

軋鋼的生產過程

軋鋼的生產過程

陳鉄君 魯 达 編著

冶金工業出版社

这只是有关軋鋼生产問題的一部分內容，全書以生产过程为中心，比較全面而扼要地叙述了主要生产車間的規模和生产过程中的特点。本書适合冶金工業部門工作的一般幹部及軋鋼工人學習参考。

軋鋼的生产过程

陈鉄君 魯 达 編著

編輯：馬泰安 設計：赵香荅、魯芝芳 校对：楊維琴

1958年6月第一版 1959年4月北京第三次印刷 6,000册(累計 14,000册)

850×1168·1/32·151,900字·印張6 $\frac{22}{32}$ ·定价 0.85元

北京五三五工厂印刷

新华書店發行

書号 0814

冶金工业出版社出版(地址：北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版业營業許可証出字第 093 号

目 录

前言	5
第一章 緒論	6
一、鋼鐵工業發展的意義	6
二、軋鋼生產的主要過程	7
三、軋鋼車間的分類	8
四、鋼材的性能和用途	9
第二章 軋鋼機	13
一、軋鋼機的形式	13
二、軋鋼機的基本排列及其發展	20
第三章 孔型	27
一、孔型構成的要素	29
二、軋件的壓縮	34
三、寬展問題	39
四、完成孔型	47
五、開坯孔型	49
六、型鋼孔型	54
第四章 軋制前的加熱	76
一、燃燒作用	76
二、氧化鐵皮的生成	78
三、燃料和燃燒器	81
四、鋼錠的均熱	86
五、鋼坯的加熱過程	88
六、均熱爐和加熱爐	90
七、筑爐概要	107
第五章 開坯	111
一、初軋車間的生產系統	111
二、初軋車間的生產過程	112
第六章 型鋼	122
一、型鋼的生產範圍	122
二、重型鋼	125
三、大型軋鋼車間	126

四、重軌的生产及其生产系統	128
五、中型鋼	123
六、小型鋼	125
七、綫材	128
八、狹帶鋼	142
九、循环断面鋼	143
第七章 鋼板	150
一、鋼板的分类和特征	150
二、厚鋼板	153
三、中鋼板	161
四、薄鋼板	163
第八章 鋼管	186
一、鋼管的种类和它的主要用途	186
二、焊縫鋼管	188
三、無縫鋼管	194
四、無縫鋼管穿軋原理概要	196
五、实用穿軋机的种类和特性	201
六、軋管机和拉管机	203
七、鋼管的精整	208
第九章 廢旧軋件的再生产	210
一、可利用的廢軋件	210
二、旧軋件的分割	211
第十章 安全技术	213

前 言

二十世紀五十年代可以說是鋼鐵的時代，巨量鋼鐵的生產就象徵着一個國家的富強，因為鋼鐵是決定一個國家工業化的物質基礎。

軋鋼車間是黑色冶金聯合企業的重要部門，在黑色冶金聯合企業里，除礦石的開采以外，主要是由選礦、燒結、煉焦、煉鐵、煉鋼和各種軋鋼車間等聯合組成流水作業的生產過程，規模很大。而各軋鋼車間直接供給各種工業建設所需的鋼材如建築用的鋼梁，造船、造車用的鋼板，工業和地質鑽探用的鋼管，交通建設所需的鋼軌、鋼綫，電力工業所需要的矽鋼片，機械工業所需的各種鋼材，以至人民生活所需的器皿及用具等，都和鋼鐵的生產有密切的關係。所以，軋鋼產品對於國民經濟建設各部門的作用是極其重要的。

我國軋鋼工業的歷史並不很長，但隨着我國社會主義建設事業的一天天發展，軋鋼的生產已具有相當的規模，可是生產量暫時還滿足不了國民經濟發展的需要；更未能與其他先進的社會主義國家的產量相比。因此，我們覺得，只要是有关于鋼鐵專業的工作人員，都有責任把像鋼鐵這樣重要的基本物質生產盡快地趕上先進國家的水平。

蘇聯的社會主義工業化是以史無前例的高速度前進的。四十年来，它不但走完了資本主義國家工業化的漫長過程，而且實質上還超越了它們，使蘇聯成為一個不可侵犯的富強國家，其間當然有着無限豐富的生產鬥爭經驗，須待我們學習，以蘇聯社會主義工業化的成就作為我們的榜樣，努力建設我們美麗的祖國。

我們寫作這本「軋鋼的生產過程」的目的：是希望能幫助讀者了解現代各種軋鋼車間生產規模及生產過程。當然，在寫作時，限于學識與視野，掛一漏萬或者是難免的，但從這裡還是可以獲得軋鋼的主要生產過程、生產特征和廢鋼材再生產的技術知識。

陳鉄君、魯 達

第一章 緒 論

一、鋼鐵工業發展的意義

首先我們要知道的，鋼鐵工業的發展不是一個輕而易舉的事，它需要極巨量的投資，但又不可能像普通商品那樣馬上獲致利潤，因此，資本主義國家的鋼鐵工業也像其他重工業一樣，是在消費品工業發展之後，是待利潤賺到以後才想起要發展的一種工業；這樣，工業化的過程就是一個長期的，沒有計劃的發展過程。如果社會主義革命成功以後的蘇聯也按着這方針走去，先提高了消費品的生產然後再來發展重工業行不行呢？無產階級偉大的革命導師列寧早就指出那是不行的：「沒有重工業，我們終於要死亡而不能成為一個獨立的國家」，當然更談不上其他什麼發展了。所以，生產資料的生產應佔有優先地位這點對於發展工業的根本認識是牢不可破的真理。工業化因此並不意味着隨便發展什麼工業都可以的，而正如斯大林所說：「從內部發展的观点來說，毫無疑義，我們五金工業的發展及其增長的意義是非常巨大的，因為我們五金工業的增長即是表示我們一切工業和整個經濟的增長，因為五金工業是一切工業的主要基礎，因為沒有五金工業強有力的發展，無論輕工業、運輸業、燃料業、電力業、農業，都不能振興起來。五金工業的發展即是一切工業發展的基礎和整個國民經濟發展的基礎」。這是「在社會主義發展的基礎上來改造我國全部國民經濟的基礎和鑰匙」。

過去，舊中國也喊了幾十年的「工業救國」，實際上在帝國主義和反動政權、官僚和買辦的勾結下，一直只有工業原料的輸出和工業制品的輸入，自己根本就沒有像樣的重工業，在敵人掠奪的鋼鐵基地鞍山，煉鋼、煉鐵、軋鋼的能力顯然是很不平衡的，這種不平衡的發展就充分的說明了帝國主義要把我國淪為殖民地，永遠不許翻身。直至中國人民革命勝利，在中國共產黨和毛主席的

领导下，才首先集中了主要力量来发展重工业，並把它作为发展一切工业、尤其是作为我国国民经济社会主义改造的物质基础。

几年以来，全国人民看得清楚的是各地残废工厂复活了，新的重型机器制造厂和新的冶金企业建设起来，像鞍山这样一个黑色冶金工业基地，刚解放时还是茂草丛生，但几年来在劳动人民手里，在苏联无私的援助下，不但使敌人无法想象地恢复了生产，而且新的成就和新的建设陆续增加，一切发展逐渐趋于平衡。在今天，鞍钢的生产不但支援了全国各地的建设，还支援了全国建设所需的人材，为新建的黑色冶金企业创造了最有利的条件。

我国是全世界人口最多，幅员最大，资源丰富，海岸线很长的一个大国；已走向合作化的广大农业还要继续向着机械化的方向迈进；交通运输还要不断地相应发展；国防需要继续向着高度现代化的途径前进；人民的生活福利也要求一天比一天好。这一切均意味着要求有极巨量的钢铁生产，而眼前的情况是绝对不可能满足的。

我国到了第一个五年计划完成以后，即在1957年末，钢的年产量已达到了524万吨；比旧中国历史上的最高年产量增加了4.7倍。但与各工业先进国家比起来，还是远远落在后面。党中央提出十五年内要在钢铁和其他重要工业产品产量方面赶上或超过英国，对我国钢铁工业的工作人员规定了十分光荣而艰巨的任务，需要我们尽快地掌握先进技术，努力提高现有钢铁企业的生产能力，并建设起更多的新的钢铁工厂。今年（1958）冶金工业部已订出钢的年产量要达到700万吨，照这样的速度来不断跃进，我们有百倍的信心来提前达到赶上英国的目标。

二、轧钢生产的主要过程

由钢锭变成钢材，必须要经过压力加工的过程。其中一种加工方式，按照现场习惯称为轧钢。这是黑色冶金工业里连续生产系统的一个重要工序。由炼钢车间铸成的钢锭只是一种准备加工的原料，这还要经过初轧车间的开坯变为半成品，又由其他轧钢

車間分別軋為各種類型的鋼材。軋鋼車間的主要任務就是使半成品的鋼坯經過軋軋的軋制以後，斷面減縮而長度延伸並獲得其一定的斷面形狀。由於各種軋制的變形作用，不但鋼在鑄造時的組織狀態和凝固後的內應力早就消失了；並且還可以在各種軋制和熱處理的過程中達到我們所要求的各種機械性能。從強化材料結構的觀點而言，軋鋼和鍛壓是相同的，都是壓力加工的過程；但軋鋼加工的最主要特征是能夠迅速而大量的生產，每一產品的全部斷面都能具有實際上一致的尺寸和形狀，這些特點可說是唯軋鋼過程所獨有的。除此以外，對於特殊質量，如車軸、砲管，或直徑很大需要十分堅強的推進軸等應用鍛造而不適於採用軋制的方式。但無論如何，軋制鋼材總佔去全部鋼制品的75%是並不為過的數字。

軋鋼工業是冶金工業的一個部門。但自開坯以至生產鋼材的設備，除了加熱以外，主要就是機械與電力。直接使軋件發生變形作用的是軋鋼機。根據軋鋼所用的設備規模，也就可以基本上規定了生產的品種。最先的工序是在初軋車間；均熱後的鋼錠經過開坯過程而變為大鋼坯、板坯或異型坯；這些鋼坯分別由其他軋鋼車間經過重複加熱或不重複加熱而軋成各種類型的鋼材。最後經過一系列的精整或加工處理才算是正式產品。

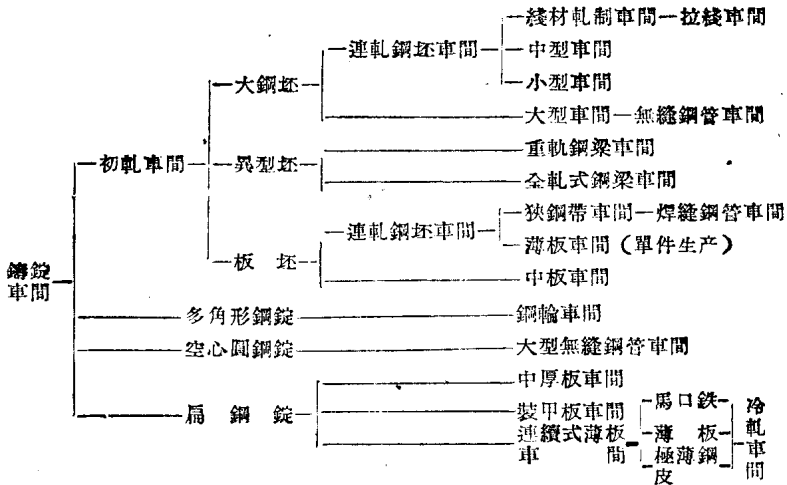
為了達到生產上的節約，在機械的容許能力以內，動力的消耗應該變為最有效的使用，故應該盡量設法使設備的有效使用率提高，這就需要發動群眾展開社會主義勞動競賽，加強技術管理，尋求更新的途徑，以期縮短生產過程，如減小間歇時間、傳送時間和純軋時間等，在現代化的生產技術里是非常重要的課題。

三、軋鋼車間的分類

軋制產品一定要和設備條件相適應。因此軋鋼車間的專業化是必要的，這樣才足以合乎生產發展的原則，並且技術上的專業化更會促使生產的進步。從鋼錠的開坯開始的軋鋼生產系統如表1：

表 1

軋鋼生产系統



表中所載的鋼坯大小是以鋼坯橫斷面積上最大高度自 140 至 400 公厘的，称为大鋼坯；140 公厘以下 38 公厘 以上的， 称为鋼坯。这些半成品由各种軋鋼車間分別軋为大型、中型、小型的鋼材。無縫鋼管坯的直徑通常自 50 至 350 公厘；鋼板坯 按其厚度而分类，最寬的可达 1600 公厘。以上是半成品鋼坯的种类范圍， 如果按照軋鋼机来区分， 我們可得軋鋼車間的分类如表 2（見第 10 頁）。

四、鋼材的性能和用途

鋼材的机械性能按其用途或需要而不同，拉伸強度極限的范圍相当的大，如表 3 中所載。軋成的鋼材需經過退火等处理，改变其全部或局部的机械性能以适于应用。鋼材的成分既自冶煉过程中基本上确定了，因此化学成分便可認為是鋼材的先天性，故含碳量多少或含有哪些合金元素，都支配着鋼材的強度，正由于这个原故，軋鋼車間的生产一定要按鋼号或爐号来分类，鋼种混乱会造成严重的后果。

表 2

軋鋼机的分类

編組	軋鋼机的基本型式		軋鋼机尺寸 (公厘)		最大軋制速度 公尺/秒	主要用途及產品种类
			軋軋直徑	軋身長度		
1	开	大鋼坯 板 坯	850—1150 1100—2000	2000—2800 2000	6 5	將重量为3—16吨鋼錠軋成大鋼坯可达400×400公厘, 板坯可达500×1600公厘
2		鋼坯	480—750	800—2200	1.5—5.	將大鋼坯軋成半成品鋼坯自55×55至140×140或大鋼坯自140×140至200×200公厘
3		軌梁	750—900	1200×2300	3—6	38—65公斤/公尺火車鋼軌及電車鋼軌, 高度达600公厘的工字梁, 400公厘槽鋼, 200公厘角鋼等
		大型鋼梁 (全軋)	—	550—1300	3—5	高度达1000公厘寬度400公厘各种工字梁
4	型 鋼	大 型	500—750	800—1500	2.5—3	直徑至200公厘的圓鋼, 100—200公厘方鋼, 高度达300公厘的工字梁及槽鋼等
		中 型	350—500	600—1200	5—7	直徑至90公厘的圓鋼, 75公厘的方鋼, 至8-50×120公厘的扁鋼, 至90公厘的角鋼 11公斤/公尺輕軌等
		小 型	200—350	500—800	5—10	直徑至50公厘的圓鋼, 40公厘方鋼, 至50公厘角鋼 6-25×100公厘扁鋼等
5		綫材	200—350	500—800	12—25	軋制5—9公厘的綫材
6		厚板中板	—	2000—5000	2—4	4-50×600—3000公厘厚板中板
7		寬帶鋼	—	1200—2500	4—10	1.6-35×700—2300公厘厚薄寬帶鋼卷或單張
8		單件薄板 (双軋)	700—900	800—2000	1—3	0.2—4×600—900公厘單件熱軋薄鋼板
9		狹帶鋼	320—450	500—600	4—8	2.75—3.5×65—248公厘焊縫管坯等
10	冷 軋	薄鋼板	—	1700—2500	4—12	冷軋1.5—3×1500—2300公厘鋼板卷
		馬口鉄	—	1000—1200	10—30	冷軋0.18—0.8×600—1000公厘馬口鉄卷
		薄鋼帶	—	100—1000	2—5	冷軋最薄的帶鋼 (多軋机) 10—50微米

含碳量自0.3%至1.9%的铁合金称为鋼, 不超过0.2或0.3%的铁合金还可称为軟鋼, 可以拉伸成綫或軋成薄板; 含碳量自0.3%起称为碳鋼, 除此之外, 还可以含有其他如鎳、鉻、錳、鉬、銅、鈮等一种或多种的合金元素構成合金鋼。如果錳或

矽的含量比普通鋼來得多的時候，這便成為錳鋼或矽鋼。有害元素如磷和硫的含量，有些國家在標準上明文規定其最大限度，以期保證鋼材應用於構建物的可靠性。由於目前冶煉技術條件的限制，鹼性平爐鋼的允許含磷量可以 0.08% 為最大值，而含硫量以 0.06% 為最大值；此外，鋼材產品所含有的矽，如非特殊要求，通常也應極小。但無論如何，鋼質里面含有任何不純物，都是影響鋼的性能的因素。表 3 中所載是幾種主要的鋼材性能。

輪胎彈簧鋼	形鋼	右狀彈簧鋼	彈簧鋼
半圓鋼	大小鋼坯	方鋼	六角鋼
圓鋼	鋼管	三角鋼	槽鋼
乙字鋼	等邊角鋼	工字鋼	寬翼工字鋼
丁字鋼	不等邊角鋼	薄壁鋼梁	標準鋼軌
電車鋼軌	球邊角鋼	吊車鋼軌	魚尾板
軌道鋼枕	築堤鋼樁	汽車輪緣	寬框鋼
楔頭鋼	特殊乙字鋼	扁鋼	螺旋鋼筋

圖 1 較常見的鋼材断面及名稱

表 8

結構碳鋼的主要成分标准及强度極限

鋼号或用途	C	Mn	Si	S	P	Cr	Cu	Ni	σ_s , 公斤/公厘 ²
CT-0C	0.14— 0.23		0.12— 0.32						32—47
CT-2	0.09— 0.15	0.30— 0.50							34—42
CT-3	0.12— 0.22	0.35— 0.55							38—47
桥梁鋼(CT-3) 板鋼 型鋼	0.12— 0.22	0.35— 0.55		<0.05	<0.045				38—45
轉爐鋼(CT-3-K)	0.12— 0.22	0.35— 0.55							38—44
重軌鋼(1A)	0.53	0.6— 0.9	0.15— 0.30						>70
造船鋼(XI) (哈里夫勞合金鋼)	0.18	0.45— 0.75				0.5— 0.8	0.4— 0.6	0.8	50—62

摘自 ГОСТ

第二章 軋鋼機

一、軋鋼機的类型

(一) 二軋軋鋼機

二軋軋鋼機是軋鋼機中最基本的一种型式。由單向轉动的兩軋軋所組成的軋鋼機可有兩種傳动方式：第一种是一对軋軋都受齒輪座的傳动，例如型鋼的完成軋機或者連續式軋鋼機的每一架軋機；这些軋軋經常作相反的單向轉动，故軋件只从一个軋制方向通过軋機一次。第二种是一对軋軋中只有一个——通常是下軋軋，被減速機帶动，而上軋軋則利用軋件在軋軋間發生的摩擦力而轉动；所以，要將軋件反復軋制就必須用人力鉗夾軋件超越上軋軋而遞返原处，新式的这类軋鋼機是采用了自动的升降台並附以運輸鍊一类的傳送機械在軋鋼機一面把軋件越过上軋軋移到軋鋼機另一面同样的升降台去；这些軋件在軋鋼機里是往復軋制的，直至到达要求的厚度，如單件薄鋼板熱軋機就采用这种上軋軋隨轉的軋制方式，通常称为遞送式二軋軋鋼機，如图2。第一种通常与其他軋鋼機或軋鋼機列联合工作，如在橫列式軋鋼機里的二軋機。遞送式二軋軋鋼機是自成一系的，它的优点是傳动設備較為簡單；軋件被軋制的速度能与軋軋速度相适应，故表面質量較好，且軋件受軋制的部分常在一定的方向，其不良部分可以集中整理。但利用遞送式二軋軋鋼機来軋制較長或較重的型鋼或鋼板都不适宜；現代除用作熱軋單件簿板以外，很少应用，它已逐漸被效率較高的三軋勞特氏機和多軋式或可逆式的二軋軋鋼機所代替了。

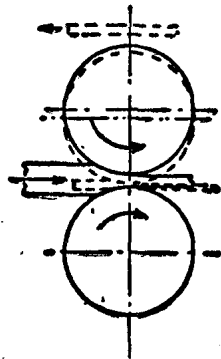


图2 遞送式二軋軋鋼機軋制情形

可逆式二輥軋鋼機，如图 3 所示的，主要用于鋼錠的開坯，

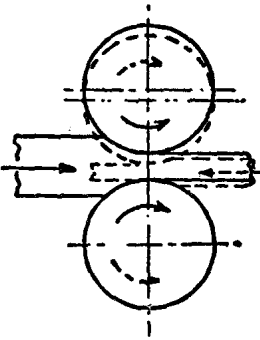


图 3 可逆式二輥軋鋼機軋制情形

或者大型鋼、厚鋼板的預軋；軋輥可以逆轉，故每道孔型往復軋制不止一次，即軋件通過軋鋼機的次數可按需要而定。這種軋鋼機的两个軋輥直接被两个电动机帶動或者通过齒輪座而用一個电动机帶動。這類軋鋼機主要的目的是壓縮軋件的斷面，速度一般很低而要求的扭矩很大，故不須要減速機而只利用轉數很低的可逆式电动机來傳動。這種軋鋼機通常軋制重量很大的各種軋件，故必須附有翻鋼機

和推送軋件等機械設備來操縱鋼錠；並具有能够瞬間改變旋轉方向和激增負荷的動力設備。可逆式二輥軋鋼機仍在不斷發展中，因為它具有為三輥軋鋼機所沒有的優點；如軋件不需要笨重的升降台來傳送，同一直徑的機架較矮，軋輥調整比較簡單等。

(二) 三輥軋鋼機及勞特氏軋鋼機

約近一百年來軋鋼工業里普遍採用了三輥軋鋼機來生產各種型鋼或條鋼。開坯機也有應用三輥式的，但限于較小的軋輥直徑來軋制較小的斷面。在軋制型鋼的三輥軋鋼機里，中上兩個軋輥和中下兩個軋輥分別構成上下一定的孔型。三個軋輥都以連接軸連于齒輪座，而齒輪座的中齒輪通常就是主動的，它的一端通過主動連接器與減速機相接，故可謂中齒輪是主動的，而上下齒輪是從動的。三輥軋鋼機的原動機因此只需一個迴轉方向，便可以使軋鋼機同時具有兩個軋制方向，如图 4 所示，動力設備比較可逆式二輥軋鋼機簡單些；在同一長度的軋輥上，它具有比二輥軋鋼機較多的孔型，這是它的最大優點；但大型或中型三輥軋鋼機必須使用升降台來代替人力的運送，故對於斷面很大的鋼錠開坯或鋼坯的預軋，這套升降運送的設備顯然是極其笨重的，此外，不但軋輥直徑和輥身強度同樣受到機架高度的限制，而且軋輥的上升

距离也受到机架高度的限制；中軋軋的消耗較之上下軋軋都大些；孔型調整也比較复杂些；这些都不免使三軋軋鋼机的發展受到一定的限制。

橫列式小型軋鋼机里除掉靠近齒輪座的一架机座是按三軋軋鋼机方式与齒輪座相連接外，其余概用兩個軋軋来工作。通常單数机座以中上兩個軋軋为工作軋軋，双数机座則以中下兩個軋軋为工作軋軋，这样把三軋軋鋼机的机列作为二軋軋鋼机使用，故每一軋件在每个机座上只按一个方向通过孔型一次；軋件的傳遞換道，旧时以人力为主，現由預軋到完成普遍已采用了自动換道的閘盤了，这种軋鋼机也有叫做二軋交替式。

三軋勞特式軋鋼机在軋軋数目來說是三軋式，但和普通三軋軋鋼机很不相同，它的三个軋軋都沒有孔型，中軋軋直徑較小，只用于軋制鋼板；实际上它可認為是三軋軋鋼机的一种特殊型式，而軋軋的作用則又与四軋軋鋼机相类似。勞特式軋鋼机專用于軋制板坯和鋼板，中軋軋不与齒輪座連接，故从分配扭矩的齒輪座用連接軸傾斜帶動上下軋軋。勞特式軋鋼机的中軋軋可以移动升降，与上下軋軋交互接触；如中軋軋与上軋軋接触时，中軋軋与下軋軋之間便通过軋件；軋完这一道之后，中軋軋向下移动与下軋軋接触，而在中上軋軋之間通过軋件，如图5所示。然后移动上軋軋改变以后的压下量。中軋軋利用軋件通过时的摩擦作用一起轉动，中

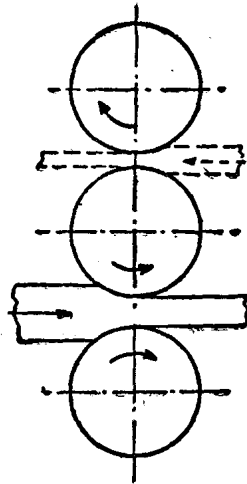


图4 三軋軋鋼机軋制情形

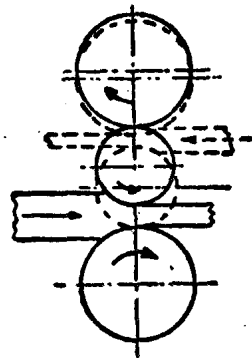


图5 勞特氏三軋軋鋼机的軋制情形

軋輥故經常與上軋輥或下軋輥接觸，可負擔較大的壓力而把實際產生的彎曲力矩傳到上軋輥或下軋輥去。但因中軋輥直徑較小，而必須採用較小的嚙入角度，所以限制了勞特式軋鋼機的最大壓下量，上軋輥升降調整改變壓下量的機械構造與可逆式二軋軋鋼機相同。

(三) 四軋和多軋軋鋼機

這種軋鋼機實際上也是二軋式的發展。絕大部分的多軋軋鋼機用於軋制鋼板，其中四軋式最為流行。四軋軋鋼機上下兩個軋輥的直徑比較中間兩個大；中間兩個軋輥與傳動系統相連接，直接使軋件受壓縮力，故稱為工作軋輥，上下的軋輥稱為支輥。工

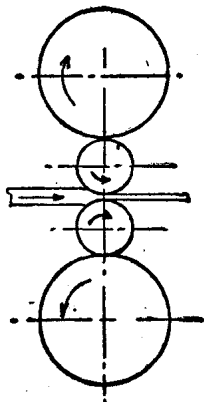


圖 6 四軋軋鋼機的軋制情形

作軋輥在支輥的支持下和上下兩支輥相接觸而轉動，如圖 6 所示。要是其他機構部件和軋輥一樣的具有足夠強度，則容許壓下量可達到很高；工作軋輥實際上沒有彎曲的變形趨勢，而只略具彈性壓扁的可能，因此軋制寬度較大的鋼板容易獲得正確的一致的厚度，且表面光整，對於薄板的冷軋是很適合的。

四軋軋鋼機單獨一座使用和二軋可逆式的動作相同，厚鋼板經過開坯或預軋之後，可送入單座的四軋軋鋼機去反復的熱軋。新式的單座四軋軋鋼機有在機座前和機座後裝置特殊的加熱爐，爐內裝置卷取機，軋到一定長度的板坯進入這座四軋軋鋼機里往復軋制到可以卷取的厚度時，使用機座前和機座後的爐內卷取機拉伸軋制直至成為很長的薄板卷。多座使用的四軋軋鋼機包括熱軋和冷軋，由預軋到完成是連續生產的，現代已廣泛應用於薄鋼板和帶鋼的軋制。近來軋制厚鋼板也同樣的應用這種壓力強大的四軋軋鋼機了。