

苏联锻工手册

[苏联] И. Г. 索柯洛夫 著
И. И. 卡里宁

科学技术出版社

苏联鍛工手冊

[苏联] И. Г. 索柯洛夫 著
И. И. 卡里寧

陳景福 孫秉譯

科学技術出版社

內 容 提 要

本書根据苏联劳动部教科書出版社出版的“鍛工手册”譯出。原書經苏联職業教育委员会推荐为苏联工藝学校和铁路学校的教材。

本書內容主要叙述鋼及有色金屬的一般知識,鍛件用金屬的技術規範,鍛造的加热規程,基本鍛造工序,毛坯尺寸,鍛件加工余量和公差計算,自由鍛造各种零件的工藝过程,鍛件的缺陷及安全技術。

本書供机械設計人員、机械制造厂工程技術人員的参考;并可供高等学校和中等技術学校机器制造專業的学生参考之用。

苏 联 鍛 工 手 册

СПРАВОЧНИК КУЗНЕЦА
СВОБОДНОЙ КОВКИ

原 著 者 [苏联] И Г 率柯洛夫
И И 卡 里 寧

原出版者 Трудрезервиздат • 1948

譯 者 陳 景 福 孫 秉

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路 336 弄 1 號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

上海市印刷五厂印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書号 • 15119 • 275

开本 850×1168 1/32 • 印張 6 5/16 • 插圖 1 • 字數 151,000

一九五六年七月第一版

一九五六年七月第一次印刷 • 印數 1—6,500

定价: (10) 一元二角

TG31-62/6

24869

序 言

人們期待着从工藝学校和鐵路学校畢業出來的、深切通曉自己專業的青年自由鍛工干部來改進鍛造生產技術和应用新的生產率更高的劳动方法。熟練的鍛工應該很好地了解到經常要工作的那些金屬，熟悉鍛造的加熱規程和檢查溫度的方法，并判斷金屬的缺陷，以便及時防止鍛件報廢。除此以外，熟練的鍛工還應通曉鍛工工具、設備及其最合理的使用方法。

模鍛工可由適當的模槽中容易地鍛成制件所需的形狀和尺寸；自由鍛工就不相同，他們是依靠工作的經驗和技能，使用適當的鍛工工具和測量工具來鍛成制件的。因此在通曉生產工藝問題和工作方法上就有向自由鍛工提出更高要求的必要。

這本手冊是為那些培養自由鍛工的工藝学校和鐵路学校里的學生們而編寫的，目的是幫助他們研究金屬學的基本問題、鍛造生產工藝、鍛工工具和設備裝置等。這本手冊並不企圖具有全面性的敘述，而只對上面所指出的一些問題給以必要的知識。毫無疑義的，這些知識對於正在學習和正在生產實踐中的青年鍛工是極其有用。

目 錄

序言

I. 关于鋼料結構的基本知識.....	1
鋼錠的結構.....	1
鋼錠的缺陷.....	2
軋制鋼的結構.....	6
軋制鋼的缺陷.....	7
金屬的粗相結構.....	10
金屬的顯微結構.....	10
在顯微鏡下看到的鋼的結構組成.....	11
II. 鍛件用鋼.....	15
鋼按制造方法分类.....	15
苏联工業中采用的結構鋼的化学成分.....	16
苏联工業中采用的工具鋼的化学成分.....	20
鋼按化学成分分类.....	22
合金中化学元素的代号.....	23
結構鋼的用途.....	23
制造主要工具的工具鋼的用途.....	30
合金元素对鋼性質的影响.....	35
III. 有色金屬.....	37
銅的牌号及其用途.....	37
黃銅的成分.....	37
黃銅热加工的温度規程.....	38
鋁的牌号及其用途.....	38
杜拉鋁(硬鋁)热加工的温度規程.....	38

变形鋁合金(杜拉鋁)的化学成分	39
IV. 鋼錠和鋼材的尺寸和重量	40
各种形狀鋼錠的重量	40
長方形模子鋼毛坯每1公尺長度的理論重量	41
正方形,六角形和圓形断面的毛坯每1公尺長度的重量	42
热軋方鋼的品級	43
热軋圓鋼的品級	44
初軋鋼坯(軋压的鋼塊)的尺寸和重量	45
V. 鍛件用金屬的技術驗收	45
机械試驗	45
洛氏硬度值和布氏硬度值的对照	49
确定金屬的化学成分	51
高級碳鋼的标准塗色	53
合金結構鋼的标准塗色	53
VI. 燃料及其燃燒	54
燃料的成分和种类	54
各种燃料的热当量	54
燃料的燃燒	56
燃燒过程的特性	56
VII. 加热爐和手鍛爐	56
鍛工爐的类型及其使用的条件	57
鍛工爐的主要構造	58
室式爐的尺寸和規格	58
苏联“电工”工厂出品的高頻率設備的参数	64
手鍛爐的主要構造	64
爐子的点火規則	66
VIII. 鍛造鋼料的加热規程	68
金屬在爐子中的加热速度	68

決定鋼坯和鋼錠鍛造時的加熱時間	69
碳結構鋼毛坯的加熱時間	70
鍛造的温度規程	73
温度規程	75
最常用結構鋼的鍛造温度規程	75
工具鋼的鍛造温度規程和冷却条件	77
IX. 鍛造時加熱温度的檢查	78
用眼睛決定加熱的温度	78
熾熱的顏色和回火的顏色	78
用粘土制的温度檢驗器(錐體)來測定加熱的温度	78
温度檢驗器倒下温度的等級(根據全蘇標準OCT-7665)	80
熱電法檢查温度	80
錘頭和模子加熱温度的檢查	81
熱電偶用的金屬和合金	81
最常用的熱電偶	81
裝置熱電偶和電流計的位置	81
光學高温計	83
輻射式高温計(光測温度計)	85
X. 基本的鍛造工序	86
鍛粗	86
鍛粗所需的压机压力	87
在各種温度下强度極限 σ 的數值	88
延伸(拔長)	89
鍛造水压机進行延伸所需压力的選擇	91
延伸所需鍛錘落下部分的重量	91
閉式冲孔和開式冲孔	92
鍛工截斷	94
扭轉	95
彎曲	96

弯曲机的压力和鍛件投影面積以及各种弯曲温度下 的鋼材强度極限的关系	96
鍛焊	97
XI. 自由鍛造的工具	98
鍛造工具的尺寸	99
XII. 毛坯尺寸、鍛件的加工余量和公差的計算	104
毛坯尺寸的計算	104
鍛件尺寸的公差标准	106
鍛件机械加工余量的标准	107
單曲拐曲軸鍛件的加工余量	108
多曲拐曲軸鍛件的加工余量	110
面積的計算	112
物体体積和表面積的計算	114
XIII. 剪断机、自由鍛造用的鍛錘和水压机	117
切断各种截面材料的型钢剪断机	117
双动式电动空气錘	119
1 噸和 2 噸双动式蒸汽空气鍛錘	120
3 噸和 5 噸橋式鉚接錘身的双动式蒸汽空气鍛錘	121
立式四柱鍛造水压机	123
蒸汽式水压机的生产率	124
自由鍛錘的生产率	125
錘鍛件的分类	128
自由鍛造所用的輔助机械	128
3 噸操作机的技术規格	130
XIV. 自由鍛造法制造各种零件的工艺过程	131
鋼錠中有用的金屬重量	132
自由鍛造时鋼材的廢料定額	133
用二次以上端面鍛粗法鍛造模塊和砧塊	134
用一次端面鍛粗法鍛造模塊	135

鍛造端部帶肩和帶法蘭盤的軸	136
鍛造鍛錘的錘頭	137
鍛造直徑 370 公厘、長 11 公尺的柱子	138
鍛造單肩的壓緊螺釘	139
鍛造軋鋼機的軋輥	140
鍛造鍛錘的錘杆	141
用鋼錠鍛造 Θ 型機車的搖連杆	142
鍛造無縫圓筒	143
鍛造高壓(67大氣壓)鍋爐的圓筒	144
鍛造直徑達 3,000 公厘的圓環	146
用鋼錠鍛造軋鋼機支輥上的套筒	147
在 3,000 噸水压机上用 20 噸鋼錠鍛造八個曲拐的曲軸	148
鍛造高速鋼和合金鋼切削工具的毛坯	150
用圓形鋼材鍛造切削工具的毛坯	150
用方形鋼材鍛造切削工具的毛坯	151
用鍛錘和水压机鍛造車輛的車軸	151
在 3 噸鍛錘上用鋼坯鍛造第 III 型車軸	153
在 400 噸水压机上用模具鍛造第 III 型車軸	154
在鍛錘上鍛造 C 型機車的主動軸	155
在 400 噸水压机上鍛造偏心曲拐	156
鍛造齒輪和聯軸節	158
鍛造機車的月牙板	159
鍛造月牙板鞍塊	160
在墊模中鍛造滑閥體	161
用鋼坯鍛造機車連杆	161
鍛造鐵錨	162
鍛造十字頭	164
鍛造六角螺釘	165
鍛造管子的扣釘	166
鍛造扎釘	167

鍛造鍛工鉗子.....	167
鍛造手錘.....	168
鍛造大型錐釘.....	169
XV. 鍛件的測量和量具.....	170
XVI. 鍛件的缺陷.....	173
切制毛坯时產生廢品的原因.....	173
加热毛坯时產生廢品的原因.....	174
鍛造时產品廢品的原因.....	175
机械加工后發現的鍛件廢品.....	176
XVII. 鍛件的处热处理.....	176
热处理的方法.....	176
鍛件热处理时產生廢品的种类和原因.....	181
XVIII. 安全技术.....	189
正确的和不正确的鍛造方法.....	189
鍛造水压机小組安全技术規則举例.....	191

I. 关于鋼料結構的基本知識

鋼錠的結構

鋼錠具有結晶的結構。晶体的形狀決定于鋼水在鋼錠模內凝固(冷却)的条件(指初次結晶)。

在靠近模壁处,由于金屬冷却得很快,得到的合金具有緊密的晶粒結構;在靠近鋼錠的軸心处,生長出具有櫟樹形結構的晶体(枝晶);这些晶体的軸綫是垂直于冷却的表面(模壁)而形成平行排列着的結晶束,通常叫它做柱狀枝晶。在更靠近鋼錠的軸心处,枝晶的軸綫向上彎曲,而得到的合金具有在不同方向交錯的枝晶結構。

圖 1 表示鋼錠的結構: 1—形成懸梁的縮孔; 2—縮孔; 3—縮空
和偏析区; 4—收縮疏松和偏析区; 5—混雜枝晶区; 6—薄層晶粒結構; 7—与模壁垂直的細小而緊密的枝晶; 8—与模壁垂直的大枝晶; 9—向鋼錠上部傾斜的大枝晶; 10—緊密的晶粒結構。

鋼錠在初次結晶时,还連帶發生着結晶的偏析和在鋼錠整个体積

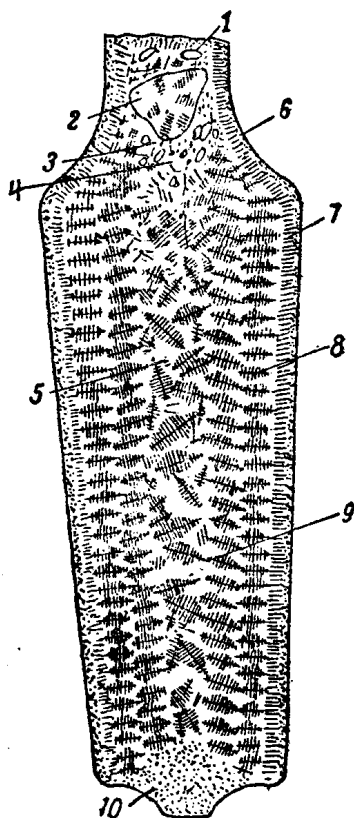


圖 1. 鋼錠枝晶結構的示意圖
(Минкевич)

內的总的偏析。鋼水在轉变为固体状态时，体積的縮小引起縮空和收縮疏松的形成。此外，当金屬凝固时有气体析出，因此在金屬体中造成气孔。上面列举的現象造成鋼錠的缺陷。

鋼錠的缺陷

縮孔 由于金屬从液体状态轉变为固体状态时体積的縮小而形成的(圖 2)。

縮孔通常具有漏斗的形狀。当比較快地从鋼錠上部冷却时，可得到閉合的縮孔；当快速冷却鋼錠的上側部分时，得到“懸梁”；而当緩慢冷却鋼錠的上部时，則得到敞露的縮孔。

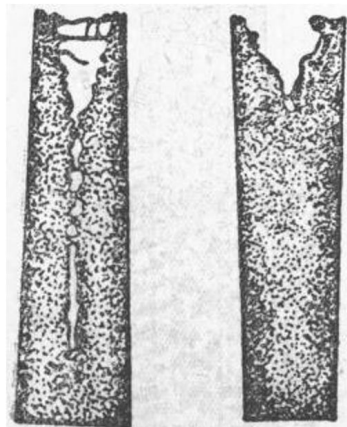


圖 2. 在鋼錠中縮孔的分布
左一狹而深的 右一闊而淺的



圖 3 在剪切机上切斷后所呈現的
縮松粗相結構

在鋼錠不切去的部分帶有縮孔时，会引起鍛件中金屬的分層，并形成裂紋。

为了消除鍛造时的廢品，鋼錠的冒口部分应予切除。

收縮疏松 在縮孔四周積聚起來的小孔(圖 3)。

鋼錠在分布着收縮疏松的部分中，通常存在着熔渣和其他雜質。小孔在正常的鍛造規程下是能熔合的。

收縮疏松照例还是与縮孔一同切除的。

对于重要的鍛件，在鋼錠中是不允許收縮疏松存在的，因为收

縮疏松具有和縮孔类似的影响。

收縮裂紋 由于凝固終了时,靠近收縮疏松处凝固金屬体積收縮的不均匀,在鋼錠内部產生的裂紋。

收縮裂紋位于鋼錠内部的偏析区,具有下列两种类型:

a) 縱向裂紋(圖 4),由收縮漏斗的頂部向下延伸;

б) 橫向裂紋(圖 5),有时为斜向的(所以叫做“鬚紋”),这是在表面不直的鋼錠模中得到的。



圖 4. 鋼錠中的縱向裂紋

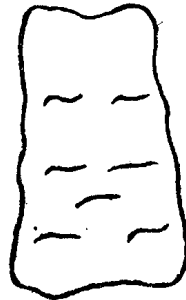


圖 5. 鋼錠中的橫向裂紋

在支承主要負荷的制件中,内部裂紋是不允許存在的。

柱狀結晶 由于鋼錠模壁冷却鋼錠而形成的。

在柱狀結晶的交接处,通常存在着大量雜質,所以在鍛造过程中引起的內应力在晶体(晶粒)的交接处会造成裂紋。

气孔 是由金屬凝固时从其中析出的气体所形成的;气孔本身是一个个圓形并略为伸長的小孔穴。

根据它在鋼錠中的分布情况,气孔可以分为两类:

a) 表面的或皮下的气孔(圖 6),沿着与模壁垂直的方向伸長;

б) 在鋼錠内部的或深入的气孔(圖 7),沿着偏析区和非偏析区之間的边界。分布在偏析区的範圍內,具有圓环形狀。

如果没有氧化物積聚在气孔表面,鍛造时这些气孔就能很好地密合。

皮下气孔会引起所謂髮裂的產生,因而降低鍛件的强度和韌性。

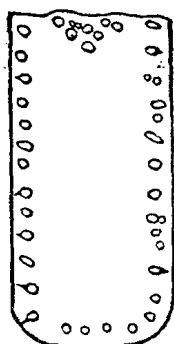


圖 6. 表面的或皮下的气孔

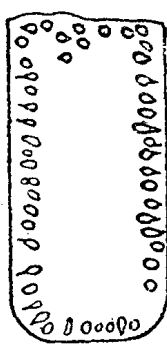


圖 7. 内部的或深入的气孔

偏析 在鋼錠体中,由于雜質分布得不均匀而得到的鋼的成分的不均一性(圖 8).

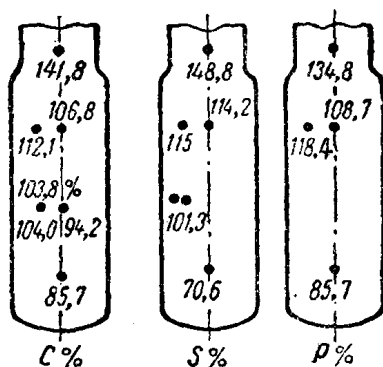


圖 8. 鋼錠中雜質的分布

在鋼的組成成分中,碳、硫、磷和合金夾雜物是易于發生強烈偏析的.

通常可以見到雜質積聚在收縮孔的周圍,这里是金屬最后凝固的地方.

偏析的存在,使鋼具有脆性和不均一性.

鋼錠的頂部(約占体積的 $\frac{1}{4}$)算是質量不好的部分,所以应当去掉.

表面裂紋 是在澆鑄金屬時由于快速而不均匀的冷却所形成的.

肉眼不易看出的而在鍛造時顯露出來的裂紋，会引起制件的报废。所以在鍛造前必須將裂紋鑿去。

白点 在鋼錠深層中的細小的裂紋；在縱向斷面上可以看到像雪花般的白色斑点（圖 9）。



圖 9. 折斷面上的白点

白点的形成是由于在熔煉過程中鋼內飽和着氫，然後進行快速冷卻，或由于金屬組成的不均一，以致引起強烈的樹枝狀偏析的緣故。

白点是金屬中完全不允許存在的缺陷，它会造成鍛件的报废。

非金屬夾雜物 根据它本身的來源，可以分为两类：

a) 在熔煉过程中所得到的細小的非金屬夾雜物，通常是金屬与硫的化合物（硫化物）或金屬与氧的化合物（氧化物）；

b) 比較大的非金屬夾雜物，通常是在熔煉和澆鑄時，由爐子的襯料、鋼水罐和鋼錠模的保温帽中落入鋼內的耐火材料的微粒。

非金屬夾雜物的積聚会造成毛坯中的弱点，并降低金屬的机械性能，对于在交变負荷下工作的零件是特別危險的。粗大的夾雜物，常可在鍛件進行机械加工時發現出來，它們成为由粉狀物質（多半是矽酸鹽）組成的、明亮的脉絡形狀或綫条形狀。

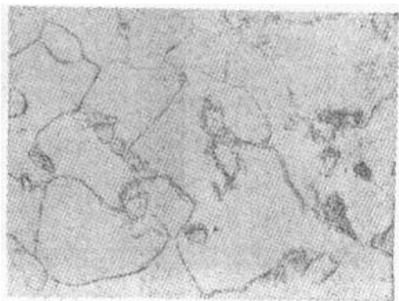


圖 10. 鋼錠中的非金屬夾雜物

如果夾雜物沒有深入內部，那麼鑿掉后鍛件仍旧可以应用。

斑点 是由澆鑄時落在模壁上的鋼水濺沫引起的。

斑点的形成过程如下：金屬在澆鑄時，濺沫落在模壁上而凝固，并与空氣中的氧發生氧化作用（圖 11）。

当模子中繼續注滿鋼時，只有部分斑点是焊合在鋼錠的表面上。

由于斑点在鍛造後会留在金屬的表面上，使鍛件的表面質量低劣。所以毛坯在裝入爐內加热以供鍛造以前，必須鑿去斑点。

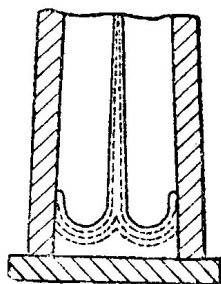


圖 11. 形成斑点的瞬間

皺溝 由于注入模中時金屬加热不足而引起的。皺溝本身是一薄層鋼，并不焊合在鋼錠的主体上。

鍛造時，皺溝的存在可能是鍛件中產生斑点和裂紋的原因。

軋制鋼的結構

將鋼料軋制是和鍛造一樣，具有两个主要目的：

- a) 使金屬具有最適當的形狀，以供進一步的利用；
- б) 压碎晶粒，以改善鋼的品質（改善鋼的結構），焊合空洞和氣孔。

在軋制鋼錠時，使鋼錠變形，沿着縱向伸長。這時粗晶粒結構受到破坏。同時縮空、偏析區、氣孔和非金屬夾雜物的形狀也得到改变，使軋制的金屬得到纖維狀的結構（圖 12）。

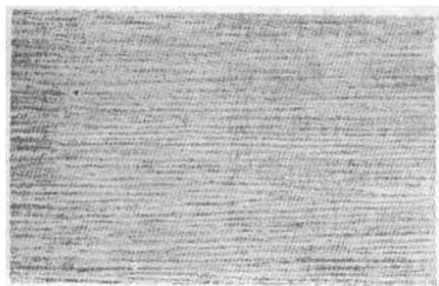


圖 12. 鋼材的結構

根据纖維的方向，鋼的機械性能在不同的斷面上是各不相同

的,在縱向断面上比在橫向断面上高。

軋制鋼的缺陷

裂紋 是由于縮孔和收縮疏松的殘留物、强烈發展的偏析区、柱狀結晶与多量的非金屬夾雜物和有害雜質,以及金屬不正确的加热、压扁和軋制后的冷却而形成的。

這種缺陷会使鍛件無可补救地報廢。

髮裂 是由于压扁鋼錠上的縮孔、气孔、非金屬夾雜物和表面气孔而形成的。根据这些疵病的大小,髮裂的長度是不同的。按其外貌,髮裂好像沿着毛坯長度分布的直線形的裂紋(圖 13)。

髮裂会使受到交变負荷的零件造成不可补救的廢品。

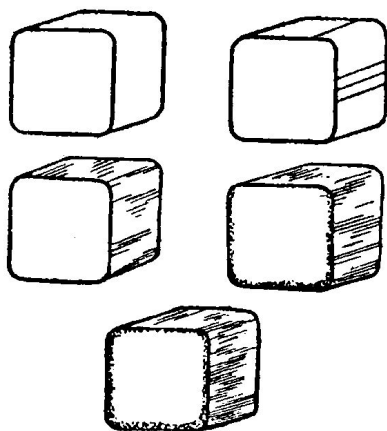


圖 13. 髮裂

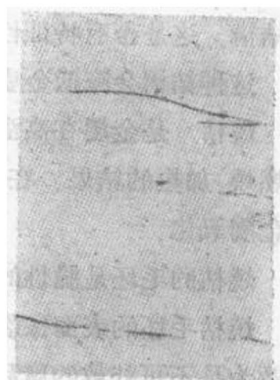


圖 14. 在鋼材中的非金屬夾雜物

非金屬夾雜物 在軋制过程中鋼錠內的非金屬夾雜物沿着金屬的变形方向伸長(圖 14)。

鍛件的質量因而降低。

斑点 是在軋制帶有斑点和皺溝的鋼錠时產生的。

白点 產生的原因——請參看“鋼錠的缺陷”一節。在正确的