

轧 钢 机 械

辅 助 设 备

冶金机械教研组

一九七五年四月

毛主席语录

领导我們事业的核心力量是中国共产党。

指导我們思想的理論基础是馬克思列宁主义。

教育必須为无产階級政治服务，必須同生产劳动相結合。劳动人民要知識化，知識分子要劳动化。

学制要縮短。課程設置要精簡。教材要彻底改革，有的首先刪繁就簡。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、階級斗争和科学实验这三項实践中来

中国只有在社会經济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部門和地方，统统使用机器操作，才能使社会經济面貌全部改观。

鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义。

前 言

遵照伟大领袖毛主席关于“教材要彻底改革，有的首先耐繁就简”的教导，编写了轧钢机械辅助设备，以供冶金机械专业的学员进行专业教学时参考使用。

本书共分七章，分别介绍钢坯剪切机、钢板剪切机、飞剪、矫直机、卷取机、辊道和某些设备的革新和改造。其中，对于我国自行设计制造的设备，以及无产阶级文化大革命和批林整风运动以来，我国工人阶级和技术人员的革新成果也作了一定的介绍。

由于我们对马列主义、毛泽东思想学习不够，对毛主席的教育革命思想理解不深，业务水平低，生产实践少，调查研究不全面，书中一定存在不少缺点和错误，希望给予批评指正。

在编写过程中，我们得到鞍山钢铁公司、首都钢铁公司、太原钢铁公司、北京特殊钢厂、上海第一钢铁厂、上海第二钢铁厂、上海第十钢铁厂、无锡金属压延厂、第一重型机器厂、第二重型机器厂、沈阳重型机器厂、太原重型机器厂、上海重型机器厂、上海彭浦机器厂、北京钢铁设计院、上海冶金设计院，马鞍山钢铁设计院以及东北工学院，鞍山钢铁大学，上海冶金机械学校等单位的大力协助，我们对此表示衷心的感谢。

468.9515-
1088

目 录

第一章 钢坯剪切机	1
一、概述	1
二、上切式剪切机	2
1. 250吨偏心连杆上切式剪切机	2
2. 70吨偏心活动连杆上切式剪切机	4
三、下切式剪切机	8
1. 浮动偏心轴剪切机	8
2. 曲柄横杆剪切机(六连杆剪切机)	25
3. 液压剪	32
四、步进式剪切机	35
1. 步进式剪切机工作原理	35
2. 步进式剪切机方案	35
3. 步进式剪切机与一般剪切机的比较	36
五、剪切机主要参数的分析与确定	37
1. 结构参数	37
2. 轧件剪切过程分析	39
3. 剪切力计算及单位剪切阻力	39
4. 剪切力矩与摩擦力矩计算	47
5. 预选电动机功率	48
6. 飞轮的选择	49
六、例题	51
第二章 钢板剪切机	54
一、斜刀片剪切机	54
1. 剪切力和剪切功	54
2. 斜刀片剪切机结构	57
二、圆盘式剪切机	62
1. 圆盘式剪切机结构	62
2. 圆盘剪的剪切力和剪切功率	67
3. 圆盘剪圆盘刀片的几何参数	71
第三章 飞剪	72
一、概述	72
1. 飞剪的基本工艺要求	72
2. 飞剪的基本类型	72
二、剪切长度调整方式	76

1. 调长的基本方程.....	76
2. 启动工作制飞剪的调长方式.....	77
3. 连续工作制飞剪的调长方式.....	77
三、双曲柄匀速机构运动学及参数分析.....	82
1. 瞬时传动比.....	82
2. 确定偏心距 e 的调整范围.....	83
四、飞剪结构.....	84
1. 滚筒式飞剪.....	84
2. 曲柄迴转式飞剪.....	86
3. 摆式(往复式)飞剪.....	92
五、飞剪的力能参数计算.....	94
1. 剪切力的计算.....	94
2. 飞剪的电动机功率.....	95
第四章 矫直机.....	97
一、矫直机的类型.....	97
1. 压力矫直机.....	97
2. 辊式矫直机.....	98
3. 斜辊式矫直机.....	98
4. 张力矫直机.....	99
二、弹塑性弯曲的一些基本概念.....	100
1. 弹塑性弯曲的变形过程.....	100
2. 弹塑性弯曲时的曲率变化.....	101
3. 弹塑性弯曲时的应力和应变分布图.....	102
4. 弯曲力矩和弹复曲率.....	106
三、辊式矫直机的矫直过程.....	111
1. 上工作辊单独调整时的矫直过程.....	111
2. 上工作辊整排倾斜调整时的矫直过程.....	114
四、辊式矫直机的力能参数计算.....	116
1. 作用在矫直机辊子上的压力.....	116
2. 作用在矫直机辊子上的矫直扭矩.....	117
3. 电动机功率的确定.....	121
五、辊式矫直机基本参数.....	123
1. 基本参数的选择.....	123
2. 辊距 t 的确定.....	125
六、辊式钢板矫直机结构.....	127
1. 传动装置.....	127
2. 工作机座.....	129
七、辊式型钢矫直机结构.....	136
第五章 卷取机.....	139
一、冷卷带钢卷取机.....	139

1. 卷筒式卷取机	139
2. 辊式卷取机	149
二、热卷带钢卷取机	150
1. 热卷带钢卷取机的类型	150
2. 地下式辊筒式卷取机	153
第六章 辊道	163
一、概述	163
二、工作辊道	163
三、运输辊道	169
四、辊子结构和辊道的基本参数	170
1. 辊子结构	170
2. 辊道的基本参数	171
五、辊子的强速计算	172
1. 作用在辊子上的负荷	172
2. 辊子冲击负荷的计算	173
六、辊道驱动力矩的计算	176
1. 长期工作制辊道驱动力矩的计算	176
2. 启动工作制辊道驱动力矩的计算	176
第七章 某些设备的革新和改造	178
一、运锭车	178
二、钢锭旋转台	180
1. 初轧车间的钢锭旋转台	180
2. 650 车间的钢锭旋转台	184
三、升降台和双层辊道	185
1. 曲柄连杆式升降台结构	185
2. 曲柄连杆式升降台平衡原理	186
3. 某厂 650 车间对升降台的革新和改进	188
4. 某厂薄板车间对升降台的革新和改进	190
5. 偏心轮式移动升降台	190
6. 双层辊道	193
四、冷床	196
1. 齿条式冷床	196
2. 往复推齿式冷床	199
3. 摇摆式冷床	201

第一章 钢坯剪切机

一、概 述

钢坯剪切机一般按装在初轧机或钢坯轧机的后面，用来对钢坯进行切头、切尾和切成规定的定尺长度，并要求剪切后的钢坯断面平直。剪切机的生产率应与轧钢机的生产率相适应。

根据剪切机刀片形状与配置以及轧件情况的不同，剪切机可以分为以下四类：

1. 平行刀片剪切机

这种剪切机的两个刀片是彼此平行的（图1-1a），它通常用于横向热剪切初轧坯（方、板坯）和其它方形及矩形断面的钢坯，故又称为钢坯剪切机。此类剪切机有时也用两个成型刀片来冷剪轧件（例如圆管坯及小型圆钢等），此时刀刃的形状与被剪切的轧件断面形状相同。

2. 斜刀片剪切机

这种剪切机的两个刀片中的一个相对于另一刀片成某一角度（图1-1b），一般上刀片是倾斜的，其倾斜角为 $1^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 。此类剪切机常用于冷剪和热剪钢板、带钢、薄板坯及焊管坯等，有时亦用来剪切成束的小型钢材。

3. 圆盘式剪切机

这种剪切机的两个刀片做成圆盘状（图1-1c），此类剪切机用来纵向剪切钢板及带钢的板边或将钢板和带钢纵向剪切成几部分，这时一般均布置在连续式钢板轧机的纵切机组线上。

4. 飞剪机

这种剪切机用于横向剪切运动着的轧件。此类剪切机一般都是装在连续式轧机轧制线上，或钢板横切机组线上，用来剪切轧件头、尾部及将轧件剪切成定尺长度。

本章只讨论平行刀片剪切机，分析研究平行刀片剪切机的几种典型结构及设计的基本原则与方法。

平行刀片剪切机按其剪切方式可分为上切式与下切式两种。

上切式剪切机的特点是下刀片固定不动，上刀片是运动的，剪切轧件的动作由上刀来完成（图1-2）。当剪切的钢坯厚度大于30~60毫米时，在剪切机的后面装有可随上刀台升降的摆动台。此种剪切机一般都是由简单的曲柄连杆机构组成。在250吨以下的剪切机上用得较普遍。

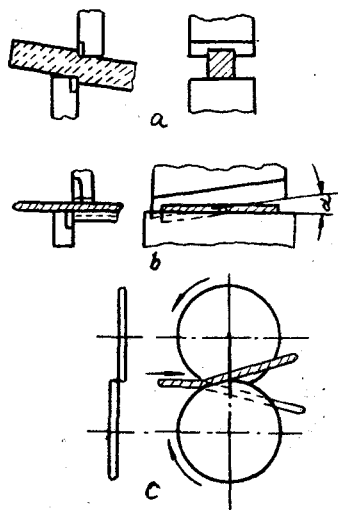


图1-1 刀片配置简图

a-平行刀片剪切机；
b-斜刀片剪切机；
c-圆盘式剪切机。

下切式剪切机的上、下两个刀片都是运动的，但剪切轧件的动作是由下刀片来完成的，由于剪切过程是下刀将轧件抬离辊道来进行，因此剪切机后不必设置摆动台。下切式剪切机目前在初轧和钢坯车间已被广泛的采用，特别在剪切大断面的轧件时用得更多。

由电动机传动的剪切机，根据它的工作制度，可分为两种：一种是起动工作制；另一种为连续工作制。前者多半采用直流电动机，每剪切一次，电动机起动、制动一次，完成一个工作循环。此种工作制度的剪切机根据

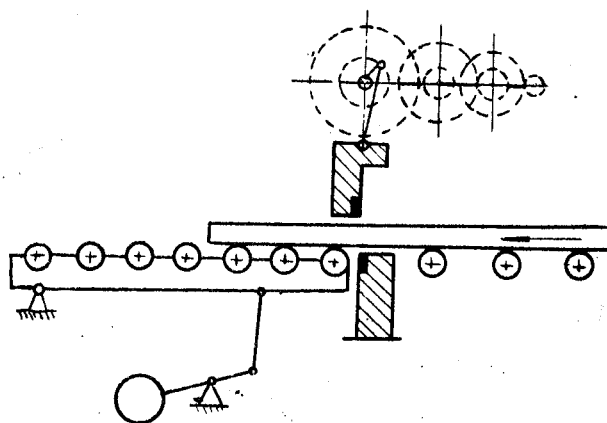


图1-2 上切式剪切机及升降台简图

根据剪切钢坯厚度的不同可采用摆式循环工作方式（即偏心轴旋转角度小于 360° 便完成一个剪切循环）或圆周循环工作方式（偏心轴旋转 360° 完成一个剪切循环）。摆式循环工作方式可以减少剪切过程中的空行程，从而提高了它的生产率。在连续工作制度的剪切机上一般均采用带有飞轮装置的交流绕线型异步电动机传动，在传动系统中设有离合机构，电动机起动后就连续运转，每次剪切时，先将离合器合上，使传动机构带动剪切机构进行剪切，剪切完了，将离合器打开，使剪切机构与传动系统脱开。由于离合机构的存在，因而剪切次数的增加受到限制。

近年来由于液压传动技术的不断完善和发展，在大型剪切机上除电力驱动之外，采用液压传动的也日趋增多。与此同时，目前国内外还正在试验研究将步进式剪切机用于钢坯剪切生产中来。

二、上切式剪切机

上切式剪切机是钢坯剪切机中结构最简单的一种，它广泛地用于剪切小型钢坯，此种剪切机一般都是由最简单的曲柄连杆机构组成，下刀是固定不动，剪切钢坯的动作由上刀完成。除了剪切机本身之外，尚有定尺机构、切头收集与输送装置。由于下刀是固定不动的，为使剪切工作顺利进行，剪切钢坯厚度大于 $30\sim 60$ 毫米时，在剪切机后都装置摆动台（图1-2），摆动台的升降是随上刀台动作的，其本身没有驱动装置，剪切时，上刀压着钢坯一起下降，迫使摆动台也下降，当剪切完毕，上刀台上升至原始位置，摆动台在其平衡重的作用下回升至原始水平位置。

下面讨论两种典型结构：

1. 250吨偏心连杆上切式剪切机

图1-3所示为250吨偏心连杆上切式剪切机结构图，图1-4为其传动系统简图。剪切机主要参数如下：

最大剪切力	$P=250$	吨；
上刀片行程	$H=240$	毫米；
剪切机开口度	$H'=220$	毫米；

刀片尺寸	480×146×50	毫米；
理论剪切次数	20	次/分；
电动机 型式		交流鼠笼型；
功率	N=60	瓩；
转数	n=720	转/分。

剪切机是带有飞轮连续工作制的，在低速轴上装有离合机构，低速轴的大齿轮是空套在偏心轴上的，离合器脱开后大齿轮的运动不传给偏心轴，故此时上刀台停在最高位置上。

传动系统中，高速轴上的小齿轮是空套在轴上，齿轮与飞轮的接合面处（见图1-3）装有保险螺丝，当超负荷时，保险螺丝剪断，可以起到保护作用，使传动机构不受损坏。

（1）剪切机构

剪切机构是简单的偏心连杆机构，上刀台1是做成框形结构（见图1-5），偏心轴3的一端悬臂置于其中，偏心连杆2的下端顶在上刀台下部半个轴瓦5上，上部顶在上刀台上部铜瓦4上，这样做的好处在于更换上刀台滑板很方便，只须把端面盖板拆开，平衡重挂起，偏心连杆就可拿走，上刀台亦可很方便的更换。

剪切机设有上刀台重锤平衡装置，以消除上刀台与偏心连杆之间的间隙，减少剪切时的冲击负荷。

（2）离合机构及其操纵装置

剪切机的离合机构是爪形牙嵌式离合器，此种离合机构的特点是传递力矩大。离合器的右半部分是固定在大齿轮上（见图1-3，图1-4），左半部分是通过两个切向键与偏心轴联系起来，轴与套采用4级精度第一种动配合（ D_4/d_4 ），离合器的左半部分在尾部塔形弹簧作用下可以沿轴线方向滑动，使其与右半部分咬合上；通过操纵机构的闸球伸入左半部分的凹槽内，迫使左半部分离合器沿轴线向

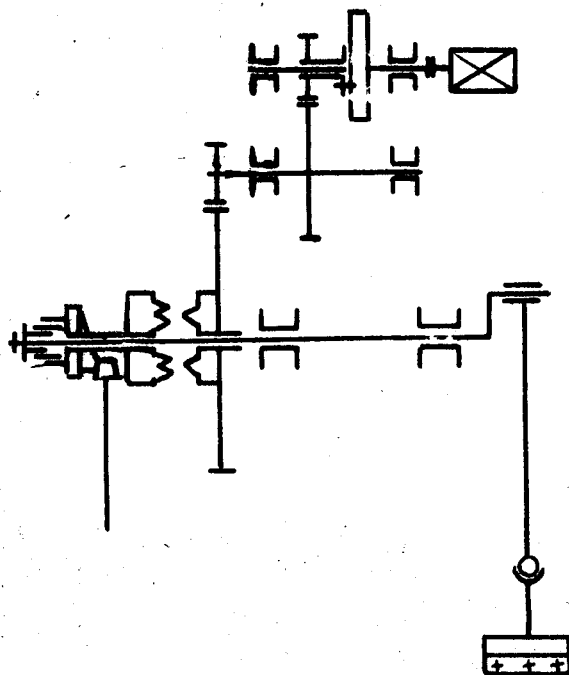


图1-4 250吨偏心连杆上切式剪切机传动系统简图

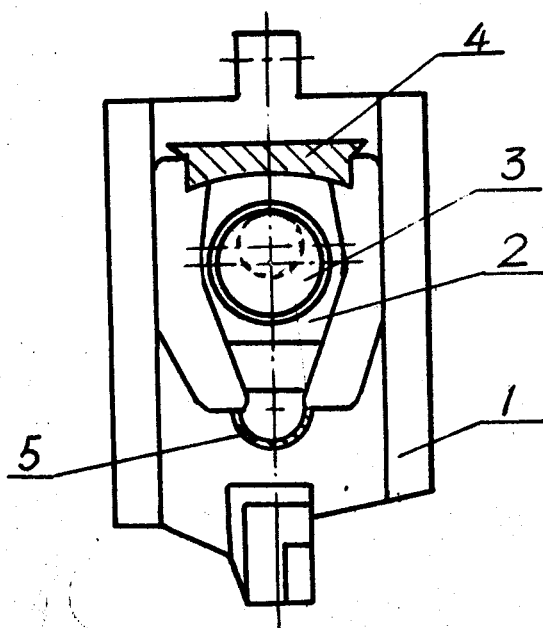


图1-5 250吨偏心连杆上切式剪切机剪切机构图

左滑动（凹槽的侧面做有凸轮曲线），塔形弹簧被压缩，离合器便脱开。

剪切机的离合器操纵装置是由一套横杆系统组成，横杆的动作由电磁铁来实现。

此种离合器的缺点是动作时间较长，同时在离合的瞬间不可避免地有冲击现象，由于这两方面的原因，限制了剪切次数的进一步提高。随着轧钢机生产率的不断提高，要求剪切机生产率也要相应的提高，但剪切机生产率的提高又受到一定限制，形成生产中的薄弱环节，这是当前钢坯生产中的突出矛盾之一。

2. 70吨偏心活动连杆上切式剪切机

为了提高剪切机的生产率，即提高剪切次数，我国工人阶级和革命知识分子，遵照毛主席教导“打破洋框框，走自己工业发展道路”。革新了剪切机的离合机构，从而大大提高了剪切机的生产率。

图1-6 所示70吨剪切机其主要参数如下：

最大剪切力	$P_{max}=70$ 吨；
最大开口度	$H'_{max}=200$ 毫米；
上刀有效行程	$H=140$ 毫米；
偏心轴偏心距	$R=70$ 毫米；
刀片重合量	$\delta=10$ 毫米；
刀片尺寸	$400 \times 120 \times 40$ 毫米；
最大剪切次数	47 次/分；
实际剪切次数	25 次/分；
电动机 型式	交流鼠笼型；
功率	$N=40$ 瓩；
转数	$n=730$ 转/分；
设备总重	9吨。

（图1-6）所示剪切机有两个最主要特点：

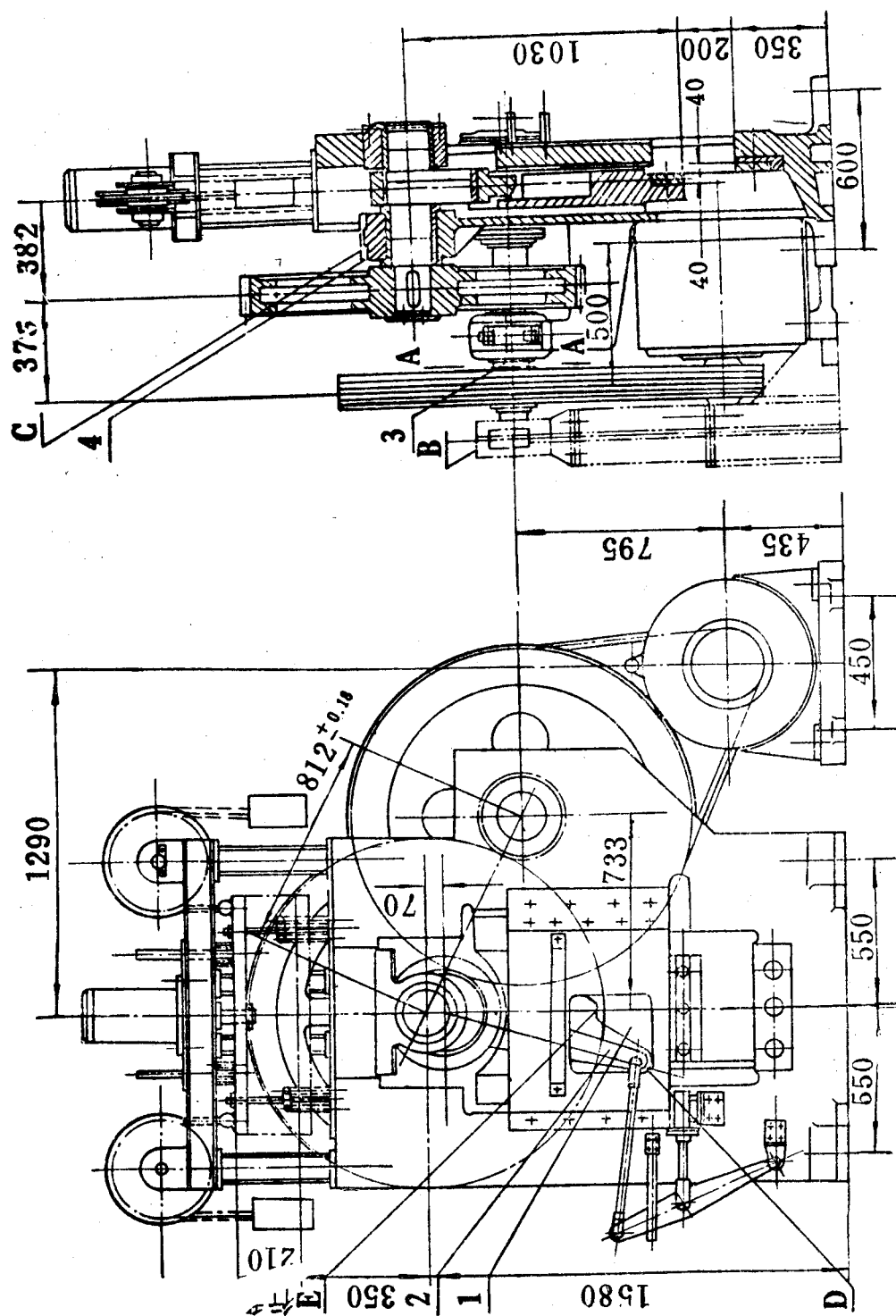
（1）操作速度快，有效剪切次数高

提高操作速度与有效剪切次数的关键是改革了离合机构，用气缸操作偏心连杆来代替一般的牙嵌离合器或摩擦离合器。如（图1-6）所示，偏心连杆与上刀台滑块间没有铰链连接，而是压在上刀台滑块凸起槽内（见图1-7），当需要脱开时，利用气缸把偏心连杆推至一侧，使其与上刀台滑块脱离接触，当偏心轴旋转时，连杆只在上刀台滑块的空让凹槽中摆动，不与上刀台滑块接触，从而实现脱开的目的，剪切时将连杆推至上刀台滑块凸起槽内，使连杆与上刀台滑块接触上，这时上刀台滑块便随连杆一起运动。

（2）在不加大偏心距的情况下，增大了刀片之间的最大开口度。为达此目的，在剪切机上装有一套上刀台快速升降与平衡机构，如（图1-8）所示。

从（图1-8）可见，上刀台（刀台滑块）是挂在平衡吊架1上，而平衡吊架1的两端通过链条、链轮2各挂一个重锤，以平衡上刀台重量，上刀台的快速升降是由位于中间的气缸3操作的，平衡吊架与链轮及气缸支架之间装有缓冲弹簧4，平衡吊架与剪切机机架之间亦有缓冲弹簧5。

在一般剪切机上为了使钢坯能顺利的进入剪切机进行剪切，使刀片行程增大50~75毫米，也就是使偏心距加大25~37.5毫米，例如（图1-6）所示剪切机，如果不采用上刀台快速升降装置，若要达到200毫米的开口度，则偏心轴的偏心距将要由现在的70毫米加大到105



1-上刀架; 2-连杆; 3-大皮带轮轴; 4-对开轴承

图1-6 70吨偏心活动连杆上切剪切机

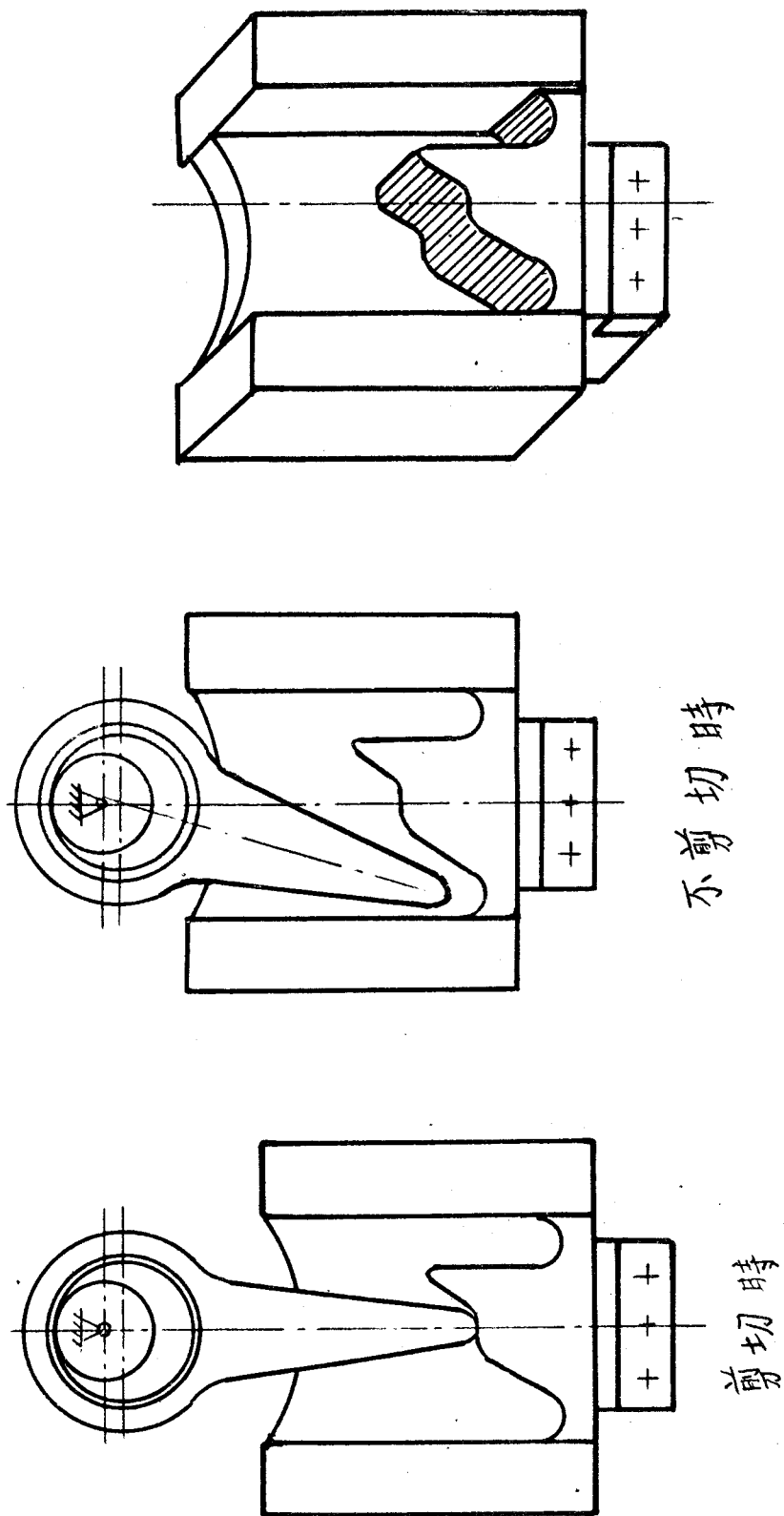


图1-7 刀台滑块图

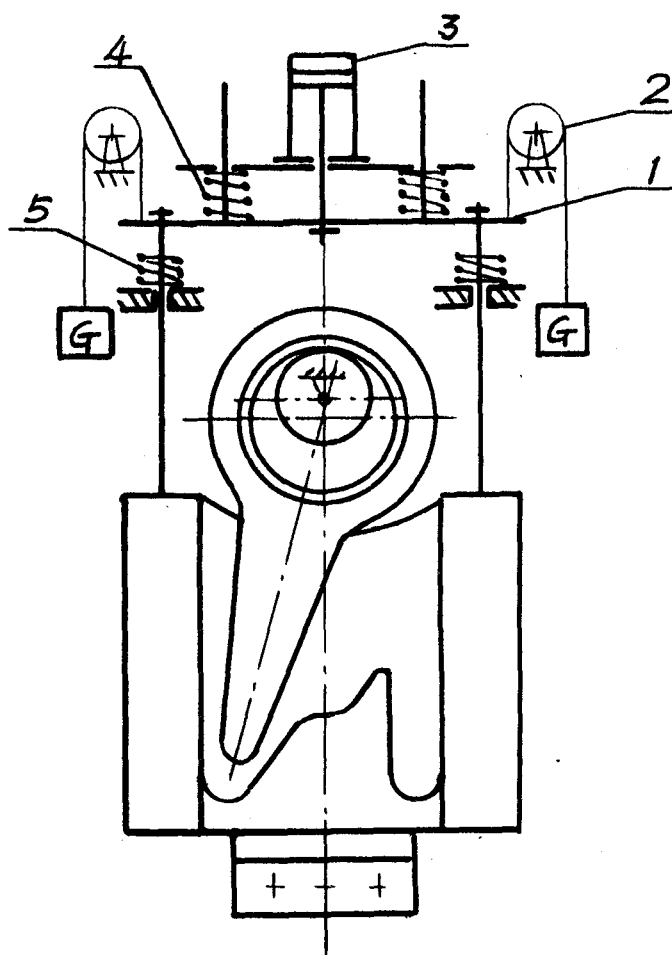


图1-8 上刀台快速升降与平衡机构

1-平衡吊架；2-链轮；3-气缸；4-缓冲弹簧；5-缓冲弹簧

毫米，也就是相当于所用的偏心距的1.5倍，而驱动力矩也将是现在的1.5倍。

此剪切机通过多年的实际使用证明：机构灵活、操作速度快，可以达到很高的生产率。目前使用中存在的主要问题是存在着冲击力，使得与上刀台接触的偏心活动连杆的端部，磨损较快、寿命较低。

此种剪切机与其它上切式剪切机一样，在剪切机的后面设有摆动升降台。此外，与其他上切式剪切机一样没有压板装置，剪切断面的平直性稍差，但由于断面尺寸不大，倾斜不严重，对后面工序没有什么影响。

三、下切式剪切机

由于轧钢生产的迅速发展，为了适应轧钢机生产率的不断提高，钢坯断面尺寸逐步增大，因此上切式剪切机在生产率（剪切次数）和剪切质量（轧件弯曲）方面不能满足生产要求就出现了新的矛盾。为了解决这个矛盾在生产实践中创造了下切式剪切机。

下切式剪切机在剪切钢坯时将其抬高离辊道面，所以不需要笨重地摆动升降台；另外在剪切长轧件时定尺的钢坯不会弯曲。下切式剪切机生产率的提高主要是由于缩短了剪切周期的间隙时间：1）钢坯被剪断时，下刀台抬到最高位置，钢坯落在剪后辊道上便可及时运走，上切式剪切机因为剪切时上刀台压着钢坯，待上刀台抬高定尺钢坯后才能运走；2）剪切厚度较小的钢坯（方、扁坯）时，剪切机采用摆式循环工作方式，使刀片的空行程缩短了，因此增加了每分钟的剪切次数。

由于下切式剪切机具有上述优点，目前在开坯车间，广泛地应用着。“事物都是一分为二的”这种剪切机在结构上比上切式剪切机复杂，传动装置较庞大，所以一般在剪切断面尺寸较小的钢坯时仍大量采用上切式剪切机。

下切式剪切机的种类很多，根据目前国内轧钢车间中广泛使用的几种类型的剪切机叙述如下：

1. 浮动偏心轴剪切机

(1) 结构特点及剪切过程

图1-9和图1-10为1000吨机械压板浮动偏心轴剪切机结构图。

剪切机主要参数如下：

最大剪切力	$P_{max}=1000$ 吨；
刀片行程	$H=500$ 毫米；
剪切机开口度	$H'=485$ 毫米；
刀片尺寸	$1200 \times 300 \times 100$ 毫米；
剪切次数	6~12 次/分；
电动机（直流）	$N=2 \times 360$ 瓩； $n=500/850$ 转/分；
设备总重	~438.5吨。

这种剪切机是闭式的。剪切机几个运动件之间的关系是下刀台装在上刀台的垂直滑道里移动，而上刀台又装在剪切机机架的垂直滑道里移动。浮动偏心轴剪切机共有的特点是：a) 剪切时机架不承受剪切力和作用在刀片上的侧向推力，剪切力由连接上、下刀台的拉杆承受，机架只承受由扭转产生的倾翻力矩；b) 机架上的滑道磨损小，因为剪切钢坯是由下刀台运动完成的，上刀台不动；如上刀台装在下刀台里，而下刀台装在机架里，剪切时就增加了机架滑道的磨损。浮动双偏心轴上偏心与上刀台相连，下偏心通过拉杆与下刀台相连，在偏心轴轴颈处通过杠杆与压板连接。这种压板不需另外的动力装置来驱动，压板所需的力是由运动件重量关系产生。在剪切任何厚度钢坯时，压板不需要单独进行调整。都能自动满足要求。为了减少压板和下刀台在运动过程中的冲击，在压板杠杆铰链处和下刀台最低位置处装有弹簧等缓冲装置。这种剪切机可以进行摆式循环工作方式。

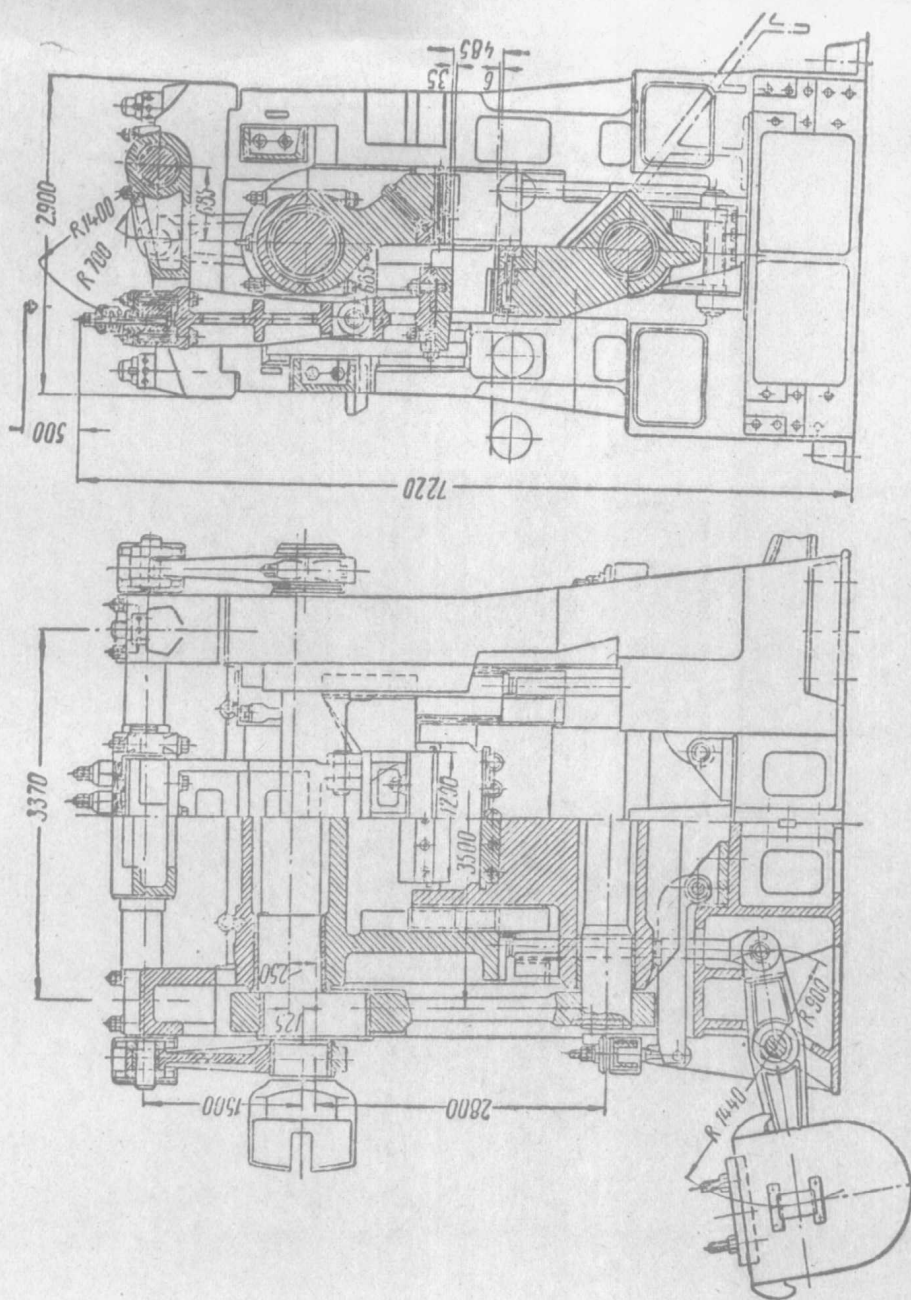


图1-9 1000吨机械压板浮动轴剪切机机座结构图

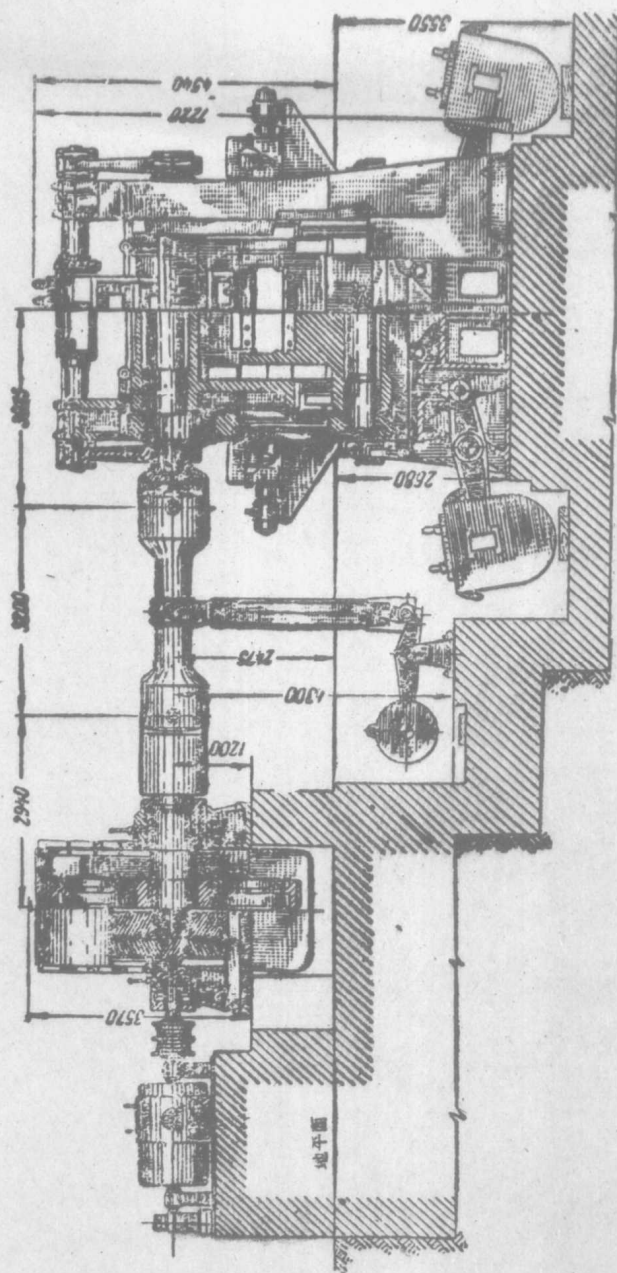


图1-10 1000吨机械压板浮动剪切机主传动剖视图

剪切机由下列几部分组成：即剪切机构、压板机构和上刀台平衡机构、以及机架和传动系统（图1-11）。剪切机构按平面机构分析是具有四个活动杆件、三个迴转付，二个移动付（图1-12）。机构的活动度为：

$$H=3k-2p_5=3\times 4-2\times (3+2)=2$$

即活动度为2的偏心连杆机构。而压板机构和上刀台平衡机构均为活动度等于零的杆组。

由于剪切机构是2个活动度的机构，所以当电动机起动后，通过传动装置驱动双偏心轴旋转时，偏心轴就不能绕固定支点转动，而偏心轴作既有转动又有移动的平面运动，所以将双偏心轴做成浮动轴。

剪切过程大致可分为下列几个阶段：

a) 上刀台与压板同时下降（图1-13b）。

电动机起动后，双偏心轴（A、B、C）绕A点旋转作平面运动，此时下刀台不动，而使上刀台与压板以同一速度向下运动，（因为双偏心轴上下偏心相等，即 $AB=CB$ ，压板杠杆臂长 $ED=DO$ ），直至压板与钢坯接触将其压在辊道上。

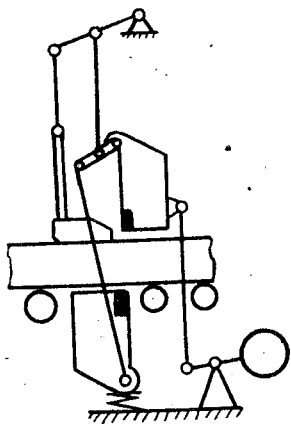


图1-12 机械压板浮动轴剪切机构简图

电动机起动后，双偏心轴（A、B、C）绕A点旋转作平面运动，此时下刀台不动，而使上刀台与压板以同一速度向下运动，（因为双偏心轴上下偏心相等，即 $AB=CB$ ，压板杠杆臂长 $ED=DO$ ），直至压板与钢坯接触将其压在辊道上。

钢坯被剪断后偏心轴继续绕c点转动，下刀台与压板夹着钢坯下降。当下刀台回到原始位置后，上刀台与压板同时上升恢复到原始位置。

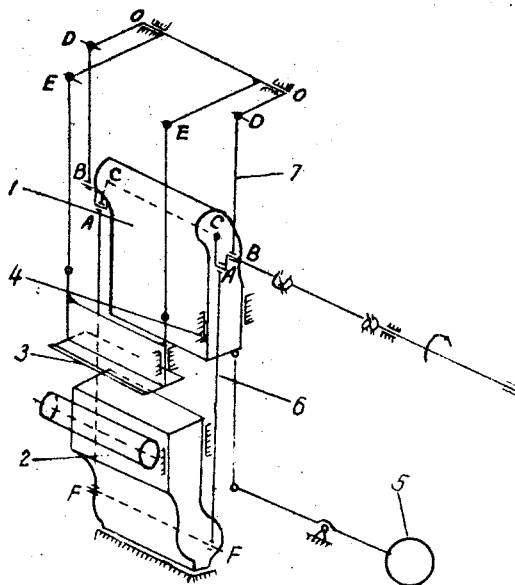


图1-11 机械压板浮动轴剪切机立体简图

- 1-上刀台； 2-下刀台；
- 3-压板； 4-机架；
- 5-上刀台平衡重； 6-大连杆；
- 7-小连杆。

b) 上刀台继续下降，下刀台开始上升（图1-13c）。

压板压住钢坯停止运动时，偏心轴绕B点继续转动。这样就使上刀台继续下降，但下降速度比上阶段减小一半，而下刀台以同样速度开始上升，直至下刀台接触钢坯。

c) 下刀台与压板同时上升（图1-13d）。

下刀台与压板将钢坯压紧后，偏心轴绕c点继续转动。此时，上刀台停止运动，而下刀台和压板夹着钢坯以同一速度上升，直到钢坯与上刀接触，这时运动速度与第一阶段压板下降速度相等。

d) 剪切钢坯（图1-13e）。

当钢坯接触上刀台处，偏心轴继续绕c点转动

下刀台与压板夹着钢坯继续上升开始剪切钢坯。直至下刀台上升行程达到最大，此时上、下刀片互相间有一定的重合量，将钢坯剪断。