

實用
學機械鋼軋

李松堂編著



鞍鋼編譯委員會印行
東北工業出版社出版

實用軋鋼機械學

· 版權所有 ·

1952年5月初版

編著者	李松堂
印行	鞍鋼編譯委員會 (鞍山鋼鐵公司)
出版	東北工業出版社
印刷	東北區行造幣廠
經售	新華書店東北總分店 (瀋陽市馬路灣)

定價 精裝 28,000元
平裝 24,000元

冊數 0001—2500

序

根據目前我國人民鋼鐵工業的蓬勃發展，從事軋鋼工作之同志日益增多，不僅對於軋鋼機械之新建設的設計、製造，感覺困難，即對於正常生產之機械修理工作，亦感覺缺乏適當的參考資料而無法着手。關於軋鋼書籍不祇我國目前尙付缺如，即世界各工業先進國家，對於此項書籍之出版亦較稀少。有鑑於此，乃決定選擇各國關於此類書籍中之最簡單、完備、且切合實用之部分譯成中文，以便軋鋼工作者能得到一個適當的參考資料，藉以解決目前軋鋼工作最迫切的一般困難問題。因此不僅希望對於在軋鋼工廠中從事生產補修及管理人員有所幫助，即對於從事軋鋼機之設計、製造及安裝工作者，亦希有同樣的裨益。

本文係以德文鋼鐵手冊(Eisenhuette)第四版622至695頁“Walzwerksbau”一章為主，並參考Puppe氏所著“Walzwerkswesen”一書翻譯而成；所有原文中不易明瞭及不完備之處，皆參照“walzwerkswesen”及原書其餘各章或其他文獻加以補充，務期讀者易於明瞭且便於實用。此外根據本人過去工作中的經驗，如“產量較小、人工操作的軋鋼機用水量”等，以及1950年德國Stahl und Eisen雜誌中所新發表的資料，插入者頗多；原文中某些過於陳舊的內容，則多根據新資料加以更正。後面並附了一些軋鋼工作者日常應用的參考資料。所有這些，作者願忠誠的向讀者介紹。

一般機械名詞，多採用劉仙洲先生所著“機械工程名詞”一書中之既有名詞，至於專門名詞則儘量採用鞍鋼及全國各地軋鋼工廠中之較為妥善的現有名詞。對於現有名詞的選用，及新名詞的擬定，雖然費了不少的工夫，但其中不妥之處仍是難免。所有這些，以及由於本文係抽暇寫出，相信書中其他的缺點尚多，務希讀者多多指教。

最後對於協助作者完成中外名詞對照表英文部份的李培、丁振岩、高豫三位工程師敬致謝意。

李 松 堂

1951年7月於鞍山

目 錄

第一章 地 基	1
第二章 軋 輥	5
1. 材料	5
軟質軋輥	5
半硬面軋輥	5
硬面軋輥	5
鑄鋼軋輥	6
鍛鋼軋輥	6
2. 軋槽磨損	6
3. 軋輥存放場	6
4. 軋輥尺寸	7
第三章 軋鋼機列之組成機件	11
1. 地腳板	11
2. 人字齒輪及人字齒輪架	13
3. 主連接器	17
4. 工作機架	21
牌坊	21
軸瓦	24
安全白	25
壓下螺絲及壓下螺絲母	26
牌坊之橫連接桿	27
二輥逆轉式初軋機架	27
型鋼軋機所用之三輥式及二輥式機架	32
二輥逆轉式重型型鋼軋機	33

連軋機之牌坊	34
雙二輥式機架	34
勞特氏三輥式軋機	36
二輥逆轉式厚板機架	39
二輥式薄板機架	39
萬能機架	41
輪箍軋機	44
輪胎軋機	44
5. 機架之校正設備	45
水力校正設備	46
電力校正設備	47
6. 軋輥之平衡設備	49
彈簧平衡設備	49
墜錘平衡設備	49
水力平衡設備	50
彈簧平衡設備與電力校正設備結合使用	50
7. 導板、橫梁、銜板	50
導板盒內鑲以硬面生鐵夾板	51
扭轉銜板	52
8. 溝頭鋼軌之輔助輥設備	52
第四章 軋鋼機的附屬設備	55
1. 輥道	55
一般的規定	55
輥子的直徑	55
輥子	56
輥子的支持方法	57
輥道的軸承	57
輥子的推動設備	58
原動機	59
2. 升降床及升降台	61

3. 輾道車及升降車	64
4. 升降樑	65
5. 移送機	66
索式移送機	66
齒條移送機	68
推出機	68
多爪移送機	68
6. 運輸帶	68
7. 拋擲機	69
8. 翻覆機	69
葛適氏翻覆管	69
固定的翻覆槽	69
翻覆車	69
可以升降的翻覆車	69
角尺翻覆機	70
旋轉槽翻覆機	70
推床及翻覆機	71
9. 翻斗機、交付機	72
10. 鋼板旋轉機	73
11. 翻身機	73
12. 萬能鋼之矯正台	74
13. 拖送機	74
14. 冷却器	75
去掉薄板坯上面的鐵皮	75
鋼條淬火	75
15. 冷床	75
冷却板	75
起重機冷床	75
移送機冷床	76
自動冷床	77
16. 上坡道	78

17. 下坡道	79
18. 機架間的自動調整	80
19. 蓋板	81
20. 線材捲取機	82
廢品捲取機	83
21. 帶鋼捲取機	83
第五章 軋鋼機的輔助機器	87
1. 鋼錠折斷機	87
2. 裝料機	87
3. 出料機	88
4. 均熱爐起重機	92
5. 熱剪機	92
大型及小型方鋼坯剪斷機	92
薄板坯剪斷機	93
剪頭機	93
拉剪機	94
飛剪機	94
迴轉剪斷機	95
試樣剪斷機	96
6. 熱鋸機	96
床式熱鋸機	96
擺式鋸斷機	96
7. 薄板用的雙摺疊機	97
8. 鋼條冷剪機	97
9. 軋式矯正機	97
第六章 軋 鋼 廠	99
1. 一般的佈置及設備	99
2. 初軋廠	105
3. 連軋機的一般原則	108

4. 方鋼坯與薄板坯連軋機	110
5. 小型鋼坯廠	112
6. 薄板坯廠	112
7. 型鋼廠	113
8. 鋼軌及鋼枕廠	114
9. 輕軌廠	114
10. 中型廠	115
11. 小型廠的一般原則	115
12. 小型廠的舉例	117
純粹連續式小型軋機	123
13. 帶鋼軋機	124
使用連續式預軋機（半連續式）	125
純粹連續式帶鋼軋機	128
純粹連續式管坯軋機	129
寬帶鋼或帶鋼板軋機	129
冷軋廠	130
14. 線材軋機	131
純粹連續式線材軋機	132
半連續式線材軋機	132
15. 厚板廠	134
16. 中板廠	136
17. 薄板廠	137
18. 萬能鋼廠	139

附 表

名詞對照表（德英中）

符號說明

第一章 地 基

一般地基 (Fundament) 多用洋灰、河沙及石子之混凝土，很少有用洋灰漿砌磚或石塊以代替混凝土者。軋鋼機 (Strasse) 本身之地基多加鋼筋以增強之，每立方公尺約用鋼筋25至30公斤。混凝土之混合比為：地基下面打地平用者為1:8(每立方公尺用洋灰4袋，每袋50kg)，軋道 (Rollgang) 及軋鋼機地基之上下梯道為1:6(5袋)，而直接在地脚板 (Sohlplatte) 下者則為1:4(7袋)。地基普通皆須延伸至能負重荷的地層為適當。機件之中空部份則用洋灰或磚填滿。地基上部最少須留50mm，俟機件安裝完畢後再行澆注。同一地基之地基螺絲拉板須在同一深度；例如軋鋼機之地脚板或軋道與減速機，馬達及與其相連之移送機 (Schlepper) 等是。如圖1所示，各種不同軋輥 (Walzen) 直徑D之地脚螺絲長度A應為：

軋輥直徑 D	地基螺絲長度 A
200~300mm	2 ~2.2m
300~400mm	2.2~2.5m
450~550mm	2.5~2.7m
600~800mm	2.8~3.2m
850~1150mm	3.2~3.8m
1250mm	3.8~4.2m

軋鋼機地脚板，人字齒輪架 (Kammwalzengeruest)，原動機之地基螺絲下部，一般多用銷子，以便從地溝內可以檢視。惟近今對於較小軋鋼機之設計，亦有採用地脚板用長方形螺絲眼而螺絲則採用錘頭螺絲者。附屬機件如軋道等之地基螺絲，則皆採用錘頭螺絲，其長度等於地基螺絲直徑之40倍。地基螺絲眼等於最大地基螺絲直徑之2倍，但最小不得小於150mm。機架 (Geruest) 或軋道等地基之地溝寬度至少須在500mm以上。在機架及重型軋道之下面，設有鋼板製的漏斗及鋼渣車，以便接受自上

面流下之鋼渣；在地溝之底面則設有水槽，以便冷却水 (Kuehlwasser) 自此流出。如軋鋼機列較小時，在其地基前面的軋道下面，設有與機列平

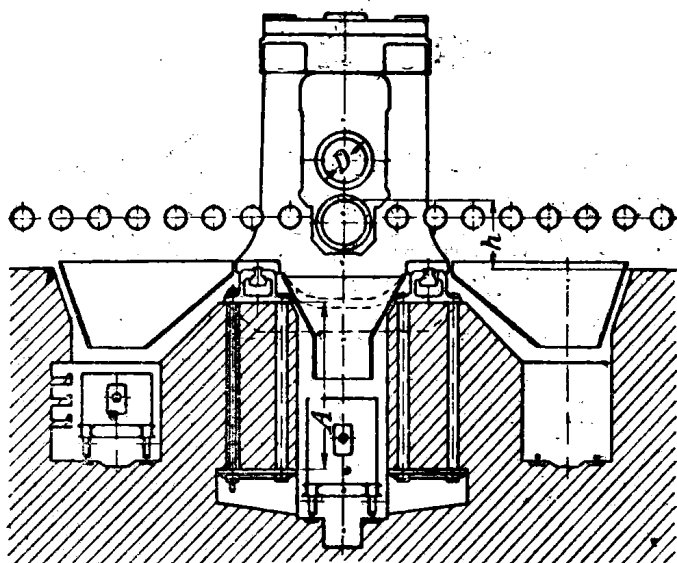


圖1 軋鋼機地基

行的地溝；溝內鋪有軌道，由軋鋼機流下之鋼渣，則經過斜面直接流入在軌道上可以走動的鋼渣斗內。如祇有一個機架較小的預軋機 (Vorstrasse) 或連軋機 (Kontinuierliche Strasse) 的每一個機架，則祇在機架之一端於地平面下設一個固定的鋼渣斗。在兩個以上相互平行且較長的軋道地溝內，鋼渣則用人工將其裝入在軌道上可以走動的鋼渣車內；此車位於軋道地溝之下部，與軋道成垂直方向之橫地溝內 (圖2)。爲將鋼渣車自地溝內取出，在每個地溝之一端均設有豎井，惟此豎井祇能設於不妨碍軋鋼機工作之

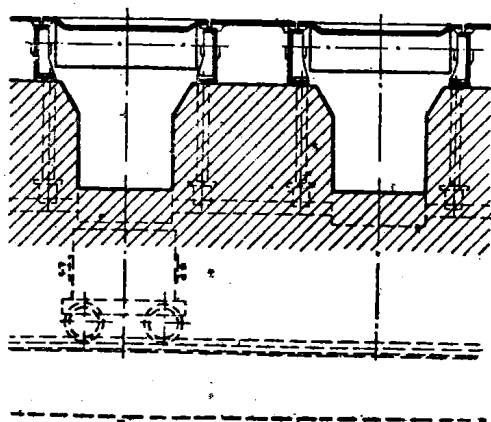


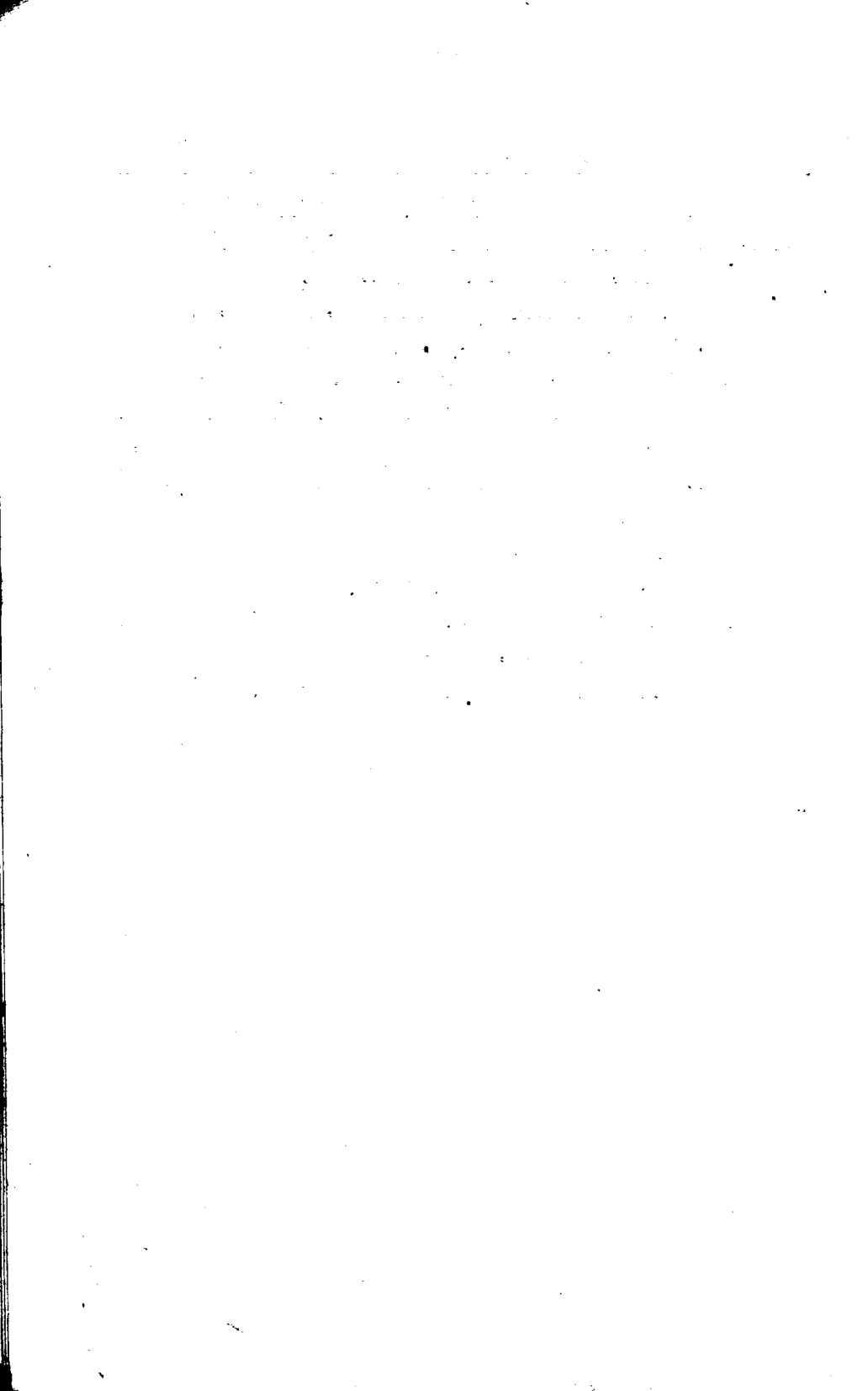
圖2 軋道地基

地帶。在升降床 (Hebetische) 或有幾個相互平行的升降台 (Wippe) 的地窖內，爲便於各升降設備之機件的安裝與修理工作，須留較寬敞的地位。地基的延長部份，須多設可以上下的進出口（梯子）。

每套軋鋼機的冷却水消耗量平均每分鐘約 2m^3 ，產量較小，用人力操作的軋鋼機，可以減半（即每分鐘 1m^3 ），每秒鐘的流速約 1m ，用過的污濁冷却水，則經過地溝而導至位於地平面以下的沉澱池 (Klaieranlage) 內。此池係由 3 個水槽所組成，其容積可容納 1 小時的廢水流量，冷却水每秒鐘的流速約 5 至 20mm 。浮在水面的油類須排去。已處理過的清水，可用打水機打至水塔上以備再用。各種管道及電纜均可安設於地溝內，而電纜則須置於地溝內之架上（圖 1）。

自下軋軋的最深軋槽 (Kaliber) 至地平面之距離 h ：用人力操作者等於 250 至 300mm ，如用軋道操作者則爲 50mm 。鋼板軋機 (Blechstrasse) 所用之軋道與地平面的距離，爲便於鋼板之旋轉及拖動等工作與易於量鋼板之尺寸起見，普通皆爲 600mm ，故 $h=650\text{mm}$ 。

軋道與移送機的傳動設備及移送機的撐輪等的地坑，皆須留有富裕地位以便設置上下梯道。



第二章 軋 輥

1. 材料 一般須事先鑄出其軋槽之軟質軋輥 (Weichwalzen)，如吃力較大的大型型鋼 (Profileisen) 之預軋輥 (Vorwalzen) 等是。普通均用灰口生鐵鑄成，質地較軟，其鑄法係用兩個半圓黏土模 (Lehmformkasten) 吻合鑄成。原料係採用灰口鐵及半灰口鐵，其成份如下：

$C=2.5$ 至 2.9 ， $Mn=0.6$ 至 0.9 ， $Si=0.5$ 至 1 ， $S=0.06$ 至 0.1 ， $P=0.2$ 至 0.4% 。

半硬面軋輥 (Halbharte walzen)：係以鐵模 (Eisenform) 鑄成，惟其表面須塗以 8 至 $12mm$ 之黏土。輥頸 (Laufzapfen) 部份則祇用黏土模，因其具有無砂眼及堅硬之表面，故一般多用於二軋式 (Duo) 鋼板軋機之軋輥，大型型鋼之完成軋輥 (Fertigwalzen) 較小型鋼之預軋及完成軋輥與薄板軋機 (Feinblechwalzwerk) 之預軋輥， $500mm$ 直徑以下之軋輥一般均不鑄出軋槽。

硬面軋輥 (Hartwalzen)：係完全使用鐵模以加速其冷卻速度而鑄成。鐵模表面具有很多窄的小槽，以便鑄造時所生之氣體由此流出。輥頸部份則仍用黏土模，冷硬深度 (Tiefe der hartschale) 視其用途而有所不同，照一般規定：較小之軋輥其冷硬深度等於直徑 10% ，較大之軋輥，等於直徑 5% ，薄板軋輥則為 $20mm$ 。冷硬深度如太大則過脆且易折損。硬面軋輥之使用範圍，為軋槽之壽命須耐久，且成品之表面需要光滑與乾淨者用之，如在勞特氏三軋式 (Lauthsche trio) 鋼板軋機上製造鋼板、薄板、帶鋼 (Bandeisen)、鋼條 (Stabeisen) 及線材 (Drabt) 等。原料為白口生鐵或木炭生鐵另加 $10\sim 15\%$ 廢鋼。

$C=2.8\sim 3.2$ ， $Mn=0.6\sim 0.9$ ， $Si=0.5\sim 0.8$ ， $S=0.08$ 以下， $P=0.2\sim 0.5\%$ 。

鑄造軋輥用之生鐵，最好用反焰爐熔化，以儘量降低其含硫量。

鑄鋼軋輥：多用於初軋輥 (Blockwalzen) 及車有深軋槽之軋輥，如 300mm 以上工字鋼之完成軋輥等是。在鑄造工作完畢後，有時在車坯以後須小心退火。使用鑄鋼軋輥時在窄軋槽處軋件易於粘輥，因此衛板 (Abstreifhunde) 所受之力量甚大。鑄鋼軋輥之抗張力為 $65 \sim 75 \text{ kg/mm}^2$ ，延伸率為 $10 \sim 12\%$ ，如抗張力再大，因冷却水之關係則易起裂紋。化學成份為：

$C=0.6 \sim 0.7$, $Mn=0.5 \sim 0.7$, $Si=0.2 \sim 0.38\%$ ，磷及硫均在 0.05% 以下。

鍛鋼軋輥：在需要很精細的完成軋槽 (Fertigkaliber) 或預軋槽時用之，此外如二輥式薄板軋機之預軋輥，三輥式鋼板軋機之下軋輥，預軋機及連軋機之第一個機架的軋輥亦多用之。

2. 軋槽磨損 (Kaliberverschleiss) 及車削率 (Abdrehmöglichkeit)

車削率係根據軋輥直徑之百分數計算，初軋機及二輥式或三輥式之大型軋機 (Grobstrasse) 為 $10 \sim 15\%$ ，中型軋機 (Mittelstrasse)，小型軋機 (Feinstrasse) 10% 以下，萬能軋機 (Universalstrasse)，厚板軋機 (Grobblechstrasse)，中板軋機 (Mittelblechstrasse) 及冷軋薄板軋機 (Feinblechkaltstrasse) 之軋輥為 5% ，熱軋薄板軋機 (Feinblech warmstrasse) 則為 3% 。

軋槽磨損則因軋輥之材質，軋輥之速度，軋件之溫度，硬度以及其斷面積與長度而有所不同。初軋輥在六次車削後共可生產 $400,000 \text{ T}$ ，重鋼軌 (Schwere Schiene) 軋輥在七次車削後共可生產 $10,000 \text{ T}$ 。上述數字如為較輕的鋼軌工字鋼或槽鋼則可減少至 $1/3$ ，三輥式鋼板軋機之軋輥在磨 20 次後共可生產 $35,000 \text{ T}$ 。

3. 軋輥存放場 (Walzenlager) 及車軋輥工場 (Walzendreherei)

各軋鋼機只將最重要或正在使用之軋輥存放於廠房之內，小型軋機因使用之軋輥太多有時例外。各軋機共同使用之總車軋輥工廠本係軋輥存放場之一部，藉起重機或鐵路以與各軋鋼廠 (Walzwerk) 相互聯絡。較大之軋輥以其輥頸置於高出地面之軌道上，惟軋輥軸心應與起重機軌道成垂直方向，或如較小軋輥一樣，相互重疊置於鐵架內，惟輥胴 (Ballen) 部份不得相互接觸。

至於車軋輥工場內軋輥車床 (Walzendrehbank) 之數量，係根據日夜工作之條件而設備者。對於一個雙班或三班工作的，且日產量在200~300 T的線材工場，預軋及中軋機列 (Mittel strasse) 應設備同時能車兩個軋輥之大型車床一部，同時能車兩個軋輥之小型車床兩部。對於兩個小型機列應為預軋輥設備較大的車床一部，同時可車兩個軋輥的小型車床3部及精軋軋輥 (Polier walzen) 磨床一部。一個中型軋機應有軋輥車床4部，每個較大的機列應有軋輥車床兩部。此外應為車輥預用的大小車床各一部；如軋輥係本廠鑄造的，並須設備足夠之銑軋輥軸頭 (Kuppelzapfen) 用之銑床。

較大之車床係採用單馬達帶動式，較小之車床則可兼用單馬達帶動式或集體帶動式。車下之鐵屑經過漏斗收集在設於地下之鐵屑斗內。為銑軋槽內之橫槽 (增加摩擦力用)，應設專用之銑槽機或使用壓縮空氣之風鎗。此外尚有製樣板間一所，內附設存放樣板之專用櫃，鍛工房一所內附淬火設備，鉗工房一所內附牛頭刨，鑽床及車軸互用之車床各一部。

4. 軋輥尺寸 軋輥折損之原因，可有下列數種：材料不適當或不良；軋輥之尺寸太小；熱應力過大 (因此熱軋薄板軋機在開始起動時須特別注意，勞特氏三輥式鋼板軋機所有三個軋輥皆須妥善冷卻之)，原動馬達之打擊；帶進去的鉗子或意外物體；軋件溢出軋槽以外被軋成帶形；壓力過大。

在正常工作條件下，軋輥所受之彎曲力 (Biegungsbeanspruchung) 每平方公分內均有幾百公斤 (kg/cm^2)，且所軋之鋼件越寬，越薄及越冷，鋼質越硬，軋輥直徑越大，則軋輥所受之壓力越大。軋輥直徑係根據整個軋鋼過程中之特殊軋槽所受的最大壓力而決定者。軋槽過深之軋輥直徑，應較根據所受之壓力計算出來的直徑為大。鑄鐵軋輥直徑與軋槽最深處直徑之比，不得超過1.4倍。軋製鋼板所使用之軋輥，因欲使整個鋼板寬度具有相等的厚度，多採用較實際需要略大的直徑，藉使軋輥之曲度減少。預軋機所用之軋輥，其直徑係根據軋件之斷面尺寸而定，因軋輥須將軋件迅速而且穩妥的曳入兩軋輥間的空隙內，因此曳入角 (Angriffswinkel) α 最大不得超過 27° 至 30° 。如最大的壓下量 (Druck) $h_1 : h = 2 : 3$ ，則軋輥直徑應等於軋件斷面高度約3倍。即 $D = 3h$ ， $D_1 = 0.78D$ (圖3)。

根據上述規定求出之軋輥直徑，如軋輥之材料強度 (Festigkeit) 不

足時，則須加大或改用強度較大之軋輥材料；如由鑄鐵改用鑄鋼，或由鑄鋼改用鍛鋼等是。

鑄鐵軋輥之強度：

抗張力 $\sigma_B = 2000$ 至 2500 kg/cm^2

扭轉力 $\tau_{B'} = \sigma_B$ 及彎曲力 $\sigma_{B'} = 2\sigma_B$

軋輥因軋件 (Walzgut) 給予之壓力而產生彎曲力，因受原動機之拖動而產生扭轉力矩 (Drehmoment)。因上下兩個軋輥絕對不可能相等，雖有人字齒輪 (Kammwalzen) 之作用，而亦常時只有一個軋輥帶動其全部力量。因彎曲力矩 (Biegemoment) M_b 總是大於扭轉力矩 M_a ，故依材料強度計算之理想力矩 (Ideelle moment) 應為 $M_i = M_b + 1/4 M_a$ 。

如以正常軋製法軋製軟鋼鋼板及萬能鋼 (Universaleisen) 時所產生之壓力 P ，在 1 cm 寬度及各種不同厚度 δ 之情況下應如下表：

鋼板厚度 δ	1 cm 寬度所受之壓力 P
10 cm	$3,000 \text{ kg}$
7 cm	$4,200 \text{ kg}$
5.5 cm	$5,500 \text{ kg}$
4 cm	$6,000 \text{ kg}$
3 cm	$6,500 \text{ kg}$
2 cm	$7,300 \text{ kg}$
1 cm	$8,500 \text{ kg}$
0.3 cm	$10,000 \text{ kg}$

開口軋槽 (Offene kaliber) 軋輥所受之壓力 $P = 6$ 至 $12 f \text{ kg}$ (直接壓力)，扭轉力矩 $M_a = P a \text{ mkg}$ ，如圖 3 所示， f 係軋件與軋輥之接觸面，以 mm^2 為單位， a 係接觸面之重心至兩軋輥中心連接線之距離以 m 為單位， 6 至 12 係根據經驗所得鋼在高溫變形時，每 mm^2 上所需要的壓力以 kg/mm^2 為單位 (但如軋件很薄且很冷時則可至 30 kg/mm^2 以上)。如軋件之斷面積較大、溫度較高、以及軋輥直徑較小與軋輥速度較低，則應取用較小的數值，閉口軋槽 (Geschlossene kaliber) 因有間接壓力 (側壓力)，則需另加上一個數值 (約為 33%)。計算軋輥之強度時應採用最高壓力計算之，即等於軋輥所受之壓力 $P + 50\%$ 。

軋輥輻弱部份之長度 L ，係根據軋輥直徑而確定者，惟鋼板軋機之軋輥

長度最少須等於最大鋼板寬度之 1.1 倍，各種軋輥胴部之長度如下：

初軋機軋輥 $L=2$ 至 $2.65D$ ，平均 2.5；鋼板坯(Brammen)軋輥 $=2.7$ ；預軋輥最大至 3，軋槽較淺或吃力較小之軋輥 $=2.9$ 至 3.2，軋槽較深或吃力較大之軋輥 $=2.4$ 至 2.8；軋槽較深之連軋機軋輥 $=1.7$ 至 2.2；軋槽較淺之連軋機軋輥 $=2.2$ 至 2.7；軋製很薄，很硬及需要準確之薄板為 1.3 至 1.7，平均

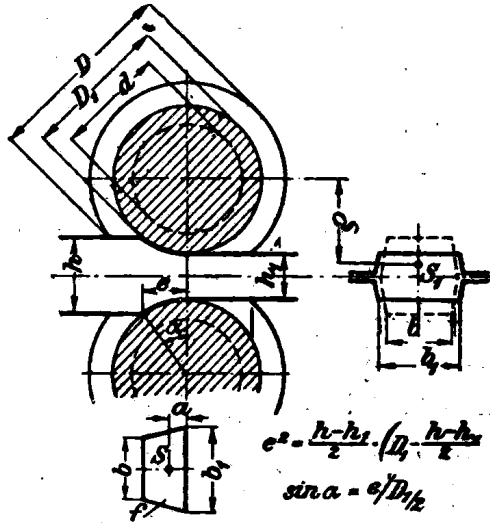


圖 3 軋製過程

1.5；普通薄板 1 至 2.3；較厚之薄板 2 至 2.6，平均 2.3(直徑在 750 以下者)；較小之勞特氏三輥式鋼板軋機 (D 在 800mm 以下) $=2.4$ 至 3.3，平均 2.8；較大之勞特氏三輥式鋼板軋機(D 在 1000mm 以下) $=2.95$ 至 3.35，平均 3.2；二輥式厚板軋機 $=3.2$ 至 3.8，平均 3.5；對於萬能軋機之軋輥尺寸如圖 4 所示， B_{max} 為軋件之最大寬度， D_r 為立軋輥 (Stehende walzen) 之直徑，其約數 $A=B_{max}+2D_r+500$ ，且當 $B_{max}=400, 750, 1000$ mm

時， $D=500, 650, 750$ mm。

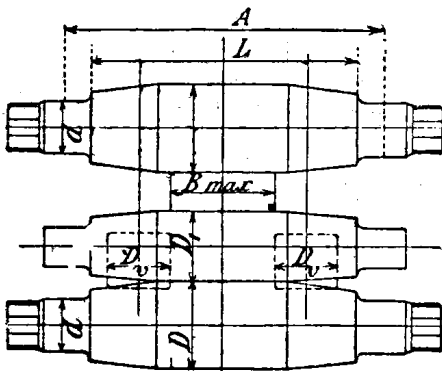


圖 4 三輥式萬能軋機

輥頸之直徑係根據材料強度及軸瓦 (Lagerschale) 之磨損量而確定者，在不妨礙軋輥之安裝及矯正之條件下，可儘量採用較大之直徑。輥頸與軋輥胴部相互連接之圓半徑 r 則直接影響軋輥壽命。輥頸之直徑越大及圓周速度越小，則輥頸之長度與直徑之比亦越小。如熱軋薄板或軋製帶鋼最後一