

国外压力加工概况 及其发展趋势

(内部发行)

第一机械工业部
机械研究院机电研究所

1973年3月

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

目 录

一、概 况	(1)
二、锻 造	(2)
1. 自由锻造	(2)
(1) 锻机结构的变化	(2)
(2) 新型锻机驱动系统	(4)
(3) 锻造操纵机	(4)
(4) 工具更换装置和转台	(5)
(5) 近代锻造设备的举例	(7)
(6) 自由锻造的发展	(8)
2. 精 锻 机	(10)
3. 模 锻	(11)
(1) 毛坯的剪切	(12)
(2) 加 热	(13)
(3) 备 坯	(13)
(4) 模具与润滑	(13)
(5) 模锻压力机和模锻锤	(19)
①模锻压力机	(19)
②摩擦压力机	(21)
③模 锻 锤	(24)
④组合式铸锻机	(25)
⑤高 速 锤	(27)
三、挤 压	(30)
1. 概 述	(30)
2. 冷挤压材料	(32)
3. 挤压工具	(32)
4. 挤 压 机	(34)
(1) 多工位挤压机	(36)
(2) 肘杆式压力机	(36)
(3) 曲柄和偏心压力机	(36)
(4) 液压压力机	(36)
(5) 具有多级工具及上、下料装置的压力机	(38)
(6) 半热挤和热挤的压力机	(38)
5. 冷挤钢材的化学表面处理与润滑	(40)
6. 半热挤压	(40)

7. 静力挤压·····	(41)
四、特种轧制·····	(46)
1. 轴类件的横轧·····	(47)
(1) 三辊横轧·····	(47)
(2) 楔形板横轧·····	(47)
2. 翅棱管的制造·····	(51)
3. 钢球等的轧制·····	(51)
4. 齿轮的轧制·····	(52)
(1) 热 轧·····	(52)
(2) 冷 轧·····	(53)
5. 轧 环·····	(57)
五、板料成形·····	(61)
1. 概 述·····	(61)
2. 板材加工·····	(62)
3. 剪切与冲裁·····	(64)
4. 深 拉 伸·····	(66)
5. 扩 张·····	(70)
6. 拉张成形·····	(73)
7. 旋 压·····	(75)
8. 高能成形·····	(79)
(1) 冲击液压成形·····	(79)
(2) 电—液成形·····	(81)
(3) 电磁成形·····	(82)
六、汽车制造中压力加工的一些发展趋势·····	(88)
1. 热自由锻和热模锻·····	(89)
2. 冷模锻 (包括冷锻、冷挤压等) ·····	(91)
3. 冷 轧·····	(94)
4. 汽车轮的旋压·····	(95)
七、结 束 语·····	(99)
八、参考文献·····	(100)

一、概 况

金属的压力加工是机械制造、汽车拖拉机制造、仪表制造以及其他轻工、军工生产等部门极为重要的一种加工手段。近二十年来,随着工业水平的不断提高,压力加工技术得到了迅速的发展。

许多过去采用较为复杂的其他方法加工生产的零件,目前已转为用钢板冲压方法直接生产出来。从各国对钢板需求的情况便可看出其发展趋势。例如西德薄板年产量 1950 年为120万吨,1968年则达到 660 万吨,占全部轧钢产品的20%。美国的冷轧薄板与热轧钢带已占全部轧钢产品的50%〔1〕。

为了减少零件加工的切削量,提高加工效率,各国采用模锻件的比重不断增大。美国1965年共生产模锻件128万吨,占全部锻件的70%;英国1965年生产模锻件66万吨;日本1965年生产模锻件38万吨,但到1967年就猛增到61万吨。

冷挤压技术是30年代中期在德国开始研究的,近十年来在各工业发达的国家都取得了很大的发展。

美国1950年冷成形实心件(紧固件除外)仅为2万吨,而到了1970年全年生产了冷成形实心件约60万吨,预计1980年将生产120—130万吨,其中80%将用于汽车制造,平均每辆汽车的冷成形件占60—70公斤,而日本1970年生产的汽车中的冷成形件就已达到了这个指标。从表1也可看出冷挤压技术的发展速度及其在整个压力加工中所占的越来越大的比重。

表1 几个国家的冷挤件年产量(紧固件除外)

	1965年 〔吨〕	1968年 〔吨〕
美 国	33 万	42 万
西 德	5 万	9 万
英 国	1 万	1.6 万

压力加工的经济意义也可从机床的指标来看。1960年以来,世界各主要工业国家压力加工机床的年总产值与金属切削机床年总产值之比已达到1:2。由于汽车工业、机器制造、仪器制造、电子工业以及家庭用品工业的发展,使产品批量增大了,这为广泛采用压力加工方法提供了方便。采用压力加工所带来的优点是:生产效率高、零件的尺寸和形状精度高、材料的机械性能(特别是抗冲击性能)提高等,这些无疑促使机器设计逐渐采用轻型结构。

为了推动压力加工技术的发展,国外进行了大量的基础研究工作,目的是加深对变形过程的理论认识。在机械工业中,不断地研究和改进机床与工具;石油化工方面研究了高性能的润滑剂。由于采用了电火花加工,使凹模的制造得到改进和加工费用降低。同样重要的是材料工业的发展,否则很多工艺的发展和改进将成为不可能。超塑性金属也在深入的研究,同时,也开始试用于汽车壳体〔2〕。为了及时交流技术情报,压力加工方面的国际技术交

流也很活跃，国际性的压力加工专业会议也召开了多次。

二、锻 造

锻造是压力加工的一种重要方法。特别是大锻件在机械制造中起着很重要的作用。自由锻造越来越多地在压力机上进行，而在锤上进行的比例越来越少。模锻主要在压力机上进行，在锤上进行模锻的比例已很小。在整个锻件产品中，模锻件所占比例不断增大。表2列出苏联各种锻压机的比例。

表2 苏联几种锻压设备的比例

加 工 方 法		锻 件 重 量 百 分 比 (%)				
		1960年	1965年	1970年	1975年	1980年
在压力机上自由锻		16	17	18	19	20
在锻锤上自由锻		28	21	15	10	3
模 锻	锻 锤	30	22	15	11	4
	平 锻 机	15	13	12	11	10
	曲柄模锻压力机	4	11	16	18	20
	具有万能模锻装置的曲柄压力机	6	5	5	4	3
	专用自动机和自动线	—	3	7	12	20
专用自动热轧机		1	6	9	11	15
自动上料的冷挤压机		—	2	3	4	5

1. 自由锻造

随着汽轮机、柴油机等单机容量的增大，锻件也不断增大，而且要求锻件机械性能不断地提高。为此，首先要求钢厂提供高纯度的钢材。这可以通过电渣重熔法来达到。捷克斯洛伐克采用电渣焊，把很多小钢锭焊成大汽轮机转子〔3〕。为了提高毛坯心部的锻透性，可以将钢锭表面预冷〔4〕。

多拐曲轴的批量超过十件，就可以用圆棒料在自由锻造压力机上分级模锻，可以节约材料及切削加工量30%〔5〕，获得的曲轴强度最高。为此，美国专门设计了一种由一台四立柱式压力机和一台单臂压力机组成的专用设备〔6〕。

将波兰设计的一种铰链式装置用在普通压力机上，可以同时锻粗和弯曲〔7〕。

锻件的质量，不仅受锻造的影响，而且与锻前的加热和锻后的热处理有密切关系。利用钢锭表面温度控制加热时，要考虑到钢锭尺寸、形状以及炉内的负荷〔8〕。

西德二次大战后重建锻压工业中，不再采用特大型压力机，特别是当改善了钢锭材料性能后，用6000吨压力机即可锻造现有最大的工件。

自由锻造压力机近十几年来取得了很大发展，概述如下：

(1) 锻机结构的变化

一直到1956年，自由锻造压力机的典型结构没有什么变化，始终保持着开始投入工业使用时的样子。即：两个铸造横梁，用螺纹和螺母与四根圆立柱联接而构成压力机框架，一个

活动横梁通过导向套和青铜轴承导向。

由于机器的重心很高，立柱较细，而且上下两横梁的热膨胀还要求活动横梁的青铜轴套与立柱之间有一定的间隙，所以这种压力机结构可达到的锻造精度低、可承受偏心载荷的能力低。这种结构在高往复次数下偏心锻造时特别危险，因为这时可能使机器发生振动，很容易造成立柱的过负荷。

为了获得较大的刚性、较好的锻造精度、较高的工作速度和较少的维护费用，必须彻底改变压力机的结构。西德于1958年首先将压力机的上驱动改为下驱动，制造了两台下驱动自由锻造压力机，一台1000吨压力机装在奥地利，一台2000吨压力机装在美国。压力机的主要特征是机器的重心降到了地平面，从而大大提高了机器的稳定性，示意图参见图1〔9〕。原来的活动横梁现在固定在地基上，而机器的框架上下移动，这样就可以在基础板的长导套中导向。液压缸也移到了地下，整个机器的稳定性大为提高。机器框架的自振频率提高了，从而可提高机器工作的往复次数。此外，也为采用直接油压驱动创造了极好条件。在地面下的油缸不易产生油管振动，油管不易破裂。压力油与锻件不会接触，避免了油燃烧的危险。这种新型压力机的缺点是仍然由上、下横梁和四根圆立柱利用螺纹和螺母联接，机器仍然需要维护。

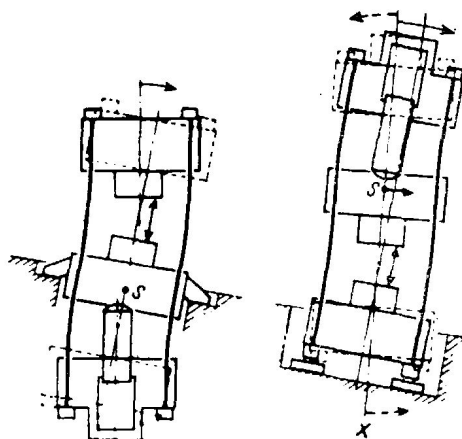


图1 上驱动和下驱动压力机框架变形的对比

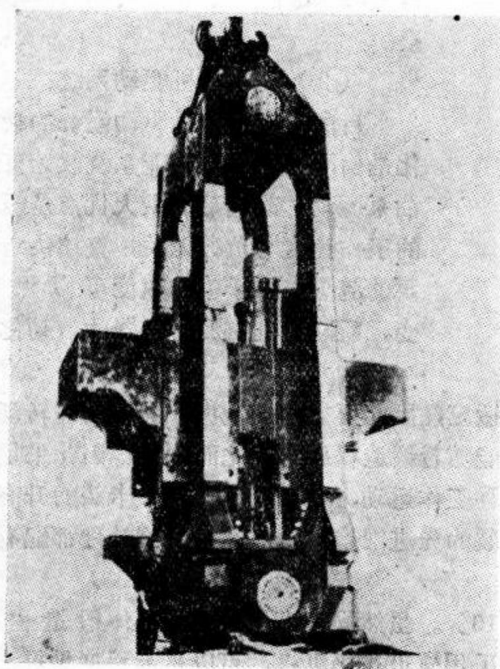


图2 下驱动式3000吨压力机

通过光弹试验，进一步改进了压力机框架的结构，找到了一种理想的结构，即铰链式框架结构。将两半框架用两个铰链联接起来，用预应力环箍紧，见图2。这种方截面的框架与圆立柱框架相比，刚度大为加强，立柱四周镶以淬火的楔形板，形成可调的导向。

进一步的改进是采用整体框架。集中了两立柱式压力机上、下料方便和框架式结构刚度好的优点。两个立柱采用长方形截面，刚度比老式四个方形截面的双框架式还高。框架相对于锻造方向旋转了 40° ，为的是使换工具的装置可以垂直于工作台送进，见图3。目前生产的这种下驱动式整体框架压力机，最大的达4000吨。

假如框架重量受现有的铸造和运输能力的限制，可将框架分开。如果机器

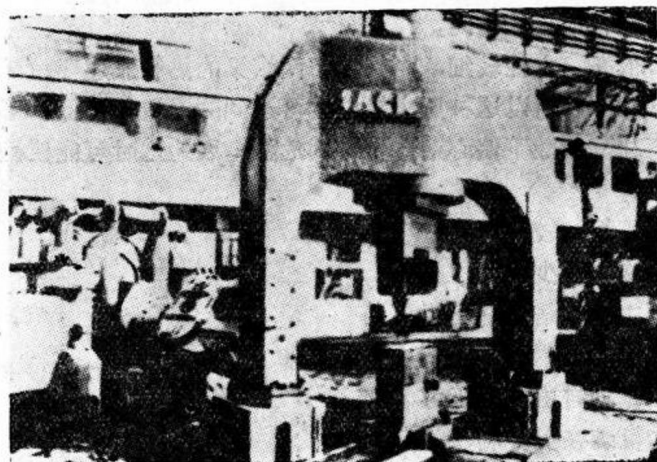


图3 整体框架结构的压力机（框架斜置）

太大，这种下驱动式压力机的底板设计也困难。目前设计的下驱动式自由锻造压力机的极限是6000吨。现在制造的最大的框架式压力机达8000—10000吨，驱动仍然放在上边，压力机的框架由两个工字型截面的垂直立柱和上、下两个横梁组成，见图4。这种工字型截面的框架结构，其刚度比传统的四立柱式结构提高了100%。

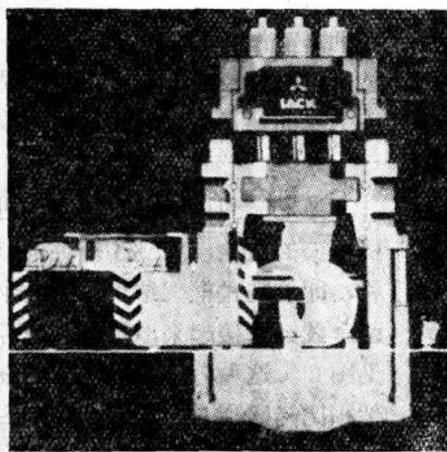


图4 现代8000吨锻造压力机模型
（框架由四件组成）

液压缸也采用了新结构，由一个锻造的油缸、一个空心的表面淬火活塞和一个装在活塞上的摆动支承组成。这时偏心负载造成的侧向力最小，活塞不会由于框架的变形而卡死。有些设备上，这种液压缸已用了35000小时而不必更换。

（2）新型锻机驱动系统

自由锻造压力机驱动系统的最大变化是由原来的水压蓄能系统改为直接用油泵驱动。改进后的最大优点是压力机的工作速度与负荷无关，直接决定于油泵的流量。由于工作速度可以保持不变，所以特别有利于机器的自动化。

（3）锻造操纵机

操纵机必须与压力机的工作条件和速度相适应，因此要能精细地调节其移动和转动。操纵机的工作运动不能受负荷的影响，而且还要能随着锻造程序的变化而改变，因此采用液压驱动最好。操纵机要能互不影响地同时进行各种工作运动，如送进、旋转、卡头的升高和下降、卡头的横移和倾斜等，见图5。近几年安装的先进锻造设备，几乎无例外地都配有轨道式锻造操纵机。

采用操纵机的好处也可从表3中看出来〔10〕。虽然操作人员数量与具体锻造程序有关，表3仅可作为参考，但基本上可以看出，采用轨道式操纵机，可以最大程度地提高劳动生产率和减少操作人员。

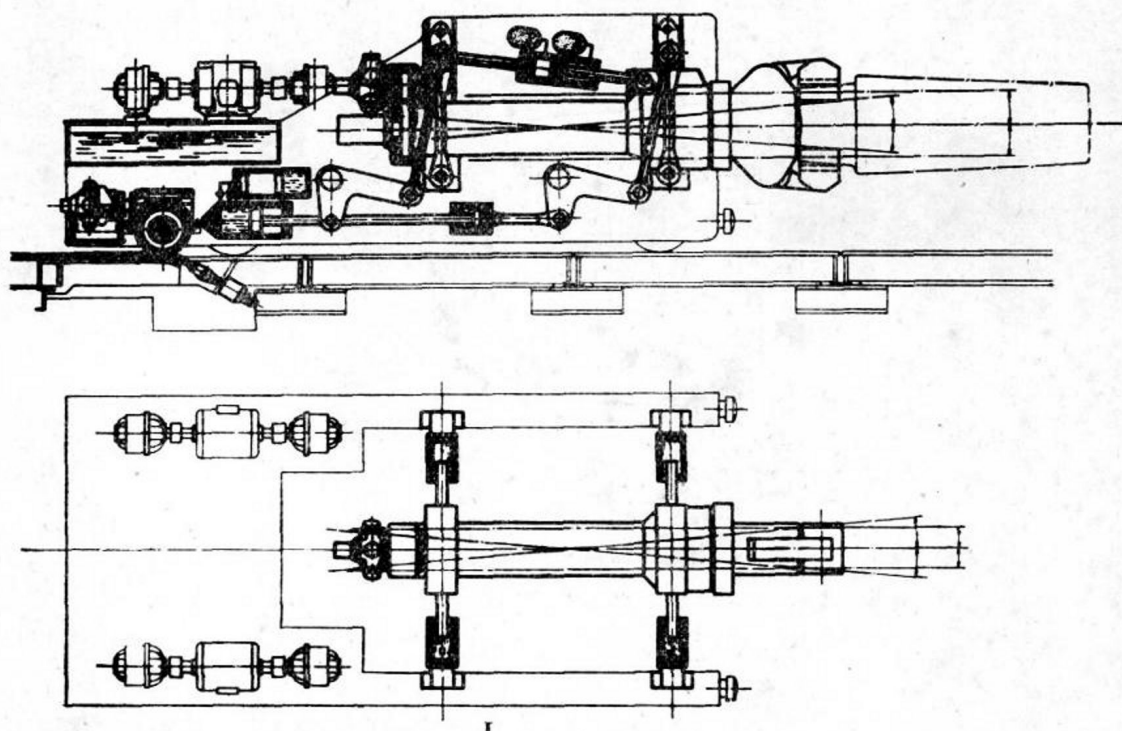


图5 锻造操纵机

表3 新型锻压设备的生产率对比

锻 造 装 置	操 作 人 员		生 产 率	
液 压 压 力 机	8	人	100	%
加 上 自 动 厚 度 控 制	8	人	115	%
加 上 操 纵 机	5	人	150	%
加 上 集 控 操 纵 机	4	人	165	%
加 上 两 台 操 纵 机	3	人	200	%
加 上 程 序 控 制	3	人	220	%

经过了很长时间人们才认识到,锻造操纵机是锻造设备的一个组成部分,而不是一个运输机。由于操纵机本身不承担锻造任务,可以将结构搞得轻一点、便宜一点。一台锻造压力机应配备一台或两台操纵机,主要取决于生产的要求。为使重而且长的锻件准确而快速地在压力机上进行锻造,就应采用两台操纵机,避免在另一端用吊车支撑,

整体框架式或双立柱式的优点,不仅是刚度比四立柱式的高,而且锻件的送入和操作也方便。当锻件重量超过了操纵机容许的负荷力矩时,如锻机是四立柱式结构,较难于在另一端用吊车支撑锻件,但采用斜置的框架式压力机,可以在机器的另一端用砧座支撑锻件,这时操纵机只承受钢锭重量的一半。

为了进行各种锻造工作,将操纵机的卡钳做成可旋转式的,从而可以夹持棒料,并可升高或转动钢锭,见图6。从图7可以看出,利用两台操纵机可以从锻粗转为拔长工作。

(4) 工具更换装置和转台

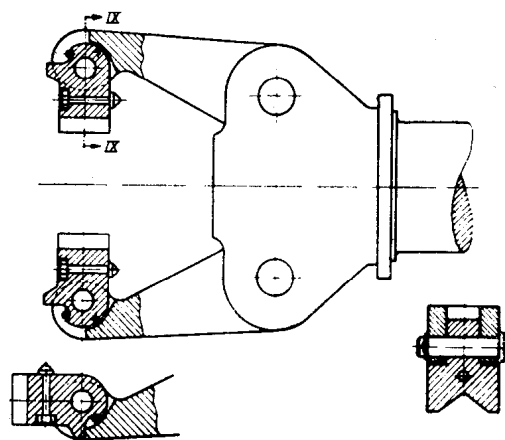


图6 多用途的操纵机卡钳

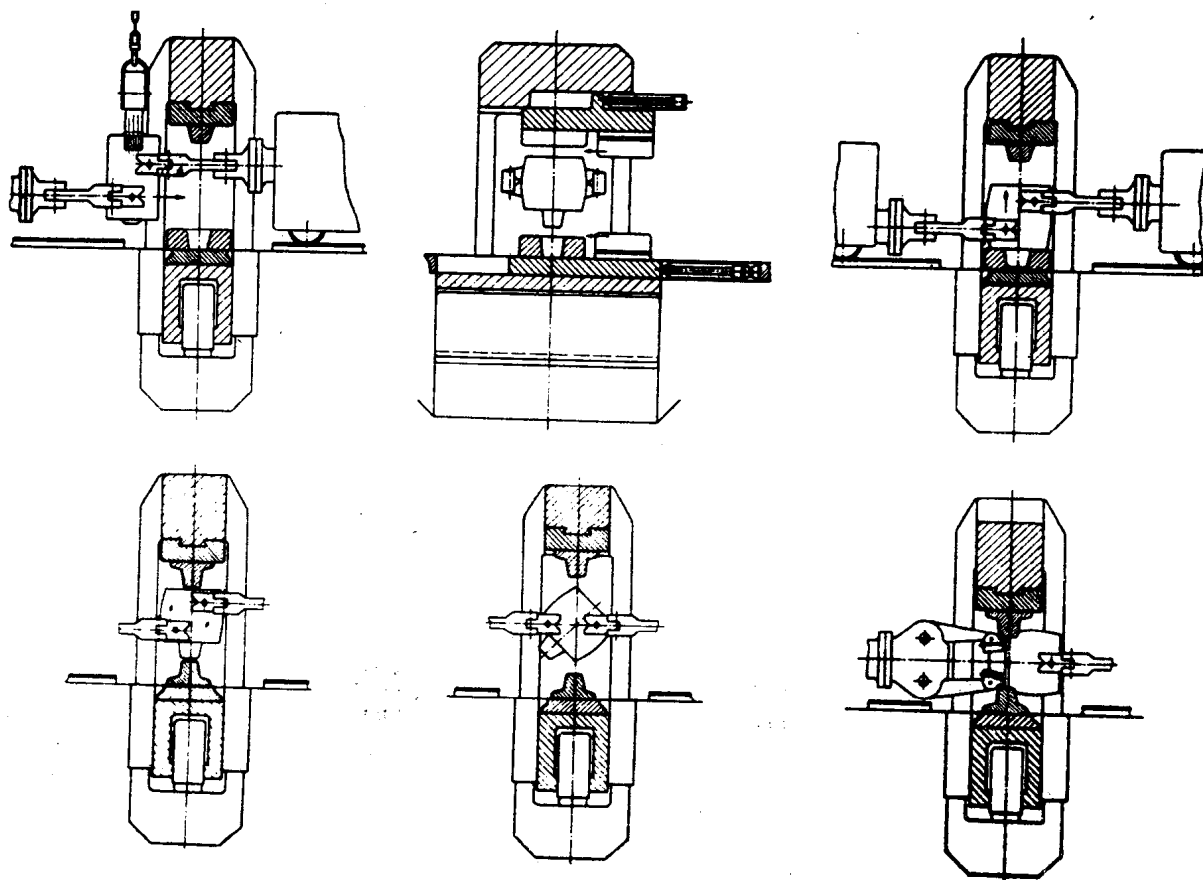
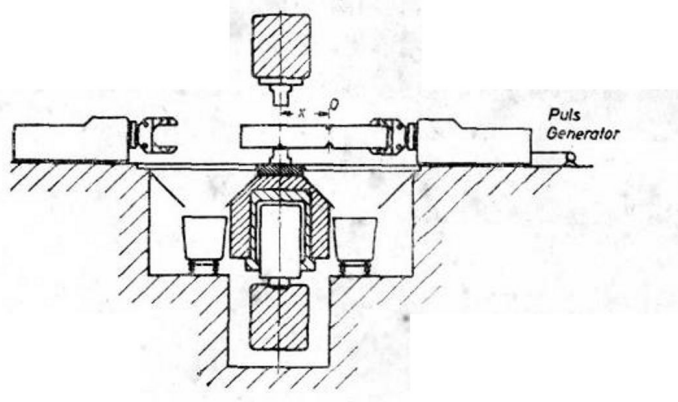


图7 利用两台操纵机使锻件转动的过程

因为减少锻机的操作人员，对一台近代锻压设备来说具有重要的经济效果，所以更换压力机的工具的机械化问题特别重要。下工具的移动工作台和工具的横移辅助装置很难同时存在，因为锻造氧化皮使移动装置易发生故障。图8是将一种早已在轧钢车间采用了的清除氧化皮装置用在锻造压力机上的情形。采用一种横向移动装置，可以快速更换多种工具。



图註, Puls-Generator—脉冲发电机

图8 压力机坑道中的盛氧化皮车

在很多锻造车间中还采用工具操纵机或辅助吊车，以便从侧面将工具、冲头和切刀装到压力机上去。利用图8中右边操纵机的脉冲计数器，可以记下操纵机的位移量，从而得知锻件的长度，便于操作者控制锻造过程。

采用这些辅助装置后，例如在一台2000吨压力机上，全套工具的更换可以在不到一分钟内完成。

当锻造设备上配备了一台操纵机时，需要将钢锭调头，以便锻钢锭的两端。这时可采用一个可以下降的转台，使之位于操纵机与压力机之间，如图9所示，锻完一端后，将转台升起，利用转台使锻件调头。

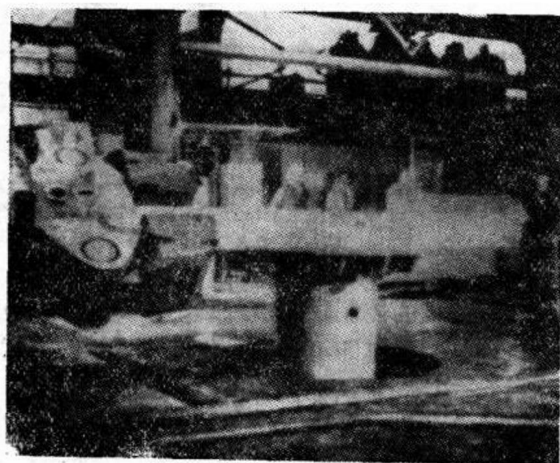


图9 升降式转台

(5) 近代锻造设备的举例

西德1970年下半年投入使用了一套新式锻造设备，锻造能力为1800吨，包括有两台12.5

吨的操纵机以及换工具装置等全套辅助设施，见图10。用于锻造中合金钢和高合金钢的钢锭与棒料，既可用于将预轧过的方形截面钢锭锻成圆棒而为热挤压坯，又可用于将原始钢锭锻成不同截面和尺寸的工具钢料。

预轧过的毛坯在炉中加热到锻造温度后，自动从炉中顶出来，通过传递装置送到压力机轴线上，第一个操纵者接受毛坯后，利用两台操纵机将毛坯来回锻几次。最后一次锻完后，第二个操纵者将锻好的棒料由压力机中取出，放到传递装置上，自动送到冷却台上去。整个操作过程可以手动、半自动或全部程序控制。整套设备的操作小组由三人组成，第一个是压力机操纵者，第二个是辅助人员，必要时可代替第一个人，基本任务是照顾送料和清除氧化皮，第三个人是车式操纵机的驾驶员，当钢锭太大，必须在大炉子中加热时，负责将加热好的毛坯用汽车式操纵机送到转台上去。

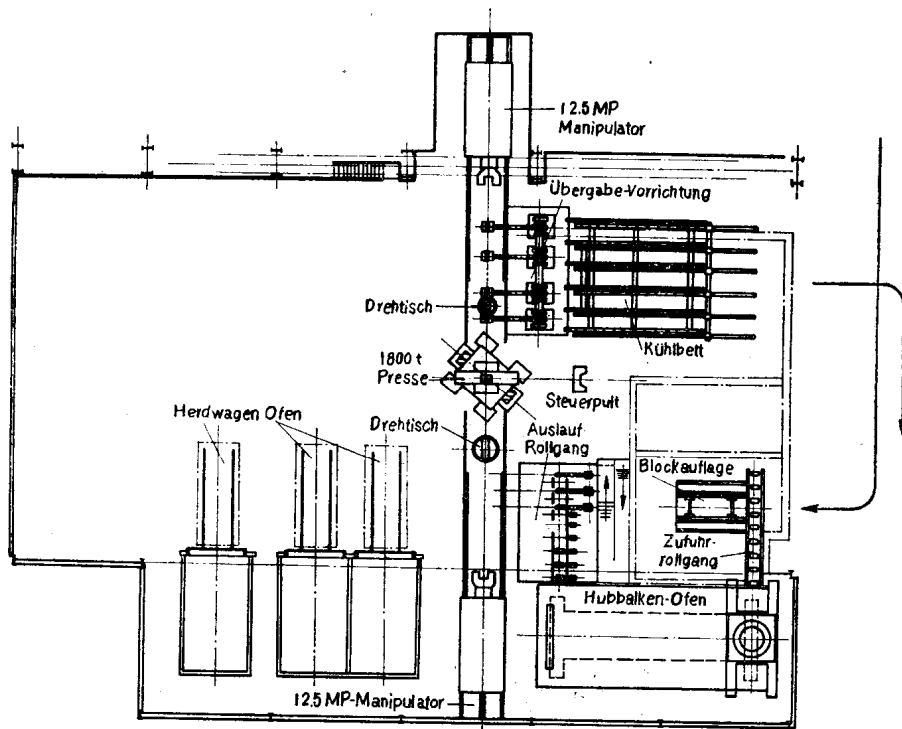


图10 优质钢锻造设备的平面布置图

图註: Manipulator—操纵机 Übergabe-Vorrichtung—传递装置 Kühlbett—冷却台 Drehtisch—转台
Presse—压力机 Steuerpult—控制台 Auslauf-Rolfgang—出料滚道 Blockauflage—装料台
Zufuhrrolfgang—进料滚道 Hubbalken-Ofen—加热炉 Herdswagen-Ofen—加热炉

当采用程序控制时，将压力机的控制联在一台电子计算机上，将操纵者试过的工作程序以穿孔带形式储存在计算机内，压力机即可自动重复进行试过的锻造程序。当然这要求一个前提条件，即毛坯尺寸、材料质量和加热都保持不变。

(6) 自由锻造的发展

①自由锻造的限制

虽然锻造属于人类最古老的手工操作，但令人吃惊的是自由锻造过程的理论研究仍处于初期阶段，与其它工业部门相比，机械化工具利用得还很少。轧钢厂十多年来已经全机械化了，自动清除氧化皮，近几年来甚至连轧辊压下量也由计算机进行调节。但在大多数锻造车

间中, 仍然由操纵锻锤或压力机的工人判断钢锭的温度, 并确定每个行程的压下量和送进量。

在锻锤上, 不经过极大的努力和耗费, 很难实现自动化。而对于带有轨道式操纵机的压力机来说, 则不难准确地调节每个行程的压下量和送进量。因为对于一定的锻件材料和锻造温度只有一个最佳的锻造参数, 因此有必要用试验方法找出最合适的数值来, 编出程序, 然后利用计算机控制整个锻造过程。当然这不能完全取代操纵者, 还要有人观察锻造过程, 如发现棱边裂纹或折叠, 可及时中断自动锻造过程, 用人操纵将锻件锻完。

英国钢铁研究院详细研究了锻件压下量、宽展与延长之间的关系, 并且给出了诺谟图。一般是不希望材料宽展的, 压力机每行程的送进量越小, 材料的宽展就越小, 也就是说, 小送进量的快速工作压力机最理想。但从工艺角度看, 这样不利, 因为只有大送进量才能使锻件心部变形, 而这时宽展却很大, 从而限制了设备的生产率。通过提高行程数来提高压力机的生产率也受操纵机送料速度的限制。压力机的行程数, 在给定压力机的功率下, 取决于行程长度, 而操纵机的送进量受加速度力的限制。压力机行程数太高, 将严重地缩小送进量。因此, 适当地减慢压力机速度, 不仅可通过大送进量保证锻件锻透, 而且甚至还可提高生产率。当然也可以通过提高功率来提高压力机的行程数和操纵机的加速度力, 但这受技术水平的限制, 机器也将昂贵和多故障。

②锻棒料用的液压锻造机

提高锻造设备生产率的最好方法是通过同时从四个方向锻打工件来阻止材料的宽展。图11所示的锻机在一个截面上有四个锤头, 通过一个杠杆系统, 可将一个大的四方锻坯锻成小方截面锻件, 四个工作油缸同时工作。一个专为这种机器设计的油泵带有四个同步的泵缸, 驱动工作油缸, 每分钟行程数为80—180次。整个系统中不用一个阀。工作油缸跟随泵缸的正弦工作方式, 没有一般自由锻机的换向控制问题。

第一台投入使用的这种锻机的锻打力为 4×250 吨。机器配备两个操纵机, 毛坯直径最大为200毫米, 重量允许一吨。与普通锻造操纵机不同的地方是这种操纵机的轴是空心的, 从而可传递长锻件。整个工作循环系半自动, 由一个人操纵。四个工具在一个截面上, 可使锻件在各方向受力的情况下快速延伸而不出现锻造裂纹。材料可一直锻透到心部, 每次通过的截面收缩可达1:6。图12表示在这台锻机上可进行的各种程序。它不必更换工具, 用普通

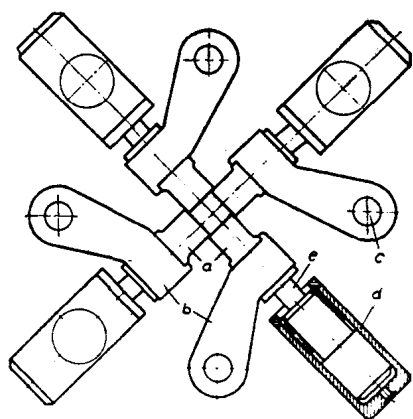


图11 四锤头锻造机

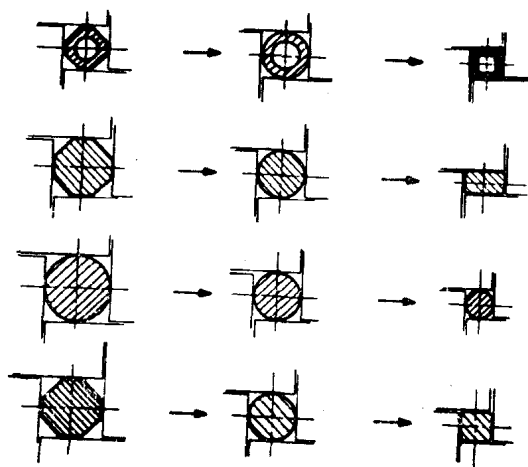


图12 锻造机的几种程序 (Sack厂)

平锤头即可锻出圆形、方形、矩形等各种截面的半成品。也可编制锻阶梯轴的程序以及用对称毛坯进行模锻。锻特殊型件时，也可采用其它工具。

相对于传统的自由锻机，这种新型多向液压机有如下优点：

- i 锻件的锻透性好，无开裂危险；
- ii 没有材料的宽展，因此生产率大为提高；
- iii 用各种标准程序锻造时不必更换工具。

同样结构的第二台机器可锻600毫米的毛坯，用于锻钛合金。整套锻造设备由一台锻机、两个操纵机、转台、加热装置和一条剪料线组成。锻好的半成品立即可以切断成要求的长度。锻机的锻造力为 4×800 吨。操纵机可运送4吨重的锻件。目前正在试制2000吨的同类型压力机。

这种锻造机远比传统自由锻机优越，随着时间的前进，将完全取代在压力机和锻锤上进行的棒料锻造，最终可使锻造赶上轧钢的现代化水平。

2. 精锻机

在机械加工过程中，轴类件毛坯平均约30—50%的重量要变成切屑，而精锻机是达到轴类件少无切削的重要设备。在一些工业发达国家已广为采用。精锻出的零件直径公差可达 ± 0.3 毫米，长度尺寸可控制在 ± 0.6 毫米以内。锻后直径的切削裕量仅为1—2毫米，可节约材料30—40%。由于采用了程序控制，这种方法也可适用于中、小批量生产，机器的调整很方便。

全自动和半自动精密锻轴机问世已经26年了。四个垂直于锻件轴线对称分布的锤头，在偏心轴的驱动下同时锻打工件。可用以锻圆形、方形和矩形截面的棒料。目前在世界上共有15台每个锤头打击力为600—800吨的大型精锻机在每日三班地工作着。世界上最大的一台精锻机[11]已于最近投入使用，见图13，每个锤头的打击力为1000吨，驱动功率为1000瓩，用于在锻造车间中锻合金钢和非合金钢棒料以及薄壁管，其技术指标见表4。

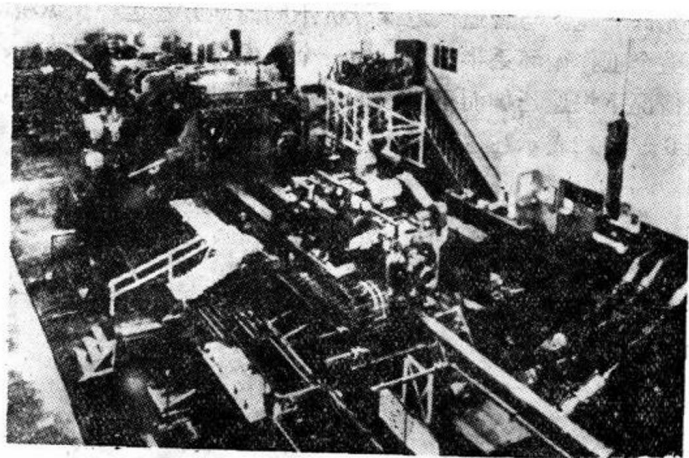


图13 SXP 55型精锻机在进行试验

机器的结构参见图14。整个设备采用电-液控制。单件生产或成批生产的第一件采用手动控制，第二件即可按照程序利用穿孔带通过电子计算机控制整个工作循环。在锻造实心 and 空心阶梯轴时利用全自动程序控制最好。卡头的运动、锻打过程中工具的调节运动以及换工件等完全是自动进行的。

表4 SXP 55型卧式精锻机技术指标

每个锤头的锻造力	1000 吨
打 击 次 数	220 次/分
最大毛坯截面	
碳 钢	$\phi 550$ 或 $\square 450$
高合金钢	$\phi 450$ 或 $\square 400$
锻造工具的调节范围 (锻圆截面和方截面时同时调节, 锻矩形截面时分别调节)	300 毫米
主传动功率	2×500 瓩
卡头负荷力矩	55 吨·米
机器总功率 (包括液压部分和卡头马达)	1600 瓩
机器总重量 (包括滚道和上、下料装置)	800 吨

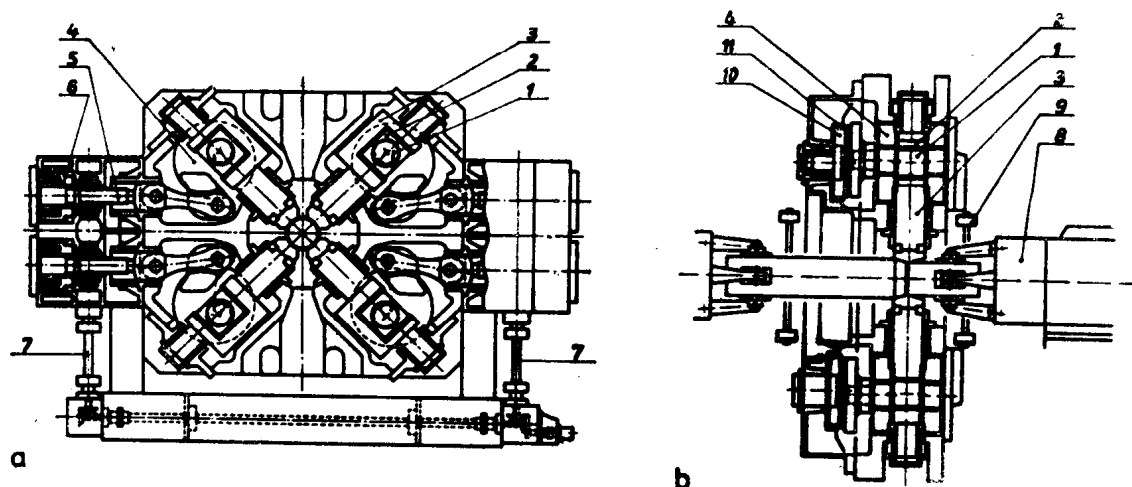


图14 SXP 55型卧式精锻机的剖面

a 横剖面

b 纵剖面

这台精锻机的效率很高, 每小时可锻工件100吨以上。设备的投资费用远比一条钢锭生产线为低, 所以用于小型钢厂也是经济的。当锻合金钢时, 这种精锻机的效率比传统锻造方法高很多倍。耐热钢和高速钢, 可以在一火之内达到断面收缩1:6, 锻管子时, 可同时减小外径和内径, 一次通过可使截面收缩1:6。

西德AG, Krefeld 合金钢厂1967年8月投入使用的精锻机[12]锻打力为800吨, 是当时已投入使用的最大的精锻机。其锻造箱重87吨, 驱动马达功率400瓩, 打击次数为265次/分。整个机器采用数字式程序控制。机器外形见图15。

3. 模 锻

模锻工业围绕着提高锻件质量和生产率取得了不断的发展。随着新兴技术的发展, 要求锻造火箭、喷气机零件、超音速飞机零件、反应堆管件、普通蒸汽轮机叶片以及单机容量在60万瓩以上的汽轮机叶片等。锻件材料也远远超出了有色金属和一般钢材的范围, 使锻造更加复杂了, 如: 用于喷气式飞机上的耐热高强钛基和镍基合金等, 这些材料由于高温强度大, 使锻造特别困难。

模锻工业的规模和重要性, 可由1968年9月在美国华盛顿召开的第六届国际模锻会议公布的一些数字中看出[13]。表5列出了1965—1967年一些国家的模锻件的年产量。表6给出

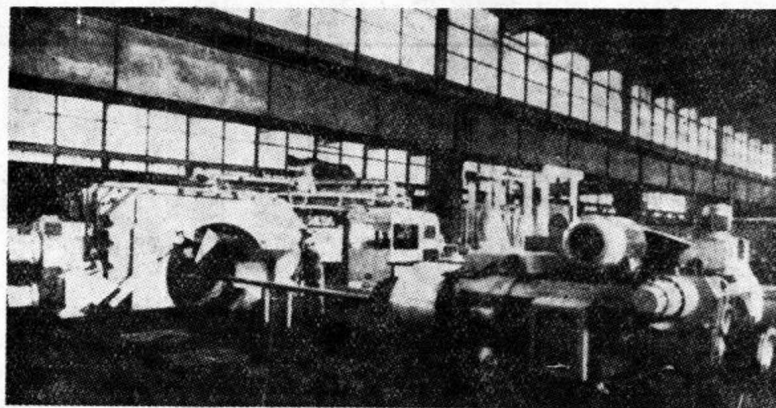


图15 新式精锻机外形图

了模锻件在各工业部门中的分配情况。除美国军事工业消耗大量模锻件外，其它国家的模锻件用于汽车工业的比例最大。

模锻技术的发展基本上围绕以下几个目的：

- i 有利的锻件机械性能；
- ii 较高的锻件精度；
- iii 工艺过程的自动化；
- iv 降低费用；
- v 改善劳动条件。

表5 一些国家1965—1967年模锻工业的统计数字

	模 锻 件 年 产 量 (1000吨)			从事人数 (1000人)	备 註
	1965年	1966年	1967年		
澳 大 利 亚	28	26	28		其中15%自由锻件
比 利 时	12.5	11.5	10		
西 德	655	599	510	30	包括 125 公斤以下的自由锻件 指钢的消耗量
法 国	181	191	184	10	
英 国	622	621	556		指模锻生产能力 指钢的消耗量
印 度			200		
意 大 利			450	8	
日 本	375	481	613	13	
瑞 典	64	62	53		包括 6.5 % 的非铁金属
美 国	1281	1415	1331		

下面按照模锻车间中的工艺流程介绍近几年来年的发展。

(1) 毛坯的剪切

毛坯剪切的主要问题是得到重量相同而且剪切面足够好的坯料。假若不采用特别措施下料，坯料的重量差可达5—6%，其中仅由于棒料直径的公差就可造成3—4%的重量差。假如将棒料在剪切前称一下重量，按此调节剪床的档块，可大幅度地减小坯料重量差。假若在剪床上用刚性档块工作，可使坯料的重量差缩小到足够供无飞边模锻之用。为此，现在采用一种装置，在剪切之前称量棒料的重量，通过一个计算器算出坯料的理论重量，同时确定出剪

表6 模鍛件在各工业部门的分布(%)

	澳大利亚	西 德	英 国	印 度	日 本	美 国
汽 车	70	58.6	75	80	35.4	18
农 业 机 械	7					4
矿 山	5	2.8			8.2	14.7
机 械 制 造		8.2			25.6	
铁 路		6.3			5.8	
飞 机						34
军 火						10
造 船					8.4	
其 它	18					

切段的长度,相应于这个长度,自动调节剪床的档块。

通过高速剪切可以进一步改善剪切面的质量。英国利用内燃式高速锤进行毛坯剪切,获得了较好的剪切面。

(2) 加 热

到目前为止,经济地进行无氧化加热的问题仍未解决。但是,在这方面也取得了一些进展。通过调节仪和均匀送料,提高非合金钢和低合金钢在燃气炉中的加热速度,使锻坯的氧化不大于电加热法的氧化[14]。这时的炉温比理论加热温度高150—200℃,加热时间必须保持不变,因此必须采用自动送料。长或短段棒料的加热,除感应加热外,也可采用电阻加热,这时要特别注意接触电阻[15]。所有的加热方法今天都可实现机械化。苏联也在采用局部火焰加热法以减少氧化。对于贵重材料,则利用表面保护层作为防氧化剂。进一步的发展方向是加热过程自动化[16]。

棒料加热中,如欲局部加热,可利用火焰喷枪先将该处加热到400—500℃,从而提高了该处的电阻,接着再进行电阻加热,则可达到局部加热的目的[17]。加热锻件的去氧化皮也有了专用装置[18]。

(3) 备 坯

近年来发展起来的一系列特种轧制法,用来制造简单零件或为模锻备出材料合理分布的毛坯,是一项值得注意的发展。在苏联和德意志民主共和国着重发展了横轧法,主要用于提高模锻备坯的生产率。利用螺旋轧可以制造钢球、滚柱等。利用楔形模具的横轧可以制造各种不同截面和变截面的轴类件(见图16),带有感应加热的横轧机 UWQ 40×400 可见图17[19]。利用横轧机轧制 $\phi 40$ 以下的零件,单件时间为7—10秒,轧制 $\phi 80$ 以下的零件,单件时间为20—25秒,生产率高,轧后材料强度基本不变。模具是组合式楔形平板,模具运动是往复式的,模具上易损件的更换很方便。利用斜轧法可以通过三个锥形轧辊轧出轴类件。所有这些轧制法都可实现自动化。当不能采用连续式横轧时,可以利用操纵机实现自动化。

由于制造了材料合理分布的毛坯,不仅可保证锻出旋转对称件,而且还可采用闭模法锻出长零件。这时不仅要求毛坯总重量准确,而且还要求中间工序的半成品截面与最终成品零件的截面相适应,因为锻件的材料不能从一端流向另一端,只有邻近的材料才能相互匀补。

(4) 模具与润滑

利用真空排气法或电渣重熔法可以改善模具钢的质量,减少其不纯度。但是,彻底改善