

拖拉机发动机主要零件 制造工艺学

[苏联] Д. И. 馬 斯 罗 夫 著
А. К. 伊 格 納 切 也 夫
甘 克 加 譯



中国工业出版社

拖拉机发动机主要零件 制造工艺学

[苏联] ДИ·馬斯罗夫 著
АВ·伊格納切也夫
甘克加 譯

中国工业出版社

本书介绍拖拉机发动机的重要零件和拖拉机的若干其他零件的制造工艺特点；毛坯制造方法、机械加工和热处理以及车间检验方法。

书中着重介绍苏联和其它国家拖拉机制造中具有代表性的新工艺方法；在很多章节内还顺便介绍了汽车工业的经验。

本书供工程技术人员使用，也可供高等学校及中等技术学校教师和学生参考。

Д. П. Маслов А. К. Игнатъев
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТРАНТОРНЫХ
ДВИГАТЕЛЕЙ
МАШГИЗ Москва 1961

拖拉机发动机主要零件制造工艺学

甘克加译

第八机械工业部图书杂志编辑部教材编辑室编辑(北京及河沿64号)

中国工业出版社出版(北京热河路10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $12^{13/16}$ ·插页4·字数297,000

1965年7月北京第一版·1965年7月北京第一次印刷

印数0001—2,090·定价(科四)1.50元

统一书号: K 15165·3979(八机-84)

序 言

近年以来，在拖拉机制造者面前摆着要求在短期内掌握新产品的生产技术、增加拖拉机及其备件的产量、降低产品成本和提高产品质量的巨大任务。这些任务可以在提高机器的设计水平及改进工艺和生产组织的基础上得到解决。

把发动机的主要零件和拖拉机的一些部件组织在专业化工厂中生产，可促进生产综合自动化的进一步发展。

今后，在拖拉机制造业中，按零件和按总成专业化的工厂的产品比重应迅速地增长。因此，有必要在新的、高效率的工艺基础上，加速建立和运用新的自动化生产和自动线。专业化工厂制造出来的零件的成本，一般都低于拖拉机工厂制造的同样零件的成本。

工艺专业化也将得到进一步发展。许多现有企业和新建企业的铸造车间都将按其可能专门大量地出产有限的几种铸件。现有工厂的锻压车间也将按同样的方向发展。

在拖拉机制造业中，生产综合自动化的工作正在改进现行工艺和建立新的、高效率的工艺过程的基础上进行着。目前，已经在很多工厂实现了不少的自动线，这些自动线是在专用设备、万能设备和改装设备的基础上建立起来的。

流水线虽然是优先在机器装配车间和铸造车间得到推广，但在锻压车间和其他车间也在日益增长地采用流水线。在拖拉机制造业中，有60%以上的设备配备在流水线上。

铸造生产综合自动化包括熔化和型砂准备工部的自动化、具有自动造型机及浇注和铸件拆箱装置的造型工部的自动化、具有制造型心和烘干及修整型心用自动机的型心工部的自动化、以及具有清理铸件并切除浇铸系统和飞边用自动机的清理工部的自动化。

在这种情况下，自动化工段和工部以及单独的自动机都可用自动的运输装置连接起来。目前，这种自动化已在相当大程度上得到了实现。

在铸造生产中，清理工序自动化受到了特别的注意。譬如，建成了供IT-54发动机气缸盖清理用的砂輪清理自动綫及許多清理鑄件的平面和圓周用的机器。有些拖拉机厂正在采用包括有通过式清理滾筒和噴砂滾筒及砂輪清理运输带的鑄件清理自动綫。履带板的表面清理可用磨擦法和电熔法来代替砂輪清理法。研究結果表明：在除去厚度为10毫米的金属层时，电熔法颇为有效，如果除去較薄的金属层，則采用磨擦加工法时的优点比較多。

近几年来，有些拖拉机厂已开始采用高比压的压鑄法，这种方法可使鑄件的表面光洁度提高，并且可以得到薄壁（壁厚3~4毫米）鑄件。采用这一工艺过程可使不少零件的金属切屑废料由30%减少到4~5%（可完全省去鏈輪的銑齿工作量）。

拖拉机零件制造的鑄件总产量中，压鑄鑄件、金属型鑄件、薄壳鑄型鑄件和熔模鑄件将不断增长。由于采用新工艺过程和綜合自动化的結果，在降低每吨鑄件的成本的同时，鑄造車間每一个工人和每一平方米面积所能出产的鑄件产量也将增加。

鍛造生产的增长，将主要依靠生产专业化、自动化和机械化的发展，以及新工艺过程和自动化设备的采用。位于供应廉价电能地区的鍛造車間，可装备带自动装卸毛坯裝置的感应加热设备和接触加热设备以及高频加热设备。而在那些有廉价天然煤气地区的鍛造車間則可采用煤气快速加热毛坯的自动化联合装置。为了提高鍛造車間的劳动生产率，要求在使毛坯加热自动化的同时，鍛造过程本身也自动化，以达到充分利用设备的快速性。

先进的高生产率工艺设备也应得到广泛采用：曲柄热模鍛压床、鍛造軋輥、旋轉鍛造机、电鍛和平鍛机、橫向-螺旋軋机等。将采用改进了结构的鍛鏈，它的冲击力和冲击頻率可借助于程序控制裝置来改变。多点接触电焊机和磨擦焊接自动机也应得到广泛采用。

在拖拉机生产中，机械加工与其他各种形式的加工相比较，按劳动量计算占第一位。在最近期间，这一部分劳动量将由于精制毛坯的供应和机械加工方法的改进而减少。精加工方法和不切去切屑的光整加工方法（用压光拉刀加工、扩压及滚压等等方法）也应得到广泛采用。

在制造新的切削机床和改装现有切削机床时，应提高机床的可靠性和快速性，使工作循环全部自动化，使装于机床上对刀具调整反馈的检验装置自动化，以便使它们适合于装用在自动线中。

本书作者认为，不按照机械加工过程的形式，而按照拖拉机主要零件的成套加工工艺的形式来建立资料是比较合理的，按这样的原则建立资料，就可为正确地评价和选择这些零件的新的成套加工方法及其自动化装备提供可能性。对零件的制造工艺过程全面地进行分析，就有可能查明其薄弱环节和拟定各种生产纲领条件下最好而比较有效的工艺过程编制方法。

第一章 軸类零件的制造

阶梯軸的制造

阶梯軸毛坯的制造方法

采用模鍛毛坯取代棒料毛坯的經濟性可用下列方程式表示：

$$C_1 - C_2 < (M_1 - M_2),$$

- 式中 C_1 ——毛坯的模鍛成本；
 C_2 ——圓棒料的机械加工成本；
 M_1 ——棒料金屬的成本；
 M_2 ——鍛造毛坯金屬的成本。

根据金屬切削机床科学試驗研究所 (ЭНИМС) 的資料，如果在大量生产条件下金屬的節約大体上不小于 5%，在成批生产条件下金屬的節約大体上不小于 10% 时就应采用模鍛毛坯。

軸类零件的毛坯可用下列方法制造：

用閉式鍛模在各种鍛錘或压力机上模鍛并随后切去飞边；

在鍛造机上精鍛；

在鍛造軋軛上压軋；

在橫向-螺旋軋机上压軋（軋制不等截面的軋件）。

鍛造軋軛通常是被用来鍛造形状复杂的短軸。把截面等于压軋后毛坯的最大截面（或比最大截面大 10~15%）的棒料送入两个軋軛（图 1, a）之間直到靠住挡块为止，軋軛上具有扇形軋模，每一个軋模上有一个或几个（在毛坯直径落差較大时）軋槽。当扇形軋模互相分离时，把棒料放入其間。当毛坯在随后的軋槽間重新通过时，毛坯繞本身的纵向中心綫旋轉。利用这种方法所得到的毛坯尺寸精度可在直径的 2% 以內。

橫向-螺旋軋机按下述方式制造軸类毛坯：加热的棒料在三个軋軛之間通过，三个軋軛的中心綫在可換靠模的作用下时而接

近又时而分开。軋輥呈圓盤形或齒形（圖1,б）。毛坯的一端夾在接头中，接头帶着毛坯沿自己的軸綫方向移动（圖1,б）。

在 ИКБММ-15 型工業用軋機上，當壓縮比在 2 以內時，可壓軋直徑為 20~70 毫米，長度為 2500 毫米以內的圓形毛坯。用這種方法時的毛坯精度可保證其尺寸偏差在直徑尺寸的 1.5% 以內。棒料的移動速度為 8~12 米/分（依壓縮比而定）。根據一些資料的介紹，當利用不等截面的軋件來作為軸類零件毛坯時可節約金屬達 15%，提高勞動生產率 20~25%。

在軋輥和橫向-螺旋軋機中鍛造時，消耗於調整的時間較少，因此這些方法都可在成批生產中採用：在第一种情況下，調換軋模要消耗 20~50 分鐘，在第二种情況下，調換靠模只需 20~30 分鐘⁽¹⁾。

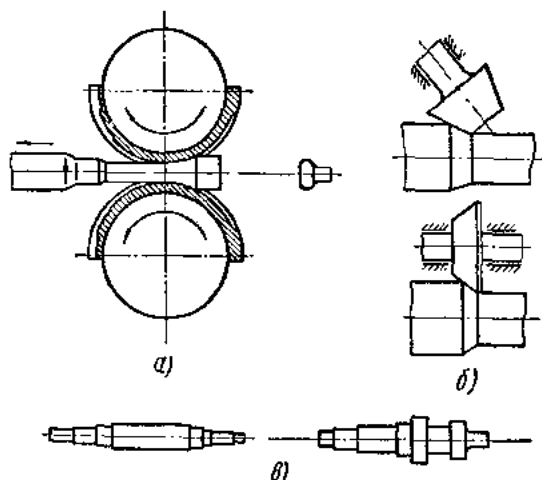


圖 1 階梯軸毛坯壓軋示意圖

a— 在平行的軋輥中壓軋； b— 橫向-螺旋軋機壓軋； c— 已壓軋好的階梯軸毛坯

實心和空心軸的有發展前途的鍛造方法是在立式精鍛機上成型。這種方法只需採用簡單的圓柱形坯料就可得到圓的、方的、圓環形的、階梯形或錐形的鍛件，這些鍛件的橫截面可以是对称

而变化的或对称而不变的。也可鍛造具有均匀变径的空心或实心多直径阶梯零件。

这种型式的鍛造机（有时称为径向鍛造机）是半自动的，可把它預先調整到需要的尺寸。

在这种机器上鍛造毛坯时，在多数情况下可免随后的机械加工，因为用上述方法制造出的毛坯外表面尺寸偏差不超过 ± 0.3 毫米（当进一步冷精压时，可使尺寸偏差在 ± 0.1 毫米以内），内表面的尺寸偏差为 ± 0.1 毫米（当进一步冷精压时，则在 ± 0.01 毫米以内）。

上述鍛造机的特点是可以連續或周期地調节鍛造工具的移动，以便得到毛坯的不等横截面尺寸。

上述机器的鍛造过程是用四个相对于加工零件径向会合的錘头，在零件的横向对称地进行挤压来实现的。在精鍛机上的錘头传动机构中，无任何中間鉸鏈或球形接头。在这种情况下，錘头装在用偏心装置传动的并用一个浮动导环协调的整体式連杆上。偏心装置位于传动箱中，因此，用轉动传动箱的方法可同时调节所有錘头的位置。用这种方法可改变鍛造过程（图2,a）中所形成的表面的横向尺寸。所有錘头的工作都是同步的。被鍛造的圓形零件是在錘头間旋轉并沿本身的軸向移动。不圓的零件在鍛造时不旋轉。此时，被鍛造零件外形輪廓的表面数和作用在毛坯上的錘头数相同。

用轉动可調节传动箱的方法来控制鍛造表面直径的变化是在被加工的棒料沿其軸向移动的过程中自动进行的。传动箱的轉动是用鼓輪控制。此鼓輪与控制被加工毛坯軸向移动速度的另一鼓輪同步旋轉。

用这种鍛造方法所得到的表面，其长度和直径尺寸是由相应地調整操纵鼓輪上的挡块、偏心装置传动箱的位置和毛坯的軸向移动速度来决定。

图2,6中示出了用圓柱形坯料（細綫所示）制造圓柱形阶梯軸的鍛造循环簡图，毛坯是夹紧在立式滑座的卡爪中。开始，毛坯

是在最上面的位置，当毛坯向下移动时进行加工并一直加工到上台肩为止。随后，偏心装置的可调节传动箱的位置自动地改变，于是，在毛坯向上移动时，锻造轴的细直径部分。然后，锤头分离，毛坯也移动，以使锤头由轴的下端粗轴颈的肩部开始锻压。当锻压一面向上移动一面旋转的毛坯的中间部分时，锤头就在这一位置上互相自动接近。当锤头的下缘到达下端粗轴颈的肩部边缘时，锤头自动分离，毛坯则向上提升。

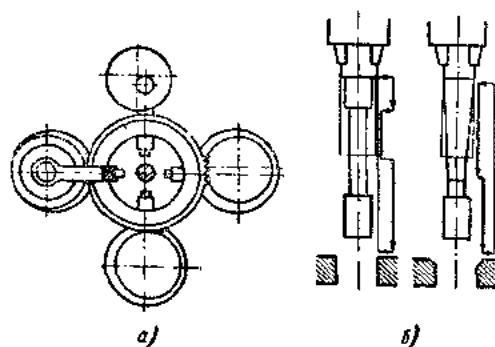


图 2 在半自动机上精锻
a—导环和传动凸轮示意图；b—轴的锻造工作循环

在图 2, b 中指出了中部变细的锥形轴的锻造示意图。最初，毛坯经过相互分离的锤头之间下降，直到锤头处于锥形表面上部的起始台肩处，在旋转的毛坯向上移动的过程中，锤头使毛坯形成锥面。锤头连续地接近直到锥形部分锻压结束为止。此后，锤头自动

分开，毛坯迅速向上移动。为了锻压毛坯的锥形部分，锤头的移动是在锥形靠模的作用下进行的，此靠模对可调节传动箱的位置产生作用。

锤头位置的调节不是连续进行的，仅当它们不与加工毛坯接触时，亦即当锤头上没有锻造力的反作用力和没有对调节机构液压系统的作用力时才进行锤头位置的调节。锻造时作用于每个锤头上的力达到 220 吨，锤头每分钟冲击次数达 600 次。由于在主动偏心装置和锤头之间没有滑座和铰链或球形接头，因此，巨大的锻造力都完全作用在偏心轴的轴承上。磨擦面的数量不大，因而可以达到高的加工精度。这种机器的振动几乎不明显，对机

器的地基沒有冲击作用，因此它对地基的要求可較鍛錘的要求低。

鍛造錘头是用工具鋼制造并鍍以鈦、鉻、鎢、鉬合金。这种工具的万能性非常好（用一种工具可加工各种各样的鍛件）。

精鍛机有立式的和臥式的两种。后一种用配备装卸料装置的方法容易达到全部自动化，并且只要求較小的生产面积。上述机器的重新調整時間也不长。

在鍛造零件表面上形成的氧化皮数量不多也是用这种机器进行鍛造的优点。这是因为錘头对旋轉的且逐渐移动的零件进行冲击而使氧化皮脫落的緣故，同时这种鍛造方法也不必把毛坯加热到高温，因为錘头的冲击頻率大，使鍛造区的温度升高，这是由于被加工的金屬在变形时放出能量的結果。

拖拉机及农业机械制造工艺科学研究院（НИИТМ）創制了一种供加工直径精度为0.4~0.5毫米的阶梯軸用的径向鍛造机。这种机器具有下列技术特性：

最大鍛造力（吨）	100
錘头每分钟冲击次数	536
鍛造出的鍛件直径（毫米）：	
最大	80
最小	20
夹紧在主軸內的毛坯最大直径（毫米）	90
毛坯在直径方向的最大压缩量（毫米）：	
在一次鍛造行程中	15
不調換工具时	36
在一次工作循环（一次調整）中可获得的鍛件	
最多阶梯数	7
鍛件的最大长度（毫米）	1000
錘头数	4
电动机功率（千瓦）：	
主电动机（传动錘头）在1480轉/分	23
液压传动泵电动机在980轉/分	7
潤滑泵电动机在1450轉/分	4.5
直流电动机（轉速可調节）	1.75
輪廓尺寸（包括泵站）（毫米）：	

长	4250
宽	1980
高	4750
机器重量(未包装时)(吨)	15.5

制造阶梯轴毛坯的先进方法是电锻法。它主要用于得到轴上的短而粗的台阶(例如带轴齿轮的齿圈)。

图3是一种电锻机的工作区简图。毛坯7在电流从其中通过时被加热,电流沿汇流排8向凹模5和6流动。在凹模6中放置毛坯。另一个凹模5用来形成锻粗的形状。锻粗必需的力由气动或液压传动装置(活塞1、2和4)供给。

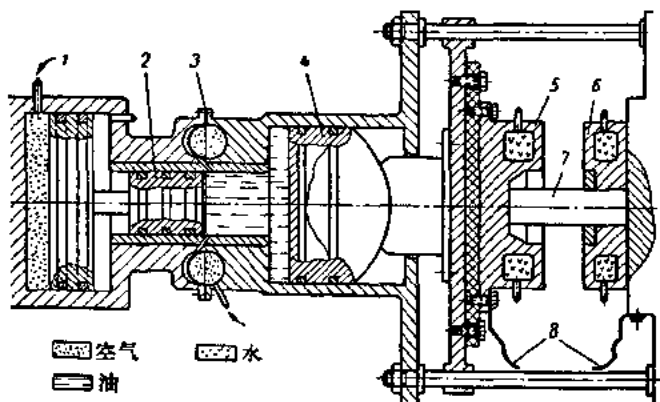


图3 电锻简图

凹模用沿管子送入的水冷却。在电压为3~4伏时供加热用的电流需要1000安培或更多。

当凹模向毛坯引进时,为了快速移动活塞4,利用薄膜3并从它的一面送入压缩空气来达到。在薄膜弯曲时,大量的油进入具有活塞4的高压油缸中,此时活塞4在空行程的全长上快速移动。活塞2发出的工作压力达20吨(当作用在活塞1上的压缩空气压力为4~5大气压时)。

阶梯軸的加工

阶梯軸的加工路線

阶梯軸的加工順序取决于它的形状和与零件用途相适应的各种特殊构造部分（螺紋，花鍵，齒輪的輪齒，鍵槽，小平面，各种孔）。

苏联金屬切削机床科学試驗研究所对于他們自己的軸类零件的加工規定了如下的典型工艺过程⁽⁴⁾：軸的調质热处理在粗車和精車之間；钻孔和銑小平面在精車以后、切花鍵和螺紋以及切輪齒以前；初磨和最后磨在钻孔和銑小平面以后；初磨在热处理之前，当不需进行热处理时則在切輪齒和花鍵之前；中心孔的精加工放在后面的工序中且以磨过的軸頸为基准面；钻中心孔在粗車以后；精車在钻中心孔以后；中心孔的初磨工序在精車以后。

表 1 是用于各种生产綱領条件下的軸类零件加工典型工艺路

表 1 阶梯軸类零件加工約典型工艺路線

工序組 別序号	方案	工 序 名 称	对每一工序推荐的設備(方案)		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
I	A	校直棒料	校直一整径机 床389	校直机9416	—
		切断毛坯	偏心压床	切断机8B66	型鋼剪床
	B	切断毛坯	型鋼剪床 H-514	—	—
		热模鍛毛坯	鍛造軋輾	—	—
		校直毛坯	液压压床 П-413◎ P=25吨	偏心压床 P=25吨	—
	B	压軋毛坯	不等截面軋件 的軋机	—	—
切断毛坯		型鋼剪床H-514	切断机8B66	—	

工序組 別序號	方案	工 序 名 稱	對每一工序推薦的設備(方案)		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
I	A	銑兩端面并鉗兩 端中心孔①	銑端面—鉗中 心孔半自動機床	—	—
	B	銑兩端面② 鉗兩個中心孔②	端面銑床A981 立式鉗床 2A135	臥式銑床6H81Г 螺絲車床1A62	— —
	B	銑兩端面③ 鉗兩個中心孔并 在孔中切螺紋③	臥式銑床 6H83Г或6H82Г 六角車床1K36	— 六角車床1336	— 立式鉗床 2A135④
II	A	粗車一端	液壓靠模半自 動車床1722	多刀半自動車 床1720和1730	改裝的螺絲車 床 1A62
		粗車另一端	液壓靠模半自 動車床1722	多刀半自動車 床1720和1730	改裝的螺絲車 床 1A62
		淬火④	箱式電爐H-80	井式電爐III-30	—
		用蘇打溶液清 洗④	清洗機	—	—
		高溫回火到硬度 $H_{RC}28-35$	箱式電爐 ПH-31B	井式電爐III-80	—
		零件熱處理後校 直④	液壓 壓 床П- 413, P=25噸	偏心壓床 P=15噸	—
		精車一端	改裝的螺絲車 床1A62	—	—
		精車另一端	改裝的螺絲車 床1A62	—	—
B	全部車完一端	液壓靠模半自 動車床 1722 或 1C63	改裝的螺絲車 床 1A63	—	
	全部車完另一 端	液壓靠模半自 動車床 1722 或 1C63	改裝的螺絲車 床 1A63	—	

續表

工序組 別序號	方案	工 序 名 稱	對每一工序推薦的設備(方案)		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
IV	A	銑鍵槽或鎖緊槽	鍵槽銑床692A	臥式銑床680M	—
	B	銑半圓鍵槽	臥式銑床680M	—	—
	B	銑方形(或成對 ^① 橫向小平面)	臥式銑床680M	—	—
V	A	在零件的一端鉗 孔	立式鉗床 2A125	立式鉗床2118 ^②	—
	B	鉗排成一列的相 同的孔	立式鉗床 2A135	—	—
	B	鉗鍵槽中的螺紋 孔 在鍵槽的孔中切 螺紋	立式鉗床2118 切螺紋機5053	— —	— —
VI	A	粗 ^③ 銑花鍵 精 ^④ 銑花鍵	臥式銑床 K6H81Г 花鍵銑床 5618A	— —	— —
	B	用一次走刀 銑花鍵	臥式銑床 K6H81Г 花鍵銑床 5618A	— —	— —
VII	A	加工外螺紋(公 制的和英制管牙螺 紋)	切螺紋機5B07	改裝的螺絲車 床	螺紋銑床 5B5662
	B	加工梯形和方牙 螺紋	切螺紋機 ^⑤ 507BC	改裝的螺絲車 床1A62	螺紋銑床 5M562

續表

工序組別 別序號	方案	工 序 名 稱	对每一工序推荐的设备(方案)		
			1	2	3
1	2	3	4	5	6
Ⅵ	A	淬 火	盐炉C-100	真空管式高频 电流发电机⑦	机械式高频电 流发电机⑦
Ⅶ	A	回 火	井式电炉ЛЛ-30	箱式电炉 ПН-31Б	真空管式或机 械式高频电流发 电机⑧
		清除零件表面上的 氧化皮 零件在热处理后 校直	机械喷砂装置 液压压床 П-413, P=25吨	气动喷砂装置 —	— —
X	A	磨同一直径的一个 或几个轴颈	外圆磨床3152 或3162	外圆磨床3151 或3160	

①用于大量生产。

②方案1用于中批生产，方案2用于小批生产。

③用于小批生产。

④如果技术条件所要求的硬度不超过 $H_{RC}28\sim35$ ，本工序在粗车后完成。

⑤花键深度超过4毫米时，用两次走刀加工。

⑥仅用于梯形螺紋。

⑦用于局部淬火。

⑧用于局部回火。

⑨原书此处为П-418——譯者。

⑩原书此处为2A155——譯者。

⑪原书此处为Первых(第一, 前面的)可能系Парных(成对的)之誤——譯者。

⑫原书此处为2116——譯者。

綫(根据拖拉机及农业机械制造工艺科学研究所的資料)。(第一纵行是指工序組別: I—毛坯工序; II—在两端面上加工; III—車削; IV—銑削; V—钻横向孔; VI—加工花键; VII—加工螺紋; VIII—热处理; IX和X—配合表面的最后加工)。

軸类零件的校直、端面加工和钻中心孔

阶梯軸毛坯的校直

每件軸类毛坯的校直是在立式偏心压床或在从上部或下部配置滑座的液压压床上进行。后一种类型的压床只用于校直工作。在汽车拖拉机制造业中采用压力为5~60吨的校直压床。

在专门用于校直軸类零件的压床上，滑座配置在待校直的毛坯下面。毛坯用与液压传动相连接的拉杆上的卡头夹住向下进行拉伸校直。这种压床的压力达5~30吨。軸在这种压床上校直时的生产率为每小时60~120根。在所有压床上进行校直工作时，被校直軸頸的弯曲量通常是用可翻折的千分表来测量。

端面和中心孔的加工

在小批和中批生产条件下，軸类零件毛坯端面的加工，通常是在銑床上用单独的工序进行。

在大量生产条件下，通常采用銑端面-钻中心孔机床，这类机床多半是鼓形的，它具有繞水平軸轉动的鼓輪，鼓輪周期地由一个工位轉到另一个工位。屬这类机床的有苏联的銑端面-钻中心孔半自动机床MP71, MP77, MP73, MP78, MΦ-302, 以及两面钻中心孔机床BC1, BC2, BC72, BC69和具有单独动力头的双面銑端面-钻中心孔自动机床（例如A982型自动机），这种机床带有传送軸到工作位置上用的分度轉位式非同步运送装置，这种机床可装用于自动綫中。

有一些工厂采用拉-钻中心孔自动机床。例如，«Американ Броу энд Машин Компани»^①公司（美国）制造了一台10吨机床，用来对汽车传动軸銑坯进行拉削端面和钻中心孔工作。在这台机床上具有两把立式拉刀，拉刀装在两个相互关联的滑座上，

① 即美国《拉刀与机床》公司。——譯者