

苏联中等专业学校教学用书

轧钢生产

上册

Ю.М. 齐西柯夫 著

李裕芳 王再光 熊 熊 译

冶金工业出版社

中等專業學校教學用書

軋 鋼 生 產

上 冊

IO. M. 齊西柯夫 著

李裕芳 王再光 熊熊 合譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

冶金工業出版社

本書係根據蘇聯黑色及有色金屬科技書籍出版社 (Металлургиздат) 出版的技術科學候補博士齊西柯夫 (Ю.М. Чижиков) 所著 [軋鋼生產] (Прокатное Производство) 1952 年莫斯科版譯出。原書經蘇聯黑色冶金工業部教育司審定為中等冶金專業學校教科書。

本書共分九篇，敘述塑性變形理論及軋製過程的基本狀況，以及軋鋼產品主要種類的生產操作技術，研究一般的問題：金屬的加熱及冷卻，軋製前的準備，生產過程的檢查等；闡明軋輥孔型設計理論與實踐的問題；研究軋製合金鋼和高合金鋼及合金與有色金屬的特點。在許多有關軋鋼生產的理論、工藝和實踐的問題上，作者引用了自己的工作成果。

本書中譯本暫分上、下兩冊出版，上冊包括緒言及第一至第四篇，下冊包括第五至第九篇。

本書用作中等冶金專業學校的教科書，對高等技術學校的學生，以及在金屬壓力加工方面工作的工程師和技術員也是有用的。

本書由北京鋼鐵工業學院李裕芳、王再光、熊熙同志合譯，呂桂彤及穆承章同志校訂。

軋鋼生產 (上冊)

李裕芳 王再光 熊熙 合譯

1955年8月第一版 1959年5月北京第五次印刷 5,200冊 (累計10,417冊)

$850 \times 1163 \cdot \frac{1}{32} \cdot 172,000$ 字 · 印張 7 · 定價 0.95 元

國家統計局印刷廠印

新華書店發行

書號 0283

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

上 冊 目 錄

緒 言

現有生產各種形狀金屬製品的方法	1
軋鋼生產的特徵及其意義	4
蘇聯軋鋼生產的發展	8
俄國學者和實踐家對發展軋鋼生產所起的作用	9

第一篇 塑性變形原理

第一章 塑性變形的實質	12
1. 應力及變形	12
2. 金屬的結構	13
3. 塑性變形	14
4. 單晶體的變形	16
5. 多晶體的變形	16
6. 織晶組織及結構的形成	18
第二章 塑性變形對金屬組織及性能的影響	21
1. 冷變形	21
2. 再結晶，回復	23
3. 熱變形	27
4. 不完全的熱變形	28
5. 不完全的冷變形	28
第三章 塑性變形的基本定律	29
1. 塑性變形中體積不變原理	29
2. 最小抗力定律	29
3. 變形中的應力狀態	32
4. 極限狀態理論	35
5. 相似定律	36
6. 附加應力原理	37
7. 塑性變形中的外摩擦	39

第二篇 軋製理論基礎

第四章 軋製過程的實質	43
1. 變形區域及其參數	43
2. 變形區域形狀變化的特徵	44
3. 主要的變形係數	48
4. 綫變形量和相對變形量	49
5. 相對壓下量和延伸量之間的關係	50
6. 對易位體積和變形速度的概念	51
第五章 軋輥咬入金屬的條件	55
1. 摩擦角、摩擦係數和摩擦力	55
2. 軋輥咬入金屬的實現	55
3. 咬入角、軋輥直徑和壓下量之間的關係	58
4. 各種因素對軋輥咬入金屬的影響及促進咬入的方法	59
第六章 隨着軋製過程所產生的現象	61
1. 軋製時的延伸和寬展	61
2. 各種因素對寬展的影響	61
3. 軋製中的前滑	75
第七章 金屬對軋輥的壓力	81
1. 接觸面積的確定	81
2. 軋製中各種因素對變形抗力的影響	82
3. 咬入弧上單位壓力的分佈	89
4. 用於確定金屬對軋輥壓力的儀器	94
5. 變形抗力的確定	94
6. 高溫下鋼與合金的機械性能	95
7. 鋼的成分對變形抗力的影響	98
8. 金屬對軋輥的容許壓力	100
第八章 功的消耗與軋製力矩	102
1. 金屬的變形功	102
2. 變形功的確定	102
3. 按經驗數據確定功的消耗	107
4. 軋輥傳動所需的力矩	108
5. 按軋輥上的壓力確定軋製力矩	109

6. 最大軋製力矩	111
-----------------	-----

第三篇 軋製工藝基礎

第九章 金屬與合金的工藝性能	113
1. 壓力加工中的金屬塑性	113
2. 確定金屬與合金塑性的方法	115
3. 各種因素對塑性的影響	121
4. 鑄態金屬與變形金屬的塑性	125
5. 各種原素對塑性的影響	126
6. 顯微組織對塑性的影響	129
7. 變形抗力與塑性	132
8. 鋼與合金的其它工藝性能	136
第十章 軋製工藝的各個部分	137
第十一章 工藝規程的製定	140
1. 軋製合金鋼的工藝規程	140
2. 軋製低碳鋼的工藝規程	140

第四篇 軋製工藝的一般問題

第十二章 軋製的應用範圍及原料	145
1. 軋製的鋼及合金	145
2. 軋製鋼材的品種	147
3. 軋鋼生產的初步產品	149
4. 鋼錠的獲得及其性能	150
第十三章 鋼錠及鋼坯在軋製前的準備	155
1. 鋼錠及鋼坯在軋製前的主要準備方法	155
2. 消除表面缺陷的方法	156
3. 鋼錠和鋼坯的飽光及剝皮	157
4. 用風鎚鑄除表面缺陷	158
5. 用特種機器消除缺陷	161
6. 用砂輪消除缺陷	161
7. 用火焰清理法消除表面缺陷	163
8. 用刮除法消除缺陷	166
9. 金屬的酸洗	166

第十四章 金屬軋製前的加熱	169
1. 加熱目的	169
2. 冷金屬加熱的兩個時期	169
第十五章 加熱爐及均熱爐	182
1. 燃料及其燃燒方法	182
2. 蓄熱器及換熱器	185
3. 燃料消耗	186
4. 軋鋼生產所用爐子的類型	187
5. 加熱爐的維護及其管理	199
6. 加熱爐工作的自動化	202
7. 加熱爐的基本熱平衡	203
8. 加熱爐生產率的確定	204
第十六章 鋼軋製後的冷卻	206
1. 金屬由冷卻而生成的缺陷	206
2. 裂紋及白點生成的原因	206
3. 防止裂紋及白點生成的冷卻規程	209
4. 實用的冷卻方法	210
第十七章 技術操作過程的檢查	213
1. 熔煉檢查	213
2. 各個生產過程的檢查	214
3. 最後檢查	216

緒 言

現有生產各種形狀金屬製品的方法

爲了得到各種形狀的金屬和合金製品，人們採用了各種的方法，其中主要的是：鑄造，切削加工，軋製，鍛造，模鍛，拉拔，無錠軋製。

每個方法的實質在下面來分別說明。

鑄造。將熔化的金屬注入專門的模子中，金屬在模子中冷卻後就取得了模子的輪廓形狀。用這種方法得到的製品，經過切削加工或不經過加工就可以使用。機器零件主要是這樣製造的。

注入方形、長方形、多邊形或圓形斷面形狀金屬模子中的金屬冷卻後叫做錠子，錠子是哪一種壓力加工的原料。

切削加工。用切削加工的方法使簡單或複雜形狀的固態金屬經去除表層後得到所需形狀的製品。切削加工是在各種金屬切削機床上進行的。

軋製、鍛造、模鍛、擠壓和拉拔是使固態金屬由變形而得到所需形狀和尺寸的方法。它們都是屬於金屬壓力加工的方法。

軋製的方法有三種：縱軋、橫軋和斜軋，圖1中表示了縱軋簡圖。縱軋的實質就是金屬在兩個轉動方向不同的軋輥之間受到變形（壓下）。金屬被引入軋輥間的孔隙，這時高度減小，而主要是長度增加。爲了使金屬具有所需的橫斷面形狀（方形、圓形、異形如角鋼等），在軋輥上車削了構成孔型的軋槽，軋製時金屬充滿孔型，並自孔型中通過。

縱軋應用最廣。它有很高的生產率，能加工很長的金屬，並且能得到質量很高的製品。

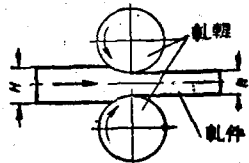


圖 1 縱軋簡圖

金屬在熱狀態下或在冷狀態下都可以進行軋製。軋製同時使變形金屬的性能也得到改變。

在橫軋（圖 2）和斜軋（圖 3）時，軋輥是在相同的方向轉動。在第一種情況下被軋輥引入的金屬沿着自己的中心綫轉動，這樣僅在橫的方向上受到加工。在斜軋時，金屬沿其中心綫進入軋輥，並且由於軋輥是斜放的（兩個軋輥的中心綫交錯成某一角度），除了旋轉運動以外還有前進運動。斜軋（螺旋式軋製）應用很廣：主要是用於軋管。斜軋和橫軋僅對生產轉動的物體才適合。

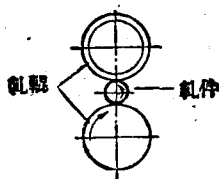


圖 2 橫軋簡圖

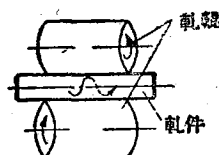


圖 3 螺旋式軋製簡圖

鍛造。鍛造（圖 4）的實質是用鍛錘的錘頭使金屬變形（壓下），下錘頭（砧子）通常是固定的，而上錘頭進行往復運動（向下和向上）。在錘頭衝擊力的作用下，金屬向着垂直於衝擊的方向延伸。鍛造用來生產異形的及單個的製品，也用來加工難於變形的金屬及合金。

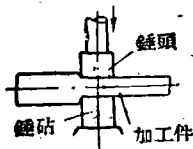


圖 4 鍛造簡圖

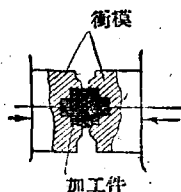


圖 5 模鍛簡圖

鍛造在鍛錘和鍛造壓力機上進行。在壓力機上進行鍛造時，錘頭的壓力代替了衝擊力，模鍛是鍛造的一種變相。

在模鍛中錘頭是刻有槽形的特殊模子。上模和下模配合成與所需製品的形狀相同的輪廓（圖 5）。和鍛造一樣，下模是固定的，而上模是運動的。在模子衝擊力的作用下，金屬充滿了模子，造成了所需的製品。多餘的金屬流向模子間的空隙，造成了翅邊，翅邊將來在壓力機上去除。模鍛廣泛地用來生產尺寸相當精確的單個異形鍛件。

擠壓。這個方法（圖 6）的實質是將金屬經過孔中擠出。擠壓普遍應用於有色金屬的加工。

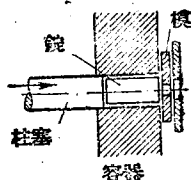


圖 6 擠壓簡圖

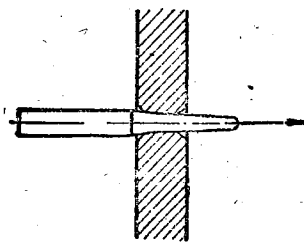


圖 7 拉拔簡圖

拉拔。在這個方法中，金屬從固定的拉模孔中拉出（圖 7），孔的尺寸小於拉拔前金屬斷面的尺寸。外力作用在金屬上，並且與金屬拉伸的方向相同。爲了實現拉伸（拉拔），須預先將金屬條的前端弄尖。

拉拔一般是在冷狀態下進行的，它用來生產斷面形狀精確度要求較高的綫材，條材和管子等。

上述所有各種壓力加工的方法，不但能改變金屬的形狀和尺寸，並且還改變其性能，這在前面也提到過。

在無錠軋製時，液態金屬灌入轉動的軋輥所形成的孔隙中（圖 8）。金屬很快地在兩個轉動方向相反的軋輥表面所形成的漏斗中冷卻，受到了軋製。

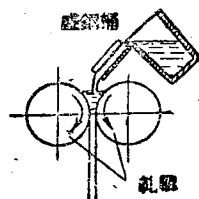


圖 8 無錠軋製簡圖

軋鋼生產的特徵及其意義

軋鋼生產是冶金生產的一個組成部分，它最終的目的是要得到具有必需形狀的產品。

組成冶金工廠的主要車間是煉鐵車間、煉鋼車間和軋鋼車間。在煉鐵車間從礦石中煉出生鐵。在煉鋼車間煉鋼，並將鋼注入鋼錠模，得到必須重量及形狀的鋼錠。在軋鋼車間將這些鋼錠軋成必須形狀的產品。

每個近代的軋鋼車間都是由幾架不同構造的軋鋼機裝備起來的，這些軋鋼機用來生產各種各樣軋製產品的品種（鋼軌、鋼梁、槽鋼、鋼板等）。

冶金工廠主要的軋鋼機是初軋機或扁鋼坯軋機，在這些軋鋼機上將鋼錠軋成半成品——大鋼坯、鋼坯和扁鋼坯，這些半成品在各種軋鋼機上再進一步加工成爲成品。

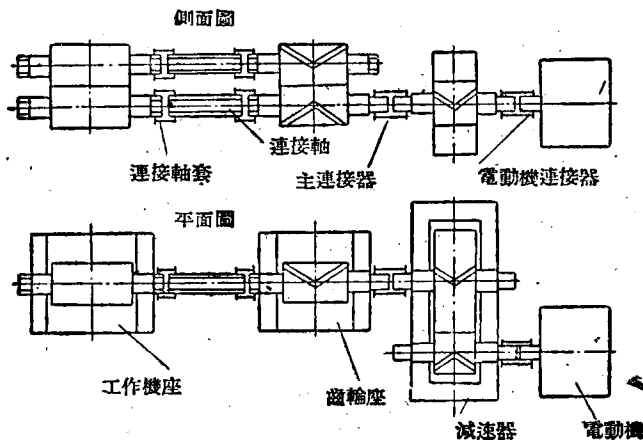


圖 9 軋鋼機簡圖

初軋機和扁鋼坯軋機能軋製很大的鋼錠，這就有可能使用大的馬丁爐（到400噸）來煉鋼。

最簡單的軋鋼機（圖9）是由工作機座組成，在工作機座中

裝置着軋輥。從電動機經齒輪將軋輥轉動。將軋件傳送到所需方向的各種輔助設備有：軋道、撥鋼機、升降台、翻鋼機等。

軋鋼機用軋輥直徑來表示。所軋鋼錠或鋼坯的斷面愈大，軋鋼機的軋輥直徑通常也愈大。軋鋼機是根據其工作軋輥的數目、工作機座的布置和用途來區分的。有二重式軋鋼機——具有兩個工作軋輥；三重式軋鋼機——具有三個工作軋輥；四重式軋鋼機——具有兩個工作軋輥和兩個支撐軋輥（圖10）；復二重式軋鋼機——具有四個工作軋輥；六輥式和多輥式軋鋼機等。

有的軋鋼機除裝有水平軋輥外還有直立軋輥（圖11）；經常這些軋輥都安裝在一個工作機座上。這種軋鋼機叫做萬能式軋鋼機。

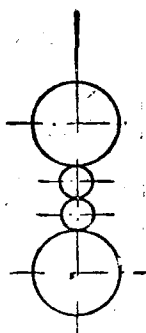


圖 10 四重式軋鋼機簡圖

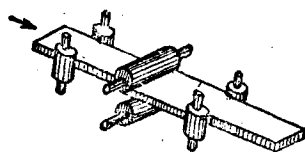


圖 11 萬能式軋鋼機簡圖

根據佈置的不同，軋鋼機由一個、兩個以及更多的工作機座來組成。根據機座佈置的不同，軋鋼機分為幾種類型。有橫列式軋鋼機，其中機座佈置成一個、兩個、三個或四個機列。最簡單的橫列式軋鋼機是單列式軋鋼機（圖12）。圖13是由幾個機座組成的連續式軋鋼機佈置簡圖，軋件在兩個或幾個機座中同時軋製，並順序通過。

有的軋鋼機的機座按一定的距離順序佈置。使軋件每次只在一個機座中軋製。一部分機座是連續式的，而另一部分是橫列式的軋鋼機叫做半連續式軋鋼機（圖14）。

也可以見到有曲折式的軋鋼機（圖15），佈棋式軋鋼機（圖16）及其它式機座佈置的軋鋼機。機座的佈置是由軋鋼機的機械化程度、生產率及工作性質來決定的。

根據用途可分為：將鋼錠軋成半成品的初軋機、扁鋼坯軋機、開坯機和鋼坯軋機，用來軋製鐵路鋼軌和所有型鋼產品和綫材的鋼軌鋼梁軋機和各種型鋼軋機。

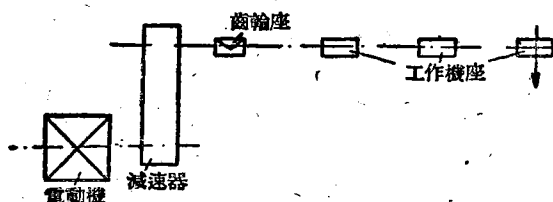


圖 12 橫列式軋鋼機簡圖

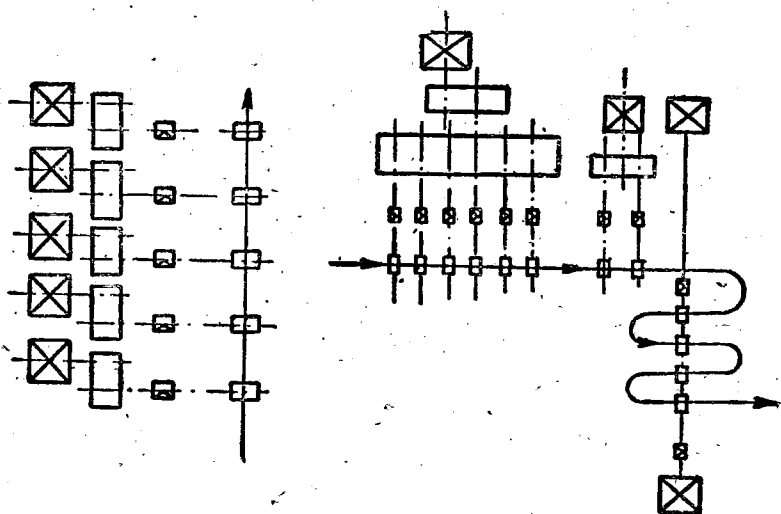


圖 13 連續式軋鋼機簡圖

圖 14 半連續式軋鋼機簡圖

軋製鋼板的軋鋼機有厚板、中板和薄板軋機。

還有軋製鐵路上用的輪箍、車輪和鋼管等的特殊構造軋鋼機（車輪軋機、鋼管軋機、斜軋機等）。



圖 16 佈棋式軋鋼機簡圖

蘇聯軋鋼生產的發展

在幾個斯大林五年計劃時期蘇聯的軋鋼生產得到了巨大的發展。建造了大量新軋鋼車間，安裝了許多由最新技術所裝備起來的現代化的軋鋼機，進行了有關設計、建造及掌握這些新設備的巨大工作。製訂以及運用了新的操作過程，組織了新鋼號及新斷面形狀的軋製品生產。

在不斷增加普通軋制品產量的同時，優質鋼軋制品生產的規模也有擴大。組織了在連續式熱軋軋鋼機上及冷軋軋鋼機上生產薄鋼板和帶鋼。

鋼軌生產得到了寬廣的發展。蘇聯建造的最新式鋼軌鋼梁軋機是世界上最好的軋鋼機，在特殊的軋鋼車間裡生產的有鐵路上用的整軋車輪、輪箍等等。軋制品品種在不斷地增加，其中包括外形複雜的鋼材，掌握了循環斷面的軋制等等。

在蘇聯實行了軋鋼機專業化來保證縮短軋鋼機產品的運送，尤其是遠距離運送，保證提高勞動生產率，擴大產品品種，以及合理使用軋鋼機和軋鋼車間設備。

這個措施在全國範圍內的實現只有在社會主義條件下才有可能，社會主義對於資本主義的根本優點之一就是國民經濟的有計劃發展。

在資本主義制度下，在生產工具和生產資料私有制的統治下，在存在着競爭和經濟危機的情況下，各項企業對設備、原料、金屬等的物資—技術供應不可避免地帶有自發的特性，並隨之而來的巨大浪費。在這樣的條件下實現如軋鋼機專業化這類措施是完全不可能的。

只有在社會主義經濟制度下才能實現根據統一的計劃進行整個國民經濟物資技術供應的真正合理的組織。

在第十六次黨代表大會上斯大林同志指示出蘇聯經濟制度的特徵，其主要特徵之一即是在蘇聯「……生產的發展不是服從於競爭和保證資本主義利潤的原則，而是服從於計劃指導和一貫

提高勞動者物質和文化水平的原則……」。

按照聯共（布）黨第十八次代表大會的決議，軋鋼機專業化才系統地得到完善。

擴大社會主義再生產是爲了實現建設共產主義的偉大目標，而擴大社會主義再生產乃是軋鋼機專業化的任務。

軋鋼生產的生產率在逐年增長，這不僅是用增加生產能力的方法來實現，而大部分是用提高現有軋鋼機生產率以及改善產品質量的方法來實現的。

蘇聯首先在世界上實現了型鋼軋機的全部自動化，減輕了工人的勞動並大大地提高了軋鋼機的生產率。操作過程的自動化，包括全部自動化在內，目前正在軋鋼生產中推廣。

加強軋鋼生產，除此以外，還有減輕工人勞動條件使繁重的操作實行機械化，增加壓下量使軋製道數減少，增高軋製速度，尤其是在冷軋軋鋼機和連續式軋鋼機上，以及使機械本身不斷地改善等方法。

對某些決定生產優質產品的各個工序的組織及機械化應給與很大的注意，斯達漢諾夫工人、工程師、技術員、設計師和學者的忘我勞動促進軋鋼生產更進一步的發展，他們用一切方法來促進蘇維埃冶金工業的發展。

俄國學者和實踐家對發展軋鋼生產所起的作用

對軋鋼生產的發展起了巨大作用的是俄國實踐家和學者。

俄國最初的製鐵工廠還在十六世紀就建造於莫斯科、諾夫哥羅得、土拉附近以及其他地區。

十七世紀初煉鐵生產在烏拉爾開始發展起來。

十七世紀初在著名的涅維揚斯克工廠就用錘子生產型鐵，並將型鐵在拉模板上拉拔而得到綫材。十八世紀末在烏拉爾工廠裝設了軋鋼機，而在十九世紀初烏拉爾軋製的鐵板、屋面板和型鐵開始供應世界市場。烏拉爾的屋面板具有很強的防銹能力，用這

種屋面板不必鍍鋅，而歐洲各國製造的屋面板非鍍鋅不可。

1843年在摩羅姆附近維克松斯基工廠軋製了第一批鋼軌。其後俄國的鋼軌生產有過很大發展。

1895年茲拉脫烏斯特工厂的工長比雅托夫在軋鋼生產的歷史上首創了裝甲鋼板的軋制法。在這以前裝甲鋼板都是用極繁重的手工業方式的鍛錘鍛造成的。

近年來都認為這個發明是屬於英國人的，一直到了1949年根據確實可靠的海軍檔案文件才肯定這個發明是屬於比雅托夫的。裝甲鋼板製造法的發明專利權給了英國人，這是因為沙皇的官員不徵得真正發明者比雅托夫的同意而將這個俄國的發明給了外國專家去提供意見，而這些專家們為了他們的利益而坐享其成地利用了這個發明。

著名的俄國冶金家格魯姆-格爾日馬依洛教授對軋鋼生產的發展作出了巨大的貢獻。他最早用實驗證明了用大壓下量軋製金屬是可能的。他駁斥了德國學者的軋製中只能用小壓下量的錯誤理論。在「軋製和孔型設計」〔2〕的著作中，格魯姆-格爾日馬依洛對於軋製異形鋼材時孔型中變形的條件作了任何人不能與之相比的卓越分析。這個分析也成為如軋製工字鋼等這樣複雜鋼材的軋輥孔型設計的基礎。

古托夫斯基和菲瑞查金教授都寫了很多著作，這些著作對瞭解軋製過程是極有幫助的〔3〕，〔3a〕。

在蘇維埃政權建立以後的年代裡，蘇聯學者：高洛文、葉密里雅年柯、巴甫洛夫、顧樸根、采利柯夫、契克馬遼夫以及其他教授在軋鋼生產上都居有卓越的地位〔4〕，〔5〕，〔6〕，〔7〕。

對鋼管生產的理論和實踐的發展起着卓越作用的是葉密里雅年柯教授。他的軋管生產的無數著作在關於這個問題的世界文獻中是無與倫比的〔7〕。

維諾格拉多夫教授早在1934年就發表了他自己的著作「軋輥孔型設計」〔8〕，巴赫季諾夫製訂了軋製異形鋼材以及其它鋼材的軋輥孔型設計的新方法，他們對軋鋼機軋輥孔型設計這一複