

科學圖書大庫

# 夾具學

譯者 徐萬椿

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

夾 具 學

譯者 徐萬椿

徐氏基金會出版

# 譯 序

本夾具學，原名 Jig and Fixture Design，係由美國工具工程師學會及美國紐約州職業實用技術學會所聯合出版，而由惠哲爾氏 ( Ewald L. Witzel ) 所編纂。Jig 原應譯為工模，鑽模，Fixture 則譯為夾具，但是由於兩者多用於大量生產，性質上有雷同之處，為簡化名稱起見，定名為夾具學。

本書早在 1947 年出版，正是第二次世界大戰結束之後不久。美國在該時節也正是大量生產達到巔峯狀態，而大量生產中，夾具之重要性尤甚於刀具。零件若不能精確、迅速、妥善之夾緊，施工將歸諸無用，是以夾具設計之重要，可想而知。原書係將大量生產中累積之夾具經驗，編輯成書，共含三大部門，即緒論之部，教學單元之部，與附錄之部。詳細內容已列於目錄，讀者自可一目瞭然。緒論之部分成六章，即：工具設計之介紹；鑽模與夾具之功用；工模與夾具之設計；如何設計工模與夾具；工具圖；及教學單元之描述。教學單元之部，分成五個大單元，實際共有三十個單元，列舉各種夾具之設計與作業。附錄之部，含有六種與夾具有關之實用資料，諸如對工具設計師之建議；工具製造之常用鋼料；工具製造所用鋼料之熱處理；鑽模導套；鑽模與夾具之構成零件；以及公差與裕度。原書分裝兩冊，此為上册，下冊則為工程圖說，對於機械工程從業人員，極具參考價值。

本書係以平易之筆法譯述，機械名詞悉以國立編譯館出版之機械工程名詞為準。惟以書成倉促，謬誤之處定然難免，尙祈先進賢達賜予指正，則幸甚矣。

徐 萬 椿 謹序

# 目 錄

譯 序  
原 序  
緒論之部

|       |               |    |
|-------|---------------|----|
| 第一章   | 工具設計之介紹       | 3  |
| 1.1   | 工具設計之目的       | 3  |
| 1.2   | 工具設計部門        | 3  |
| 1.3   | 材料與機器對工具設計之影響 | 4  |
| 1.4   | 產量對工具設計之影響    | 5  |
| 1.5   | 工具設計對產品之影響    | 5  |
| 1.6   | 工具設計師         | 6  |
| 第二章   | 鑽模與夾具之功用      | 7  |
| 2.1   | 應用鑽模與夾具之優點    | 7  |
| 2.2   | 鑽模            | 7  |
| 2.3   | 夾具            | 7  |
| 2.4   | 工模之種類         | 8  |
| 2.4-1 | 鑽模            | 8  |
| 2.4-2 | 開式鑽模          | 9  |
| 2.4-3 | 閉式鑽模          | 9  |
| 2.4-4 | 分度鑽模或旋轉鑽模     | 10 |
| 2.4-5 | 聯合鑽模          | 10 |
| 2.4-6 | 搪模            | 10 |
| 2.5   | 夾具之種類         | 10 |
| 2.5-1 | 銑用夾具          | 10 |
| 2.6   | 結論            | 12 |

**第三章 工模與夾具之設計**-----13

- 3.1 工模與夾具設計之主要因子**-----13
  - 3.1-1 有效操作**-----13
  - 3.1-2 工作物精度**-----14
  - 3.1-3 經濟與成本**-----14
- 3.2 設計之因素**-----14
  - 3.2-1 工作物必需正確定位**-----14
  - 3.2-2 工作物必需正確夾緊**-----15
  - 3.2-3 大型工具——重量與承手**-----15
  - 3.2-4 切屑間隙**-----16
  - 3.2-5 工模與夾具之材料**-----16
  - 3.2-6 工模與夾具之構造**-----16
  - 3.2-7 磨蝕零件之更換**-----16
  - 3.2-8 操作之安全**-----17
- 3.3 工模設計之性能因子**-----17
  - 3.3-1 鑽模導套**-----17
  - 3.3-2 鑽模支脚**-----17
  - 3.3-3 標準鑽模本體**-----18
  - 3.3-4 搪模**-----18
- 3.4 夾具設計因子**-----18
- 3.5 結論**-----19

**第四章 如何設計工模與夾具**-----20

- 4.1 零件之分析**-----20
- 4.2 初步計劃(草圖)**-----20
- 4.3 一鑽模設計之發展**-----21
  - 4.3-1 工作物之位置**-----22
  - 4.3-2 導套之安置**-----22
  - 4.3-3 定位工作物**-----22
  - 4.3-4 夾緊工作物**-----23
  - 4.3-5 本體之設計**-----24
  - 4.3-6 決定尺寸**-----25

|       |              |    |
|-------|--------------|----|
| 4.4   | 一夾具設計之發展     | 25 |
| 4.4-1 | 銑用夾具草圖之製作    | 26 |
| 4.4-2 | 定位工作物        | 26 |
| 4.4-3 | 夾緊工作物        | 27 |
| 4.4-4 | 應用特別設施       | 27 |
| 4.4-5 | 本體設計         | 28 |
| 4.4-6 | 決定尺寸         | 29 |
| 4.4-7 | 校核設計之間隙      | 29 |
| 4.5   | 作業大綱         | 31 |
| 4.5-1 | 工作物          | 31 |
| 4.5-2 | 鑽模導套         | 32 |
| 4.5-3 | 工作物之定位與支持    | 33 |
| 4.5-4 | 夾緊工作物        | 33 |
| 4.5-5 | 鑽模設計之特別設施及附件 | 34 |
| 4.5-6 | 夾具設計之特別設施與附件 | 35 |
| 4.5-7 | 工具本體(支持結構)   | 35 |
| 4.5-8 | 雜項考慮         | 36 |

## 第五章 工具圖 37

|       |             |    |
|-------|-------------|----|
| 5.1   | 資料介紹        | 37 |
| 5.2   | 工作圖之種類      | 37 |
| 5.2-1 | 總成圖         | 37 |
| 5.2-2 | 具有分開詳細圖之總成圖 | 37 |
| 5.2-3 | 總成圖與細節圖之聯合圖 | 38 |
| 5.2-4 | 具有部份細節圖之總成圖 | 38 |
| 5.2-5 | 構造總成圖或工作總成圖 | 38 |
| 5.3   | 工作圖之尺寸與註解   | 39 |
| 5.3-1 | 標題格式        | 39 |
| 5.3-2 | 變更記錄        | 40 |
| 5.3-3 | 材料單         | 40 |
| 5.3-4 | 標準註釋        | 41 |
| 5.4   | 工具圖繪製實務之描述  | 42 |
| 5.4-1 | 虛線          | 42 |

|       |         |       |    |
|-------|---------|-------|----|
| 5.4-2 | 尺寸      | ----- | 42 |
| 5.4-3 | 公差      | ----- | 43 |
| 5.4-4 | 鑽模導套之大小 | ----- | 43 |
| 5.4-5 | 光製      | ----- | 43 |
| 5.4-6 | 螺紋定寸    | ----- | 44 |

## 第六章 教學單元之描述----- 45

|     |          |       |    |
|-----|----------|-------|----|
| 6.1 | 教學單元之區分  | ----- | 45 |
| 6.2 | 基本原理系列   | ----- | 46 |
| 6.3 | 示範系列     | ----- | 46 |
| 6.4 | 作業系列     | ----- | 47 |
| 6.5 | 如何應用教學單元 | ----- | 47 |

## 教學單元之部

### 第一單元

|              |                    |       |    |
|--------------|--------------------|-------|----|
| 教學單元 ITD-BP1 | 簡單鑽孔樣板             | ----- | 51 |
| 教學單元 ITD-P1  | 鑽孔樣板 T-21462 之設計程序 | ----- | 56 |
| 教學單元 ITD-A1  | 鑽孔樣板 T-21464 之設計作業 | ----- | 68 |
| 教學單元 ITD-BP1 | 簡單角板銑用夾具           | ----- | 70 |
| 教學單元 ITD-P1  | T-21463 銑用夾具之設計程序  | ----- | 75 |
| 教學單元 ITD-A1  | T-21465 銑用夾具之設計作業  | ----- | 82 |

### 第二單元

|              |                    |       |     |
|--------------|--------------------|-------|-----|
| 教學單元 ITD-BP2 | 具有夾緊螺絲之板式鑽模        | ----- | 85  |
| 教學單元 ITD-P2  | T-21466 鑽模之設計程序    | ----- | 89  |
| 教學單元 ITD-A2  | T-21468 鑽模之設計作業    | ----- | 96  |
| 教學單元 ITD-BP2 | 銑床老虎鉗顎夾            | ----- | 98  |
| 教學單元 ITD-P2  | T-21467 老虎鉗顎夾之設計程序 | ----- | 102 |
| 教學單元 ITD-A2  | T-21490 老虎鉗顎夾之設計作業 | ----- | 110 |

### 第三單元

|              |                 |       |     |
|--------------|-----------------|-------|-----|
| 教學單元 ITD-BP3 | 具有夾板與腿之板式鑽模     | ----- | 113 |
| 教學單元 ITD-P3  | T-21469 鑽模之設計程序 | ----- | 117 |

|             |                 |          |
|-------------|-----------------|----------|
| 教學單元 ITD-A3 | T-21470 鑽模之設計作業 | -----129 |
|-------------|-----------------|----------|

## 第四單元

|              |                    |          |
|--------------|--------------------|----------|
| 教學單元 ITD-BP4 | 跨銑夾具               | -----131 |
| 教學單元 ITD-P4  | T-21471 銑用夾具之設計程序  | -----136 |
| 教學單元 ITD-A4  | T-21474 銑用夾具之設計作業  | -----143 |
| 教學單元 ITD-BP4 | 槽式鑽模               | -----145 |
| 教學單元 ITD-P4  | T-21472 鑽模設計程序     | -----149 |
| 教學單元 ITD-A4  | T-21475 鑽模設計作業     | -----157 |
| 教學單元 ITD-BP4 | 角板式攻螺絲夾具           | -----159 |
| 教學單元 ITD-P4  | T-21473 攻螺絲夾具之設計程序 | -----163 |
| 教學單元 ITD-A4  | T-21476 攻螺絲夾具之設計作業 | -----167 |

## 第五單元

|              |                   |          |
|--------------|-------------------|----------|
| 教學單元 ITD-BP5 | 夾於老虎鉗之銑用夾具        | -----170 |
| 教學單元 ITD-P5  | T-21477 銑用夾具之設計程序 | -----175 |
| 教學單元 ITD-A5  | T-21479 銑用夾具之設計作業 | -----180 |
| 教學單元 ITD-BP5 | 鑽孔及裝配聯合工模         | -----182 |
| 教學單元 ITD-P5  | T-21478 鑽模設計程序    | -----187 |
| 教學單元 ITD-A5  | T-21480 鑽模設計作業    | -----196 |

## 附錄之部

|      |              |          |
|------|--------------|----------|
| 附錄 A | 對工具設計師之建議    | -----201 |
| 附錄 B | 工具製造之常用鋼料    | -----206 |
| 附錄 C | 工具製造所用鋼料之熱處理 | -----221 |
| 附錄 D | 鑽模導套         | -----233 |
| 附錄 E | 鑽模與夾具之構成零件   | -----240 |
| 附錄 F | 公差與裕度        | -----310 |

圖表之部

第一單元 ----- 325

    A. 典型工具設計問題

        零件圖 11347 ----- 326

        生產計劃 零件 11347 ----- 327

        工具圖 T - 21462 ----- 329

        工具圖 (三張) T - 21463 ----- 330

    B. 設計作業

        作業零件圖 11348 ----- 333

        作業生產計劃 零件 11348 ----- 334

第二單元 ----- 337

    A. 典型工具設計問題

        零件圖 11349 ----- 338

        生產計劃 零件 11349 ----- 339

        工具圖 (二張) T - 21466 ----- 341

        工具圖 T - 21467 ----- 343

    B. 設計作業

        作業零件圖 11350 ----- 344

        作業生產計劃 零件 11350 ----- 345

第三單元 ----- 347

    A. 典型工具設計問題

        零件圖 11351 ----- 348

        生產計劃 零件 11351 ----- 349

        工具圖 (三張) T - 21469 ----- 351

    B. 設計作業

        作業零件圖 11352

        作業生產計劃 零件 11352 355

第四單元-----358

A. 典型工具設計問題

|          |           |       |     |
|----------|-----------|-------|-----|
| 零件圖      | 11353     | ----- | 359 |
| 生產計劃     | 零件 11353  | ----- | 360 |
| 交替生產計劃   | 零件 11353  | ----- | 363 |
| 工具圖 (三張) | T - 21471 | ----- | 365 |
| 工具圖 (三張) | T - 21472 | ----- | 368 |
| 工具圖      | T - 21473 | ----- | 371 |

B. 設計作業

|        |          |       |     |
|--------|----------|-------|-----|
| 作業零件圖  | 11354    | ----- | 372 |
| 作業生產計劃 | 零件 11354 | ----- | 373 |

第五單元-----377

A. 典型工具設計問題

|          |              |       |     |
|----------|--------------|-------|-----|
| 零件圖      | 11355        | ----- | 378 |
| 零件圖      | 11355 - A    | ----- | 379 |
| 生產計劃     | 零件 11355     | ----- | 380 |
| 生產計劃     | 零件 11355 - A | ----- | 383 |
| 工具圖 (三張) | T - 21477    | ----- | 384 |
| 工具圖 (三張) | T - 21478    | ----- | 386 |

B. 設計作業

|        |              |       |     |
|--------|--------------|-------|-----|
| 作業零件圖  | 11356        | ----- | 389 |
| 作業零件圖  | 11356 - A    | ----- | 390 |
| 作業生產計劃 | 零件 11356     | ----- | 391 |
| 作業生產計劃 | 零件 11356 - A | ----- | 394 |

# 緒 論 之 部

## 2 夾具學

# 第一章 工具設計之介紹

工具設計乃是一種創作與發展工具、夾具、及設施之方法，使能有效而經濟製造一種產品。此包括工具之計劃與設計，以及工作圖說之準備，以便製作工具。

工具設計，係基於工具機之知識，基於工具機之能量、性能，以及其應用之知識。對工具機之瞭解，包括應用於機器甚多種標準小型工具與附屬配件之知識。

在製造經濟而大量生產可互換零件，工具機只具有切削工具與標準小型工具，仍然不足。因之，善為計劃，仔細設計，精確製造之特別工具，以補助現有之設備，甚為重要。此係工具設計師之工作，以設計特別工具，諸如鑽模、夾具、規矩、切削工具，以及衝子與模具即是。

## 1.1 工具設計之目的( The Purpose of Tool Design )

工具設計，最重要之目的大致包括如下：

1. 設計工具，係為經濟生產複製零件之用。
2. 以發展改良複式刀具，增加現有工具機之產量。
3. 設計特別工具，使對一特別工作物得到所需之精確度。
4. 發展額外之設施，使一工具機能作額外之操作。
5. 選擇材料，使得最長之工具壽命。
6. 使設計具有安全無比而能防止不當使用之特徵。
7. 使工具設計具有安全保障，而使操作者具有最大之安全性。

簡言之，工具設計之目的，則在創造特別之工具，機器、附件，以及其他之設施，使能協助零件之經濟製造。

## 1.2 工具設計部門( The Tool Design Department )

在任何工業公司之工具設計部門，其主要之責任則在供給特別工具製造所需之設計、規格，以及其他資料。

工具設計部門之功能，乃在與工廠內各部門取得合作，其職責之程度，則以部門之組織與所製產品之性質及種類而定。在大工業組織，則有一定之職責分交與若干部門，使能達成生產。圖 1 所示之表，指出此等部門組織之情形。

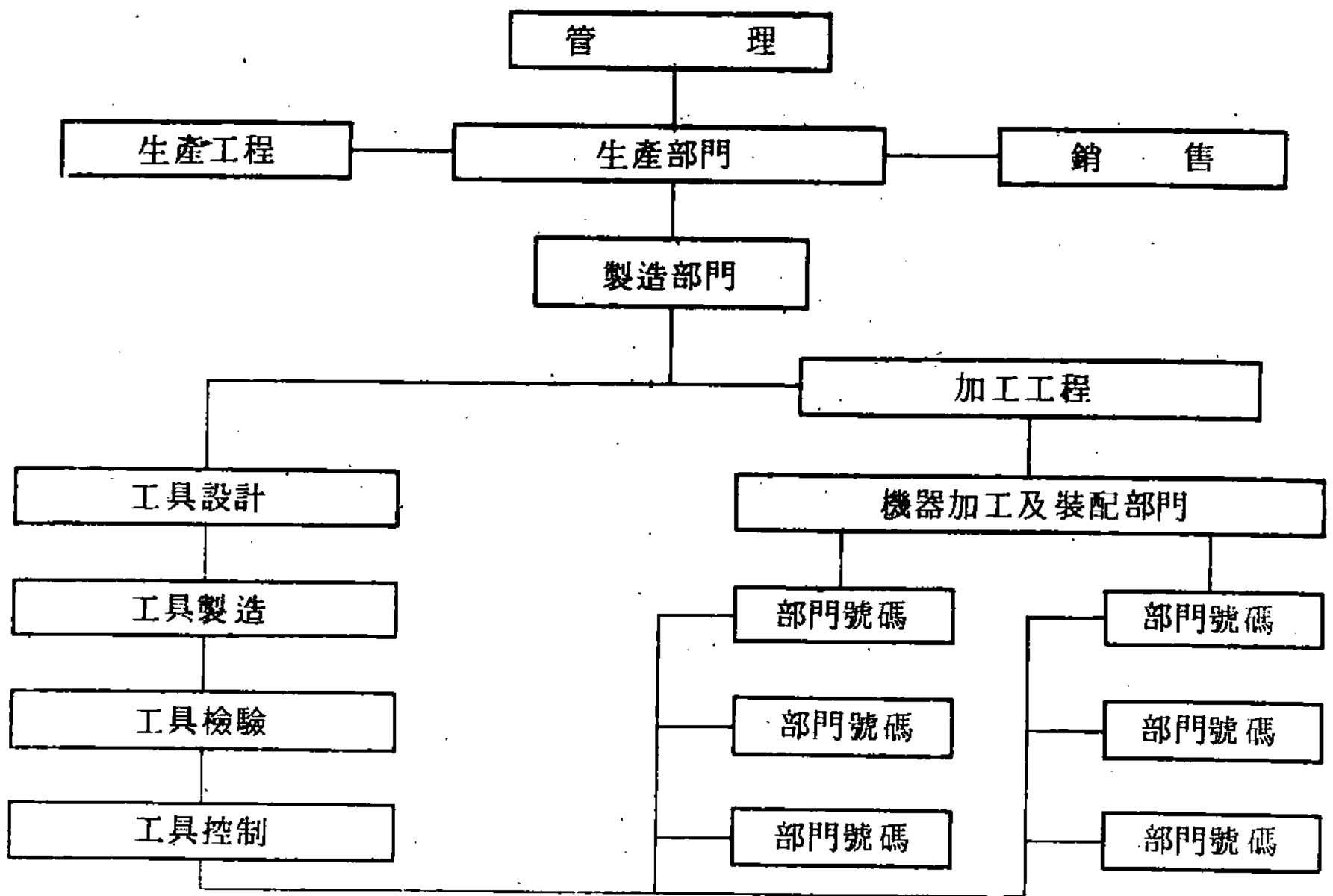


圖 1-1 部門之組織

管理部門決定所欲製造之產品後，經由各個工程部門之合作與協調，工具設計部方始得到零件之圖說，製造方法之規格，以及其他製造產品所必需之數據。由此等資料，工具設計部門即開始發展所需工具之設計。工具製造部門得到工具圖說與其他工具構造重要之資料後，即製造工具。當工具已經製就，並經檢驗後，即送至生產部門，用以製造產品。

### 1.3 材料與機器對工具設計之影響 (Materials and Machines Affect Design of Tools)

工具之設計，係受到所加工工作物性質之影響。此項工作物之性質，包括材料之種類，材料之性質，以及所供材料之形狀。

工作物之材料，可指定為鋼廠材料、鑄件，或鍛件。片狀材料、條狀材

料、桿狀材料，以及管狀材料之尺寸，通常均在一定之公差以內，而鑄件與鍛件則較鋼廠材料在尺寸之公差誤差為大。每一類材料，其表面之性質亦有差異。又，粗鑄件之表面，亦不若鋼廠材料表面之均勻。工作物所製之材料種類，其導致工具磨蝕之程度亦各不同，除非磨蝕抵抗之性質已在特別工具設計中考慮者，又當別論。當考慮一工作物之性質時，其不同等級材料之變化，甚為重要，因為此對工具設計有決定性之影響。

為一工作物作加工規格分析時，對於進行加工操作已有之機器工具設備，必予考慮之。在一工業工廠，對金屬或其他材料加工之機械設備，通常可為下列任何機器：各種車床、螺絲機器、鑽床、銑床、拉床、磨床、衝床，以及由若干基本機器工具所配合之特別機器。

工具機，一般而言，主要者具有三種目的：

1. 固定所加工之工作物或零件。
2. 固定切削刀具或工具。
3. 在加工操作中，以一定控制之尺寸關係，將運動傳給切削刀具，或傳給工作物，或傳給切削刀具及工作物。工作機之構造，可以調節切削速度，以及調節刀具與工作物之間之進給運動。

工具機之能量，則可限制一特別工具之大小與比例。一特別機器作一指定操作之能量，乃是工具設計之一控制因子。當設計工具時，最重要者應考慮材料與機器設備。

#### **1.4 產量對工具設計之影響( Quantity of Product Affects Design of Tools )**

零件生產之數量，對於工具之設計，定然具有影響。當一產品需要大量生產時，則工具之成本，通常均為大量生產之經濟效應所吸收之。在此等情形，則工具之設計使能在加工操作中節省小量之時間，值得考慮。此等工具，應具有最大之磨蝕性能，以抵抗長期艱苦之使用。

當某一零件只需作小量生產，則特別工具之成本，可能得不償失，應簡化其困難之製造方法，除非複製零件必需有某種精確度與互換性，自當別論。在此等情形，應發展廉價工具，作為短期生產之用。

#### **1.5 工具設計對產品之影響( Tool Design Affects The Product )**

在甚多方面，工具設計對於產品具有直接之影響。

**A. 生產成本之降低**

1. 經由製造方法之改良，生產量可大為增加。
2. 設計廉價工具，以適應低產量之需要，從而可降低成本。

**B. 精密零件之複製，可經由控制精度而得之**

1. 由一般操作者之應用特別工具，可以達成精度增加與精度控制。
2. 應用特別之規具，可以檢驗零件之精確度，此可保證零件之互換性。
3. 裝配操作可予簡化，選擇配合可以減至最少。

**C. 產品本身之設計，可以改善**

1. 通常，特別形狀之零件，無有特別之工具，即不能製造。在此種情形，工具設計師對於產品之改善特別重視。
2. 有經驗之工具設計師，常能建議重行設計一零件或一產品，而大事簡化其製造。

工具配合生產要求之有效性，對於產品之有效與經濟產量，具有直接之影響。

## **1.6 工具設計師 ( The Tool Designer )**

工具設計師所作之草圖或圖說，只是表示彼之意念圖解而已。在大設計部門，彼之圖說在作最後決定之前，常需受到核定。不過，在較小之設計部門，工具設計師之工具設計，常需其自行決定。此工具設計師，亦尙有其他之責任，諸如採購材料，指揮工具製造者，以及檢驗完成之工具。在大型工廠，此等責任通常由其他部門所進行。

不過，在多數情形，工具設計師之主要任務，則為依據所欲之加工規格，規劃與設計每一特別工具之細節。與工具製造命令俱來者，工具設計師應取得製造產品之藍圖與工程數據。工具設計師應分析此項資料，構成意念，並發展一種設計，以最有效與最經濟之情形配合工具所有之要求。

欲完成上述之目的，工具設計師必需具有平面三角之數學知識，製作草圖或機械製圖之能力，一種發明之意念，以及對金工作業或相關工業新製造方法之徹底瞭解。

## 第二章 鑽模與夾具之功用

鑽模與夾具之主要功用，則為工作在進行中時，使工作物正確定位與正確固定。鑽模與夾具，含有引導、支持、夾固，及規測所必需之設施，使在鑽模與夾具中所生產之所有零件均相似，並在指定之限度以內。

### 2.1 應用鑽模與夾具之優點 ( Advantages In The Use of Jigs and Fixtures )

鑽模與夾具之應用，可協助降低大量生產零件之製造成本。當互換性與精確度為重要之因子時，則應用鑽模與夾具最為有利。縱然生產量有限，應用鑽模與夾具以生產相同之產品或可互換之產品，亦屬值得。應用鑽模與夾具之另一個優點，則為不必以熟練之技術工人操作特別工具。

### 2.2 鑽 模 ( Jigs )

一鑽模乃是一種固定或支持一加工零件之設施，或為置於欲加工零件之設施。鑽模為一種生產工具，其構造不獨可定位與固定工作物，並可在操作進行時引導切削工具。鑽模通常裝有加硬之鋼襯套，以引導鑽頭或其他切削工具。

通常，小鑽模並不固定於鑽床工作台。不過，鑽孔在 $\frac{1}{4}$ 吋以上時，通常必需將鑽模固定於工作台。

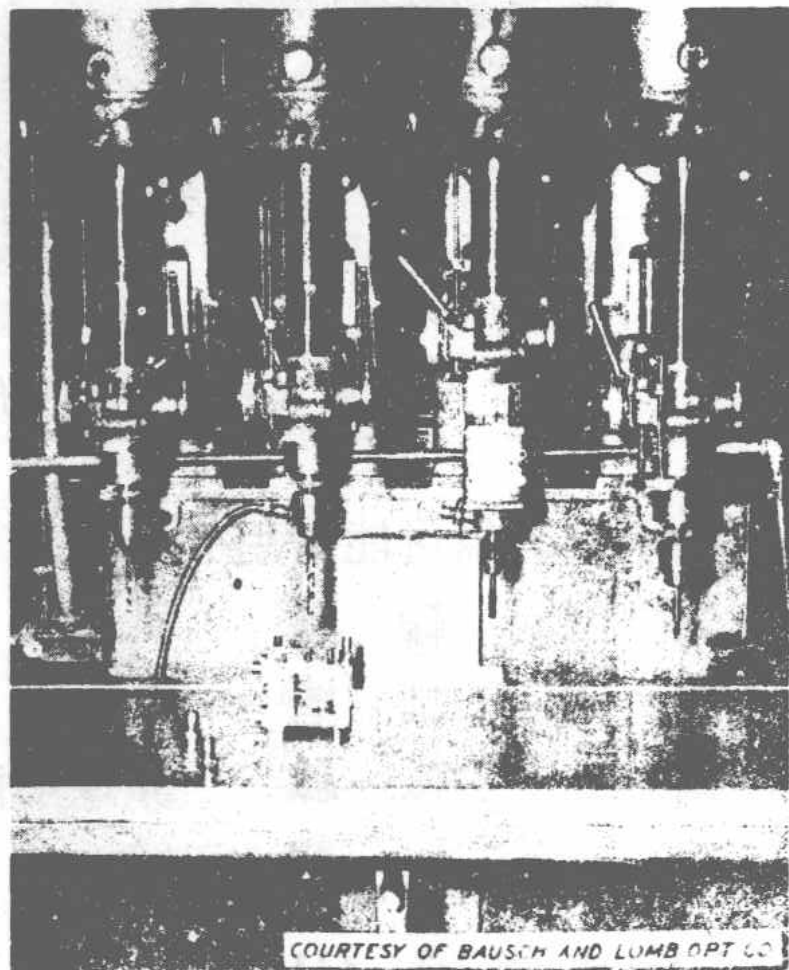


圖 2-1 在鑽模作鑽切操作

### 2.3 夾 具 ( Fixtures )