

孔型设计

上 册

Б. И. 巴赫契諾夫 著
M. M. 史捷尔諾夫

陈鉄生 等譯

冶金工業出版社

孔 型 設 計

上 冊

Б. П. 巴赫契諾夫 М. М. 史捷爾諾夫 著

陳 鐵 生 等譯

冶 金 工 業 出 版 社

6

本書敘述孔型設計與計算的新方法，這些新方法以現代化軋鋼廠的工作經驗與科學研究的發展為基礎，並且都在現代化的生產能力高的軋鋼機上經過了實際工作試驗的證實。

本書中譯本分上、下兩冊出版，上冊包括序言、緒論、第一篇軋制的理論基礎、第二篇孔型設計的理論基礎、第三篇延伸孔型系統，下冊包括第四篇普通型鋼的孔型設計、第五篇角鋼和Z形鋼的孔型設計、第六篇帶凸緣產品的孔型設計和結論。

本書供軋鋼廠工程師與孔型設計人員使用，亦可供設計工作人員與高等冶金學校學生參考。

В. П. Бахтин, М. М. Штернов:
Калбровка Прокатных Валков
Металлургиядаг (Москва 1953)

陳鐵生等譯

孔型設計(上冊)

編輯：葉建林 設計：周廣 責任：楊維琴
趙寧 校對：

1958年4月第一版 1958年4月北京第一次印刷1200冊

850×1168·1/32 162,000字 印張10 $\frac{24}{32}$ 定價(10) 2.00元

冶金工業出版社印刷廠印

新華書店發行

書號 706

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證出字第093號

序 言

軋鋼科學在最近幾年有了很大的成就，它給孔型設計的計算打下了新的基礎，並且在很大的程度上結束了經驗主義。過去所出版的書籍大部分是外國學者所寫的，其中都以經驗主義為基礎。改用分析的計算法而且全面地考慮了許多影響金屬變形的因素以後，雖然在某種程度上，使個別的計算複雜一些，但卻保證了計算更準確與更適用。因此，當寫這本書的時候，在作者面前擺着的任務是：盡可能縮短科學與實踐的脫節，因為這個問題對軋鋼工作者們很重要；以及概括地指出與軋鋼生產繼續發展有關係的新問題的解決途徑，首先是連續軋製簡單軋件和型鋼的發展問題。在這本書中舉出實際計算例題的目的，是為了解決所發生的問題和掌握所介紹的材料。所有的計算問題都以中央機器製造與工藝科學研究院（ЦНИИТМАШ）編的《軋鋼機》為基礎〔著作者：M. A. 札羅辛斯基；A. A. 柯羅略夫；A. C. 土爾肯；M. M. 赫拉波夫；編輯：A. H. 采利科夫，國立機械製造科技書籍出版社出版，1950年〕。

本書中，第一篇“軋製的理論基礎”以及角鋼和工字鋼之所有的孔型設計基本概念，是B. И. 巴赫契諾夫執筆的，這本書由編著到出版，總的是由他領導的。第三篇“延伸孔型系統”和其他的一些問題，是M. M. 史捷爾諾夫執筆的。大部分的篇章是他們共同執筆的。

作者

緒 論

軋製是金屬壓力加工的一種，在整個冶金生產環節中佔很重要的地位。所有熔煉的金屬，約有四分之三通過軋鋼車間，只有四分之一的金屬用於異型鑄造、鍛造與鋼錠壓擠。軋鋼廠的產品是非常多的——由板鋼到複雜的型鋼。國民經濟方面由軋鋼機得到5000種不同斷面尺寸的金屬，並且這些品種還可能大量增加。

在蘇維埃政權的年代裡，軋鋼生產的規模得到了飛躍地增長。

軋鋼生產的技術基礎已經起了變化，早在頭幾個五年計劃的年代裡，馬格尼托哥爾斯克和庫茲涅茨克鋼鐵公司、查坡洛什鋼廠、馬克耶夫卡工廠、捷爾任斯基工廠、“紅十月”工廠、楚索沃依工廠和其他工廠等的大軋鋼機就已投入了生產。這些強大的軋鋼機生產了很多種新產品——鋼板、綫材、建築用的大型鋼材、冷沖壓用的帶鋼、鋼管和其他種類的產品。

在偉大的衛國戰爭之前，我們生產了一千五百萬噸的生鐵，即幾乎比1913年多3倍；一千八百三十萬噸鋼，比1913年多3倍半。

在戰後的年代里，我們的冶金業獲得了特別大的成就。生鐵產量在四年內達到戰前水平，而鋼的產量則在三年內達到戰前水平。金屬熔煉的平均日產量增高了。

1952年，蘇聯冶金工作者和全體蘇聯人民慶祝了蘇聯冶金業的巨大企業——馬格尼托哥爾斯克和庫茲涅茨克鋼鐵公司開工二十週年。

二十年來，馬格尼托哥爾斯克和以斯大林命名的庫茲涅茨克鋼鐵公司已經發展成為在管理組織機構上、設備能力上、生產規模上、技術水平上，沒有能和他們本身相比擬的企業。

冶金生產的地理分佈起了變化：在東方熔煉的金屬數量增加了。1940年，在東方地區出產的生鐵為29%，鋼為32%；在1951

年，生鐵達44%，鋼達32%。大型冶金企業和強力的機械化設備的比重大大地增加了。每個工人每月熔煉生鐵和鋼的平均量比1940年增加了61%。

在軋鋼生產方面也有很大的變化。對軋鋼機、加熱爐和熱處理爐以及均熱爐，進行了全盤自動化，因而能正確地掌握規定的軋製節奏。掌握了減縮公差和負公差的軋製。組織了定尺、倍尺和週期斷面軋件的生產。在第四個五年計劃內所掌握的產品總數有156種。鋼軌的軋製生產獲得了廣泛的發展。我國最新的軌梁軋鋼機已經是全世界的優等軋鋼機。

科學與實踐的密切結合，工人與工程技術人員的技術和文化水平的提高，斯達汗諾夫運動的巨大高漲，對冶金工業的迅速發展具有決定性的意義。只有這樣，才在冶金業中順利地實現了技術改進，加速了冶金過程，使繁重與費力的工作機械化，運用自動化，改進了生產與勞動組織。必須指出，我國在全世界首先實現了軋鋼廠的全盤自動化。

這一點，從世界上最大的軋鋼工廠——馬格尼托哥爾斯克與以斯大林命名的庫茲涅茨鋼鐵公司的軋鋼廠的工作中，可以明顯地看出，在那裡的均熱爐與加熱爐的熱制度實行了自動控制，軋鋼機的主要環節實行了自動化。

在這些工廠裡具有世界上最豐富的研究與試驗基礎，因而能改進現有的方法和找到新的途徑來解決軋軋孔型設計上各種問題。

所有這些，都促使具有減縮公差和高準確度的軋製產品的產量的增加。

共產黨第十九次代表大會向我們冶金業提出了宏偉的新任務。在十九次黨代表大會的指示中指出，到第五個五年計劃終了時，生鐵的產量應比1950年的水平超出約76%，鋼——62%，而軋製品的產量應增加64%。在第五個五年計劃中規定“……擴大品種並大大地增加數量不足的鋼材的生產，其中厚鋼板大約增加80%，小型鋼材和綫材增加1.1倍，不銹鋼板增加2.1倍。發展

經濟適用的各類各型的鋼材之生產。”●

第五個五年計劃認為改進冶金業的技術基礎，尤其是改進軋鋼生產具有重大意義。

到1955年，軋鋼生產方面得到的新軋鋼機要比在前一個五年計劃中得到的多九倍，投入生產的軋鋼能力至少增加一倍。

軋鋼生產的進一步增長，應該不僅限於用投入新力量來保證，而且要靠充分地與全面地利用生產的潛在力量來保證。

我們的黨再三地向經濟工作人員、工程師和工人指出，必須挖掘並最大限度地利用潛在力量，以便使生產增長得更迅速。

在黑色冶金業發展的現階段中，已具備新的技術和高等技藝的工人和工程師，廣泛地利用冶金業的潛在力量是有很大的可能性的。這個問題，格·馬·馬林科夫在黨第十九次代表大會的報告中，作了特別卓越的說明。

“現在所有的工業部門都用最新的技術裝備起來了，都有了高級熟練程度的工人和工程技術人員，企業也不感到原料和材料的缺乏。現在的問題是充分利用這些可能性，堅決地消滅工作中的缺點，挖掘在生產中沒有利用的潛在力量並把它們變成發展國民經濟的源泉”●

因此孔型設計的作用就顯著地增加了。因為它對軋鋼機的生產率、設備的使用期限、產品質量和成本都有非常重大的關係。

在我們國家裡，關於孔型設計的科學和實際的孔型設計已有很大的成就。

我國的學者，在世界上佔首要的地位。在他們的著作中解決了一系列軋鋼原理的問題。B·E·格魯姆-格爾日邁洛早在二十世紀初期就建立了凸緣軋件孔型設計的基礎。И·М·巴甫洛夫貢獻了關於不均勻變形的基本概念。А·П·威諾格拉德夫提出了重型開坯機和具有一定的傳動比的軋鋼機的計算方法。如大家所知

● “黨第十九次代表大會關於1951—1956年蘇聯發展第五個五年計劃的指示”。國立政治書籍出版社1952年。

● 馬林科夫在黨第十九次代表大會上關於聯共（布）中央工作的總結報告，人民出版社，1952年，中文版第41頁。

道的，A·H·采利科夫的著作解決了一系列關於在軋製與鍛造上計算力量的重要問題。A·И·契克馬廖夫作過關於在軋製時求壓力、電能的消耗和展寬量的很多實際研究。С·И·古布金貢獻了在軋製時求單位壓力與外部摩擦係數的方法。

A·Ф·哥洛文的新穎論文，對壓力加工原理的發展有很大的意義，尤其是對應扁形軋件的孔型設計法的論文。П·Т·耶麥爾揚年科的著作發展了軋製管子的理論基礎。

蘇聯學者們的理論著作，給實際孔型設計的快速發展打下了基礎。根據這些基礎作出了一系列最複雜的孔型設計，其中如建築水電站用的鋼板樁、輪箍、沖壓用的週期形軋件、拖拉機履帶和其他等等的軋件。我們的孔型設計者有資格被認為是世界上最好的孔型設計者。

軋輥孔型設計是求中間孔型尺寸和形狀的方法，也是求中間孔型在軋輥上配置的方法，因而它的發展與軋鋼生產整體的進步有密切的連繫。軋鋼機的不斷改善，給軋鋼機裝設減除體力勞動的機械，全部軋鋼生產自動化，改善軋鋼的勞動方法和勞動條件，這些情況全都不斷地對軋輥孔型設計及軋製某些軋件的方法提出新的要求。

舊的孔型設計方法，在軋鋼生產發展過程中，因不適合於新的工作條件而衰亡，新的方法根據新技術的使用，不斷地產生着。

如同其他所有的各種科學一樣，在孔型設計裡沒有比機械地搬用舊的“經實驗驗證的”工作方案到新的條件下為更謬誤的。同一操作的方法或操作原理，雖然在某一個地方得出良好效果，但如不經過應有的最低的必要修正，而搬用到另一個軋鋼機上就會完全不適合。

對同一種軋件，在這一種軋鋼機上的孔型設計方法就會跟在另一種軋鋼機上的孔型設計方法不同，其原因可能是：

1. 軋鋼機的構造或型式有區別。
2. 機架和輔助機構的數量和構造不同。

3. 機械化和自動化的程度不同。
4. 原動機能力不同。
5. 原料（鋼坯、鋼錠）的形狀和尺寸以及鋼號不同。
6. 操作人員的熟練程度和一般生產技術程度不同。

在這些原因里以軋鋼機的型式（各機架的型式由此來決定）、機械化的程度、原動機的能力等等對孔型設計的特徵影響最大。

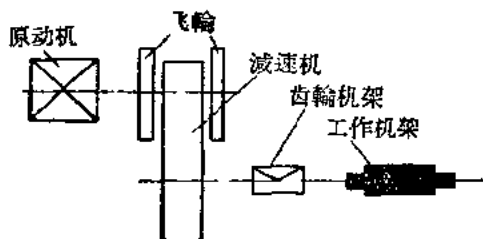


圖 1 單機架式軋鋼機

爲了生產各種形狀軋件，可用下述基本型式的軋鋼機：

1. 單機架式軋鋼機（圖 1），現在主要用作開環軋鋼機（初軋機和三輥開環軋鋼機）。

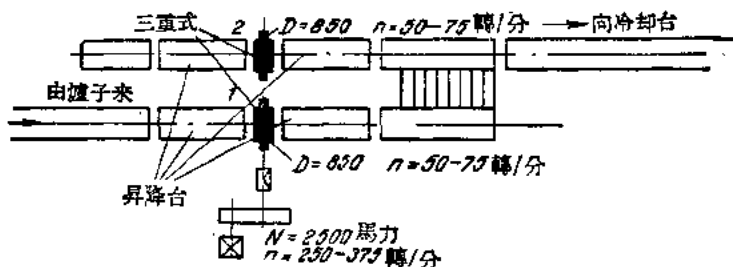


圖 2 機架佈置在一列上的軋鋼機

2. 單列式軋鋼機，即機架佈置在一條綫上的軋鋼機（圖 2）。這種型式的軋鋼機上的孔型遠遠多於單機架式軋鋼機上的孔型。雖然這樣的軋鋼機比單機架式軋鋼機的產量大（因爲在每架軋鋼機上通過的道次數僅爲總道次數的一部分），但仍然很小。這種軋鋼的基本缺點是在所有機架上的軋製速度相等（由於輥徑變化不

大而產生的速度差在計算上不考慮)。在第一機架上爲了好咬入，以及由於料不長，要求的速度不大，而在後面的機架上由於壓下量小而且料長，要求較高的軋製速度；因此很難把速度選得同時適合兩個機架。由於這種軋鋼機的生產能力低(按軋件個數計)，主要是用於軋製大型鋼材。現在這樣的軋鋼機幾乎不再製造。

3. 機架分布在幾列上的軋鋼機(圖 3~5)。在這樣的軋鋼機上，機架配置在數條綫上，這就可以按照軋件長度的增長劃分速度，因此這種軋鋼機的產量比較配置在一條綫上的軋鋼機的產量有顯著的增加。通常對軋製較大的軋件要求用綫數少的軋鋼機，對軋製小型鋼材和綫材，要求用綫數多的軋鋼機。雖然這種軋鋼機有很大優點，但它也有很多缺點，即金屬必須對軋製方向作橫向移動，並且在每一綫內各機架的軋輥速度都相等。現在修建這種軋鋼機，主要是用於軋製最大型的鋼材(鋼軌和鋼梁)。

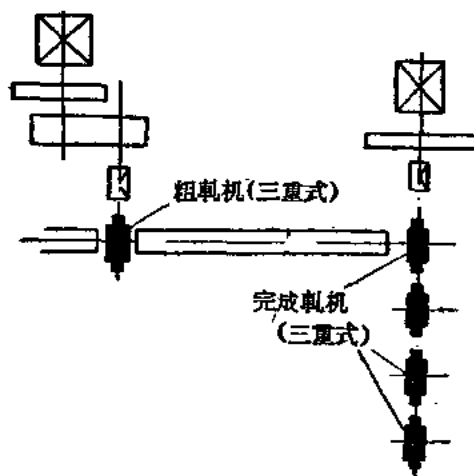


圖 3 機架配置在二列上的型鋼軋鋼機

4. 各機架順次排列的間斷式軋鋼機，可以認爲是單機列軋鋼機的再進一步的發展，在這樣的軋鋼機上，機架數與機列數相等(如圖 6~8)。在機架順次排列的間斷式軋鋼機上，(爲了稱呼簡便，以後概簡稱爲間斷式機架)，實現了“在每架機架上

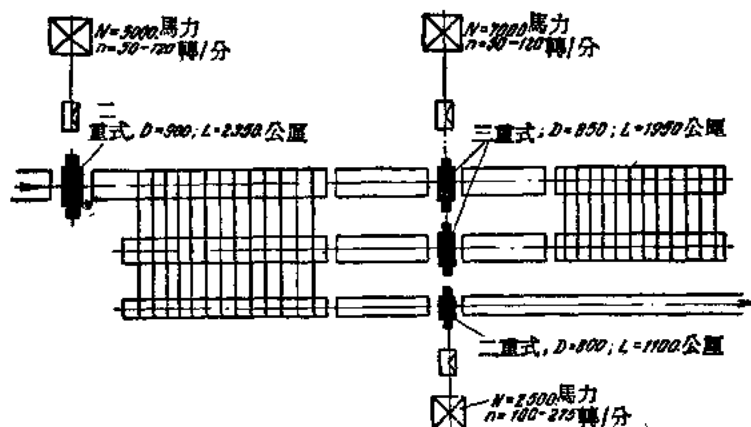


圖 4 機架配置在三列上用以軋制鋼軌和鋼梁的軋鋼機（二重式機架是單架式，因為它有單獨的原動機帶動）

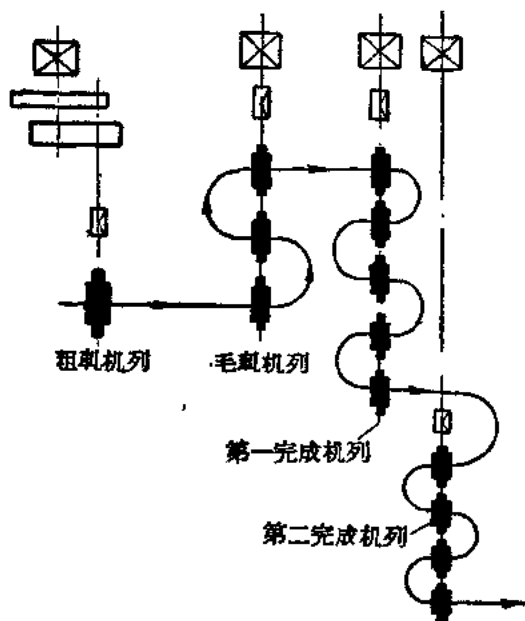


圖 5 機架配置在四列上用以軋制小型鋼材和材錢的軋鋼機

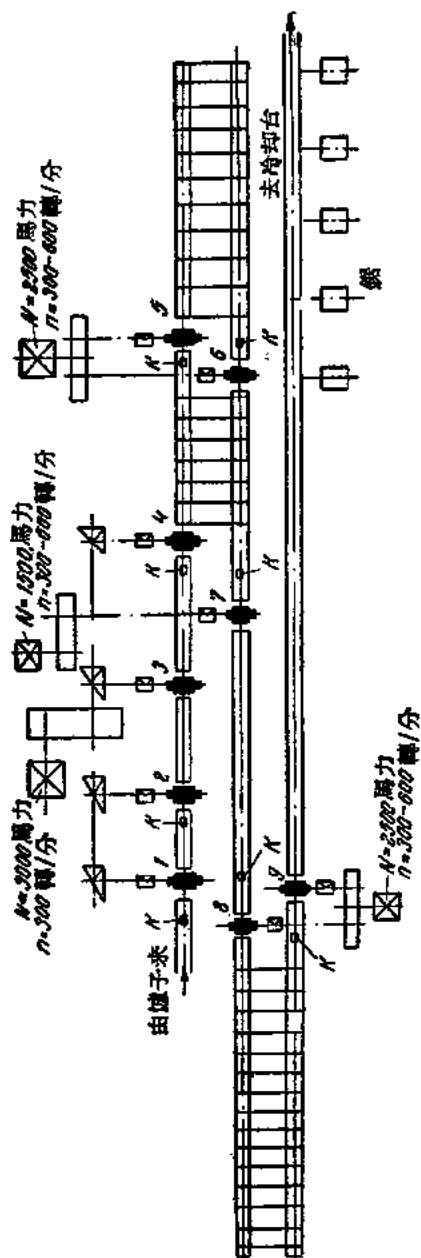


圖 6 $D=500$ 多列間斷式單鋼機，軋件由軋子從一列到另一列

1—4 架 $D=630$ 公厘; $n=28\sim63$ 轉/分;

5—9 架 $D=540$ 公厘; $n=53\sim230$ 轉/分;

K—翻鋼機

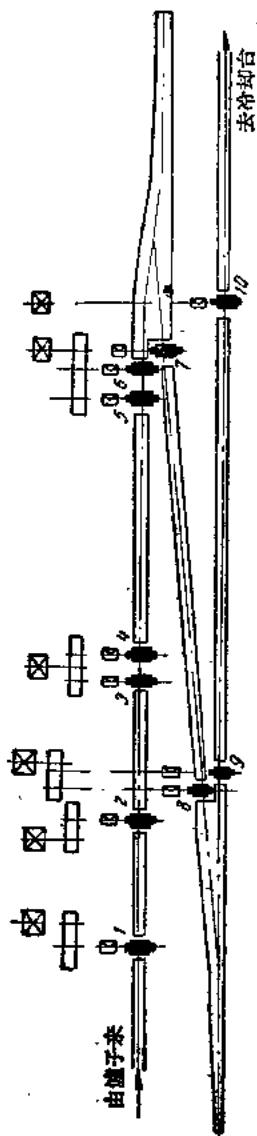


圖 7 300 公厘間斷式軋鋼機，軋件用斜滾式軋道由一列送向另一列

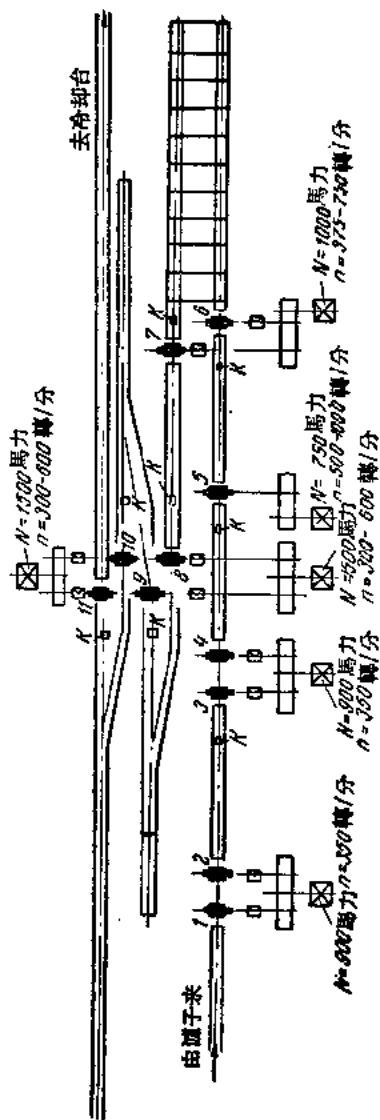


圖 8 300 公厘軋制小型鋼材用的（布格式）間斷式軋鋼機

1—4 架 $D=420$ 公厘； $n=55\sim 65$ 轉/分；5—11 架 $D=320$ 公厘； $n=180\sim 400$ 轉/分； K —翻鋼機

有一道次”的原則。因此這種型式的軋鋼機的生產量很高，並接近於連軋機的生產量。這種型式的軋鋼機比連軋機好的最主要的特點與優點是軋件從前一機架完全出來之後才進入下一機架。在間斷式軋鋼機上軋制的型鋼的品種很廣泛，其最小的斷面尺寸受軋制後的軋件長度的限制（冷却台的長度），最大的斷面尺寸受軋徑的限制。間斷式軋鋼機的另一種型式，如圖 8 所示，叫做布棋式。

5. 半連續式軋鋼機（圖 9~10）由連續式荒軋組和配置在一條綫上的（圖 9）或階段式配置的（圖 10）精軋組組成。現在主要用它來軋制小型鋼材。

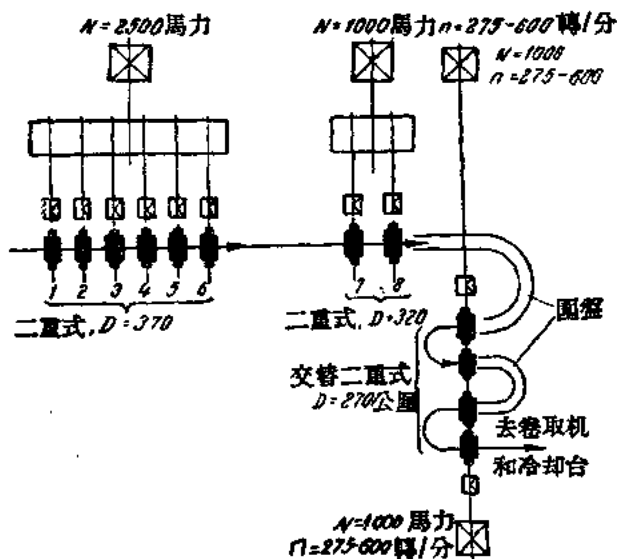


圖 9 250 公厘的半連續式小型軋鋼機

6. 連續式軋鋼機（圖 11~15），在近代採用得愈來愈廣泛。這種形式的軋鋼機有成組帶動的（圖 11）和單獨帶動的（圖 15）。也可能是這兩種形式合成的。

連續式與半連續式軋鋼機和間斷式軋鋼機一樣，其機架的排

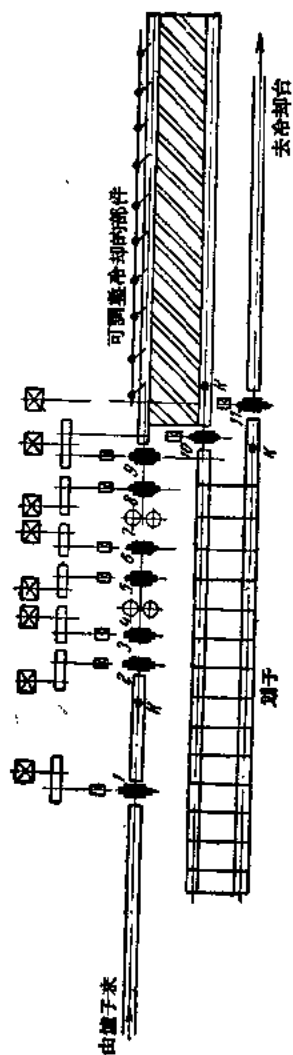


圖 10 軋制普通金屬和優質金屬用的半連續式中型軋鋼機 (按作者的提案)
K—翻鋼機

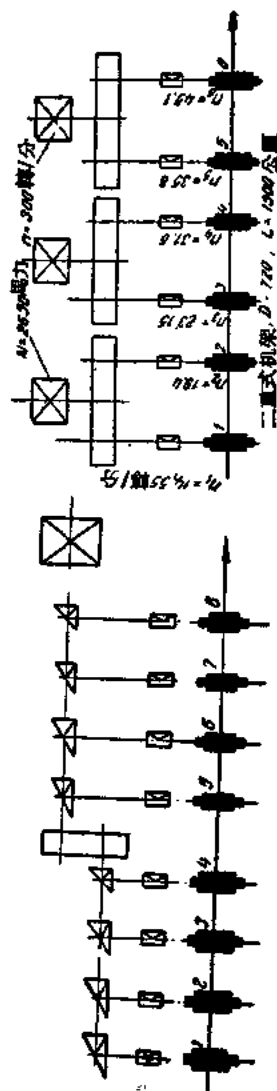


圖 11 成組帶動的連續式鋼坯軋鋼機

圖 12 由三個馬達帶動的 720 公厘的
連續式鋼坯軋鋼機

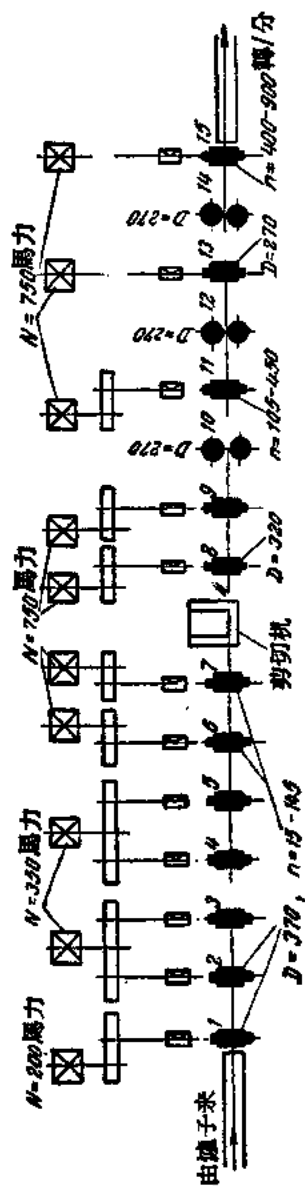


圖 13 250 公厘的小型連續式軋鋼機

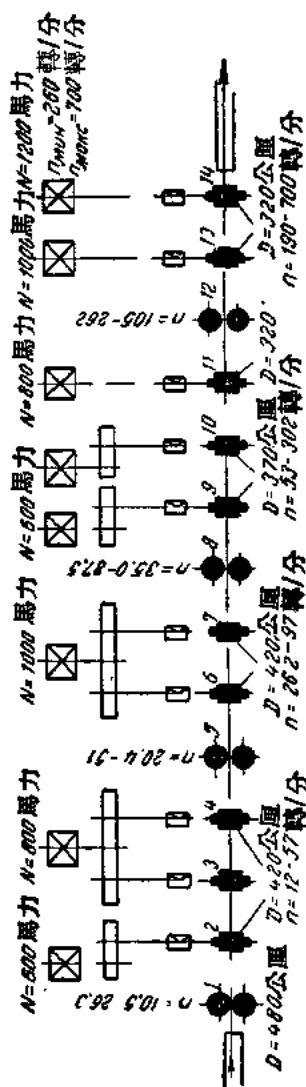


圖 14 300 公厘的連續式扁鋼軋鋼機

列是一個接着一個的。但是它們與間斷式軋鋼機不同的是，軋件同時處於若干機架內，因而可以大大節省軋鋼機所佔面積，減少廠房和從一架到另一架傳遞軋件用的輸送設備（軋道）的長度。由於所有機架上的軋製溫度都很高，就有可能使用大的延伸，減少電能和軋輥的消耗，並且還給工作帶來了其他一系列的優點。連續式軋鋼機的缺點是由於軋件在機架之間成環套或有拉鋼的現象，使斷面可能變得不正確。

連續式軋鋼機的生產量是很大的。但是由於調整有困難以及經濟上的原因到現在為止連續式軋鋼機主要用於軋製坯料、綫材和帶鋼。近來在連續式軋鋼機上對軋製各種品種的異型鋼材已積累了經驗。這些軋件的孔型設計的可能方案略圖，如圖16所示。

研究了在各種軋鋼機上所軋的各種鋼材，可以看出，較小的軋件，通常在較為完善的軋鋼機上軋製*。

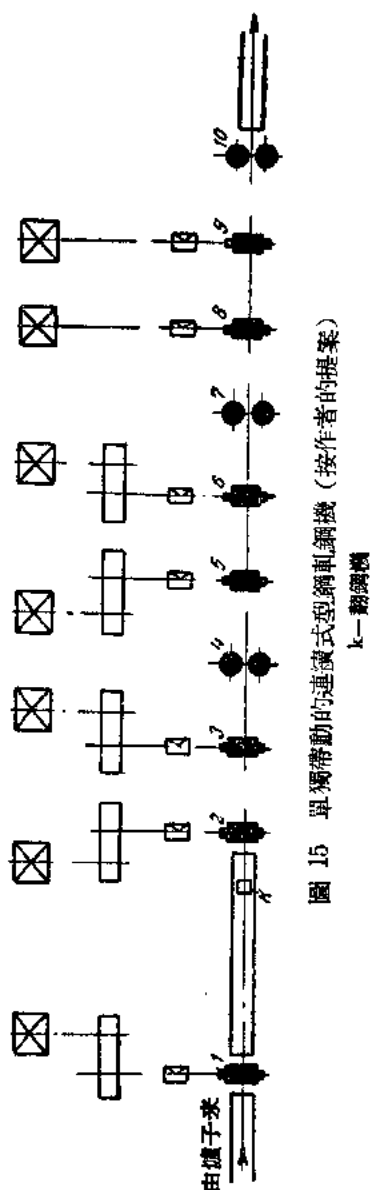


圖 15 單獨帶動的連續式型鋼軋鋼機（按作者的提案）

* 在連續式鋼坯軋機上軋鋼坯例外，這是由於獲得這些軋件有若干特點（厚度大，尺寸公差大，初軋機產量高，在它的後面安裝連續式鋼坯軋機）。