



奇贈

430116

# 學藝工模製鍛

上冊

尤乙照合編  
鄧繼禹

東亞文化協會藏書	
卷號	871
	4301
登記號	1068
民國 昭和	年 月 日收到



# 學藝工模製造

上冊

編合 照禹 乙繼 尤鄧



民國參拾年壹月九日 收到

## 工 藝 學 目 次

## 第一編 鍛造工藝學

第一章 鍛造，用料之選擇	1
1. 說明鍛造	1
2. 鍛造用料	1
3. 熟鐵及鋼之製造	2
4. 鐵與鋼之組織 顆粒 純鐵 熟鐵 鋼	10—9
5. 鋼之識別 顯微鏡分析 火花試驗 斷折試驗	11—12
6. 鋼內之雜質 碳 矽 磷 硫 錳 特種元素 氧化物及雜質	13—14
7. 鋼鐵內碳之融合 凝結及熔解 臨界溫度 臨界點之位置 臨界點之原因 組織變更 結晶 (Hypo-eutectoid) 鋼 (Eutectoid) 鋼 (Hypereutectoid) 鋼 鑄錠	14—18
第二章 鍛工廠設備	21
1. 加熱裝置 鍛鐵爐 熱爐	21—24
2. 普通工具 手錘 雙手錘 鐵砧 鐵鉗 縮削錘 型錘 套錘 熱鑿子 冷鑿子 及點鑿子 型塊 他種工具 測度	25—31
3. 鍛械工具 落錘 氣錘 汽錘 錘頭 型錘 板梢及低槽工具 壓機 彎鐵機 膨脹機 軋壓設備 起重機	31—38
第三章 鍛造之影響	40
1. 鍛造之冶金影響 IA, 熱鍛 化學成分變更 分子分佈變更 顆粒大小變更 鍛造溫度 加熱太急 外部太冷 IB. 冷鍛	40—48
2. 鍛造之機械影響 成形 修整 引伸 膨脹 衝孔 彎成角形 彎成方角 彎成圓形 彎成眼孔 扭轉	49—55

3. 鍛件之強度	55
第四章 應需材料之計算	57
1. 計算法	57
2. 角形及彎曲形 角形 圓形 U形 環形 雙環形 鍛接裕度	75—59
3. 不整形 加工 曲軸 雙曲軸 連桿端 關節 叉形連桿 叉形樞子 窩臼樞子 分裂工作 擴張眼孔 無接圈 鍛造殼 起動桿	60—70
第五章 鍛接及銲合 鍛接	72
1. 鍛接之總綱 鍛接之定義 燃料 鍛接熱 鐵鱗 熔劑 造成接合斜面 鍛接方法	72—73
2. 堆接鍛	73
3. 搭接鍛 扁件搭接鍛 圓件搭接鍛 鍊環	73—75
4. 對接鍛 跳接鍛	75—77
5. 叉接鍛 厚件叉接鍛	77
6. 鍛接工具鋼	78
7. 機械鍛接	78
8. 鍛接中之顆粒	78
銲合	79
9. 銲合之本性	79
10. 錫銲合	80
11. 黃銅銲合	81
第六章 各種鍛造	83
普通鍛造	
1. 起重鉤	83

2. 螺釘頭.....	85
3. 鐵勺 鍊止 冷縮配合 管之彎曲 汽錘工作 特種無接頭 平鍛上之穀形 圓拔情形 車輛用橫桿吊承.....	86—94
3. 複雜工作 有向內彎端之片環 盤簧.....	96—97
4. 型打鍛造 材料之檢驗 所用型模.....	98
5. 工具鍛造 冷整子 啤整 圓鼻鑿刀 切刀 鑿孔刀 金鑽石 尖刀 邊刀 修整刀 平鑽.....	100—107
第七章 熱處理.....	108
1. 弱鍛 正常化 球形化 經冷鍛之鋼.....	108—109
2. 硬鍛 披哈烏氏 淬火.....	110—112
3. 強鍛 氧化鐵顏色.....	113—115
4. 硬鍛與強鍛合併舉行法.....	116
5. 高速鋼及其熱處理.....	117
6. 表面硬化 硝化鉀表面硬化法 骨粉表面硬化法 部份表面加 硬化法.....	118—123
7. 氮化.....	124
8. 由熱處理增加強度.....	125

## 第二編 製模工藝學

第一章 材料及工具.....	127
1. 引言.....	127
II. 製模用材料.....	128
1. 所用木料.....	128
乾木法(A)自然乾木法(B)水中乾木法(C)蒸氣乾木法(D)熱空氣 乾木法(E)熱油乾木法.....	129—130

2. 木之收縮	130
3. 辨別木材良否之法如下	131
4. 木之朽腐	131
5. 木之保存法	131
6. 木之乾濕檢定法	132
7. 所用金屬	132
8. 木料之變形	132
III. 製模用工具	134
1. 切割手工工具 縱鋸 背鋸 規鋸 中國鋸 鉋 平鉋 單線 鉋 圓鉋 軸鉋 扁鑿 掘鑿 圓鑿 鑽孔工具	134—143
2. 測度工具 斜規 尺 分割工具 割規 分規 梁規 徑 規	145—150
3. 雜項小工具 手錘 趕錘 剪鉗 木鏢 油石 磨石	150—153
4. 機械工具 木工銼床 銼床用之平面板 銼床用之圓鑿 銼 床用之斜鑿 銼床用之刮刀 圓鋸機械 帶鋸機械 手鉋床 切削機械 萬能木工洗床 金屬工作機械	154—163
第二章 製型實際工作及鑄模構造裕度	164
I. 製型實際工作	164
1. 普通製型法 型框之使用 中空鑄件之型心 分離模之製 型法	164—165
2. 上型突出以就實形模法 簡單圓柱體 有輻輪 有孔軸箱 蓋	166—167
困難模之製型法 (1)用濕砂澇者 (2)用散件澇者 (3)用乾砂型 心者	167—169
II. 鑄模構造之裕度	171

1. 冷縮	171
2. 拔模斜度 拔模斜度之變量 拔模斜度之樣板	171—172
3. 修整	173
4. 酌定裕度之實例	174
第三章 簡單實形模	175
I. 整塊模	175
1. 用濕砂型心者 型心	175
2. 代表式之製造 用乾砂型心之襯套	175
3. 模之成形工作	177
4. 型心匣之製造法 切削圓柱形部法 直角法 鑿削拔削部法 公認之較妥善法	177—179
5. 完成工作 塗蟲膠漆片 砂紙研磨 塗顏色 最後修整工 作	179—182
II. 分離模	182
1. 假設之條件	182
2. 製造方法 安裝合訂 應注意各點 需要耐久之構造 型心 匣完成工作	183—186
III. 連繫方法	186
1. 膠合 釘之使用 膠之種類 調製 敷膠	186—187
2. 夾住 螺旋銼之使用 壓力之調整	188
第四章 組合模及平背模	189
A. 組合模	189
I. 副軸皮帶輪	189
1. 對於特別尺寸者之構造 尺寸內之裕度	189
2. 輪幅 接筈 區劃 成形	190—191



3. 輪齒構造	191
4. 散殼之使用 內圓角	192—193
5. 型心座	193
II. 標準皮帶輪	193
1. 構造方法 鐵模	193
2. 輪之母模 冷縮裕度 構造	193—194
3. 輪幅 形式 尺寸	194
4. 提模板 使用 木模	194—195
5. 殼	195
6. 起模板 安置	195—196
7. 標準型心座 庫存尺寸	196—199
8. 散件之標記	200
9. 模上之字	200
III. 用大型心製型之皮帶輪	200
1. 製型法	200
2. 幅型心	201
3. 殼端型心	202
4. 突緣型心座	203
5. 轉刮板	203
6. 製型法	204
B. 平背模	205
I. 箕形引擎曲柄	205
1. 構造	205
II. 圓盤曲柄	206
1. 構造 圓盤 輪 殼 均衡重 內圓角	206—208

III. 內圓角.....	208
1. 習用.....	208
2. 冷縮效應.....	208
3. 種類 木 臘及芥 油灰.....	208-209
4. 尺寸.....	209
第五章 經濟製造法及複雜型心法.....	211
A. 經濟製造法.....	211
I. 用乾砂型心以減機械工作之例.....	211
1. 平面板 型心座在下型框內 構造 腹 裂型.....	211-212
II. 簡化工作之例.....	212
1. 丁字管接 端部連繫法 裝製於搬床法 連結 型心匣 a 肘管接 雙模 型心匣 支持之型心.....	212-216
2. 回管結.....	216
3. 螺旋夾盤.....	217
4. 深突緣 木料之準備.....	218-219
5. 大圓柱體 中空製造法.....	220
B. 複雜型心法.....	221
I. 球形瓣.....	221
1. 球形之構造 樣板之使用.....	221
2. 球形之支體.....	223
3. 二部份型心.....	223
4. 烘乾用架.....	224
5. 填料函及機帽 型心匣 烘乾用圈.....	224-225
6. 各種小件.....	225
II. 汽機汽缸.....	226
1. 模之式樣.....	226
2. 汽缸模.....	227

3. 型心匣 汽缸 汽機 出汽路 汽路	228
4. 製造之便利 分離汽櫃	229
第六章 正齒輪 斜齒輪及柱	231
I. 正齒輪	231
1. 需要準確之齒 機械製齒	232
2. 齒 形式 連繫方法	233
3. 柄及幅	236
4. 製齒 分成齒之位間 齒樣板 鋸割及切削	234—236
5. 實心小齒輪	236
II. 斜齒輪	236
1. 組合構造	236
2. 柄	237
3. 幅 散件	238
4. 齒之配合 中心線曲尺之使用 連繫 樣板	238—240
III. 柱	240
1. 模	240
2. 型心	240
3. 墊模板	240
第七章 濕砂型心匣 空心模圈，貼型板	242
I. 濕砂型心匣	242
1. 濕砂型心法之適宜範圍	242
2. 管之模	242
3. 濕砂型心匣 型心匣之構造 支模棍之使用柄 小軸	242—247
II. 空心模圈	247
1. 特性製造 輻軸模 製模板 空心模圈	247—249
2. 型框構造 中型框 下型框 上型框 內型心	249—251
III. 貼模板	253
1. 模之裝置 貼模板之尺寸	253—254
2. 嵌模板	255—256

## 工 藝 學

## 第 一 編 鍛 造 工 藝 學

## 第 一 章 鍛 造 用 料 之 選 擇

1. 說明，鍛造 (forging) 乃將金屬在熱或冷時改變其形之工藝也，鍛造可由下列三種著稱之方法行之：

(1) 錘擊，(hammering) 係用汽錘，落錘，氣錘，或手錘之壓力完成之，被鍛造之金屬大都均須熱者。

(2) 迫壓，(Pressing) 係用水壓機或機械壓機之壓力完成之，用水壓機時，被鍛造之金屬大都均須熱者。用機械壓機時，被鍛造之金屬大都可為冷者。

(3) 軋壓，(rolling) 係用兩軋軸間之壓力完成之，兩軋軸須裝置接近，使金屬被擠過其間即能改成應需之形。凡等形橫剖面之件，如條，橫樑，軌，桿及他種形件，均能以此方法鍛造之，但每變換一種形件即須更換一套軋軸，由此方法，其被鍛造者如係大件而意減小甚多必須熱者；如係薄件，其面上又甚純潔，且已近完成之形可為冷者。抽絲與冷軋係依據同一理由而完成其工作，如第一圖所示即為一桿被抽過一錐形孔以減小其橫剖面之狀況。

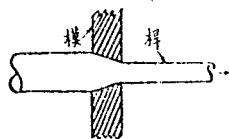


圖 一

2. 鍛造用料，凡金屬在普通熱度係可塑者，或加熱後能令可塑者均能鍛造，茲將



黃金及銀，此二種金屬無論其為純粹與否均極易鍛造，但僅堪作為裝飾品之用。

銅 銅能冷鍛，即使變硬亦可用熱處理令軟。凡鍛件之需要傳電性佳，或抗銹性強者應用此種金屬鍛造。

莫奈而合金 (monel metal 或名蒙銅)。此係銅與鎳 (nickel) 之合金無論冷熱均極易鍛造。凡機械或建築部分之需有抗銹性而又須力強者，如汽輪葉片，唧筒活塞桿，汽船螺旋槳，及食物製造廠之設備等均用之。

鋁 (Aluminum)，鋁在熱或冷時均能鍛造。遇有需要質輕而其抗銹性之鍛件，如飛機所用者，即用鋁充之。

硬鋁 (Duraluminum)，此係鋁與銅之合金，具有鋁中所無之性質如時硬 (age hardening)，在華氏及 1000 度時可鍛造，用於飛機製造，如機軸箱等。

黃銅 (Brass) 及青銅 (Bronze)。此二種合金內之主要部分為錫與鋅，均能冷鍛，具有與銅相同之性質。

熟鐵 (Wrought iron) 及鋼 (Steel)。金屬中被鍛造者以鐵與鋼之數量為最大，故本編中所述者偏重於熟鐵及鋼。為助學者得正確選擇用料起見，特將熟鐵與鋼之製造簡述於後。

3. 熟鐵及鋼之製造。材料之製造程序影響於其出品之組織及性質甚鉅，吾人必須選擇佳料用為鍛造重要之件，即購價較昂應所不吝。往往有甲乙二鋼，其化學成分相同，因其所用原料，工作方法，及製造設備之不同，大異其用者。

原料 製造熟鐵與鋼所用之原料為礦砂。礦砂為一種氧 (oxygen) 與鐵暨他種雜質如磷 (Phosphorus)，矽 (silicon)，錳 (manganese) 等之混合物，可簡稱之曰氧化鐵。礦砂經過化鐵爐之熔煉成為生鐵 (Pig iron)，再將生鐵精煉始成熟鐵或鋼。

化鐵爐 (Blast Furnace)，化鐵爐係一豎立之圓形建築，外裹以銅殼，內砌以火磚。置礦砂與木炭或焦炭於此爐中，加以熔劑如石灰石 (limestone) 或黏板巖 (argilite)，鼓入空氣，礦砂即熔解，令室化鐵改成內含碳 (carbon) 及他種雜質之鐵，經如此熔煉後其化學成分約如下列。

生鐵之化學成分

原素	百分數
鐵	91.00 - 94.00
矽	3.50 - 4.50
錳	0.018 - 0.10
硫	0.03 - 0.10
磷	0.03 - 0.10
矽	0.25 - 3.50

自爐內注出之熔液可遷移入煉鋼場即供煉鋼之用，或則注入沙模或鐵模令其自冷成爲市上所售之生鐵。生鐵得由煉鋼場或捲煉場 (Puddling mill) 煉成鋼或熟鐵，或供開砂之用。生鐵含矽太多，含他種雜質亦不少，無可塑性，不合鍛造之用。

熟鐵，熟鐵或稱鍛鐵係由捲煉爐煉成者。置生鐵於此爐中，用極煤燒至熔點，令其久沸。此時爐內漸起氧化作用，將生鐵內之矽及其他雜質氧化而燒却。爲免熔渣上浮有礙鐵與火焰之接觸致妨氧化作用，工人於作業時常用鐵桿入鐵中攪拌，當矽、矽及錳去盡時鐵即不復爲熔液而成凝固漿狀，是謂純鐵，生鐵之熔點爲華氏表 2150 度，此種純鐵須熱至 2800 度方能溶解。

在此凝固漿狀時，將鐵與熔渣（即氧化雜質）攪之，成大小適當之球，錯出，置於榨機（*queezer*）中榨之，多量之熔渣遂爲榨去，使鐵較爲緻密，結成堅塊。將此項塊塊用軋機製成胚條（*muck bar*），但尙不能視爲商品，須再加精製。

精製之法係將此項胚條堆砌於一爐中燒至鍛接熱度，再用錘或錘擊使成商品條，鐵經工作愈多其優良程度愈增，在鍛接熱度時加以工作更能增加除去熔渣之機會。鐵中殘留之熔渣已因工作而形成長而薄之纖維熟鐵，經此精製後可用以製造高等螺釘，練條鐵應需有軟性（*softness*），延性（*ductility*）及鍛接性（*weldability*）之機械部分，其抗牽引力（*tensile strength*）約爲每方吋 40,000 磅，其延性約當減小橫剖面百分之四十。此鐵之組織極爲纖維狀，具有明顯之方向性，即順其纖維之方向受力可多，如所加之力

與其方向適成直角，其抗牽強度必大減少，計劃者對於此點應重加意之。

鋼，鋼之效用最廣而其定義甚難，但由其成分，組織及製造方法不能與鍛鐵，白生鐵等相混。煉鋼之著稱方法有四，茲就其實用方面簡述於下。

別色魔法 (Bessemer Process)。將自化鐵爐中取出之熔液注入一混和鍋 (mixer) 內，混和鍋之作用可令數次取出之熔液集合而混和，成爲均勻成分，並積成大量以供給別色麻迴轉爐 (converter)。迴轉爐係一梨式承受器，以鋼製之，內襯以火磚，左右各有一耳軸，掛於堅固支架之承，一耳軸具有齒輪，藉外力傳動得令爐隨意傾側。其底部連接鼓風風口，空氣可傳達於爐之底部。空氣既入於爐中即氧化雜質而自頂端之口放出。此種迴轉爐每次可煉熔鐵十五噸。由此方法煉鐵，其進行之程序可分列如下。

- (1) 氧化矽，錳，及磷。
- (2) 提氧及消除氣體。
- (3) 加碳。

氧化爲化學作用，即熔與他原素如矽，錳，磷及鐵混合之謂。生銹係在普通熱度時漸進氧化之現象，熔鐵較凝固鐵更易氧化，是以在熔鐵注入迴轉爐時將熱空氣鼓吹經歷其中即可加速將矽錳及磷氧化而減少之。氧化作用最後始及於鐵，吾人利用此點乃可令鐵被煉成鋼。在迴轉爐內，此項作業需時約七分錶，在完成時熔鐵內雜有各種之氧化物；因一部分之鐵亦已氧化故氧化鐵亦不能免。各種之氧化物均須先行除去，至少一部分，始可成商品鋼。

硫 (sulphur) 及磷皆甚有害於鋼之物理性質，但不易除却。由別色魔法，對於磷絕不能去，對於硫可去一部分但亦甚困難，是以在事實上凡由此法煉成之鋼其含硫與磷之成分常與所用鐵內原來之成分相等而無或上下。

提氧或除去氧化物係由別色魔法煉鋼程序之第二步，因在第一步中雖已將生鐵所含之雜質氧化，成爲各種氧化物，在化學上已與鐵分離，然在機械上仍混雜於鐵內。當熔鐵冷卻而凝固時各該氧化物必將被封於內致鐵柔弱。鐵在高熱度時所吸入之各種氣體亦將在冷卻而凝固時被困於內而成小孔 (blowhole) 致鐵多微隙。

爲免除上述兩弊，應令熔鐵在溶解熱度下歷時稍久在較輕之氧化物上浮於面，並任各種氣體脫出。如加入少許鐵矽或鐵錳合金於熔鐵盆可使此項作業加速。

加碳。當熱空氣鼓入別色麻姆轉爐經過熔鐵中時，見有和黃色之小火焰纏繞於爐口是謂矽被氧化之徵。火焰變爲綠紅色是爲錳始被氧化之徵，火焰之大小及光明逐漸增加直至高達 25 至 30 呎呈白色是爲碳繼續後被氧化或被燒之現象。當火焰由呈減小而突放光明時即可知碳已將盡氧化，最後，當碳已全數燒却即碳已被燒至甚低百分數時，火焰即減低。主事工人觀此現象應將空氣風道及時閉塞。空氣風道閉塞之時期全憑目力定之。碳爲鋼中要素之一，各種鋼內應含百分數均有規定，過多過少皆不能適應需要。但此時鋼中含碳甚少，故必須增添。加碳之法係待熔液既注入約中，將一種含碳多之料投入，令其溶解於鐵內，使碳之成分增加至預定百分數。如他項之成分較原定爲少者亦可同時投入以增加之。別色麻鋼原屬含碳極少，故所加者無須甚多。自氧化，提氧，消除氣體以至加碳等全部作業共需時十五分鐘，即由此方法煉鋼每一爐每分鐘可成鋼一噸。將此熔鋼鑄成錠 (ingot) 即爲商品別色麻鋼，但因其煉之需時太少，內部組織不甚均勻，且含氧化物及有害雜質較多，非屬高等，當再用鑄爐法重加精煉以成佳鋼。

別色麻鋼之主要用途僅限於建築方面之形鋼，如對於大強度及韌性 (toughness) 均無切需之工字鐵，槽形鐵等。又因其所含硫與磷之成分較多故甚弱；但同時增加其可機械性，能用作自動螺絲床之座及他種機械底座。

鑄爐爐法 (Open-hearth Process)。由鑄爐爐法煉鋼係將自化鐵爐或別色麻姆轉爐取出之熔液，冷生鐵，冷廢鐵及冷廢鋼等裝入一鑄爐爐，總稱爲進料。用煤氣或油及空氣鼓入溶解之。待其既全溶解，加入定量之鐵矽，鐵屑或其他種氧化料，令保持沸騰狀態，俾足將多餘之矽，錳，鐵及磷盡行氧化而減至應需之百分數。每隔一定之時間自爐內取出料樣少許，待其凝固後折斷之以查驗其折斷面，具有經驗之工人可由折斷面推測其含碳之成分。在設備完善之廠可每隔二十分鐘作一簡捷之化學分析以試驗其當時所含各種主要元素之成分並以稽核工人之推測是否準確。爲令各種主要元素適如需要，在將熔鋼注入型內鑄成鋼錠以前，可酌量投入定量之合金以較準其成分。每次出品可自 10 噸至



100 噸，需時約十小時左右。

用露焰爐法煉鋼常得極佳之鋼，所以較別色麻鋼優良者，以其約束化學成分較為準確，各種氧化物及各種氣體又幾全行除去也。露焰爐鋼之用途至廣，即可作為良好之建築材料，凡機械部分之應需極大應力 (stress) 者又均可用之。

坩堝法 (Crucible Process)，坩堝法為高等鋼煉法之最早發明者，現仍盛用之。坩堝為火泥製或石墨和火泥製，每鍋可進料約 100 磅。鍋內裝以熟鐵胚條或低碳之露焰爐鋼，該二種原料均屬近於純鐵；上覆以定量之需要素如磷，錳，特種合金等。將已進料之坩堝置於坩堝爐內坩堝爐內可容坩堝之數目多少不等，約自二個至十二個，用木炭 (Charcoal) 或煤氣加熱令鍋內之進料完全溶解。此法僅為將鐵與合金溶解而令其混和。因進料與空氣之後接觸機會甚少不發生氧化反應，不致造成氧化物。待進料既全溶解，將其注入大澆罐 (ladle) 令其澈底混和，再從澆罐注入鑄型成錠，是為坩堝鋼。全部作業需時約自三小時半至五小時半。因其所用原料均屬高等者，如熔煉及澆鑄合度，必可得適如預定成分之高等鋼。

凡高等工具鋼及高速鋼均可由此煉成。坩堝鋼對於工作繁重及須持久之作均能適如共用。

電爐法 (Electric Furnace Process)。電爐法為煉製高等鋼法中最後採用之法。電爐可別為電弧爐，感應電爐，及抵抗電爐三種；利用電弧，感應或抵抗為熱之來源以溶解進料，因可得高熱度且易約束空氣量之通入，故對於爐內氧化作用較有把握，即對於除去有害雜質如硫與磷較易為力。電爐法具有伸縮性，可煉任何成分之鋼。所用原料亦不限定何種，可用生鐵，可用廢鐵及鐵屑，可用熟鐵胚條，可用別色麻鋼或露焰爐鋼。由此法煉成之鋼，在實用上，決不含有氧化物及他種雜質，是以至為優良。

高等工具鋼及凡工作繁重所需要之鋼均可由此法煉成，較坩堝鋼更為適宜。各種合金鋼亦均可由此法煉之，凡任何預定成分之鋼由電爐法煉製均可令其成分極為準確。

鋼之分等，吾人不能僅以含碳多寡定鋼之優劣。鋼之分等應綜合所含碳與特種素之成分，及有害雜質，氧化物與熔渣之多寡而定。例如同一煉鋼廠出品可別為下列三種，

- (1) 普通工具鋼……………硫及磷在0.02%以下，  
 (2) 優良工具鋼……………硫及磷在 0.015%以下，  
 (3) 特種工具鋼……………硫及磷在0.01%以下，  
 至含磷成分可隨意增減以適應需要，惟含碳愈多質愈純則為確切不易之定例。

因鋼之用途常視其含成分以為衡，碳仍不失為決定鋼質之最要原素，茲將各種鋼之特性及其用途，列述於下。

鋼中含碳百分數	特別性用途
0.03—0.12	用作銲接件及汽車車身。
0.16—0.22	極軟。用作建築材料及機械配件。
0.25—0.30	質稍佳。用作機械配件，齒輪軸等。
0.35—0.40	宜熱處理。用作連桿，曲拐軸銷等。
0.45—0.50	用作車軸，小螺鑽。螺絲擺等。
0.60—0.70	軟工具鋼。用作工具之必須能受巨震而無需利口者，如落錘之模等。
0.70—0.80	具有韌性及硬度，用作砧面，搬子等。
0.80—0.90	用作錘，手鑿，剪刀等。
0.90—1.00	用作需要硬度之件如刀片，彈簧等，
1.90—1.10	用作斧，扁鑽等。
1.10—1.20	用作工具之以強度為第一需要者，如球承，冷割機，螺紋鑽。
1.20—1.30	用作工具之需要利口者，如鐵錐及鐵木工具。
1.30—1.40	用作攪扎工具，打磨工具，剃刀等。

鋼內含碳在1.40%以上者係特種用途之鋼，如抽絲模鋼有時含碳達2.00%，但此項特種鋼除含碳分外必另加他素如鎢 (Tungsten) 等。凡需要特性時鋼中常加以適當之某種合金，但鍛造之原則不因此而變更。

3. 鐵與鋼之組織，金屬之性質與其組織有重大關係，欲知鐵與鋼之性質因加以工作

及處理所致之變更應自組織之變更中求之。物理的性質若硬度若強度如現變更即為組織業已變更之徵。組織變更之原因不外下列三途：(1)化學成分變更，(2)分子分佈變更，或(3)顆粒大小變更。高碳鋼與低碳鋼性質各異，增加碳分即可變更鋼之性質。碳在鋼中如均勻分佈或僅與鋼成固溶體則鋼之物理性質良好；如隔離或積聚不均勻分佈則鋼之物理性質低下。鋼內顆粒(Grain)為細小者必具最大強度，反是而粗大者必弱。

顆粒，顆粒為多數小分子之集合體，其大小全視集合小分子之多寡以為衡，具有著稱之性質，其性質之一即為具有破面(Cleavage Planes)如石塊然。顆粒外靡苟有一處破裂，整個顆粒即沿破面而致裂開，是以將鋼折斷可自其破面而知其顆粒之大小。凡一鋼件均由無數如是之顆粒所組成，但各個顆粒之相互界線或彼此互鎖或彼此貼切雖破面為斷迄尚莫能明瞭。

純鐵，純鐵之分子均係鐵顆粒，與其他純結晶體相似，吾人欲變更純鐵之性質祇能由變更其顆粒之大小以得之，顆粒之大小可由熱鍛或熱處理令其變更，冷鍛可令純鐵變硬。

熟鐵。熟鐵之分子係鐵與熔渣二者，熔渣約占2—5%，鐵約占98—95%。加以錘擊或工作，熔渣即成條紋形，熟鐵遂具鐵顆粒與熔渣條紋之組織，可減少熔渣及改小鐵顆粒，令鐵緻密而增加其強度。第二圖所示，A為一熟鐵桿之縱剖面，B為橫剖面，其深色點係熔渣，其白色顆粒係鐵。A及B所示均較真形放大約一百五十倍。

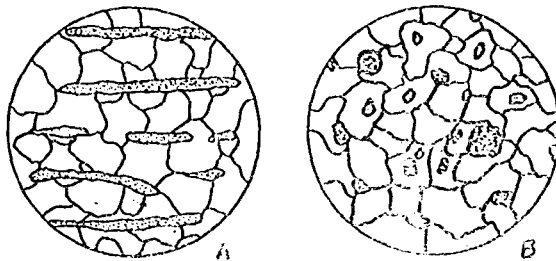


圖 二

鋼，鋼內成分以碳為最重要，碳定主宰鋼性之變更。碳之存在於鋼內狀態不一，鋼乃大都因碳之不同狀態而異其性質。碳在鋼內雖具多種存在狀態，然普通均與鐵混和成爲碳化鐵(Cementite)。因碳化鐵作物理的變化致各種鋼之物理性質不同殊甚。此鋼所以足爲最重要之工業用金屬而碳之所以足爲其最重要之成分也。碳在灰生鐵內亦自由存在名曰石墨碳(graphite)。

在任何鋼內所有碳化鐵數量常與碳分數成十五與一之比，如含碳分0.5% 必有碳化鐵7.5%。碳化鐵本身成分爲鐵93.4%及碳6.6%。將鐵與碳固溶體加熱至紅熱而冷之即成碳化鐵。如令碳化鐵紅熱後漸冷又機械的與定量之鐵混合成爲一種集合體名曰(Pearlite)。

(Pearlite)係純鐵與碳化鐵二者機械的混合物，其碳之成分爲0.85%，(Pearlite)係細小粒形而純鐵及碳化鐵均係層片形故其組織予鐵以巨大之強度。

(Pearlite)常視作一種(eutectoid)混合物，與(eutectic)相似。因(Pearlite)所含碳分爲0.85%故鋼之含碳合此百分數者必全係(Pearlite)所組成，通稱爲(Eutectoid)鋼。

如鋼內含碳逾0.85%則除(Pearlite)外必有多餘之碳化鐵存在。此鋼通稱爲(hyper-eutectoid)鋼，係由(Pearlite)顆粒及自由之碳化鐵所組成，其碳化鐵必介於(pearlite)顆粒之間，碳分愈高自由之碳化鐵愈多，欲求此鋼所有(pearlite)之百分數，以17乘含碳百分數自115減之即得，例如鋼之含碳爲1.40%，則(pearlite)爲 $115 - (1.40 \times 17) = 91.20\%$ 而碳化鐵爲 $100 - 91.20 = 8.80\%$ 。

如鋼內含碳在0.85%以下則除(pearlite)外必有多餘之純鐵存在。此鋼通稱爲(hypo-eutectoid)鋼，係由(pearlite)顆粒及純鐵顆粒所組成，碳分愈低自由之純鐵愈多，欲求此鋼所有(pearlite)之百分數，以17乘含碳百分數即得。例如鋼之含碳爲0.50%則(pearlite)爲 $0.50 \times 17 = 8.50\%$ 而純鐵爲 $100 - 8.50 = 91.50\%$ 。

第 一 表  
鋼內微小成分之強度

成 分	強 度 每方吋磅數	伸 長 二 時 間	硬 度	硬 化 性
純 鐵	40,000	50%	軟	無
pearlite	125,000	10%	硬	最 高
磷 化 鐵	5,600	0%	極 硬	無

鋼之性質每視所有純鐵，(pearlite) 及磷化鐵之多寡以為轉移。各該成分各個之強度，伸長，硬度及硬化性詳列於第一表。既知各個之強度，又知鋼內各個之成分可出下列二公式求得各種鋼之強度。

Hypo-eutectoid 鋼，

$$T_s = \frac{40000Fe + 125000P}{100}$$

式中  $T_s$  = 鋼之強度每方吋磅數，

$Fe$  = 自由純鐵數量，百分數，

$P$  = Pearlite數量，百分數，

Hyper-eutectoid鋼，

$$T_s = \frac{5000Cm + 125000P}{100}$$

式中  $T_s$  = 鋼之強度每方吋磅數，

$Cm$  = 自由碳化鐵數量，百分數，

$P$  = Pearlite數量，百分數，

前述之組織及性質僅合於普通鋼之由熱而漸冷者

學者應熟識 (eutectoid)，(hypo-eutectoid) 及 (hypereutectoid) 之組織及性質，因各種鋼之所以具有各種之組織及性質者大都均由正確之鍛造作業中得來也。凡完全

之鍛造件在組織上在物理上均應符合前述各項條件以適應需要，如其不然則鍛造件必為不規則或不合格者。可致鍛造不合格者其途不一，或為爐火之熱度太高，或為加熱過久或為工作程度有失正確，或為其他錯誤習慣，皆不可不知而不予改正；

5. 鋼之識別 常用鋼者應可識別所用之鋼為何等及含碳成分約數，至少須能識別工具鋼，與軟機械鋼。工廠中對於各等鋼每有混雜之機會，新入之料固有記號日久輒磨消，及既用而截斷其殘餘者未必仍有記號，此鋼之識別所以為常用鋼者應具之知識也。例如製工具者不識工具鋼而誤以非工具鋼製成工具必難適合應用。鋼之識別法除化學分析外有下述三種，(1)顯微鏡分析，(2)火花試驗，(3)斷折試驗；

**顯微鏡分析** 用顯微鏡照射試料之法有二，(1)斜照法(2)直照法，試料必須加以磨磨令其表面無些微痕跡，再用酸類腐蝕令其表面成凹凸不平之橋面狀。因其凹凸處反射不同故由顯微鏡觀之明暗顯別而鋼內各個體乃得明白現出。用此法以資識別固屬甚善，但因其不易精通且需時甚多，儀器價值又甚貴，尚難普及。

**火花試驗** 此為簡捷而不費之試驗且無須毀損鋼件。如將鐵或鋼與轉動之砂輪接觸光明碎屑即自輪而拋出，在此項碎屑尚未達地時常開火花。蓋試料既與砂輪接觸磨擦，其碎下之屑必已因磨擦而至黃熱或紅熱。當此項碎屑拋於空氣中時即由氧化而燃燒，如碎屑成分含有易燃之素如碳。迅速之燃燒即發生而火花乃現。

如將砂輪磨低碳鋼或熟鐵常無火花，即有亦甚少，僅見流光自輪面發出以達於地，在近輪處其光暗，離輪遠處甚光明且擴大，嗣又轉暗。

如將砂輪磨高碳鋼光輝之火花即圍繞輪週自輪拋出而下落。如碳分較高則火花未及於地即已減少，如碳分甚高則火花均不能達至於地，似在空中即盡行燒盡。是為高碳鋼較低碳鋼易於燃燒之徵。鍛造業者對於加熱於高碳鋼應不過過熱致燒。

各種成分之鋼各現相異之火花，精於觀察者見其火花即知鋼之成分與其性質，初學者可先用已知之各種試料一再實習以求得經驗，嗣後試驗欲知之試料。鍛造時有須提煉者有須表面硬化(Case hardening)者均可用此法以驗其作業之程度。由第三圖及第四圖可見上述火花之一斑。第三圖表示各種鐵與鋼之火花。(1)為低碳鋼，(2)為中碳鋼；

(3) 爲高碳鋼 (4) 爲熟鐵, (5) 爲白生鐵 (6) 爲灰生鐵。第四圖表示各種合金鋼之火花, (1) 爲工具鋼, (2) 爲衝孔及型模鋼, (3) 爲重工作業鋼, (4) 爲熱工作型模鋼, (5) 爲不銹鋼, (6) 爲不銹螺絲錐及螺紋模鋼, (7) 爲磁鋼。

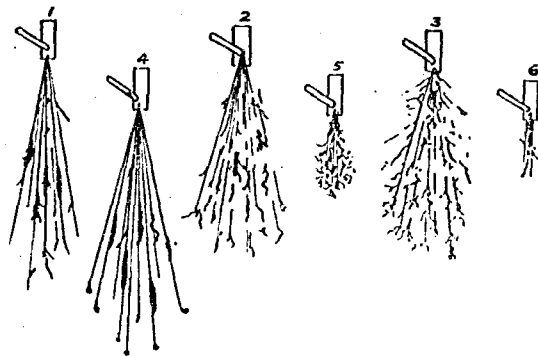


圖 三

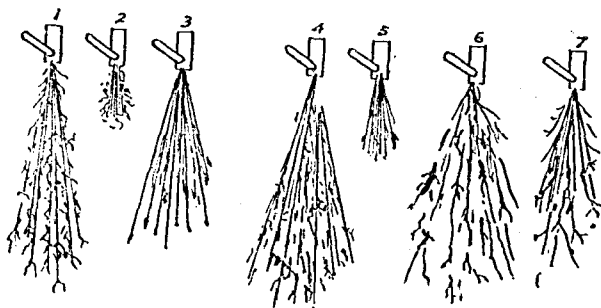


圖 四

**斷折試驗** 如將鋼條用錐或整橫開一口, 用老虎鉗固鉗其一端又用錘擊其他端, 即斷折爲二。在錘擊時可知其性質是否軟而延長, 軟而脆。或硬而脆。驗其斷折面可知其積分之多寡。鑄錠之係灰生鐵, 白生鐵, 熟鐵或可鍛生鐵者亦可由斷折而予以判定。

低碳鋼在斷折過程中可彎曲, 極軟, 斷面如不扭歪過甚現淺灰色。其顆粒明顯呈階

，如加熱至亮紅熱(約1500°F)，投入水中使驟冷，再斷折而驗之，其性質無甚變更，

高碳鋼較低碳鋼易於斷折，以其較脆難任大量彎曲也。斷折而閃耀較甚，其顆粒呈露較益明顯。如加熱至紅熱(約1425°F)入水使驟冷，其性質即大變。是時之鋼變成極硬而脆，其斷折面極細緻而柔潤，

灰生鐵不能用以鍛造，但有時須與白生鐵及可鍛生鐵三者比較知所識別。灰生鐵極易斷折，其狀而脆。斷折而現粗顆粒，深灰色。

白生鐵極易斷折，極硬而脆，斷折而顯示顆粒稍小，色白。白生鐵不能鍛造或加以機械工作僅能用砂輪磨之。

可鍛生鐵在冷時不能鍛造或加以工作但其難斷折，較白生鐵或灰生鐵為軟弱而可延長，斷折而現外殼與中心各別狀態，斷折面沿邊之外殼形似低碳鋼，其中心形似灰生鐵但色較深暗，

熟鐵極韌，不易斷折，加熱而驟冷之並不發生變化，與低碳鋼同，將銹拭淨常見熔流條紋呈露於外，是以斷折而似纖維狀態而色較低碳鋼為深暗。此種纖維狀態加以熔流條紋為熟鐵之特徵，

#### 6. 鋼內之雜質

碳 碳在鋼內之作用係增加硬度與強度及減少延性。碳分足以減少鐵之可鍛性致不易鍛接，如百分數過高發生脆性，如碳分之在灰生鐵及白生鐵內然。是以對於中碳鋼或高碳鋼予以加熱或鍛造不可不深切注意，

矽 矽在普通鋼內之成分約自0.05%至0.50%不等。矽易熔解，此等成分之矽必與鐵成固溶體。矽在鋼內可消滅氣泡促成鑄錠之健全，但除此以外可稱無其他作用，意即矽不能變更鋼之組織，影響於鍛造亦甚微，矽經氧化雖可為鋼內之凝固非金屬分子，然在  $\alpha$  (alpha) 鐵及  $\gamma$  (gamma) 鐵內常與鐵成固溶體，

磷 普通適於鍛造之鋼含磷自無至0.10%，融和於鋼內與矽相同。磷為有害分子，足令顆粒粗大及脆性增加，且其隔離致鋼之強度有欠均勻，鍛及熱處理皆甚難驅除此種隔離。磷亦具些微有益作用為予鋼較佳之機械性質及阻止薄鋼板被輾壓時互相黏貼。磷



對於鋼之熱鍛性質無有影響，但對於冷鍛如磷分不少足致冷折(Cold Short)使有用之性質減少或毀滅。

**硫** 普通鋼內硫之成分自微些至 0.10%，硫輒優先與錳合，成硫化錳 (Manganese Sulphide)，存在鋼內加游離小屑，經鍛小屑即伸長，足令鋼性較弱。如硫分較可與錳分合者為多，其多餘之硫乃與鐵合，圍繞鐵顆粒成硫化鐵 (iron Sulphide)，其熔點為華氏表 1800 度。有硫化鐵之鋼在硫化鐵熔化時即鬆懈，是以甚脆，是謂熱折 (hot short) 鋼不能熱鍛。欲除此弊，應令錳分足敷盡合硫分而有餘。一分硫常需三分之錳與之相合。為安全計，鋼內錳分與硫分之比常為八與一。在不銹鋼內不用錳而用銮 (Zirconium) 所以防熱折也。硫亦能增加鋼之機械性。

**錳** 錳能使鋼純化，與硫合可免熱折。與硫合後，多餘之錳與碳相合為碳化錳 (Carbide of manganese)，可增加抗牽強度，惟稍減少延性。機件之需能拒磨耗及抗震動者，如碎石機之牙，牽引機之軋履等，可用錳分甚多之鋼製造。

**特種元素** 特種鋼，如不銹鋼及切割鋼，如各種高速工具鋼，均由加入之各特種元素給予特種性質。常用之特種元素為鉻，鉻 (chromium)，鎢，鉬 (molybdenum)，鈷 (cobalt) 及其他。每種元素對於鍛造各有一定之影響。

**氧化物及雜質** 氧化物及雜質足令鋼之組織弱，故氧化物及雜質愈少鋼質愈佳。雜質係指熔渣，耐火材料及反應生產品而言。如有多量之氣體 (如氧) 存在，鋼質必脆。凡上述種種均是減少鋼之可鍛性。

**7. 鋼鐵內碳之融合，凝結及熔解**，欲更明瞭鋼鐵之組織及性質所以變更之故。吾人必須熟識碳分如何影響於鋼鐵之熔點，凝結區，臨界帶 (critical range) 等項。第五圖表示凝結或熔解區及臨界變化區。凝結區之地位視碳分之多寡而異。純鐵係在一定溫度約 2750°F 時凝結或熔解；但如加碳其熔解及凝結點以次降低，在定限內碳分愈多溫度愈低。

**臨界溫度** 第五圖之下半幅專為表示臨界變化點而設，通稱為臨界溫度或臨界點。臨界點影響於鍛造及熱處理甚為鉅大。

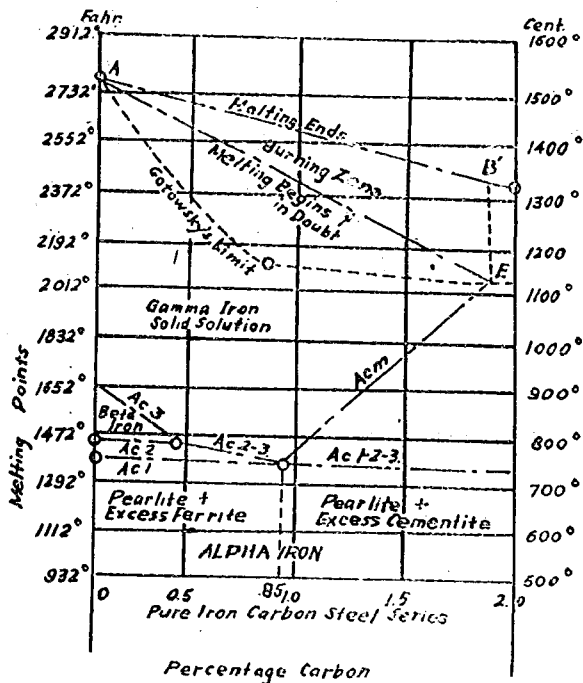


圖 五

**臨界點之位置** 當一鋼件自黃熱漸冷時加以觀察，在一定之點鋼似自行發熱以維持溫度——意即冷卻行程停止。又當將一鋼件逐漸加熱至一定之點鋼似自行阻止溫度增高——意即加熱行程停止。各該停止之點通稱為臨界點，越過此點後鋼之組織及性質即開始其劇之變更。在加熱時此點稱作 (decalescence) 點，在冷卻時此點稱作 (recalcescence) 點，均可在暗室內用目力見之。

觀圖內之 Ac1, Ac2, Ac3, Ac2-3 及 A 1-2-3 等線可知各該線所交之溫度均視碳分而異。此係指加熱而言。如自熱而漸冷則各臨界點所交之溫度須較上述各線均低 75°F。學者可自行另製一圖以表示之。綜合各臨界點而言可稱作臨界帶 (Hypo-eutectoid)

鋼之碳愈低臨界帶愈寬，(Hyper-eutectoid) 鋼之碳愈高臨界帶亦愈寬。(Eutectoid) 鋼所含碳祇 0.85% 故其所變化者祇有一點，見 Ac1-2-3 線，加熱時為 1380°F，冷卻時約為 1300°F。

**臨界點之原因** 因鐵在一定溫度時發生同質異形之變化(allotropic change) 致其組織及性質亦發生鉅大變化，如鐵之自金剛石變為石墨然，吾人不得不注意此種溫度，是謂臨界點。鐵之存在至少有顯然不同之形二，一曰 a 鐵，一曰 r 鐵。臨界點實為 a 鐵與 r 鐵之分界，即自 a 鐵變為 r 鐵或自 r 鐵變為 a 鐵之地點。既經轉變，對於組織上至少有鉅大之變更二，即顆粒大小與雜質分佈是也。

a 鐵之性質如下：

- (1). 不吸碳。
- (2). 加以工作如鍛造每擾亂其組織。
- (3). 具磁性。
- (4). 非經冷鍛及加熱至熱紅不結晶。
- (5). 存在於 1380°F 以下。

r 鐵之性質如下：

- (1). 吸碳，其吸碳之程度視 Ac<sub>m</sub> 線，故 C<sub>cm</sub> 稱作碳與鋼之飽和綫。自圖可知鐵在 1380°F 時可吸碳 0.85%，迨達 2000°F 時可吸碳約近 2.00%。
- (2). 加以工作能改良其組織。
- (3). 不具磁性。Ac<sub>2</sub> 為非磁性綫，可用磁鐵測知其位置。在加熱於鋼時每隔數秒鐘將磁鐵與之接觸，迨不吸引即得 Ac<sub>2</sub> 綫上之點。如碳分逾 0.45%，Ac<sub>2</sub> 綫與 Ac<sub>3</sub> 綫相合。
- (4). 如漸漸加熱或冷卻而不予鍛或工作結晶。
- (5). 存在於自 1380°F 至熔點間。

在 a 鐵及 r 鐵之間尚有一種 β 鐵，以其所占區域甚小不甚著稱。

β 鐵之性質如下：

存在於 A<sub>2</sub> 及 Ac<sub>3</sub> 兩綫之間。含碳在 0.40% 以下。具有與 a 鐵同樣之性質及組織，

惟不具磁性則又與 r 鐵相同。

**組織變更** 鐵在華氏表1380度以下均為 a 式。其組織之主要分子為(Pearlite)在 a 鐵範圍內，其顆粒大小必無異同，(Pearlite)不變更，故碳與雜質之分佈亦不變更。苟非為空氣之異常情形所驅使，其碳分或化學成分亦絕不變更。

r 鐵存在於加熱逾華氏表1380度以後，其時碳在鐵內成固溶體，通稱奧斯頓(austenite)因碳化鐵既為鐵所吸收而變成固溶體，(Pearlite)組織已不存在，如鹽之化於水而成鹹水然。在 r 鐵範圍內其顆粒大小隨溫度之增高而逐漸變大，溫度愈高進行愈速，但如經鍛工，此項粗大顆粒可改成細小者。

**結晶** 顆粒擴大通稱為結晶，係在 r 鐵受熱逾臨界帶時發生。溫度愈高，顆粒擴大愈易亦愈速。組織之趨勢似欲統一各顆粒以成唯一之大顆粒。

如不冷鍛，a 鐵之顆粒絕不擴大。顆粒擴大係由擴大之顆粒擠奪其貼鄰顆粒之分子以自益。鋼之化學成分不同其顆粒擴大之速率亦異。純鐵顆粒擴大最速，鑄鋼顆粒即在高溫度時擴大亦遲。

再結晶係指自一種結晶顆粒變更為他種新形之結晶顆粒而言。如將 a 鐵顆粒加熱至臨界帶，先變為無晶形狀況，繼自無晶形狀況結成新形之 r 鐵顆粒。α 鐵顆粒與 r 鐵顆粒均為合於顆粒定律之顆粒，然其組織與物理性質則迥乎不同。當其經歷如是大變時，鋼之組織在物理上甚弱，極易被彎曲或扭歪；但 r 鐵一經改組成立，新之強度又立即發生。

當加熱經歷臨界帶時顆粒常可改良，即一 a 鐵顆粒可改成衆多較小之 r 鐵顆粒。但如原來之 a 鐵顆粒過於粗大者其外殼常堅持不動，足為弱點，非經鍛工或熱處理不能擊破之。當慢冷經歷臨界帶時 r 鐵即改成 a 鐵，但此種改變不能改良顆粒，即一 r 鐵顆粒僅能改成一 a 鐵顆粒。

**(Hypo-eutectoid) 鋼** 加熱至臨界帶其顆粒大小及 (Pearlite) 大小無變更。經歷臨界帶內時其組織改為微小顆粒者，又碳在鐵內成固溶體。續加熱自臨界帶以上至顯氏限 (Gotowsky's limit) 顆粒擴大即逐漸進行。因鍛造而加熱切莫越過此限，苟或越過即有

溶解或燃燒之虞。

如自溶解狀態緩緩冷，在經歷凝結區時 $r$ 鐵固溶體之粗品即成結，通稱為鄧脫拉(dentrilo)嗣又改為粗顆粒。在經歷臨界帶內時自 $r$ 鐵固溶體改為(Pearlite) a 鐵集合體，對於顆粒變更甚微。自臨界點下降至普通溫度時無再變更。

(Eutectoid) 鋼 加熱至臨界點  $Ac1-2-3$  無變化。既達臨界點後 (Pearlite) 顆粒即改為甚小之  $r$  鐵顆粒，碳與鐵之固溶體即由是而成。續加熱至頗氏限間發生變化與 (hypo-eutectoid) 鋼相同，惟其類氏限與溶解區俱稍低。

冷却過程間，在凝結區內成粗顆粒。道入臨界帶內由碳與鐵固溶體變更為 (Pearlite) 集合體。嗣後無其他變更。

Hyper-eutectoid 鋼 加熱至臨界帶  $Ac1-2-3$  無變更。經過  $Ac1-2-3$  後碳在鐵內之固溶體即起而代原來之 (Pearlite) 顆粒。其時顆粒甚小，但不融解氧化鐵，以鐵在約  $1380^{\circ}F$  時不能吸收碳分逾 0.85%。道續加熱後即組成粗顆粒，同時融解多餘之碳化鐵直至到達  $Acm$  線為止。再續加熱顆粒大繼續進行，達溶解點始已，其時之鋼即開始改為鐵與雜質之液溶體。

自凝結區緩緩冷至臨界帶顆粒逐漸擴大。經歷臨界帶內時自 $r$ 在鐵內之固溶體改為 (Pearlite) 及多餘碳化鐵之集合體，對於顆粒無甚變更。自臨界帶降至普通溫度間其組織與性質均無變更。當鑄鋼慢冷時 (Pearlite) 常在較  $Ac1$  或  $Ac1-2-3$  低  $75^{\circ}F$  處組成。

鑄錠 鑄鋼係液溶體緩而無擾冷却者，其顆粒之擴大必然進行，惟加以工作或再加熱得阻止之。故鑄鋼之顆粒必較平常鋼為粗大，凡因粗大顆粒而致之弱性，缺乏延性，甚至脆性鑄鋼均具有之。

凝結一經完成，精品變化即於焉開始，名曰成粒 (granulation)，此項變化繼續進行至鑄件內之應變 (strain) 完全解除始已，是以鑄鋼必為衆多之粗顆粒所組成，其顆粒為 (Pearlite) 或多餘之純鐵或多餘之碳化鐵視鋼之多寡而異。

隔離 (Segregation) 係指雜質在鋼內或他種金屬內不均勻分佈而言。隔離可區分為二類，(1) 重大隔離及 (2) 微小隔離。在鑄錠內，無論大或微小隔離均重因不同時凝結

所致。鍛造或熱處理能除去微小隔離之一部分。對於重大隔離則在實際上迄尚無法令其消除，祇可將所在較多之部分切去而不用。

當鑄錠凝結時，錠之外面與型面接觸，乃先凝結。因其先凝結必具最高熔點，又成分必近於純鐵（即各種雜質均離開此處而移往錠之中心部分。最後凝結者為錠之中上部分，其所含之雜質必較下半及外圍等部分為益多。故氣泡，氧化物及縮隙 (shrinkage cavities) 常出現於中上部分之內。第六圖右方表示一鋼錠正在被剪去頂上部分，左方表示一鋼錠正在被軋壓，下方表示一鋼錠經軋壓後由氣泡改改氣管。由第六圖右方可見

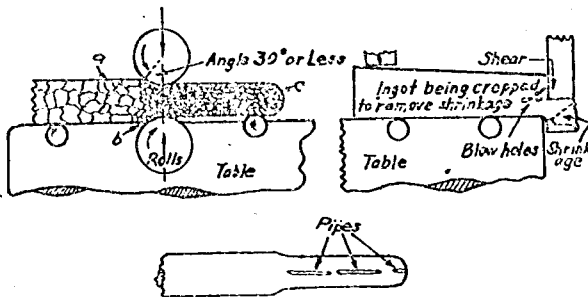


圖 六

鋼錠之顆粒在未經軋壓前如 a 甚粗，既經軋壓後如 b 已改小，至 c 部則因受最後溫度其顆粒較 b 為稍粗。鋼錠之頂上部分雖經剪去以除縮隙等項然仍不免尚有氣泡存在於內部深遠處；一經軋壓此項氣泡即被壓成氣管如第六圖下方所示。凡上述種種皆謂之重大隔離。欲令重大隔離減少，可鑄小錠俾全體凝結較速，及將促成隔離之雜質，如硫，除去或減至最少數。

微小隔離之為害不如重大隔離之甚，但如其顯著或由雜質組成而不易溶解致不能消除亦為害匪淺。鋼內各部分不於同一溫度下凝結每致樹晶體，粗大而向同排列，自型面趨向錠之中心，如第七圖所示。各個晶體之化學成分，自下至上各異，四邊及他區亦各不同。其底區及中區最先凝結故最近於純鐵，其四邊及頂區最後凝結故最為不純。

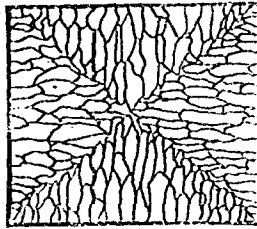


圖 一七

晶體之方向性在冷至普通溫度時即發生變化而改爲成粒之顆粒。此種成粒，如前所述，係因不同時冷卻而生之應變所致。自凝固區緩冷至至臨界帶所生之影響係消除隔離之一部分，因其時 $\tau$ 鐵適正存在可令促成隔離之雜質散佈。散佈隔離所以消除隔離，但其進行甚緩故收效甚微。如在此時加熱，仍在緩冷。降至臨界帶下時再加熱至逾臨界帶，則雜質分佈可較均勻，顆粒大小亦可改良，足令鋼質進步不少。

鑄錠鋼質以其顆粒粗且多不易消除之隔離原係弱而且脆，非經多量之工作或熱處理不能應用。有時雖經多量之鍛工仍不免隱藏氣管致使鋼質有方向性。欲得高等鋼者必於小錠中求之，以其顆粒較小而少隔離也。小錠鋼經合度之鍛工及熱處理其組織必均勻而優良。

## 第二章 鍛工廠設備

鍛工廠之設備可分作三類。第一類為加熱裝置，如鍛鐵爐，熱爐等。第二類為普通工具，如鐵砧，型塊及各種工具。第三類為機械工具，如改形及工作用之各種機械工具。

### 1. 加熱裝置(Heating Apparatus)

鍛鐵爐 (Forge)。鍛鐵爐雖有種種不同之形式及大小然其原則無或稍異。普通鍛鐵爐係一爐灶，於其底部設一風口，可令空氣由風口鼓入火炕以助燃燒。鼓風工作由一手拉風箱任之，接連風箱及風口之管常係暢通。鼓入之空氣量及鼓入之起訖時期均恃人工調整。如用動力傳動之鼓風機則管內須設一閥以資節制。普通風口僅係一單風管通至火炕之底部。風口可為簡單管嘴，如第八圖左方所示，其鼓風之調整由管內之風擋

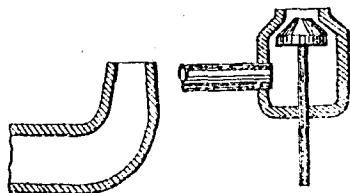


圖 八

為之；或為有一調整閥設置於管內者，如第八圖右方所示。風口亦有面開數穴如爐柵然者。無論其形式如何，風口應能由下端清除自火炕落入之煤屑及熔渣。



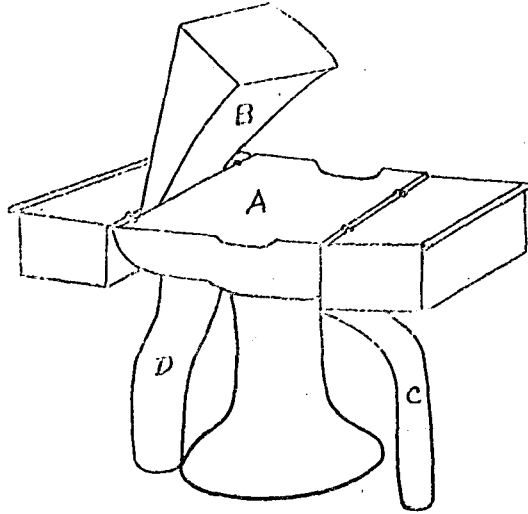


圖 九

第九圖表示一新式鍛鐵爐，設有鐵兜 B 以資洩煙。鐵兜經左方下向之管 D 接連地底管以通於排風機，在作業時可由排風機抽出空氣。是謂下向通風制度。鼓風管亦係地底裝置，由一右方上向較小之管 C 通至風口，其送入火炕 A 之空氣量由管內之滑閥調整之。

有將鐵兜置於鍛鐵爐之上空者，上接一管以通於排風機，或逕通於房頂上之空中。亦有並無洩煙設備者。下向通風制度為較新式者現頗盛行。

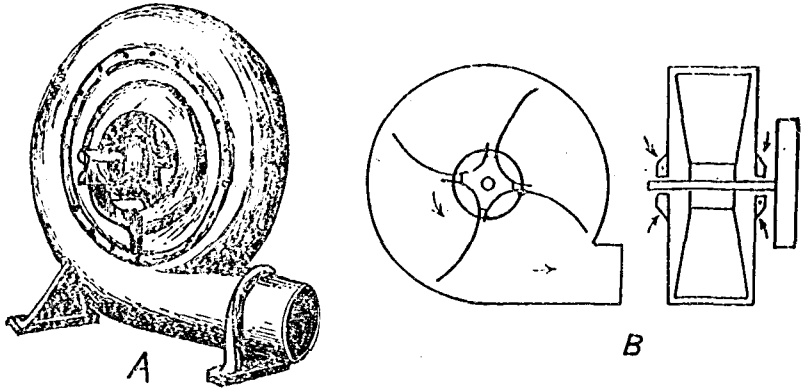


圖 十

鼓風機之種類甚多，昔時均為長方箱式，今則多用扇形者。第十圖所示係一扇形鼓風機，外面為生鐵薄殼，殼內裝設可急轉之葉片一套。此項葉片在急轉時能吸引而擊動空氣使迫壓於外殼而自底部之切線出口送入風管。用於鑄造鐵爐之鼓風壓力每方吋約自二磅至七磅，輕便搬運宜用低壓，繁重工作宜用高壓。

普通燃料之用於小鐵爐者為煙煤或焦炭，用於大鐵爐及熱爐者為煤氣及柴油。小熱爐間有用煙煤以為燃料者。所用之煙煤必須淨潔而不含雜物。良好鐵爐用煤之塊頗易使碎，碎下之斷面均呈粉狀且淨潔而光亮。煙煤之斷面如呈層片狀且光澤暗淡者必含雜物，可用以燒灰，不合鑄鐵之用。煤在未經加入爐內以前必須洒水使濕，如係大塊者於洒水前應先擊之使碎。

爐火必須小心看守。在作業期間爐火應維持至無間斷之優良狀況且常達一定厚度。爐火如太淺，冷風將由空隙穿過循環致不能增熱，是以爐火之深必須足使冷風不能穿過。對於小件，熱於件下之爐火至少須達厚三四吋，蓋於件上之厚度須足使該件不致散熱於空中。爐火應於事實許可下維持至最小範圍俾得適當加熱於該件。爐火之旺衰係隨鼓風而進退。如欲使爐火大可用直桿將其四邊挑之使鬆，導鼓風自四邊上升使火勢散佈。如欲使爐火小，應將濕煤密切堆置於其四邊且挑其中央使稍鬆。對於小件應用圓形小

火，常將濕煤增添於火之周圍。此項濕煤變為焦炭。此項焦炭在需要時可爬送至火之中央而再添濕煤以補其缺，補缺之濕煤須輕拍使稍結實以保持火之形式。對於較大之件，在生火之時應先用一大木塊蓋於風口上，因積木塊堆砌濕煤而緊壓之使形成一長方之鑄型，嗣將木塊抽出成一空型，即在空型內開始點火。對此空型不再侵擾，惟須頻向型內增添焦炭以保溫度。焦炭之來源可得自封火所遺留或購自市場。

鼓入之風如太多必有一部分之空氣未經燒去，轉向而氧化被熱之鐵使鐵之外面發生氧化鐵皮。被熱之鐵常現黑色鐵皮者即係氧化之徵。此種爐火通稱為氧化火。苟為情形所許應設法避免。鼓入之風如適足維持燃燒是謂優良爐火。在優良爐火中不特黑色鐵皮甚少發生，即已成之鐵皮亦可因爐火需氧而還原為鐵。此種爐火通稱為還原火。

爐火如太深，在用於昇接低碳鋼或熟鐵時每易發生碳化作用令鍛件增加硬度而生脆性。

### 熱爐 (Furnace)

凡製造廠均着眼於大量生產，對於鍛件率用熱爐加熱，熱爐內之溫度及進氣量均可自動節制。鍛之處理以鍛造時之熱為開端，不可不加以重視。在製造程序中之此時期能因不合宜加熱，如不均勻之爐火，過熱，節制空氣失時等等，使高等鋼受傷，或變成無用之物。如用一完善設計之熱爐而加意管理，對於上述諸弊或可除却。

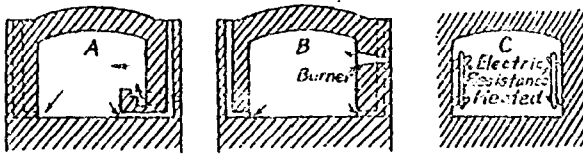


圖 十 一

熱爐大都為直燒式或邊燒式，燃料產物前往與被熱之件接觸。第十一圖表示一邊燒式熱爐內設有障牆以阻火焰直衝於被熱之件。B 表示一直燒式熱爐。此等熱爐須用上等耐火材料建築並完善絕緣。其長度及他項尺寸均視被熱件之大小而異。其爐坑應向後端

傾斜以便坑內結成之熔渣得自動移向後端而自特設之熔渣孔放出爐外。

熱爐常為長方火坑建築，配以拱頂，前面開設一門。火磚之厚應在九吋以上，以堅固之鋼架支持之。如用燃燒器(Burner)者，燃燒器應緊緊繫於熱爐，其火焰之進爐應不直衝於被熱之件，必築一障牆以保護之。熱爐之加熱於條或桿者常狹而深，加熱於齒輪或機關者必淺而寬。

大熱爐內不宜以煤為燃料，因維持良好之火必需多量之人工所費不貲，且溫度及空氣量又均難於節制也。如以淨潔之煤氣為燃料則以其溫度及空氣量之易於節制輒得無上之好火。是以現多採用煤氣以作燃料。電熱之效用尤為滿意。第十一圖 C 表示一電熱爐。電熱優點之可述者為溫度及空氣量之易於節制，無燃燒產物須清除，因電能可直接變作熱能被熱件不與任何火焰接觸，及作業環境較佳。如電值不昂其宜採用。在柴油值賤之地，用柴油而配以正常之爐，合宜之燃燒器及相當之進氣量，需要之溫度亦易調整，成績亦頗不惡。

為特種鍛造而用電阻加熱其利甚多。法以電流通過被熱之件，該件即發生電阻致溫度增高甚速。當需要之溫度既得，即可將被熱之件取出鍛成預定之形式。如僅條或桿之一小部分應鍛者祇須將電流通過該應鍛部分無庸通過全體。有若干生產工廠利用此法收獲極度之利益，因其對於特種，自動或半自動之機械工具可施部分之工作也。此法與部分鍛法相似故有時稱作部分加熱法

## 2. 普通工具 (Common Tools).

手錘 (Hand Hammers). 鍛工廠常用之手錘種類不一。最普通者為圓頭錘如第十二圖 A 所示。其次則為直頭錘如 B 所示，及橫頭錘如 C 所示。方面錘或稱斂錘，如 D 所示，為有時用以鍛造手工具者。尋常所用之圓頭錘重約一磅半。

對於裝配錘柄應鄭重將事。錘柄之橫剖面係橢圓形者。此橢圓形之大軸應與錘頭孔之中綫完全相合，庶幾吾人把握錘柄而運用之可使大軸得與動作同在一線。如其不然則必常有斜發打擊之虞。錘柄又應與錘頭自圓頭至平面之中線成直角。錘頭內之孔常應如是佈置使其重量在平面端者較在頭端者為重。經如是佈置則較重及較正確之打擊錘可優

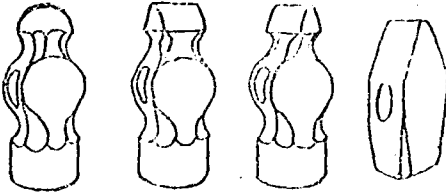


圖 十 二

爲，質較均平分配於孔之上下者爲勝。

雙手錘 (Sledges) 雙手錘或稱大錘係較重大之手錘，運用時須用雙手故名，爲鍛工副手所用。其重量自 5 磅至 20 磅不等。普通形式計有三種，如第十三圖所示。A 爲橫頭式，B 爲直頭式，C 爲雙面式。雙手錘之用於普通工作者重約 12 磅。錘柄之長常爲約 30 吋至 36 吋，視工作之性質而異。

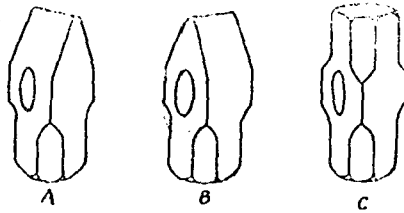


圖 十 三

鐵砧 (Anvils) 亞於錘之重要工具爲鐵砧。鐵砧爲任何之鐵塊，被改形之金屬即放置於其面上。其重應至如是程度使其足以承受被施之打擊而不致發生可覺之動搖。

普通鐵砧如第十四圖所示業經盛行於世歷數百年，現仍未改其形式。近亦有利用特別形式者但爲數不多。普通鐵砧之身 a 現多用熟鐵製造，其頂上之面係用加硬鋼經昇接與身合成一體。伸出於左端者爲砧角 b，伸出於右端爲砧尾 c。底部伸出於四角者爲砧腳

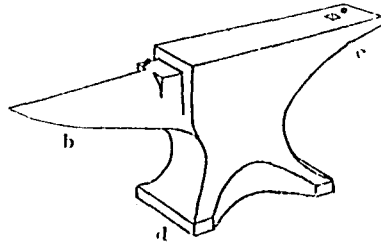


圖 十 四

d，所以增大其基座以資放置穩固且便用鐵夾緊釘於預定之地位也。尾端有方孔圓孔各一，方孔名曰砧鑿子孔，圓孔名曰鑄孔。

鐵砧亦有為鑄鐵製而連冷其頂面者，其頂面亦實已硬化。

鐵砧應安置於堅固而有彈力之基礎上。此項基礎常為一重木塊，以橫剖面而向上，埋入土內至少深二呎。鐵砧在作業時常受震動，故必須緊釘於木塊。

鐵鉗 (Tongs)。 亞於鐵砧之重要工具為鐵鉗。鐵鉗之大小為數甚多，小者可夾最細之鐵絲，大者可夾數噸重之鋼錠。其牙必須與工作之件符合藉便夾止而不致鬆動，故鐵鉗之形式數亦不少。在普通廠內鍛件之形式時常不同，鍛工習慣時常改變其自用之鐵鉗以適應當時之工作。茲將常用之普通形式三種述之於下。

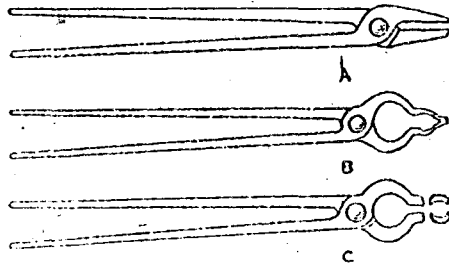


圖 十 五

第十五圖 A 所示係一扁牙鐵鉗，為鐵鉗中之最普通者。B 所示係一拾起鐵鉗，用於回鑪作業及用以拾起已熱之鍛件。C 所示係一普通形式之鐵鉗，既可用以夾方鐵又可用以夾圓鐵，其牙灣曲令適合方圓兩者之用。將 C 式稍加變更亦可用於汽錘所擊之重件。鐵鉗之牙每有造作特別式以適應特種鍛件者，蓋牙之夾鍛件固以愈貼切為愈佳也。

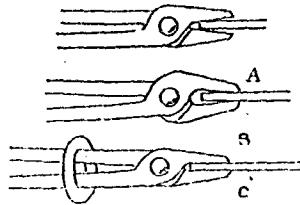


圖 十 六

鐵鉗之牙必須合於鍛件。其夾止鍛件如第十六圖 A 及 B 所示者皆不可用，A 鉗之牙太過緊，B 鉗之牙太離開。鐵鉗之牙必應如是裝配使其全部與鍛件相接觸，如 C 所示。裝配之法，待牙加至紅熱時將應夾之鍛件置於兩牙間由錘擊使其兩相貼切。為節省人力及穩固起見有時用一鐵環緊套於兩牙不能鬆動，如第十六圖 C 及第十七圖所示。

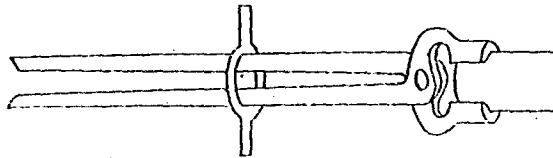


圖 十 七

錘削錘 (Set Hammers) 及平面錘 (Flatters)。此等工具係在修整時用以打磨鍛件之平面者。對於角度及狹小處可用錘削錘，如第十八圖所示。對於寬闊平面可用平面錘及第十九圖所示。

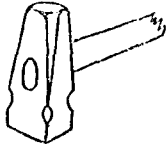


圖 十 八

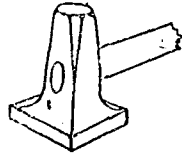


圖 十 九

用於輕小工作之縮削錘面積約一時半見方，平面錘面積約二吋半見方。其尺寸大小不等，視工作之輕重而異。

型錘 (Swages)。型錘如第二十圖所示係為修整外形之用。在上者名曰頂面型錘，裝配木柄。在下者名曰底面型錘，可將其向下之方柄插入鐵砧之砧窩子孔內。方柄之大小應與砧窩子孔適相符合。須經錘擊始得插入砧窩子孔內之底面型錘切不可用。型錘亦存合於六角形，八角形或其他形者。

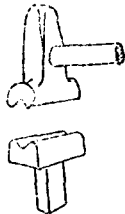


圖 二 十

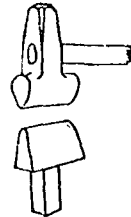


圖 二 十 一

套錘 (Fullers)。套錘係為修整槽形及空隙之用，亦分頂面而底面兩種，如第二十一圖所示。頂面套錘用以修整內圓角及成製槽形，或其他類似之工作。吾人欲使鍛件往一方向伸長，套錘亦可担任此項工作。其展佈之方向應與套錘切邊適成直角。套錘之尺寸以其邊之形 A 為標準。如此邊為  $\frac{1}{2}$  吋直徑半圓形稱作  $\frac{1}{2}$  吋套錘；如此邊為  $\frac{3}{4}$  吋直徑半圓形稱作  $\frac{3}{4}$  吋套錘。

型錘及套錘均用工具鋼鍛造至近似形式，再經砂輪修整。此兩種工具均應再加以熱



處理令其應需之物理性質。

熱錐子 (Hot Chisels) 冷錐子 (Cold Chisels) 及 砧錐子 (Hardies)。此三種錐子，如第三十二圖所示，亦為鍛工廠常用之工具。A 為冷錐子用以切開冷鍛件，B 為熱錐子用以切開熱鍛件，均裝配木柄。C 為砧錐子。其柄可裝於鐵砧之方孔內，用以切開冷熱鍛件。

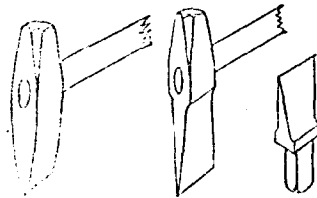


圖 二 十 二

熱錐子之切邊較薄可磨成約 30 度外向角，冷錐子之切邊較厚可磨成約 60 度外向角，均應中部稍凸成外向弧形。

無論冷熱錐子在製時造均應同樣回火。冷錐子自可保持硬度，熱錐子經與熱鍛件接觸其邊即軟。是以冷熱錐子不能互相換用。

型塊 (Swage Block)。普通用之型塊，如第二十三圖所示，效用甚廣，多半用以替代底面型錘。此等型塊多用灰生鐵鑄成，厚約 3 吋，重約 150 磅。

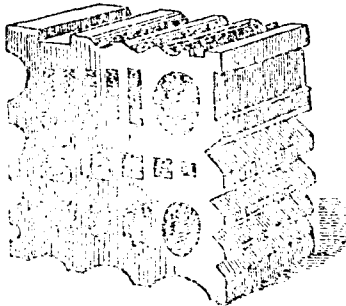


圖 二 十 三

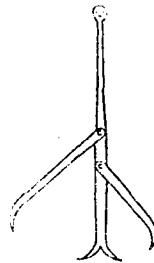


圖 二 十 四

他種工具：他種工具之常用者為各種卡鉗 (Calylers)，木工用二呎閉曲尺，各種分規 (dividers)，尺，各種鐵鉗，鐵勾，火棒及挑火用直桿。在普通卡鉗之外。鍛工常備一種雙卡鉗如第二十四圖所示。雙卡鉗可測度二項尺寸，一為零件之厚度，一為其寬度。

測度：當數項尺寸須測度時，尤其對於大鍛件，可用厚約 $\frac{1}{8}$ 吋寬約一吋之鐵一條。將各應測度之尺寸用白堊或肥皂石繪劃於此鐵條上。在作業時將此鐵條緊靠鍛件如用尺然。有時，尤其在汽錘工作時，亦可用一輕小鐵桿，一端圓或直角約半吋長，尺寸可自滑角之內邊開始繪劃。用時將滑角鉤止鍛件之一端。

肥皂石粉筆之記號不致燒却，但至紅熱時即不顯。欲記號於紅熱時仍顯可用藍墨記號於鐵條之角或用心術街記號於鐵條之邊。對於測度熱件亦可用白堊在鐵條上繪劃尺寸。

3. 機械工具 (Machine Tools)。製造廠之所以異於小鐵工廠者全因其生產量之多少不同，在小鐵工廠內同時甚少有鍛件同樣而數多者，在製造廠內則同樣鍛件為數甚多。是以凡製造廠均設備特種機械工具以適應大量之生產。

落錘 (Drop Hammers)。落錘係為製造複雜形式之熟鐵或鋼鍛件而設。形式之造成均有賴於各種型模。落錘係用一錘頭可自任何應需之高度下落於鍛件。換言之，落錘為利用位能以完成其打擊使命之工具。錘頭及鐵砧均配有型模，在作業時可迫壓鍛件俾流動入模而成應需之形式。在落錘下製造之件均須加熱至高溫度令其軟而可型。

第二十五圖所示為一普通形式之落錘用於鍛造工作者。其錘頭既於一板，經在支架頂部之磨擦輾對板迫壓可將錘頭提起。當錘頭既提至支架之頂部時放鬆磨擦輾，錘頭即下落。放鬆磨擦輾之樞紐可為自動者或用一腳踏板司之。落錘亦可仿汽錘式樣製造。

落錘用之型模分粗細二種。鍛造時先用粗模將鍛件造至應需之近似形，再用細模修整之。此等型模上之高低部分與鍛件之高低部分相合。

氣錘 (Air Hammers)。在機力錘中，對於中小鍛件用氣錘亦甚利便。氣錘之構造類似汽錘。氣錘工作多用型模。

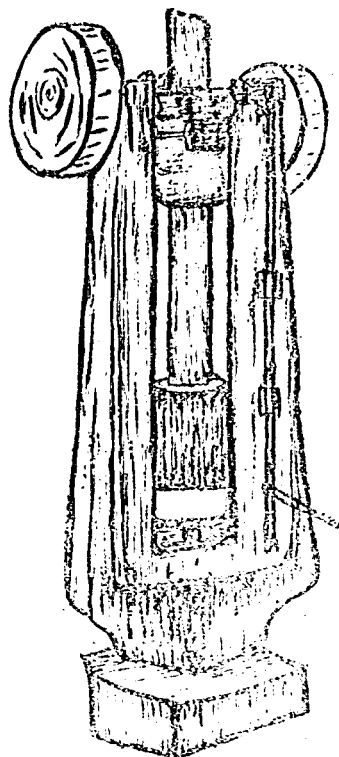


圖 二 十 五

汽錘 (Steam Hammers.) 第二十六圖所示為普通形式之汽錘。其主要部分為一倒置之汽缸。錘頭即裝設於活塞桿之下端。汽錘之全部由一堅固之架支持之。進汽於活塞之下面，錘頭即上升。將活塞下面之汽排洩而使活塞上面進汽，錘頭即下落而力擊鐵砧上之鍛件。錘頭下落之加速不但由於重力更加以活塞上面之汽壓力。閘動機關係如是

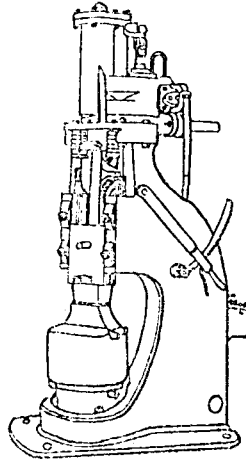


圖 二 十 六

佈置，在向下衝程間，可由增減進汽變更其衝擊力之強度。在同一衝程間亦有少許汽進入活塞之下面，所以吸收錘頭之動量(momentum)也。經如是佈置則同一汽錘既可作最輕之輕打又可作最重之重擊。汽錘亦製成各種大小。其大小以下落件之重量分等之。下落件包括活塞桿、錘頭及錘模，如一汽錘之下落件重半噸即可稱作半噸汽錘。汽錘係由二顯明之部分組成，一為支架附帶錘頭，一為鐵砧承錘頭之打擊。支架裝置於堅固之基礎上。鐵砧之本身常為鑄鐵者，其面上裝配一工具鋼製之型模塊，安置於更堅固之木基礎上。鐵砧之基礎亦可為三合土者，惟其上面仍須蓋以木料，支架與鐵砧之基礎所以分築者，防鐵砧或稍動搖不致牽涉支架也。小動力錘之基礎有時併築而不分。

錘擊 (Hammer chisels)。第二十七圖所示為用於汽錘之普通熱錘，其柄及刀片均多用工具鋼成製。有時刀片為工具鋼而柄為鐵經得接合成。鄰近刀片之柄應扁平使其彈性，於用時可吸收些微之震動。其刀片之邊應橫方而不圓如第二十八圖 A 所示。其邊

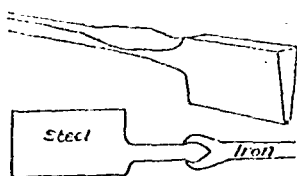


圖 二 十 七

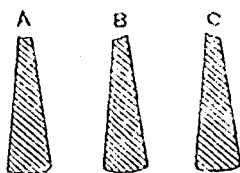


圖 二 十 八

或稍傾斜以適應特種工作，如 B 及 C 所示。對於切開或刻凹冷桿，有時用如第二十九圖所示之錐。此種工具其扁平面粗短足抗重大打擊之軋碎強度。對於伸入角內切割，有



圖 二 十 九



圖 三 十

時用如第三十圖所示之錐。吾人可造種種錐以應付各種彎曲或不等形之工作。

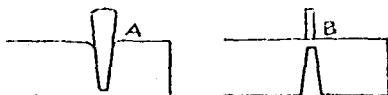


圖 三 十 一

現行之切開熱件之法，如第三十一圖所示，係將件先切至近於透穿如 A。將件反置，再用如第二十九圖 A 所示之錐擱在近於透穿點之上，如 B 所示。用錘急擊錐背，錐即將所存之薄片切去而使件被切斷之兩面均甚光潔。

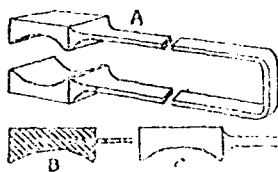


圖 二 十 三

型錘 (Swages)。工具之用於汽錘工作者普通甚為簡單。為修整用之型錘造有徑三吋或四吋者常造成如第三十二圖所示之形式。其柄形似彈簧，可與錘合併刃皮而引伸之如 C 所示，或係嵌入如 B 所示。此種工具俗稱彈簧工具。尚有一種型錘如第三十三圖所示，有時亦屬常用。A 為頂面型錘，B 為底面型錘。此種型錘在用時置於型模塊上。

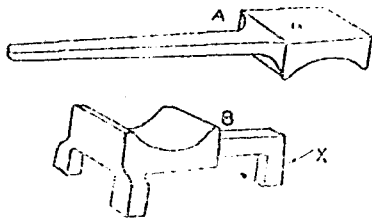


圖 三 十 三

型模塊之面有一方孔，類似鐵砧上之粘垂子孔。底面型錘之短角 x 即可裝配於此孔內，其餘二角則倒懸於型模塊之邊外。

拔槽及低槽工具 (Tapering and Fullering tools)。鐵砧型模及錘頭型模之面係水平面而互相平行，在此兩者間自不能修整拔槽形鑄件。此項工作可用類似第三十四圖所示



圖 三 十 四

之工具助其完成。其使用法，如第三十五圖所示，係將側面擱於鑄件以得粗形，後將平面擱於鑄件從而修整。用於手工套錘鮮有用於汽錘工作者。在汽錘之重擊下常用則舉

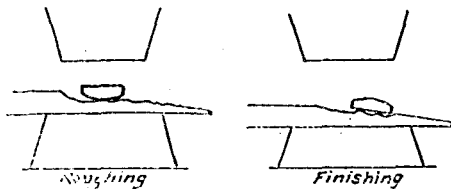


圖 三 十 五

以代套錘如第三十六圖所示。如僅一面需備形則可僅用一圓桿。但在未被錘擊之前應須注意使鍛件及工具均在正確之位置。法應先令錘頭輕輕下落於工作令工具與鍛件先成一

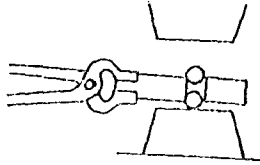


圖 三 十 六

輕小平座。驗其既皆妥貼乃用重擊。如其不然，則或有各該件自錘下飛出之禍。

壓機 (Presses)。壓機可為齒輪傳動式或為水壓力主動式。壓機之工作與落錘相同，惟其動作較落錘為遲緩。凡鍛件之需要時間使金屬得徐徐流動以改或新形或填滿形模者應用壓機製造之。

壓機之特用於鍛造，尤其特用於鍋爐工作者為壓緣機 (flanging press)。壓緣機常為水壓力主動之重大壓機。摺緣工作之進行係先將熟件於壓機之台上，隨備水壓力緊合兩型模。

料鐵機 (Bulldozer)。此種工具係用以彎高桿，條或其他形件者，備有重大之台，在其一端配一承樑，另有一動作頭可在台上往復滑移。重形模顯如是夾鉗於承樑及動作頭使兩形模間可餘留之地位適為所需之形式。作業時，動作頭在台上往復滑移。當動作頭離開承樑最遠之時將應需之件置於兩形模間。撥動接合器使動作頭與承樑啣接，動作頭前向承樑進行，鍛件遂被壓彎。此項工作不能使鍛件之橫剖面有何變更。是以彎鐵機僅為一彎鐵工具。

膨徑機 (upsetting machines) 用動力錘可減小鍛件之橫剖面。用膨徑機可增大鍛件之橫剖面。例如換製螺釘或釘之頭係膨徑工作。生產工廠對於條或桿一部分橫剖面須較其餘為大之工作多用膨徑機任之。

上述之件如用車床製造則所需原料之橫剖面必須較最大部分為大。如用較小之料而

在應須放大處用膨徑法使其改大至應需之尺寸則費料既少，機械工作亦可減輕。

膨徑法尚有一優點。為製造球承槽道，將原料膨徑可得相當流動之金屬。其流動線

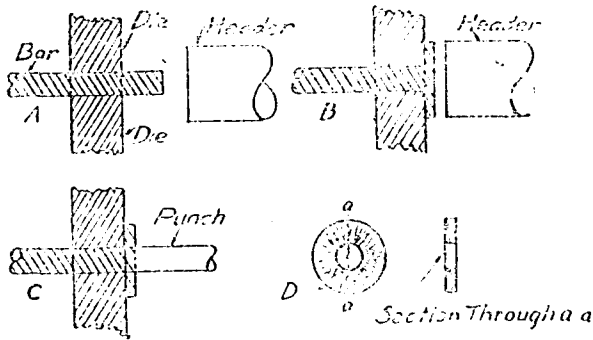


圖 三 十 七

之方向可與球之壓力成一垂直，使金屬得抵抗磨耗而致最長之壽命。如此槽道為由一大直徑之桿割切一塊者，球之壓力將注重於流動線之端而不注重於流動線之邊，金屬將磨耗甚速。第三十七圖表示製造推力軸承槽道之四步驟，桿為型模夾住如 A，其伸出之部分被膨徑如 B，其膨徑頭用心衝荷之如 C，膨徑頭隨即下落如 D。由 D 圖可見其流動線之方向。

螺釘頭機實係膨徑機之為直桿製成螺釘之頭者，因其工作甚速。製造大量螺釘之工廠均樂用之。

軋壓設備 (Rolling Equipment)。用軋壓在金屬熱時或冷時變更其橫剖面而需要甚費之重大設備，但因其法能甚速化小金屬之尺寸故常視為最經濟之鍛造法。第三十八圖所示係三重軋壓機。在軋壓殼內繼續軋壓，一次加熱能將二尺見方之大錠化為吋直



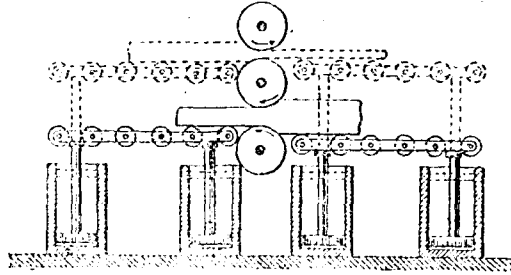


圖 三 十 八

徑之桿，如第三十九圖所示。想壓廠多與鍊鋼廠合作或合辦，由軋壓廠可製成各種一定尺寸之形鋼。讀者應注意，第三十九圖，金屬在化小成桿時所受之工作。此項工作對於出品發生重大影響。

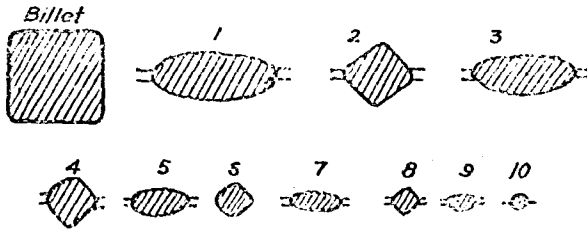


圖 三 十 九

起重機 (Cranes)。在重件須處理之所宜有一種設備可將重件自一處運送他處。是以工廠內多裝置起重機。常用之起重機有二種，一為橋式起重機 (Traveling Crane,) 一為舉臂起重機 (Jib Crane)

橋式起重機係行駛於架樑之軌道上者，可在房屋內自此端至彼端。行駛及起重均多用電力。

在重力鍊下處理重件普通多用舉臂起重機。此種工具甚屬簡單，僅為一個懸之臂可

繞一立柱擺動，及在臂上配有相當佈置足以提起或放下重件。當起重件時宜將提起設備移置於臂之中央。其提起設備多為鍊條，如第十四圖所示，以其易於處理且可向左右擺動也。為利便承託重件起見有時與接一橫棍於提起之端。



圖 四 十

### 第三章 鍛造之影響

1 鍛造之冶金影響。 就冶金而論。凡完成之鍛件均應健全，意即無空隙，破裂，及其他足致鍛件不健全者；鍛件應為全體一致者，意即少數之不純質均分佈；其化學成分應正確一如預定；其物理性質，如延性，硬度，抗張強度及抗衝強度，應總計等於預定數；完成之鍛件應可熱處理並易在機械上工作。欲使鍛件兼具上述各點吾人必須明瞭在鍛造作業間常有之各種變更。

鍛造作業間常有之變更既皆明瞭，吾人乃可如法加熱，施鍛及使冷時於鋼俾利用原有之設備產生可能之最大效果。

施鍛有時稱作鋼之機械處理，如處理合宜，不特僅可造成正確之形式，抑且可以改善鋼之組織與其物理特性。鍛造影響所及其重要者計有四項。

#### (1) 化學成分變更。

此應不常有，但當加熱時對於圍繞鋼之空氣如不加意節制即有變更化學成分之虞。

#### (2) 分子分佈變更。

#### (3) 顆粒之大小變更。

#### (4) 鍛接。

鍛接可改善鋼質，以其可收束鋼錠原有之氣泡及他種瑕疪，但此僅可實行於鋼之可受高熱者，如低碳鋼及熟鐵。

鍛造在習世上分作二大類，通稱熱鍛及冷鍛。熱鍛係在臨界帶以上溫度中，即  $\gamma$  鐵存在時，施行之鍛造。冷鍛係在臨界帶以下溫度中，即  $\alpha$  鐵存在時，施行之鍛造。所謂冷熱者並非指普通熱度而言，因甚多之鋼在華氏表 1200 度時仍在臨界點以下，故凡鍛造之有華氏表 1200 度或以下施行者皆稱作冷鍛。

#### 1 A. 熱鍛，

化學成分變更， 加熱設備如為鍛鐵爐，以火中之空氣才易約束，鋼常發生化學成分之變更。此項之變更常為對於低碳鋼加碳，及對於高碳鋼提碳。如不任鋼在火中太久

，此項變更僅及於鋼之表面，鋼尚不致過於惡化，以鋼之表面尋常多用機械除去或用砂輪磨去也。但如此項變更深入內部或該零件之表面無須除去則於應用上實屬為害匪淺。

加熱設備如為熱爐而用煤氣，柴油或電流者，進入爐內之空氣能易節制，化學成分之顯著變更不致發生。但對於進入爐內空氣如不適當節制，加熱之鋼亦將通過化學成分變更，且將較用重鐵爐火者更為惡化。試驗熱爐內空氣之善法係置一木片於熱室。如木片焦而無焰，空氣係還原者，或係中性者，但決非氧化者。如木片爆發火焰，空氣係氧化者，燃燒器有調節之必要。

熱爐內之空氣無論為何種，如熱件之溫度在華氏表 1300 度以下，化學成分不致有何變更。溫度愈高熱件對於四週之空氣愈能敏感。

分子分佈變更、如前所述鑄鋼定當其微小或重大隔離，吾人欲在鋼內獲得預期之物理質必先除去各該隔離。除去隔離之法有二；一為鍛鐵，一為予以熱處理，最較為較易之法，亦實為除去微小隔離之唯一法，熱處理鮮能除去重大隔離。

鍛鐵所以能擊破隔離者係因，鐵之性質足使其彌散。此式之鐵存在於臨界帶以上致使隔離之不純質彌散，而鍛造之影響係扶助此項彌散動作，比之揉生鈣以成麵食恰相類似。鐵件其難克踏全體一致之域，即在加以大量工作之後仍不免有若干隔離留存其間。此項留存之隔離致使鐵件之中央異於外部，且呈示通稱之流動線。

流動線係微小隔離之結果。換言之，此項不同成分之金屬小點因受鍛造影響引伸而成長纖維，如第四十一圖所示。A 表示鑄錠內之縱向結晶組織，如作者用熱酸蝕之即顯

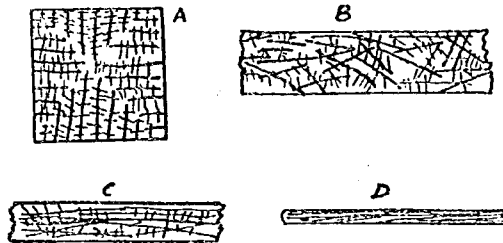


圖 四 十 一

。B 表示經少量鍛工之影響，隔離之綫道已依工作之方向而變形。C 表示經更多鍛工之影響。在鍛件經加以工作至 D 後其原來之樞樹結晶組織已轉變為流動綫。鍛工愈多，散愈甚，可致微小隔離愈細而列入流動綫之方面內。此可用熱蝕法隨時偵察之。

流動綫之影響係使鋼具有方面性，其強度在所加之應力與流動綫成直線時，較在所加之應力與流動綫成直角時為大。職是之故，鍛件必應如計畫圖及如是製造使所加應力之方向適對流動綫之端而獲受其最鉅之益。第四十二圖 A 表示一鋼桿內因被鍛而致之流動綫。將此桿膨徑如 B，所成之齒輪齒牙集中流動綫於中心，可予齒以最大之強度。C、D、E，及 F 表示一鉤之製成如何可極度利用原料之流動綫。從事鍛造者必須記憶

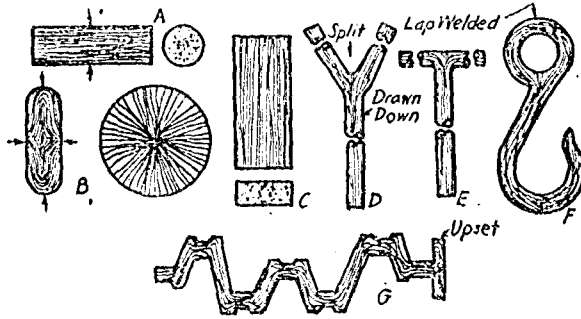


圖 四 十 二

鉤內之彎曲係鉤之重要部分。G 表示一曲軸之流動綫順沿軸之輪廓而行。

#### 顆粒大小變更。

在鍛件之物理界內，顆粒大小所佔之地位甚為重要；對於一定之硬度，顆粒應以愈小者為愈佳。第四十三圖 I 表示鋼內原有之顆粒。將此鋼加熱自普通溫度至臨界帶，顆粒大小不發生變更，如 II。繼續加熱經歷臨界帶顆粒改良，但為適應鍛造而加熱至高溫度，此項顆粒改良旋又消滅。III 表示在冷卻過程間經鍛工作之影響，致使顆粒減小及阻止大顆粒組成，此項影響繼續進行直至鍛工作停歇。停歇時之溫度為華氏表 1600 度，

自此溫度下降至臨界帶間顆粒逐漸粗大。自臨界點再下降至普通溫度間，顆粒不再發生變更。Ⅱ表示經鍛工作直至近臨界帶之影響，顆粒更細。Ⅴ表示停工時已在臨界帶之下臨界點，其影響係在熱帶中收獲極度之顆粒改良及最善之可能狀態。Ⅵ表示鍛工作直至臨界帶以下所生之影響，其影響不能致使顆粒大小有何變更，因在此溫度固不能由鍛工作收獲改良結果，但轉令顆粒扭歪。

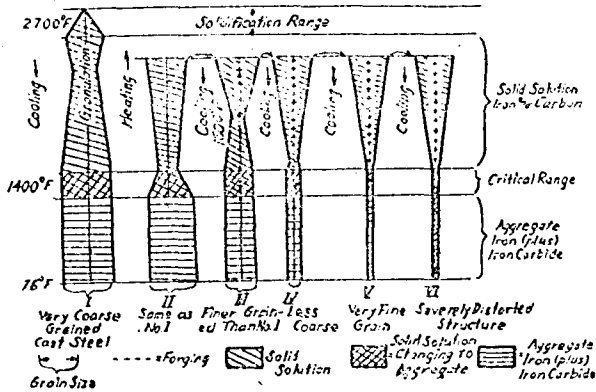


圖 四 十 三

預期熱鍛件改良顆粒之程度視其原來組織，工作之多寡，加熱之溫度及最後溫度而定。欲使同一鍛件內或同一批數鍛件內之顆粒等大而均勻必須加熱於各該鍛件至同一溫度，予以同樣工作及在同一溫度停止工作。此為不易能成之事，但如對於熱爐溫度及鍛工作設備加意管理，近似均勻不難預期。如均勻僅稍欠完善可由熱處理較準之。

**鍛造溫度。** 鍛工之習慣常加熱太過，因高溫度之鍛件易於鍛造。溫度如十分太高，鍛件往往被焚，致毀其顆粒之組織，非經再行熔化及鍛製不能改正。即使不致被焚，亦足令最後溫度高及顆粒增粗。加熱太過之狀況如第四十四圖所示。A為未加熱時原來之均勻顆粒組織；B為受高溫度之效果，未曾加以工作，C為加以相當之工作後又經軋化之效果，已將過熱之組織完全改善。鍛件加熱應至之溫度當以其成分及應需鍛造程度

為高低之標準。

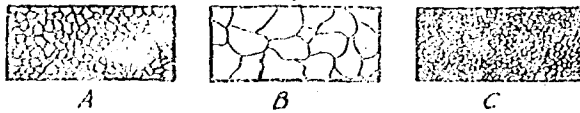


圖 四 十 四

鍛件加熱時必須經歷之臨界帶及必不能過之開始溶解點視其成分而定。鍛件應加熱越過臨界帶幾何又視工作之必需程度而定。成形工作如甚繁複。鍛件可加熱至不致溶解或燃燒之最高限度。鍛造工作如為輕便者，鍛件應僅加熱至稍越臨界帶。

今將數類鋼之最初及最後鍛造溫度列表於下。

再入施工作於此等鋼件應不逾越此等溫度。

第 二 表

最初及最後工作時之溫度

鋼 種	最 初 溫 度		最 後 溫 度	
	華 氏 度	表 數	華 氏 度	表 數
低 碳 鋼	2 5 0 0		1 3 0 0	
高 碳 鋼	1 9 5 0		1 3 0 0	
線 條 鋼	2 0 0 0		1 4 5 0	
高 速 工 具 鋼	1 7 5 0		1 5 0 0	
不 銹 鋼	1 9 5 0		1 5 5 0	

熱鍛改善鋼之物理性質甚鉅，增加其延性及抗牽強度，如工具鋼之經加硬及回軟者熱鍛能增火熱處理之效果。未加工作之鋼有弱而脆者惟熱鍛可轉弱為強與反應為厚，蓋因熱鍛能擊破其隔離致使組織調和，又因經過合宜之工作是令顆粒改進也。

鋼件之物理性質由熱鍛所得變更可舉下列二項試驗以證明之。

由鑄鋼錠取出試料試驗之。其不均結果為

抗牽強度	每方吋	77,000 磅
彈性極限	每方吋	39,000 磅
伸 長	二時間	10,5 %
面積減小		16,9 %

將鋼加熱至華氏表 1450 度後施以鍛工作。俟其退熱後取出試料試之。鋼之物理性質已改善如下列

抗牽強度	每方吋	83500 磅
彈性極限	每方吋	50000 磅
伸 長	二時間	27,5 %
面積減小		43,3 %

溫度之測定。對於測定熱爐溫度之裝置，現最常者為熱電高溫度(Thermo-electric Pyrometer)。此表係在熱爐設一熱電偶由金屬線通至一計溫儀器。計溫儀器可為指示式或為自記式或為兩者合併式。第四十五圖係此種高溫度表之電路線圖。

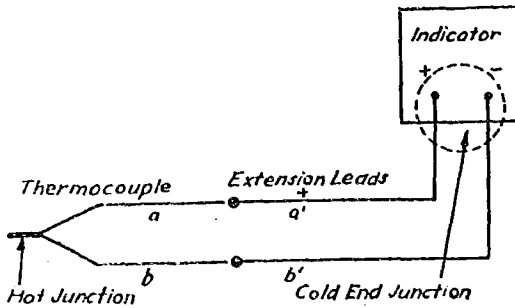


圖 四 十 五

熱電偶係兩不同分子之金屬線所組成（普通以白金絲及白金與銦合金絲為之）。鐳



併其一端而通其另一端於計溫儀器。俾併端置在熱爐內，謂之熱端。由此方法測得之溫度有時僅係熱爐內之溫度而未必即是鍛件之溫度。是以作業者必須予鍛件以相當時間使可加熱至與爐內及偶線同等溫度。

測定鍛件溫度可用之高溫表尚有數種。如運用適當亦頗不弱。凡高溫度均須每日校對一次以防欠準。

用具有經驗者之目力以測定溫度雖為鍛工廠內通行之習慣，然以其難免錯誤終屬不甚可靠。實無有能自加熱件所示之顏色測定溫度達準確之境者。

第三表列示在各種溫度時可預測之顏色以供用鍛鐵爐者之參考，因在用鍛鐵爐加熱時，顏色係測定溫度之惟一實用方法也。

第 三 表  
鐵在各種溫度時所示之顏色

顏 色		溫 度 華 氏 表 度 數
紅,	在暗處初顯	878
紅,	在白壺初顯	887
紅,	暗淡	1100
紅,	十分	1370
紅,	明亮(皮熱)	1550
橙黃,	十分	1650
橙黃,	明亮	1725
黃,	十分	1825
黃,	明亮	1950

鍛鐵爐火所致之弊病係溫度不一致，或太低或太高。不均之加熱足生內應力。對

於正在加硬之工具可致使火裂 (Fire cracks)，凡鍛件應全體一致平均加熱。如外面已熱而內部猶未熱至適當之溫度，加以工作或將致其中心破裂。如內部已熱而外面反冷，外面常致開裂。溫度之上升應緩而平均，且不應逾工作所必需之度數。如因偶不留意而致溫度太高，應使鍛件之溫度自降至臨界帶下，再加熱至相當溫度以防在冷却時間開裂。此項再加熱可令鍛件受經歷臨界點改良顆粒之益，且解放其內應力。

加熱太急。 如以鍛件設置於極熱之火中而令其驟然加熱至高黃熱，其結果必為外面已柔軟已合乎可鍛條件而內部尚僅逾紅熱。高熱之外面將其甚低之應性，換言之，此部分將纏熔解不遠，其結合之小層將甚易互相滑卸。內部則仍硬而富有韌性，其結合之小層仍保持固定狀態而不易互相滑卸。

如將如是鍛件置於錘下予以工作，其結果必將為如第四十六圖所示。柔軟之外面，堅實之內部益易就範，故外面 A 偏現破裂而內部 B 仍完善。此件應宣告被焚。



圖 四 十 六

外部太冷。 假令有一鍛件於此，其情況適與前述者相反，內部已加熱至白熱而外面仍硬而固定。對此鍛件予以工作，其結果必為如第四十七圖所示。外面固甚完善，在工作終了及冷却前全部外表 A 或可不致發限裂痕，但一經檢驗即可見其內部開縫如 B。此件應目為破裂。



圖 四 十 七

對於上述二種鍛件，如經加熱至內外一致柔軟程度，或僅至內外一致紅熱，各該鍛件均將可鍛，且必甚完善。加熱於鋼應緩而平均，且須予錘以相當時間使得全體一致加

熱。對於最初及最後之溫度應十分注意，對於太熱之鋼不可開始工作，對於太硬之鋼（即其溫度已降至臨界帶之下）不可不終了工作。

### IB. 冷 鍛

冷鍛多由軋壓，抽絲及造壓完成之。冷鍛有甚多之優點，如外表淨潔，尺底近確，消耗減少及對於薄件可大量生產而尺度齊一。

在近平常溫度下工作之零件不生黑色外皮，完成後外面光而且潔，無須再經機械或砂輪工作，與鑄件或熱鍛件不同。冷鍛件之允許容差較熱鍛件減少甚多。有時竟不及 0.001 吋。

如汽車身。樂器綫。廚房用具等均用冷鍛法製造。就實際而言。凡物之自最小如領鈕至最大如鐵路車輪由壓造而成者莫非利用冷鍛法者。

冷鍛每扭歪鋼之組織，變更具顆粒之形自相等形至伸長形。顆粒係向工作之方向伸長，如第四十八圖所示。A 表示未加工前之原來組織，但已放大。經工作如抽絲或軋壓後顆粒伸長如 B。如將此件 B 加熱至華氏表 1250 度，任其緩冷，顆粒回復常態 C，且較原狀為細緻。（加熱至 1050 度可回復常態僅對純鐵顆粒有效，如係“Pearlite”顆粒須加熱至逾臨界點以上。）冷鍛可增加金屬之硬度，抗牽強度及減少其延性。如工作

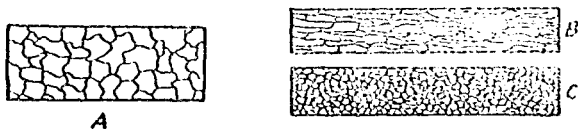


圖 四 十 八

太過可令金屬發生脆性而致斷折。冷鍛為令純鐵，銅等發生硬度之惟一方法。

對於造壓工作如平壓，切割，彎曲，成形，引伸，使凹及使凸等之完成均須輔以相當之形模。

抽絲以桿或絲拉過一形模之錐形孔以減小其橫剖面，如第一圖所示。

軋壓冷件之程序與軋壓熱件相似，圓件及平板等均可在冷時軋壓成之。

2 鍛造之機械影響。 機械鍛造之原則與用於手工鍛造者相同，故僅述手工鍛造之各項方法即可概括鍛造之各該方法。

成形 (Shaping) 鍛件既經加熱，用錘擊使改成應需之形。此等成形工作可為引伸，膨脹，彎曲，或使凹凸。引伸係以桿之直徑為犧牲而將其長度引伸。膨脹係以桿之長度為犧牲而將其直徑增大。此種工作之實施常須輔以助手一名。鍛工用手錘在鍛件上輕擊，指示應加打擊之處，助手用雙手錘盡力下擊。如用助手二名者，鍛工在每一助手用雙手錘下擊時用手錘輕擊一次，相間打擊。鍛工用手錘在鐵砧上輕擊一下是謂令助手停擊之信號。

修整 (Finishing)。因雙手錘常在鍛上刻有印痕，經雙手錘工作之鍛件尚須稍留裕度而不遜工作至完成之尺寸。此種裕度應用套錘及型錘修整之。如係輕便工作，即工作之不用雙手錘者，手錘能消滅其自己所刻之印痕，而使光滑。

引伸 (Drawing out)。重大之引伸與他種重大鍛造相同須將鍛件熱至可能而不致傷之高溫度。在砧角實施工作有時可較在砧面上為簡捷。其理由係因鍛件在砧面上被錘擊，鍛件向四面開展，其長度固增而寬度亦加。但所以工作者係欲其增長非欲其加寬。如在砧角上加以錘擊，如第四十九圖所示，則圓形之砧角作用如鈍楔，迫令鍛件增長，

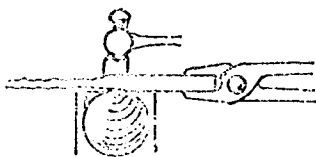


圖 四 十 九

於是幾可利用全部之錘擊能力以引伸鍛件向預定之方向進行。修整工作亦用套錘。當在汽錘實施引伸工作時常用圓桿替代套錘或砧角。

當引伸或縮制圓件時，應先將圓件擊成應需尺寸之方形，再自方形分步復圓，每步所擊之次數愈少愈佳。第五十圖所示係引伸圓件自大直徑至小直徑之工作步驟。其第一

步係將圓件 A 擊成方形如 B，嗣將方形擊成八角形如 C，最後將八角形復圓如 D

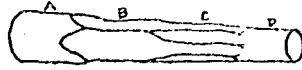


圖 五 十

，假令吾人違反上述方法，不先擊之使方而常保持其圓形則此圓件屢次被擊之下必將內裂，此種事實甚多如第五十一圖所示，其錘擊之影響所及如 C 之箭頭 a 所指。鍛件依此方向被擠緊縮而又依與此成直角之方向被迫分離如 c 之箭頭 b 所指。如將此鍛件轉

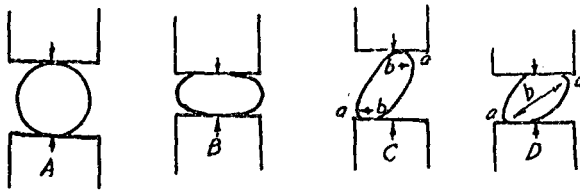


圖 五 十 一

移少許以承受再次之錘擊，其各邊將彼此輾轉，縫隙及裂縫必將於遲早間暴露，如第五十二圖所示即為此種鍛件自中心鋸開後所見之狀況。此種內裂係由不合宜工作而生之剪

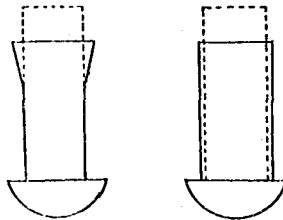


圖 五 十 二

力所致。是以吾人對於鍛造圓錐形應十分注意，因不先擊成方形或角錐形而欲逕造成圓錐形非特係難能抑且係不可能之事也。

膨徑 (Upsetting) 將一鍛件施以工作使其長度縮短及厚度或寬度增加，或厚度寬度均增加，謂之膨徑工作，膨徑工作或稱壓縮工作或稱加厚工作。膨徑工作之方法計有

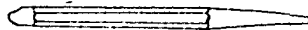
致稱，究以何者為合宜須視膨徑之形式以為去取。當短鐵件須膨徑時，常將膨徑樹立於砧上，錘則自頂而下打擊其上端。鐵件應保垂直，一經發現彎曲或扭振應即儘先矯正。當長鐵件須膨徑時，常將鐵件放平使其前後動搖，成搖動甚急間使其一端向砧側猛撞，如是往返數次膨徑即可告成，錘擊之輕重關係於膨徑鐵件之形式至甚且鉅，如第五十三圖所示。輕擊之力入於鐵件甚淺，如同所示之腫脹端，重擊可使鐵件之全體均勻感動。



圖五十三

在擊鑄釘以緊塞釘孔時應用重擊，因如是方能膨鑄釘全長之徑而緊塞於孔內也。對於鑄釘之用以固結兩件而兩件仍須活動者，如一對之鉗牙，應用手錘輕擊鑄釘之端使成鑄釘頭，意即膨其兩端之徑，當僅一部須膨徑時應將該部分加熱至最高溫度而令其餘部分之溫度低。對於長件有時可將鐵件吊起而使其一端下落於裝在地上之重大鐵板上。此種鐵板名曰膨徑板。

衝孔 (Punching)。在熱件上衝孔所常用之孔衝計有二種；一係與手錘同用之手用直式，用一係與雙手錘同用備有把柄之較重者。孔衝當然用工具鋼製成。對於在薄件上衝小孔常用直孔衝。直孔衝係一長六吋至八吋之圓或八角鋼桿，其端經鍛造拔梢成錐形，較衝之孔稍小。第五十四圖所示即此種孔衝之用於圓孔者，其端而應平而不外凸。



圖五十四

對於較重及較速之工作，應有一助手，用如第五十五圖所示之孔衝，令助手用雙手錘

打擊。

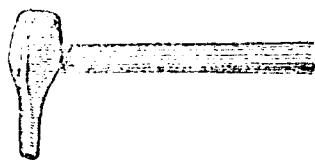


圖 五 十 五

第五十六圖表示在熱件上衝孔之逐步工作。先將熱件平置於砧上，次將孔衝擊入熱件達半深如 A。此項工作壓縮孔衝端下之金屬並使熱件之反面稍形突出。嗣將熱件反覆。以孔衝端對突出部分之中心而施以錘擊。孔衝應入熱件亦僅約半深如 C。將熱件移至

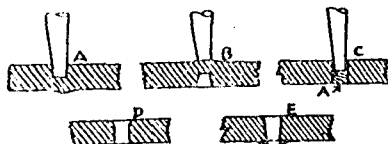


圖 五 十 六

砧端之圓孔上，或移置於具有較所衝孔稍大之孔之平塊上。再用錘擊孔衝穿過熱件，迫令小块金屬 A 脫落而成一光滑之孔如 D。或有疑者以為自一面進行擊穿較簡捷。如果照彼任意實施則所成之孔將如 E；一面將內陷，他面將外突，又孔內將必為錐形，其尖端在孔衝所入之面。對於厚件，在工作開始後應置煤末些許於孔內以防孔衝之粘着。

彎成角形。 (Angle bending)。對於彎成角形，彎曲處常須在料上之一定位置。在未經加熱前應先度定應行彎曲處用心衝在料之側邊輕衝一記號。如為事實所許，此項彎曲工作較易在老虎鉗內實施；因工作件可適在彎曲被夾住經錘擊不致變動位置。如在鐵砧上工作，應將材料平置於砧面，並將應行彎曲處置在約近砧之外側邊，如第五十七圖所示。應用雙手錘將此材料緊緊於砧面，雙手錘之外邊應接近砧之外側邊。當彎曲時

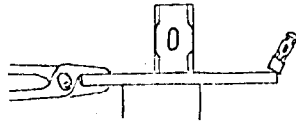


圖 五 十 七

，材料將被錘擊之力拉過少許；于是錘之外邊，材料之彎曲處及砧之外側邊可均在同一線上，使雙手錘與鐵砧可用作老虎鉗之兩牙。

彎成方角 (Bend With Forged Center)。 託架及他種嚴件間有需彎成之外角為方形者如第五十八圖 C 所示。造成此形之常用方法如下。

(1) 在彎成角形時即鍛造此角成方形。工作之第一步，彎曲材料至近似直角，在可能範圍內維持此角之銳度，如 A 所示。此項工作應在高熱時實施；因溫度愈高，彎曲愈易彎角亦愈銳。嗣對彎曲處之金屬施以膨脹工作，致使外角成方形。用錘下擊之方向如

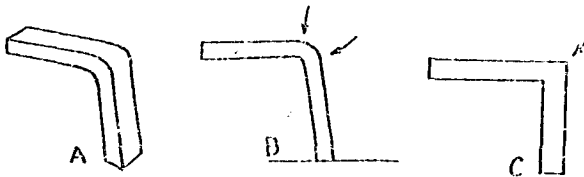


圖 五 十 八

B 圖箭頭所示。嚴件應安置於砧面，不應安置於砧角或砧邊。在工作間應使角形之內角常較九十度為大，俟外角既成方形後始將角形造成直角。

(2) 用較成件厚之材料 引伸其兩端至完成之厚度，留一薄而尖之脊橫立於應行彎曲處，即將此脊造成彎曲之方形外角。此法先將原來材料鍛造成脊如第五十九圖所示，虛綫表示原來材料之形式。嗣將此件彎曲使脊 C 組成方形之外角。



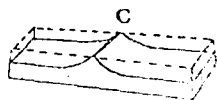


圖 五 十 九

(3) 仍用與造件同厚之材料，將應行彎曲處用錘徑法造在一薄而尖之橫脊。

上述三法中以第一法最為適宜。

彎成圓形 (Ring-bending)。彎成圓形時，應將鐵件於一端加熱後橫置於砧角，自件之極外端開始彎曲，如第六十圖所示。嗣將件徐徐前推，逐步彎曲。錘擊應不在砧角之頂上但應落於支點之外邊如圖所示。如是，可使鐵彎曲而不致使鐵變形。待既成半圓形，將兩端對調，並將未彎之端加熱。第二半圓之工作與第一半圓之工作相同，即亦自極外端開始彎曲。



圖 六 十



圖 六 十 一

彎成眼孔 (Eye bending)。製造眼孔之第一步係計算所需材料。第六十一圖所示眼孔之內徑為  $1\frac{1}{2}$  吋，邊厚  $\frac{1}{2}$  吋。此眼孔所需材料應為  $6\frac{1}{2}$  吋。將此長度用粉筆自砧端起劃于砧面。將材料加熱，置於砧面，使熱端在粉筆記號上，餘部伸展於左者。用一手錘置於熱件，錘之一邊須與砧端相齊，表示自端至此處係  $6\frac{1}{2}$  吋。嗣將熱件橫置於砧面使錘之該邊與砧邊相齊，于是伸出於砧邊外者為  $9\frac{1}{2}$  吋。將此伸出部分彎成直角

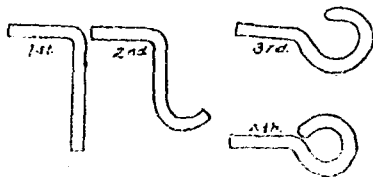


圖 六 十 二

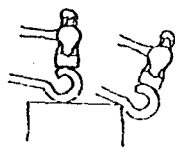


圖 六 十 三

。眼孔之彎成手續與彎成圓形大略相同，所異者僅為眼孔之工作均自一端逐漸進行而圓形之工作則由兩端合成。第六十二圖表示鍛造眼孔之四步手續。眼孔之小者可用第六十三圖所示之方法合攏之。

扭轉 (Twisting)：第六十四圖表示扭轉件之各種形式，如扁形者，方形者及六角形者。

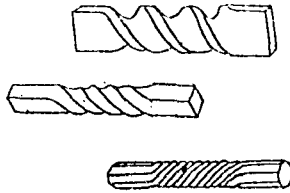


圖 六 十 四

欲扭轉成如是形式，對於扭轉部分之全長應予以平均加熱。當材料徑適當加熱後，於其扭轉開始點用鉗或老虎鉗緊切夾住。再用一鉗將扭轉終了點夾住，使件扭轉至應需之轉數。金屬之扭轉自僅限於兩鉗之間，或鉗與老虎鉗之間。是以對於夾住之點必須注意以防錯誤位置。

扭轉部分之熱度必須全長一致，不能稍有高低，如一度較他處為熱，較熱處將較他處易於扭轉，全長扭轉將不平均。如件之一端須扭轉較他處為緊者，加熱時應如是調整使需緊扭之端較熱，熱度向鬆扭之端低降。

3. 鍛件之強度：對於材料之本性，截面之大小，最初及最後溫度等等予以相當注意之鍛件，其經鍛造之部分必較原鑄者為強。吾人並不期望不同截面之為同一化學成分者應具同樣之物理性質。即使不同之截面係自同次加熱及同樣型鑄之金屬所鍛造，亦具相異之物理性質。物理性質所以相異之故蓋半係因每一截面所受之工作程度並不相等。工作程度不相等愈甚物理性質之相異亦愈甚。金屬之受最多鍛工者其強度最大。

鍛造大件最困難之點為不能予鍛件以相當程度之工作以變更鑄錠之組織。如自二呎

截面之鋼錠鍛造或四分之一截面之桿可予鍛件以甚多工作。但如造成鍛件為二呎至三呎截面仍須予以同量之工作則所需之鋼錠將為大至無法鑄成。勢不可能。是以大鍛件內有二種連鎖之弱點：一為甚大之鑄錠，其顆粒粗而組織又不均勻；二為因鍛件大所能減小者甚微。

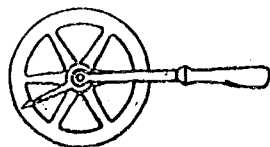
冷鍛，如經工作至其延性之極限，每致鍛件失敗；但如在熱鐵所鍛金屬之組織及性質下實行必能增大鍛件之抗牽強度。用配登丁法以含錳 0.70 % 之鋼鍛造之音樂鋼絲可具每方吋 400,000 磅之抗牽強度。配登丁法係將絲加熱至臨界帶以上，投入約華氏表 700 度之鉛池內使冷，隨用抽絲法使之減小至相當程度。穿孔之圓柱體，如砲身及盛氣之筒，可由相當程度之冷鍛改形工作使其加強甚多。此項冷鍛改形工作係擴張圓柱體，用水力壓機及熱處理為之。凡壓製之形件皆因受冷鍛之影響得加強並愈適於應用。尚有甚多之他種製造品係由冷鍛工作致其物理性質增進者。

## 第四章 應需材料之計算

1. 計算法 欲造一零件必須計算應用之材料為何尺寸及需要若干。普通所用之計算法計有四種。

(1) 用算術計算法。此項計算法最為準確，如為事實所許，應廣事採用。

(2) 用度輪法。度輪僅為一輕便轉輪，裝設一柄，並備有一指針，如第五十六圖所示。輪周之長度為二十四吋，劃分吋及八分之--吋。用時，將輪置於欲測度之件上面



圖六十五

輕推之使順沿應測度之線旋轉。在開始時輪周之零點必須準對指針。計其旋轉之次數及自零點至指針間之吋數即得應度之尺寸。

(3) 用綫繩法。法將造件之形用十足尺寸繪於紙上，用綫繩或軟鐵絲順沿圖示彎曲形之中心綫測度之。既畢，直此綫繩或軟鐵絲而用尺度之即得應需之尺寸。此為測量不整形之最簡捷而可靠測度法。

(4) 用分線規法。法將安排兩點甚接近之分線規步行於中心線上，記其步數當將此分線規走同樣步數於一直線上，注明其起訖點。用尺度此起訖兩點間尺寸即得應需尺寸。此法較易在繪圖室內實行。

以上四法對於測度均必須就形件各部分之中心線行之

### 2. 角形及彎曲形。

角形 (Angles)。凡一直桿經彎曲後，其外邊必較原形為長而其內邊必較原形為短，因外邊必經引伸而內邊必經壓縮也。既未經引伸亦未經壓縮者必僅為其中心部分，是以吾人測度應需長度必順沿其中心線度之。第六十六圖表示自一直桿彎成之角形。就其

內邊度之則所需材料似為 14 吋長，就其外邊度之則所需材料又似為 16 吋長，實皆非是。此角形所需材料應為 1 吋鋼或熟鐵長 15 吋，即自其中心線度得之長度也。第六十

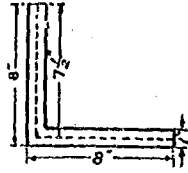


圖 六 十 六

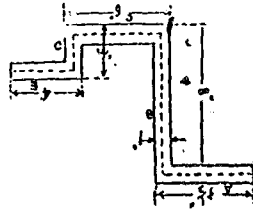


圖 六 十 七

七圖所示角形之應需材料為 1 吋鋼或熟鐵 23 吋。因 A 部之中心線為 5 吋，B 部為 8 吋，C 部為 5 吋 D 為 2 吋及 E 部為 3 吋，而  $5 + 8 + 5 + 2 + 3 = 23$  吋。

圓形 (Circles)。對於圓形或圓形之一部分，如知其直徑，甚易計算。第六十八圖所示為一圓形，其內直徑為 6 吋，所用之材料為厚 1 吋。此圓形之中心線直徑，或稱計算周直徑，當然為 7 吋，鍛造此圓形所需材料應為 1 吋鋼或熟鐵  $7 \times 3.1416$ ，或 22 吋。

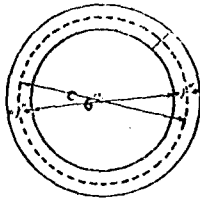


圖 六 十 八

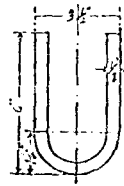


圖 六 十 九

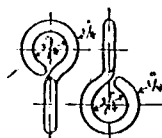
U 形。第六十九圖所示之 U 形可分作兩直邊及一半圓形之端。此半圓形之外半徑為 1 吋，而邊厚為 1 吋，端部所需材料應為  $(3.1416 \times 3) + 2$  或  $4 \frac{1}{16}$  吋。直邊

之長度為  $6 \times 1\frac{1}{2}$  即  $4\frac{1}{2}$  吋，兩直邊所需材料應為  $4\frac{1}{2} \times 2$  即  $8\frac{1}{2}$  吋。此 U 形所需材料應為  $\frac{1}{2}$  吋鋼或熟鐵  $4\frac{11}{16} + 8\frac{1}{2}$  即  $13\frac{2}{16}$  吋。

**環形 (Link)**，環形係圓形與直邊之結合形。第七十圖所示之環形可分作兩半圓形及兩直邊。其物部之外直徑為 2 吋，兩直邊亦各為 2 吋。其計算圓周直徑當然為  $1\frac{1}{2}$  吋。兩端合併為一圓形，所需材料之長度應為  $3.1416 \times 1\frac{1}{2}$  或  $4\frac{5}{7}$  或可作  $4\frac{11}{16}$  吋。兩直邊所需者為  $2 \times 2$  即 4 吋。故此環形所需材料應為  $4 + 4\frac{11}{16}$  即  $8\frac{11}{16}$  吋。如稍加裕度以備鍛接，所需材料應為  $\frac{1}{2}$  吋鋼或熟鐵  $8\frac{3}{4}$  吋。



圖七十



圖七十一

**雙環形 (Double link)** 第七十一圖所示為一雙環形。此雙環形係兩環形結合而成者。每一圓形之內直徑為  $\frac{1}{2}$  吋，所用材料為  $\frac{1}{2}$  吋直桿。其計算圓周直徑當然為 1 吋。此雙環所需材料應為 1 吋直桿  $3.1416 \times 2$  即 6.2832 或 6  $\frac{1}{4}$  吋。

**鍛接裕度**，微小裕度必須酌量增加以備鍛接時之消耗，但究需若干則其難規定，因此項裕度全視加熱之適宜程度及加熱之次數以為衡。

鍛接之惟一消耗，即吾人應為預備之裕度，係加熱時所被燒却者（即黑色之外皮名曰銹鱗）。在鍛接時，雖應先將鍛接端膨脹，後將兩端搭接，使長度一再縮短；然一經錘擊又立即復長。故所消耗之材料仍僅為所被燒却者。

優良之鍛工僅需極微之裕度，或在空際上竟有不需者；但初學者必有若干之裕度以備消耗。初學者應加之裕度範圍，對於小件，每一長度之材料可加厚度之四分之一至四分之三以備作圓形等等之消耗。在直接時可再比較多或少許，加太多可於成件後于兩端截去

之。倘各自深切注意此項消耗，各項鍛件應加之相當裕度不難知悉。

3. 不整形 (Irregular Shapes)。對於鍛件所需材料，或在材料已變更原形時，可以鍛件之容積酌加鍛造時之消耗為計算材料之標準。因鍛件，無論其形式何若，與原來材料必具有同樣容積；相當裕度以備鐵鏽消耗及或須切去之部分當然須預計在內。

例如第七十二圖所示之鍛件即能由容積計算法求得其所需材料。為便於計算計，此件可作三部分，分別計算之如下：

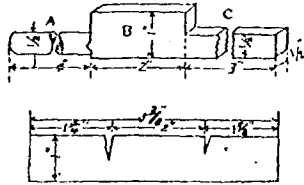


圖 七 十 二

$$\text{圓軸 A} = 3.1416 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 4 = \frac{11}{14} \text{ 立方吋,}$$

$$\text{方塊 B} = 1 \times \frac{1}{2} \times 2 = 1 \text{ 立方吋,}$$

$$\text{圓軸 C} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 3 = \frac{3}{4} \text{ 立方吋,}$$

此件如用 1 吋  $\times$   $\frac{1}{2}$  吋扁料鍛造，則每吋材料之容積為  $1 \times \frac{1}{2} \times 1$ ，即  $\frac{1}{2}$  立方吋，所需材料之長度為：

$$\text{圓軸 A} = \frac{11}{14} \div \frac{1}{2} = 1 \frac{31}{28} \text{ 吋, 加裕度 } \frac{11}{28} \text{ 爲 } 1 \frac{1}{4} \text{ 吋,}$$

$$\text{方塊 B} = 1 \div \frac{1}{2} = 2$$

$$\text{圓軸 C} = \frac{3}{4} \div \frac{1}{2} = 1 \frac{1}{2} \text{ 吋, 加裕度 } \frac{1}{4} \text{ 爲 } 1 \frac{1}{4} \text{ 吋,}$$

$$\text{總共} \dots \dots \dots 5 \frac{3}{8} \text{ 吋}$$

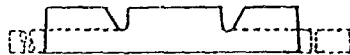


圖 七 十 三

此件可用熱鑿子先鑿二縫如第七十二圖下方所示，再用頂面套錘擴大之。嗣將兩端用引伸法引伸至應需尺寸，中央部分保持材料之原形，如第七十三圖所示，即得應需形式。

又如第七十四圖所示之鍛件，中間為圓形，兩端為長方形，此件可用 4 吋×2 吋

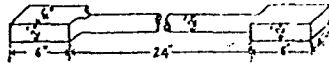


圖 七 十 四

扁料鍛造。鍛造開始時應用熱鑿子鑿兩縫如第七十五圖所示，嗣將中間部分引伸至 2 吋圓形。今所欲知者僅為 A 之長度。中間部分之容積為  $3.1416 \times 1^2 \times 24 = 75 \frac{1}{2}$  立方吋

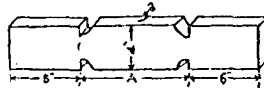


圖 七 十 五

。每吋材料之容積為  $4 \times 2 \times 1 = 8$  立方吋。故此部分所需材料應為  $75 \frac{1}{2} \div 8 = 9 \frac{7}{16}$  吋，即兩縫間之材料當為  $9 \frac{7}{16}$  吋。兩端之長度各為 6 吋，是以所需材料之總長度應為  $6 + 6 + 9 \frac{7}{16} = 21 \frac{7}{16}$  吋。

凡屬鍛件常可分作數個簡單整齊形部分，如上述二例。如牢記鍛造僅可變更形式不能增減容積則對於任何繁複鍛件均不難計算其所需材料。

加工 (Finish)。鍛件經鍛工廠造成後有須用工作機修整者。因工作圖係表示完成尺寸，在鍛造時必須酌加此項加裕度。圖上對於應加加工裕度概用符號 f 或其他表明之。第七十六圖表示一曲軸，其應由工作機修整者僅為軸及銷。如全體須修整者圖上概注有“全體加工”字樣。

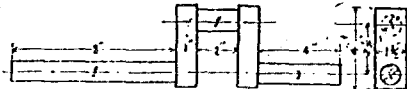


圖 七 十 六



小鍛件上之加工裕度常為每面約  $\frac{1}{16}$  吋；如一小件之完成尺寸係 4 吋 × 2 吋 × 1 吋，及加工裕度為  $\frac{1}{16}$  吋，則鍛件應為  $4\frac{1}{8}$  吋 ×  $2\frac{1}{8}$  吋 ×  $1\frac{1}{8}$  吋。

鍛件如第七十四圖所示者，如須修整，其裕度應為約  $\frac{1}{4}$  吋；是則中央軸之直徑當為  $2\frac{1}{4}$  吋，端部之厚度當為  $2\frac{1}{4}$  吋。

大鍛件之加工裕度間有達  $\frac{1}{2}$  吋者。

此項裕度之多寡，常視鍛件如何修整而定，如修整之工具係銼刀，鍛件應造至頗近完成尺寸，祇須留  $\frac{1}{2}$  吋，或  $\frac{1}{4}$  吋。

在計算所需材料時自應將此項裕度併計在內，

曲軸 (Crank Shafts)。鍛造曲軸之方法有數種，現所述者僅限於普通商業方法。

從前之曲軸多用熱鐵鍛造並將數部分鍛接成之。每一端軸各為一部分，每一連邊亦各為一部分，曲拐鎖又為一部分。現在製造曲軸之方法除鑄造外多用軟鋼整件鍛造。在鍛造過程中，曲軸之如第七十六圖所示者形成如第七十七圖所示。曲拐喉間之金屬必須除去，其除去之法如後。在與曲拐鎖平行之線鑽孔一排，順沿連邊用鋸鋸之如第七十七

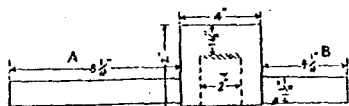


圖 七 十 七

圖之虛線，嗣加錘擊，此多餘之金屬即可脫離。此項鑽與鋸之工作係在機工廠辦理。曲拐喉間之金屬亦可用熱電子鑿開除去，但對於小曲軸，如現舉之例，仍以前述之法為較省費。

工作第一步當然為所需材料之計算。此曲軸之中間部分  $4" \times 1\frac{1}{2}" \times 4"$  則所需材料之尺寸自以  $1\frac{1}{2}" \times 4"$  者為宜。每吋  $1\frac{1}{2}" \times 4"$  材料之容積為 6 立方吋。端軸 A；包含 10.18 立方吋，需料 1.7 吋，加以消耗裕度共約需 2 吋。端部 B。包含 0.87 立方吋，加以消耗裕度共約需  $1\frac{1}{4}$  吋。是以鍛造此曲軸所需材料為  $1\frac{1}{2}" \times 4"$  者

7/8 吋。

先將材料上自端起 1 1/4 吋處及自另一端起 2 吋處各開一口，用套錘擴大之如第七十八圖所示。嗣將鍛件倒置于砧沿，用錘打擊鍛件之角，如第七十九圖所示。端部逐漸

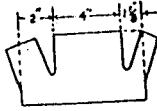


圖 七 十 八

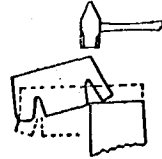


圖 七 十 九

伸直如虛線所示，擊之使圓即成圓軸。

雙曲軸 (Double-throw Crank). 對於行程較多之曲軸應先鍛成扁平式，嗣和鐵使圓；再加熱而扭轉成應需形式。第八十圖所示之雙曲拐應先照前述之法鍛成如第八十一

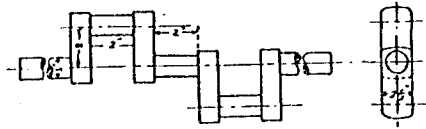


圖 八 十

圖所示之形式，送入機工廠照圖示虛線用鑽及鋸將曲拐喉間之金屬除去並將曲拐粗鑿。此項粗鑿之曲拐銷應在可能範圍內多留裕度。嗣將件送還鍛工廠，再予加熱而扭轉至應需形式。

當扭轉時，將曲軸在中承之一邊夾住如虛線 A 所示，對於小曲軸夾住之工具可為

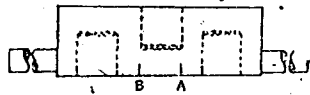


圖 八 十 一

老虎鉗或搬子。對於大曲軸，可置曲軸於汽錘之砧面而下落錘頭緊壓於曲軸以夾住之。

用搬子夾住 B 線處而扭轉之。

第八十二圖所示之搬子為常用於此項工作者。

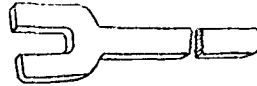


圖 八 十 二

連桿端 (Connecting-Rod End)。第八十三圖所示之連桿端為常用於曲拐端者。所需之材料應與 B 同寬並較 A 厚兩倍以上。

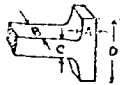


圖 八 十 三

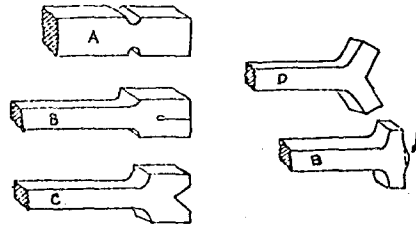


圖 八 十 四

工作之第一步，開錐口二，如第八十四圖 A，用頂面及底面套錐同時為之。工作時並須將件上下倒置數次使深入相等。嗣將左端引伸至應需尺寸，將右端打眼及分裂如 B。如 D 之長度，視八十三圖，比較短及所用材料寬，無庸打眼及分裂，可用直角或曲線刀割去端之一部分如 C。

嗣將分裂之端展開如 D，引伸至應需尺寸。上述二步均應在砧沿上為之，如第八十五圖所示。最後將展開部彎曲，至完成形式。在最後工作時常致分裂端被彎曲成一腫塊，如第八十五圖箭頭所指者。對此腫塊應順沿虛線切去之。

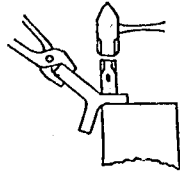


圖 八 十 五

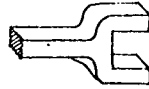


圖 八 十 六

關節 (Knuckle)。第八十六圖所示關節之開始鍛造方法與前述相同，但在分裂擊直後將其潤曲成一U形，兩邊間之距離約等關節之完成尺寸，嗣將相當尺寸之鐵塊嵌入其間而擊平之如第八十七圖。

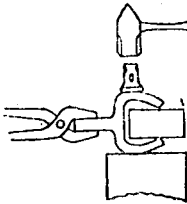


圖 八 十 七

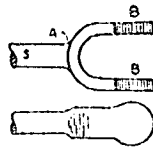


圖 八 十 八

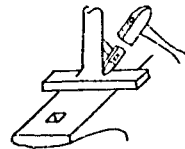


圖 八 十 九

叉形連桿 (Forked-end Connecting-rod)。第八十八圖所示叉形連桿之鍛造方法亦與前述相同。在叉形端未經分裂前應先將軸 S 引伸完成。在叉形端既分裂及彎直後應將附根 A 用套錘修整，如第八十九圖所示。圓端之圓形應在未經彎曲以前造成。如為大件或數件一式者，最後之彎曲可用相當生鐵塊嵌入兩邊間為之。

叉形橈子 (Fork Wrench)。普通之叉形橈子，如第九十圖所示，可用數種方法鍛造。其一即為如前述鍛造叉形連桿之方法。普通尺寸之橈子用第九十一圖所示之方法鍛造益為簡易。

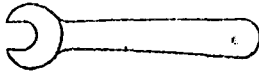


圖 九 十

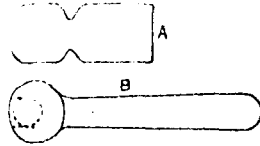


圖 九 十 一

所用之材料應為其厚其寬均足敷造成搬子之頭。用套錘在兩邊加以工作並使其頭成圓形如同示。嗣在頭內銜一孔並將擋口之件除去，如 B 圖虛線所示。

此搬子亦可用相當扁料彎成一 U 形，並銜接以柄；但不如上述方法造成者優良。

窩口搬子 (Socket Wrench)。窩口搬子，如第九十二圖所示，亦可用數種方法製



圖 九 十 二

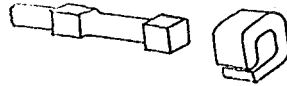


圖 九 十 三

造。其最易而可急成之方法為如第九十三圖所示者。將柄鍛成應需之形式及尺寸。用薄扁料彎成圈，銜接於柄。圈之厚度自應等於孔長及搭接之和。當修整窩口時應將此搬子所欲起安之螺帽或螺釘頭置於孔內並將窩口在所需實物上用型錘修整。

鍛造此種搬子之較優方法為先造成一與其外形相同尺寸相等之鍛件。嗣窩口端用鑽鑽至較應需深度稍深。鑽之直徑應等於孔之最短直徑，如第九十四圖所示。鑽孔後，將

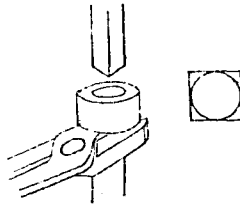


圖 九 十 四

窩口頭加熱至紅熱，將一與應需孔同尺寸之孔衝擊入孔內。孔衝之端應為方形而角利者。當孔衝被擊入時，利角可切去孔內若干金屬而壓迫之使達於孔底，此在鑽孔時所以必須鑽成較深之孔也。在衝孔時可安置搬子於作頭工具內；如為雙窩頭者，可用特種鐵鉗夾持之，如第九十四圖所示。

分裂工作 (Split work)。鍛工作常有甚多之薄鍛件由分裂一料及彎曲分裂部分所成。為便利計，此種工件可名為分裂鍛造。

第九十五圖左圖所示之件似可以二扁料交置而鍛接之，但鍛接甚難，對於甚薄者尤難。

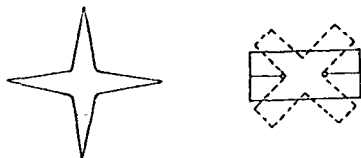


圖 九 十 五

較易之法係將一扁料用熱鑿子切開，如右圖實線所示。將分裂之四端彎曲至互相成直角，如虛線所示，並用錘擊之使尖成應需形式。

所用之材料如係機械鋼，在分裂時無須特別注意，但如係熟鐵，須在分裂之極內端打一通穿之眼以防分裂深入。

第九十六圖表示此種工作之數例。每種之完成形式及切割方法均如圖示，陰線部分係應完全切割去者。

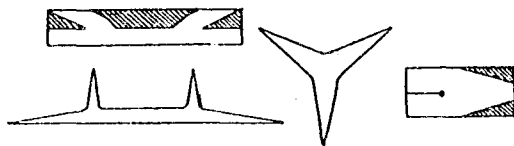


圖 九 十 六

擴張眼孔 (Expanded or weldless Eye)。與上述同情形之又一鍛造為擴張眼孔，如第九十七圖所示。將扁料之一端鍛造成半圓形，打眼及分裂如圖示。將分裂之縫用孔衝或其他拔梢工具擊入擴張之。嗣將此部件置於黏角，完成工作，如第九十八圖所示。

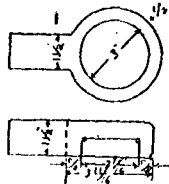


圖 九 十 七



圖 九 十 八

如完成之尺寸須為極準確者，必須預先計算應割之長。假令眼孔內之直徑為三吋，邊寬 $\frac{1}{2}$ 吋，所用之材料為寬 $1\frac{1}{2}$ 吋。第一步應計算眼孔之面積，此面積為 $5.50$ 平方吋。因每吋材料之面積為 $1\frac{1}{2}$ 平方吋，故此眼孔應需材料， $3\frac{2}{3}$ 吋或 $3\frac{11}{16}$ 吋。此材料應打眼及分裂如第九十八圖所示。打眼處係距兩端各 $\frac{3}{4}$ 吋，其多餘之 $\frac{1}{16}$ 吋為錘擊成眼孔必須之裕度。

無接圈 (Weldless Rings)。無接圈可照前述方法鍛造，用一扁平料分裂而擴張成圈。此圈亦可由下述方法鍛造。先將必需容量之材料鍛造成一扁平圓盤，在共中心銜一孔，孔應大至能套於黏角。嗣將此件置於黏角並加以工作至應需尺寸，如第九十八圖所示。第九十九圖表示由此方法鍛造之各步驟：圓盤，已銜孔之圓盤，及完成之圈。



圖 九 十 九



圖 一 百

將上述方法稍加變更，可在汽錘下鍛造此圈甚速。在圓盤造成及銜孔後，將其套於心軸而予以錘擊至應需尺寸。一U形之座置於汽錘之黏，心軸即橫擱於座上，如第一百圖所示。錘擊圈之頂邊，每錘下二次間將圈旋轉一次。當孔徑逐漸增大時應逐漸改換較

大之心軸令心軸之直徑與圓孔之直徑常相近似。

**鍛造殼 (Forging a Hub, or Boss).** 第一零一圖左方所示為機械鍛件中所常見者：一橫桿，或扁條或柄，在一端造有一殼。此鍛件可由二種方法造成之。第一種方法係將材料之端折疊如一零一圖右方所示，鍛接成應需厚度，或用與殼同尺寸之材料並引伸以



圖 一 零 一

成柄。待既鍛接成件即與整塊相同，將件緊回修整即成殼形。

第二種方法應用適可造成殼之材料，無庸稍事修整。圖示之件須用材料 2 吋寬及 2 吋厚者。開始工作，用套錘在距端 2 吋處割開，如第一零二圖所示。將割開處右邊之材料壓扁而引伸至應需尺寸如 B。在引伸時務須加意工作，否則將在近殼處致成冷闕。例如，如材料經壓扁成 C 所示之形，X 角將重疊而入於金屬，循致裂縫，如 E 圖箭頭所指。此為十分平常之取疵，在附根處發現裂縫每由與此類似之原因所致。對於此項瑕疵

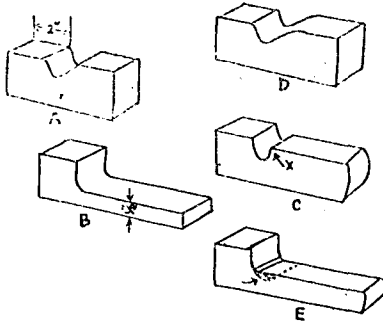


圖 一 零 二

之惟一補救法為將其割去，如 E 之虛線所示。割去此項瑕疵可用鑿口如調整之熱錐子



爲之。D 圖表示正常之引伸法，應錘擊此角使薄殼邊似若逐漸擴大割口者。

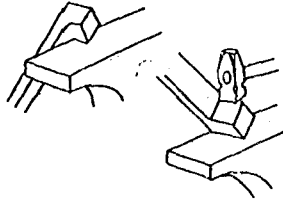


圖 一 零 三

嗣將件置於砧滑，擊之使圓，如第一零三圖所示。先去其角，繼使之圓，修整殼與扁柄相接處之角應用縮削錘，修整殼應用型錘。

起動桿(Starting-lever)。第一零四圖所示之桿係有時用以起動汽機之飛輪或其他重輪者。起動時，用此桿緊扣輪綑。

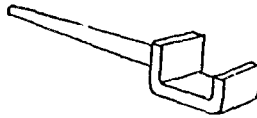


圖 一 零 四

鍛造此桿之法如第一零五圖所示。先將端部引伸爲圓形，並將柄如式造成。嗣將他端分裂，用錘擊至應需尺寸，並彎曲之使與柄成直角。徑修截至相當長度後將扁端彎曲至應需形式。

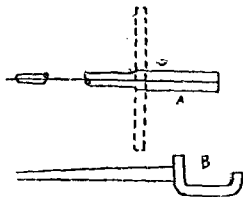


圖 一 零 五



圖 一 零 六

---

如對面端係甚重者，則此端應用實塊鍛造，如第一零六圖所示。對於內凹部分，如虛線所示，可用套錘及縮削錘壓低之，或用熱鑿子切去之。

## 第五章 鍛接及鑄合

### 鍛 接

#### 1. 鍛接之總論。

鍛接之定義，如加熱於銅或鐵，銅或鐵即隨溫度之增高而漸軟，溫度愈高其軟愈甚。迨既達一定溫度，令兩同熱之件接觸，兩件將互相黏着，加以錘擊可接成一體。此種溫度謂之鍛接熱，此種方法謂之鍛接 (Smith welding)

燃料 Fuel 鍛鐵所用的燃料有煤 (Coal)，焦炭 (Coke)，煤氣 (Coal gas)，和柴油 (Fuel oil) 四種。現在中國的工廠都用煤和焦炭。這兩種燃料有很大的分別，用煤不能有清楚的火，不能有均平的热量 (uniform Heat)。所以那鐵的熱度也自然有高有低，效果不及焦炭，焦炭的火是清楚，火力比生煤強，可以有平均的热量。但是焦炭的價值比生煤貴出一倍，或數倍。又多為經濟起見，所以普通拿生煤和焦炭合用。再有二種燃料，是油和煤氣，因為油的價值比煤和焦炭更貴，故中國極少用的。煤氣也不能隨處得到但是假如在製鐵廠或大規模製焦廠相近的地方，用他們發出來的煤氣用作鍛鐵的燃料，那是再好再經濟沒有的。

鍛接熱，因鍛接而加熱於金屬必須均勻及適如其分，鍛接工作中之難處即屬正當之加熱，如溫度太高，鐵將被焚，爆發似明星之火花。如溫度太低，件又不能黏着。正確之加熱，惟可由經驗中得知其彷彿。蓋加熱件既達鍛接熱似現乳白色，非具有經驗者不能熟識也。

鐵鱗 (Scale)，當兩件鍛接為一時兩接合面間決不能夾雜他物。加熱之鐵或銅常有鐵鱗 (氧化鐵) 蓋於外面。如不設法將此項鐵鱗除去將為鍛接之累。除去之法係將件加熱至是數溶解鐵鱗，並將接合面預先造成一種形式使兩件在接合時經錘擊可迫令溶解之鐵鱗向外流出。此項鐵鱗之熔點甚高。如不為溶解鐵鱗，鍛接熱尚可稍低。

熔劑 (Flux)，熔劑係用以使鐵鱗在較低溫度熔化者。在熱件將達鍛接熱之前將熔劑洒於待接合之面。再將件還置爐內使其至鍛接熱，取出照常鍛接。鐵鱗受熔劑作用可

在較不用熔劑為低之溫度熔化。熔劑熔化後散布於熱件之面，形如一種保護外罩。在空氣無由侵襲，可阻止鐵鱗積生。熔劑並不作用如膠黏物質以黏合兩件為一，但僅助熔已成之鐵鱗及阻止未來者積生。

普通熔劑係砂及硼砂。當鍛接熟鐵及機械鋼時可用砂；對於精細之件及當鍛接工具鋼時應用硼砂替代，硼砂為較優之熔劑，以其較沙之熔點為低。間有用硼砂及硼砂 (Borax sal Ammoniac) 之混合物以為熔劑者，其混合之比例為硼砂 (Barax) 四分硼砂 (Sal Ammoniac) 一分。此混合物亦為黃銅錐桿優良熔劑。硼砂含有甚多之水分，在熔解時沸而蒸發，甚易自熱件脫落。如將硼砂加熱至和熱而使自冷，除去水分之硼砂狀似玻璃。將經過如是處理之硼砂研成細粉，頗合鍛接之用。

造成接合斜面 (Scarfing)。對於大多數之鍛接，其接合面必須預成傾斜之形使在鍛接時可密切接合。將接合面預先造成如是之形謂之造成接合斜面，此種形之接合面，謂之接合斜面 (Scarf)。兩接合斜面，在未經鍛接前，不應完全貼切，但應僅在中心接觸而四邊稍分離，于是在鍛接時可迫令熔解之鐵鱗自兩件間脫出。如兩接合斜面四邊接觸而中心分離者則鐵鱗因無法外流必致被困在內，使接合處弱，即鍛接欠佳。

鍛接方法，鍛接方法計有堆接，搭接，對接，叉接等數種，以搭接之用途為最廣。

2. 堆接鍛 (Pile or Fagot welding)。當大鍛件須為熟鐵者時得收集廢熟鐵小件如馬掌鐵，螺釘，螺帽等等置於一板上成一方形或長方形以鐵絲捆束，投入熱爐加熱至鍛接熱，鍛接成塊作原料。如尚不敷，可將如是之塊數件再鍛接成一大塊。此種鍛接方法名曰堆接鍛。堆接鍛所用之熔劑多係砂，且無須造成鍛接斜面。

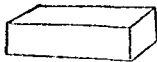
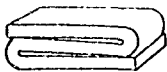


圖 一 零 七

小堆鍛接有以堆疊二件或數件或以一件折疊數層為之者，如第一零七圖所示，上方為折疊情形，下方為經鍛接成一整塊之形式。

3. 搭接鍛 (over lapping Welding)。搭接鍛常係由一扁平或圓件端連接另一扁件或圓件端之鍛接方法。此最普通常用之者。

扁件搭接鍛：鍛接端應先加熱及膨脹，如第一零八及一零九圖所示，此項膨脹係



圖 一 零 八



圖 一 零 九

為預備補償加熱時之鐵鱗損失及鍛接時經錘擊後之減少厚度。膨脹之程度須根據諸者稍厚，稍厚之處經稍多錘擊即可減至與其餘部分等齊。如稍不足，於成接後尚須膨脹，則當難工作。嗣將接合面造成斜面。重大件之接合斜面應用套錘及雙手錘造成之。輕小件

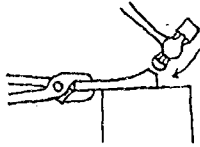


圖 一 一 零

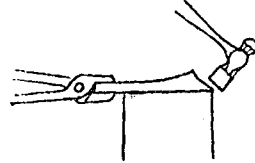


圖 一 一 一

之接合斜面應先用圓頭錘之圓頭擊成粗形如第一一零圖所示，再用平面錘修整之如第一一一圖所示。接合面應向外突如第一一二圖所示，不應內陷如第一一三圖所示，其寬度應隨原件之寬度稍遜。對於普通搭接鍛，斜面之長度可為件厚之一倍半；如件厚半吋，斜面長度可為四分三吋。



圖 一 一 二

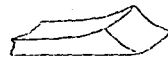


圖 一 一 三

對於修整斜面之尖端，與工作於他種尖形件相同，應將件端置於砧沿如第一一一圖所示之地位。必件端置於如此之地位乃可用錘面之中部施以重擊而不下落於砧面。在鍛接時，第一件之斜面應向上，由助手扶持，置於砧面，將第二件之斜面向下搭置於第一件上如第一一四圖所示。為使二件同一直線計，第一件固須置於砧沿，應將第二件先置於砧沿如第一一五圖所示，嗣再徐徐舉平，因砧沿係直邊足當引導之任也。

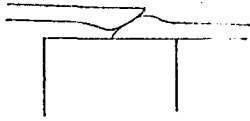


圖 一 一 四

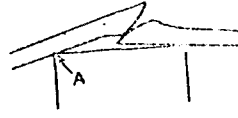


圖 一 一 五

圓件搭接鍛，圓件搭接鍛之手續，除接合斜面之形式稍異外，均與扁件搭接鍛相同。圓件搭接鍛之接合斜面如第一一六圖所示，應為一面平直，其餘三面拔稍與平直面

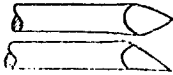


圖 一 一 六

相遇於尖端。如將斜面造成與扁件搭接鍛同樣之扁平或整頭式，將有角突出於圓件之外邊，致使鍛接困難，因在如是情形下必須將全圓均施工作始能使全體接合也。如為尖端之斜面，鍛接可借以錘擊兩面成之。但在型錘間鍛接時，上述一點並不如此重要。

在製圓形 (Ring) 時可先割截應需之料，將其兩端膨徑並作成如圓件搭接鍛之接合斜面，彎曲成如第一一七圖所示之形式而鍛接之。兩端應在圈之兩邊搭接可 A 所示，俾可將圈平置砧而施以鍛接。倘若搭接如 B 所示，一端在圈內，一端在圈外，則將必於黏角始可鍛接。凡屬鍛接件俱應如是搭接使可錘擊極速而又極易。

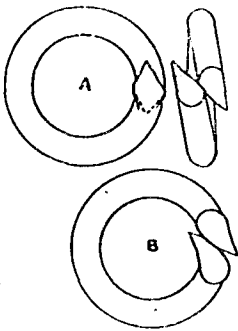


圖 一 一 七

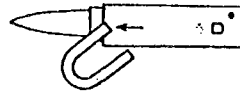


圖 一 一 八

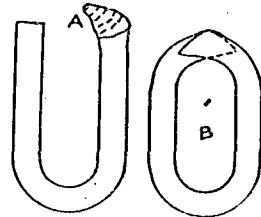


圖 一 一 九

鍊環 (Chain Link) 亦由搭接鍛所成，先截割應需材料，彎曲成兩邊等齊之 U 形

，鑄造成近似之兩件搭接銲接合斜面。造成此項斜面之最易法係將件置於砧面如第一一八圖所示。用錘之平面垂直下擊使之扁平，惟當每下錘擊後應將件左移少許如箭頭所指，以移至極端為止。此項工作可使端部成一階級而形尖，如第一一九圖A所示。此尖形之端應在砧角用錘輕擊數下而修整之。在將他端同樣造成斜面後搭接兩端而銲接之如B。第三環既經造成斜面，先將第一環套入，後施搭接銲，第三環接於第二環與第二環接於第一環同，如是以至應需之環數。大量生產之工廠對於輕便鍊環不常造成接合斜面，有時僅在加熱一次下錘擊使合而銲接之。

由扁料扁邊彎曲造成帶圈 (Band ring) 之法係如第一二零圖所示。先截割應需材料，將兩端膨脹並造成扁平搭接銲之斜面，將件彎曲及銲接。此項銲接在砧角為之。對於

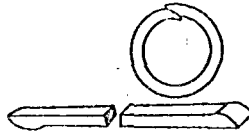


圖 一 二 零

加熱必須十分注意。否則必致外端將已被焚而內端猶僅勉強足敷銲接。

4. 對接銲 (Butt Welding). 將一件之端平對另一件之端施以銲接之法稱作對接銲。施行此項銲接之前，宜將對接之端造成圓形如第一二一圖所示。將兩端加熱及擊合，此圓形之端即可迫令銲鱗外出而得純潔之接。當將兩件擊合時在接合處必已膨脹，此膨脹部分應置于型錘內用錘擊平之。對接銲之堅固程度遜於搭接銲，長件之須對接銲者可將兩件自爐之兩邊相對置於火中。俟其既兩端接熱，將一件以重物抵止，用雙手錘擊共另一件而銲接之。

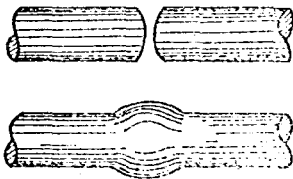
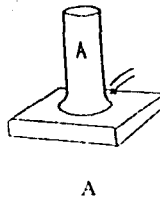
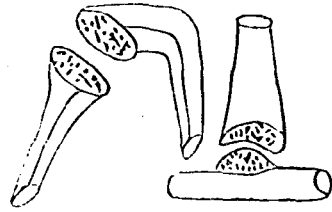


圖 一 二 一



A



B

C

圖 一 二 二

跳接鍛 (Jump Welding)，如第一二二圖所示，A 式為對接鍛之又一種。此種鍛接較弱，如風可能避免之。法將跳接於另一件之 A 作端膨徑使向外伸張如一種之摺線。愈寬愈佳。當鍛接時，對這種摺線亦可用手錘或縮削錘打擊使成差強之鍛接。如 B 式之潤角鍛接，及 C 式之對接係將鍛接之接頭而不僅膨徑合式，並將粘接面用尖錐整成刺班形後，即行燒至鍛接熱而用型模錘擊之，可得良好之鍛接。

5. 叉接鍛 (Split Welding)，薄件叉接鍛，件之太薄者甚難用搭接連接之，其原因係在將件加熱自爐取出後安置妥貼間溫度已下降至不適於鍛接之程度。為免除此種困難計可將兩接合端造成如第一二三圖所示之斜面。法將端部拔梢成純邊及自中線分裂



圖 一 二 三

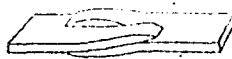


圖 一 二 四

深入約半吋。深入之度視件之厚薄以為多寡。將每分裂端彎曲，一半向上，又半一向下。推動兩端之分裂又使互相貼切接合，如第一二四圖所示。嗣將此接加熱及鍛接。

此法有時用以鍛接彈簧鋼或向鋼之一端鍛接熱鐵。

厚件叉接鍛，第一二五圖 A B C 表示備妥而尚未鍛接之厚件叉接鍛。法將兩件之端先膨徑，嗣將一件之端分裂使成叉形，將一件之端造成尖形並使尖形後之兩邊突出

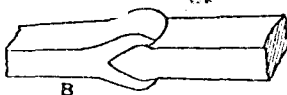


圖 一 二 五

少許如 a 及 b。此突出部分，係為阻止兩件滑開而設。

在兩件相當成形後使其相接合並將叉形之邊切合於尖形之端。叉形邊之長度應能裹住突出部分。嗣即徐徐加熱，勿令叉形端之溫度較尖形端相差過多，



此法常用以向熟鐵或軟鋼鍛接工具鋼，惟於加熱時應將兩件分開行之。因兩者之鍛接熱不相同也。

6. 鍛接工具鋼，造成鍛接斜面之常法適用於任何鍛接。對於工具鋼自亦不能例外，但鍛接工具鋼時，於加熱應十分注意，勿令過熱。用於鍛接工具鋼之熔劑應為硼砂與硼砂之混合物，向彈簧鋼或低碳鋼鍛接工具鋼時，如注意為之每可收獲滿足之結果。欲鍛接鋼者應注意下述方法。清除火內之鐵渣及灰，增添足數之煤於火上使在加熱至鍛接熱間不必增添生煤。小心將兩件之端磨徑及造成斜面。使鋼加熱至十分紅熱，及洒熔劑。將件還置於火中使昇至鍛接熱。清潔接合斜面。先用錘淺擊，嗣隨施重擊。於鍛接熱時鋼之外表係淡稻草色。如屬可能，應避免高碳鋼與高碳鋼之鍛接。

工具鋼亦可鍛接於熟鐵。鑲鋒工具即屬如此製造。工具之身係鐵，其切削之刀鋒係工具鋼經鍛接於身。此種鍛接之加熱，雖亦可用焦炭或木炭，然以在無煙煤火中之最為相宜。當加熱時火應明亮。置鐵與鋼於火中至紅熱。嗣洒熔劑於兩接合面使燒成玻璃狀況。洒熔劑之最簡捷法係將研成細粉之熔劑宜為硼砂）裝於胡椒粉瓶內。加熱之鋼一經變成稻草色應即將其接合面而加以打擊。落錘之一擊或小號雙手錘之四五擊即足敷用。此項接合面在鍛接之前必須蓋有熔劑，是為至要之着。

7. 機械鍛接 (Machine Welding)。黏着方法之鍛接手續常用壓機或輾壓機替代錘擊。將鍛接之件照常加熱，嗣擠之使合。此法係用於扁形大件之鍛接及太脆之鋼不可在鍛接熱經錘擊但能徐徐擠之以成鍛接者。

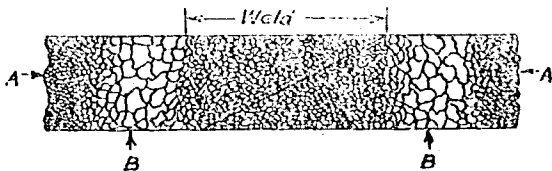


圖 一 二 六

8. 鍛接中之顆粒。第一二六圖表示錘擊鍛接中常有之狀況。此為搭接鍛，係先

加熱至鍛接熱，隨由錘擊將兩件接合者。加熱之影響產生極粗顆粒，錘擊工作可致顆粒變小，但僅限於鍛接處。鍛接之邊外亦曾加熱至與鍛接面同等之高溫，因未受相當之工作，仍為粗顆粒狀況，如 B-B 所示。在將此鍛接件作為機械或其他建築中一分子之前應將此種不均勻之顆粒狀況設法改善。最妥之改善方法係由加熱使 B 段之顆粒變小。適當舉行之熱處理應能產生均勻顆粒之組織及釋放內應力之或存在於鍛件者。

### 焊 合

9. 焊合之本性。 焊合之類別有二：一曰錫焊合。或稱軟焊 (Soldering)；一曰黃銅焊合，或稱硬焊 (Brazing) 就其連接金屬而論，此兩種焊合均與接合 (Welding) 相同，故本編述帶之；但因其所用之媒介材料常為與所焊合之件非係同質則又與接合相異，與其稱作接合方法，不如目為金屬膠黏方法。

錫焊合之媒介材料常為鉛與錫各半或鉛二錫一之合金，名曰焊錫 (Solder)。間有於鉛與錫外另加他種金屬者，加錫能令硬而強，加砷能令易於流動，加錫能令脆，加鎂能令軟，加鉍與鉍能令熔點降低。又有特種焊錫並不含鉛與錫者。鉛錫之熔融溫度約自華氏表 158 度至 626 度，視其組成之成分而異。錫焊合可施於一切金屬，對於含錫材料及製成後不受高熱之物品尤為合宜。

黃銅焊合之媒介材料常為一種含鋅合金 (Spelter)。含鋅合金常由銅與鋅各半合成；如將銅增至三分二及將鋅減至三分一可產生較強之焊合，但工作較難。含鋅合金之由銅一半，鋅八分三及錫八分一合成者頗屬合用，故含鋅合金有時稱作硬焊錫。間有用錫鎢合金以替代含鋅合金者。常用含鋅合金或為條或為細粒，須至紅熱時始熔。是以黃銅焊合僅適用於紅熱時不熔之金屬或厚重能耐紅熱之金屬物品。

不同金屬在相互間各有親和力，在一定之適宜狀況下每可合成一種新物質，謂之合金 (Alloy)。促成合金之狀況頗多而加熱係其一。如將數種聚處之金屬加熱，雖有例外，常可使之熔融成為合金。焊合即係利用上述原理而使媒介材料與所焊合件之界面成為一種合金者。此等金屬之熔融可在其中一種或數種金屬之熔點以下發生。錫焊合之強度係較黃銅焊合為弱，但以其易為而省費亦屬常用。

10. 錫銲合。 錫銲合要者之一係兩銲合面須整理清潔。初步之清潔手續可用刮刀、鋒刀或砂布爲之。鐵銹及油垢可先用鹼質溶液洗去。但清潔之面遭過空氣又立即氧化，臨銲合時必須將此氧化物除去。除去之法係用熔劑。熔劑之作用係在蒸發時可將氧化物帶去。

最普通之熔劑用於黃銅，鍍錫鐵板及銅者爲氯化銻溶液（在鹽酸內加銻製成）；用於錫鉛或銅者爲松脂；用於鉛者爲牛羊脂；用於銅黃銅，鐵或鋼者爲硼砂或磷砂。對於生鐵可用鹽酸以爲熔劑但於銲合後應即在水內洗濯以止酸之作用。

熔解銲錫可用尋常煤氣火焰。對於小件即使僅備有蠟燭或酒精燈與吹管亦可應用。對於大件須先將兩待銲件用汽油或煤油火焰預熱以防銲錫冷卻。

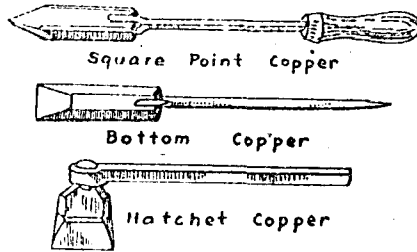


圖 一 二 五

熔解銲錫亦可選用如第一二五圖所示之烙銅。烙銅之銅頭重三兩至四兩連於鐵桿，裝有木柄。在未用烙銅以前應令銅頭之尖受錫，法係先將此尖使清潔及用砂紙磨擦，塗以氯化銻溶液及加熱至暗紅色，乘其熱時將銲錫塊向其磨擦，即有銲錫染於尖面。近亦有用電烙銅者，令其受錫法與此相同。

錫銲合方法之進行係先使兩待銲面清潔，用任何適宜之火將兩件加熱至銲合溫度，次加熔劑於兩待銲面，復次加銲錫，銲錫之熔滲或用火焰或用已預加熱至適當溫度之烙銅，並用烙銅沿合縫逐步修整。銲合件如爲薄片金屬，於加熔劑前無須加熱，可於加熔劑後用烙銅先將兩待銲面加熱至同等溫度，然後加銲錫而熔解之。烙銅應如是施行使可利用最多之有效熱量並必如是位於沿銲合處使銲錫可流入接縫而不僅順沿於外邊。

如用液體溶劑，應在兩件加熱後施行，但如為硼砂或松脂溶液則又應在加熱前施行，最應注意之點係溫度及溶劑。溫度太高致使氧化，令錫流動太甚及將熔銅尖之錫燒却。溶劑不足有妨礙錫與所焊零件混和循致兩件不能焊合。

當錫焊合時於加溶劑後為便利計常有將兩件輕鬆釘住者，意即滴落錫於兩面間使兩件固定於預定之地位。焊合之手續既畢，應令一部分先冷逐漸及於其他部分。在機工廠內常將數薄件焊合成一件以便在工作機上工作。事後熔解而分離之。錫合銅與銅時應令兩銅先受錫因銅不如銅或黃銅之易與錫成合金也。令銅受錫之手續係先使銅清潔。加熱，加溶劑施予多量之錫並用預熱之烙銅摩擦之，用棉紗將多餘之錫拭去即成光亮之鍍錫面。

11. 黃銅焊合。 黃銅焊合與錫焊合頗相類似所不同者黃銅焊合用較硬之媒介材料及需較高之熔融溫度。黃銅焊合所用之溶劑為硼砂或硼酸。硼砂之用於黃銅焊合者常係研碎之硼砂粉。雖間有硼酸，氯化鋅，鹽，或他種酸者，然終不如硼砂合宜。加熱設備係以鐵爐為最佳；如無鐵爐，對於小件可用煤氣火炬，對於大件可用汽油或煤油噴射爐。含硫之煤不可用，宜合木炭或焦煤。焊合面不可與燃料接觸，亦不可遭過烟氣。火應為還原者，即非氧化者。

黃銅焊合之實施手續視工作之本性，焊零件之大小及形式，及材料而各不同，較錫焊合為費而工作亦較繁複。普通手續係先將焊合面刮，洗，及用鐵絲刷磨擦使清潔。次將少許硼砂粉攪水調成漿塗於焊合面。復次將兩焊合件裝配就齊整用夾夾緊或用鐵絲繫緊俾不能搖動，復次將合併之焊合件加熱。在加熱過程中將硼砂粉灑於焊合處之沿邊，不宜過多。當硼砂開始溶解時即將含鋅合金施於焊合處，仍繼續加熱至含鋅合金完全流入合縫。將件取出火外，焊合之手續乃畢。

焊合件如為大量之薄片金屬，可將含鋅合金溶解於鈉或鉍內，並將熔液澆於溶液表面。在作業時將焊合件於使清潔後浸入溶液，取出配搭後加熱。

在加熱過程中施溶劑及含鋅合金用之工具可用適當直徑及長度之銅棍擊偏其一端，即用偏端以盛溶劑或含鋅合金。

黃銅鋸合作業中應注意者為鋸合件不宜冷卻太速，對於鑄鐵尤甚，否則不平均之收縮將致破裂。依同一理由，加熱亦應徐緩以阻不平均之膨脹。被禁必須避免。間有將件除鋸合面外塗以石墨炭以禦火焰之侵襲者。此對黃銅件特別重要，因當鋸合黃銅件時應阻黃銅內之矽分揮發俾可不致成海綿狀也。

黃銅鋸合處係常較原金屬為強，雖較接合易為而省費然不如接合接優良。合宜鋸合之鑄鐵件決不在鋸合處斷折，鋸合處係較原件強約 15%。對於黃銅鋸合所持異議之一即為熔劑與銹或存在於接內，致使接弱。尚有二弊病係鋸合件與媒介材料間之電解作用。及鋸合處常不能耐受連續之震動。但自他方面觀察，現時對於金屬物品之接合除用鉗釘者外似以用黃銅鋸合者為最多，足徵黃銅鋸合亦係可靠之商業方法。

## 第六章 各種鍛造

鍛造之實例盈千累萬不勝枚舉，本編第三章及第四章內業經略舉數例，茲再選擇足以代表其餘者分類述之，用作一隅之助。

### 普通鍛造

I. 起重鉤 (Grab-rooks). 此鉤，如第一二八圖 A 所示，係與鍊環同用，其開口處應僅能容一環側面滑入。鍛造此鉤之法不一，較妥善者係用直徑足敷造成較重部分之圓鐵，將其一端稍予膨脹，闔擊此端使扁平如 B 所示。第二步係將此端擊成圓形如 C

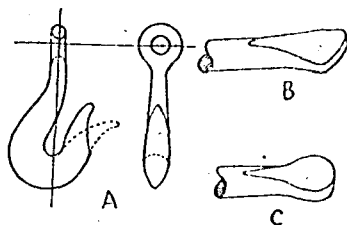


圖 一 二 八

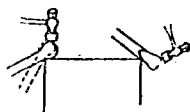


圖 一 二 九

以爲眼孔之地位。擊成圓形應在黏角爲之，如第一二九圖所示，闔用孔銜成眼孔。此處應注意者眼孔端應先擊成十分近似之圓形，因在銜孔後其難改正也。眼孔內之角應在黏角擊之使圓，如第一三零圖所示。第一三一圖 A 表示銜孔後之眼孔，B 表示眼孔內



圖 一 三 零

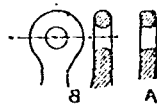


圖 一 三 一

角已擊圓之形狀。眼孔造成後應將身引伸位直，擊至預定尺寸。及彎曲至應需形式。此處應注意者應使鉤之最厚者在彎曲之底部及其附近。

因彎曲係造鈎之最後工作，直件之長度必須加意測度如第一三二圖A線所示，以防有餘或不足。為測度預定之長度計，在引伸時可用柔軟之鐵絲自其中心線隨時測度之。

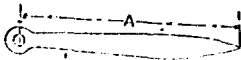


圖 一 三 二

任何鈎之最弱端常為彎曲之底部，即沿自眼孔下垂之垂直線處。此垂直線謂之應變線 (Line of Strain)。當鈎盡力時其趨勢常為放直而成如第一二八圖虛線所示之形。為預防此者，鈎之底部沿應變線處應在可能範圍內造至極厚。在引伸時應使他處較薄而將勻出之金屬置於沿應變線處。

起重鈎之用方料鍛造者，造成眼孔之法可如第一三三圖所示，用頂面及底面銑各一擊成槽形，如欲兩面之槽同一深度，在每數錘擊間應將料反覆一次。嗣將此端擊成扁

平，使成圓形，及銜孔。再嗣將身引伸使直及彎曲，即成第一三四圖所示之鈎。

起重鈎之眼孔亦可由鍛接成之，如第一三五圖所示，圖亦示造成之接合斜面及彎曲成符合之形俾持鍛接之眼孔。在加熱前眼孔應緊合。接合斜面應削尖一如他種四件搭接

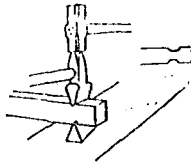


圖 一 三 三



圖 一 三 四

平，使成圓形，及銜孔。再嗣將身引伸使直及彎曲，即成第一三四圖所示之鈎。

起重鈎之眼孔亦可由鍛接成之，如第一三五圖所示，圖亦示造成之接合斜面及彎曲成符合之形俾持鍛接之眼孔。在加熱前眼孔應緊合。接合斜面應削尖一如他種四件搭接

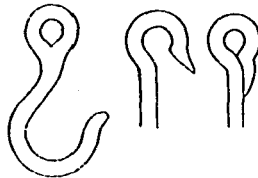


圖 一 三 五

鍛。此種眼孔不如自整件造者強，但因眼孔常較鈎之他部分為強，亦能與鈎之他部分

等強。

2. 螺釘頭 (Bolt Head). 螺釘頭係用二種方法鍛造，一由膨徑，一由鍛接。膨徑之法較為普通，尤其對於小螺釘用料膨其端之徑即成螺釘頭。鍛接之法係將圓形之料鍛接於端部。如兩者均屬適當造成，膨徑頭係較鍛接頭為強。螺釘頭之尺寸均有標準，分粗製及完成二類，粗製者較完成者各多  $\frac{1}{16}$  吋。螺釘頭，不論其為四方形或六方形，均其圓釘角如一三六圖所示。此可用手錘或用如第一三七圖所示之杯形工具(Cupping

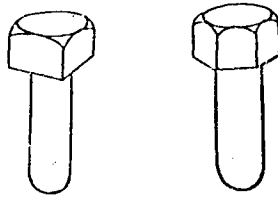


圖 一 三 六

tool) 造成之。杯形工具僅為底面內陷如一杯形之縮削錘。

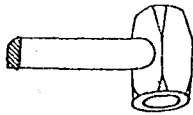


圖 一 三 七

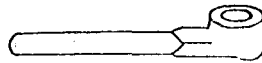


圖 一 三 八

為適應鍛造螺釘頭應需作頭工具 (Heading tool)，如第一三八圖所示。用此工具時將其平面座與砧面相接並令其孔準對砧鑿子孔。

用膨徑法時，將料之一端加熱至高溫度及使其膨徑如第一三九圖 A 所示。嗣將此釘插入作頭工具，膨徑部分突出於外，如 B 虛線所示，用錘擊使扁平，如 B 實線所示。最後，將此釘取出，橫置於砧面，錘擊頭之側面使成四方或六方形。作頭工具內孔之大小應為如是程度使釘桿可滑入其中直至膨徑部分為止。



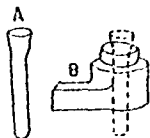


圖 一 三 九

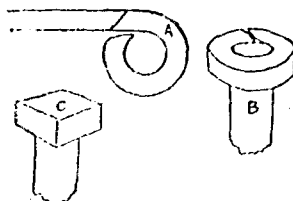


圖 一 四 零

用鍛接法時，將適當尺寸之方鐵彎曲成圈但不鍛接。其最簡捷之法為將長數尺方鐵之一端彎曲成圈，嗣乃裁去其多餘者，如第一四零圖 A 所示。此圈之大小應為在兩端稍分時適可滑套於釘桿之端，將桿加熱至錘接熱及將圈加熱至較低溫度後，以圈裝配於桿如第一四零圖 B 所示。嗣將頭加熱及鍛接。螺釘徑鍛接後可即插入作頭工具孔中使之成形。此後手續係與用膨脹法相同。

當鍛接時應先擊頭使方，不可維持圓形。為鍛接時有時必須在桿如熱至鍛接熱前用人工使圈之溫度低降；法以螺釘頭側浸於水內使僅可冷卻圈之外邊而仍能保持圈內桿之溫度。

3. 鐵勺 (Ladle). 鐵勺如第一四一圖所示可為二件鍛接所成，一件為柄，一件為碗形部分。鍛造碗形部分應用相當尺寸之方料一塊。將此方料繪劃應需之線如第一四



圖 一 四 一

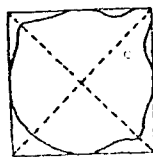


圖 一 四 二

二所示，料之中心點先由對角線求得之。嗣依此中心點繪一極限之圓周；順沿此四周線用冷錐子鑿截，惟在鍛接處及左右兩口處應留突出部分。對於鍛接部分應先造成接合斜面以備鍛接於柄。

將此圓件加熱至均勻黃熱後置於型塊之適當圓孔上用手錘之圓頭擊之。第一四三圖表示型塊之位置及正在工作之狀況。當中心處之金屬被迫向下時，型塊可阻止四周之材

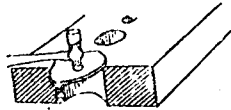


圖 一 四 三

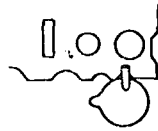


圖 一 四 四

料迫隨於後，並得徐徐工作至成碗形。迨碗形既成，應將左右兩口造成，及將碗形部分之頂邊用砂輪磨平。左右兩口之造法可將口之部分緊靠型塊之適當半圓槽，用一圓鐵壓之入槽，如第一四四圖所示。

鐵勺之碗形部分為  $3\frac{1}{2}$  吋直徑者，其所用之方料應為四吋見方。方料之用於他種尺寸者可由此比例類推。料之厚度應為約  $\frac{1}{2}$  吋。所用之材料應有機械鋼。如用普通熟鐵，每有開裂之虞。

碗形或其類似之形式均可用此方法鍛造，惟須注意者錘擊中心部分之工作不宜太多，以防該部分太薄。

鍊止 (Chain-Stop)。第一四五圖所示之鍊止亦為鍛造之一絕好實例，以其比較有甚長之引伸工作。所應注意者為此類鍛件應選用適當材料之可由最少工作造成者。選用

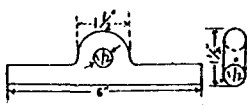


圖 一 四 五

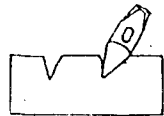


圖 一 四 七

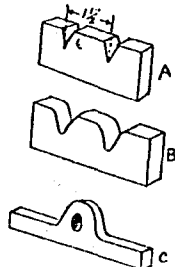


圖 一 四 六

之材料應與鍛件最厚處等厚及最寬處等寬。圖示之件所用材料應為 $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ 吋者。鍛造此件之步驟應如第一四六圖所示。先將料用熱鑿子鑿兩口，中間距離為 $1\frac{1}{2}$ 吋，如A，第二步將兩鑿口用套錘壓寬如B，嗣將兩端引伸成方形如C。最後將件銜孔及側其內外角，及將兩端擊圓。

常用套錘壓寬時套錘應稍傾側如第一四七圖所示。如是可迫壓金屬向中央流動成一較方之肩，否則中央部分之肩將必為傾側者。

冷縮配合 (Shrink fit)，凡金屬受熱則漲，受冷則縮。利用此種性質可配合一鋼或鐵件於另一鋼或鐵件使具有相當之緊度，此種方法謂之冷縮配合。

第一四八圖表示一軸環冷縮配合於軸。軸環與軸係分別製造者。軸環之內徑較軸之外徑稍小。當軸環可配合於軸時。將軸環加熱至紅熱。此高溫度致使金屬膨脹，是即增大其內徑。軸環內徑與軸外徑相差之數本處如是預定使軸環在高熱時可滑套於軸。將軸

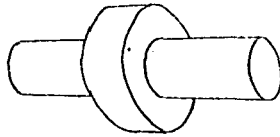


圖 一 四 八

環自火內取出刷去灰燼使清潔，沿套於軸至相當地位，隨令速冷。此冷卻致使軸環收縮而緊縮於軸。所以使速冷者因如緩冷軸環將傳熱於軸而使軸亦膨脹，軸將轉而作用如心軸致使軸環開展，造兩者同時冷卻軸環將不能緊附於軸也。

輪之有轆者必用此法配合，套管亦常由此法配合於軸。

管之彎曲 (Pipe-bending)。管之大或厚者必須加熱方能彎曲，但如不用他物護導往往彎成如第一四九圖虛綫所示之形，即上下逼近而左右鼓出；實線所示為管之原形。最簡單之護導法係用平板二塊，對立安置，使兩板間相距等於管之外徑如第一五零圖所示。有時可用老虎鉗以代兩平板。

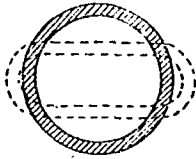


圖 一 四 九

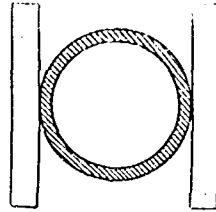


圖 一 五 零

最普通之彎管工模 (Jib) 係如第一五一圖所示。半圓鑄塊 A 之外邊有一低槽適合管之一半，附於移動桿 C 之小輪 B 亦有同樣之低槽在其外邊。鑄塊與小輪配合後合成之圓孔適可容管進出於其間。作業時，先將移動桿移至極左地位，嗣將已加熱管之端嵌入 a 處之擋孔，擋孔之大小亦與管相等，在移動桿自左向右拉回間管隨被壓彎。塊下邊之長方柄係備作業時可用老虎鉗夾持者。

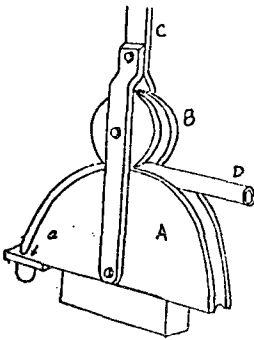


圖 一 五 一

所彎曲之管如為數不少且須相同者可特製一工模似第一五二圖所示者，此工模係用木板三塊及鐵桿一條造成。兩邊板之厚度可為任何尺寸。中板 A

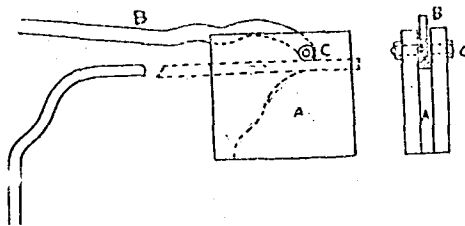


圖 一 五 二

之厚度應等於管之外徑及備管易進出之餘隙之和。中板並須鑄成管應彎曲成之內透形式。邊板之內面及中板之外邊均應釘鐵皮以鑄熱管，曲板上彎曲成管之外面形式，套於一通過兩邊板之螺釘，可以螺釘為支點而上下移動。假令所彎曲管為 $\frac{1}{2}$ 吋煤氣管，邊板應厚約 $1\frac{1}{4}$ 吋，中板應厚 $3\frac{1}{2}$ 吋，曲程可用 $\frac{3}{4}$ 吋鐵桿造成。作業時，將管加熱至黃熱，置入上模如虛線所示，將曲桿向下搬動壓於管上即可使管成應需之曲線。

所彎曲之管如係長而重且僅單件者可用第一五三圖所示之法彎曲之。法將已將熱之一端用高物支之如實線所示，將其另一端重墮下落於地上如虛線所示。管之重量可致使管之受熱部分彎曲。但因無護導之設備，彎曲部分上下必逼近而左右必鼓出，須將管平置用頂面及底面型錘修整。

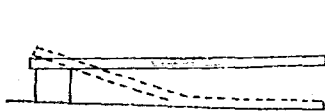


圖 一 五 三

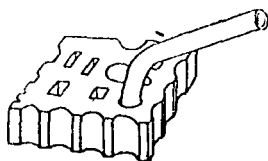


圖 一 五 四

使管彎曲之又一法係將管之一端插入重大型塊之相當孔內，如第一五四圖所示，拉其另一端使彎曲，作業間如不護導，事後亦須修整。

尚有一種普通法係將砂填於管內，將管之一端用管帽或木塞緊堵，以砂裝入管內令其充滿，將另一端亦堵塞。嗣將管加熱及彎曲成應需之形。所應注意者，管內之砂必須充滿，否則難有美滿之結果。

對於薄管，填以已熔松脂最為妥善。此當然僅能用於管之甚薄且不加熱者。薄銅管可用此法彎曲之。

### 汽 錘 工 作

在汽錘下工作時應十分注意者當第一次重擊前必須確定工具及鐵件均安置妥貼，又應施工作之部分須在錘頭中心之下，至少亦須在其相近處。如用工具者工具接觸鐵件之

點必須與工具受錘擊之點同在一垂直線中，例如有一般件在汽錘下用鑿子切割，鑿子應在錘頭中心下直立於鍛件上如第一五五A圖所示。如鑿子不直立而傾斜如示B所則錘擊之結果將如虛線所示，或為鑿子被撞倒並擊平，或為鑿子被迫而飛射。

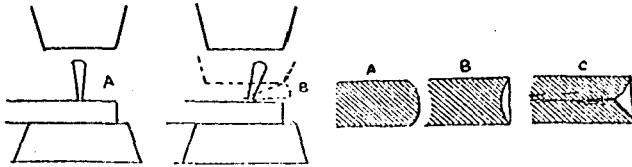


圖 一 五 五

圖 一 五 六

對於鍛件之需較多工作者應用重擊，經錘擊之件端應稍突出，如第一五六圖A所示。顯示工作之力已直透至件。如用輕擊則其端將內陷，如B，顯示外邊所受之工作較內部為多。如輕擊繼續進行則鍛件之中心將裂開如C。

在汽錘下工作之方法與在鐵砧上工作者大致相同，但在汽錘下工作較速，作業者亦應動作相當敏捷。

較準方形 (Squaring-up work)，鍛件之應為正形者有時被擊成菱形或不等邊形。欲較準之應在錘頭下將鍛件夾持如第一五七圖所示，使其直徑之長者與砧而成為直角。徑數擊可使扁如B；將件轉少許如箭頭所示再加錘擊可改成如C；如繼續將件轉及錘擊，最後可將件較準為方形如D。

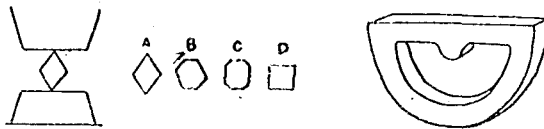


圖 一 五 七

圖 一 五 八

特種無接圈 (Weldless rings-special shape)。鍛造無接圈之簡單方法已於第四章舉例中述及，今所述者為一圓形之型模，如第一五八圖所示。工作之最初數步係與簡單

方法相同，即截料，造成凹盤。銜孔，及在心軸上工作至成如第一五九圖 A 所示之形。圖內之突出部分係用一特別心軸造成之，其工作法，如 B 所示，係將突出部分鑲入特別心軸之低槽內，如 C 所示。

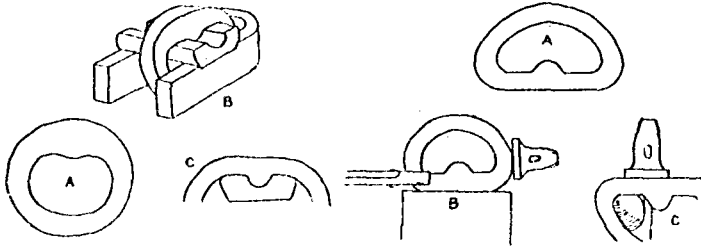


圖 一 五 九

圖 一 六 零

如此型模之平邊為其長者則突出部分之兩邊可在突出部分既造成後用平心軸致使不直。

鍛件離開汽錘時為如第一六零圖 A 所示之形。角度之修整係在鐵砧上用手工工具為之，與其他使角成方之工作相同，B 及 C 兩圖顯示用平錘工作之大概情形。



圖 一 六 一

孔銜 (Punches)，孔銜之用於汽錘工作者應短而粗。第一六一圖所示之孔銜共普通應用。

在汽錘銜孔法係與用手工工具者相同；即在一面銜入半深或三分二深時應將件反覆；初仍置於砧面，及將穿時在砧件及砧面間設一有孔之工具使孔銜準對工具之孔而擊穿之。孔銜不能久留於件內致使紅熱。如至紅熱則在數擊後孔銜之端將如草式而粘着於孔內。為預防此種事實發生應將孔銜在每數擊後提出孔外使冷。

在所銜之孔預準確位置時可用第一六二圖之佈置。孔銜之用於此種佈置者其長度係僅較所銜件之厚度稍長，用時並將大頭下向如圖示。孔銜與件內銜去部分同被擊入型模之孔內，該孔適可容納孔銜並備應需餘隙。

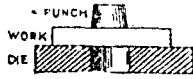


圖 一 六 二

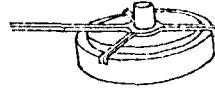


圖 一 六 三

將孔衝位置於圓鍛件中心之簡便法係如第一六三圖所示。用一具有中心孔之凹型模將鍛件相當位置於型模上面，次將孔衝置於頂上；型模之直徑須較鍛件直徑為大。位置孔衝係用薄鐵造之成星形式佈置為之。此星形有一中心圈，圈內適可在孔衝滑移，自圈幅射者係四臂，三臂相同距離各為一百二十度均等長並具有彎端可配合於型模。第四臂較長用作把柄。位置定後用汽錘輕擊一次開始衝孔，嗣將星形撤去，用重擊穿過成孔。

平鍛上之殼形 (Bosses on flanges etc.)，在汽錘下用工具鍛造平鍛上之殼形可工作甚速而大量生產。例如第一六四圖所示之平鍛可用少數簡單特種工具造成之。此項特



圖 一 六 四

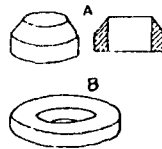
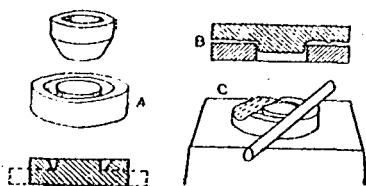


圖 一 六 五

種工具，如第一六五圖所示，係一割刀如A用以創造殼形，及一圓盤如用B以追壓及修整圓模殼形之圓面。

工作時，先將材料鍛造成較殼形稍厚之圓形。嗣用割刀將件切割以創造殼形如第一六六圖A所示。再嗣將殼形外之金屬壓平使向四周引伸。此項引伸工作可用一圓鐵桿置於殼形外邊為之如C所示，在每經錘擊數下後將桿向件邊移動一次並將件旋轉少許。在平鍛既粗平後殼形即聳立於中央。最後將件倒置於圓盤上使殼形伸入圓盤之孔內如B所示，經錘擊數下圓盤孔內面即與殼形外周完全接觸使殼形之圓面及平鍛之平面均成光滑之面。

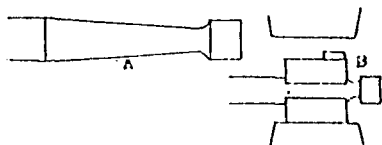




圖一六六

圓盤之外徑不必與件之外徑相等，因圓盤原為迫壓及修整鞍形而設，平裏之平面可在汽錘下用尋常方法引伸及修整也。

圓拔梢件 (Round tapering work)，第一六七圖所示之錘拔梢件應先鍛造成粗形次用工具修整。開始工作可在材料上緊靠頭處用圓錘壓成低槽如第一章內第三十六圖所示。嗣用第三十五圖所示之工具參照第三十五圖所示之方法，將件平置於砧面，頭則伸



圖一六七

出於砧外，用錘擊成粗形。修整工作可用型錘為之如第一六七圖B所示。因普通所用之型錘常使零件不直而拔梢。故於頂面型錘之上必須置一薄片，薄片應靠近端邊並與端邊平行。此薄片可致使型錘傾斜以成拔梢形式。

車輛用縱橫桿吊承 (Supersion bearing)，第一六七圖A所示為吊承，係車輛上用以吊承開夾頭所附之縱橫桿者。此吊承可用B所示之材料鍛造。鍛造之步驟如第一六九

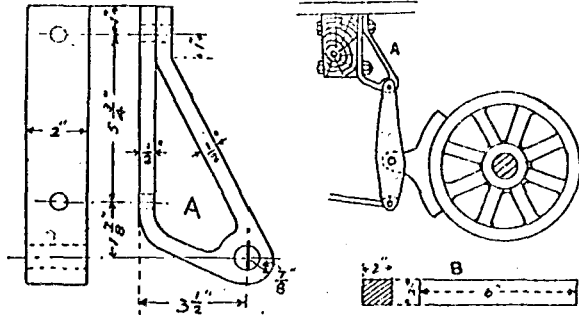


圖 一 六 八

圖所示爲 (1)用圓鐵桿由汽錘下擊壓成二半圓槽如 (2)；(3)用汽錘下擊 C 及 D 兩端

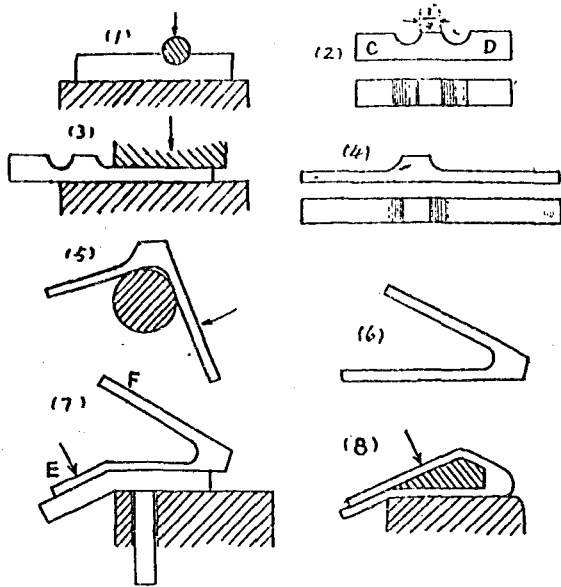


圖 一 六 九

而引伸成如 (4) 所示。次將件自汽錘取出置於鐵砧之角用手錘彎曲之成 (6) 所示之形。復次用如 (7) 所示之型件將 B 端彎曲，用如 (8) 所示之型件將 F 端彎曲及合置如圖示。最後對多餘之端部切去即成應需之形式。

### 3. 複製工作。

凡數個件須製造至可能相同者謂之複製工作。複製工作常用型模 (Dies) 或工模 (Jibs) 為之。工模係金屬塊。在其表面造成各種形式，可用以補助彎曲或成形工作。工模則為任何器械之足以補助彎曲，成形，或製造工作者。最常用之工模僅為一種平頭，數個夾鉗，及數個槓桿之集合體供彎曲之需。普通之型模及工模均係鑄鐵且常無須修整。

有向內彎端之片環 (Loop With Bent-in Ends)。片環之小者可在動力錘下型模上造成，其件大而數多者應得製型模為之。例如第一七零圖 A 所示之片環可用如 D 所示之型模替代動力錘之下型模。工作時，將截鐵材料之一端彎成直角如 B。次將 B 端鉤

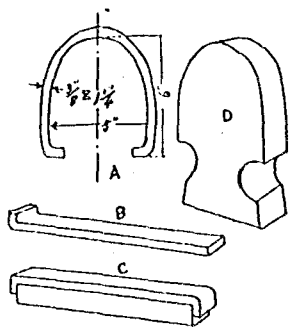


圖 一 七 零

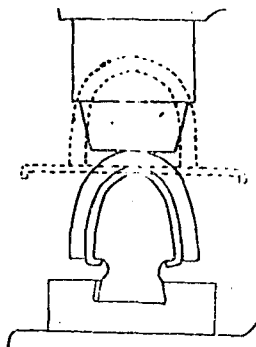


圖 一 七 一

件特備之扁鐵而將其又一端如 C 所示。復次將汽錘砧上原有之型模拆卸，將型模 D 之筒尾式座配合于砧之筒尾式槽內，及將件橫置於型模之頂。復次將一可配合件外之 U 形鐵條倒置於件上。是時件及鐵條均如第一七一圖虛線所示。徑錘輕擊即可將件彎曲至完

成形式。

如將錘頭輕輕下落于鐵條之頂端，則汽門傳錘頭藉蒸汽之力徐徐下沉，迫壓鐵條使件彎曲，其結果更為美滿，以汽錘在其時作用如壓機也。

型模 D 係鑄鐵，厚約 2 吋；在所造片環件數甚多時，應另備一上型模以代鐵條，上型模可配合於錘頭之錐尾槽並用鋼鍵固定之。

盤簧 (Coil Springs) 上節所舉之例係代表簡單彎曲工作，所用之彎曲力僅來自一方向。如所彎曲者為一完整圓形或多於一圓形則需比較繁複之佈置。例如一七二圖所

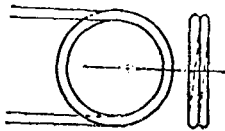


圖 一 七 二

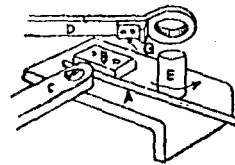


圖 一 七 三

示之盤簧係多於一圓形之彎曲工作。

第一七三圖所示之工模係造於約 1/2 吋厚之底版 A 上者，底版之一端向下彎成直角以資夾於老虎鉗內。圓柱 E 僅為一 1 吋之柱狀釘螺旋入版內。B 係一 1 吋 × 1 吋扁鐵約長 6 吋用埋頭銷釘安於版上。C 係一槓桿用 1/2 吋 × 1 吋扁鐵製造約長 10 吋，一端磨圓如圖示。此桿用螺旋附於版上並可繞螺旋轉動。D 係致彎桿，一端有一孔適可套於圓柱 E 而轉動甚易。此桿之底邊釘有一短扁鐵，短扁鐵之一端向下彎曲成直角。短扁鐵應如是設置使當致彎桿套於圓柱時圓柱與桿端間相距適較被彎件之厚度約多 1/16 吋。

工作時，將被彎件之一端置於扁鐵 B 與槓桿 C 間，轉移槓桿令夾住被彎件如圖示。次將致彎桿 D 套於圓柱 E 依照箭頭所示之方向旋轉至應需之次數為止。起去致彎桿及放鬆槓桿即能將造成之盤簧自圓柱取出。

為求各件之位置及彎曲在可能範圍內相同計，凡屬此類之任何工模必須設有合宜之

夾住作端機關。

#### 4. 型打鍛造

型打鍛造 (Drop Forging)，或稱落鍛，係在兩型模間藉落壓機 (drop-press) 或鍛造壓機 (forging-press) 或動力錘之力造成鍛件之謂。自有型打鍛造法大量生產價值低廉之優良鋼質鍛件乃能實現。型打鍛造法能使大量生產之各個鍛件形式與尺寸均各相同，因此各鍛工廠多樂採用。

鍛件之由此法造成者可為任何幾何形之可自型模中脫出者。但如非大量生產則常不甚經濟，以型模之設備所費頗鉅也。任何可塑材料皆可型打鍛造。經加熱而致可塑之鋼係由此法鍛造之通用材料。

材料之檢驗。 型打鍛造之最先一步係在自鋼廠接收原料前之檢驗工作。此項檢驗包括化學分析，表面檢驗，熱酸試驗，硫黃印痕，顯微鏡檢驗，剪刀試驗及物理試驗。物理試驗包括牽力試驗，硬度試驗，衝力試驗及拔撈試驗。由物理試驗之結果決定接受與否。

所用型模。 型模之用於型打鍛造者係用特等之硬鋼或合金鋼造成。型模鋼係購自市場，為粗塊，其尺寸應較所需之純尺寸加裕度四分之一吋以備在機械上修整。製造型模之法係先將型模粗地造成平面，即相連接之面均成直角；次在下型模之頂面及上型模之底面刻內陷之印痕使兩模相合時中間所留之空隙近似鍛件之形。復次將近似之形修整至完成之形，此項修整工作常用造型機 (die-sinking machine) 為之。復次予以熱處理，再後割削及磨擦使角面而光滑。

如係不甚精細之工作，型模間亦可為鑄鐵製。鑄鐵型模價值至微較鋼製者相去甚遠。

此項型模可比之鑄造用之鑄型，所異者鑄造係以熔汁注入鑄型而此則將鋼之加熱至可塑狀況者置於兩型模間使擠入其中致成印痕之形。

型模所在之工作與手工鍛造者相同，但速度遠勝且準確亦大增。每套型模內所具印痕之數視鍛件之形式及需要件數之多寡而異，通常為四副，左右各為一副係備將材料擠

成粗形之用，中間二副在右者為半完成形在左者為完成形。下型模置於上型模垂直線之下，緊附於落壓機之床，上型模用鉤固定於落件，

第一七四圖表示用於型打鍛造連桿之一型模。工作開始時將造此連桿之鋼加熱至正當鍛造溫度；次先後置於極左極右兩印痕內使擠成粗形，謂之開創動作 (break-down)

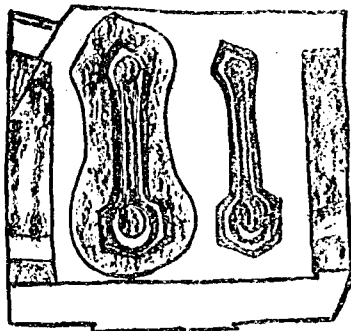


圖 一 七 四

operation)。復次自極右印痕移至中右印痕內使成半完成形；最後自中右印痕移至中左印痕內使擠成連桿之完成形。在完成印痕內常有多餘之金屬自印痕內擠出而入於印痕外特備之部分內，此項多餘金屬名曰鍛件之閃爍 (flash of forging)。造鍛件降冷至普通溫度時應用孔銜及型模在機械壓機內將閃爍剪去。對於重大鍛件之閃爍常在未冷時即修剪

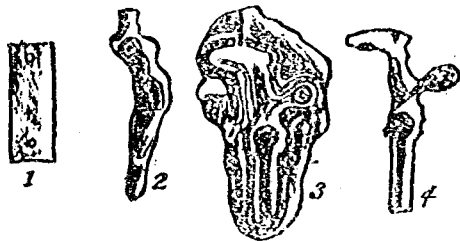


圖 一 七 五

去之。

第一七五圖表示型打鍛造汽(車零件逐步所改之形。(1)為截割以備動作之材料；(2)為既經開創動作後所成粗形；(3)為鋼在完成印痕內徑工作後之結果，顯示具有閃爍；(4)為完成之鍛件，已將閃爍剪去。

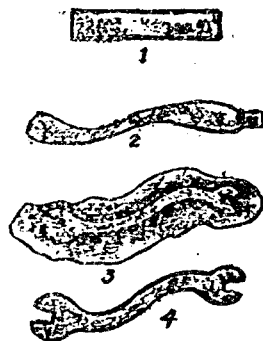


圖 一 七 五

第一七六圖表示型打鍛造一雙頭搬子逐步所改之形。(1)為材料，已截割至應需長度；(2)為經開創動作之結果；(3)為經完成印痕後之閃爍；(4)為完成雙頭搬子，已將閃爍剪去。

#### 5. 工具鍛造。

工具，如用於熱或冷金屬及石塊等之鑿或整，暨他種工具如用於攝床及刨削床者，均常由鍛造成形，嗣由鏢或磨修整，並予以硬鍛及強鍛。自原料至完成工具應經過上述各步動作，鍛工常始其事。鍛造工具成形之方法係與他種鍛造並無大異，惟對於最初最後溫度及爐內大氣必須十分注意並正常使用合宜之設備。

所用之鋼 此類之工具係用各等之鋼鍛造，鍛造者須熟諳何種工具應用何等鋼及各等鋼之性質始能收獲良好之結果。鑿鋼之用以造鑿或整者應含碳分約 0.90%。用以造攝床工具者應含碳分約 1.20%。高速鋼之用以造攝床等工具者應含鎢 12~20%，鉻

2~5%，錳 1~2%，及碳 0.65~0.75%。有時並含少許之鉛。常用之高速鋼稱作 18-4-1 鋼，意即含鎢 18% 鉻 4% 及錳 1%。尚有一種 14-4-2 鋼，價較 18-4-1 鋼為廉，亦頗盛行，意即含鎢 14% 鉻 4% 及錳 2% 之鋼。

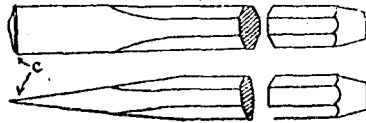


圖 一 七 七

冷鑿子 (Cold Chisels). 普通冷鑿子之形式甚為簡單鍛造時僅須將鋼加熱至黃熱，錘擊之成形並修整光滑。如錘擊為正常者其刀鋒端部必突出如第一七七圖 C 所示。此突出部分最好用利鋒之熟鑿子依照完成刀鋒之橫綫擊陷，迨硬鍛及強鍛後始將擊陷之端斷去俾可查驗顆粒之狀況。

岬鑿 (Cape-Chisel). 岬鑿如第一七八圖所示係用以切削情形及工作於深槽之底

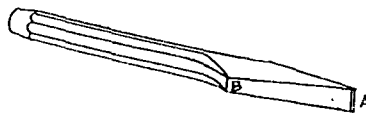


圖 一 七 八

部者。刀鋒 A 應較葉片之其餘部分自鋒至 B 處為寬以便在 A 寬之槽內工作。鍛造時先置於砧角上將 B 擊薄如第一七九圖 A 所示。最後修整應用手錘或平錘於砧沿為之，如 B 所示，不可將件平置於砧面工作如 C。造成之岬鑿應予以硬鍛及強鍛。



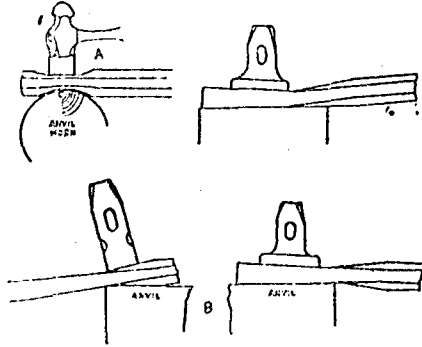


圖 一 七 九

第一八零圖所示方鼻錘及圓鼻錘之開始鍛造法與上述者相同，惟其端應較短而

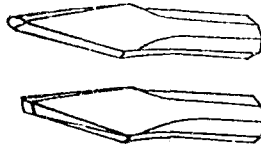


圖 一 八 〇

粗。最後將鼻修整成圓形或方形如圖示。

圓鼻錘刀 (Round-nose Tools)，圓鼻錘刀，如第一八一圖所示。係用於車床者

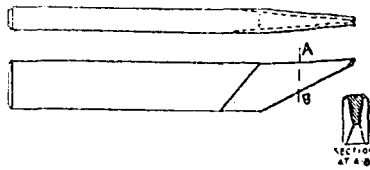


圖 一 八 一

。銼紋刀係與此同式，所異者僅尖端稍薄。此種刀之形式甚為簡單無解釋鍛造法之必

要、所應注意者應具正常之餘隙，切削工作全在刀端或其附近處施行，其兩邊須造成如是形式使均不礙刀端之上邊。換言之，刀端上邊之任何點必較下邊為寬如橫截面 A-B 所示。此種刀亦應予以硬鍛及強鍛。

切刀 (Cutting-off Tools)。切刀之葉片可在整刀之一邊或在中央，以在一邊

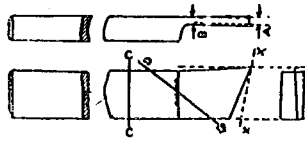


圖 一 八 二

如第一八二圖所示者為較易鍛造。

刀鋒係在葉片之極尖，切削係由迫壓工具直入件內為之，刀鋒切削一狹槽，切刀之接觸於件者僅為其極尖，是以刀鋒須為葉片之最寬部分，刀之兩邊應逐件向後撤槽，如圖所示，A 係較 B 為寬。刀鋒應較切刀頂面稍高，即葉片向上傾斜。

餘隙角之在刀端者係適合於車床之用，如用於鉋床則此角應較近方形約如 X-X 線所示。對於硬鍛，加熱應至約 C-C 線及急冷應至 D-D 線。

鍛造此種工具之開始可為套錘切割，如等一八三圖 A 所示。次用雙手錘將葉片造

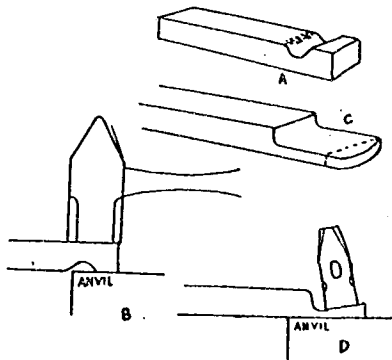


圖 一 八 三

成粗形，如爲輕小者用手錘，此項工作應在砧邊爲之，如 B 所示。所成之粗形，如 C 所示，具有突出之端部。應用熱塞子將此端部依照虛線切去。最後，可在砧之槽邊用手錘或平錘或縮削錘修整之，如 D 所示。

如需葉片在中央者，可將葉片部分平置於砧而使砧邊斂成一邊之肩，用縮削錘壓於上面斂成另一面之肩。



圖 一 八 四

所應注意者爲葉片各邊之餘隙。築之上者係於完成後用手錘準對端面輕擊數下使稍膨脹俾可稍增餘隙。

鑿孔刀 (Boring Tools)。鑿孔刀之普通形式係如第一八四圖所示。薄端之長度視所鑿孔之深淺而異，按照常例應在事實所許下造成短而厚者以免發生彈簧作用。鍛造方法可與用於切刀者大致相同，所異者彼之套錘切割作於寬邊而此則作於狹邊。刀鋒係在小鼻之端，故僅應予此鼻以熱處理。

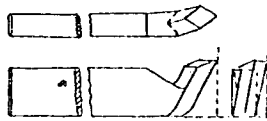


圖 一 八 五

金鑽石尖刀 (Diamond Point Tools)。第一八五圖表示金鑽石尖刀之普通形式，第一八六圖表示鍛造此種刀之步驟。開始時，用一底面套錘將件工作深入約三分之一，如 A

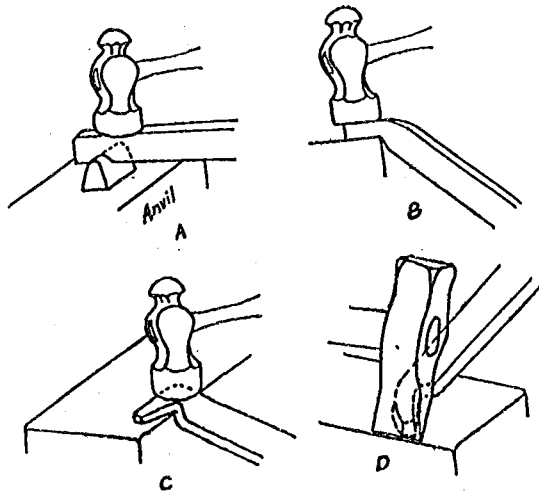


圖 一 八 六

所示。砧之圓邊亦可用以替代套錘。次擊扁此尖，如 B 所示；復次轉至寬邊，如 C 所示，以創造金鋼石形，並在另一寬邊亦同樣工作至成正常尺寸及形式為止。最後將刀尖置於砧面用熱簞子切割此尖至正常長度，如 D 所示。熱處理部分應包括頂面之下陷處在內。

邊刀 (Side Tools)，鍛造邊刀之法常先引伸橫端至成尖削形，如第一八七圖 A 所示，錘擊此尖應在砧沿外為之，俾可引伸成尖而錘角不致觸及鐵砧。次將件置於砧角之平塊上以擊薄其一邊。令錘面之一部分下落於砧沿之外使凹度均在下邊，如 B 所示。復次將件置於砧面，如 C，使頂邊向外彎曲以得正常之邊餘隙，如 E 所示。D 表示邊刀經熱處理之正常淬水狀況。

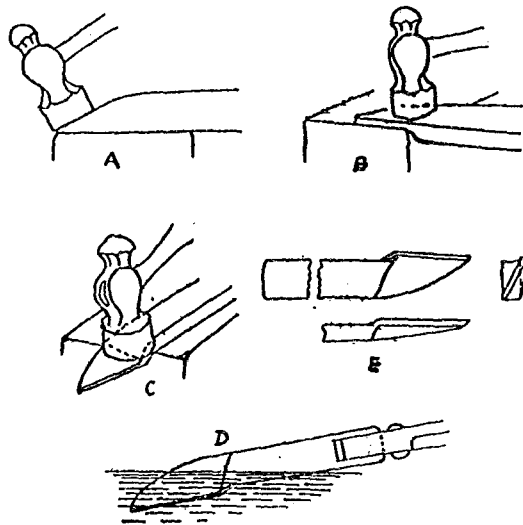


圖 一 八 七

修整刀 (Finishing tool's)。鍛造修整刀，如第一八八圖所示，可先用套錘開一口，或照上述鍛造金鋼石尖刀方法將套錘填於件下，次將端擊扁，如第一八九圖 A 所示。此常致端部折至近直，但經如 B 所示之錘擊甚易折回。折回後或致此端成如 C 之形；但依照箭頭所指予以數擊即可成如 D 所示之完成形式。刀鋒應與其他車床工具受同樣之熱處理。

對於此種修整刀之用於鉋床及牛頭鉋床者應令其端面與刀之狹邊更成近似直角，端面較垂直於狹邊之線常僅約小六度或八度。

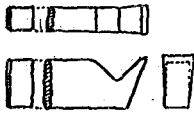


圖 一 八 八

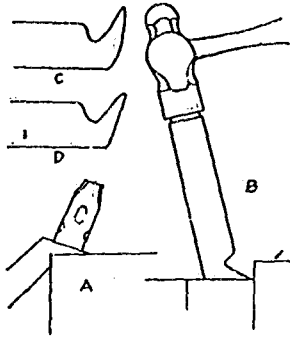


圖 一 八 九

平鑽 (Flat Drills)，第一九零圖所示之平鑽無可解釋鑄造法之必要。鑽之尺寸係



圖 一 九 零

視平端之寬度而定，平端之寬度應與鑽孔之直徑相同。如平端寬度係一時，此鑽即稱作一時鑽。鑽應較車床工具稍軟，是以強韌程度應至刀鋒顯示褐色。

## 第七章 熱處理

1. 退火 (Annealing). 鋼鍛件之物理特性彼此各異，即使自同批鋼料造成者亦各不同。其所以致此之故業經一再述及，蓋因彼此所受之處理，如成形時之機械工作，如自鍛造溫度冷卻時之冷卻影響，各異其程度或緩急。在此等原由中，最後溫度及冷卻態度實占重要地位。凡一鋼件自高溫冷卻時，冷卻愈速，鋼質愈硬，內應變亦愈大。為解放此項因冷卻而生之應變及使鋼質軟化俾可易受機械工作計，常予鋼鍛件以熱處理。又如最後溫度高鋼鍛件必具粗顆粒，經鍛可變小其顆粒致使鋼質改良。

退火或稱加熱或稱熱化係將鋼加熱至臨界帶以上嗣使徐徐冷卻，加熱至臨界帶以上可致使顆粒變至極小且解放其內應變及組織中原有之變態。如使徐徐冷卻則鋼以組織緻密將其軟而富延性。

退火加熱時所需溫度及時間視所含碳分而異，溫度可依第四表及第一九一圖所示隨時酌定。加熱至退火溫度必須逐漸進行，又須視鍛件之大小定時間之長短俾可全體達到同樣之溫度。概言之，對於厚約一呎者可一小時，愈厚則需時愈長。在加熱時必令鍛件與氧，炭及硫隔絕，是以退火常用矽坩或埋於砂中為之。如欲保留若干原有之硬度或脆性可將鍛件加熱至較完全退火稍下之溫度而施行退火。在實際上，一部份應變之解放亦可由將金屬置於較完全退火其下之溫度內歷時久長以得之。因退火於加熱後必須徐徐冷卻，故常於火候既屆時不將被熱件自爐中取出僅停止爐內之火緊閉爐門使其自冷；埋於砂中者亦然。

第四表—退火溫度表

含 碳 量 ( % )	溫 度 ( 華 氏 )	含 碳 量 ( % )	溫 度 ( 華 氏 )
0.12 以 下	1575 - 1665	0.30 - 0.49	1470 - 1510
0.12 - 0.25	1510 - 1565	0.50 - 1.00	1420 - 1470

就常理論，經完全鍛之鋼管均具有可能得到之軟度。然在實際上，經鍛所得之軟度每可因冷卻之緩急互異致使不相從同。如鋼以軟為最要而抗索強度等稍可犧牲者冷卻尚緩，否則則稍急。因之遂有類似鍛之二種處理推行於世，一曰正常化。一曰球形化。

正常化 (Normalize.) 正常化係一種類似新鍛之處理。當鋼表現加熱過量及當對於鋼之來歷不甚明了時多以此法處理之。又對於鍛件之軟度無益太甚者亦可由此處理解放其因受機械工作所致之內應變化及增加其機械性。所異於標準新鍛者為所需之溫度較高約自 50 度至 100 度及冷卻較速。例如對於 0.90 碳鋼，新鍛當加熱達 1425 度至 1450 度並在爐內徐徐冷卻，而正常化則須加熱達 1450 度至 1550 度並在空中冷卻。意即，如有極粗之顆粒不能由新鍛破壞者可由此較高之溫度致使完全變更。經正常化之鋼可再照常加以鍛。正常化處理之冷卻態度不能適用於風鋼 (air-hardening steel,) 應改在爐內或在特築之炭灰或石炭坑內冷卻之。

球形化 (Spheroidizing). 鋼之含碳逾 0.85% 者自飽和線冷卻至臨界帶時常結成針形之碳化鐵 (Cementite)。此種針形有妨鋼質之經久性，可由加熱至臨界帶附近處歷長時間使變換為圓球形狀。此法亦可適用於碳化鐵結晶之在 0.85 或較少碳鋼之帕爾 (Pearlite) 內者以增加其韌性。對於碳工具鋼，可加熱至臨界點稍下，華氏 1350° - 1380°，維持若干小時，視件之大小而異，隨後徐徐冷卻至常溫。

為產生此種組織計，曾有數例似屬經濟而可採用。法將鋼加熱至臨界點稍上，淬於油內使冷卻，嗣回火至足敷溫度以得應需硬度。

經冷鍛之鋼。 鋼之正在冷鍛或曾經冷鍛者均能新鍛；此可致使鋼件軟化及解放被冷鍛工作所致之扭歪組織。因其顆粒業已改小無須再使成新顆粒，對於此種鋼應僅加熱至可使軟化及解放應變之低溫度。但現行之習慣如下：如含碳在 0.40% 以下。新鍛常於約華氏 1250° 為之；如含碳逾 0.40% 仍加熱至臨界帶稍上。

對於予經冷鍛之鋼以新鍛，必須將件置於新鍛罐內用提竿材料如鐵桿或木炭圍繞，以阻其表面氧化為鐵鱗，否則由冷鍛所造成之明亮外表必被破壞。



2. 硬鍛 (Hardening). 硬鍛，或稱加硬，或稱硬化，係由將鋼加熱稍逾變態溫度，嗣使急速冷却所成。第一九一圖之線圖所示硬鍛溫度係較  $Ac_1-2-3$  約高 50 度。為 eutectoid 或 hyper-eutectoid 鋼可得極度顆粒改良之處。對於 hypo-eutectoid 鋼，硬鍛溫度應稍逾  $Ac_3$  及  $Ac_2-3$ 。加熱設備如係鍛鐵爐，所示之顏色應為十分紅。可用一磁鐵以校對溫度，因鋼在或逾變態溫度應失磁性。如自常溫加熱時即用磁鐵試驗者當鋼不受吸引即為正當停止加熱之時，如用熱爐則硬鍛溫度可藉高溫表 (Pyrometer) 之輔助以定之。

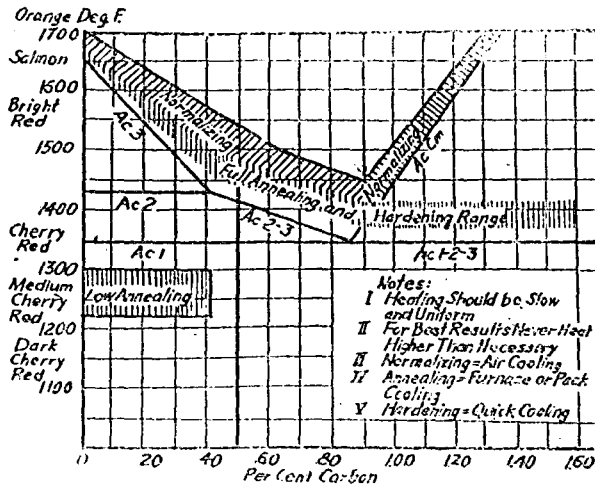


圖 一 九 一

鋼之加硬程度視自硬鍛溫度冷却之速度而異。如冷却係甚緩，即冷却需時數日，鋼將為可能之軟者。如自熱爐取出後即懸之於空氣中或投置於砂地，鋼仍可獲得相當之軟度。如自熱爐取出後即投入傳熱力甚低之重油內，再如所含碳分係在 0.80% 附近或逾 0.80%，鋼將硬而具彈力。如投入輕油則更硬。如投入水中則又更硬。所投入之液體

自鋼傳熱愈速，鋼之硬度愈增。如冰水，冰氣水，冰氯化鎊及近其冰點之汞等之傳熱力皆較冷水為高。

據哈烏氏 (Howe) 之研究，對於含碳0.21%之鋼由冷卻緩急之不同其物理性質之相異如第五表所示。由此表可知在爐內冷卻之鋼固富於韌性；而急冷於鹽水中者抗牽強

第 五 表

0.21% 碳鋼冷卻速度與物理性質之關係

冷 却 方 法	抗 牽 強 度	伸 長	面 積 減 小
	每 方 吋 磅 數	%	%
半 溶 解 之 鹽 水	237,555	2.00	1.30
冷 水	216,215	1.50	1.67
油	174,180	2.90	1.40
空 氣 中	86,797	27.76	57.83
爐 內	80,103	28.15	54.75

度殆增三倍，然韌性則又大減，急冷之能增加硬度有如此者。由急冷使硬度增加之程度又視含碳之多寡而不同，即含碳愈多則在急冷後抗牽強度愈增而伸長愈減。

急冷所以能使鋼加硬者係因急冷能使奧斯頓 (austenite) 變為純鐵與碳化鐵之時期遲緩。換言之使鋼在高溫時之組織至低溫時仍能維持。故如冷卻極急，理論上應可得常溫之奧斯頓，但實際上視冷卻之速度不同多含有所謂馬頓斯 (Martensite)，亦路斯脫 (Troostite)，或梭爾字 (Sorbite) 者。

今將鋼內組織分子依其硬度之近似次序述之如下：

(1) 碳化鐵， $Fe_3C$  係鋼內最硬而最脆之分子。此僅為一種結晶組織。凡緩冷之鐵或鋼均具之。(2) 馬頓斯係自奧斯頓分化之第一步。其硬度及脆性均列第二，稍具

磁性。馬頓斯含有同質異形之 $\gamma$ 及 $\alpha$ 鐵，係於急冷間在華氏 585° 自奧斯頓轉變所成。當將含有奧頓斯之鋼加熱，奧斯頓立即開始轉變為馬頓斯，此項轉變完成於 360°。馬頓斯係非同質組織。如不予加熱可永久保持硬度。(3) 奧斯頓之切割硬度不如馬頓斯，但較梭爾字或帕爾(Pearlite)為勝。惟奧斯頓具有較甚之磨擦硬度，即抵抗耗損之硬度。奧斯頓具有大之韌性，適中高之抗牽強度及低之彈性比~其彈性極限為抗牽極力之 50%或較少，而馬頓斯之彈性比係 80 至 98%。奧斯頓不具磁性，所含之鐵均為 $\gamma$ 形。(4) 赤路斯脫具有較小硬度，較小脆性，及較之馬頓斯所含鐵 $\gamma$ 形益少而 $\alpha$ 形益多。此係由於較緩之急冷間自馬頓斯轉變所成。當將馬頓斯加熱，馬頓斯立即轉變為赤路斯脫，此項轉變完成於 720°。(5) 梭爾字可解釋為初期之帕爾。將加熱至硬鍛溫度之鋼使在較高於常溫之油池內冷卻，鋼之組織即為梭爾字。如將急冷之鋼加熱至 720° 或稍高亦可得之。梭爾字係較帕爾為強，或以為同時又較韌。換言之，鋼之由急冷後再加熱至 900° 或 1000 而梭爾字化者或將較同等鋼之由緩冷而轉變成純鐵及碳化鐵分子者為強，為硬，為韌，而稍減延性。梭爾字或並具較優之抵抗震動能力。(6) 帕爾係純鐵及碳化鐵之集合體，由緩冷所成。(7) 純鐵係鋼內至軟而至弱之分子，但亦係至韌，至可鍛，至可延長者，並具有最高之傳電性及透磁性。

加硬鋼之用於切割工具及機械部份者係常由馬頓斯，赤路斯脫，或二者之集合體所組成。梭爾字係常視為中碳或高碳鋼之理想組織用於機械部份之須受應力者。

加熱時不可使鼓風與鋼接觸逾其應需之量，否則鼓風將氧化其表面，即減少其表面之磅分，該表面不能加硬。此種表面如在此後不能磨去者，例如螺絲錐，則硬鍛之件將成無用之物。加熱於件必須徐緩而徹底而均勻，否則於淬火時鋼要有翹點，或彎曲，或裂開。加熱不可過量致鋼之顆粒擴大。如偶然加熱過量莫以為等待冷至相當溫度始急冷之即足補救，應待其冷卻至常溫再加熱至適當溫度而後急冷之。爐火之溫度不可較應需者為高，否則件之角與薄處將加熱太急，將較其餘部份先加熱至應需溫度。對於長而細之件不可僅支其兩端，因在加熱時件之自重足使彎曲，於硬鍛後頗難校正。

淬火 (Quenching) 應在溫度上昇時為之，故將件自爐內移至淬火池內以速為貴。淬

長件時應縱長投入，淬平件時應以一邊投入以免彎曲。如件之各部份大小不一者先將截面大者投入以免裂開。為免產生軟點計，將件投入池內後須頻頻移動使其常與冷池接觸而所發生之氣體隔離。件之在池內者須至不能灼手時始可取出，取出後，再稍加熱至滴水於其表面即可起泡為止。急冷之件係在非常加硬應變之下，此項再稍加熱可減少一部份之應變。對於易碎之件或大件之無須特別者，淬火可用油；對於平常之件則以冷水為最有效之淬火池。

鋼內含錳或鎳或兼含錳與鎳可使臨界溫度低降。僅含錳至 12% 或含鎳至 24% 或為風鋼則臨界溫度降至常溫度以下，故無須急冷亦能將奧斯頓或馬頓斯維持至常溫而不轉變。

4. 強鍛 (Tempering) 如將鋼急冷，鋼之組織為馬頓斯，赤路斯脫或梭爾字。此等組織皆存在於不安定平衡之階段中，一經對其加熱不逾臨界點將即開始轉變直至帕爾為止。由加熱至在臨界溫度下或多或少可節制其轉變之程度。因其轉變之程度不同斯鋼之硬度，強度及延性亦隨之而異。此種處理謂之強鍛，或稱回韌，或稱回火。馬頓斯鋼

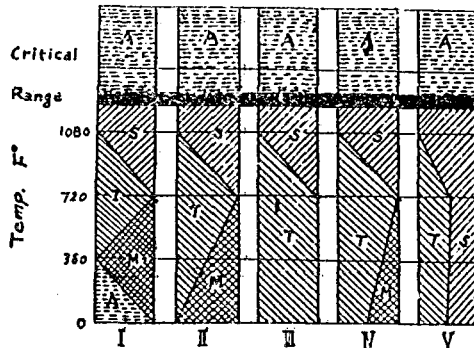


圖 一 九 二

可由強鍛轉變為赤路斯脫鋼使其脆性減少，或轉變為梭爾字鋼使其兼具高之強度及延性

。加熱於急冷之鋼所致之轉變係如第一九二圖所示。圖內 A 爲奧斯頓，M 爲馬頓斯，T 爲赤路斯脫，及 S 爲梭爾字。

強鍛之目的係(1)解放因急冷所致之內應力，及(2)使鋼適合需要之硬度，例如切削工具所需要者，或使鋼同時適合需要之強度與延性，例如汽車之軸及曲拐銷所需要者。故強鍛溫度之預定至爲重要，必須視鋼之用途而異。如刀類之以硬度爲最要而強度稍可犧牲者則以華氏 400° 附近爲宜；又如鋼絲等之須耐打擊者不宜過脆，故以華氏 670° 爲尚；又如彈簧等須耐連續震動者宜兼其強度及延性，又以華氏 630° 附近爲佳。在同一溫度時，其回彈之程度又視在該溫度中停留時間之久暫以爲衡，停留愈久回彈愈甚。停留時間之久暫應由作業者隨時斟酌由經驗定之。

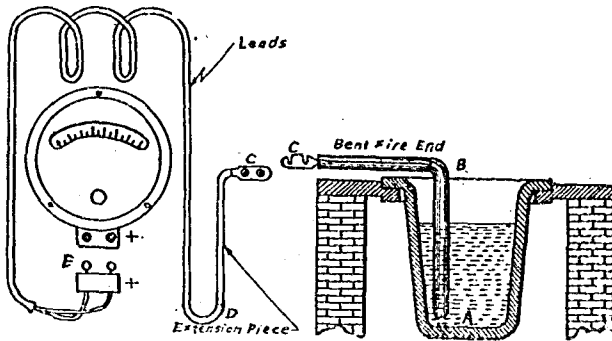
由硬鍛所得之硬度經強鍛後當然減少，據海因氏 (Heyn) 之實驗，對於各強鍛溫度減其硬度之效應如第六表所示。繼再加熱至逾 1080° 則硬鍛之成績完全消滅。切削工具等之強鍛溫度僅限於 400° 至 600° 間，如加熱逾 650° 硬鍛之功用亦盡喪失。

### 第 六 表

各強鍛溫度減少硬度之效應

溫度，華氏	硬度減少%	溫度，華氏	硬度減少%
180	2.5	720	70.0
360	14.0	900	87.5
540	41.0	1280	97.5

強鍛係由加熱至預定溫度隨用任何方法使其冷却而成。自強鍛溫度冷却之緩急與強鍛之程度不生關係，與硬鍛不同，因強鍛溫度係在臨界點之下也。爲得正確之強鍛溫度計，加熱應用低溫之熱爐，如鹽池或油池附帶一高溫表。第一九三圖所示係一油池 A 附帶一電熱高溫表 B。B 爲彎端，C 爲接頭，而 D 爲伸出部份。所用之油可爲強鍛油



圖一九三

或棉子油或魚油。先將油加熱至應需溫度，嗣將強鍛之件投入。應使件留存於油內至其經徹底強鍛為止。如油之溫度不增高者，將件留存於油內逾應需時間亦屬無傷。

如用鍛鐵爐，加熱應徐緩而小心而徹底，並應使件稍離火焰，否則其截面之薄者，將在厚者回熱足數時已先回熱逾量。正在加熱時應將件頻頻移動使各部份均可加熱至同樣溫度。對於工具，如螺絲錐或擴孔鑽或端洗刀，應在火焰上空向前向後徐徐移動並同時輾轉。自件至火焰之距離應視火焰之強度而異，惟強鍛不可太急。對於小件可將件在熱鐵上移動至適當強鍛為止。近似之強鍛溫度常由氧化鐵顏色之指示而知之。

氧化鐵顏色 (Color Oxides)。天賦吾人以一種指示鋼之溫度在華氏  $390^{\circ}$  至  $650^{\circ}$  間者之便利方法，無須依賴測溫表及其他儀器之補助。此等溫度在實際上適足敷強鍛加硬鋼之用，不能謂非幸事，此種指示，有時稱為強鍛顏色，係由鋼經氧化所成。如將鋼磨光，徐徐加熱至  $390^{\circ}$  時，鋼面即氧化成一薄層外皮，但其時氧化鐵尚不能完全隱蔽鋼面之白色遂合併而成淡檸檬色。當溫度增高，氧化外皮生長愈厚，黃色漸深，至  $430^{\circ}$  時變為淡稻草色。此項顏色所指示者非屬鋼質，僅為鋼在其時所至之近似溫度。在每一顏色初顯時僅指示鋼面之溫度，如鋼之中心亦須服役者應予適當時間使其中心得與表面齊共溫度。第七表列示各種顏色所指示之溫度並在各溫度下假定少數之用項。

第 七 表  
 氧化鐵顏色所指示之溫度

溫度，華氏	顏 色	擬 定 用 項
430	淡 稻 草	括刀，螺絲錐，紙刀
460	深 稻 草	齒孔刀，衝，型模
500	深 楊	藤花鑽，岩石鑽，錘面，螺鑽
540	淡 紫	斧，木工工具
570	深 藍	鐵及鋼之鑿或鑿，刀片
610	淡 藍	彈簧，螺絲擺，木鋸
650	鐵 灰	彈簧

4. 硬鍛與強鍛合併舉用法。 如將鋼自臨界帶稍上之溫度先投入某種傳熱之液體，如汽油或熔解之焊錫，以淬之使冷卻至華氏 390°，其所產生中庸加硬及變脆之效應與先淬以水繼予以強鍛者相同。

又一硬鍛與強鍛合併舉用法係用以強鍛冷鑿子或其他類似工具之切削刀鋒者。法將鑿子之端部自刀鋒向後迄 A 處，如第一九四圖所示，均與加熱至臨界帶稍上，約華氏 1400° 嗣投入冷水內僅及 B 處以淬之，淬火時應將端部在水內稍稍上下移動以免冷熱兩部份成一銳利之分界，待端部既冷卻即自水內移出並急以砂布磨光。AB 兩處間之熱將蔓延而遞傳於端部使其上升至應需之強鍛溫度，此相當於深藍色或華氏 670°。磨光僅為使表面明亮以便顯示強鍛顏色。在 A B 兩處間之熱向端部遞傳期間，端部先顯示檸檬色，繼逐漸加深。達應需之顏色既得再將工具之全體投入水內或油內使冷卻至常溫。此時之淬火僅為滅火以止桿部之熱再傳達於端部，與強鍛本性並無關係。嗣在鑿子乾後將鑿陷之端斷去以驗其顆粒之大小，此項顆粒之大小應係柔滑如絲織者，如顆粒粗則此

端斷去甚易，鑿子在硬鍛階段間必增加熱太高。如此端斷折頗難及斷折而顯示遲鈍形狀，鑿子在硬鍛階段間必增加熱太低或未逾臨界帶。兩者均須重行硬鍛與強鍛。至達適當程度為止。



圖 一 九 四

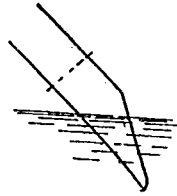


圖 一 九 五

鑿子之又一端亦應予以處理，因該端係受錘擊者；如太脆將破裂，如太軟將成寬式。對於該端應加熱至適當硬鍛溫度隨淬之以油，嗣再加熱至暗黑紅熱隨便徐徐冷卻。此可成爲一種弱端以受錘擊。車床用刀類之硬鍛與強鍛可與施於鑿子者同樣舉行，但其強鍛溫度視各種工具之本性而異。鑽孔刀及切刀皆強鍛至深稻草色，約華氏 460°。他種工具，如邊刀，金鋼石尖刀，等等，應皆強鍛至淡稻草色，約華氏 430°。第一九五圖表示一圓鼻孔鑽刀之淬火位置。

雖然，強鍛之法仍以將硬鍛之鋼淬火冷卻嗣加熱至應需溫度而自此退其硬度爲較準確，因如是乃可用高溫表並得從容工作。由此法併可將件投入低熱池內加熱，對於溫度既可節制準確而加熱於件又可保證均勻。

5. 高速鋼及其熱處理。 雷顯脫氏 (Mushet) 發現之雷顯脫鋼，或稱自硬鋼，或稱風鋼，含碳 1.5%，鎢 5-8%，及鉻 0.5% 可在鼓風中加硬及保持硬度至紅熱。因摩擦力所致之硬度不能燒毀其硬度及破裂其切削刀鋒，故風鋼可任較速及較重之切削。但以此種鋼不易在機械上受工作，故未嘗推件盡利。



造 1898 年泰勞及華埃脫兩氏 (Taylor & White) 發現一種合金鋼含有碳 0.68%，錳 18%，及鉻 5~6% 者之特性。並發對於此鋼之特別處理法，「高速鋼之可能性始為世所公認。嗣此而後各種高速鋼之製造者乃與日俱增。致其所含之成分幾全數或什九為以錳與鉻或鉍與鉻加入碳鋼之合金鋼。

用高速鋼以製造切削工具之利益有二。(1)在熱處理期間可有較大之退步~除熔解外不易損害高速鋼。(2)工具即達紅熱，其硬度仍能保持，其切削刀鋒仍不破裂~用高速鋼工具較用碳鋼工具可增多生產量至二倍以上。

高速鋼價值較碳鋼高數倍。對於螺絲錐，普通之型模，手絞鑽，規，等等，似可仍用碳鋼。對於洗刀，車床工具，常用尺寸之鑽及機械上用之擴孔鑽則以用高速鋼為宜，因多得之生產足以償其高價而有餘。

錳鉻高速鋼之熱處理常用泰勞及華埃脫法為之。其法如下。

(I) 高熱處理。

- (1) 徐緩加熱至華氏 1500°。
- (2) 急速加熱自華氏 1500° 至白熱(華氏2200°)
- (3) 急速冷卻(煤油池)至華氏 1550° 以下。
- (4) 繼續冷卻，或急速(煤油池)或徐緩(鼓風)，至常溫。

(II) 低熱處理。

- (5) 加熱至低紅色(華氏 1150°)約五分鐘。
- (6) 冷卻，或急速或徐緩，至常溫。

對於鉍鉻高速鋼，其熱處理法係與上述者大致相同，惟在第(2)項內無須將鋼加熱至白熱，僅須加熱至華氏 1850°。

6. 表面硬化 (Case hardening). 鐵或鋼在亮紅熱時能遲緩吸碳。此即為表面硬化所基之原理。如將熟鐵或低碳鋼加熱至高溫而使與焦革，骨粉，或其他富於碳分之材料接觸，焦革等所含之碳將徐徐透入金屬內。透入金屬內之碳為固溶體之形式，所透入之數量及深度視各項狀況而異，依其重要之次序列之如下。

- (1) 加熱之溫度，溫度愈高透入愈速。
- (2) 維持於溫度內之時間，時間愈長透入愈深。
- (3) 所用之含碳材料；例如精化鉀 (CNK) 之透入較木炭為強。
- (4) 所用之金屬；例如錕，鎊，銻，鋅；等等之在鋼內增加透入率而鈹，鎳，鎳，等等則減少透入率。

在臨界溫度以下時滲碳之進行係甚緩，而在臨界溫度以上時則其率視溫度之增加而增加甚速。但以歷久之高熱必使中心之顆粒擴大而致弱與脆，故溫度不宜過高。常用之溫度為華氏 1650°。據來克氏 (Lake) 之研究，對於用各種含碳材料在不同溫度時所得透入率如第八表所示。

第 八 表  
 碳向鋼之透入率~關係溫度者

溫 度 華 氏	所用含碳材料及八小時間之透入率，吋			
	木炭60% + 碳酸鋇 (CO <sub>2</sub> Ba)40%	黃血鹽Fe(CN <sub>6</sub> )K <sub>4</sub> + 66% 重鉻酸鉀 (Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> K <sub>2</sub> ) 34%	黃 血 鹽	木 炭 粉
1290	.....	.....	.....	.....
1475	0.020	0.033	0.020	0.020
1650	0.080	0.069	0.079	0.048
1830	0.128	0.128	0.128	0.098
2010	0.177	0.177	0.198	0.138

來克氏亦曾研究時間與 $\text{C}$  透入深度之關係，其結果列示於第九第十兩表。

第 九 表  
鋼向鋼之透入率~關係時間者

時 間	所用含碳材料及在華氏 1830° 之透入率，吋				
	木炭 60 % + 磷酸 銀 40 %	黃血鹽 66 % + 重鉻酸 鉀 34 %	木 炭 粉	木 炭 及 炭 酸 鉀 ( $\text{CO}_2, \text{K}_2$ )	未 洗 滌 之 限 炭
1	0.031	0.033	0.028	0.059	0.035
2	0.039	0.037	0.053	0.078	0.059
4	0.047	0.049	0.063	0.091	0.088
6	0.078	0.074	0.072	0.111	0.106
8	0.118	0.128	0.098	0.138	0.128

第 十 表  
鋼向鋼之透入率~關係時間者

時 間 ， 小 時	所用含碳材料及在華氏 1650° 之透入率，吋		
	焦 草	木 炭 粉	磷 酸 銀 及 木 炭
2	0.045	0.028	0.055
4	0.062	0.042	0.087
8	0.080	0.062	0.111
12	0.110	0.070	0.125

常用之含碳材料係木炭；骨粉；焦草或蔗糖；獸角；獸炭；燈炭；無煙煤；石墨；等等。各項中以焦草與蔗糖最有價值，因其不含不純質。燈炭之法常以有烟煤氣或煤油火爐所產生之炭使積聚於被碳化者之表面。氣體之含有碳分者亦可用作表面硬化之材料，以一氧化氫為最佳；亞舍取速(C, H<sub>2</sub>)亦係有效。液體之含有碳分者亦屬可用，例如溶解之硝化鉀，或黃血鹽。材料之含有淡氣者似可助鋼吸碳。碱是之故，人皆寧用隕類或植物之產生物而不用純粹礦質材料。為欲得淡氣故，間有將安摩尼亞(NH<sub>3</sub>)引入表面硬化箱內者。表面硬化手續之最要者係為碳之透入鋼內應全面各處相同，此可由含碳材料與鋼之接觸周至而得之，是以用氣體材料係較用固體材料為勝。碳化於溶解之硝化物內亦有同樣之利益，且硝化物內之淡氣更為增加效率之要素。硝化鉀池係極普通之碳化設備，因其便於使用及易於節制；但此溶液所放之煙甚令人厭惡且具毒性。

通常所碳化之鋼含碳約自 0.10 至 0.22%，意在同時可得極細之中心及可免中心受過熱之不良效應，此項不良效應隨含碳之數量而增加。鋼內殘分應低，常在 0.35% 以下，因此不但由降低其臨界溫度以增加其過熱抑且使其表面脆。鉛分，常為 0.50 至 1.50%，除提高過熱所在之溫度外，改良鋼之顆粒，增加鋼之強度及致使表面硬而不易受切削工作。錳及鎳似可消除鉛所致不易受切削工作之一部份，及增加鋼之抵抗震動力。錳在表面硬化鋼內價值甚高，可增加鋼之強度，及減少脆性及破裂擴張之趨勢。高等鋼內常含錳 2~7%。矽分應為可能之少數，必須在 0.30% 以下，因其減少透碳之深度及速度。磷分應在 0.035% 以下以其是致鋼在受震動時脆也。如欲中心顆粒小而強度大者應用錳鋼。如欲表面硬者應用鎢鋼。如欲表面硬而中心硬者應用鎢錳鋼。

碳分之在表面硬化之外面內者常係 1% 或稍多，如碳化甚久可達 2.5% 表面內之碳分應為稍高於 Eutectoid 之比例。多數之碳化作業者期得 0.90%，另一部分期得 1.10%，又一部分旨在 1.20 至 1.30%，其目的在擁有少數之游離碳化鐵於表面內以為硬件中之特硬小層。

熱鐵或鋼經碳化後，其斷面係如第一九六圖所示。其表面已變為中硬或高硬鋼而中心仍係原來之金屬，甚易辨別。碳透入之深度視需要而定，通常為 1 吋左右。熱鐵及低

鋼鋼皆不能由硬鍛以得加硬之可覺效應，而其輕碳化之表面則可由硬鍛以加硬之。低碳



B.  
圖 一 九 六

鋼具有韌性，高碳鋼具有硬度，而表面硬化之鋼可兼具韌性與硬度以適應特種需要；例如鐵甲板，犁頭，某種之齒輪及副齒輪，曲軸，機械內稱軸，監獄鐵條，防盜保險箱，等等。

碳化鋼之硬鍛為省時省費計常係將件自碳化爐內取出即淬之。但較善之工作法係先使冷却至黑熱嗣再加熱及加硬之，因如是可致使碳在表面與中心分界處者彌散較優。此分界處常為弱線；如自碳化爐內取出即淬，其分界甚為明顯；如先冷却再加熱而後淬之則此分界可為甚隱晦者。再加熱又可恢復為過熱所損傷之顆粒。

為表面及中心內之顆粒均優良計，應需淬火至少二次，其法如下：在將鋼自表面硬化動作冷却後再加熱至 Ac 3 線稍上。如中心含碳 0.20%，應加熱至華氏 1575°，可視第五圖之 Ac 3 線。中心經如是加熱後，將金屬鐵與碳之固熔體淬之以水使冷却至常溫則純鐵大顆粒不能分出，以無純鐵大顆粒中心將韌而強。嗣再加熱至 Ac1-2-3 線稍上，約華氏 1400°。假定表面含碳為 0.90% 則其時表面全屬固熔體。再淬之以水即可得硬之表面。除特需不脆表面者外在第二次淬火後例不强鍛。

茲再將常用之商業表面硬化法二種述之於下。

**硝化鉀表面硬化法。** 硝化鉀之用以硬化表面者係愈純愈佳。對於小件及件之僅需甚薄表面者，將件加熱至高紅熱，自爐內取出，將硝化鉀洒於其外面，再加熱數秒鐘予碳以透入之機會，再自爐內取出，再洒以硝化鉀，嗣投入冷水使冷却。如可適應需要，此為最易而最速之法。由此法亦可表面硬化件上之數點。當僅一孔或一部須表面硬化時可將小塊之硝化鉀覆蓋於需要處所，硬化將僅限於為硝化鉀所覆蓋之地點。

用硝化鉀之又一法係將其溶解盛於勺內或鉢內或池內並加熱至紅熱。將須表面硬化之件亦加熱至紅熱，移置於紅熱之硝化鉀內若干分鐘。經相當時間後取出，投入冷水加硬之。如先將件面磨光，此法可使硬化表面之外面顯示斑點。物品留存於紅熱硝化鉀內之時間愈久碳之透入愈深。雖不準與時間成正比例，然概言之，留存十分鐘約可透入百

分一吋。

骨粉表面硬化法。 此法亦名黏合法(Cementation)係用於需要較深表面者。當一機件，受着磨擦力，或此磨擦而受着很大之載重，(機件之節筭部)則此機件，應極堅固俾能耐用，此惟硬鋼合用不易磨蝕，但硬鋼製造多不便利，亦有用軟鋼令其吸收含在一物質內之碳素，使其表面變為硬鋼，完全耐用，而裏面仍係軟鋼性，不易碎裂，能抵抗各種變化之力量，及撞力等，將件裝於一鐵箱內使全體為骨粉或其他含有有限碳之材料所包圍。先在箱底置骨粉一層約深一吋，件即置於此層骨粉上。在每件之四邊各留空隙約寬四分三吋，件上蓋以骨粉亦約深一吋。嗣再置件再蓋骨粉直至箱滿為止。頂層之骨粉至少亦需深一吋。嗣開箱蓋並以火泥封閉使不與空氣相通。置箱於火內歷數小時迨熱至櫻桃深紅色  $900^{\circ} \sim 1000^{\circ}$  受熱力之影響及黏合物發出之炭氣，該件之表面層，變為硬鋼與炭素黏合，黏合面之深淺，以熱之時間愈長表面愈深。及至够原程度屆時取出。將蓋起去，將件檢出。其時件係甚熱，即淬之以水而加硬之。但浸入冷水時水宜絡續更換。在將蓋起去後通常即將箱倒置於水面使件與骨粉均傾入於箱內，箱與水面須接近。

所用之箱可為生鐵或熟鐵製，生鐵箱係甚合用且在損壞時亦易於更換。每一骨粉可用數次，以用至炭分盡失為止。

如欲使件面顯示明亮斑點，須先將件面磨光而裝以焦骨。焦骨係生骨經加熱而成焦黑者。

用焦骨及木炭各半常可得其佳之結果。有時將黃血鹽與骨粉混合應用。黃血鹽可使速透入率。其原料之化學成分係用木炭 67% ，碳酸鉀 (Cor Bonate de Boyum) 40% ，或木炭 85% 及海鹽 (Sel Marin) 15%

洗刀及其他類似刀之僅用一次或用於輕便工作者可用機械鋼製而以骨粉表面硬化法加硬之。

在表面硬化或硬化後件可硬鍛強鍛及磨如常法。

部份表面硬化法。 有時表面硬化須選擇施用，意即所欲表面硬化者僅為件之數部份而非件之全體。為達到目的計，在將件包圍於含碳材料內及加熱至硬化溫度前，須

將不表面硬化部份保護使碳不能透入其內。簡易而淺近之法係將此部份繞以鐵絲用泥塗之。妥善之法係將應表面硬化部分先塗以溶解之蠟，嗣將全體置於電鍍池內電鍍之。所用之電鍍金屬可為錫，鎳，鎳或銅；以銅為最佳。最後將蠟溶去即可僅使應硬化部份與含碳材料相接觸。

部份表面硬化之又一法係先表面硬化全部份，嗣將無須硬化部份在機械上切削去之。例如，假令一軸如第一九七圖所示，僅 D、E 及 F 須表面硬化。在製造此軸時應僅將 D、E 及 F 鑄至完成尺寸，任其餘部份為粗胚。嗣將此軸表面硬化如常法。及表面既硬化，始將粗胚部份鑄至完成尺寸，即將硬化表面擦去。嗣將此軸加熱及加硬之。

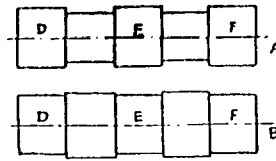


圖 一 九 七

7. 氮化 (Nitriding). 最近數年間曾有一種將鋼件表面加硬之重要新法發現於世且推行頗速。此法之特點如下：

(1) 所用之合金鋼係先經熱處理，故兼具其甚高之強度及韌性  
 (2) 鋼之甚硬表面係由將鋼浸於安摩尼亞之大氣內歷時甚久得之。所用之溫度為華氏 918° (攝氏 510°)。此可致鋼產生 Fe<sub>3</sub>N 外皮一層約厚 0.001 吋，較碳化而淬火之而益硬。

(3) 此無須由淬水使硬。是以可用於鋼件之或將因淬火而扭歪、彎曲或破裂者。

(4) 即使稍予加熱，外皮亦不退硬。

氮化，與表面硬化相似，亦可選擇施用；但在氮化時對於無須氮化部份應用電鍍錫或鍍保護。

以氮化與表面碳化比較，氮化可使鋼之表面達布林奈而 (Brinell) 硬度 1000~1100，而由表面碳化者僅能達 650~720°。合金鋼之用於氮化者係較強，在溫度達華氏 800° 時強度及氮化硬度均不損失。雖然氮化鋼之利益要在無因淬火而致之扭歪，彎曲或破裂等弊，而其不利則為費用較大，需要特種設備，更需專門技能及需時較長。

8. 由熱處理增加強度。 如將鋼之含碳低於 0.85% 者加熱至 Ac 3 或 Ac 2-3 線稍上而急速冷卻，其強度將增高甚鉅而其延性則相當減少。強度所以增高係因純鐵大顆粒無由沉澱。延性所以減少則因硬而脆之馬頓斯以急冷而組成。此為鋼自固溶體狀況淬火後所必致者。強度增高及延性減少之程度視鋼內之碳分而異，碳分愈高，增高與減少愈甚。

為使由熱處理所增高之強度可適於應用計，淬火之鋼應再加熱至華氏 720° 及 1000° 間之溫度使其馬頓斯轉變為梭爾索。鋼在此時可較未淬火前強，但亦韌。再加熱時可用上述範圍內之任何溫度；所應切記者，在華氏 720° 以上，溫度愈高強度愈退而韌性愈進。吾人必須採用適當溫度使強度與延性均可符合需要。此法常用以熱處理軸之含碳約 0.45~0.55% 者，但其主要用途則為合金鋼之熱處理，特別對於汽車，飛機，機關車等等。





## 第二編 製模工藝學

### 第一章 材料及工具

#### 一 引言

製模 (Pattern Making) 為熔鑄金屬之前驅工作，因將金屬熔鑄物品必由鑄型 (Mould) 而鑄型內之形狀又必藉鑄模 (Pattern) 以成也。

鑄模之製法及所用之材料不僅視模之形式而異，且視所鑄物品之多寡而不同。當鑄少數同樣物品時鑄模可為木製，如鑄多數同樣物品則以用金屬模為宜。金屬模係較木模為耐久且脫離型砂較易而潔，對於精緻之鑄品尤願用之。但金屬模係由熔鑄所成，任何金屬模之第一鑄模仍為木製，惟木模之用以鑄金屬模者，謂之母模，(Master Pattern)。須預留兩次冷縮及修整之裕度，是以就主要工作而論，製模者 (Pattern Maker) 係木料之工作者。

製模者應熟諳金屬之冷縮程度，金屬之強度，各部份冷却之比較遲速，及製型者 (Moulder) 之實際工作以定鑄模之構造。製模者所得之工作圖常為縮尺之小圖，為便於工作計必須自行翻製一部份或全部分之十足尺寸圖，故製模者又須具有繪圖之技能。

設計室製發之工作圖僅備機工廠用作切削鑿鉋及配合之指導。當鑄件到達於機工廠時，機匠不僅有圖明示準確之尺寸且有鑄品陳列於前，將兩者互相對照不難明悉各該件之構造及用途，故鮮有錯誤。若在製模廠則不然，所恃以工作者係同樣之工作圖，除圖以外並無其他足資根據。製模者務須懸想鑄品之形式，必須造成木模俾得產生該金屬鑄品。此木模有時可為鑄品之複製形，但恒僅為鑄品之類似形並附有型心座 (Core Prints)。後者僅似鑄品之外形，對於內部之通路，室及繞路等均不顯示。惟均須為之預備俾可安置型心 (Core)。製型心用之型心匣 (Core box) 係工作圖所不載，而製模者除製成模之本體並附有型心座外尚須另製準確形式與尺寸之型心匣。

最後，在短時期內甚少須製兩模完全相同者，故製模者之工作常在更易，必須時時

預備以其已得之知識解決新生之問題，

## II. 製模用材料

因鑄模常受劇烈之使用及相間之乾濕，製模用之理想材料應具數足硬度俾可耐久，而同時又須不透濕氣。此種材料可自金屬中求得之，但以製作所費為數匪輕，故對於鑄模之非常用者多以木料製之。

1. 所用木料。木模用之木料須符合下列各條件：(1)易於工作，(2)木紋須直(3)無木節(4)不易變形，及(5)料須大。市場所有木料可供製木模用者為數不多，計為洋松，留安，柚木，桂木，木松及杉木。

洋松 (Oregon Pine) 料大而鬆嫩，易於工作，其色白者謂之白松，木節更少尤屬合宜。

留安 (Lauan) 鬆嫩無節，易於工作且木紋頗直，其色自橙黃至深紅不等，亦稱上選。

柚木 (Teak) 備具上述條件，且堅韌耐久，不易腐蝕，為他料所不及，可用以製造精緻之模。

桂木 (Ktsura) 料甚大，亦易工作。

木松質緻密，在巨大之木模中可撥用之。

杉木質鬆軟，對巨大木模有用之者。

此外尚有樟木，柏木等數種，質頗堅硬，惟尚易工作，可用以製造形小而須耐久之木模。

究可以供木工上材料之用者。其樹木之種類甚多。能用作木模者僅上舉幾種依植物學上之生長分類法。可大別之為二。

(1) 自內擴充向外者。

(2) 外皮先成。內部徐徐增長者。

屬於(1)類者。其新發生之部分。係抱於舊生者。逐漸環生以成大木。其(2)類適與(1)類相反。工業上用此者最少。惟多產於熱帶。茲不具述。

茲取第一類之樹木。橫剖而視之。如中間顯許多環圓形之紋者。謂之歲輪。(annual ring)。散見於歲輪之間。大致成垂直者。謂之髓綫(Medullary)。歲輪之生。因氣候之變化而成。溫帶地方。每年寒熱僅二次變更。至冬季樹木之汁漸少。沿皮之木因汁少無力外張。而其質變堅硬。遂成一固。故以是名。

樹木之體質。可分為二部分。(1)柔木。(2)堅木。樹木外皮一部分之顏色。較屬中心一部分為淡薄。強弱密度。亦復遜之。因其木質甚多。資長易。而內不寔。故曰柔木。堅木則不然。居柔木之中心部。汁雖不能盡免。較之柔木所有者道少矣。其組織中之密度、堅度、以及能力。皆為該木最盛之部。故工業所用。多取材于不以柔木為尚。以其所含之汁既多。腐敗亦易。據精於作物家言。平常之樹木。非經二三十年後。不能由柔木變為堅木。若橡樹等。則須四五十年。以成年之遲速。可以衡木質之強弱也。大致生長年速者。多屬柔木。遲者則為堅木。

木之成年。指樹木自初生。以其可伐之歲月而言。橡樹松樹等。大致須六十年以上。百年以下。否則不免過弱。今舉二三種應伐年罅于下。

橡樹 60—100, 松樹 70—100, 榆樹 50—100, 採伐時期。以每年秋冬為宜。

### 乾 木 法

乾木之目的。係在將木中之汁驅除盡淨。以免收縮。及虫生腐朽之害。而尤不可過急。以徐緩為貴。過急則木易變其原形。迨到使用之時。破裂之原因。即伏于此。故工業上所用之木。由市場運回。總須乾到十分。而後能用。其乾木之法。有數種。

(A) 自然乾木法 先將樹木分作適當之長短。成為一段。各段堆積於空曠之地。使收光線之熱力。及酸化作用。以除去木中之汁。其乾燥年限。亦各有差。大約二年至四年不等。各段之間。至少須留一寸之空隙。使空氣易於流通。最下層。距地須留一尺餘地。以避濕氣。經一年之後。木中之汁可去百分之二十。過此以往。所去較多。直至既乾之年。其木之重量。比原來之重量略輕。25—30%

木料置於空場內使乾燥時。如用屋頂蔭庇尤為相宜。又應如是堆置俾空氣可接觸於每塊板料之全體。當此種空氣乾燥(Air seasoning)時。木料所含水分逐漸排出而蒸發至

與空氣之溫度相等爲度。木料特性之一係：如周圍空氣溫度低，水分易自其面放出，而在高溫下，水分又易自其面吸入。當在乾燥室乾燥（Kiln seasoning）時，每使木料所含水分與室外空氣溫度稍有上下。此項木料一經暴露於室外空氣中，其外面或則吸水分而膨大或則放水分而收縮，兩者皆足致使木料變形。此種變態在木模材料內亦在進行，但經空氣乾燥之木料漲縮較少。故對於木模材料，無論其爲空氣乾燥或乾燥室乾燥者，在取用之前，宜令於空氣內多歷時日，因如是可使正在製作之木模所含水分與其周圍空氣之溫度相同而不發生吸放之變態。木料之用於木模者以 1 吋，1 ½ 吋及 1 ¾ 吋等板料爲最需要，次則爲 2 吋，¾ 吋及 ¾ 吋板料。最後二種可以 1 吋及 1 ½ 吋板料鋸成，爲膠合及組合皮帶輪或齒輪之襯，及其他輕便之件而需強度及耐久性者。

(B) 水中乾木法 此法係取曬乾之木，長浸於水中。木中所含之汁，均爲水所溶。水既浸入木內。木必自棄其汁。迨其汁既盡。然後從水中取出。置諸空曠之地。借陽光風力。以收水分。則得之矣。但所用之水。以流動爲嘉。不可斷絕。須時時有清潔之水更換。不然。木質既去。至水中雜質滲入。及足以致木之腐蝕也。

(C) 蒸氣乾木法 將木材置於密閉之箱中。用蒸之汽通入蒸之以去其汁及水分，此法本非乾燥之目的。不過借以變軟木質。可以在意變曲。然往往急於待用木材時。即以此法代之。大約每一寸厚之木。蒸一點鐘則得。蒸時太久。恐於木之能力有礙。或者變形。

(D) 熱空氣乾木法 此法與前相同。無非爲急於待用。而設將木壘排列於密閉之室中。然後通以熱空氣。其熱氣流動。漸逼木質之水份，驅而外逸。其溫度之高低。當以木之大小爲準。大約 100°—250° F 爲止，每一寸厚之木，經一星期可矣。

(E) 熱油乾木法 木浸於油中。然後加熱之。由此所得之木。以供模型工作。及作輪齒之用。最爲相宜。惟溫度須十分留意。總以 250° F 左右爲宜。過高恐致燃燒，此法較前數項爲難。然木料可借以經久。乾時之損壞亦少。

2. 木之收縮 既經乾燥之木。其體積必收縮。其收縮之收狀態。每隨髓後而爲變易。如下圖伐木時係圓形者。則得成圓。係方形者。則成不等邊形。

其厚薄。亦較原形為薄。其相差量。頗難測定。大致柔木變形必多於堅木。因柔木中之組織其汁較多。成長速密度亦較少。若以鋸橫斷木之鋸屑其屑極粗。如松杉木即屬此類。堅木之重量及密度皆大。鋸屑不易。其屑細如粉。如栗樹紅木等是也。

### 3. 辨別木材良否之法如下

- (1) 擇其體質重者。其能力必強。
- (2) 以鋸橫斷之。視其面要光滑。不宜粗糙。並纖維質的組織紋路極細而方向一致不有傾斜倒逆的現象。

色不宜白而不勻。以宜於色勻為佳。

- (3) 汁須少者。
- (4) 環輪相隔。不宜過遠者。
- (5) 木色要帶深暗。不宜發光亮者。

4. 木之朽腐。木之朽腐。其秩序先起醱酵。而後始就腐亂。欲保存一木。非極乾燥不可。否則濕氣浸入木中。其緊要物質。先行溶化。復遇空中之酸素滲入纖維之內。遂生化合作用。因木中本有炭素。與酸素相合成。炭酸最有害於木質。就木之腐敗。可分二類。(1) 乾朽；(2) 濕朽；濕朽者。因濕氣浸入。致生腐敗。樹木若有微隙。而濕氣之浸入亦甚。馴至不可使用。乾朽者。因空氣流通不足。如陽光之溫度太高。亦是以致腐朽。

5. 木之保存法。保存之法甚多。而以油漆塗刷。最為通行。相沿亦最久。惟是木材與空氣。雖可借油漆以阻隔之。不相接觸。然油漆中所含之酸素。若一遊離。亦是為木之害。其所用之各油漆等。當須選擇。此外最善之法。莫如以溶液灌入木材之中。其法分二類。

- (1) 金屬法（即用金屬之液體物）
- (2) 非金屬法（即用非金屬之液體物）
  - (a) 以熱鐵管。插入木中。先將其中之空氣與木質驅除淨盡。然後將綠化銻之溶液。由管中灌入。大約每一平方寸。加以 150—160 磅之壓力。即可。綠和銻。在木中

起化合作用。與木結成一體。而木亦因以耐久。

(B) 與 a 法相同。惟所灌入之溶液。用綠化砒。或臭油或食鹽之液體等而已。

6. 木之乾濕檢定法 取木一塊。欲考其是否乾燥。將該木以鑽鑽之。得其屑。置天秤上。量其輕重。然後使經 200—210° F 之溫度。經八點鐘。再置天秤上見其輕重。與原相同否。則可知乾濕矣。木材共能供作模型之用者。惟松木。以其價廉質軟。易於工作。普通模型皆用之。該木有白松。黃松。油松。三種。白松柔。黃松稍堅。油松質堅如黃松。而紋稍細。油軟則過之。最宜於模型之用。此外黃楊樟木均可用。因其價太昂。質堅不便工作。作精細之模型。或有有用之者。

7. 所用金屬 凡需富於耐久性及強度之鑄模。如用於造型機者。均應用金屬製造。常用之金屬計為生鐵。黃銅。鋁及白金。

生鐵甚合巨大鑄模之用；如將生鐵模之外面塗以蠟。嗣用硬刷磨擦。則濕之型砂不能銹蝕之。

黃銅係較貴之料。但在製模廠工作較易而在鑄工廠耗損亦較少。

鋁。或可稱為錫 92% 與銅 8% 之鋁合金。係較輕。但於冷卻時收縮甚多。

白錫 (White metal)。或稱白色合金。含錫約 60% 與錳約 40%。係用於較小鑄模之須避免冷縮者。

8. 木料之變形 (Warping) 事實昭示。如木板之一面濕而另一面乾。其乾面必收縮。于是木板之原為直者必變形如第一九八圖所示。或如木板之一面暴露而他面為物所蔭護。如第一九九圖所示之木堆。其最上板之暴露面將視空氣之情形放出或吸收水分。即使木板業經妥善乾燥。如將其匍平而置於工作案面亦將同樣變化。故凡屬木料。無論乾燥與否。均應如置於架上或支其兩端使空氣得到達自如於板之兩面。對於新匍之板更不應堆置。



圖 一 九 八

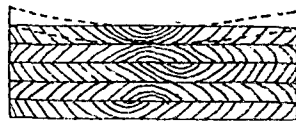


圖 一 九 九

木料以其纖維之細胞有新舊，即置於乾燥室內，

新者在外邊較內邊之舊者亦收縮較多，常有變形之趨勢。第二零零圖所示木板之 A 邊，接近樹心，係較 B 邊為舊，其細胞係較 B 邊為堅定而緻密。當板料乾燥時，B 邊之新而較張之細胞收縮較速於 A 邊者，致使木板變形如虛線所示。

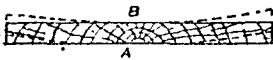


圖 二 零 零

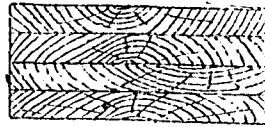


圖 二 零 一

當膠合或組合木板以製木模時可將兩板之木紋相對反置以矯正上述之趨勢，使第二零零圖之兩內邊 A 或兩外邊 B 膠合，膠合後之狀況係如第二零一圖所示。

當膠合甚薄之板以製皮帶輪之腹或中心及其他木模時常須將各板之木紋相對反置並使其木紋互成直角以增加其強度及硬性。在此種情況下，如僅用兩薄板則於膠合而乾後其結果必如第二零二圖所示，一板橫端 a 之收縮及應變將足彎曲他板之縱木紋 b，而 c、d 邊因同一理由亦將成曲線但其方向係與 a、b 邊相反。故如須安置薄板木紋以製木模，應用板三片或三片以上而膠合之，如第二零三圖所示。

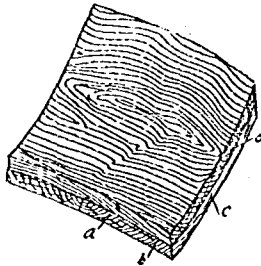


圖 二 零 二



圖 二 零 三



圖 二 零 四

如木模須用寬而薄之單板，應視其寬度將板鋸成數條各寬二吋，三吋，或四吋而膠



合之。如第二零四圖所示。由此方法可將變形大致矯正，因每一條條之變形方向係與其鄰條相反而適可互相抵消也。

### III 製模用工具

製模所用之工具係與木匠及傢俱匠所用者大致相類，惟約束鑄模之狀況，需要準確之尺寸及所以防變形及分裂之構造方法則又與木匠及傢俱匠之技能及方法甚少相同。

茲將製模所用之主要工具及其使用法簡述於後。

#### 1. 切削手工具 (Hand Cutting Tools)

**縱鋸 (Rip Saw).** 手鋸有二種，縱鋸為其一，而橫鋸其又一也。縱鋸係用以順沿木紋鋸割之鋸。第二零五圖表示一縱鋸，每吋有齒五枚半，其合鋸割松木或其他軟木之用。如鋸割硬木應為每吋六齒。齒形之傾斜應均在齒背如第二零五圖 b 所示，其齒前應與鋸片之齒邊成直角如 a、c、d 線之地位無論垂直與傾斜均稱齒距 (Pitch of tooth)。鋸此鋸齒時鋒刀應與鋸片成直角，恒在鋸片之兩側各間一齒銼之，並自後跟向鋸片之前端進行，齒背則稍傾斜，可致使所鋸之木面光整而齒尖向左右分斜之度較小

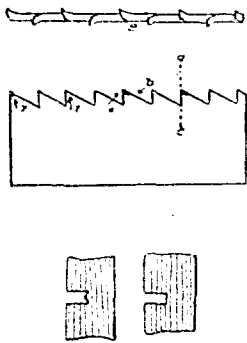


圖 二 零 七

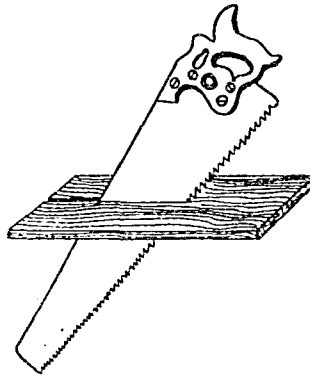


圖 二 零 六

縱鋸之用以製模者，以其所鋸者均為乾燥之木料，其齒僅需稍向左右分斜，且僅限

於齒尖，如第二零五圖。及 f 所示，最多亦不應過齒深之半。

常用鋸時，鋸片之齒邊應與木板約成  $45^\circ$  角，如第二零六圖所示。此可使齒背與木板互成近似之直角而必為剪斷之切割。對於精細工作及妥善乾燥之木料，應用鋸片之在刀鋒後磨至極薄而齒無須向左右分斜者，此種手鋸可在木內往還甚易且頗潤滑，割去木屑較少而所成工作較優。

橫鋸 (Crosscut Saw)，橫鋸係用以橫斷木紋之手鋸。橫鋸實割斷木料之纖維二處，如第二零七圖 a 所示，介乎其間之突出部為鋸之推力所鬆動而帶出如木屑，始成一近似平底之切口如 b。橫鋸之齒形係與縱鋸之齒形不同，縱鋸之齒形作用如磨，而此則其兩邊當切割之任，如第二零八圖所示。對於普通工作，每吋橫鋸應有齒五或六枚，但對於精緻工作宜為十或十二枚。第二零八圖表示橫鋸之每吋有六齒者，第二零九圖表示每吋有十二齒者



圖 二 零 八

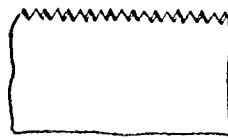


圖 二 零 九

橫鋸之齒尖係向兩側左右分斜，齒邊與鋸片齒邊所成之角約為  $45^\circ$ ，其尖角係在齒之適中地位。此種齒形頗宜於濕或其軟之木料。對於木料之乾或較硬者，齒之前邊與鋸片之齒邊約成  $60^\circ$  角，如第二一零圖 b 處所示。銼橫鋸時應將銼持平使銼與鋸片約成  $45^\circ$  角如第二一零圖所示，在鋸片之兩側各間一齒銼之，並須自後跟向鋸尖進行。

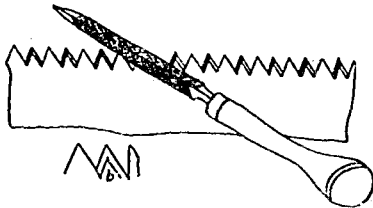


圖 二 一 零

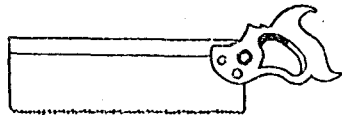


圖 二 一 一

背鋸 (Back Saw). 第二一一圖所示之背鋸係用作對於輕便或精緻工作及對於配合或的尾榫接合工作之案鋸。此種鋸之長度常為八吋至十四吋，以十吋及十二吋者最為合用。因有金屬背以支持鋸片，用於此種鋸之鋸片應為甚薄者。鋸齒向左右分斜及鋒齒之方法均係與用於手鋸者相同。製模匠須備背鋸至少二把，鏢其一以合於橫斷木紋之用，而鏢共又一以合於順沿木紋鋸割之用。

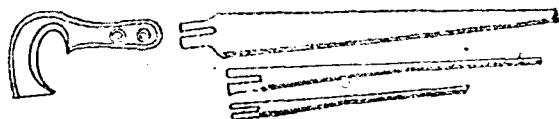


圖 二 一 二

規鋸 (Compass Saw). 規鋸係用以鋸成曲線形者，故其工作常兼順沿及橫斷木紋二者。規鋸之齒形具有較槽鋸多之齒距及少之斜背。因用橫鋸沿木紋工作較用縱鋸橫斷木紋為優，故規鋸之齒形係介於二者之間。規鋸之鋸片背常磨至甚薄，但為使鋸身進退自如起見，鋸齒仍應與手鋸同樣向左右分斜。

中國鋸 第二零五圖至第二一二圖所示各鋸均源出歐美。用之甚便，但中國鋸如第二一三圖所示亦可用於製型工作，a 為鋼鋸條，由鋼鐵拉桿用釘於硬木樑 b 及 b'，木樑之又一邊以鐵絲繩或其他柔質之繩索 d 環繞緊繫。鋸條必須鬆緊合度，其鬆緊程

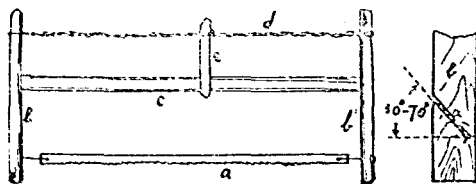


圖 二 一 三

度可以樞撐 c 之兩端為支點隨時將木樑 e 旋轉鐵絲繩而調整之。鋸條平面與鋸樑平面

約成  $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$  角如圖右方所示，但在鋸木時鋸面與木面常成直角而鋸則傾斜。所鋸之處間有爲鋸條與榫撐間之空隙所限制者，故榫內接受榫撐之槽常稍向後引長俾隨時可將榫撐稍後移動以增大其空隙。

歐美手鋸之用法爲推，與日本手鋸用法爲引者適相反，而中國鋸之用法亦爲推，故中國鋸之齒形頗與歐美者相類似。爲使鋸條可在木內進退自如起見，中國鋸之齒尖亦常稍向左右分斜。中國鋸常分三號鋸，二號鋸，三號鋸等三種，以一號鋸爲最大，其大小悉依鋸條之長度以爲差。鋸條之用於一號鋸者約長 32 吋，用於二號鋸者約長 24 吋，用於三號鋸者約長 18 吋。兩端之  $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$  吋直徑鐵拉桿係各約長 4~5 吋。因每吋齒數之不同，中國鋸又分粗細二種，齒數多者爲細鋸。齒數少者爲粗鋸。

用於鋸割曲線形之鋸謂之挖鋸，其形式係與三號鋸大致類似，惟其鋸條較短亦較狹，普通僅長 16 吋寬  $\frac{1}{2}$  吋。挖鋸之功用與歐美式之規鋸相同。對於離木邊較遠之曲線間有用一種臨時鋸名曰蘇弓子者。蘇弓子深以竹爲弓背而以約  $\frac{1}{4}$  吋之鋼絲爲弓弦，將弦擊扁而鏢成適度之鋸齒。

鉋 (Plane)。鉋爲切削鉋面而使光滑之工具，如第二一四圖所示，係由鉋刃及鉋身所組成。鉋身 S 常以硬木如紫檀，黃檀，紅木或花梨等製造，鉋刃 P 常爲鍛鐵僅於刃端接鋼。W 爲所刨之木。刨去木屑即由木屑槽 M 向上放出。木屑槽左右兩端之上部離鉋刃約  $\frac{1}{4}$  吋處留有突出部份。以硬木楔擊入此突出部份與鉋刃或鉋刃與木屑槽後牆之間。鉋刃即固定於槽內；後牆係向後傾斜者，與鉋面所成之角約爲  $40^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。木屑槽廣大則所刨去之木屑厚而刨成之木面粗，狹小則木屑薄而刨成之木面細。木屑之厚薄亦視刃鋒露出鉋床之多寡以爲衡。

因木屑槽之下前角常與木屑相接觸而磨耗而致木屑槽擴大，在既磨耗後可用黃銅，硬木或骨鑲嵌以補救之。又木屑槽內之突出部份如經損壞可在其處之兩端間橫貫以鐵條或硬木條以擋木楔或鉋刃。

鉋刃之刃端斜角 A 係約  $30^{\circ}\sim 65^{\circ}$  而隙角 B 常約  $10^{\circ}$ 。工作材料如爲硬木 A 角宜大，如爲軟木則宜小。

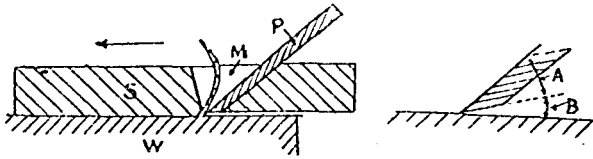


圖 二 一 四

鉋端應用油砥石磨之。但所磨之處僅限於斜面，對於其上面之平整狀況應常保持，俾易工作。鉋刃之刀鋒邊自左自右宜稍成弧形，中央之凸部可約等於薄木屑之厚度。如是可阻刀鋒削木成槽，且因對於較高之木邊如將鉋橫削亦易使所削之面與鄰面成直角。

用鉋時須先將鉋反置自鉋端用目力審視以調整其踞於鉋面之鉋刃使長短合宜而左右齊平，次則試作削削。必確盡適當始可開始工作。用鉋者應站於鉋後之相宜地位將鉋向前推移以盡臂長之距離為度。鉋須放平，用力須均勻，在開始及終了時更須注意，因其時之鉋身不全在木上也。為必其平整計，常應順沿木紋削削，不可自纖維之端起削。如發現纖維有被撕開情形，應將木料調轉而反其方向以鉋之。

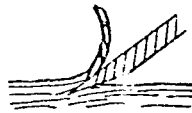


圖 二 一 五

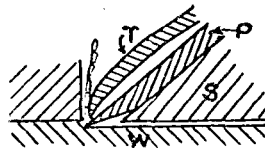


圖 二 一 六

為防揭開纖維而深入木面如第二一五圖所示起見，間有於鉋刃上面加裝一鐵頂 Pop iron 如第二一六圖所示者。頂鐵之尖端係其近刀鋒，但並不鋒利，非用以加強鉋刃者。其功用僅在折高撕出之纖維而使刀鋒不再深入木面。

木模工作常用之鉋為平鉋，單線鉋，圓鉋，輪鉋等數種。

平鉋。凡單稱鉋者皆指平鉋而言，鉋中以平鉋之功用為最廣。平鉋之面須平整而

光滑，其兩端及木屑槽須在同一水平線上。對於前端與木屑槽間及木屑與後端間可稍成凹形以減少推移之阻力，在木屑槽後之鉋背上橫裝一柄分伸左鉋如第二一七圖所示，用時可以兩手之食指分按木屑槽之左右而將其餘四指各握左右之鉋柄而施力於鉋。平鉋常分粗鉋 (Jack Plane) 及細鉋 (Smoothing Plane) 二種。粗鉋係在工作開始時用以鉋去較厚之木屑者，如前所述其刀鋒前通入木屑槽之縫應較廣大。細鉋係在粗鉋成形後用

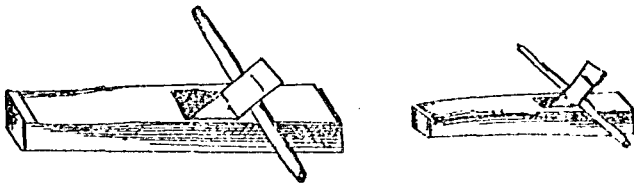


圖 二 一 七

以修整使平整者，其通入木屑槽之縫應較小狹。刃端之露出於粗鉋而者係較多而露出於細鉋面者則甚微。

平鉋以大小之不同又分為一號鉋二號鉋及三號鉋。一號鉋係約長 12~14 吋寬 2 吋，二號鉋約長 10~12 吋寬 2 吋，三號鉋約長 8~10 吋寬 1 吋~2 吋。粗鉋常為一號鉋或二號鉋，而細鉋常為二號鉋或三號鉋。

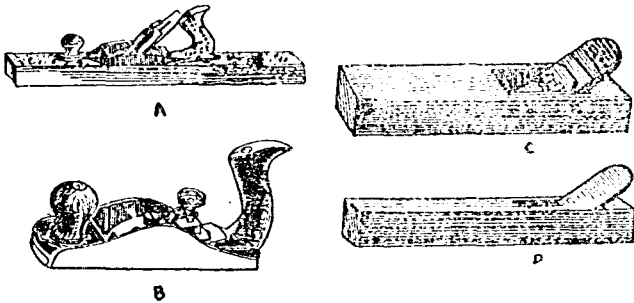


圖 二 一 八

圖 二 一 九

歐美之平鉋係如第二一八圖所示，A 之鉋身係硬木製而 B 之鉋身則為鐵製。鉋刃之上下左右及傾斜均可由附設之螺絲調整。把柄豎立於刃後之中央，用時以手握住把柄向前推移。鉋刃多係整塊鐵鋼並裝有頂鐵。

日本之平鉋係如第二一九圖所示，鉋身亦均為硬木製。C 裝有頂鐵故名二枚鉋又稱荒仕工鉋及中仕工鉋，意即粗鉋，係用以鉋削較厚之木屑者。D 不裝頂鐵故名一枚鉋又稱仕上鉋，意即細鉋，係用以鉋削甚薄之木屑者。鉋身係約長 10~12 吋，不裝把柄。用時由外尚內推移，與中國鉋及歐美鉋之由內向外推移者不同。

單線鉋 (Rabbit Plane)。在木模工作所用之各種特別鉋中，以單線鉋，如第二二〇圖所示，最為重要。此鉋之鉋面常屬平整並與鉋面成直角。鉋身之寬度常自  $\frac{1}{2}$  吋至

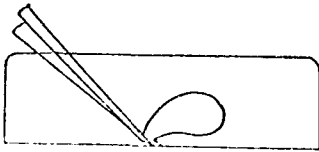


圖 二 二 零

$1\frac{1}{2}$  吋，以  $\frac{3}{4}$  吋及 1 吋者最為適用。刀鋒之寬度應與鉋身之寬度相同。此鉋係用以鉋削方角及搭接之槽口者。

另有一種歪刃單線鉋 (Skew-iron-rabbit Plane)，其鉋刃在鉋身中與鉋邊成  $45^\circ$  角，

工作時較鉋刃與鉋邊成直角之鉋更便利而省力。

圓鉋 (Circular Plane)。對於修整圓弧及各種之曲線形，無論凹凸，以用第二二一圖所示之圓鉋為最合宜。此種鉋係歐美設計，備有一易彎曲之鋼面，如撥轉前端的把手甚易將鉋面彎曲以合於任何圓弧之形。

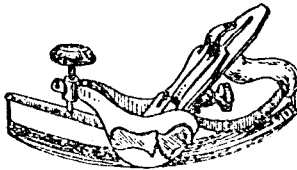


圖 二 二 一

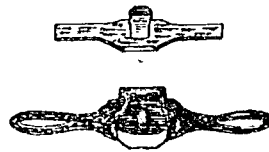


圖 二 二 二

軸鉋 (Spokeshave Plane)。軸鉋係用以製作及修整凹凸小曲線形，非圓鉋所能

達到者。此種鉋之形狀至為繁多，或為全體金屬製，或則鉋身為硬木，如第二二二圖所示。對於製模宜用硬木鉋身者，尤其對於鉋削松木或其他軟木，以其可減少損傷木模之機會也。

扁鑿 (Chisels)。扁鑿，或稱平鑿，為製模匠所常用以鑿削平面及鑿掘內孔之工具，其質應為最佳者。常用之扁鑿計分二大類，一曰掘鑿 (Socket-handled chisels)，一曰削鑿 (Paring chisels)。

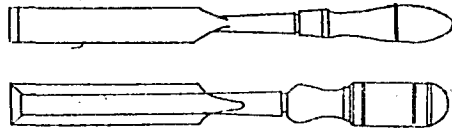


圖 二 二 三

掘鑿，如第二二三圖所示，係用以製成粗形及用於其他重工作者，須與木錘 (Mallet) 同用。

普通之削鑿係如第二二四圖所示。因其較他鑿為輕而薄，甚宜用於輕便工作，如適當使用可應付任何需要，亦可用於重工作，或與木錘同用，堪稱為製模用之萬能鑿。兩邊傾斜之鑿如第二二四圖a所示尤為適用。因其更較他鑿為輕且無外方角可用以削平角內

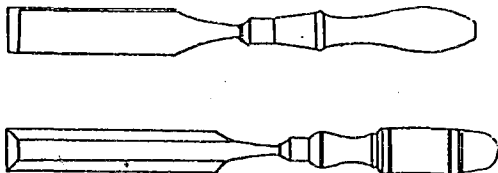


圖 二 二 四

及突物傍之平面而非方角工具所能及者。其大小視寬度而定，製模匠宜備有  $\frac{1}{8}$ "， $\frac{1}{4}$ "  $\frac{3}{8}$ "， $\frac{1}{2}$ "， $\frac{3}{4}$ "，1"， $1\frac{1}{4}$ " 及  $1\frac{1}{2}$ " 等九鑿。



扁鑿之使用法至為簡單似無詳述之必要。常用於平面或低處應將鑿背（即鑿之平面）覆於件上，又凡屬可能不應向前直推或直入空隙。尤其對於橫斷木紋之鑿削，必須略斜向前推進如第二二五圖虛線所示。如是始可為切鑿之鑿削而得光整之平面。

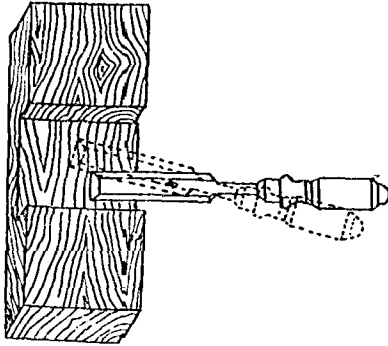


圖 二 二 五

第二二六圖所示之半搭接及第二二七圖所示之兩種簡尾接均係先用小刀區劃嗣用背鋸鋸割兩口最後用寬之扁鑿製作而修整者，頗宜為初學者之練習工作。

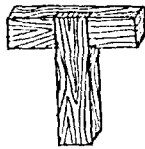


圖 二 二 六

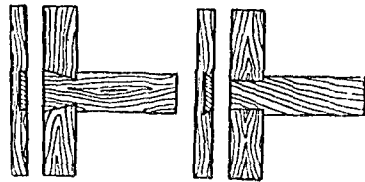


圖 二 二 七

圓鑿 (Gouges)，圓鑿，或稱弧口鑿，大別為正口圓鑿 (Paring gouges)，反口圓鑿 (Firmer gouges) 及彎頭圓鑿 (Front bent gouges) 等三類。



圖 二 二 八



圖 二 二 九

正口圓鑿之斜面係在圓弧之內周，如第二二八圖所示。此種圓鑿為製作砂心匣及其他曲線形所必不可少之工具，其曲路（Sweep）計分正常，適中及扁平等三種。置備此種圓鑿時不僅須選擇相當尺寸，如  $\frac{1}{8}$ "， $\frac{1}{4}$ "， $\frac{3}{8}$ "， $\frac{1}{2}$ "，1"， $1\frac{1}{2}$ " 及  $1\frac{3}{4}$ " 為常用者，並須選擇不同之曲路以適應各種不同之半徑之圓形或曲線形。

反口圓鑿之斜面係在圓弧之外周，如第二二九圖所示，用於粗而重之工作。

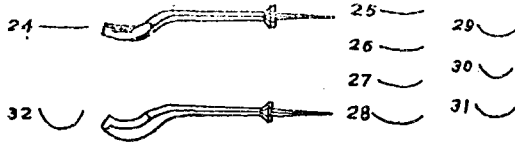


圖 二 三 零

彎頭圓鑿係用以製作短而深且為直體圓鑿所不能及之曲線形，如球形匣之砂心匣及其他類似之件。市場出售之彎頭圓鑿常為一套九鑿，如第二三零圖所示，對於普通工作僅須選用 25、27、29 及 31 等號四鑿。

鑽孔工具 (Boring Tools). 製模用之鑽孔工具以曲柄鑽 (Brace) 及其附帶之各種鑽頭 (Boring bits) 為所必需，而曲柄鑽中以間輪曲柄鑽 (Ratchet brace) 如第二三

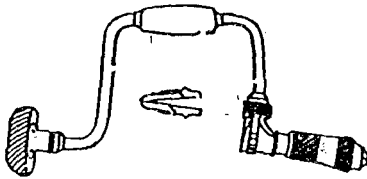


圖 二 三 一

一圖所示者尤為適宜。如應鑿之孔或應  
 程之螺旋係在角內或傍近突物則其所在  
 地位將不容曲柄環繞全周而致尋常曲柄  
 鑽失其効用。開輪曲柄鑽無須環繞全周  
 之必要，是以對於上述之處仍能適用。  
 曲柄鑽之大小視環周之直徑以為差，計

有自六吋至十四吋等數種。對於在軟木內鑿一時或較小之孔宜用八吋者，對於較大之孔  
 或甚硬之木須用十吋或十二吋者。

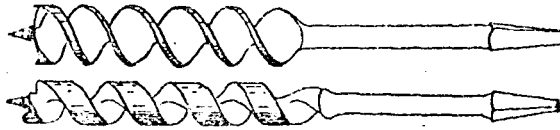


圖 二 三 二

附帶鑽頭之形式殊為繁多。最重要者係小螺鑽頭，(Auger bits)，第二三二圖所示  
 者係其中之二式，其大小之差別常為  $\frac{1}{16}$  吋，通常自  $\frac{3}{16}$  吋至一時。對於孔之逾一  
 吋者以如第二三三圖所示之伸出鑽頭 (Extension bit) 為最佳。每一伸出鑽頭備有刀片  
 二件，可鑽自  $\frac{1}{2}$  吋至三吋間任何大小之孔。

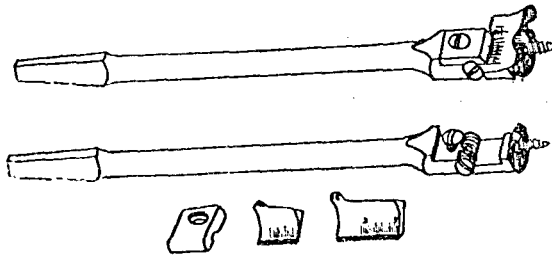


圖 二 三 三

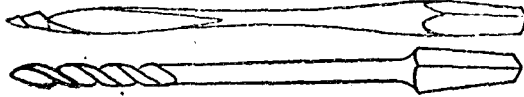


圖 二 三 四

對於螺旋孔常用第二三四圖所示之木用手鑽頭 (Gimlet bit) 及麻花鑽頭 (Twist drill) 。其直徑之差別係  $\frac{1}{32}$  吋，通常自  $\frac{1}{16}$  吋至  $\frac{1}{4}$  吋。

曲柄鑽用之趕錐 (Screw drivers) 及埋頭鑽頭 (Countersinking bit) 如，第二三五圖所示，亦為重要之工具。兩者俱分大中小三種尺寸。



圖 二 三 五

2. 測度工具 (Measuring Tools).

矩尺 (Try-Squares)，矩尺或稱曲尺，其葉片 (blade) 現刻劃分度，其長度常為自 2 吋至 12 吋。矩尺分固定葉片式及調整葉片式二種。

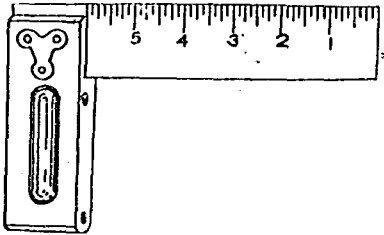


圖 二 三 六

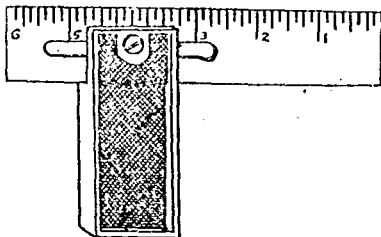


圖 二 三 七

固定葉片式矩尺係如第二三六圖所示，其葉片常須短小合度俾可適應製模工作。

調整葉片式矩尺如第二三七圖所示者可適應數種小角度之需要。葉片之長度計分 4 吋及 6 吋二種，在此種葉片之任何地位均可固定於其座 (Seat)。當將葉片移至柄前極端時則與固定葉片式相同，由移動葉片可使此式矩尺即短至  $\frac{1}{4}$  吋或較少亦頗準確，如備此式 6 吋矩尺一件僅須再備固定葉片式 8 吋或 10 吋矩尺一件已足敷用。

調整葉片式之尤較便利者係如第

二三八圖所示，但價值較貴。此種距尺異於第二三七圖所示者係以其能自給，在移動葉片時無需起錐，又可將整個葉片移去而代之以第二三九圖所示之第二葉片。此第二葉片之端可與柄成六角或八角之內角，所予製模者之方便殊非尋常。第二三九圖所示者係其六角端適用於六角螺帽之狀況。如將葉片倒置則八角端將在地位以供應用。

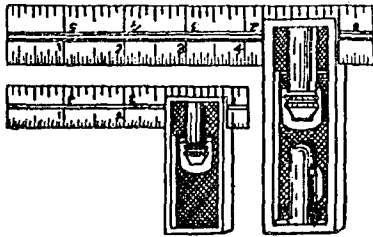


圖 二 三 八

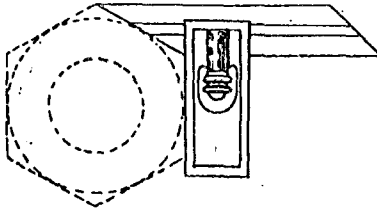


圖 二 三 九

之為尋常式及萬能式二種。

除上述各距尺外製模者尚需尋常木工曲尺 (Carpenter's square) 一件以供區劃及正方大料及鉅模之用。此種曲尺以 24"×18" 者為最相宜。

斜規 (Bevel squares)，斜規亦為製模時所必不可少之工具，可概別

尋常式斜規係如第二四零圖所示，其夾住之螺旋係在柄之端內，為最準確而最易調整者。此種斜規葉片之長度常為 6 吋至 12 吋，並有一開縫在其一端以容螺旋。

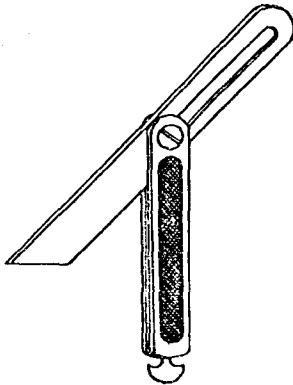


圖 二 四 零

萬能式斜規，如第二四一圖所示，其功用係較尋常式者為廣，尤其對於製模之拔模斜度 (Draft) 及在木撥床齒削錐模而非尋常式斜規所能達者。葉片內之偏置 (offset) 實增廣此種斜規之功用，對於任何角度包括最微小者在內均可測度。

製模者如備有 3 吋萬能式斜規及 8 吋

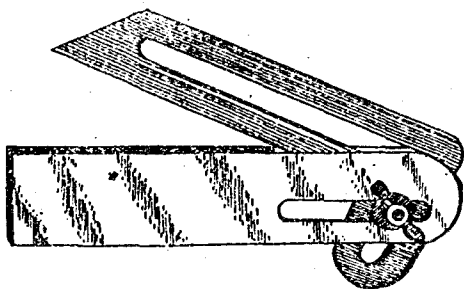


圖 二 四 一

或 10 吋尋常式斜規各一件，對於傾斜邊及拔模斜度當可應付裕如。

尺 (Rules). 製模者所需之尺計有二種，一曰標準尺 (Standard rule)，一曰冷縮尺 (Shrinkage rule)。

對於普通之測度，如測度木料等項，備有二呎標準折尺一件已足敷用，惟標準尺決不能用以區劃或製作鑄模或砂心匣或其任何部份。

對於鑄模或砂心匣之尺寸須用冷縮尺測度。由鑄模作成之砂型係注入熔金屬者而熔金屬之溫度甚高，當冷卻而凝結時金屬必收縮。為補償此項收縮計，製模者須照收縮比例加入鑄模尺寸之內，是以須用冷縮尺。冷縮尺分度完全與標準尺相同，但兩相比較則冷縮尺較標準尺為長。冷縮程度視所注入之金屬不同而相異甚鉅，如生鐵之收縮係每呎 1 吋，黃銅或可鍛鑄鐵則為每呎  $\frac{2}{16}$  吋，較軟之金屬如鋅鋼或錫則為每呎  $\frac{1}{16}$  吋。

冷縮尺如二四二圖所示常係整塊黃楊或山毛櫸木所製，用於鑄模之為生鐵者長 24  $\frac{1}{2}$  吋，為黃銅者長 4  $\frac{1}{2}$  吋，為其他軟金屬者長 24  $\frac{1}{2}$  吋。冷縮尺亦有以強鐵鑄製者，其長度為 12  $\frac{1}{2}$  吋，12  $\frac{2}{16}$  吋及 12  $\frac{1}{4}$  吋。製模者對於冷縮尺應視同標準尺使用俾鑄模之各部份尺寸均得較標準尺寸比例增加。

分割工具 (Marking Tools). 分割工具計需劃規，分規，梁規，及徑規等數種。徑規又需外徑規及內徑規二種。

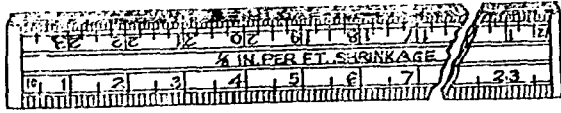


圖 二 四 二

劃規 (Marking Gauge) 係用以劃與已成之面或邊平行而相距一定之線者。劃規之形式頗多而在改良式中以如第二四三圖所示者為最適用。此劃規之準頭可兩面調用。準

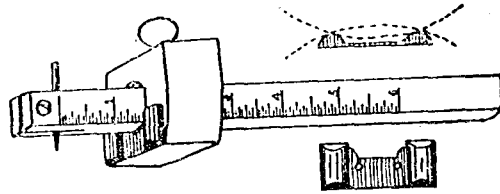


圖 二 四 三

頭之平面係用以靠直邊劃直線者，其反面有黃銅面附帶左右突肋能使劃規順沿任何半徑之曲邊以劃曲線且甚穩定而準確。

分規 (Dividers) 之用於木工者形式甚多，其最普通者為螺旋調整之有翼分規 (Wing divider)，如第二四四圖所示。此種分規其為可靠且易調整其兩點至應需尺度。再者因其夾住機關為指捻螺旋，於用時稍有震動亦不致變更地位。有翼分規之兩腳有可移去而代以鉛筆者，對於劃線及區分工作尤稱便利。對於區分齒輪之齒及對於需要較正確之工作則須用第二四五圖所示之彈簧接分規 (Spring-joint divider)。

梁規 (Trammel) 係用於工作之兩點距離太遠而非普通分規所能達到者。梁規之兩脚係被夾於足數需要尺寸之橫梁，或甚平凡如第二四六圖所示，或則兩脚之一可調整

者，梁規之腳如屬需要均可移去而代以套筒及鉛筆。

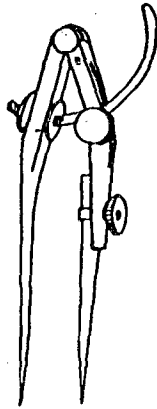


圖 二 四 四

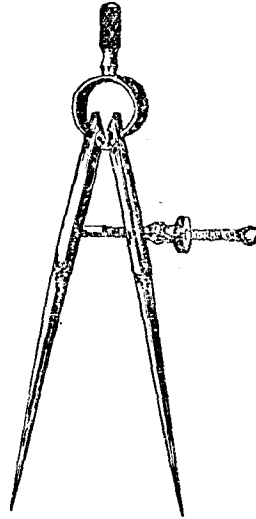


圖 二 四 五

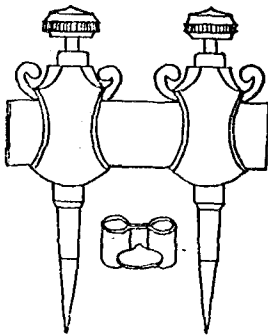


圖 二 四 六

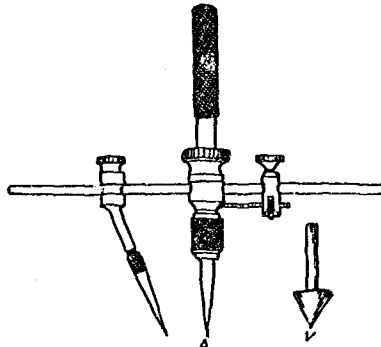


圖 二 四 七



對於需要十分準確之工作須用第二四七圖所示之優良梁規。此梁規所備之橫梁常為二件，一長 4 吋，一長 18 吋。如用圓錐中心 V 以代平常尖中心 A 則能圍繞已成之孔以劃四周。此種梁規之全套包括鋼筆鉛筆直脚斜脚及圓錐中心等件。

徑規 (Calipers) 或稱卡鉗，其形式亦屬甚多，或有螺旋調整設備，或有翼，或兩者俱無。第二四八圖所示者係一有螺旋調整設備之有翼外徑規，第二四九圖所示者係一有螺旋調整設備之內徑規。

徑規係用以測度兩距離點在物外或物內而非尺所能得其準確尺度者。凡正在木鋸床上鋸削之圓柱體或其他種工作均須用徑規一再測度以防其鋸削太過。迨旋轉之木件到達近似應需尺寸時應先將鋸床停止然後再用徑規加意測度，否則木面或被脚尖劃傷而準確尺

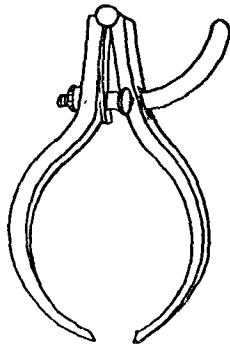


圖 二 四 八

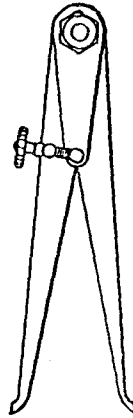


圖 二 四 九

寸亦不易得。徑規不應用力推過於件但應使滑過，兩脚尖應僅稍與件接觸而不致使規脚稍有彈簧作用。

### 3. 雜項小工具。

手錘 (Hammer) 及木錘 (Mallet)。雜項小工具之用於製模者均其為普通，無解

釋之必要。最合適之手錘係如第二五零圖所示，最合適之木錘係如第二五一圖所示。木

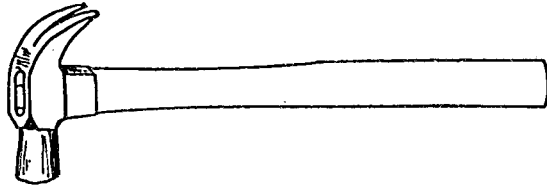


圖 二 五 零

錘係用以擊掘鑿或削鑿或其他種工具之柄者，應用山毛櫸木或槭木製造。寧使木錘不能經久，不可因用較硬之木致傷鑿柄。

趕錐 (Screwdriver) 及 劃針 (Awls)。製模者須備有如第二五二圖所示之大小趕錐二三件。在案上劃準確之線時多用小刀，甚少用劃針者，惟對於正在鐵床上旋轉之件

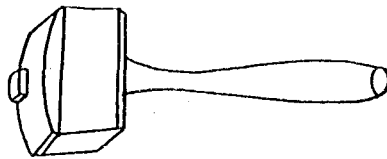


圖 二 五 一

則其劃劃工作必須以如第二五二圖所示之劃針為之。劃針應長而細。用時先將尺平置於刀架扇將劃針翻於尺上相當分度處。

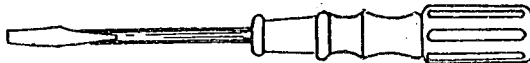


圖 二 五 二

又士釘 (Brads) 及小鐵釘 (Wire nails) 常須釘入木模使與木紋成一定之角度。

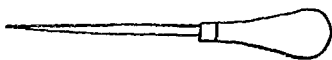


圖 二 五 三

在擊入以前須用如第二五四圖所示之擰鑽 (Brad awl) 先鑽一小孔以正其方向，擰鑽之頭可為扁形式如 a 或雙槍式如 b，以後者為較佳，因其四銳利之角割木較易也。

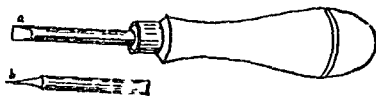


圖 二 五 四

剪鉗 (Pliers) 及鉗 Clamps)。第二五五圖所示之邊剪手鉗不但可剪截士釘及小鐵釘，且可拔士釘及小鐵釘，暨鉗住正在工作中之小件。

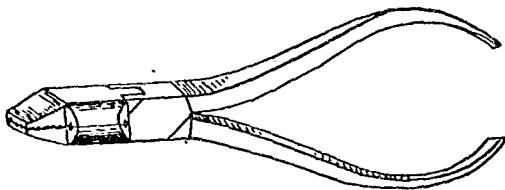


圖 二 五 五

每一木模廠應備有三四種不同尺寸之螺旋鉗似第二五六圖所示者各數件。在定廠內

，螺旋鈎可調整至極大或極小，用以夾住正在膠合之木料或其他種工作。

第二五七圖所示鐵弓形鈎係用於螺旋鈎所不能達到之件者。

木銼 (Wood files)。第二五八圖所示之半圓光銼及半圓木銼甚合製模之用，應備有兩種六吋，八吋及十吋者各一把。製模者間有樂用一面光一面糙之木銼，柳葉光銼及



圖 二 五 六

柳葉糙銼者，

油石 (Oil Stones) 及油石條 (Oil Slips)。凡市場出售之優良鉋刀，鑿及其他有

刀鋒之工具均已磨使銳利可合應用，但一經應用瞬即失其銳利，必須重予磨治以便易於工作。第二五九圖所示之油石係用以磨治鉋刀，鑿及其他工具之平直刀鋒者，第二六〇圖所示之油石條係用以磨治圓鑿及其他工具之曲線刀鋒者。

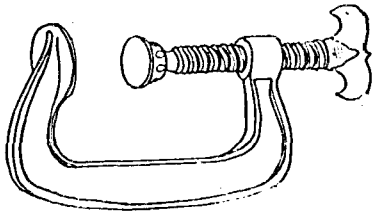


圖 二 五 七

磨石 (Grindstone)。次要於油石之磨

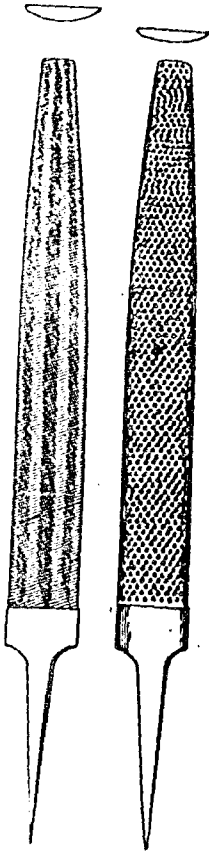


圖 二 五 八

，但需時較多。

#### 4. 機械工具 (Machine Tools)

木工旋床 (Wood-turning Lath)。在用動力運轉之工作機械中製模工作所最需



圖 二 五 九

治工具係磨石。磨石宜用動力動轉。磨石之紋不宜太細

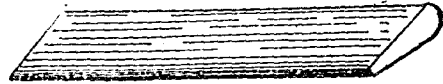


圖 二 六 零

常用速磨之石而在所磨之面稍粗，因經磨石所磨者終須再經油石修整也。凡經磨石磨治數次後須用磨治磨治一次。新磨石以直徑36吋者為最適宜。磨石之下應裝一鐵槽，並另在相當地位裝一給水設備用以保持磨石常濕

常用磨石磨治鉋刃，鑿及其他工具之有較長斜面者時，除僅應磨治其斜面外，宜使磨石旋轉正對工具刀鋒如第二六一圖所示，如是可磨治較速且於磨成之邊不易捲起若羽毛。僅所磨刀鋒之斜面為甚短者，如刮刀等



圖 二 六 一

等，則磨石之旋轉應自刀鋒外側，否則甚易將磨石剝四

本廠爲木工鑿床。在製小木模之廠內備有 12 吋高速鑿床 (Speed lathe) 似第二六二圖所示者數架已足敷用，但如僅可設備鑿床一架者宜置正式製模鑿床 (Pattern lathe)。

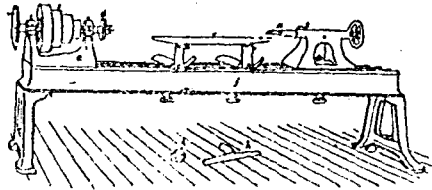


圖 二 六 二

高速鑿床與製模鑿床之主要分別僅係大小之不同，高速鑿床之擺動 (Swing) 常爲 12 吋或較小而製模鑿床之擺動則較 12 吋爲大。鑿床之擺動係工作物之最大直徑可在床座上旋轉者。因所鑿之木料須維持高速以供刀鋒切削，通常爲每分鐘 1,200 吋至 25,000 吋，較小之鑿床須運轉較速故有高速鑿床之稱。

鑿床可用皮帶自副軸傳動或由裝於床座之單獨電動機直接運轉。速度之變更可將皮帶在塔輪上移動地位或由速度控制 (Speed control) 變更電動機之速度以得之。

鑿床均設有一滑行工具架 (Rest)，或爲組合式，或爲平常滑行工具架用手或由動力傳動之導螺桿 (Lead screw) 推動。床尾 (Tail stock) 佈置有橫移設備以便鑿削拔梢長圓筒。床頭 (Head stock) 或設橫紐，可稍旋轉以資在平面板 (Faceplate) 上製作凹凸之形。當不用滑行工具架時可將其卸除而代以平常之工具架用手處理。

如所鑿工作物之直徑較大須適缺口鑿床 (Gap lathe)。此種鑿床之缺口可相當微張以適應不同尺寸之工作物，又可裝設兩工具架俾能分別鑿削鑄模之內外面。

鑿床用之平面板，用以支持工作物之各種鐵平面板原屬鑿床配件之一部份，故常由製造者隨同鑿床供給。但製造者所供給之鐵平面板僅爲支持木模之基礎，在鐵平面板與木模之間須裝一木平面板。木平面板均由製模者自行製造，其形式至爲不一；對於小木模僅須用一平直之板，厚自 3 吋至 1 1/4 吋而直徑較木模稍大，以螺釘固定於鐵平面板

如第二六三圖所示。將此木平面板裝於鑄床而鑿削至應需尺寸後即可將木模附着於其上

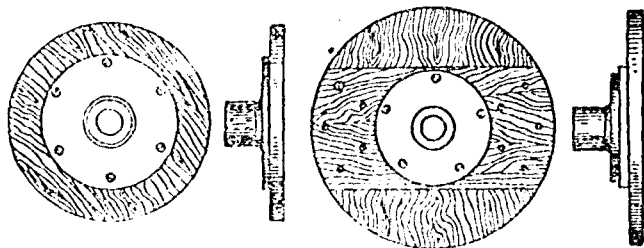


圖 二 六 三

圖 二 六 四

而施以工作。對於較大之木模，如直徑 20 至 30 吋者則應在木平面板之背面螺釘橫木一條以加強之，如第二六四圖所示。

用於甚大之木模或工作較重之木平面板須相當更強以免震動。更強木平面板之構造可如第二六五圖所示，a 為正面，b 為背面。所用之木板三塊應僅作舌槽榫而不膠合

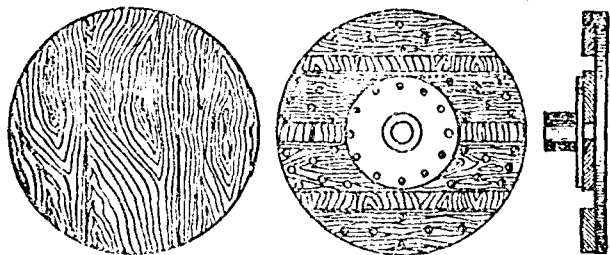


圖 二 六 五

以防受空中濕氣之影響，而在其背面螺釘橫木四條以聯結之。此種木平面板簡單而價廉，在實際上，似較扇形組合或用其他更繁複法製成者為強而硬。

鑄床用之圓盤 (Turning Gauge)。在鑄床上所用手工其中應最先注意亦最先使用者當為圓盤，如第二六六圖所示，圓盤係用以鑿削木模自粗糙或長方形至近似之圓柱形

者，為在修整前完成初步工作時所用之工具。圓鑿之斜面係在其背面，即凹面，刀鋒之曲率應與其正面，即凹面，完全一致。製模者備有  $\frac{1}{4}$  吋， $\frac{1}{2}$  吋及  $1\frac{1}{2}$  吋四種已可應付一切工作。



圖 二 六 六

使用圓鑿或其他種磨削工具前應注意先將工具架調整至高於鑿心，自  $\frac{1}{4}$  吋至  $1$  吋或較多，工作物愈大提高愈甚。用時，圓鑿係平置而約與工具架成直角，但應常傾側轉動，先向一邊嗣向又一邊，使刀鋒之全部均能先後與工作物接觸以免鑿之一點獨失銳利。

初學者對於使用圓鑿可無所顧慮，因鑿在不平置或傾側地位均不致分裂木紋而嵌入木內。使用之法應以右手緊持其柄之極外端而以左手掌於工具架，其鑿片即以左手之指輕輕握住之。

影床用之斜鑿 (Skew Chisel)，第二六七圖所示之斜鑿係在普通及修整磨削時用以製作直而平或光滑之面者。斜鑿為兩面傾斜之工具，其刀鋒亦傾斜，不若圓鑿之易於使用，非經常時間之堅忍練習，不能運用自如。

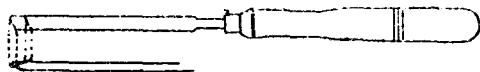


圖 二 六 七

使用斜鑿時應將鑿片之短邊緊靠工具架而稍抬高其長邊，使刀鋒之長角伸出於工作物之上以免此角分裂木紋而嵌入木內。凡斜鑿之切削均須由刀鋒之較短部份任之，概言之約刀鋒之三分二，斜鑿不僅緊靠於工具架上且亦緊靠於所磨之工作物上，正與鉋身之緊靠於木面而鉋去木屑相同。對於普通工作備有  $\frac{1}{4}$  吋， $\frac{1}{2}$  吋， $1$  吋及  $1\frac{1}{2}$  吋四種寬度之斜鑿已足數用。



鑿床用之刮刀 (Scraping Tools)。對於各種修整工作，斜整能進行甚速而所鑿削

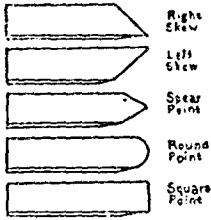


圖 二 六 八

之面甚光，但所成木模之尺寸不如正式製模刮刀之準確。刮刀之形式無論為何，其刀片均係扁平與斜整相同，惟僅一面磨成斜面。最普通之數種形式係如第二六八圖所示，但工作者常磨成其他各式以應需要。

應刮刀之斜面甚短且須磨治較切削工具為勁，因所鑿之木正對刀鋒成直角較切削工具更易磨耗。

鑿床用之刮刀 (Cutting-Off Tool)。第二六九圖所示

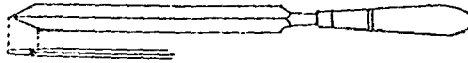


圖 二 六 九

之刮刀亦為鑿制木模之必需工具。刮刀可作用如刮刀以切削工作物之凹處，又用以自木平面板割離完成之工作物。對於他項類似工作亦甚有用。

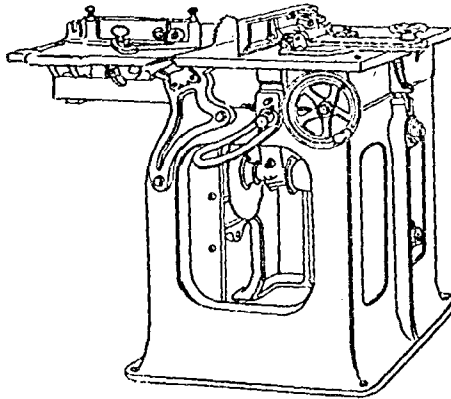


圖 二 七 零

圓鋸機檯 (Circular Saw)。爲省時省工計凡樹製模廠均須備一優良圓鋸機檯，以其可任之工作甚多，非他種工作機械所能企及。第二七零圖所示者常設鋸軸二，一裝縱鋸，一裝橫鋸，使用時可將此兩鋸中之任何鋸移至鋸割地位甚易而速，不用之鋸則同時下落。鋸台之前半截可滑移而全鋸台能傾側至 45 度角，並可在限度內傾側而固定於任何地位，使所鋸之木成相當角度，如第二七一圖所示。鋸台面上設有可調整之導板二，分別規範橫斷鋸割及縱紋鋸割，導板俱可隨意裝卸。

圓鋸機檯亦有僅設一鋸軸者，價值較雙鋸軸者爲賤，但工作時常須更換鋸片。即自縱鋸至橫鋸或自橫鋸至縱鋸，費時甚多，是以對於製模工作不甚適宜。

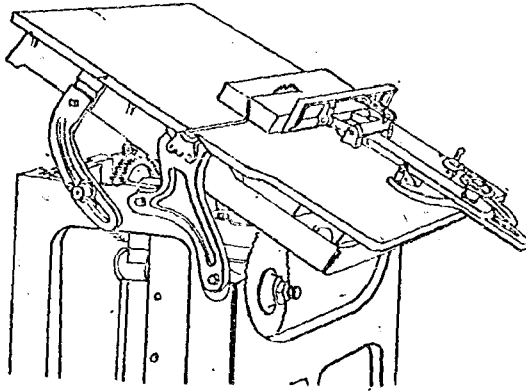


圖 二 七 一

帶鋸機檯 (Band Saw)。鑄模常具曲線及不整齊形，優良帶鋸機檯如第二七二圖所示者爲此項鋸割所必需之工作機械。最優良之帶鋸機檯備有可傾側之鋸臺，可調整而夾住於任何角度以便製作鑄模之相當斜面及拔模斜度。

在機械之定限內，任何長度之圓型心匣均可由帶鋸機檯鋸挖而製成之，如鋸齒銳利而維持至善則其迅速與正確遠非他種工具所能比擬。由此方法以製型心匣，所用木塊之端，即靠於鋸台之部份，須先作成平面且與鄰接各面成完善直角。儘此端太小不能用

資不穩堅立，可用短尺之葉片支持之；如爲特製一支架俾便依靠更屬妥善。下帶鋸柄可用皮帶傳動或由電動機直結運轉。

帶鋸機械亦爲製作金屬模之有用工具，但在用以鋸割金屬時所用之鋸齒須較細而近似弓鋸 (hack saw) 者，其鋸條之運轉速度亦須大減。

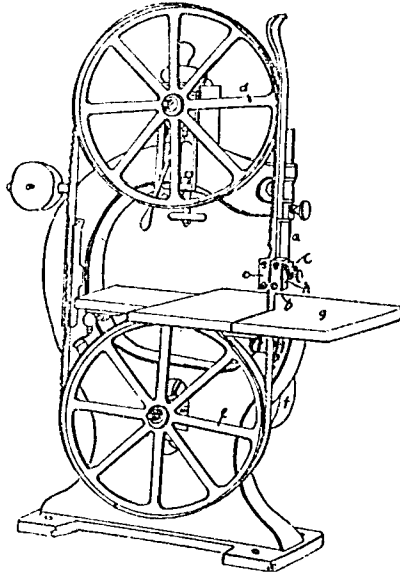


圖 二 七 二

手鉋床 (Hand Planer) 手鉋床之截面如第二七三圖所示者亦爲製模廠應有之工作機械。手鉋床不僅可削削木面十分平而直。避免彎曲，且可使兩膠合之邊完全契合，均較手工爲優。鉋台之寬度常爲自 12 吋至 30 吋，而以 16 吋寬者爲最適宜於木模工作

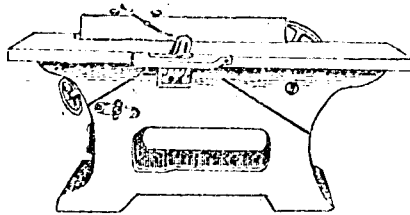


圖 二 七 三

之用。

切削機械 (Trimmer)，切削機械為近年來所創造之省工工具之一，可在機械之定限內切削任何之端或角。

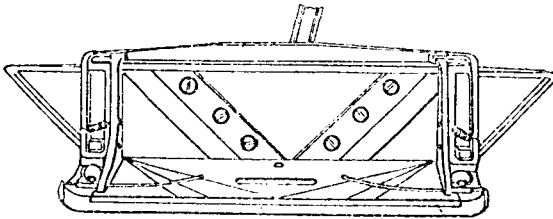


圖 二 七 四

且使其表面正確而光滑。對於木端工作用手工需時 10 至 15 分者如改用此機械製作之僅需時 10 至 15 秒，切削機械之尺寸大小不一；小者可置於工作案上，如第二七四圖所示，大者安裝於專設之支座。

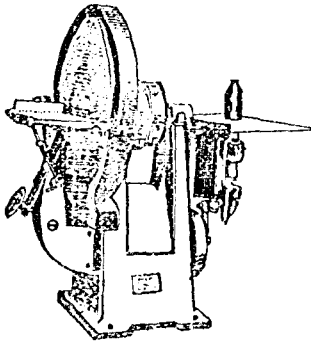


圖 二 七 五

設有機紐，可隨意傾側使所磨之工作物不與台面成直角者亦能在此機床上研磨。

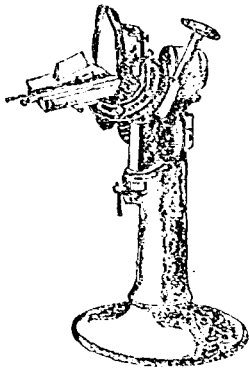


圖 二 七 六

砂紙磨床 Sander. 研磨已為木件成形之重要方法，故用以製作木件之砂紙磨機日益發展。用於製模廠者以堅軸式 (Spindle Sander) 及圓盤式 (disk Sander) 為最需要。此二種磨床均屬木工機械，但亦可用以修整金屬模。

尚有一種堅軸與圓盤合併式，如第二七五圖所示，專為研磨不整齊形之用，對於製模功用尤廣。堅軸設於支座之另一邊。堅軸套有數種直徑之圓筒，可隨意移動，以適應各種不同半徑之曲線，砂紙即安裝於圓筒之周圍。床台

圓盤式砂紙磨床較堅軸式者更為有用，對於甚多工作已為切削機械之替代工具。砂紙圓盤頗為經用，易於更換，且研磨甚速。床台能傾側至高或低於水平線，並設有導線以資安置鑄模於與輪面成任何相當角度處。第二七六圖所示之圓盤式砂紙磨床係較小者之一，且可搬運至任何處所。此種磨床磨去鋸割之跡而使光滑，又可磨成拔模斜度。在修理時對於常常作廢。滿具土釘或小鐵釘之破件今可速釘研磨而修整之，所省之費當然數不在少。

萬能木工洗床 (Universal Wood Milling Machine) 在木工尤其製模之工作機械中，萬能木工洗床堪稱為近年所創造者之首選，故或稱之為製模機械。此種機械設有一旋轉之壓輪帶帶切削工具，可上下左右移動，又可繞其所依靠之臂旋轉。床台可傾側至任何角度，又可除垂直外旋轉而向任何方向移動。

萬能木工洗床能任之工作大半係與機工廠之洗床所能者相同。凡複雜形，樹根，齒輪之齒，型心匣及其他製模工作之製成均可較用手工時迅速殊多。

金屬工作機械 (Metal Work Machines) 近年來以用金屬模者日益增多凡大製模廠均須設置機工廠應有之工作機械，尤以鑽床，機工攪床，牛頭刨床及洗床為最普通。大部份金屬模係由木質母模所鑄成之铸件，故金屬模所需之機械工作大半為修整其面使光滑俾可易在砂型內作業。此種工作多屬銼及刮之手工作，但工作之數量不少。如置有如第二七七圖所示電動機旋轉之撓性軸設備 (Flexible Shaft equipment) 則可省工甚

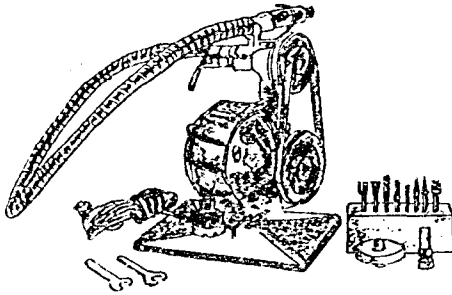


圖 二 七 七

多。此撓性軸旋轉於一鐵甲管內，在其外端附帶一夾盤 (chuck) 以資裝置工具，如磨輪及具有銼面之加硬鋼工具。

## 第二章 製型實際工作及鑄模構造裕度

### I. 製型實際工作

1. 普通製型法，如上章所述，製模者應請製型者之實際工作俾所製之模可易自砂型內拔出。製模廠與鑄工廠必須切實合作；遇有困難之件，製模廠常應徵求鑄工廠之意見以資決定鑄模之構造。是以在未及製模構造前不得不先略述製型法 (Molding)。

型框之使用：鑄件多在型框 (flask) 內造成，型框常分二段，在上者名曰上型框 (cope)。在下者名曰下型框 (drag)，分別充實以製型砂 (molding sand) 型框亦有分三段者，其中段名曰中型框 (check)，鑄模有分作二塊者，即分離模 (split pattern)，



圖 二 七 八

其分界異常與上下型框之分界相齊平。例如第二七八圖所示者，鑄模及型框均在 AB 線分開，當如是分開時，倒置上型框即可拔出。鑄模 C 部；而 D 部亦可自下型框內拔出。

中空鑄件之型心，在製中空鑄件之砂型時鑄件內之空隙係由乾砂型心 (dry-sand core) 造成，乾砂型心置於鑄模型心座所遺留於砂型之印像內，例如欲鑄一中空圓柱體，如第二七九圖所示，則所需之木模應如第二八零圖所示，如圖所示，A 部僅為圓柱體之外形，兩端之突部 x 及 y 係用以在砂內作成印象之型心座。



圖 二 七 九

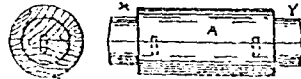


圖 二 八 零

型心係在型心座內製成，型心座內之長度應等於鑄模之全長，包括 x 及 y 在內，其內部之寬度應與型心座之直徑相等，圓柱形型心之直徑如係二吋或較大則可僅用半型

心匣，如第二八一圖所示，將製成之二半型心裝  
乾而粘合之，直徑較小之型心則常在完全匣內製  
成，但本匣仍為兩半拚合者，自上端置砂入匣並  
錘之使結實，分開兩半，取出型心轉至型心板上  
而烘乾之。

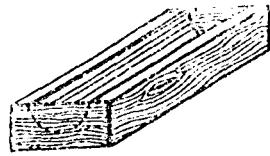


圖 二 八 一

分離模之製型法。 分離模之製型法係將模之上半置於製模板上，將倒置之下半框  
置於模外使其分離邊亦在製模板上，如第二八二圖所示。經置砂而錘實後，翻轉下半框  
及製模板，並揭去製模板，是時埋於砂內之半模顯然可見，嗣將模之另一半配合於砂內  
之半模上，撒布乾分型砂(Parting sand)於下半框  
之濕製型砂面，嗣安裝上半框於下半框，如第二八  
三圖所示，亦置入製型砂並錘實，當將上下兩型框  
分開時上下兩型框內之砂將依乾分型砂所在之面而  
分開，是謂分型面，此分型面與上下兩型框  
之分界係同一平面而如圖示。

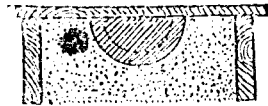


圖 二 八 二

在將二半模自上型框及下型框分別拔出  
後置乾砂型心於型心座  $x$  及  $y$  所遺留之印  
像內如第二四圖所示，於是型心與木模  $A$  所  
成之型間留有空隙即可注入熔金屬以成所需  
之中空圓柱體。

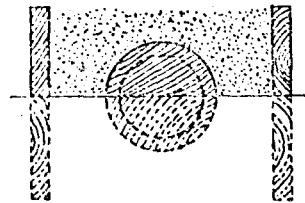


圖 二 八 三

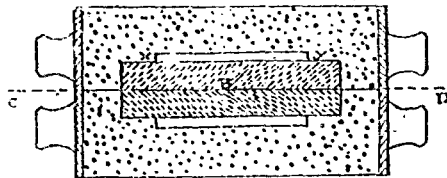


圖 二 八 四



2. 上型突出以就實形模法。

簡單圓柱體、實形模 (Solid pattern) 分整塊模 (one piece pattern) 及分瓣模，上節所述圓柱體之型有時可無須用如第二八零圖所示之分離模。圓柱體形，無論大小，亦常有製整塊模者，如第二八五圖所示。用此整塊模製型時，將模置於製模板上，先用砂填塞模之兩側俾免滾轉，嗣套倒置之下型框於模外。當置入製型

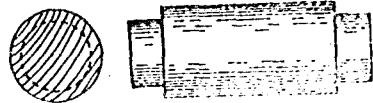


圖 二 八 五

砂而錘實而翻轉後即成如第二八六圖所示之狀況，全模埋於砂內，嗣削低砂面而使與模之中心線相接如第二八七圖所示，磨光此削平之面並撒布乾分型砂於其上，加裝上型框並



圖 二 八 六

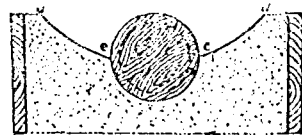


圖 二 八 七

置砂錘實如常法。當將上型框提開時型砂將沿 *de* 及 *cd* 線分開致模之一半顯露於外。全模可於是時自下型框內拔出，隨將型心置於型內。在上下型閉合後其狀況將與第二八四圖所示者相似，惟其分型面及型之地位則均不相同。

有輻輪 (Spoked Wheel)、整塊模之又一實例係如第二八八圖所示之黃銅小手輪。

。將此輪之模及下型框分別平置倒置於製模板上，置砂錘實。在翻轉下型框後削平砂面而使與輪輻及四輻之中心線相接，如第二八九圖虛線所示。磨光削成之分型面，撒布分型砂於其上，安裝上型框，置砂錘實。當提開上型框時型砂將於輪輻及輻之中心線處分開使埋入之模易於拔出。

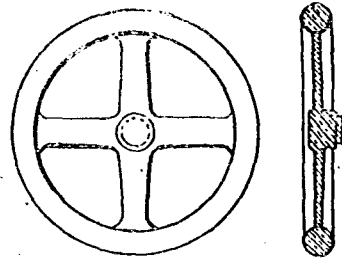


圖 二 八 八

有孔軸箱蓋 (Perforated Journal-Box Cap)。又一實例之能用整塊模者係如第

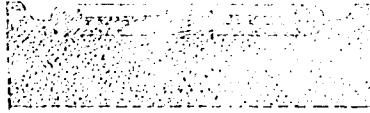


圖 二 八 九

九零圖所示之軸箱蓋。經過兩釘孔線之鑄模截面係如第二九一圖所示。置此模於倒置下型框之製模板上，置砂鑄實如常法。當將下型框翻轉後模在砂內之地位係如第二九二圖所示。砂之或落入曲線 cde 間者必須刷去。空隙 cde 兩端之砂應造成相當之拔模斜度，如第二九三圖 a 所示。嗣安置上型框，置砂鑄實。當將上型框提開時，砂之在曲線 cde 內者將與上型框同時提起而成為上型之突部。嗣將模拔

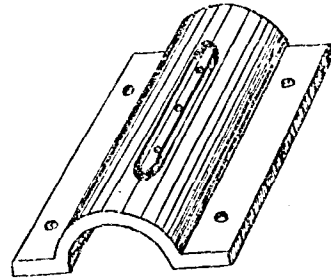


圖 二 九 零



圖 二 九 一

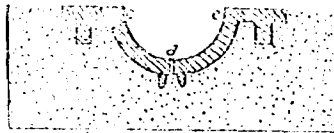


圖 二 九 二

出而將釘孔型心插入型心座內。終將上型框置於下型框上面閉合之。

在此例中型心座之長至少應等於二乘釘孔所貫通之金屬之厚，而型心之長則等於金屬厚與型心座長之和。

困難模之製型法，

(1) 用濕砂固者，模之構造須為易自砂型內拔出者。例如第二九四圖所示之小絞輪或將全初學者頗生無從着手之感，

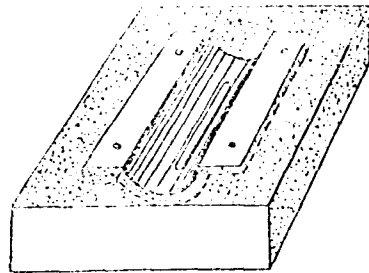


圖 二 九 三

但稍加思索實亦無甚困難。

此模之剖面可爲如第二九五圖所示，爲一分離模，而其砂型係在二段型框內分造。置半模 C 於倒置之下型框內使其模邊覆於製模板上，置砂錘實如常法。翻轉下型框後，削窪砂面而使與軸邊中心相接，如第二九六圖所示。將此削成之面磨光，並撒布乾分型砂。嗣合其他半模 A 於 C 上，加砂一厚層，小心錘實，再削去砂面使與 A 之軸邊中心相接。將此削成之面亦磨光並撒布乾分型砂。嗣安置上型框，置砂錘實，如第二九七圖所示。

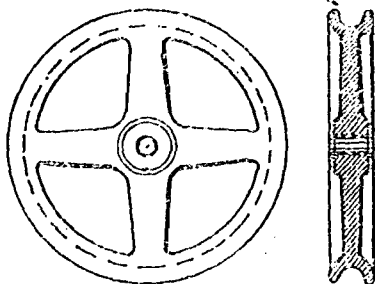


圖 二 九 四

當分開上下型框後，拔去半模 A，還置上型框於下型框上。嗣將全型框翻轉，將下型框自上型框提去，其時濕砂圈 Z 將留於



圖 二 九 五



圖 二 九 六

上型砂上，半模 C 亦可拔去。於是砂型之分型面爲二而型框之分界仍僅一。

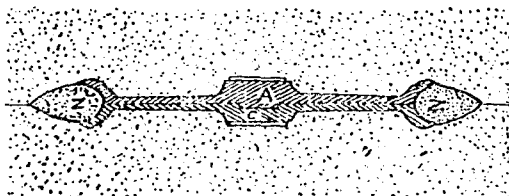


圖 二 九 七

類似上述之實例甚多，普通雙突緣輪之小者亦常如此製型。

(2) 用散件模者，以之有倒懸部份者即使分離亦不能在任何方向自模內拔出。此項倒懸部份可另以散件 (loose Pieces) 製成，由木栓鬆桿於模之本體。

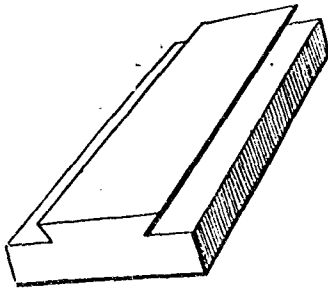


圖 二 九 八

之尾榫接合滑動板 (Slide) 即為此種鑄件之實例。用以鑄此滑動板之模之截面係如第二九九圖所示、二邊均倒懸。在將上下型框先後鑿實而分開後即可將模之本體 A 拔出使散件 b 及 c 仍留於砂內如第三零零圖所示。嗣將此二散件小心向型之中心平移而提去之。



圖 二 九 九

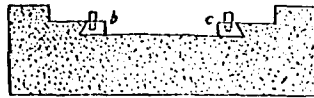


圖 三 零 零

(3) 用乾砂型心者，有時因限於地位，在拔出模之大部份後仍不能將倒懸部份移去。如遇此種狀況須將倒懸部份另用乾砂型心製成。例如第三零一圖所示之汽輪外殼 (Turbine case) 即為具有上述狀況之一實例。第三零二圖所示者係此鑄件自 AB 線橫剖之截面。此鑄型之分型面應順沿 CC 平面而其殼及其底面之內外突緣則均用乾砂型心製之；所需之三種型心係如第三零四圖所示。型心距 h 及 l 之近端經移去俾可顯露其內容。

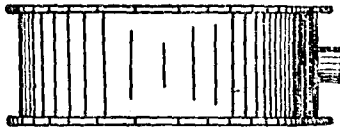
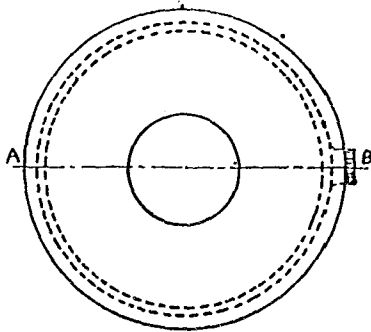


圖 三 零 一

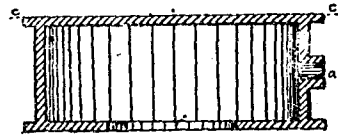


圖 三 零 二

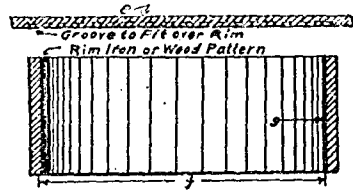


圖 三 零 三

第三零三圖表示輪圈模  $g$  及頂面突緣與腹板模  $e$  之截面。假令殼  $a$  亦為模者則

將不能自砂內拔出，因即使  $a$  模為散件亦絕不能自薄圈  $g$  之地位內移出。是以殼  $a$  之型祇可在型心匣  $i$  內製成型心而令其埋於砂內如第三零五圖  $i$  所示

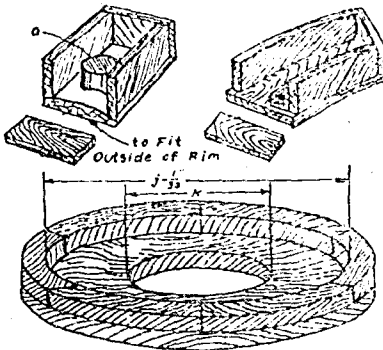


圖 三 零 四

型心匣  $h$  製成之外突緣型心於  $g$  之外周，嗣置殼  $a$  之型心於適當地位如  $i$  所示。置

第三零五圖所示為全模之垂直中心截面，其製法如下：先作成平砂面  $d$ ，置型心  $i$  於型框之中央，套模  $g$  於此型心之周圍，拼置由

入製砂而錘之使實，是時之砂應與網模  $g$  之頂面齊平，如稍不平應刮之使平。安裝腹板模  $e$ ，裝時應輕擊頂而使網模之頂嵌入腹板模底面之情內。嗣後砂錘實使與腹板

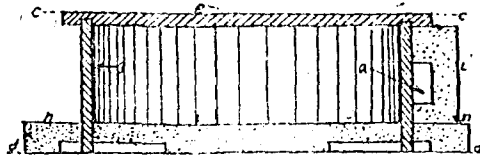


圖 三 零 五

模頂面  $cc$  齊平，撒布乾分型砂於濕製型砂之面。安裝上型框，置砂錘實如常法，是時上下型箱內除模及型心外均已充實以砂。嗣後開上型框，將模逐一拔出，先拔腹板模  $e$  次拔網模  $g$ ，於是模所遺留之空隙乃與型心內之空隙相接而成應需之鑄型。

實際製型工作之實例不勝枚舉，初學製模者如能對於上述各節心領神會當不難製造任何普通鑄模使可易自砂內拔出而不傷鑄型。

## II. 鑄模構造之裕度

製模者於製模時當然應依圖示進行工作但對於形式及尺寸則須相當變更以兼顧各項必要之裕度。最要之裕度為冷縮，拔模斜度及修整三者。

1. 冷縮 (Shrinkage). 凡鑄工所用之金屬自高溫度降冷時必收縮。如何可使鑄模各部尺寸適當放大俾鑄成之件能如應需之大小已於上章澆度工具節內述及，即須用冷縮尺是也。

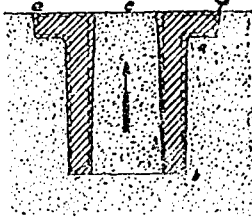
如木模係用以鑄金屬模者則其尺寸內應加兩種冷縮裕度，一為鑄模所用金屬之冷縮，一為鑄件所用金屬之冷縮。換言之，製成之木模應放大至如是程度使鑄成之金屬模仍得照顧鑄件之冷縮。

在實際上，凡鑄工廠所用金屬均具不同之膨脹率，是以亦具不同之收縮率，此二率之高低又均視其化學成分之不同而異。澆注時之溫度愈高應需之裕度愈大。

至預防鑄件發生冷縮孔則係製型者之責任。此種疵病俱因未曾為之設備致是金屬以

充實空間所致；外殼當然先冷，迨內部一經收縮即現裂孔。

2. 拔模斜度 (Draft)。 次要於冷縮之裕度為拔模斜度。所謂拔模斜度者係指模



在砂內時各垂直部份之拔稍而言。惟垂直部份拔稍乃可將模自砂內拔出而不傷砂型。第三卷六圖所示正在製一填料函 (gland) 型之狀況實為需要拔模斜度之絕好引證。在拔模時 b 點須被提經過型砂之全深始能到達 a 點，而型砂之粘着其力甚微；如 b 處直徑係與 a 處者相同則 b 點將頗有

散型砂之可能而致所成之型須修補。為免除此項困難計，a 處直徑應較 b 處稍大，即填料函之外周全而應成拔稍形，於是模可自 b 至 a 不與型砂接觸。此直徑 a 與直徑 b 之差即屬拔模斜度。同時其他垂直部份如突緣之外周及全體之內周亦須作成拔模斜度如圖示。

拔模斜度之變量， 拔模斜度之程度視模埋入砂內之深淺而定，又視模之用途而異，對於同一模之各部份亦常各不同。例如，對於直徑 24 吋而寬 6 吋之皮帶輪圈，其拔模之模斜度在圈面者應為每呎  $\frac{1}{8}$  吋而在圈內及殼周者應為每呎  $\frac{1}{16}$  吋。同在一模所以須用兩種拔模斜度者則因圈面常須修整平直故僅應用足敷拔模之最小數量，而圈內之型砂在輻之中心線以上者每為上型之突出部份模之拔模斜度須大。上型之突出部份係與上型框同時自模提開者非具較大之拔模斜度不能保甚不相妨礙。

拔模斜度之樣板， 為使應需之拔模斜度正確計如在工具及樣板類內添置拔模斜度樣板一種對於製模工作便利殊多，因可節省不少時間之費於計算者。此項樣板可照下述方法製之。

用任何直紋之木板一塊，長 14 至 16 吋寬 1 吋厚亦 1 吋，如第三卷七圖所示。在使 a 邊十分平直後用鋼曲尺及銳尖小刀劃 b 線長 12 吋垂直於 a 邊。先沿 a 邊小心自 b 線向左右各測度  $\frac{1}{8}$  吋，嗣自 b 線頂點同樣向左右各測度  $\frac{1}{16}$  吋，用銳尖小刀劃線連接此兩點至 a 邊之兩點，於是 b 線兩旁各有一斜線分別向左右傾斜，比之垂直線均

各傾斜每呎 $\frac{1}{4}$ 吋。各該線均須註明 $\frac{1}{4}$ 字樣如圖示。

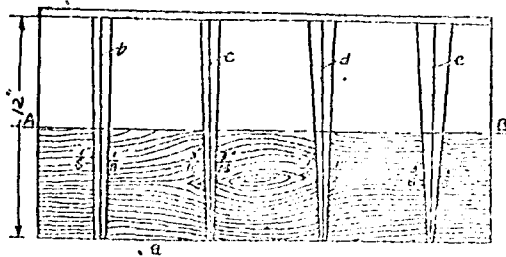


圖 三 零 七

關於離 b 線 1 $\frac{1}{2}$  吋或 2 吋處劃 C 線亦垂直於 a 邊。沿 a 邊自 C 線向左右各測度 $\frac{1}{4}$ 吋，自 C 線頂點向左右各測度 $\frac{1}{4}$ 吋，於是 C 線兩旁各有一斜線，每呎 $\frac{1}{4}$ 吋。照此方法繼續劃 d 線及 e 線，分別劃分斜線每呎 $\frac{1}{4}$ 吋及每呎 $\frac{1}{2}$ 吋。此樣板於既劃成各線後自長 12 $\frac{1}{2}$ 吋被至長 6 吋，如虛線 AB 所示，並塗以蟲膠片 (Shallac)。

用此樣板時，將斜規靠於 a 邊，小心調整葉片使與 $\frac{1}{4}$ 吋， $\frac{1}{2}$ 吋或其他樣模斜度相合，或左或右視其所需。經如是調整就之斜規即可用以測度任何模而至應需之拔模斜度。

**3. 修整 (Finish).** 在製模時所稱修整裕度係指縮於冷及拔模斜度外另增加之尺寸而言。如自模所成之鑄件須經機工極削磨鑄錯或配合者則模之尺寸應相當增加俾可修整至原定尺寸。除有特別原因外，此項增加之程度常不與模之大小成比例。對於件之最長尺寸不逾三呎或四呎者在須修整之面增加 $\frac{1}{4}$ 吋當已足用。對於較大之件或須增加至 $\frac{1}{2}$ 吋或 $\frac{3}{4}$ 吋，但其少逾此數者。在酌定此項裕度時尚有下述一端須加注意鑄件於冷卻時輒有變形或彎曲之趨勢。各部厚度相差過甚之件每較全體厚度一致者更易變形或彎曲。是以對於厚度相差過甚者須予以較大之修整裕度。

對於小件及製型係妥善者其修整裕度可較小，即小至 $\frac{1}{8}$ 吋亦足用；但按照常例應予鑄件以數足之金屬俾工作機械之切削工具可切削至面之裏層而不因外面之砂及堅硬鐵



鑄鈍其刀鋒。黃銅鑄件之而不生鐵鱗，無須多加裕度；而生鐵鑄件之鐵鱗則甚厚，當時尚不敷機工之需要。

4. 酌定裕度之實例，第三零八圖所示用以製平直生鐵鑄條之木模為酌定修整及拔模斜度之一絕好實例。此條於鑄成後全體俱須修整，修整後之大小應為長 36 吋寬 1



圖 三 零 八

吋厚 1 吋。如是細長之條在型內冷却時甚易變形或彎曲，故應予全體各面以修整裕度至少 1/4 吋，即木模應為長 36 1/4 吋寬 1 1/4 吋厚 1 1/4 吋。再者，為使製型者可將模自砂內拔出而不傷砂型計，應予模之二相對各面以拔模斜度每呎約 1/4 吋，於是模之橫截面之形式及尺寸將如第三零九圖所示。此模之尺寸當然俱須用冷縮尺測度俾各部應需之冷縮裕度得以比照加其入內。

如第三零八圖所示之木模係用以鑄試驗條者，試驗條必須準確且鮮加修整，則製型

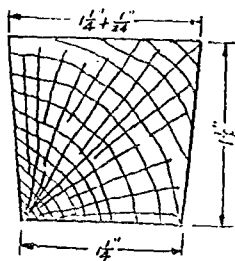


圖 三 零 九

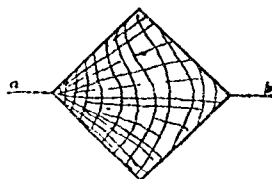


圖 三 一 零

時常置模之一半於上型框內又一半於下內型框如第三一零圖所示，分型面係在 ab 線。在此位置，模邊之在砂內者傾斜已甚，無須另作拔模斜度。於是木模僅為一方木條長 36 吋寬 1 吋厚 1 吋，但仍須用冷縮尺測度。

### 第三章 簡單實形模

凡常委託製模者製模時應予以詳細草圖或鑄件全圖並註明所需鑄件數量。做此鑄件係屬修理用之補充配件或試驗用之試驗品僅須鑄成一件者，為經濟計，寧可稍費製型工作不可使鑄模之價高昂。如所需之模係用於標準鑄件而預期使用多年者則應予其構造以特別考慮俾免因冷縮，翹曲及濫用而易歪曲或損壞。

#### 1. 整塊模

1. 用濕砂型心者：最簡單之模係模之用整塊造成而又不需乾砂型心者，雖其鑄件本體亦可中空。在決定製型法時即已決定如何自砂內拔模及分型而應在何處。第三零六圖所示之填料兩即為此種簡單整塊模之一絕好引證。如圖所示，在拔模時必可將此模自砂內拔出而不傷其內外之砂。該圖表示對於此兩之模已將拔模斜度及修整二裕度加入，其完成之模係如虛線所示。

型心：型之任何部份伸入空隙以造成鑄件內之孔或凹處者無論其為模或在模拔出後置於型內者均稱之曰型心。如型心係將製型砂鑄實於模之空隙以造成者，謂之濕砂型心，如第三零六圖所示。

濕砂型心之用途僅限於型心之較短而直徑較大者。例如，對於模之具有濕砂型心長2吋直徑1吋者將其難於拔出時不帶出或破壞型心。又因具有如是比例之型心不能鑄之甚實，甚實則不能拔模，型心每有被熔金屬所沖刷之虞，但如類此之型心為長2吋而直徑1吋者則不能甚易自砂內拔出其本體亦具有較足強度以耐灌注。直徑較小之濕砂型心應有較大之拔模斜度，而較大直徑之濕砂型心應為每呎1吋，此亦為鑄模外面所當具之斜度。

2. 代表式之製造：為使製模所用方法益易通曉起見，特先明示模所為造之鑄件，其所註尺寸或為經機工所修整者或原經鑄成無需機工修整者。嗣將製模之手續逐步詳述，庶幾各項基本原理可視事實需要隨時提示而初學者可因此知所適從。

用乾砂型心之襯套：第一鑄件可資取法者係第三一一圖所示之黃銅襯套（brass

bushing), 其一端有突緣。此襯套之全體俱須修整, 因鑄件大, 內外各加凸叫將足敷修整之用。對於製型方面, 如使突緣向上而將其極外邊置於上下型框之分線處可易自砂內拔模。用此模製型時鑄件內之圓柱孔, 如前所述, 宜由乾砂型心造成。

型心座宜為標準尺寸者, 其在上下型框內者係同一尺寸並各予以甚大之拔模斜度。

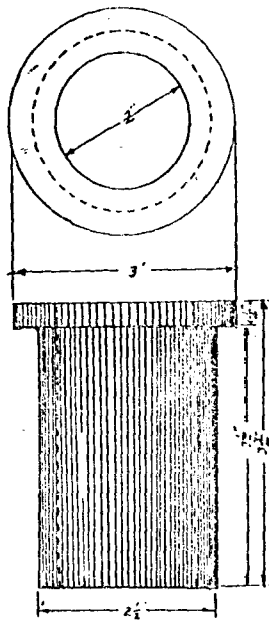


圖 三 一 一

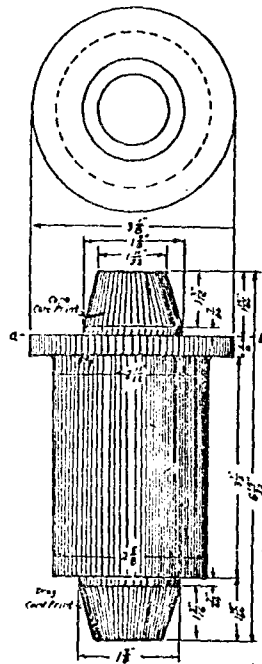


圖 三 一 二

惟上型框型心座拔稍始可將上型框提起與邊置而不妨礙型砂, 惟下型框型心座拔稍始可將模拔出而座邊不撞散型砂。

既知鑄件之完成尺寸如第三一圖所示又既決定拔模斜度與修整裕度, 木模將為如第三一二圖所示。製模者在開始工作前應先將模繪成十足尺寸之工作圖。對於任何之模

均應如是辦理，因先檢閱後工作每可避免無心之差誤及光陰之虛擲。

3. 模之成形工作，此模可用整塊木料在攪床上攪削成之但如耐久係需要者則木料應為四塊厚 3 吋之板所膠合。膠合時須注意年輪之反置，即兩樹心邊相合及兩樹皮邊相合，如第三一二圖所示。於安裝木料於攪床後，用圓鑿切削成圓柱形並使其直徑僅至較模之最大直徑稍大，約 3 吋

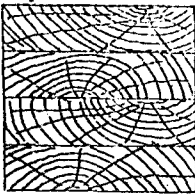


圖 三 一 三

直徑之修整應用刮削工具為之。對於模身應用 1 吋寬之平頭刮刀，但其刀鋒宜磨成稍中突弧形俾免方角嵌入木內而刮削成槽。對於兩端應用左右斜鑿，不作刮削，但持之於如是地位使最近刀鋒之短邊靠於工具架上。

4. 型心匣之製造法，此模之型心匣係如第三一四圖及第三二一圖所示。凡對稱而直徑較大者均僅需半匣，將造成之二半圓型心烘乾後粘合為一。在入爐煨烤前應於半圓之平面上順沿中心線橫一小槽以成通氣孔。當熔金屬與乾砂型心接觸時所發生之氣體須能急速散出型外，此項通氣孔即用以引氣體外出者。為便製型者便於橫成小槽計。半匣中心線之兩端應各割一凹口如圖所示。

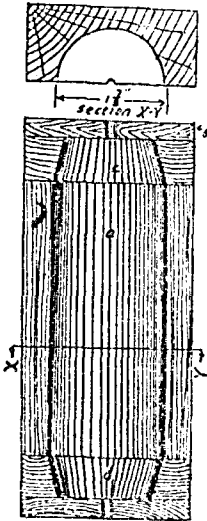


圖 三 一 四

切割圓柱形部法，對於型心匣之 a 部，先將木料之較長於 a 部約 4 吋或 1 吋者削削至應需尺寸。用刮規靠任何一邊劃一中心線，並延長之使通過兩端，如第三一五圖 b 處所示。在此中心線之兩邊各量 1 吋畫劃 d 線及 e 線。嗣將另一木塊緊合於此劃有三線之面，兩木塊之端須齊平，以案鉗夾住如第三一六圖所示。用調整至 1 吋之分規在兩端各劃一半圓周連接 d 線及 e 線。此半

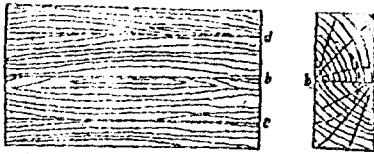


圖 一 三 五

圓周內之廢木可以圓鑿及木錘除去，並用合度之圓鉋削使光滑，最後用捲於一較厚寬小量時之圓柱體之砂紙研磨。

在工作進行中，曲線之準確與否可用規尺或他種有 90° 角之工具檢驗之，如第三一七圖所示。

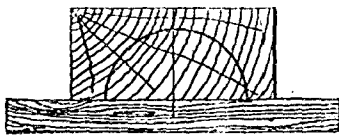


圖 三 一 六

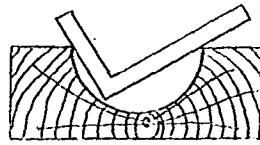


圖 三 一 七

直角法，常用於小徑之又一法係用單線鉋就其中心削成直角凹口如第三一八圖所示，其餘之廢木則用圓鉋移去並用圓柱體及砂紙修整如前法。

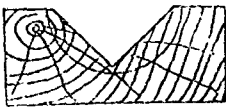


圖 三 一 八

如圖鉋機械之臺能傾側如第二七一圖所示者則厚內之廢木可由圓鉋機移去如第三一九圖所示。

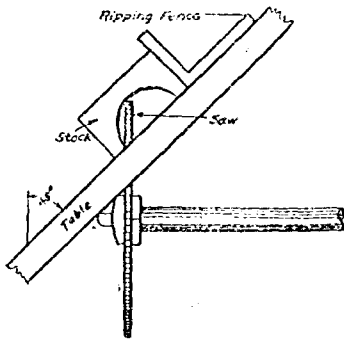


圖 三 一 九

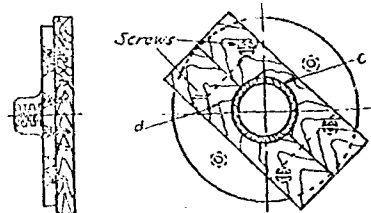


圖 三 二 零

鑿削拔梢部法， 匣之拔梢端 e 及 d 視第三一四圖，為兩木塊經鑿削而成，鑿削時螺釘於鑿床之平面如第三二零圖所示。迨鑿削至深 1 吋時周直徑 1 3 吋時周直徑 1 吋時自平面板取下，分別膠合而加釘於 a 部之兩端。嗣將兩端作成拔梢斜度 ~ 每呎 1 吋 ~ 俾半型心得易自匣內脫出。最後將端塊 e 及 e' 視第三一四圖，釘上，匣即完成。

公認之較妥善法， 在考慮製乾砂型心之匣時宜綜核各種可能之方法而採用其最適合於需要者。

又一法之具有優點者係如第三二一圖所示。選用木料之寬較型心直徑大一吋，厚約寬之半，而長較模長（包括型心座在內）稍長者。剖削此料使成應需之正長方形。用剖

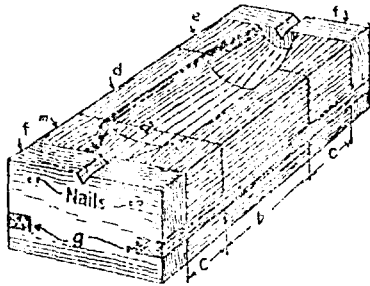


圖 三 二 一

現在其一面剖一中心線，先裁 d 段使其長度等於 b 備作匣柱部，嗣截成 o 段及 m 段使其長度等於上型及下型內之型心座。

將各段內之廢木除去後澆集而膠合之。除去 d 段內之廢木最好用特備之直角鉋 ~ 或稱型心匣鉋。待膠合一經凝固即釘端部 f 及 f' 於其兩端，並用鋼機械鉋削 g 槽於其兩邊而膠合軟木條各一於其中。用鋼機械將兩邊及兩端各鉋去少許以整齊其外面，並用鉋削其外角使稍圓。用軟木條之優點係易於鉋去在修理時可易將匣拆開。修理完成後匣內可膠合以新軟木條。

### 5 完成工作，

塗蠟膠漆片 (Shellacking) 模及型心匣既製成，木面須塗以一種材料使其堅硬而光滑且可在濕砂內不透濕氣而同時可易自型內拔出，此種材料以純粹殼膠蠟膠漆片為最適宜。凡價廉之代用品，如木醇蠟膠漆片或樹脂漆片等應避免之，以其皆易成片而剝落不耐暴熱與濕氣也。製模者常自調製蠟膠漆片，每上等蠟膠三磅約配合殼醇一加倫。調

製時，先將蟲膠置於圓口玻璃瓶或磁甕內，嗣灌注殺醇，當日將其澈底攪拌三四次即成光明橙黃色漆片可供應用。

上等白色殺醇蟲膠漆片可自造過之蟲膠製成或購自市場，但乾燥甚慢而所漆面之堅硬亦不如用橙黃色者。橙黃色及白色蟲膠漆片應絕對不裝於無蓋之罐或杯內，否則將變化而失其顏色。

因蟲膠漆片內之殺醇揮發甚速，應將漆刷收存於可閉合而不通氣之器內，以短瓶之有圓口足容漆刷進出者最為相宜。對於普通工作，漆刷宜為一吋寬雙厚之扁毛刷。瓶口不應以軟木塞為蓋應特為鑄製一木蓋，如第三二二圖所示。其 a 處之孔可為長  $\frac{1}{4}$  吋而其直徑須較瓶口之內徑至少小  $\frac{1}{4}$  吋，否則木蓋將被漆片粘固於瓶而不能移動。用此種木蓋之惟一目的在使木蓋之中心常與



圖 三 二 二

瓶之中心相合。漆刷之柄須配合於木蓋之中心孔內而以螺絲或小士釘固定之使刷離距瓶底在  $\frac{1}{2}$  吋以內。瓶內之漆應常維持至  $\frac{3}{4}$  或  $\frac{1}{2}$  滿度，用刷時木蓋仍固附於柄。漆片可使瓶與蓋接合甚密，如有適當程度之漆留存於瓶內則漆刷將常軟潤。

對於小模，如前述之襯套，所需少量之漆能直接自瓶取給。對於大模須另用磁杯但常應將餘存之漆置於收藏器內。

**砂紙研磨 (Sandpapering)** 在塗第一層蟲膠漆片前對於模及型心匣之木而應用極細砂紙 ~ 第零號 ~ 研磨之使其十分光滑。但第一層漆片每引起木紋而使木面轉變粗糙，待漆片完全乾燥後須再用砂紙研磨，使其光滑。嗣塗第二層漆片。模又轉變粗糙，須第三次用砂紙研磨。每一木模應塗漆片至少三層。模之外面如顯露多數木端則對於木端或有須塗第四層漆片之必要。

**塗顏色 (Coloring)**。以前製模廠均各自有習慣以塗顏色於所製之模，迨 1927 年美國各製模業聯合委員會曾製定各項標準顏色，推行以來頗稱便利，吾國似宜亦採用實行，因模之各部份既塗以標準顏色則製型者對於任何製模廠製成之模均可明瞭其何者代表型心座何者代表金屬，又可明瞭其何者須修整何者尚須連接散件。於是由誤會而生之

差誤既可減少，全模階缺之件又易查悉。該委員會制定之標準顏色係如下例。

- (1) 錫模表面無須修整者塗黑色漆片。
- (2) 錫模表面須用機械修整者塗紅色漆片。
- (3) 散件之座及散件用漆片塗成黃地和道。
- (4) 型心座及散型心座之座塗黃色漆片。
- (5) 凡應以砂堵塞使金屬不流入者用漆片塗成黃地斜黑道。

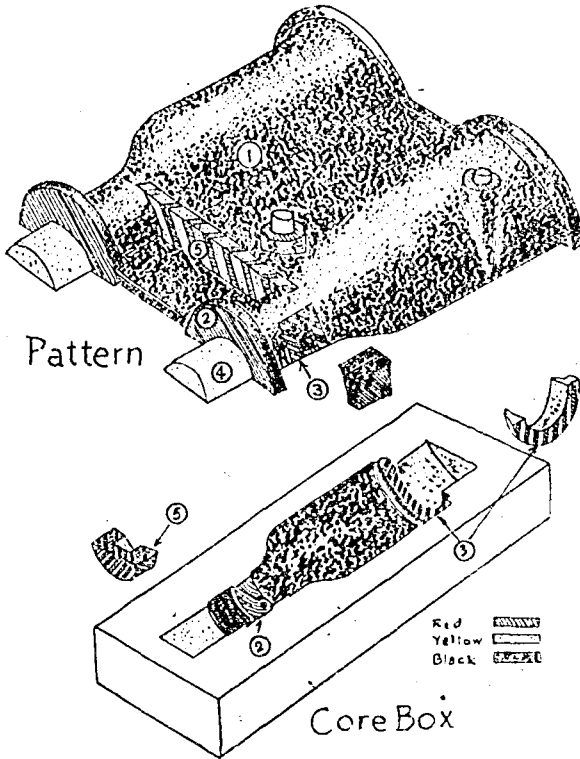


圖 三 二 三



在將模塗成上述各種標準顏色前須先於橙黃色蠟漆片內加入他色以得所需之各色。加入燈莫即得黑色漆片，加入硃砂即得紅色漆片，加入淡黃赭石即得黃色漆片。

第三二三四圖表示一模及一型心匣之塗以標準顏色者。

現述之模，如第三二二圖所示，係一黃銅襯套，因其全體俱須修整，故除型心匣應塗黃色外餘須塗紅色。其型心匣之直部應同樣塗紅色而拔梢部塗黃色。

最後修整工作，凡釘孔或木面之他項缺點應以蜂蠟填滿。填蠟時，手持狹鑿或小刀使其刀片浸於熱水中，乘刀片正熱時刮蠟填入空隙以滿為度。蜂蠟應當在塗第一層漆片後填入，因如是可粘着較密。塗第一層漆片後之砂紙工作亦可將蠟面研磨光滑使與木面齊平。一層漆片之乾燥時間係自 8 至 12 小時，視漆層之厚薄以為差，至漆面則於 1 或 2 小時後可似若已乾。如需硬而經久之面，兩次塗漆之間必須相隔 12 至 24 小時，尤以後者為宜。如是，漆面之粗糙部份可磨去若乾粉而不膠粘砂紙，第二層乃可加塗於此堅硬而光滑之面。

## II. 分離模

1. 假設之條件：第二鑄件之可供取法者係第三三四圖所示之軸承銅襯 (brass bearing)，其全體須修整。就按模論，自圖可知此件必須橫臥於型內。為免使製型者費時於切削砂面工作如第二八七圖所示計，此模須為分離者，即須製成兩半模。對於如是小模，予以修整裕度時已敷應用。以其形圓柱而又橫臥，所需按模斜度之處僅為模之兩端及型心座之兩端。以型心座所嵌入之砂型須能耐乾砂型心之重量，此型心須長至少一吋。

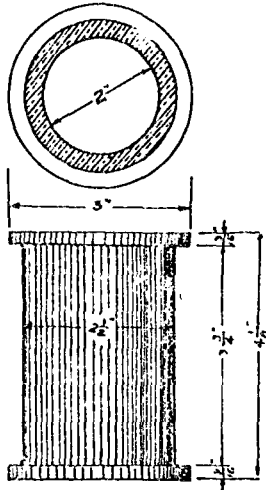


圖 三 二 四

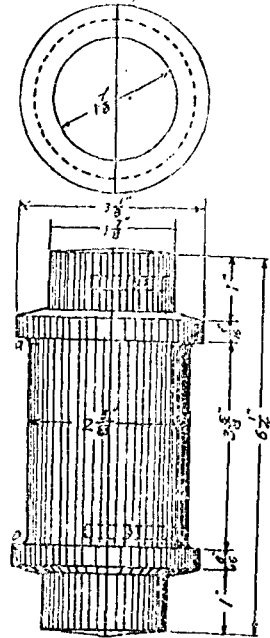


圖 三 二 五

2. 製造方法，此製件之模係如第三二五圖所示，與第三二四圖所示者絕然不同，其本體及型心座均形直，僅須予模之兩端及型心座之兩端以微小拔模斜度每呎 $\frac{1}{16}$ 吋。本體與突緣內邊之交點應作成 $\frac{1}{16}$ 吋半徑之微小弧形。備作此模所截木料應按完成模長 $2\frac{1}{2}$ 吋。兩半之尺寸應各為 $1\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times 8\frac{1}{2}$ 吋。

準確配合兩內面後，整理每半之一側使平直並與內面成直角，用劃規各劃一中心線，不但僅在內面且須延長之使通過兩端如第三二六圖所示。置 $1\frac{1}{2}$ 吋鐵釘尖端於中心線如第三二七圖所示而用錘擊之使兩半每端均成一凹口備作裝置於鑄床床頭床尾頂心之地

位。膠合則半之兩端各半吋並用鉗夾住之。膠合前應注意使其兩端部及兩側部均各齊平

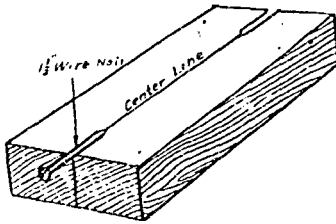


圖 三 二 六

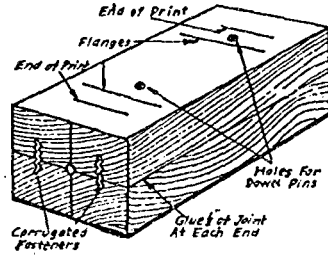


圖 三 二 七

。在兩端部各嵌入二金扁波文釘，視第三二七圖，其地位應鄰近於端部之中心，但亦不可過近致妨礙床頂心。嗣將一盤釘逐一擊入端部孔內以驅除膠質，因膠質一經粘固則在機床上將無法就其中心旋轉也。

安裝合釘 (Doweling) 合釘孔應於工作物攪成圓柱形前鑽就俾可垂直於接合面。合釘之地位應能表示其部分自何方向接合。如擬安置合釘於如是地位使兩部份可自兩方向中任何之一接合者則恐自兩方向皆不能使其接合準確。如型心座係非甚小者最好置一合釘於型心座內又一合釘於模之本體內如第三二八圖所示。如不欲置於型心座內，合釘亦可均置於本體中心線之兩邊。兩合釘應在可能範圍內置於相距最遠之處以防當合釘及

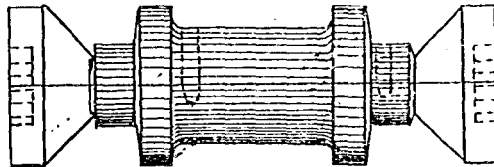


圖 三 二 八

其孔磨耗後向兩側滑流。在工作物之一面繪劃模之區分線以顯示其地位，鑽孔時孔貫通上半並深入下半約 $\frac{1}{2}$ 吋。合釘無須均在攪削前插入，可先膠合一釘於孔內使其深入足數

將模面磨削光滑。合釘材料應與用以製模者相同，合釘常應插入有底之孔以防被擊墜入至正當高度之下，並應當置於上型櫃部份之模內。

應注意各點。 當在鑄床上對工作物中心時須嚴切注意床頭頂心之齒尖 (Spur) 嵌入其端部分離線所留之小孔內。第三二八圖表示業經鑄就之模將自鑄床取下。在取下前，應磨削使光滑並以砂紙研磨之，但須注意勿使砂紙與模之銳角接觸，否則角將成圓而工作以毀。對於松木，在鑄床上應僅用最細之砂紙如第 1 號及第 2 號者，且砂紙須不停

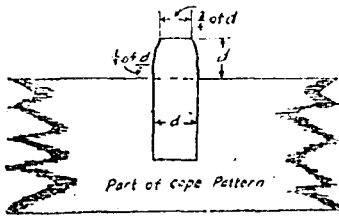


圖 三 二 九

留於工作物之一處但須向左或右徐徐移動，意即自一端至又一端，以免在木面上磨成低窪。如刮刀係輕握持如是銳利使可刮削自如迄不需要壓力者則砂紙僅須稍觸工作物。在取下後，鋸去廢料，用鑿修整兩端使正確，並用砂紙研磨使光滑。按照第三二九圖所示之適當比例製作合釘，膠合合釘於孔內後清除多餘之膠。當製型者在鑄工廠用模時此項合釘將常使配合之部對準而不偏斜。

留於工作物之一處但須向左或右徐徐移動，意即自一端至又一端，以免在木面上磨成低窪。如刮刀係輕握持如是銳利使可刮削自如迄不需要壓力者則砂紙僅須稍觸工作物。在取下後，鋸去廢料，用鑿修整兩端使正確，並用砂紙研磨使

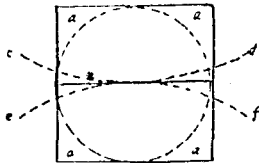


圖 三 三 零

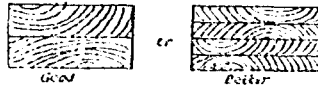


圖 三 三 一

需要耐久之構造。 此模之構造可為 1 吋木料兩塊所製成如前所述，但兩半模之趨勢每漸在分離線變成弧形如第三三零圖 cd 及 ef 兩虛線所示。其所以致此之故係因在鑄削時曾於 aaaa 處除去木料甚多，其暴露於外之新面原在木板內較分離線為深。此等較為深藏之木纖維一經暴露必致細胞收縮較甚而強與木板向所示之方向翹曲，其翹曲之多寡則視年輪產生之地位而異，亦視澈底乾燥之程度而不同。

因此，如模係僅供臨時使用者可爲前述之構造；如經久及不變形係需要者製此模之兩塊木料應各以較薄之料膠合成之，優良者用板二，更佳者用板四，其年輪產生之地位亦應反置如第三三一圖所示。如此構造不特因薄板乾燥較爲均勻而澈底，且因所膠合各板之翹曲趨勢可互相抵消，加以膠合數板可增強其所合成之塊，足使其較同大之整塊爲堅而強。

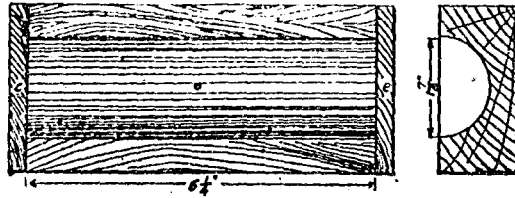


圖 三 三 二

型心徑。 因此模之型心係形圓而直，僅需半徑如第三三二圖所示。在將型心徑木料區劃及工作如對於第三一四圖及第三一五圖所述後截割 a 之兩端並使其端部成拔模斜度每呎 4 吋。膠合而加釘端板 c 及 c 於兩端，端板可爲厚  $\frac{3}{4}$  吋者。

完成工作， 塗橙黃色蟲膠漆片二層，每次俱用砂紙研磨如前述。最後按照標準習慣塗顏色蟲膠漆片一層。

#### Ⅱ. 連繫方法

1. 膠合。 模之構造用膠 (glue) 之處甚多；對於膠之選擇及使用方法，製模者亦應有充分之知識。凡模內各部之接均應以膠合之。

釘之使用， 除釘之所在可完全與鑿削及成形所用之工具不相妨礙或因膠合而用釘外，模之構造中應以不用釘爲原則。用釘之惟一利益係使工作加速，因當膠在乾燥過程間釘可替代螺旋銼或弓形銼。然釘之効用常不愜意，以當尖端貫通上塊時輒有小薄木條自上塊之下面破裂而下突，反具分開兩接合面之趨勢，與供給應需壓力之螺旋銼不同。

膠之種類， 製模工作應僅選用傢俱匠所用皮膠，骨膠或魚膠之上等者或，更佳，

用最上等之白膠。白膠爲精製膠，常分兩種：(1) 透明者及 (2) 不透明者，第一種係未加他種物質之白膠。第二種，較第一種爲白，係攙有白堊或其他礦物之白膠。此項加增並不減低膠之粘質但使其凝結較易而乾燥較速。臍是之故，第二種白膠不適用於大面，以第一副所敷者在全部完成之前已開始凝結。惟對於小或中等面則無此窒礙，故小或中等面宜用不透明之白膠。

**調製，** 優良之膠可收藏於任何溫度之室內歷久不變，但一經蒸化甚易敗壞。多一次蒸化必遞減其粘性，故膠應常用新者或近於新者。多量之膠不能於二三日內用盡者應不可一次蒸化。

蒸化須於特備之正式膠鍋內爲之。正式膠鍋分內外兩層，內層裝膠，外層裝水。蒸化時膠內亦須對水，水量與膠量之比率不能以數字規定。有數種膠，尤其低等者，需水較上等者爲少。按之習慣，將膠填塞於鍋內後加敷足之冷水以蓋滿爲度。次裝冷水於外層鍋內，用火煮之使膠全化。蒸化後膠將自刷或漿流下甚不和而清澈，蒸化之膠應流動自如而不後退及積聚爲隆起物或凝塊於刷或漿之端，但須不稀薄至弱而如水。

如膠係太濃厚，任何壓力不能使膠合而密結，太稀薄則接合處又有不能堅固之虞。蒸化及溶解新膠須用冷水。熱或沸水每使膠粘成纖維，將需其久之時間以蒸化至均勻而不和之密度。蒸化時應嚴切注意外層鍋內不可缺水。縱經乾煮，內層鍋內之膠將被燒焦或燒傷致使全體論爲廢物。在裝新膠重蒸前須將鍋內之此項廢物洗清。調稀使達適宜密度所需之熱水應自外層鍋內取給。冷水常使溫度冷而致有再熱之必要。

**敷膠，** 在冬令，除工作處係溫和且絕對無氣流外，須於敷膠前將木烤熱以防木面寒冷致膠不能凝結。妥善製作之接合以乾燥至能將螺旋銹除去應需時間係 4~6 小時。

對於薄件上之大面有時發生困難。當敷膠時此大面因受溫而膨脹每致其邊彎曲而自接合之對面拉開。接合之對面亦生同樣作用，惟向相反之方向拉開。在此種場合切勿用外層鍋內之水濕此薄件之背面，但應加速敷膠並隨即將件置於預先特備而已加熱之兩厚而強之板內。用儘量可置之多數螺旋夾夾持之，使其留存於夾內至兩外熱板吸盡膠所放出之濕氣始已。如屬可能，此項夾持應爲 24 小時或 48 小時，更佳。

凡模內薄件之膠合應首先爲之，因在其徐徐乾燥之時間內可從容製作模之他部。在膠合後再乾燥或使乾去此水決將扭歪懸曲或翹如此處理之件。膠內所含水分係不歡迎而無可避免之物，惟按照上述方法工作始能除去之。

凡兩木之端部須膠合或木紋之一中斜安置於接合而使端部細胞須受膠者，此端部或半端部之接應先敷膠一薄層，厚約用於正式膠合者之半，而使其乾燥。此層薄膠將引起木紋而使接之面粗糙，待其乾燥後須輕輕而小心用鋒利之鑿刮平之。於是端部之張開細胞悉爲乾膠所填滿，此接始可膠合，膠將留住一如平常接內。

### 2. 夾住：

螺旋夾之使用。 凡製模之膠合工作大多須用第二五六圖所示之螺旋夾，對於螺旋夾之構造及使用法似於此處有說明之必要。每夾以四部份組成之，其二部份爲牙，又二部份爲軸。凡夾住均須以端軸爲之。中軸或稱調整軸係作用如兩牙之支點，而端軸或稱外軸實司桿率與壓力。

欲閉固螺旋夾以適應大小工作不可將二軸先後旋轉。應用左手緊握中軸之柄，右手緊握端軸之柄，伸直兩臂而將夾拋旋，至向內或向外則須視間或固而定。如此則各軸可維持於適宜之相對地位而兩牙亦可在任何距離保持平行。

壓力之調整。 當夾住寬而時須注意使兩牙施於正在膠合件上之壓力全長相同。如屬不合，可將中軸放鬆或收緊以調整之甚易。如前所述，中軸係調整軸並用作支點，原非用於夾住者。將兩牙調整至均勻壓力後旋轉端軸使遠兩牙能耐之極限壓力，再檢查夾與工作物間之壓力是否均勻。如否，放鬆端軸並視情形所需放鬆或收緊中軸以再調整之。

第四章 組合模及平背模。

A. 組合模 (Built up Patterns).

1. 副軸皮帶輪 (Countershaft Pulley).

1. 對於特別尺寸者之構造，對於特別尺寸皮帶輪之構造常為製模廠工作之一部份製造此種木模時其輪圈應用多數厚  $\frac{1}{4}$  吋之小段膠合成之。為便於逐步解釋此項工作計，可取如第三三三圖所示之皮帶輪以作實例，並假定直徑為 20 吋而面寬為 6 吋且須配合於直徑為  $1\frac{1}{2}$  吋之軸。輻腹 (Web of arms) 之直徑係 5 吋，輪轂之直徑在端處者  $3\frac{1}{2}$  吋而在輻處者  $3\frac{1}{4}$  吋。

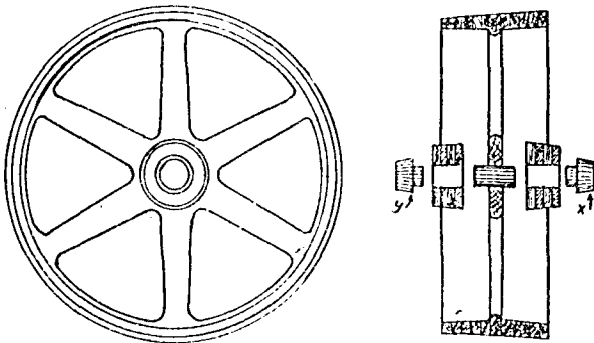


圖 三 三 三

尺寸內之裕度，輪圈所需修整如僅限於面及邊則對於面及邊須各予以裕度  $\frac{1}{8}$  吋，於是模之外徑應為  $20\frac{1}{8}$  吋而其面寬應為  $6\frac{1}{8}$  吋。在修整裕度外尚須加入拔模斜度，在圈外者應為每呎  $\frac{1}{4}$  吋而在圈內者則須為每呎  $\frac{1}{8}$  吋。輪圈厚度之在最薄邊者係  $\frac{1}{4}$  吋，內外既加拔模斜度則在輻處將為厚  $\frac{1}{4}$  吋。輪圈內徑之在輻處者將為  $19\frac{1}{8}$  吋。



2. 輪幅，此皮帶輪應有直幅六條。幅之厚度在腹處者應為  $\frac{1}{2}$  吋而在輻處者  $\frac{3}{4}$  吋。幅之寬度在腹處者應為  $1\frac{1}{2}$  吋而在輻處者  $1\frac{1}{4}$  吋。在幅與腹或輻之交接處，均應予以內圓角。

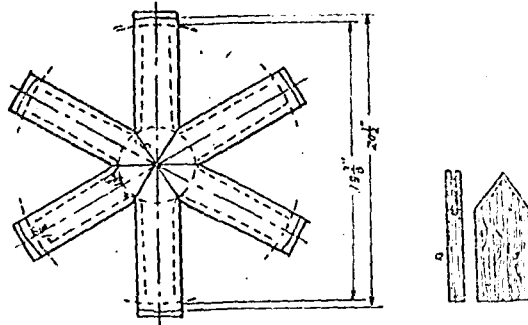


圖 三 三 四

接筴，須將輪幅六條，各長  $10\frac{1}{2}$  吋寬  $2\frac{1}{2}$  吋厚  $\frac{1}{2}$  吋小心配合，如第三三四圖所示。配合後將各接合面均塗刷以膠，待其乾燥後用銳利之鑿小心刮之使光滑，並用鋸各作一槽口，如第三三四圖 a 所示。用於此項槽口內之筴舌應較  $\frac{1}{2}$  吋稍短，其木紋須與交接線成直角俾可利用筴舌之最大強度。

六幅應先膠合成兩部份，各為三條；待其乾燥後，如屬需要可易再配合並膠合為一。

區劃，次步工作係以六幅之交點為中心點繪一直徑 5 吋圓之周以代表幅腹，並繪一直徑 20  $\frac{1}{2}$  吋之間周以代表較在輻處輪輻外徑大直徑  $\frac{1}{2}$  吋之間周。用分規小心將此 20  $\frac{1}{2}$  吋間周等分為六弧，使其所分點之位置適在或近於幅之中線。就此六點各繪一半徑線以連接於中心點。此項半徑，視第三三四圖，係各幅之中線。

將 20  $\frac{1}{2}$  吋間周外之輻端鋸去，自中心點再於六幅上繪三四周使其直徑較輻之內徑至少小  $\frac{1}{4}$  吋～在現例中可為 19 吋。在此等弧上自輻之中線向左右各測度  $\frac{1}{4}$  吋，並在

代表腹之圓周上自輻之中線向左右各測度  $1\frac{1}{2}$  吋；連接此項測得之各點自腹至輻，視第三三四圖，於是在腹處之輻將為  $1\frac{1}{2}$  吋而在輻處者  $1\frac{1}{2}$  吋。

輻端之寬度通入輻者應為約  $2\frac{1}{2}$  吋，輻端截面之兩側應與輻之中線平行。連接輻側與腹之圓周半徑須能使所成之弧與兩輻及腹均相接觸。連接輻側與輻之弧須為如是之半徑便可與輻相切而同時亦與代表輻內徑之  $19\frac{1}{2}$  吋弧相切。凡上述之線係均如第三三四圖虛線所示。

**成形**，輻在此時已可在帶鋸機上鋸制成形，所應注意者所鋸制之處須適在線外俾各輻可保持十足尺寸及厚度。鋸制成形後兩側須修飾光滑俾使無鋸痕。嗣將輻自腹起向極外端拔梢使極外端之厚度為  $\frac{1}{2}$  吋，所應注意者各輻兩面之拔梢自腹至輻均應均勻。

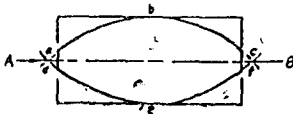


圖 三 三 五



圖 三 三 六

輻全長中任何點之完成形應顯示如第三三五圖所示之截面。將此截面用 A B 線等分之；在 a b 處及 c d 處向外各測度  $\frac{1}{2}$  吋，並用分規試探以得可切於輻面而同時通過 a d 及 c f 之中心點，繪兩圓弧 a b c 及 d e f。在除去兩面圓弧外之廢料後用砂紙小心將 a c d f 等角磨圓，所應注意者不可減少任何點之輻寬。其最後之形將為如第三三六圖所示，此可予輻以強而堅之邊，且當被錘實於枋內時將不致破碎或片裂。

**3. 輪輻構造**，對於製造輪輻，一直徑  $20\frac{1}{2}$  吋之木平面板係屬必需之件。木平面板之用於現模者僅為厚  $\frac{1}{2}$  吋之板一塊，背面用木螺絲螺寬  $8\frac{1}{2}$  吋厚相同之木一條。鐵床之平面板即釘於此  $8\frac{1}{2}$  吋木條，全木平面板即可在鐵床上攪削至應需尺寸，對於其面尤須攪削平整因小段之第一層即膠合於其上也。

小段第一層及平面板之間應夾以紙條俾完成之輻可易自平面板取下。

全輻計分六小段，每小段各分十一層，故所預備之木料應為足敷小段長度之  $\frac{1}{2}$  吋板

66 塊。堆集而用帶鋸鋸割時每次可至少四塊。

小段應為外直半徑  $20\frac{1}{2}$  吋而內直徑 19 吋，使其寬度為  $\frac{7}{8}$  吋而其長度較外半長者 1 吋。木料之紋應與小段之弦平行。

將第一層裝配而膠合於木平面板，兩者間夾以紙條，並用數小螺絲鉄緊夾之。因小段之貼切於平面板者僅為約厚  $\frac{1}{8}$  吋，不可用任何釘類。當膠乾燥後～可為一小時～，從此平面板於撥床而小心擷削小段之面使正確，並擷削小段之內邊使成適當之直徑及拔模斜度。

在擷削第二層前將厚  $\frac{1}{8}$  吋之木料六塊，不用紙，膠合於平面板使其緊接小段第一層以防第一層鬆動。此項木塊不可膠合於小段。任何此種工作均不應用釘。嗣裝配而膠合第二層，待膠乾燥後擷削其面及其內邊一如第一層。此時不可擷削外邊，惟最好用鉛筆或鑿尖劃示多餘之直徑以便安排他層同一中心。嗣以次膠合第三第四等層，對於每層之膠合俱須用螺旋鉄一如第一層。各段間之接符不可上下相同但應逐一左右交錯俾可予小段以最大可能強度。

在膠合數層足以組成小段達幅邊後～現模為五層～暫時固定各輻於應在之地位，並膠合幅端間之小段。移去各輻，擷削輻之內邊至完成直徑及拔模斜度，並用砂紙研削使光滑。再將各輻裝配而膠合於輻。並將用於輻外端之內圓角修整使可配合於輻之內面。

對於輻之其餘五層應同樣膠合，但其內邊可於膠合各層後同時擷削。輻之外邊應擷削斜直使其最大直徑在貼切平面板處。此最大直徑應為  $2\frac{1}{2}$  吋，至輻之外邊包括修整在內須為直徑  $20\frac{1}{2}$  吋，故備作拔模斜度者為  $\frac{7}{8}$  吋。

砂型之分型面應與輻之一邊齊平而下突至輻內輻之中線處。此予輻之一邊以較普通為多之修整金屬，但如輻面為中突者～即向兩方向拔梢者～則當因拔模將上型提開時欲得圓滿之提起將甚困難。

1. 散殼之使用，為保證提起極意計應將上型殼製成散件俾殼能與上型同時提起。在製作任何模時最好如是安排其部份使可隨時更換以應數尺寸之需要。即令此皮帶輪係作為某種設備之標準件者。有時亦可用於他處或需較大之軸較長之殼。為適應此項狀況

計可將殼及型心座製成散件。

現模之皮帶輪意在配合  $1\frac{1}{2}$  吋軸者，型心座  $x$  及  $y$ ，視第三三三圖，應為直徑  $1\frac{1}{2}$  吋俾其金屬  $\frac{1}{8}$  吋可資刮去以配合於軸。殼應自整塊木料製成，使其木紋與殼之長度平行。取  $4 \times 4$  吋木料而鋸其兩段使各長  $2\frac{1}{2}$  吋。帶鋸之成直徑  $3\frac{1}{2}$  吋之圓形，並就其中心點鑽成  $\frac{1}{2}$  吋孔。套此兩段於小軸，鋸削其一端至直徑  $3\frac{1}{2}$  吋，自此端放火作成拔模斜度每呎約  $\frac{1}{4}$  吋，兩殼之長度應各為  $2\frac{1}{2}$  吋。

內圓角 (Fillet)，內圓角應不鑿成於殼之大端，因如是鑿成之內圓角甚易破碎，且如殼係直者可較易加入薄片使殼增長。

5. 型心座，型心座之習用將於歐段標準型心節詳述之。

II 標準皮帶輪 (Standard Pulleys)，

1. 構造方法，構造之方法悉視鑄件之數目及需要之複雜以為轉移，皮帶輪固如是，大多數之他種模亦莫不如是。現所解釋者為製皮帶輪型之數種方法及其應需之模。

鐵網模，當大量製造用於天軸之標準尺寸皮帶輪時應用為殼，幅及單獨鐵網所合成之骨格模 (Skeleton Pattern)。此鐵網之寬度係中庸者，但可用以鑄成任何應需寬度之輪面。

2. 網之母模，

冷縮裕度，當製用以鑄造鐵網之木模時，應予此項木模以同樣之注意。因此為母模，在得所需鑄件前將冷縮二次；第一次為鑄成鐵網所受之冷縮，第二次為自鐵網造成鑄件時所受之冷縮。再者，此模須有修理裕度是敷擬削鐵網模之內外兩面及皮帶輪網之外面。

假令此模係為 2 呎直徑皮帶輪所製者則單次之普通冷縮裕度可由冷縮尺自動加入。但在現例中此項裕度須加一倍。於是木母模之直徑如以普通尺計將為  $24\frac{1}{2} + \frac{1}{8} = 24\frac{5}{8}$  吋，如以冷縮尺計將為  $24 + \frac{1}{4} = 24\frac{1}{4}$  吋。因所需之面應甚光滑且全免空隙，須予鐵網模以直徑  $\frac{1}{4}$  吋，即周圍  $\frac{1}{2}$  吋，俾得修整外面，並須予皮帶輪以直徑  $\frac{1}{4}$  吋，即周圍  $\frac{3}{8}$  吋，俾亦得修整外面。於是木母模之直徑以冷縮尺計應為  $24\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = 24\frac{5}{8}$  吋。

如完成皮帶輪之厚度係  $\frac{3}{4}$  吋，加以鐵圈模內面之修整裕度  $\frac{1}{4}$  吋，則木母模之內徑應為 23 吋而木輪之厚度應為  $\frac{3}{4}$  吋，均以冷縮尺計。

**構造，** 此木輪模須與上段所述之模同樣在木平板上組合成之。每層各分六小段，裝配，膠合，每段並用三螺絲釘夾住，直至其寬度達 6  $\frac{1}{4}$  吋為止。

嗣將此組合之模鑿削至上述尺寸，不作任何拔模斜度。鑄工廠可用此模鑄成任何寬度之鐵圈，其使增加寬度之法係先按常法置砂鑿實嗣將模拔出一部份再添砂鑿實使與模邊齊平。

同時應供給製型者以木料至少四塊，各約長 3 吋寬 2 吋厚  $\frac{3}{4}$  吋俾埋入於分型面處木模外之砂內以鑄成圈周之耳。此項耳係備作當修整時夾此鑄件於平板之用，至原鑄件之寬度應是敷於鑄床工作完成時可將此項耳割去。

嗣將製成之鑄件鑿削至平常模應需之尺寸，意即按照冷縮尺測度使其內徑為 23  $\frac{1}{4}$  吋。外徑為 24  $\frac{1}{4}$  吋俾皮帶輪之外徑經最後修整可為 24 吋。最後應於輪之一邊附近處鑽相對之孔二轉可鉤吊入鉤以資拔模。

**3. 輪輻，** 輪輻常以木模為之，木模每面中心處各有一合釘孔備為連繫散轂之用。所以將轂作成散件之目的，如前所述，係在可變更其長度及直徑以適合輪之寬度及皮帶輪所在軸之直徑。

**形式，** 凡皮帶輪之輻均應形直。以其所予整個皮帶輪之強度較大。直輻之傳動及抵抗功率係較同尺寸而彎曲之輻大至少三分之一。各種彎曲及奇形之輻現僅用於裝飾物品及其輕工作。

**尺寸，** 輪輻之數，除在其小皮帶輪內常用五條或僅用四條外，應為六條。輪輻之尺寸大小不一，悉視皮帶輪之用途及所運轉之機械重量以為差。按照慣例，皮帶輪之各項尺寸應由設計者供給。

#### **4. 提型板。**

**使用，** 在用上述之模製型時製型者將需一提型板。提型板係使固定於上型框之頂，可資以提起砂型之中部而使不致遭遇墜落。

木模，此提型板可用如第三三七圖所示之 $\frac{1}{2}$ 吋木料六塊，第三三八圖所示之 $\frac{1}{2}$ 吋木料六條及直徑 $\frac{1}{4}$ 吋之圓木料三件組成之。鑄成而裝配後其鑄件將為如第三三九圖所示。



圖 三 三 七



圖 三 三 八

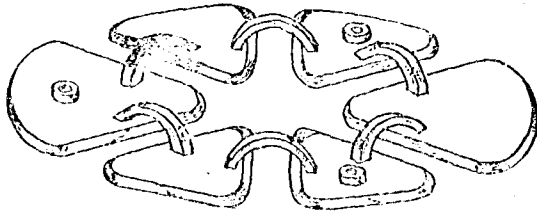
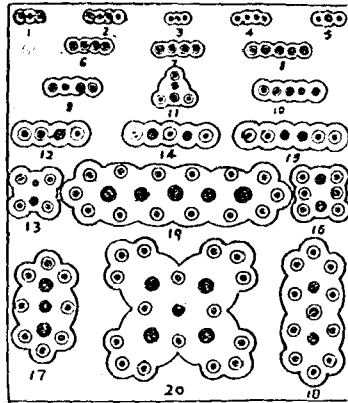


圖 三 三 九

5. 殼，殼之直徑常為輪徑之二倍。在現模中為二半殼。此二半殼，分置在模之兩面，常為散件而各由一取合釘連繫於中心地位。殼之內徑應足配合於所當在之軸，而其長度則須與軸之寬度及木體直徑成適當比例。殼之寬度應等於 $\frac{1}{2}$ 軸之寬度，但用於定輪與遊輪者係在例外。定輪與遊輪之殼之長度應較軸之寬度稍長，在接觸邊可伸出 $\frac{1}{4}$ 吋而在外邊可伸出 $\frac{1}{2}$ 吋。

6. 起模板 (Rapping and Lifting Plates)，當在型腔內製型時將砂鑄實於模之周圍。鑄實後須將模自砂內拔出而不妨害砂型或損傷木模。苟非有起模板嵌入模內而連繫之則製型者必將以尖頭起模桿 (Lifting Pin) 趕入模內而輕敲桿邊使模與型砂相離。於是木模將易被損壞。

第三四零圖表示起模板一套，可由鑽成多數小孔以裝配於木模內，板之頂面應與模之分離而齊平。起模板與木模之連繫係以埋頭木螺旋為之。每板有一無螺紋孔，可插入一敲桿 (rapping pin) 以震動木模使脫離型砂；又有一有螺紋孔，可旋入一如第三四一圖所示之起模桿以自砂型內提起木模。在將板連繫於木模前應於有螺紋孔地位下鑽一孔約深 $\frac{1}{2}$ 吋俾起模桿之端當旋入板內時不致觸及木模。

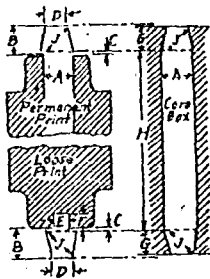


圖三四零



圖三四一

安置，對於小模有一起模板已足敷用，並應如是安置使為起模而設置之孔適居於全模重心之上。此可防阻模自砂內拔出時傾側。但如模之一部份係在重心之外者，此部份由其天性將較其他部份抵抗被拔更甚，則起模板應置於重心之外而就向模之此部份俾拔模之施力點得切近於阻力之合成中心。對於中庸尺寸之模應裝置起模板二塊俾模可自二相對邊同時提起。對於更大模應用起模板三塊或四塊，其目的在予以如是圓滿之控制使於拔模時能不損型砂。



圖三四二

6. 標準型心座，四柱型心座之標準尺寸迄尚未經普遍習用，但美國製模業聯合委員會曾建議一種標準，為經濟計頗堪採用。該委員會之建議原為金屬模鑄而作，但用於木模亦甚相宜。第三四二圖及附表所示即為該委員會所建議之標準。其中之要點係上型框座與下型框座相同及型心長度與座之長度相稱一意即如 H 增長 G 應比例增長。附表並顯示型心直徑與其他尺寸之關係。

型心座具有標準拔梢及長度者之價值

係甚明顯。此形能在型心匣之一端製成，機械製作之型心並於砂輪架研磨至標準角

A	B	C	D	E	F	G	H	J
<del>3</del>	<del>17</del>	<del>1</del>	<del>11</del>	<del>1</del>	<del>3</del>	<del>15</del>	<del>1</del>	88°
<del>16</del>	<del>64</del>	<del>32</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>1 2</del>	
<del>7</del>	<del>19</del>	<del>1</del>	<del>13</del>	<del>1</del>	<del>3</del>	<del>17</del>	<del>1</del>	88°
<del>32</del>	<del>64</del>	<del>32</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>1 2</del>	
<del>1</del>	<del>21</del>	<del>1</del>	<del>13</del>	<del>1</del>	<del>3</del>	<del>19</del>	<del>3</del>	85°
<del>4</del>	<del>64</del>	<del>23</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>1 4</del>	
<del>9</del>	<del>23</del>	<del>1</del>	<del>7</del>	<del>1</del>	<del>3</del>	<del>21</del>	<del>3</del>	85°
<del>32</del>	<del>64</del>	<del>32</del>	<del>32</del>	<del>8</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>1 4</del>	
<del>5</del>	<del>25</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>23</del>	<del>2</del>	85°
<del>16</del>	<del>64</del>	<del>32</del>	<del>4</del>	<del>16</del>	<del>16</del>	<del>64</del>		
<del>11</del>	<del>27</del>	<del>1</del>	<del>9</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>25</del>	<del>2</del>	85°
<del>32</del>	<del>64</del>	<del>32</del>	<del>32</del>	<del>16</del>	<del>16</del>	<del>64</del>		
<del>3</del>	<del>15</del>	<del>3</del>	<del>19</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>27</del>	<del>1</del>	85°
<del>8</del>	<del>32</del>	<del>64</del>	<del>64</del>	<del>16</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>2 2</del>	
<del>13</del>	<del>1</del>	<del>3</del>	<del>15</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>29</del>	<del>1</del>	81°
<del>32</del>	<del>2</del>	<del>64</del>	<del>64</del>	<del>16</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>2 2</del>	
<del>7</del>	<del>17</del>	<del>3</del>	<del>9</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>31</del>	<del>3</del>	81°
<del>16</del>	<del>32</del>	<del>64</del>	<del>32</del>	<del>4</del>	<del>4</del>	<del>64</del>	<del>2 4</del>	
<del>15</del>	<del>17</del>	<del>3</del>	<del>5</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>31</del>	<del>3</del>	81°
<del>32</del>	<del>32</del>	<del>64</del>	<del>16</del>	<del>4</del>	<del>4</del>	<del>64</del>	<del>2 4</del>	



<del>1</del>	<del>17</del>	<del>3</del>	<del>11</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>31</del>	3	81°
<del>2</del>	<del>32</del>	<del>64</del>	<del>32</del>	<del>4</del>	<del>4</del>	<del>64</del>		
<del>17</del>	<del>9</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>33</del>	3	81°
<del>32</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>4</del>	<del>4</del>	<del>64</del>		
<del>9</del>	<del>9</del>	<del>3</del>	<del>13</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>33</del>	3	81°
<del>16</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>32</del>	<del>4</del>	<del>4</del>	<del>64</del>		
<del>19</del>	<del>37</del>	<del>3</del>	<del>21</del>	<del>3</del>	<del>1</del>	<del>17</del>	4	76°
<del>32</del>	<del>64</del>	<del>64</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>4</del>	<del>32</del>		
<del>5</del>	<del>19</del>	<del>1</del>	<del>23</del>	<del>3</del>	<del>1</del>	<del>17</del>	4	76°
<del>8</del>	<del>32</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>4</del>	<del>32</del>		
<del>21</del>	<del>5</del>	<del>1</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>9</del>	4	76°
<del>32</del>	<del>8</del>	<del>16</del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>16</del>		
<del>11</del>	<del>5</del>	<del>1</del>	<del>13</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>9</del>	4	76°
<del>16</del>	<del>8</del>	<del>16</del>	<del>32</del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>16</del>		
<del>23</del>	<del>21</del>	<del>1</del>	<del>27</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>19</del>	4	76°
<del>64</del>	<del>32</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>32</del>		
<del>3</del>	<del>21</del>	<del>1</del>	<del>29</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>19</del>	4	76°
<del>4</del>	<del>32</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>32</del>		
<del>13</del>	<del>23</del>	<del>1</del>	<del>31</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>21</del>	5	76°
<del>16</del>	<del>32</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>32</del>		
<del>7</del>	<del>25</del>	<del>1</del>	<del>33</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>23</del>	5	76°
<del>8</del>	<del>32</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>32</del>		
<del>15</del>	<del>25</del>	<del>1</del>	<del>37</del>	<del>3</del>	<del>3</del>	<del>23</del>	5	76°
<del>16</del>	<del>32</del>	<del>16</del>	<del>64</del>	<del>8</del>	<del>8</del>	<del>32</del>		

1	$\frac{55}{64}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{37}{64}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{25}{32}$	5	76°
$\frac{1}{4}$	$\frac{59}{64}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{53}{64}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{27}{32}$	6	76°
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{31}{32}$	6	76°
$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	6	76°
2	$\frac{19}{32}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$	6	76°
$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	8	76°
3	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{16}$	8	76°
4	$\frac{13}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{32}$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{11}{16}$	10	76°

度。如是設備之鑄工廠當能配合型心座一對於模，且壓置砂心之上型框端必可確與座型相合。此亦可使製模者節省於每次需要時擬削座一對之費用。如無標準可循則製模廠之有工匠十數名者將製成十數種尺寸之圓柱型心座。而在鑄工廠內將費甚多之時間以鑄型心使適合於座型。

庫存尺寸。 如知模將送入何處鑄工廠者最好預先探明該鑄工廠對於圓柱型心是否有標準。如有，應按照該廠標準製造型心座。

對於橫置型心之座無須規定標準長度，因在此種狀況下座應具數足長度俾可造座位以

支持型心使不下陷或上升。型心在澆注過程間之向上應變係較因本體重量所致之向下應變為大。

鑄工廠常有庫存乾砂型心，其尺寸多在1吋以上，每種遞加 $\frac{1}{4}$ 吋，即1吋，1 $\frac{1}{4}$ 吋，1 $\frac{1}{2}$ 吋等等。除因型心特長及特重或製型方法特異須變更尺寸外，本編所述各模之型心座均採用第三四二圖附表所示之尺寸。

7. 散件之標記。凡模及型心何之散件及散件之座均應標記連續數字，例如散件第一號將配合於座第一號，散件第二號將配合於座第二號，等等。又當需用左右散件時除應於散件上打印左或右字樣外並應於座上亦打印左或右字樣。為妥當起見製模者對於散件應常用大小合釘各一以防製型者將兩端倒置。

8. 模上之字。鑄模本體均應編號俾可資以識別鑄模及所造成之鑄件。有時須於鑄件上標示製造者之廠名或其他說明。予模以字計有二法：(1) 刻入木或金屬內，(2) 安裝鐵起之字於模面。普通常用者係第二法。

模上之字常為白金製或黃銅製。對於鋼或黃銅鑄件宜用圓面或平面字體，對於灰生鐵或鑄鋼件宜用尖面或變絲字體。小字可用蟲膠漆片粘貼於模，大字須先鑽孔而後用釘固定於模。市場出售之字亦有在背面鑄成尖釘者。

### III. 用大型心製型之皮帶輪

1. 製型法。對於較大尺寸之皮帶輪，正齒輪，繩輪及均衡輪不能用上段所述之木幅鐵網模。第三四三圖表示一六單幅實心皮帶輪之尺寸。在製此輪之鑄型時宜用乾砂型心及轉刮板。對於模之用以鑄雙幅輪者亦可採用此法。

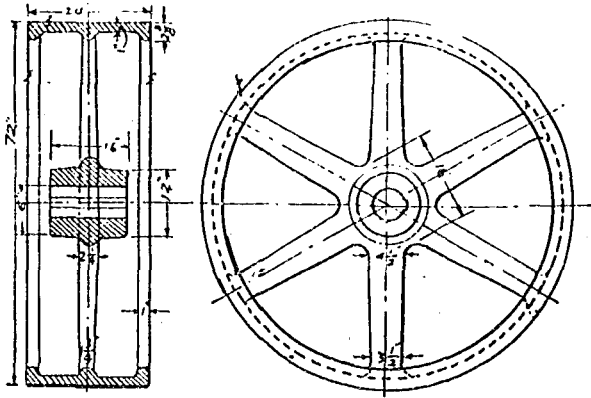


圖 三 四 三

2. 輻型心 先製一輻型心匣，如第三四四圖所示，匣之近身一面係經移去俾可顯示殼及輻模在其應在地位。此匣應用 1½ 吋木料製之，內部深 3½ 吋寬 10½ 吋。一端作成 60 度角而其他端則洞開。使其長度為約 48 吋俾此匣得用於較大直徑之輪。在將此匣妥善螺旋後，於其底面加裝橫條，修整光滑，並塗蟲膠漆片於其內部，

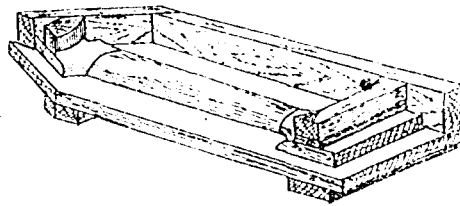


圖 三 四 四

第三四五圖表示經過殼之中心，輻b及模c之一截面，此三部份係分別造成者，故稍予變更即可用於其他直徑之輪。殼a用木料三塊疊置，其最低一塊之厚度係半輻之尺寸而其木紋應與型心匣之長度平行。在皮帶輪之中心處自輻之中心線處劃60度角及輻

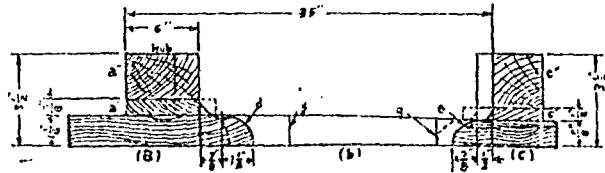


圖 三 四 五

之形式如第三四五圖所示。其他木料二塊 a' 及 a" 之紋應與型心匣之長度成直角；a' 之厚度為  $\frac{3}{8}$  吋，於其外面雕刻內圓角。將此等木料配合於型心匣內並在匣上自中心區劃設外之弧。a" 之外面可在將三塊釘合~非膠合~前用細蠟及砂紙使光滑，但 a' 外之內圓角最好於安裝後始雕刻之。修飾 a 之 d 處使成圓緣，修飾 a 之 f 處使成半橢圓形。

輻模之兩端 c 及其部份 c' 及 c" 用同樣方法製成之，配合此等木料於型心匣內，並區劃弧線以示 c' 及 c" 之內面。c" 之內面應用細蠟或細蠟修整使光滑。於安裝後雕刻 c' 上之內圓角。

將輻 b 削成半橢圓形。將此三部份塗以蠟膠漆片，並用木螺旋連繫於型心匣內。輻須位於匣內之中間。

8. 殼端型心， 次當解釋者為兩殼端之模。輻之型心匣係深  $3\frac{1}{2}$  吋，如予金屬修整裕度  $\frac{1}{8}$  吋則殼之在輻型心匣外者每邊應為  $4\frac{1}{8}$  吋，如第三四六圖所示。

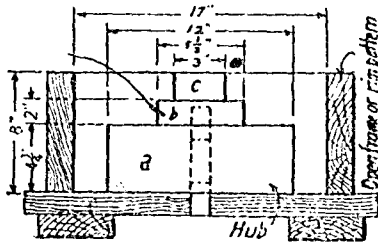


圖 三 四 六

膠合  $1\frac{1}{2}$  吋木料使成直徑 12 吋而寬 5 吋之殼端。先將其一端鉋平，於其中心鑽 1 吋孔，並在用帶鋸機械鋸割至粗則後連繫之於中心有 1 吋圓栓之平面板。鑿削之至應需直徑及長度並予其外面以相當拔模斜度。

此模之型心座能用扁平木料造成之，就其中心裝配 1 吋圓栓。一直徑 3 吋厚約  $\frac{1}{2}$  吋之圓塊 c 應另加而連繫於型心座而與型心座同時鑿削。c 之頂面應與匣框齊平而為

型心之外層。如鑄工廠係備有鐵翻模者可用一鐵翻模以代木模。

4. 突緣型心座，用以製作內突緣之型心座係如第三四七圖所示，其長度應為全

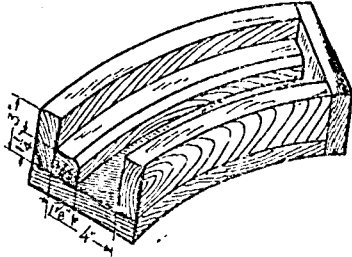


圖 三 四 七

於型心座內如圖示，用以製上內突緣之型。

5. 轉刮板 (Strike)，第三四八圖所示之轉刮板 a 係用厚 1 吋寬 5 吋之木料二塊合成者。指板 (finger board) b 轉刮板間之圓緣，其內端 i 鑄成截面形如第三四五圖之 e 所示。轉刮板 a 之長度係 24 吋，允許輪面每邊之金屬裕度各為 1 吋。

周之十二分之一，即全周計用如是半型心十二件。製模者應將皮帶輪翻製十足尺寸同樣而均分圓周至應需型心數，現模為 12。於是測度其小段即可定徑內之長度，用以製作型心座之木料應為厚 4 吋 c 其他尺寸均註明於第三四七圖內。

鑄此皮帶輪時計需突緣模二，一釘

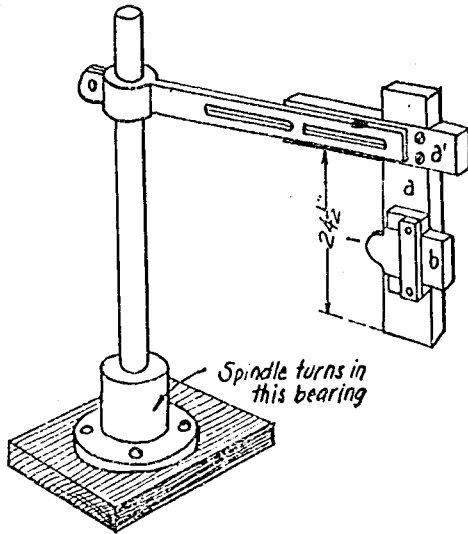


圖 三 四 八

6. 製型法，爲使此模之使用顯明計特將其製型法簡述如下。

在第三四四圖所示之橢型心匣內製半型心十二件，並粘合之使成乾砂橢型心六件。在第三四六圖所示之殼型心匣內製用於上端及下端之乾砂殼端型心各一件，惟對於上殼端應自座 b 向頂切通俾可通開轉軸 (Spindle)。在第三四七圖所示之突緣型心匣內製突緣十二件。

將型匣 a 與轉軸之座 b 同樣埋入地內如第三四九圖所示。轉軸須垂直於地面而型匣 a 之上邊須與地面齊平。鋪製型砂於地面並令成水平。以轉軸爲中心安放下內突緣型心。以木塊 c 支撐安置下殼端型心，及以 c' 與 c'' 支撐安置橢型心於輪面之中間。在緊傍下內突緣之外暫砌一磚牆使高達應需輪面之上邊。向此牆內鋪填製型砂並鏟之使其實，隨將上殼端型心套於轉軸而安置於應在地位。嗣將牆拆去並將轉刮板裝置於應在地位而轉刮製型砂至橢型心之端部。

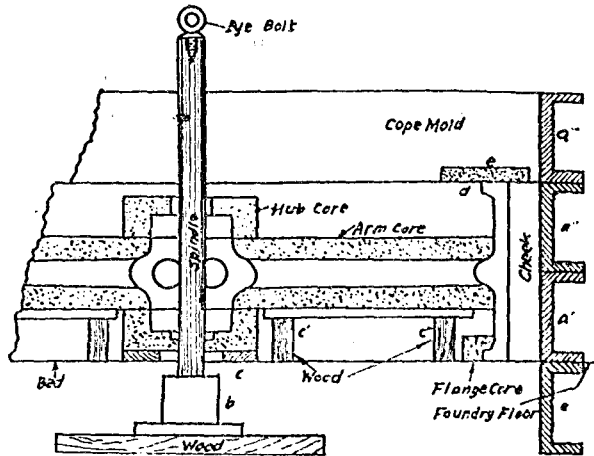


圖 三 四 九

於所轉刮成之型外置一外套，加裝中型匣 a' 及 a''，並向外罩外置砂鏟實。撤去外

套即成模之應需厚度。嗣將中型框移去並將砂面修整使光滑。埋上內突緣揆於砂內之 d 處；抽去轉軸而代以軸孔型心；重安中型框；置平蓋型心於翻型上之 e 處；裝置上型框並置砂鑄實。至砂型內之撒渣孔，灌注孔，溢升孔及灌注穴無需任何製模工作。

若干製型者寧願用乾砂型心以製翻之外面，製繩輪時必用此法。

B. 平背模 (Flat-Back Patterns)-

I. 實形引擎曲柄，

1. 構造， 重引擎曲柄 (engine crank) 木模如第三五零圖所示者應用木料五塊組合而成之，樹心面與樹心面膠合而樹皮面與樹皮面膠合如第三五一圖所示。先製作一面

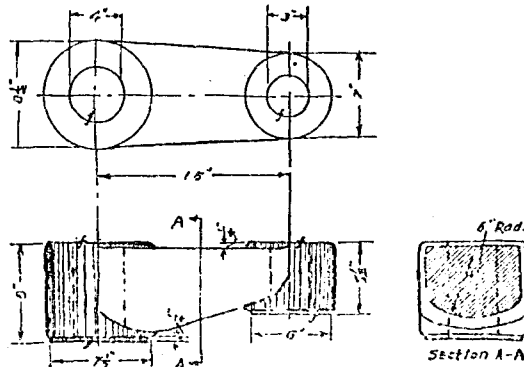


圖 三五零

及一邊為工作面及工作邊。機械剖削其對面及對邊使與工作面及工作邊平行。區劃曲柄之平面圖於木料之一面及其立視圖於其一邊。位置兩孔之中心使其相距 15 吋，就兩面之中心各鑽 1 吋孔。小心帶鋸之至 a 線，視第三五一圖，但留存 b 處之木料以便於鋸割 c 線時仍可維持木料頂面與帶鋸台平行。此留存之木料可於各帶鋸機械工作完成後用鑿除去之。在鋸割至 c 線時鋸台應傾側俾可作成微小拔模斜度 ~ 每呎 1 吋 ~ 於模之兩側。



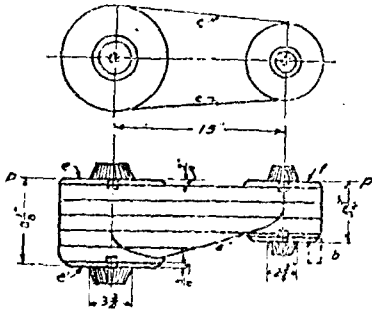


圖 三 五 一

按照標準型心座之尺寸撙削上型框及下型框型心座。殼  $e$  及  $f$  係用厚  $\frac{3}{8}$  吋木料為之。製作一木平面板，於其中心設 1 吋圓栓。殼  $e$  及  $f$  均鑽有 1 吋圓孔。用  $\frac{3}{4}$  吋鐵釘將殼連繫於平面板而撙削之至應需尺寸並使其邊傾斜約 30 度。用釘及膠將殼安裝於模上，須使其孔與模上之孔相合。

第三五零圖之截面表示曲柄在中間 AA 線處之形式。完成模應為如是形式，須用樣板以檢查其圓角是否準確。上型框型心座之合釘應配合緊貼，除確知型心孔不更改外不可膠合。下型框型心座應配合寬鬆俾在錘實下型時能移去。分型面將在模之 PP 線，視第三五一圖，惟上型須稍下突以就圓角。模之類似第三五一圖及第三五三圖所示者均稱平背模；除上型框型心座外無其他部份伸入於上型框內。

## II. 圓盤曲柄

1. 構造，第三五二圖表示一完成鑄鐵圓盤曲柄 (Diskcrank) 之用於 12 吋衝程之引擎者。此曲柄之面，外邊，及軸殼之端部均經修整。軸殼鑽有  $3\frac{1}{2}$  吋孔以配合於引擎之軸，肘栓殼 (Wrist pin boss) 鑽有 2 吋孔以接受肘栓。此曲柄之模須外加  $\frac{3}{4}$  吋以備面之修整， $\frac{1}{2}$  吋以備軸殼之修整，及  $\frac{1}{8}$  吋以備外邊之修整，故模之直徑應為 16 吋圓盤之厚度應為  $\frac{3}{4}$  吋。模之截面係如第三五三圖所示。

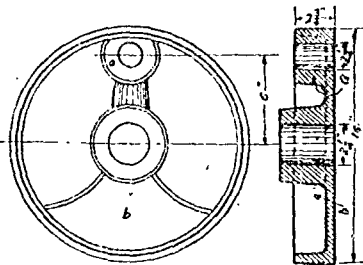


圖 三 五 二

圓盤 (Disk)。模之圓盤或取用六扇形塊造成之，視第三五四圖，圓盤之完成厚

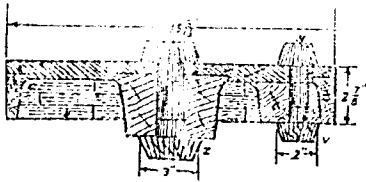


圖 三五三

度應為  $\frac{2}{3}$  吋，如允許  $\frac{3}{4}$  吋為金屬修整裕度則模之圓盤當為厚  $\frac{3}{4}$  吋，在配合後應將每層形塊之各接合邊塗膠並於接合處之外周鑿一槽口而嵌以木條。帶鋸此圓盤至直徑較應需完成模大  $\frac{1}{2}$  吋。於其中心鑽 1 吋孔，並用六片

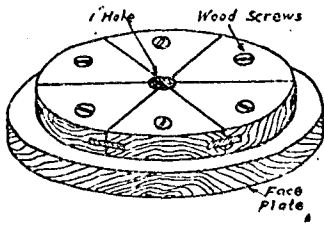


圖 三五四

1 吋木螺旋連繫之於木平板有 1 吋圓栓者，如第三五四圖所示，鑿削槽口於 d 處及低坑於 e 處如第三五三圖所示。

圖。 圓或突緣第一層小段之內邊配合於槽口內，其寬度須足敷造成內圓角 c。圓之其他各層無須與第一層同寬，但須使各小段同厚。其厚度應為  $\frac{3}{4}$  吋，每層六小段。將工作物在膠合每層前安裝於鑄床，鑿削前層之面使整確並使各段距離中心

同遠。小心配合小段並常膠進行乾燥間每小段用螺旋鉗三架夾住之。自每段膠合至鑿削應相間約二小時，故最好利用午刻及黑夜停工時間。

殼，軸殼，肘栓殼及均衡重上之工作應與製作圓盤及圓同時進行。軸殼應用整塊木料鑿削成之。但對於甚大尺寸之軸殼則須用膠合木料，用於軸殼及肘栓殼之木料之紋應與殼之長度平行。

如確知型心孔之尺將不變更，下型框型心座可為軸殼及肘栓殼之一部份，否則宜作成散件。上型框型心座 X 及 Y，視第三五三圖，應鑿附於模俾在將模平放於製型板上而置砂錘實時能將此項型心座移去。

軸殼底闊處之內圓角應自軸殼木塊鑿削成之。如第三五三圖所示。鑿削軸殼係在膠合於圓盤前為之，而其附帶之內圓角則應在膠合後鑿成俾能切合於圓盤之面。

均衡重 (Counterweight) 均衡重可自整塊木料製作成形，或用二  $\frac{1}{4}$  吋木料膠合

而製作之。當鋸此木料成形時應將帶鋸台傾側以得拔模斜度~每呎 $\frac{1}{8}$ 吋。模內面，轉轂及肘栓轂之拔模斜度可與用於均衡重者相同，惟模外面之拔模斜度應不超過每呎 $\frac{1}{8}$ 吋。

內圓角。 當鑄制模之內面時須作成一內圓角如第三五三圖。處所示以連接模於圓盤。圍繞均衡塊及肘栓轂之內圓角可用草製之模。

### III. 內圓角 (Fillets)

1. 習用。 凡模，除最簡單者外，均須用第三五三圖所述及之內圓角。內圓角係由一小四分之一圓弧造成，其半徑常為 $\frac{1}{4}$ 吋以上，視模之大小及內圓角所在之地位以為差。內圓角應置於內角處俾鑄件面之方向可不致急速變更。急速變更方向往往召致弱點。而內圓角可增加鑄件之強度。圓角及內圓角應盡量採用，以其可使砂壘較清潔，金屬流入及流過砂壘較易，金屬沖刷砂在角處者之機會較少，冷卻金屬收縮應變召致罅隙。於角處之機會亦較少。

2. 冷縮效應。 當鑄件冷卻時金屬顆粒排列成行垂直於冷卻之面。如任內方角留存於型內，此角之金屬將被拖曳入件內而成罅隙，如第三五五圖所示。如於此角內置有內圓角則鮮有罅隙者。

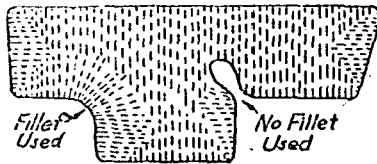


圖 三 五 五

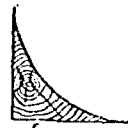


圖 三 五 六

### 3. 種類，

木。 內圓角可為各種材料所製。用於直線角或甚平之曲線角者應為木內圓角，其截面係如第三五六圖所示。對於祇用於一二鑄件之大模，常以板三塊釘於角內而空其中以予砂型以曲線角。如屬需要製型者須修飾此角使光滑。

如可安置而採用，木內角係較經久並應用於任何作為標準之模。

**蠟及革**，對於不整齊之角及對於短半徑之曲線，從前均用蜂蠟製內圓角，但近幾  
 悉用革內圓角替代。革內圓角甚易施用。改樣，及使其自身適應於任何地位與角度。

施用革內圓角之方法係先裁割至應需長度，放置於板上使膠刷能易刷其面，嗣安於  
 角內而將綫縫釘桿 (Dowelrod) 之圓端磨擦之使配合於應在地位。綫縫釘桿須為如是大小  
 使可傳給應需曲度於柔韌之革。待內圓角一經磨就，須即將多餘之膠於其凝結前拭去。  
 拭具可為棉紗頭或破布，先浸於外膠鍋之熱水內後絞之至近乾，惟須注意勿使模之任  
 何部份受濕逾其所必需，對於非受濕不可之部份亦須立即拭乾。如先令所用之膠稍冷而  
 後施用則革內圓角將較柔韌及較易安置而磨擦於地位。甚熱之膠常使革質堅硬而起繃紋，  
 循致難以工作。

**油灰 (Putty)**，對於暫用之模，內圓角常為亞麻仁油與油灰所製。此種內圓角須  
 歷甚多時日始能凝結，但其價值甚低，故頗合此類鑄模之用。

**4. 尺寸**，美國製模業聯合委員會由研究之結果曾介紹各種最合照順冷縮之內圓  
 角尺寸，各該尺寸係如下表所列。

壁之厚 度，吋	鑄件材料	壁之厚度，吋							
		1 / 8 以下	1 / 8 - 1 / 4	1 / 4 - 3 / 8	3 / 8 - 1 / 2	1 / 2 - 5 / 8	5 / 8 - 3 / 4	3 / 4 - 7 / 8	7 / 8 - 1
1 / 8 以下	鐵及銅	1 / 4	..	3 / 8	3 / 8	3 / 8	1 / 2	1 / 2	5 / 8
	可鍛鐵	1 / 8	..	1 / 4	1 / 4	3 / 8	3 / 8	1 / 2	1 / 2
	銅及其合金	1 / 4	..	3 / 8	3 / 8	3 / 8	1 / 2	1 / 2	5 / 8
1 / 8 - 1 / 4	鐵及銅	3 / 8	3 / 8	..	3 / 8	1 / 2	1 / 2	5 / 8	5 / 8
	可鍛鐵	1 / 8	1 / 4	..	3 / 8	3 / 8	1 / 2	1 / 2	5 / 8
	銅及其合金	3 / 8	3 / 8	..	3 / 8	1 / 2	1 / 2	5 / 8	5 / 8

1 / 4	3 / 8	鐵及鋼 可鍛鐵 鋁及其合金	3 / 8	3 / 8	3 / 8	..	1 / 2	5 / 8	5 / 8	3 / 4
-	-		1 / 4	1 / 4	3 / 8	..	1 / 2	1 / 2	5 / 8	5 / 8
			3 / 8	3 / 8	3 / 8	..	1 / 2	5 / 8	3 / 8	3 / 8
3 / 8	1 / 2	鐵及鋼 可鍛鐵 鋁及其合金	3 / 8	3 / 8	1 / 2	1 / 2	..	5 / 8	3 / 4	3 / 4
-	-		1 / 4	3 / 8	3 / 8	1 / 2	..	5 / 8	5 / 8	5 / 8
			3 / 8	3 / 8	1 / 2	1 / 2	..	5 / 8	3 / 8	3 / 8
1 / 2	5 / 8	各種	3 / 8	1 / 2	1 / 2	5 / 8	5 / 8	..	3 / 4	3 / 4
-	-		1 / 2	1 / 2	5 / 8	5 / 8	3 / 4	3 / 4	..	3 / 4
5 / 8	7 / 8		1 / 2	1 / 2	5 / 8	5 / 8	3 / 4	3 / 4	1	..
3 / 4	7 / 8	各種	1 / 2	5 / 8	5 / 8	3 / 4	3 / 4	1	1	1
-	-		5 / 8	5 / 8	3 / 4	3 / 4	1	1	1	1
7 / 8	1		5 / 8	5 / 8	3 / 4	3 / 4	1	1	1	1

## 第五章 經濟製造法及複雜型心法，

### A. 經濟製造法，

#### 1. 用乾砂型心以減機械工作之例，

1. 平板 (Faceplate)：對於某種鑄件雖甚可如是製造其模使易鑄成多數孔隙然有時須以用乾砂型心為得策。凡鑄件之面及其孔應在可能範圍內光潔與正確而不需大量之機械工作者皆宜採用乾砂型心。第三五七圖所示機力攤床之平板係此類工作之一絕好實例。

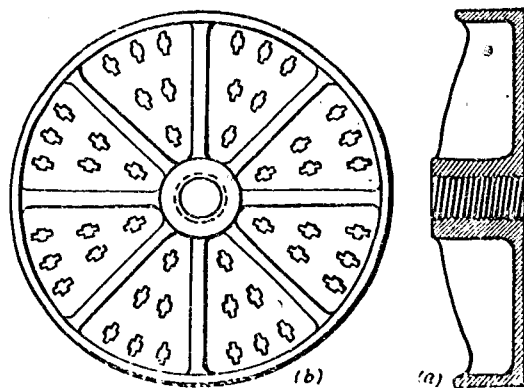


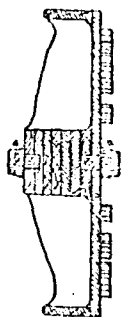
圖 三 五 七

此鑄件之普通模固可置於砂內並自型拔出而使自成之濕砂型心樹立於孔之所在地位，但當灌注金屬而流過此項型心時每將此項脆弱型心之周圍沖刷致使鑄件之孔不整齊或較模內原留之尺寸為小。因此，此項鑄件之孔宜用乾砂型心，因乾砂型心係極堅定並較能抵抗流入金屬之沖刷動作。

型心應在下型框內， 對於須修整之大平面，應令金屬在可能範圍內潔淨而免於砂

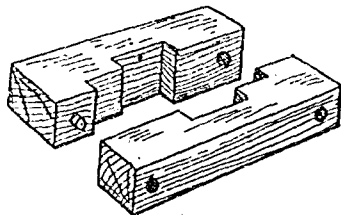
及氣泡。因金屬之比重較製型砂為大，凡或被沖刷下之砂及所產生之氣體必上浮於金屬之面，造金屬凝結時即有被封閉於鑄件內之機會，致使鑄件形狀不整齊。是以對於現述之模，因平面須修整光滑且必為潔淨之鐵應將其面置於型內之下面。為便於裝置型心計，將型心座置於平面上而使座之印像留於下型框之砂內。

構造，腹， 朝及殼之構造係與用於製造圓盤曲柄如第三五三圖所示者頗相類似



圖三五八

。如直徑係逾 2 呎，用以製造胸之木料之紋應與半徑平行。每一扇形塊應配合而螺旋於木平面板，於每二塊間各留 1/8 吋空隙以照顧木料之漲縮。在鑄床工作完成後將肋配合而連於應在地位。製模者應供給製型者一多餘之肋模俾可以用修整砂型。各肋與他部份所成之交接角均用革內



圖三五九

緣角。在殼之兩端，即第三五八圖 a 處，均裝配鐵起模板。用以鑄成乾砂型心之型心匣係如第三五九圖所示。

製型， 製型時將一具有螺紋之桿貫穿上型砂而旋入上型端殼之起模板內。將起模板之上端緊緊於上型框之頂部俾模可與上型同時提起。由輕敲此起模板可將模自砂內妥當拔出。在既將上型框翻轉後。模可自上型內拔出一如常法。如須修整則以有多餘之助模可使是項工作進行較易。

## II. 簡化工作之例。

1. 丁字管接 (T-Pipe Connection)， 甚多鑄模鑄視之似若頗難工作者經稍加研究每能將其分解為若干極簡單之部份而幾可完全在鑄床上造成之。丁字管接，如第三六零圖所示，即為此項工作之一良好實例。此項鑄件之截面，已鑄成螺紋並有一管螺旋於

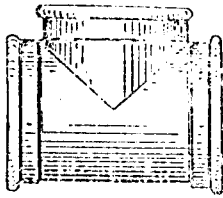


圖 三 六 零  
右手端，係如第三六一圖所示。

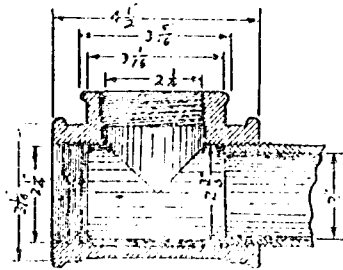


圖 三 六 一

此項零件之完成模係如第三六二圖所示，母帶型心座 a, a' 及 a''，並須為分離式如第三六三圖所示。全模可於機床上一次磨成，如第三六四圖所示，所用木料之準備係與前述用於軸承銅襯之模如第三二五圖所示者相似。

**端部連繫法，** 對於如是膠合之木料，在其兩端應有一種方法以助其成為穩定之接。金屬綑紋釘，可適應大部份之此項需要。有時可於兩端各埋入一平頭木螺旋如第三六四圖 b 處所示，模之形式或需要一木螺旋埋入近於中間之木內，如 C 處所示，以阻其中部為高速時所生之離心力所彈開。

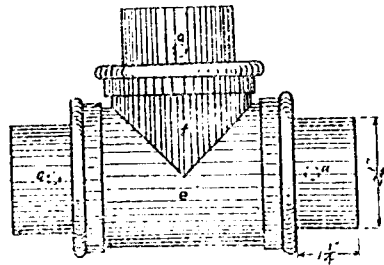


圖 三 六 二

**裝置於機床法，** 在裝置重大分離模於機床時應用一特種金屬機床夾子 (Lathe Dog)

。金屬夾子如第三六五圖所示者每可適應大部份之此項需要。因此項夾子上亦為旋轉工作物之埋頭中心孔所在，故其所用之頂心應為錐形者，並須有一銅栓釘於平面板而嵌入工作物之端部內以推動工作物。當模之部份

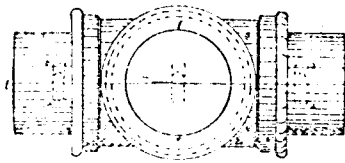


圖 三 六 三



須用數種中心旋轉時可於此種夾子內鑽數個埋頭斜孔。

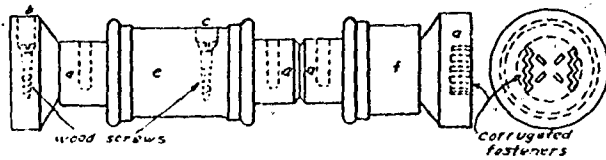


圖 三 六 四

速結，在完成鑄削後僅須將 *e* 部，視第三六二圖，鋸成 *v* 字形口而以 *f* 部配合並膠合於其中。如模係重且大或需特大之強度者，可待膠乾後用釘或嵌入一薄金屬速結板以加強之。

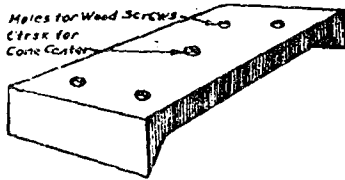


圖 三 六 五

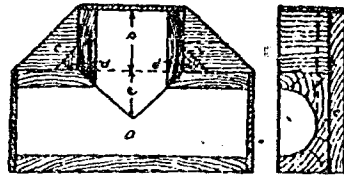


圖 三 六 六

型心匣，用於此模之型心匣，如第三六六圖所示，係一尋常之半匣，且係由一足數 *a* 及 *b* 兩部份之整塊木料製成。此兩部份之連接係由於 *a* 部份鋸一 *v* 字形口而將 *b* 部份配合於其中，其手續係與用於模之本體者相同。嗣將全部膠合而螺旋於木板 *c*，並膠合二三角塊 *d* 及 *d* 於連接角內以增加半匣之強度。如模係用於甚小之管者， $1\frac{1}{2}$  吋或以下，*b* 部份可不接於 *a* 部份之邊如虛線所示，並將 *e* 處之 *a* 面削低使與 *b* 處曲線相同。

a. 肘管接 (Pipe Elbow)，用於 2 吋肘管接之模，如第三六七圖所示，係又一

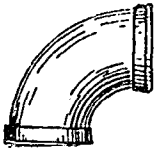


圖 三 六 七

實例之足以顯示由將大部份工作在機床上為之如何可簡化工作及節省時間者。

雙模，因此種肘管接常須大量生產，其模應為雙者，如第三六八圖所示。製此雙模之法先擬削一圓圈如第三六九圖所示，其截面係一半圓，視同圖下右角。將此圓圈擬作四等分段，此四等分段 e, e, e 及 e 即為用於雙模之四半正角灣管。

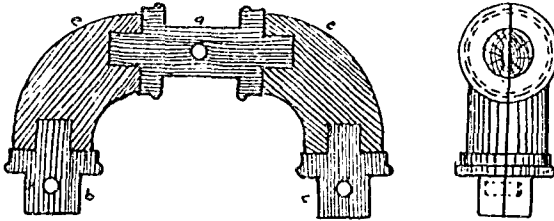


圖 三 六 八

模之端部，包括型心座及接筈在內，係用一整塊木料擬削成之，如第三七零圖所示，至所用木料如何準備及所用合釘如何裝置則均與用於丁字管接者相同，視第三六四圖。將每二四等分段配合而用鉄夾住，於其兩端小心各鑽一孔以接受接筈，嗣將接筈膠合於孔內並用木螺旋加強之，

型心匣，用於雙模之型心匣係如第三七一圖所示，其最難工作之部份可在機床上擬削成之，第三七二圖顯示木料G二

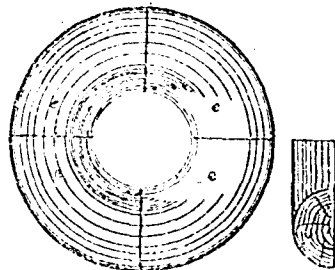


圖 三 六 九

塊被接合，夾住，螺旋於機床之平面板，並擬削成二型心匣用之彎角 C 及 C。直部

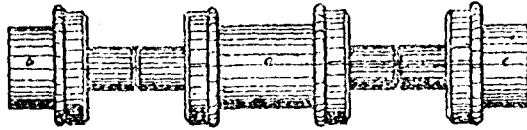


圖 三 七 零

d, d 及 d 係由一長整塊製成，經鋸割至各個應需長度者。嗣將五部份膠合並螺旋於木板 a。最後安裝端板 e 及 o，於是所需之半型心即成。

支持之型心。 為何用於肘管之模應為雙者之又一理由係如非然者型心座將必裂至

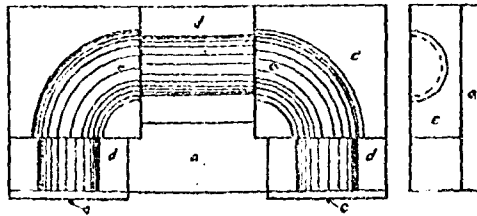


圖 三 七 一

甚長俾可保持型心於應在地位。此項型心之趨勢常為因其本身重量中部下沉，或於熔金屬內上浮，致使管之上面厚度太薄，如為雙模則上述諸弊俱可避免。

3. 回管結 (Return Bend)，用於第三七三圖所示回管接之模可與肘管接模同樣組合並製造。其半圓彎角係在鐵床上鑄削成之，不僅用於模者為然，即用於型心匣者亦屬如是。模

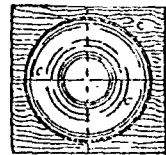


圖 三 七 二

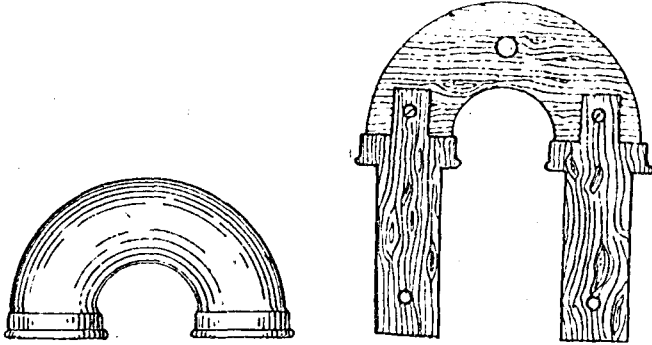


圖 三 七 三

圖 三 七 四

之端部及型心座亦係在鐵床上鑄削成之。因用於此型之型心座無中部支持，須將型心

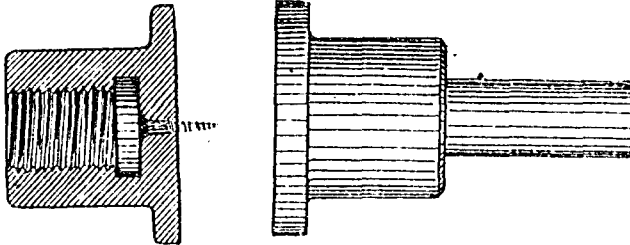


圖 三 七 五

圖 三 七 六

座製造至敷足長度如第三七四圖所示俾可平衡半圓型心之重量並同時保持型心於型內應在地位。

4. 螺旋夾盤 (Screw Chuck)：木工小機床夾盤，其垂直截面如第三七五圖所示

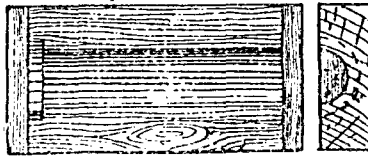


圖 三 七 七

，可用以順示長型心座及平衡型心，此鑄件須用對抗型心法，意即型心孔須在前端放大，增加型心前端之尺寸及重量，而型心之支持僅為對端特長之型心座。此夾盤之模係如第三七六圖所示，其型心座之長度至少須等於夾盤內孔深度之二倍。所需之型心何係如第三七七圖所示。

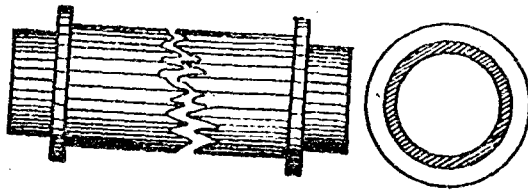


圖 三 七 八

5. 深突緣 (Deep Flanges) 如管或圓柱體為中庸尺寸，而其用以釘合之突緣為深者，如第三七八圖所示，則用於模之突緣係將另行鑄成如第三七九圖所示之一圓盤膠

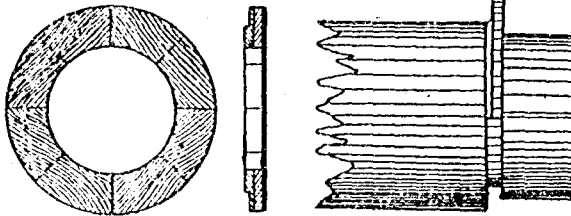


圖 三 七 九

圖 三 八 零

合而固釘於型心座並緊靠於模之主體之端部，是以型心座之長度須足收容納突緣。間有於型心座之內端鑿削一凹處以接受突緣之內周如第三八零圖所示者，如是可增加接合處之強度甚鉅。

突緣與管模之連繫常僅用螺旋，如第三八一圖所示，俾不同直徑之突緣可隨時換裝於同一木模。

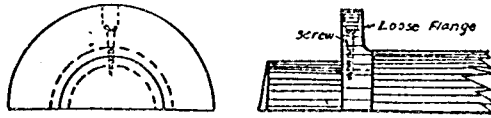


圖 三 八 一

木料之準備，突緣應由膠合木板三塊並使其木紋互成直角以製成之。在膠合木板備作薄圓盤時應常用三塊。如用二薄木板膠合則每易剝曲。

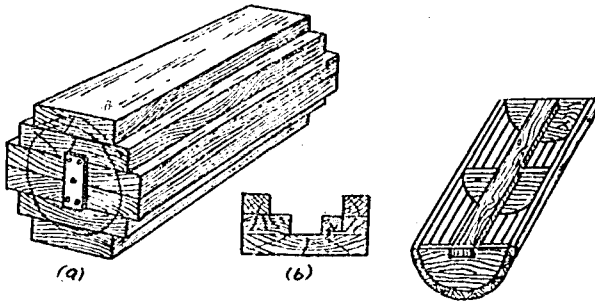


圖 三 八 二

圖 三 八 三

製造大突緣之更妥善而更堅固法係將木料鋸成小段，每層五或六小段，並配置而膠合於平面板，與用於皮帶輪者同樣處理。每一突緣用二或三層在鑄制或應需尺寸及式樣

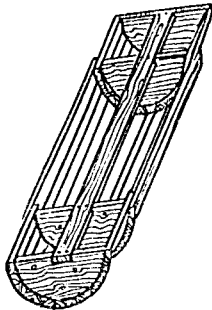


圖 三 八 四

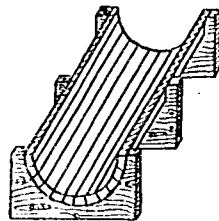


圖 三 八 五

後用其薄之鋸將其鋸割為兩半而將每半配合於櫃在地位。

6. 大圓柱體 大管或大柱之模應用膠合成之木料製造之，如第三八二圖所示，並在鑿削時用第三六五圖所示之機床夾子夾持之。此項膠合木料在機床上之處理係與用於小管如第三七八圖所示者相同。此模或其類似模之型心匣製造法係如第三八二圖b處所示。丁字管接，肘管接及其他彎管或管接之大者均可照此方法製造。

中空製造法，對於大圓柱體，一較輕而較簡之製模法係如第三八三圖所示。每半模之兩端半圓盤及中半圓盤用一堅強中心桿連結之。配置，膠合並螺旋此中心桿於各圓盤不特能使模加強且可容納連結之合釘。在將兩半模夾住時此中心桿可在機床上當旋轉中心之任。

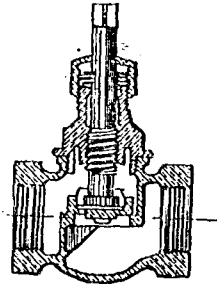


圖 三 八 六

製成圓柱體本身之各桶板 (Staves) 係配置，膠合於其鄰接之板並螺旋或釘於各圓盤之外周者。在將圓柱體鑿削後另行分別組成型心座及突緣而鑿削之，並將型心座自端圓盤之內面螺旋於圓柱體之端部。

第三八四圖所示之法先將型心座之桶板裝置於圓盤，嗣將模身之桶板配置，膠合並螺旋或釘於型心座桶板之內端。

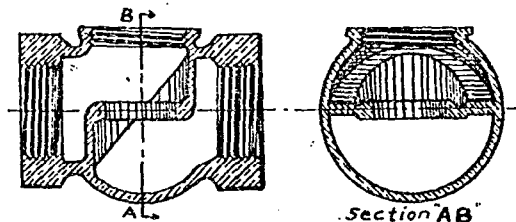


圖 三 八 七

與上述方法類似之型心匣製造法係如第三八五圖所示，此方法似較其他各法為優，因如排列而製作至準確尺寸則所需修整至完善半則之工作將其微。

## B. 複雜型心法 (Intricate Coring)

## I. 球形瓣 (Globe Valve)

1. 球形之構造，模有外形甚簡單而內部甚複雜者。此項複雜內部往往需要甚多之經驗及技能以如是製成型心即使型心可自匣內脫出，並同時予外殼之各部份及內部隔板以均勻厚度及強度，第三八六圖所示之球形瓣即為上述狀況之一絕好實例。

球形瓣本體之截面係如第三八七圖所示，完成之本體模係如第三八八圖所示，自圖

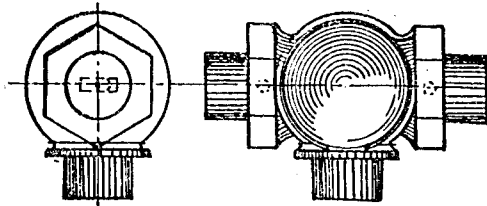


圖 三 八 八

可知各部工作。除配合裝置合釘及製造六角端外，均可在機床上為之。第三八九圖顯示此

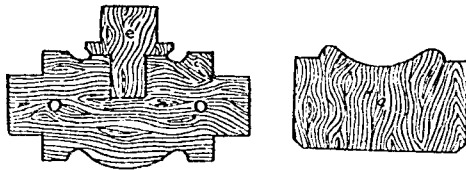


圖 三 八 九

項半模構造之截面。兩半模所用木料之長度須是敷在兩端膠合。所應十分注意者，在鑿削時其旋轉中心須準對兩半之分離線。

樣板之使用，鑿削時須用小心製就之樣板如第三八九圖 a 處所示者。此樣板可用薄木板製成，但按照慣例如製模需要樣板者則樣板之使用必甚繁，因此樣板之材料係以



鋅為最佳。鋅為軟金屬，易將其割或鏤，且不似他種金屬變鈍刀鋒之甚。

在區割鋅板以作樣板時應用砂布磨擦使清潔並塗下述之溶液一層俾所劃之線可顯明

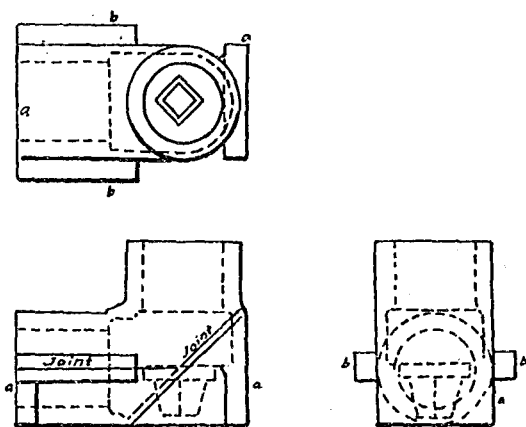


圖 三 九 零

，溶解硫酸銅一兩於水約四兩內加硝酸一茶匙。用此溶液將鋅板處理後以棉紗頭磨擦之，於是鋅板之面即塗有銅一層。對於銅或鐵亦可同樣處理，但如塗於完成面上應即擦乾以防生鏽。

當樣板之曲線可鋸割時可易由置一鋅板於二木板間而釘合之並鋸割至所需形式。如夾持之二木板係穩定者則鋅板將不予鋸齒以任何阻力且鋸齒亦不顯明變鈍。對於小曲線，可放置鋅板於木板上而用銳尖分規抓至半深，嗣將鋅板反置並自原中心施以同樣工作使廢料脫落。由是所得之曲線實較用其他方法割成者為正確而均勻。分規之兩腿須堅強且穩定俾可全免於震動。在割成曲線後可將鋅板之銳邊用雙紋錐，更好用砂布或捲於木柄上之砂紙，整理之。

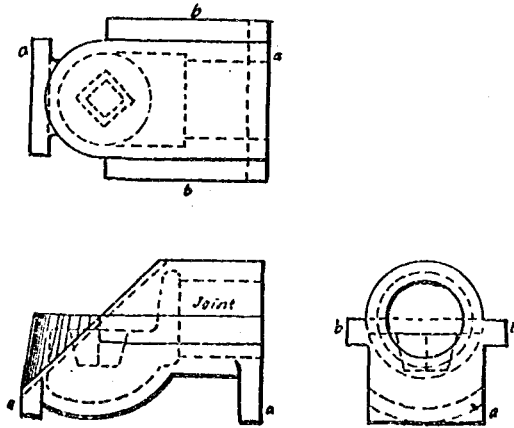


圖 三 九 一

常用樣板試驗工作物時應先將機床停止，並須十分注意使模之兩端對稱。當擬削將完成時可將樣板調端以試驗樣板本身是否正確。如不正確應用銼校正之。

2. 球形之支體 (Branches)：支體  $\sigma$ ，見第三八九圖，須照用於本體者同樣在機床上為之。本體之頂面應用銼削平或用鋸削平俾可與支體  $\sigma$  之底面配合。如模係重且大者支體  $\sigma$  之接筒內應有一或二木螺旋以助其保持於所在地位。

在小或中庸尺寸之球形灣內，本體兩端之突緣係六角形，如第三八六圖及第三八八圖所示。

3. 二部份型心 (Two-Part Core)：用於球形灣之型心係分二部分製成，每部份之型心匣須製成上下兩半，全型心匣共為四半匣。此為事實所必需，因非然者型心將不能自匣內移出。此項型心匣之內部式樣頗難在紙上解釋，但如將第三九零圖及第三九一圖連同第三八七圖細加研究當可明了其式樣及構造。自此項匣內製成之型心係如第三九二圖及第三九三圖所示。

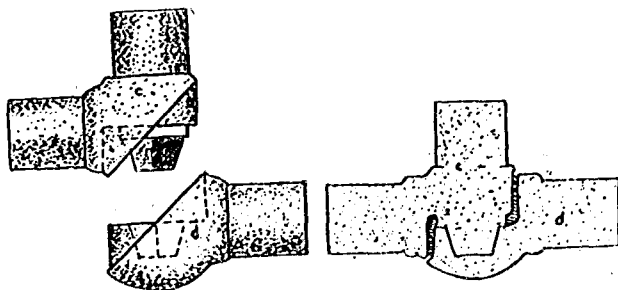


圖 三 九 二

4. 烘乾用架 (Forms for Baking)，如型心之式樣為無一平面可作支座以資烘乾者須備一金屬架。在自型心匣移出後可將型心安置於金屬架上。有時即用型心匣以代金屬架。因此及因木製之此項型心匣必脆弱而易磨耗，此型心匣可為鐵製者。用於金屬型心匣之木模當然須予以二倍冷縮裕度，並為免除不需要之重量起見將型心匣製成如第三九零圖及第三九一圖所示之形式。在此種形式內，凡屬不需要之金屬均經免去，但應加突出部 b 及 b 於上半匣之左右，視第三九零圖及第三九一圖，俾於置砂鑄實時可保持上下兩半型心匣於同一直線。型心匣之底部均有突出部 a 及 a 俾資在烘乾時支座型心。如所需鑄件為數甚多，應供給製型心者以數個烘乾用架。

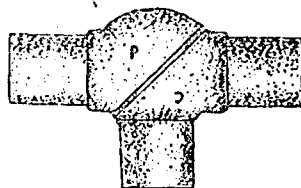


圖 三 九 三

5. 填料函及機帽 (Stuffing Box and Bonet)，第三九四圖顯示用於球形母之填料函及機帽，兩端各帶帶型心座。此模須與本體模同樣製作且亦為兩半者。

型心匣，第三九五圖及第三九六圖分別顯示填料函及機帽之型心匣及型心。製此型心匣之方法係與用於黃銅襯

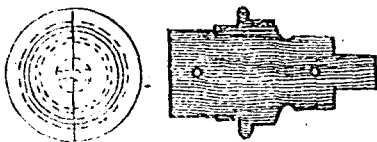


圖 三 九 四

套如第三二一圖所示者相似。將所準備之料就 a, b, c 及 d 等處鋸割之使各段之總長等於模之總長。在每段之端部銜割半圓線並用圓鑿除去各半圓內之廢料使分別成所需形式

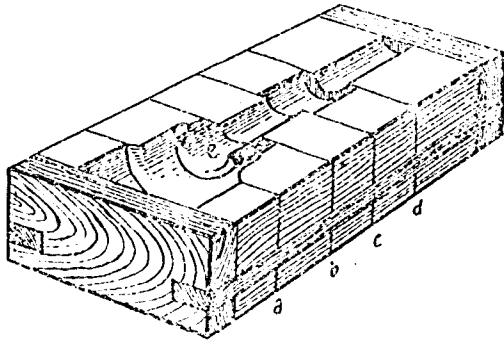


圖 三 九 五

。膠合各段，於左右各鋸直槽以容納木條，並完成之如前述。

烘乾用圈 (Drying Ring)，此型心匣應需烘乾用圈一個，其形式及裝置之地位係如第三九五圖。處所示。在烘乾型心後將圈向空處退出即易移去。

6. 各種小件：機帽螺帽之模係如第三九七圖所示，瓣及瓣螺帽之模係如第三九八圖所示。此項模應如是製造使可自成型心如各圖虛線所示。第三九九圖顯示瓣桿 (Valve Spindle) 之模。

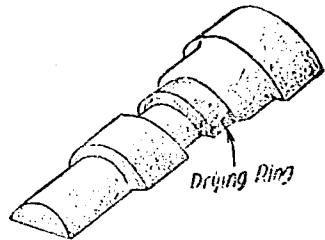


圖 三 九 六

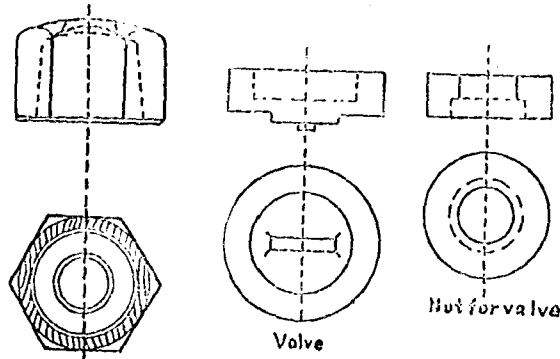


圖 三 九 七

圖 三 九 八

II. 汽機汽缸 (Engine Cylinder)

1. 模之式樣，滑動瓣 (Slide Valve) 汽機之式樣為數甚多。第四零零圖顯示一

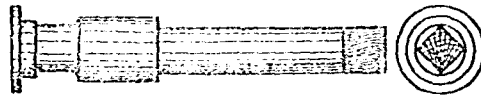


圖 三 九 九

極普通式樣之汽缸截面，其自AB線經過汽櫃 (Steam Chest) 及排汽孔 (Exhaust Port) 之截面係如第四零一圖 e 處所示，其自CD線經過汽櫃及汽孔 (Steam Port) 之截面係如第四零一圖 f 處所示。

如汽缸之直徑係 10 吋或以下，極常為實心者，但如在 10 或 12 吋以上則應用桶狀製之。如第四零二圖所示。如汽缸之直徑係 30 吋或以上，常用壘即型 (Loam Mold) 為之，常於鑄工箱內詳述之。上述之尺寸限度僅為普通

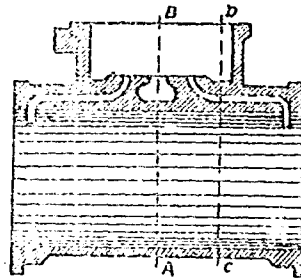


圖 四 零 零

習慣所用者，至各鑄工廠現用之限度則常彼此相差甚多。

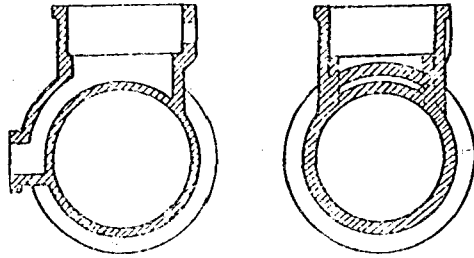


圖 四 零 一

模之構造係如第四零二圖所示，因其與第三八四圖所示之構造頗相類似無再說明之必要。然其突緣應用小段製成，每段有二或三層，如第四零二圖所示。在膠合小段至突

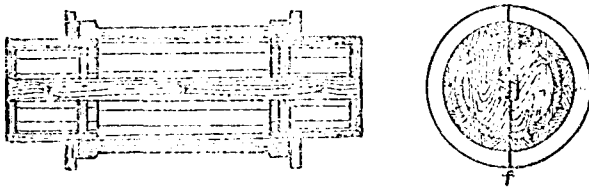


圖 四 零 二

緣所需厚度後將其鋸割成兩等分半圓，連接之，小心圍繞中心安裝於平面板上，並鑿削至應需尺寸。在鑽床上對中心時須十分注意使其準確，否則一半突緣將較大於其他一半。

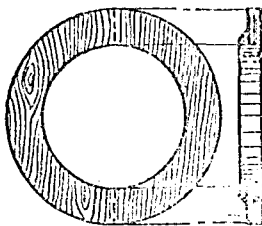


圖 四 零 三

2. 汽櫃模， 第二步工作之件為配合於上半汽缸模頂面中間之汽櫃模，如第四零四圖所示。突出部 a 及 a 為特加之金屬所以容納汽櫃蓋者，係散件，用長鋼絲或合釘連繫以保持之於所在地位，如 c 及 c 所示，而便在模之主體自製

內拔出後分別退出移去。此突出部四條應嵌入汽缸四角內約深 $\frac{1}{2}$ 吋，如虛線所示，以免在將合釘移去後被錘散。用作磨桿端料函之殼 i 及圍繞於汽管口之殼 k 均須為軟件俾可在模之主體拔出後始退出移去。嗣將製成汽路上金屬厚度之圓段 o 及 o 及製成出汽路

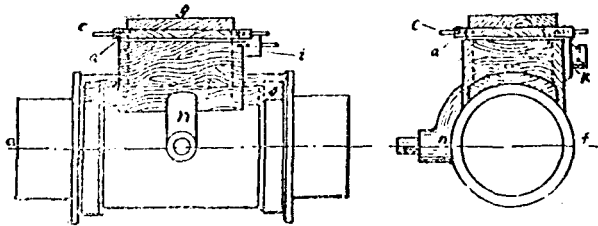


圖 四 零 四

之模 n 分別配合於應在地位，出汽路之殼應分兩半而其分離線須與汽缸之分離線在同一平面。

### 3. 型心匣，

汽缸，用於汽缸之主體型心匣可照第三八五圖所示之方法同樣製造。

汽閥。汽閥型心匣係如第四零五圖所示，其中 P 係側視圖，匣之一面經移去以顯示閥座 (valve seat) v 及型心座 x, z 及 y。在實際上，此項型心座成為型心內之凹處，二汽路及一出汽路等型心之上端即安置於此項凹處內。( ) 係頂視圖，一端經移去；R 係頂視圖，

出汽路，用以製造出汽路之型心應為二半型心匣，一左一右。一半匣係如第四零六圖所示，其截面如 T 處所示。圖內虛線顯示出汽路經放寬以保持全長同一面積之式樣，

汽路。兩汽路僅需一型心匣。第四零七圖顯示此項型心匣之三視圖。G，一面經移去，係其構造之側視圖；H 顯示經過 G 之一截面，u 經移去；F 係頂視圖。長度

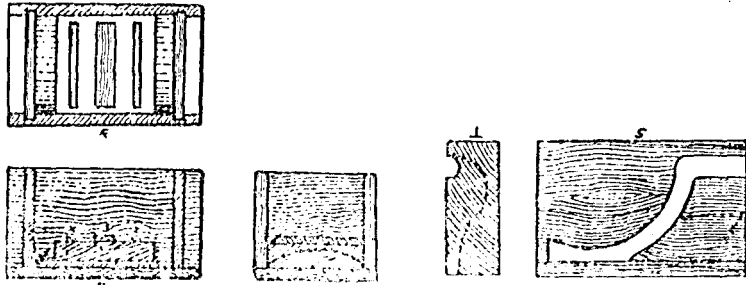


圖 四 零 五

圖 四 零 六

CC 間之型心頂面係用刮板製者。懸板 ce 及端板 n 須能移動俾型心能自匣取出。在型心之兩端，自回部變更至直部均係分別適在進入汽缸及進入汽缸處。

4. 製造之便利。 如有適宜之圖以着工作則模之全套係簡單且易於製造；所需時間及勞力之多寡純視汽缸之尺寸以為衡。

分離汽櫃。 在若干滑動模汽缸內，汽櫃係經單獨製成而釘於汽缸上者，如是可自由接近於瓣座 n 並給予更佳機會以修整及配合。在此種情形下，主要汽缸型心及二汽路型心係在同一匣內製成，如第四零八圖所示。匣之一面經割去至深度達汽孔長度之半，意即至 CC 線，使割去部分之深度適等於第二四二圖，H 處及 F 處所示匣內寬度之

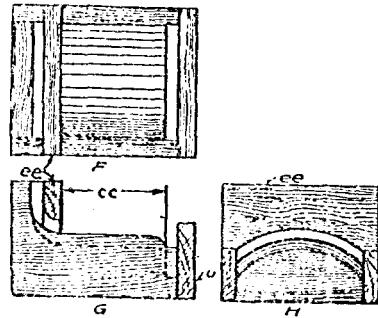


圖 四 零 七

一半。在割去之處以三木塊 a, a 及 b 補充之。此項木塊預先作成汽路所需尺寸及形式，並用合釘連繫於匣之主體者，成為匣之附件。在將型心鑄實後將全匣及型心覆置於板上



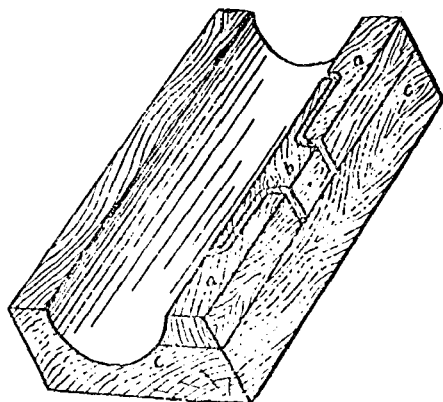


圖 四 零 八

，並將匣之主體提去，嗣將散件 a, a 及 b 分別退出移去。

## 第六章 正齒輪，斜齒輪及柱

### 1. 正齒輪 (Spur Gears)

1. 需要準確之齒，在製模之此項特別門類中，須十分小心使模準確，不但對於輪之組成，尤其對於齒塊之配合及安裝於輪，其最要者須區劃之使成合度與準確之齒。假令齒非小心造成者，全齒輪必變將成爲無用之物，因所需校準之鑿與銼工作太多，在經濟原則上勢不許可也，

機械製齒，在若干製模廠內，其製模之普通習慣係將齒塊永久連繫於輪並用製齒洗床製齒。爲必得甚準確及較耐用運轉之齒輪計，多數廠內之現行方法係將木模製成無齒坯料，自此坯料鑄成金屬模。將此金屬模置於洗床上以製各齒，於是所成各齒必排列合度並適爲所需齒之準確形式。此項金屬模無拔模斜度。但此種製齒輪之方法係太費，非製多數同大小及同齒數之齒輪時不宜用之。對於特別尺寸之齒輪宜仍用木模。

充其量而言，對於運轉之圓滑及功率之有效傳達，鑄成齒終不能與洗成齒相抗衡。現代機械之習用常類裝有洗成齒，是以鑄成齒僅可用於有限之數種機械，如低速機械之可許大量齒隙 (backlash) 者，或齒係如是尺寸可甚易製型者，因此，現時製模者甚少涉及齒輪齒之製造工作。雖然，製造此類模之欄架及齒面亦宜爲製模者所優爲，爰將其各項方法中之數種，增帶若干採用適宜方法之暗示，敘述於後俾初學者知所適從。

### 2. 齒，

形式。因設計者所用齒之形式並不涉及模之構造，齒開線漸 (Involute tooth)，外擺線齒 (Epicycloidal tooth)，或其他形式齒之比較價值似無在此處討論之必要。但漸開線齒係惟一之齒可在兩軸不同距離間運轉而傳達不變速率及數量之功率者，是爲其優點。雖普通輪者常謂當用漸開線形式時兩齒輪將迫壓軸承較甚，然於實用上當能明共並不如是，現最通用之形式係漸開線齒與外擺線齒二種。本欄內所顯示者均爲漸開線形

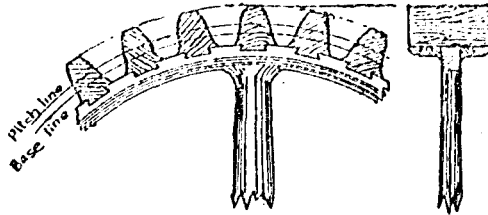


圖 四 零 九

式之齒。

連繫方法，對於齒輪模之製造，所以連繫齒或齒塊之方法為數甚多。從前常將齒作成偽尾樁接以嵌入於綑內，如第四零九圖所示。此種方法盛行甚久，尤其對於齒之大者，如二節 (two-pitch) 或較大齒。但此係非必須之多費，且虛耗時間，加以偽尾槽之造成及偽尾樁接齒之壓入每致輪齒多少被扭歪。

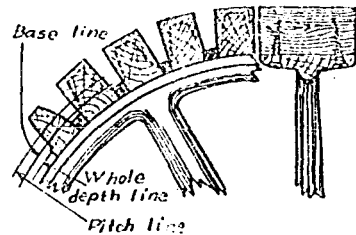


圖 四 一 零

一較優，至少一較經濟，方法係將齒配合如第四一零圖所示，其強度及耐久均不較偽尾樁接為劣，而勞力及時間之節省則甚多。齒之連繫於綑係由木螺旋，兩齒間膠合有填塊。此法所具之優點為在齒根有光整內圓角，其內圓角及根圓 (whole depth circle) 之木紋均與齒之木紋同一方向。如是製成之模係較光滑，易於製型，並可自此模得較善鑄件。由第四零九圖所示之方法，吾人幾不能在齒之兩側造成內圓角，因其根部常成薄羽尖，常以分裂致被切去。齒間之底部係根圓，由小段層組成，其木紋之方面隨處變更

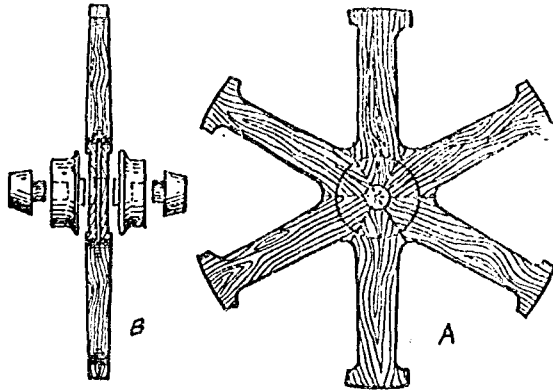


圖 四 一 一

，用以製型不如用第四一零圖所示方法製成者光滑。

製齒之木塊通常用木條，長 2 或 3 呎，俾可於製輪之他部份時盡其可能使之乾燥。用以製齒者應僅為直紋木料。

3. 輜及輻， 組合成輜之小段應隨即準備，嗣將輻集合及成形如所需。策之費者係將配就之輻連繫於輜床平面板，令中心對中心。並在輻腹之兩面各置削一凹處，深番



圖 四 一 二

吋或壹吋，以容納轆根，如第四一一圖所示。如是可作成一較強之接，並免除配合殼內四角羽尖於輻腹面之困難。對於配合皮帶輪及他種輪均可由此方法獲享其利。

各輻須集合，裝配並用釘者嵌入接內一如對於第三三四圖所顯示及敘述者。如輻之截面應為橢圓形者則作成橢圓形之工作宜在配合於輜前為之。各輻之構造係如第四一一圖 A 處所示，而型心座，殼，輻及各該件連接之情形如 B 處所示。

在組合小段附足造輜之半寬加輻之半厚後僅須將此部份輜之內周磨削至應需形式，



圖四一三

每一齒塊須如是裝配於輞面使僅到達自一線至又一線，視第四一三圖，並注意使齒塊平行於及符合於自身之線。在將各齒塊安置及膠合後將輪還置於鑄床上並將各齒塊之周面鏟削至應需頂圓直徑，並將齒塊之端部鏟削至與輞之兩邊齊平。在將輪自鑄床取下前須於輞之兩邊齒塊端處繪一周線表示齒之全深度，意即根圓。此為惟一之線須區劃者，亦為惟一之線所資以製齒者，使用此線之法將於次節內述之。

如齒係大者，先將齒塊配合於輞面，並用木螺旋自輞之內面連繫之，如第四一零圖所示，齒塊之一邊到達。但不遮蓋，其線之在輞面者。嗣將小條裝配，膠合及土釘於輞，並使之緊傍裝就之齒塊，小條之又一邊適到達，但不遮蓋，屬如此齒之又一線。將第二齒塊配合及螺旋於地位。嗣又一小條。如是繼續相間安置齒塊及小條以訖輞面全滿，使所需之每一齒塊各有一齒塊及一小條。所應注意者，當膠合及土釘小條於輞時不可使膠進入齒塊與小條間，因在裝配後全部齒塊均須逐一取下以便工作之至應需齒形。

分成齒之位置，在將各齒塊及各小條安置後亦須將輪還置於鑄床上，將齒塊之周面鏟削至應需頂圓直徑，並將齒塊之端部鏟削至與輞之兩邊齊平。當輪在鑄床上時亦須

包括肋突緣 a，視第四一二圖，在輞邊切斷形內如第四一二圖係顯示之構造者。此肋突緣之厚度須與輞端之厚度相等。嗣於此半輞內作成容納輞端之凹處，並將輞裝配而膠合於其地位內，但不可如是緊密使自平面板取下後強迫於輞而令其變形。對於製作輞與之輞材料可參照用於 20 吋皮帶輪之方法準備，因共所需勞力較少也。嗣將輞之其餘各層裝配而膠合於其上，並將全輞鏟削及修整至應需尺寸及形式。

4. 製齒，對於齒所在之輞面應先塗以薄膠水並除去由膠水引起之木紋，嗣須將輞之周圍等分如所需齒數。用一矩尺及一銳尖劃針繪成各線分別通過等分所得之點，如第四一三圖所示。如齒係中庸尺寸者謂三節 (three-pitch) 或較小，應將齒塊膠合於輞而使各齒塊在輞處順序接觸，如第四一四圖所示。向輞之連繫不用木螺旋，但在成形及修整後須用土釘自齒面釘入輞內。

於輪之兩邊繪一根圓，如前對於小齒所述。嗣將輪之各部份用細砂紙研磨使十分光滑，但於砂紙下應襯一木柄或木塊以免齒塊之角或被磨損。

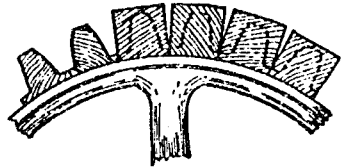


圖 四 一 四

自一齒塊之中線開始，於各塊之周圍上，視所需齒數，等分之。如第一次之試分不能即得均勻位間則試分工作須繼續進行以迄獲得十分準確之位間，意即自一點至又一點間之各距離確實相等。就所得之點各繪一尖銳而輕微線橫過齒塊面，與第四一三圖對於齒面者相同。當繪此項線時最好改沿規葉片之內邊繪之。對於小或中庸尺寸之輪則均如常法沿葉片之外邊繪之。其理由係在小或中庸尺寸之輪上可有一較甚穩定之基礎以資支持規尺。因之可得較準確之線。如將齒塊之端部及面塗刷蟲膠漆一層，待其乾後用砂紙磨光則可予區別工作以其多便利，加硬其面及使可繪較尖銳之線。

**齒樣板：** 嗣須製一準確齒形之樣板。齒之準確形式常顯示於所供給與製模者之詳圖上。如齒係小者，樣板可自長條鋅板之端區別及切割成之。但較妥善之法係將樣板連繫於一木條之端，如第四一五圖所示。在鋅板後端之中間割有狹縫以便準確調整至輪之直徑。將此木條依其中心線懸於一木栓上，此木栓須準確安置於殼之中心內。因此通行習慣係另將一圓木塊作為臨時殼，其中心可用分規易自其周圍測得之。在齒樣板端部之確實中線處作一甚輕而銳之凹口，此中線須為輻射自長條他端之孔者，此孔即為樣板所

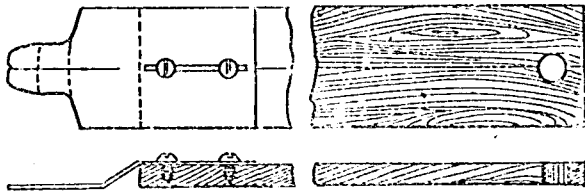


圖 四 一 五

向繞而在轉之中心點所在處。此開口係如第四一五圖所示。

使用樣板時將其套於木柱上，使開口與齒塊外面分線之一準成一線，並用一甚銳尖劃針區劃齒之形式於齒塊之端部。嗣將樣板迴旋至第二分線並區劃如前，如是逐一繼續工作以訖全部齒塊均經區劃。將輪翻轉並於輪之他邊同樣工作。如分線係確成直角橫過輪面者所區劃於齒塊兩端部之齒當彼此垂直，而分線成爲每齒之確實中線。因此，此項分線當極其輕微，但尖銳而明顯。

鋸割及切削，爲便於鋸割及切削計，應有二排線橫過每一齒塊而以連接齒塊兩端部上所區劃成齒之線之極外端。如輪係小而在帶鋸機處之容量內者可易將多餘木料用帶鋸自齒間除去。

如帶鋸係銳利而齒尖分斜均勻及工作者具有精巧之技能，可將齒鋸割至如是程度僅須用削鑿及圓盤稍加修整。齒輪之較常突出於輪外，應爲散件並在將輪置於鋸臺上而移去。

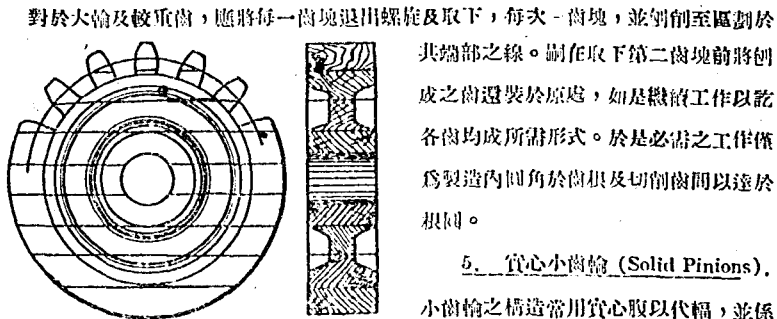


圖 四 一 六

對於大輪及較重齒，應將每一齒塊退出螺旋及取下，每次一齒塊，並削削至區劃於其端部之線。嗣在取下第二齒塊前將削成之齒還裝於原處，如是繼續工作以訖各齒均成所需形式。於是必需之工作僅爲製造內圓角於齒根及切削齒間以達於根圓。

### 5. 實心小齒輪 (Solid Pinions).

小齒輪之構造常用實心腹以代輻，並係由膠合木塊之端部成之，全部之木紋

均係與齒面平行。此種端木小齒輪係如第四一六圖所示。輪之製削及齒之區劃與切削均係與用於較大齒輪者相同，所異者僅爲此輪之齒非膠合而自實心圓盤切削成之。

## II. 斜齒輪 (Bevel Gears).

1. 組合構造，用於斜齒輪及等徑正角斜齒輪 (miter gears) 之模係照第四一七

圖 a 及 b 處所示方法組成之。其小段應逐一相疊如圖所示，此不但節省材料，且亦節省工作之時間，因非然者將須自直角製成削至斜角處。最好先繪一十足尺寸輻射截面圖以顯示殼，幅及圈。區別小段之厚度於圖上可顯示各項直徑之尺寸，嗣後需要此各項直徑尺寸時可直接自圖測得之。

2. 圈： 聯合小段之方法係與前述用於皮帶輪圈者相同，即於第一層小段與木平

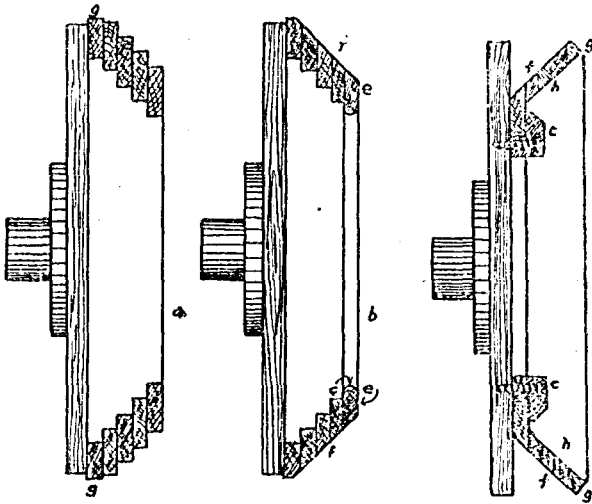


圖 四 一 七

圖 四 一 八

面板間夾膠以紙並自木平板之後面旋數螺旋以入於第一層小段內。在膠合各層足數及暫時配合輻後，將圈肩 f 及邊 e 鑿削至正確角度及直徑。製一樣板以作第四一七圖所示之斜角，其所需尺寸均得自十足尺寸輻射截面圖。將嗣後終將成爲輻之延長段之肋圈(rib ring)c 鑿削使成形及與輻端等厚。於是輻將顯示其容貌如第四一七所示。



將輪自平面板取下，膠合及土釘六木塊於平面板。鏤削此項木塊使等於肋圈  $c$  之內徑，並用六夾塊連繫輪於平面板，如第四一八圖  $d$  處所示。嗣將邊  $g$  及圈之內面  $h$  鏤削並修整如圖示。至如何求得輪面及輪邊所需角度之方法讀者當已於機械製圖課內習知，茲不贅述。

3. 輻， 嗣將輻配合及連繫於輪，其一部分係如第四一九圖所示。如膠合一小圓盤於輻腹中之每一面，頗屬合宜，此不僅可使輻加強，且可作為圍繞於殼之內圓角。

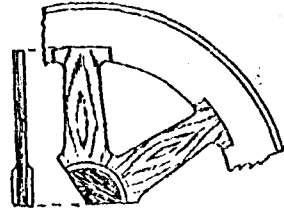


圖 四 一 九

散件， 殼  $H$  及輻肋  $RR$ ，視第四二零圖，常為散件俾可與上型框同時提起，此予製型工作以莫大之便利。

4. 齒之配合， 嗣將齒塊配合於其地位，或如第四二零圖所示，或則齒塊與小條相間裝置，如對於正齒輪所示，視第四一零圖。在裝就各齒塊後須將輪置於齒床上並鏤削至所需尺寸及角度以便區割齒之形式。

中心線曲尺之使用， 在齒塊面分成位間後不能由用於正齒輪之尋常矩尺求得各齒之中心線。為適應此項需要起見，可特製一臨時曲尺，或稱中心線曲尺(Centrolinead)，其製法如下：

取硬木一塊約長 6 吋，寬  $3\frac{1}{2}$  吋，厚  $\frac{1}{2}$  吋。整理兩邊使互相十分平行，並用一矩尺及一銳尖小刀自上邊  $a$ ，第四二一圖，劃  $C$  線，自  $A$  之兩端等距，與上邊  $a$  成直角。使  $A$  之下邊  $b$  緊傍於另一與  $A$  同厚之木板  $B$ ，並延長  $c$  線於木板上，以自輪心至齒塊外面之最長距離為半徑，於  $A$  上繪弧線  $xy$ 。切削  $b$  邊至弧線並使十分適合齒塊之外周。嗣製一硬木薄片並螺旋於頭  $A$ ，裝配時應十分注意使葉片之一邊與  $c$  線確相符合。造葉片既螺旋於頭可用一矩尺緊傍於  $a$  邊以試驗其是否準確。其結果將為

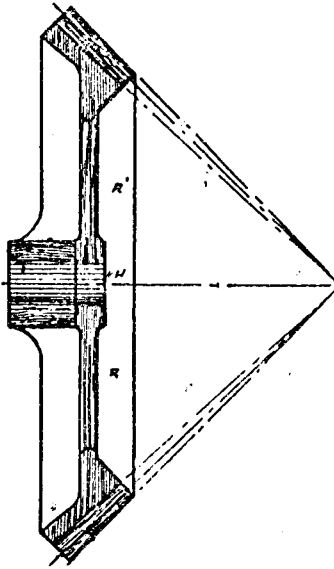


圖 四 二 零

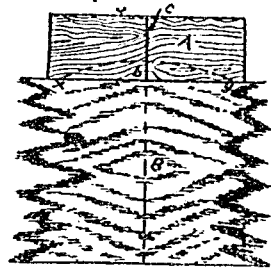
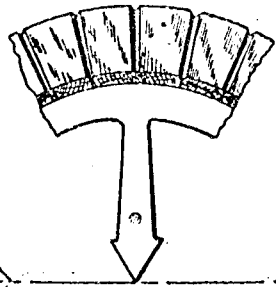


圖 四 二 一

如第四二二圖所示，c 邊係輻射於弧線 xy。由此邊可劃齒之輻射中心線，如所需要。

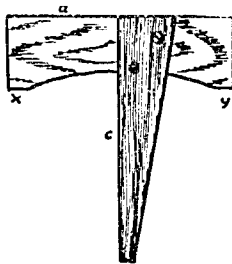


圖 四 二 二

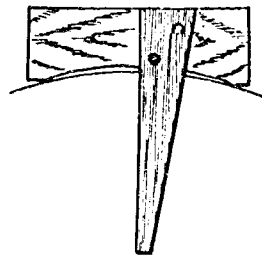


圖 四 二 三

在葉片之範圍內，此中心線曲尺可用於輪之較原所配合之直徑為大者，但不能用於較小之輪。用於較大輪時，其地位將如第四二三圖所示，如  $x$  及  $y$  處之角係小心製成者，可得正確垂直線。如是則對於甚多之輪僅需少數之臨時曲尺。

**連繫**，如齒係大者須自軀之內而將齒螺旋於軀。如齒係小者應在齒軀成形及修整後自齒面將齒士釘於軀。

**樣板**，因軀之外端較內端為大，區劃齒端應需樣板二塊。此項樣板與前述用於正齒輪者同樣製造裝，並將其外端彎曲以配合於軀之角度。

### III. 柱 (columns).

1. **模** 鑄鐵柱常經裝飾或使起褶紋如第四二四圖所示有褶紋柱之半截面。在此種情形下，模之木體常為八角形如外周 ABCDE 所示。作成褶紋之散件係由合釘支持於模之主體，此項合釘均應與 AE 線成直角。在將砂錘實後可將在 ABCDE 線內之主體拔出，任  $Aa_1$ ,  $B, Bbc_1$ , 等等，部份仍埋於砂內；嗣可將此項殘留部份逐一退出移去。此項褶紋部份決不應如是少數使不能將其退出而不礙傷砂型。八或十二部份為所必需。

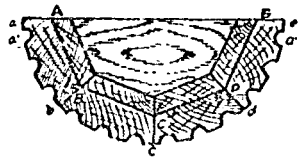


圖 四 二 四

其他形式之裝飾亦可同樣置於柱上。葉及花係如是由合釘或於低槽內支持於柱使可將模之主體拔出而不帶動之。嗣將此項葉或花經主體所留空隙內自砂內退出移去。

2. **型心**，用於柱之型心可與用於管者同樣在型心匣內製成，但如型心係長且直者則無需型心匣。此項型心常以墁母塗於鐵管外面製成，其方法當於鑄造箱內述詳之。

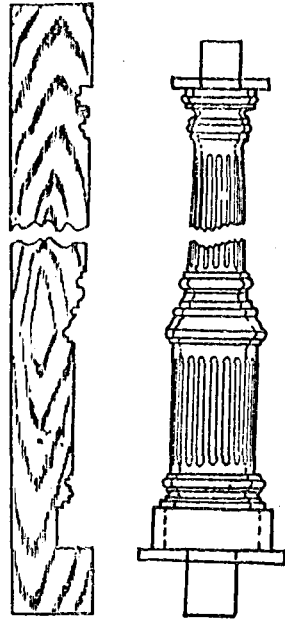
如型心須依照柱外裝飾形狀而凹凸者可為之設備一特別型心匣，或較妥善，用一

轉刮板如第四二五圖所示。此轉刮板係用以使造於鐵管上之壘砂型心成形者。由此轉刮板造成之型心即可用以鑄成第四二六圖所示柱之內部。

3. 墊模板 (Follow Boards)。凡薄模之在鑄實時因砂之壓力易屈曲者須為之設備一準確配合之墊模板。此項墊模板可與模之一面相符合。

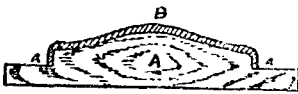
如模之輪廓係至不規則，常用石膏或其他合質製墊模板，迨其乾後，當下型框經鑄實時用以支模。

第四二七圖顯示一欄杆柱之截面。如將模 B 如是處置使樹立於製型板上者僅為其邊 aa，則當下型砂經鑄實於其上而時模將向下屈曲而變其原形。為免除上述情形計可製一墊模板 A 正確配合於模之下面，如圖示。於是，當砂經鑄實時，全模係經穩妥支持，可不變形。在上型框鑄實



圖四二五 圖四二六

前將墊模板移去，此時下型之砂已可支持模之各部份。



圖四二七

## 第七章 濕砂型心匣，空心模圈，貼型板

### 1. 濕砂型心匣 (Green Sand Core box).

1. 濕砂型心法之適宜範圍，鑄件如短管及相當直徑之肘管接，與丁字管接，俱可由濕砂型心法製型。但如所需鑄件係少數，或所需鑄件之情形，不宜用此費鉅之設備，則設備以用此法將不合算。

此法，與其他製模法同樣，各有其適宜之範圍，在未與製型者之首領商妥前，製模者應不遽計劃用此法製型，俾合宜於各所需之範圍為準則。

2. 管之模，現所敘述之鑄件，將為一短長度之鑄鐵管，其長 12 吋，內徑 6 吋，並在一端當突緣，因用於此鑄件之模係一分離模，帶一可分離之突緣，與所述二者大致相似，對於模之構造，可不再敘述。在實際上，模之用乾砂型心者與同用濕砂型心者，並無相異之處。

3. 濕砂型心匣，如第四二八圖，顯示一鑄鐵型心匣，兩半匣係用鉸鏈結合，如 a 處所示。茲閱第四三六圖所示之架形小軸，置於下半匣內，使其軸端部伸展於匣之端

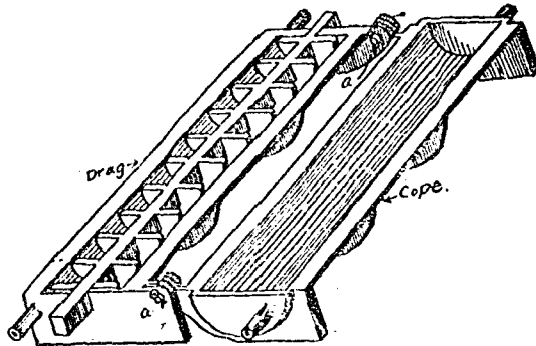


圖 四 二 八

凹口外。將濕砂錘實於下半匣及上半匣內，並將頂面刮去，使各與匣邊之頂齊平。提起四柄，閉合兩半匣如閉合時不然，開口處在上，翻轉至如第四二九圖所示之地位後，

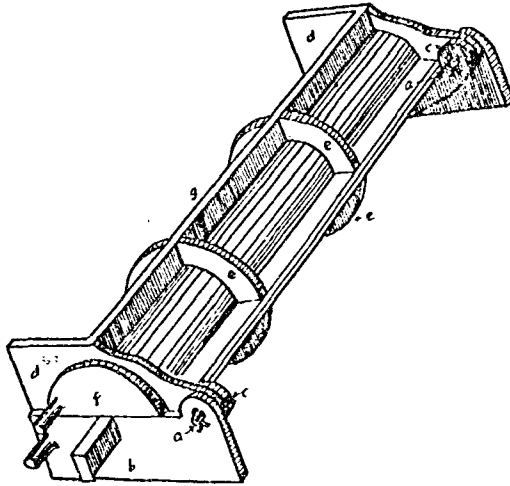


圖 四 二 九

即將匣之上半部轉開使復原如第四二八圖所示，任上半型心體止於下半型心上，於是完

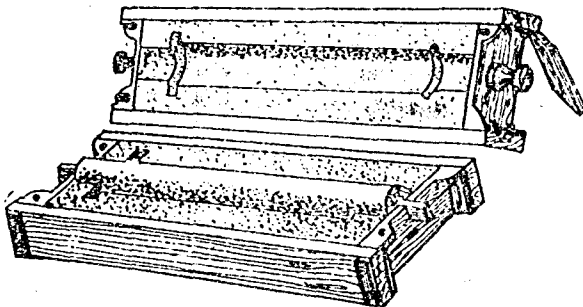


圖 四 三 零

全型心可由小軸延長部份，自匣內提起，而遷移置於型內。下半匣之端部亦應作有凹口

以容納小筒延長部份，如第四三零圖所示。此種裝置，與普通之管型框內，放置型心固無甚差異，惟此型心內含有型心骨架中灌以小軸，為製型心時工作便利，與放置型內之妥適地位，容易起卸，其其優良之端也。

型心匣之構造，製造此項型心匣母模之方法，計有數種，可採用者。因所需者僅兩結件，即每半型心匣各一件，應用置模之最速方法，但其製成模樣須準確。倘僅用釘

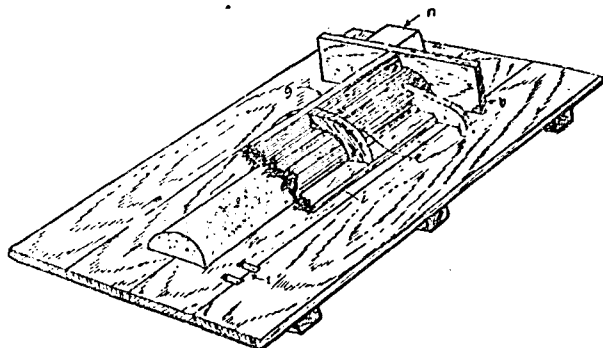


圖 四 三 一

與膠合成模形，藉以用濕砂製內型，可鑄成最光滑之鑄件，如第四三一圖所示。但如是製成之模必甚脆弱，在鑄實下型時應製有一支模模 (form) 配合於內面，以支持之使不變形。

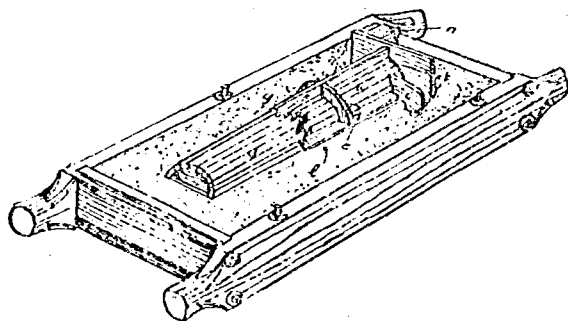


圖 四 三 二

支模櫃之使用，現所敘述之構造，應供給製型者以分離之突緣及外套 (lagging) 並裝配此各部份於一第四三二圖之支模櫃上，使該模之內外得有維持，不特為工作時便宜，即換之木體可永遠保持不變形態，否則，務照普通所置型心匣，用整塊木或數片木

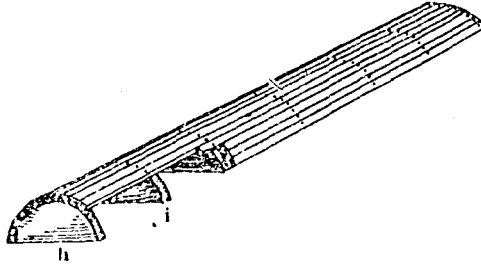


圖 四 三 三

黏合後，內用鑿削整成應需心型之式樣辦法，以完成型心匣。

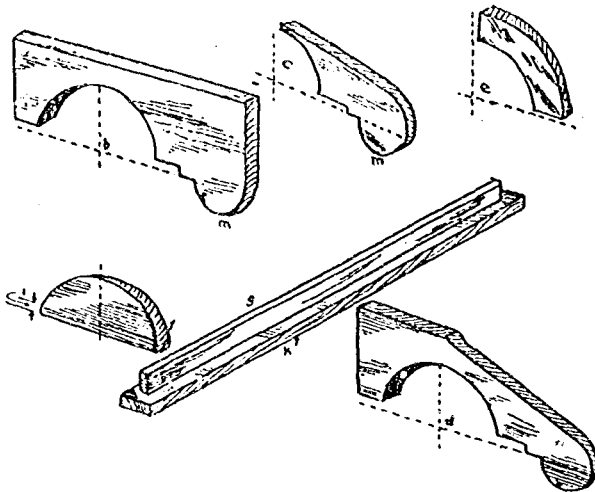


圖 四 三 四

如第四三三圖所示之支模櫃係由將薄木條釘於 h 處所示之數半圓盤製成，其長度係



等於型心匣內之長度，外套薄木條應為厚約 $\frac{1}{4}$ 吋，條與條不必配合，但其直徑須如所需之尺寸，各半圓盤 $i$ ，應製至超過半圓 $\frac{1}{4}$ 吋，意即圓之中心係較其直邊高 $\frac{1}{4}$ 吋，如第四三三圖 a 處所示。此 $\frac{1}{4}$ 吋係每半面上之金屬修整餘度，因此匣之全長須十分準確不直也。b 部份係端突緣，及 c 部份係耳，如第四三一至第四三三圖所示。b 與 c 間之距離應寬大足數，以便 d 部份在內易於轉動。此種鏈鍊，予鋼槍以複剪力甚強，且較僅用一耳者妥善殊多。e 部係橫突緣，而 f 及 d 兩部份為上半圓端部所構成之部份。外套之木條應為厚 $\frac{1}{4}$ 吋，及 $\frac{1}{2}$ 吋寬，如第四三二圖 k 處所示。第四二九圖，第四三一圖及第四三二圖所示之 g 部份，係用釘連繫於外套木條之一上，如第四三四圖 g 及 k 處所示。

第四三二圖顯示模之數部份裝於所稱假上型框上。將此假上型框鑿實，並刮削其面使與框之頂邊齊平。置支模櫃於砂面上之適當地位，並安放各突緣 L 及外套 k 於此支模櫃上。嗣將各端部 b，及各耳 c 裝配於應在地位，鏈鍊之 m 部份埋入假上型框內。於是可將下型框鑿實，全部型框翻轉，將假上型框移去，並移去支模櫃，於是上型乃告製成而模能於砂中拔去。

如願用乾砂型心以製型心匣之內面，則可不用支模櫃，而將模之部份直接配合於此型框內之型心上應在地位。

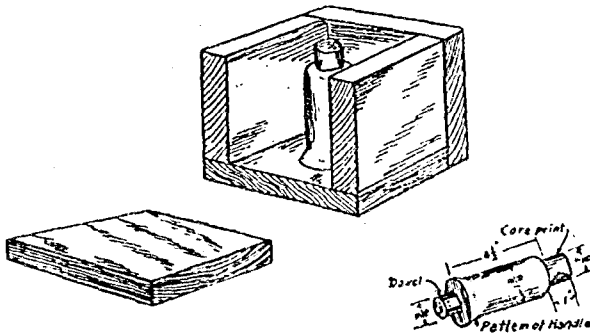


圖 四 三 五

柄 每半匣上應鑄有二柄，如第四二八圖及第四二九圖所示。此項柄係在乾砂型心內成型而鑄實於型內者，如第四三二圖 n 處所示，製造此柄之型心匣，係如第四三五圖所示。柄之長度，應為約 4 吋，其直徑約 1 吋，其孔之直徑為 1/2 吋。柄模之每邊容許型心砂約 1 吋，每邊具有拔模斜度 1/4 吋。對於現述尺寸之濕砂型心匣，柄之高度，或深度，可為 5 1/2 吋，使型心座之頂端與柄型心匣之頂齊平。將直徑 1 吋圓柱體型心粘附於此型心內俾可鑄成中空柄。

小軸 (Arbor) 用以加強下半型心之骨組架，係一鐵鑄件，如第四三六圖所示。

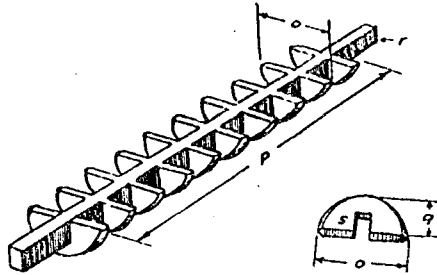


圖 四 三 六

用於此鑄件之模係由一長方小軸 r，及數突緣模與 S 合組而成。此項突緣模應作有凹口，以備合於小軸，但無須用他種方法，使之附着，俾製型者可隨時安裝於應在地位，因製型者間隔之判斷，自較製模者為優也。次應將兩端突緣置於型之極外端處。突緣之外徑，可較型心之外徑小 1/4 吋，其厚度約 1/2 吋。其外側邊應使傾斜至成薄邊，以防圓邊下之砂不能鑄實。其寬度 q 應較半圓小 1/4 吋俾可將砂鑄實於直邊之上。小軸延長部份之在兩端者，應製造至半匣之中心，俾上型匣可休止於此須延長部份上，以免小軸及型心在灌注入所鑄金屬時，使之浮起，發生不良鑄件。

## II. 空心模圈 (Stripping Ring)

1. 特性製造，如製第四三七圖所示附帶鋼軸之鑄鐵輾軸之方法有二，一曰分離

模法，一曰空心模固法。茲僅將空心模固法敘述於後，以顯示空心模固之功用。由此法

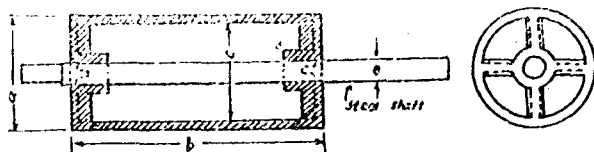


圖 四 三 七

可造成潔淨而準確之鑄件，其機械修整裕度約為  $\frac{1}{16}$  吋，第四三八圖所示截面，顯示中型  
 框 a 休止而連繫於鑄鐵型板 d，框頂上之空心圈，即係一空心模固，在模 C 正被拔出

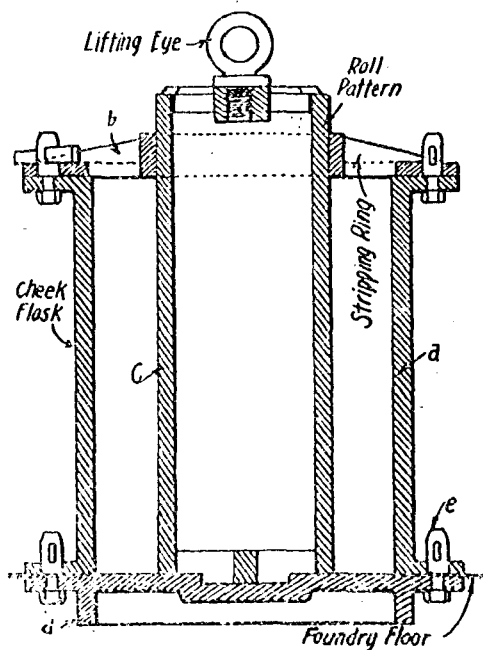


圖 四 三 八

時，此圈可保持型砂於其應在地位。製型板 d，應釘於一埋在地內之板或埋理於混凝土基礎內，如現型所示。

輻軸模，此模係一中空鑄件，帶帶四輻，在其兩端，全體修整，並不設有拔模斜度。模之構造，可由半圓盤及桶板組成。

製模板，製模板之下面，係如第四三九圖所示，因所需者僅一鑄件，其構造不應

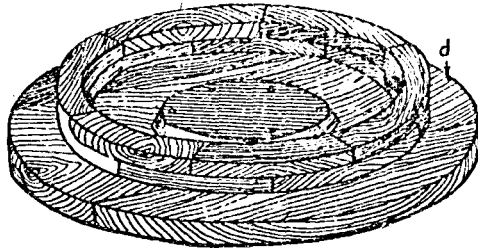


圖 四 三 九

費用太多。此鑄件之上面應修整，用以容納輻軸模於下端內。接符之凹處可由機匠製成之。此製模板由數塊木板拼合，可使永不變形是一良好之點也。

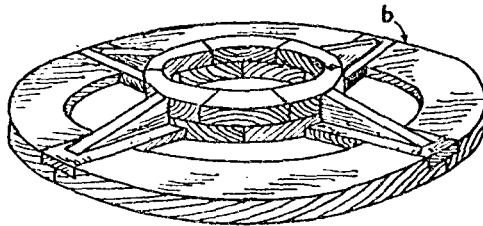


圖 四 四 零

空心模圈，第四四零圖，顯示空心模圈 b。用作此件之模，應於下面及孔之直徑均備有修整裕度。此圈應易套於輻軸模外。一俟模被拔去，將此圈移去，中型框乃成。

2. 型框構造，

中型框，用作中型框之模，可由轉刷一濕砂型心製型，外套此型心以得厚度，用乾砂型心以製下突緣之型，並用散小段模埋於砂內以製上突緣之型。如有皮帶柄，或其類似模能供應用者，即可用以作為型框而無須多費。在突緣之外面及框之內面備有金屬修整裕度約 $\frac{1}{4}$ 吋，以資裁削至正確尺寸，但於框之外面則無須留有修整裕度。

下型框，下型框應為同樣直徑，如中型框，但其深度僅須足以包涵鋼軸。將殼配合於其中心  $i$ ，此殼之內面大小尺度，用機械修整，以配合鋼軸之完成端。將鋼軸外面

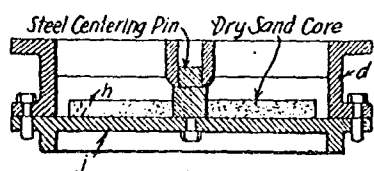


圖 四 四 一

鍍光，其一端部上面修整俾能安置於殼之中間，恰合鋼軸之垂直長度。將下型框鑄實於製型板上，如第四四一圖所示。如  $h$  處置扁圓乾砂型心於此板上，並鑄實於砂內，如第四四一圖及第四四五圖所示。對於此乾砂型心應製造一型心匣。

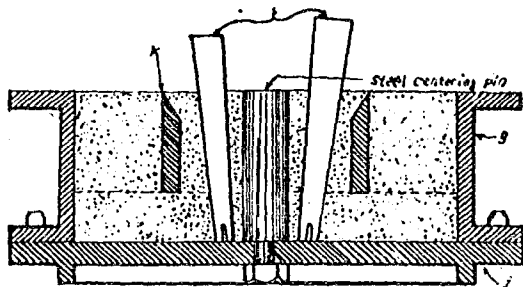


圖 四 四 二

第四四二圖所示之製模板，能用於上型及下型。

上型框，除圓圈  $k$  及各輻射條外，上型框係與下型框相似。此圓圈應寬大足數數俾可有空間以容納二油注孔 (Sprues)  $l$ 。將此圈之上內邊修整成斜面，以配合中心圈

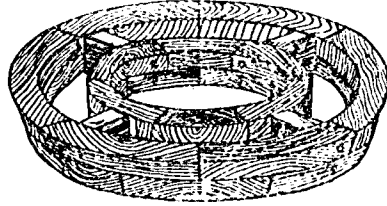


圖 四 四 三

(Centering ring) m，視第四四五圖顯示。自可瞭然，製此回圈所需模之略圖，係如第

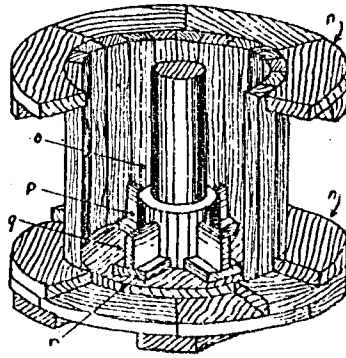


圖 四 四 四

四四三圖所示。此上型框，亦可稱中軸模圈，為便利中軸旋轉，及安全之設備。

內型心，第四四五圖顯示，用以作內型心之型心匣。圓圈 n 係由小段二層膠合，並螺旋組成，用膠合外套之牆須穩妥釘合而膠於上下兩回圈。嗣將全部裝於平而板，並裁削其內面，及端部使之正確。對於內面應予拔模斜度約壹吋，匣之高度可為 12 吋，將座 o，殼 p，及輜 q 等模連繫於底板 r；各幅之兩端可使型心匣之外面以座

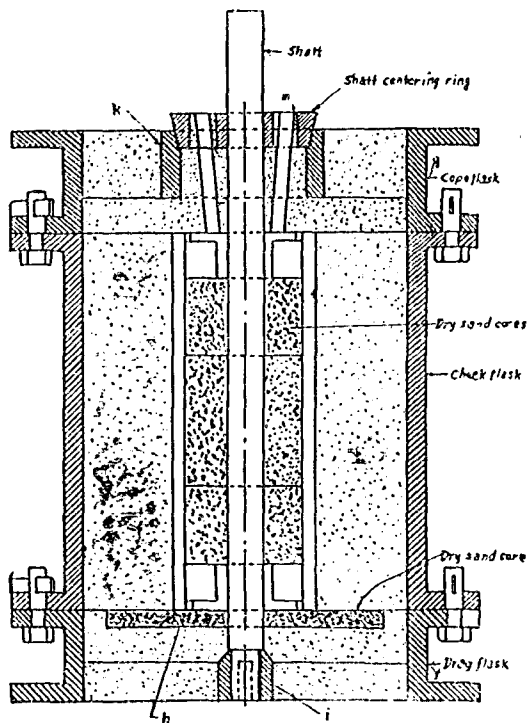


圖 四 四 五

。為中心而環繞之。座。應為較所用之鋼軸大至少 $\frac{1}{8}$ 吋。需要毋帶輻型之型心二件及不帶輻型之型心一件。不帶軸型心之長度，視所需情形而定，因同直徑，而不同長度之鋼軸，均可視此型心之長度以變更其長度也。可供給一底板，不帶帶輻殼等模，而將其高度切割至應需長度，俾便於適合工作之姿勢以為轉移。

第四四五圖顯示一全型之截面。第四四六圖顯示模板之另一種用法，以製毋帶突之大圓管型。

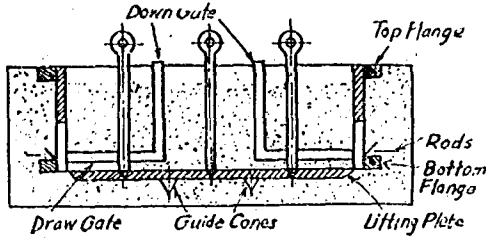


圖 四 四 六

此模板係平放於一凹下型心砂內，待工作完成後，可由上部之拔針提出砂心，使便於在內部及外突緣處之修整工作。並於板上之中部如圖所示之（down Cute）等處夾入滑引而下之溝沿，利於氣之良導及灌注之方便等等。是其持有之點也。

### III. 貼模板，(Match Plates)

1. 模之裝置：對於自製模一套以至複製多數鑄件，現行習慣，係將模集合而裝置一貼模板上。此不但對於在製型機上製作者視為當然，即對於手工作亦具有相當之利益，模之裝置幾常致有費用之增加。究竟此項增加之費用是否正當悉視所能自鑄工廠節省之數目以為斷。多數製模者，及製型者主張非複雜數千鑄件，不值得裝置模於一貼板中。增加繁重之現象。但有證明其不然者，因大多數用手工製型之模可以甚少費用裝置之。是以對於相當少數之複製鑄件，亦值得多費少許增加之工作。

如將多數小模裝置於貼模板如四四七圖所示，而用人工在可折式型框內製型，則鑄

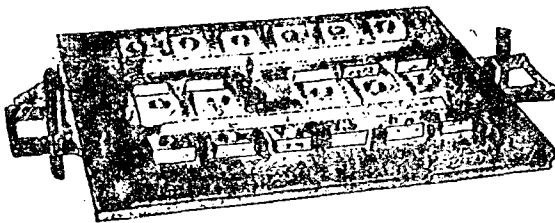


圖 四 四 七



工之節省可顯而易見，在現述之例內，因各模均屬平背模，貼模板之後面係平面，用此板時，製型者，將其裝配於上下兩型框之間，工作之程序，係將貼模板平放，將下型框倒置於其上，內列模樣，加入型砂鑄實，並翻轉下型框與貼模板，並完成上型框。即提去上型框，提去貼模板及母帶模，並重安置上型框。

由此方法以製此類之型可節省手續不少，如各模不如是裝置而為散件者，其上型框內之型，係在製模板上製成，則須自模上刷去多餘之砂，致成光平之分型面，及撒布分型砂。在用貼模之後面，即造成分型面，故上述各項手續俱不需要。當上型自貼模提去時，上型之分型面即已完成。

貼模板如第四四七圖所示，有鑄鐵孔條模裝置於其板上。當板自下型提去時將各模同時移去無須如對於散模逐一工作，且灌注孔之型亦已製成。各模係常可為同樣對稱的排列，用於排列散模，於裝模板之時間亦可節省。

貼模板能在製模廠內製造，或自市場採購。貼模板可為鐵，鋁，或木所製，金屬板，不易磨耗，或翹曲，較為耐久。木板能易在製模廠製造，不難向其裝置各模，且不太費，故在非必須耐久時甚盛用之。

所需配合於所用型框之標準尺寸貼模板可預先製造或購置以備臨時應用。

第四四七圖所示者，係一木貼模板。由周邊螺旋於一帶柄及型銷之金屬架。此金屬架可使貼模板常平直。並係配合於貼模板後面內使貼模板常平直。倘將木貼模板置於蒸汽散熱器 (Steam-radiator) 之上空，使加熱，並將熔化石臘塗於其面，而使吸入木內，木貼模板能免於翹曲。可用蜂蠟以致光滑，模面之粗處，及填塞模與板間之小空隙。

貼模板之尺寸，貼模板常為鋁質之平鑄件，並具有適當尺寸，可配合於所與同用之型框，與 12 吋乘 20 吋，或較小型框同用之板，其厚度常為  $\frac{1}{4}$  吋，與較大型框同用者  $\frac{3}{4}$  吋。

貼模板，可為任何寬及長度，但所以決定其尺寸及其端部之孔者，有一定之要素。美國製模業聯合委員會介紹一種用於板端之突出部，設計作為標準，以供採用，如第四四

八圖所示。用此板端特別形勢之理由，係予製型者以柄以用此板，及可作為媒介工具之

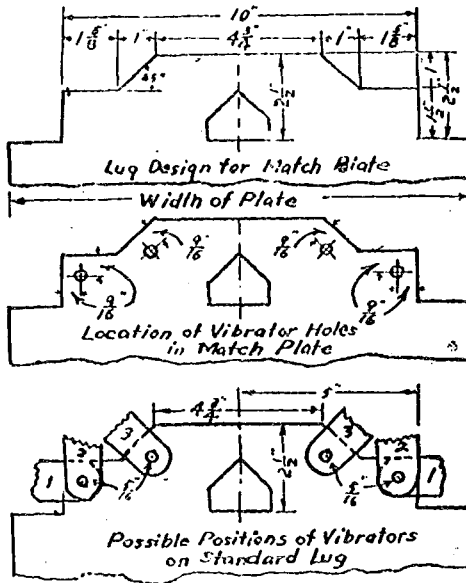


圖 四 四 八

自板之不同，且地位連繫於震動器者。

圖示自等邊距之四孔，即為用以連繫於震動器者，此等孔之直徑係 $\frac{3}{8}$ 吋，中心自邊距離為 $\frac{3}{16}$ 吋，如下圖所示，此可予震動器以六連繫點，任製型者，考察情形選用其一。此種標準板端，介紹於世為時不久，推行尚未甚廣。

板端中間之孔，須為如是大小，位間及形式使可配合所用型框之插銷。第四四八圖所示V式孔，係備配合於型框之用V式插銷者。

2. 嵌模板， 以上所述之貼模板：大多用於平背模之製型工作，計用嵌模板 (Follow Board) 係以模分形為兩半或多數之組合模者。藉以代常式之平面製型板，

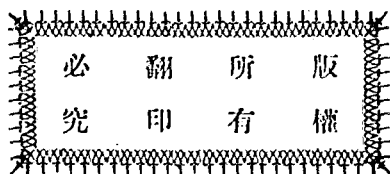
省時不少。如用平面之製型板，則製分型面時，費時甚多，並所作之平面不甚規矩，如用嵌模板，則不須造成分型面，因模之嵌入板中，僅到分型線處為止故也。在用嵌模板時，即將模置於板上，上套下型框，填沙捶實，一依常法。將下型翻轉後，揭去嵌模板，則分型面已自生出。此係省時利工之特點也。

嵌模板大多數係用木板拚合雕成，使模嵌入其中，適至分型線處為止；亦有用油沙 (Oil Sand) 或燒石膏 (Plaster of Paris) 製之，如用於小件之模，常用油沙造成嵌模板。



# 正 誤 表

頁 數	行 數	誤	正
目次1.	8.	顯微鏡分晰	顯微鏡分晰
" 1.	17.	板槽及低槽工具	拔槽及低槽工具
" 7.	4.	臘及芬	臘及革
5.	18.	(Open-hearth Process)	(Open-hearth Process)
6.	5.	(Crucible Process)	(Crucible Process)
6.	10.	(Process)	(Process)
16.	4.	(Change)	(Change)
16.	25.	存在於A 2	存在於Ac2
17.	21.	顆粒	顆粒
19.	6.	(Cavities)	(Cavities)
94.	3.	圓拔槽件	圓拔槽件
98.	3.	(Drop Forging)	(Drop Forging)
98.	3.	(Drop-Press)	(Drop-Press)
113.	10.	4.強鍛	3.強鍛
129.	1.	歲輪	年輪
129.	2.	歲輪	年輪
131.	10.	歲輪	年輪
250.			在第四四二圖上端應添(Γ)字
255.	25.	(Follow Boast)	(Follow Board)
256.	6.	(Plaotes of Pasis)	(Plastes of Paris)



工 藝 學 上 册

(定價四幣六元)

著 者 尤 乙 照  
鄧 繼 禹

發 行 處 國立北京大學工學院

印 刷 者 前外楊梅竹斜街  
北京聚珍閣印刷局  
電話 南局七三一號

中 華 民 國 二 十 九 年 九 月 十 日

