

鍛工車間先進經驗

克留齊尼可夫編著



机械工业出版社

鍛工車間先進經驗

克留齊尼可夫編著

陳錫祿等譯 邢濟安校訂



机械工业出版社

1959

出版者的話

本書綜合了苏联大型機器制造厂鍛工車間中有关鍛造工作經驗的資料，同时还闡述了鍛压生产發展的基本方向：軋材和鋼錠的合理下料，自由鍛和模鍛減少料头損失的方法，減少鍛造机械加工余量的方法，工作地和劳动率的合理組織，快速鍛造和快速加熱等。

本書适用于鍛工車間工作的工程技術人員，也可供熟練鍛工作为參考書。

参加本書翻譯的有：徐紹隆（第一章、第五章和第八章）；陳錫祿（第二章）；歐陽昌宏（第三章和第四章）；辛宗仁（第六章）；張蔭春（第七章）。

苏联 С. И. Ключников 著 'Передовой опыт в кузнечных цехах' (Машгиз 1956 年第一版)

* * *

NO. 2746

1959 年 6 月第一版 1959 年 6 月第一版第一次印刷
787×1092 1/32 字数 226 千字 印張 10 9/16 0,001—7,600 册
机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业營業許可証出字第 093 号 定价(11) 1.65 元

目 次

第一章 鍛件制造的劳动量和金屬消耗量	5
制造鍛件的劳动量	7
制造鍛件的金屬消耗量	13
第二章 金屬的合理下料	22
按棒料公称尺寸及实际厚度下料	22
訂貨时选择最适当的棒料長度	29
統一軋制金屬的尺寸	34
利用料头的下料	40
最小料头的下料	45
鋼錠的合理下料	49
第三章 减少鍛造和模鍛的料头損失	53
减少模鍛的料头	55
减少自由鍛的料头	69
利用料头	81
第四章 无飞边模鍛	92
在压床的带靜垂直模面的凹模中模鍛	
有色金屬及合金制的鍛件	92
在压床及錘上的带活动垂直模面的組	
合凹模中模鍛鋼鍛件	98
在錘上的整塊模中模鍛鋼鍛件，以	
鍛件最大横断面的上面或下面作为分	
模面	101
第五章 小余量和无余量的鍛造和模鍛	115
精确鍛造	120

将自由鍛改为模鍛	148
模鍛方法的改变和模子結構的改进	155
冷挤压	159
光淨模鍛	173
模鍛-焊接結構	178
第六章 鍛工生产中的輓鍛、軋制和扩孔	188
在輓鍛机中鍛造和模鍛	188
用縱軋代替用鍛模鍛造成型毛坯	202
成型毛坯的橫向鍛軋	214
特殊型鋼	225
扩孔	232
第七章 生产率高的及快速的加热, 鍛	
造和模鍛的方法	248
鍛造毛坯和鋼錠的強力加热及快速加热	248
模鍛前高压煤气快速加热	259
生产率高的和快速的鍛造和模鍛	270
第八章 鍛造生产的先进組織法	313

第一章

鍛件制造的劳动量和金屬消耗量

每噸鍛件或一台機器全套鍛件的成本是鍛造生產水平的基本技術經濟指標。

鍛件的成本是由四個主要部分組成的：金屬材料費用、工藝燃料費、生產工資額和車間費用。表1內列出了兩種典型生產方式的每噸鍛件的成本（這表是根據烏拉爾重型機器廠的資料編制的）。從表1可以看出，金屬材料的費用占鍛件成本的60~70%。

鍛件的成本決定于鍛件制造的工藝過程和生產組織形式。鍛造生產率是衡量鍛造工藝是否先進的主要準則。生產率一般是以制造每一鍛件（每噸鍛件或一台機器的全套鍛件）所費的工時來表示的。

工藝過程的特點，也可以以制造自由鍛件或模鍛件的金屬用量來說明，也就是在鍛工車間制造一件鍛件（每噸鍛件或一台機器的全套鍛件）所消耗的金屬重量表示。

制造鍛件的工時、金屬用量以及勞動條件是鍛造生產技術經濟水平的主要指標。作者就是把这些指標作為對各鍛工車間先進經驗評價的依據。工藝過程的生產率和金屬消耗量是相互關係的，這是衡量鍛工車間先進工藝的表志。

當從較低的鍛造生產率的方法，轉變到用較高的鍛造生產率方法鍛造時，鍛件的金屬消耗量也會下降（特殊除外），原因是當鍛件轉變到用較高生產率的方法鍛造的同時，鍛件尺

表 1 每吨鍛件的成本

項	目	單 位	每 吨 产 品	
			数 量	成本(盧布)
大型鍛件(压力机車間)				
金属材料——鋼錠	吨	1.655	1675	
損耗——料头和火耗	吨	0.631	200	
燃料——發生爐煤气 (热值为1450大卡/立方公尺)	立方公尺	3850	366	
生产工資額	盧布	—	41	
車間費用(为生产工人工资的100%)	盧布	—	418	
車間成本(扣除料头的价值)			2300	
鍛件和模鍛件(鍛錘車間和混合鍛工車間)				
金属材料——鋼材	吨	1.343	1698	
損耗——料头和火耗	吨	0.28	77	
燃料——發生爐煤气 (热值为1450大卡/立方公尺)	立方公尺	2170	206	
生产工資額	盧布	—	140	
車間費用(为生产工資額的235%)	盧布	—	331	
車間成本(扣除料头的价值)			2298	

寸和形状的准确性也随之提高。

若把用自由鍛鍛造螺栓的劳动量和金屬消耗量定为1个單位，則在采用胎模鍛造时，劳动量减少到0.3，而金屬消耗量减少到0.92。在摩擦压床上鍛造时，劳动量减少到0.1，而金屬消耗量减少到0.85。在平鍛机上热鍛时，劳动量减少到0.08，而金屬消耗量减少到0.80。

ЗИС-150型汽車的轉向节(羊角)淨重为12.6公斤，当用自由鍛造时，金屬消耗量36公斤，每班的鍛造生产率为15~20件，每件的机械加工劳动量64.5台时。当轉向节以模

表 2

机 器 名 称	一台机器 全套鍛件 重(公斤)	金屬損耗重量 (公斤)		金屬利 用 率
		鍛工車間 鍛造時	金工車間 加工時	
鍛 件 ①				
Л型機車	19583	4215	7288	0.52
Э-505挖土机	2711	683	1119	0.47
КМЛ-1掘煤机	1146	382	585	0.37
“頓巴斯”型采煤機	2415	472	970	0.50
模 鍛 件				
ГАЗ-51型汽車	319	94	74	0.60
ЗИС-150型汽車	545	200	142	0.54
С-4型康拜因	84	22	17	0.63
К-4型耕土机	567	40	15	0.91
СТР-30輸送鏈	3742	2249	—	0.63

① 其中有少量的模鍛件。

鍛方法鍛造時，金屬消耗量減少15公斤，每班的生產率為300~350件，而每個零件機械加工勞動量僅為1台時。

表2中所列數據是在鍛工車間和金工車間小批生產機器自由鍛件的金屬損耗量和大批生產機器模鍛件的金屬損耗量。

這里與前一個例子相同，模鍛件的金屬利用率比自由鍛件的金屬利用率高。我們再來看一看在各種機器製造業中，製造鍛件的勞動量和金屬消耗量的具體數值。

製造鍛件的勞動量

製造鍛件的勞動量決定於製造一個鍛件所耗費的時間。

勞動量可用工時表示，即生產工人製造一個鍛件（1噸鍛件或一台機器全套鍛件）所耗用的時間數；也可用台時表

示，即是在制造一个鍛件（1吨鍛件或1台机器全套鍛件）中鍛造机器所工作的時間数。

制造鍛件的劳动量越少，鍛造的工艺过程就越先进。但在鍛造方法已定的範圍內，也有可能使方法改善一下，而劳动量仍保持不变，只是改善了其他的指标，如鍛件的質量、鍛造过程的动力消耗量、金屬消耗量和劳动条件等。按照鍛工車間的先进經驗，鍛造設備生产率和工人生产率的提高不可避免的要与以下情况有关：强化加热工作、采用燃料消耗量低的半連續式爐和連續式爐、采用提高鍛件精确度的模具和采用減輕劳动强度的机械和夹具等。

在鍛件制造中，当金屬消耗量减少时，鍛造的劳动量、金屬的加热時間、燃料和动力的消耗量也都要随之减少。

制造1台机器全套鍛件的劳动量用下式表示：

$$T_{\text{MK}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}{60} \text{ 台时}$$

$$T'_{\text{MK}} = \frac{m_1 n_1 + m_2 n_2 + m_3 n_3 + \dots + m_n n_n}{60} \text{ 工时}$$

制造1吨鍛件的劳动量用下式表示：

$$T_m = \frac{T_{\text{MK}} \cdot 1000}{P_{\text{MK}}} \text{ 台时}$$

$$T'_m = \frac{T'_{\text{MK}} \cdot 1000}{P_{\text{MK}}} \text{ 工时}$$

式中 $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ 是該机器的全套鍛件中第一个、第二个、第三个、到第 n 个鍛件的各自制造時間（分）； $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$ 是根据工艺过程制造某一鍛件的工作組中的工人人数。 P_{MK} 是1台机器全套鍛件的重量（公斤）。

在各机器制造部門中的鍛造生产水平可以用自由鍛件和模鍛件与全部鍛件产品数的比例关系来表示（表3）。

圖1說明了鍛造生产工艺的改善对降低加工劳动量的影

表3 在各机器制造部門中鍛件和模鍛件的比重
(根据1952年的資料)

机器制造部門名称	各种鍛件占鍛工車間总产量的%		机器制造部門名称	各种鍛件占鍛工車間总产量的%	
	自由鍛件	模鍛件		自由鍛件	模鍛件
冶金設備	70	30	采煤机械	57	43
汽車与拖拉机	6.5	93.5	建筑与筑路机械	95	5
农业机器	15	85	运输机械	32	68
造船	50	50	通用机械和仪表	75	25
石油工业設備	98	2	机床	79	21
重型机械	70	30			

响。圖1中的曲綫代表着不同批量的螺栓和連杆。

表4所示是在1952年的生产水平上,根据各种批量,制造各种机器的1吨鍛件劳动量的数据。应当指出:劳动量是随着生产批量的增大,而按規律性的下降。在水压机上用鋼錠鍛造1吨鍛件劳动量的台时列于圖2。

当繁重的鍛造工作机械化之后,劳动量有特別明显的降低。表5表明:由于机械化程度的提高,鍛造設備工作一小时的劳动量也随之降低。低机械化程度工作应理解为,輔助操作和生产操作(装爐、鍛造中的鍛件翻轉移动和送去切边等)基本上是用手或使用十分簡單的工具来完成的。

重型鍛件鍛造經常采用箱式爐、台車式爐加热,桥式吊車、非电动的旋臂吊車(起重臂)、手动葫蘆、手推平車和用鋼繩拖曳的平車。中等机械化程度工作应理解为,装爐出爐等部分輔助工。作用机械化来完成的如采用單軌、电动旋臂吊車、带專門吊具的桥式鍛造用吊車和装料用吊車以及采用

表 4 鍛造 1 吨或一套各种机器的鍛件的劳动量
(根据1952年定额)

机 器 名 称	生产性質	鍛 造 劳 动 量			
		工 时		台 时	
		一套鍛件	一吨鍛件	一套鍛件	一吨鍛件
康拜因机 C-4	成批生产	6.0	21.2	3.5	12.4
康拜因机 C-6	大批生产	7.55	28.3	4.94	18.5
麦稻收集車 KA	大批生产	4.38	16.6	2.86	11.0
鐮犁 П5-35M	大量生产	5.18	6.3	3.14	3.8
割草机 KC-10	大批生产	5.65	6.6	4.03	4.7
滾式割草机 KB-5	大批生产	2.2	4.2	1.78	3.9
鐮犁 П4-30	大批生产	4.14	8.4	3.0	6.1
鐮犁 ПКБ-56	大批生产	5.9	7.0	4.4	5.2
松土机 КП-3	成批生产	1.78	7.4	1.25	4.5
鋤头 MB-2.1	大批生产	0.54	7.8	0.31	4.5
栽培机 ПП-4	成批生产	6.69	11.0	4.76	7.8
压路机 3KK-6	成批生产	0.48	4.0	0.37	3.0
播种机 T-8-2	大批生产	10.9	18.3	8.33	14.0
播种机 C3T-47	大批生产	11.5	16.6	9.68	14.0
播种机 C3X-6A	成批生产	14.5	20.3	11.4	16.0
播种机 CIII-6	大批生产	7.3	8.2	5.8	6.5
播种机 2CK-16	大批生产	24.4	26.4	18.5	20.0
割草机 K-1.4	大批生产	2.5	39.0	1.30	20.3
割草机 KH-2.1	大批生产	4.8	35.3	2.3	16.9
搖臂收割器 ПМ-5	大批生产	2.6	25.5	1.55	16.2
大麻秆捆扎机	大批生产	60.0	56.8	33.0	31.3
拔麻机	大批生产	45.0	57.6	24.0	307
1.5吨載重汽車	大批生产	3.6	124	1.52	5.8
2.5吨載重汽車	大批生产	3.6	12.0	1.52	5.1
4 吨載重汽車	大批生产	6.23	10.7	2.5	4.45
5 ~ 7 吨載重汽車	大批生产	11.8	12.1	3.8	4.3
54馬力履帶式拖拉機	大批生产	6.9	87	3.4	4.3
22馬力輪子式拖拉機	大批生产	6.1	12.0	3.1	6.1
П 型機車 (附煤水車)	大批生产	—	—	78.3	4.0
160公厘以下的軸承	大量生产	—	23.6	—	14.0

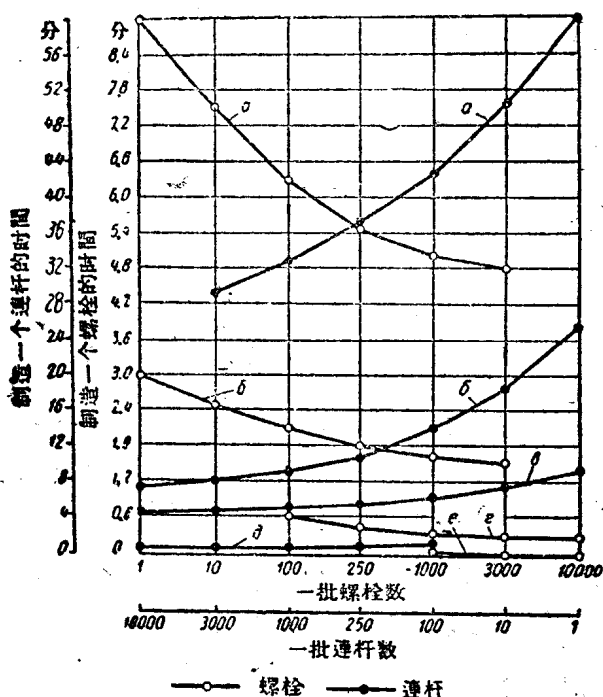


圖1 以各種方法製造1個鍛件所用的時間：

a—手工鍛造；b—自由鍛造；B—胎模鍛造；e—夾板錘模鍛；
d—錘上多模膛模鍛；e—冷鍛。

一些能減輕和加速部分自由鍛造或模鍛工序的夾具。

在高度機械化中採用：帶推杆與頂出器的爐子、立式轉爐和帶拖曳機構的爐子，工作地上裝備有輸送機、裝料機、操作機、翻料機、電力氣動起重機、轉台、懸掛式輸送帶、傳動滾道、卸下模具裝置、除邊器和安裝模具的專用電動平車等。

隨着鍛造生產工藝的不斷改進，勞動量不斷地降低，同時每平方公尺車間總面積的鍛件單位面積產量也一年一年地

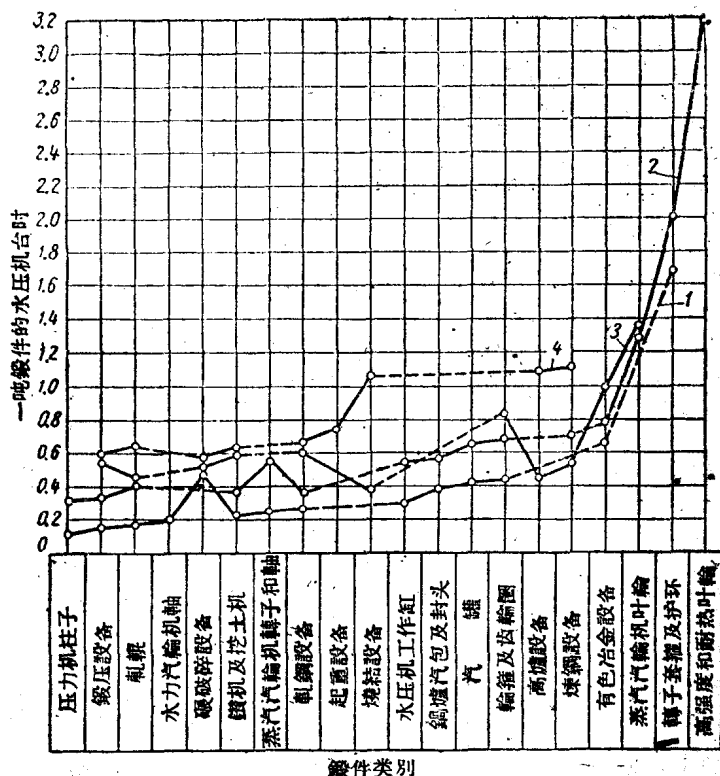


圖2 在水压机上用鋼錠鍛造1吨锻件的台时数
(烏拉尔重机厂)：

1—10000吨水压机；2—3000吨水压机；3—2000吨水压机；
4—1200吨水压机。虛綫表示那种水压机不鍛造該种锻件。

增加。在10~15年前按一班計算的每平方公尺車間总面积的單位面积产量不过是0.7~1吨/年。而現在每年每平方公尺面积的鍛件單位面积产量已达到3~4吨，从表6中可以看出这种情况。

根据鍛工車間先进經驗和先进生产者的实践得到了以下

表5 鍛造設備工作1小時的勞動量(工時)

鍛造設備名稱	各級機械化程度時的勞動量		
	低度的	中等的	高度的
0.5~0.7噸模鍛錘	3	2	1
1.0~2.0噸模鍛錘	3~4	2~3	1~2
3.0~4.0噸模鍛錘	5	3~4	2~3
5.0~6.0噸模鍛錘	6	4	3
9.0噸以下模鍛錘	8	5	3~4
1~3"平鍛機	2	1~2	1
4"平鍛機	3	2	1
5~6"平鍛機	4	2~3	2
7"平鍛機	5	3~4	2~3
0.15噸鍛錘	2	1	1
0.2~0.5噸鍛錘	3	2	2
0.75~1.5噸鍛錘	4	3	2
2.0噸以下鍛錘	5	4	3
3.0~5.0噸鍛錘	7	5	4
600~800噸水压机	8	5	2~3
1000~2000噸水压机	9	5~6	3~4
3000~5000噸水压机	10	6~7	4~5

一些降低鍛件鍛造勞動量的方法：把自由鍛造的鍛件改為胎模鍛造和錘模鍛造；把錘模鍛的鍛件改在平鍛機上鍛造或改在熱模鍛曲柄鍛壓機上進行模鍛；採用快速加熱、快速自由鍛造和快速模鍛；採用鍛造加工與焊接、軋軋和滾鍛等聯合鍛造方法；採用定制的預成型鋼錠和斷面周期型毛坯，採用精密鍛造及精密模鍛；使繁重的鍛造工作機械化和工藝過程自動化等等。

製造鍛件的金屬消耗量

鍛件製造的金屬消耗量就是在鍛工車間製造淨重1噸的

表 6 鍛工車間每平方公尺面积的鍛件單位年产量
(根据1952~1953年使用的定額)

产 品 名 称	以一班計 算的每平 方公尺鍛 工車間總 面积的年 产量 (吨/年)	产 品 名 称	以一班計 算的每平 方公尺鍛 工車間總 面积的年 产量 (吨/年)
1.5吨載重汽車	2.1	1~2公尺 ³ 挖土机	1.55
2.5吨(ГАЗ-51)載重汽車	3.0	0.5公尺 ³ 挖土机	1.47
4吨(ЗИС-150)載重汽車	2.0和2.5	破碎裝置和球磨机	1.25
5~7吨(ЯАЗ)載重汽車	2.3	重型筑路机	2.0
小汽車(莫斯科人)	1.25	重型吊車	1.0
ДТ-54拖拉机	3.05	С-4自动康拜因机	1.5
КД-35拖拉机	3.0	С-6曳行康拜因机	2.0
У-2拖拉机	2.45	ПМ-35M鐮型拖拉机	4.0
直徑160公厘以下的軸承	1.25	万能拖拉机耕种机	2.5
直徑200公厘以下的軸承	2.2	Т8-2拖拉机播种机	3.0
直徑400公厘以下的軸承	2.1	К-1.4割草机	1.75

鍛件所消耗的金屬量。因此，金屬利用率的数值是与金屬消耗量成反比的。

应当把鍛工車間中的鍛件材料利用率与金工車間中的鍛造零件和錘模鍛零件的材料利用率区别开来。鍛工車間鍛件的材料利用率是指1吨鍛件与其制造1吨鍛件所耗用金屬重量的比值；而金工車間的零件的材料利用率是指一个加工后零件的重量与其鍛件重量的比值，或者是1吨加工后零件的重量与該吨零件在加工前鍛件重量的比值。金屬利用率是由一个淨零件的重量与制造其鍛件所耗費金屬之重量比来表示，或以1吨淨零件的重量与其鍛件所耗用之金屬重量的比值来表示。

上述的材料利用率和金屬材料利用率与1台机器全套鍛

件的材料利用率和金屬材料利用率或 1 台机器淨零件的材料利用率和金屬利用率相同。

表 7 中所列的是材料利用率和金屬材料利用率的計算公式。式中 P_M ——金屬消耗重量； P_n ——鍛件重量； P_∂ ——零件重量； $P_{M\text{ш}}$ ——模鍛金屬消耗量； P_{MK} ——自由鍛金屬消耗量； $P_{n\text{ш}}$ ——模鍛件重量； P_{nK} ——自由鍛件重量。

表 7 鍛件材料利用率和金屬材料利用率的公式

系 数	公 式		
	一 般 公 式	鍛 件 生 产 方 式	
		锤 模 鍛 时	自 由 鍛 时
鍛工車間材料利用率	$K_{кys} = \frac{P_n}{P_M}$	$K_{кш} = \frac{P_{nш}}{P_{Mш}}$	$K_{кK} = \frac{P_{nK}}{P_{MK}}$
金工車間零件材料利用率	$K_{мек} = \frac{P_\partial}{P_n}$	$K_{мш} = \frac{P_\partial}{P_{nш}}$	$K_{мK} = \frac{P_\partial}{P_{nK}}$
金屬材料利用率	$K = \frac{P_\partial}{P_M}$	$K_{ш} = \frac{P_\partial}{P_{Mш}}$	$K_K = \frac{P_\partial}{P_{MK}}$

$$\text{显然: } K = K_{кys} K_{мек};$$

$$K_{ш} = K_{кш} K_{мш};$$

$$K_K = K_{кK} K_{мK}.$$

模鍛的金屬材料利用率比自由鍛的金屬材料利用率高，尽管在鍛工車間中模鍛材料利用率比自由鍛材料利用率低。这种現象是由于模鍛件的精確度比較高，也就是加工留量和敷料比較小，同时也由于减少了加工时所去掉的切屑而節約金屬的量大于模鍛与自由鍛的鍛造的料头差額。尽管当自由鍛（用軋材为原料）改为模鍛后鍛造料头有所增加，然而金屬的絕對消耗量还是有所下降。圖 3 中豎綫的下部塗影綫部分代表模鍛料头比自由鍛料头多出的数量，而上部的塗影綫

部分是代表模鍛件金屬切屑比自由鍛件減少的數量。該機器兩部分綫段的代數和表示當鍛件自由鍛改為模鍛時所節省的金屬量（此地是鍛工車間耗用1噸金屬的節約量，公斤）。

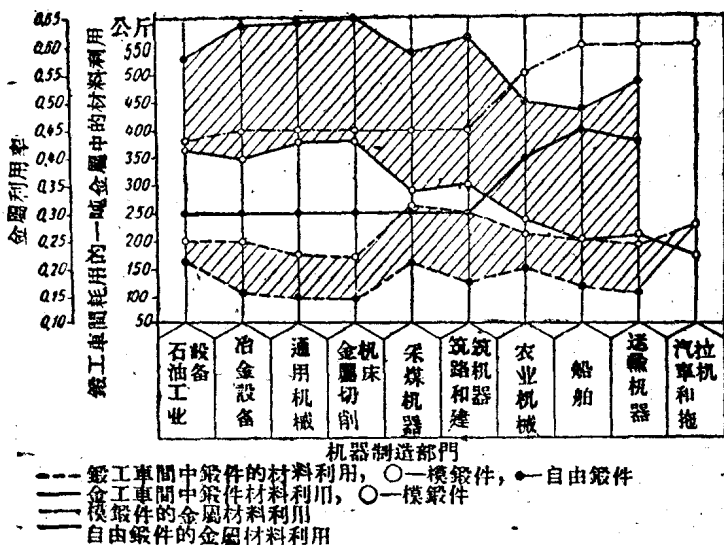


圖3 製造自由鍛件和模鍛件的料頭數量和各種機器製造業的金屬利用率。

在機器製造業中所耗用的全部壓延金屬大概三分之一是用在鍛工車間鍛造鍛件。例如，在運輸機械製造業中是38.3%，在重型機器製造業中是32.2%，在汽車拖拉機製造業中是32.8%，在機床製造業中是36.8%，在通用機器與儀表製造業中是27.8%，等等。

圖4是以圖表方法表示在各種機器製造中的熱軋金屬利用率（1949~1950年）。

在各種機器製造業中，由鍛件經機械加工制成1000公斤