

第 15 章 加工法與設計製圖

15.1 概說

設計機械的原則，要合用，要物美價廉，所以形狀愈簡單愈好，加工愈易愈妙。不管設計的怎樣巧妙，如未注意到加工的可能或難易，總非理想。因此，設計製圖者，須懂得鑄造、鍛造及機械加工。同時，也要顧到機械將來的分解及修理與夫防潮裝置等。茲分別略述其要項於下。

15.2 關於鑄件

要想鑄件好，要注意木模的作法，是否易作砂型，而砂型是否易於鑄造。收縮孔(砂眼)及氣孔是必須設法除去的。因此又要注意鐵液的流動性等，此外還須注意到易於加工等等。具體言之，應注意以下各項：

- (1) 鑄件的形狀，以儘量用直線、平面及直角為原則。剖面要以矩形、橢圓形、T 形、U 形或十字形為佳。
- (2) 大而複雜的鑄件，要儘量分解，使之簡單化。
- (3) 加工面要儘量集中在鑄品的一方面，加工部分要少，且須便於加工。
- (4) 肉厚要均等，儘量減少剖面的變化，避免局部的肥大，特別對於收縮率大而易於發生收縮孔(砂眼)及變形的鑄件，寧可犧牲別的，不可忽略此點。
- (5) 避免密閉式的構造，在鑄造水平的大平面時，在構造上許可範圍內，最好是用開放式。在必不得已時，泥心上要設可能大的孔，好透氣。鑄鋼型的透氣性更要好，因鑄成後泥心不

易拔出,要特別注意。

- (6) 肋骨(Rib)比主肉薄時,一定用圓弧曲線連接。
- (7) 肉厚且跨二個牆壁的橫壁,或連接肋骨的東西,因伸縮量大小不同,也要採用曲面。如果間隔狹小,不能作成曲面連接時,則爲例外了。
- (8) 避免用担负拉張力的肋骨,但對於收縮大的鑄件,爲了避免肥大部分存在,防止破裂或變形,亦宜適當地配上肋骨。
- (9) 爲了冷卻時各部分的肉不互相牽引,要設接縫,拱形面,或彎曲部等的有伸縮可能的部份。
- (10) 不要有尖角,必須給與適當的圓弧的內圓角及外圓角。
- (11) 肋骨的根部,要按照下列公式定圓弧半徑,以期使各部分冷卻速度均等,如第 15.1 圖。

$$R = \frac{a+b}{4} \dots\dots\dots \text{鑄鐵}$$

$$= \frac{a+b}{2} \dots\dots\dots \text{鑄鋼}$$



第 15.1 圖
肋骨根部的圓弧

- (12) 二鑄件對合在一塊用時,一定要把其中的一個給與適當的突緣,以免加工後,對合不起來的弊病。
- (13) 在特種場合,鑄件的肉厚,雖然可以鑄成非常薄,但是普通的鑄件,在鑄造上,無困難的最小肉厚的標準,如第 15.1 表及第 15.2 表所示。

第 15.1 表 鑄件的最小肉厚的標準(公厘)

材 質	形 狀 簡 單 者			形 狀 普 通 者			形 狀 複 雜 者		
	小件	中件	大件	小件	中件	大件	小件	中件	大件
鑄 鋼	5	6	8	6	8	9	6	8	10
普 通 鑄 鐵	4	6	7	5	6	8	5	8	10
特 殊 鑄 鐵	4	6	8	5	7	9	5	8	10
青 銅	3	5	7	3	6	8	5	6	8
輕 合 金	2	6	8	2	5	8	4	6	8

第 15.2 表 鑄鋼件的最小肉厚的極限

形 狀	大 小	肉厚尺寸(公厘)	附 記
簡 單 者 (如簡單管接頭之類)	小 件 中 件 大 件	2.5-3.0 3.0-3.5 3.5-4.0	所謂小件是指重量未滿 10 公斤而言; 所謂中件是指未滿 50 公斤者而言; 所謂大件是指 50 公斤以上者而言。
普 通 者 (如球形瓣之類)	小 件 中 件 大 件	3.0-3.5 3.5-4.0 4.0-4.5	
複 雜 者 (如汽缸之類)	小 件 中 件 大 件	3.0-3.5 3.5-4.5 4.5-5.5	

鋼鑄件縱然免不了有廢件的犧牲,但其最薄的肉厚,以照第 15.2 表來定為合宜。黑心可鍛鑄鐵最大肉厚為 30 公厘;白心可鍛鑄鐵,肉厚以自 8 至 15 公厘為最適當。

- (14) 大鑄件,當所需數目少時,可用挽模(括板)製砂型。
- (15) 為了木模易於提取,須在提取的方向給減縮度,以 1:20 至 1:50 為適宜。較低的凸出部,用 30° 傾斜為最適當。
- (16) 砂型無階段時,在使用黑皮坯面而不加工的處所,儘量避免有砂箱接縫的存在。
- (17) 少用活片(Loose piece)。肋骨等突起部,儘量使之與木模體固着,且同時提取出來。
- (18) 鑄件之需要精密加工的部分,在可能範圍內,要儘量設凸起,以便加工,及減少加工面積。
- (19) 凸起的加工面之高,須大於 5 公厘,為避免尺寸的變化,也需要相當的寬。
- (20) 泥心要儘量少用,以減少鑄造上的困難。
- (21) 泥心的形狀要簡單易製,在可能範圍內利用挽模。
- (22) 泥心要充分強大,以能耐鑄液的衝流為合格,插入必須容易,支持必須確實,要避免一方的支持。
- (23) 鑄造後泥心要容易提取與掃除。
- (24) 鑄型及泥心分界處,最好設在同一平面上。

第 15.3 表為鑄件由應力所給與的影響之圖及說明。第 15.4 表為鑄件的設計實例。

第 15.3 表 鑄件應力的發生及其影響

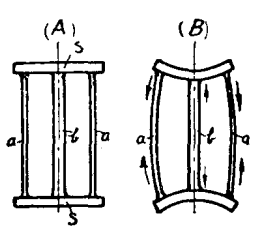
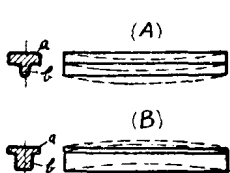
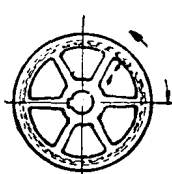
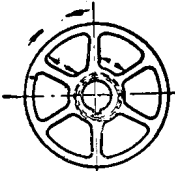
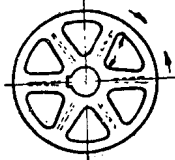
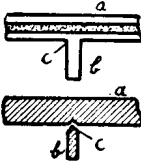
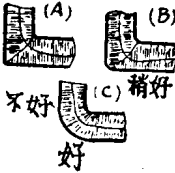
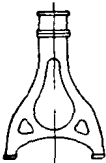
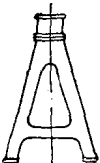
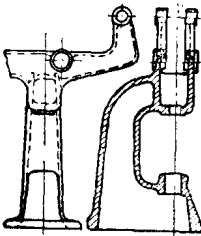
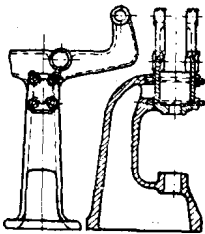
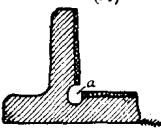
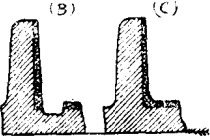
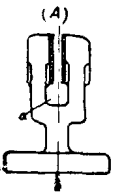
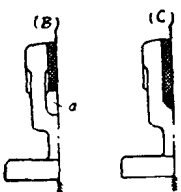
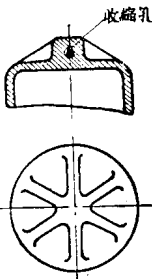
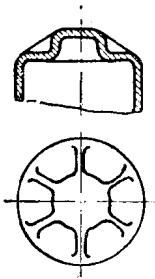
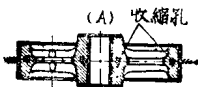
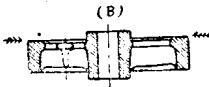
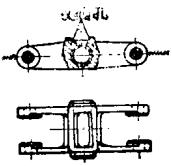
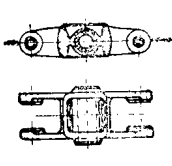
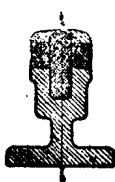
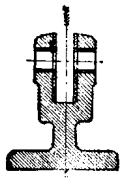
圖	說 明
	A 圖為兩端用橫棒 S 連接 a, b, a 三棒所成的格子，因中央的 b 的剖面較大，a, a 冷卻速度較快，b 較慢，於是 b 內生抗張應力，而 a 內生抗壓應力。此應力隨 a 與 b 剖面的差而變化。 B 圖即表示因此而彎曲的形狀。
	A 圖中 a 厚 b 薄，b 速冷而收縮，收縮至相當程度以後，a 才起始冷卻。因為 a 比 b 部肉厚，其收縮較大，所以 a 內發生抗張應力，b 內發生抗壓應力，結果中部向下彎曲。 B 圖與前例正相反，a 部薄而 b 部厚，結果向反對方向彎曲。
	轂與輻的剖面雖然相同，輻的剖面大了，所以轂和輻先冷，收縮向中心移動，結果拉張尚在熔融狀態的輻而凝固。迨輻起始冷卻時，對於轂及輻便發生壓縮應力，所以在輻內發生抗張應力。

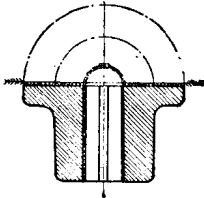
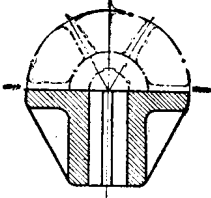
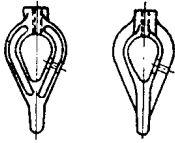
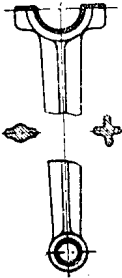
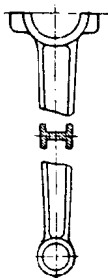
圖	說明
	當轂比其它部分肥大時，正與前例相反，轆內生抗張應力，轆內生抗壓應力。
	轆比其它部分肥大時，因為轆要最後冷卻而收縮，轆和轂內發生抗壓應力，轆內發生抗張應力。
	在互相關聯着的剖面相差太大的場合，縱然是薄片 b 部已經凝固了，而厚部分的剖面僅是表面凝固，內部猶為熔融狀態。所以當 b 部收縮而受了限制的時候，照 c 的樣子裂開。
	因結晶沿溫度流動的方向而排列的，所以一般地都和冷卻面垂直，又因結晶是自外部和內部同時向中部發展的。故當壁平行的場合，從雙方向的結晶面，大概是在中央相遇，因此收縮也要在中央部發生。如圖所示，角的肥大部，存了熱量，而生成弓形的分界紋，等分了此角，延長至外面，結果減少此零件的強度。防止此缺點的辦法，用如 c 的圓角。

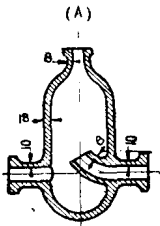
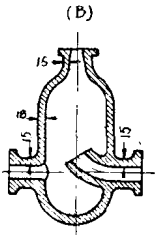
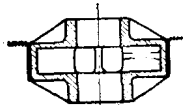
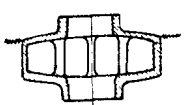
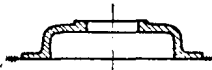
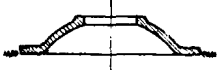
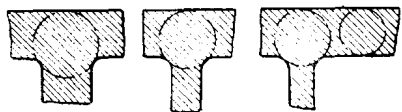
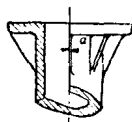
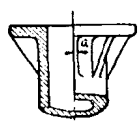
第 15.4 表 鑄件設計實例

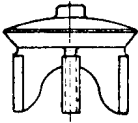
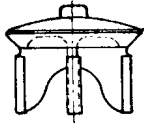
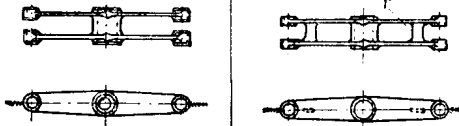
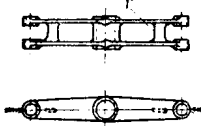
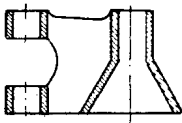
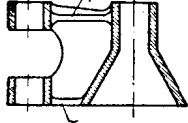
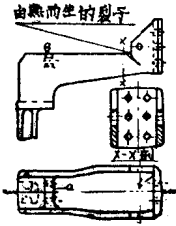
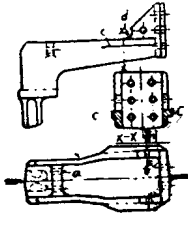
標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
使形狀簡單之例	車床腳架			有曲線部木模製造費高
把向上支出分開簡單化	布氏硬度試驗機台腳			工容易，製造費低廉 把一件作成兩件組成，則加
加工面加工需要考慮之例		(A) 	(B) (C) 	(A) (B)(C) 加工容易 不用泥心 小，加工困難 a 部用泥心，槽狹
		(A) 	(B) (C) 	(A) (B)(C) 機械加工 不要泥心，但增多 a 部泥心強 弱 a 部必要泥心且薄

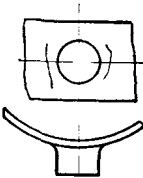
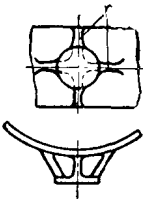
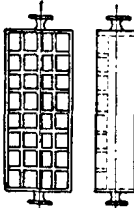
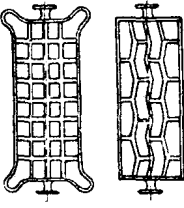
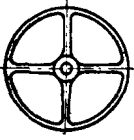
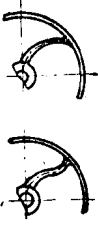
標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附記
機械加工部減少工費低廉之例		(A)	(B)	(A) (B) 骨壁內側的厚增加，縮短肋為減少重量的增加，使周圍的流動性不佳，加工多要附餘肉，加上因為周壁的剖面不充分，外圍
避免局部肥大之例		收縮孔		肋骨集合起來肉便太厚，故非分散開不可
		收縮孔		
		收縮孔		
		X-X剖	X-X剖	

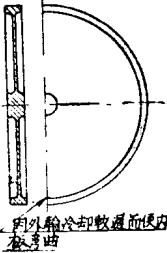
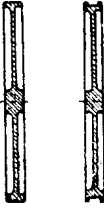
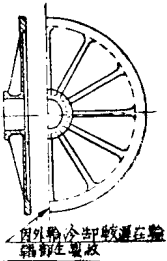
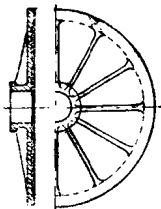
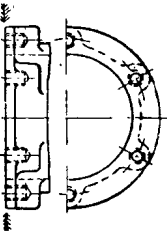
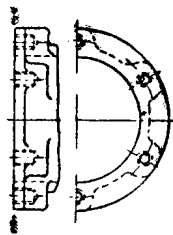
標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
避免局部肥大之例				可 肋骨集合起來肉便厚，非分散開不
	車輪			形的場合，用(B)種最好 輻的剖面形狀無須用對稱星
				好用等厚鑄造 候，特別禁用肥大部，又因與退火，脫炭作業有關係，故最 本例在鑄鐵鑄鋼的場合，雖然不成問題，在可鍛鑄鐵的時
				

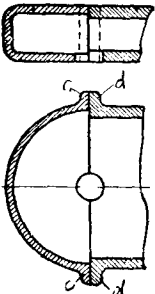
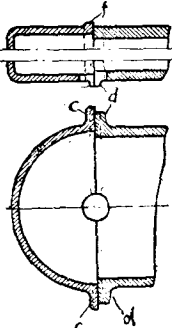
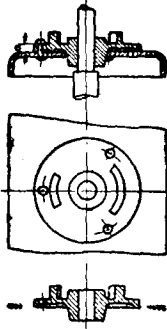
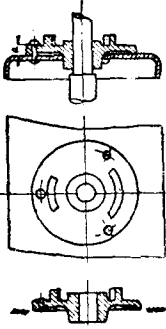
標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
避免局部肥大之例				係，故最好用等厚鑄造大部，又因與退火，脫炭作業有關題，在可鍛鑄鐵的時候，特別禁用肥本例在鑄鐵鑄鋼的場合，雖然不成問
	雞心夾頭			
	連桿			

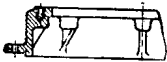
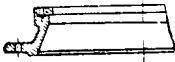
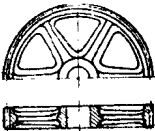
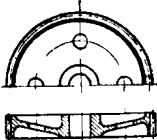
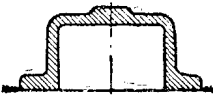
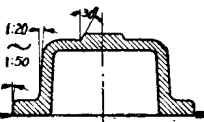
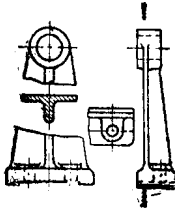
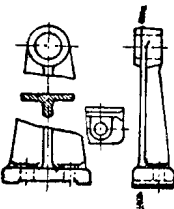
標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
除去肉厚的變化之例				(A) (B) 是修正後各部同厚之例 的肉厚各處不同
避免大的水平面而使氣體易放出之例				不用水平面而用鼓狀的傾斜面
				
的 關係 肋骨厚與接連部間厚				不可失之過小 肋骨薄了，根部圓弧
不致變形之例				樣可以得率速冷卻 加大肋骨的尺寸，這

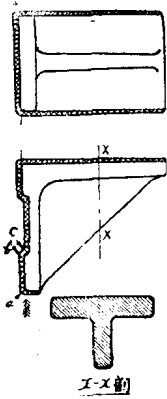
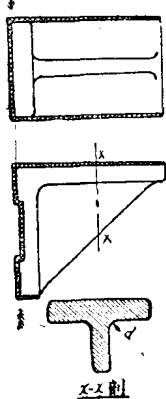
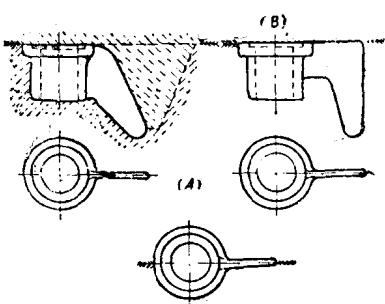
標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
不致變形之例				使肉厚近於均等
				設「肋骨」以防彎曲
				
避免裂開之例				加設肋骨 c 收縮而生裂子，故必須附以 d 圖隔， 因為肋骨 a b 之間插入泥心，有礙於

標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
消除裂子之例				設「肋骨」以防因熱裂開
利用形狀的變化，消除因熱所生應力	砂箱			設拱形或彎曲部以防應力的發生
	皮帶輪			用曲輪輻，減少收縮的影響

標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
調整肉的厚度以防應力發生				使肉厚變化緩和以期得到略等的冷却速度
				
避免鑄造尺寸的變形的影響				加寬螺釘孔座

標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
消除鑄造尺寸變形的影響				一面加鑄突緣或者把突緣加寬以便加工修正，並參考第一四一圖
				高，以便加工 和鑄型分界線垂直一部的高（d）需要精密的時候，要把此部加

標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
利用挽模鑄造之例				除去肋骨
				用傾斜平面
如何使鑄模易於提取之例				鑄模附以斜度
				

標題	名稱	笨拙的設計	優良的設計	附 記
如何使鑄模易於提取之例				d 直至提取到最後都有關係，所以圓弧應當作大些弧的必要 附以適當的圓角，因為提模時可以直接離開，a, b, c 無作圖
				(A) (B) 變更物品形狀 變更分界線