

И. Е. 舒 伯 著

精密鑄造在机械 制造业中的应用

國防工業出版社

內 容 介 紹

本書分別介紹了壓力鑄造、熔模鑄造及殼型鑄造近年來在機械製造業中發展的情況及將來的展望。對於精密鑄造的工藝過程亦分別加以詳述。

本書是我國發展精密鑄造工藝工作中的一本極有參考價值的資料。

本書的主要對象是鑄工技術人員。

Канд. техн. наук

И. Е. ЩУБ

общество

По распространению политических

и научных знаний РСФСР

Ленинградский дом научно-технической пропаганды

ТОЧНОЕ ЛИТЬЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Ленинград 1956

本書系根據蘇聯科學技術普及協會列寧格勒分會

一九五六年俄文版譯出

精密鑄造在機械製造 業中的應用

〔蘇〕舒伯著

李家焱等譯

*

國防·業·出版社出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第074號

北京新中印刷廠印刷 新華書店發行

*

850×1168 1/32 • 2 $\frac{1}{8}$ 印張 • 53,000字

一九五七年九月第一版

一九五七年九月北京第一次印刷

印數：1—1,960冊 定價：(10) 0.39元

序 言

根据“苏共中央委员会七月全体会决议”和“苏共第二十次代表大会关于第六个五年计划的指示”的精神，进一步提高我国工业水平，就需要大力发展祖国的机械制造业。因此，机械制造业各部门中对形状复杂的零件之需要量必将剧增。迄今，这样的零件大多数是用锻压毛坯（轧材、模锻件、自由锻件）以机械加工方法制成的，在这些锻压毛坯上常常留有较大的加工余量，以至在加工铸件毛坯时也会形成较多的切屑废料。例如：运输机械工业部1955年年中召开的厂长会议上曾指出过，在契利亚宾斯克城基洛夫工厂中，即使在大批生产履带式拖拉机C-80情况下，也有大量切屑。如：模锻毛坯有25%的切屑，铸钢件有14%的切屑，铸铁件毛坯有22%的切屑，而有色金属毛坯的切屑占其本身重量的46%。该部其他工厂在小批生产柴油机的条件下，切屑废料大大地超过了上述数字。加工锻件时有60%的金属变成了切屑，加工钢铸件时切屑达37%，铁铸件的切屑达33%，有色金属毛坯的切屑达55%。

这样大量的金属变成了切屑就等于白白地浪费了劳动力和设备并降低了我国进一步发展整个国民经济所必需的物资——金属的利用率。

现行的制造复杂零件的工艺方法，由于机械加工的工作量过大并造成金属大量的浪费，因而不能满足现代机械制造业的要求。所以，工艺方法应该不断地改进。

目前，在改进零件制造工艺过程方面机械制造者们正在采用快速机械加工和快速电机加工，同时使金属切削机床专用化，自动化，并设法使毛坯在形状上和尺寸上尽量接近成品。后一种办法之所以优越是因为缩小加工余量的办法在降低制造零件的工作量方面，要比任何最先进的金属切削规程来得有效。

由于机械加工余量过大，使大量金属变为废料，增加了对机床设

备和劳动力的需要量，并且需要增加辅助生产面积。

因此，选择并采用恰当的毛坯来制造机械零件是机械制造业中提高生产率和降低产品成本的主要潜力之一。这样的毛坯可以用精密模锻，周波形轧制，以及各种专门铸造方法制成，其中最有意义的是压力铸造、液态金属模压、熔模铸造及壳型铸造。

目前，可以得到表面光洁度为4~6级的，尺寸精度为5~7级的（ГОСТ 2789-51）铸件毛坯。

近来，由于设计师和工艺师对于一些新的先进的工艺过程，特别是生产精密铸件的新方法不够熟悉，选择毛坯类型和尺寸就感到很大的困难。

所谓精密铸件就是表面光洁度为4~6级，尺寸精度为5~7级的铸件毛坯（ГОСТ 2789-51）。

这本小册子主要是叙述精密铸件毛坯的制造方法，及其生产特点和采用条件，通过个别具有代表性的例子说明了正确选择毛坯即可获得良好的经济技术效果。

目 录

序言.....	I
一、压力铸造.....	1
二、液态金属的模压.....	8
三、熔模铸造.....	13
1. 制造铸件的工艺过程	14
2. 铸件的质量	29
3. 熔模铸造的效果及其应用范围	32
四、壳型铸造.....	39
1. 制造铸件的工艺过程	40
2. 铸件的质量	54
3. 壳型铸造的效果及其应用范围	55

一、压力鑄造

久已采用的压力鑄造法与一般鑄造法不同之处，就是压鑄法是液态金屬在100~200公斤/公分²以上的压力之下注入金屬模。

此处压力不是用来使金屬密实，而是使金屬更容易填充鑄型。因此，得到的鑄件不需再作机械加工，或稍稍加工即可符合所需之形状。

压力鑄造用于制造有色合金——錫鉛合金、鋅合金、鋁合金、鎂合金及銅合金等鑄件。制造鋼、鉄鑄件还不能采用此法。

这一方法及其机械化是靠采用压力鑄造机和所謂“压模”的金屬鑄型来实现的。

按生产率來說压力鑄造法比其他各种制造鑄件的方法都优越。此外，这种方法易于自动化，就已有的几种压力鑄造机來說，几乎所有工序都是自动化，不需工人操作。

压力鑄造机完成下列几道主要工序：开关压模、压入金屬、頂出鑄件。

为适应这些工序，压力鑄造机由下列部件組成：

- 1) 压缩室——金屬在压缩室內受到压力作用而进入鑄型；
- 2) 金屬压模——由固定部分和靠专门机构操縱的活动部分組成；
- 3) 移动压模活动部分的机构——保証压模的分离（开），組合（关），在压入金屬时使压模保持組合（关闭）状态；
- 4) 取鑄件的装置——将鑄成的鑄件从压模中頂出并移动供形成鑄件內腔（孔、凹穴等）用的金屬型心。

根据压力进入方法的不同，这种机器可以分为两大类：

- 1) 气压式——作用在金屬上的是压缩空气的压力；
- 2) 活塞式——作用在金屬上的是活塞压力。

气压式压鑄机的特点是有一个存液态金屬的槽。气压式压鑄机有两种：一种带固定压缩室；另一种带活动压缩室。

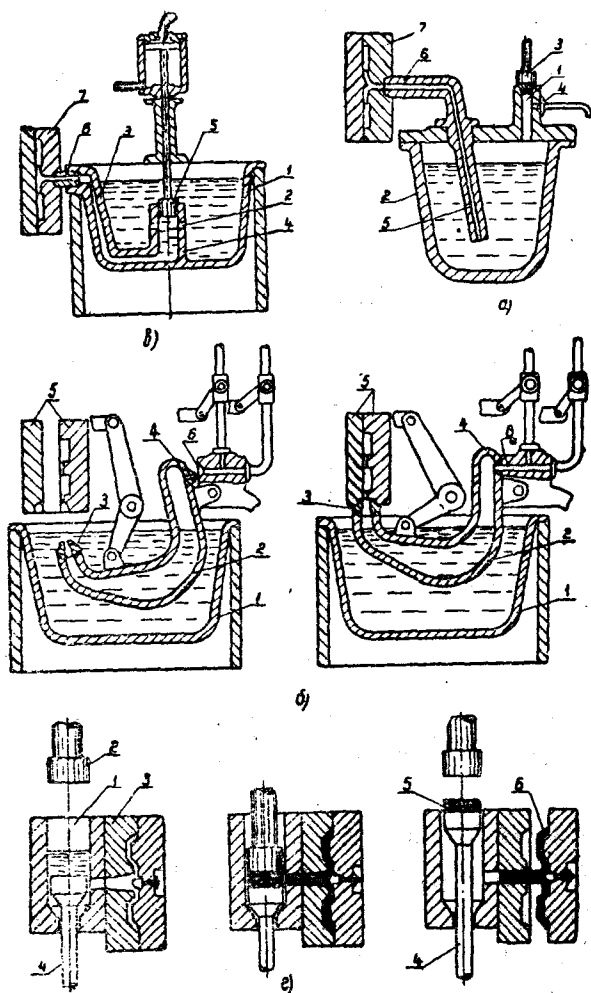


图 1. 压力铸造机示意图

一—带固定压缩室的气压式压铸机；б—带活动压缩室的气压式压铸机；
в—带热压缩室的活塞式压铸机；г—带冷压缩室的活塞式压铸机。

最简单的带固定压缩室和密闭槽的气压式压铸机(图1, a) 是按下述原理工作的: 通过孔 1 将液态金属注入压缩室 2, 并用塞子 3 使压缩室密闭, 通过孔 4 送入压缩空气, 压缩空气施加压力于金属槽的整个表面, 并将金属经管 5 和注嘴 6 压入铸型 7。

使用较普遍的是下面一种带活动压缩室的气压式压铸机(图1 b), 在生铁槽 1 中有一个活动压缩室 2, 在压缩室的末端固定着一个注咀 3, 在压缩室的另一端做了一个孔 4, 压缩空气就通过这个孔进来。开动起动机构之后, 压缩室从槽中升起而注嘴 3 就向正在逐渐关闭的铸型 5 入口接近。孔 4 则紧紧地贴在套筒 6 上。然后, 通入压缩空气, 压缩空气就将液态金属压入铸型 5 中。铸件取出后再重复这样的工序。

活塞式压铸机有两种: 一种带热压缩室; 另一种带冷压缩室。

图1b是热压缩室(经常有熔化了了的金属)的活塞压铸机示意图。在生铁槽 1 内预热好的液态金属通过孔 2 注入气缸 4 的压缩室和导沟 3。开始工作时压缩空气将活塞 5 向下推动, 活塞随即盖住了压缩室的孔 2。然后金属通过注咀 6 进入铸型 7。铸件凝固后, 活塞就上升, 孔 2 也随之打开了, 于是金属又注满了压缩室。这时就打开铸型, 取出铸件。

上述各类型的压铸机大都是用来制造低熔点 (500°C 以下) 的合金铸件, 生产率相当高。例如: 带活动压缩室的气压式半自动压铸机每分钟能生产 12~15 个铸件。

目前, 国内各工厂普遍采用的是带有冷压缩室的活塞式液压压铸机, 这种机器是用来制造各种有色合金铸件的。

带冷压缩室的压铸机, 只是在一定的周期时间内, (从注入定量的金属起, 到往铸型中压缩止) 压缩室内才盛有熔化了了的金属。金属的熔炼是在单独熔炉中进行的, 熔炼后用定量浇包以人工注入压缩室。液态金属在冷压缩室内的时间短, 因此在铸造难熔合金时也不会影响压缩室的寿命。

带有冷压缩室的液压压铸机是根据液态金属压入的原理工作的。图 1 r 是带有垂直压缩室的压铸机工作原理图。制造铸件时, 将定

量的金属注入气缸1内，由活塞2把金属压入铸型3。此时剩余金属留在下活塞4上。然后，活塞2又上升到原来的位置，下活塞4向上移动，就把残余金属5从浇口上切下，并把它推出气缸外。压模由于活动半部的移动而分开，推出铸件6。克拉斯纳亚、普列斯尼亚 (Красная Пресня) 工厂出产的此类压铸机 (ЛД-7型) 具有垂直压缩机

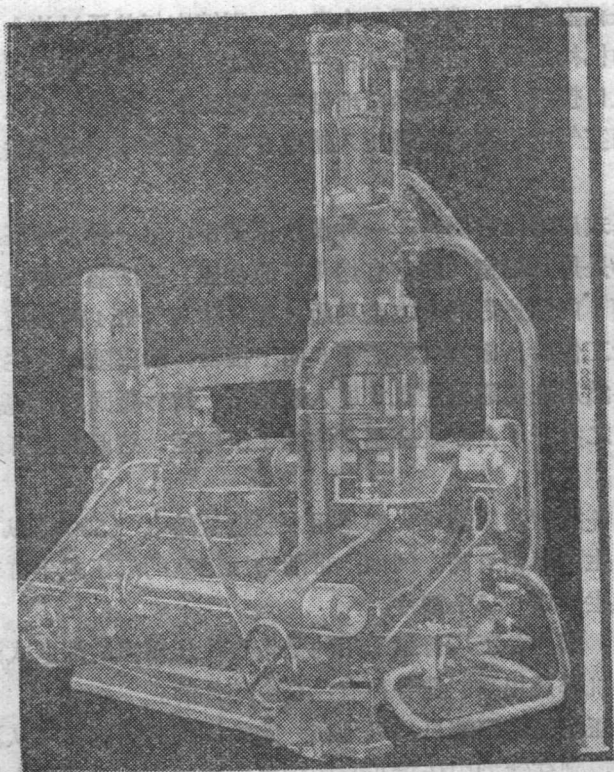


图2. 压力铸造机ЛД-7

构和水平的压模开关装置。这种压铸机的生产效率是每分钟生产1~2个铸件，最重的铜铸件达3公斤。图2是压铸机的外形。

液压压铸机的动力设备是油泵或乳油液泵及足以保证压铸机作几道工序用的蓄压器。

压力鑄造用的压模由两个构成鑄件外廓的阴模組成。此外，还配有：

- 1) 形成鑄件內腔（孔、凹穴）的金属型心；
- 2) 从阴模中頂出鑄件的装置；
- 3) 固定阴模的装置和在澆注时承受金属冲击力的零件。如：嵌入块和隔离片等。

压模的材料是特种合金鋼。

这里不談压力鑄造所用之压模結構的特点，但必須指出：縮短压模調整時間和获得優質鑄件，在很大程度上取决于压模的結構及其制造的質量。

鑄件上的复杂內腔，不可能用澆鑄后即被去掉的普通金属型心鑄出，为了解决这一問題，最近采用了所謂澆合鑄造法，这种方法是在压模內預先装上制好了的衬块，衬块的內表面与鑄件內腔一致，衬块外表面的周围則鑄以金属。

用坚固合金或具有特种性能的合金作衬块的澆合鑄造法能大大地扩大压力鑄造使用范围。

为了制造局部加强的易熔合金或輕合金的复杂鑄件可采用鋼、青銅、金属陶瓷、塑料、紙板及皮革等作衬块。如果需要在零件上做閉合內腔，則采用木材或紙張作衬块，因为这些材料在鑄件制成后就会燒掉。

澆合鑄造法能節約稀有材料。如：蒸汽机主軸（見图3），以前用黃銅制造，現在改用在鋼心上鑄一层黃銅壳的方法制造。这样制造每一个零件就能节省4/5的有色金属。

配用衬块可以鑄造有曲綫的內腔和閉合內腔的鑄件。图4中六极磁铁是用鑄造方法制配成的。由此可見，取消

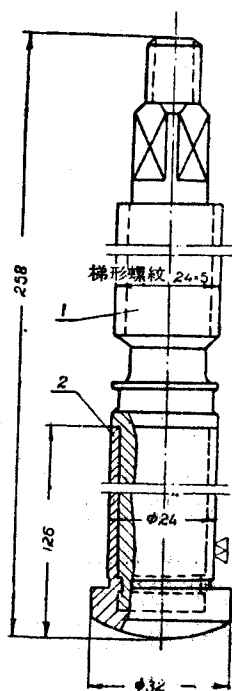


图3. 用澆合鑄造法制成的蒸汽机主軸
1—鋼主軸；2—鑄黃銅的外壳。

机械装配是可能的。用鑄造装配时，作为澆合鑄件的表皮的鋁合金，紧紧地包住了較脆的磁性合金，这样就提高了轉子的結構强度。

近来压力鑄造达到了很高的技术水平。現在有保証高压的专用压鑄机，有結構完善的压模，采用了注入金屬的新方法，鑄造时压模有了良好的通风装置——这些都能保証制成复杂形状的有色合金鑄件，其尺寸精度可达4級，表面光洁度（5~7級）超过了切削加工的精度，并能鑄出螺紋孔、花紋、数字及文字。用压力鑄造法可以鑄造壁厚为0.6公厘的零件。

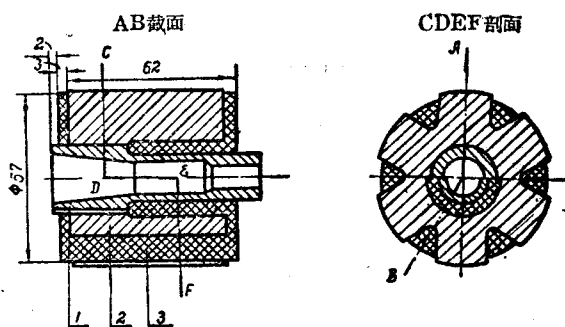


图 4. 用澆合鑄造法装配的磁电机零件

1—轉子的鋼制小軸； 2—轉子的磁鉄； 3—鋁合金。

用最新式的压鑄机可以制造面积达2000公分²的鋁合金鑄件。图5是电影放映机上的大型鋁合金鑄件。

在仪器制造业、精密机器制造业及其他大量和成批生产形状复杂的薄壁零件（如：气化器、計量器、照相机、打字机、計算器、縫紉机等）的企业中，压力鑄造法采用最广。

在一般情况下，制造鑄件的外廓尺寸不超过400×300×200公厘，鋁合金鑄件的重量不超过6公斤，銅基合金鑄件的重量不超过10~12公斤。鑄件最适宜的壁厚根据所采用的合金而不同，但一般应在1.5~6公厘的范围内。增加壁厚会使疏松显著地加剧，减小壁厚就会降低填充性。

对設計压鑄零件有下列主要的要求：

1) 鑄件的外廓及其內腔的輪廓應不妨礙金屬型心和鑄件從壓模中取出;

2) 尽可能地减小壁厚截面以減輕鑄件重量;为了加强个别部位,应当使零件成为槽形截面和盒状截面;必要时还可用加强肋来加强零件;

3) 最好整个鑄件的厚度是均匀的。

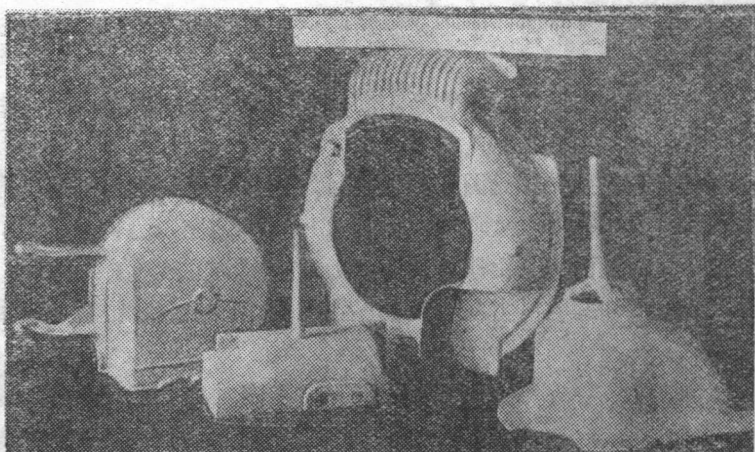


图 5. 放映机上的鑄鋁零件

压力鑄造的优点:

1) 金屬依靠压力充滿壓模, 因而鑄件的內外輪廓非常精确;

2) 提高鑄件精度和表面光洁度可以大大地减少复杂的机械加工的 workload; 有时仅留不超过 0.5 公厘的精加工余量。在某些情况下完全不需要机械加工;

3) 澆注在金屬模內的金屬冷却得很快, 因而能获得結晶細密和强度較高的鑄件。这样就能减小零件截面和重量。

上述的优点能保証節約金屬 30~75%, 使机械加工的成本减低 50~90%; 縮短零件生产周期二分之一以上。

二、液态金属的模压

液态金属的模压方法是一种比较新的工艺方法，它是塞压结晶法的发展。采用塞压结晶法时，活塞压力的作用仅仅是使自由状态注入的金属密实。用这种方法，可以制造不复杂的有色合金的毛坯，毛坯的壁厚不能小于8公厘。因此塞压结晶法，不能认为是制造复杂零件精密毛坯的方法。

液态金属的模压与塞压结晶不同，它不仅使金属密实，而且能使毛坯成型。

这种方法的实质（见图6）就是将定量的金属液注入模型1内，然后以200~1000公斤/公分²的压力，将液压机或摩擦压力机的冲头3压到金属液2的液面上。由于冲头的压力，金属向上移动（冲挤）。成型后，压力机冲头的压力就传到毛坯上，使毛坯在金属结晶过程中紧密起来。

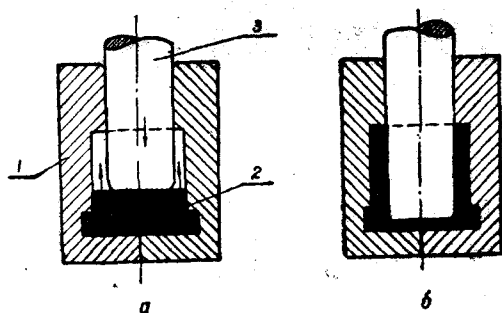


图6. 液态金属模压时毛坯成型图

a—冲头最初的位置；b—冲头最终的位置；1—阴模（由两部分构成）；
2—液态金属；3—冲头。

成型时的压力能使毛坯上有明晰的锐边和高度的表面精度。结晶时在金属上施加压力与压力浇铸时的情况不同，它不仅使金属紧密，并能避免主要的铸造缺陷、气孔和缩孔。压力机的冲头慢慢地放下，

也有利于得到紧密的毛坯，因为在此种情况下，空气完全来得及从型腔中排出。

金属是直接注入模型内的，所以不需要浇注系统，同时也不要冒口，因为施加的压力就起到了零件的补缩作用。这样毛坯生产的成品率就能达到90~95%。

尺寸精度达4~5级，表面光洁度达4~6级。机械加工余量每面为0.5~1公厘。

从上述情况看来，液态金属的模压方法兼有压力铸造法与塞压结晶法二者的优点。前者由于将金属强制注满模型，保证了毛坯有明晰的轮廓和光洁的表面；后者由于金属在结晶时，压力从各方面施加在毛坯上，能促使金属密实。液态金属模压方法与上述二者的原则区别，详见表1。

表 1

压力铸造法、液态金属模压法及塞压结晶法比较表

生产工序及机器组件	压 力 铸 造	塞 压 结 晶	液 态 金 属 的 模 压
金属注入模型内	金属在压力下快速进入模型内	如同金属模型铸造一样，金属不加压力注入模型内	金属不加压力注入模型内，仅填满阴模底部
填充模型	金属经压缩室在压力下填充模型	不施压力	冲头压到注入之金属表面上
模型工作腔	封闭式模型，具有与铸件反象的工作腔	开放式模型零件的上端面与铸端面用冲头成型	冲头与阴模最后结合，形成所要求的型腔
浇铸系统	浇注系统由横浇口、内浇口、直浇口组成。浇注系统的金属消耗占毛坯重量300%	没有浇注系统与冒口	没有浇注系统，除铸桥外（空心零件的底部）金属消耗占毛坯重量8%
结晶	成型后，停止加压力，铸件在没有压力情况下凝固	模型充满后，将冲头压在毛坯顶部使金属密实	成型后，一直到结晶终止金属都受到压力，这样就保证了铸件的密实

为了进行液态金属的模压，就必需有压力机、金属模和将金属注入模型中的分浇爐（此爐子安在压力机上）。

此时对压力机有下列要求：

1) 需要有模型的開閉裝置;

2) 要能在垂直分模面和水平分模面的模型中制造毛坯; 这样压力机就需要有两个互相垂直的壓縮气缸;

3) 金屬收縮时, 会把冲头挤压在毛坯內。因此, 为了能制造有深底的零件, 垂直气缸应该有足够的提升力量, 以便把冲头从毛坯中拔出;

4) 水平气缸也应当有足够的压力, 以便在垂直冲头冲压金屬时, 能使模型保持閉鎖状态;

5) 压力机应有足够的功率, 当金屬温度降低到可塑状态时, 能使毛坯成型, 并可將金屬冲压密实。

但是, 工业部門还没有制造专门模压液态金屬用的设备, 因此根据现有的设备, 可以在液压机或摩擦压力机上模压液态金屬。

图7是专门模压液态金屬用的功率不大的液压机YJM的样品图。这种压力机装上直合模(垂直分模面的模型)或平合模(水平分模面的模型)皆可。

用平合模工作时(图7a) 模型用两个輔助气缸2关闭起来。气缸的活塞杆与横梁5和固定在横梁上的可移动半模9連在一块。金屬注入模型后, 主气缸1的中央活塞3即进行冲压, 然后, 横梁即上升, 到擋块4即停止, 毛坯就从冲头上卸了下来。

用直合模(这种模型应用頗广)工作时(图7b), 模型借水平气缸6关闭起来。毛坯取下的方法, 根据零件的结构而不同, 或用模子上的卸料器(凹槽)取下, 或讓横梁4提升到擋块3时卸下毛坯。此外还可在活动模或固定模的一边安上頂料杆。

也有用封閉式和有毛边槽的普通鍛模在热鍛摩擦压力机上模压液态金屬的作法。这里之所以采用这一新的方法, 是因为模鍛时需要有一定尺寸(直径与长度)的毛坯, 但在模压液态金屬时, 則可不用整块毛坯, 而是將定量液态金屬注入模型(鍛模)中。

通常可以利用压力鑄造机(带有垂直的或水平的壓縮室)来模压液态金屬。

制造出来的毛坯質量, 取决于模型的加热温度, 注入之金屬的温

度，及金屬配料是否适宜，同时还取决于模压時間、比压和模压速度。

用模压液态金屬的方法制造的毛坯有細晶粒組織和良好的机械性能。

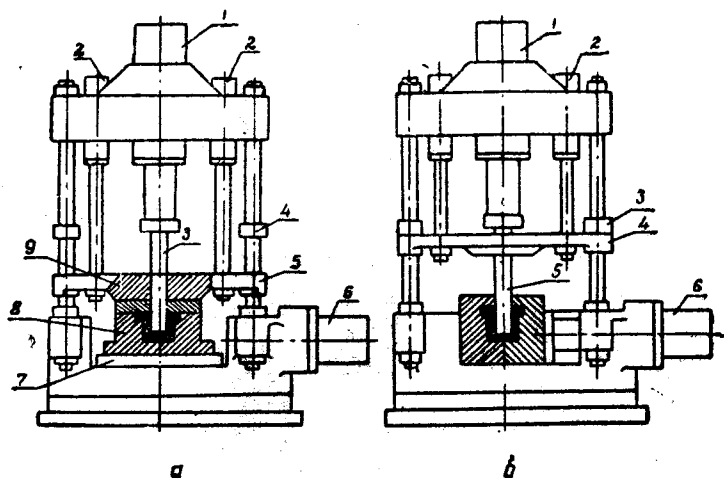


图 7. 液态金屬模压机YJM样品图

a—使用平合模工作时：

1—主气缸；2—两侧輔助气缸；3—主气缸活塞；4—擋块；5—横梁；
6—水平液压气缸；7—底座；8—模型固定部分；9—模型活动部分。

b—使用直合模工作时：

1—主气缸；2—两侧輔助气缸；3—擋块；4—横梁；5—主气缸活塞；
6—水平液压气缸。

用这一方法，可以用各种青銅、黃銅及鋁合金制造比較密实的薄壁（壁厚2公厘以下）毛坯和厚壁重型毛坯。同时还可以制造特形毛坯，如图8所示挤奶器上的鋁件毛坯（側边有孔）。从前这样的零件是用黃銅經机械加工和焊接制成的。

液态金屬的模压方法是制造外徑在200公厘以內的衬套型零件的一种比較好的方法，如制造軸承衬套时，金屬消耗比离心澆鑄少1/3或1/2。

用液态金屬模压方法制造的有色合金零件的毛坯，其最大重量約

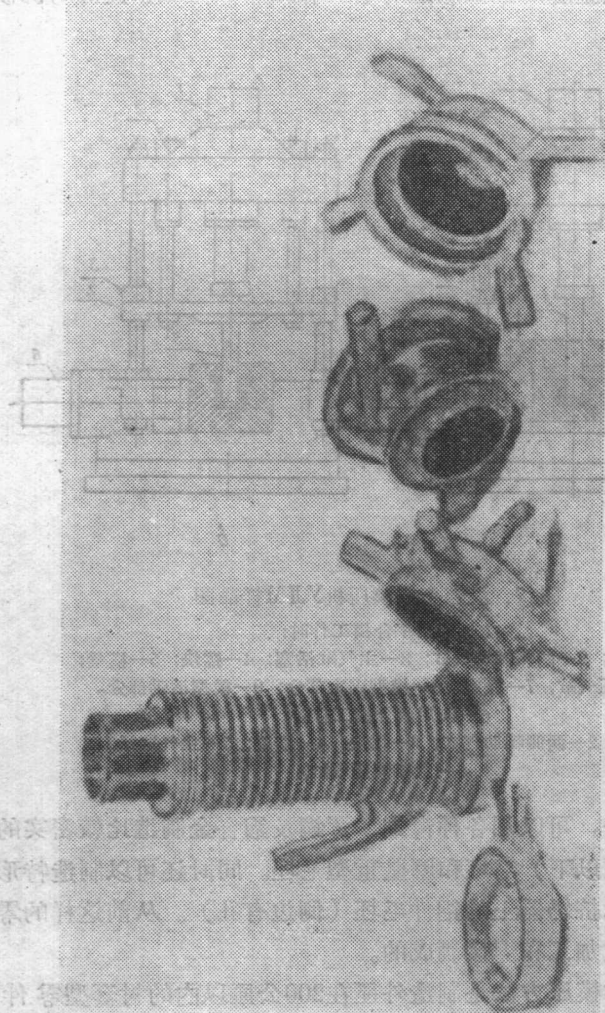


图 8. 用液态金属模压方法制成的挤奶器的组件毛坯