

機車車輛 零件的鍛造

索柯洛夫著



機械工業出版社

机車車輛零件的鍛造

索柯洛夫著

陈景福譯



机械工業出版社

1951

出版者的話

本書敘述了先進企業中機車車輛零件的自由鍛造和模鍛的合理工作方法。應用這些方法，能大量節省金屬材料、勞動力和設備。書中還介紹了鍛件尺寸公差和機械加工余量的決定方法，研究鍛造工具的种类和尺寸，並說明了鍛造之前鋼料的加熱規範、鍛模的熱處理以及提高鍛模壽命的研究結果。

本書可供從事機車車輛工業的技術人員、工長和工程師閱讀。

蘇聯 И. Г. Соколов 著 'Ковка и штамповка деталей
подвижного состава' (Трансжелдориздат 1948 年第一版)

* * *

NO. 1386

1957 年 7 月第一版 1957 年 7 月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字數 222 千字 印張 $8\frac{3}{4}$ 0,001—1,400 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10) 1.60 元

目 次

緒論	7
第一章 影响鍛件允許尺寸偏差和机械加工余量的因素	10
1 制造方法	10
2 加 热	12
3 鍛造設備	13
4 零件机械加工的精度	15
5 鍛件的測量方法	16
6 模鍛不足	17
7 鍛模的磨損	19
8 鍛模的錯移	21
9 鍛模的鑄縮	22
10 鍛件的冷縮	24
11 鍛件的热处理	26
12 模鍛斜角和圓角半徑	27
13 零件的尺寸(长度、厚度)	29
14 零件的設計形狀	30
15 金屬原材料	31
第二章 鍛件尺寸允許偏差的決定方法	33
1 按照鍛件用途和制造方法的鍛件分类	33
2 苏联制和公制的机械制造精度等級	35
3 金屬热加工和冷加工工艺过程的相互关系	36
4 鍛件尺寸的公差決定法	37
5 鍛件允許尺寸偏差的正負方向	41
第三章 鍛件机械加工余量大小的決定方法	43
1 鍛件机械加工余量的編制制度	43
2 鍛件的尺寸公差与机械加工余量的相互关系	49
3 鍛件加工余量大小的決定	49
4 鍛件允許尺寸偏差和机械加工余量的标准	51
5 鍛件圖的編制	55

第四章 鍛造鋼料的加熱規程.....57

- 1 金屬在爐中加熱的速度57
- 2 鍛造鋼材和鋼錠時加熱時間的計算59
- 3 鍛造時加熱對鋼料結構的影響65
- 4 過熱67
- 5 燒毀（燒枯）和脫碳68
- 6 鍛造前鋼料的最高加熱溫度69
- 7 碳鋼的終鍛溫度70

第五章 基本的鍛造工序.....74

- 1 鍛粗74
- 2 延伸（拔長）.....77
- 3 閉式沖孔和開式沖孔85
- 4 截斷93
- 5 扭轉93
- 6 彎曲95
- 7 鍛焊97

第六章 鍛造工作所用的工具.....99

第七章 自由鍛造 106

- 1 車輛車軸的鍛造 106
(一)在鍛錘上鍛造第Ⅲ型車軸(107)——(二)在水压机上用鍛模鍛造車輛車軸(110)——(三)鋼材尺寸的公差制度(117)
- 2 機車車軸的鍛造 119
- 3 旧車輛車軸的改制 123
- 4 空心車軸的制造 125
- 5 偏心曲拐的自由鍛造和模鍛 127
- 6 機車牽引螺杆的自由鍛造和模鍛 132
- 7 月牙板的自由鍛造和模鍛 134
- 8 月牙板鞍塊的自由鍛造 137
- 9 機車動輪曲拐銷的自由鍛造和模鍛 139
- 10 錯汽閥体的自由鍛造和模鍛..... 142
- 11 機車搖連杆的自由鍛造和模鍛..... 146
(一)用鋼錠鍛造 Θ 型機車的第二位連杆，并在氣割机上割邊(146)
——(二)用軋板坯鍛造 Θ 型機車的搖杆，并在氣割机上割邊(150)

——(三)用軋鋼坯鍛造搖杆(不在軋鋼機上割邊)(150)——(四)鍛造 θ 型機車的第一和第四位連杆(153)——(五)鍛造杆部截面為工字形的搖連杆(153)

12 Ⅱ型蒸汽機車搖連杆的模鍛..... 156

(一)搖杆的模鍛(156)——(二)第四位連杆的模鍛(156)

13 特种鋼的鍛造..... 159

第八章 模鍛..... 165

1 50吨車輛的車鉤..... 165

2 双环鏈条..... 175

3 緩冲杆..... 180

4 螺杆牽引裝置的零件..... 183

(一)大螺帽和小螺帽(183)——(二)弯銷(185)——(三)在臥式鍛造機上鍛製套环(187)——(四)將小螺帽裝入套环(193)——(五)耳環(195)

5 杆杆傳動裝置的零件..... 196

(一)立式杆杆吊杆(196)——(二)制動拉杆头(197)——(三)模鍛銷子和螺釘(在螺杆式摩擦壓床上)(201)——(四)製造螺帽(204)——(五)制動杆杆(207)

6 蒸汽機車的板簧卡箍..... 207

第九章 車輛板簧(弓形彈簧)的生產..... 209

1 金屬材料的驗收和存放..... 209

2 剪切板簧片和剪切梯形(切邊)..... 215

3 板簧片的鑽孔..... 215

4 卷制主片的吊耳..... 218

5 板簧片的彎曲和熱處理..... 219

6 板簧片的校正..... 225

7 板簧的臨時裝配(裝配時卡箍)..... 226

8 永久性的裝配..... 227

9 板簧的驗收、試驗和油漆..... 228

第十章 車輛圓簧(螺旋彈簧)的生產..... 230

1 坯料尺寸的計算..... 231

2 切料..... 235

3 延伸端部..... 236

4 圓簧的卷制..... 238

5 圓簧的淬火	243
6 圓簧的回火	246
7 磨平兩端	247
8 驗收和試驗	247
9 圓簧的油漆	248
第十一章 鍛模和機車車輛零件的熱處理	250
1 鍛模的分類	250
2 鍛模損壞的種類和引起損壞的因素	250
3 鍛模崩壞的原因	252
4 鍛模的金屬材料	253
5 熱處理過程	256
(一)退火(256)——(二)正火(257)——(三)淬火(257)——(四)回火(257)	
6 鍛模熱處理	257
(一)臥式鍛造機的鍛模(257)——(二)錘鍛模(260)	
7 鍛模在使用時的預熱和冷卻	264
8 機車車輛零件的熱處理	265
附表1~4	268

緒 論

鐵路運輸部門所屬工廠和機務段的鍛工車間，每年所生產的鍛件共達幾十萬噸，這些鍛件主要都用鋼材製成，某一配件廠每年所需要的碳鋼和合金鋼就在三萬噸以上。

鍛工車間所用的鋼材有方形、圓形、或成形截面的棒料，長2~8公尺。

部分鋼材變成非生產性消耗，成為廢料損失。所損失的廢料可分為下列幾類：

- 1) 機械加工余量和製造精度的公差；
- 2) 自由鍛造和模鍛前加熱時的燒損；
- 3) 因金屬材料質量低劣所形成的廢品；
- 4) 熱處理時所形成的廢品；
- 5) 鍛造時所形成的廢品；
- 6) 非倍尺材料[●]所產生的料頭；
- 7) 毛邊、鉗持部分和其他廢料。

上列幾類廢料的實際損失，有時達到零件重量的1.5~2倍。這個數字可由蘇聯某一個工廠的鍛工車間，在用模鍛和自由鍛的方法製造個別零件的工作經驗中看出（表1）。

上述金屬材料損失的原因是製造數量較多的零件時採用了平砧面，而沒有使用固定模或墊模（手鍛模）的模鍛方法，以及概略地決定了加工余量和公差，現行定額一般都過低，並且在編制現行定額時沒有考慮到影響其大小的因素。

● 倍尺材料——例如每個車輛車軸坯料為 $200 \times 200 \times 1650$ 公厘，如果向鋼鐵廠訂用3300公厘、4950公厘等長度的材料，這些材料長度恰好與單件的坯料長度成整倍數，就稱為倍尺。如果訂購材料時不指定成倍數的長度，供應的材料長度可能是3~6公尺，就稱為非倍尺。——譯者

表1 鍛件的金屬消耗

零件名称	鋼号	截面形狀 和尺寸 (公厘)	重量(公斤)		
			零件淨重	鍛件	坯料
(甲) 模 鍛 件					
ΘM型蒸汽機車的牽引裝置:					
螺杆	35~40	方形125	21.7	32.5	37.3
大套环	35~40	方形 75	23.3	28.1	31.6
小套环	35~40	方形 75	20.9	22.3	25.4
螺母	5	方形110	10.3	15.5	17.6
低边貨車(平車)的螺杆牽引裝置:					
螺杆	35~40	圓形φ 56	5.4	7.8	7.8
套环	35~40	圓形φ 45	5.9	10.0	10.5
耳环		方形 65	4.2	5.1	6.18
大螺母		方形 70	5.2	6.7	7.3
小螺母		方形 65	2.4	3.4	3.9
ΘM70-2型蒸汽機車的板簧卡箍		方形125	17.5	23.6	36.0
CO-20-2型蒸汽機車的板簧卡箍		方形125	16.9	25.7	39.1
CY-40-2型蒸汽機車的板簧卡箍		方形130	21	35	43.5
(乙) 自 由 鍛 件					
蒸汽機車的搖連杆:					
(1) 搖杆: ΘY-67型機車	5	鋼錠	178.9	500	750
ΘM-34型機車	5	鋼錠	210	550	925
CO-8型機車	5	鋼錠	210	600	1000
(2) 連杆: ΘY-71型機車	5	鋼錠	97.9	340	565
ΘM-58型機車	5	鋼錠	121	350	500
ΦД-600-45型機車	5	鋼錠	217.3	460	765
CO-7型機車	5	鋼錠	69.5	175	290

加熱時金屬的燒損雖然在工藝上也不可避免，但這種損失是非常巨大的。當燒損的定額是零件重量的2~3%時，燒損會達到4~5%。除了金屬氧化的直接損失以外，氧化皮會使鍛模的磨損加快，並且經常阻礙金屬在充滿模槽時的流動，引起鍛壓不足而產生廢品。

金屬氧化皮損失很大的原因之一是所使用的爐子式樣陳舊及其保養不良。在大多數工廠和機務段所使用的加熱爐中，雖然也

有較高的生產率，修理時也作了部分更換，但由於燃燒室中有空氣自由進入，使金屬材料的表面發生大量的氧化。

為了減少加熱時金屬的燒損和改善鍛件的質量，在鍛工車間中最好採用煤氣爐和電爐，安裝固定的高溫控制設備，減少在自由鍛和模鍛前的坯料加熱次數，縮短加熱時間，使加熱時間達到先進工業和運輸企業的标准。

有些工廠和機務段還沒有遵守進料的質量檢查。對運來的金屬材料應作如下的檢查：

(1) 對需要加工的金屬材料作外表的察看，檢查有否裂紋、髮裂、深的折疊和結疤等表面缺陷；

(2) 檢查鋼料的化學成分是否與保證書（發貨單）所提供的規格一致；

(3) 試驗金屬材料的機械性能；

(4) 檢查金屬材料的橫截面尺寸、檢查材料全長度與坯料長度不成倍尺的情況和檢查板簧鋼材的凹槽位置是否正確等等。

熱處理時所產生的廢品通常是由於不遵守操作規程而引起的，這種情況大半產生於圓簧和板簧車間，以及大型機車鍛件的熱處理工作。將化學成分相差很大的鋼號弄錯是常常碰到的事，這樣自然會使熱處理的質量受到影響。此外，還有許多其他原因也會影響熱處理的質量。

為了減少金屬材料使用時的廢料損失，從減小鍛件加工余量和公差的方法來縮短設備的非生產性工作和減少所用的勞動力，以及達到改善零件和工具的熱處理質量的目的，都須要工程技術人員和工人們應用更先進的生產方法。這樣，才能大量地節省金屬材料、勞動力和設備，以順利地提前完成國家的五年計劃。

編寫本書的目的是闡明最合理的工藝規程，以及與鐵路運輸部門所屬工廠和機務段的鍛工—彈簧車間和熱處理車間中個別最薄弱工作環節有關的問題。

第一章 影响鍛件允許尺寸偏差和 机械加工余量的因素

在制訂鍛件尺寸制造精度的允許偏差和鍛件上所留的机械加工余量时，必須考虑到能反映出鍛造生产特点的工艺和設計因素。这些影响鍛件制造精度和机械加工余量的因素有以下几种：

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1) 制造方法; | 2) 加热; |
| 3) 鍛造設備; | 4) 机械加工精度; |
| 5) 鍛件的測量方法; | 6) 模鍛不足; |
| 7) 鍛模磨損; | 8) 鍛模錯移; |
| 9) 鍛模鐵縮; | 10) 鍛件冷縮; |
| 11) 热处理; | 12) 模鍛斜角和圓角半徑; |
| 13) 零件尺寸(長度和寬度); | 14) 零件的設計形狀; |
| 15) 金屬原材料(鋼錠和鋼材)。 | |

以上所举的因素可能还包括得不够全面，但这些因素已包括了所有在大多数情况中可能考虑到的因素。除上述的因素以外，还有一些預先不能考虑到的因素，例如工人的技术水平等等。

下面我們要分別研究各种因素的簡要意义。

1 制造方法

鍛件可用兩種方法制成：

- (1) 在鍛錘或压力机(水压机)上用平砧面自由鍛造;
- (2) 在鍛錘、压力机、或臥式鍛造机(平鍛机)上用閉式鍛模模鍛。

第一种方法——自由鍛造——主要适用于單件和小批生产。

第二种方法——模鍛——主要适用于大批和大量生产。在同类性質的生产中，相当昂貴的鍛模价格可由数量很多的鍛件平均

担負，使每个鍛件所攤負的鍛模費用很少。

用第一或第二種製造方法所得到的鍛件，在實質上的區別為：自由鍛造所制成的鍛件通常只能達到與產品的最後形狀（機械加工後）大致相近；用模鍛方法在閉式鍛模中所制成的鍛件，它的形狀和尺寸都與制成品相近，所以可根據其用途，完全不需要機械加工，或者只需要加工較少的尺寸就可使用。

在開式鍛造（自由鍛造）時，不使用任何輔具，要使尺寸達到小於 $\pm 2 \sim 3$ 公厘的精度就很困難。因而用自由鍛造法所制成的鍛件，在切屑和料頭方面所不能利用的廢料是相當可觀的，機械加工時就需要較多的勞動力、切削工具費用和機床數量。

相反的，模鍛能大量地降低過多的金屬材料消耗量和機械加工費用。

與自由鍛比較，用模鍛法製造零件，具有下列優點：

- （1）提高鍛造精度；
- （2）生產率較高；
- （3）鍛件的外表美觀；
- （4）鍛件的形狀與成品零件的形狀更為接近；
- （5）能鍛造特別難於製造的複雜鍛件；
- （6）與自由鍛造比較，模鍛依靠鍛工的技术水平較少；
- （7）節省很多工作時間和工資；
- （8）比較容易制定工作定額；
- （9）節省很多金屬材料。

按照加工的精度，用模鍛方法可製造以下幾種鍛件：

- （1）不需要任何機械加工余量的作為最後成品的黑皮鍛件；
- （2）在某些部分留有機械加工余量的黑皮鍛件；
- （3）在所有尺寸上全部留有少量加工余量的黑皮鍛件，這些較小的加工余量是留作（在機床上或用手工）磨光或拋光之用；
- （4）全部尺寸上都留有機械加工余量的鍛件。

根据苏联工厂的工作經驗，長 2 公尺以上的零件（軸和其他零件）可以用模鍛方法一次鍛成；長 3 公尺以上的零件可以分成几部分先后模鍛（見模鍛搖連杆的示例）。

由此可見，只要在鍛件的价格計算中能显出模鍛是有利的，就适宜于采用模鍛。

2 加 热

加热均匀是使模鍛和自由鍛得到正确尺寸的必要条件。

加热不均匀的鍛件就会鍛造和冷縮得不均匀，这就是鍛件尺寸有差别的首要原因。

金屬加热时表面受到氧化，形成了氧化皮。部分氧化皮在鍛造时剥落，部分氧化皮仍留在鍛件上，而这些剩留的氧化皮就需要用酸类浸蝕或其他清理方法（滾筒清理、噴砂清理等等）除去。

氧化皮的厚度由許多原因決定：加热溫度、加热時間長短、加热次数、爐子工作情况的正确性和鍛件尺寸。鍛件尺寸愈大或形狀愈复杂，所产生的氧化皮也就愈厚。

氧化皮的厚度范围由十分之几公厘到 2~3 公厘（大型零件）。根据檢查結果，得知機車車輛鍛件的氧化皮平均厚 0.5~1.5 公厘。

在所有情況下，清理氧化皮都應該認為是必須的，尤其对于需要机械加工的零件則更为必要，否則会使切削刀具磨鈍得很快。

为了要使切削工具發揮正常的工作能力和加工后得到光潔的表面，切削深度應該超过氧化皮的厚度。

根据柯万教授（В. М. Кован）的資料：当碳鋼件的切削深度为 1.5 公厘时，已能保證切削工具不是沿着表面的氧化皮工作。

在爐子中应用控制气体（保护气体）和采用感应加热，均能使氧化皮厚度尽量縮減。

3 鍛造設備

自由鍛造和模鍛可在蒸汽錘、電動空氣錘、機動錘、鍛造壓力機和臥式鍛造機上進行。因為每類設備所製造的鍛件精度並不相同，因而應該採用其中的哪一類設備，要根據生產規模及其專業化的情況來決定。

(1) 自由鍛造用的鍛錘和壓力機（水壓機）：適用於製造尺寸較大、精度較差的鍛件，通常都用平砧面鍛造。

(2) 模鍛錘：適用於製造凹空較深、表面間斷和帶銳角的零件。由於在模鍛錘上使用了鍛模，所以模鍛件的製造精度能與機械粗加工的精度相近。例如在許多運輸機械製造廠和汽車製造廠中，用模鍛錘模鍛大型和形狀複雜的零件可達到第八級精度（見圖 9、10 的測量圖）。

(3) 模鍛曲軸壓力機：適用於模鍛形狀簡單的零件。採用這種壓力機鍛造所獲得的鍛件製造精度，要比用鍛錘鍛造所得的高得多。

(4) 電熱鍛鍛機：最近已採用電熱鍛鍛機同時加熱和鍛鍛金屬材料的方法，以代替在錘上或壓床上用多模槽鍛模的模鍛工作。在全部鍛鍛過程中，金屬材料始終保持着同一加熱溫度，因而消除了加熱不正確的可能性。與臥式鍛造機的鍛鍛工作比較，電熱鍛鍛機所製成的鍛件能有較準確的尺寸，並且氧化皮較少（由於這類設備的生產率較低，所以還沒有得到普遍採用）。

(5) 臥式鍛造機：臥式鍛造機與電熱鍛鍛機相似，金屬材料都用鍛鍛的方法產生變形；與鍛錘和壓力機的垂直（平面的）鍛造方向相反，它們的鍛造方向都是水平的（鍛鍛頭部）。

臥式鍛造機的全套鍛模大都由三個部分組成，即由固定的陰模、移動的陰模和鍛造的沖頭組成。鍛錘和壓床上模鍛的鍛件一般都帶有毛邊，但臥式鍛造機則與它們相反，在臥式鍛造機上使用了設計正確的鍛模能製造出沒有毛邊的鍛件。

只有当金属材料受到十分强大的压力和兩塊陰模互相閉合得不够紧密的情况下，才会使臥式鍛造机的鍛件上出現毛边。这种情况下所产生的毛边，能在鍛件热态时用热銑法或切边压床除去。臥式鍛造机鍛模的模壁上并不需要能使鍛件出模方便的模鍛斜角。并且在鍛模中使用了前擋料板后，能使金屬的廢料損失減到最少。

在所有的可能情况中，用臥式鍛造机的鍛鍛来代替鍛錘的模鍛是比較合适的。

在这些机器上制造的零件精度，規定在7~8級。

(6) 馬克西压床 (Максипресс): 这类設備适用于冷态或热态精压工作，即模鍛和整形多种零件，例如連杆、汽車中的傳动齒輪、曲軸等等。这些零件在使用时要受到慣性力的考驗，因而需要平衡。重量的誤差范圍較小，应在 $\pm 30 \sim 50$ 克以內。由于在模鍛錘上模鍛有模鍛不足的可能、鍛模磨損較大和其他原因，要在模鍛錘上模鍛后得到类似这样的精度是不可能的。

在精压床[●] (制造厂中已广泛采用精压床) 上經過整形后，可达到全苏标准 (ОСТ) 中第5~7級制造精度。

在馬克西压床上模鍛的主要优点如下：

- (1) 得到精度較高的鍛件；
- (2) 能鍛出有小孔的鍛件；
- (3) 得到模鍛斜角較小的鍛件 ($5 \sim 1^\circ$)；
- (4) 生产率較高。

正确選擇制造工艺方法和采用上面所講的几种鍛造設備，要根据生产規模的大小 (大量、成批、或單件生产) 來決定。

为了說明上述情形，在圖1中引用了柯尔尼洛夫 (Корнилов) 工程師資料中的曲綫，来表示撥塊的毛坯价格与其所需制造件数的关系。

● 苏联克拉馬托尔斯克城奥尔忠尼啓則工厂制造这类压床。

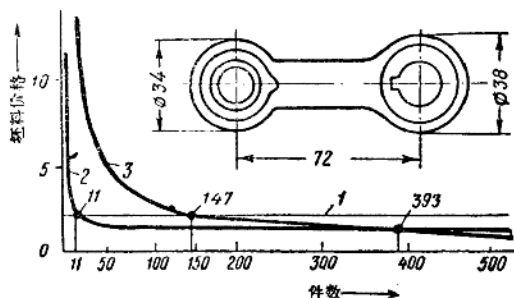


圖1 坯料的价格:

1—自由鍛造; 2—鑄鋼; 3—模鍛。

从圖1中可以看到, 用自由鍛造法得到的坯料, 它的价格是固定不变的(直綫1); 当坯料用鑄鋼制成时, 价格与件数的关系成一骤然下降的曲綫2; 用鍛模鍛造坯料时, 上列关系如曲綫3所示。直綫与曲綫的交点表明两种制造方法所得的坯料价格相同。

当制造11件撥塊时, 用自由鍛造法或鑄鋼所得的坯料价格相等。从圖中也可以看到, 当制造393个零件时, 模鍛的坯料与鑄鋼的坯料价格相等。

在圖中还可以看到, 当所需制造的零件少于11个时, 用自由鍛造所制成的坯料較为便宜。零件数量为11~393件时, 用鑄鋼件就較廉。大于393件时, 则用模鍛的坯料較廉。

根据具体的生产情况和生产規模来編制上述計算的工作, 应该在選擇制造設備和坯料种类之前进行。

4 零件机械加工的精度

坯料上必需留有一定的加工余量, 以便进行零件的机械加工工序(車削、磨制等等)。而且总的加工余量應該足够保證能进行零件制造工艺过程中所規定的全部加工工序。所以零件表面加工过程愈复杂(多工序的), 則必需增加总的加工余量, 因而坯料

的尺寸也要加大。

根据苏联汽车拖拉机工业科学研究所的标准,直径 20 公厘和长度为 100 公厘的零件,在粗加工时所采用的最小加工余量为 1.25 公厘;加工符号为 $\nabla\nabla$ 时,需增加的常数为 0.5 公厘,即加工余量为 1.75 公厘;加工符号为 $\nabla\nabla\nabla$ 时,再需要增加的加工余量为 0.25 公厘,即总的加工余量为 2 公厘(表 15)。

按照苏联斯大林汽车制造厂的标准,上述大小的零件在机械加工时,第一次切削所需除去金属厚度为 1 公厘;当加工符号为 $\nabla\nabla$ 和 $\nabla\nabla\nabla$ 时,则各需增加 0.25 公厘,即加工余量各为 1.25 公厘和 1.5 公厘[●]。

柯万 (В. М. Кован) 教授认为碳钢的模锻件表面都留有厚 0.7~1 公厘的脱碳层和组织破坏层;合金钢制成的模锻件,这种表面层的厚度范围为 0.3~0.4 公厘。在合金钢中,镍和铬的成分能阻止金属组织的破坏作用。

按照美国的锻件公差标准,小锻件的每个加工面上应有 1/32 吋的加工余量,大锻件的加工余量则为 1/4~1/2 吋。

因在这些标准中没有考虑到锻件的公差大小,所以应该认为这种标准是过低的。

因此,在各级机械加工的精度中,需要在机床上除去的金属表面厚度是不同的,但都在 1~3 公厘的范围以内,这个数值对于近似的计算已足够准确。所以在决定总的加工余量时,最好将零件表面机械粗加工 (∇ 和 $\nabla\nabla$) 所需的加工余量 (等于 1~2 公厘) 与零件精加工 ($\nabla\nabla\nabla$ 和 $\nabla\nabla\nabla\nabla$) 所需的加工余量 (通常为 0.25~0.5 公厘) 区分开来。

5 锻件的测量方法

通常都用卡钳和木尺或铜尺来测量锻件的尺寸。在机械加工

● 原书没有 [1.5 公厘], 根据原书 43 页表 15 中的数据, 应补上 [1.5 公厘]。