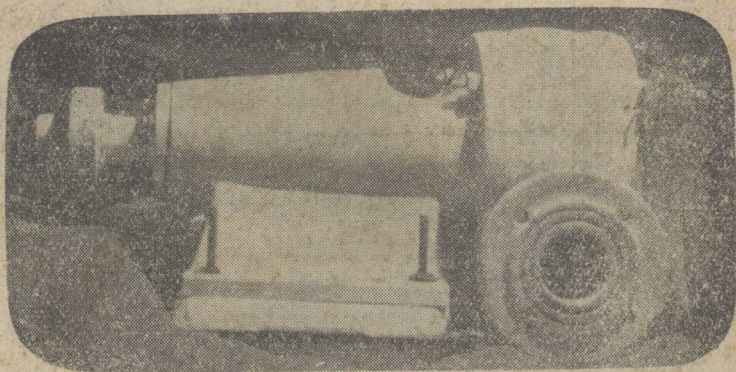




陶 瓷 水 泵

齐齐哈尔陶瓷厂 張聖彪 著
刘國棟

水 利 电 力 出 版 社

內 容 提 要

用陶瓷代替鋼鉄来制造水泵是当前技术革新中的一項創举。为了广泛介紹制造陶瓷水泵的具体經驗，以便在全国範圍內生产更多更好的陶瓷水泵，本書首先詳細介紹了它的試制情况，接着就具体說明陶瓷水泵的生产过程，其中包括了原料配制、原料处理、瓷器成型、干燥、瓷釉以及燒成等重要工序的操作方法和实际經驗。最后，对陶瓷水泵的結構和性能，模型的制造以及陶瓷水泵的安裝等也作了詳細的論述。

書內除將各种重要数据列出以外，还附上照片和插图15幅，它們都是按照陶瓷水泵的生产过程依次排列下来的，这对学习仿制陶瓷水泵很有帮助。

本書文字通俗易懂，一般具有高小文化程度的讀者就能完全看懂。

陶 瓷 水 泵

齐齐哈尔陶瓷厂張圣彪 刘国棟著

*

1546R320

水利电力出版社出版(北京西郊科學路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可証出字第106號

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 * $\frac{1}{16}$ 印張 * 14千字

1958年10月北京第1版

1958年10月北京第1次印刷(0001—30,100册)

統一書号: T15143·288 定价(第9类)0.08元

目 录

一、試制前的思想障碍和实际困难	2
二、原料配制	3
三、原料处理	4
四、成型	5
五、干燥	8
六、瓷釉	11
七、燒成	11
八、陶瓷水泵的結構和性能	13
九、模型制造	17
十、陶瓷水泵的安裝順序	20

一、試制前的思想障礙和实际困难

用陶瓷代替鋼鐵来制造水泵是一种創举。試制前，我們曾碰到不少思想障礙。有的人就很主觀地認為陶瓷水泵不行；有的人却在潑冷水，說陶瓷脆，一碰就坏，不信就等着瞧吧；有的人还站在一边当觀潮派。但是，尽管如此，由于党的大力支持，羣众得到了很大的鼓舞，各种思想障礙都是阻擋不住羣众的革命热情的。众人拾柴火焰高，陶瓷水泵終於試制成功了。

在陶瓷水泵的試制过程中，并非一帆風順，而是碰到了不少实际困难的。水泵是陶瓷的，軸是鐵的，陶瓷和鐵怎样連接并能保持正常運轉呢？这是需要考虑的主要問題。此外，陶瓷水泵能否承受規定的压力，这也是一个重要問題。因此，在試制以前，曾进行以下試驗。

1. 压力試驗

为了鑑定陶瓷究竟能够承受多大的压力，曾把我厂生产的瓷罈子(5mm)拿到哈爾濱第一机械制造厂进行耐压試驗。試驗証明，它能承受12个工业大气压(技术要求只有10个工业大气压)。現在制成的陶瓷水泵，其厚度最厚的地方为50mm，最薄的地方也有30mm。由此看来，現有陶瓷水泵的耐压能力是完全沒有問題的。

2. 瓷鐵連接試驗

瓷比鐵硬，如果水泵的軸直接与陶瓷摩擦，那么軸必然会被磨損。因此考虑到將軸孔放大，在軸和陶瓷接触的地方加上一個鐵套，鐵套的厚度約5~10mm(可根据圓徑大小具体決定)。鐵套用車床車光，并將軸找好中心，瓷和鐵的連接問題，

就能得到徹底的解決。但是，瓷(無釉的)和鐵怎樣才能粘結在一起呢？這是一個大問題。我們曾作過下列三種試驗。

①用白礬作膠合劑，效果是硬結快，也很堅實。但是它有一個缺點，就是怕水浸蝕。水泵是離不開水的，因此用白礬作膠合劑不能採用。

②用硫磺作膠合劑，效果是硬結快，不怕水。但是也有一個缺點，就是耐溫稍差，在 80°C 左右，這種膠合劑就會趨於溶化，此時瓷與鐵則因粘結不住而互相脫離。因此，在我國南方，天氣較熱，用硫磺作膠合劑是不合適的。

③用水泥作膠合劑(可以滲入少量硫磺)，效果最好，不怕水浸，也能耐溫耐寒。缺點是硬結較慢，一般需要 7 天左右的氧生時間。但我國南方，天氣較熱，氧生時間則可縮短。

二、原料配製

正確地處理原料是決定陶瓷的性能的主要關鍵，因此需要利用化學物理知識作實踐和檢驗，同時還要根據制品的形狀和使用上的要求加以慎重分析、研究和選擇。

表 1

陶瓷水泵主要原料的化學成分

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	灼燒減量
粘土	50.80	31.50	1.50	0.20	0.50	1.50	14.00
長石	64.70	18.40	0.50	0.50		15.90	
石英	96.94	1.26	1.30	0.30	0.20		

表 2

原料配方

原料名称 配方种类	長 石 (%)	石 英 (%)	水曲柳粘土 (%)	矽 石 (%)	熟 料 (%)
1	21	29	50		
2	28	22	30	20	
3	21	20	20	29	10

第一种配方：由于陶瓷水泵器壁較厚，可塑性粘土較多，干燥不均匀和收縮差較大，普遍存在坯体开裂現象。同时由于石英成份較多，制品器壁較厚，因石英形态的轉化，在冷却中产生較普遍的裂紋現象。这种配方，缺点較大，不宜采用。

第二种配方：可塑性粘土和石英适当削減，由于制品器壁較厚和乾燥过快，仍有裂紋現象存在，并因增加了長石含量，产生了輕微变形，同时也降低了机械强度。这种配方也存在着缺点。

第三种配方：減少了長石含量，增加了瘠性粘土和熟料（瓷粉），增大了坯泥中的毛細孔作用，解决了裂紋和炸裂的現象。这种配方最合理想。

三、原料处理

原料处理的方法有多种，我們主要采用以下的方法进行处理。

1. 原料精选。把原料中不純的杂质，如鉄屑、黄土、木屑等等加以清除；

2. 经过石制机械輪碾机的粉碎，顆粒細度在 0.5mm 以下；

3. 按上面所写的原料配方，用球磨机粉碎到能通过 120 目平方时，残渣不大于 2 %。粉碎時間約 15 小时。

如果采用注漿成型，將磨好的泥漿加入 0.43~0.46% 的电解質，經過陈腐即可成型。陈腐時間越長越好，一般最少不少于 3 天。

如果采用机械轆轤成型，將磨好的泥漿經過压榨机制成泥片，送入攪泥机攪成泥条，經過陈腐即可成型。

四、成 型

瓷器成型有各种不同的方法，如机械轆轤成型(立式的)、石膏模压力成型、机械压力成型、真空压力成型和注漿成型等。因此成型的方法可根据設備情况和产品形狀等加以确定。我們在試制陶瓷水泵时，根据現有設備，对产品的形狀进行詳細分析，采取三种成型方法。

泵盖：用机械轆轤成型；

油箱：用机械轆轤成型；

托架底座：用石膏模压力成型；

渦形体：用注漿成型；

压蘭：用机械轆轤成型。

鑄铁水泵的托架是一个整体，陶瓷水泵因托架部件的形狀比較复杂，在成型时，一次成型是困难的。因此就得采取兩部成型方法，把油箱和底座分別制成坯体(見图 1)，再用泥漿把它們粘結成为一个整体(見图 2)。渦形体的成型是用注漿成型方法，根据它的形狀分为三件(見图 3)，然后把主体粘結起来(見图 4)，最后把出水管粘上，就成为一个完整的渦形体(見图 5)。成型后的泵盖，如图 6 所示，成型后的油箱瓦盖和渦

形体外部压兰，如图 7 所示。所有成型后的部件，干燥后，把坯体的表面修理光滑，就可施釉煅烧。

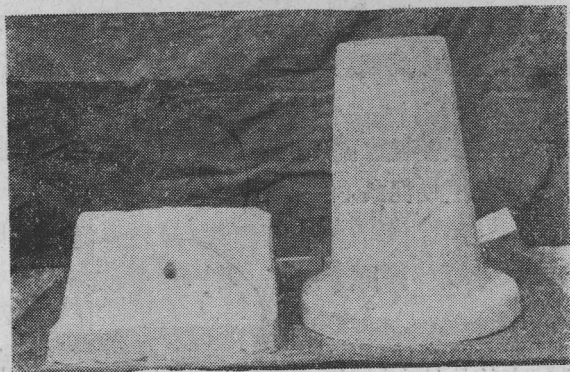
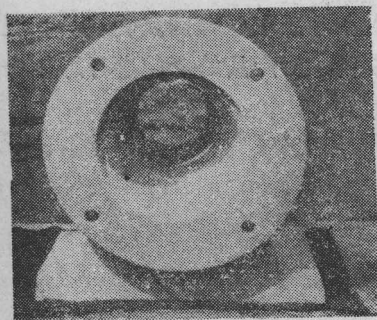
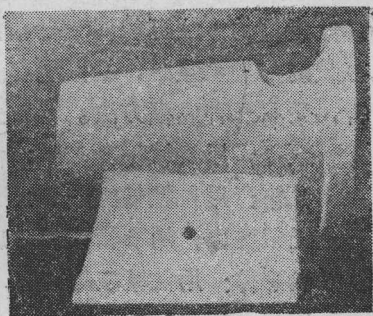


图 1 左边是底座右边是油箱



(甲)正面



(乙)侧面

图 2

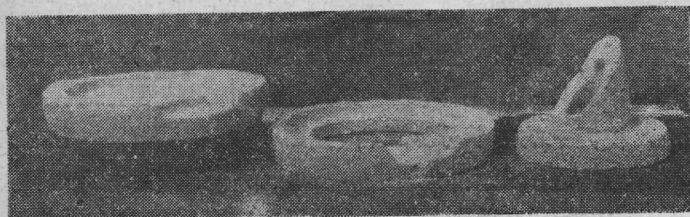


图 3 左边两个是未粘結的渦形体，右边一个是出水管

注漿成型，厚度在 $10\sim 20mm$ 以上者，应具备下列条件：

1. 泥漿不生成汽泡；
2. 泥漿温度不低于 10° ；
3. 停放时不沉淀；

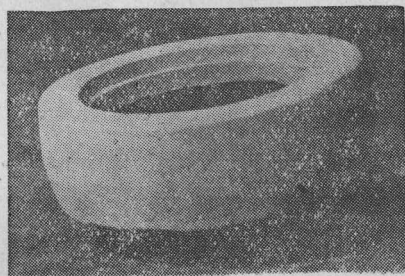


图 4

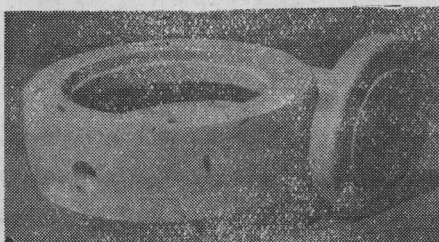
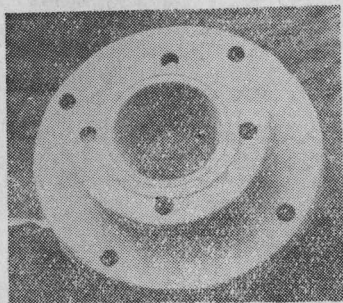
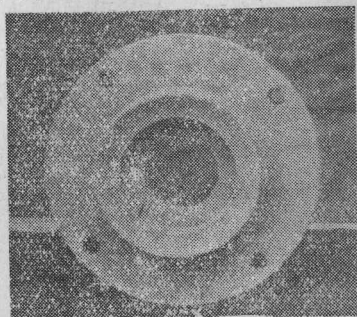


图 5 图上的小孔是引水孔



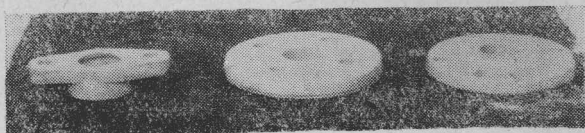
(甲)正面



(乙)背面

图 6

4. 当部分干燥时，坯体伸展性大；
5. 成型后干燥收缩小；
6. 泥浆水分一般不超过40%。



(甲)正面，左边是渦形体外部的压蘭，中間的是油箱中的瓦盖，右边的是油箱外的瓦盖。

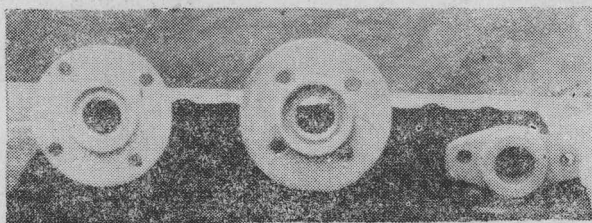


图 7

(乙)反面

五、干 燥

在陶瓷工业中，干燥是一个决定产品质量的工艺过程，尤其是厚壁的产品更有着特别重大的意义。在陶瓷水泵试制中，碰到的突出的问题就是干燥问题。由于陶瓷水泵过厚，在干燥过程中水分分佈不均所引起的裂口是这次试制中碰到的主要问题，其次因试制要求过急，表面层的水份蒸发迅速，促使内外层收缩不一致，因而也造成了开裂。因此可以肯定地说，成型物干燥完成时间的快慢要依照坯体的组成、形状、厚度以及所含水分的多寡为根据，如坯体粘性强，质地緻密，则坯体内部通往外部的毛细孔被堵塞，水份不能很快地传佈向外蒸发而

容易造成开裂。厚質的坯体和厚薄交錯的坯体以干燥時間較長为安全，同时坯体含有水分的多少，对干燥時間的長短也有影响。

由于普遍的裂紋現象严重地威胁着試制进度，經詳細研究分析，曾采取了下列几种措施糾正了裂紋現象。

1. 增加坯泥中的减粘物質，以降低空气收縮率，在第三次配方中，增加了部分熟料，并把可塑性粘土降低到最低限度，这样就增加了毛細管作用，使內部气体能均匀的蒸发。另一种作用是减少了收縮差，使內外部收縮接近，初步解决了半成品干燥时产生的裂紋現象。

2. 干燥方法

陶瓷水泵是壁厚而形狀复杂，根据这一特点，因此采取的方法是：

①自然干燥。利用自然的温度，使之緩慢干燥，这对形狀复杂、厚薄不均的产品是一种安全有效的干燥方法。但有一个缺点，根据水泵的厚度，預計約一个月的時間才能干燥好。

②利用燃料的燃燒热力干燥。这是在干燥室內进行干燥，它的优点是温度經常保持在 $30\sim 50$ 度，干燥比較迅速。缺点是：缺乏相对湿度，坯体表面干燥过急，使坯体內外部干燥的水份不均，收縮差太大，結果是容易产生开裂現象，特别是壁厚的产品。因此使用热力干燥必須注意保持一定的温度和湿度，并且还要注意干燥的速度問題，这样就可以避免裂紋的产生。

③利用湿气干燥。如果將湿的坯体在热空气中干燥，水份蒸发于制品表面，結果表面薄层的收縮率比內部为大，这种不平的收縮会使表面薄层开裂，通常干燥所引起的裂紋是从表面垂直向下发展的。这种問題的解决，只要能使內部水分和外

层同时蒸发，就能使坯体干燥的进展均匀一致，这就要利用热蒸气来向内部诱导，使温度和湿度同时升高，周围的湿度阻止表层水分蒸发，直到内部的温度提高到最低限度的温度，这时候就能增加干燥的速度，等到坯体内部的临界温度升高之后，湿度可以降低，热空气能够提高，就使坯体迅速干燥，这种干燥方法是比較安全而迅速的。

④电干燥。根据苏联經驗，对大型粘土質坯体利用电干燥，效果是良好的。电干燥由于坯体受热均匀，内部水分的扩散与表面水分的蒸发趋于一致，就可避免产生裂紋，縮短了时间，而且設備簡單，操作方便，具体方法如下：

1) 膠結物的配制

魚膠2~5%

石墨15~20%

結合粘土65~80%

水分14~17%

先將魚膠用热水浸泡4~8小时，加热30~60分鐘，使溶化成溶液，然后加入結合性粘土与导电性石墨充分攪拌均匀，使它成为粘性很好的膠狀物質。

2) 將多股的細电綫，均匀分佈在坯体兩端表面，并抹上一层膠狀物資，使細电綫粘住，然后再用錫紙严密地貼上，外罩有气孔的大木罩，以保持坯体相对湿度，以免因干燥过急或水分排泄不出而造成缺陷，采用380瓩的电源，电流由0.5~0.6安培逐漸减少到0.1安培左右，此时坯体已达到干燥的要求。在陶瓷水泵試制时，这种干燥方法是最成功的方法，它大大地縮短了干燥時間(干燥時間为10~12小时)。

以上几种主要的干燥方法，可以根据具体条件适当選擇。

六、瓷 釉

为了使陶瓷水泵表面光滑，外形光彩美观，因此有施釉的必要，施釉后还可以增加强度和耐腐蚀。在涡形体內施釉，更能减少水的阻力，使流量增大，并节省动力。陶瓷水泵所用之釉为透明釉，它的配方如下：

石英：25%

長石：53%

水曲柳粘土：10%

石灰石：5%

滑石：7%

施釉方法：因坯体不同而施釉方法亦不一样，在試制陶瓷水泵时采取的是生坯浸釉方法。这种方法操作最为迅速，釉药施于坯体上，也比较均匀，但生坯必须有足够的强度，以免因水分吸入而变形。

煅烧时，先将施釉后的产品装入匣钵內，然后放入窑內煅烧。匣钵的主要作用有二：一是便于在窑內逐层叠起来，以增加窑內的有效容积；二是使火燄不直接接触产品，以便保持瓷器的洁白。匣钵的原料是用耐火粘土和煅烧后的熟料制成的，它的耐火度一般不低于 1710°C 。匣钵的形状可按不同的产品形状来制成。

七、燒 成

1. 在陶瓷工业上，最重要也是最困难的操作就是燒成，制品从土石原料加工起，耗費了许多人力、物力和时间，经过燒

成才有价值可言，故燒成的成敗是关系着产品命运，当然在原料方面也有很大关系，所以必須熟悉每一种原料的性質。其次，窑和燒成亦有密切关系，窑之种类繁多，在水泵試制中采用的是倒焰式煤窑，采取的燒成方法如下：

入窑水份为2~4%。

燒成过程：分为四个阶段。

預热阶段为常温升至200°C。

中火阶段为200~900°C。

大火阶段为900~1250°C。

最終的燒成温度为1280°C，这阶段的温度是由1250°C緩慢上升的。預热阶段，是干燥过程的繼續，这时的水分排出要慢，过急則会引起开裂，这是燒成水泵的最重要阶段，每小时上升温度为5~10°C，繼續加热到400°C，化学結合水开始排出，坯体和釉料各組水分发生一系列的变化，繼續升高到900度，温度上升就比較剧烈。由于石英形态的轉化，有均匀而緩慢的收縮，在1000~1280°C或更高时开始生成莫来石，其它的是碳酸鹽分解，并放出二氧化碳、有机夾杂物的分解，以及其燃燼与气氛有关的氧化和还原反应。

根据陶瓷水泵的特点，故采取初燒放慢的燒成法，燒成时间为76小时，升温情况如下：

燒成 每小时上升温度

0~200°C	5~10°C
200~900°C	20~30°C
900~1250°C	15~20°C
1250~1280°C	10~15°C

2. 冷却:

针对陶瓷水泵的特点，冷却阶段也是最重要的阶段。当制

品由 1280°C 冷却到 1100°C 时，釉的粘度提高，釉在其粘稠状态范围内缓慢冷却，则促进釉结晶，并使其混浊。当温度梯度大，而且在制品冷却中已有液相凝固时，可能会在坯内产生断裂应力。

在 $625\sim 525^{\circ}\text{C}$ 时，由于石英由 α 转化为 β 形态，冷却要非常慎重，由于制品体积缩小而产生二次应力，在 $300\sim 100^{\circ}\text{C}$ 时，因 α -白矽石转化为 β -白矽石，所以也是危险的。

在陶瓷水泵试制时采取的冷却时间是：

$1280\sim 1000^{\circ}\text{C}$	$30^{\circ}\text{C}/\text{每时降温}$
$1000\sim 500^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C}/\text{每时降温}$
$500\sim 0$	$20^{\circ}\text{C}/\text{每时降温}$

这个时间是最后得出的标准冷却时间，它消灭了炸纹现象的发生。

八、陶瓷水泵的结构和性能

1. 陶瓷和钢铁的比较

用陶瓷制成工农业用的水泵或作为其他机械工具，这是在伟大的社会主义建设中，具有很重大的意义的。为了今后更广泛的使用陶瓷制造工具或机器，现特将陶瓷和钢铁作个比较。目前已由许多实践证明，陶瓷不仅可以作为耐腐蚀的材料，而且还可以代替不锈钢，制成各种工具和机械设各，广泛地应用于工农业生产上去。

陶瓷材料的优点如下：

①耐腐蚀、耐酸，陶瓷是最好的，铁就是太差，不锈钢也受不得盐酸。②耐碱性，如加入少量氧化镁，还可以提高耐碱性。③抗氧化性能高。④耐高温，比钢铁强。⑤成本比钢铁便

宜很多，而且可以就地取材。

陶瓷	鐵	鋼
軟化点: 1350°C	900°C	870°C
熔 点: 1700°C	1100°C	1539°C
質 輕: 2.5—2.6克	7.2—7.8克	7.8克

陶瓷最大的弱点是脆性（即韌性差，因而抗張强度比鋼鐵差），但是加上熟料、氧化鋅，或在造型时用适当加厚等方法，也可以弥补一些缺陷。此外，陶瓷加工程度也不如鋼鐵，但是可以塑和磨，也可以噴鍍金屬和焊接。这样也就能夠滿足一定的使用要求。陶瓷的导热性也低于鋼鐵，但可以用增加鋁、鎂熟料等来加强导热性能，或者將产品內外部加大也可。

2. 水泵的工作原理

普通鑄鐵水泵的工作原理是：

在叶輪旋轉时，液体充滿叶輪的內部，由于叶輪的作用而产生极大的圓周运动，并且由于离心力的作用，液体沿叶輪槽猛烈向外流。液体流到渦形体內，將速度降低，变成压力。軸的轉速愈大或叶輪的直徑愈大，則水流的速度愈大，也即是水泵的压力愈大。水从渦形体內經吐出管流出，当叶輪內的水流出后，在叶輪进口处成为低压区，外界的大气压力立即將水經過导管压入泵盖內，水泵就能連續排水。

3. 4 K-8 型陶瓷水泵的結構及其部件

采用陶瓷制作的部件有：渦型体、泵盖、油箱、底座、压蘭盖和瓦盖，以上部件可节省139公斤鑄鐵。还有一小部分部件是用鋼鐵材質制成的，如叶輪（鑄鐵）、軸（炭素鋼）、軸承和定位螺絲。

利用陶瓷材料制成各种部件，为了适应制造和使用上的要求，曾考虑陶瓷的韌性較差，因此采取了外型尺寸加厚的办

法，以使部件加固，而达到应有的要求。陶瓷水泵加固后的外型具体尺寸如图 8 所示。4 K-8 型鑄鉄水泵具体尺寸如图 9 所示。

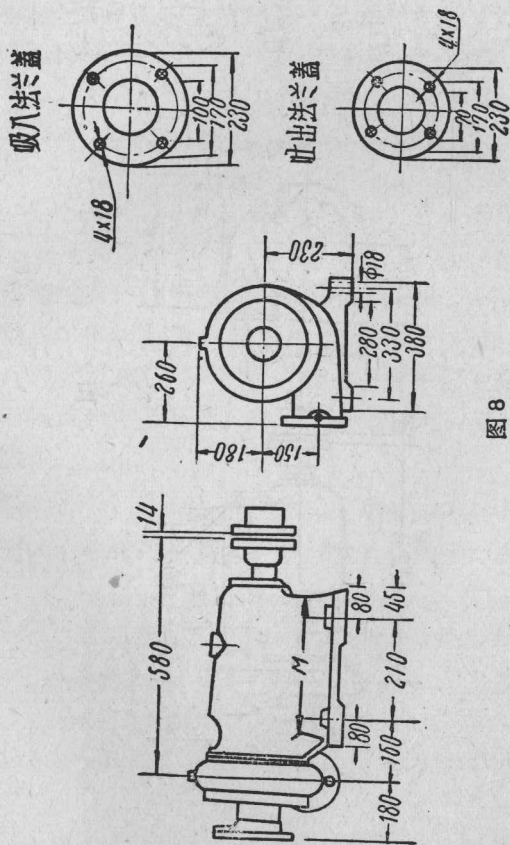


图 8