

制粉工藝學

糧食加工專業講義

(下 冊)

糧食部武漢糧食工業學校

一九五九年十月

目 录

第三章 小麦的研磨	(1)
1. 小麦研磨的目的和組成	(1)
2. 研磨效果的指标	(1)
3. 影响研磨效果的因素——小麦的机械結構特性	(3)
磨輥表面的技术特性	(3)
研磨地区影响研磨效果的因素	(14)
磨粉机的生产率	(20)
[附录] 調节軋距的操作	(20)
第四章 粉夫篩理工作	(22)
1. 粉夫篩理的任务	(22)
2. 篩布	(22)
3. 磨制物的分类	(33)
4. 篩理效率	(34)
5. 影响篩理效率的因素	(36)
6. 平篩篩理的流程图——篩路图	(42)
[附录] ① 单篩体平篩篩路图	(45)
② 高方篩篩路图	(46)
③ 苏联国定标准5258—50篩路图	(46)
7. 物体在圓篩中的篩理	(47)
8. 刷夫机和打夫机的应用	(48)
第五章 清粉工作	(51)
1. 清粉工作的任务和方法	(51)
2. 清粉机工艺效果的指标	(52)
3. 影响清粉效果的因素	(54)
第六章 制粉过程	(61)

1. 粉路图的符号与閱讀程序.....	(61)
2. 皮磨系統——皮磨系統的任务.....	(64)
皮磨系統的道数.....	(65)
皮磨系統的流程.....	(66)
皮磨系統磨輥接触长度和篩理面积的分配.....	(69)
皮磨系統的操作指标.....	(70)
3. 清粉系統——清粉系統的組成.....	(80)
清粉系統的流程.....	(81)
4. 渣磨系統——渣磨系統的任务和組成.....	(88)
渣磨系統的流程.....	(88)
渣磨系統的操作指标.....	(91)
5. 心磨系統——心磨系統的任务.....	(92)
心磨系統的道数.....	(92)
心磨系統的流程.....	(92)
心磨系統的流量及操作指标.....	(94)
6. 細磨系統上使用齿輥和光輥的比較.....	(96)
第七章 制粉方法.....	(104)
1. 制粉方法的分类.....	(104)
2. 前路出粉法——設備的特性和改进.....	(108)
設備的分配.....	(110)
粉路的特点和操作.....	(112)
改进后技术經濟指标的提⾼.....	(113)
3. 新型粉路在中国的应用 (全面出粉) ——粉路的特点.....	(114)
技术設計指标.....	(118)
工艺过程的操作和效果.....	(120)
4. 产量翻番的經驗——主要技术指标.....	(123)
粉路的改进和特点.....	(123)
粉路的操作指标.....	(125)
經濟效果.....	(127)
总述.....	(128)

5. 剥皮制粉法——剥皮后制粉过程的改变	(130)
设备的分配和技术特性	(131)
6. 四組型机械化石磨粉路	(133)
7. 杂粮加工——玉米粉加工	(134)
薯粉加工	(135)
碎米加工	(137)
[附录]中路出粉	(137)
第八章 粉路設計	(144)
1. 粉路設計的原則	(144)
2. 設計的依据	(144)
3. 設計的方法——設計內容	(147)
設計的步驟与方法	(147)
[附录]制粉設備	(153)
新型粉路各系統流量設計指标	(155)
第九章 工艺过程的管理	(158)
1. 工艺过程管理的意义与目的	(158)
2. 清麦过程的檢查——工艺过程的經常檢查	(158)
定期的麦路測定	(160)
3. 制粉过程的檢查——制粉过程的經常檢查	(162)
粉路技术測定	(165)
實驗室試磨	(185)
4. 工艺过程中各种不正常現象的产生与克服	(187)
5. 出粉率的計算	(194)

第三章 小麦的研磨

第一节 小麦研磨的目的和組成

小麦研磨的目的是利用机械力量（磨粉机、松粉机和粉碎机）来破坏小麦的结构，改变小麦的颗粒形状和大小，将胚乳与麦皮、胚分开；将胚乳磨细成粉，而将表皮上的胚乳刮净。因此，研磨过程也就是用机械力量破坏小麦结构的过程。并分皮磨、渣磨、心磨、尾磨等系统来完成。

1. 皮磨系统：是将小麦破碎，从麦皮上将胚乳刮下，并保持大片果皮。只有这样，才能够最大限度地从麦皮上刮下粉来，使麦皮有较高的灰分。并提取一定数量的粗粒、粗粉和面粉，送入其他有关系统处理。

2. 渣磨系统：是加工皮磨或其他系统出来带有麦心的粗粒，目的是使其粉麦分开，提出品质较好的麦心，送入心磨系统研磨。并在后路渣磨剥刮小麸片上的残余胚乳。

3. 心磨系统：是将皮、渣、心磨系统和清粉系统出来的麦心，磨成一定细度的面粉，并提出麦屑。

4. 尾磨系统：尾磨位于细磨系统的中后段，其任务在于从品质较差的麦心中提出粉来。

小麦的研磨是制粉过程中最主要的环节，这一过程严重地影响着小麦的有效利用与好粉的数量、生产率的提高、单位产品的动力和材料消耗、单位成本及机器损耗。

第二节 研磨效果的指标

小麦所受研磨程度是表示研磨效果的好否，其研磨程度可以用研磨前后物体表面积之比来表示：

$$\text{研磨程度}\% = \frac{\text{研磨后物体表面的总面积}}{\text{研磨前物体表面的总面积}} \times 100\%$$

根据苏联谷物研究所的試驗，小麦的研磨程度一般在20~50倍。这种方法只能作为研究和試驗上的比較。在实际生产中是利用刮粉率和出粉量来表示研磨效果的。

1. 刮粉率（破碎率）：各道皮磨系統研磨后的物体，穿过粗篩的数量占1皮入磨小麦数量或占本道皮磨負荷的百分比称为刮粉率。根据苏联經驗，在計算刮粉率时，必須考虑到进入該道皮磨的物体的未篩淨率。以1皮磨入磨小麦数量为基础的刮粉率，可用下式表示：

$$B_s = \frac{(B - H) Q_s}{100 - H} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中 B_s —— 以1皮入磨小麦数量为基础的某道皮磨系統的刮粉率(%)

H —— 进入本道皮磨系統的物体中的未篩淨率占該道系統物体的%

B —— 以本道皮磨入磨物数量为基础的某皮系統的刮粉率(%)

在我国各厂目前是用 B 表示其研磨作用，这方法比較简单，可看出本道皮磨的研磨效果，檢查是否符合設計的意图和操作的統一。

Q_s —— 本道負荷量占1皮入磨小麦流量的%

例：制粉厂生产量150吨/24小时，2皮負荷量为120吨/24小时，測定2皮的刮粉率时，首先称取200克研磨后的物体，利用18W的篩格篩理，篩出物为100克。

$$\text{則： } B = \frac{100 \text{ 克}}{200 \text{ 克}} = 50\%$$

$$Q_s = \frac{120}{150} = 80\%$$

再将2皮研磨前的物体称取200克，也利用18W的篩格篩理，篩出物为8克。

$$\text{則： } H = \frac{8 \text{ 克}}{200 \text{ 克}} = 4\%$$

$$\text{故： } B_s = \frac{(B - H) Q_s}{100 - H} = \frac{(50 - 4) 80}{100 - 4} = 38.33\%$$

2. 出粉量：各道研磨系統中，磨后的物体穿过粉篩的数量，占本道負荷或占1皮入磨小麦数量的百分比，称为出粉量。其計算方法与刮粉率相同。

在生产过程中經常測定到粉率和出粉量来指导和校正生产工艺操作。还利用产品的灰分来表示研磨物的質量。

第三节 影响研磨效果的因素

一、小麦的机械結構特性、水分、面粉質量的要求，都是决定研磨效果的重要因素。根据以上不同，就應該在其他因素和操作上改变，来适應該小麦和产品的要求，以达到較高的研磨效果。

二、磨輥表面的技术特性：

磨輥表面有齿輥和光輥之別，齿輥是在磨輥表面上用刀拉有一定形状和大小的牙齿，或所謂拉絲的磨輥。光輥是磨輥表面用砂輪磨光，或用电火花加工成細微粗糙的表面，沒有牙齿的磨輥。解放前和解放初期我国在皮磨系統上采用齿輥，而在細磨系統中，則广泛采用光輥，研磨道数长，动力消耗大；总的生产量低。尤其是生产等級粉时，后路采用較多的光輥，使生产率受到限制。解放后中国工人階級在党的领导下，創造了利用齿輥代替光輥的經驗，在保証質量的前提下使生产率大大提高，动力消耗降低，在生产等級粉时利用齿輥同样得到良好的效果。

1. 齿形：磨齿的横断面形状直接影响研磨程度、中間产品与产品的数量和質量、制粉厂的生产量、动力消耗以及磨齿的使用時間（耐磨性）等。

根据图 1 所示，在横断面上的牙齿形状成两个不对称的侧面。窄面

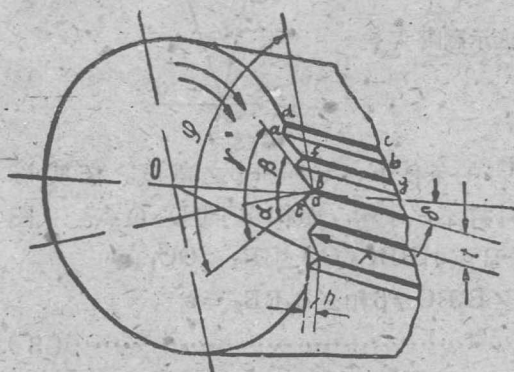


图 1 磨輥的横断面

abcd 是鋒面，寬面abgf是鈍面。这两个侧面形成的夹角称为牙角 γ 。 α 乃鋒面与磨齿半徑的夹角称为鋒角。 β 乃鈍面与磨齿半徑（通过齿頂）的夹角称为鈍角。从磨齿的横断面可以看出，每个牙齿上都有平頂e，使磨輥表面有平面，在齿磨作用中加有

光輓作用，这样可使研磨作用和緩，減少夫屑造成机会，并使牙齒經久耐用。

例如：每厘米4牙的齒輓上，即每牙有平面寬為0.8~1.0mm（英制0.035吋），則整個面積上，有35%是平面。磨輓排列如是鋒對鋒，則更應採用平頂以緩和其作用。

在磨輓牙齒表面的材料和制作質量相同的情況下，磨齒高度和寬度決定于1厘米磨輓圓周長度上的牙齒數或齒距。如果齒距不變時，則牙齒高度就決定于磨齒角度。

下面我們看一下，牙齒高度 h 與牙齒角度 $\beta + \gamma = \theta$ 的關係。首先從圖2a可以得出：

$$t = A_1B + BC_1 = htg\gamma + htg\beta$$

$$\text{因此 } h = \frac{t}{tg\beta + tg\gamma} \dots\dots\dots (2)$$

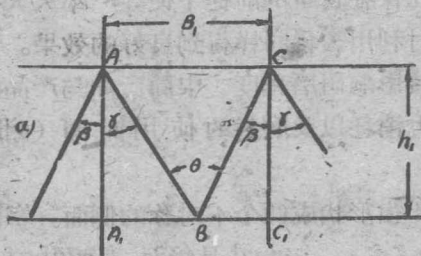
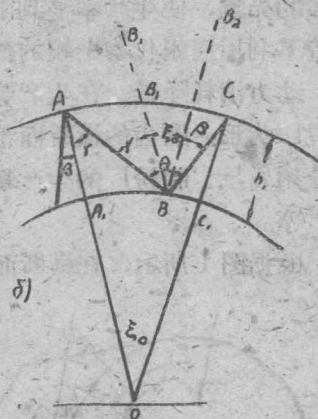


圖2 磨齒的高度示意图



以上所求之 h 是設 $AA_1 \parallel CC_1$ 的條件下， $\theta = \gamma + \beta$ 之高度。在實際上，磨輓表面是圓周形所以 AA_1 並不 $\parallel$ 于 CC_1 而相交于圓心 O 點。（圖2b），為了測得 θ 角，因此通過 B 點引 $BB_1 \parallel OA$, $BB_2 \parallel OC_1$ ，

得出： $\angle ABB_1 = \gamma$ ， $\angle B_2BC = \beta$ 和 $\angle B_1BB_2 = \epsilon$

$$\text{因而 } \theta = \gamma + \beta + \epsilon \dots\dots\dots (3)$$

因此，想求出牙齒角度 $\beta + \gamma$ ，即拉絲刀的角度必須等於 $\beta + \gamma + \epsilon$ 。

在面粉厂中，磨辊牙齿是用 $\theta = \beta + \gamma$ 的拉丝刀刻成的，所以牙齿的尖角是 $\theta_1 < \theta$ 。

由于 ε 是一个齿的中心角度，所以 $\varepsilon = \frac{2\pi}{n}$ 。

n —— 整个磨辊的圆周表面上的牙齿数。

为了确定牙齿的高度 h ，(图3) 连接 O 点把 ε 角分成 ε_1 和 ε_2 两部分，由于 $t = R\varepsilon$ 所以 $t = R(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)$ 。

因为 ε 角的数字很小，在 $\triangle AOB$ 中，引出公式 $\frac{OB}{\sin\gamma} = \frac{AB}{\varepsilon_1}$ 及 $\triangle BOC$ 中引出公式 $\frac{OC}{\sin\beta} = \frac{BC}{\varepsilon_2}$ ，即式中 $OB = R - h$ 。

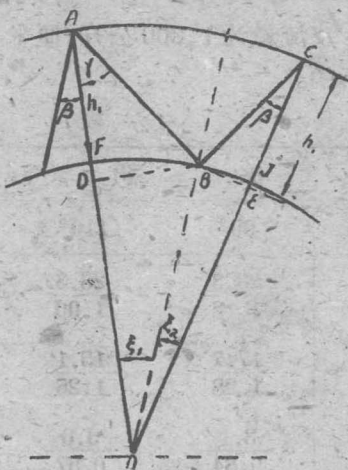


图3

$$\text{因此: } \varepsilon_1 = \frac{AB}{R-h} \sin\gamma$$

$$\varepsilon_2 = \frac{BC}{R-h} \sin\beta$$

$$\text{从而 } t = \frac{R}{R-h} (AB \sin\gamma + BC \sin\beta)$$

从 B 点分别向 OA 和 OB 引垂直线 BD 和 BE 得出:

$$BD = AB \sin\gamma = AD \operatorname{tg}\gamma$$

$$BE = BC \sin\beta = CE \operatorname{tg}\beta$$

因为 ε_1 和 ε_2 的数字很小，故 $AD \approx h$ ， $CE \approx h$ ，

$$\text{所以 } AB \sin\gamma = ht\gamma$$

$$BC \sin\beta = ht\beta$$

$$\text{则: } t = \frac{R}{R-h} (ht\gamma + ht\beta) = \frac{Rh}{R-h} (\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\beta)$$

$$Rt - ht = Rh (\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\beta)$$

$$Rt = Rh (\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\beta) + ht$$

$$t = h (\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\beta) + \frac{ht}{R}$$

$$\text{即 } \frac{t}{R} \approx \operatorname{tg}\varepsilon \text{ (因 } \varepsilon \text{ 角很小)}$$

$$t = h (\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \varepsilon)$$

$$\text{所以: } h = \frac{t}{\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \varepsilon} \dots\dots\dots (4)$$

把图2和图3的结果作一比较: 可以看出, 牙齿的实际高度 h 略小于公式(2)的高度, 虽然差别不大, 但是, 就阐明所产生的现象特征来说, 确是一个原则性问题。

在齿距不变的情况下, 牙齿高度由于牙齿的角度的增大而减低。但是随着 θ 的增大, 在节圆上的牙齿厚度也就增大, 因此, 牙齿的耐磨性亦因而提高。

苏联谷物研究所根据 65° , 75° , 90° , 110° 等不同的角度, 进行了试验。所得出不同的效果如下。表1是在1皮流量为1,300公斤/厘米/24小时, 玻璃质为50%的小麦的情况下进行的。

表 1

研磨过程的各种指标	磨 齿 / 夹 角			
	65°	75°	90°	110°
刮 粉 率	$\frac{26.4}{1.2}$	$\frac{25.4}{1.15}$	$\frac{26.3}{1.12}$	$\frac{26.3}{1.00}$
大 粗 粒	$\frac{17.9}{1.34}$	$\frac{17.2}{1.29}$	$\frac{17.7}{1.28}$	$\frac{15.1}{1.25}$
中 小 粗 粒	$\frac{2.7}{0.97}$	$\frac{2.9}{0.88}$	$\frac{3.1}{0.84}$	$\frac{3.6}{0.57}$
粗 粉	$\frac{2.9}{0.77}$	$\frac{2.9}{0.81}$	$\frac{3.1}{0.73}$	$\frac{4.1}{0.56}$
面 粉	$\frac{2.1}{0.93}$	$\frac{2.4}{0.89}$	$\frac{2.4}{0.83}$	$\frac{3.5}{0.71}$
面粉色泽(比色计单位)	80	76	75.5	67.5
组成单位表面积所需的动力(瓦/厘米 ²)	0.33	0.34	0.35	0.38

表一说明, 在第一道皮磨系统刮粉率几乎相同的情况下, 随着 θ 角的增大, 所提出产品的平均灰分降低, 特别在 θ 角为 110° 时, 产品灰分显著降低。当然, 使用这样的夹角时, 大粗粒的出品率比使用 65° 的夹

角略小些，但其灰分也由1.34%降到1.25%；中、小粗粒灰分由0.97%，降到0.57%；粗粉灰分由0.77%，降到0.56%；面粉灰分由0.93%，降到0.71%。面粉色澤有所改善。此外，夹角增大时，研磨物重新組成单位面积上的耗电量随着增加。

表 2

研磨过程的各种指标	磨 齿 夹 角			
	65°	75°	90°	110°
刮 粉 率	$\frac{33.05}{1.24}$	$\frac{38.1}{1.26}$	$\frac{43.8}{1.25}$	$\frac{45.1}{1.09}$
大 粗 粒	$\frac{29.6}{1.28}$	$\frac{34.6}{1.27}$	$\frac{39.7}{1.29}$	$\frac{40.6}{1.11}$
中 小 粗 粒	$\frac{0.2}{1.0}$	$\frac{0.2}{0.97}$	$\frac{0.2}{0.98}$	$\frac{0.3}{0.93}$
粗 粉	$\frac{1.0}{0.92}$	$\frac{1.1}{0.89}$	$\frac{1.1}{0.9}$	$\frac{1.2}{0.86}$
面 粉	$\frac{2.25}{0.92}$	$\frac{3.2}{0.92}$	$\frac{2.8}{0.92}$	$\frac{3.0}{0.9}$
面粉色澤(比色計单位)	66	66	71	61.5
組成单位面积所需的动力(瓦/厘米 ²)	0.18	0.19	0.20	0.22

表 2 內所列出的是第二道皮磨系統研磨产品时，所得出的各項指标，进入該系統的流量为730 公斤/厘米/24 小时，軋距为0.7 毫米，当軋距和流量不变时，刮粉率随着磨齿夹角的增大而提高，提出产品的灰分降低，尤其是大粗粒的灰分有显著的降低。同时动力消耗也随着增加。

表 3

研磨过程的各种指标	磨 齿 夹 角			
	65°	75°	90°	110°
刮 粉 率	$\frac{19.1}{0.72}$	$\frac{26.0}{0.82}$	$\frac{30.7}{0.85}$	$\frac{40.7}{0.78}$
大 粗 粒	$\frac{6.2}{0.81}$	$\frac{8.1}{1.01}$	$\frac{11.6}{0.99}$	$\frac{13.1}{0.95}$
中 小 粗 粒	$\frac{4.1}{0.69}$	$\frac{5.3}{0.69}$	$\frac{5.3}{0.74}$	$\frac{6.5}{0.66}$
粗 粉	$\frac{3.7}{0.66}$	$\frac{5.6}{0.67}$	$\frac{6.7}{0.69}$	$\frac{10.6}{0.64}$
面 粉	$\frac{5.1}{0.67}$	$\frac{7.0}{0.84}$	$\frac{7.1}{0.85}$	$\frac{10.5}{0.77}$
面粉色泽(比色計单位)	38	35	33	30
組成单位表面积所需的 动力消耗(吨/厘米 ²)	0.09	0.10	0.10	0.12

从表 3 第三道皮磨系統产品的各种研磨指标可証实磨齿夹角增大时刮粉率的提高。由 65° 增到 110° 时, 刮粉率提高了一倍多, 同时質量也有显著的改善。在三皮以后的各道系統中, 宜采用由較大的磨齿角度或鈍对鈍的排列, 这对夫皮的刮淨和产品質量有很大的帮助。

我国适用于磨制标准粉的磨齿角度:

皮磨: 20°/70°, 30°/60°, 35°/65°, 40°/70°。

細磨: 40°/70°, 45°/75°。

研磨效果不仅取决于磨齿夹角 θ , 而主要取决于前角 β 。麦粒是由于剪力的結果而破裂, 而剪力的大小是决定于磨齿前角的大小。从图 4 可以看出, 作用于麦粒上破坏麦粒的力 P (垂直于磨齿的鋒面), 可以分成剪力 P_1 和压力 P_2 。

$$P_1 = P \cdot \cos(\lambda + \beta) \dots \dots \dots (5)$$

$$P_2 = P \cdot \sin(\lambda + \beta) \dots \dots \dots (6)$$

当 β 角增大时, P_1 力减少, 研磨强度降低, 动力消耗增加。

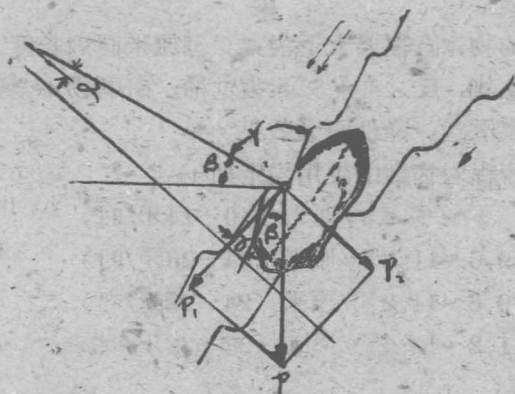


图4 快辊牙齿的力的作用示意图

λ ——麦粒表面与磨辊的磨擦角。

根据苏联谷物研究所用锋角为 20° 、 30° 、 40° 、 50° 等不同角度在前三道皮磨系统进行的试验证明：

(1) 一、二皮随着 β 角的增加使刮粉率降低，三皮无显著变化。

(2) 由于 β 角的增加，一皮产品的质量有所降低，二皮无显著变化，三皮有所提高。

(3) 当 β 角增加时，一皮的单位电耗量随着增加，二、三皮无显著的变化。

为了改善产品的质量，在1皮使用较尖的角度，2、3皮使用 $30^\circ \sim 40^\circ$ 的前角，以便提高研磨效果和降低电耗。

2. 齿数：齿数是用每厘米或每吋的磨辊圆周长度上牙齿的数量来表示。

$$Z = \frac{\pi D}{t} = \pi D n \dots \dots \dots (7)$$

Z——总齿数

t——齿宽（齿间距）

n——齿数（牙/厘米）

D——磨辊直径（厘米）

各道磨子的齿数根据进入磨粉机的物件直径大小和品质以及要求研

磨的程度决定。

进入磨辊中的物体直径要大于齿宽。每厘米圆周长度上齿数愈多，研磨后的物体就愈细，反之亦然。牙齿过稀，研磨物不易磨细，而且陷于牙齿中造成阻塞磨齿，降低研磨效果。

粮食部操作规程对齿数的采用规定如下：

1 皮磨用 4 ~ 5.6 牙/厘米 (10—14 牙/吋)

后道皮磨用 9.6 ~ 11.2 牙/厘米 (24—28 牙/吋)

渣磨用 9.6 ~ 11.2 牙/厘米 (24—28 牙/吋)

心磨用 11.2 ~ 12.6 牙/厘米 (28—32 牙/吋)

3. 磨齿斜度：

磨齿和磨辊中心轴线所成的倾斜角或磨齿两端在圆周长度上的位移距离与磨辊长度的比值称为磨齿斜度。

由图 5 可以得出：

$$y = \frac{d}{l} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

d — 磨齿两端的差距 (毫米)

l — 磨辊的长度 (毫米)

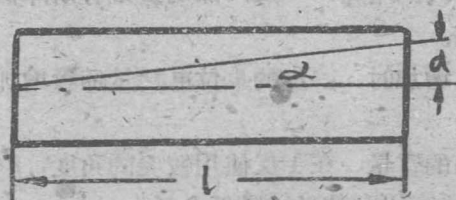
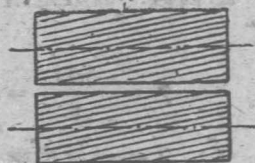


图 5 磨齿斜度

所以磨齿的斜度可以用 α 角表示，也可用 α 角的正切 y 表示。

快慢辊的磨齿斜度要向同一方向倾斜，当磨辊迴转时，快慢辊的磨齿以两倍于磨齿斜度的角度交叉 (如图 6)。

磨齿有了斜度，快辊磨齿产生对物体作用的力 P (从图 7 中可以看出)， P 是垂直于磨齿，则分成 P_1 和 P_2 两分力。



交叉角

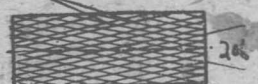


图 6 斜度的排列

$$P_1 = P \cos \alpha \dots \dots \dots (9)$$

$$P_2 = P \sin \alpha \dots \dots \dots (10)$$

P_1 是由于两磨辊转速之相对速度而产生物体的剪力。 P_2 是由于斜度而产生的轴向分力；可是，斜度过大时，使 P_2 力增加而克服磨齿上的摩擦力向轴向滑动。

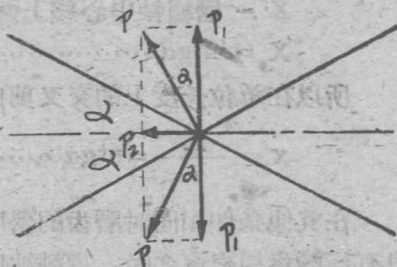


图7 磨齿的剪力

摩擦力 $F = fP_1$

使其物体在磨辊向轴向移动时：

因而 $P_2 > F = fP_1$

$$P \sin \alpha > fP \cos \alpha$$

$$\sin \alpha > f \cos \alpha \quad (\text{因 } f = \tan \varphi)$$

所以 $\tan \alpha > \tan \varphi$ 或 $\alpha > \varphi$

φ 生铁对小麦来说一般为 $16^\circ \sim 18^\circ$

当 α 角大于 φ 时物体沿轴向滑动。可是当 $\alpha = 0$ ，即磨齿无斜度时，磨齿对物体的研磨作用是间隙性的，使磨粉机产生振动现象。所以必须有一定的斜度，斜度愈大时两磨齿交叉的点就愈多。

由图8可以看出：

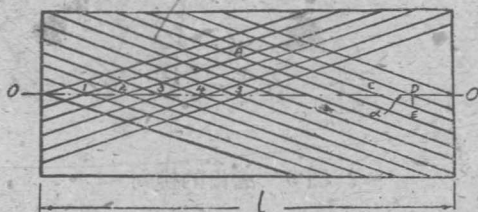


图8 磨齿的斜度交叉

CD — 两交叉点在水平上的距离。

DE — 牙齿顺磨辊圆周的间距， $\left(\frac{1}{n}\right)$

$$CD = \frac{DE}{\tan \alpha} \dots \dots \dots (11)$$

$$X = \frac{l}{CD} = \frac{l}{DE} \tan \alpha$$

X — 磨輥軸中心綫上兩牙的交叉數。

$$X = \int n t g \alpha \dots\dots\dots (12)$$

所以在單位長度上的交叉剪口數：

$$x = \frac{X}{l} = n t g \alpha \dots\dots\dots (13)$$

在其他條件相同時磨齒的斜度愈大，即貨料被粉碎得愈厲害。因為只有當磨齒相交愈多時，貨料被切碎的程度才愈高。如果貨料的研磨程度相同時，斜度大的用剪切力完成的成分居多，所以動力較為節省。根據系統的道數、研磨要求及物料性質來適當選擇斜度。

4. 磨齒的排列：

因為磨齒有鋒口和鈍口，以及磨輥有不同的圓周速度，快慢輥磨齒排列有四種相對位置（如圖 9 所示，雙箭頭表示快輥，單箭頭表示慢輥）。

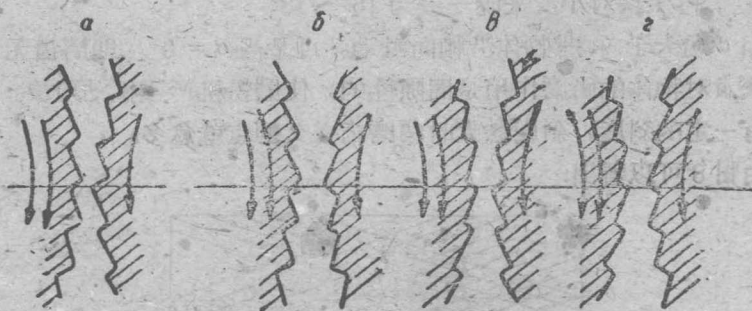


圖 9 磨齒的排列

(1) 鋒對鋒：快輥鋒口向下，慢輥鋒口向上。其剪切作用最強，麥粒破碎程度大，得到最多數量的粗粒而粉的数量很少。宜於加工高水分和低玻璃質的小麥。同時能夠處理高流量的物體，減少動力消耗。

(2) 鋒對鈍：快慢輥鋒口向下，作用較鋒對鋒緩和。

(3) 鈍對鋒：快慢輥鋒口向上。

(4) 鈍對鈍：快輥鋒口向上，慢輥鋒口向下，作用緩和，麥粒受壓力較大，剪切力較小，結果是粗粒少，細粒和面粉多，夫片大，粗粒

粗粉的灰分較低。适于加工高玻璃質和低水分的小麦，能避免去皮过碎。可是需要动力較大。

表 4

产 品 名 称	各种不同排列粗粒粗粉的出品率			
	鋒对鋒	鋒对鈍	鈍对鋒	鈍对鈍
大 粗 粒	17.0	8.7	8.2	7.3
中 粗 粒	1.75	1.2	1.6	1.3
小 粗 粒	1.15	0.7	1.3	1.0
粗 粉	2.1	1.4	2.5	1.8
面 粉	2.4	1.7	3.6	2.1
合 計	24.4	13.7	17.2	13.5

由以上表中可以看出鋒对鋒的大粗粒数量占刮粉率的70%；面粉沒有超过10%，在同样軋距和其它条件下，鋒对鋒的刮粉率最高，鈍对鈍最低。鈍对鈍大粗粒占刮粉率的54%，面粉占15%以上，說明鈍对鈍出粉多而粗粒較少。

5.磨齿的新旧程度：磨齿的新旧对研磨作用有很大的影响。磨輥开始使用的时候，具有較强的研磨作用，而用到一定的时数后，齿平頂增加，齿角变鈍，作用即較和緩。用到过久时，磨齿深度減少，造成研磨作用过弱，动力消耗剧增，应及时調換。下图乃磨齿新旧对碾磨的影响。

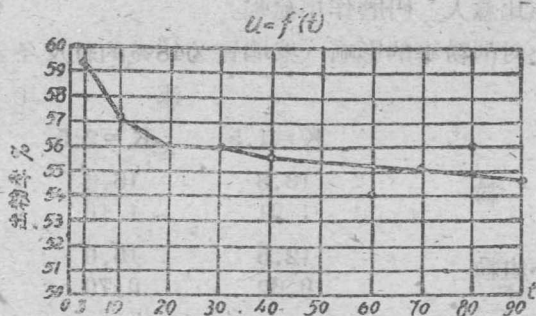


图10 在新拉絲的磨輥上研磨时刮粉率的变化