

东北电力大学

教 案 封 皮

开课单位	工程训练教学中心	课程名称	金工实习-铸造
授课教师	于哲、于佟佟	授课对象	2014 级工科本科
选用教材	金属工艺学实习	总学时	4
课 次	1	第 2 章	第 1、2、3、4、5、6 节
教学目的 及要求	1. 铸造生产的工艺过程、特点、应用 2. 各种基本造型方法, 合金的铸造性能。独立操作手工造型。		
教学重点 处理安排	掌握砂型铸造操作步骤及操作要领。示范讲解。		
教学难点 处理安排	塌箱和错芯现象。 示范砂型铸造操作中造型和造芯的方法。		
教学方式 方法	板书和多媒体结合、实操示范讲解		
教 学 内 容 及 时 间 分 配	<p style="text-align: center;">理论教学 90 分钟</p> <p>1. 对于铸造的历史和定义进行讲解 5 分钟; 2. 砂型铸造的特点 (优点和缺点) 10 分钟; 3. 砂型铸造的工艺过程图表讲解 15 分钟; 4. 砂型铸造工艺图细节讲解 15 分钟; 5. 手工造型方法 10 分钟; 6. 型砂和芯砂应具备的性能 (重点难点) 15 分钟; 7. 合金铸造性能 10 分钟; 8. 铸造缺陷 5 分钟; 9. 特种铸造方法 5 分钟;</p> <p style="text-align: center;">实际操作训练 90 分钟</p> <p>1. 型芯制作工具和材料解析 20 分钟; 2. 实际操作演示 10 分钟; 3. 学生实际动手制作型芯 50 分钟; 4. 最终成品型芯评分 10 分钟;</p>		
例题 练习题	<p>1. 型砂、芯砂的主要性能 2. 在制作模型和型盒时应考虑 3. 合金主要的铸造性能 4. 常用的手工造型方法有 5. 铸造生产的工艺过程</p>		
作业 思考题	<p>1. 什么是铸造, 生产特点及应用? 2. 为什么型芯要另外配制芯砂, 而不用一般的砂? 3. 常见的铸件缺陷有哪些? 4. 铸铁是怎么熔化的? 5. 什么是铸造工艺图及应用范围?</p>		

教 案

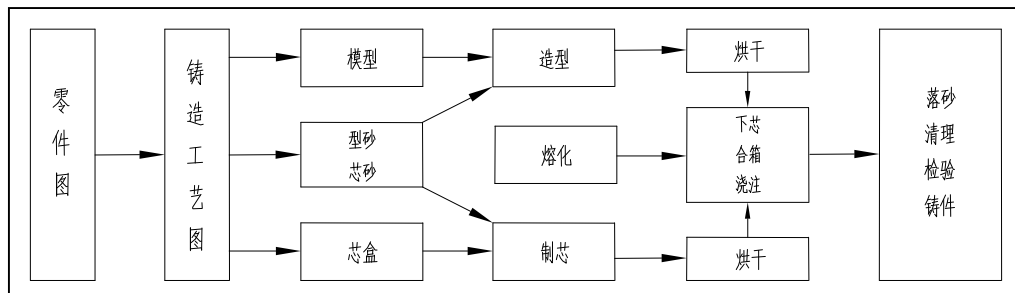
内 容	备 注
<p style="text-align: center;">第一部分 铸造生产工艺</p> <p>第一节 概论</p> <p>一、铸造</p> <p>将金属液浇注到与零件图相适应的型腔中去冷却凝固后获得铸件的方法称为铸造。</p> <p>二、铸造生产的分类</p> <p>(一)、砂型铸造：它以砂子为主体造型、造芯是基本的铸造方法。砂型铸造的分类：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、湿法铸造：砂型在潮湿的情况下进行浇注。一般用在中小精度要求不高的铸件。 2、干法铸造：砂型在烘干后，进行浇注，一般用在要求精度高、重量大的铸件。 3、半干法铸造：砂型表面或上箱烘干后进行浇注。一般用在精度要求不高的铸件。 <p>(二)、特种铸造：除砂型铸造以外，所有铸造方法统称为特种铸造。</p> <p>特种铸造 的分类：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、精密铸造：它是用易熔材料制成模型，然后用造型材料将其包住，经过硬化，再将模型熔失，从而获得无分型面的铸型。精密铸造 铸件尺寸精度高，表面光洁，是一种少无切屑的工艺。如汽机叶片，复杂刀具等。 2、压力铸造：是在高压下，快速将金属液压入金属型中，并在压力下冷却凝固获得铸件的方法。压件尺寸精度高，外表面光洁，是一种少无切屑的工艺，可直接铸造出各种孔眼、螺纹、齿轮。 3、金属型铸造：将金属液浇入金属型腔中以获得铸件的方法。金属型铸造最大的优点金属型可以重复使用，铸件尺寸精度高，可用于少无切屑工件。 4、离心铸造：将金属液浇入高速旋转的铸型中，使金属液在离心力作用下，填充铸型和结晶。 <p>离心铸造件尺寸精度高，最大优点可省去型芯及浇注系统，适用于各种管套类件。</p> <p>三、砂型铸造生产的工艺特点</p> <p>(一)、砂型铸造的优点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、工艺灵活性大，它表现在三个方面： <p>(1)、不受铸件复杂程度的限制，特别是内腔。</p>	

<p>(2)、不受铸件尺寸的限制，小至几毫米大至几十米。</p> <p>(3)、不受铸件重量大小限制，小至几克，大至几百吨。</p> <p>2、适应性广：铸件按重量比来讲，重型 机械占 90%，一般机床占 80%，坦克汽车拖拉机占 50%—70%，纺织机械占 30%。</p> <p>3、材料来源有两种：一种是人工砂，用人工方法把石英砂粉碎，再按粒度进行筛选，另一种是天然砂包括海砂、江、河、湖、泊砂及沙漠里的砂子。</p> <p>4、成本低：材料价格低，设备工具费用低，另外废铸件还可以熔化再浇注。</p> <p>(二)、砂型铸造缺点</p> <p>1、机械性能较差：铸件与锻件相比，它的强度硬度、抗拉等均不如锻件。</p> <p>2、质量不够稳定：因工序多，易出废品，造型造芯过程中，由于靠打模型及芯盒起模取芯，造成尺寸不够精确，故质量不稳定。</p> <p>3、生产条件差：</p> <p>(1)、砂型铸造 大部分手工操作，劳动强度大。</p> <p>(2)、湿法铸造中抖干铅粉，落砂清理等过程中粉尘对人体有害。</p> <p>4、工序多，生产周期长，产生缺陷机会多。</p> <p>四、砂型铸造生产工艺过程</p> <p>在生产中，根据铸件的大小，形状复杂程度，生产数量的差异，生产条件不同，方法也是多样的。常用的造 型方法有：</p> <p>1、整模法：模型是整体的，分型面是平面，铸型的型腔全部在一个砂箱内，造 型简单，不会产生错箱。2、分模法：模型分为两半。</p> <p>2、分模法：模型分为两半。</p> <p>分模法又分为：</p> <p>(1)、两箱造型：模型 在最大截面处分开，铸型由成对的上箱和下箱构成，操作方便，为基本造型方法适用于各种生产批量各种大小铸件。</p> <p>(2)、三箱造型：模型在最小截面处分开，铸型由上、中、下三箱构成，中箱高度须与铸件两个分型面的间隔相等，三箱操作费时且需要合适砂箱，主要用于手工造型，单件或批量生产具有两个分型 面的铸件。</p> <p>3、挖砂法：当铸件的最大截面不在端部，而模型又不便于分开时，将模型做成整模，造型时把妨碍起模的型 砂挖掉，以便起模。此法费工，生产率低，技术要求高。</p>	
---	--

4、活块法：当铸件上有些小块突起部分，妨碍起模时，可将凸起部分做成活块，在起模时，先取出主模，然后再取出活块。活块造型 费时，技术要求较高。

5、刮板法：它是利用和零件图截面形状相适应的特制刮板代替型进行的造型方法。它的最大优点是省去模型，但效率低，技术要求高，一般用在皮带轮，飞轮等铸件上。

五、铸造工艺图



六、造型材料

(一)、型砂、芯砂组成

原砂、水、粘结剂、煤粉、木屑等。按一定比例混制而成。

(二)、型砂、芯砂应具备的性能

1、强度：型 砂在外力作用下，不变形，不被破坏的能力称为型 砂的强度。若强度不足，在造 型 、搬运、合箱易引起塌箱。浇注时易引起冲刷铸型表面，造成缺陷、废品。

2、透气性：气体透过型 砂内，孔隙的能力，称为透气性。

在浇注时高温的金 属液铸型产生大量的气体，如透气性差，将产生铸件上的气孔、气眼、造 成铸件缺陷及废品中。

3、耐火性：指型砂抵抗高温液态金属的能力，在高温下型砂不熔化不软化，称为耐火性。型砂中 SiO_2 含量高，型砂粒度大，颗粒圆形，耐火性好。耐火性差型砂，易产生铸件表面粘砂。

4、退让性：铸件冷却收缩时，型砂和芯砂具有被压缩的性能，称为退让性。如果型砂、芯砂退让性差，会阻碍铸件收缩，铸件易产生内应力或开裂、变形、造 成缺陷及废品中。

型砂和芯的区别：由于芯砂完全被金属液包围，所以芯砂比型砂要有更高的强度，更好的透气性，更高的耐火性，更好的退让性。

七、浇注系统

浇注系统：是指金属液流入型腔的通道。

1、外浇口：一般做成杯形。

外浇口作用是便于浇注，减缓金属液对砂型的冲击，挡渣、排气、补缩。

2、直浇口：直浇口是连接外浇口与横浇道的垂直通道。

直浇口的开设高度，直接决定了金属液的流入速度，充型能力，直浇口可以排气补缩。

3、横浇道：它是连接直浇口与内浇口的水平通道。它可以排气，浮渣、补缩。

4、内浇口：它是连接横浇道与型腔的通道。

内浇口开设原则，应开在铸件厚大部位，为了防止冲刷铸型及型芯，应避开砂芯及铸型凸起部位，它可以排气补缩。

第二节 冒口

一、冒口：冒口是贮存金属液的腔膛。

冒口作用：

1、观察：浇注过程中通过冒口，可以观察金属液浇注过程。

2、补缩：冒口的形状，体积大小以能发挥最高补缩效率为原则，一定要放置在补缩量较大部位，或最后凝固的热节旁边，以利补缩。

3、排气：冒口设置高处，气体向上运动，便于气体排出。

4、排渣：溶渣焦碳灰，砂粒等比重小的物质上浮。

第三节 铸造工艺图

一、铸造工艺图

铸造工艺图是铸造生产中最基本，最重要的文件。它指导了铸造工艺的全过程。

二、铸造工艺的基本内容

1、分型面：上砂型与下砂型的接触表面。

在铸造工艺图上分型面用一条细直线和箭头表示，并注上、下字样。分型面决定了铸件在铸型中的位置，模样结构，芯盒数量，铸造工艺，铸件质量。合理选择分型面是一个重要的问题，总的原则，要起模方便，保证铸件质量。

2、机械加工余量：铸件的加工余量是指在切削加工时，从铸件上切去的金属层。

因此，在制造模样及芯盒时在铸件需要加工的表面上，留出加工余量。在铸造行业上有一个要求，一般小于 $\Phi 25\text{mm}$ 的孔槽铸铁件，小于 $\Phi 50\text{mm}$ 的孔槽铸钢件不予铸出，留给机加完成。

3、起模斜度：为了便于从砂型中或从芯盒中起模取芯方便，在

垂直于分型面的表壁都应做成自分型面扩大的斜度。一般在 $15^\circ - 3^\circ$ 之间变化。

4、铸造园角：铸造园角是指铸件两表面交接处应做成的圆弧过渡。这样可防止浇注时，冲砂及在尖角处产生内、应力和裂纹，防止产生缩孔和缩松。圆弧大小查有关标准。

5、收缩量：铸件在冷凝过程中要产生收缩现象，它造成了铸件外部尺寸的减小。因此，在制造模型及芯盒时要把收缩量加进去。收缩量大小查有关标准。

6、型芯头：为了在型腔中安放型芯方便准确在模样做出的起部分称为型芯头。

第四节 合金的铸造性能

合金的铸造性能好坏，直接影响到铸造工艺性能，合金的铸造性能好充型能力强，可以浇注出高质量的铸件。

合金的铸造性能分为：

一、流动性：它是金属液体本身的流动能力。

流动性好可以浇注出尺寸精确，轮廓清晰，外观光洁的高质量铸件，反之就会造成浇注不足，冷隔造成废品。

影响流动性好坏的主要因素有：

1、浇注温度：金属液浇注温度越高，流动性越好。

2、化学成份：共晶成份的合金流动性最好，亚共晶铸铁随C、Si含量增加流动性提高，合金中的P可提高流动性。结晶区间宽的合金流动性差，合金中的S、Mn降低流动性，铁碳合金中铸钢流动性最差铸铁流动性最好。

3、浇注条件：铸型条件及铸件结构形状，以及型芯，浇注系统等都对流动性有影响。

二、收缩性：铸件在冷凝过程中体积和尺寸减小的现象称为收缩性。影响收缩性的主要因素有：

1、浇注温度：金属液温度越高，收缩就越大。

2、化学成份：铸钢随含C量增加，收缩加大，亚共晶铸铁随C、Si含量增加收缩减小，S、Mn含量增加收缩加大。

3、浇注条件：铸件厚薄有差异，收缩时互相有制约缩量比实际要小，收缩时砂型及型芯对收缩有阻力，收缩也比实际小。

三、吸气性：金属在熔化过程中，要吸进大量气体这种性能称为吸气性。

金属液浇注后在冷却凝固前要析出气体，这时如果型砂及芯砂排气差，易造成铸件气孔、气眼。

四、偏析性：铸件冷却凝固后截面上各个部位及晶粒内部往往产生化学成份不匀现象称为偏析。

偏析性主要造成铸件机械、物理、化学性能差异，达不到使用要求，造成废品。

第二部分 实践操作

砂型铸造实际操作过程

1. 型芯制作工具和材料解析。通过实地简单讲解，让学生更深层次的理解上次理论课内容，对造型材料和工具有直观认识，工具主要有：芯盒、秋叶、刮板、托盘、芯骨、纸条、毛刷。材料：型砂。型砂的组成是由细砂、水、黏土泥等 7 种材料混合搅拌而成。

2. 实际操作演示。强调操作规程，重点、难点、采分点，工具使用技巧。

3. 学生实际动手制作型芯。全过程监控学生操作，随时纠正错误和违规行为，禁止打闹大声喧哗。

4. 最终成品型芯评分。每名学生各自为一组，每人都需要亲手制作一枚型芯，最终由实训老师给出分数，并指明采分点和问题所在，让学生更加明确操作目的。