

鑄鐵管的离心鑄造

上海科學技術情報研究所譯印

1961

引 言

在工业与公用事业中，管子有很广泛的用途。在高于 20 个大气压的压力下输送液体或气体时，采用钢管；当工作压力在 20 个大气压以下时，可用较便宜的铸铁管。铸铁管分为两种：（1）应用在内部压力超过大气压的管子，即所谓压力管（主要的是供水管），（2）其内部压力等于大气压的管子（主要是下水道管子）。

铸铁管的生产是在建成第一批高炉之后开始的。在俄国，16 世纪时就开始用生铁制造管子了。

管子的铸造最初是使铸型以水平位置或稍为倾斜的位置进行的。从 1813 年起，在捷克斯洛伐克，以后在其他国家，都改为立式铸造管子，得到“地窖”的称号，因为铸型是这样地垂直放置着的，只有砂箱的一小部分高出于铸工场的地面，其余部分则放入地窖里。十九世纪末，在梅什格工厂，后来在俄国的其他工厂，都改用转盘铸造方式——一种比较机械化的大量流水生产管子的方式，这种方式直到现在仍在采用。二十世纪初期，开始了采用离心铸造的方式，它比较进步，使得生产过程能够机械化并得到优质的管子。

各种铸铁管都能很顺利地用离心方式来铸造，用这种方法，可提高劳动生产率，节省大量金属，增加合格率，减少废品，并改进生产的文明程度。用离心方法在金属型中铸造管子时，完全不需要形成管子外形用的型砂与型心，而对于在铺衬套的铸型中铸造的管子，也可大大地减少对形成管子外形用型砂与型心的需要。辅助材料及车间内运输的需要量也减少了。

目 录

引言

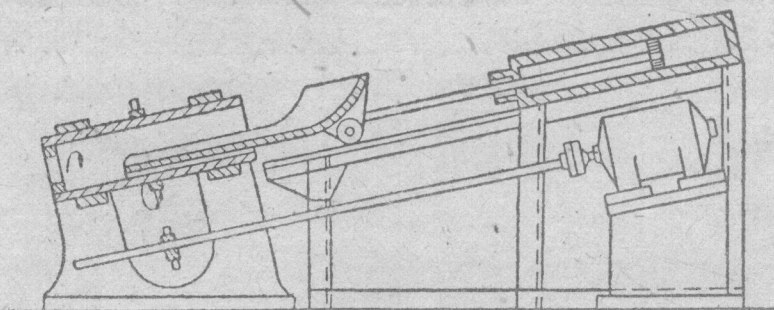
铸铁管离心铸造简史.....	1
铸铁管离心铸造时所采用的主要工艺过程.....	5
铸铁管离心铸造时所用的机器与机构.....	10
资本主义国家中铸铁管离心铸造的现状.....	19
苏联与人民民主国家铸铁管离心铸造的现状与前途.....	30
铸铁管离心铸造法的一些技术-经济数据.....	35
结论.....	39

鑄鐵管离心鑄造簡史

工业上用离心铸造方式生产铸铁管，开始于1915~1916年，但这种制造管子的方式早已为人所知了。

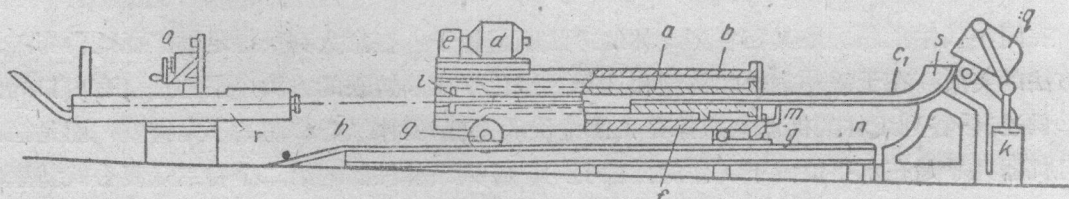
1809年英国人爱哈尔德提出对离心铸造铁管的专利权的第一次申请，但这个专利权并未得到工业上的应用(34)。1874年根据托尔的式样，在离心铸造铁管的机器上加装了一固定的槽，以便金属易于注满铸型。1880年恒特里在机器上用了一个固定的但较长的槽，在槽的下部，沿长度方向开了几个孔，使得金属能更均匀地分布开。1881年，他会同福克司把槽做得和管子一样长，造成一种倾翻式的长槽(槽内盛有铸造一根管子所需的液体金属)，并采用以耐火材料作衬套的铸型。1884年恒特里研究出新式的槽——上面敞开，边上有几个半圆形的孔使金属能流出，槽能作75毫米长的进退运动。后来他取得了能准确地测定注入金属量的装置的专利权。

1910年德国布里德请求对如第1图所示机器的专利权，在这个机器上，槽沿着管子的全长方向前后运动，金属型处在倾斜位置。布里德第一个建议从斜壁槽末端把金属注入型



第1图 有活动槽的布里德式离心机简图

内。所有以后的机器，在把金属注入铸型的方法方面，都重复着布里德的原理。布里德的机器未获得工业上的采用。1914年德拉伏和阿连司制成一种机器，槽与铸型能相对移动(64, 65)，原理与布里德的机器相似(第2图)。德拉伏的机器是第一台在工业上得到广泛采用的



第2图 德拉伏式鑄管离心机

a—鑄型； b—冷却套； c—固定長槽； s—漏斗； q—回轉澆包； K—澆包的傳動裝置； n—斜軌； m—限制環； g—輻子； f—外殼； d—電動機； e—傳動滑輪； r—緩沖器； h—支柱； o—提取管子的設備

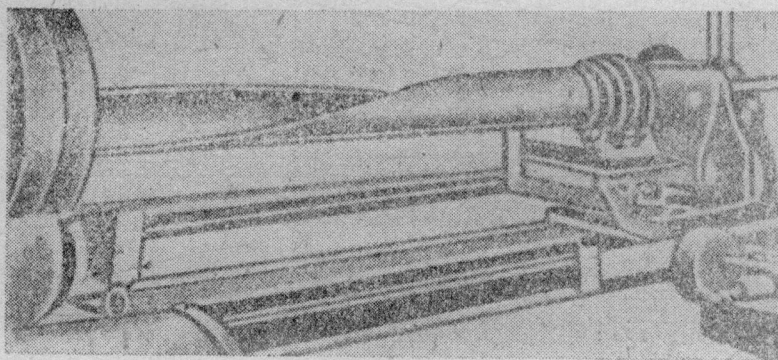
铸铁管离心铸造机，它系由回转浇包、漏斗、固定的长槽和铸型组成，在液压传动装置的帮助之下，铸型在斜轨上移动，并由电动机带动而在辊子上旋转。铸型装在冷却的套子里面。第一台根据德拉伏方法制造的离心式铁管铸造机被装在伯明罕(阿拉巴马州)附近的美国铸铁管铸造公司的铸造车间里面。

在金属铸型中铸造的管子，由于迅速的冷却，有深达2~3毫米的白口。由于这种管子必须热处理，因此使生产复杂化，并引起另外的花费。曾提出几种方法以期得到表面没有白口的管子。

康门建议在被加热的铸型中进行浇铸，铸型加热的温度，在试制时为580°到900°之间。铸型在专门的炉子中加热，然后安装在离心机上，康门采用耐热合金做成铸型，这种合金叫作Беккет金属(含铬18~22%碳0.1%的合金钢)。对壁厚为4.5~5毫米的管子，其凝固时间为45~60秒。

1923年威德林提出一种机器，可使热的铸型有固定的温度。在这个装置中，铸型被套子包围着，并把某种液体的饱和蒸汽导入这个套子。当增加系统中的热量时，剩余的热就变为汽化潜热并不提高温度。威德林在铸型的套子中导入水银蒸汽。这种方法未获推广[19]。

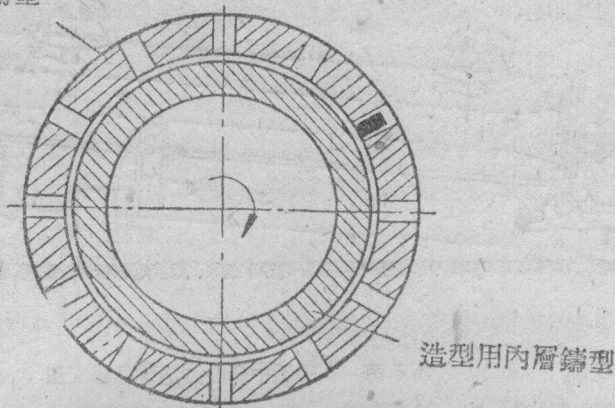
三十年代时，赫尔斯特采用温度不降到500°以下的铸型。赫尔斯特是如此选择壁的厚度的，使得铸型因为连续浇注的规定节奏而不致冷却到所说的温度以下。在赫尔斯特机器中原有槽的边缘，沿长度方向，做成螺旋状(第3图)，所以无论是铸型或槽，都不需纵向移动。浇注过程因槽的转动而完成；槽的螺旋状边缘，在槽转动时，把液体金属分布于旋转铸型的全部长度之上。



第3图 在赫尔斯特离心机上的螺旋形槽

在同年代中，用佛连其和谷列戈林的方法制造管子，在意大利获得足够广泛的传布，这个方法的实质，在于采用加热的铸型和选择适当化学成分铸铁的方法，来铸造没有白口的管子。佛连其-谷列戈林的机器构造保存了德拉伏的原理，但作纵向移动的不是铸型，而是槽，而且机器几乎是在水平位置下工作的。佛连其-谷列戈林机器的第二个特点是复合式铸型的特殊结构，它由两个同心圆筒构成——里面的是一种薄壁的铸型，形成管子的外形，外面的是厚壁的，用细水流的溅沫来冷却(第4图)。所制成的管子不需要退火，因此整个制造周期由浇注到交出制成的涂了沥青的管子，共需约30分钟。

冷却用外層鑄型



第4图 有空气夾層的双層鑄型

另一种制造无白口的管子的方式，是在铸型与注入金属之间，造成绝热夹层。列西市的比利时自来水管公司主张用硅、硅鉄及其他材料来搪衬铸型，这些材料含有硅，经得起几次浇注。衬料刚涂上时是液态的，因此需要时间把它烘干。在此后每次搪衬之前，应仔细地把铸型表面弄干净。这些工序使生产效率降低，因此用这种方式制造管子，变成无利可图了。

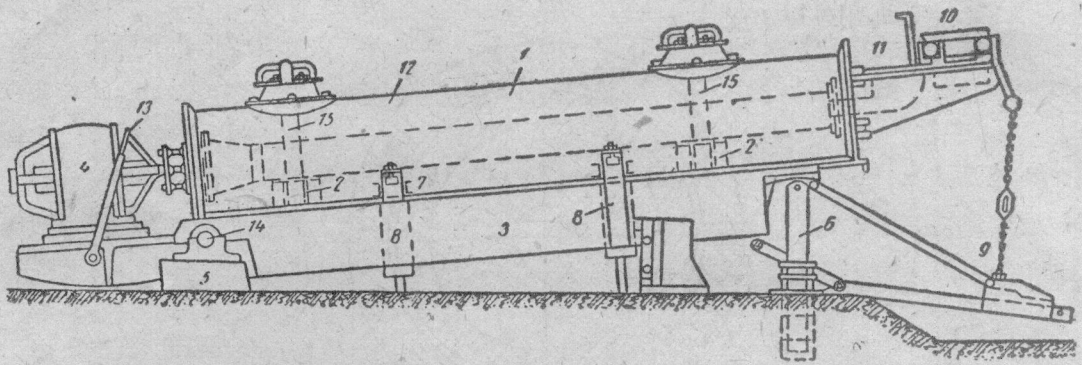
1933年美国研究出了给铸型加一隔绝层作为衬里的方式，在浇注金属之前不久，撒上绝缘的并能使注入金属变性的粉末。这种方式称为超德拉伏方式，其内容如下：把硅鉄粉撒入圆筒式的器皿中，由那里按一定分量送入喷射器。进入喷射器的量，在一分钟内可在20~1,200克的范围内变动。喷射器的喷口装在离槽的浇注端不远的地方，喷口与槽一起运动，铸型表面全被粉末遮盖着，唯承口除外（遮盖承口的粉末，由另一喷口供给）。喷射和浇注管子同时进行，这样，就使得铸型的每一部分，在浇注金属之前，都被粉末遮盖着了。

1933~1935年超德拉伏方法，在美国铸鉄管铸造公司以及伯明罕与柏林顿（阿拉巴马州）、俾斯墨等地工厂中采用了，在俾斯墨的工厂中，有五台铸造鉄管离心机用这个方法生产。涂层的厚度，在很多场合下，不超过0.01毫米已足够使注入的液体金属慢慢地凝固，并防止了较深的白口（在有适当的化学成分时）。

从1922年起，在衬有很厚的造型材料的铸型中离心铸造鉄管的方法，也得到很大的推广。这个方法是以穆尔-伍德（发明人的名字）或以三德-司蓬^①（第一家采用这个方法的公司招牌）的名称见称的。

金属凝固的速度与在砂型中铸造时凝固的速度相近。这样一来，铸造的管子慢慢地凝固，没有白口，不需要退火。砂型捣紧在不能拆开的、仔细平衡过的金属砂箱内。可以采用各种紧实方法如：用风锤，用震动式造型机，用阿尔得耳塔式机器等等。造型通常是在垂直位置进行的，而离心浇注，则在水平位置进行。所以用三德-司蓬方法工作的铸管装置，通常具有把砂箱由垂直位置改为水平位置或水平位置改为垂直位置的机构，用三德-司蓬方法铸造管子的离心机与按德拉伏方法工作的离心机的不同之处，在于无论是铸型或槽都没有前进的运动。根据三德-司蓬方法工作的穆尔机器略图（见第5图）这种机器可用于直径变动范围

^① 原文 Санд-Спун 譯音自英文 Sand-spun 意即砂套离心鑄造。——校者注



第5图 在砂型中离心铸造的机器简图

- 1—砂箱； 2—支承辊； 3—机架； 4—电动机； 5—轴承； 6—液压筒，以转动机架；
7—槽形架；在砂箱上升时，支持砂箱；8—使砂箱上升的液压筒；9—旋转浇包的传动装置；
10—转包；11—槽；12—外壳；13—移转马达的把手；14—机架辊轴；15—压辊

很大的管子砂型。

在三德-司蓬公司所完成的最后的式样中，浇包的运动与铸型旋转的速度都自动化了，因之工人对于操作过程的影响，几乎可以排除了。三德-司蓬方法中所采用的铸型旋转速度，通常比用德拉伏方法及其他方法时为高。在英国斯特弗来钢铁公司工厂中对于直径为100毫米的管子采用转速为1,300转/分；对于直径为300毫米的管子，采用550转/分。

由铸型中取出铸件，一般采用震动推出机与液压推出机，有时，部分砂子要用压缩空气“切掉”或吹掉。

在有衬里的铸型中离心铸管的特点，是采用可换的铸型（每次铸一个管子）。把单独制成的铸型传递给离心机，后者装在辊子上，并略成倾斜状态。在铸型内自动地注满金属液，并同时接通马达使铸型旋转，马达的速度随着铸型的渐渐达到水平位置而增大，然后保持着不变，直到被浇铸的管子完全凝固为止。管子凝固以后，就把铸型从机器中推出，将下一个铸型装在它的位置上，以便再用金属浇铸。

铸铁管离心铸造在苏联的发展。1910年在马克也夫铸管工厂制成第一台铸造2米长的薄壁下水道有承口铸铁管的机器。铸型的冷却在机器上并未规定。试制时，制出的管子有穿孔，机器的生产率也小，所以试制停止了。从现代的眼光来看，机器很不完善。

1932年根据戈列罗夫和倪季金两工程师的设计在列宁格勒的“列宁铸管”工厂制成了苏联的第一部离心铸造供水管的机器。不久以后，同样的机器在莫斯科的“机器制造者”工厂（红色普列斯涅工厂）生产出来了。在这些机器上，铸型是用水冷却的，在与主动轴的齿轮啮合起来的齿条帮助下，有纵向移动。在这种啮合机构下，不能达到平稳的行程：机器振动得非常厉害，对周围的人很危险。

1937~1940年中央机器制造与工艺科学研究所（ЦНИИТМАШ）制成并试验了斯·叶·罗森费耳德与贝·叶·瓦根两工程师设计的两台离心铸造铁管的机器，其中一台是用来铸造直径由100到150毫米、长3米的管子的。机器有固定的槽与可动的铸型。它里面的冷却系统是空气和水，铸型冷却的方法是把水喷在它们的表层上；这样形成的蒸气由鼓风机吹散。铸型在四个支承辊上旋转，其中两个由电动机带动。铸型内层的圆周速度可改变，从3到8

米/秒，而铸型小车的移动速度，从9到18米/分。另一台铸造直径为300毫米的管子的机器具有旋转的铸型与纵向移动的槽。铸型的冷却是用喷雾来实现的。两台机器都有机械传动装置以转动铸型与移动槽形浇包(爱伦堡著作中有该机器的图(29))。

1937年在中央机器制造与工艺科学研究所以及后来在工厂条件下对机器的试验，显示出它们的结构需要切实的改进。根据这两台机器试验报告的资料，1941年共作了28次熔炼，铸了337根管子，其中只有两根被认为合格。浇注时管子的主要缺点是由于铸型的跳动，使得管的壁厚相差很厉害，竟达2.0~3.0毫米，而技术条件仅允许0.5~1.5毫米。另外一个缺点是机器的生产量低，一小时仅10根管子。

近年来，铸造机器制造科学研究所设计了一批离心机以制造各种尺寸的供水管与下水管。

在本世纪四十年代末与五十年代初，采用离心铸造的进展加快了一些，制成了比较宜于工业上采用的机器样品，例如全苏卫生技术器械科学研究所(ВНИИСТО)的阿·普·波克罗夫斯基及姆·阿·武斯金诺夫设计的П-13式的机器，有活动槽，铸造机器制造科学研究所中央设计局(ЦКВНИИЛИТМАШ)设计的，在用水冷却的金属型中铸造管子新机器，莫斯科高等技术学校恩·恩·鲁布卓夫与特·比·加涅夫斯基设计的在有湿衬里的铸型中铸造管子的试验用机器，雅·姆·谢缅诺夫，阿·德·多罗茨多夫与斯·姆·博戈拉德设计的冲头——螺旋式机器，以生产有衬里并为离心铸造管子用的铸型。

必须指出，在苏联，管子的离心铸造得到工业上采用只为生产下水管而已；而对供水管的铸造，一般用得不多。

鑄鐵管离心鑄造时所采用的主要工艺过程

目前，工业上采用两种离心铸造铁管的方式：(1)在沒有衬里的可以冷却的铸型中，(2)在有衬里的模型中。

每种方式都有其优点和缺点。在沒有衬里的可以冷却的金属型中，离心铸造铁管的优点是大量的砂料和砂处理工作被省掉了。此外，与在带衬里的铸型的机器铸造时相比较，由于铸件的凝固过程的加速，生产效率将会高一些。这种方式的主要缺点是：(甲)管子必须退火，或施行专门措施以防止白口；(乙)铸型的大量损耗与很高的成本，使得管子成本也大大地提高；(丙)金属铸型的机械加工很繁重，因为铸型只能在专门设备上制造；(丁)离心机器的结构复杂，因为转动的铸型必须急速冷却；(戊)有形成疵病的倾向，这些疵病，在水力试验时，即能发现。

在有衬里的铸型中，离心铸造铁管，便能制成沒有白口的管子，用比较便宜的铸型而不用金属型，并大大地提高铸型的寿命，使用结构较简单的离心机器(这里铸型不需冷却)，采用可更换的有衬里的铸型，并更迅速地改铸其他尺寸的管子。

但在这种场合中，须有大量砂处理工作与造型机器，进行补充工作为铸型填衬，并消耗大量造型材料。因之，就得要增加服务人员，此外，因为铸件冷却得慢，机器的生产率不大。

在金属型中铸造管子的工艺规程中，看出两种方向：(1)在缓冷的模型中铸造管子，不要退火；(2)在激冷的铸型中铸造管子，并必须接着退火。

在缓冷的铸型中用离心法铸造供水管，暂时还不能证明是否正确，因为在管面上有许多

疵病，在水力试验时，会成为废品。在铸型的温度高于 200° 时，管面上就有小气孔，而在温度低于 100° 时，就有冷隔。因此，铸型的最适宜的温度应在 $100\sim 200^{\circ}$ 之间。但在这种制造规范下，管子会有白口。

在激冷的金属型中当铸型的工作温度为 $150\sim 200^{\circ}$ 时，对于 $3\sim 5$ 米长的供水铸铁管，想由铸型一端来浇注它们，未获成功：在还未灌注到五米长的管子的全长之前，铁水已在槽中凝结。比·德·哈哈林和普·弗·布詹柯断定铁水沿着 2 米长管子的转动铸型的流动时间为 $10\sim 12$ 秒，对 4 米长的管子，要 20 多秒 [24, 29]。所以在激冷的金属型中浇铸长 3 米和 3 米以上的管子，只有在铸型与槽有相对轴向移动时，才有可能。这种移动在现代离心机器中，用两种方法来达到：(1) 在浇铸过程中，铸型只旋转，而槽则由铸型的这一端移动到另一端；(2) 槽固定不动，而旋转着的铸型与机体一起移动(对槽而言)。

第一种方法在斯·叶·罗真费耳德与比·叶·瓦根的机器中和在阿·普·波克罗夫斯基的全苏卫生技术器械科学院式机器中实现了；第二种，——在铸造机器制造研究所式机器中与阿·普·波克罗夫斯基新式机器中实现了。

在第一种生产方式中，机器装得很稳，因此铸型发生摆动的可能性减少了；槽的移动简单化了一些，较之整个机器的移动需要较少的功率；机器的生产也就较便宜一些。但这种方式有些缺点，——如用活动槽，则浇包与浇槽之间，必须有一个中间槽；移动的长槽，在一端固定着，因为槽的振动，使得浇铸不稳定；在由浇铸承口处过渡到浇铸管主体时，难于改变浇铸的速度；因为必须把由铸型中取出管子的机械做得能移动，机器的全长就要增加。

铸型的冷却。为求维持铸型的工作温度不变，必须看它由注入的液体金属中得到多少热量，并从它那里排去多少热量。铸型急速而均衡的冷却可以做到，方法是将它在水槽中不断旋转。或者利用喷射器，把水喷到铸型表面的各部分。铸型温度可控制在 $60\sim 70^{\circ}$ 之间。

铸型。如注意到收缩，铸型内直径与铸管的外直径要相等。在浇铸之前，在承口的那一端，按上管子承口的型芯。铸型通常备有二个箍，把铸型支持在机器的轆子上。有时还为支承轆作第三个箍(在铸造机器制造科学研究所式机器上)。铸型的内表面，还有箍的表面及铸型的端面，都要仔细地加工过。铸型承口端的直径，比它平滑端的直径要大几 ($1.5\sim 2$) 毫米。铸型厚度等于要浇注管子厚度的 $3\sim 4$ 倍。

为制造铸型，采用铬镍钼钢(含 0.3% 碳， $2.1\sim 4.5\%$ 铬， $0.15\sim 1.8\%$ 钼， 2% 镍)、高铬低碳钢(含 $18\sim 22\%$ 铬与不多于 0.1% 的碳)，或其他钢，也采用铸铁 [14]。

使用铸型的规范及对它的保养，对于它们的寿命，较之金属的成分有着更大的意义，所以对于铸型应及时修理与磨光。

在设计用离心铸造法大量生产的管子新厂时，必须把铸型的铸造、热处理及机械加工的车间包括在厂的范围之内，或者为几个管子铸造车间集中组织来保证供给铸型。

管子的热处理。在激冷的铸型中进行管子的离心铸造时，管子外表面的冷硬层内的基体组织中，含有莱氏体，勃氏硬度为 $580\sim 640 H_B$ 。由于冷硬层及强大内应力的存在，大大降低了管子的机械性能。用热处理可以消灭这些缺点，特别是在保证铸铁组织变化的某温度范围中的热处理，能使得有树枝状组织的外表层变软。

通常，对于铸铁管采用 $800\sim 950^{\circ}$ 下的退火(由铸铁的成分与管壁的厚度决定)并在此高温下保温，然后在炉内缓慢冷却。用离心铸造方法生产管子的工厂，采用管子能自动移动

的连续操作炉来退火。由于管子种类繁多，并且时常变化，故应当建造能为各种尺寸的管子作退火用的炉子。要退火的管子在两条环形链条构成的输送带上通过炉子，链条上有爪子抓住管子。炉子的生产量为每昼夜 200 吨，燃油的消耗为管重的 2.5~5%。退火时间由 1 到 2 小时，随管子的直径而变。

根据管子科学研究所 (НИТИ) 与马克也夫工厂的资料看来，直径为 100~300 毫米的管子的热处理规范，是根据下列原则用实验方法规定的：1) 送入炉内的管子温度不应低于 700°；2) 为消灭白口，炉子的温度 800~900° 就足够了；3) 根据观察，在 700~900° 的间隔中，加热的速度如下：

炉膛温度，°C	加热时间，分	加热速度，度/分
900	22	9
1,000	8	25
1,100	5	40
1,200	3	66

1,100° 可视为炉膛中最适宜的温度 (在 1,200° 时，发生管子熔化的危险)，和热的速度是 40~50 度/分；4) 在 850~900° 时，保温的时间是 30 分钟，这足够使得管壁不大厚的管子完成其组织上的变化，并消灭白口。

热处理的目的如果仅仅是为了解渗碳体，那末可在退火温度下，把管子由炉中取出到空气里来，并使之加速冷却。波兰的诺伏特诺工厂与苏联的马克也夫工厂就是这样组织生产的；缓慢的冷却，在这种场合中会减少炉子的生产量。但缓慢的冷却最好是在 600~400° 的温度间隔中，使能避免发生内应力，内应力是冲击与水压试验时缺陷——裂缝的原因。为此，应当在炉子中设置 2 室——加热室与冷却到 400° 室。由 600° 冷却到 400° 的时间规定为 14 分。这样，管子热处理的全部时间一共为 49 分 (加热 5 分，静置 30 分，冷却 14 分)。管子热处理时间如定为 1 小时，那末一个 16 米长的退火炉在每小时出 15 根管子时，能供应 (曾注意到炉子的充填系数为 85%) 4 台制造直径为 100 毫米管子的机器，或 3 台制造直径为 200 毫米管子的机器，或 2 台制造直径为 300 毫米管子的机器。

热处理大大增加管子的成本。根据波德雅可夫的资料，即使是用便宜的高炉煤气作燃料而且管子的运输也完全机械化了，但退火费用仍约占管子成本的 10%。所以曾采取办法，保证在用金属铸型时，生产无冷硬表层的管子。

离心铸造管子的种类，直到现在被 300 毫米的内直径所限制。

防止白口。要防止白口铁组织的形成，并保证在凝固后，形成灰口铁组织，可将铸铁由浇铸温度冷却到石墨化温度的速度减小。阻滞熔化着的铸铁的冷却，可用在金属与铸型壁之间采用绝热夹层的办法或用对铸型加热的办法来达到。

铸型的绝热涂料。绝热涂层在注入的铸铁与铸型的内表面之间造成夹层，这个夹层保护铸型的工作面，延长它的使用期限，并减少铸铁的白口。

涂料可以是固体或液体的。最简单的涂固体涂料的方式，是把一定数量的颗粒状的干材料倒在旋转着的铸锭模上去。旋转时，这种材料在离心力的影响下，紧贴在铸型上，并在它的全部长度中均匀地分布着。可当作涂料用的材料有干石英砂、清砂滚筒中用过的细砂、石英粉与硅铁粉。

液体涂料在转动着的铸型内因离心力的影响,也紧贴在模壁上。在铸型温度为 $150\sim 200^{\circ}$ 时,水蒸发了,它里面所含的粉末粘在铸型的壁上,形成防护层。如果系在有可动槽的机器上工作,则液体涂料可用有漏斗的管子浇到铸型上,这漏斗装在浇注铸铁的活动槽上,铸型上涂料的厚度为 $0.8\sim 1.0$ 毫米。每隔 $2\sim 3$ 次浇注就涂抹一回。最普遍采用的液体涂料之一有下列成分:干细砂(清砂滚筒来的)4公斤,银色石墨0.5公斤,耐火粘土3公斤。搅合后,加水,直到稠度象酸奶油那样为止。涂料的厚度为 $1.0\sim 1.5$ 毫米。

根据阿·弗·哈尔拉莫夫(23)的实验资料,下列成分(以容量计算)的涂料提供令人满意的结果:陶土+水 $1:5$,陶土+石英粉+水 $1:2:6$,陶土+石英灰+耐火粘土+水 $1:2:2:10$ 。双层涂料能提供最好的结果如液体涂料加乙炔火焰的烟。根据恩·恩·殷沙可夫的资料(7),能提供令人满意结果的,有由石英粉与水玻璃组成的涂料和乙炔烟。

用热铸型工作。在离心铸造的技术中,称这样的铸型为热铸型,即它的工作温度,在浇注铸铁时不低于 500° ,冷铸型则在 $150\sim 200^{\circ}$ 温度时工作。

高的工作温度是靠采用厚壁的铸型(它长时期保持着由熔化的铸铁得来的热)使它们缓慢冷却,及采用双层铸锭模来保证的。采用热铸型(温度约 500°),使能制成表面上没有白口的管子。为维持这样的温度,就采用厚壁的铸型或者在取出前一个管子后,马上就浇铸下一个管子。

用来铸造管子的铸铁成分如下(以%计):3.75 碳(总炭量),0.60 碳(化合),2.75 硅,0.75 锰,0.75 磷,0.075 硫。

就机械性能说,在热铸型中浇注的管子与在冷却的金属铸型中铸造然后退火的管子相近。

在缓慢冷却的铸型中铸造管子。有些工厂采用热铸型,它的高温之被保持,是因为用喷射品来缓慢冷却,或由于采用双层铸型,两层间有空气夹层(第4图)。铸型的外部喷水的方法,稍稍冷却一下,它的温度几乎没有改变。用下列成分(以%计)的铸铁铸造管子:3.3 碳(总炭量),0.15 碳(化合),2.85 硅,0.45 锰,0.75 磷,0.08 硫,这种铁显示出抗弯强度为42公斤/毫米²,硬度由 $140\sim 200H_B$ 。在热的与缓慢冷却的铸型中浇注管子,是用含有3%的硅的铸铁来完成的,因为只有含硅量高的铸铁,在热铸型中,能造出不需要退火的管子。

对三层的铸型,其内部的薄壁铸型是热的,它已在全苏卫生技术器械科学研究所——波克罗夫斯基式的机器中采用了,这种机器于1949~1951年已在很多工厂中被安装。根据姆·阿·武斯金诺夫与阿·普·波克罗夫斯基的资料(22),到1951年底约出产了70架这样的机器;到同一时期,从正在使用的机器上出产了约一百万根下水管。有三层铸型的机器特点是:铸型只在旋转时冷却,冷却用的水在离心力的影响下,进入铸型各层间的间隙。绝热涂料在铸型旋转时,涂在加热到 200° 的铸型上面去。在铸造每二根管子之后,铸型就要上涂料与用水冷却。冷却铸型用的水周期地送入,使得铸型温度维持在 $300\sim 500^{\circ}$ 之间。注入的铸铁温度应当是 $1,320\sim 1,340^{\circ}$ 。要制成无白口的管子,最好用下列成分的铸铁(以%计):3.4~3.7 碳;2.4~2.8 硅;0.6~0.8 锰;0.4~0.8 磷,硫不超过0.12%。

根据姆·阿·武斯金诺夫与阿·普·波罗夫斯基的资料,在Г-13机器上铸造直径为100毫米的管子,完成整个工艺过程所需的时间约为5分钟。

铸铁的孕育处理。孕育处理的目的是防止铸铁的白口,方法是在保持散热的条件下降

低石墨化的温度。中央机器制造与工艺科学研究所关于消灭白口的实验工作表明,在用可以冷却的铸型工作并用含有1.8~2.5%硅的铸铁时,孕育处理,只在同时施行其他消灭白口的措施时,才有效果。莫斯科铸管工厂用孕育剂,并与采用热铸型配合起来,能制成没有白口的管子(23)。

砂型中铸铁管的离心铸造。本方式的优点。在用激冷的金属铸型工作时,所有的生产工序(清整,铸型上涂料,浇注,从铸型中取出制成的管子)都应在离心机器上进行,因为铸型与机体是连接着的。砂型使得能在不同结构的机器上并用不同的生产组织来工作。

砂型可就在这个离心机上做好,也可在机器以外做好。铸型只在浇铸时放在机器上,浇铸后要使管子冷却,就没有必要再放在机器上了。采用砂型,能易于按流水作业原则组织生产,而金属外型则随着生产工序的进程而移动,在离心机上只进行浇铸,并使浇好了的管子凝固。

任何实际上能用的长度的管子都能在砂型中铸造。同时,对铸型说,槽没有前进的运动。在砂型中离心铸造的机器的结构应当保证:1)铸型的正确安装,铸型的中心线要与旋转的中心线相符合,2)铸型的旋转速度要能调节。机器没有冷却设备,也没有槽与铸型向前推进的机械。其他必要的设备,例如取出管子的机械,安装型芯的机械等等,都与在金属铸型中铸造的机器上的相应设备,无所区别。在砂型中离心铸造时,就没有对铸造管子进行热处理的必要;此外,与可冷却的铸型相较,金属外型的成本较低,它的寿命也较长。

本方式的缺点。用砂型工作时;要添一些工序:制作砂型,准备型砂和从金属外型中落砂。为完成这些工序,应安装相应的设备。

在生产小的(40~50毫米)和大的(600毫米以上)直径的供水管时,宜于采用在砂型中的离心铸造方式。对于生产小尺寸管子,带有前进运动的槽的机器是不适用的,因为不能有这样小的直径的铸型内装槽。在铸造大尺寸的管子时,无衬里的铸型寿命很短。表面上看来,在金属铸型中铸造似更合适,因为在金属铸型中铸造,较之在砂型中铸造,离心机的生产率要高一些,因为在金属铸型中,铸铁的凝固速度较高(11, 12)。但机器的生产率不仅由注入铸型中铸铁凝固的必要时间来决定,也由浇注前铸型冷却的必要时间来决定(29)。

在砂型中的离心铸造时,不会使管子熔接到铸型上,使得机器长久停顿。在这种方法下,机器的利用较充分,因为直接在机器上进行的,只有一道工序——浇铸。

还应当注意到:建立在砂型中铸造的车间,需要一些额外支出以创造正常的劳动条件,因为采用含有发生气体的杂质与灰尘的型砂,在浇铸与开箱时,需要加强通风。金属铸型工作,就没有加强通风的必要了。

根据恩·恩·卢布卓夫的资料(20),现时在用离心铸造管子时,采取两种方式铸型铺衬里:(1)很结实的砂衬,厚30~50毫米,在把铸型装上机器之前,必须烘干,(2)颗粒状的衬里(中央机器制造与工艺科学研究所式机器)。

用第一种方式,对铸型的铺衬里与由铸型中取出铸件,都在机器以外进行,因此,每一离心机器都应有一定的调换铸型的场地。铺颗粒状衬里的方法是在铸型转动壁上放些颗粒状的不发生气体的干衬料,它在离心力的作用下,粘在铸型的内表面。在这一场合中,铺衬里是直接在机器上进行的。在铸型以干的耐火造型材料作衬里时采用离心铸造可制成优质的管子,不需要退火。后一情况是本方式的主要优点。

应认为这些方式的缺点是：必须要大量的砂处理工作，砂型的填实与烘干的困难，尤其是铸好了的管子的取出的困难。在由铸型中取出管子时，会割断或钻穿衬里。铸造表面不规则并有承口的管子，不能用颗粒状的衬里，此外，颗粒状衬里的材料，由于其比重小，有贴在铸件内表面的趋向，部分留在管壁上，使管子里层夹渣。莫斯科高等技术学校铸造实验室研究出了并实现了用湿衬里进行离心铸造管子的方式〔8〕。这种方式保存了干衬里方式的优点，同时消除了所说缺点中的大部分。湿衬里处于结实的(干的)与颗粒状衬里之间的中间状态：在浇铸时，它是第一类的衬里，就是说，足够牢固，而到取出铸件时，它已干了，并变成颗粒状物质，由于粘合剂的含量小，几乎失去一切粘性，由这种衬里的铸型中取出管子不需要特别费力〔20〕。用下列成分(以%计算)的混合物来造型：旧砂 60~70，刘比列次砂 18~28，煤粉 2。这种混合物保证透气性为 120~150，抗压强度为 0.15~0.20 公斤/厘米²，而混合物的水分为 3~4%〔1〕。

鑄鐵管离心鑄造时所用的机器与机构

在现有关于鑄鐵管离心鑄造机器的文献中，仅有关于机器类型的一般的和片断的报导，对于它们的结构没有说明，也没有详细叙述其主要部件。供水鉄管与下水鉄管的采用离心鑄造之成功，首先要随离心机的质量而定。国民经济对于供水管与下水管的需要，既然是以千万根计算的，那末，这些管子的生产就应当是大量的，供水管的离心鑄造机就应能满足现时大量生产的基本要求，即保证高的生产率，使一切工序都达到最大限度的机械化与自动化，所有机构工作时都很精确与可靠，而且要维护的简便、体力劳动最少和产品成本低。

离心机的类型。鑄造鑄鐵管的离心机有二个主要类型：(一)用激冷的金属型；(二)用带衬里的铸型。带衬里铸型的机器，只宜于在成批生产小直径(50~75 毫米)或很大直径(600 毫米以上)的管子时采用，那时，金属外型的寿命很短。而在大量生产中等直径的供水管与下水管时，应采用金属型的离心机，金属型能满足大量生产的条件。在用金属型的机器中，必须提出鑄造设备中央设计局的离心机、阿·普·波克罗夫斯基的机器与莫斯科鑄管厂的机器。

带衬里铸型的离心机，在结构上，极为简单。此外，在这些机器上，甚至用普通鑄鐵造的铸型，也能工作得很久。惟不应忘记，在这种场合中，必须有造型材料与设备以便制备它们并为铸型铺设衬里。

現時苏联采用三种离心机。

在缓慢冷却的硬模中鑄造管子，就用阿·普·波克罗夫斯基与姆·阿·武斯金诺夫的带活动槽的机器(II-13 型)，它是为鑄造 100 毫米直径的下水管用的(第 6 图)*。机器的独特之处是三层转子的结构，转子中有薄壁的套筒，放在比较厚壁的双层夹套里面，套筒的存在保证没有白口，因为铸型与夹套之间空气间隙的存在使得铸型冷却得很慢。

在铸型的表层上的深 0.5 毫米的螺纹构成空气间隙，夹套的表层上有深 15 毫米的螺纹，使水能在夹套与外壳之间循环。在承口部分，转子的所有管子都牢牢地连接在一起，而在相

* II-13 式机器的说明是借用阿·伊·巴可夫的〔1〕。恩·恩·盧布卓夫〔20〕，叶·叶·爱倫堡及弗·姆·貝可夫〔29〕等等也有同样的说明。

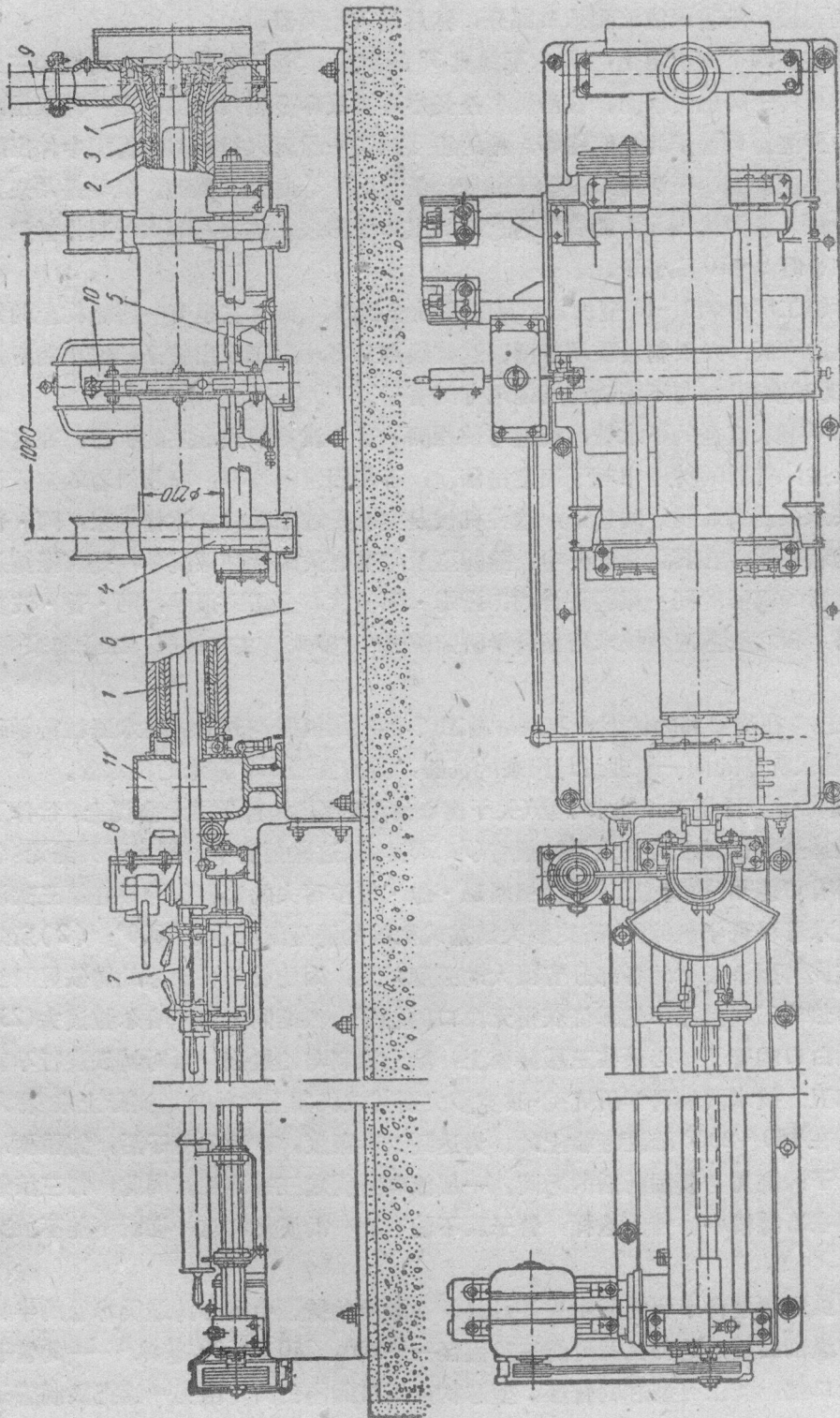


图 6 II-13 离心机简图

1—转子的外管；2—转子的中管；3—转子的内管；4—支承管；5—顶帽；6—框架；7—活动槽；8—漏斗；
9—废水废气收集器；10—制动器；11—为溢出剩余金属用之蜗形容器

反的那一头，它们可自由地移动。有金属心骨的砂心装于铸型的承口部分。由转子的另一头，把校准用的衬套装入铸型，衬套的内直径决定管子的内直径。铸模用水冷却，水进入夹套与外壳之间的间隙，沿着螺纹流到承口部分，然后进入收容器。

机器的转子装在四个支承辊上，与水平线成 3° 的角度。辊子轴之一由电动机的三角皮带传动。顶辊防止转子的轴向移动。在沿铸型全长中浇铸液体金属用的浇槽是一种双层的管子，它的长度与要浇铸的管子的长度相等。槽的里层涂了一层耐火衬里。由铸型中伸出的槽的一端，与活动架连接着，而活动架借助于丝杆，沿着两个导向装置移动。浇斗是用来把液体金属由浇包中传入槽内。浇斗中的金属通过斗的出口管出来。浇斗用耐火材料作衬里。机器的生产率为每小时9~10根管子。

装在苏克林姆工厂中的II-13型机器，其使用性能很好。同时它也有一些结构上的缺点使得它的使用性能降低，并限制着使用范围：这些缺点计有用手取出管子，铸模的断续冷却（只在转子转动时冷却），与不能改铸其他尺寸的管子。

为要铸造150毫米直径的下水管，制造与使用阿·普·波克罗夫斯基的机器，在这种机器上作了下列改进：机器的铸型相对于固定槽移动，不用固定的浇斗，而用斜着的定量包，装了一种机械来承接浇铸后制好的管子，这种机械是由液压缸推动的。这样一来，阿·普·波克罗夫斯基的新机器，在其主要部分中，除铸型及与其有关的冷却系统外，是根据铸造机器制造科学研究所的机器的同一原理设计的。据姆·阿·武斯金诺夫报导，阿·普·波克罗夫斯基的新机器，较之全苏卫生技术器械科学研究所-波克罗夫斯基式机器，工作起来好得多。

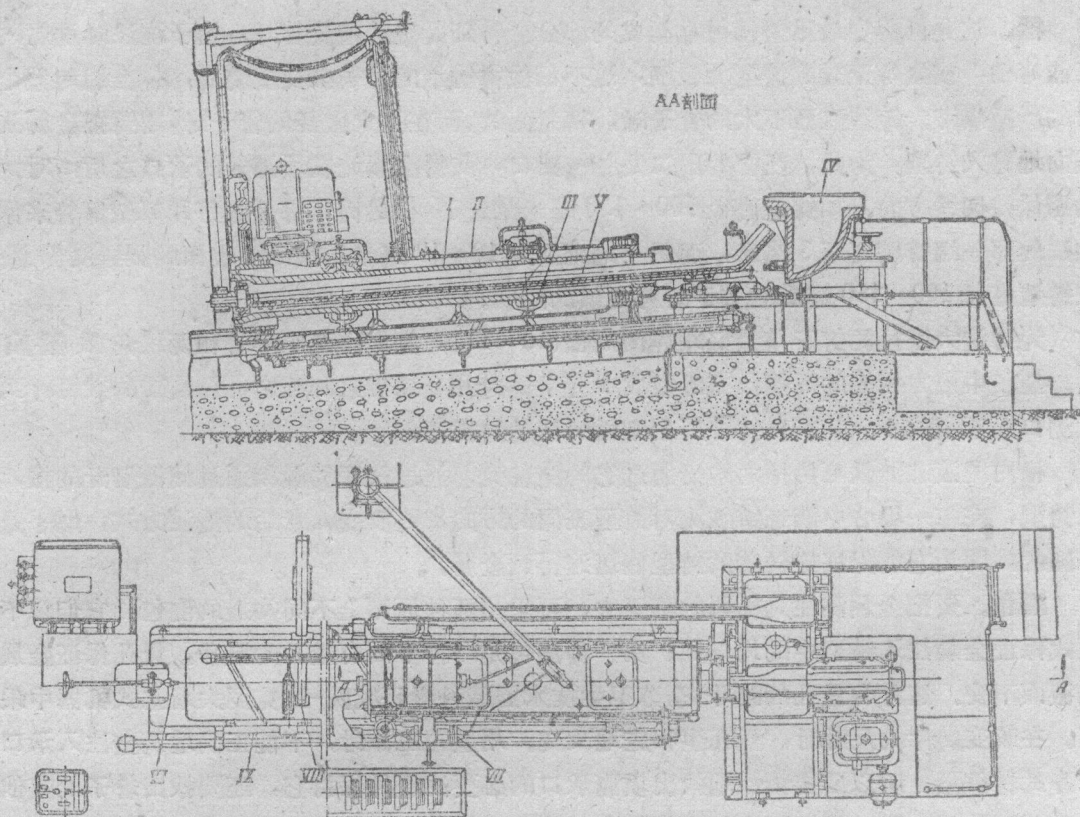
自1947年起，在交通部的伏罗希罗夫格勒工厂中，用根据全苏卫生技术器械科学研究所-波克罗夫斯基式机器的同一原理设计出来的机器，铸造直径150毫米的供水管。

1950年在全苏铸造科学技术学会（关于离心铸造问题）的科学技术会议上，曾作了几个关于在有三层铸型的机器上铸造管子的报告〔7，23〕，从这些报告中可得出下列结论：（1）三层铸型确使得有可能用“热铸型”工作。根据恩·恩·殷沙可夫的资料〔7〕，在第三次浇铸后，全苏卫生技术器械科学研究所-波克罗夫斯基式机器的铸型温度达到 600° ；（2）所采用的冷却系统，造成铸型全长中的各部分有很大的温度差别，因此管子各部分的铸铁显微组织就有不同；（3）热的三层铸型不能保证获得无白口的管子。根据阿·弗·哈尔拉谟夫〔23〕的资料，要制成无白口的管子，必须在三层铸模上，涂上涂料与乙炔烟，并对铸铁进行孕育处理；（4）在全苏卫生技术器械科学研究所-波克罗夫斯基式机器上，热铸型实际上未采用。铸型上的涂料是在 $150\sim 200^\circ$ 温度时涂上的。为达到这种温度，在取出管子后，铸模要冷却的时间，就是管子的浇铸与凝固所需的时间。一层涂料经得起三次浇注。因此，每三根管子中，有一根必须在冷铸模中浇铸。这样，管子就不能有同一的质量，这一切就不能不放弃热铸型。

图7是铸造机器制造科学研究所中央设计局的在激冷的铸型中离心铸造供水管的半自动机器的平面图与纵剖面图，这种机器可铸三种直径——200，250与300毫米*——的管子。

在铸型的承口端，装上有型芯的管座，型芯构成承口的内表面。由另一端把限制管子长

*机器的说明借自恩·恩·卢布卓夫〔20〕，其他作者也有同样说明〔1，10，29〕。



第7图 铸造机器制造科学研究所中央设计局设计的新离心机简图

I—铸型；II—机体；III—支承辊；IV—浇包；V—槽；VI—由铸型中取出管子的机构；
VII—装型芯的机构；VIII—支撑管子的机构；IX—机架

度的铸铁衬套装在铸型的内部。铸型的外表面有二道环，是支承辊的滚道。铸型应仔细地平衡过。传动装置容许调节铸型的转数，以铸造三种不同直径的管子。铸型的温度维持在 $150 \sim 200^\circ$ 的范围之内；制成的管子有白口，以后要经过退火。浇铸前，铸型的内表面上要涂上一薄层硅铁粉，它是用压缩空气由装在浇槽下面的管子吹进去的。铸型是用水冷却的。冷却速度用变化水量来调节，水是由沿着铸型放的管子引进来的。机体造成铸型冷却的封闭区，机体的端面在由它那里取出铸型的地方，用曲折密封圈填充起来。铸型放在装在机体上的四个支承辊上；由上面用两个压辊把模型压着。模型由以轴线水平分型的二半组成。浇注金属是在模型对槽作轴向移动时进行的，所以机体是在液压缸的作用下，在四个滚子上沿着床面导轨移动的。机体移动速度可平稳地改变，由 10 到 23 厘米/秒。机体上也有装型芯的机构。机器备有两个浇槽，装在小车上；当这个槽在工作时，而另一个槽正在进行准备。也象机器一样，槽与水平线成 4° 的角度。由铸型中取出管子的机构，在机体向浇包方面移动时，夹住管子。

离心机的最主要部件与机构。铸造机器制造科学研究所中央设计局的离心机的主要部件说明如下，这些部件在其他的离心机上也能采用*。

*这个说明是借用爱伦堡与貝可夫的(29)；其他作者也有所说明。

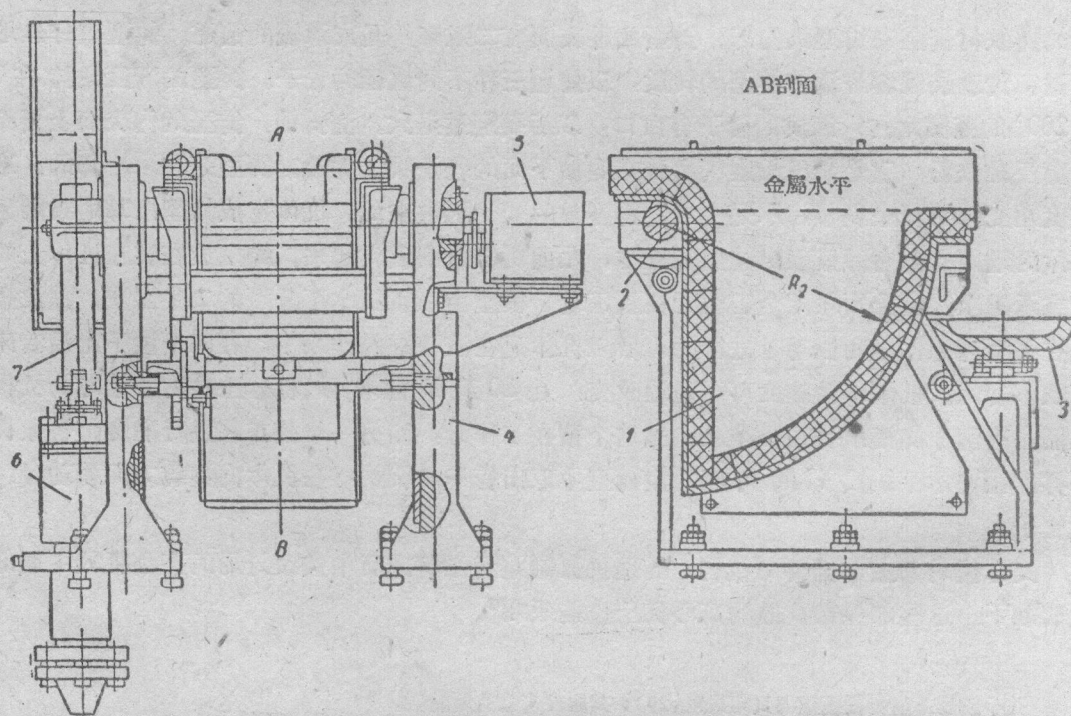
槽。这是机器中最重要和很难制成的部分，特别是在铸造长管时。由于浇注时过热，它可能弯曲，或变弯至碰到铸型的表层，这不仅使得铸造的管子会变成废品，也会引起整个机器的严重损害。铸造直径不大的管子时，槽是直的，而在铸大直径的管子时，则要把金属流切线向地导入铸型。为此，在槽的出口处装一喷口，使得金属流在填满管的承口之后，对铸模的壁保持切线方向。如铸造直径 100~150 毫米的管子，槽的筒体部分最好用厚壁钢管来作，浇注的那一端管壁要厚 3 毫米，而另一端则要厚 10~12 毫米。槽的外表面的圆锥度保证槽在铸造直径 100~150 毫米的管子时有足够的刚度。

为铸造大直径的管子，最好用焊接的槽(10~11)，例如由两个半管和两根角铁做成的槽。全长中应力相等的焊槽，有时做成 V 型，同时用金属带来加强它，金属带的数目，到槽的浇口处逐渐减少。莫斯科铸管厂用刚性的活动铸铁槽。

槽内的液态铸铁可由槽的边沿通过它的浇包嘴，通过槽底的缝和通过侧壁切开的槽，流入铸型，在每一场合中液态铸铁流对铸型表面的方向都要改变。最后的浇注方式，似乎是最合理的，因为它能保证旋转着的铸型能迅速得到金属。

浇包。要把金属浇注到机器的槽里去，可采用两种原则上不同构造的浇包，它们以不同方式保证金属注入铸型中的均匀性。第一种浇包是一种下面有量孔的漏斗，量孔保证金属流的截面不变。这种有量孔的漏斗，全苏卫生技术器械科学研究所—波克罗夫斯基式机器中采用了。在改变铸件的尺寸时，量孔也相应地改变。用量孔工作时，不能正确地调整注入承口与管身的铸铁量。所以要实验性地找出填满承口的必要注量并保持它，还要找出管子的其他部分的必要注量。通过量孔浇注的这些缺点，甚至在铸造短的下水管时，也很为明显。

用扇形浇包更加适宜，它能保证十分正确地调整铸铁的注量与宜于浇注过程的自动化。第 8 图示有铸造机器制造科学研究所的斜扇形浇包。



第 8 图 铸造机器制造科学研究所中央设计局的铸铁管离心铸造机的浇包简图