

高等學校教學用書

金屬學和熱處理

上 冊

波爾赫羅奇諾夫著



機械工業出版社

高等學校教學用書



金屬學和熱處理

出版者的話

本書係根據蘇聯國立機器製造書籍出版社(Машгиз)出版的波爾赫維奇諾夫(Н. Ф. Болховитинов)所著金屬學和熱處理(Металловедение и термическая обработка) 1952年二版修訂版譯出的。原書經蘇聯高等教育部審定為機器製造高等學校教學用書。

本書中譯本分兩冊出版,上冊內容包括金屬的結晶構造,合金理論,鐵碳合金,鋼與生鐵,關於塑性變形與強度的學說。下冊內容包括熱處理與化學熱處理的原理,構造鋼與工具鋼具有特殊的物理性質與化學性質的鋼與合金,有色合金,軸承合金與粉末合金。

本書是上冊,參加翻譯和互校工作的有北京鋼鐵學院徐祖耀同志,唐山鐵道學院許晉堃,陸大紘及賀宗文同志,並經徐祖耀同志核校。

本書不僅是機器製造高等學校的教材,也是現場工程技術人員的一本很好的參考書。

書號 0661

1954年12月第一版

1954年12月第一版第一次印刷

787×1092¹/₁₆ 137千字 6¹/₈印張 0,001—6,200冊

機械工業出版社(北京歷甲廠17號)出版

北堂印書館印刷

新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第068號

定價10,600元(甲)

目 次

原序	
緒論	5
第一章 蘇聯科學家們在創立與發展金屬學中的作用	7
1. 金屬學的創始者(8)—— 2. 金屬學和熱處理科學學派的締造者(10)	
參考文獻	
第二章 金屬的結晶組織	15
1. 金屬的結晶結構(15)—— 2. 金屬的結晶過程(22)—— 3. 結晶的理論(26)	
參考文獻	
第三章 合金理論	30
1. 合金的基本組織成分(30)—— 2. 相律(35)—— 3. 二元合金(36)—— 4. 三元合金(44)—— 5. 合金的性質和成分間的關係(47)	
參考文獻	
第四章 鐵碳合金	50
1. 純鐵的冷卻曲線和鐵碳合金的基本組織(50)—— 2. 鐵碳合金狀態圖(54)	
參考文獻	
第五章 碳素鋼	60
1. 鋼的肉眼組織(60)—— 2. 碳和雜質對鋼的顯微組織與性質的影響(61)——	
3. 碳素鋼的分類(66)	
參考文獻	
第六章 生鐵	68
1. 雜質對生鐵組織與性質的影響(68)—— 2. 灰口鐵的顯微組織與性質(70)——	
3. 鑄鐵的石墨化(72)—— 4. 變質的與高強度韌性球墨鑄鐵(74)—— 5. 合金鑄鐵(77)—— 6. 灰口鐵在機器製造上的用途(78)—— 7. 可鍛鑄鐵(79)	
參考文獻	
第七章 塑性變形和再結晶	84
1. 單晶體的塑性變形(84)—— 2. 多晶體的塑性變形(87)—— 3. 再結晶(90)——	
4. 在壓力熱加工時的變形(92)	
參考文獻	
第八章 金屬和合金的強度	95
1. 靜力強度(95)—— 2. 衝擊強度(98)—— 3. 疲勞強度(100)—— 4. 內應力(105)—— 5. 噴珠硬化(107)	
參考文獻	

原 序

蘇聯冶金與機器製造業及與之有密切聯繫的金屬科學的蓬勃發展，使作者必須對 1947 年出版的本教本作重大的修改與補充。

本教本中特備一章以講述俄國科學家在創立金屬學中的作用，而在以後各章中具體指出在科學與生產領域中祖國成就的卓越地位。

關於金屬的結晶構造尤其是關於金屬理想的與實際的組織的問題曾作了修改。

合金理論的論述曾儘可能就普通的教程範圍加以擴充與具體化。

塑性變形、再結晶和金屬強度等問題已分成若干專門章節，其敘述並曾加以擴充；在第八章之末引述了用噴珠硬化法以增強機件表面的新穎方法。

內應力及其對組織變化或合金強度的影響本書曾予以特別的注意。

奧氏體的轉變，特別是奧氏體等溫轉變圖會根據蘇維埃專家們最近的研究材料及作者本人的著作予以較詳的敘述。

由於感應電熱及高頻淬火在蘇聯工業上的廣泛應用，這些問題獨立分爲一章並適當地予以擴充。

有關構造合金鋼一章曾補入許多最重要鋼種的應用及其熱處理的範例。

變質鑄鐵的敘述也曾予以補充並新增高強度韌性球墨鑄鐵一節。

軸承合金一節曾補入新的資料。

關於粉末合金與硬質合金的問題專立一章敘述。

教本每章隨附有關參考文獻一覽表。此外並對專門期刊的應用作了介紹。

評閱本書的有工學博士西度林 (И.И.Сидорин) 教授及莫斯科斯大林工具機床學院金屬學與熱處理教研室(教研室主任伏拉奇司拉夫列夫 [В.С.Владиславлев]) 教授的全體工作者；校閱本書的工學碩士阿里斯多夫 (Н.П.Аристов) 副教授在本書準備付印時曾提出極寶貴的意見與指示，還有工學碩士拉柯夫斯基 (В.С.Раковский) 副教授對第十八章作了審閱。爲此作者認爲必須對他們致以深切的謝忱。

在創造本教本插圖的挑選與個別問題的研究中，工學碩士波爾郝維奇諾夫 (Е.Н.Болховитинов) 副教授曾給以極大的幫助。

緒 論

研究金屬與合金內部構造及性質的科學稱為金屬學。屬於金屬與合金的性質的有：機械性質，例如強度、韌性及硬度；化學性質，例如對侵蝕介質作用的抵抗；物理性質，例如磁性、電氣性質、體積改變的性質及有關熱的性質；工藝性質，例如流動性、可鍛性、切削加工性和可淬性。

金屬學在物理與物理化學現代成就的基礎上綜合和應用着很多科學研究與工業實驗室的大量實際經驗。所有這些隨着物理研究法（例如 x 光組織分析法，磁性分析法與電子顯微鏡法）的廣泛應用業使金屬學中創造出許多先進的理論。這些理論不僅已成為現有工藝規程的科學根據，而且還指導了新規程的創造，推動了冶金與機械製造的生產。

金屬學教程是由兩個基本部分所組成。第一部分一般章節論述着金屬學的理論基礎、金屬的結晶構造和合金理論，關於金屬塑性變形與強度的學說、鐵碳合金狀態圖，以及熱處理與化學熱處理的原理；第二部分專門章節則述及構造鋼與工具鋼、有特殊物理性與化學性的鋼與合金、有色合金、軸承合金及粉末合金。

金屬的世界產量大體上可用下列數據來說明：鐵—17000萬噸，鋁—200萬噸，銅—200萬噸，鋅—200萬噸，鉛—200萬噸，錳—100萬噸，鎂—20萬噸，鎳—20萬噸，錫—20萬噸，矽[●]—20萬噸，鉻—20萬噸，鎢—1萬噸，鉬、鈷及鈮總共—600噸。

由此可見在現代技術中鐵合金使用得最多（鐵合金最易製得的和價格最廉的是鋼及生鐵）；因此在金屬學教程中賦以主要的地位。由於技術的進步，有色合金的應用在增長着。有色合金在現代機器製造業中的用途是很大的，雖然這些合金生產量還比鋼鐵生產量差許多倍。同時，有色合金的研究對於理論金屬學是有很大興趣的；其中組織的變化與性質的改變比在鐵的合金中進行得明顯而富有特徵並更容易研究。

鋁（在地殼中分佈最廣的金屬）的應用對於技術有很大的意義。可惜的是，在它的生產中暫時不得不耗費極多的電能且必須從含這種金屬最多的礦石（例如鋁礬土）中去取得。銅、鋅、鉛佔次要地位，煉鋼所必需的錳、矽、鉻以及極輕的金屬鎂再次之。

最後，必須強調指出，在大多數的情況下，在現代機器製造業中，常應用價廉而不缺乏的材料。但在正確選擇材料和適當的熱處理時，這些材料使我們能獲得品質最優良的製品。在選擇材料及其熱處理時必須考慮到設計師在提高機件的機械性質與減輕機件重量方面日益增長的要求。工藝技師對金屬提出不少的要求。他力圖獲得切削加工性優良的金屬並具有優良鑄造性質、冷及熱的狀態下的可鍛性及銲接性等等。

● 原文作鉛(свинец)根據下文估計當為矽之誤。——譯者。

第一章 蘇聯科學家們在創立與 發展金屬學中的作用

金屬學的創始者是俄國的科學家們。他們在這門科學的繼續發展中，起着首要的作用。俄國科學家們的作用在偉大的十月社會主義革命以後尤其巨大，十月社會主義革命在他們面前開闢了無限遠大的前途與可能。

金屬學的發展與金屬實際的生產和加工經常緊密聯系着。這在俄國從遠古時起就已存在，這不論用已發掘的資料或用歷史的材料都可證明。例如，1906年諾夫哥羅德的年鑑中記載了俄國人民發掘鑄鐵與鐵的情況。

十八世紀中俄國鋼鐵的生產曾佔世界第一位。因此決非偶然，俄國金屬科學的開始早在十八世紀就由我們偉大的學者羅蒙諾索夫(М.В. Ломоносов)打下了基礎。他寫成了‘冶金或礦業初步基礎’一書。

根據列寧[●]所引的數據，1806年俄國的生鐵產量已達1200萬普特[●]或20萬噸，而且絕大多數生鐵是在烏拉爾熔煉的。但從這時候起，在隨後五十年的時期中俄國的冶金生產呈現了停滯不前，而只在俄國廢除農奴制度之後，那些與修建鐵路及大小工廠有關的工業部門才開始新的增長。因此到1913年俄國生鐵生產達到了420萬噸。但是，即使如此，沙皇俄國在它的工業發展方面還是落後於先進的資本主義國家。

在俄國人民的命運中起着最巨大作用的偉大十月社會主義革命充分地保證了冶金與機器製造業的恢復與歷史上空前所未有的不斷發展，而在這個基礎上也保證了金屬科學的發展。

由於斯大林的蘇聯工業化政策的實現，建立了許多新的冶金工廠與機器製造工廠，創立了汽車、拖拉機、機床製造與其他各種新的機器製造部門，這些都要求冶金業生產各種高級優質鋼並廣泛應用熱處理。

在偉大的國內戰爭以後，蘇維埃工業迅速得到了恢復。蘇聯目前冶煉的鋼約等於英國、法國、比利時和瑞典的總和(1951)，同時生產率每年都極大地增長着。這不僅由於新的冶金與機器製造工廠的建成的結果，而且也由於依靠更好的利用現有設備，廣泛地應用新的科學技術成就，斯大哈諾夫式的快速工作法與繁重過程的綜合機械化。蘇維埃冶金業勝利地執行着斯大林同志的光榮任務——完成每年生產五千萬噸生鐵和六千萬噸鋼。

冶金與機器製造業的極大發展顯著地把蘇維埃科學，特別是金屬學向前推進。由於黨和政府、列寧和斯大林本人的經常關懷，在蘇聯不論是工廠裏或在科學研究所和高等學校中業已建立了廣大的、設備良好的實驗室網，其間數萬個專家正在進行與增

● 列寧‘資本主義在俄國的發展’，列寧全集第4版，第3卷，424頁(原文)。

● 一普特等於16.38公斤。——編者。

長着的冶金及機器製造工業的實踐有着緊密聯系的金屬研究工作。

1 金屬學的創始者

偉大的俄國冶金學家——茲拉托烏斯托夫工廠廠長巴威爾·彼得洛維奇·阿諾索夫(Павел Петрович Аносов)建立了優質鑄鋼生產的基礎。阿諾索夫在研究鋼中合金元素——錳、鉻、鈦等等的影響方面曾進行了很多工作。

在俄國，阿諾索夫曾榮獲製造大馬色寶劍秘密的發現者的稱號。大馬色劍性韌可彎，同時還可能削鋼。阿諾索夫建立了現代金屬學的基本理論，即金屬的性質決定於其內部構造——組織。在一百多年以前阿諾索夫已研究了鋼肉眼結構的侵蝕方法，開始了鋼錠構造的研究，並注意到了鋼的澆鑄技術。他首先(在1831年)在研究鋼時應用了顯微鏡，在這一方面比英國人索培超過了32年。

阿諾索夫發現了氣體滲碳，並證明：用碳來飽和的鋼能極成功地在氣體介質中製造。他寫道：‘放在瓦罐中的鐵的滲碳(用氣體)的完成和在有炭末的匣中時恰恰一樣，溫度愈高則完成得愈快’。

阿諾索夫在1838年由於製成了國產鐮刀曾獲得莫斯科農業協會的金質獎章。阿諾索夫的鐮刀比進口的奧地利鐮刀更銳利和更耐用。

阿諾索夫的工作由阿歷克賽·斯切潘諾維奇·拉符洛夫(Александр Степанович Лавров)及尼古拉·維尼阿米諾維奇·卡拉庫茨基(Николай Вениаминович Калакуцкий)繼承了。他們研究了鋼錠的組織，進行了其不同部位的化學分析，而在1866年

發現了析集現象(沿鋼錠的截面及縱高的化學不均勻性)並研究了氣泡與縮孔的形成。由此，拉符洛夫與卡拉庫茨基研究出了與這些鋼錠與鑄件的缺陷進行鬥爭的方法。同時他們研究了加熱、鍛造、冷卻速度對鋼的組織和性質的影響。拉符洛夫及卡拉庫茨基的研究曾得金屬學的創始者切爾諾夫很高的評價。他寫道：‘我們的文獻應當以拉符洛夫與卡拉庫茨基的作品自豪；他們首先指出了在鑄鋼塊中空洞的分佈及其與熔煉及鑄造情況間的關係——在鋼塊不同部位鋼本身密度的分佈及其化學成分的不均勻性’。

巴威爾·馬特維也維奇·奧波郝夫(Павел Матвеевич Обухов)創造性的發



阿諾索夫(1797~1851)。

展了阿諾索夫關於煉鋼的學說並在1864年在奧波郝夫工廠(現在的列寧格勒‘布爾什維夫’工廠)創造了俄國同類鑄鋼的大規模生產。

現代金屬學的創始者是著名的俄國學者迪米特里·康斯登契諾維奇·切爾諾夫 (Дмитрий Константинович Чернов)。他於1839年十一月一日生於彼得堡一個小官員



切爾諾夫 (1839~1921)。

的家庭裏。1859年切爾諾夫在技術學院畢業，並進了造幣廠。切爾諾夫在造幣廠中對鍛壓工作的觀察成了很多年後他發現大砲熾熱的熱疲勞的推動力。1866年切爾諾夫受奧波郝夫邀請到他的工廠去，1868年切爾諾夫在那裏作出了鋼的臨界點的卓越發現，並確定了臨界點與鋼的組織與性質變化間的關係。那時候還沒有熱電高溫計，切爾諾夫只不過依靠了他非凡的觀察力來工作。

切爾諾夫本人的研究以平凡的名題‘評拉符洛夫與卡拉庫茨基諸先生關於鋼與鋼砲的論文及切爾諾夫本人在同一論題方面的研究’發表在1868年第7號‘依爾托(ИРТО)扎記’雜誌上。

同時切爾諾夫的作品曾由他在俄國技術協會中作了報告。在討論之後切爾諾夫在他的結語中表示了堅強的信心，即由他所提出的問題應當成為金屬科學繼續發展的基礎。這個卓越的俄國科學家的天才預見已經證明是完全正確的。切爾諾夫的思想已牢固地成為金屬學與鋼的熱處理的基礎。

經過十年，在1878年切爾諾夫在俄國技術學會作了新的報告‘關於鑄鐵塊組織的研究’，其中發展了他關於鋼的結晶與結晶核心，氣體的析出與鋼由液態變成固態時體積的改變以及析集現象的卓越思想。正是切爾諾夫本人，確定了在結晶理論問題上俄國科學的優先地位，並大大地早於在小坩堝中以透明有機物進行其實驗的塔曼(Г.Тамман)。切爾諾夫創立了關於結晶核心的學說與澆在鐵模中的大體積的鋼(流動性很小的液體)的晶體長大的理論。

切爾諾夫所作出的天才發現，在我們的時代中具有特殊的意義：如研究鋼的結晶及列寧格勒科學家集體所作鋼錠週期性結晶的研究；細晶鋼、高級優質鑄鐵與有色合金的生產；研究鋼與合金中加入少量其他元素的作用實質。

著名的3.45公斤重的切爾諾夫晶體，是他在鋼錠的收縮孔中得到的。一直到現在它還是鋼結晶現象的典範插圖，並被引用於一切金屬學的教本中。

1884年切爾諾夫首先敘述了在變形鋼的表面上的滑移線。公正地說，這就應當以切爾諾夫之名來稱呼它，而不應是比它晚的研究者呂吉斯(Людерс)。

1885年切爾諾夫曾發現鋼的淬火不僅可以在水或油中進行，而且也可以在熱介質中進行。他曾將鋼放在200°C的熔融鉛錫合金中淬火。這個發現具有巨大的實際和理論意義。他開始了鋼的階段淬火的應用，及嗣後鋼的奧氏體等溫變化的研究(見下冊第10頁)。

1889年切爾諾夫進了砲兵學院，在那裏一直工作到逝世。在他還是教授時，他發

表了很多關於穿甲砲彈與砲筒熾熱方面的著作，這些著作至今還保存着本身的價值。

切爾諾夫不僅是一個偉大的科學家，締造了光榮的俄國金屬學派，而且也是祖國的卓越愛國者。晚年當他因病住在克里木而處於最艱苦的物質條件下時，他在1920年斷然拒絕了英國政府邀往英國工作的建議。他自豪地聲稱，不管任何時候和在任何條件下他決不離開自己的人民和自己的祖國。

類似於阿諾索夫及切爾諾夫，卓越的金屬學家尼古拉·維尼阿米諾維奇·卡拉庫茨基(1831~1889年)進行了與生產緊密聯系着他的科學研究(先在士拉托烏司托夫工廠，而後在奧波赫夫工廠)而由此大大地促進了鋼的生產和加工的成功。同時他曾在艱苦的條件下不屈不撓地終生為俄國金屬工業的獨立發展，反對從屬於外國而鬥爭。他與拉符洛夫友誼地合作進行的工作已在前面述及。鋼與鋼機件的出廠與驗收試驗的全面方法特別是在技術過程的控制與金屬和合金機械性質的測定方面，是卡拉庫茨基所研究出的。所有這些工作不僅促進了鋼製品質量的不斷提高，而且創造了普及於全俄國的先進的試驗經驗。

卡拉庫茨基的主要著作是他多年的作品‘鋼鐵中內應力的研究’。這作品第一次於1887年在彼得堡出版，並曾譯為英文及法文。這本書包含了極巨大的科學發現——由卡拉庫茨基首先研究出的鋼鐵製品中的內應力或殘餘應力的測定方法。從他剛一開始在工廠工作時起，內應力(殘餘)就使卡拉庫茨基感覺到興趣，他就在工廠中研究了淬火和鑄造時內應力形成的機構。

卡拉庫茨基當時已經肯定，如果研究了內應力，則許多製品的生產就會完善得多。他曾寫過研究曲柄軸、推桿、大汽缸、管子運用時的損壞，證明了它們的金屬品質是否良好以及它們損壞與斷裂的原因應當在內應力的分佈情況中去尋找，研究這些應力就會使機件的損壞能夠免除。卡拉庫茨基首先證明，如在機件中創造良好的內應力的分佈(在其表面有壓縮應力)，則能顯著提高其強度。他這個結論在現代機器製造中被廣泛地應用着。用噴珠硬化、滾壓、冷拔、高頻率表面淬火以及其他表面硬化的方法(滲碳及滲氮)可造成良好的內應力分佈而這樣就大大提高了機件疲勞極限與使用壽命。

對金屬學而言，內應力對金屬與合金組織的形成及改變，例如在結晶過程、擴散及熱處理時，其巨大影響是很重要的。

和阿諾索夫及切爾諾夫的卓越發現一樣，拉庫茨基關於內應力的著作已成為金屬學的基礎之一。但是，卡拉庫茨基的這些研究工作曾長時間的不被注意，而只是在偉大十月社會主義革命之後，他的見解才被蘇維埃科學家們創造性地發展起來並在生產中加以運用，而卡拉庫茨基所研究出的測定內應力方法的價值及其結論的基本內容一直到我們的時期還保持着科學的和實踐的意義。

2 金屬學和熱處理科學學派的締造者

尼古拉·賽密諾維奇·庫爾納科夫(Николай Семенович Курнаков)院士是物理

化學分析的創始者。

庫爾納科夫在物理化學發展和金相學隨之發展的時代開始了他在金屬的合金領域中的工作。

爲了自己的研究並爲了教學，庫爾納科夫創立了設備良好的巨大實驗室。他很注重研究的技術；他研究出了微差高溫計（稱爲庫爾納科夫高溫計），他和他的學生們就用它進行了很多研究工作。

同時下列諸問題在庫爾納科夫及其學派的工作中起了主要的作用。

1. 合金成分——狀態圖的幾何分析。
2. 應用導電性、硬度及其他性質的試驗方法以研究固溶液的性質。
3. 發現固溶液中原子的有序和無序排列，中間相的分類及創立關於奇點的學說。



庫爾納科夫 (1860~1941)。



巴以科夫 (1870~1946)。

庫爾納科夫及他的學生們曾提出了關於固溶液及成分變化的化合物的性質的新概念。庫爾納科夫和他的許多同事在五十多年間研究出了和發表了數百個金屬合金的相圖。這些相圖已包含在一切教本和手冊中，並且成爲世界科學的寶庫。

社會主義勞動英雄阿列克賽·阿列克賽洛維奇·巴以科夫(Александр Александрович Байков)是一個偉大的科學家。他的工作不限於金屬學，而且也涉及冶煉過程的理論問題、煉銅學、耐火材料及水泥。

巴以科夫研究了銅與鎢的合金系，並作出了這些合金的狀態圖。他用高溫時以氫侵蝕鋼的顯微樣品的方法首先發現奧氏體的晶粒組織。

在蘇維埃時代，巴以科夫研究了最大的具有全國性意義的金屬問題——凱爾欽斯基金屬，低合金鋼，並且參加了最大的蘇維埃冶金與機器製造工廠的設計籌劃工作。

巴以科夫是一個出色的教育家和講演者；他具有明顯地闡明最複雜的金屬學問題的非凡才幹。他是俄國金屬學者與冶金學者的一代宗師。

尼古拉·伊凡諾維奇·貝廖也夫 (Николай Иванович Беляев) 可稱為切爾諾夫事業的繼承人。

貝廖也夫在1902年從彼得堡技術學院畢業以後就開始了在彼得堡坡奇洛夫工廠(現基洛夫工廠)的工作,並在那裏創立了模範的金屬學實驗室。它緊密地聯系着生產並且實際上實現着生產的科學管理,特別是在煉鋼及其熱處理的部分。貝廖也夫所建立的坡奇洛夫工廠的實驗室以及博物館,在許多年間成了培養最出色的冶金學家與金屬學家、卓越的科學工作者與蘇維埃工業工作者的學校。自1909年起貝廖也夫在彼得堡技術學院教授鋼的熱處理的專門課程。此時他廣泛地運用了實際經驗及使用坡奇洛夫工廠實驗室的可能。

貝廖也夫最出色的工作如下。

- 1) 研究由於結晶而成的鋼錠構造(切爾諾夫的工作的繼續);
- 2) 研究12及14吋穿甲砲彈的生產方法(被稱為貝廖也夫法);
- 3) 研究在品質上勝過外國型式的新式裝甲鋼;
- 4) 研究降低了含鎢量的高速鋼代用品。研究拉絲板的生產;
- 5) 特種鋼的分類並研究其熱處理的合理方法。

貝廖也夫常常要求自己的同事們不要做外國的型式,而要獨立地創造性地解決技術問題。

在坡奇洛夫工廠工作十五年後,貝廖也夫與格羅-葛齊曼洛(В.Е. Грум-Гржимайло)一起擬定了‘電爐鋼廠的工廠-實驗室計劃’,領導了它的建廠和開工;這個工廠的全體員工開闢了生產蘇維埃的高級優質工具與構造鋼、航空與汽車鋼的新道路。

尼古拉·阿那托列也維奇·明蓋維奇 (Николай Анатольевич Минкевич) 是最出色的金屬學家之一。明蓋維奇於1907年從彼得堡工業學院冶金系畢業以後,就在奧波赫夫工廠熱處理車間及實驗室工作到1914年,然後在‘火山’工廠工作。

自1920~1942年明蓋維奇任莫斯科礦業大學(後來的莫斯科鋼鐵學院)教授,而同時指導工業方面的重大工作。

明蓋維奇從1912~1922年期間在鋼的一次處理和研究組織上自由的純鐵體對鋼的衝擊韌性的影響這個領域內做了他自己的第一個著作。然後則出現了他的關於高級鋼的缺陷——帶狀組織和白點的詳細著作。

按照創立新的蘇維埃工業部門(優質鋼冶煉,航空汽車及其他諸部門)時所提出的任務,明蓋維奇及其同事們完成了許多巨大的研究工作。例如,在以煤油熱分解而得的產物進行氣體滲碳,研究鋼在熱處理時其組織中發生的變化,研究加熱速度,以



貝廖也夫 (1877-1920)。

及在磁性鋼方面的研究等等。

明蓋維奇在設計先進的祖國工廠的熱處理車間方面的工作具有巨大的實際意義。

由於明蓋維奇及其學生們的工作，新牌號的構造鋼與工具鋼已應用於生產，而且已製訂出合理的熱處理方法。

明蓋維奇研究工作的特點是對巨大問題的認真周詳的研究，並隨而能廣泛地應用於祖國的工業上。

明蓋維奇的‘鋼與生鐵的性質、熱處理與用途’、‘鋼的熱處理教程’、‘熱處理車間設備與爐座’和‘低合金高速鋼’諸書是馳名於世的。

由於實現斯大林關於在烏拉爾建立強大的冶金與機器製造基地的計劃，塞爾該·沙莫洛維奇·夏琴貝爾格（Сергей Самойлович Штейнберг）及其他烏拉爾金屬學家的科學活動廣泛地開展了起來。



明蓋維奇(1883~1942)。



夏琴貝爾格(1872~1940)。

夏琴貝爾格及烏拉爾金屬學家的全體人員基本上研究了鋼的淬火理論與奧氏體等溫轉變等諸問題。這一集團的研究工作者，曾全面而詳細地研究了鋼在熱處理時組織中發生的變化過程，尤其是鋼的淬火組織：（馬丁體的）形成過程的性質與動力學。

這些研究工作不論對鋼的熱處理理論的研究或對許多實際問題的解決都是極有用處的。在所作出的總結與圖形的基礎上得出了不同淬火劑熱處理時的作用分析。使階段淬火與等溫淬火及等溫回火等過程有了理論根據。階段淬火、恆溫淬火和恆溫回火都使熱處理後製品的品質能大大改善。此外還研究出了高速鋼的多次回火法。顯示了各種不同的合金元素的影響及鋼熱處理時晶粒的大小。

目前烏拉爾金屬學家們更加擴大和深入着他們在金屬熱處理領域中的工作。

最後應當指出，除本章內及以後各章中述及的祖國卓越的科學家們以外，在無數蘇維埃實驗室中還有研究工作者——金屬學者們的大軍在工作着，他們按照機器製造日益增長着的實際需要發展着蘇維埃科學。用最先進的馬克思列寧的理論武裝起來的蘇維埃金屬學家們堅決地相信‘世界上沒有不可認識之物，而只有現在尚未認識但將來却會由科學和實踐的力量揭示和認識之物’。

● 斯大林：‘列寧主義問題’俄文第11版543頁（中文1949年版714頁）——辯證唯物主義與歷史唯物主義。

参 考 文 献

- Данилевский В. В., Русская техника, Лениздат, 1949.
- Пешкин И., Великий русский металлург П. П. Аносов. Челябинское областное государственное издательство, 1951
- Русские ученые металлореды. Жизнь, деятельность и избранные труды. Машгиз, 1951.
- Сидорин И. И., Роль русской науки в развитии металловедения и термической обработки металлов. вып. 1 и 2, Машгиз, 1948—1951.
- Д. К. Чернов и наука о металлах, сборник, Металлургиздат, 1950.
- Чернов Д. К. — основоположник научного металловедения, сборник, Машгиз, 1950.
- Черняк А. Я. и др., Русский металловед Н. В. Калакуцкий, Машгиз, 1951.

第二章 金屬的結晶組織

1 金屬的結晶結構

關於金屬的概念 偉大的俄羅斯學者羅蒙諾索夫(М. В. Ломоносов)最先給了金屬一個最清楚的定義。他曾寫道:‘金屬是可鍛的、有光澤的物體’。現在還應將它們的高導電性和高傳熱性補充到金屬的這個基本特徵上去。在門德雷也夫的元素週期表中(圖 1), 金屬佔有一定的位置, 即位於粗黑線的左邊; 金屬元素數目大約為全部元素數的 $\frac{3}{4}$ 。金屬原子的特徵是外電子層上電子數目很少(1~2)。金屬原子與非金屬的不同, 容易失去本身外層的電子而變成正電荷的離子。金屬的高導電性和高傳熱性及他們成為強烈的還原劑的能力, 正和其他特別的物理性質和化學性質一樣, 可以用它們外部電子容易失去的特性來完滿解釋。

還在 1889 年斯托列托夫(А. Г. Столетов)在莫斯科所介紹的經驗就曾證明: 金屬中的電子是不結實地連結着的。後來證明了, 這種連結可以用離子化的位勢測定出來。離子化位勢標誌着原子交出電子的容易程度。離子化位勢也是在門德雷也夫週期表中(圖 2)元素序數的週期性的函數。金屬祇不過有一兩個外層電子。因此它們的離子化位勢是不大的。鹼基性金屬有着最低的位勢, 因為這些金屬中僅有一個與原子很弱地連結着的價電子。惰性氣體氮、氖、氬等有着最高的離子化位勢。

化學鏈結的主要類型 金屬合金中化學鏈結的本質在蘇聯科學院阿格也夫(Н. В. Агеев)通訊院士的著作中已經被系統化而加以研究了。

這種鏈結有四種類型(圖 3): 金屬鏈、離子鏈、共價鏈(原子鏈)和范德華爾鏈(分子鏈)。

金屬鏈是以價電子的連結為特徵。位在晶格結點的金屬原子容易失去自己的價電子因而成為正電荷的離子。這樣, 正電荷的離子將位於結晶晶格的結點上(圖 4), 而它們之間的空間便充滿着負電荷的電子。在晶格角上的離子圍繞若干中心點而振動, 同時並能改變位置, 甚至落入晶格的中間, 而留下了某些晶格的結點空餘着。離子振動的振幅隨着溫度升高而增加, 位於離子中間的電子始終像理想氣體的分一樣, 總是在運動着, 但是與氣體分子所不同的, 它們的運動是不自由的, 為被鄰近的離子所吸引而受到限制。金屬中離子間(原子間)的鏈結由這些電子來實現。

氯化鈉是離子鏈結的例子, 在氯化鈉中, 鈉的價電子轉到氯原子上。 Na^+ 和 Cl^- 離子以靜電的吸引鏈結起來。金鋼鑽是共價鏈結(原子鏈)的例子, 這種鏈結在金屬中(特別是在邊界元素中)也經常發現。在金鋼鑽中, 原子鏈結的特徵是有限的電子連結, 這就使它與金屬鏈結區別開來。最後, 范德華爾鏈結(分子鏈)是最弱的鏈結, 例如在氬中或在以六方柱體為基礎的石墨晶格內的碳原子層之間可以見到。

研究金屬組織的方法 研究金屬的組織可以各種不同的方法來進行，其中最重要的方法是肉眼的、顯微的和原子的組織的測定。

肉眼組織是用肉眼或由放大不超過 10 倍的透鏡，就簡單的斷面或就磨光了和侵蝕了的肉眼樣品的表面來觀測。研究肉眼組織雖然比較簡單，但可得到在大範圍內金屬結晶結構的一般景象。它可以用來選擇富有特徵的地方，供以後在顯微鏡下比較詳

序號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2	3. Li □ 鋰	4. Be ○ 鈹	5. B ? 硼	6. C ⊗ 碳	7. N ○ 氮	8. O ◇ 氧	9. F ? 氟	10. Ne □ 氖	11. Na □ 鈉	12. Mg ○ 鎂	13. Al □ 鋁	14. Si ⊗ 矽	15. P ◇ 磷	16. S ◇ 硫	17. Cl □ 氯	18. Ar □ 氬	19. K □ 鉀	20. Ca □ 鈣
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		

圖 1 門捷雷夫週期表