

# 切纸机及三面切书机

## 结构与性能分析

谢长城

### 切纸机结构与性能分析

#### 1. 切纸机分类

##### (1) 机械切纸机

推纸、压纸、切纸的动作全部由机械结构完成。

##### (2) 液压切纸机

压纸器由液压系统推动。如果切纸刀主运动同时采用液压传动系统（液压离合器）则称为全液压切纸机，又称双液压切纸机。

##### (3) 数显切纸机

推纸器位置尺寸通过位置传感器以数字方式显示的切纸机为数显切纸机。同时显示刀前、刀后尺寸的数显切纸机为双数显切纸机。

##### (4) 程控切纸机

采用信号记忆存储装置或微处理机按指令循环工作的切纸机称为程序控制切纸机（简称程控切纸机）。

当前切纸机多为程控液压切纸机，其次为数显液压切纸机。

#### 2. 切纸刀下落运动方式

##### (1) 垂直下落

上刀刃运动直上直下，下刀刃全线与纸张接触，冲击大，只适合裁切厚度较薄的纸张或纸堆。骑马订联动机三面裁切、配订折切联动机切纸刀就采用垂直下落方式。为改善受力状况，垂直下落切纸刀可设计成为具有一定倾角且呈剪刀形式的上下刀，下刀水平固定。

##### (2) 倾斜水平下落

刀刃运动方向与工作台平行并成  $\alpha$  角。刀刃运动可分解为垂直方向与水平方向运动，能够减少裁切冲击。

##### (3) 曲线平行下落

刀刃与工作台平行，刀刃下落方向与工作台所成  $\alpha$  角的度数是变化的。

##### (4) 复合下落

刀刃下落既有移动，又有微小转动的复合运动。刀刃在上极限位置时与水平方向成  $\beta$  角（ $\beta=0.5^\circ \sim 2^\circ$ ），随着刀刃下落， $\beta$  角越来越小，当  $\beta=0^\circ$  时，刀刃与工作台上的刀条平行切入。由于裁切纸张时，刀刃是逐渐切入的，裁切抗力小，裁切力相对集中，所以裁切质量好。大部分切纸机及三面切书机的切纸刀下落运动方式都采用复合下落式。

#### 3. 程控切纸机的一次循环裁切

按操作顺序应为：红外光束无遮挡情况下，双手同时按住启动按钮→压纸器下落压纸→切刀下落裁切至最低点→切刀回升至最高点并停留→压纸器滞后于切刀回升至最高点停留。

切刀下落裁切而未到达最低点时，若放开双手或任一手，切刀则立刻停止运动，压纸器滞留在原处，此时踩动脚踏阀，压纸器可做点动。

#### 4. 程控液压切纸机主要结构及特点

程控液压切纸机主要由机架主体、裁切部件、压纸部件、液压部件、推纸部件、安全装置、程控系统部分组成。

##### (1) 机架主体

机架主体包括前后机架、机座、主工作台、侧工作台等。刀床在前后机架内滑动，要求各接触面具有较高的平行度，其间隙应控制在  $0.09 \sim 0.12\text{mm}$ 。前后机架与机座可采用分体式（如波拉、申威达切纸机），也可采用整体式（如沃伦贝格、利通切纸机）。整体式对铸造要求较高。后机架上方左右各安装一滑块嵌入刀床斜槽内，并由偏心轴微调滑块夹角以使刀刃平行切入刀条内。此外，工作台

有推纸部件及气垫装置,侧工作台也装有气垫装置。

## (2) 裁切部件

裁切部件主要包括刀床、刀片及驱动系统两大部分。刀床为铸件,刀片安装在刀床上,刀刃在上极限位置时与工作台成 $0.5^{\circ} \sim 2^{\circ}$ ,刀刃可以是左高右低(如波拉、申威达),也可以是右高左低(如沃伦贝格)。刀床背部有两条斜槽可沿后机架上固定的滑块移动,起导向作用,两条斜槽与水平方向所成夹角一大一小,刀刃下落做既有移动又有微小转动的复合运动。当刀刃下落到设定行程下极限位置时应保持水平,并应轧入刀条 $0.5 \sim 1\text{mm}$ ,确保最下面一张纸也能够被切断。

裁切驱动系统主要由变频调速电机、三角皮带轮、蜗轮蜗杆变速箱、液压离合器或电磁离合器、曲柄、带保险螺栓的可调节刀床拉杆等组成。驱动方式一般分为单边蜗轮驱动方式(如波拉、申威达)和双边蜗轮驱动方式(从日本和我国台湾省进口的切纸机通常采用这种驱动方式)。

## (3) 压纸部件

压纸部件主要由压纸器及压纸杠杆、拉杆、连杆、拉簧等组成,压纸器依靠压纸油缸活塞上推压纸器,下落压纸,依靠拉簧上升复位(德阳利通的切纸机则以平衡重锤代替拉簧复位)。压纸部件压力大小是根据裁切物的性质不同通过改变液压系统的压纸压力阀进行改变的。图1为压纸器结构示意图。

## (4) 液压部件

液压部件主要由叶片油泵、油箱、集成阀块、压纸油缸、电机等组成。如果是全液压切纸机,其油泵要用双叶片泵,主油泵压纸油缸供油,副油泵给液压离合器或切纸机两旁的纸张提升机供油。集成阀块的设计非常重要,平稳而连续调压很关键,为克服压纸器压纸负载增加时油缸作用力瞬时增大,液压系统需增加一套自动调压阀。

## (5) 推纸部件

推纸部件主要由推纸器(又称后挡规)、丝杠传动副(普通精密丝杠、滚珠丝杠)、变速电机或伺服电机、编码器、手动机构等组成。推纸器与工作台的水平和垂直度

均可由调整装置进行调节。图2为推纸器传动结构示意图。

## (6) 安全装置

裁切装置的安全性能非常重要,切纸机一般都采用了多项安全保险措施,主要包括以下几项。

### ① 光电安全保护

在机器前左右两侧面装有红外光电安全装置以保护操作者的人身安全。该装置主要控制以下3种情况:裁切动作执行前,若红外光束被遮挡时,机器无法启动;刀床向下运动而未达到最低点时,若红外光束被遮挡,刀床即刻停止运动,压纸器滞留在原处;刀床向上运动时,若红外光束被遮挡,该装置则不起作用,刀床自动回到最高点。

### ② 双手启动保护

每次进行裁切操作时,必须同时按下双手启动按钮,执行自动裁切程序时只需同时按一次双手启动按钮。

### ③ 刀床单次行程保护

刀床单次行程保护是指在一般情况下(执行自动裁切程序除外),裁切只允许切刀上下动作一次,若长期按住按钮不放也只能进行一次裁切;要进行第二次裁切必须重新同时启动双手按钮。这样能够有效防止切刀误动作。

### ④ 刀床拉杆保险螺栓

如果在裁切过程中,切刀遇到硬物或切刀太钝,裁切力过大会导致过载现象。为防止其损坏机器,刀床拉杆保险螺栓会断裂,使刀床停止下落。

### ⑤ 刀床电子锁防跌落保护

当刀床回升到最高点时,电子锁的电磁铁动作,拉动刀床制动杆顶住刀床外伸端,从而防止刀床跌落。

### ⑥ 刀床上下半周状态判断

驱动刀床的蜗轮每转一周,切刀上下动作一次。通过蜗轮外伸轴上的凸轮及行程开关进行判断,凸轮在上半周时起保护作用,不允许下刀;凸轮在下半周时允许下刀裁切。

### ⑦ 压纸器防跌落保护

压纸器依靠拉簧上升复位过程中,任一位置拉簧均可能断裂,因此压纸器会失去控制而跌落,危及人身安全。为此,压纸器防跌落在拉簧任一位置被拉断时,都会卡住压纸器。

### ⑧ 压纸器最高点限位保护

对通常的一次裁切过程而言,裁完后压纸器必须回停在最高点,触到限位开关发出讯号才算完成一次裁切

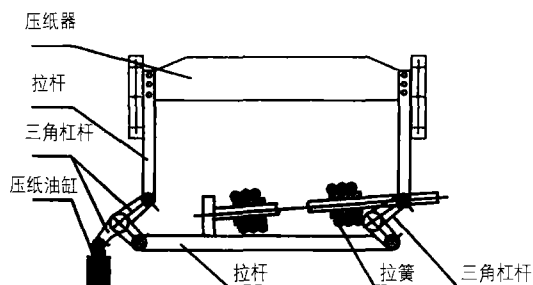


图1 压纸器结构示意图

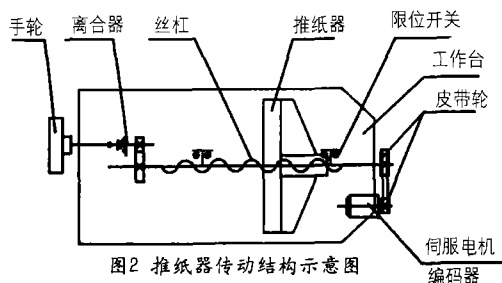


图2 推纸器传动结构示意图

循环,之后才允许进行下一次裁切循环。压纸器最高点限位措施避免了压纸油缸的损伤。

## 三面切书机结构及性能分析

### 1. 三面切书机特点和用途

三面切书机,又叫三面刀,是按照开本规定尺寸对书本三边进行裁切的设备。三面切书机有三把切刀,其中前刀的位置是固定的,两侧刀位置是可调的。三把切刀的下落运动方式一般采用复合下落式。刀刃在最高点时与工作台成 $0.5^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 角,最低点时,与工作台上的刀条平行切入深度 $0.5 \sim 2\text{mm}$ ,三面切书机的裁切特性与切纸机极其相似。

### 2. 三面切书机分类

三面切书机从应用上大体分为单机和联动线两种。单机又分为半自动和全自动三面刀,其主要区别在于半自动三面刀需要人工将待裁书本送入夹紧送书工位,裁切速度较低,一般为 $25 \sim 50$ 次/分钟;全自动三面刀从进本、夹紧送书、三面切书,到出书的整个过程可全部自动完成,裁切速度超过 $50 \sim 100$ 次/分钟。联动线上通常使用全自动三面刀。

马天尼、沃伦贝格、柯尔布斯、芳野、北人、紫宏、精密达等企业均生产三面切书机。其中,沃伦贝格 trim-560 三面切书机,可单机、联动线两用;沃伦贝格 trim-75i 三面切书机用于联动线;上海紫宏 QS-80 三面切书机,可单机、联动线两用。

### 3. 三面切书机工作流程

三面切书机工作流程:传送带自动送入待裁书本或人工送入并定位→书本夹紧并向切书工位送书并定位→压书器压书→两侧刀裁切→前刀裁切→压纸器复位→出书。三面切书机工位示意图见图3。

### 4. 三面切书机主要结构及特点

三面切书机主要由自动堆积装置、横向送书装置、夹书送书及定位机构、压书机构、三面裁切机构、出书机构、传动机构等部分组成。

#### (1) 自动堆积及输送装置

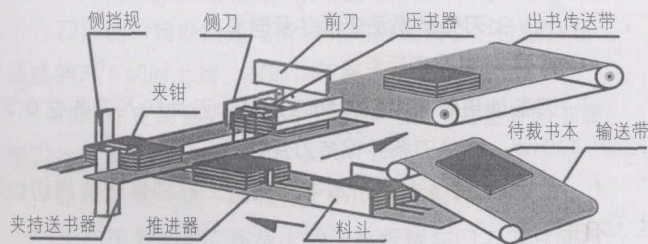


图3 三面切书机工位示意图

自动堆积及输送装置的作用是预先对待裁书本进行自动堆积,然后向夹书送书工位输送。其主要由上置式输送带、堆积料斗、推进器等部分组成。自动堆积主要有两种方式,一种是在料斗上方安装光电记数装置,另一种是根据待裁书堆厚度调整推进器(推杆)高度,使其正好将待裁书本推出。此外,还有一种方式是上置式输送带通过加速轮直接将待裁书本送入夹书送书推进器。

#### (2) 夹书送书机构

夹书送书机构的作用首先是将待裁书本按开本规格大小进行初定位、夹紧并以平稳速度向切书工位送书,且精确定位,当压书板压住书本后夹书送书机构快速返回原处。典型机构由两套凸轮杠杆、凸轮摇杆机构控制,夹书高度和送书行程可调。

#### (3) 压书器

压书器的作用是以足够的压力压住书本进行三面裁切。与切纸机压纸器的作用相同,但不采用液压系统。大多数三面刀主要由凸轮杠杆加压机构、压板、调节机构等部分组成。压板按开本大小配套使用并快速更换,压力由压簧或拉簧调节,压板高度由手轮、丝杠或伺服电机、丝杠进行调节。

#### (4) 三面裁切机构

三面刀采用复合下落运动方式(平动加转动),两侧刀和前刀下落时有相位差,大多采用先裁两边(天头地脚),后裁前口的方式。目前,沃伦贝格 trim-75i 最高裁切速度为 $75$ 次/分钟,紫宏 QS80 最高裁切速度为 $40$ 次/分钟。柯尔布斯 HD151P 两侧刀采用内摆线运动方式,两侧刀与前刀几乎同时下落,最高裁切速度可达到 $110$ 次/分钟。三面裁切机构主要由侧刀架、前刀架、刀片、齿轮曲柄驱动系统、滑块、复合导轨等组成。刀架在复合导轨共同作用下,侧刀及前刀做复合下落运动,前刀的位置是固定的,两侧刀位置由手轮、丝杠或伺服电机、丝杠双向调节。

#### (5) 出书传送机构

其作用是将成品书通过传送装置送出机外。为了防止刮伤封面,柯尔布斯产品采用夹书器定时上抬装置,马天尼产品则采用位于裁切台下的传送带按机器运转周期进行间歇式输出。

#### (6) 主传动机构

三面刀主传动由变频调速电机驱动,电磁离合器接通或刹车,凸轮分配轴有若干个凸轮分别按动作时序控制夹书、送书、压书等动作。凸轮每转一周完成一次裁切周期。机器两墙板外侧大齿轮带偏心连接拉杆驱动刀体运动。为防止溜刀,马天尼联动线的三面切书机构在刀体手轮轴上安装有失电制动器(也称断电制动器)。