

# 紡織機械設計原理

第二分冊

## 紡紗機械

(試用本)

華東紡織工學院

紡織機械設計教研組編

1961

# 目 录

|              |     |
|--------------|-----|
| 第一篇 开清、梳机器设计 | 1   |
| 第一章 开清棉机械设计  | 1   |
| 1. 设计概论      | 1   |
| 2. 打手        | 4   |
| 3. 尘格与尘棒     | 18  |
| 4. 棉仓        | 24  |
| 5. 均匀给棉装置    | 29  |
| 6. 开清棉机械联动装置 | 45  |
| 7. 成卷机构      | 49  |
| 8. 空气输送及除尘   | 64  |
| 第二章 梳棉机设计    | 75  |
| 1. 设计概论      | 75  |
| 2. 梳棉机的传动    | 77  |
| 3. 喂给机构      | 84  |
| 4. 刺辊分梳部分    | 87  |
| 5. 锡林        | 90  |
| 6. 道夫斩刀机构    | 99  |
| 7. 圈条机构      | 115 |
| 第三章 精梳机设计    | 119 |
| 1. 设计概论      | 119 |
| 2. 梳理机构设计    | 123 |
| 3. 分离机构设计    | 131 |
| 第二篇 前、后纺机器设计 | 145 |
| 设计概论         | 145 |
| 第一章 欠伸机构设计   | 152 |
| 1. 欠伸基本原理    | 152 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 2. 欠伸区的布置       | 165 |
| 3. 罗拉设计         | 179 |
| 4. 加压机构设计       | 184 |
| 5. 欠伸传动设计       | 192 |
| 6. 横动装置的构造和计算   | 200 |
| 第二章 加捻卷绕机构      | 210 |
| 1. 加捻卷绕与卷绕规律    | 210 |
| 2. 翼锭纺纱的传动设计    | 214 |
| 3. 差动机构         | 221 |
| 4. 变速机构         | 226 |
| 5. 摆动机构         | 232 |
| 6. 环锭精纺机的卷绕机构   | 241 |
| 7. 集中成形         | 247 |
| 8. 卷绕中的纱线张力     | 249 |
| 9. 环锭精纺机的钢令与钢丝圈 | 258 |
| 第三章 锭子与锭翼       | 263 |
| 1. 环锭式锭子        | 263 |
| 2. 离心锭子         | 285 |
| 3. 锭翼与压掌        | 292 |

# 第一篇 开清、梳机器設計

## 第一章 开清棉机械設計

### 1. 設計概論

#### 发展方向

缩短工艺过程是纺织机的主要的发展方向。旧型的开清棉联合机，很多机台所完成的工艺作用，基本上相同，都是一步进一步的开松、除杂、混和和均匀，因此在保证达到工艺要求下，尽量减少其中的组合机台数，应是开清棉机重要的发展方向。开清棉工艺积累的基本经验是先松后打，多松少打，松打交叉，先落大杂，后落小杂。过去有人认为对棉花的开松除杂，只能逐步地从缓和到激烈，因而认为需多用几台机器，多几点工作点来满足这个要求。显然，这个看法是有害的。若干试验说明适当地选择作用比较激烈的机件来代替原来作用比较缓和的机件，充分发挥每台机器的工艺作用，减少机台数是现实的。事实上，我国最近生产的58型、59型开清棉联合机就是根据这个原则简化的，经过生产鉴定试验，结果良好。减少开清棉联合机的组合机台数，可以大大减少制造的工作量，节约金属，减少基建面积，而且减少经常的保全、保养和维护工作，符合多快好省地建设社会主义的总路线精神。减少组合机台数，是以应用先进技术为基础而不降低对开清棉机的开松、除杂、混合和均匀和成卷均匀方面提出的质量要求。目前缩短工艺过程的进一步研究问题是清钢联合机。

开清棉机的自动化和电气化，可以显著地提高劳动生产率并改善棉卷的质量。我国生产的54型单程开清棉联合机就已经采用了电气式的联动装置如水银开关，电磁吸动器等，较之老式的机械式的联动装置大大提高了控制的灵敏度，因而有利于棉卷均匀度的改善。利用各种电气化和机械式的自动落卷装置，可以替代繁重的人工落卷工作，

减少了落卷所需的时间，不停车自动落卷装置也解决了原来棉卷生产时头几码不匀的质量问题。自动落卷装置必须设计得简单而且可靠，某些设计的机件过分复杂，就很难见诸实用和推广。直接用棉包喂入和混棉自动化的问题也正在研究，不单在主要的工艺过程中而且很重要是在辅助工作中也应该实行电气化和自动化，如棉包和棉卷的运输，以及质量检查等。

增大棉卷的卷装可以提高机器的生产率，减少清棉机上的落卷工作，也减少梳棉机上的上卷接头工作，苏联的大成形棉卷直径达 900 毫米，重 80 公斤左右。加大棉卷的卷装，必须同时解决运输机械化的问题和设计稳定加压装置（保持棉卷加压大小不变）。

开清棉的进一步的研究方向，是从根本上研究开松原棉与分离杂质的新的方法，如超声波开棉等。

我国开清棉联合机主要是郑州纺织机械制造厂制造的，在 58 年上半年以前主要大量生产的是 54 型单程开清棉联合机，它是在学习苏联先进经验的基础上，仿 T-16 型而自行设计制造的，它的组成是：

1011A 型混棉给棉机 5 台 }  
1012A 型回花给棉机 1 台 } →1021A 型高速混棉帘子 →1051A 型  
立式开棉机 →1031 型豪猪开棉机（附 1041 甲高速尘笼）→1031 型豪猪开棉机（附 1041 高速尘笼）→1061 或 1061A 耙式配棉器（附储棉箱及二台 1041 高速尘笼）→1071B 单程清棉机 2~4 台（豪猪、三翼及梳针三个打手）。

在大跃进的光辉照耀下，58 年下半年开始生产 58 型开清棉联合机，它的组成是：

A013 混棉给棉机 4 台 }  
1012 回花给棉机 1 台 } →气流输棉 →1031 豪猪开棉机（附 1041 甲  
高速尘笼）→1031 豪猪开棉机（附 1041 甲高速尘笼）→三路电气配棉 →A073 单程清棉机 2~3 台（附 1041 高速尘笼）（三翼及梳针二个打手）。

进一步正在试造及鉴定中的 59 型开清棉联合机，它的组成是：

A013A 混棉给棉机 4 台 }  
1012A 回花给棉机 1 台 } →气流输棉 →1031 豪猪开棉机或 A031 多

滚筒开棉机（附 A051 高速尘笼）→A032 多刺滚开棉机（附 A051 高速尘笼）→四路电气配棉→A074 单程清棉机 4 台（附 A051 高速尘笼及双棉箱给棉机）（一个三翼式梳针刀片混合打手）。

在我国目前的原棉条件下，54 型开清棉联合机在实际使用中感到打击次数太多，立式开棉机一般可以不用，因此在 58 型、59 型中取消了立式开棉机。混棉给棉机的台数，也觉得多了一些，实际上有的厂已将其中一台移作总给棉机之用，因此 58 型、59 型减少了一台混棉给棉机。58 型在混棉给棉机的出棉部分增加了一个角钉打手，在 59 型上进而把二个打手都改为用豪猪刀片。59 型上并且也采用了开松作用比较激烈的多刺辊开棉机来代替原来的豪猪开棉机，这就使得单程清棉机的打手减少至一个混合式打手，因而大大简化了机器的结构。其次，58 型、59 型在采用了机构比较简单又减少车间内飞花的气流输棉来代替高速混棉帘子；采用了电气配棉来代替原来结构复杂，装配极化人工的耙式配棉器；这样，据初步计算，59 型比 54 型可以节约钢材 37.6%；减少占地面积 51.8%。58 型、59 型单程开清棉联合机当然还没有完全成熟，在我国技术革命愈益蓬勃发展的六十年代，新型的开清棉机器必将获得进一步的改进和发展。

为了贯彻大、中、小结合，二条腿走路的方针，我国还正在研究和试制适应中小型厂（5000 锭或 10000 锭）的开清棉机器，较为简单而又能与大型厂的开清棉机器系列化。

### 設計特点

开清棉机器是一整套多机台的联合机，因此其中的任一机台都不可单纯看作是一个独立的个体，而只能看作是一个整体的部分。设计机台的任何重要工作机构时，都必须考虑到它在整套联合机中的作用及与其他机构的关系。

各机台的生产能力应该设计得互相适应，就是说顺着原棉的运动方向，机台的生产能力应该相等，同样各机台的外形尺寸也应该根据它们的排列情况相互适应，以节约整个联合机的占地面积。

开清棉机的主要作用首先是开松，而至于除杂、混合则是在开松的基础上进行的。在现有的开清棉机上，利用各种各样的打手来满足这个要求；当然角钉帘子也起着扯松的作用。

由于在开清棉机上需要从原棉中去除杂质，设计机器的结构就应该考虑到，要排出尽量多的杂质，排出的杂质不易回到原棉中去，又要不弄脏车间的地面和空气，而且还要便于工人的清除。

由于单程开清棉机一开始喂入的原棉并不均匀，而我们却要求最后获得均匀的棉卷，因此在开清棉机中就必须有作用灵敏的均匀机构，以调节单位时间内输出的棉量一定。在现有的机器中广泛应用天平调节装置以获得纵向的均匀度。任一瞬时对均匀机构给棉量是不相等的，因此在均匀机构之前又必需有储存原棉的装置；棉箱和棉仓一方面满足了这个要求，另一方面还起着混和和改善棉卷横向均匀的作用。储存原棉的装置的容量不可能太大，因此需要有灵敏的联动装置来控制后方机台的喂给，必要时使它们停车，而在正常运转情况下，应该设计使后方机台的产量略大于前方机台的产量。

任何喂给装置的速度需要随前方机器储存原棉装置的充满而停止回转，但是打手，风扇等这一类机件，由于速度高、惯性太大，就应该不停车。对于摩擦传动的变速装置，应该尽量减轻其载荷，以使其作用灵敏，提高棉卷的均匀度。

开清棉联合机中的各个机台，有很多作用相同的部件和另件，例如尘格、给棉罗拉、输棉帘子、摇栅及其联动装置，各种传动件以及其他等等。在工艺容许的范围内，应该十分注意使这些机件设计得通用化。

## 2. 打 手

打手是开棉和清棉的重要工具。它有豪猪式、立式、翼片式、梳针式、锯齿式、联合式、锯齿滚筒式等等型式。打手的型式决定着它对棉层打击的方式和开清棉效果。因此根据开清棉不同的工艺要求，采用不同型式的打手。打手在开清棉机中的排列次序是先开后清。对棉层的打击方式是从“点”到“线”，最后再以“点”的打击而结束。例如1071型单程清棉机中，先是豪猪打手，翼片打手，最后是梳针打手的打击。

### 豪猪打手

它由许多铆有钢刀片的钢盘所构成，如图1—1所示，也有以螺钉

将许多钢刀片连结在圆筒上的,如图 1—2 所示。后者比较简单,制造与装置也比较方便。

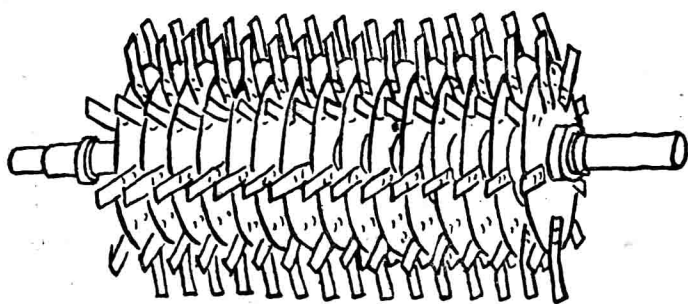


图 1—1 豪猪打手

豪猪打手兼有打击、梳理的开棉作用,除杂能力则介于翼式打手和梳针打手之间,适用于开棉机,也适用于清棉机。

豪猪打手的直径主要根据所需击棉速度(即打手刀片尖端的圆周速度)的大小来确定,同时也要考虑到机器外廓尺寸,坐格的曲率,以及打手的转速等等因素而决定。

击棉速度决定着刀片对棉层的作用强度,也就影响着刀片对于棉层的松介和废棉的排出,确当的击棉速度是根据棉纺试验决定的,一般:

在开棉机上约为: 15~25 米/秒

在清棉机上约为: 15~20 米/秒

选择小直径的豪猪打手时,坐格的曲率较大,有利于除杂,同时,机器外廓尺寸小,打手本身也轻便,便于看管并节约金属材料;但是为达到一定的击棉速度,如果打手直径小,转速就高,因此还必须考虑打手转速不宜过高的条件,确保打手轴承的寿命。目前我国制造的豪猪打手直径一般为 610 毫米(24 吋),亦有 457 毫米(18 吋)和 406 毫米(16 吋)的;清棉机上的豪猪锡林,可以采用较小的直径。为满足不同的开清棉工艺要求,在打手传动系统中,设计有调换皮带轮,以达到相应的击棉速度。

豪猪打手的工作宽度  $L$  应该比喂入棉层的宽度  $L_0$  略宽,一般取



$$L = L_0 + (10 \sim 15) \text{毫米}$$

刀片是用厚度为 5~7 毫米和宽度为 30 毫米的  $G_3$  钢板做成, 刀口部分经过热处理, 硬度要求大于  $R_c 50$ 。为防止粘附纤维, 刀口部分的光洁度要求为  $\nabla \nabla_6 \sim \nabla \nabla_7$ 。

刀片的工作尖端是按照单线螺纹、双线螺纹或者双轴向人字形排列的。图 1—3 系三种不同的打手刀片排列对棉层的打击点分布图。对于某一棉层区段, 比如说二倍于刀片宽度的范围内, 作单螺纹排列时, 在打手一回转时间内输出棉层的这段上受到连续的二次打击, 因而可以看作仅受一次打击; 而对于双螺纹排列的刀片时, 则可以看作受有二次打击, 而每次相隔半转, 这就提高了打手的开清棉能力。试验证明, 刀片按螺纹排列击棉时产生轴向气流, 这将影响棉层的横向均匀度, 因此, 最近郑州纺织机械厂设计有刀片按双轴向人字形排列的豪猪打手。吸取了双螺纹排列增加棉层受击次数的优点; 同时也克服了按螺纹排列造成轴向气流的缺点。

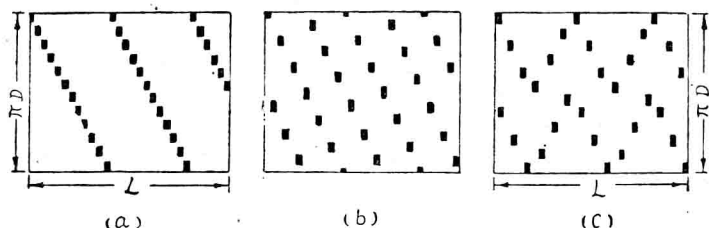


图 1—3 刀片对棉层的打击点分布图

(a) 单螺纹排列 (b) 双螺纹排列 (c) 双轴向人字形排列

由轴端看过去, 刀片通常是每相隔  $30^\circ$  而排列的, 亦即相当于有 12 列轴向排列的刀片; 对于钢盘豪猪打手即为每个钢盘上只有 12 把刀片。

刀片总数应该这样来确定, 如果将这些刀片重合在一个平面上时, 它们应能合成为连续的一条, 相当于一个单翼打手那样, 以保证在棉层宽度方向上, 都能获得受击机会。设刀片厚度为  $S$ , 则刀片总数。

$$n = \frac{L}{S} \quad (1)$$

但是，如此计算所得到的是最少刀片数，实际上，往往将此数增加到 1.5~2 倍。1071 型单程清棉机上取为 1.6。若是钢盘式豪猪打手，其钢盘数  $K$  应等于：

$$K = \frac{n}{m} = \frac{L}{S \times m} \quad (2)$$

式中  $m$  为每个钢盘上的刀片数。一般是： $m=12$ 。

豪猪打手轴的强度可以根据弯矩和扭矩的合成弯矩来验算；弯矩是由打手、皮带轮的重量以及皮带拉力所引起；而扭矩决定于打手所传递的功率。

刀片固装在钢盘或圆筒上所用的连接件铆钉或螺钉是根据刀片本身的离心力来计算的。

豪猪打手的轴应设计成两端对称，当一个刀片的刀口磨损到不能使用的时候，就可以把打手翻转 180°，使用另一面刀口。豪猪打手必须经过静平衡和动平衡，平衡对重可以加装在打手内部的轮缘上。

打手刀片与剥棉刀之间的隔距仅为 1.5~2 毫米。所以在设计时必须注明打手的制造精度。半径(量到刀片工作端)公差等于 +0.3 毫米。

### 翼片打手

它有二翼式和三翼式两种，后者比较常用，其结构示于图 1—4。翼

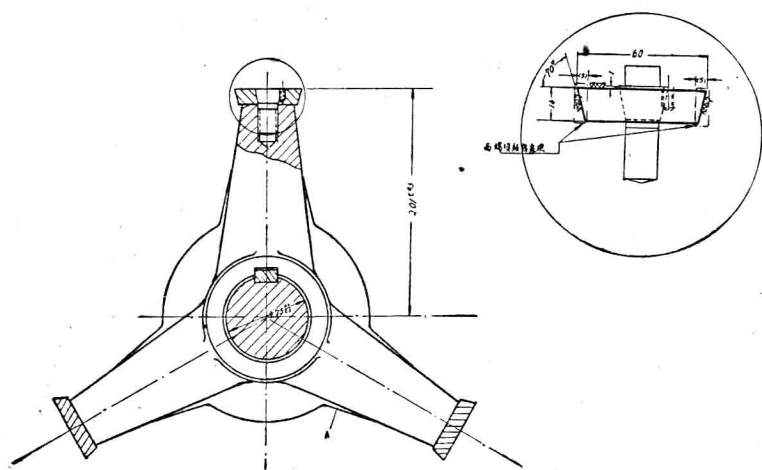


图 1—4 翼片打手

片亦系双面刀口，刀口角度以不伤纤维为原则，一般取为  $70^\circ$  锐角。

翼片打手的开棉能力较差，但除杂清棉的能力较高，适用于清棉效果要求比较高的地方。

翼片可以看作二端外伸的具有五个支点的连续梁，翼片承受着有效阻力（即棉块受打击而对于翼片的反作用力）所引起的切向均布载荷，以及翼片本身离心力所引起的法向均布载荷。图 1—5 为翼片载荷分布图。

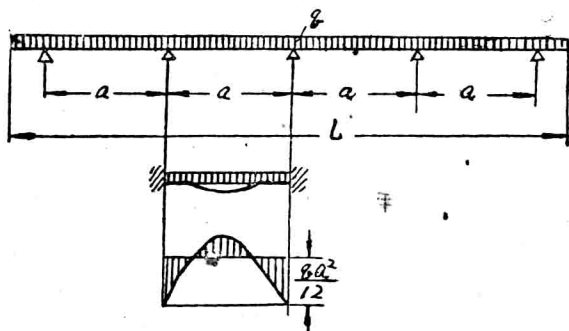


图 1—5 翼片载荷分布图

翼片有效载荷的大小及其变化规律，只有按机器功率消耗资料作近似的计算来决定。打手翼片将一横条棉层从给棉罗拉握持下的棉层拉出时，其所需之力  $P$  是用来克服由给棉罗拉形成的棉层摩擦层，及纤维间的钩结与粘附等因素所构成的纤维之间的摩擦力。 $P$  值是随着纤维逐渐由棉层中拉出而逐渐减小，这里近似地看作是跟纤维还处在棉层中的长度  $l_x$  成正比（图 1—6）。

设纤维的主体长度为  $l$  [厘米]，将整个棉层宽度的一横条棉层拉出的过程中，所需最大力为  $P_0$ ，那末，一个翼片回转一次所做的功应为：

$$A = \frac{P_0 l}{2} \quad (3)$$

因此：

$$P_0 = \frac{2A}{l}$$

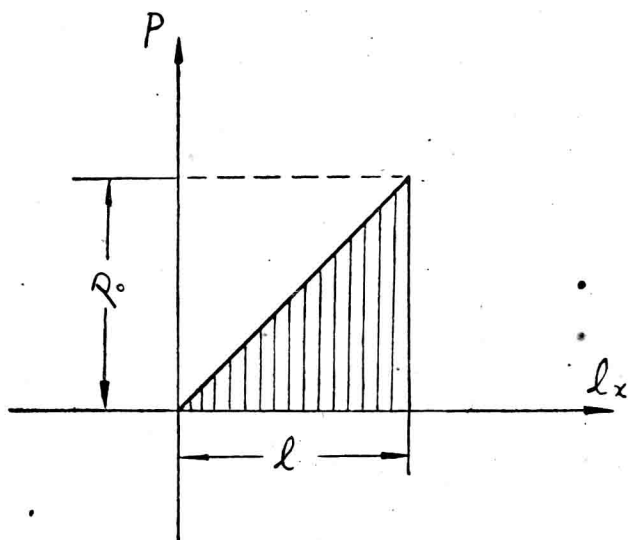


图 1-6  $P-l_x$  关系图

翼片数为  $Z$  和打手转速为  $n$  [转/分] 时, 有效功率为:

$$N_{\text{有效}} = \frac{AZn}{60 \times 75} \text{ [马力]} \quad (4)$$

由式 (3) 及 (4) 得到翼片最大有效载荷

$$P_0 = 9 \times 10^5 \frac{N_{\text{有效}}}{Znl} \text{ [公斤]} \quad (5)$$

式中,  $N_{\text{有效}}$  是从功率测定获得的, 根据汉顿所作试验,  $N_{\text{有效}} = 1.63$  [马力],  $l$  —— 纤维主体长度 [厘米]

于是作用在翼片上的切向均布载荷将为:

$$q_t = \frac{P_0}{L} = 9 \times 10^5 \frac{N_{\text{有效}}}{ZnL} \text{ [公斤/厘米]} \quad (6)$$

式中;  $L$  —— 翼片长度 [厘米]

翼片的惯性力的均布载荷则应为:

$$q_R = \frac{F\gamma}{g} \times R \times \left( \frac{\pi n}{30} \right)^2 \quad (7)$$

式中,  $F$  —— 翼片的横截面积, [厘米<sup>2</sup>],  $R$  —— 翼片形心平面到打手回转轴心间的距离 [厘米],  $n$  —— 打手转速 [转/分],  $\gamma$  —— 材料重度

对钢可取  $\gamma = 7.8$  [克/厘米<sup>3</sup>]。

现在我们来计算翼片强度。相邻二打手支臂之间的翼片部分，近似地看作为一个两端固定支座的横梁，其上作用有切向均布载荷  $q_t$  及径向均布载荷  $q_R$ ，如图 1—5 所示，最大弯矩作用在固定端。其值为：

$$\left. \begin{aligned} M_t &= \frac{q_t a^2}{12} \\ \text{及} \quad M_R &= \frac{q_R a^2}{12} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

强度计算断面应选在支座端，该断面上翼片强度也因圆锥孔而减弱。分别计算出切向和径向的弯曲应力后，最大应力则是两者之和。

例：计算 1071 型单程清棉机上三翼打手的翼片最大应力。

已给：打手及翼片形状尺寸如图 1—4 所示。 $R = 19.4$  [厘米]， $a = 23.5$  [厘米]， $L = 104$  [厘米]， $F = 7.7$  [厘米<sup>2</sup>]，及断面弯曲模数， $W_t = 7.05$  [厘米<sup>3</sup>]， $W_R = 1.8$  [厘米<sup>3</sup>]。

计算时取打手转速  $n = 1200$  转/分的情况，假定其功率消耗为  $N = 1.63$  [马力]。 $l = 3$  [厘米]

$$q_t = 9 \times 10^5 \frac{1.63}{3 \times 1200 \times 3 \times 104} = 1.308 \text{ [公斤/厘米]}$$

$$q_R = \frac{7.7 \times 7.8}{980 \times 1000} \times 19.4 \left( \frac{3.14 \times 1200}{30} \right)^2 = 18.7 \text{ [公斤/厘米]}$$

$$\text{及} \quad M_t = \frac{q_t a^2}{12} = \frac{1.308 \times (23.5)^2}{12} = 60 \text{ [公斤—厘米]}$$

$$M_R = \frac{q_R a^2}{12} = \frac{18.7 \times (23.5)^2}{12} = 856 \text{ [公斤—厘米]}$$

$$\therefore \quad \sigma_t = \frac{M_t}{W_t} = \frac{60}{7.05} = 8.50 \text{ [公斤/厘米}^2\text{]}$$

$$\sigma_R = \frac{M_R}{W_R} = \frac{856}{1.8} = 475 \text{ [公斤/厘米}^2\text{]}$$

最大应力： $\sigma_0 = \sigma_t + \sigma_R \approx 8.50 + 475 = 483.5$  [公斤/厘米<sup>2</sup>]

必须提出，打手另件的制造即是非常精确，但由于连结比较坚固

(如叶片上圆锥头螺钉的旋紧)，装配后仍能产生在计算中没有估计到的很大的应力，它将使轴和其他另件发生弯曲，因此打手在装配后要重新调整并车准其轴颈。

### 梳针打手

它的构造类似于翼片打手，仅以植有梳针的硬木条代替翼片打手的翼片，其结构如图 1—7 所示。梳针打手对棉层的松解度比较高而除杂效能较差，梳理作用特别好。采用这种打手有利于前方梳棉工艺，因此它适用于成卷前的最后一只打手。

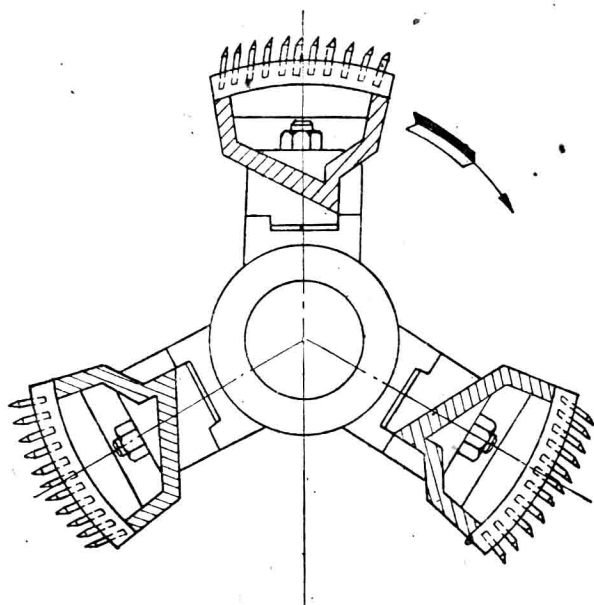


图 1—7 梳针打手

梳针的倾斜角度  $\alpha$  是根据打手梳针在抓取棉束后，能将棉束抛向尘格的条件来确定的。梳针在抓取棉束后，带动棉束一起回转，因此棉束受有离心力  $c$ ，如图 1—8 所示。离心力  $c$  分解成为沿梳针的力  $c \sin \alpha$  及垂直于梳针的力  $c \cos \alpha$ ，前者有将棉束抛向尘格的趋势，因此要保证棉束抛向尘格，就应大于极限摩擦阻力。

$$c \sin \alpha > \mu c \cos \alpha$$

即

$$\tan \alpha > \mu$$

(9)

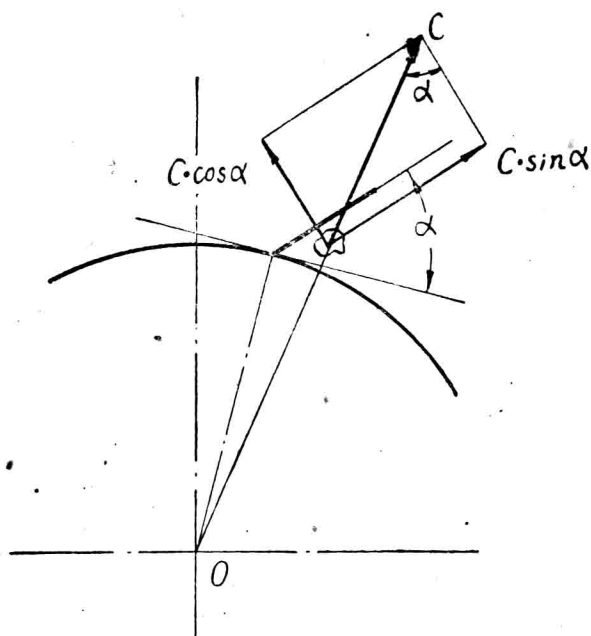


图 1—8 梳針間棉束受力情况

棉纤维与金属梳针的摩擦系数  $\mu$  约等于 0.7, 所以  $\alpha$  应大于  $35^\circ$ , 实际上, 由于棉束还受有相当大的空气阻力, 为了充分保证棉束抛向尘格, 梳针顺斜角  $\alpha$  设计得远比  $35^\circ$  大, 一般等于  $60 \sim 75^\circ$ 。

为了有利于梳针逐一地深插入棉层内, 并使各排梳针能均匀的抓取棉束。一般的梳针倾斜角  $\alpha$  自前排向后排逐渐减小, 不仅如此, 梳针高度也是自前排向后排逐渐增高的。开棉工艺上并不要求  $\alpha$  变化具有某种规律, 而是为了制造及装置上的方便, 可以这样设计: 如图 1—9(a) 所示, 将前排及末排的倾斜角  $\alpha_0(72^\circ)$  及  $\alpha_n(65^\circ)$  作出, 得到交点  $O$ , 其余各排梳针位置即是沿该排的位置点与  $O$  点的联线上。同理, 这高度变化可以设计成各排针尖同时位于偏心圆周上 (偏距 6.4)。

梳针的数量视原棉的开松程度、除杂要求而定。植针多, 开松能力大, 改善棉卷支不匀。但植针过密, 梳针反不易深入棉丛内。实用

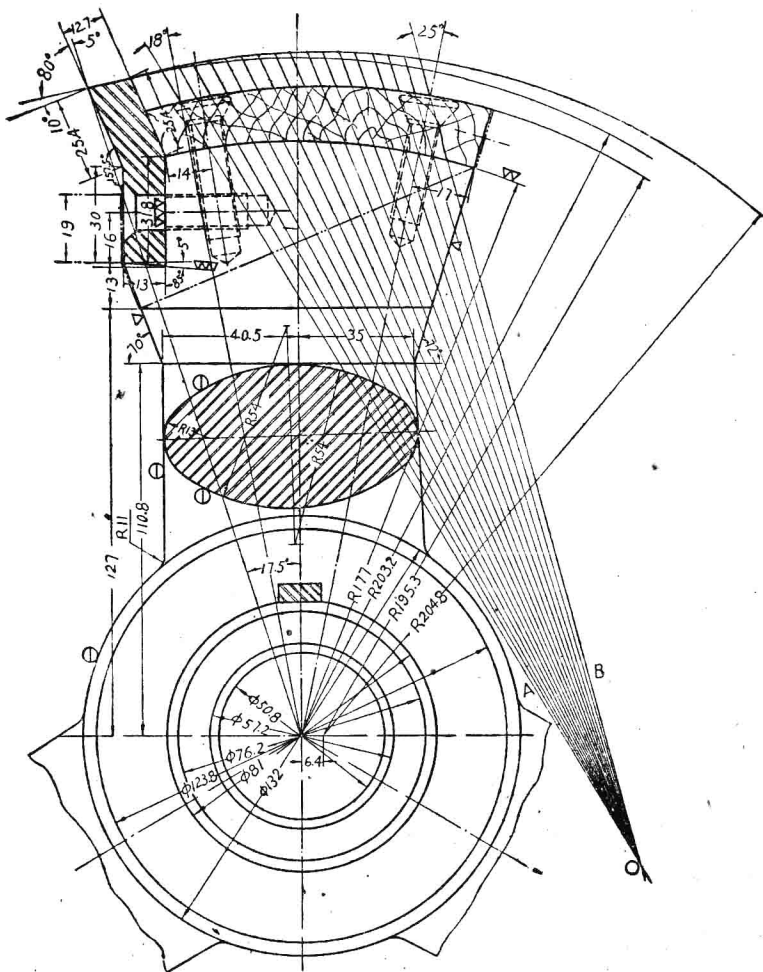


图 1—9 (a) 梳针打手针的排列

上每翼的植针数可用(10)式确定之。

$$m = \frac{Q}{WZn} \times 10^6 \quad (10)$$

式中：Q——喂棉量，[公斤/分]



$W$ ——每针握棉量（可取 1.6~2 毫克）

$n$ ——打手转速[转/分]

$Z$ ——打手翼数

为保证棉层横向宽度上能均匀地都受到梳针的梳理，因此，每翼上梳针应构成螺旋线的排列（单头或多头）。图 1—9(b) 表示 1071 型单程清棉机梳针排列。我们在理论上可以这样确定梳针的分布及排

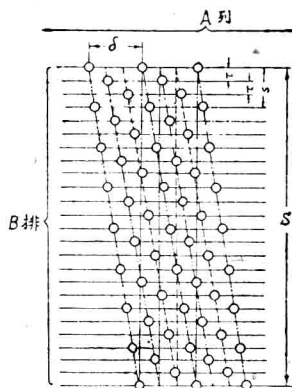


图 1—9(b) 梳针打手针的排列

列：当每翼上每一螺旋线上的各排梳针重合在一个平面上，它们应合成连续的一行，如同一个密集的针排的作用一样。若是每翼上梳针排列成三头螺旋线者，则相当于三个密集的针排；若螺旋线起始点彼此相距  $\frac{1}{3} S$  ( $S$ ——翼周长) 则同一棉层宽度上相当于每隔  $\frac{1}{3} T_s$  时间被梳理一次 ( $T_s$ ——每翼的作用时间)。现在以  $d$  表示梳针的作用直径，则可近似地决定螺旋线头数  $c$ ：

$$c = \frac{md}{L} \quad (11)$$

式中： $L$ ——打手的工作宽度，

若以  $\delta$  表示螺距，每一横排上植针数应是  $A$  列：

$$A = \frac{L}{\delta} \quad (12)$$