

33 11007

5442
00233

114 107 牙

中央人民政府高等教育部推薦

高等學校教材試用本



金屬學實驗

馬斯列尼科夫著

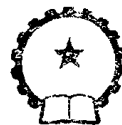
唐山鐵道學院金相熱處理教研組譯

蘇聯高等教育部審定為
高等機械製造學校教材

9



電子學研究所



機械工業出版社

1954

Dt64/29-15

出版者的話

本書是根據蘇聯國立機器製造書籍出版社 Машгиз/1952 年出版的馬斯列尼科夫(Ф. И Масленников)著的‘金屬學實驗’(Лабораторный практикум по металловедению)翻譯而成。原書經蘇聯高等教育部審定為高等機械製造學校的教學參考書及學生獨立進行金屬學實驗所用的參考書。

書中包括學生們在實驗室中要作的 20 個典型實驗的敘述,其中有金相的,熱處理的及機械性能的實驗。每個實驗中都提供了簡明的理論知識,實驗的內容及進行實驗的順序。此外對於最新型的儀器和機械的敘述也予以很大的重視。

參加本書翻譯工作的有:徐祖耀、陸大紘、許晉堃、賀宗文、陶佑卿等同志。全書經唐山鐵道學院俄文教研組胡世麟教授核校。

著者:馬斯列尼科夫 譯者:唐山鐵道學院金相熱處理教研組
文字編輯:高曉楓 責任校對:周任南

1954 年 1 月發排 1954 年 3 月初版 0,001—6,300 冊
書號 0509-10-81 31×43¹/₁₈ 190 千字 77 印刷頁 定價 13,600 元(甲)

機械工業出版社(北京盞甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京孢子河甲 1 號)印刷

新華書店發行

中央人民政府高等教育部推薦

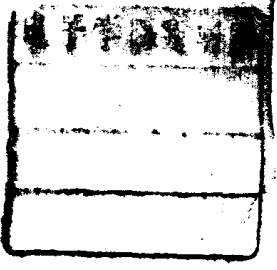
高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月廿四日人民日報已經指出：“蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯繫實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決”。我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃的大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部



作者序

本書中敘述了若干個包括着金屬學教程中各個章節的教學實驗，如：金相、熱處理、金屬的機械性能、塑性變形和再結晶的學說，碳鋼和合金鋼，有色金屬及合金。

本書是作者根據在榮獲列寧勳章的莫斯科謝爾格·奧爾忠尼啓則航空學院多年來的教學工作積累的經驗，遵照金屬學實驗的教學大綱編著的。

爲了更好地掌握和了解實驗室的課業，作者曾認爲在每個實驗中給予簡明的理論知識和解釋是必要的。某些實驗裏對於理論問題敘述得比較詳細；這是因爲在課堂講課時對於這些問題是不作講解的（如顯微鏡使用法等等）。

本書所指望的是學生在進行實驗室課業時獨立地工作。

作者

原出版者的話

本書是學生在他們進行金屬學實驗室課業時所必須的課本。

金屬學的實驗室課業普通預定為 2 個學時。

由於缺乏金屬學實驗的教本或因該種教本過於龐大，往往使領導這種課程的教師須用作業開始的時間來作指導性的講話。這種講話要把預定為實驗室作業的極少時間佔用 15~30 分鐘，因而也就縮短了學生獨立進行實驗的時間。

本課本是為了將這些講話減少到最低限度或完全取消，使得學生們根據本課本事先了解實驗的內容而到實驗室後就可以直接着手獨立進行實驗。

金屬學實驗的安排有賴於許多情況：所培養專家的專業（機械技師，工藝技師，冶金學者及其他等等），分配給實驗室作業的時數，實驗室現有的設備等。但本書中所敘述的許多實驗（實驗 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 16）是任何金屬學課程都應當作的，尤其是進行這些實驗所需要的設備（如金屬顯微鏡，試驗爐，測定硬度用的儀器）是在任何金屬學實驗室裏都具備的。其他實驗（實驗 2, 7, 8, 10~15, 17, 18, 19 及 20）是否需要或是否可能做，要根據上述的情況來決定。

本課本中所提出的所有實驗的敘述是按照統一的綱要編著的。首先給予簡明的理論敘述。這部分對於學生雖然在大多數情況下是重複他在課堂講課中已經聽過的，但這樣的複習會使學生有意識地着手實驗。然後是極簡略的但足夠具體的有關實驗儀器和情況的敘述。每個實驗是用實驗任務和方法的指導來結束的，這些指導有助於學生進行實驗並指明以何種形式來做好實驗報告。

本書的目的是簡化實驗室作業的組織，創造學生獨立實驗所需的一切條件，從而顯著地提高實驗室作業的質量。

所推荐的教本反映着實驗室作業方法的現狀。

古里也夫(А.П.Гуляев)

目 次

作者序

原出版者的話

第一部分 金相學

實驗 1 熟悉金相顯微鏡及樣品的準備、研究金屬的顯微組織及肉眼組織的

方法 2

1 顯微鏡理論的簡單介紹 2

2 顯微鏡研究的實際操作 7

3 磨片的製備和侵蝕 12

4 任務和方法的指導 20

實驗 2 結晶過程的研究 21

1 概說 21

2 鹽類溶液結晶過程的研究 23

3 任務和方法的指導 25

實驗 3 根據冷卻曲線作平衡圖的方法 25

1 概說 25

2 高溫計 27

3 熱電偶的刻度 28

4 錫鉛平衡圖的作法 30

5 錫鉛系合金的組織 31

6 任務和方法的指導 32

實驗 4 碳鋼和生鐵的組織 33

1 概說 33

2 鐵 34

3 亞共析鋼 35

4 共析鋼和過共析鋼 36

5 生鐵 37

6 任務和方法的指導 40

實驗 5 碳鋼熱處理後的組織 41

1 概說 41

2 鋼的正常退火 43

3 退火時鋼的過熱 43

4 正常淬火 44

5 淬火時鋼的過熱	44
6 油中淬火	45
7 不完全淬火	45
8 回火屈氏體	46
9 回火索氏體	46
10 過共析鋼的組織	46
11 滲碳鋼的組織	47
12 滲氮鋼的組織	49
13 任務和方法的指導	50
實驗 6 合金鋼的組織	51
1 概說	51
2 構造鋼	52
3 工具鋼	56
4 耐熱合金和耐熱高強度合金	59
5 不銹鋼	61
6 任務和方法的指導	61
實驗 7 鋁合金和鎂合金的組織	62
1 概說	62
2 加工鋁合金	62
3 鑄造鋁合金	67
4 鎂合金	70
5 任務和方法的指導	71
實驗 8 有色重合金的組織	72
1 概說	72
2 黃銅	73
3 青銅	74
4 巴比合金	77
5 任務和方法的指導	79
第二部分 熱處理	
實驗 9 鋼的淬火與回火	81
1 概說	81
2 鋼的淬火實際操作	83
3 馬弗電爐	84
4 接觸式檢流計	84
5 鋼的回火實際操作	85

6 任務和方法的指導	86
實驗 10 鋼的恆溫處理	87
1 概說	87
2 奧氏體恆溫變化的 C 形曲線圖的作法	87
3 鋼在恆溫處理後的組織	90
4 任務和方法的指導	92
實驗 11 鋼的可硬性的測定	93
1 概說	93
2 以測定淬火樣品截面硬度來決定可硬性的方法	93
3 測定可硬性的端部淬火法	94
4 任務和方法的指導	99
實驗 12 高速鋼的熱處理	100
1 概說	100
2 高速鋼淬火加熱用爐	101
3 高速鋼的淬火與回火的實際操作	102
4 任務和方法的指導	102
實驗 13 杜拉鋁的熱處理	103
1 概說	103
2 杜拉鋁熱處理的實際操作	104
3 任務和方法的指導	105
實驗 14 依原先變形的程度金屬再結晶後的晶粒大小的測定方法	106
1 概說	106
2 任務和方法的指導	107
實驗 15 伏洛格琴鋼的高頻率電流加熱表面感應淬火法	109
1 概說	109
2 鋼感應淬火的實際操作	110
3 任務和方法的指導	111

第三部分 金屬和合金的機械性能及機械性能試驗

實驗 16 金屬的硬度	112
1 概說	112
2 布氏硬度測定法	112
3 洛氏硬度測定法	117
4 顯微硬度的測定法	120
5 任務和方法的指導	121
實驗 17 金屬冷塑性變形後機械性能的變化	121

1 概說	121
2 五噸萬能試驗機	122
3 強度極限、斷面收縮率和延伸率的測定法	124
4 任務和方法的指導	126
實驗 18 合金元素對鋼的機械性能的影響	127
1 概說	127
2 ИМ-4Р 拉力試驗機	127
3 拉力圖的繪製法及比例極限、屈伏極限和比功的測定	128
4 戈果陵壓力機	130
5 任務和方法的指導	131
實驗 19 過熱對鋼的衝擊韌性的影響	133
1 概說	133
2 衝擊試驗	133
3 任務和方法的指導	135
實驗 20 金屬在高溫下的機械性能	136
1 概說	136
2 金屬在高溫下的拉力試驗機	137
3 任務和方法的指導	139
參考書目	139
中俄名詞對照表	140

第一部分 金相學

金相學——關於金屬組織的科學——的創始人是天才的俄羅斯工程師切爾諾夫(Д.К.Чернов)及著名的俄羅斯探礦工程師阿諾索夫(П.П.Аносов)。他們曾做出一系列具有世界意義的發現,從而為這門科學奠定了基礎。

在1866年,早在發明高溫計之前(高溫計為測定溫度的儀器,在1886年發明),切爾諾夫由於他的非凡的觀察力,不用工具而用肉眼研究鋼的加熱和冷卻過程,發現了鋼的臨界點(a 和 b 點,現在稱為 A_1 及 A_3),並確定了鋼的溫度和組織變化之間存在着的關係。這個發現在全世界科學上是件極大的事情,因為,鋼的熱處理終於不再是個別匠師的秘密,而得到了可靠的科學解釋。

切爾諾夫在1878年最先提出了關於鋼的結晶過程的科學敘述。在這經典著作中他並完整地列舉了鋼錠的缺陷,並且指出了與這些缺陷作鬥爭的方法。

切爾諾夫由於這個極偉大的發現而聞名全世界,並且還在他的生前就完全值得稱他為‘金相之父’。

阿諾索夫在金相中的功績是巨大的。早在1831年當他在烏拉爾的斯拉吐斯特伏斯基兵工廠工作時,他就已首先利用顯微鏡來作鋼的研究,即比西方的索培在1864年應用此法還早33年。後來,阿諾索夫在他的‘論大馬色鋼’著作中(1841年)敘述了對於加工後的鋼劍進行肉眼檢驗及顯微鏡研究的方法。

金屬的金相分析的任務

金屬金相分析其主要任務是用顯微鏡來研究組織。

研究金屬的組織及發現金屬中的缺陷,在金相學中是藉助於顯微鏡來進行的,但有時當用低倍的放大可以解決問題時——則用放大鏡甚至於用肉眼。

根據研究的方法,金屬金相分析可分為下列幾種形式:

1. 顯微分析——用顯微鏡來研究金屬的組織。顯微分析能判斷在平衡狀態下以及經不同形式的熱處理和塑性變形後的金屬組織。

利用顯微分析能確定金屬的品質(非金屬夾雜物——氧化物,硫化物等等使金屬夾雜的程度),金屬晶粒的大小以及一系列其他有關組織方面的細節。

2. 肉眼分析——用放大鏡或肉眼來研究金屬的組織。肉眼分析能判斷金屬內晶粒的大小、形狀及分佈情況,樹枝狀或纖維狀組織,析集(硫,磷及其他元素的析集),縮孔,氣眼,砂眼,裂縫等等。

3. 金屬斷面——斷面的研究是用肉眼或放大鏡或雙筒顯微鏡來進行的。根據斷面形狀就能判斷金屬晶粒的大小,斷裂的原因(疲勞斷面)等等。

肉眼分析往往得不到由斷面上所能得到的結果。例如，在鋼的斷面上顯出‘白點’是查出這種缺陷的最好方法之一。根據斷面也可以判斷斷裂是在晶粒內還是沿晶界發生的。

實驗1 熟悉金相顯微鏡及樣品的準備、研究金屬的顯微組織及肉眼組織的方法

1 顯微鏡理論的簡單介紹

在金相中研究金屬及合金的組織是在顯微鏡下進行的。在沒有開始描述金相顯微鏡的動作及構造前首先需要簡單地介紹一些顯微鏡的理論。放大鏡就是所謂集合透鏡。所研究的物體 AB (圖1)置於透鏡及其焦點 F 之間，穿過了透鏡的光線就會分散開來，通過透鏡就可看到直線放大的虛像 $A'B'$ 。 $\frac{A'B'}{AB}$ 的比例，也就是像的長度對物體長度之比叫做放大鏡的直線放大。



切爾諾夫 (1839~1921)

由相似 $\triangle A'O'O$ 及 $\triangle AO'O$ 可得 $\frac{A'O'}{AO'} = \frac{f}{a}$ 。由於透鏡公式 $\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ ，可得放大鏡的直線放大 $\frac{f}{a} = \frac{f}{F} - 1$ 。(1)

由公式(1)可見放大鏡的焦距 F 愈小，放大倍數愈高。實際上放大鏡的最高放大

倍數不超過 30 倍。爲了得到更大的放大倍數就須要使用顯微鏡。

顯微鏡不是像放大鏡那樣由一個透鏡所組成，而是由兩個透鏡所組成的。對着所觀察的物體的透鏡叫做接物鏡，而對着眼睛的叫接目鏡。

圖 2 表示在顯微鏡中得到放大物像的光學簡圖。

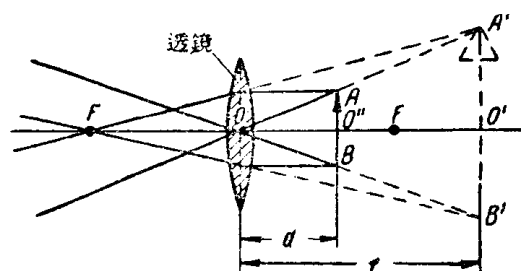


圖 1 放大鏡的光學簡圖。

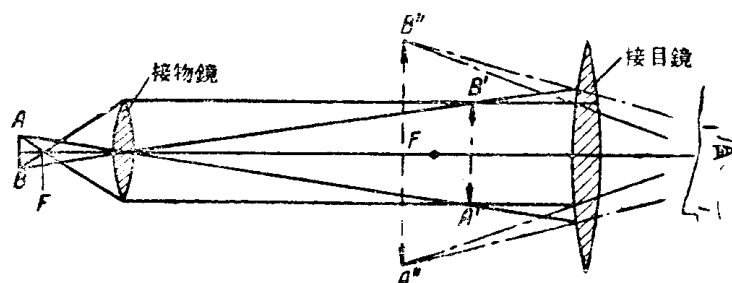


圖 2 顯微鏡成像的光學簡圖。

所觀察的物體 AB 放在物鏡之前，較其焦點略遠一些。光線射到物體上而反射，穿過接物鏡經屈折後就給以一倒立放大的實像 $A'B'$ 。肉眼通過起放大作用的接目鏡來觀察實像 $A'B'$ ，結果就得到最後的倒立放大的虛像 $A''B''$ ，也就是在顯微鏡下研究實物時我們所觀察的像。

物像一般成在人眼正常視距處，相等於 250 公厘。若用 l_1 表示由接物鏡所得的直線放大倍數，用 l_2 表示由接目鏡所得的放大倍數，這就是說 $\frac{A'B'}{AB} = l_1$ 及 $\frac{A''B''}{A'B'} = l_2$ 。相乘後得 $\frac{A''B''}{AB} = l_1 l_2$ 。由此可見，顯微鏡的放大倍數等於接物鏡及接目鏡單獨的放大倍數的乘積。

由圖 2 可見，只有接物鏡才放大物體，而接目鏡僅放大由接物鏡得到的物像，如果不用接物鏡，則物體的任何細微部分都不能見到。

顯微鏡的質量表現在：1) 放大倍數；2) 幾何成像的完善性；3) 顯微鏡的檢別率。

顯微鏡的放大倍數

顯微鏡的放大倍數可按下面的公式(2)求出：

$$V_{\mu} = \frac{l}{F_1} \cdot \frac{250}{F_2}, \quad (2)$$

其中 V_{μ} ——顯微鏡的總放大倍數，它等於接目鏡及接物鏡的放大倍數的乘積，也就是 $V_{\mu} = V_{\text{接物鏡}} \times V_{\text{接目鏡}}$ ；

F_1 及 F_2 ——分別爲接物鏡及接目鏡的焦距；

l ——鏡筒長度；

250——最小的正常視距。

由公式(2)可見: 由接物鏡所得的放大倍數隨焦距 F_1 的縮短而增加。

如果取焦距最短的即 1.5 公厘的接物鏡及放大 25 倍的調正接目鏡, 而鏡筒長度 $l = 250$ 公厘, 則利用公式(2)就能求出用近代顯微鏡所能達到的最大的放大倍數是若干。

$$V_M = \frac{250}{1.5} \cdot 25 \approx 4000 \text{ 倍。}$$

幾何成像的缺點(透鏡的缺陷)

由普通透鏡不能得到理想的物像。它的主要缺點是球面差及色差。球面差的實質在於由透鏡的中間部分和邊緣所折射的光線不交於一點(如圖 3 中所示的簡圖), 結果, 由未經校正過的接物鏡球面所得之物像是不明顯的。

如果使用光圈, 使通過透鏡的光線只有中間的一部分, 則可以減少球面差。但是光圈會使像的明顯度降低。

製造物鏡時, 散光的及聚光的透鏡是組合在一起的, 從而就大大地減少了球面差, 因為凸及凹透鏡具有性質相反的球面差。

色差是在於: 組成白光的各種有色(不同波長)光線對透鏡的折射不同, 因而就不集中在一點。紫色光線的折射率最大, 紅色光線的折射率最小, 因此和其他光線比較, 紫色光線在離透鏡最近處相交, 而紅色光線則相交較遠(如圖 4)。其餘的有色光線的焦點(如綠色的)是在它們之間。因此這些光線的成像, 並不是點狀而呈有顏色邊緣的盃狀。這種缺陷也可用複合透鏡來避免。

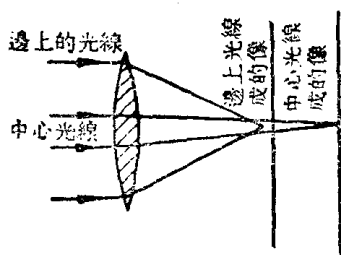


圖 3 透鏡球面差的簡圖。

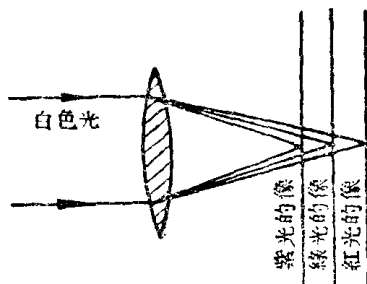


圖 4 透鏡色差的簡圖。

顯微鏡的檢別率

所謂顯微鏡的檢別率是指顯微鏡對所觀察的物體上彼此相近的二點產生清楚的物像的能力。顯微鏡的檢別率的數學公式:

$$d = \frac{\lambda}{A},$$

(3)

式中 d ——二點間的距離, 在顯微鏡中此二點的像是分開的;

λ ——波長;

A ——孔徑。

由公式(3)可見,物鏡透鏡的數字孔徑及波長對於顯微鏡的檢別率是有影響的。數字孔徑愈大及波長愈短,則顯微鏡檢別的極限就愈高,也就是在顯微鏡中能看到更細小的微粒。

a) 數字孔徑

透鏡的數字孔徑愈大,即它的面積愈大,則物像就愈明顯。數字孔徑 A 可用下列的數學公式求得:

$$A = n \cdot \sin \varphi, \quad (4)$$

式中 n ——接物鏡和物體間介質的折射率;

φ ——接物鏡孔徑角的一半。

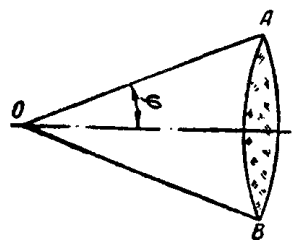


圖5 接物鏡的平分角。

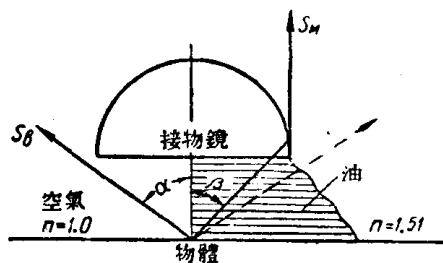


圖6 浸置及乾燥接物鏡的光線線路。

由邊緣光線 OA 及 OB 所構成的 AOB 角(圖5)叫做接物鏡的孔徑角。角的頂點位於接物鏡的焦點上,而其二邊連接接物鏡的直徑。

數字孔徑愈大, φ 角也就愈大。整個圓錐孔徑角的最大值等於 90° ,而空氣的折射率 $n_a=1$,因而數字孔徑的極限值對乾燥的接物鏡組系是 $A=1 \cdot \sin 90^\circ=1$ 。

接物鏡的孔徑愈大,則由物體反射後落到它上面的光線就愈多,因此愈能更好的區別物體的細小部分。物像的亮度是與 $\left(\frac{D}{f}\right)^2$ 成正比的,也就是和接物鏡相對孔徑的平方成正比,其中 D 為透鏡的直徑, f 是主焦距, $\left(\frac{D}{f}\right)^2$ 叫做透鏡的光度,而 $\left(\frac{D}{f}\right)$ 叫做相對孔徑。

由公式(4)可見,不僅物鏡的孔徑角而且介質的折射率 n 也能使數字孔徑增大。如果接物鏡與物體間用比空氣的折射率大的介質,如放一滴折射率 $n_a=1.5$ 的松脂油,則該油浸組系孔徑的理論極限值是1.5。

由圖6可見,光線 S_α 以 α 角由物體反射後只通過空氣而不落到接物鏡上。另一光線 S_β 以同樣的角度由物體反射,但穿過油浸折射後而以小於 α 的 β 角進入接物鏡。因此接物鏡和物體間介質的折射率愈大,落在接物鏡上的光線就愈多,因而物像的亮度就大大地增加。

6) 光線的波長對顯微鏡檢別率的影響

光線的波長愈短,愈能檢別物體更小的微粒。如果取可見的白光的波長等於 6×10^{-5} 公分(600×10^{-3} 公微)^①及數字孔徑 $A=1.5$,將數值代入公式(3)後可得人眼用

① 1公微= 10^{-3} 公厘。——譯者註。

金相顯微鏡能區別的微粒：

$$d = \frac{600}{1.5} \times 10^{-3} \text{ 公微} = 0.4 \text{ 公微} = 0.0004 \text{ 公厘。}$$

物理學告訴我們：在透過的光線中側面照明時(生物顯微鏡)能提高顯微鏡的檢別率一倍。此時顯微鏡檢別率的限度是：

$$d = \frac{\lambda}{2A}。 \quad (5)$$

將 A 及 λ 的數值代入公式(5)中，就得到在生物顯微鏡中可見的極限數值 $d = 0.0002$ 公厘。

在顯微鏡學中尚有顯微鏡‘有效’放大的概念。顯微鏡的‘有效’放大可按式來求得：

$$\Pi_{\text{放大}} = \frac{d_1}{d}, \quad (6)$$

式中 d_1 ——人眼最大檢別率，等於 0.3 公厘； d ——顯微鏡的最大檢別率。將數值代入公式(6)後可得到金相顯微鏡最大‘有效’放大的倍數：

$$\Pi_{\text{放大}} = \frac{0.3}{0.0004} = 750 \text{ 倍，}$$

而生物顯微鏡(當側面照明時)的放大為 1500 倍。

所以對於人眼可能的極限‘有效’的放大就是如此。

如果用波長更短的光線(如用紫外線)本來可以在顯微鏡下見到更細小的微粒，但可惜紫外線在人眼中不能現出物像。

電子顯微鏡

用電子顯微鏡比在光學顯微鏡下可以看到更細小的微粒，因為電子顯微鏡有較高的達 25×10^{-8} 公分的檢別率。這是因為電子射線具有很短的波長，而由公式(3)可知，顯微鏡的檢別率是與波長成正比的。

電子射線的波長和電子運動的速度有關：

$$\lambda = \frac{h}{mv},$$

式中 h ——布蘭克常數，等於 6.54×10^{-27} 爾格-秒；

m ——電子質量；

v ——電子速度。

譬如，在 50000 伏特的電場中，電子的速度為 124000 千公尺/秒，相當於百分之幾埃 ($\text{\AA} = 10^{-8}$ 公分)的波長。



阿諾索夫 (1797~1851)

用近代的電子顯微鏡進行研究金屬時放大 20000~25000 倍。這個放大倍數比之電子顯微鏡的檢別率還差很多倍（即按電子顯微鏡的檢別率放大倍數還可更高），這是因為用電子顯微鏡研究金屬時不是直接研究金屬的表面而是研究由這個表面比（試片）所得的膜。但從金屬表面所取下的膜不能顯出那些需要放大到 20000~25000 倍以上才能發現的細小的組織。

電子顯微鏡雖有這些缺點，但因為可以用超過光學顯微鏡 10~20 倍以上的放大倍數來研究金屬的組織，這就保證了電子顯微鏡在科學研究中的日益推廣。

2 顯微鏡研究的實際操作

顯微鏡研究方法有透過光線的及反射光線的二種。

觀察透過光線的物品的顯微鏡叫做生物顯微鏡，它應用在醫藥、生物學等科學範圍，在這裏所研究的物體是透明的。

觀察反射光線的物品的顯微鏡叫做金相或金屬顯微鏡。

金屬顯微鏡是在研究金屬或合金的組織時，也就是研究不透明的物品時採用。

前面已經提及，首先用顯微鏡來研究金屬的組織的是俄羅斯採礦工程師阿諾索夫（在斯拉多烏斯德城，1831年）。

讓我們研究一下最廣泛應用的若干種金屬顯微鏡的構造。

MM-2 型顯微鏡

讓我們研究一下 MM-2 型顯微鏡的構造（圖 7）及其用法。按它的構造來說這種顯微鏡是最簡單的。

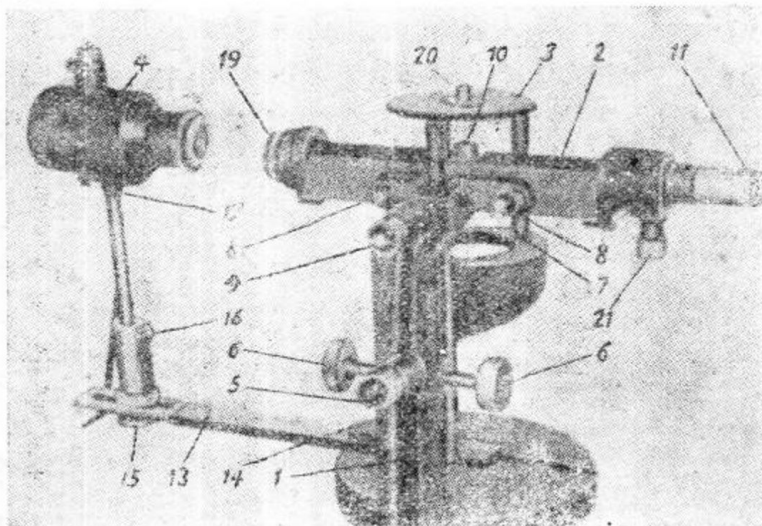


圖 7 MM-2型金相顯微鏡的整體形狀。

MM-2 型的顯微鏡是由下列幾個主要部分組成的：架子 1，顯微鏡筒 2（此處裝接物鏡及接目鏡），樣品台 3 和照明器 4。

顯微鏡的構造如下：樣品台架用螺絲 5 固定在大的架子 1 上。為了粗略的調整接物鏡（調整焦距）而得到清楚的物像可捻轉螺絲 6，

上下移動樣品台來調整。在架子上有直板 7，顯微鏡筒 2 用螺絲 8 固定在它上面。此時用來固定插頭的螺絲 9 應當捻得很緊。接物鏡 10 安裝在樣品台下的顯微鏡筒的孔

中。接目鏡 11 是從觀察者的那一面插入顯微鏡鏡筒裏。

照明器 4 用於樣品表面的照明，它是用桿 13 及螺絲 14 固定在架子上，並用螺絲 15 固定在桿上。在照明器圓筒中有 12 伏特的小電燈泡。照明器的焦點是藉照明器的上下移動（照明器的位置是用螺絲 16 固定的），用螺絲 17 使它傾斜及使它在桿上的槽中前後移動等來調整的。所觀察的樣品 20 放在樣品台上，磨光和侵蝕過的表面向下，然後用一隻眼在接目鏡中觀察，同時捻動螺絲 6 將樣品台上升或下降粗略地調整接物鏡至焦點上，以得到清楚的物像。用螺絲 5 將樣品台的位置固定後，可以轉動微動螺絲 21 來精確地調整焦點。顯微鏡的放大倍數是從 $\times 7$ ， $\times 15$ 的接目鏡及 $\times 10$ ， $\times 21$ ， $\times 40$ 的接物鏡的組合中，用相乘的方法來選定。圖 8 表示 MM-2 型顯微鏡的光學簡圖。

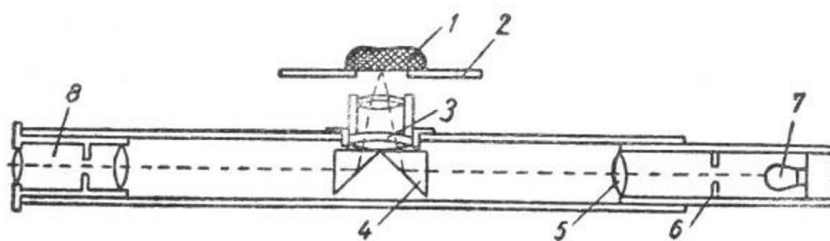


圖 8 MM-2 型顯微鏡的光線路圖：

1—樣品；2—樣品台；3—接物鏡；4—接目鏡；5—照明透鏡；6—光圈；7—燈；8—接目鏡。

ММ-6 型立式金相顯微鏡

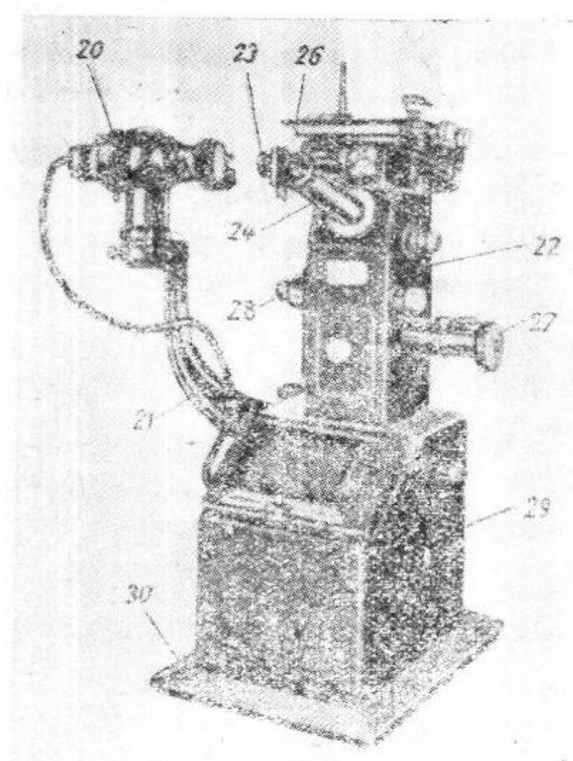


圖 9 ММ-6 型顯微鏡的整體形狀。

立式 ММ-6 型金相顯微鏡比 MM-2 型顯微鏡完善一些；在目前得到廣泛的應用，並且在蘇聯的光學工業上正在大規模的製造中。

用這種顯微鏡不但可在明亮的光場中，而且可在偏極光中研究金相磨片，並還能進行顯微組織的照相。直接觀察時它的放大倍數可達 1425 倍。

ММ-6 型顯微鏡的整體形狀如圖 9 中所示。顯微鏡由三個主要部分所組成：а) 下體 29 及底座 30；б) 顯微鏡本身 22，帶有照耀筒 23 觀察鏡筒 24，樣品台 26，粗略調整焦距用的機構 27 及微動螺絲 28；в) 固定在支柱 21 上的照明設備 20。

圖 10 表示在 ММ-6 型顯微鏡中光線線路簡圖。