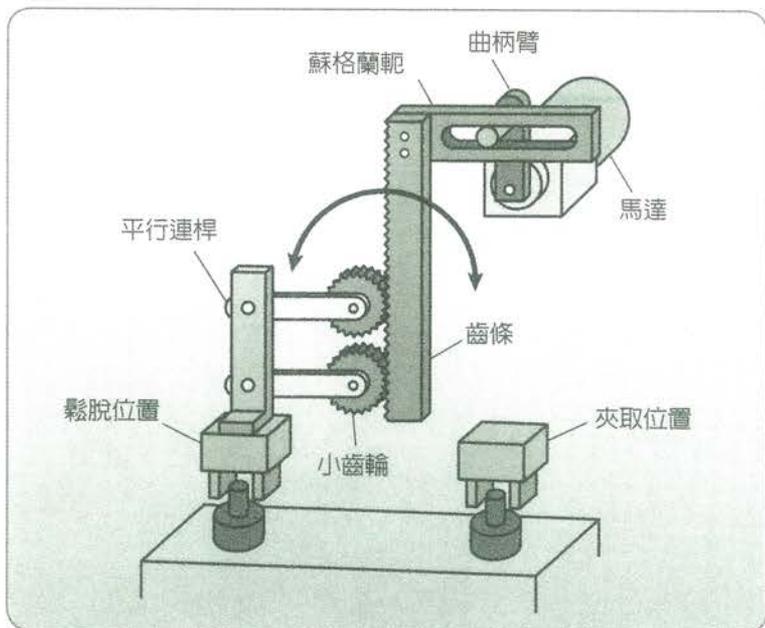


圖 6-3-3 使用齒條和小齒輪的同期機構

機構應用  
6-4

# 利用平行連桿 來建構沖壓移動機構



應用  
要點

應用平行連桿能讓沖頭具有上下作動的功能，就可以建構出沖壓移動機構。

圖 6-4-1 是利用線性導塊帶動主動軸的直進運動，並使用滑槽板來轉換為圓弧運動，讓平行連桿上下作動。滑槽板的作動，可以透過反轉的反向器來和平行連桿相結合。當主動軸前拉時，平行連桿會壓推工件往下移動。當主動軸後推時，工件壓板上升後，工件就被推桿推出作業區。

照片 6-4-1 是平行連桿型沖壓移動機構的實物外貌。

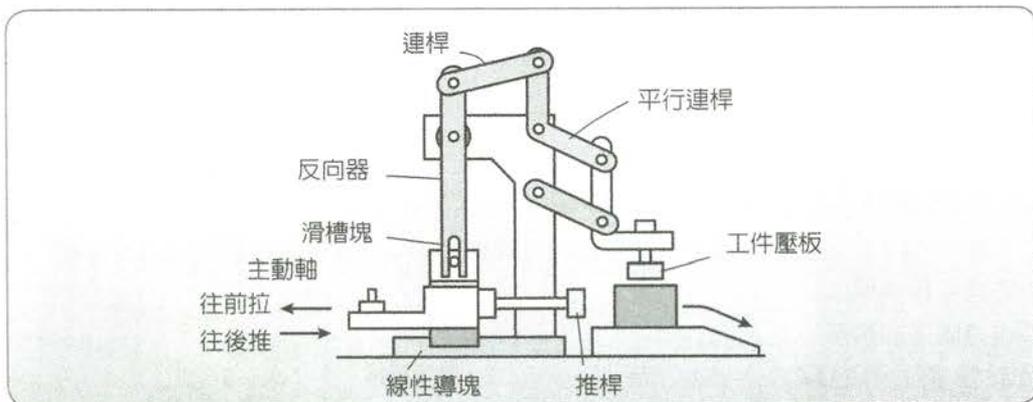


圖 6-4-1 平行連桿型沖壓移動機構



照片 6-4-1 平行連桿型沖壓移動機構 (MM-VZ550)

機構應用  
6-5

# 使用拉入型沖壓移動機構 讓沖頭可以大範圍移動



使用拉入型沖壓移動機構的話，既可以讓沖頭能大範圍橫向移動，也可以提高作業性。

圖 6-5-1 是拉入型平行連桿和沖壓移動機構組成的小型結構實例。

由於平行連桿是連桿臂旋轉的話就可以作動，所以使用齒條和小齒輪就能讓主動軸的直進運動變成旋轉運動。此時，由於連桿臂的前端會相當重而難以移動，所以需要視情況做減速，或加裝平衡塊等來改善。

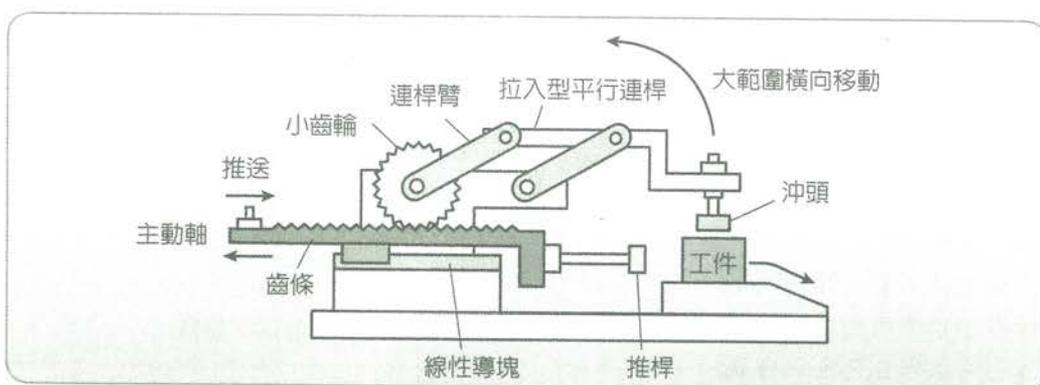
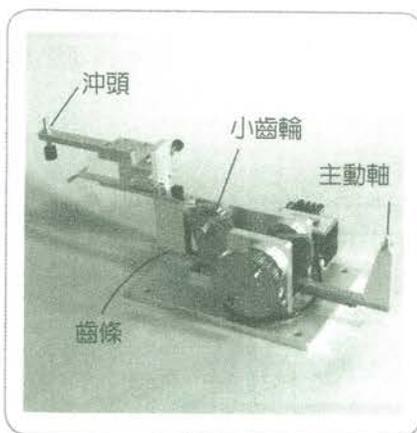
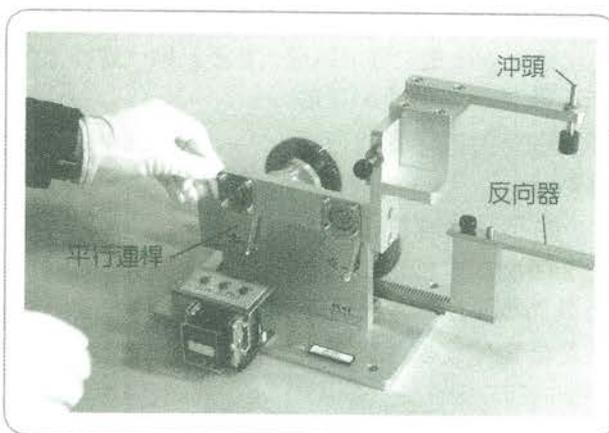


圖 6-5-1 使用拉入型平行連桿的沖壓移動機構

照片 6-5-1 是拉入型沖壓移動機構的實物外貌。照片 6-5-2 是從內側拍攝的照片。應用拉入型平行連桿，當主動軸推送時，可以避免工件上方留有像沖頭這類的障礙物。



照片 6-5-1 拉入型沖壓移動機構  
(MM-VZ560)



照片 6-5-2 拉入型沖壓移動機構 (內側)

# 使用台形平行連桿 來建構將重物上舉的升降台

應用  
要點

台形平行連桿，是一個由 4 根連桿臂連接而成的台面形狀，其從動端可以做平行移動的機構。

## 1 台形平行連桿的螺桿驅動

圖 6-6-1 是使用 4 根長度相同的連桿來將重物上升、下降的結構，以旋轉軸為中心的  $a-b-d-c$  所構成的四角形，以及由  $c-d-f-e$  所構成的四角形組成的一個台形，能夠讓頂板維持著水平狀態的上下移動。

當轉動握柄帶動螺桿時，是由旋轉軸中心  $c-d$  之間間隔變化，進而牽引頂板上下作動。螺桿的節距越小精度就會越高，所以它可以停止在任一個高度的位置。

當使用滾珠螺桿來取代的話，抵抗螺桿旋轉的摩擦力會變小，然而頂板的重量會讓螺桿旋轉，所以無法在中間位置保持停止狀態。

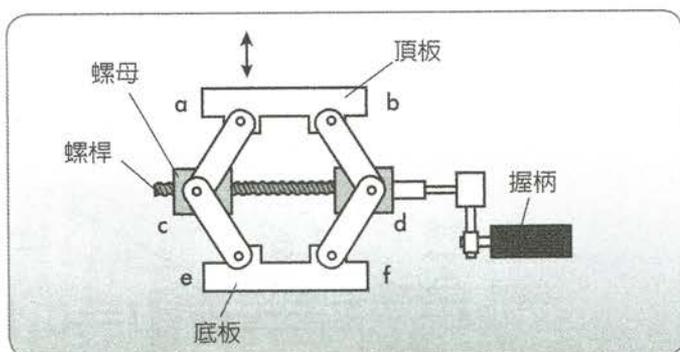


圖 6-6-1 平行連桿的螺桿驅動

## 2 台形平行連桿的氣壓缸驅動

圖 6-6-2 是一個用耳環式氣壓缸取代螺桿來讓頂板上下作動的構造，因為是氣壓缸所以無法中途停止，只能停止在氣壓缸活塞的行程終點。

台形平行連桿因為是由 2 個面對面的肘節對稱組裝而成，所以會在肘節接近延伸中止處減速並提供很大的力道。

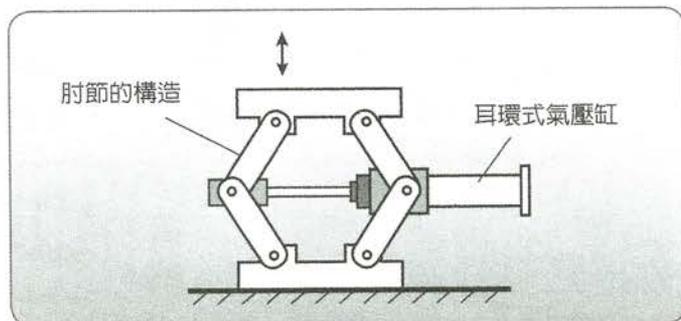


圖 6-6-2 平行連桿的氣壓缸驅動

# 使用皮帶型平行連桿 來建構小型平行連桿



2 個直徑相同的滾輪裝上正時皮帶的話，會因為 2 個滾輪同期旋轉，而建構出與平行連桿同樣做平行移動的機構。

## 1 皮帶型平行連桿的組合

圖 6-7-1 是 2 個直徑相同的正時滾輪 A 和 B，其外覆蓋正時皮帶的構造。當滾輪 A 旋轉時，滾輪 B 也會依同樣角度旋轉，所以在 A 和 B 滾輪中心所裝設的板塊就會經常保持平行。

然後，如圖 6-7-2 所示，將 A 側固定後讓整個臂桿旋轉的話，B 側會和 A 的滾輪一直維持著平行移動，這就是皮帶型平行連桿的結構。

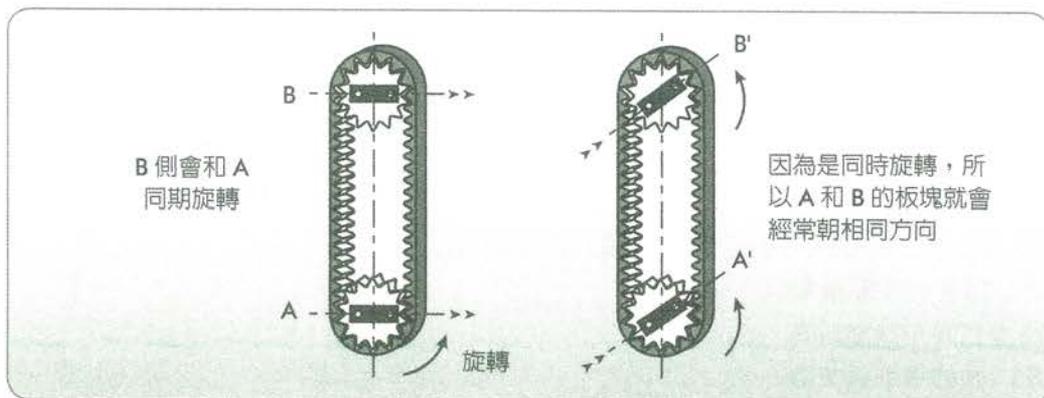


圖 6-7-1 使用正時皮帶的平行連桿

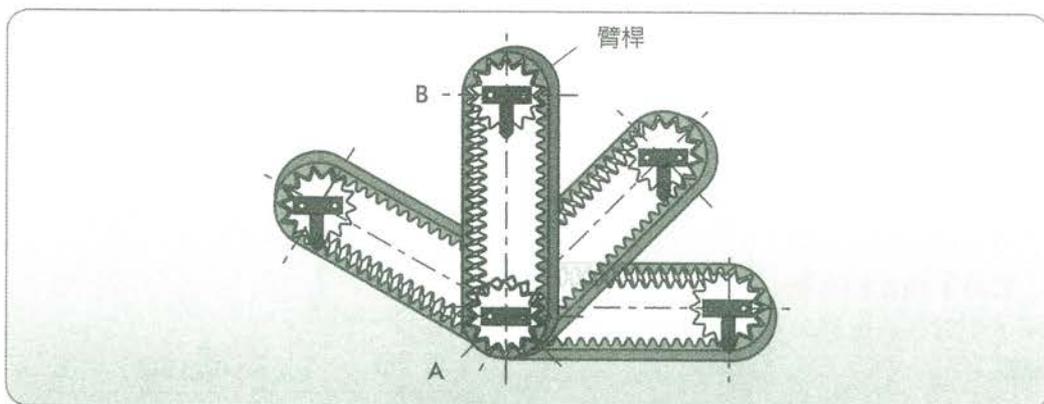


圖 6-7-2 當滾輪 A 固定的時候

## 2 維持在水平狀態下進行上下作動的機構

圖 6-7-3 是裝有液體的容器，它會維持在不會傾斜的狀態下進行向上揚舉的裝置。當握柄下壓時，臂桿會以臂桿的旋轉軸為中心做旋轉。和臂桿的旋轉軸同一軸心上有個固定滾輪，它是被固定在保持側，所以即使臂桿旋轉的話也不會作動。固定滑輪和旋轉滑輪之間則是用正時皮帶來串聯。

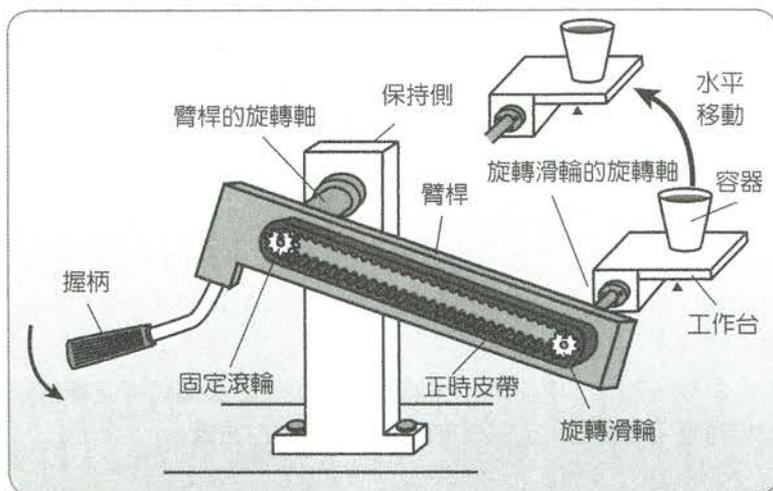


圖 6-7-3 利用正時皮帶讓平行連桿做水平移動

裝在旋轉滑輪上的工作台，即使是臂桿在旋轉，它也只會做水平移動。

## 3 使用皮帶型平行連桿的撿取與放置單元機構

圖 6-7-4 是讓夾頭維持向下狀態且高速作動的撿取與放置單元機構。

這個實例是由 AC 伺服馬達來驅動，也可由能旋轉 180° 搖動型的旋轉氣動驅動器來驅動。或要讓末端減速的話，也可以使用由曲柄和齒條與小齒輪所組合的末端減速型的往返機構來驅動。

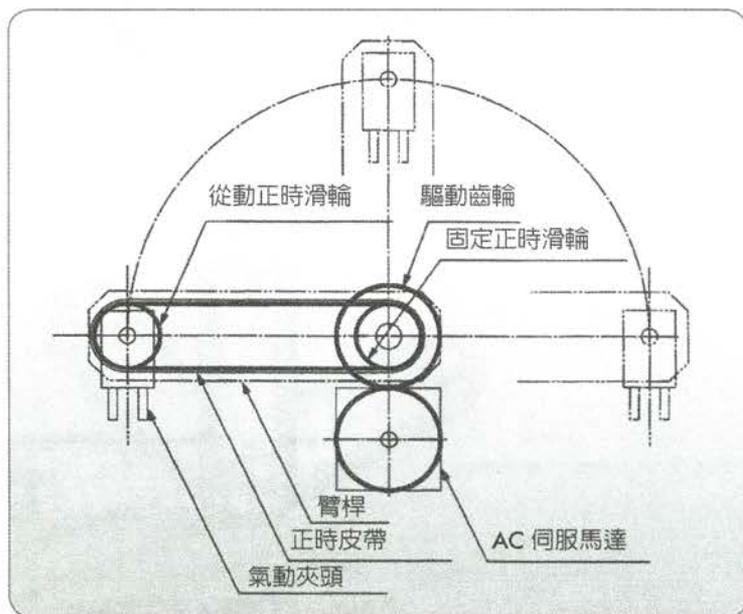


圖 6-7-4 平行移動夾頭

## 組合平行連桿與肘節，再以 1 個氣壓缸來驅動，就可以建構出撿取與移動單元機構

應用  
要點

善用區間制動塊（Clog）和彈簧所產生的雙作動機構，來建構出橫向移動後再下降的撿取與移動單元機構。上下作動部的導塊是使用平行連桿，至於上下驅動則是利用肘節。

圖 6-8-1 是一組移動夾頭的撿取與移動單元機構，其夾頭的前進後退和上升下降都是獨立且是依時間順序作動。當氣壓缸前進時，線性導塊上的整個單元機構會往圖右的方向移動，直到碰觸到擋板才停止。因為是碰到擋板後才接著有下次的作動，所以該擋板就具有止塊的功能。

然後，氣壓缸再次向前推進，當彈簧彎曲後會牽引彈簧推桿對肘節做推送的動作。此時肘節會伸展致使平行連桿向下移動來降下夾頭。

當氣壓缸後退的話，先前的肘節會因彈力而彎曲使得夾頭上升。直到上升至末端後，推桿會碰觸區間制動塊使得整個夾頭後退。

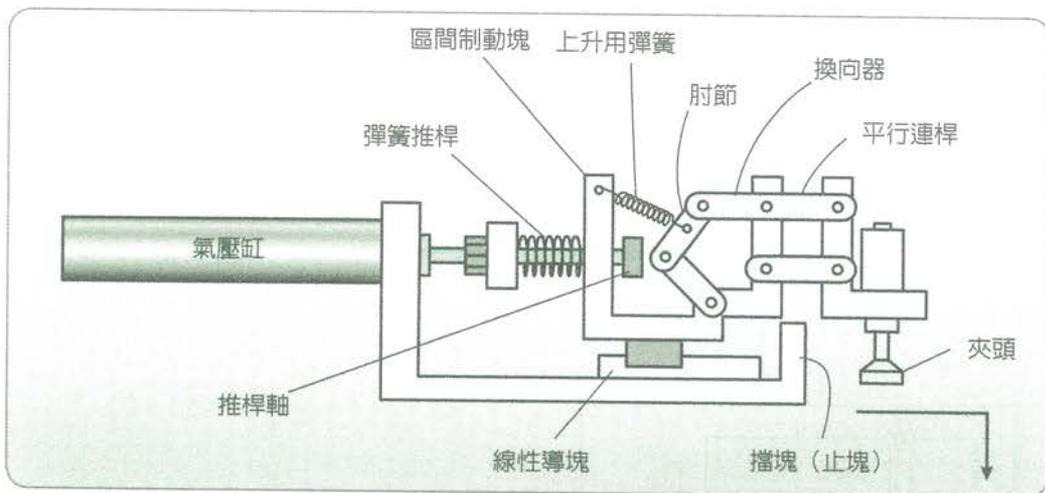


圖 6-8-1 前進之後再下降的撿取與移動單元機構



### 重點提示

撿取與移動單元機構，是由以下機巧的基本要素所構成。

1. 平行連桿、2. 肘節、3. 換向器、4. 止塊、5. 區間制動塊、6. 彈簧推桿
- 這類的機巧機構，是將每個單項基本要素的功能加以組合而成的。



## 第 7 章

# 運用「臂力滑動」 的機構

本章會詳盡解說由往返直進與擺動運動組合而成的臂力滑動構造及用法。若能善加活用，就可以建構出高速作動的撿取單元及攪拌機等機構。

利用曲柄來驅動臂力滑動塊的組合單元就是曲柄滑動塊了。



曲柄滑動塊（滑槽型）

## 要讓直進與旋轉這二者作動 就要透過滑槽塊的旋轉軸來引導



滑槽型臂力滑動塊，是使用旋轉軸承和滑動塊來讓直進與旋轉這二者作動。

### 1 臂力滑動塊

臂力滑動塊的手臂，是以旋轉軸為中心來自由移動，若驅動力很完整被傳送出去，就能引導裝置的作動。

圖 7-1-1，是在滑動手臂（Slide Arm）上裝有滑槽的臂力滑動塊（Arm Slider）。滑動手臂前後移動及旋轉時，旋轉軸會承受旋轉力道，讓旋轉軸能夠平順地旋轉。

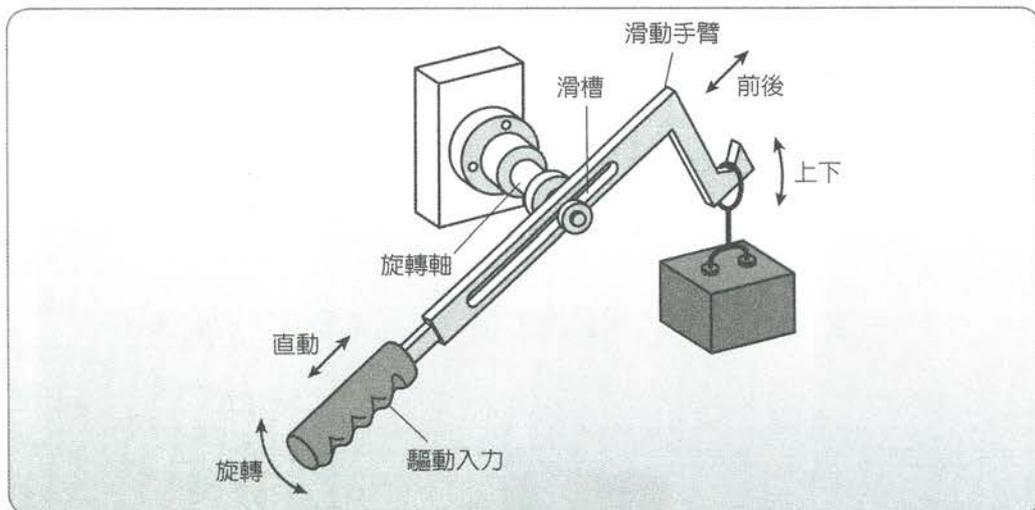
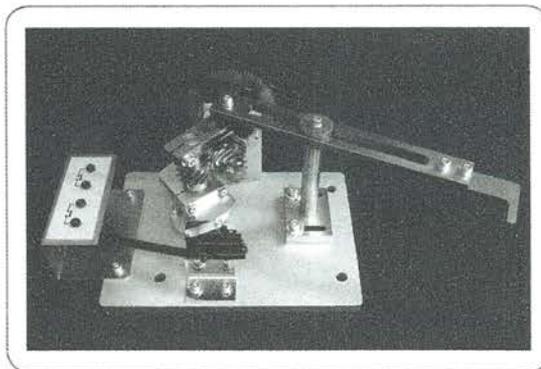


圖 7-1-1 滑槽型臂力滑動塊

### 2 曲柄滑動塊

照片 7-1-1 臂力滑動塊是由曲柄來驅動的滑槽型曲柄滑動塊。



照片 7-1-1 滑槽型曲柄滑動塊

## 機構應用 7-2

# 步行機器人的腳 是由滑槽型曲柄滑塊來驅動



步行機器人的腳上舉並往前踏出，腳放下後並向後蹬的動作，可以使用曲柄滑塊來完成。

### 1 步行機器人的腳部動作

圖 7-2-1 步行機器人的腳是由隙間翼 (Slad) 型滑槽臂桿所組成的。它的滑槽臂桿則是由曲柄臂來驅動的。

當曲柄臂依圖的箭頭方向旋轉的話，機器人的腳會放下，而當機器人的腳往後做蹬出的動作後，腳就會上舉。

因為是持續邊上舉邊往前移動，就形成了步行這樣的動作。另一邊的左腳則是被設定和右腳有  $180^\circ$  位置差異的作動。

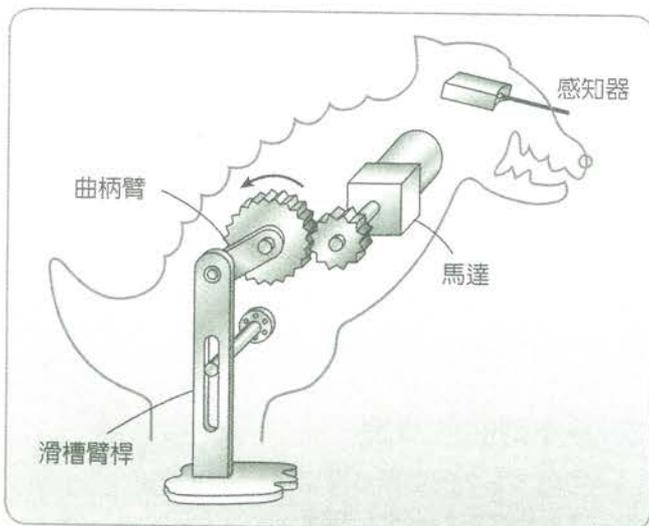


圖 7-2-1 步行機器人的腳部驅動

### 2 曲柄滑槽塊的攪拌動作

如圖 7-2-2 所示，它是一種使用曲柄滑槽塊來攪拌液體的裝置。當馬達連續旋轉的話，滑槽臂桿會前後左右移動來攪拌液體。

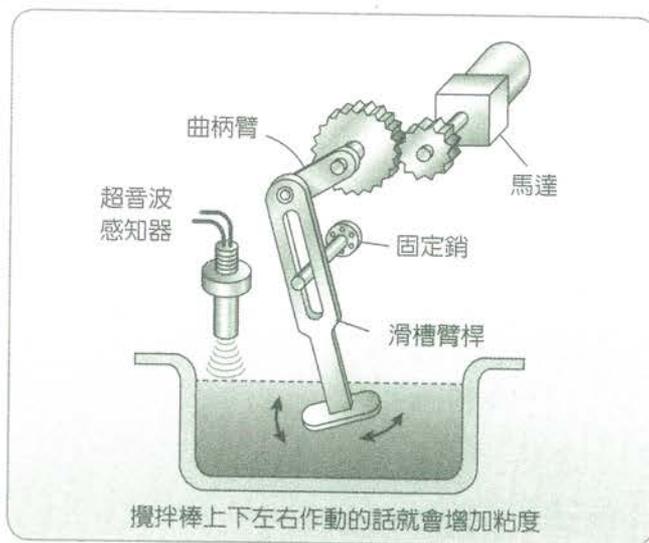


圖 7-2-2 攪拌裝置

# 以曲柄來驅動臂力滑動塊 就變成了曲柄滑槽塊



使用直動導引和旋轉軸就可以建構出搖晃小的臂力滑動塊。

## 1 圓棒型臂力滑動塊

圖 7-3-1 能夠做旋轉運動的圓棒是由直動導引來帶動，它是一個由圓棒與臂力滑動塊所構成的機構。

動作幾乎和隙間翼型臂力滑動塊一樣，但由於滑動手臂是根圓棒，只要有直動運動就能旋轉，所以作動的自由度更高。

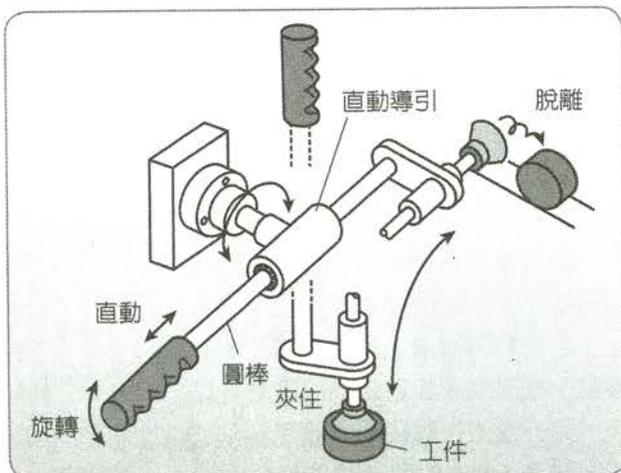


圖 7-3-1 圓棒型臂力滑動塊

## 2 圓棒型曲柄滑塊

如圖 7-3-2 的圓棒型臂力滑動塊，其機構是由曲柄臂所驅動。當曲柄臂旋轉 270° 時，工具前端的軌跡如圖 7-3-3 所示，是一種從垂直方向上升後就回旋，然後往水平方向推出的作動方式。

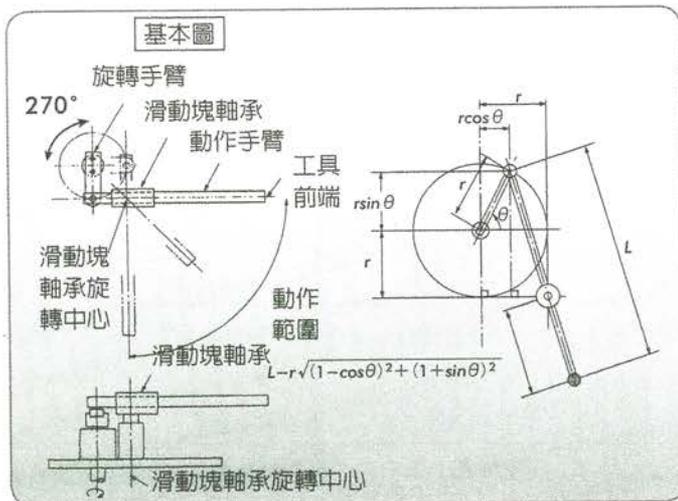


圖 7-3-2 運用曲柄運動來驅動臂力滑動塊

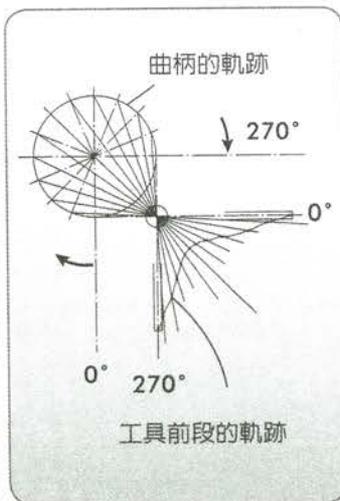


圖 7-3-3 工具前端的軌跡

## 機構應用 7-4

# 藉由臂力滑動塊的旋轉運動來驅動檢取與移動單元機構



除了隙間翼外，臂力滑動塊可以由旋轉軸和直動滑塊導軌來構成。

圖 7-4-1 是一個固定在旋轉軸上的滑動導引，進而移動直動滑塊的臂力滑動塊機構。當圖中的旋轉主動軸轉成  $90^\circ$  時，真空夾頭上的直動滑塊會以劃圓弧的姿勢作  $90^\circ$  的轉換後回旋。

直動滑塊因滑動導引的牽引，使夾頭常朝向滑動導引的外側。

想要在 A 點夾取工件後移往 B 點的話，可以利用檢取與移動單元機構。

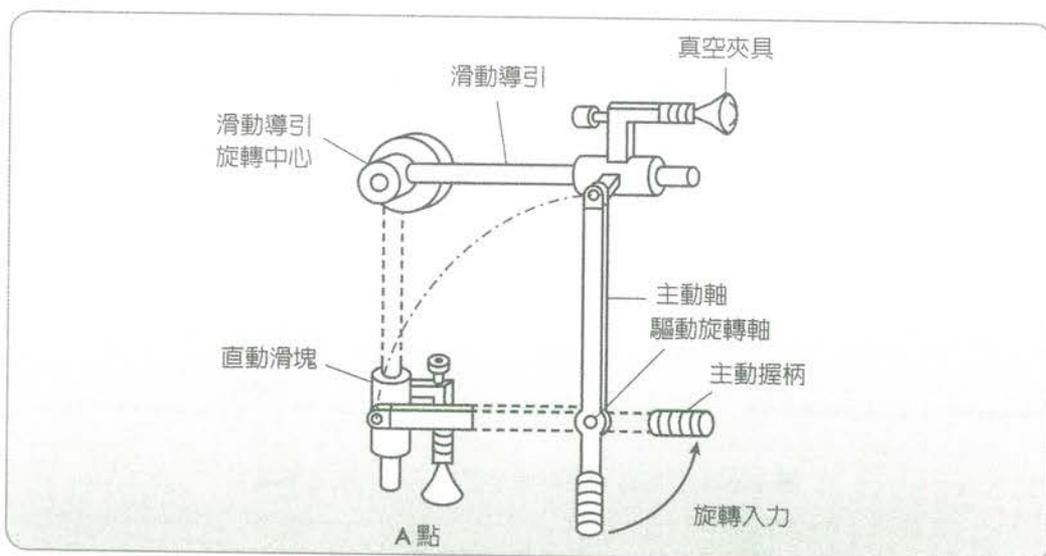


圖 7-4-1 使用旋轉滑動導引來決定夾頭方向

### 重點提示

動力輸入的目的，就是要讓主動握柄做  $90^\circ$  的旋轉，所以只要讓驅動旋轉軸變成  $90^\circ$  的擺動就行了。這裡，可以考慮使用旋轉氣動氣壓缸及伺服馬達等，讓驅動旋轉軸做  $90^\circ$  的旋轉。

或將主動軸當成以驅動旋轉軸為支點的反向器，而反向器的動力輸入是由主動握柄側，合適的耳環式氣壓缸做  $90^\circ$  的搖擺運動來驅動。

# 當臂力滑動塊的旋轉中心偏移 移動節距就會改變



藉由錯開圓棒型臂力滑動塊的旋轉中心與滑動旋轉軸的位置，就可以讓滑動塊的移動位置產生變化。

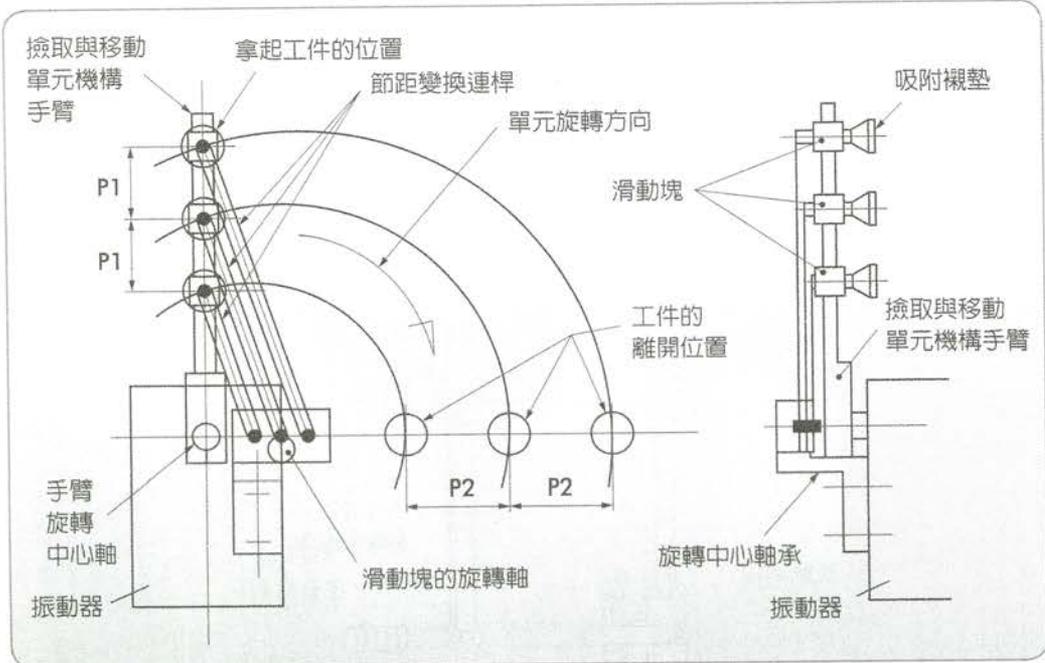


圖 7-5-1 利用臂力滑動塊來改變工件節距的機構

圖 7-5-1，是在 1 根圓棒手臂上裝有複數的滑動塊，且可以同期移動的裝置。

由於每個滑動塊的旋轉軸位置錯開，所以移動端的節距就會產生變化。

這個裝置是以手臂旋轉中心來做搖動驅動，讓撿取與移動單元機構做  $90^\circ$  旋轉。

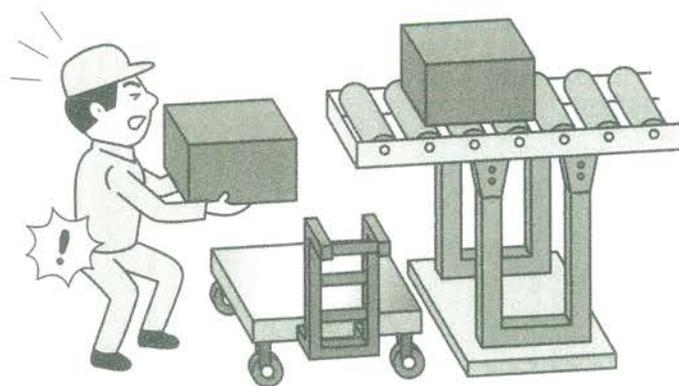
然後在工件拿起位置與工件脫離位置的手臂就會上下做出撿取與移動的動作。

當這樣的動作是由 1 台馬達的旋轉動力來高速進行時，會用到振動器。振動器是使用旋轉齒輪凸輪等元件，利用 1 台馬達輸入連續旋轉動力，轉換成從動軸的上下驅動與搖擺運動這二種動作的一個機構。

## 第 8 章

# 運用「物件傳送」 的機構

利用輸送帶，既可以變更工件及棧板的行進方向，當棧板往前移動一個棧板位置時，又能夠讓下一個棧板也會適時地送出，這就是本章所要介紹的機巧裝置設計要素。



# 使用止塊來促成行程末端產生動作

**應用要點**

利用機巧裝置運送棧板時，經常會用到重力。若利用有裝載棧板時的重量和無裝載時的重量這兩者間的差異，就能夠建構出自動升降裝置。

## 1 利用棧板的重量來自動運送

在圖 8-1-1 的事例中，當我們將裝有重物的棧板放在台架上時，台架會下降到下方的輸送帶。

一旦棧板在下降端碰到止塊後會傾斜，好讓棧板被排出。當台架上沒了棧板，就會藉由配重再回歸到上方的輸送帶位置。

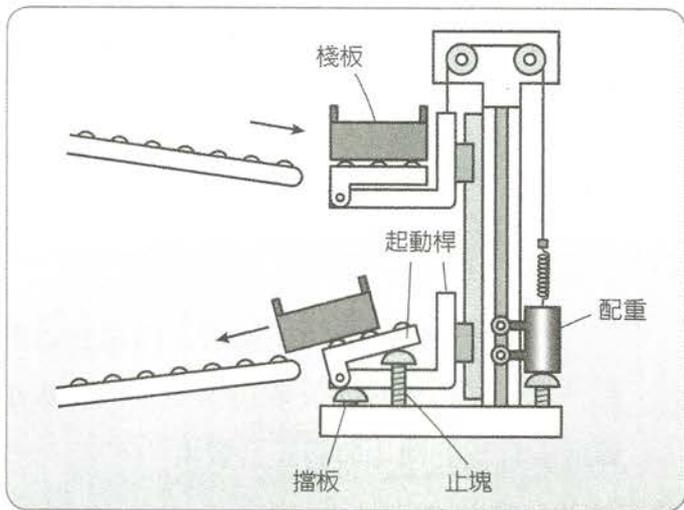


圖 8-1-1 利用配重的返回機構

## 2 止塊

所謂的止塊 (Deter)，指的就是「干涉棒」，它是一個只有單純作動的物件，一旦碰觸到止塊的任一部位就會變成不同的作動。

就如同圖 8-1-2 這種彈簧式的夾頭，藉由止塊在前進端的位置就會自動打開夾具。

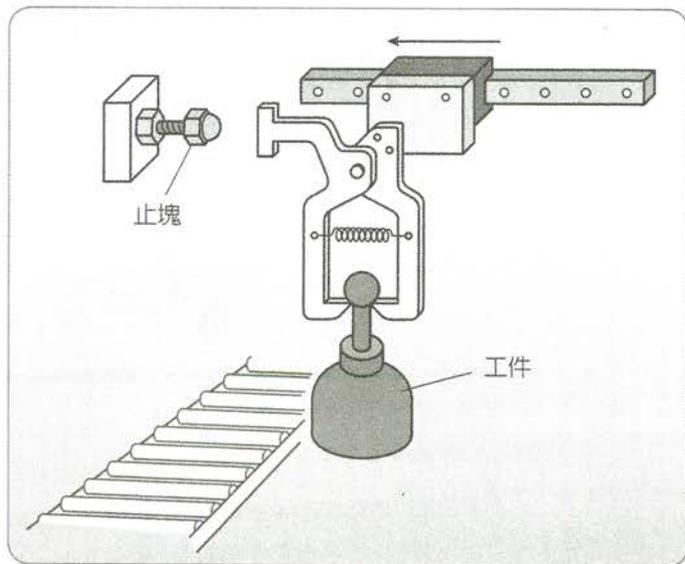


圖 8-1-2 利用止塊讓夾頭自動打開

# 使用觸發擋板 讓下一個工件稍做等待

應用  
要點

想要讓傾斜輸送帶上的工件一個接著一個進行傳送，可以使用裝有觸發器的工件擋板。當前面的工件通過之後，會牽引觸發器作動，讓下個工件的擋板產生脫離。

## 1 觸發擋板

為了讓輸送帶上的工件一個接著一個被傳送，可以使用裝有觸發器的工件擋板。

在圖 8-2-1，來自上方輸送帶的工件，是要移動到下方的輸送帶上。配重塊是透過工件 1 來下壓裝有避震器 (Damba) 的傾斜輸送帶，使其回復到原來的位置。

透過傾斜輸送帶的慣性與配重塊的重量調整，能夠讓工件平穩地移到下一段。

當下方的輸送帶上的工件 1 被推舉上揚直到碰觸到觸發滾輪時，裝有觸發器的工件擋板會下降，並將工件 2 推送出去。

像這樣的機構因為裝設了帶有扳機的擋板，所以也稱之為「觸發擋板」。

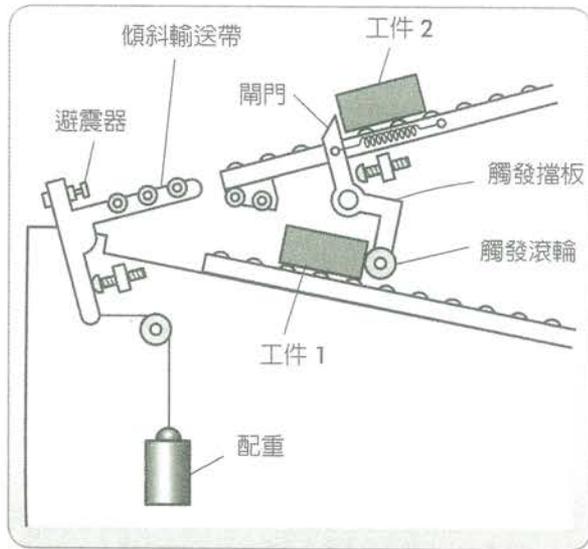


圖 8-2-1 工件的擒縱器

## 2 直交輸送帶的觸發擋板

圖 8-2-2 是一個在直交的輸送帶之間裝上觸發擋板的構造。

當工件通過下方的輸送帶時，觸發滾輪會推送工件，使得上方輸送帶的擋板旋轉讓工件通過。

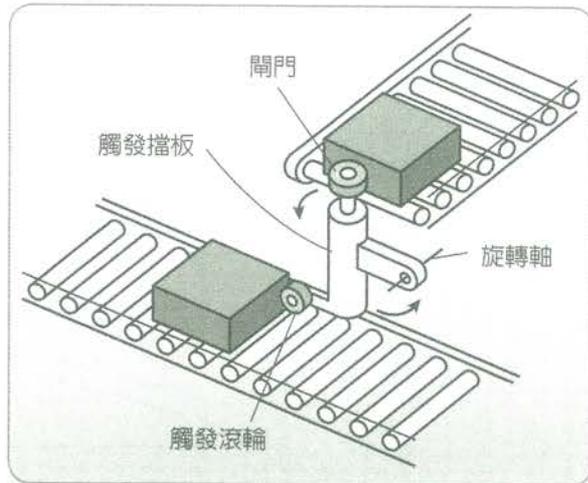


圖 8-2-2 直交輸送帶的觸發擋板

### 3 同向移動的輸送帶的觸發擋板

圖 8-2-3，是一個流經同方向傾斜滾輪輸送帶上工件所用的擋板構造。當上方的輸送帶上面的工件 2 停下來，而工件 1 要通過的話，閘門會打開讓工件 2 也開始移動。在這個機構裡，工件 2 比工件 1 的重量要輕才會順利作動。

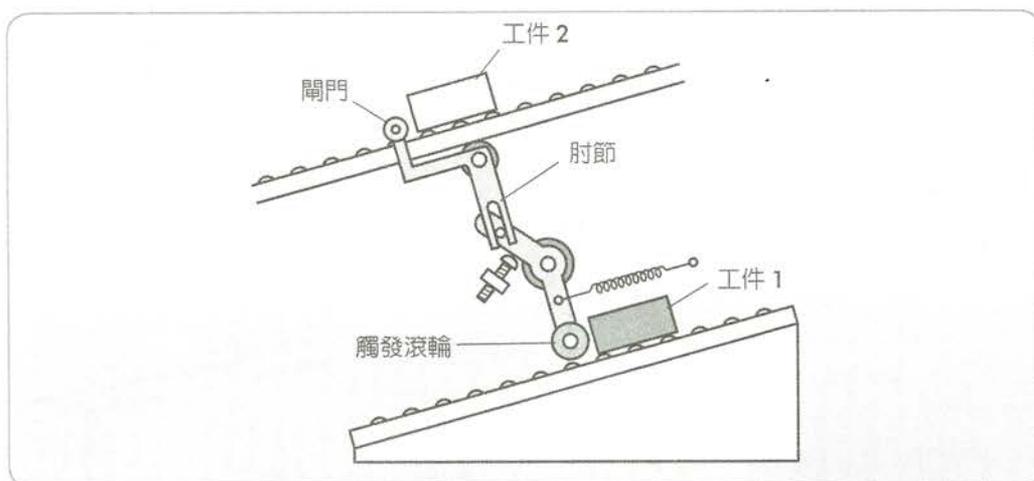


圖 8-2-3 使用肘節的同向觸發擋板

### 4 使用肘節來發揮確實停止功能的觸發擋板

圖 8-2-4 雖然也是一樣屬於同方向的傾斜輸送帶的觸發擋板，但為了讓工件 1 能確實停止就使用了肘節。當下段輸送帶上的工件 2 通過的話，會牽引打開閘門讓工件 1 也通過。

當工件通過後，會利用彈力讓肘節回復到伸展中止的位置，進而讓上段輸送帶的工件能確實停止。

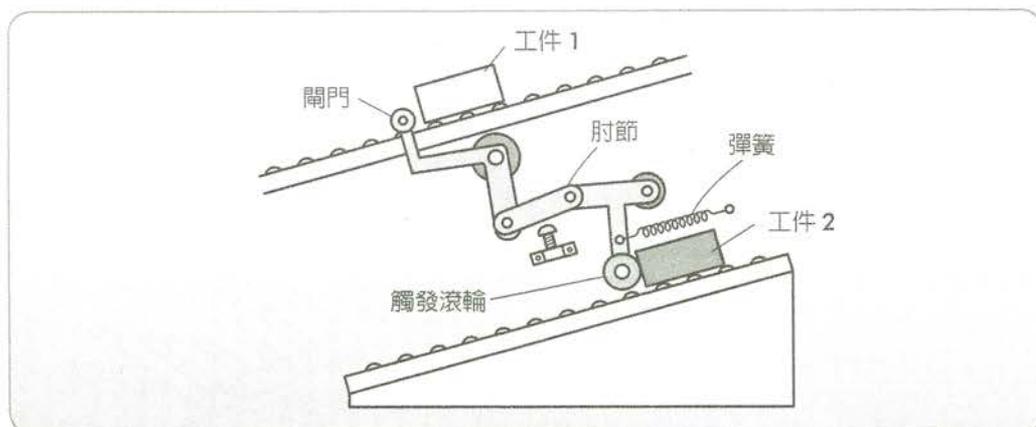


圖 8-2-4 使用肘節來發揮確實停止功能的同向觸發擋板

# 使用擒縱器 讓工件一個一個分離

應用  
要點

擒縱器是一種將排成一列的工件從前端開始，1 個接著 1 個依序送出的裝置。它同時要讓第 2 個工件具有被推壓的功能，以及第 1 個工件也具有被送出的功能。

## 1 擒縱器

圖 8-3-1

擒縱器是一個利用直進導塊的前擋板和後擋板，將圓筒形的工件一個一個切斷並送出的裝置。擒縱器的前方有一個工件承接座，可讓工件一個接著一個

進入。當擒縱器用握柄依圖的右上方來作動時，後擋板會下降並阻擋第 2 個工件讓它停住。與此同時，因為前擋板是打開的，被前擋板阻止的工件就會被送出一個到工件承接座。進入到工件承接座的工件，會利用工件排出用握柄來將它排出，如果將擒縱器用握柄和工件排出用握柄予以連動的話，就可以做到每拉一下握柄就可以讓工件一個接一個的依序排出。

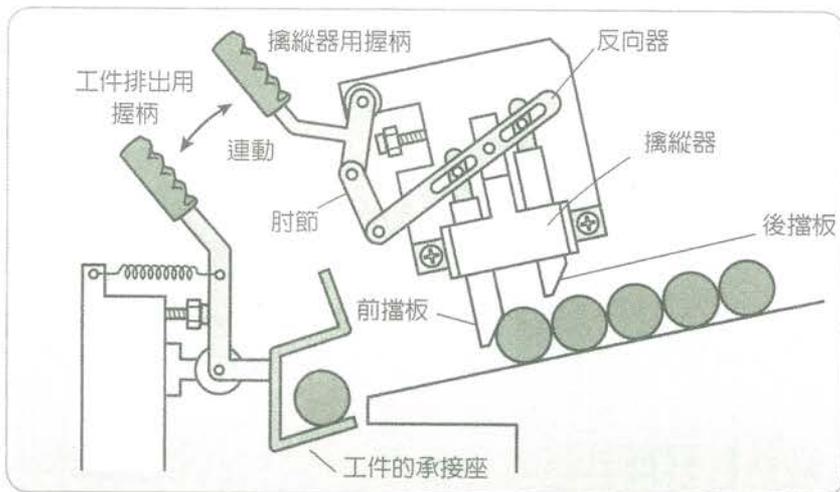


圖 8-3-1 使用擒縱器讓工件 1 個接 1 個地送出

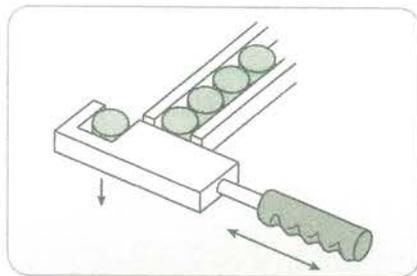


圖 8-3-2 切斷送出的擒縱器

## 2 切斷送出

擒縱器也有如圖 8-3-2 這樣切斷送出的方法。切斷送出就是一個把相同的工件推擠排列後，從前端開始一個一個加以分離的機構。一般來說，它是最常用在圓形工件上，但如圖 8-3-3 這種想把四角形切成圓形的話，也是可以用在四角形的工件。

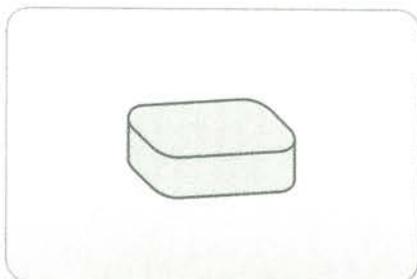


圖 8-3-3 切成圓形的四角形工件

# 使用起動桿就能設定工件送出的時間點



應用要點 起動桿是一個讓停止中的工件有動能，以及把工件從輸送帶上送出的機構。

在圖 8-4-1，是一個當工件 1 因重力從右下方落到下面的輸送帶時，就會推壓起動桿的起動觸發器，將上方輸送帶上的工件 2 往外推出的一個機構。

在圖 8-4-2，是利用起動臂桿讓可動輸送帶傾斜，進而滑送出工件的觸發器。當工件 1 碰觸到觸發器下部的起動觸發桿後，會因槓桿作用進而推壓起動臂桿來讓可動輸送帶往上抬舉。



### 重點提示

工件的送出方法有以下幾項：

- ① 推出、拉入
- ② 輸送帶傾斜
- ③ 脫離傾斜中輸送帶的擋板
- ④ 輸送帶的滑輪轉動

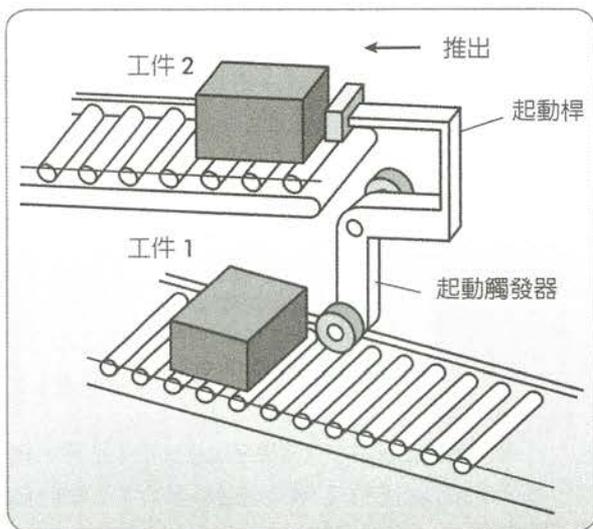


圖 8-4-1 具有推出功能的起動桿

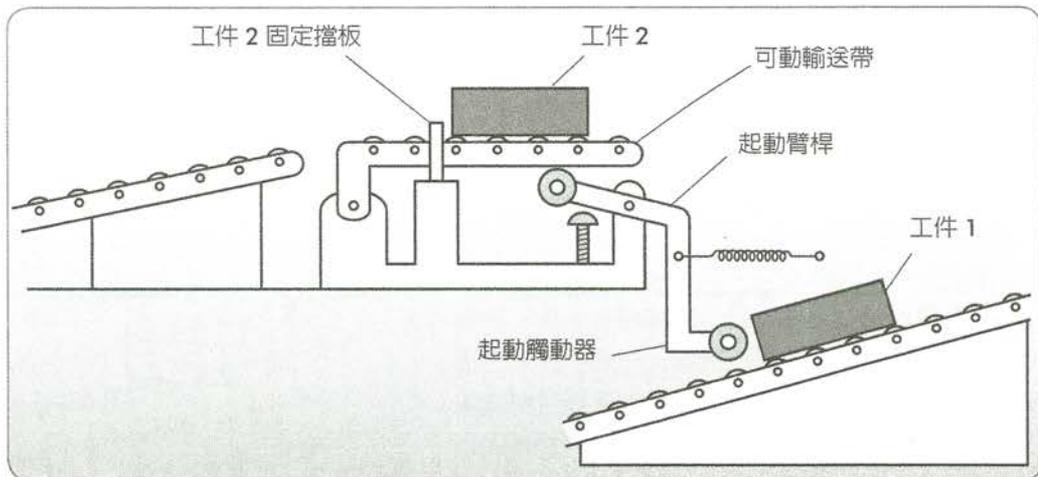


圖 8-4-2 傾斜起動桿

## 第 9 章

# 運用「驅動 往返作動」 的機構

機巧裝置作動的動力來源，大都受限於像旋轉的馬達、直進運動的氣壓缸這類的驅動器。

而為了能從這種單純的旋轉動力及直進動力中建構出複雜的作動，就一定要很清楚地知道如何從驅動器的運動中將動力傳達給機構的方法。

本章節就是為了將來自馬達及氣壓缸的輸出動力，如何傳達給機構並產生作動的思考模式來加以說明。



# 提供機巧裝置動力的驅動器，其輸出動力有旋轉、擺動、直線運動

應用  
要點

成為機巧裝置的源頭動力，絕大多數是旋轉或直線往返運動。其理由是傳送動力的設備幾乎都是像馬達的旋轉運動，或是像氣壓缸這類的直線往返運動。

## 1 機巧裝置經常使用到的驅動器種類

### ① 馬達和氣壓缸

驅動器幾乎都是由馬達或是氣壓缸來輸出動力。圖 9-1-1 的馬達是輸出旋轉動力，而氣壓缸則是輸出直線往返運動的動力。

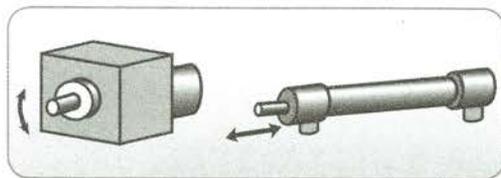


圖 9-1-1 馬達和氣壓缸

### ② 發條

如圖 9-1-2 的發條，也是輸出旋轉動力。在類似捲尺的捲曲狀態下，其行程是被設限的直線運動。

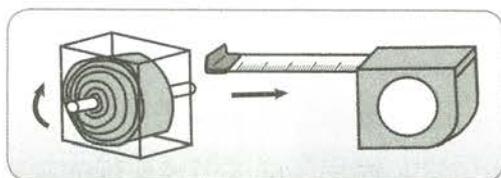


圖 9-1-2 發條和捲取器

### ③ 旋轉氣壓驅動器

配備旋轉氣壓缸的旋轉氣壓驅動器，其形狀正如圖 9-1-3 所示，旋轉角度是被受限為以往返旋轉運動來輸出動力。

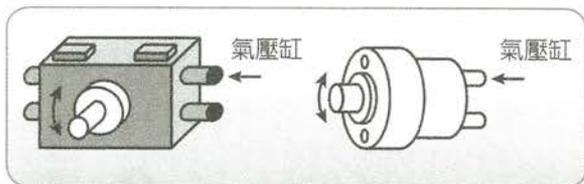


圖 9-1-3 旋轉氣壓驅動器 [ 氣壓 / 氣壓 ]

### ④ 電磁開關

也有利用電磁開關 (Solenoid) 力量來作動的電磁開關單元，它是以直線往返運動來輸出動力。圖 9-1-4 是氣壓缸型電磁開關單元，一接上電壓就會前進。當電壓中斷後因為電磁開關沒有回復的力量，所以只有靠重力和彈簧來讓它回歸原位。電磁開關單元一般來說行程較短，因此可以輸出較大的動力，而為了加長電磁開關單元的行程，也可以使用機械裝置來擴大行程。

若只使用單個電磁開關單元是沒有復歸的力量，所以將 2 個電磁開關單元加以組合，並改變端子的電壓，也可以得到復歸方向的作動。這種電磁開關單元，正如

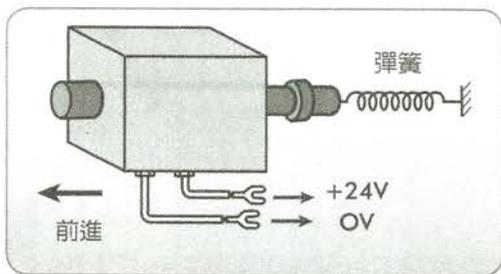


圖 9-1-4 氣壓缸電磁開關

同圖 9-1-5 所示，設有前進用和後退用這 2 種電壓輸入的導線。

### ⑤ 旋轉型電磁開關

圖 9-1-6 的旋轉型電磁開關，在通上電壓後，會依一定的角度旋轉。圖 9-1-7，雖然是旋轉型電磁開關，但會依通電方向來改變旋轉方向。在旋轉型電磁開關中，也有會內藏復歸彈簧的型式，此時，若回復動作只靠彈簧的力量，過重的負荷就無法使其復歸原位。

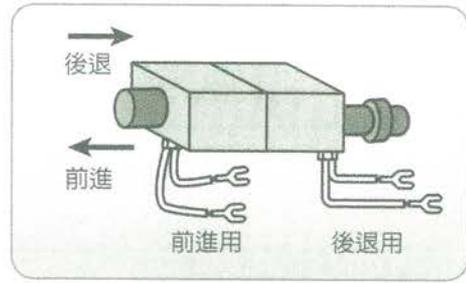


圖 9-1-5 由 2 個電磁開關組成的氣壓缸型電磁開關

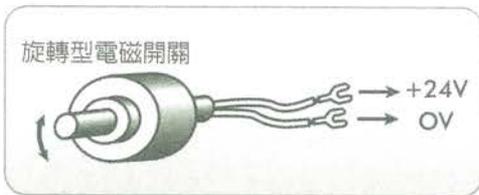


圖 9-1-6 旋轉型電磁開關

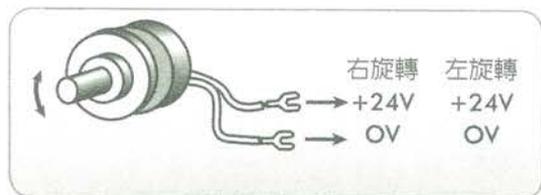


圖 9-1-7 利用通電極性來改變旋轉方向的旋轉型電磁開關

## 2 驅動器的輸出動力和種類

將一般可提供給機巧裝置動力的驅動器，加以並列的話就做成表 9-1-1。

從列表中可以看出，機巧裝置的作動動力，幾乎都是以下 3 項。

- ① 連續旋轉
- ② 往返旋轉
- ③ 往返直進

所以我們務必善加應用這 3 項動力來源，才可以建構出機巧裝置所需要的複雜運動。對機巧裝置來說，機構的運動特性都具有重要的功能。

表 9-1-1 提供機巧裝置動力的驅動器種類

	連續旋轉	往返旋轉	往返直進
電力	[電力→旋轉出力] 馬達	[電力→旋轉往返出力] 旋轉型電磁開關	[電力→往返直進] 電磁開關
氣壓	[氣壓→旋轉出力] 氣動馬達	[氣壓→旋轉往返出力] 旋轉氣動氣壓缸	[氣壓→往返直進] 直進氣壓缸
動力	[力→旋轉出力] 發條	—	[力→直進出力] 捲尺

# 應用線性導塊 讓氣壓缸輸出動力來驅動臂桿

**應用要點** 直進運動所需氣壓缸的輸出動力，並將旋轉入力傳送給臂桿及槓桿，是需要導引機構。

## 1 臂桿及槓桿的旋轉入力

槓桿的施力點及抗力點，是以支點為中心的圓周運動。正如同圖 9-2-1 所看到的，臂桿包含了從支點到施力點的距離作為半徑的圓周，以及從支點到抗力點的距離作為半徑的這 2 個圓周。是由氣壓缸所驅動，而施力點是靠氣壓缸的行程來驅動。

在圖 9-2-2 裡，裝有固定氣壓缸的施力點，一旦和行程的前端相聯結，當氣壓缸延伸出去的同時，會因圓周運動而導致氣壓缸的直進軸在前進過程中產生偏移，進而造成活塞桿的彎折。

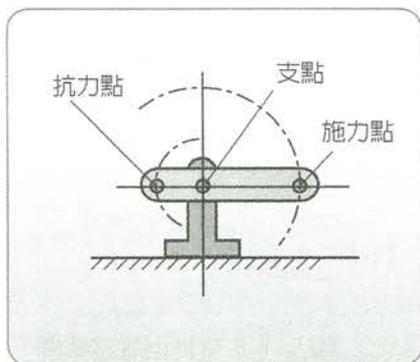


圖 9-2-1 槓桿的圓周運動

## 2 使用隙間翼來做聯結

為了吸收施力點的圓周運動，會在圖 9-2-3 氣壓缸的前端裝上插銷，並在槓桿的側邊設置長孔穴，這麼一來插銷就能在長孔穴內滑行，進而讓活塞桿直線前進。

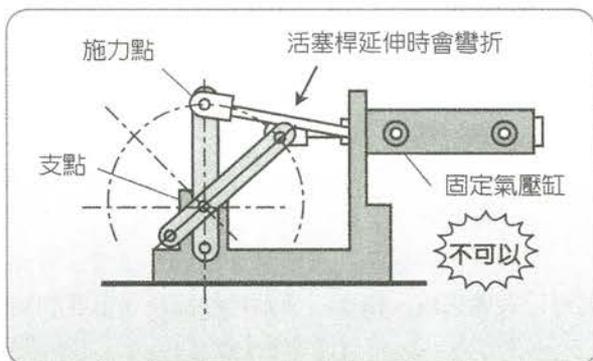


圖 9-2-2 不直接使用固定氣壓缸

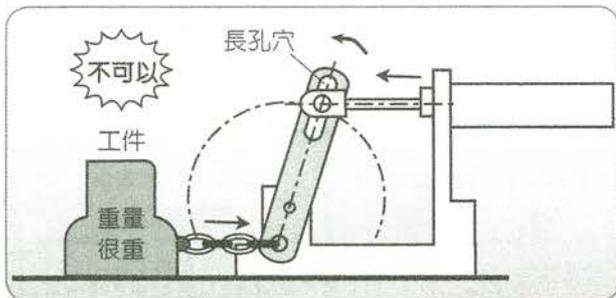


圖 9-2-3 重物的牽引

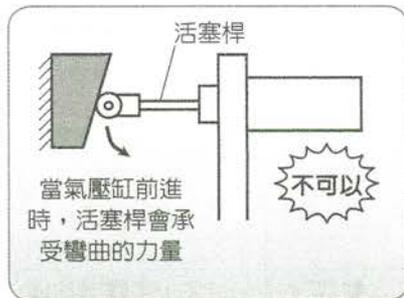


圖 9-2-4 施加在氣壓缸的臂桿上的力量

在這個構造裡，由於活塞桿會推壓長孔穴的斜面，使得活塞桿會受到橫向作用力，縮短氣壓缸的壽命。

當長孔穴與活塞桿成斜面接觸時，如圖 9-2-4，會因為這個斜面讓活塞桿的橫向出現彎曲的作動力，一旦作動力超過氣壓缸橫向負荷的容許值，就會造成氣壓缸的破損。

儘管在負荷輕的情況下，氣壓缸的推力變小是沒有問題的，只是當工件變重，或作動過程中因外力讓臂桿無法作動等情況時，因氣壓缸的力量是直接施加在長孔穴上，將導致活塞桿會有彎曲而損壞的可能性。

### 3 使用聯結桿來聯結

如圖 9-2-5，直接在活塞桿的前端裝上聯結桿，也是不好的設計。因為當負荷過大的力道作動時，氣壓缸的活塞桿就會承受橫向推力。如果像圖 9-2-5 的構造，就需要讓活塞桿做直進運動的導塊。

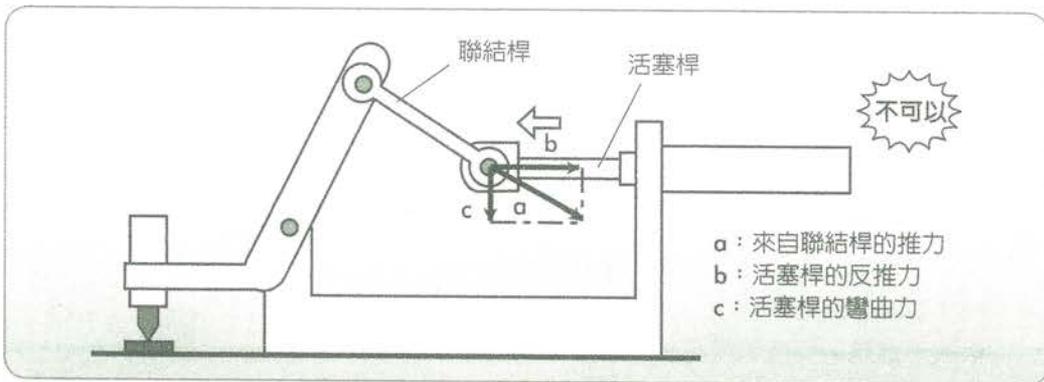


圖 9-2-5 使用聯結桿來聯結

而圖 9-2-6 是把聯結桿承受的橫向推力改由直動導塊來承受，氣壓缸的活塞桿只會受到行進方向的力道而已。

像這種構造的話，雖然是可以解決承受推力的問題，但也會因部品數量的增多而提高成本。

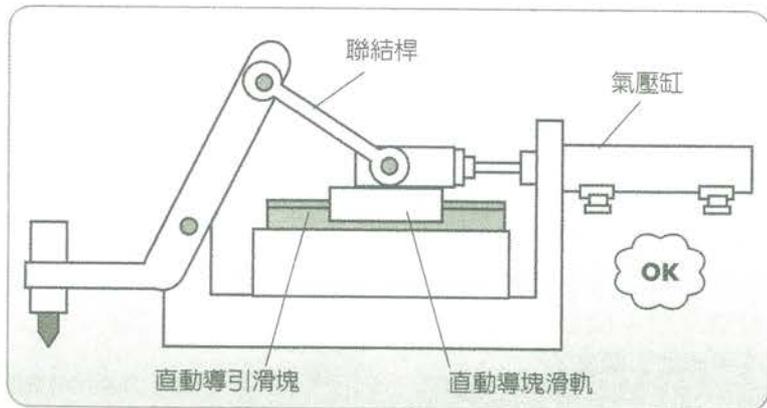


圖 9-2-6 利用直動導塊

# 旋轉機構是利用耳環式氣壓缸來驅動

應用要點

像臂桿及槓桿這類可以旋轉入力的機構，若是由氣壓缸來驅動時，為避免氣壓缸的活塞柄承受橫向推力，可以使用耳環式及耳軸式的氣壓缸。因為氣壓缸也會跟著臂桿及槓桿一起旋轉，如此一來活塞柄就只會承受平常行進方向的力量。

## 1 耳環式氣壓缸的效果

槓桿是由耳環式氣壓缸來驅動，至於氣壓缸則會依循著槓桿的旋轉頭部跟著擺動的這種構造，這對氣壓缸來說只會承受活塞行進方向的力量，如圖 9-3-1 所示。這種氣壓缸就稱為「耳環式氣壓缸」。

耳環式氣壓缸，其氣壓缸前端有一個稱為耳環的孔穴是拿來組裝用的，在此孔穴中心，可讓氣壓缸進行頭部擺動運動。

如圖 9-3-2，是呈現耳環式氣壓缸的構造及組裝方法。

組裝方法是，支撐氣壓缸的軸會穿過耳環的孔穴，好讓氣壓缸頭部可以上下擺動。

這個肘接頭插入槓桿的前端之後，再用接頭銷做聯結。接頭銷不管是固定在肘接頭處，或是槓桿的前端，都要用 C 型環及 E 型環來固定以防脫落。

氣壓缸和肘接頭的組裝方式如圖 9-3-3。

耳環是由氣壓缸廠商所提供的組裝金屬件，可以組裝成圖 9-3-4 所示，這種氣壓缸頭部可以擺動且是旋轉運動的構造了。

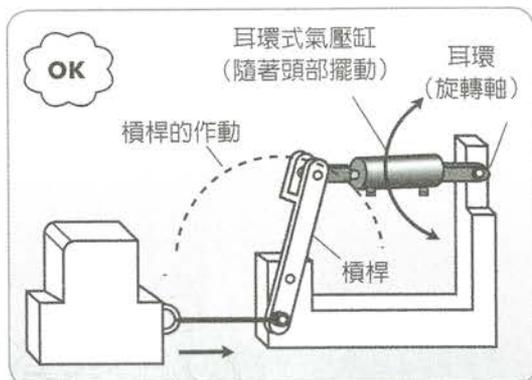


圖 9-3-1 利用耳環式氣壓缸來驅動槓桿

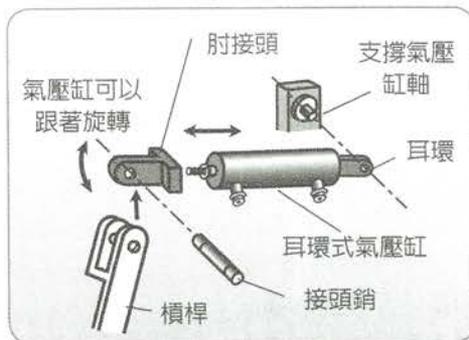


圖 9-3-2 耳環式氣壓缸的組裝

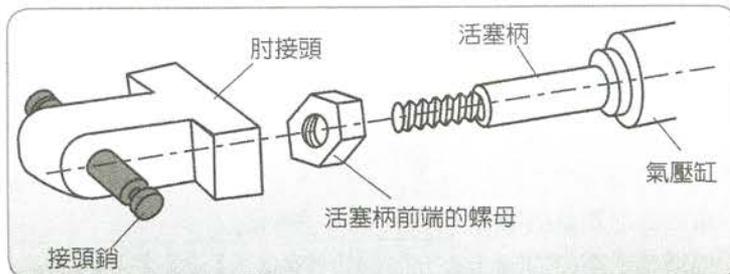


圖 9-3-3 氣壓缸和肘接頭的聯結

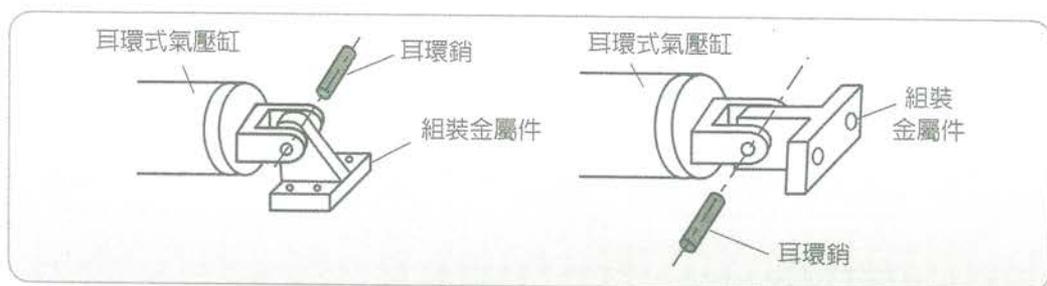


圖 9-3-4 使用組裝金屬件來進行耳環的組裝

## 2 耳環式氣壓缸的承受力

當耳環式氣壓缸旋轉推壓對象元件時，耳環和肘接頭這 2 處的插銷會承受力量。我們可用圖片來說明這個狀態，只要在作動中，不管位置在哪，它所承受的力道與

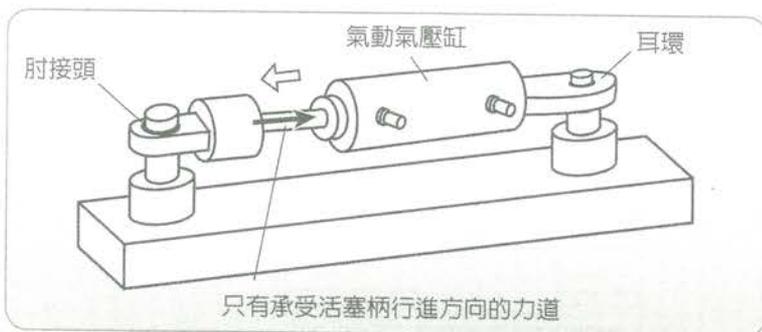


圖 9-3-5 耳環式氣壓缸的承受力道

圖 9-3-5 相同。在此情況下，當氣壓缸傳送氣動壓力給活塞柄使其產生推送力道時，活塞柄不會承受到橫向力道。若耳環式氣壓缸推送臂桿時，可想像為圖 9-3-5 的狀態，耳環式氣壓缸是不會發生橫向推力的。

## 3 使用耳環式氣壓缸來驅動臂桿

如圖 9-3-6 所示這是對工件進行擠壓的裝置，若使用耳環式氣壓缸的話，就能讓作業變得輕鬆。

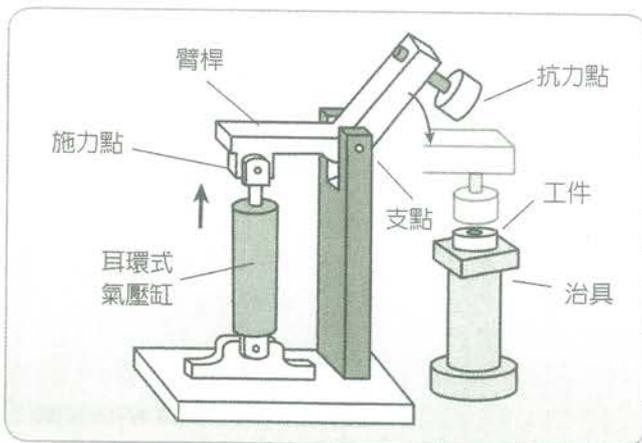


圖 9-3-6 使用耳環式氣壓缸來驅動臂桿

## 4 直進運動的傳達方法

就算是由氣壓缸來推拉線性導塊，也很難與其中心完全吻合，因此如圖 9-3-7，在氣壓缸前端裝上球型接頭，可排除中心的偏移。

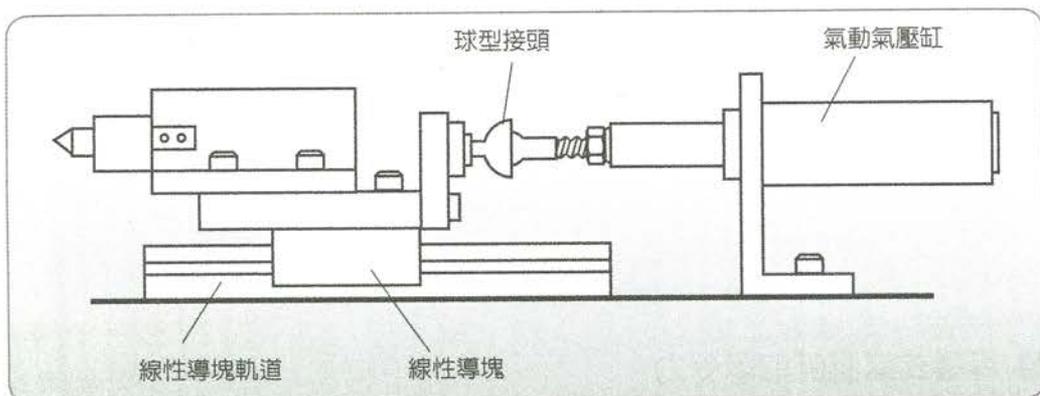


圖 9-3-7 使用球型接頭的聯結

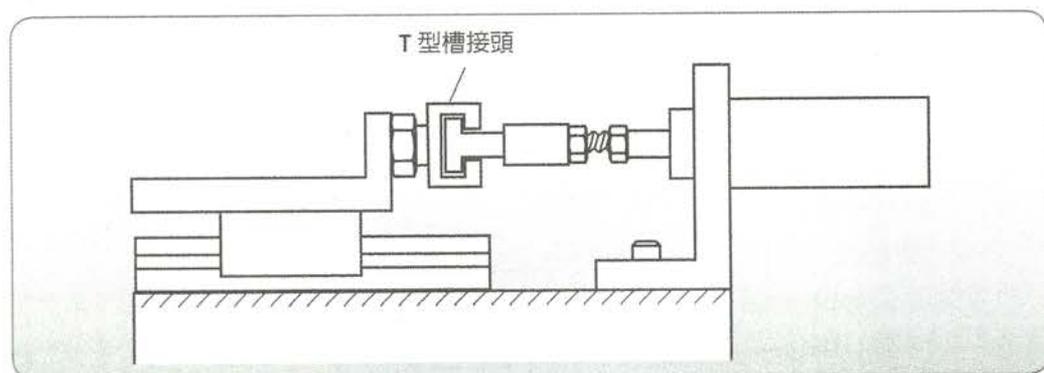
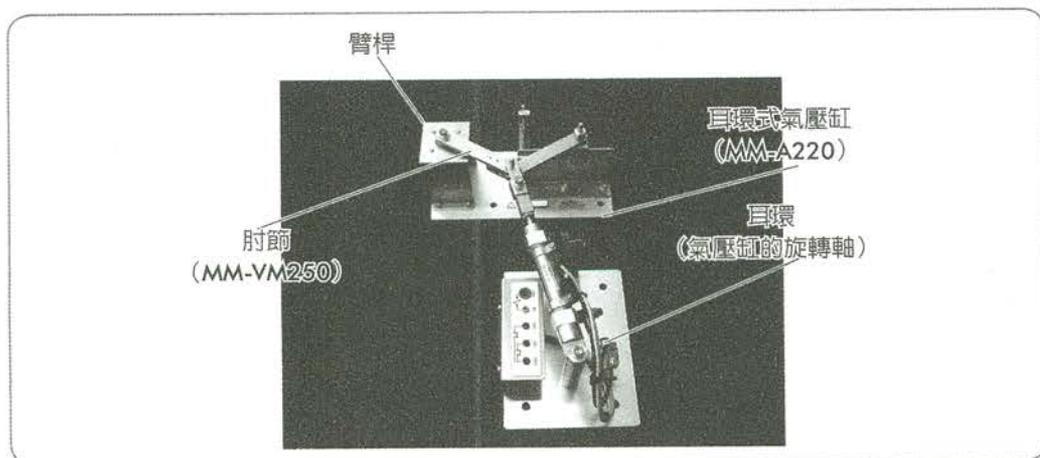


圖 9-3-8 使用 T 型槽接頭的聯結

如圖 9-3-8 所示，使用 T 型槽接頭也是有效的。

照片 9-3-1 是耳環式氣壓缸驅動肘節臂桿的一個裝置事例。



照片 9-3-1 利用耳環式氣壓缸來驅動肘節

當機構由馬達驅動時，設計的重點是讓馬達轉軸不要承受橫向負重。

### 1 以馬達驅動捲揚裝置

如圖 9-4-1 所示，嘗試製作一個利用捲盤將秤砣上舉的裝置。

這個裝置的要求是，只要捲盤可以捲取就好，所以在只考慮捲盤的功能下，就有如圖 9-4-2 這樣，將馬達直接裝在捲盤上的簡單設計。不過要注意的是，馬達的轉軸會承受秤砣的重量而出現讓轉軸彎曲的作用力。

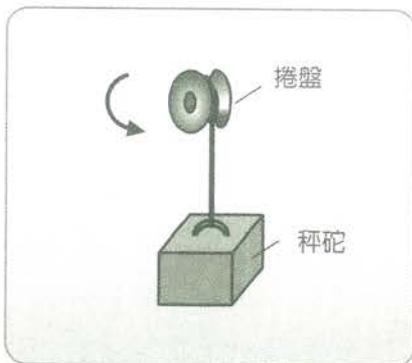


圖 9-4-1 秤砣的捲取

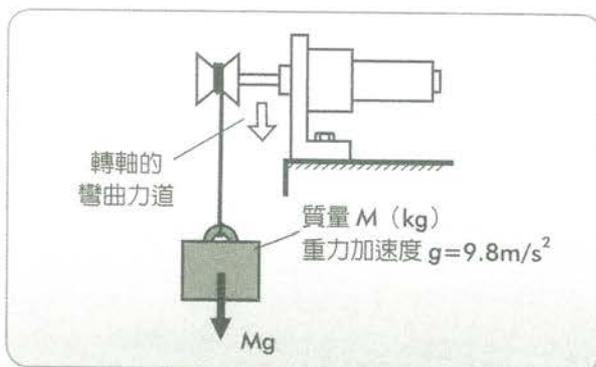


圖 9-4-2 捲取器和馬達直接聯結

若馬達停止，或是等速捲取上舉時，只會有  $Mg$  的作動力，而當開始作動後會產生加速度，因此需要再加上 [加速度  $\times$  質量] 的力道。像這樣對馬達轉軸施加往下的力道，就會加重馬達轉軸的負荷導致容易破損。

對此，可以採用如圖 9-4-3 所示的設計，讓秤砣的重量由軸承來承受，而馬達連同轉軸上的聯結器，只會傳送旋轉動力。

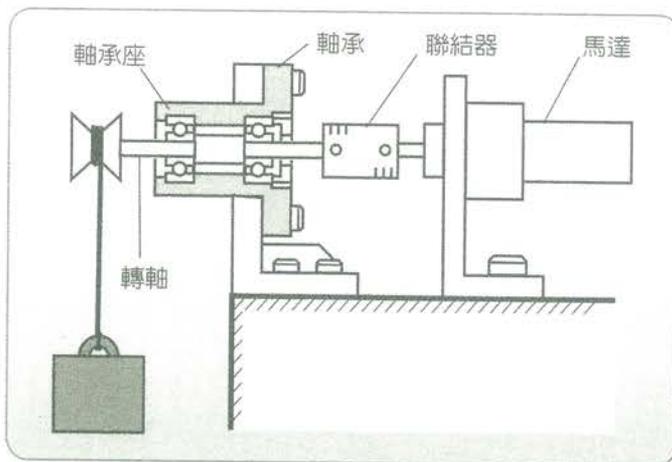


圖 9-4-3 使用軸承座的設計

## 2 以馬達驅動皮帶傳送帶

如圖 9-4-4 所示，就算是利用正時皮帶等的驅動方式，若是採用將滑輪直接裝在馬達軸上的設計，那麼起動時就會有依加速度比例的橫向力道施加在轉軸上。

另一種解決方法是，使用旋轉軸來支撐正時滑輪，而馬達就只會傳送旋轉力道，此設計方案可以參照圖 9-4-5。

照片 9-4-1 是使用正時皮帶的傳送帶實例。

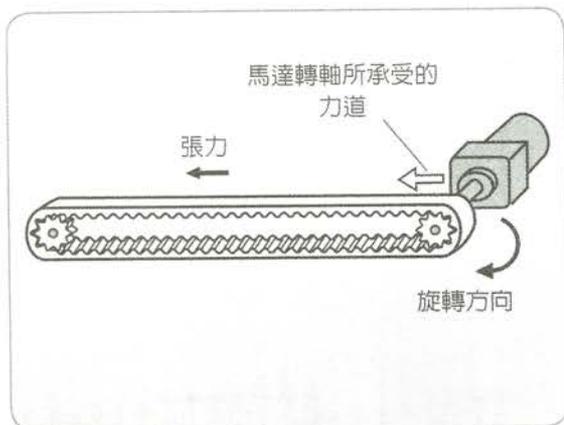
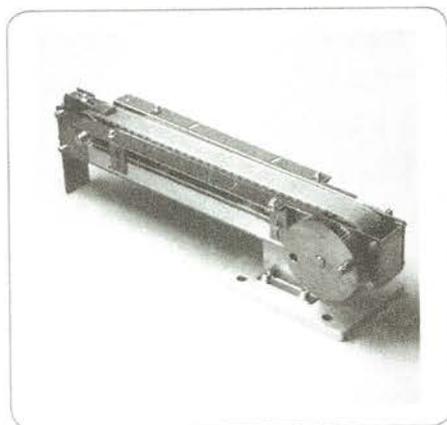


圖 9-4-4，來自正時皮帶的力道



照片 9-4-1 正時皮帶傳送帶  
(MM-VM320)

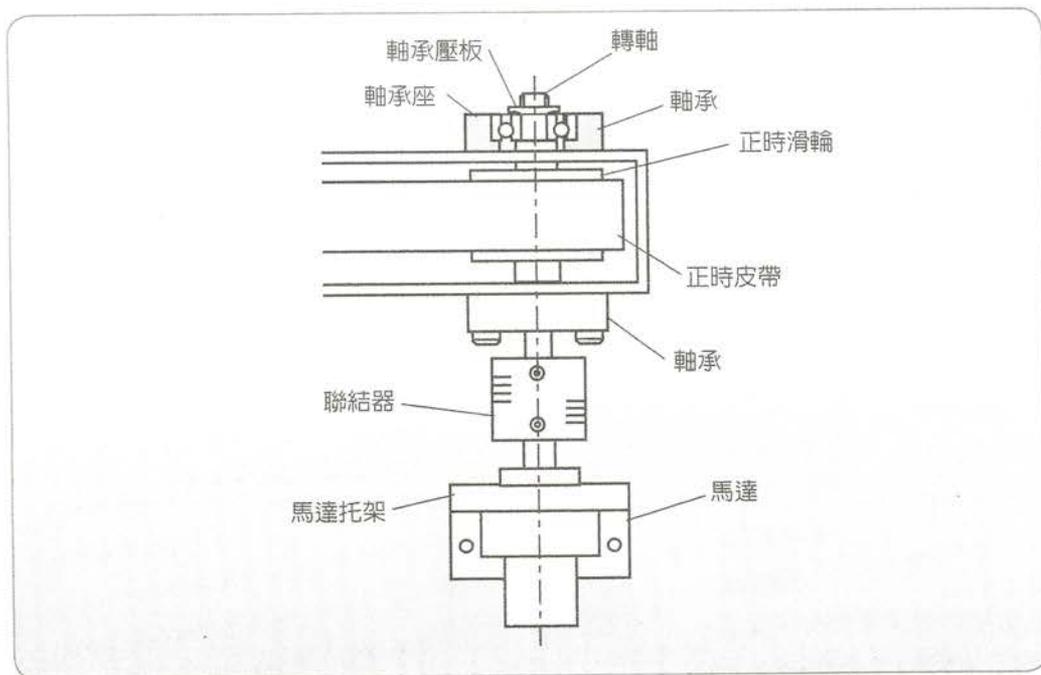


圖 9-4-5 正時滑輪的軸承座

# 挖土機的驅動器是使用耳環式氣壓缸

應用  
要點

挖土機是一個巧妙使用連桿，且前端鏟斗可以自由在移動的構造。駕駛員乘坐在裝在履帶上頭的座位，是一個擁有可以旋轉並全方位移動臂桿的裝置。

## 1 油壓缸

挖土機是使用油壓缸來驅動各個臂桿。油壓驅動和氣壓不同之處是它沒有壓縮性，所以即使油壓缸在中間位置也能完美的在定點停住。

一般要停止油壓缸，會使用逆止閥及封閉型的方向控制閥。

## 2 臂桿的構造

圖 9-5-1 是小型挖土機的構造實例。

第 1 段手臂是由耳環式氣壓缸及臂桿組成，當耳環式氣壓缸前進伸長，第 1 段手臂就會上升。

在氣壓缸稍微停止在延伸點時，第 1 段手臂就會變成垂直，這是避免若超過此界限將造成挖土機傾倒的設計。

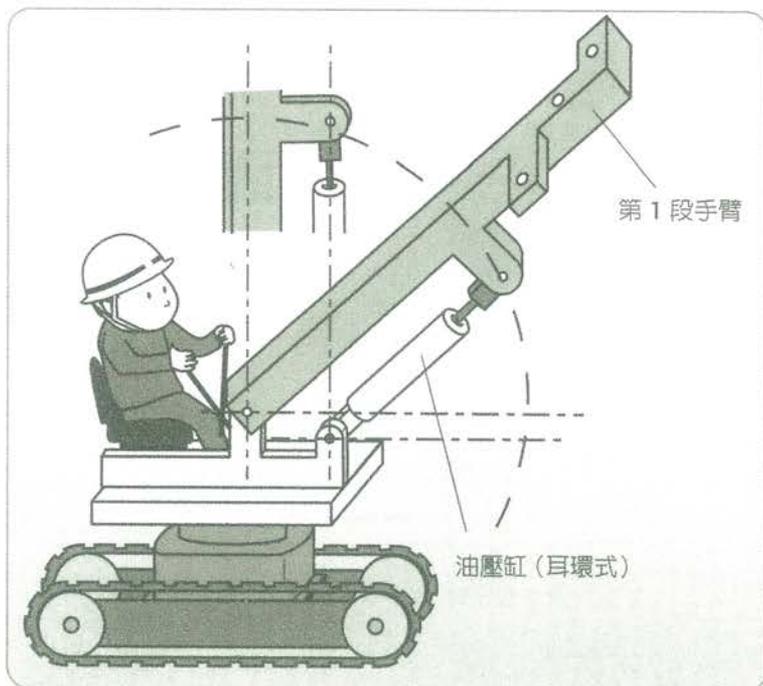


圖 9-5-1 第 1 段手臂



### 重點提示

運用油壓來驅動，是運用和氣壓不同的壓縮性，能使其即使在油壓缸的中間位置也能完美地停下來。

圖 9-5-2 的第 2 根手臂，是與地面呈水平地裝在第 1 根手臂的前端。該手臂是由耳環式油壓缸 2 來驅動，至於組裝用的耳環是在第 1 根手臂上。第 1 根手臂和第 3 根手臂經常保持在平行狀態，因此在第 2 根手臂就使用平行連桿。這個平行連桿使得第 2 根手臂即使在操作中有伸縮，鏟斗卻一直朝向操作者的方向，因此操控起來就非常容易。

圖 9-5-3 的第 3 根手臂，因為垂直裝在第 2 根手臂的前端，所以第 3 根手臂和第 2 根手臂是一體的，裝在第 3 根手臂的油壓缸 3 是用來驅動第 4 根手臂。因為只是單純的臂桿和連桿的構造，所以可動範圍並不大。

圖 9-5-3 的第 4 根手臂的油壓缸 4，是使用能讓鏟斗做大幅度旋轉，所需的強大旋轉動力輸出的「伸臂連桿」連桿機構。

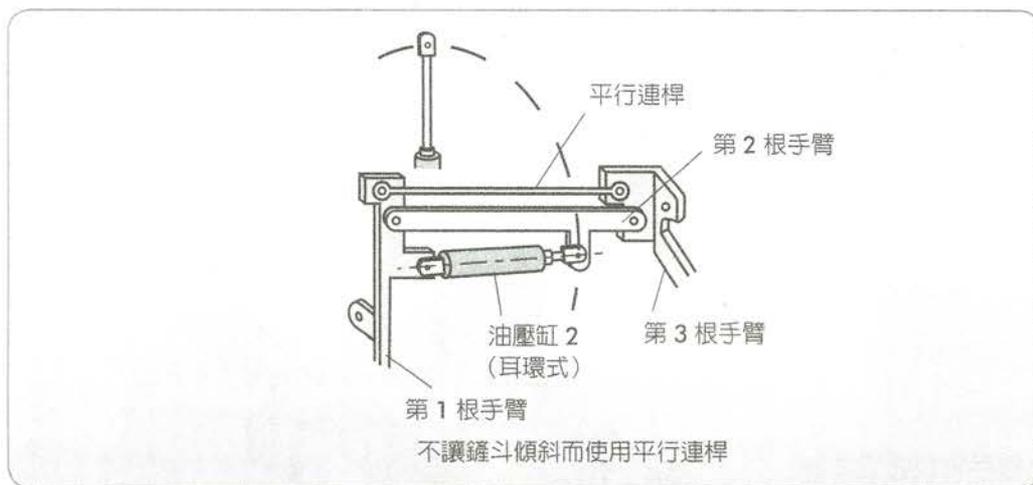


圖 9-5-2 第 2 根手臂

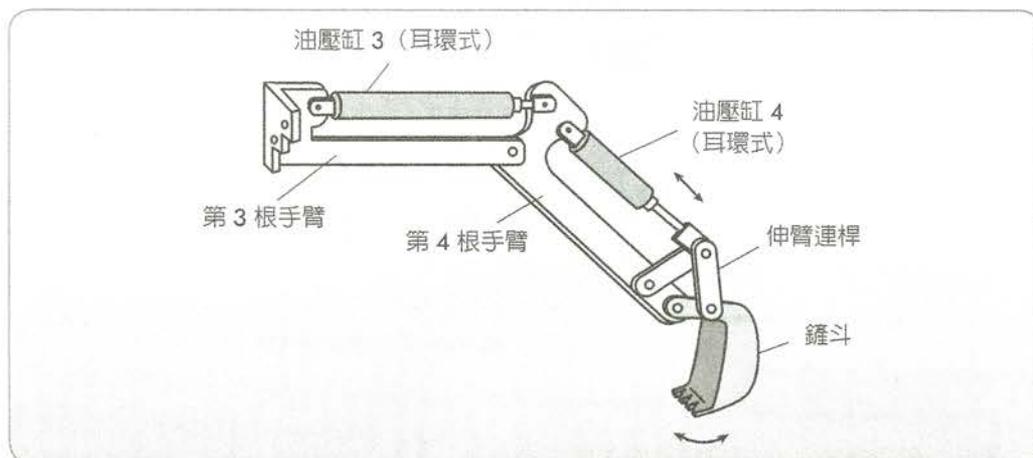


圖 9-5-3 第 3 根手臂和第 4 根手臂及伸臂連桿

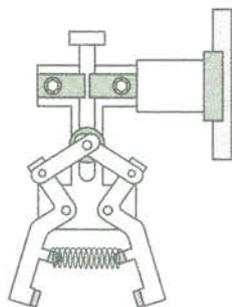
## 第 10 章

# 運用「機械夾頭」 的機構

當要建構不使用驅動器的夾頭，設計時一定要應用機巧裝置的運動功能，讓夾頭可以打開及關閉。

這種不使用驅動器的夾頭就稱為「機械夾頭」。有一種機械夾頭的驅動方式，如撿取與移動單元機構，它在下降時，當開閉夾頭的臂桿碰觸到擋塊時，夾頭就會關閉、打開。

想讓打開的夾頭能維持著打開狀態，而緊閉時也要能保持緊閉的狀態，這些都需要下一番工夫才能做到。



# 使用交替機構讓機械夾頭的開閉狀態不會出現失誤

應用  
要點

應用機巧裝置的夾具，若要讓工件被夾住後維持既有的夾持力，就需要具備 3 種功能。第 1 是依賴外力緊閉夾頭的功能，第 2 是維持夾頭緊閉狀態的功能，第 3 是可以由外力打開夾頭的功能。

## 1 交替機構

當要建構夾頭的構造時，可以使用如圖 10-1-1 所示的交替機構。

在這個交替機構裡，當滾輪被動力 A 推送的話，手臂會倒向右侧直到碰觸到擋塊 B，而當受到動力 B 推送時，手臂會維持在相反一側的擋塊 A 側。而這個維持力道是由彈簧所提供的。

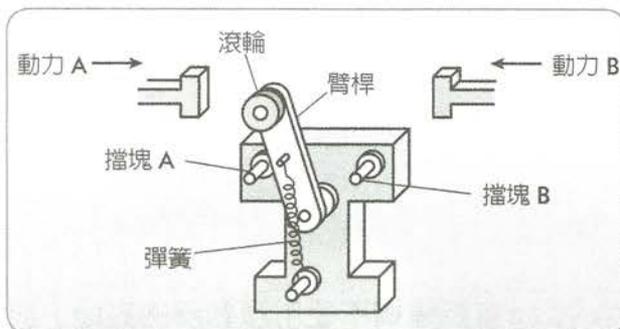


圖 10-1-1 交替機構

## 2 機械夾頭

在圖 10-1-2 裡，是使用彈簧的交替機構。一旦用來牽引夾頭上下作動的動力輸入臂桿，碰到擋塊而往上抬升，夾頭就會自動地開閉。

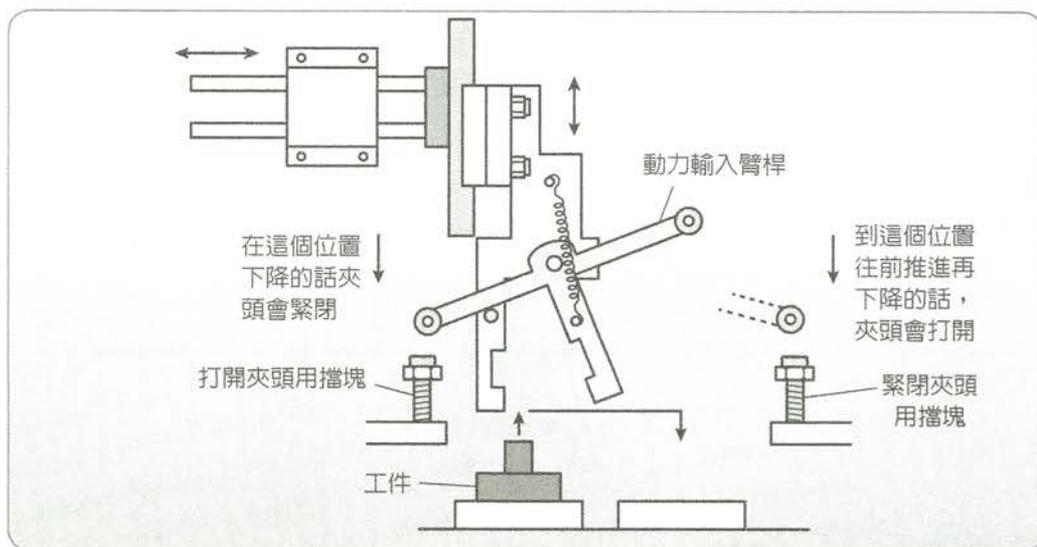


圖 10-1-2 交替機構的夾頭

# 爲了讓緊閉的力道維持不變 就要使用肘節

應用  
要點

肘節，可在伸展中止處發揮支撐棒的功能，可說是要維持在該位置的較簡單方法。  
透過肘節與彈簧的組合，可以建構出維持夾頭開閉狀態的機構。

## 1 使用肘節的單側打開的夾頭

為了維持夾頭的緊閉狀態及打開狀態，可以使用肘節。

圖 10-2-1 是使用肘節的單側打開的機械夾頭。

當往下推壓打開用滾輪的話夾頭就會打開，而裝有打開用滾輪的臂桿則下降直到碰觸到擋塊 2。至於伸展中止的肘節，則會依反「<」字形彎曲讓夾頭打開。而夾頭的打開狀態，是以彈簧的力量來維持。

當緊閉用滾輪被往下推壓時，肘節會在伸展中止處結束夾頭的緊閉動作。此時，肘節是在呈一直線之前的「<」字形彎曲處碰觸到擋塊 1，並由彈簧來維持現狀。

## 2 使用肘節的平衡夾頭

圖 10-2-2 是使用肘節的雙開夾頭。

當下壓開閉用握柄時，肘節的中央會往下壓，藉由肘節的力道促使成為強力夾頭。這時的肘節呈現較一直線還要再多一點的彎曲狀態，發揮了支撐棒的功能。

為了維持著打開的狀態，夾頭會裝上壓縮彈簧，讓它用彈力維持著夾頭在打開的方向。

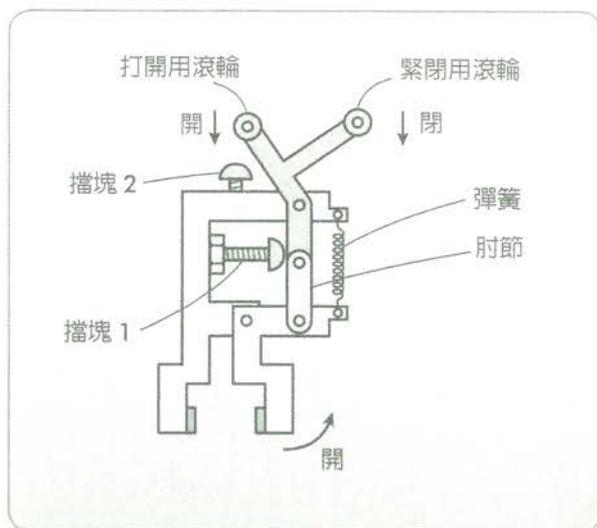


圖 10-2-1 使用肘節的夾頭

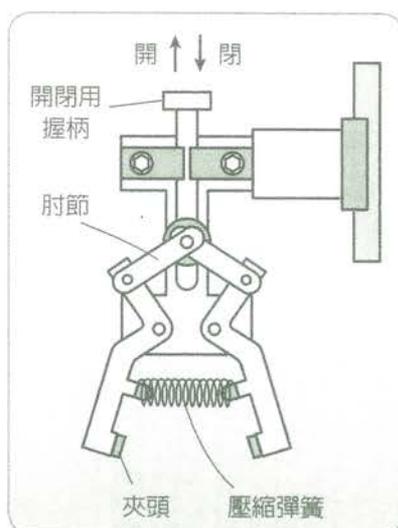


圖 10-2-2 使用肘節的雙開夾頭

# 爲了增強把持力可利用肘節來增強夾頭的力道



使用楔子及傾斜凸輪，來建構出讓夾頭開閉的機構。透過緩慢的傾斜來減速，夾頭就可獲得很大的力道。

## 1 使用楔子的開閉動作

圖 10-3-1，是一個利用楔子的斜面來讓夾頭開閉的機械夾頭。楔子因為是以其支點為中心做擺動運動，因此在夾頭的關閉過程中，其對稱移動多少會發生偏移。

若臂桿不用楔子，而改以線性導塊來做直線移動，左右的夾具同樣會作動。

若打開用的臂桿 1 上升，肘節會伸展並將楔子往下推壓致使夾頭被打開。在打開中止處臂桿碰觸到肘節擋塊時，將無法返回而維持著現狀。當臂桿 2 上舉時，肘節會彎曲致使夾頭緊閉，這也是由彈簧的力道來維持現狀。

如圖 10-3-2 所示，當改變夾頭的支點並壓縮彈簧的話，若插入楔子，就有很大的力道來緊閉夾頭。

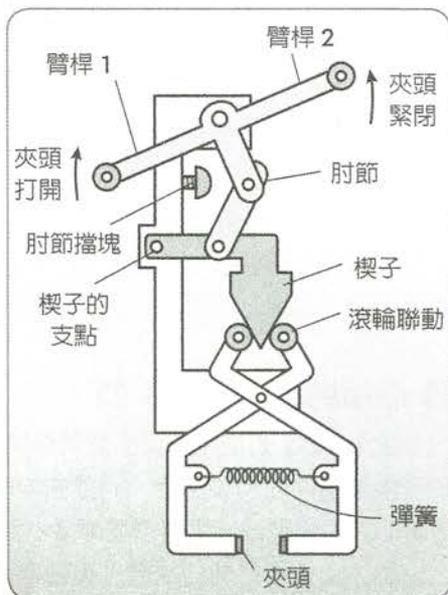


圖 10-3-1 使用楔子的夾頭

## 2 使用楔子來增力的單側夾頭

圖 10-3-3 是一種利用楔子型的傾斜凸輪，讓夾頭的單側可以作動的設計事例。因為只是將楔子的減速部分轉變成強力的輸出，所以會用在需要強力夾取並上舉工件時。

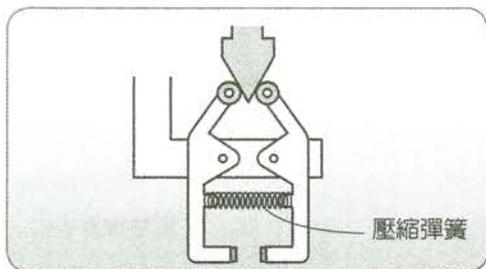


圖 10-3-2 楔子的緊閉動作

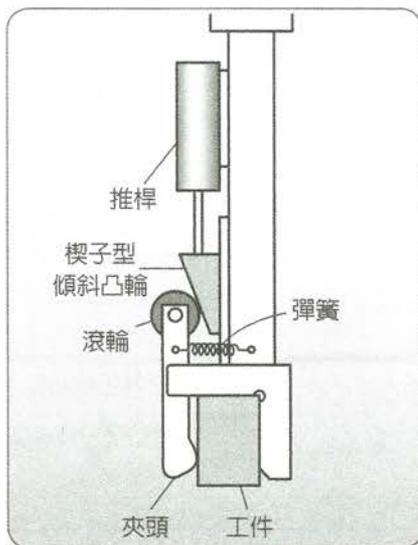


圖 10-3-3 楔子型傾斜凸輪的夾頭

# 利用曲柄的驅動讓夾頭的開閉能平穩地作動

應用  
要點

驅動夾頭上下移動的機構，可以使用曲柄及蘇格蘭軛。以下介紹的是使用曲柄及齒條與小齒輪的事例。

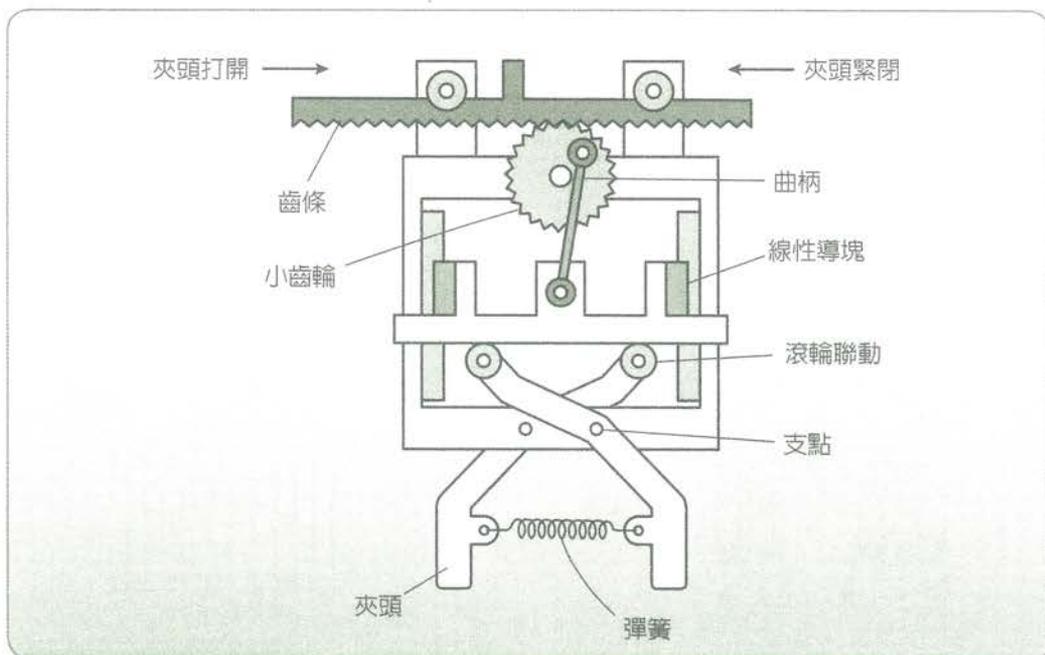


圖 10-4-1 使用曲柄的機械夾頭

在圖 10-4-1，因為是使用曲柄來牽引上下運動，且是利用齒條與小齒輪的齒條的推、拉，來讓夾頭成為可以打開和緊閉的機械夾頭。齒條會在伸展快要中止的位置，讓夾具變成緊閉的狀態進行調節。

至於彈簧，因為是往夾頭緊閉的方向拉緊的，所以夾頭的把持力完全依賴著彈簧的強度。

若需要強力的夾頭，卻又導致彈簧的力道過強的話，那麼在打開夾頭時就需要有更大的力道，應特別注意。



## 重點提示

善加使用曲柄及蘇格蘭軛的話，就可以讓夾頭的開閉能更平穩地作動。

## 機構應用 10-5

# 平衡夾頭就是要使用平行連桿



接著探討使用平行連桿來建構出驅動夾頭的方法，需要用點心思才能讓 2 根指型夾具可以同時作動。

### 1 使用臂桿讓平行連桿開閉

圖 10-5-1，是一個運用平行連桿在平行夾頭的事例。夾頭的前端做了圓弧運動後，就平行地移動從工件的兩側進行夾取；可使用臂桿來將氣壓缸垂直方向的作動轉換成水平方向的作動。這個臂桿雖然可以讓夾頭做大幅的開閉，但夾頭的夾持力道卻不會太強。

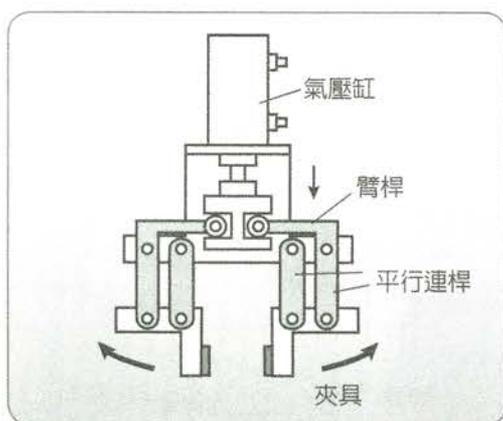


圖 10-5-1 開閉度很大的平行夾頭

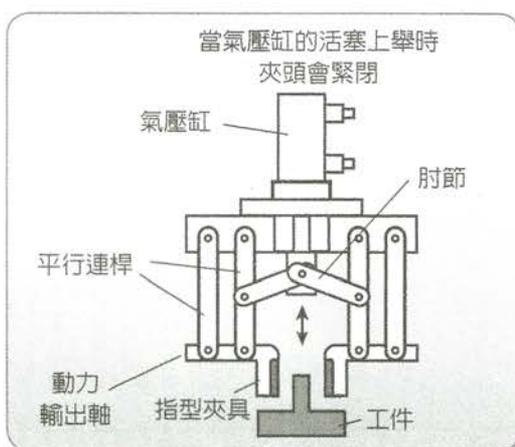


圖 10-5-2 使用平行連桿的夾頭

### 2 使用肘節的平衡動作

圖 10-5-2 的左右指型夾具，之所以能在保持平衡的狀態下夾取工件，是因為使用 1 具氣動氣壓缸和肘節機構來驅動夾頭的開閉。

當構成肘節的 2 根連桿臂成為一直線時，肘節會產生很大的力道。如圖 10-5-2，肘節在夾取工件時，維持在一個大角度的狀態。

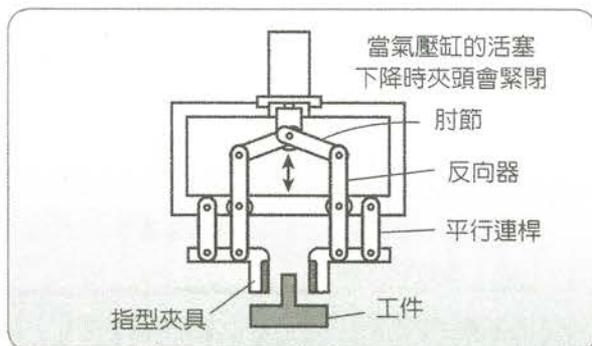


圖 10-5-3 具強大緊閉力道的平行夾頭

### 3 使用肘節來增大把持力道

在圖 10-5-3 的夾頭，是延長內側的連桿臂，並在肘節伸展中止處夾取工件，因此能產生很大的力道夾取工件。

## 第 11 章

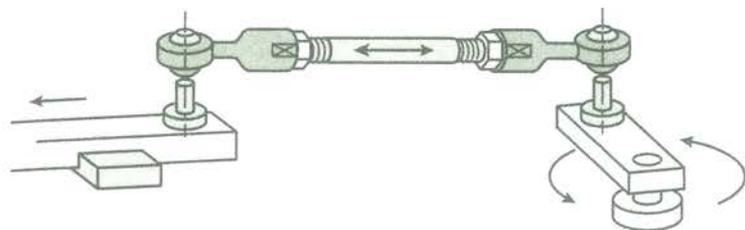
# 運用「連續 旋轉作動轉換」 的機構

還有不少機巧裝置是使用馬達這類，以單一方向的旋轉運動作為驅動機構的動力來源。

至於以皮帶輸送帶及球型螺桿為旋轉動力的機構，也是可以用聯結器來直接和旋轉軸相聯結，讓設計上比較簡單一些。

因此，要將機構從單純的旋轉運動轉換成擺動及直進的往返運動，是需要花點心思去構思。

本章節會針對讓馬達的輸出動力，和臂桿及槓桿等相聯結，或是和直進運動的機構相聯結的機巧裝置來進行解說，並詳細解說利用馬達的輸出動力對各種機構的驅動方法。



# 使用連桿棒來聯結旋轉運動

應用  
要點

帶有 2 個孔穴的棒狀連桿是用來傳達運動，特別是在傳達圓弧的擺動運動，及類似曲柄這種將旋轉運動轉換成往返運動的時候使用。

## 1 連桿棒

連桿棒經常會拿來當作機構的聯結。**圖 11-1-1** 的連桿棒，因為是一個帶有孔穴的細長板子的構造，所以只能夠在同一平面上來傳達運動。

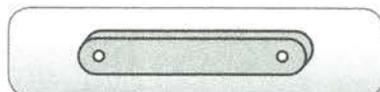


圖 11-1-1 連桿棒

## 2 聯結棒

連桿棒被拿來當作聯結棒使用，就如**圖 11-1-2** 所示的形狀，至於聯結的部分是使用金屬孔穴裡的球型接頭。由於球型接頭的接觸面都是球面，所以在孔穴裡能夠自由地朝向任一方。這個孔穴是個高精度孔穴，只要插入聯結對象的插銷，就可以傳達運動。**照片 11-1-1** 是使用聯結棒來和臂桿相聯結的事例。

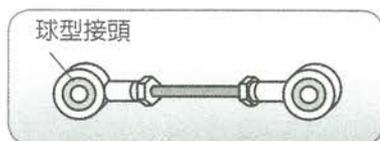
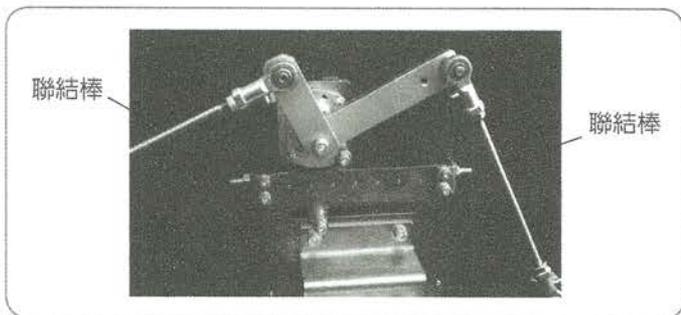


圖 11-1-2 聯結棒



照片 11-1-1 使用聯結棒的聯結

## 3 使用連桿棒的聯結

**圖 11-1-3** 是利用輪胎的轉動來牽引輪胎旋轉軸的迴轉，以及曲柄的迴轉。

聯結棒是組裝在曲柄上頭，若依圖上的方向來作動，聯結棒會在末端變成減速的往返運動。

這樣的動作會傳達給臂桿，使得臂桿上下地作動。

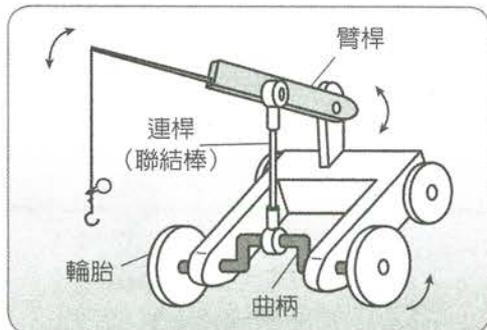


圖 11-1-3 利用連桿將曲柄的旋轉運動傳達給臂桿

## 機構應用 11-2

# 聯結連桿臂的旋轉和直進運動 就能建構出往返直進運動

應用  
要點

連桿棒只是單純旋轉的手臂，其前端有個插銷，若裝上聯結桿就可以產生往返運動。

### 1 連桿動力輸出的聯結

圖 11-2-1 是一個單側裝有連桿臂，再利用聯結桿做動力輸出，將被導引的直動機構變成往返的構造。聯結桿的動力輸入端，是追隨著曲柄臂的圓弧運動，而動力輸出端則是追隨著直進導塊。

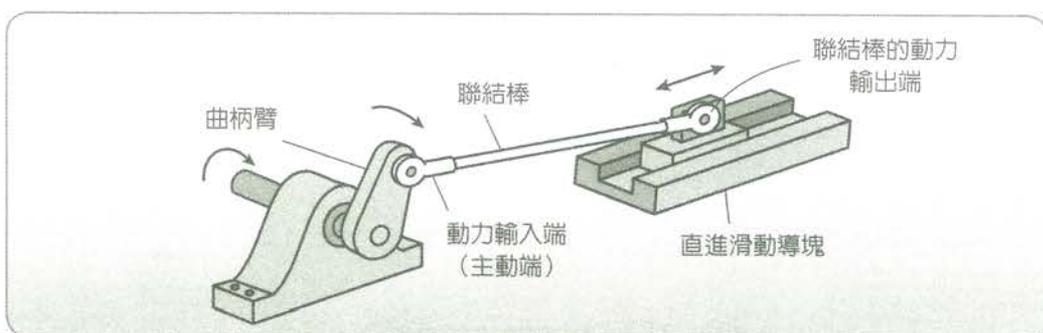


圖 11-2-1 單側型曲柄的連桿

### 2 使用曲柄的連續擺動運動

圖 11-2-2，是一個讓曲柄臂的動力輸出用聯結桿來和齒條聯結，再藉由齒條和小齒輪的動力輸出，牽引旋轉桌持續地往返作動的構造。由於曲柄會在往返運動的末端減速，因此即使是在高速中，旋轉桌仍然可以很平穩地做連續擺動運動。

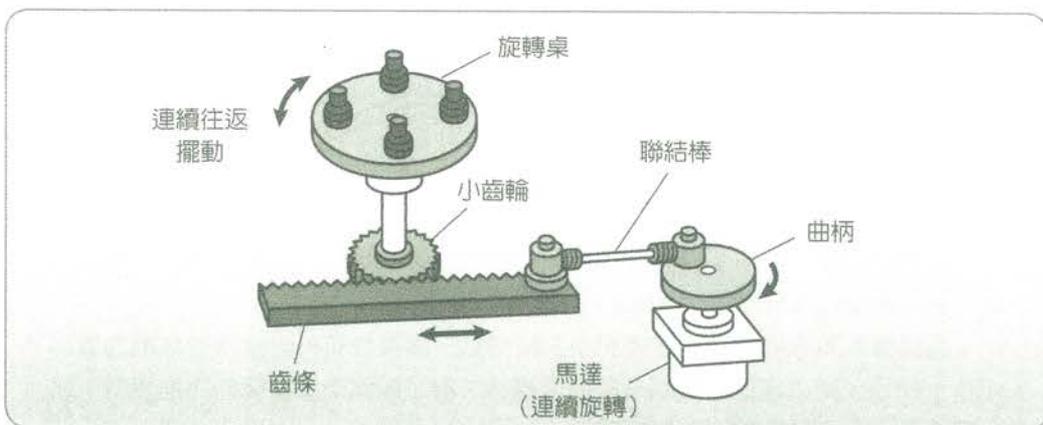
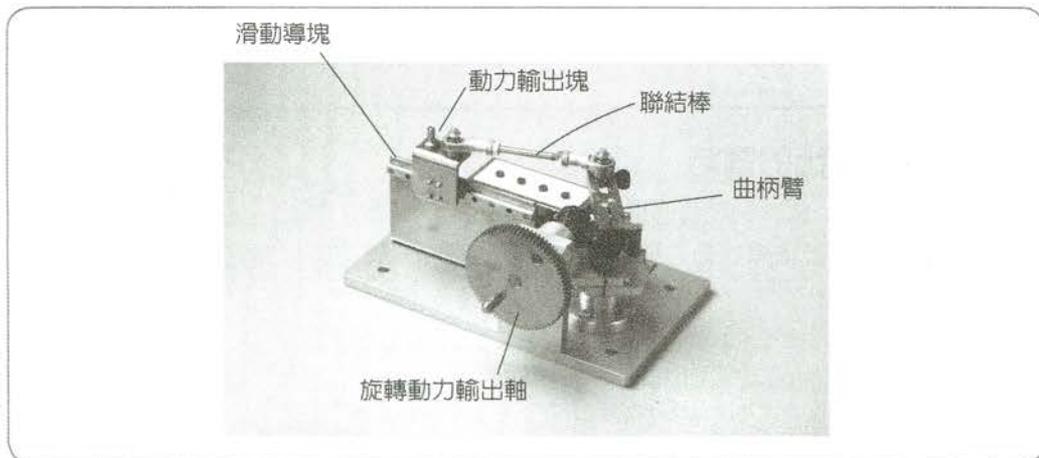


圖 11-2-2 連續擺動運動

照片 11-2-1 是曲柄的實物照。當曲柄臂旋轉的話，與聯結棒相聯結的動力輸出塊會進行往返直進運動。



照片 11-2-1 曲柄的實物照

**重點提示**

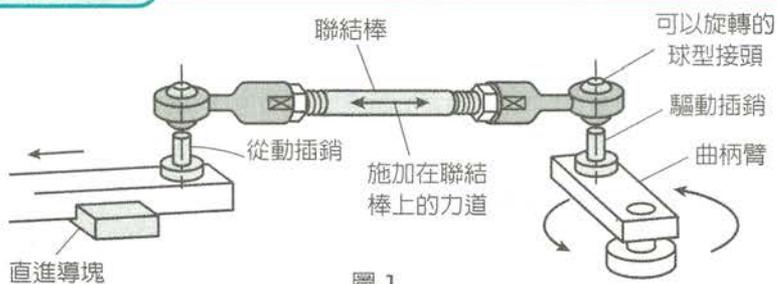


圖 1

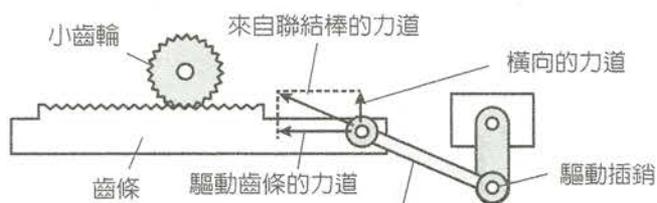


圖 2

聯結棒如圖 1 所示，是將驅動插銷和從動插銷相聯結。而聯結棒所承受的力道，是來自驅動插銷和從動插銷連成一直線的力道。

因此當利用曲柄來驅動齒條和小齒輪的話，齒條會有來自橫向的推壓力道，如圖 2 所示。所以在使用曲柄來驅動齒條時，為了能承受這種橫向的推壓力，就一定要使用很穩定的直動導塊才行。

# 使用曲柄以高速驅動 平行連桿型檢取與放置單元機構

應用  
要點

使用曲柄，能建構出可以連續的往返運動。透過這種往返運動來牽引平行連桿型檢取與放置單元機構做週期性的運轉，就能建構出高速作業的單元機構。

圖 11-3-1 的平行連桿型檢取與放置單元機構（P&P Unit），是被設計成主動軸往返 1 次就能完成 1 個循環的動作。當要去驅動檢取與放置單元機構時，若使用氣動氣壓缸這類的驅動器，就要讓氣壓缸往返驅動才行，因此往返時間不能太短。即使是由馬達直接帶動主動軸，為了滿足停止及反向起動的要求，就需要多花些時間了。

為了能讓檢取與放置單元機構可以高速動作，可以利用曲柄的往返運動來驅動平行連桿，如圖 11-3-1 所示。

若是這種構造，只要馬達旋轉 1 圈，就可以讓檢取與放置單元機構的前端完成往返的循環運動。

當馬達旋轉時，夾頭的前端會從 (a) 的位置移動到 (b) 的位置。還有，若馬達這樣持續地旋轉，就會依循相同軌跡從 (b) 的位置移動到 (a) 的位置，讓夾頭回到原點。

當馬達持續地旋轉中，真空夾頭在 (a) 的位置吸住工件，而在 (b) 的位置會切斷吸力放下工件，這樣就可以連續讓工件從 (a) 位置移到 (b) 位置了。

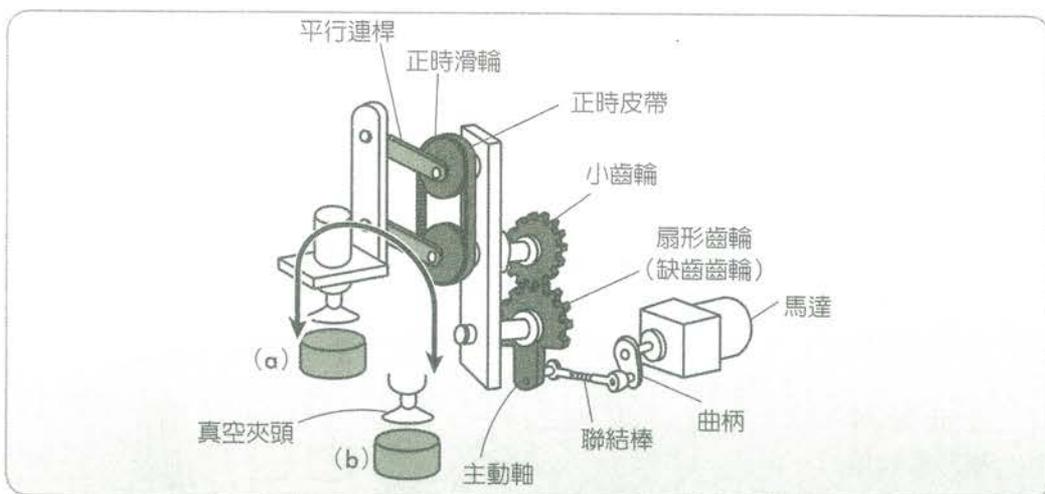


圖 11-3-1 使用曲柄的高速檢取與放置單元機構



## 重點提示

馬達在同一方向連續旋轉，並帶動著檢取與放置單元機構的週期運動持續下去的話，在馬達的轉速慢慢升高的過程中，就會變成高速作業的單元機構了。

# 雙側的曲柄臂可以用來驅動重大負荷的作業

應用  
要點

利用曲柄臂來驅動重物時，若需要輸出強大動力時，曲柄臂的旋轉軸就要確實具備旋轉導引的功能才行。正因此需求，所以經常會採用由兩側來支撐旋轉軸的「雙側支撐」。

## 1 雙側支撐型曲柄

圖 11-4-1 是為了能夠輸出強大動力，而在曲柄臂的旋轉軸兩側加上支撐的雙側支撐曲柄臂的構造。對於具有 2 根曲柄臂的旋轉軸，是需要下工夫才能正確對準彼此的旋轉中心。

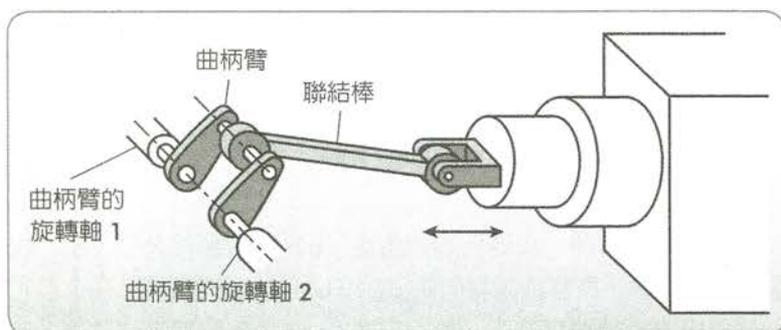


圖 11-4-1 雙側支撐的曲柄

## 2 貫通型曲柄

圖 11-4-2 雖然也是曲柄動力輸出，卻是在偏心圓盤的外側裝上軸承，這樣就能建構出與曲柄一樣往返運動的構造。圖片中的偏心圓盤就成了軸承的內輪，而外輪和內輪都是各自獨立且能自由旋轉。由於偏心圓盤和旋轉軸是一體的，所以會一起轉動。這就是一個能夠比單側旋轉軸承可以承受更大力道的構造。

在此裝置中，雖然是利用曲柄的動力輸出來牽引出臂桿的往返運動，若使用直進導塊來取代臂桿也是可行的。

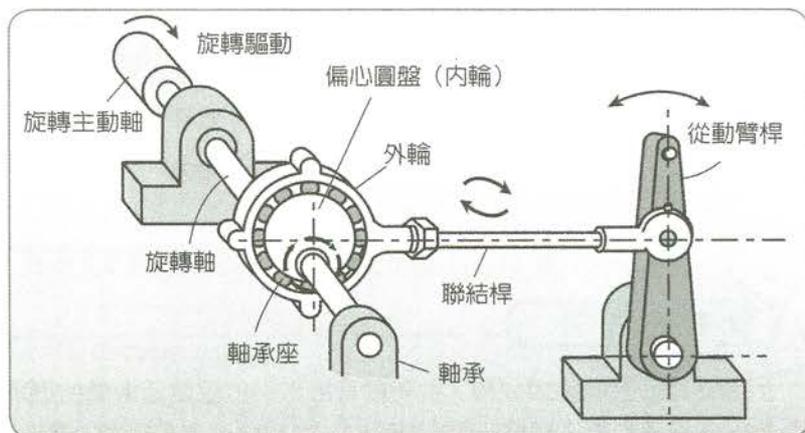


圖 11-4-2 雙側支撐貫通型曲柄的連桿

# 應用雙側支撐的曲柄臂，輸入單個旋轉動力，牽引出複雜的曲柄動力輸出



將曲柄臂加以聯結，就可以取得在複雜的不同時段的動力輸出。

## 1 複雜曲柄的配置

圖 11-5-1 是使用 2 個雙側支撐曲柄，而得到直進動力輸出及臂桿的動力輸出。像這樣在軸上裝了複雜曲柄的話，就可以獲得在往返的時段裡，不同的複雜往返動力輸出。

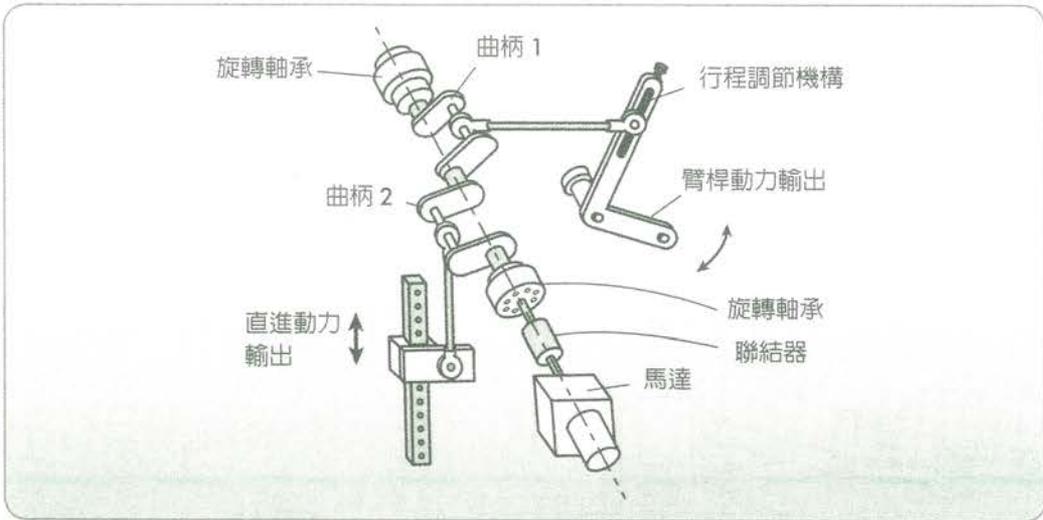


圖 11-5-1 雙側支撐型曲柄的連桿

## 2 曲柄的反向驅動

如圖 11-5-2 所示，一個在輪胎的旋轉軸上裝上 2 個曲柄，用腳來踩踏的搭乘工具。藉由使用 2 個不同時間點作動的曲柄，只要推壓曲柄臂就能轉換成旋轉運動。因只用一個曲柄的話推壓，之後還必須拉返回來。

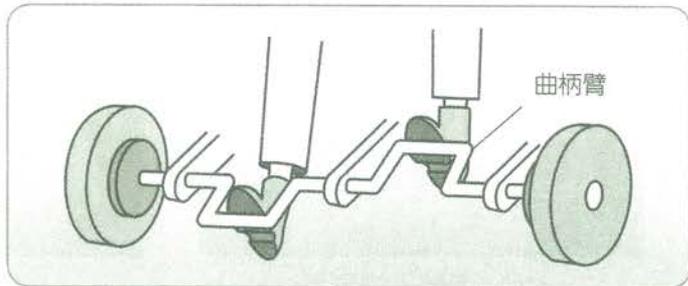


圖 11-5-2 利用複雜曲柄在同一軸來驅動

# 不使用凸輪而能建構出停頓期 就具備多重減速的功能

應用  
要點

把行程末端減速的機構做複數的聯結，然後將這些末端的減速特性予以重疊組合，就能夠在該末端處，產生趨近於臨時停止狀態的動作。

將曲柄及肘節這類末端減速的機構做複數的組合，這麼一來在行程的末端，當雙方減速重疊的話，在動力輸出的末端，就會在有些時段出現動作停止的狀態。

實際上雖然還會有些微的作動，但因為是小的動作，所以就象凸輪的停頓期一樣，可以看到暫時停止的情況。

圖 11-6-1，是使用肘節和曲柄的雙重減速機構。正如同圖 11-6-2 所呈現的運動特性那樣，因為在上升端是高減速，因此可當作短時間的停止動作來善加利用。

照片 11-6-1，是由曲柄和肘節實際組成的機構。

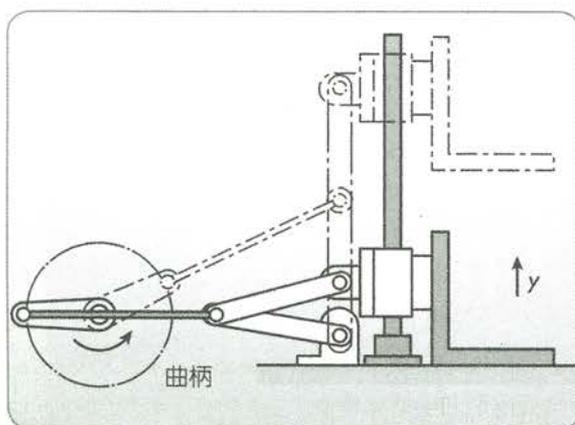


圖 11-6-1 利用肘節和曲柄的雙重減速

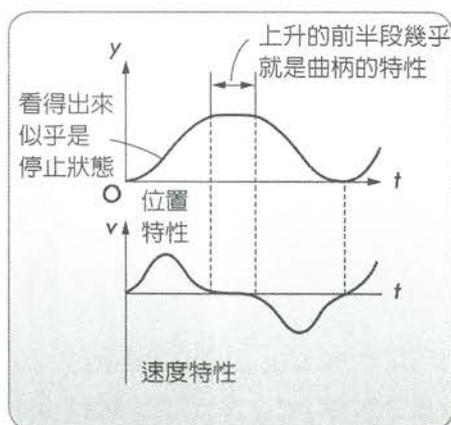
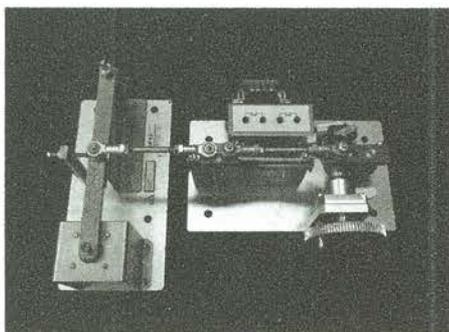
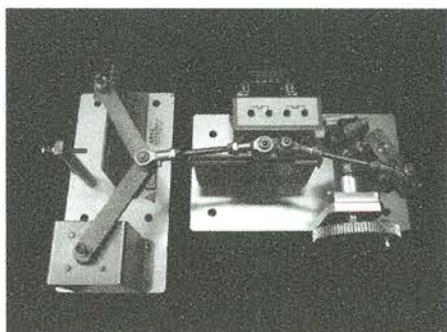


圖 11-6-2 雙重減速的運動特性



(1) 伸展中止的狀態



(2) 收縮(短)的狀態

照片 11-6-1 肘節和曲柄的聯結

# 使用臂桿就可以自由地變更曲柄的配置



若想用曲柄來直接驅動從動軸卻又很難進行配置時，只要使用臂桿來變換運動方向，就可以圓滿解決這個難題。

## 1 使用反向器來變更配置方式

圖 11-7-1 是一個利用連桿棒，把曲柄的動力輸出和直動軸相聯結，讓往返直進做轉換的結構。像這樣把曲柄裝在直動軸上方，直接驅動直動軸做上下作動的話，裝置的垂直方向就會過長，而產生無法被納入配置處的困擾。此處，可使用反向器將運動方向轉換 180°，就能夠完成圖 11-7-2 所示，將曲柄裝在下方的配置方法了。像這樣善加利用臂桿，就能夠將驅動系統配置在自己喜好的位置上。

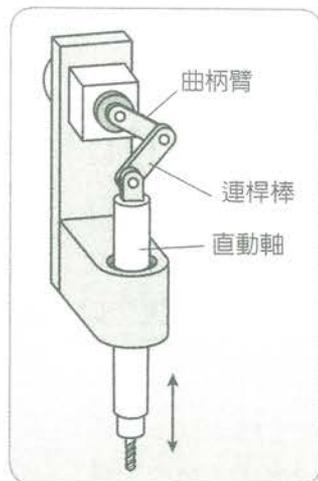


圖 11-7-1 將曲柄和直動導塊的連桿棒做聯結

## 2 使用臂桿來變更配置方式

圖 11-7-3 是利用連桿棒將曲柄的旋轉運動，由臂桿來接續成往返擺動運動。至於臂桿的反對側是齒條和小齒輪的構造，可以將臂桿的擺動運動轉換成直動運動。

像這樣的結構，即使臂桿的動作很小，但只要小齒輪的直徑增大，直動軸就會有很長的移動距離。

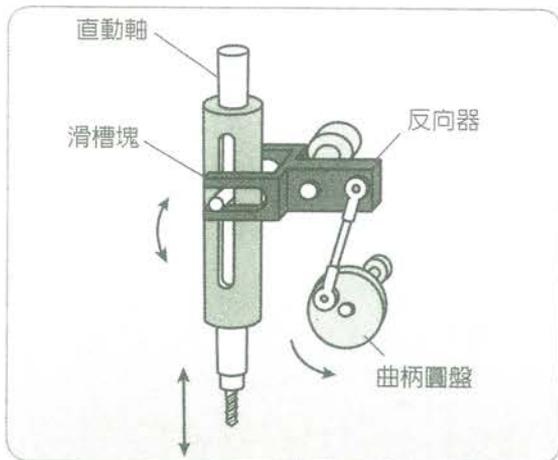


圖 11-7-2 使用曲柄及反向器的往返直進機構

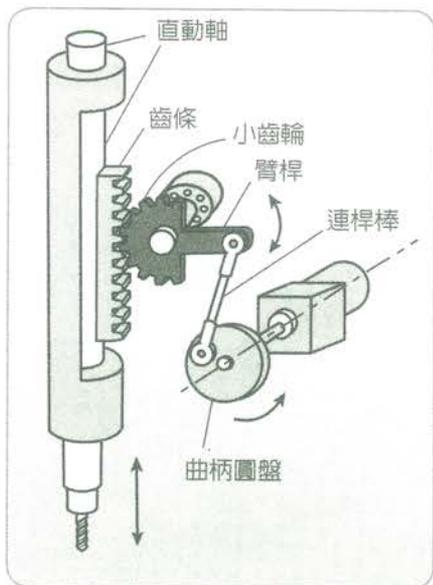


圖 11-7-3 使用曲柄和齒條與小齒輪的往返直進機構

# 使用臂桿滑槽塊來建構快速返回的往返運動



曲柄在前進時，曲柄臂會旋轉  $180^\circ$ ，而後退時亦同，所以只要提供一定的旋轉速度，其前進路徑和返回路徑的時間也會相同。臂桿滑槽塊，因其前進和後退所需的主動軸旋轉角度不同，因此可以快速返回。

## 1 臂桿滑槽塊

臂桿滑槽塊如圖 11-8-1 所示，是一個依循曲柄臂上的曲柄銷旋轉，並驅動裝在臂桿上的滑槽塊的構造。當曲柄銷旋轉的話，臂桿會進行往返運動。臂桿滑槽塊的實物構造，如照片 11-8-1 所示。

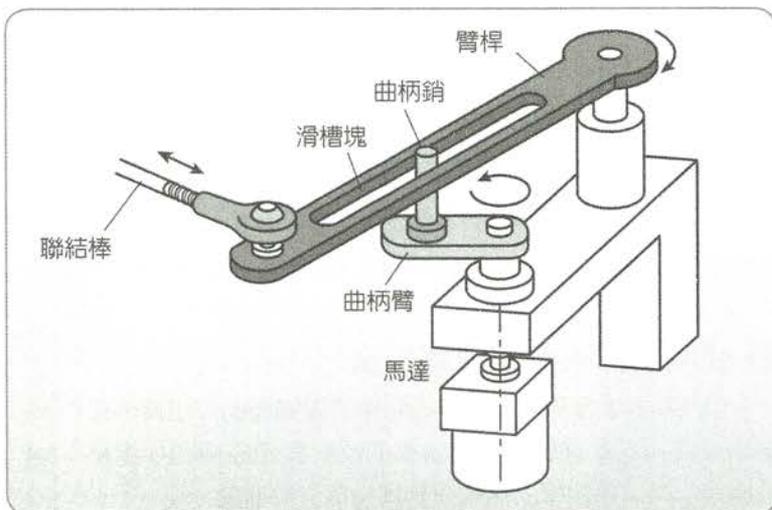
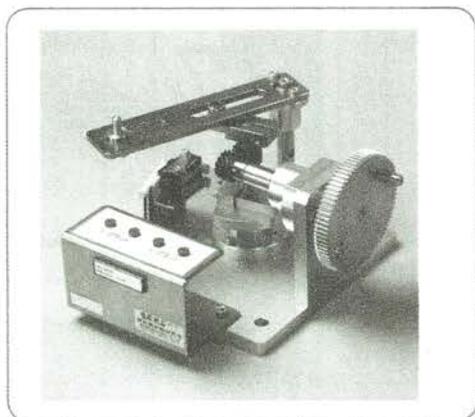


圖 11-8-1 臂桿滑槽塊

## 2 臂桿滑槽塊快速返回機構

臂桿滑槽塊的臂桿和曲柄臂的位置關係，如圖 11-8-2 所示。當曲柄臂 A-Q 以 Q 點為中心來旋轉的話，臂桿會以 P 點為中心做往返運動。P-A-Q



照片 11-8-1 臂桿滑槽塊 (MM-VM240)

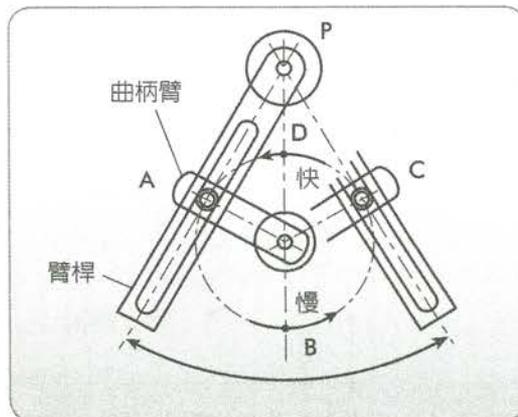


圖 11-8-2 臂桿滑槽塊的快速返回

的構成角度是  $90^\circ$  時就是左邊的界限，而右邊的界限則是當 P-C-B 的構成角度變成  $90^\circ$  時。

當 A-P-C 的角是  $60^\circ$  的話，A-Q-C 的角就變成了  $120^\circ$ 。

現在，讓曲柄臂 A-Q 以一定的速度連續旋轉的話，當它離開 P 點通過外側時，A-B-C 角度是  $240^\circ$ ，而通過內側 C-D-A 時的角度是  $120^\circ$ ，也就是說通過內側時，它只用了外側的一半時間在 A-C 之間移動。像這樣臂桿的曲柄臂桿通過內側的路徑時速度就會變快，所以稱之為「快速返回機構」。

### 3 臂桿滑槽塊和齒條與小齒輪的組合

圖 11-8-3 是臂桿滑槽塊和齒條與小齒輪的組合機構。一旦馬達連續旋轉的話，齒條會慢慢地前進，進而牽引出快速返回的往返動作。

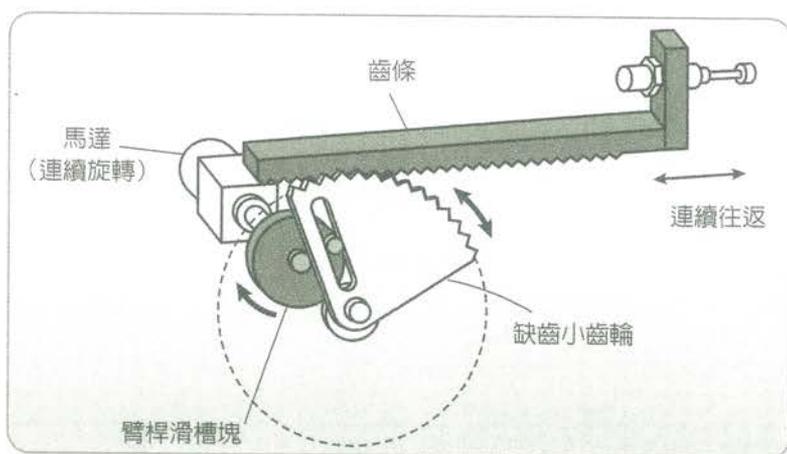


圖 11-8-3 連續往返

#### 重點提示

使用臂桿滑槽塊的話，就可以建構出角度分割機構。

圖 1 的 A-Q 是曲柄臂，而 P-A 是臂桿。當 A-P-C 的角度變成  $60^\circ$  時，三角形 P-A-Q 就變成是正三角形的一半。此時，當旋轉中心間的距離變成 2 的時候，而曲柄臂的長度 A-Q 是 1 的話，那麼臂桿就成了  $60^\circ$  的角度分割機構了。

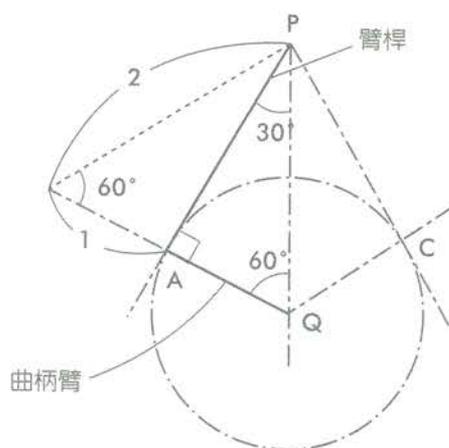


圖 1 臂桿滑槽塊的分割角度

# 使用凸輪來建構理想的往返運動特性

應用  
要點

就算使用像汎用馬達及氣壓缸這類，只有單純運動的動力來源，只要加上凸輪，也能藉由理想的運動曲線來建構出往返運動。

## 1 建構理想的運動曲線

如圖 11-9-1 所示，這是一個將工件上舉但卻存在著一有振動就有掉落風險的裝置。其理想運動特性如圖 11-9-2 所示，這當中的停頓期，可說是一個即使過了一段時間仍然不會動的區段。在這種運動特性的情況下，為了能完成將工件上舉的作業，又該如何是好？

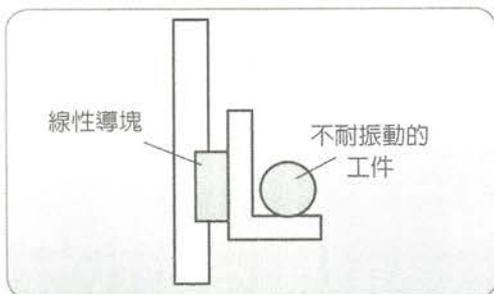


圖 11-9-1 不耐振動的工件的上升驅動

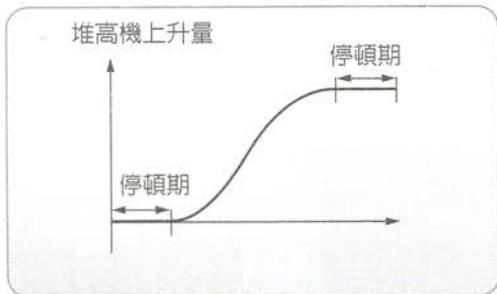


圖 11-9-2 理想的運動特性

圖 11-9-3 是一個使用板凸輪，在理想的運動特性下作動的結構。這是由與圖 11-9-2 有相同特性的運動曲線的板凸輪所構成，且使用氣壓缸牽引做往返運動。氣壓缸的動作因為在起動和停止這二個行程末端處會有較大的振動產生，此時若採用凸輪的話，就

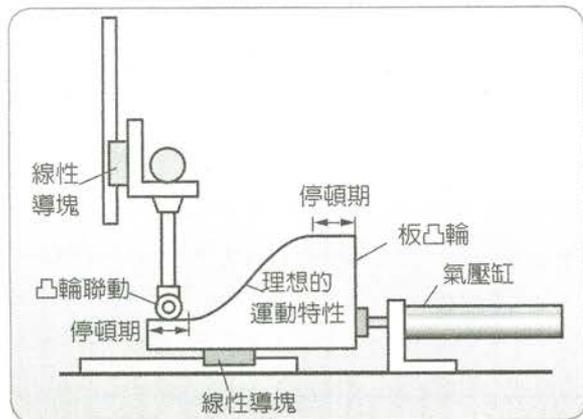
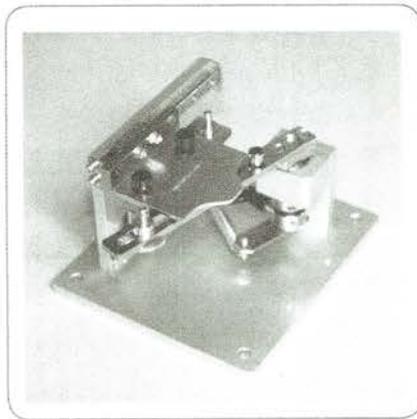


圖 11-9-3 使用板凸輪的氣壓缸驅動



照片 11-9-1 板凸輪的實例  
(MM-VMC310)

可以在停頓期迴避掉氣壓缸行程末端的振動特性。

實際的板凸輪的事例，如照片 11-9-1 所示。

## 2 從板凸輪轉換成鐘型凸輪

讓我們來探討在持續使用板凸輪特性的情況下，連續進行往返作動的機構。為了能夠連續地進行往返運動，所以在完成 1 周後就一定要回復到原來的位置不可。而為了能在一個行程後回到原來的位置，就把 2 個板凸輪背靠背相組合，變成如圖 11-9-4 的構造。

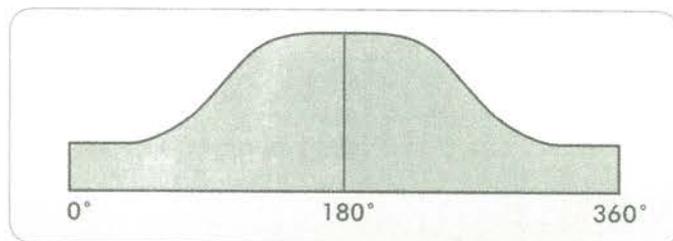


圖 11-9-4 2 個板凸輪相組合

將這個板凸輪切開，然後在 0° 和 360° 將它緊黏在一起，就成了圓形捲曲的物件，如圖 11-9-5 的鐘型凸輪。

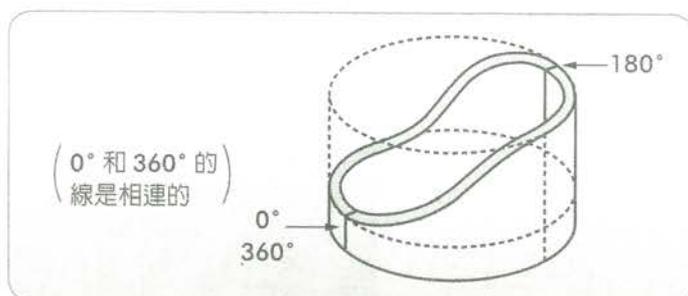


圖 11-9-5 2 個板凸輪結合成圓形捲曲的鐘型凸輪

圖 11-9-6 是使用鐘型凸輪，並藉由理想的運動曲線讓工件上下作動的機構。

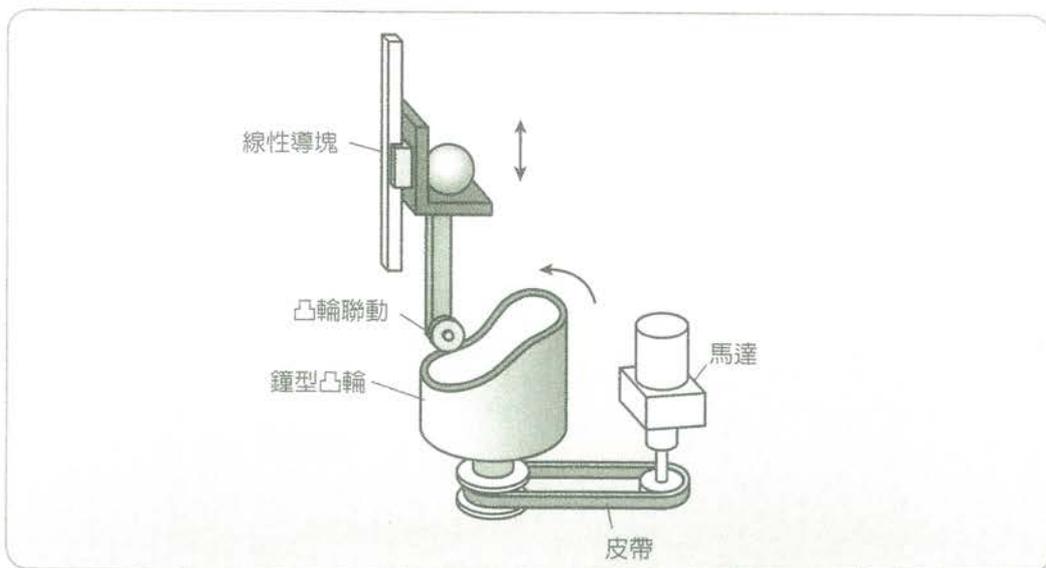


圖 11-9-6 使用鐘型凸輪讓工件上下作動的機構

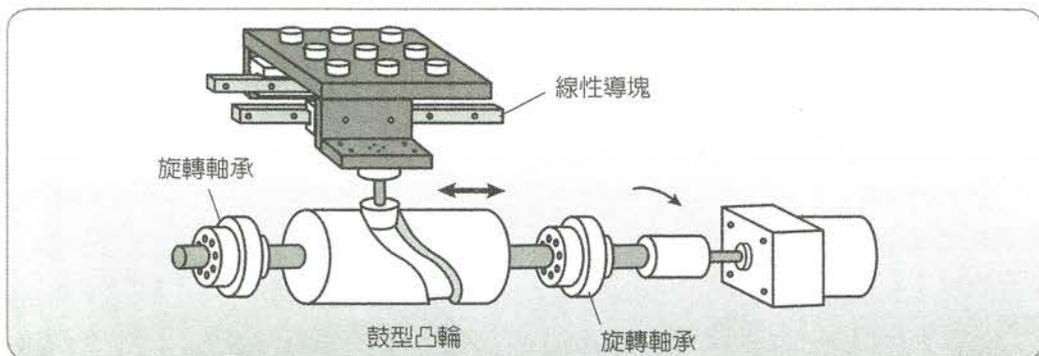


圖 11-9-7 使用鼓型凸輪的往返運動

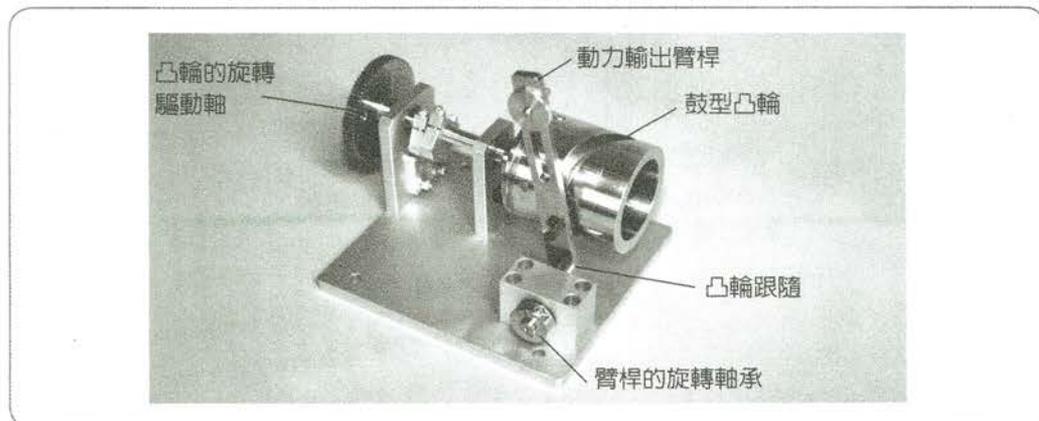
### 3 鼓型凸輪

圖 11-9-7 是一個幾乎等同於鐘型凸輪的鼓型凸輪構造。  
當馬達在旋轉 1 圈的過程中，就可以完成 1 次的往返運動。

照片 11-9-2 是實際的鐘型凸輪的構造。照片 11-9-3 是呈現鼓型凸輪的構造。



照片 11-9-2 鐘型凸輪 (MM-VMC210) 的馬達驅動

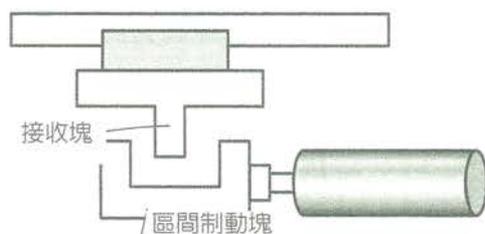


照片 11-9-3 鼓型凸輪 (MM-VMC220)

## 第 12 章

# 運用 「區間制動塊」 的機構

區間制動塊（Clog）是一個藉由被驅動的接收塊（Catcher），建構出既可縮短移動行程，又能產生類似間隔運動的停止位置的機構。



機巧裝置是不必依賴操控系統，而是巧妙地應用機構的實際動作，就能建構出滿足需求的裝置。因此就需要將來自單個馬達及單個氣壓缸的驅動源頭，建構出複數且時間點各不相同的動作。這當中的一個手法就是使用區間制動塊。

# 使用區間制動塊來變更 氣動氣壓缸的行程

應用  
要點

氣動氣壓缸雖然只有單純的往返動作，若裝上區間制動塊，既可變更移動行程，又能建構出恍若在中間位置停止一樣，卻是不同時間點的作動。

## 1 使用彈簧來變更行程

圖 12-1-1 的氣動氣壓缸，因為只能在確定的行程內作動，所以每次只能以相同的距離來推送工件。在圖 12-1-1 的情況下，只要能將輸送帶上的工件推送出去，似乎就不錯了，但是，如果工件被推送出去的前方不是輸送帶，而是要把它推送到非常貼近壁邊時，又該如何是好？這時，首先要變更的是，配合工件的大小來調整氣壓缸的行程。

若是不想變更行程卻又能把工件推送到壁邊，就可以如圖 12-1-2 所示，採用彈簧這個方法。

在此情況下，推送頭雖然是依氣缸的行程來移動，但要讓工件能夠在碰到壁邊後就靜止不動的話，就需要靠彈簧的壓縮力量，將工件推送到壁邊直到完全靜止。

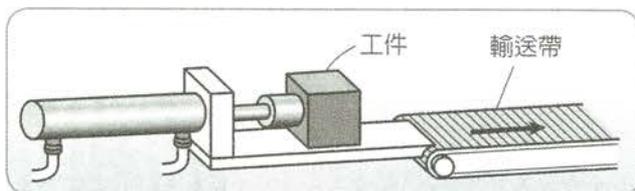


圖 12-1-1 利用氣動氣壓缸來推送工件

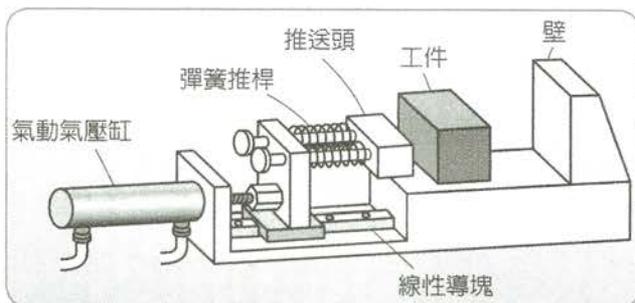


圖 12-1-2 利用彈簧來調整行程的變化性

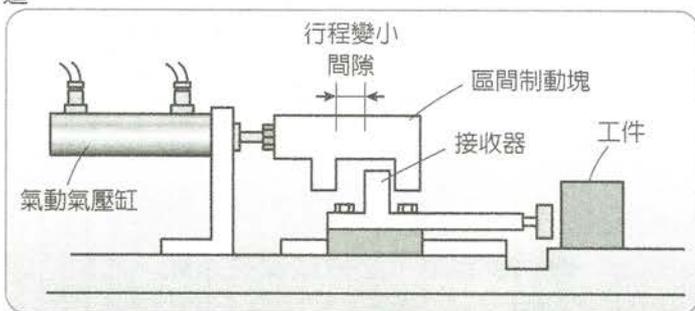


圖 12-1-3 區間制動塊和接收器的行程轉換

## 2 使用區間制動塊來變更行程

想要變更機巧裝置的行程，除了彈簧之外，也可使用如圖 12-1-3 所示的機構。保有這種如同木履的履齒般只有鏤空部分的構造，就稱之為「區間制動塊」。

區間制動塊是對接收器做推、拉，且因為間隙的關係，接收器的動作會比區間制動塊還要慢一些，而且它的行程也只有間隙這樣大小的距離。

## 機構應用 12-2

# 使用區間制動塊可讓連續往返運動的兩端暫時地被停止



利用往返運動來輸出動力的區間制動塊，若被使用來驅動接收器，就能讓在往返末端的接收器暫時地停止。

### 1 區間制動塊的曲柄驅動

使用區間制動塊，就可以建構出在動力輸出端，停止往返交互進行的間隔運動。

圖 12-2-1 是由曲柄來牽引直動導塊，再帶動區間制動塊進行往返運動，它可讓接收器做出在動力輸出的兩端停止的間隔運動。

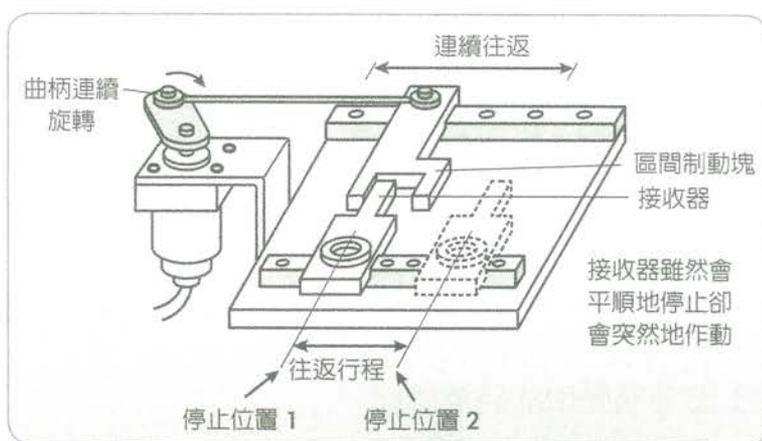


圖 12-2-1 使用區間制動塊和曲柄的連續間隔運動

如圖 12-2-2 所示，該運動特性幾乎是產自於依循  $\sin$  特性曲線而作動的曲柄運動的一部分。

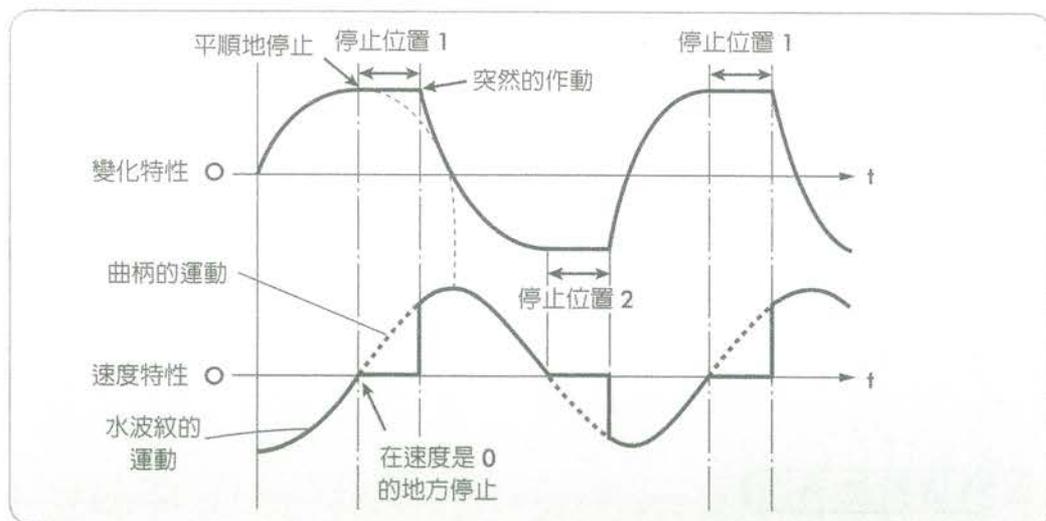


圖 12-2-2 裝在曲柄上的區間制動塊在驅動時接收器的運動特性

## 2 從動側的區間制動塊

區間制動塊不是只裝在驅動側而已，也有裝在如圖 12-2-3 所示的從動側。

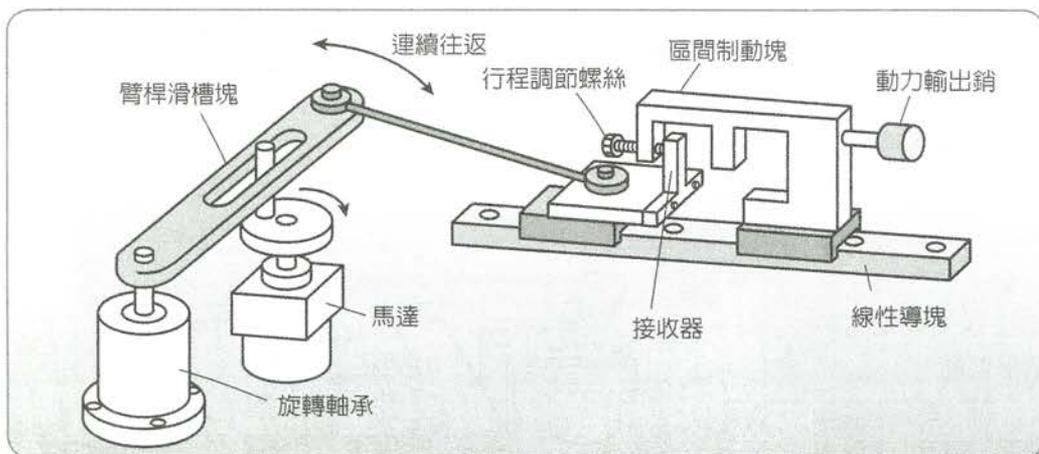


圖 12-2-3 利用臂桿滑動塊的區間制動塊的驅動

## 3 區間制動塊的間隙調節

如圖 12-2-4 所示，在區間制動塊裝上螺絲，這麼一來就可以用來調節區間制動塊的間隙。而為了避免調好位置的螺絲鬆脫，可以在區間制動器上頭加螺絲，再用雙螺母將其固定住。

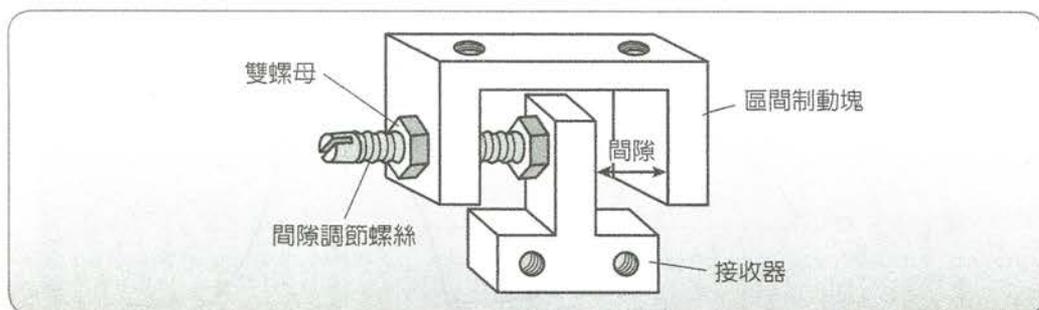


圖 12-2-4 區間制動塊的間隙調整

### 重點提示

使用區間制動塊的話，既可以變更行程，也能夠建構出時間各異的動作。

# 使用帶彈簧的區間制動塊來建構出在連續往返運動中只發生在單側的停止位置

應用  
要點

利用彈簧來拉伸區間制動塊和接收器，就可以建構出在單側藉由區間制動塊發揮停止特性的機構。

## 1 區間制動塊與彈簧

圖 12-3-1

是一個在區間制動塊上直接裝上滑動子所組成的滑動構造。

滑動子是由彈簧來拉伸，並緊貼區間制動塊的 A

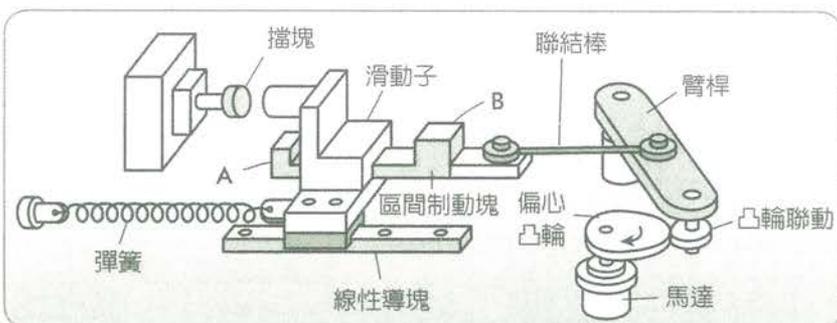


圖 12-3-1 使用彈簧的區間制動塊的單側停止

側來作動，當區間制動塊與滑動子一同往圖的左側移動，就會碰觸到擋塊使得滑動子停下來。然後區間制動塊會依循著凸輪曲線再向左側移動。若裝有彈簧的單側被拉伸的話，滑動子就會緊貼著 A 側直到碰觸到擋塊，這也導致 B 側不具備停止特性，也就是說停止位置就只有在碰觸到擋塊的這個位置而已。

## 2 滑槽塊型區間制動塊

區間制動塊也可以如圖 12-3-2 所示，由滑槽塊和插銷構成。該機構中的工件只靠彈簧的力量推送至擋塊。至於氣壓缸只要能讓帶彈簧的區間制動塊作動就可以了。

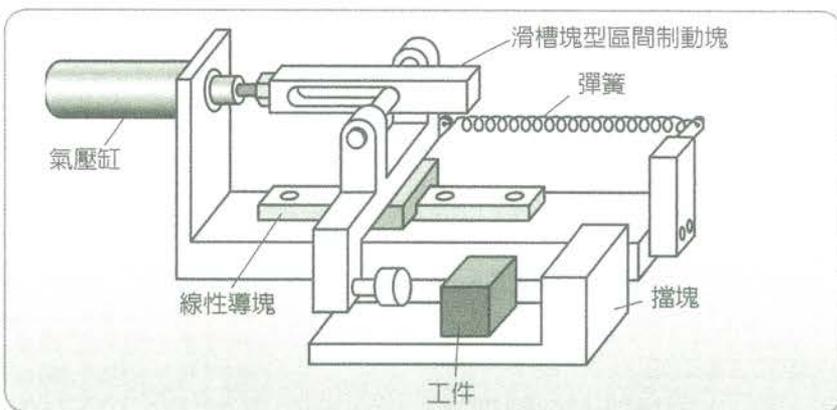


圖 12-3-2 滑槽塊型區間制動塊的單側停止

# 將彈簧聯動和區間制動塊組合在一起就能讓單項的動力輸入得到 3 個時間點的動力輸出

應用要點

想要將氣動氣壓缸這類單純做往返運動的動力輸入，建構出複數的不同時間點的動力輸出，方法之一就是使用區間制動塊和彈簧。

## 1 鞋跟彈簧聯動器的途中停止

圖 12-4-1 是一個區間制動塊和彈簧聯動器的並用機構。

當氣動氣壓缸前進的話，A 的區間制動塊就變成了鞋跟彈簧聯動器，一開始會和氣壓缸的前端一起前進，直到碰到擋塊時就停止。像這樣可藉由彈簧的應用，而不靠氣壓缸的推送來作動，就可以讓作動塊追隨著氣壓缸來作動。一旦裝上鞋跟彈簧聯動器的話，即使在途中強制停止區間制動塊，也不會影響到氣壓缸的作動。

## 2 區間制動塊的延遲作動

B 的區間制動塊，起動會比氣壓缸的動作只慢了  $X_2$  的距離。

A 的停止距離是  $X_1$ ，當  $X_1 = X_2$  的話，因為是 A 停止之後 B 才開始作動，因此能夠產生 2 個獨立的動作。

若  $X_2 > X_1$  的時候，則是在 A 停止後過了一些時間，B 才會作動。

## 3 動作時間圖表

這個動作時間圖表可以製作成如圖 12-4-2，從圖中我們可以很清楚地了解，由於  $X_1$  和  $X_2$  的差異，所以 2 個作動區間制動塊的前進動作的時間點就會發生變化。

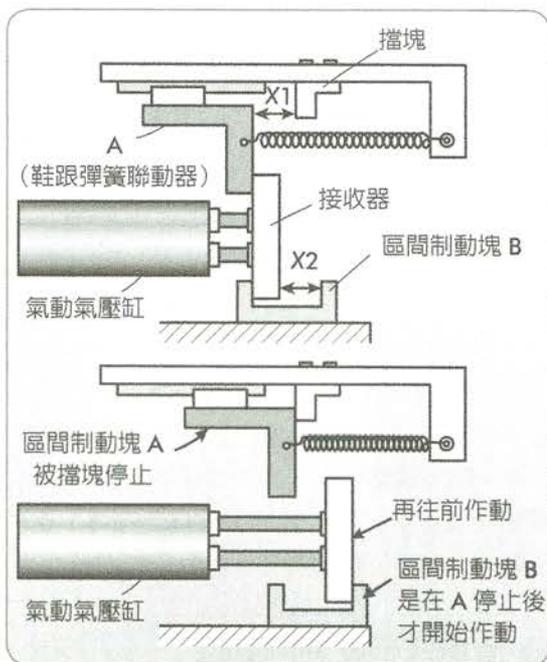


圖 12-4-1 區間制動塊的雙行程

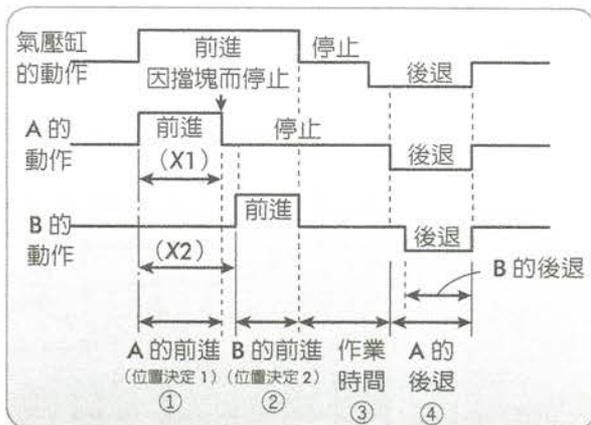


圖 12-4-2 雙行程的時間圖表

# 活用區間制動塊可以設計出單一動作產出複數作業的單元機構

應用  
要點

藉由區間制動塊的應用，可以把單一氣壓缸的單純往返運動，建構出不同時間點的複數動作。應用這個不同時間點的區間制動塊的動作，就可以規劃工件在治具上定位的裝置。

如圖 12-5-1 所示，是一個利用 A 的前進動作將工件依水平方向來推送，接著是來自 B 的前進動作從上往下壓的一個機構。

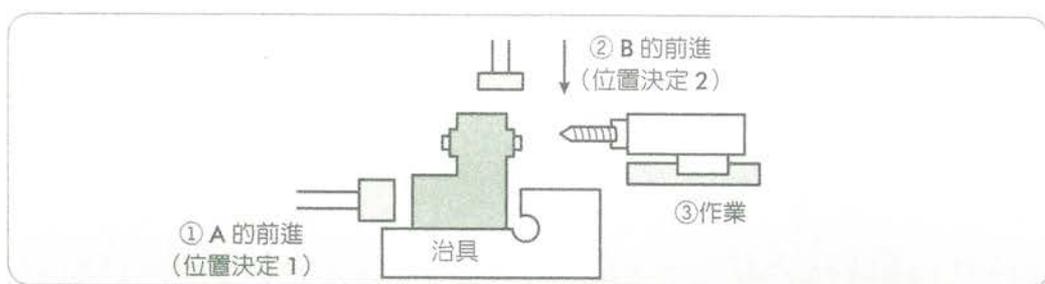


圖 12-5-1 雙動作的工件夾取動作

為了讓 B 的動作做 90° 的轉換而使用臂桿的話，可以考慮如圖 12-5-2 的構造。利用彈簧來拉伸，讓成為耳環式彈簧聯動器的 A，推動工件朝向圖的右方作動，當緊貼治具之後，B 下降將工件往圖的下方推壓。

在氣壓缸前進端停止的過程中，來對工件進行作業，當作業結束後，氣壓缸後退的話，B 會上升然後 A 會後退。

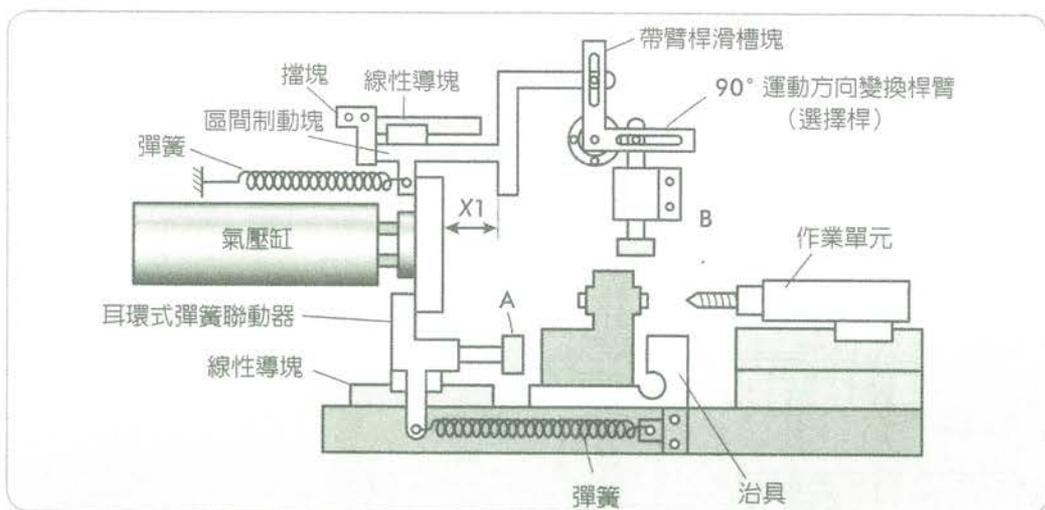
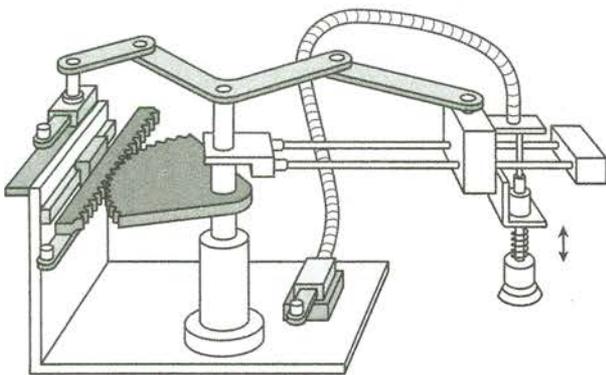


圖 12-5-2 使用區間制動塊的雙動作機構

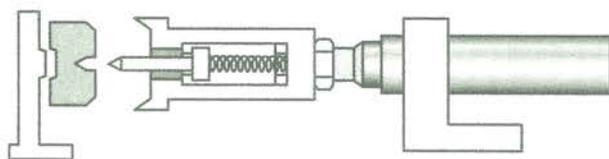


## 第 13 章

# 運用「彈簧聯動」 的機構

想要不靠外部力量，讓機構在推送間碰觸到擋塊時就能停止，可參考使用彈簧來完成的事例。

因為彈簧可以伸縮，所以當擋塊作動的話，機構也能夠一起作動。像這樣藉由彈簧緊貼著機構的驅動部的方法，稱之為「彈簧聯動」。使用彈簧聯動的話，即使像氣壓缸這類單調作動的驅動器，也可以建構出不同時段的複數運動。



彈簧聯動



為了能夠運用單純驅動器的動作，建構出 2 個不同時間點的動力輸出，以下介紹利用彈簧產生雙動作的建構方式。

## 1 彈簧推桿

使用區間制動塊時，若和彈簧相組合就能擴大應用範圍。

這種在氣壓缸的行程前端，裝有脫離用彈簧，且兼具推桿功能的機構，就稱之為「彈簧推桿」。圖 13-1-1 是事例之一，一個在區間制動塊上裝設彈簧的彈簧推桿構造。

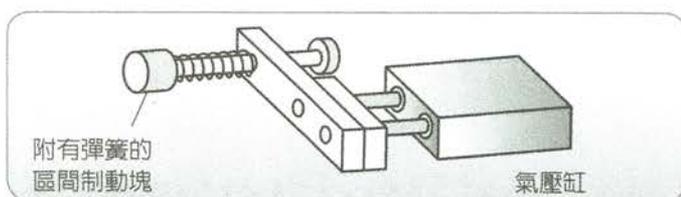


圖 13-1-1 彈簧推桿

## 2 退後彈簧聯動器

利用彈簧來回歸原位的頭部，因為是被來自後面的延伸氣壓缸推出的，這種利用氣壓缸起動後的時間差讓頭部前進的構造，稱之為「退後彈簧聯動器」。在圖 13-1-2 的事例中，當氣壓缸作動時頭部會在不同的時間點作動。

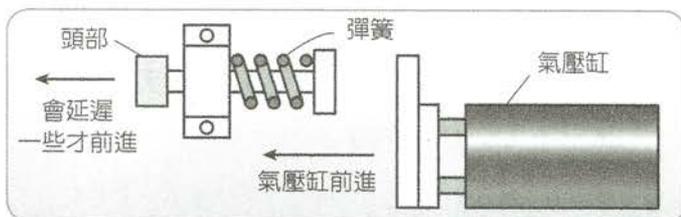


圖 13-1-2 退後彈簧聯動器

## 3 彈簧收縮聯動器

圖 13-1-3 的工件夾頭，雖然是使用彈簧且和驅動部同時動作，一旦碰觸到工件，就會有一個地方可讓彈簧脫離。這種具有讓彈簧脫離功能的機構之基本型式就稱為「彈簧收縮聯動器」。其火箭型插銷和工件夾具的作動時間是可變化的。

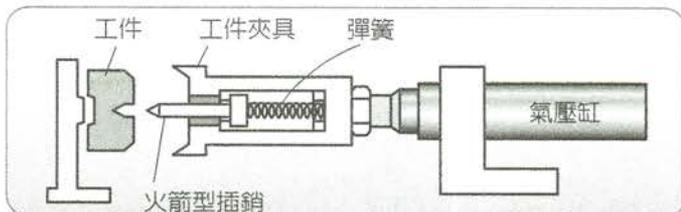


圖 13-1-3 彈簧收縮聯動器

#### 4 頂部彈簧聯動器

如圖 13-1-4 所示，靠著彈簧的拉伸力量來推壓區間制動塊的頂部，這種移動方法稱之為「頂部彈簧聯動器」。當工件被夾取後，還可以讓區間制動塊再往前推進。

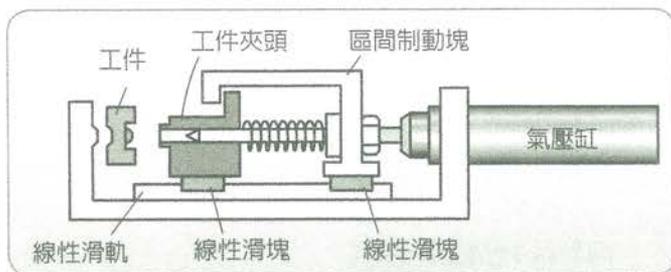


圖 13-1-4 頂部彈簧聯動器

#### 5 鞋跟彈簧聯動器

靠著彈簧的拉伸力量來牽引滑塊的鞋跟，這種移動方法稱之為「鞋跟彈簧聯動器」。如圖 13-1-5 所示，因為能在作動途中的任一位置使用擋塊來制止滑塊的動作，因此可以建構出不同時段的複數運動。

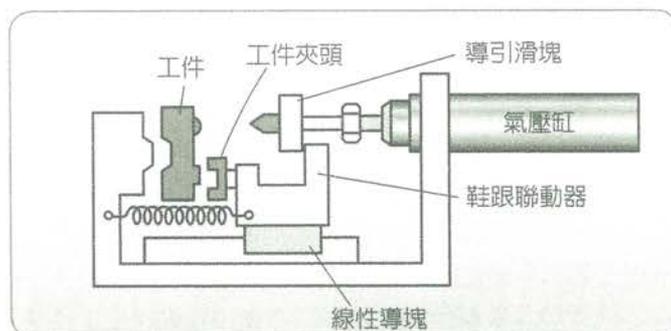


圖 13-1-5 鞋跟彈簧聯動器

#### 6 區間制動彈簧聯動器

如圖 13-1-6 所示的夾頭，藉由彈簧的推壓力，讓推桿去推碰聯動器的側邊，這種產生作動的方法，因使用了區間制動塊，故稱之為「區間制動彈簧聯動器」。在這種情況下，當工件夾頭停止後火箭型插銷才會再往前推進。

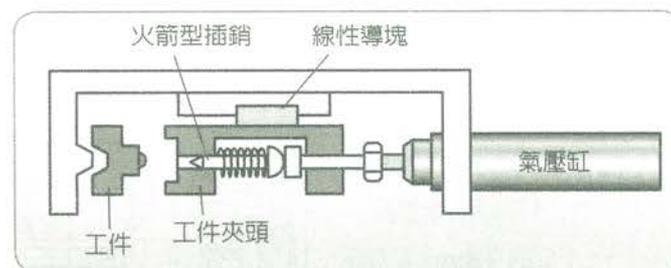


圖 13-1-6 區間制動彈簧聯動器

## 機構應用 13-2

# 撿取與移動是使用 彈簧聯動器的雙動作

應用  
要點

撿取與移動是一個夾頭往前推進後在其前進端下方撿取工件，然後回歸原位後再將夾取的工件排出的單元裝置，而夾頭則是依 L 字形來作動。這個裝置是靠著一個驅動器來作動的機構。

圖 13-2-1 是一個把夾頭的上下移動，與移動端夾頭的上下作動，設計為只使用 1 個握柄來完成的構造。

水平驅動部是以線性導塊來做水平移動，這是利用彈簧往圖的右方來拉伸。當握柄往右方移動時，會跟隨(A)的作動直到固定擋塊 1 的位置為止，而水平驅動部會作動直到停止位置。

而幾乎就在這個位置時，會碰觸到垂直驅動部，一旦握柄再往前推進的話，會推壓垂直驅動部的臂桿，進而讓滑槽塊被往下推壓，導致夾頭單元裝置下降。

當(B)下降結束後握柄往左方回復的話，就變成了反向作動，夾頭單元裝置會上升，並往左側水平移動直到回歸至原來的位置。

這個單元裝置是將工件撿取然後由移動端把工件捨棄，也就像排出單元裝置這樣的用途，因為經常被使用，就稱之為「撿取與移動」。

為了不讓這個撿取與移動的垂直驅動部，受到水平移動時的影響，會裝上滑槽塊。而水平驅動部為了能夠隨從握柄的動作，也就兼具了鞋跟彈簧聯動器的形狀。

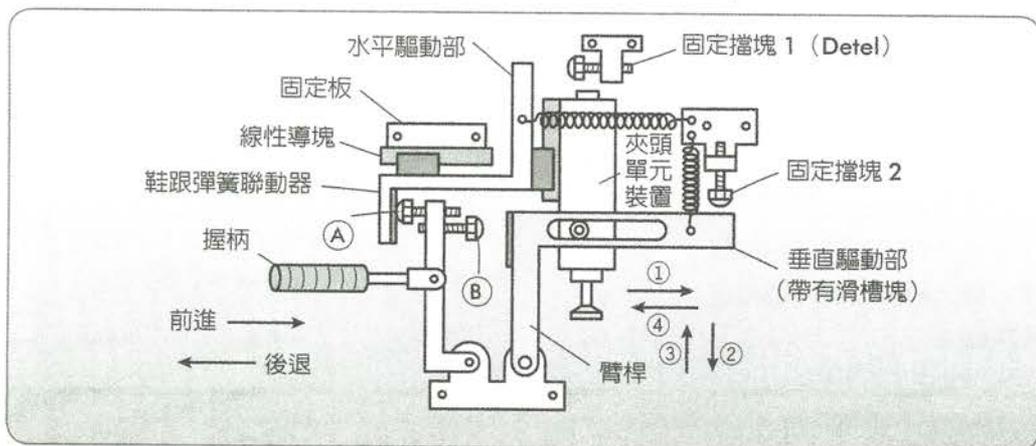


圖 13-2-1 利用 1 根握柄並應用雙重動作的撿取與移動裝置

## 重點提示

如圖 1 的夾頭單元機構，讓我們來探討依前進→下降→上升→後退，這種順序作動的撿取與移動的單元裝置的構造。要能夠發揮這樣的功能，設計重點就在於讓夾頭的前後作動與上下移動都能各自獨立作動的機構。

首先，了解一下讓夾頭單元裝置可以上下及左右作動的導引機構。

上下的作動會用到線性導塊，但為了在橫向移動時避免出現高度的變化，而使用滑槽塊的話，就有了圖 2 的構造。

首先，是握柄 1 往前推進，牽引夾頭單元裝置往前移動。夾頭單元裝置裝有凸輪聯動器（跟隨器），藉由滑槽塊的支撐，所以能筆直地往前推進。凸輪聯動器會移動到滑槽塊的最右端後才結束前進，此時握柄 1 也會停止，接著是握柄 2 下降。

夾頭單元裝置是由線性滑塊 1 支撐著，然後依圖 2 的向下方向，和滑槽塊一起下降。

降到最底部後，將握柄 2 往上提升直到上升端為止，此時握柄 1 會向圖的左方移動，回復到原狀。

當這 2 個軸使用區間制動塊及凸輪，並在不同時間點作動，就可以完成由 1 個驅動器來驅動的撿取與移動單元裝置。

在進行機巧裝置的設計時，為了滿足最終目的的工具必要的動作，就要從能導引各軸獨立作動開始。

其次是，被導引的工具其作動的動力輸入部要裝上扶手。圖中這一側的握柄就等同於扶手。也就是說，扶手作動的運動動力輸出是從驅動器側開始建構的。

最後，把運動動力輸出和扶手相聯結，就完成了「機巧裝置」。

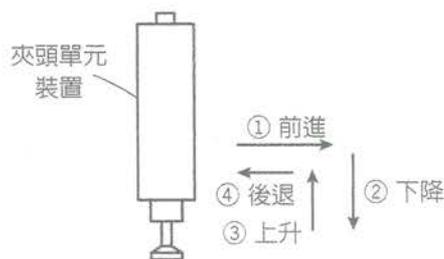


圖 1 單元裝置的動作

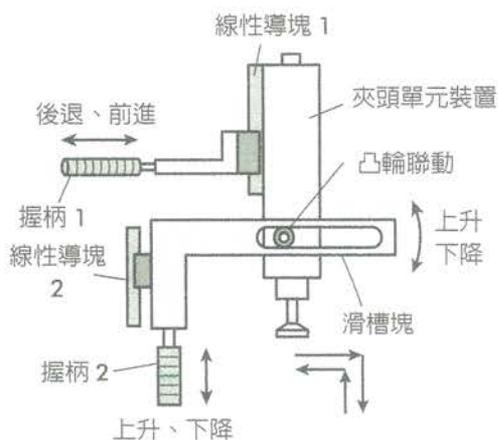


圖 2 前後與上下的運動的導引

# 使用區間制動塊與彈簧就能用 1 個氣壓缸來驅動檢取與放置單元裝置



藉由區間制動塊與彈簧，可以建構出將單純氣壓缸直線的 1 個往返動作產出 2 個軸的複合動作。

圖 13-3-1 是一個藉由氣壓缸的往返運動，讓移動檢取與放置單元裝置產生作動的構造。

首先，當氣壓缸前進，以及氣缸頭碰觸到止塊 A 的這段時間，移動夾頭是停止不動的。

在這段時間裡凸輪 1 會作動，驅動臂桿下降、上升。

一旦氣缸頭碰觸到止塊 A，會拉伸區間制動塊讓夾頭往圖的左方移動，當移動夾頭的區間制動塊碰觸到止塊 B 時，移動夾頭雖然會停止，但氣壓缸卻會再往前推進，使凸輪 2 驅動臂桿讓夾頭下降。

一旦夾頭結束下降後，氣壓缸會後退，凸輪 2 的回復動作會牽引臂桿作動，在夾頭上升後移動夾頭往右移動，而移動結束後，再由凸輪 1 帶動臂桿作動。這個事例和一般的檢取與移動單元裝置的差異處是，它在回復端會再次地上下作動，才會結束 1 個作業週期。

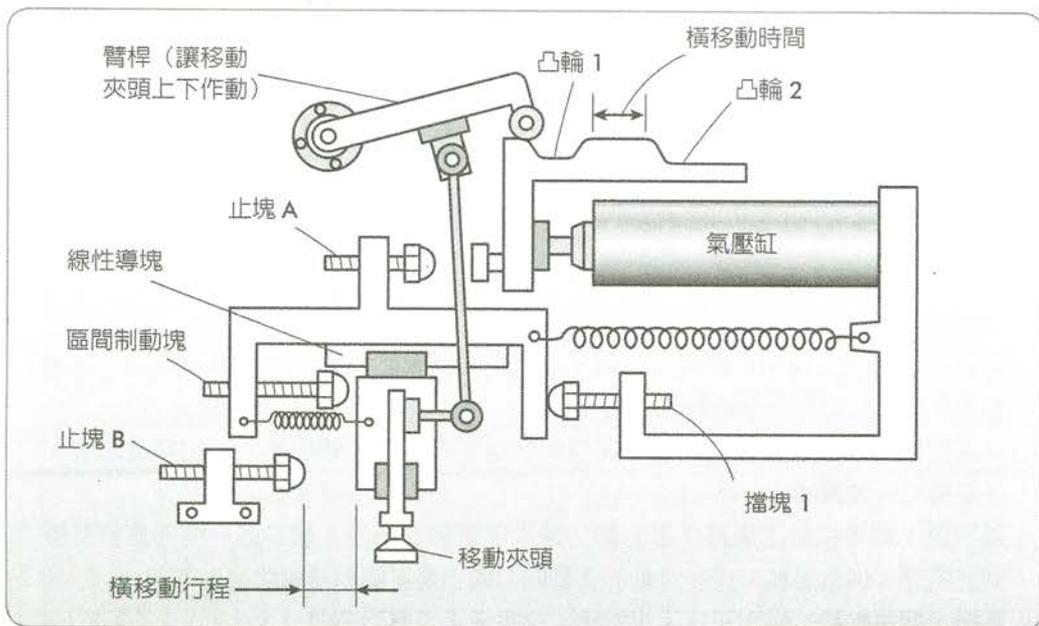


圖 13-3-1 雙區間制動塊的前後端停止

# 使用鞋跟彈簧聯動器與肘節的 撿取與移動單元裝置

應用  
要點

藉由氣壓缸的單次往返動作，就能設計出從傳送帶上夾取並排出工件的撿取與移動單元裝置。

圖 13-4-1 的撿取與移動單元裝置，是一個讓夾頭模組的鞋跟聯動器，以鞋跟彈簧聯動器的型式，緊貼著氣動氣壓缸的導引塊構造。

① 的動作是，氣動氣壓缸前進時，導引塊會前進，進而帶動彈簧所拉伸的鞋跟聯動器前進。

若夾頭模組碰觸到止塊時，鞋跟聯動器也會停止。此時只有導引塊會再往前推進，降下夾頭並推壓凸輪聯動器。

這時的夾頭，會依②的方向垂直下降。當氣壓缸回歸原位時，彈簧會產生讓夾頭上升的作動，直到導引塊碰觸到鞋跟聯動器後，夾頭模組就會後退。

像這樣所設計出來的撿取與移動單元裝置，只利用氣壓缸的 1 次往返運動，就可以完成「前進→下降→上升→後退」這種複合作。

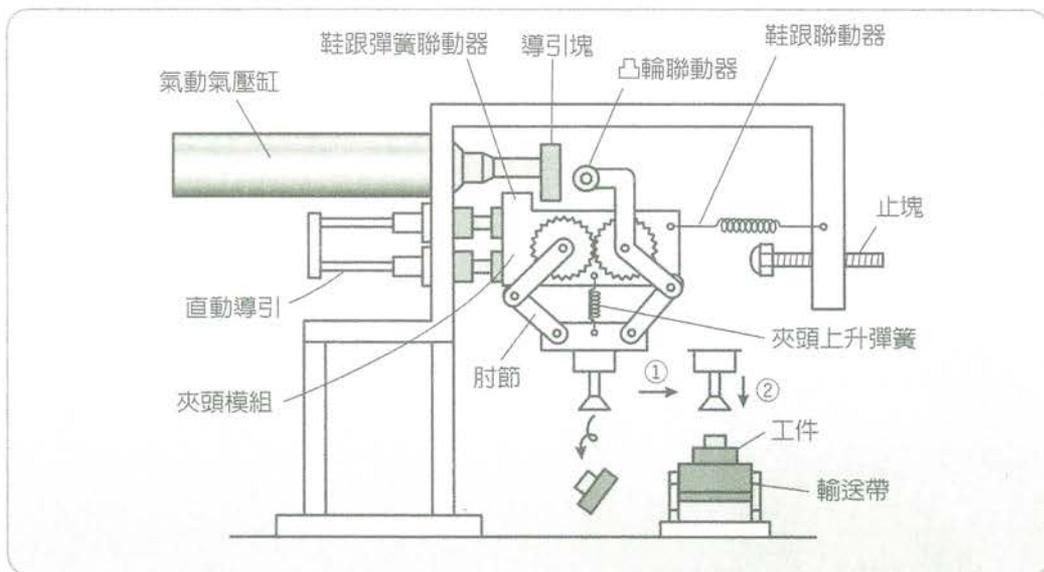
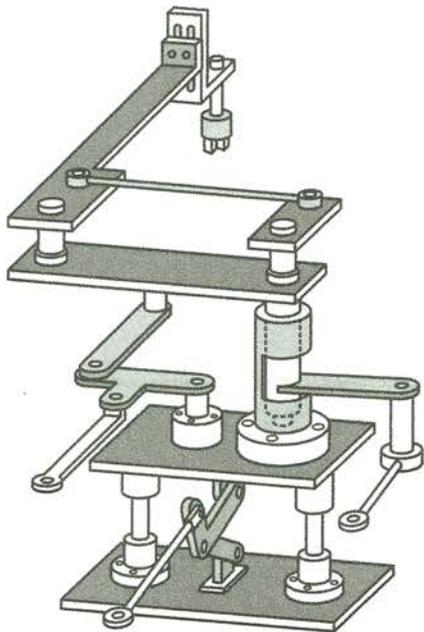


圖 13-4-1 使用鞋跟彈簧聯動器的撿取與移動單元裝置

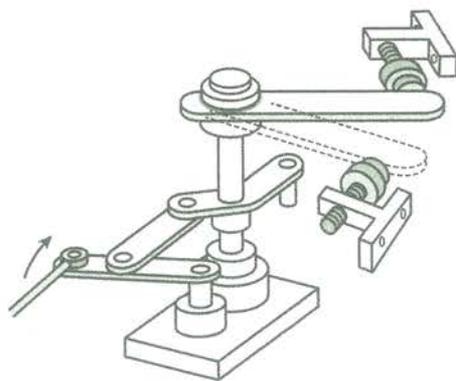


## 第 14 章

# 運用「摩擦力」 的機構

在機巧裝置中，當要暫時停止作動，或是去設定複數的軸動作順序時，經常會利用到摩擦力。

本章將介紹使用摩擦力來建構複合動作的技巧。



# 使用輕拂滑走單元裝置 來建構雙動作

應用  
要點

輕拂滑走就像將竹籤插入烤雞肉一樣的構造。雖然一般是雞肉塊和竹籤一起移動，但這個構造是一旦有外力施加在烤雞肉塊時，只有烤雞肉塊還可以有另外的作動。於是就把烤雞肉稱為「輕拂滑走」，而竹籤則為「滑動軸」。

## 1 輕拂滑走

在圖 14-1-1，裝有滑動塊的滑動軸，碰觸到區間制動塊時，滑動塊就會停止。此時就只有滑動塊停下來，而滑動軸則持續地作動。

這部分若用氣壓缸做往返運動的話，滑動塊會產出 2 個作動。像這樣的滑動塊是利用摩擦力，來聯結滑動軸並一起連動的機構，就稱之為「輕拂滑走」(Flick Slip)。

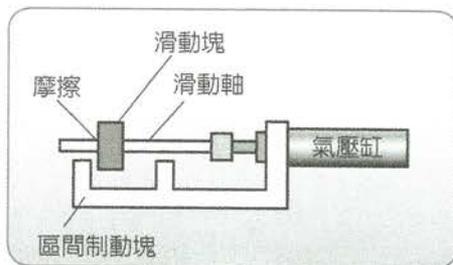


圖 14-1-1 輕拂滑走 (直動)

## 2 旋轉型輕拂滑走單元裝置

圖 14-1-2 的滑動臂桿，會因為和滑動軸產生摩擦力而停止。而第 2 臂桿是和滑動軸連成一體的。當驅動肘節時，雖然第 1 臂桿 (滑動臂桿) 會在碰觸到止塊 1 的位置停下來，而滑動軸也會跟著持續旋轉，使第 2 臂桿再旋轉。

滑動臂桿，受到滑動軸的摩擦力而被固定，所以即便是在返回側，當碰觸到止塊 2，也只有滑動臂桿會停下來，而滑動軸仍可持續作動，如此一來就可以建構出在往返過程中，同時有 2 個不同時段的作動。

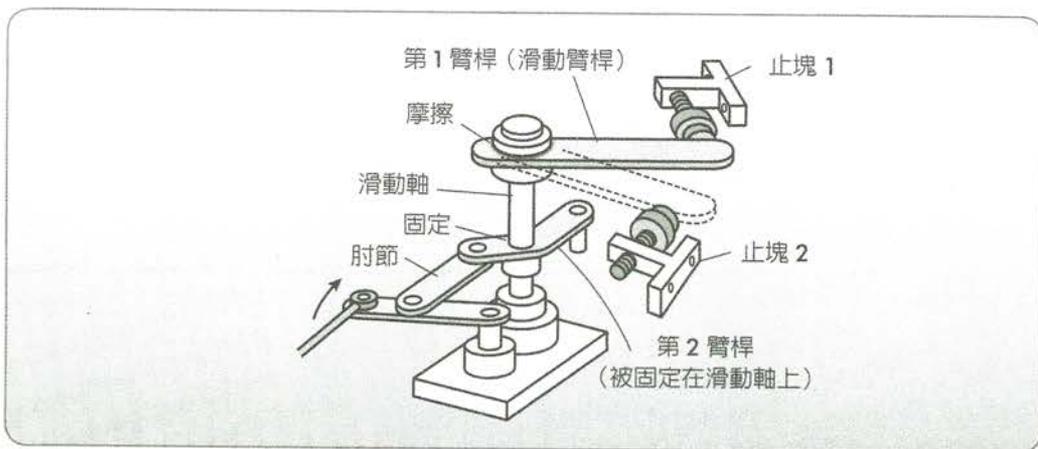


圖 14-1-2 旋轉型輕拂滑走單元裝置

## 重點提示

摩擦力與正向力（也就是垂直平面的力道）成正比，摩擦係數  $\mu$  就是比值。需要大的摩擦力時，可以選擇加大正向力，或是摩擦係數大的素材。

一旦決定了材質後，會因為摩擦係數不會改變，只能從加大正向力這個選項來探討。

圖 1 是使用彈簧，讓駒來推送滑動軸以加大摩擦力的事例。

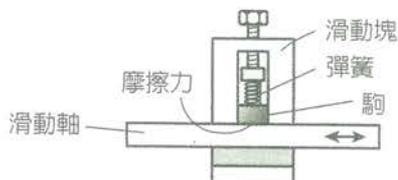


圖 1 利用彈簧產生摩擦

圖 2 是裝有臂桿的滑動塊與滑動軸之間摩擦變大的事例。

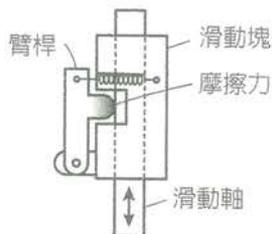


圖 2 使用臂桿的摩擦

圖 3 是利用 MC 尼龍駒來推壓滑動軸，再加上板彈簧來增大摩擦力的構造。

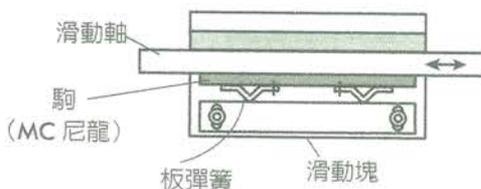


圖 3 利用板彈簧產生摩擦

圖 4 是使用肘節來增加彈簧的力道，進而增大摩擦力的構造。

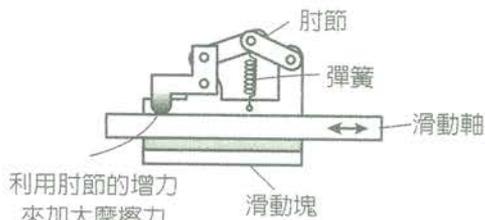


圖 4 利用肘節來增大摩擦

# 使用輕拂滑走單元裝置 就可以應用曲柄的中間動作



使用輕拂滑走單元裝置，能讓單一的動力輸入建構出複數不同時段的動力輸出，去驅動檢取與移動等單元機構。

## 1 直動型輕拂滑走單元裝置

圖 14-2-1 是藉由摩擦來產出曲柄行程中部分動作的結構。

利用曲柄讓驅動軸可以大幅地左右移動，而動力輸出塊因摩擦力與驅動軸相聯結，一旦有外力輸入，就能夠停在這滑動的地方。當驅動軸往圖左方移動時，動力輸出

塊會停在止塊 A 的位置，驅動軸會再往左移動。曲柄臂一超過左邊的死點，驅動軸往圖右方移動，動力輸出塊會馬上和驅動軸一起往圖的右方移動。之後動力輸出塊碰觸到止塊 B 會停止，只有驅動軸會再往右移動。由於動力輸出塊的特性，所以會很平滑地作動，而一旦停下時，會因為止塊而突然地停止，出現衝擊現象。

由於這樣的動作，讓驅動軸和動力輸出塊會有不同的作動。

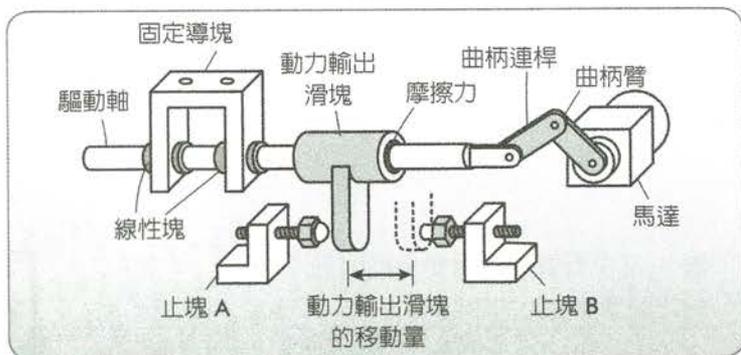


圖 14-2-1 使用摩擦來限制行程

## 2 輕拂滑走單元裝置的檢取與移動的驅動

在這個事例中，如圖 14-2-2 所示，是建構出前進和後退的時間點。

藉由這個輕拂滑走單元裝置來牽引檢取與移動單元裝置作動的話，就會如圖 14-2-2 所示，在 F 部時是前進，Z 部是上下，在 B 部是後退的作動來和檢取與移動單元裝置相聯結。

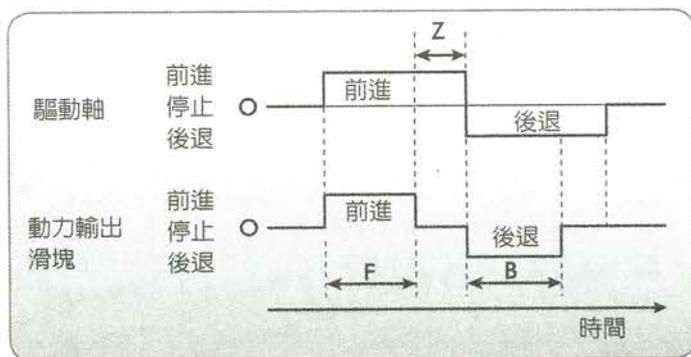


圖 14-2-2 驅動軸與動力輸出滑塊的速度特性  
(不去在意曲柄的 sin 特性)

## 機構應用 14-3

# 使用輕拂滑走單元裝置和凸輪就可以用單個臂桿來驅動 P&P 單元裝置



將輕拂滑走單元裝置和凸輪相組合，可以嘗試藉由動力輸入軸的 1 次往返作動，牽引出撿取與放置單元裝置動作的機構。

圖 14-3-1 是一個利用動力輸入臂桿讓被直動導引的驅動棒有橫向作動的構造。

驅動棒上頭裝有滑動子，會如圖所示左右自由移動，由於滑動子和驅動棒之間，有設定一定強度的摩擦，所以若沒有障礙物的話，滑動子會和驅動棒一起作動。

過程中，當滑動子碰觸到 A 或 B 的話，滑動子雖然會當場停下來，接下來只有驅動棒會再往前推進。一旦滑動子停止，藉由驅動棒的作動，讓驅動棒上被固定的上下凸輪，會如同通過滑動子的上方那樣來移動，使得裝在滑動子上的夾頭，會同時和凸輪聯動器的動作一起上下移動。

在這個事例中，夾頭往左移動直到碰觸到止塊 A 後，夾頭的左移動才會停止，而夾頭會依循凸輪曲線來下降、上升，止塊的功能是讓機構的運動在中途停止的「阻擋棒」。止塊就是要讓機構的運動有部分被停止，而主要目的是被用來建構不同的時間點的作動。

當臂桿返回往右方移動的話，會碰觸到止塊 B 致使夾頭的右移動停止，之後就是依循凸輪曲線讓夾頭下降、上升。

如前面所述，使用輕拂滑走單元裝置讓擋塊之間的夾頭移動，以及利用凸輪的動作來產出 2 項的動作，這全都靠著單個驅動軸的往返運動來完成，這就是它的特徵。

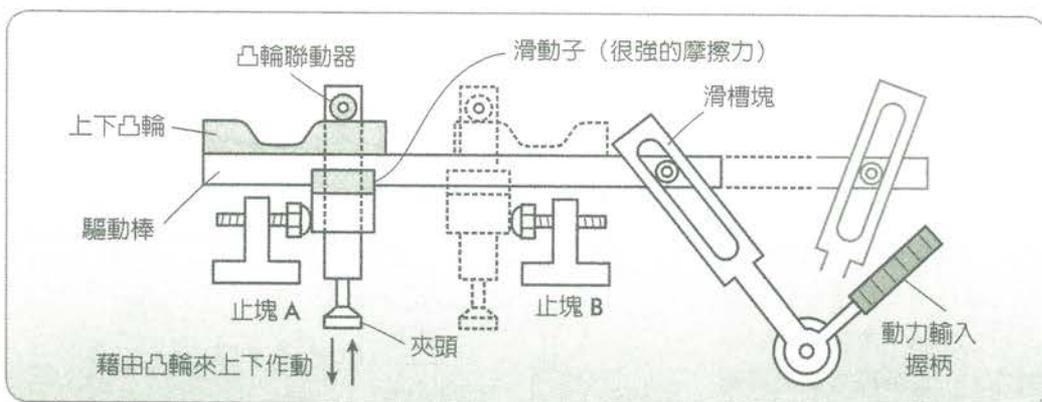


圖 14-3-1 帶摩擦力的滑動子和上下凸輪



### 重點提示

機巧裝置就是，從單一驅動軸的運動，來建構出許多項目的不同時段的動作，且要讓這樣的裝置，其各種單元構造都能依各自的時段來作動。

而其中的一個方法，應該是可以使用摩擦的特性來建構出作動的時間點。

# 使用摩擦和區間制動塊 讓單一氣壓缸來傳送工件



應用摩擦和區間制動塊，設計出有複合動作的作業單元。本單元探討的是建構出推送工件的單元裝置。

## 1 利用摩擦來推送工件

圖 14-4-1，是一個使用摩擦和區間制動塊，讓工件送爪上下作動，並依圖左方做整齊排列的裝置。比起工件送爪的旋轉軸，線性塊的摺動摩擦會來得更大。其區間制動塊是由 2 根區間制動塊插銷所組成的。當氣壓缸前進，工件送爪是以旋轉軸為中心做旋轉下降，此時送爪會插入工件的凹槽內。氣壓缸再持續前進時，夾具會碰觸到區間制動塊插銷 B，線性滑軌會往前推進，而裝在其上的工件送爪，就保持下降狀態而往前推進，使得工件被移動到定位上。移動結束後當氣壓缸後退時，工件送爪會先上升，夾具碰觸到區間制動塊 A，線性滑軌才會後退。

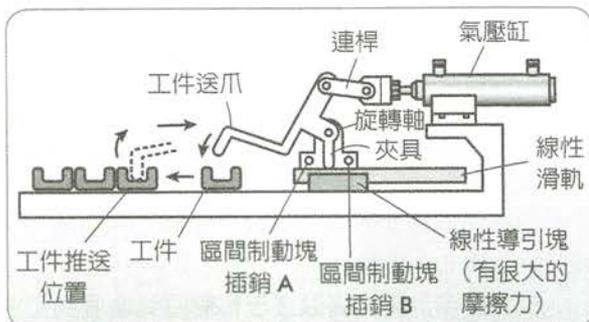


圖 14-4-1 使用摩擦和區間制動塊來推送工件

## 2 利用摩擦的棘輪傳送機構

圖 14-4-2 是一個利用摩擦的棘輪，讓棘輪依節距來傳送的機構。其基本想法和圖 14-4-1 傳送裝置是一樣的，就是用棘輪來取代工件。當耳環式氣壓缸往前推進時，送爪下降並和棘輪相嚙合。一旦耳環式氣壓缸再往前推進，動力輸入臂桿就會碰觸到區間制動塊插銷 A，使得送爪前進旋轉，而棘輪則依圖的順時針方向旋轉。一旦耳環式氣壓缸到了行程末端並開始後退的話，送爪會往上抬起脫離棘輪。

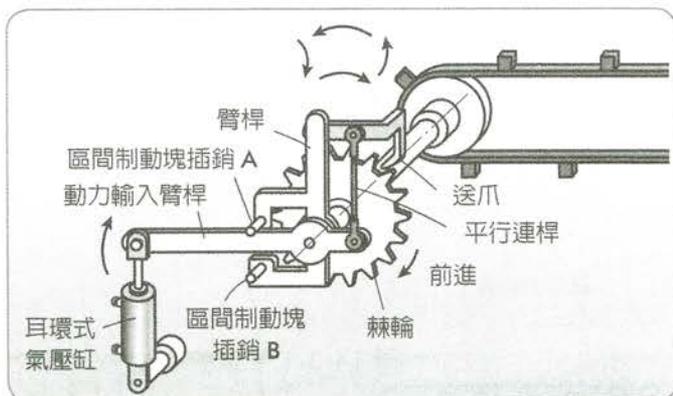


圖 14-4-2 使用摩擦和區間制動塊的棘輪

緊接著動力輸入臂桿會碰觸到區間制動塊插銷 B，此時送爪會依逆時針方向，反向旋轉回歸到原位。

## 機構應用 14-5

# 使用摩擦和曲間制動塊來建構 撿取與放置單元裝置

應用  
要點

藉由旋轉型輕拂滑走單元裝置所建構出的複數不同時段的動作出力，來應用到撿取與放置單元機構。

圖 14-5-1 是一個應用旋轉型輕拂滑走單元裝置的水平旋轉型撿取與放置單元裝置。旋轉軸是由旋轉氣動驅動器來旋轉驅動的。區間制動臂桿因為是被固定在旋轉軸上，所以會和旋轉軸一起旋轉。

雖然主臂桿也是裝在旋轉軸上，但不是完全固定住，利用摩擦力來做聯結。為此，若把主臂桿固定並施力於旋轉軸上的話，就只有旋轉軸會有空轉的作動。當旋轉氣動驅動器旋轉，主臂桿推送到擋塊 A 側時，雖然主臂桿會停在擋塊 A 處，但是再讓旋轉軸轉動的話，區間制動臂桿就會依圖的左方移動。

結果就是，區間制動塊會推壓肘節連桿的「<」字形讓肘節伸展，致使夾頭臂桿開始下降。如前所述，主臂桿在橫向移動之後夾頭就會下降。

接著若旋轉氣動驅動器反向旋轉，區間制動臂桿會脫離肘節連桿，使得夾頭開始上升。此時，裝在肘節上的彈簧彈力不大的話，會因為摩擦力的關係先讓主臂桿回復到原狀，其中要特別注意的是，在夾頭不會上升的情況下，主臂桿會依圖的右方移動。

旋轉氣動驅動器就這樣持續地反向旋轉，直到主臂桿碰觸到擋塊 B 時，主臂桿會因摩擦力而在該位置被固定住，然後由於區間制動塊會碰觸到肘節連桿，就會下壓夾具臂

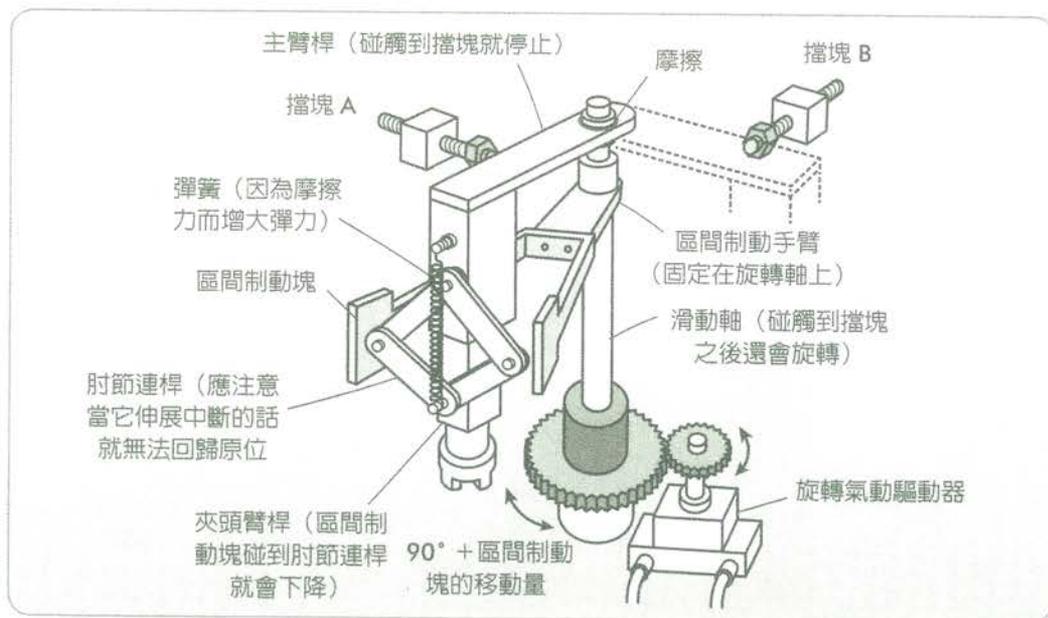


圖 14-5-1 使用摩擦與區間制動塊的旋轉型撿取與放置單元裝置

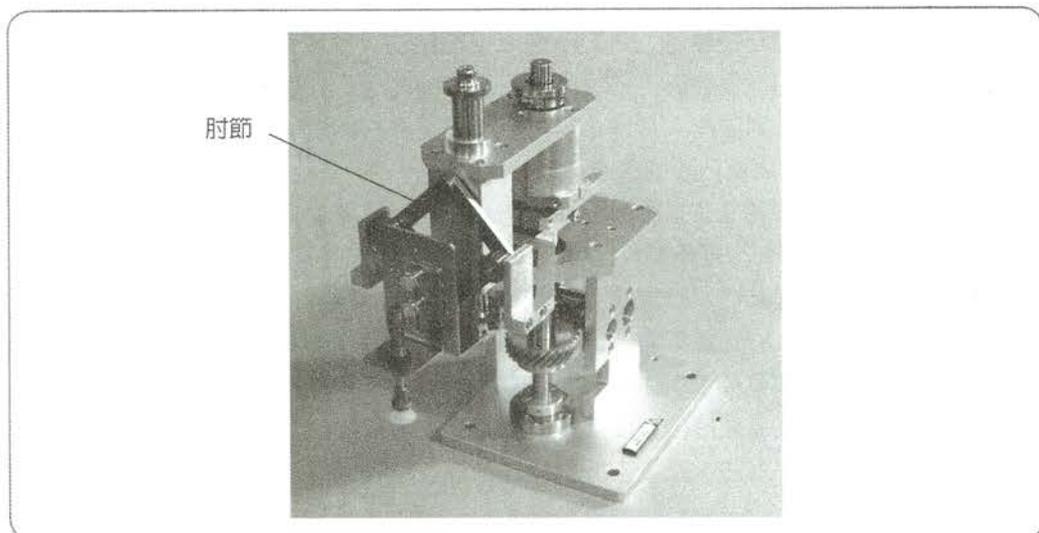
桿，所以即使是在擋塊 B 的位置夾頭仍會作動。

若擋塊 A 和擋塊 B 是在  $90^\circ$  的位置的話，旋轉軸還要再加上  $90^\circ$ ，也就是除了讓區間制動塊移動，牽引肘節連桿的下壓量之外，還需要再次的旋轉。

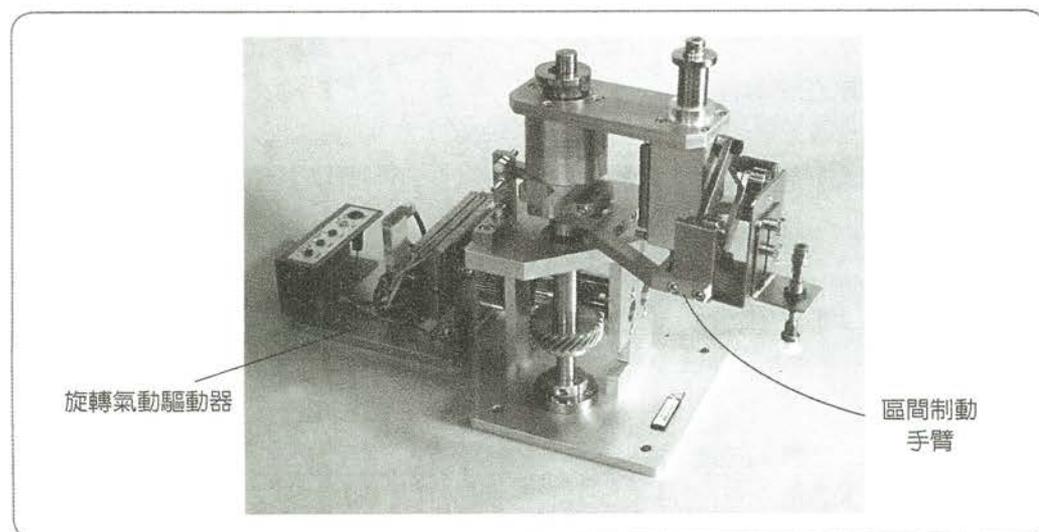
旋轉軸的移動量是依旋轉氣動驅動器的旋轉角度調整而定。

照片 14-5-1 是撿取與放置單元機構的實物，用來讓肘節連桿拉伸的彈簧，在調整時不要讓它的力道太強。此外，若夾具手臂是裝在和滑動軸有些距離的位置，將會造成旋轉氣動氣壓缸的負擔，因此如何取得力道的平衡就非常重要。

照片 14-5-2 是從別的角度觀看裝有旋轉氣動氣壓缸的單元裝置的樣貌。



照片 14-5-1 摩擦區間制動型撿取與放置單元裝置實物照 (MM-KV720)

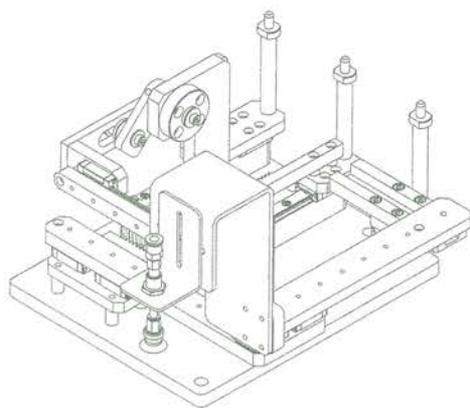


照片 14-5-2 從另一角度看到摩擦區間制動型撿取與放置單元裝置的樣貌

## 第 15 章

# 機巧裝置 的設計

- 本章節將以實際的機巧裝置事例，來解說設計的順序及思考方式。  
為了讓自己所規劃的機巧裝置能夠作動，首先，要去分析機巧裝置的目的以及它最末端的作動，可從能讓機構作動作為起步的引導。  
而在最末端作動時所必要的運動特性，是可以使用馬達及氣壓缸等驅動器的動力輸出做運動轉換，進而建構出所需的機構。接著是裝上扶手和被導引的最末端所建構的運動特性相聯結，並變更運動方向及行程，如此就完成了機巧裝置。



機構應用  
15-1

# 機巧裝置是以最末端的運動 作為導引來著手設計



應用  
要點

手臂上下擺動旗幟的機器人，是以旋轉軸讓手臂做連續地往返運動，一起來了解設計的順序。

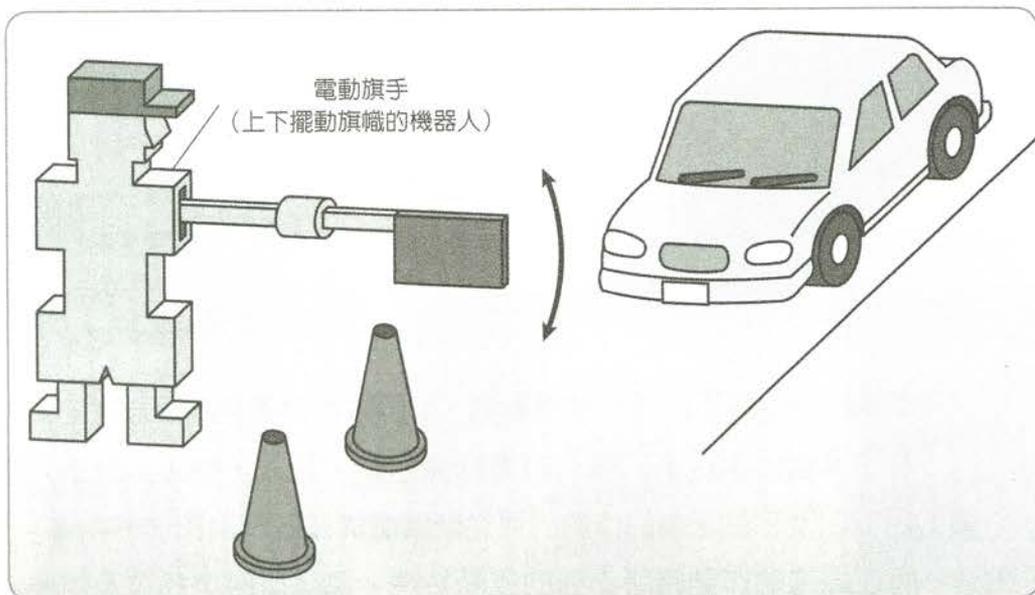


圖 15-1-1 電動旗手

## 1 以工具為導引

當一碰觸到作為動作目的地的最末端時，要讓它可以完成實際作業所需的自動化技術，就稱之為「工具 (Tool)」。

在圖 15-1-1 的電動旗手 (flag keeper) 事例中，電動旗手的手臂就是最末端，所以手臂就等同於工具。由於工具是做旋轉擺動運動，所以在運動最末端的手臂，裝上旋轉軸來手臂可以旋轉。機巧設計正是以讓這樣的工具，來滿足最終目的的作動需求作為引導來著手開始的。

在電動旗手的事例中，如圖 15-1-2 所示，藉由在電動旗手的

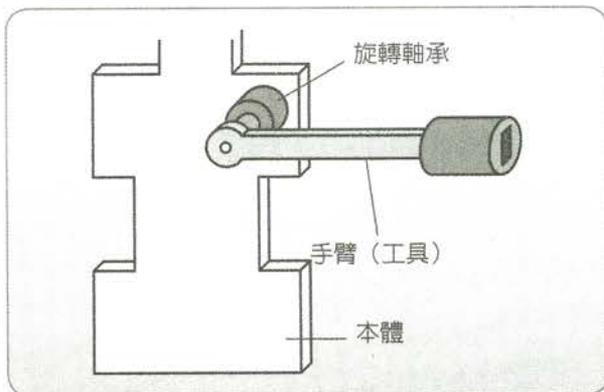


圖 15-1-2 成為引導工具

本體上裝上旋轉軸承，就可以完成引導工具的構造。

## 2 裝上讓工具作動的扶手

為了讓手臂能夠上下擺動，會裝上使工具可以作動的扶手。如圖 15-1-3，是把作為工具的手臂，其旋轉軸的反對側予以延長，並在作為扶手的身上鑽孔來做聯結。這個扶手雖然是裝在離工具的  $180^\circ$  的反對側，但也可以裝在  $90^\circ$  及  $60^\circ$ 。

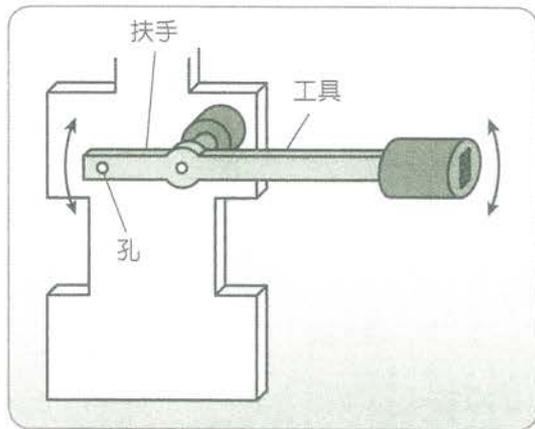


圖 15-1-3 讓工具可以作動的扶手

## 3 在扶手上裝設連桿棒

為了讓扶手作動，會裝上驅動用連桿棒。就像圖 15-1-4 所示，一旦裝了聯結桿的話，旗幟的搖擺動作只要靠連桿棒的前端能夠往返作動就算完成。

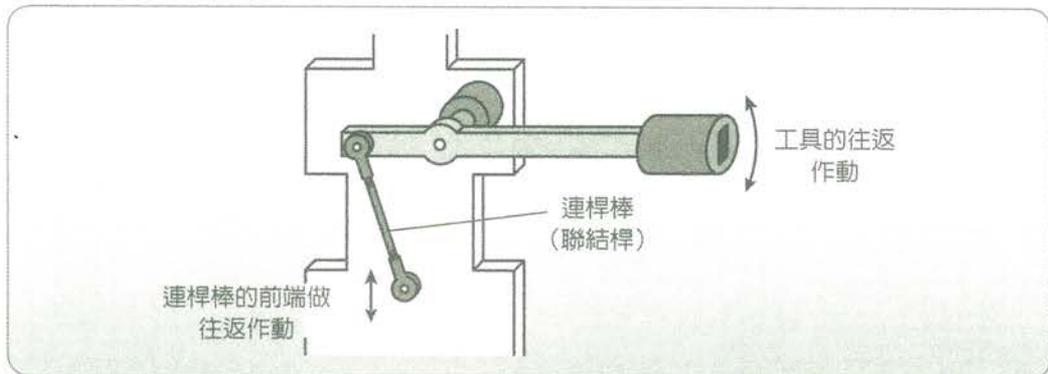


圖 15-1-4 讓扶手作動的連桿

## 4 建構出讓連桿棒作動的運動

在 3 所聯結的連桿棒，為了讓它連續地往返運動，接下來探討它需要的連續往返運動的機構。

在這個往返運動的末端，因為必須要能夠平穩地減速，所以採用末端減速機構。若使用馬達來驅動，就需要建構出能從馬達的連續旋轉變換成末端減速往返運動的機構。

以下有 3 個種類可供選擇：

### ① 曲柄

曲柄就是，利用聯結桿來產出曲柄臂的旋轉運動，並轉換成往返運動的構造。如同下一頁的圖 15-1-5 所示，可考慮 2 種類型。

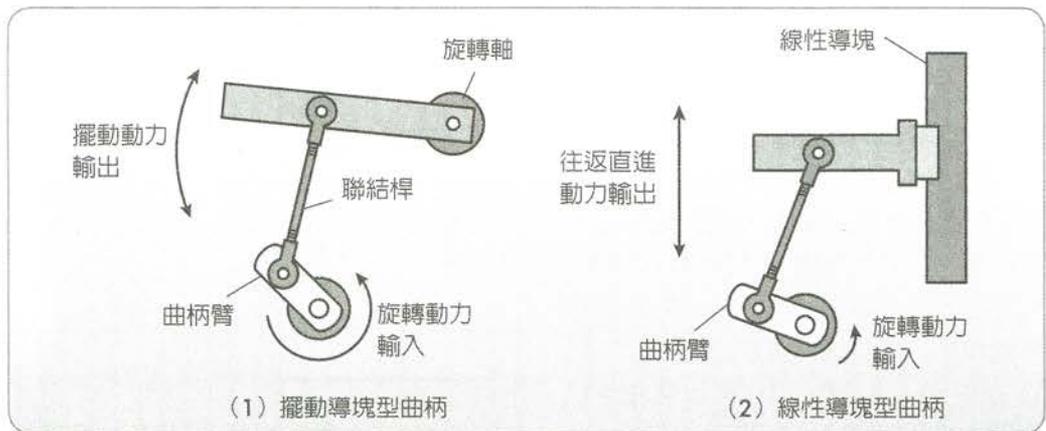


圖 15-1-5 曲柄的連續往返

### ② 臂桿滑動塊

臂桿滑動塊，是一個在旋轉手臂上裝設插銷，並使用動力輸出手臂的 *slad*，來建構出往返運動的構造。臂桿滑動塊實物就如同照片 15-1-1 的裝置。

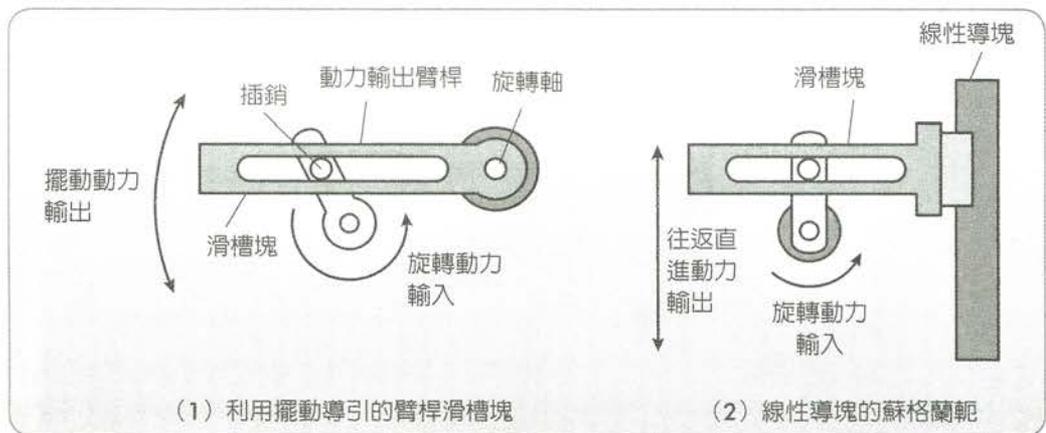
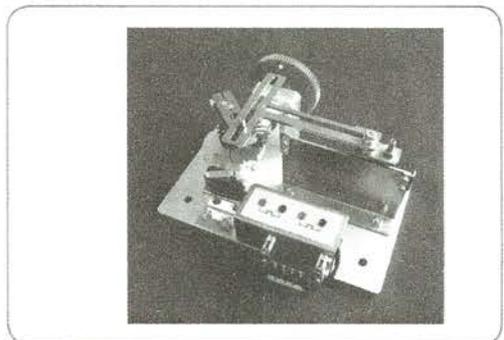


圖 15-1-6 使用滑槽塊的連續往返



照片 15-1-1 臂桿滑動塊 (MM-VM240)



照片 15-1-2 蘇格蘭軛 (MM-VM290)

使用滑動塊的往返運動機構，就如圖 15-1-6 所示有 2 種型態。(2) 的型態我們特別稱它為「蘇格蘭軛」。蘇格蘭軛的外觀如照片 15-1-2 所示。

### ③凸輪

使用圖 15-1-7 的凸輪，是藉由凸輪緊貼著曲線的凸輪聯動器的擺動還有直動的作動，來建構出往返運動。凸輪的外觀如照片 15-1-3 所示。

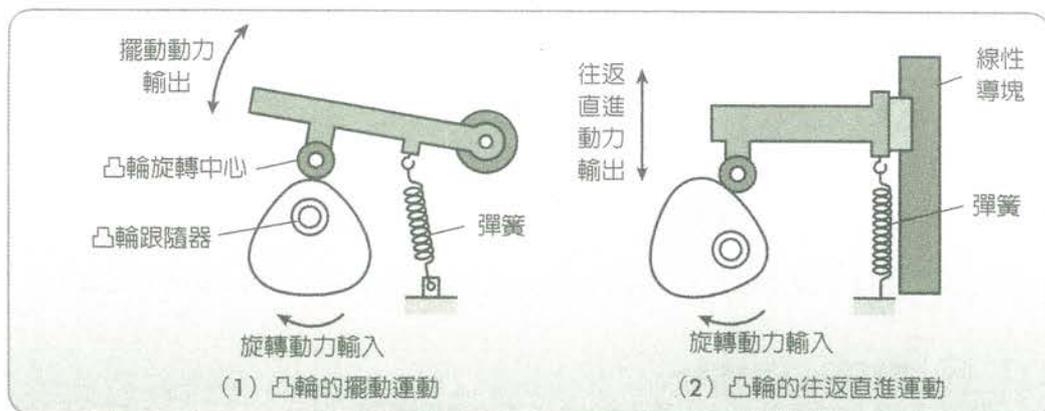
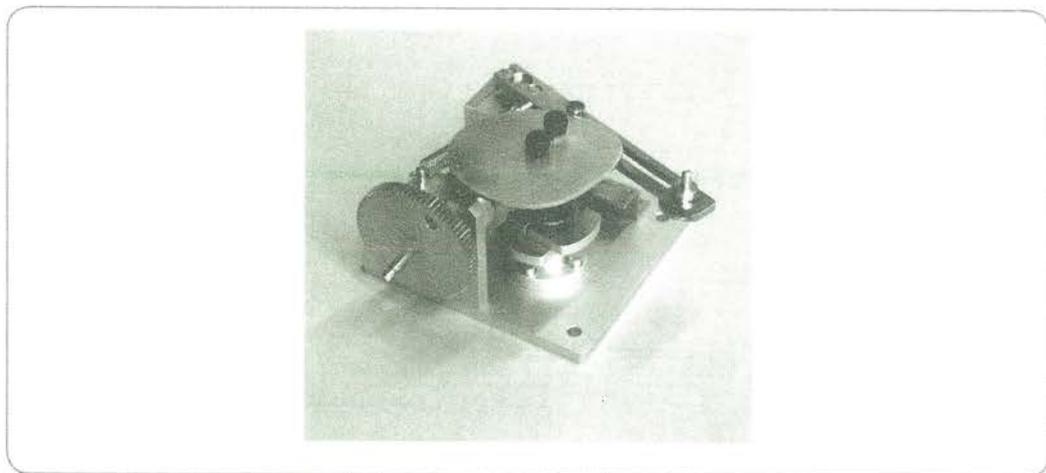


圖 15-1-7 凸輪的連續往返



照片 15-1-3 凸輪 (MM-VMC110)

## 5 使用曲柄的往返擺動運動

如下頁的圖 15-1-8 所示，這個裝置使用了馬達和曲柄，一起來探討由馬達帶動旋轉的曲柄臂。

一旦馬達軸承受過重的橫向負荷時，曲柄臂的旋轉軸承就一定要製作得相當穩固不可，但印象中是只要馬達能讓曲柄臂旋轉，不就好了嗎？

像這樣也可以用聯結桿來提供連續地往返運動動力輸出。右側的照片 15-1-4 就是曲柄的實物照。

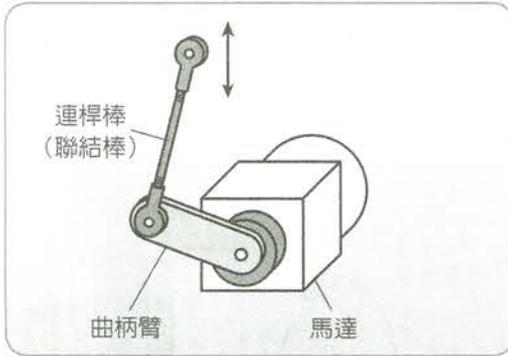
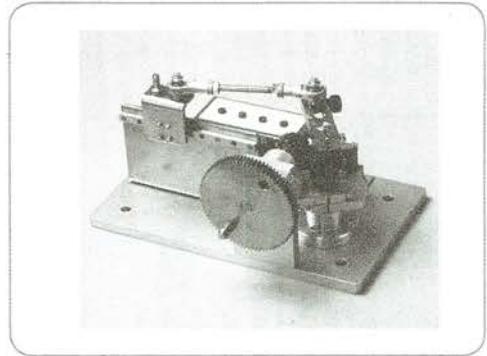


圖 15-1-8 曲柄的馬達驅動



照片 15-1-4 曲柄 (MM-VM230)

#### (6) 運動是和扶手相聯結

圖 15-1-8 的曲柄動力輸出是和圖 15-1-4 的連桿棒相聯結的。

在這種情況下，因為曲柄的聯結棒和裝在扶手上的曲柄臂正好可以共用，所以就可完成如圖 15-1-9 的裝置。

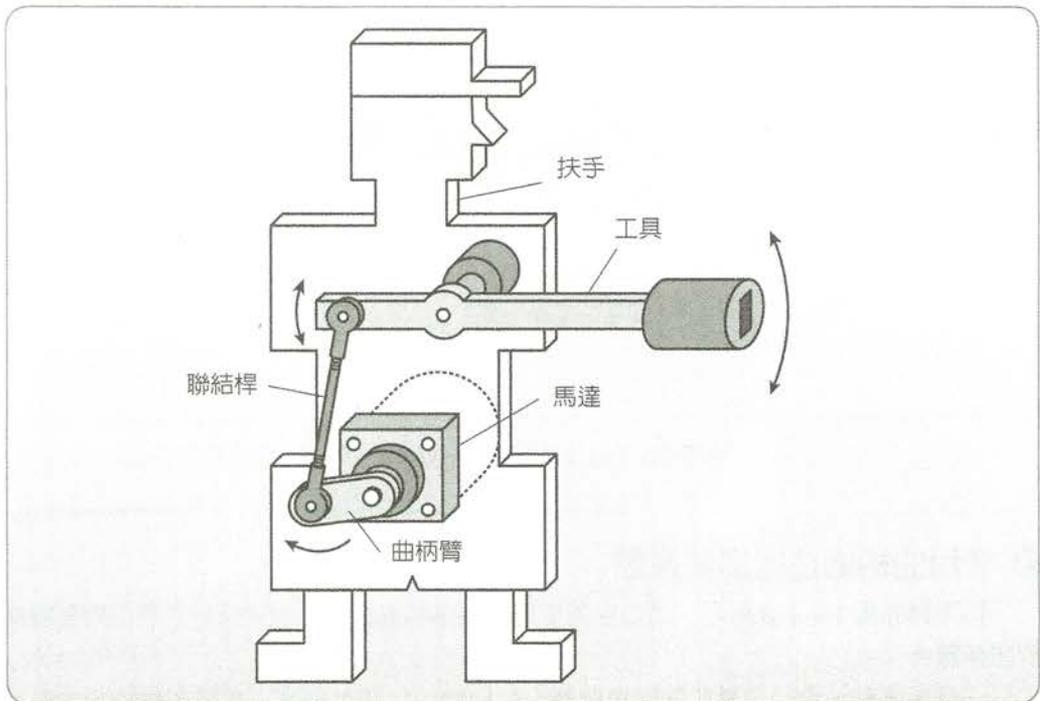


圖 15-1-9 完成電動旗手 (flag keeper) 裝置

# 設計 XYZ 軸能夠獨自驅動的手臂單元裝置

應用  
要點

在機巧裝置中，要讓 3 軸手臂單元裝置作動，就必須讓 3 軸手臂單元裝置的各軸，配有獨自的動力輸入軸。以下介紹能夠滿足讓 XYZ 軸獨自驅動的 3 軸手臂單元裝置的設計方法。

## 1 XYZ 軸手臂單元裝置

在手臂的前端裝有夾頭，一起探討如何製作出，可以讓該夾具在平面上的任一位置移動，且能上下作動的機構。

如圖 15-2-1 所示，它具有為了能水平移動的 2 個軸，以及為了能上下作動的 1 個軸，是一種每個軸都有各自來自外部動力讓它獨自作動的設計。

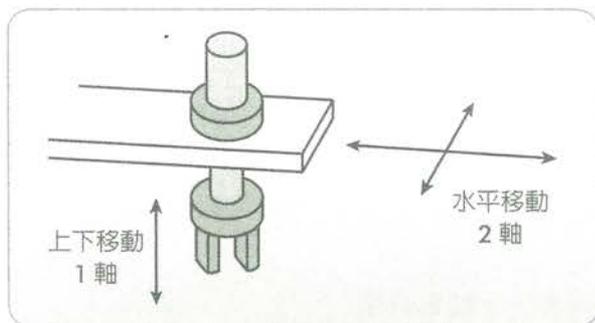


圖 15-2-1 夾頭的 XYZ 軸移動

3 軸手臂單元裝置的目的是，讓前端的夾頭依直行的 XYZ 方向來作動，所以就嘗試在 XYZ 方向用線性導塊來導引夾頭。

## 2 Z 軸的導引

首先是 Z 方向的導引，就如圖 15-2-2 所示。

為了讓夾頭可以上下作動，而裝上扶手的話，就成了圖 15-2-3 所示的結構。

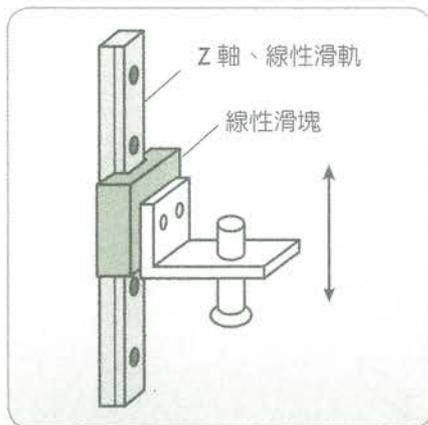


圖 15-2-2 Z 軸（上下直動）的導引

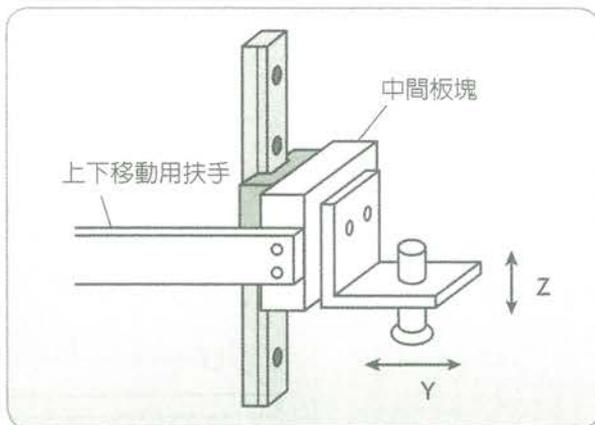


圖 15-2-3 在 Z 軸導塊裝上扶手

### 3 Y 軸的導塊

其次是圖 15-2-3 中的上下作動模組，能夠做前後方向（Y 軸方向）移動的導引。

這個 Y 軸的導引，是針對能讓 Z 軸線性滑軌，全體可以前後移動來進行設計。

圖 15-2-4，是一個線性導塊在 Y 軸方向以直進運動為導引，並裝上驅動 Y 軸的扶手構造。因此 Z 軸和 Y 軸就成為可以各自驅動的構造。

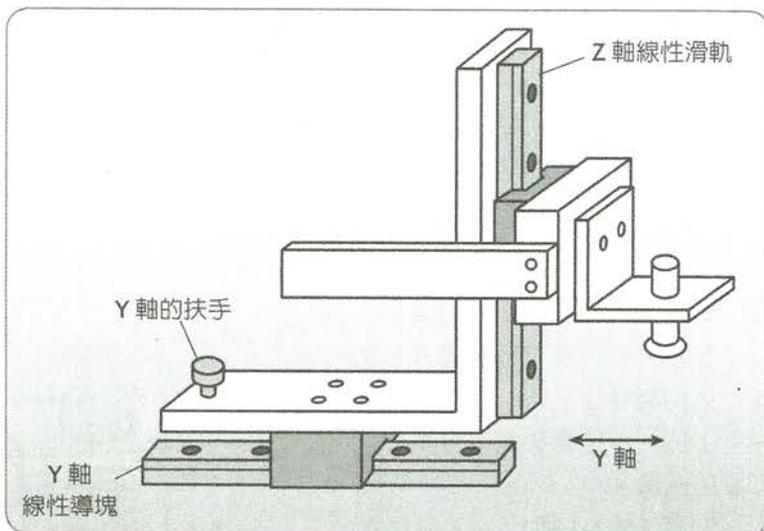


圖 15-2-4 Y 軸的導塊與扶手

### 4 X 軸的導引

接著是為了讓 X 軸可以獨自作動，而嘗試去設計出能導引圖 15-2-4 整個模組依 X 軸方向移動的構造。

圖 15-2-5 是讓 X 軸的驅動可以依圖的橫向來開始驅動，而使用雙齒條小齒輪。

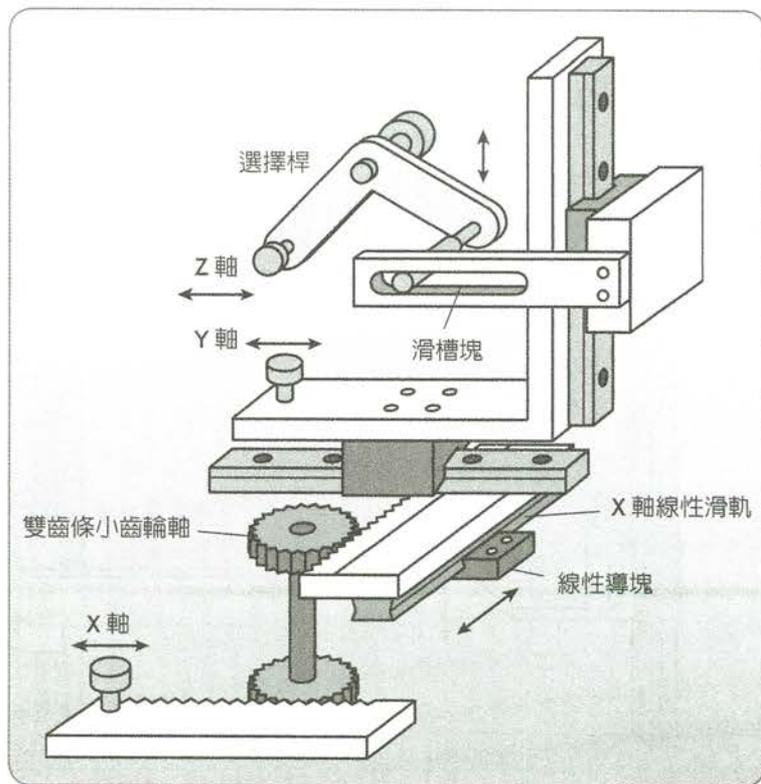


圖 15-2-5 讓 X 軸的導引與 Z 軸驅動部

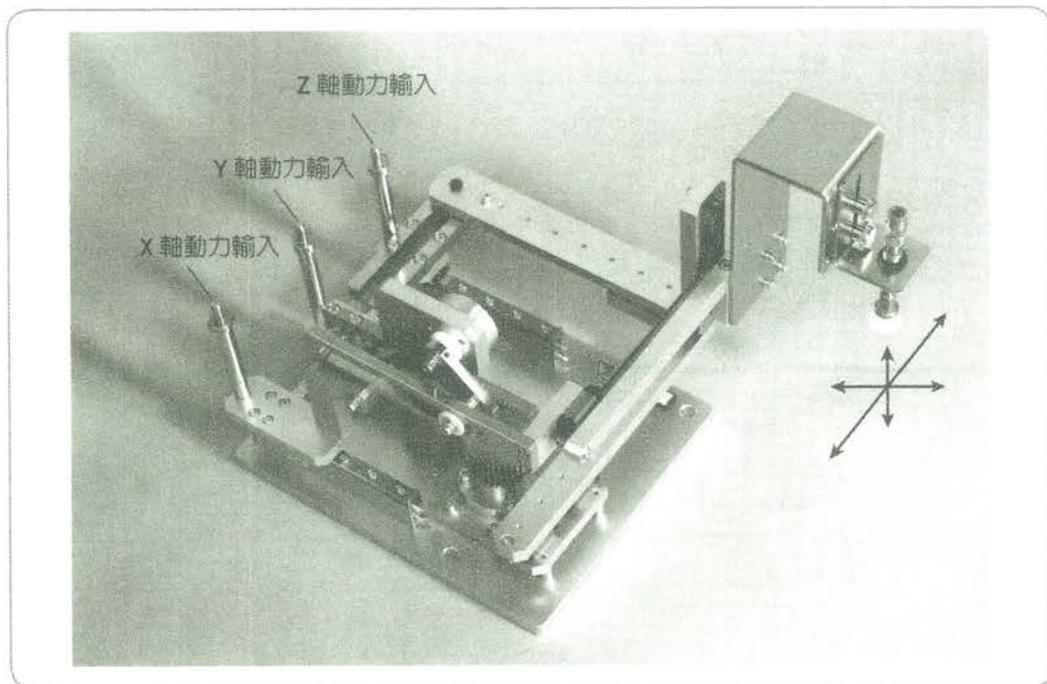
此處若使用臂桿的話，會因為移動位置導致速度的不一致，因此改使用均等變換機構的齒條、小齒輪來轉換方向。

## 5 使用選擇桿和滑槽塊的 Z 軸方向轉換

為了讓 Z 軸從同方向開始驅動，如圖 15-2-5 是使用選擇桿，把水平動力輸入做 90° 轉換變成垂直方向，而為了能因應前後方向的移動，就把滑槽塊裝在 Z 軸的扶手上。

## 6 完成圖

讓我們再回到前述的構想源頭，過程就是能夠具體呈現平順的動作，然後再逐一修正機構的配置及構成，最終就能完成結構圖面，這次的成品如照片 15-2-1。Z 軸驅動部的接受方法及線性導塊的組裝方法，雖然和構想多少有些差異，但都是以活化當初的概念型態完成的。



照片 15-2-1 3 軸手臂單元裝置 (MM-KV710)

一旦驅動這 3 個動力輸入軸的話，3 軸就會各自地獨立作動。實際完成的 3 軸手臂單元裝置的圖面如圖 15-2-6 所示。

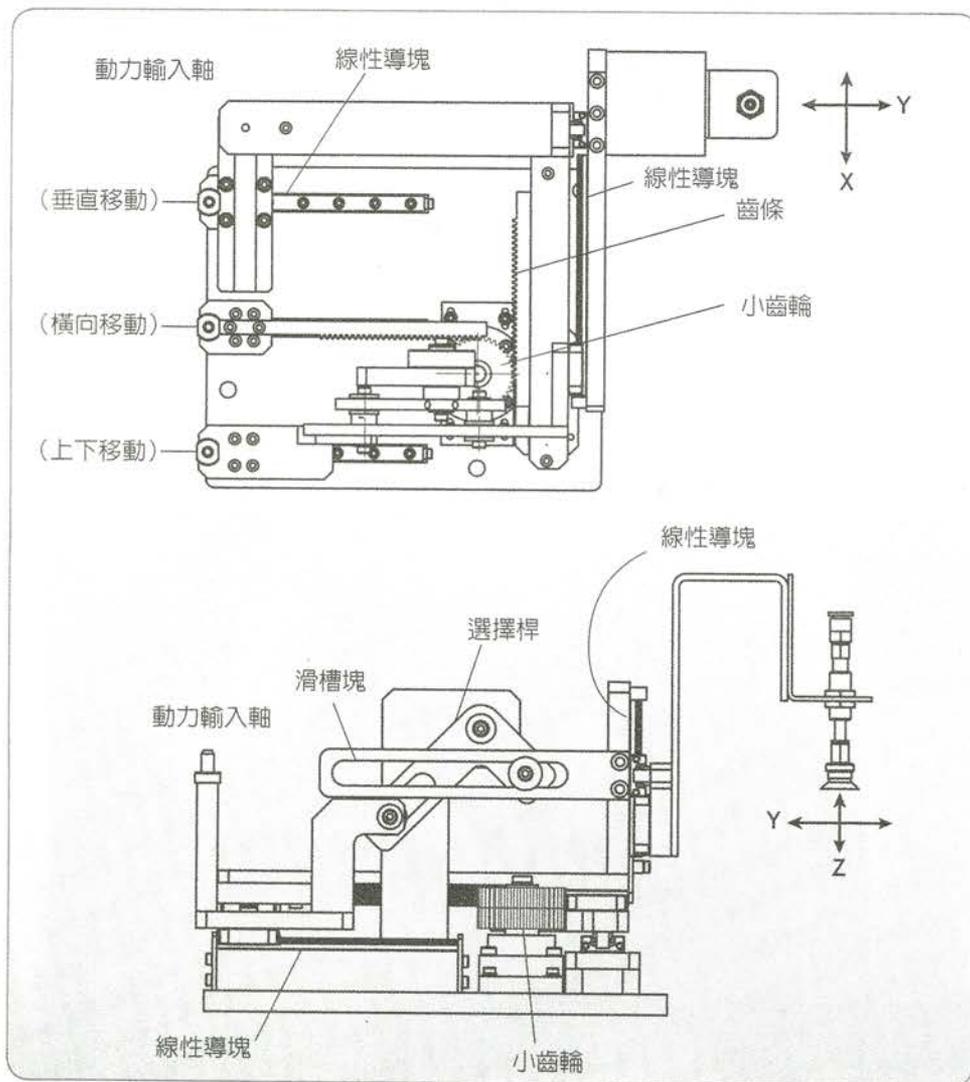


圖 15-2-6 3 軸手臂單元裝置的完成圖

## 後語

在生產現場，已開始對機巧裝置有了不一樣的想法。

受惠於由電子系統操控驅使的 RoBo 氣壓缸，和帶有直動導塊的驅動器日益增多，設計者也能簡簡單單，來完成方便作業的裝置的時代已經到來。藉由使用依自己所規劃，且很便利作動的驅動器，如想把工件做橫向移動，就可以設一台橫向作動的 RoBo 氣壓缸，若想要垂直地移動加工工具時，就裝上垂直方向作動的 RoBo 氣壓缸，因為只靠機械就能完成，導致設計者根本就不需要具備什麼技能。

然而，這樣的設計只能說只是把便利的驅動器放在組裝板上而已。最終就會變成即使不必去學習這方面必要的設計方法，也就是完全把重要的作動部分，全部交給由電子系統操控的驅動器。

這麼一來，一旦需要設計讓複數的機構同期做高速作業的自動化裝置，及只靠 1 個馬達就可以連續進行打破蛋殼這類的裝置就變得困難了。每個裝置都具有非常重要的功能，一旦要進行作業時，就無法完成具備必要的運動特性的機巧裝置設計了。

設計者能直接接觸到工廠內生產作業的機械裝置的機會似乎不多，且除非是遇到故障才能去拆解生產用的機械裝置，因此很難有機會去了解這些要素。

在這樣的環境下，為了提升設計者的技術能力，就要讓他們先具備構成裝置的機構要素相關的專業知識。一旦理解這些要素，就能發想出將這些要素加以組合的機巧裝置。

問題是，機巧裝置所使用的機構並沒有被系統化整理成冊，即使有心學習也不知道該從哪裡著手才好。而機巧裝置使用的機構何其多，想要學習也得要花費難以數計的時間吧！

因此在此書中，為了讓更多人能夠學習到系統化的基本機構的專業知識，就以「圖典」的型態依目的別將機構加以區分。如在思考能將力道變大的機構時，就可以在書中查得不少機構的名稱，或列舉出將運動方向從水平轉換成垂直，這種可做 90° 運動轉換的機構。

書中解說的機構，都是典型的基本機構。若去研究工廠內使用的機械設備，不難發現幾乎都是書中介紹過的機構要素組合而成的。能夠完全了解書中所刊載的機構，且從中遴選出符合需求的話，就能夠設計出最貼近需求的機構了。

深切期盼本書能讓讀者諸君深度活用，並進而對提升個人的技術能力有所貢獻。

熊谷 英樹

# 索引

## A

a power shovel	掘土機	ショベルカー
a shock	衝擊	ショック
AC servo motors	AC 伺服馬達	AC サーボモータ
actuator	驅動器	アクチュエータ
alternate arm	交替 / 輪流手臂	オルタネイトアーム

## B

back	後退 / 退後	バック
ball joint	球型接頭	ボールジョイント
ball nut	滾珠螺母	ボールナット
ball screw	滾珠螺桿	ボールねじ
base plate	基台板子	ベースプレート
bearing holder	軸承座	ベアリングホルダー
bell cam	鐘型凸輪	ベルカム
block	塊 / 滑塊	ブロック
bracket	支架, 托架, 托座	ブラケット
brake	煞車	ブレーキ

## C

cam follower	凸輪聯動器 (隨動)	カムフォロワ
catcher	接收器	キャッチャ
caterpillar	履帶	キャタピラ
caulking head	鉚接沖壓頭	カシメヘッド
caulking unit	鉚接單元裝置	カシメユニット
chain	鏈條	チェーン
check valve	逆止閥	チェック弁
chuck	夾頭	チャック

clamp lever	夾頭臂桿	クランプレバー
clevis cylinder	耳環式氣壓缸	クレビスシリンダー
clevis mounting cylinder	耳環式液壓缸	クレビス型シリンダー
clog	區間制動塊	クログ
closed tape	封閉型	クローズドタイプ
combination	結合 / 組合	コンビネーション
compact	小型	コンパクト
counter balance	配重 / 平衡塊	カウンタバランス
coupling	聯結器	カップリング
cramp	夾鉗	クランプ
crank	曲柄	クランク
crank link	曲柄連桿	クランクリンク
crank arm	曲 (柄) 臂	クランクアーム
crowbar	撬棍	バール
cup	杯子	カップ
cycloid	擺線	サイクロイド
cylinder	氣壓缸	シリンダー

## D

danba (擬音)	避震器 / 緩衝器	ダンバ
deter	止塊	デテル
differential gear	差速齒輪	ディファレンシャルギア
dog	擋塊	ドグ
drilling machine	鑽床	ボール盤
drum cam	鼓型凸輪	ドラムカム
dwel	停頓期	ドウェル

## E

energy	能源、能量	エネルギー
equalizer	均衡器	イコライザ
escapement	擒縱器	エスケープメント

## F

feed screw	傳動螺桿	送りねじ
finger	指型	ファンガ
flick arm	滑動臂	フリックアーム
flick block	滑動塊	フリックブロック
flick slip	輕拂滑走	フリックスリップ
flip shaft	翻轉軸	フリップシャフト
free flow line	自由流動 生産線	フリーフローライン

## G

geneva gear	日内瓦齒輪	ゼネバギア
geneva wheel	日内瓦輪	ゼネバホイール
guruda (擬音)	伸臂連桿	グルダ

## H

handle	握柄	ハンドル
heel follow	鞋跟聯動器	ヒールフォロ
heel follower	鞋跟聯動器	ヒールフォロワ
heel spring	鞋跟彈簧	ヒールスプリ
follow	聯動器	ングフォロ
helical gear	螺旋齒輪 / 斜齒齒輪	はすば齒車
herringbone gear	人字齒輪	やまば齒車
hinge	鉸鏈	ヒンジ

## I

Induction	感應 / 誘導	インダクション
Internal gear	環齒輪	内齒車

## J

joint pin	連接銷 ; 接頭銷	ジョイントピン
-----------	-----------	---------

## K

karakuri	機巧装置	からくり
knob	把手	ノブ
knuckle joint	肘接頭	ナックルジョイント

## L

lead	螺紋螺距	リード
lead block	導向塊	リードブロック
lever	手柄、臂桿	レバー
lever slider	臂桿滑動塊	レバースライダ
lifter	堆高機	リフタ
limit switch	限位開關 / 微動開關	リミットスイッチ
linear guide block	線性導引塊	リニアガイドブロック
link	連桿	リンク
load cell	荷重傳感器	ロードセル
location	定位臂桿	ロケーションレバー
location paw	定位爪	ロケーション爪
location wheel	定位輪	ロケーションホイール
lock lever	止動臂桿	ロックレバー

## M

magazine	裝填裝置 / 裝填座	マガジン
mechanical	機械的	メカニカル
mechanical chuck	機械的夾頭	メカニカルチャック
mechanism	機構	メカニズム
miter gear	傘型齒輪	かさ齒車
multiple screw	多頭螺桿	多条ねじ

## O

one-motion	單一動作	ワンモーション
oscillator	振動器	オシレータ
overrun	跑過頭、 越線	オーバーラン

## P

palette	棧板	パレット
photo electric sensor	光電感應器	光電センサー
pick & remover (P&P Unit) unit	撿取與移動 單元裝置	ピック&リ ムーバーユニット
pick-and-place unit	撿取與放置 單元機構	ピック&プレス ユニット
picking	撿取	ピッキング
pinion	小齒輪	ピニオン
pinwheel	銷輪	ピンホイール
piston	活塞	ピストン
piston rod	活塞桿	ピストンロッド
pitch	節距 節徑	ピッチ
planetary	行星	プラネタリ
planetary carrier	行星架	遊星キャリア
planetary pinion	行星小齒輪	遊星ピニオン
plot	結構	プロット
press Head	沖頭	プレスヘッド
press remover	沖壓移動	プレスリムーバ
pusher	推桿	プッシャー
pusher head	推送頭	プッシャヘッド

## Q

quenching shaft	淬火軸	焼入れシャフト
-----------------	-----	---------

## R

rack	齒條	ラック
rack-and-pinion	齒條小齒輪	ラックピニオン
ratchet	棘輪	ラチェット

ratchet wheel	棘輪	ラチェット ホイール
reverser	反向器	リバーサ
robo cylinder	Robo 氣壓缸	ロボシリンダ
robot (Flag keeper)	電動旗手	旗振りロボット (フラッグキー パー)
rocket	火箭	ロケット
rod guide	路徑導塊	ロッドガイド
roll	捲起來	ロール
roller	滾輪	ローラ
rope	繩子	ロープ
rotary Air	旋轉氣動	ロータリーエ
rotary gear cam	旋轉齒輪 凸輪	ロータリーギア カム

## S

scotch yoke	蘇格蘭軛	スコッチヨーク
sector wheel	扇形齒輪 (缺齒齒輪)	セクタギヤ
seesaw	翹翹板	シーソー
segment	駒	コマ
selector	選擇桿	レクタ
servo motor	伺服馬達	サーボモータ
shovel	鏟斗	ショベル
shrink	收縮	シュリンク
simple	簡單 / 簡便	シンプル
slad	滑槽塊	スラッド
slide	滑動	スライド
solar	太陽	ソーラー
solenoid	電磁開關	ソレノイド
spiral bevel gear	蝸線斜齒輪	はずばかさ齒車
spring pusher	彈簧推桿	スプリング プッシャ
sprocket	鏈輪齒	スプロケット
star	星星	スター
starter	起動桿	スタータ
stay	停留、保持	ステイ

stroke	行程	ストローク
stroke end	行程末端	ストロークエンド
sun gear	太陽齒輪	太陽齒車

## T

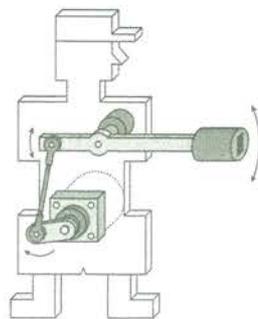
tilt conveyor	傾斜輸送帶	チルトコンベヤ
timing belt	正時皮帶	タイミングベルト
timing pulley	正時滑輪	タイミングプーリ
toggle	肘節	トグル
toggle link	肘節連桿	トグルリンク
top plate	頂板	トッププレート
trigger roller	觸發器滑輪	トリガローラ
trigger stopper	觸發器擋板	トリガストップバ
trunnion type cylinder	耳軸式 氣壓缸	トラニオン型 シリンダー
t-slot joint	T型槽接頭	Tスロットジョイント

## V

vacuum pad	吸住襯墊	吸杆パッド
------------	------	-------

## W

wedge	楔子	クサビ
weight	配重	ウエイト
work	工件	ワーク
worm	蝸桿	ウォーム
worm gear	蝸輪傳動 裝置、蝸輪組	ウォームギア
worm wheel	蝸輪	ウォームホイール



國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

「機巧裝置」機構設計應用圖典：從零開始也能實踐簡易自動化 /  
熊谷英樹著；陳坤賞譯。-- 臺北市：中衛發展中心，2018.12  
192面：19×26公分。-- (精實管理系列；21)  
譯自：必携「からくり設計」メカニズム定石集：ゼロから  
はじめる簡易自動化

ISBN 978-986-91998-8-9 (平裝)

1. 機構學 2. 生產管理

446.01

107017427

精實管理系列 21

## 「機巧裝置」機構設計應用圖典

從零開始也能實踐簡易自動化

作 者 熊谷英樹  
譯 者 陳坤賞  
審 校 中衛中心 TPM 顧問群  
發 行 人 謝明達  
總 編 輯 朱興華  
編 輯 委 員 陳耀魁  
企 劃 編 輯 葉神丑  
執 行 編 輯 林燕翎  
封 面 設 計 Javick 工作室  
內 頁 設 計 綠貝殼資訊有限公司

發 行 所 財團法人中衛發展中心  
登 記 證 局版北市業字第 726 號  
地 址 100 台北市中正區杭州南路一段 15-1 號 3 樓  
電 話 (02) 2391-1368  
傳 真 (02) 2391-1231  
網 址 www.csd.org.tw  
郵 政 劃 撥 14796325  
戶 名 財團法人中衛發展中心

書 系 代 碼 BT021  
總 經 銷 聯合發行股份有限公司／電話：(02) 2917-8022  
出 版 日 期 2019 年 5 月 2 刷  
定 價 NTD\$680 元  
I S B N - 13 978-986-91998-8-9

版權所有・翻印必究

Original Japanese title: HIKKEI「KARAKURI SEKKEI」MEKANIZUMU JOUSEKISHU  
by Hideki Kumagai

Copyright © Hideki Kumagai, 2017

Original Japanese edition published by The Nikkan Kogyo Shimbun, Ltd.

Traditional Chinese translation rights arranged with The Nikkan Kogyo Shimbun, Ltd.  
through The English Agency (Japan) Ltd. and AMANN CO., LTD., Taipei