

西元1784年 第一臺機械動力織布機。

## 知識快遞

蒸氣機的發明，除了改變製造生產的模式，同時也促進交通運輸業的快速發展。蒸氣輪船、蒸氣汽車、蒸氣火車相繼問世，大幅提高貨物的載運量，同時也加快國際間的商品交易，使世界貿易的規模與範圍迅速擴大。

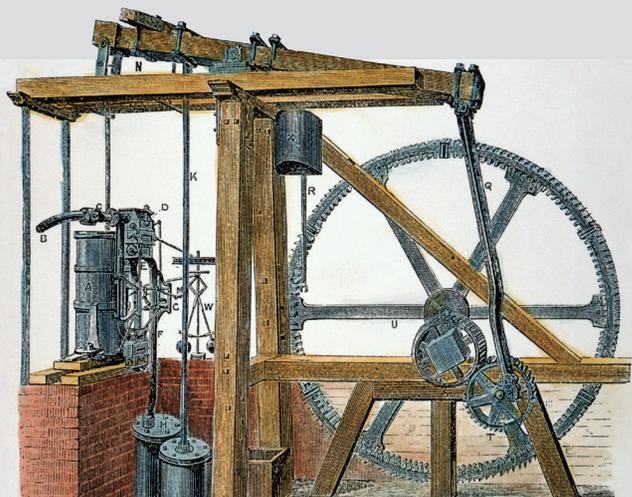
## 2 生產方式的演進

## ① 第一次工業革命

過去製造生產動力是靠人力、獸力、風力、水力。直到18世紀末瓦特改良蒸汽機（圖2-2-7），機械動力引起了一系列的重大改變，讓生產模式從手工勞動轉向機械生產。以紡織業來說，在過去是依靠人力捲線織布，人力需求量大、速度慢、產量低；在蒸汽機與織布機結合應用後，不但簡省人力需求，並且具有產量提高、品質提升、生產成本降低等優點（圖2-2-8）。

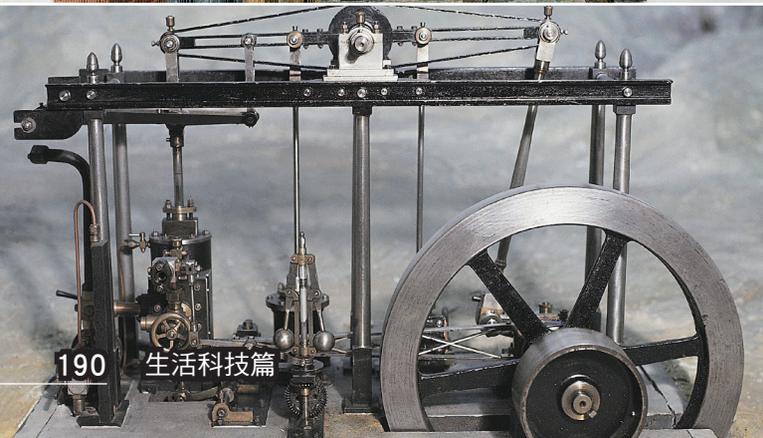
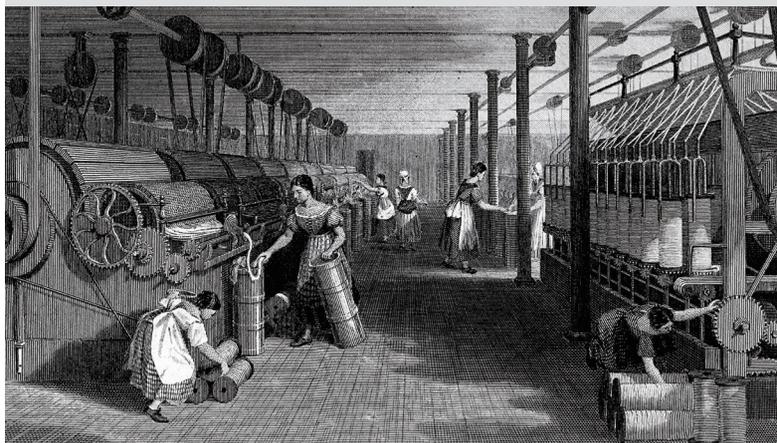
## 蒸汽機

▼ 圖2-2-7 瓦特改良後的蒸汽機，效率大幅提升，被廣泛應用在工廠中。



## 大量生產

▼ 圖2-2-8 蒸汽機提供穩定的動力，改善機器生產效率，並提高產量。



19世紀末 電力應用帶動生產線生產。

西元1870年 第一條生產線始於屠宰場。

## ② 第二次工業革命

19世紀末，電力的發明與使用，讓機械運作的動力來源有新突破。工廠進入大量生產模式，配合生產線組裝與管理（圖 2-2-9），產出大量規格標準化的產品。

零件標準化除了可以讓不同產品的零件互相流通使用，也可降低產品製造成本。例如：機車製造商製造新的車款時，會沿用其他車款的輪胎、螺絲等零件，來減少開發成本。另外，零件標準化還能減少製造成本，並增加零件的可替換性，有助於維修廠更換零件（圖 2-2-10）。

### 知識快遞

生產線是一種不間斷的生產流程，在產品生產過程中，利用輸送系統連續運送原物料、機械零件及完成組裝的貨物。

主題活動

通識概念

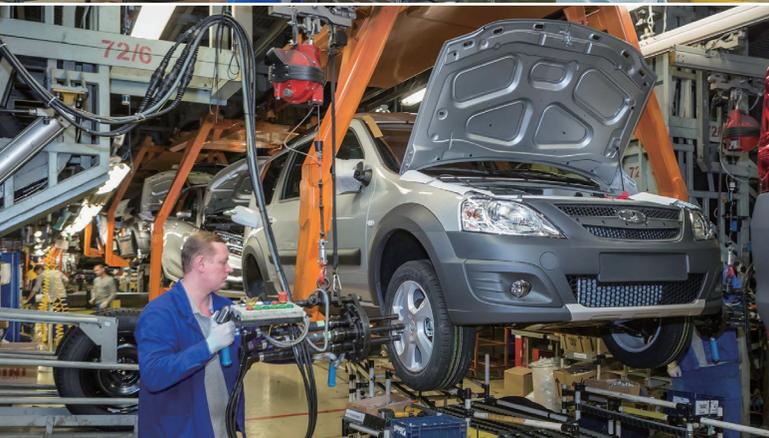
核心技能

測試修正

機具材料

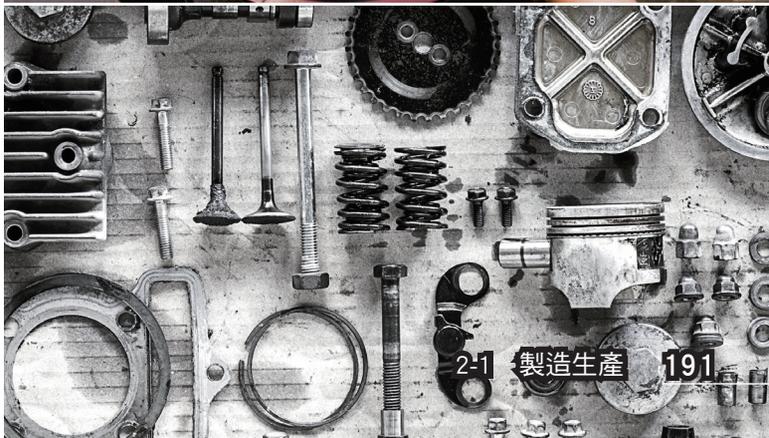
### 組裝生產線

▼ 圖2-2-9 在生產線上，每個人只負責組裝部分零組件，可縮短生產的時程。



### 零件標準化

▼ 圖2-2-10 使用規格標準化的螺絲，損壞時方便取得替換零件。



### ③ 第三次工業革命

隨著資訊科技的發展，生產作業精密控制的要求越來越多，技術和避開風險的需求也越來越高。

電腦自動化生產過程是以電腦輔助監控（圖 2-2-11），並以程式控制自動化機械來取代人力，進行精密控制作業，或風險較高的作業（圖 2-2-12）。例如：高溫鍛造、高壓衝擊、噴塗有毒液體等，都是危險不適合人類長時間作業的環境。

自動化機械取代人力的生產線，可以掌控產品的品質，穩定生產的良率，讓生產更有效率。

瓶裝橄欖油生產

▼圖2-2-11 從瓶身定位、注入橄欖油、鎖上瓶蓋，皆由電腦進行精密的控制。



機械手臂銲接

▼圖2-2-12 以機械手臂進行銲接，避免高溫與強光傷害人體。



近年來，少量多樣與客製化商品逐漸成為趨勢，為了降低開發模具的成本與時間，以數位加工機（CNC 工具機  與 3D 列印等）直接輸出產品的製造生產方式，開始蓬勃發展（圖 2-2-13、2-2-14）。數位加工機能整合設計製造流程，免去量產前開發模具的時間、工具、材料等成本。

### 知識快遞

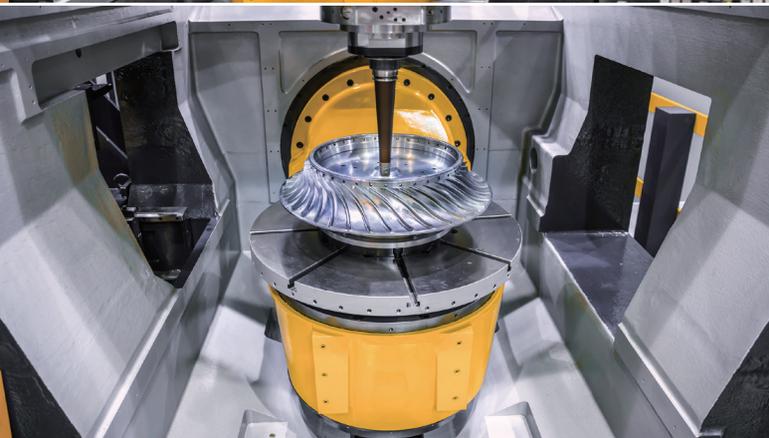
CNC（電腦數值控制，computer numerical control）工具機，是以電腦控制機械進行加工的機器。



3D 列印實際應用請見本章科技廣角 P.234。

### CNC 工具機

▼ **圖2-2-13** CNC 工具機可依照電腦指令控制刀具的移動路徑和方式，並藉由調整刀具設定的參數，微調產品細節，加工彈性較高。



### 3D 列印

▼ **圖2-2-14** 3D 列印是透過精密控制的列印頭，將產品逐層堆疊成形，因此不用模具就可製成實體。

