

铸造实训教案

总课时数：讲授 3 学时 授课时间 年 月 日

课题	铸造	
教学目标	1.了解铸造的悠久历史，认识铸造的发展前景。 2.掌握铸造的工艺基础知识和工程实践常识。 3.能够了解铸造设备、原料、技能应用，遵守铸造安全实训守则，提高责任意识。 4.用铝合金材料进行现场熔化和浇注演示。	
重点	1.培养实践学习兴趣，树立卓越工程师目标 2.砂型铸造的工艺基础知识； 3.铝合金熔化及浇注演示教学； 4.手工造型现场演示教学。	
难点	手工造型现场演示教学。	
教学准备	铸造挂图及多媒体教学	
教 学 过 程		
教学环节	教学内容	教学方法
b	<p>1 导入新课 为什么学？学什么？怎么学？知学——好学——乐学</p> <p>2 铸造课程的理论讲解 1) 根据教学大纲要求，采用讲授法系统地讲解铸造的基础知识内容，并提出些小问题，启发学生的兴趣，利用挂图加深学生印象。 2) 在介绍每节教学重点和难点时，除了挂图展示之外，还要结合生产生活中的实例予以说明。尽可能的联系生产中的常用零件，为学生以后的专业课学习打下基础。 3) 教学中贯穿“课程思政”的理念，善巧方便的把工程素质和思想素质有机结合起来，把专业理论知识、实践工程知识有机结合起来，根据不同的专业特点，启发学生所学专业的兴趣，以培养学生的卓越工程师的目标。</p> <p>3 小结 每节课结束后，对该节课的内容进行提纲挈领的概括，并对教学重点、难点、关键问题加以归纳和总结。同时对学生的疑问进行解答，提出思考问题，引入下节课的内容。</p>	

实习动员：

1 实习要求

- 1) 实习时间：上午 08:00-11:30； 下午 13:30-16:00.
- 2) 现场环境卫生：工具物品摆放规范，环境整洁。实习期间一律穿戴工作服或校服，否则不允许进入铸造实习现场。

2 安全作业（重点）

- 1) 遵守安全操作规程，安全第一，质量第一，这是实践学习的开始。
- 2) 听从指导老师安排，按照学号到指定工作台操作，不许串岗。

3 实践成绩评定方法

- 1) 实习总成绩：实践表现成绩 3 分+实践理论成绩 2 分+实践能力成绩 7 分，合计 12 分
- 2) 超过实习天数的三分之一，无实习成绩。

第一章 培养实践学习兴趣，树立卓越工程师目标

理工科专业大学生的学习目标是什么？卓越工程师！这是工程训练课的中心任务！所以立德树人和教书育人是基础，专业知识学习和实践能力培养是两翼。

工程素质——是指从事工程实践的工程专业技术人员的基本能力，是面向工程实践活动时所具有的潜能和适应性。

1. 内涵：10 项素质要求，工程素质并非是知识的简单综合，而是复杂的渐进过程，将不同学科的知识 and 素质要素融合在一起，使素质要素在工程实践活动中综合化、整体化和目标化。

2. 特征：

- 1) 工程性：具有开阔的工程视野，敏捷的思维、正确的判断，善于发现问题；
- 2) 实践性：理论知识和实践的融会贯通，善于思考问题；
- 3) 技术性：把构思变为现实的技术能力，善于解决问题；
- 4) 创造性：以正确思维为导向的综合性应用能力，具有较强的灵活性和创新性。

（重点）工程师的特点就是创造性——学会“应用”，而不是“应付”；创新从用心、专心、耐心、恒心中来；

3. 树立卓越工程师目标，刻苦学习专业技术知识，提高实践动手能力和创新能力。

2.1 “卓越计划”即卓越工程师教育培养计划，旨在培养造就创新能力强、适应社会发展需要的高质量工程技术人才，我校有幸成为卓越计划的试点单位。

2.2 “卓越计划”围绕的核心问题——工程能力，即以强化工程实践能力、工程设计能力与工程创新能力为核心，着力于让学生学会研究性、实践性的学习方法，鼓励大学生跨专业、跨学科的创新能力训练。

2.2.1 **建议一：推荐学生观看八集专题纪录片《大国工匠》，培养工匠精神。**

2.2.2 **建议二：跨专业参加创新实践大赛活动。**以优秀毕业生典型案例激发学生的学习热情，在培养卓越工程师目标的同时，以“课程思政”理念为出发点，把握机会点教育，契入学生问题的要害，强调大学生怎么样吃苦耐劳、勤奋学习，更加注重用社会主义核心价值观引领大学生成长，有效引导学生树立正确的理想信念，铸造人生的辉煌。

4 “工程意识”：是解决工程实际问题的意识，不仅要有扎实的工程基础理论和实践知

识，而且需要见多识广，思维开阔，善于不同学科之间的渗透，从而具有创新能力，并且能付诸实施。**强调**工程训练课的目的：1) 培养实践学习兴趣；

2) 提升实践动手能力；

3) 提高实践创新能力。

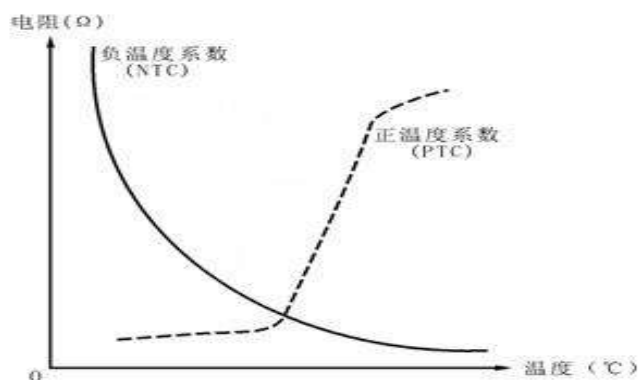
第二章 铸造概论

1. **铸造概念**——把液态合金浇注到具有与机械零件形状相适应的铸型型腔中，待其冷却凝固后，获得尺寸合格，形状完整，轮廓清晰的铸件毛坯的工艺流程。

(要点) 以铸造概念为例，按工程师语言的应用性规律去描述。

合金——由一种金属元素为主加入其它一种或几种金属或非金属形成具有**金属特性**的物质称为合金。围绕以下5个方面，强调工程师对合金应该掌握的要点。

1) **金属特性：金属特性曲线与非金属特性曲线；板书画图**



R-T 关系曲线

1) 铁碳合金的化学成分：c、si、Mn 有益元素，s、p 有害元素，s、p 的百分含量决定了钢铁的质量等级；

2) C 的质量百分数决定了钢铁的基本分类：

纯铁（含碳质量百分数小于百分之 0.0218）；

钢（含碳质量百分数大于百分之 0.0218 小于百分之 2.11）；

铁（含碳质量百分数大于百分之 2.11 小于百分之 6.69）。

3) C 在钢中：Fe₃C，渗碳体；

C 在铁中：c，石墨。

5) 合金的流动性：液态合金本身的流动能力称为合金的流动性，是合金的主要铸造性能之一。这就是**铸造的工艺原理**。合金的流动性决定于金属比重的大小，比重越大的金属，液体合金的流动性越大，铸造合金的充型能力越强。

2. **铸造工艺特点：**

2.1. 优点：

①具有较强的适应性

生产过程简单，可以制造形状复杂的工件，特别是具有复杂内腔的毛坯。

重量：几克~几百吨
尺寸：几毫米~十几米
壁厚： $0.2mm\sim 1m$
结构：复杂外形、内腔
材质：不限，特别是脆性材料

②铸件成本低，应用广泛

节约原材料：来源广、价格低、投资少、易生产

降低加工工时：机械加工量相对较小，成本低

2.2. 缺点：

- a. 废品率较高，生产过程难以控制；
- b. 铸件力学性能较差，
- c. 砂型铸造铸件精度较差。

3 从铸造学科的基本分类，看铸造工艺技术的历史和现状：

古代青铜器的发明，标志着铸造工艺悠久的历史，包括**失蜡法**和**范铸法**两种。

提出问题：哪位同学知道青铜、黄铜、紫铜的成分是什么？

（答案：Cu-Sn 合金、Cu-Zn 合金、纯 Cu）

3.1 砂型铸造——是应用最为广泛的方法，称谓普通铸造或传统铸造。

3.2 特种铸造——与砂型铸造具有区别的其它方法统称为特种铸造。

主要包括：熔模铸造、压力铸造、金属型铸造、离心铸造、低压铸造、陶瓷型铸造、消失模铸造、EPC 工艺等。

3.2.1 熔模铸造（精密铸造、失蜡铸造）（重点）采用易熔的蜡料制成模样来生产铸件的工艺方法。该法制作的铸型无分型面，从而提高了铸件的精度，故又称为“精密铸造”。生产过程中模样主要由蜡质材料来制造，经熔化从铸型中流出，故又称为“失蜡铸造”。

1) 《国宝档案-云纹铜禁》18 分钟视频教学，先提出视频教学中的有关问题，然后观看视频，目的是激发学生的兴趣。

2) 以自制设备“双向旋转教学演示器”里的模型、蜡件、外范、失蜡法精密铸件等教具，讲解失蜡法铸造的工艺流程、特点及应用。（308 实验室现场演示与讲解 15 分钟）

c. 熔模铸造的特点：一型一铸。

4. 铸造工艺的发展前景：

- 1) 低成本优势——砂型铸造；
- 2) 高精度优势——精密铸造如熔模铸造、压力铸造、EPC 工艺。

5. 铸造的熔炼设备简介（简单介绍，一般了解内容）

5.1 坩埚炉

5.1.1 原理：电阻丝（成分）Fe-Cr-Al 合金

5.1.2 适用：熔化低熔点有色金属如铝 667 摄氏度，镁 652 摄氏度等。

5.2 电弧炉

5.2.1 原理：

5.2.2 适用：熔化钢水或高熔点有色金属如钛 1837 摄氏度，钨 3038 摄氏度等。

5.3 冲天炉（教学挂图）

5.3.1 原理：

5.3.2 结构及作用：

5.3.3. 炉料：

5.3.3.1 金属料：铸造生铁、回炉铁、废钢、铁合金（硅铁、锰铁）

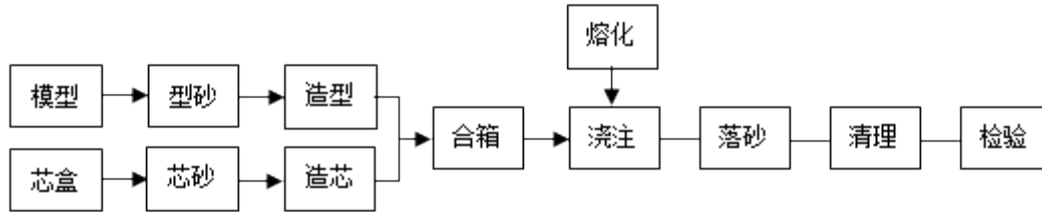
5.3.3.2 溶剂：石灰石

5.3.3.3 燃料：焦炭（重点）层焦比——1:10-12

5.3.4 工作原理——高效低耗，节能减排。

第三章 砂型铸造工艺基础知识

1. 砂型铸造工艺流程——



2. 砂型铸造方法：整模铸造、分模铸造、挖砂造型、活砂造型、三箱造型、刮板造型、活块造型、地坑造型。

（重点）造型工艺技术的要领：**紧实有度，紧实有序**。做到“俩处紧，一处松即”**俩紧一松法**”。（本项内容在演示与讲解中详诉）

3. 浇冒口系统

3.1 浇注系统——金属液体流入型腔的通道。

（重点）3.1.1 外浇口：承接液体金属

直浇口：增加静压力，提高冲型能力

横浇口：挡渣

内浇口：控制液体流速和流向

3.1.2 冒口作用及安放位置

作用：补缩、排气、浮渣、调节温差

安放位置：铸件的最高和最厚大部位

3.2 浇注系统的设计原则

3.2.1 顺序凝固原则

3.2.2 同时凝固原则

3.2.3 一般原则：（重点）

高温出水——过热液体金属，均匀液体化学成分；（工程师应用）

低温浇注——细化晶粒组织，提高材料机械性能。（工程师应用）

4. 铸件的质量缺陷（以教学挂图为主）

5.1 种类：孔眼类——气孔、缩孔、砂眼、渣孔

裂纹类——热裂、冷裂

表面缺陷——粘砂、夹砂、棱隔

形状尺寸质量不合格

化学成分、金相组织、机械性能不合格

5.2 气孔特征及产生原因

5.3 缩孔特征及产生原因

教学环节		
实践教学环节	<p>典型工件加工工艺分析（演示操作及讲解，分别在上午和下午的现场实际操作前进行）</p> <p>实训 1 法兰盘整模造型：——40 分钟</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 三级安全教育，熟悉 308 实验室场地； 2. 介绍铸造的工具名称及用途，如砂箱、起模针、秋叶、冲砂锤、浇口棒等；同时讲解型砂、分型砂、芯砂等原料的成分、六大基本性能；重点是演示讲解型砂的理论湿度，在实践中应该采用拿捏法的经验；而且还要强调掌握工程术语的重要性。 3. 接下来以“法兰盘”模型为例，讲解整模造型的特点，在于分型面即零件的最大截面在零件的一侧，而且是个平面。 4. 边演示、边讲解，重点是手工造型的技术要领即俩“紧”一“松”，以及内浇口的制作技巧。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 将法兰盘模型放置到工作台面的托板上，安放好浇口棒，填入型砂；把握好俩“紧”一“松”的紧实原则； 2) 用通气针在砂型上扎通气孔，通气孔分布应均匀，深度不应穿透整个砂型； 3) 拔出浇口棒，制作浇口杯（漏斗状外浇口）。 4) 翻转砂箱，起模；起模前可在模样周围刷水，以增加型腔边缘的强度，防止损坏砂型，而且需要先敲击模样，使其产生间隙，顺利起模。 5) 起模后，型腔如有轻微损坏，可用手工修复，但尽可能看不出修模的痕迹； 6) 按照要求挖出内浇口，应注意内浇口的位置、形状、尺寸（宽度、深度、轮廓等）； <p>【法兰盘整模造型小结】强调该造型方法的重点、难点以及考核标准，</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 砂型的紧实度是否适当，是否掌握 “两紧一松” 的要领； 2) 浇口棒位置的确定是否合理，应该放置在距离模型直径最大 处 20—30mm； <p>是否掌握浇注系统的设计原则；</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) 内浇口的位置、形状（三条线两个面成 v 型）是否位置正确，轮廓清晰，光滑平整； 4) 起模前在模型边缘处刷水是否适当 ； 5) 起模后型腔是否完整，型腔是否洁净无型砂，型腔是否有修整的痕迹，砂型接触面是否平整。 6) 现场环境卫生是否整洁、工具是否摆放合理； <p>注：上述 1) 3) 是基本项，必须合格， 否则须重做；其余的项目有两项以上不合格者，也需重新制作。</p> <p>实训 2 陶瓷兴趣造型及铝合金的熔化、浇注演示及讲解：</p> <p>陶瓷兴趣造型是 2019 的教改立项项目，即以陶瓷器皿为模型，供学生自由选择，按照所学的造型方法，以顺序凝固原则和同时凝固原则为依据，自主设计浇冒口系统，目的是启发学生的实践兴趣，提高学生思考问题、分析问题及解决问题的能力，提升动手能力和创新能力。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 熔化——备好合适大小的铝合金原料，并将其放置到自制坩埚中，然后把坩埚放到中温实验炉里；开启实验炉，将温度调到 770—820 摄氏度；经常性的观察炉内的工作状态，并根据情况添加金属料；（约 120 分钟） 2. 浇注演示及讲解——50 分钟 	

- 1) 选取学生制作的优秀砂型作品或典型作品，做为浇注演示的对象；
- 2) 介绍中温实验炉和坩埚炉设备原理、加热、炉温控制原理及热电偶元件等，重点强调电炉的安全操作规程，以及铝合金的“高温出水、低温浇注”的原则；
- 3) 将上下砂型均匀的散撒涂料后，将其合箱；启发学生思考散撒涂料的作用是什么？然后断开实验炉电源，取出坩埚；
- 4) 用木棒将坩埚中铝合金的氧化物清除，并讲解木棒的作用，在于安全起见，避免产生液体金属飞溅；然后待温度下降达到低温浇注的火候时，即可对砂型进行浇注；
- 5) 完成浇注后，启发学生思考“如果将水浇注到砂型型腔里，会有什么现象呢？”从而让学生加深认识液体金属流动性，理解了砂型铸造的原理；
- 6) 讲解从落砂、清理到检验的砂型铸造工艺流程，重点是介绍铸造毛坯件的检验；外观质量是否有铸造缺陷；加工余量是否合格；材质的化验；晶粒度的金相检验；及材料的五种物理探伤方法，包括 x 射线探伤、超声波探伤、磁粉探伤、渗透探伤、涡流电场探伤。
- 7) 让学生对所浇注的作品，进行落砂、清理，现场验证学生的砂型作品质量，并让学生判断分析毛坯件的质量，以及产生问题的原因，老师进行点评。

实训 3 锤头的淬火热处理演示及讲解：

碳素钢的淬火用水冷却，合金钢的淬火用油冷却，铸钢件的淬火用盐水冷却。

1. 演示：以学生在钳工手工制作的工件锤头（45 中碳钢）为例，做为淬火热处理的零件，进行淬火和回火热处理演示。
2. 按照电炉的安全操作规程，将零件装炉，并开启电源；
3. 按照课件里锤头热处理工艺曲线的工艺规范，加热、保温、水冷。
4. 锤头的淬火热处理演示及讲解：
 - 1) 介绍中温实验炉、高温实验炉的安全操作规程及炉温仪表的控制；
 - 2) 锤头 45 号钢材质的表示意义，锤头热处理工艺规范；
 - 3) 锤头的淬火过程演示，重点感知钢在 830℃ 的表面樱红色颜色，并讲解古人“打铁看火候”的经验，即每提高 100℃ 钢铁的颜色变化规律；
 - 4) 讲解热处理的概念，并以应用性的理念叙述，讲解热处理工艺原理、流程及特点，并强调热处理工艺技术的特点的改变材料内部组织及性能，而不改变几何形状，及“变性”而不变形。
 - 5) 以高铁、汽车等相关行业发展为例，介绍热处理工艺技术的应用现状及前景，激发学生对热处理的学习兴趣，并以此为切入点，每个人就像零件一样，都需要像机械加工一样，通过修身改变外在的气质，同时人生也需要热处理，通过修心，修炼内心的品质，这就是以“课程思政”的理念为主导，积极的推进课程思政的教学改革，引领学生要加强修心修身的道德教育。

板书设计	
教学反思	围绕教学方式、学习方式、课程资源的开发与利用、成功与不足……进行反思

创新创业与工程训练中心