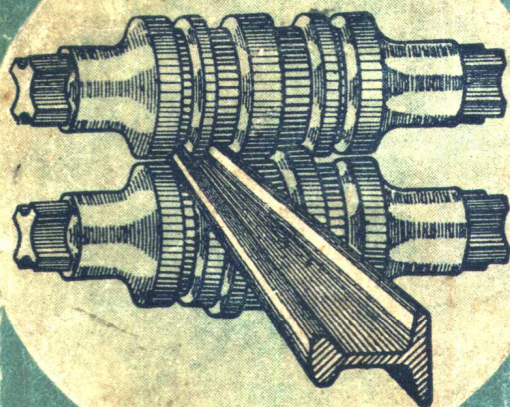


中小型轧钢机与剪断机 设计与计算

程永吉 編著



冶金工业出版社

中小型軋鋼机与剪断机 設計与計算

程永吉 編著

冶金工业出版社

中小型軋鋼機與剪斷機設計與計算

程永吉 編著

冶金工業出版社出版 (北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版營業許可證出字第093號

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行

1959年8月第一版

1959年8月北京第一次印刷

印數 3,520冊

850×1168·1/32·156,000字·印張6 $\frac{10}{32}$ ·插頁 7

統一書號 15062·1782 定價 0.88 元

出版者的話

为了更好地完成和超额完成今年生产1800万吨鋼的光荣而艰巨的任务，除了更好地挖掘現有企业潛力外，还要兴建很多中小型軋鋼車間。同时按照党的大中小相結合的建設方針，今后还要陸續兴建許許多多中小型厂。为便于各地从事于中小型軋鋼机及剪断机的設計、設備制造及生产人員更有效的进行計算与更好的利用設備潛力，我們出版程永吉同志編寫的这本“中小型軋鋼机与剪断机的設計与計算”供有关技術人員参考。

本书內容比較充實介紹了許多图表与数据，文字也比較通俗易懂，是中小型軋鋼車間的設計人員与生产人員以及中等专业学校与高等学校学生很好的参考資料。

目 录

序言	1
----------	---

一、中小型軋鋼机的設計与計算

(一) 成品的軋制	2
(二) 軋制总压力之計算	7
(三) 传动力矩之計算	10
(四) 电动机容量和飞輪力矩之确定	13
(五) 閉口式机架强度之計算	18
(六) 开口式机架强度之計算	21
(七) 軋輥之設計与强度計算	26
(八) 軋輥軸承設計与計算	29
(九) 軋輥的压下調整机构	33
(十) 梅花套連接軸和連接套之計算	38
(十一) 万向接軸之計算	45
(十二) 接軸托架	51
(十三) 主动連接器及电动机連接器	51
(十四) 飞輪强度之計算	55
(十五) 齿輪传动裝置	57
(十六) 机架傾斜力矩及其在地基上的安裝	62
(十七) 导向裝置及更換軋輥設備	65

二、剪断机的設計与計算

(一) 剪切根数之計算	71
(二) 剪切力之計算	72
(三) 剪切行程之計算	73
(四) 剪切力矩之計算	78
(五) 空轉力矩之計算	78
(六) 摩擦力矩之計算	79
(七) 总靜力矩之計算	79

(八) 剪切功之計算	80
(九) 剪切功率之計算	80
(十) 慣性矩之計算及电动机选择	81
(十一) 剪断机机架之計算	85
(十二) 曲軸之計算	88
(十三) 軸頸和軸承衬之承压力計算	91
(十四) 連杆之計算	92
(十五) 齒輪强度之計算	92
(十六) 爪形离合器之計算	98
(十七) 飞輪强度之計算	100
(十八) 安全銷釘之計算	101
(十九) 材料及許用应力之选择	102
(二十) 潤滑之計算	105

三、通用机件之选择与計算

(一) 圓柱齒輪減速机的选择与計算	103
(二) 齒輪联轴节的选择与計算	134
(三) 滾動軸承的选择与計算	145
(四) 圓断面圓柱壓縮彈簧的选择与計算	149
(五) 宝塔彈簧的設計与計算	161

四、軋制金屬材料的机械性質与规格数据表

(一) 普通品質的热軋碳鋼	166
(二) 品質良好的热軋机器鋼	167
(三) 合金机器鋼	168
(四) 特殊机器鋼	169
(五) 等边三角鋼规格数表	170
(六) 不等边三角鋼规格数表	172
(七) 槽鋼规格数表	173
(八) 工字鋼规格数表	175
(九) 扁鋼	插頁
(十) 方鋼、六角鋼、圓鋼	175

(十一) 鋼板 (每平方公尺重)	178
(十二) 窄鋼軌用魚尾板	
(7公斤/公尺, 8公斤/公尺, 11公斤/公尺, 15公斤/公尺,	
18公斤/公尺, 24公斤/公尺)	179
(十三) 窄鋼軌用兩孔平墊板與楔形墊板	185
(十四) 窄軌鐵道鋼軌	
(7公斤/公尺, 8公斤/公尺, 11公斤/公尺, 15公斤/公尺,	
18公斤/公尺, 24公斤/公尺)	188
参考文献	195

序 言

为了对全国許許多多的中小型企业从事軋鋼机与剪断机的設計、制造与生产的工作者，在为了更好地完成和超額完成今年生产1800万吨鋼的光荣而艰巨的任务当中有所帮助，根据一些讀者的要求，作者以重型机械杂志1958年第九期和第十期上所发表过的“剪断机設計与計算”以及重型机械杂志1959年第一期和第三期上发表过的“中小型軋鋼机的設計与計算”等文章为基础，参閱了苏联 A. A. 柯洛辽夫 [軋鋼机机构和設計] (1958年莫斯科新版) 以及 A. И. 采利柯夫、B. B. 斯米尔諾夫 [軋鋼机] (1958年莫斯科新版) 和一些較新的国内外杂志及資料，汇编了这本书。书中綜合了一些国内外軋鋼車間机械設備方面的書籍及資料，結合在設計計算工作中的具体实践与体会，简单、通俗地闡述了一些公式数表和比較数据，介紹了一些設計程序計算步骤与方法。希望本书能够起到它应起的作用，本书亦可作为中等专业学校及高等学校学生的参考資料。

在当前各个战綫都在大跃进的时期，由于時間仓促，加之作者水平所限，書中难免有許多不周之处与缺点，希讀者多多指正。

——編者

一、中小型軋鋼机的設計与計算

(一) 成品的軋制

1. 型鋼的軋制：中小型型鋼軋机的主要产品有輕軌、槽鋼、工字鋼、圓鋼、角鋼、方鋼、帶鋼等等。一般型鋼分为三类——大型、中型和小型，这种分法只是大概的，因为它不可能将各种型鋼所有规格的特征都明显的表示出来。較正确的分类方法是按軋軋直径和軋制品种进行区分，但实际上很多軋机通常还能軋制范围更广的规格和尺寸。现将各种中小型軋鋼机通常可能軋制的产品种类列举如表 1 和表 2：

表 1

新型軋 鋼机	橫列 式軋 鋼机	圓鋼	方鋼	帶鋼 (寬)	角 鋼	工字鋼	槽 鋼	丁字鋼 (高)	輕 軌
250公厘	—	8~38	8~35	达 65	达 40×40	—	—	达 30	—
	250	8~18	8~18	达 40	达 30×30	—	—	—	—
300	—	19~60	19~50	达 100	达 75×75	—	50~65	达 60	—
	300	16~30	16~30	达 60	达 40×40	—	—	达 30	—
350	—	25~90	25~75	达 150	达100×100	80~100	50~100	达 100	达 8公斤
	350	19~45	19~45	达 70	达 60×60	—	50~65	达 60	达 6公斤
450	—	40~125	40~125	达 200	达120×120	80~160	100~160	达 160	达15公斤
	450	35~100	35~100	达 150	达 75×75	80~120	100~120	达 75	达11公斤
600	—	50~150	50~150	达 350	达150×150	120~300	120~300	达 220	达24公斤
	600	50~125	50~125	达 350	达130×130	120~200	120~180	达 180	达24公斤
	700	80~150	80~150	达 350	达150×150	160~300	140~300	达 220	达24公斤

表 2

軋鋼機按用途的分类

順 号	分类	設備名称	尺寸, 公厘		速度 公尺/秒	机 械 用 途*
			軋身直径	軋身长度		
1	开 坯 机	两架連續式	700/500	—	1.5—5	軋制大鋼坯断面 $55 \times 55 - 140 \times 140$ 和 $140 \times 140 - 200 \times 200$ 公厘
		一架連續式	700	—	1—1.5	
		两架連續式	550/450	—	2—5	軋制鋼坯断面 $55 \times 55 - 125 \times 125$ 公厘
		管坯軋机	1000/750	—	3—5	軋制圓管坯直径 25—330 公厘和方坯 $75 \times 75 - 125 \times 125$ 或再大一些 的断面
		三架橫列軋机	750/850	—	3—4	軋制鋼坯 1.5 吨, 断面 $100 \times 100 - 150 \times 150$ 公厘
2	軌梁軋机	鋼梁万能軋机	—	550—1300	3—5	軋制槽鋼及工字鋼高度从 200 到 1000 公厘
		三架橫列式軌梁軋机	800	1200—2300	3—6	可以軋制的鋼軌到 38—65 公斤/公尺, 工字鋼到 600 公厘, 槽鋼到 400 公厘, 角鋼到 200×200 公厘, 圓鋼到 80—300 公厘
3	大、中 型軋机	为了軋制大断面的橫列式軋机	600	—	2.5—3	軋制圓鋼到 100—200 公厘, 方鋼到 100—200 公厘。軋制工字鋼或槽鋼到 300 公厘
		布 棋 式	500	—	5—7	軋制圓鋼到 60—115 公厘, 方鋼到 60—116 公厘, 扁鋼到 $200 \times 10 - 40$ 公厘, 角鋼到 120×120 公厘, 槽鋼和工字鋼到 200 公厘
		布 棋 式	350	—	5—7	軋制圓鋼到 38—90 公厘, 方鋼到 38—75 公厘, 扁鋼到 $120 \times 8 - 50$ 公厘, 角鋼 90×90 公厘, 槽鋼和輕軌到 11 公斤/公尺
4	小型軋机	布 棋 式	300	—	5—7	軋制圓鋼到 20—50 公厘, 方鋼 20—40 公厘, 扁鋼 $40 \times 10 - 25$ 到 $100 \times 6 - 60$ 公厘, 角鋼到 60×60 公厘
		連 續 式	250	—	6—12	軋制圓鋼到 8—22 公厘, 方鋼 9—20 公厘, 扁鋼 $70 \times 4 - 20$ 公厘, 角鋼 50×50 公厘

續表 2

順 号	分类	設備名称	尺寸, 公厘		速度 公尺/秒	机 械 用 途*
			軋身直径	軋身长度		
4	小型軋机	半連續式	250	—	4—7	軋制圓鋼8—20公厘, 方鋼8—18公厘, 扁鋼50×4—25公厘, 角鋼30×30公厘
		联合軋机	350/250	—	6—8	軋制圓鋼8—75公厘, 方鋼60×60公厘, 扁鋼150×15公厘, 角鋼90×90公厘, 鋼絲5—9公厘
5	线材軋机	連續式 橫列式	250 250	—	23—30 8—10	軋制鋼絲直径5—9公厘
6	扁鋼軋机	連續式	300	500	4—8	为了生产焊管管坯, 軋制品种从65×2.75—3.5到400×3.75—4.5

* 表中所列軋制品种的规格尺寸, 是从文献上摘录的。在实际生产厂中, 其规格尺寸的上下限, 尚有进一步扩充的可能。

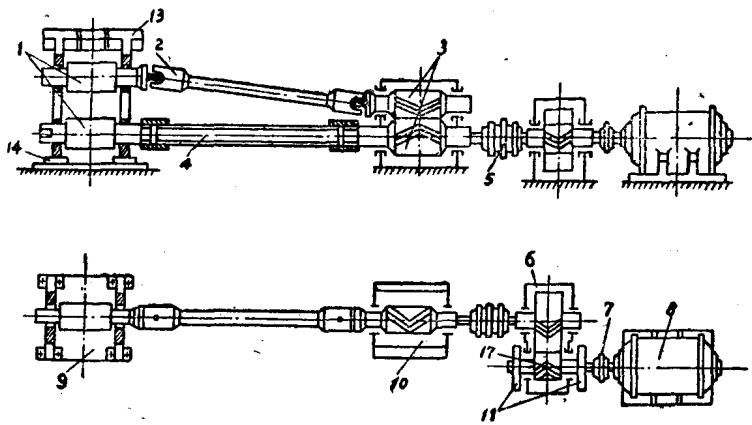


图 1 一台軋鋼机机架的传动示意图

- 1—工作軋軋; 2—万向接軸; 3—人字齿輪軸; 4—梅花接軸; 5—被动軸軸接手; 6—減速机; 7—电动机軸接手; 8—电动机; 9—工作机架;
10—齿輪机架; 11—飞輪; 12—減速机的人字齿輪; 13—工作机架牌坊; 14—底板

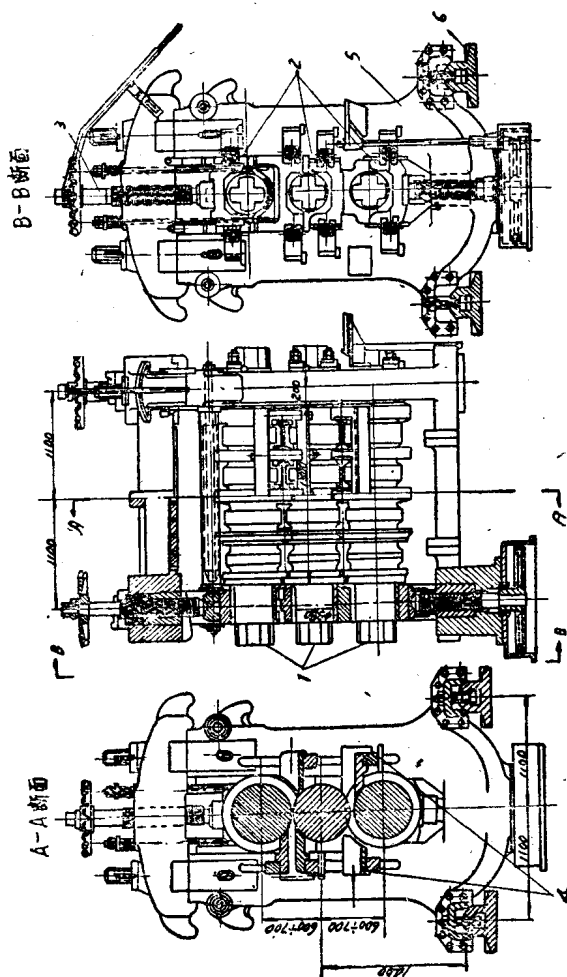


图 2 三辊型鋼軋机工作机架

1—机座；2—轧辊轴承；3—轧辊的压下调整机构；4—导卫装置；5—机架；6—轨座

在同一軋鋼機列的不同機架上應製造不同材料的軋輥。在粗軋道次中軋制品尺寸的精確性要求不高，但鋼坯作用于軋輥上的軋制壓力很大，因而軋輥應當選用堅固的材料，常用鑄鋼或鍛鋼制作。在中間軋機上如採用鋼制軋輥會造成顯著的磨損，而影響軋制品的精確度，並且在這些軋輥中由於鋼的壓力作用還具有較大的應力，因此，在中間軋鋼機上最適當的是使用半硬生鐵軋輥。精軋機上軋輥的磨損量起着很主要的作用，由於在成品孔型中鋼的變形較小所以軋輥強度問題比較次要，在此處最好採用硬生鐵軋輥。在軋制較大規格的孔型情況下，應當在澆鑄軋輥時鑄出帶有冷硬表面的孔型，因為在平面軋輥上冷硬層的深度一般不超過30公厘，而軋制直徑假定為60公厘圓鋼時，此冷硬層在車削孔型時就有被車削掉的可能。

2. 綫材的軋制：綫材成品斷面形狀大多數為圓形、方形，異形極少。綫材分為軋制綫材和伸綫綫材（拔絲）兩種，兩種綫材之間沒有詳細準確的區別。適合於熱軋的最小尺寸現在為直徑5公厘的綫材。在專門綫材軋機上軋制綫材的最大尺寸不超過9公厘，大於9公厘的綫材一般是在型鋼軋機上軋制。在綫材軋機上所使用的原料為鋼錠或鋼坯，其斷面尺寸為 $45 \times 45 \sim 200 \times 200$ 公厘。在橫列式綫材軋機上，綫盤的重量約50~80公斤，所用鋼錠重量夠軋兩個綫盤，在連續式綫材軋機上，用每個鋼坯軋制一個綫盤，其重量達220公斤。現列舉某種四列組成的綫材軋機組，其設計參數如表3所示：

表 3

機列名稱	架數	軋鋼機之 種類	齒輪機座 之直徑 (公厘)	工作軋輥			電動機		
				直徑 (公厘)	輥長 (公厘)	轉數 轉/分	容量 (馬力)	轉數 轉/分	電源
預軋機列	1	三輥式	480	500	1500	120	1000	270	交流
毛軋機列	2	二輥交替式	315	330	900	270	1000	270	交流
第一光軋機列	3	二輥交替式	240	250~290	700	500	1200	500	交流
第二精軋機列	4	二輥交替式	240	250~290	700	600	1200	600	交流

(二) 軋制总压力之計算

决定軋制中軋件对軋輥所产生之总压力，取决于两个因素：
一是計算軋件与軋輥相接触的面积；另外就是軋輥上的单位压力。
軋件对軋輥之总压力計算如下：

$$P = F \cdot p_{cp} \text{ 公斤}$$

式中 F —— 軋件与軋輥之接触面积（意謂軋件对軋輥压力垂直平面內之投影面积）。在鋼板、扁鋼、方鋼之軋制中，軋輥与軋件只在輥之柱面接触，接触面积可依下式計算（一个軋輥的）。

$$F = l \frac{B_0 + B_1}{2} \text{ 公厘}^2$$

式中 l —— 变形区域之长度公厘； $l = r \times \sin \alpha$ 公厘；

B_0 与 B_1 —— 軋件在入輥前及出輥后之宽度公厘；

r —— 軋輥之半径公厘；

α —— 接触角。

如两軋輥直径彼此不同，則每一軋輥上之接触面积可按下式計算：

$$F = \frac{B_0 + B_1}{2} \sqrt{\frac{2r_1 r_2}{r_1 + r_2} \Delta h} \text{ 公厘}^2$$

式中 r_1 与 r_2 —— 两軋輥之半径公厘；

Δh —— 軋材压缩量，公厘。

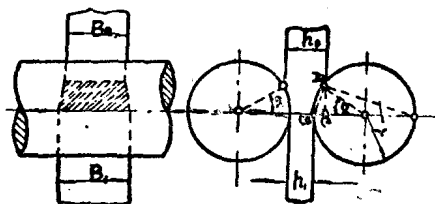


图 3 軋件与軋輥之接触面积

- (1) 菱形材 $\Delta h = 0.55 \sim 0.6 (a_0 - a_1)$;
- (2) 椭圆材 $\Delta h = a_0 - 0.7a_1$ (用于扁椭圆),
 $\Delta h = a_0 - 0.85a_1$ (用于近于圆形之椭圆);
- (3) 由椭圆轧出之方材:
 $\Delta h = (0.65 \sim 0.7) a_0 - (0.55 \sim 0.6)a_1$;
- (4) 圆材 $\Delta h = 0.85a_0 - 0.79a_1$.

式中 a_0 与 a_1 —— 为轧制前后型材切面高度公厘。

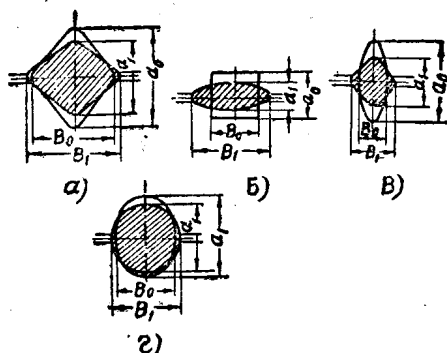


图 4 轧制之压缩方式

a —菱形; $б$ —由方到椭圆; $в$ —由椭圆到方; $г$ —由椭圆到圆

由于单位压力之理论与研究尚不充分, 故单位压力 p_{op} 的计算还不很精确。一般用下述艾克隆德公式进行计算:

单位压力 $p_{op} = (1 + m)(K + \eta \cdot u)$ 公斤/公厘²

式中 m —— 表征外摩擦对单位压力影响的系数;

$$m = \frac{1.6\mu\sqrt{r(h_0 - h_1)} - 1.2(h_0 - h_1)}{h_0 - h_1};$$

μ —— 轧制中摩擦系数, $\mu = 1.05 - 0.0005t$ (轧制温度 t 不低于 700°C 时有效)。对于冷铸铁辊取 $\mu = 0.8$;

r —— 轧辊半径公厘;

h_0, h_1 —— 轧件在轧制前后的高度公厘;

K —— 靜压力下之单位抗力公斤/公厘²;

$$K = (14 - 0.01t) \cdot (1.4 + c + Mn + 0.3Cr)$$

t —— 軋制溫度℃;

C, Mn, Cr —— 含炭量、含錳量、含鉻量的百分数;

η —— 被軋金屬之粘結性系数 $\frac{\text{公斤/秒}}{\text{公厘}^2}$;

$$\eta = 0.01(14 - 0.01t) \cdot C$$

C 是一个系数, 視軋制速度而定; 如表 4:

表 4

系数 C 的值

軋制速度公尺/秒	系 数 C
到6	1
6~10	0.8
10~15	0.65
15~20	0.60

u —— 变形速度 1/秒。

艾克隆德公式也可以适用于其他金屬之軋制。

$$K = 1.15\sigma_s$$

σ_s 在不同溫度和不同变形速度下的弹性极限, 公斤/公厘²。

在大多数情况下軋机之强度为軋頸之强度所限制, 因此, 必要时可用軋軋軋頸上之許用应力, 校核軋件在軋軋上之最大压力。

$$P = \frac{w \cdot f_b}{C - r} \text{ 公斤}$$

式中

w —— 軋頸之弯曲断面系数 公分³;

f —— 軋頸材料之許用应力 公斤/公分²;

C —— 自軋身边至压下螺絲中心綫間之距离 公分;

r —— 內圓角半径 公分。

輓頸上許用压力与輓頸直径，軋輥直径之間的近似关系如图6：

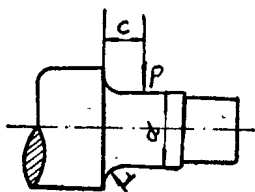
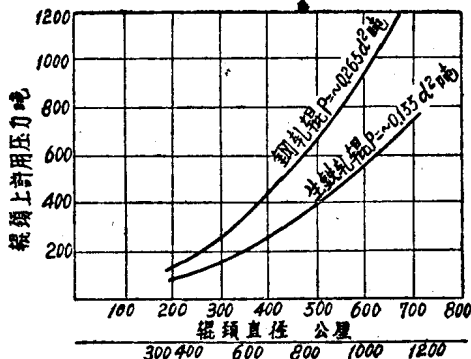


图5 軋輥頸上之作用力



大約的軋輥直径 (約1.67輓頸直径, 公厘)

图6 各种尺寸軋机輓頸上許用压力之近似数值

实际上大多数取 $C=0.55d$, $r=0.1d$, 得到下述简化公式:

$P \approx 0.155d^2$ 吨 (鑄鐵軋輥許用应力取700公斤/公分²时)。

$p \approx 0.265d^2$ 吨 (鑄鋼軋輥时許用应力取1200公斤/公分²时)。

式中 d 之单位取公分。

(三) 传动力矩之計算

軋輥传动所需电动机軸上之传动力矩为 $M_{\pi B}$ 。

$$M_{\pi B} = M_{\pi P} + M_{mP} + M_{xx} + M_{\pi H H} \text{ 吨公尺}$$

1. $M_{\pi P}$ —— 传至电动机軸上之軋制力矩 吨公尺:

$$M_{\pi P} = 2 P \psi \sqrt{r \cdot \Delta h} \quad (\text{軋件对軋輥合成压力之方向为豎直方向})$$

式中 P —— 軋制压力;

ψ —— 輥上合成压力位置系数, 在热轧中取①方形截面