

高等学校教学用书

轧钢生产工艺学

B.B.施 章 金 合著
B.A.恰 古 諾 夫

冶金工业出版社

高等学校教学用书

轧钢生产工艺学

B.B.施章金

合著

B.A.恰古諾夫

李裕芳等譯

冶金工业出版社

本書系根据苏联黑色及有色金屬科技書籍出版社(Государственное Научно-техническое Издательство литературы по черной и цветной металлургии)出版的施韋金(В.В.Швейкин)教授和恰古諾夫(В.А.Тягунов)付教授合著「軋鋼生产工艺学」(Технология Прокатного Производства) 1955年斯維尔德洛夫斯克版譯出。原書經苏联高等教育部审定为高等冶金学院教学参考書。

本書闡明了軋鋼生产工艺过程的基本原理。在第一篇中研究了各种鋼材的热軋工艺过程的一般問題。第二篇中闡明了軋鋼生产的各个种类的工艺，並簡要地研究了軋鋼机的类型及其合理佈置。書中所引用的工艺計算是分析和确定合理軋制制度的一种工具。書中还闡明了設計新軋鋼机和改建現有軋鋼机的原理。

本書用作高等冶金学院大学生的教学参考書，也适用于軋鋼生产工程师。

本書由北京鋼鐵工業学院李裕芳(第一篇)、姚由(第二篇 11章—16章)、刘宝珩(第二篇 17章—24章和第三篇)同志合譯；姚由同志校閱第一篇和第二篇 11—21章，李裕芳同志校閱第二篇 22—24章和第三篇。

軋鋼生产工艺学

李裕芳 等譯

編輯：叶連林

設計：赵苓

校对：朱珍

1958年1月第一版 1959年3月北京第二次印刷8,500册累計9,500册

850×1168·1/32·338,000字·印張13 $\frac{28}{32}$ ·插頁2·定价 1.80元

北京五三五工厂印刷

新华書店發行

書号 0747

冶金工業出版社出版(地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

目 录

序言.....	10
緒論.....	11

第一篇 軋鋼生產工藝的一般問題

第一章 組織工艺过程的原始条件.....	18
1. 軋制品种和車間生产計劃.....	20
2. 国家标准和技术条件.....	20
3. 車間工作的作業計劃.....	22
第二章 原料.....	24
1. 鋼錠的形状和重量.....	24
2. 鋼錠的缺陷.....	29
偏析.....	29
非金屬夹杂.....	30
气泡.....	31
縮孔.....	31
裂紋.....	32
斑疤.....	32
上冒和下陷.....	33
3. 鋼錠的技术条件.....	33
第三章 軋制前鋼錠和鋼坯的准备.....	35
1. 軋制前金屬表面状态的意义.....	35
2. 消除鋼錠和鋼坯的外部缺陷的方法和組織方法.....	37
預先退火.....	38
金屬的酸洗.....	39
火焰清理.....	41
机器火焰清理.....	44
电气清理.....	45
風鎗鎂除.....	46
鋼錠的鉋光.....	47

鋼錠和鋼坯的車光·····	47
研磨·····	47
第四章 工艺过程的組織方式 ·····	49
1. 碳鋼和合金鋼的軋制方式·····	49
普通碳鋼的軋制·····	50
合金鋼〔冷〕鋼錠的軋制·····	52
合金鋼〔熱〕鋼錠的軋制·····	54
2. 工艺过程的各种方式之比較·····	55
第五章 金屬的檢查、登記和保管 ·····	58
1. 熔煉檢查和標号·····	58
2. 原料倉庫·····	60
第六章 軋制前金屬的加熱 ·····	63
1. 加熱的意義·····	63
2. 加熱與鋼的物理機械性能的關係·····	63
3. 鋼錠的加熱速度·····	65
4. 鋼坯（已受壓縮的金屬）的加熱速度·····	68
5. 金屬的断面形狀和金屬在加熱設備中的分佈對加熱速度的影響·····	68
6. 加熱的終了溫度和金屬塑性加工的溫度範圍·····	71
7. 高生產率加熱制度·····	75
裝爐溫度·····	76
加熱時間·····	76
鋼錠的加熱溫度·····	77
8. 加熱設備·····	78
9. 加熱金屬時產生的缺陷·····	79
脫碳·····	79
氧化鐵皮·····	80
過熱·····	80
過燒·····	81
氣洞·····	81
第七章 用軋制法進行鋼的塑性加工 ·····	83
1. 各種元素對塑性和變形抗力的影響·····	83
2. 致密鑄造金屬和鋼錠初次組織的破壞·····	86

3. 变形抗力	89
4. 軋制时的單位压力計算公式	92
С.И. 古布金公式	92
А.И. 采利可夫公式	93
А.Ф. 高洛文和 В. А. 恰古諾夫公式	94
А.Ф. 高洛文和 В. В. 施韋金公式	95
А.Ф. 薩馬林公式	97
愛克龍德公式	97
5. 單位压力計算公式的分析	98
6. 軋輥孔型設計	106
原料金屬和已加工金屬的組織	107
成品的表面質量	108
寬展	108
变形速度与变形程度	109
机械设备的強度和軋入条件	113
第八章 軋件的冷却	116
1. 冷却过程的一般原理	116
2. 高速切削鋼在軋制后的冷却	119
第九章 成品的缺陷	122
1. 澆鑄缺陷	123
2. 軋制缺陷	124
成品的断面缺陷	126
3. 成品表面缺陷的消除方法	130
氧气火焰燒除法和風鎗鎂除	130
砂輪研磨	130
切头、切尾和分段剪切	131
重复热处理	131
第十章 成品金屬質量的評定方法	132
1. 工艺試驗	137
2. 宏观分析	138
3. 微观分析	139
4. 表面車光法	140
5. 成品金屬化学成份的快速檢驗法	140

第二篇 軋鋼生產的各種形式

第十一章 可逆式開坯機	144
1. 可逆式開坯機的一般性能	144
初軋機和板坯機的佈置	145
可逆式軋鋼機的傳動	149
2. 压下量的選擇	152
軋入條件	153
電動機的功率	154
工作軋輥強度	157
金屬質量	159
道數和压下規程	161
初軋機压下規程計算舉例	164
在板坯機上軋制 150×1100 公厘板坯的压下規程計算舉例	165
3. 可逆式軋鋼機的工作制度和生產率	166
生產率計算方法的共同特點	166
可逆式軋鋼機合理軋制制度的計算方法	172
每道的最大轉數	173
軋入和拋出軋件時轉數的選擇	178
在可逆式軋鋼機上軋制時的間隙時間	183
軋鋼機年生產率的確定	192
軋制初軋坯和板坯的技術經濟指標	194
第十二章 非可逆式開坯機	195
1. 非可逆式開坯機的一般性能	195
機座順序佈置的開坯機	195
三輥開坯機	196
2. 非可逆式週期軋機的工作制度和生產率	199
3. 压下量的選擇	207
4. 800軋鋼機在現用的和設計的軋制制度下電動機功率的計算	209
第十三章 鋼坯軋機	215
1. 採用連續式鋼坯軋機的一般前提	215
2. 連續式軋鋼機的工作特點	219

3. 連續式鋼坯軋機的軋制圖表 and 生產率	221
第十四章 大型鋼材的軋制	229
1. 軌梁軋機	229
2. 鋼軌的矯正和精整	232
3. 鋼軌的熱處理	232
鋼軌的緩冷和等溫保持	233
軌端用軋制余熱的索氏體化 (淬火)	234
軌端的高頻率淬火	235
鋼軌的常化	235
4. 工字鋼的生產	237
5. 在軌梁軋機上軋制時的力和功率	241
第十五章 中型鋼材的生產	250
1. 中型型鋼軋機的一般性能	250
2. 中型型鋼軋機的產品種類	253
3. 機座順序佈置的 500 中型型鋼軋機	254
4. 橫列式 500 中型型鋼軋機	257
第十六章 小型鋼材和綫材的生產	260
1. 軋制小型鋼材的特點	260
2. 軋鋼機型式	262
3. 型鋼軋機	262
4. 扁鋼軋機	271
5. 綫材軋機	276
6. 橫列多段式軋鋼機活套式軋制的特點	278
第十七章 厚鋼板生產	284
1. 軋制厚鋼板的方法	284
用板坯軋制厚鋼板	285
用鋼錠軋制鋼板	285
2. 厚鋼板軋機的型式和性能	287
二輥可逆式軋鋼機	287
四輥可逆式軋鋼機	288
三輥式軋鋼機	288
二輥式與三輥式軋鋼機的比較	289
工作機座順序佈置的軋鋼機 (順列式)	289

万能軋鋼机.....	294
3. 熱軋鋼板的精整.....	296
第十八章 厚鋼板軋机的工作制度	299
1. 合理孔型設計的概念.....	299
2. 限制压下量的因素——軋入条件.....	300
不同直徑軋輥的压下量.....	301
不同直徑軋輥的軋入.....	303
3. 限制压下量的因素——軋輥强度.....	309
4. 限制压下量的因素——功率.....	313
5. 限制压下量的因素——变形程度.....	314
6. 限制压下量的因素之間的关系.....	317
7. 逐道的溫度变化.....	317
8. 孔型設計的計算特点.....	319
現有孔型設計分析的計算特点.....	320
新孔型設計的計算特点.....	321
9. 孔型設計計算举例.....	324
第十九章 鋼板的連續軋制	329
1. 連續軋制的特点.....	329
2. 連續式軋鋼机.....	330
第二十章 薄鋼板的軋制	338
1. 在二輥式軋机上軋制薄鋼板的工艺.....	338
2. 軋制薄鋼板的特点.....	340
3. 軋制低碳鋼鋼板的压下規程的分析.....	346
4. 在机械化軋鋼机上熱軋薄鋼板.....	348
發展机械化方法的基本条件.....	348
三輥式粗軋机座的設備和工作.....	349
二輥式精軋机座的設備和工作.....	351
設備的一般佈置.....	352
机械化机座的生产率.....	354
第二十一章 熱軋鋼板的軋輥工作	356
1. 溫度对于軋輥形狀的影响.....	356
2. 軋輥預成型.....	357
3. 軋輥的預热.....	359

4. 防止軋輥過熱的措施.....	360
第二十二章 冷軋薄鋼板	362
1. 冷軋的基本知識.....	362
冷軋軋鋼機.....	362
冷軋軋鋼機的生產率.....	365
工作軋輥型.....	366
軋制時軋輥和鋼板的潤滑.....	370
軋輥的冷卻.....	371
2. 鋼板的精整.....	373
酸洗.....	373
平整.....	374
矯正.....	374
鋼板合格率.....	375
3. 冷軋鋼板車間.....	375
4. 薄鉄皮生產.....	380
第二十三章 整軋車輪生產	383
1. 原料.....	384
2. 工藝過程.....	384
第二十四章 軋管生產	388
1. 孔腔的形成.....	389
2. 在週期式軋管機上軋制鋼管的生產過程.....	392
3. 自動軋管機軋制鋼管的生產工藝過程.....	397
4. 連續軋制鋼管生產.....	403
5. 在連續焊管機上對焊鋼管生產.....	406
6. 電阻焊接鋼管生產.....	410
7. 冷軋鋼管生產.....	414

第三篇 軋鋼車間設計方法

第二十五章 設計任務	419
第二十六章 技術設計和施工設計	423
1. 技術設計.....	423
2. 施工設計（施工圖）.....	428
參考文獻.....	443

序 言

軋鋼生产的工艺过程由一系列工序組成，各种不同軋鋼机上的这些工序都有其專有特点，並且这些特点常常与該工厂的条件有关。因此在一本書中很难叙述各个工厂的軋制工艺过程的所有細节。所以在一本書中只对工艺过程的各个基本的和原則的方面作了闡述。

在一本書第一篇中按相应於工厂中实际采用的工艺过程的順序，簡要地研究了軋制任何鋼材时都进行的最重要的各种准备工序和工艺工序。此外还作了揭示各該工序的实質及其最合理的进行条件的尝试。

在第二篇中叙述了軋鋼生产的各种形式，且並考虑到主要設備和輔助設備的合理佈置方式。其中所討論的基本上只是各該鋼材的生产工艺的專有特点。

在一本書第二篇的半成品生产、大型鋼材生产和鋼板生产等章节中，对軋鋼机合理工作制度的計算方法給予了很大注意。

一本書最后簡要地闡明了設計新軋鋼車間和改建旧軋鋼車間的主要前提。

全部工艺計算及其計算方法是B.A. 恰古諾夫提供的。

著者認為應該向烏克蘭蘇維埃社会主义共和国科学院院士契克瑪辽夫 (A. П. Чекмарев)、技术科学付博士、付教授費道索夫 (Н. М. Федосов) 和工程师盖尔曼諾夫 (Н. А. Германов) 致深切的謝意，因为他們對一本書手稿提供了寶貴的意見，改善了一本書的內容。

緒 論

人民的創造力量与其实現的可能性之間的脫节是革命前俄国的现实矛盾之一〔1〕。

只有在偉大的十月革命以后，我国的工業、科学和技术才开始了真正的繁荣。

在最初几个五年計劃的年代里，用最先进的技术武裝起来的我国的冶金業，在未曾有过的短短的期間內，变成了国民經济中强大的、先进的部門。

根据發展的速度、生产率、設備利用率以及其他各种技术經济指标，我国冶金業已超过了各資本主义国家的冶金業。

革命前俄国的軋鋼生产在上世紀的80—90年代有相当快的發展。这主要是加紧鋪筑鉄路的結果。

这种發展大約延續到1900年，此后由於經濟危机的到来，冶金業特別是軋鋼生产的發展暂时中止了。

在1910年到1913年短时期工業高漲的年代里，这种情况也沒有多大的改变，在帝国主义战争的末期（1914—1917年）鋼材的生产与相对的最好的年代1913年相比降低了30%。

革命前俄国冶金工厂的軋鋼車間基本上有如下特征：

1. 軋鋼机的型式陈旧，其工作机座是橫列式佈置的，並且用一个总的發动机驅动，通常这个發动机是水力、蒸汽或煤气發动机，个别有用电动机的，但也是能力小，速度低的一类。

2. 用固体燃料的（煤和木柴）能力不足的加热裝置。

3. 用重量小的平爐鋼錠和貝氏麦爐鋼錠（型钢軋机用重120—200公斤的鋼錠，大型軋鋼机和开坯軋机用重1.5—2.5吨的鋼錠）进行軋制，型钢軋机采用已压縮金屬是極為有限的。

4. 在金屬的加热、軋制和成品的精整方面各工序的机械化程度較差。

5. 軋制速度小。

6. 設備佈置不當引起金屬流程的交叉，使設備生產率降低、生產組織困難，且使事故增多。

資產階級君主制的國家管理妨礙了科學與技術的進步。個別的俄國學者、專家和工人革新者不能對改善工業的總的情況有重大的影響。直到十月革命以前，俄國一直停留在落後的狀態。

在蘇維埃俄國退出帝國主義戰爭之後爆發的國內戰爭（1918—1920年）使冶金工業繼續低落。1920年鋼鐵生產量僅10萬噸。在這個時期只是烏拉爾和中部的工廠為滿足紅軍的需要和運輸業的部份需要而進行着生產。

國內戰爭結束後，馬上開始了恢復冶金業的工作。

只有在新型的技术革新的基础上，即在社会主义技术革新的基础上才可能把落后的农业国变为先进的工业国。

在1923—1924業務年度就已經生產金屬50萬噸，即佔1913年生產量的13.4%。

1924到1927年這一時期的特點是改建正在恢復的工廠的軋鋼車間和各個軋鋼機，改建的方向是改換和改進加熱裝置，電動機裝置，以及其他各種設備，並且同時改善工作條件，特別是改善勞動組織和保健工作（通過機械化、通風、建造浴室和更衣室等辦法）。

在1927—1928業務年度金屬生產已經達到了戰前的水平，這是我國恢復國民經濟的巨大成就。

組織蘇聯的各種新的生產，即革命前俄國所沒有的各種生產如汽車、拖拉機、飛機、大型機床、巨大的渦輪機和各種農業機器等，只有在冶金業發達，特別是合金鋼的冶煉事業發達的條件下才有可能。

在第一個五年計劃開始的前夕，蘇聯各工廠中已經有241台軋鋼機進行着生產。

在第一個五年計劃期間有15台修復的軋鋼機和17台新的軋鋼機投入生產。

在第一個五年計劃期間開始了馬格尼托哥爾斯克、庫茲涅茨

克、查波羅什鋼冶金工廠的建設，以及烏拉爾和我國南部的鋼管工廠的建設。

在這個時期，南部某幾個舊工廠（以捷爾任斯基命名的工廠，以基洛夫命名的工廠等）里建造了有現代化 1150 初軋機的新軋鋼車間。

在第一個五年計劃的年代里開始加緊生產合金金屬，為此建造了專門的工廠。

1927—1928 業務年度合金金屬的生產量為 9 萬噸，在 1932 年為 68.3 萬噸，佔當年金屬總產量的 15.9%。

特別應該指出的是烏拉爾各工廠生產品種的根本變化，烏拉爾的許多工廠原來只生產屋面鋼板和小型鋼材，而在這個時期開始組織了合金鋼材和合金鋼板的生產。

第一個五年計劃期間開始的新冶金工廠的建設和舊冶金工廠的改建，以及生產的合理化為後來軋鋼生產的飛速發展創造了良好的條件。

在第二個五年計劃期間有 47 台新的軋鋼機和 5 台修復的軋鋼機投入生產。第三個五年計劃開始之前，投入生產的軋鋼機已有 321 台。

除了修復舊初軋機和其他軋鋼機外，我國機器製造工廠所製造的，構造比較現代化的各種熱軋和冷軋軋鋼機，以及能力巨大的初軋機也都添置起來，並投入了生產。

新初軋機開工生產的意義不僅只是將已壓縮金屬供給各種型鋼軋機，並且還在於為煉鋼車間創造了澆鑄大鋼錠和增大平爐能力的條件。

在軋鋼生產中也充份應用的現代技術改變了我國冶金業的面貌：與舊的擁擠的廠房不同，建造起來的是光亮而又高大的生產廠房，里面裝備着生產率高的、機械化的各種機組。

從 1935 年起，同蘇聯其他各工業部門一樣，在冶金業中展開了社會主義競賽，開展社會主義競賽的結果是大大地超過舊的技術定額，這就能確定新的生產能力，保證生產率大大增長。

第二个五年计划期间（1932—1937年）軋鋼車間的产品生产量可以用下列指标说明：

年份	1932	1933	1934	1935	1936	1937（计划数字）
%	100	114	157	210	275	347

第三个五年计划中规定了总的提高金属产量的任务，其中特别是钢材的产量约需提高50%，在党和政府的指示中对合金金属的生产也给予了特别的注意。

在苏联共产党（布）第十八次代表大会上提出了在技术上和经济上赶上并超过最发达的资本主义国家的任务。这首先要求尽可能多地增加金属生产（铁、钢），特别是可能的各种断面形状的钢材生产。

社会主义生产的增長，特别是重工业的增長、东部地区国民经济的發展和现代技术的推广实施保证了苏联的经济和国防力量的进一步巩固。

1940年我国的钢铁生产与1913年相比，生铁为400%，鋼450%，鋼材約500%。

业务熟练的新的干部很快地充实了苏联的国民经济。同时，苏联人民的物质和文化生活水平也在增長。

1941—1945年的卫国战争破坏了和平的创造性的工作，暂时停止了国民经济的总高涨，其中尤其是黑色冶金業的發展。

但是还在战争結束之前，在从敌人的侵佔下解放出来的边区就开始恢复苏维埃工业，並且在我国各地兴建能力更大的，更完善的新工厂。

承受着战争的最大重負的国家，在战争結束之前就开始恢复、巩固，並沿着为科学和技术进步的道路前进，这在人类历史上是史無前例的。我国南部的冶金工厂在逐出敌人之后，立刻开始恢复起来。

这所以可能实现是因为我国社会和经济生活是按照社会主义的方式組織起来的。在资本主义制度相比，社会主义经济制度的巨大优越性亦在於此。

衛國戰爭結束後，蘇聯重新進入了和平建設時期。1946—1950年恢復蘇聯國民經濟的第四個五年計劃規定冶金工業應該在1950年生產生鐵1950萬噸，鋼2540萬噸和鋼材1730萬噸。

對鋼軌和鋼管的生產給予了特殊的注意，在該五年計劃的最後一年其生產量相應為135萬噸和150萬噸（年）。

為生產所規定的產量，現有的軋鋼車間和軋鋼機是不夠的，因而在計劃中確定要修復舊軋鋼機，並建造新的軋鋼機。

第四個五年計劃中黑色冶金方面的軋鋼生產的任務超額完成了。

1950年黑色金屬的總產量超過戰前水平的45%，超過五年計劃任務的35%，其中鋼材生產增長59%。

在我國南部黑色冶金業完全恢復的同時，1950年與1940年相比鋼材生產在烏拉爾增長1.8倍，在西伯利亞增長1倍。在中亞西亞和高加索也組織了黑色金屬的軋制。

在戰後五年計劃的年代里，掌握了進行大量的、不同化學成份的新特種鋼材的生產。

繁重作業的機械化和生產過程的自動控制都更廣泛、更普遍了。

與生產增長的同時，在這些年代還解決了成品質量的問題和技術經濟指標的問題。軋鋼車間的金屬消耗系數急劇下降就是這方面的特徵。

在技術和科學界如果沒有許多業務能力高的、熟練的幹部，沒有革新者，那末軋鋼生產的不斷擴大、數量和質量計劃的完成，以及生產的進一步改進都是不可能的。

在金屬壓力加工的原理、工藝及各種機器和設備的設計方面所取得的極巨大的成就都與高洛文（А. Ф. Головин）、古布金（С. И. Губкин）、契克瑪辽夫（А. П. Чекмарев）、巴甫洛夫（И. М. Павлов）、叶密尔雅年柯（П. Т. Емельяненко）、采利可夫（А. И. Целиков）等學者的名字聯繫在一起的。

第四個五年計劃的勝利完成使有可能實施新的規模更巨大的

五年計劃，來保證國民經濟所有各部門的繼續高漲及人民物質福利和文化水平的進一步提高。

蘇聯共產黨第十九次代表大會在關於第五個五年計劃的指示中提出的發展冶金業，特別是發展軋鋼生產的任務如下：

與 1950 年相比，到 1955 年鋼材產量增加約 64%。

與第四個五年計劃相比，在第五個五年計劃期間增加投入生產的軋鋼生產能力（按鋼材計）不少於一倍。

在與黑色金屬生產繼續增長的同時，還需擴大生產品種，大大增加較缺乏的鋼材的生產，其中特別是：厚板增加約 80%，小型型鋼和盤條增加 1.1 倍，不銹鋼板增加 2.1 倍。

發展各種經濟斷面的生產。

除了建造新的企業和機組投入生產以外，在第五個五年計劃中同時規定了採取改建現有設備和添置新設備的方法、通過機械化、自動化和強化生產過程，以及改進工藝過程等來進一步提高現有車間的生產率。

和平經濟建設的第五個五年計劃再一次向全世界表明了社會主義的偉大生命力，以及社會主義經濟制度比資本主義制度的巨大優越性。按生產總量而言第五個五年計劃在 1955 年 5 月 1 日之前就完成了，也就是在 4 年又 4 個月的時間內完成了。

雖然在軋鋼生產技術方面獲得了巨大成就，但是與軋制工藝有關的許多任務還沒有完全解決。

按照蘇聯共產黨中央委員會七月全體會議的決議，軋鋼生產方面最近的任務是：

- 1) 軋鋼車間各繁重工序的完全機械化。
- 2) 進一步實現工藝過程的自動控制。
- 3) 掌握製造現代化機器和構築物所需的各種新型鋼材的生產，以及掌握直到如今仍用鍛造或沖壓製造的各種鋼材的軋制。
- 4) 掌握化學成份複雜的鋼材的生產，並使每噸成品的各種消耗係數為最小。
- 5) 採用較高的速度，以及每道次用大压下量進行軋制。